ENEM

Física

594 itens com resoluções

Organização por tema

---

17 capítulos temáticos para estudar por assunto

Enunciados, figuras e soluções da coletânea anterior, reorganizados pelo conteúdo principal de cada questão. Ano e identificador de origem preservados para consulta.

Caderno de estudo

Edição temática – 16 de novembro de 2026

Sumário

Como usar esta edição ii
Fontes e créditos iii
Grandezas e unidades 1
Cinemática 5
Dinâmica e leis de Newton 58
Estática e equilíbrio 89
Trabalho, energia, potência e fontes de energia 101
Impulso, quantidade de movimento e colisões 162
Hidrostática e fluidos 174
Gravitação e astronomia 216
Termologia, calorimetria e dilatação 232
Termodinâmica, gases e máquinas térmicas 326
Óptica geométrica e visão 350
Ondulatória e acústica 397
Eletrostática 493
Eletrodinâmica e circuitos 511
Magnetismo e indução eletromagnética 631
Física moderna e radiações 651
Física ambiental e interfaces com outras ciências 668
Gabarito por tema 676

Como usar esta edição

Este volume reorganiza os **594 itens** da coletânea de Física em **17 temas**. Todos os enunciados e soluções foram mantidos. Cada questão aparece uma única vez, no assunto considerado principal para sua resolução. Questões interdisciplinares podem envolver outros conteúdos além do tema escolhido.

O sumário e os marcadores do PDF levam aos capítulos e aos itens. A numeração começa em 001 em cada tema. **Esse número é local e não corresponde ao número original do ENEM nem ao número da versão por ano.** O ano e o identificador de origem permanecem no cabeçalho. Dentro de cada capítulo, as questões seguem a ordem crescente dos anos, facilitando a comparação entre edições do exame.

As resoluções das apostilas conservam seus créditos; os comentários complementares são identificados conforme o volume anterior. Figuras extensas e suas soluções podem ocupar páginas de continuação. O gabarito ao final usa a numeração desta edição temática. O índice em CSV permite relacionar os itens à edição por ano.

O acervo combina aplicações regulares e outras aplicações do ENEM, conforme a indicação nos materiais de origem. A seleção dos anos é parcial e não equivale a todas as questões já aplicadas no exame. As observações sobre itens anulados, particularidades dos enunciados e correções de cálculo foram preservadas.

Distribuição por tema

Tema	Itens
01 – Grandezas e unidades	4
02 – Cinemática	43
03 – Dinâmica e leis de Newton	25
04 – Estática e equilíbrio	11
05 – Trabalho, energia, potência e fontes de energia	55
06 – Impulso, quantidade de movimento e colisões	11
07 – Hidrostática e fluidos	36
08 – Gravitação e astronomia	12
09 – Termologia, calorimetria e dilatação	89
10 – Termodinâmica, gases e máquinas térmicas	21
11 – Óptica geométrica e visão	41
12 – Ondulatória e acústica	89
13 – Eletrostática	16
14 – Eletrodinâmica e circuitos	98
15 – Magnetismo e indução eletromagnética	19
16 – Física moderna e radiações	16
17 – Física ambiental e interfaces com outras ciências	8
Total	**594**

Fontes e créditos

Os enunciados são de provas do ENEM/INEP. Os recortes preservam figuras e créditos dos materiais consultados. A organização e os comentários complementares não alteram a autoria dos materiais reproduzidos nem lhes atribuem uma nova licença. As páginas de origem são as páginas físicas dos PDFs, contadas a partir de 1.

Referência 1. Professor Luiz Fonseca. *ENEM FÍSICA 2024*, arquivo com 412 questões de 2009 a 2023 e indicações de resolução em vídeo. As resoluções escritas dos itens aproveitados foram elaboradas para este volume. Arquivo enviado: `ENEM FISICA 2024 - Prof Luiz Fonseca.pdf`.

Referência 2, consultada. *ENEM 2009–2018: provas anteriores*, arquivo com provas de diversas áreas. Utilizado na comparação do acervo, sem incorporar questões alheias ao recorte de Física. Arquivo: `ENEM_2009_2018_provas_anteriores.pdf`.

Referência 3. *Caderno ENEM*, identificado no arquivo pelo contato `novocadernoenem@gmail.com`. Compilação de 329 itens de Física e interfaces de Ciências da Natureza, com gabaritos. As resoluções escritas dos itens aproveitados foram elaboradas para este volume. Arquivo: `ENEM_FISICA.pdf`.

Referência 4. *Como se dar bem no ENEM: questões comentadas*, coordenação de Alexandre Moreira Nascimento; conteúdo de Física e Química do capítulo de Ciências da Natureza atribuído a Elson Garcia. Foram aproveitados itens identificados como ENEM, com comentários originais, na seção de Física das páginas 96 a 112 do PDF. Arquivo: `ENEM_VARIOS_TEMAS_RESOLVIDAS.pdf`.

Referência 5. Projeto Medicina / Tenho Prova Amanhã. Compilação temática de Física do ENEM, com 155 enunciados e soluções comentadas, de 2009 a 2014. Os comentários reproduzidos estão identificados em cada item. Arquivo: `Fisica-ENEM-Questoes-por-assunto (1).pdf`.

INEP. Provas e gabaritos oficiais da aplicação regular de 2024 e 2025, segundo dia, caderno 7, azul. Foram selecionados itens de Física e interfaces em Ciências da Natureza. Consulte as páginas oficiais: provas e gabaritos de 2024 e provas e gabaritos de 2025. Em 2026, foi usada a prova regular do segundo dia, caderno 5, amarelo; as questões foram resolvidas para esta coletânea. Na data desta edição, o gabarito oficial ainda não havia sido divulgado; as respostas foram conferidas com o gabarito extraoficial da Filadd (página consultada). Confira o gabarito oficial quando for publicado.

Consulta de revisão. Professor Filatte, comentário da questão 38 do ENEM PPL 2009, usado na conferência da redação sobre lâmina bimetálica no item F3-038: página consultada. O comentário desta coletânea explicita a distinção entre dilatação e coeficiente de dilatação.

Arquivos desta edição. O arquivo principal é `enem_fisica_por_tema.tex`. Os capítulos estão em `capitulos_por_tema/fisica/`. O índice temático em CSV relaciona tema, número local, ano, identificador e resposta. O ZIP contém os dois projetos com as figuras necessárias para recompilar.

Grandezas e unidades

Tema 01 | 4 itens com resoluções.

Item 001

2016 | F3-249

Segunda aplicação; fonte: referência 3, página 80.

Questão 249 (2016.2)

O quadro apresenta o consumo médio urbano de veículos do mesmo porte que utilizam diferentes combustíveis e seus respectivos preços.

No caso do carro elétrico, o consumo está especificado em termos da distância percorrida em função da quantidade de energia elétrica gasta para carregar suas baterias.

Combustível	Consumo na cidade	Preço* (R$)
Eletricidade	6 km/kWh	0,40/kWh
Gasolina	13 km/L	2,70/L
Diesel	12 km/L	2,10/L
Etanol	9 km/L	2,10/L
Gás natural	13 km/m³	1,60/m³

* Valores aferidos em agosto de 2012.

Considerando somente as informações contidas no quadro, o combustível que apresenta o maior custo por quilômetro rodado é o(a):

A) diesel.
B) etanol.
C) gasolina.
D) eletricidade.
E) gás natural.

Resolução **Resposta: B**

O custo por quilômetro é o preço por unidade de combustível dividido pelo rendimento. Para etanol, $2{,}10/9 \approx 0{,}233$ real/km; gasolina, $2{,}70/13 \approx 0{,}208$; diesel, $2{,}10/12 = 0{,}175$; gás natural, $1{,}60/13 \approx 0{,}123$; eletricidade, $0{,}40/6 \approx 0{,}067$. O maior custo é o do etanol.

Resolução complementar.

Item 002

2020 | F1-002

Digital; fonte: referência 1, página 6.

2. ENEM DIGITAL 2020 ★★

A resolução de um instrumento de medição é definida como a menor variação de uma grandeza que pode ser medida. O paquímetro é um instrumento de medição de grandezas de comprimento linear. Um fabricante de componentes para portões eletrônicos produz eixos com diâmetros diferentes e possui paquímetros com resoluções de $0{,}02\ mm$ (paquímetro A) e $0{,}05\ mm$ (paquímetro B). Um funcionário dessa empresa mediu um eixo com diâmetro nominal de $11{,}0\ mm$ com uso do paquímetro A, e outro eixo com diâmetro nominal de $12{,}5\ mm$ com o paquímetro B.

Quais são as possíveis leituras obtidas com o uso dos paquímetros A e B, em milímetro, respectivamente?

a) 11,01 e 12,50
b) 11,02 e 12,51
c) 11,04 e 12,55
d) 11,05 e 12,50
e) 11,06 e 12,54

GABARITO EM VÍDEO (CLIQUE)

Resolução **Resposta: C**

As leituras precisam variar em múltiplos da resolução do instrumento. No paquímetro A, 11,04 mm corresponde a 11,00 mm mais dois incrementos de 0,02 mm. No B, 12,55 mm corresponde a 12,50 mm mais um incremento de 0,05 mm. Somente a alternativa C respeita simultaneamente essas condições.

Resolução complementar.

Item 003

2023 | F1-001

PPL; fonte: referência 1, página 6.

1. ENEM PPL 2023 ★

Em radiometria, a potência radiante emitida por uma fonte de radiação é diretamente proporcional à quantidade de energia, em joule (J), irradiada pela fonte, e inversamente proporcional ao intervalo de tempo, em segundo (s), que a fonte necessita para emitir essa energia. Por meio de sensores adequados, localizados em diferentes distâncias da fonte, medidas em metro (m), é possível medir a potência radiante por unidade de área que chega àquela posição.

A expressão que representa a unidade de medida para a grandeza potência radiante por unidade de área é

a) $J \cdot s \cdot m^2$

b) $J \cdot s \cdot m$

c) $\frac{J}{s \cdot m}$

d) $\frac{J}{s} \cdot m^2$

e) $\frac{J}{s \cdot m^2}$

Prof Luiz Fonseca - @Polpoa1

GABARITO EM VÍDEO (CLIQUE)

Resolução **Resposta: E**

Potência é energia por tempo, com unidade J/s. Ao dividir por uma área, acrescenta-se m^2 ao denominador. Portanto, a unidade é $J/(s\,m^2)$, equivalente a W/m^2.

Resolução complementar.

Item 004

2023 | F1-004

PPL; fonte: referência 1, página 7.

4. ENEM PPL 2023 ★★

As baterias de lítio para carros elétricos são capazes de armazenar cerca de 700 Wh de energia em um volume de 1 L, enquanto a combustão de 1 L de etanol hidratado em um motor a combustão disponibiliza 6 300 Wh de energia. Os motores a combustão têm uma eficiência baixa, com apenas 30% da energia do combustível sendo transformada em movimento. Já os motores elétricos apresentam eficiência três vezes maior. Para estudar a viabilidade de se utilizar a mesma plataforma de um carro movido a álcool, com tanque de 40 L de combustível, para a produção de modelos elétricos, uma equipe de engenharia precisa estimar o volume da bateria de lítio que corresponda, no carro elétrico, à mesma quantidade energética desse carro a álcool.

VASCONCELOS, Y. Mais energia. Pesquisa Fapesp, n. 261, nov. 2017 (adaptado).

O volume aproximado, em litro, da bateria de lítio a ser utilizada é

a) 36
b) 120
c) 360
d) 400
e) 1080

GABARITO EM VÍDEO (CLIQUE)

Cinemática

Movimentos Retilíneos

Velocidade média e MRU

Resolução **Resposta: B**

O tanque fornece energia mecânica $E = 40 \cdot 6300 \cdot 0{,}30 = 75600$ Wh. O motor elétrico tem eficiência $3 \cdot 30\% = 90\%$; cada litro de bateria fornece $700 \cdot 0{,}90 = 630$ Wh úteis. O volume necessário é $75600/630 = 120$ L.

Resolução complementar.

Cinemática

Tema 02 | 43 itens com resoluções.

Item 001

2009 | F5-013

Prova cancelada; fonte: referência 5, página 7.

13. (Enem cancelado 2009) No mundial de 2007, o americano Bernard Lagat, usando pela primeira vez uma sapatilha 34% mais leve do que a média, conquistou o ouro na corrida de 1.500 metros com um tempo de 3,58 minutos. No ano anterior, em 2006, ele havia ganhado medalha de ouro com um tempo de 3,65 minutos nos mesmos 1.500 metros.

Revista Veja, São Paulo, ago. 2008 (adaptado).

Sendo assim, a velocidade média do atleta aumentou em aproximadamente
a) 1,05%.
b) 2,00%.
c) 4,11%.
d) 4,19%.
e) 7,00%.

Resolução **Resposta: B**

Resposta da questão 13:
[B]

Dados: d = 1.500 m; t_1 = 3,65 min; t_2 = 3,58 min.

$v_1 = \frac{d}{t_1}$ e $v_2 = \frac{d}{t_2}$. Dividindo membro a membro:

$$\frac{v_2}{v_1} = \frac{d}{t_2} \times \frac{t_1}{d} \Rightarrow \frac{v_2}{v_1} = \frac{t_1}{t_2} = \frac{3,65}{3,58} \Rightarrow \frac{v_2}{v_1} \cong 1,02 \Rightarrow v_2 = \frac{102}{100} v_1 \Rightarrow v_2 = 102\%\, v_1.$$

Portanto, houve um aumento de, aproximadamente, 2,00% na velocidade média.

Resolução reproduzida da referência 5.

Item 002

2009 | F5-014

Prova cancelada; fonte: referência 5, página 8.

14. (Enem cancelado 2009) O Super-homem e as leis do movimento

Uma das razões para pensar sobre física dos super-heróis é, acima de tudo, uma forma divertida de explorar muitos fenômenos físicos interessantes, desde fenômenos corriqueiros até eventos considerados fantásticos. A figura seguinte mostra o Super-homem lançando-se no espaço para chegar ao topo de um prédio de altura H. Seria possível admitir que com seus superpoderes ele estaria voando com propulsão própria, mas considere que ele tenha dado um forte salto. Neste caso, sua velocidade final no ponto mais alto do salto deve ser zero, caso contrário, ele continuaria subindo. Sendo g a aceleração da gravidade, a relação entre a velocidade inicial do Super-homem e a altura atingida é dada por: $v^2 = 2gH$.



KAKALIOS, J. **The Physics of Superheroes**. Gothan Books, USA, 2005.

A altura que o Super-homem alcança em seu salto depende do quadrado de sua velocidade inicial porque

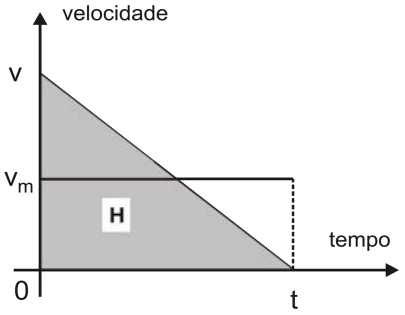
a) a altura do seu pulo é proporcional à sua velocidade média multiplicada pelo tempo que ele permanece no ar ao quadrado.
b) o tempo que ele permanece no ar é diretamente proporcional à aceleração da gravidade e essa é diretamente proporcional à velocidade.
c) o tempo que ele permanece no ar é inversamente proporcional à aceleração da gravidade e essa é inversamente proporcional à velocidade média.
d) a aceleração do movimento deve ser elevada ao quadrado, pois existem duas acelerações envolvidas: a aceleração da gravidade e a aceleração do salto.
e) a altura do seu pulo é proporcional à sua velocidade média multiplicada pelo tempo que ele permanece no ar, e esse tempo também depende da sua velocidade inicial.

Leis de Newton

Resolução **Resposta: E**

Resposta da questão 14:
[E]

Desprezando os efeitos do ar e orientando a trajetória para cima, a aceleração do Super-homem é a = – g.
O gráfico da velocidade em função do tempo até o ponto mais alto está dado abaixo.



A área hachurada é numericamente igual a ao espaço percorrido pelo super-homem, no caso, a altura H. Assim:

$H = \text{"Área"} = \frac{v}{2} t$.

Mas $\frac{v}{2}$ é a velocidade média, v_m.
Então: $H = v_m t$.

A equação da velocidade na subida é:
v' = v – g t. Como no ponto mais alto a velocidade se anula, temos:

$0 = v - g t \Rightarrow t = \frac{v}{g}$.

Assim:

$H = v_m t \Rightarrow H = v_m \frac{v}{g}$.

Ou seja, a altura atingida é proporcional à sua velocidade média multiplicada pelo tempo que ele permanece no ar, e esse tempo também da sua velocidade inicial.
Finalizando:

$H = \left(\frac{v}{2}\right)\left(\frac{v}{g}\right) \Rightarrow v^2 = 2 g H$.

Resolução reproduzida da referência 5.

Item 003

2009 | F5-021

Regular; fonte: referência 5, página 13.

21. (Enem 2009) O Brasil pode se transformar no primeiro país das Américas a entrar no seleto grupo das nações que dispõem de trens-bala. O Ministério dos Transportes prevê o lançamento do edital de licitação internacional para a construção da ferrovia de alta velocidade Rio-São Paulo. A viagem ligará os 403 quilómetros entre a Central do Brasil, no Rio, e a Estação da Luz, no centro da capital paulista, em uma hora e 25 minutos.

Disponível em: http://oglobo.globo.com. Acesso em: 14 jul. 2009.

Devido a alta velocidade, um dos problemas a ser enfrentado na escolha do trajeto que será percorrido pelo trem é o dimensionamento das curvas. Considerando-se que uma aceleração lateral confortável para os passageiros e segura para o trem seja de 0,1 g, em que g é a aceleração da gravidade (considerada igual a 10 m/s^2), e que a velocidade do trem se mantenha constante em todo o percurso, seria correto prever que as curvas existentes no trajeto deveriam ter raio de curvatura mínimo de, aproximadamente,

a) 80 m.
b) 430 m.
c) 800 m.
d) 1.600 m.
e) 6.400 m.

Resolução **Resposta: E**

Resposta da questão 21:
[E]

Quanto se tem pela frente uma questão teste em que se deve chegar a um valor numérico, é recomendável dar uma “olhadinha” nos valores que estão nas opções. Se a diferença entre eles é relativamente grande, pode-se usar e abusar dos arredondamentos, como será feito nesse teste.

Dados: $\Delta S = 403 \text{ km} \cong 400 \text{ km} = 4\times10^5 \text{ m}$; $\Delta t = 85 \text{ min} = 5{,}1\times10^3 \text{ s} \cong 5\times10^3 \text{ s}$.

A velocidade média (v_m) do trem-bala é: $v_m = \frac{\Delta S}{\Delta t} = \frac{4\times10^5}{5\times10^3} = 80 \text{ m/s}.$

A aceleração lateral (centrípeta - a_c) é: $a_c = \frac{v^2}{r} \Rightarrow r = \frac{v^2}{a_c} = \frac{80^2}{0{,}1(10)} \Rightarrow r = 6.400 \text{ m}.$

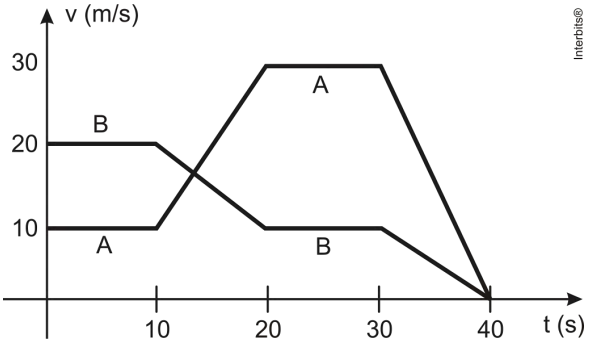
Resolução reproduzida da referência 5.

Segunda aplicação; fonte: referência 5, página 7.

12. (Enem 2ª aplicação 2010) Rua da Passagem

Os automóveis atrapalham o trânsito.
Gentileza é fundamental.
Não adianta esquentar a cabeça.
Menos peso do pé no pedal.

O trecho da música, de Lenine e Arnaldo Antunes (1999), ilustra a preocupação com o trânsito nas cidades, motivo de uma campanha publicitária de uma seguradora brasileira. Considere dois automóveis, A e B, respectivamente conduzidos por um motorista imprudente e por um motorista consciente e adepto da campanha citada. Ambos se encontram lado a lado no instante inicial t = 0 s, quando avistam um semáforo amarelo (que indica atenção, parada obrigatória ao se tornar vermelho). O movimento de A e B pode ser analisado por meio do gráfico, que representa a velocidade de cada automóvel em função do tempo.



As velocidades dos veículos variam com o tempo em dois intervalos: (I) entre os instantes 10s e 20s; (II) entre os instantes 30s e 40s. De acordo com o gráfico, quais são os módulos das taxas de variação da velocidade do veículo conduzido pelo motorista imprudente, em m/s^2, nos intervalos (I) e (II), respectivamente?

a) 1,0 e 3,0
b) 2,0 e 1,0
c) 2,0 e 1,5
d) 2,0 e 3,0
e) 10,0 e 30,0

Resolução **Resposta: D**

Resposta da questão 12:
[D]

Pelo gráfico, percebe-se que o motorista imprudente é o condutor do veículo *A*, que recebe acelerações e desacelerações mais bruscas.

De 10 s a 20 s: $|a_{(I)}| = \frac{30-10}{20-10} = \frac{20}{10} \Rightarrow |a_{(I)}| = 2{,}0\ m/s^2$.

De 30 s a 40 s: $a_{(II)} = \left|\frac{0-30}{40-30}\right| = \left|\frac{-30}{10}\right| \Rightarrow a_{(II)} = 3{,}0\ m/s^2$.

Resolução reproduzida da referência 5.

Item 005

2011 | F5-011

Regular; fonte: referência 5, página 6.

11. (Enem 2011) Para medir o tempo de reação de uma pessoa, pode-se realizar a seguinte experiência:

I. Mantenha uma régua (com cerca de 30 cm) suspensa verticalmente, segurando-a pela extremidade superior, de modo que o zero da régua esteja situado na extremidade inferior.
II. A pessoa deve colocar os dedos de sua mão, em forma de pinça, próximos do zero da régua, sem tocá-la.
III. Sem aviso prévio, a pessoa que estiver segurando a régua deve soltá-la. A outra pessoa deve procurar segurá-la o mais rapidamente possível e observar a posição onde conseguiu segurar a régua, isto é, a distância que ela percorre durante a queda.

O quadro seguinte mostra a posição em que três pessoas conseguiram segurar a régua e os respectivos tempos de reação.

Distância percorrida pela régua durante a queda (metro)	Tempo de reação (segundo)
0,30	0,24
0,15	0,17
0,10	0,14

Disponível em: http://br.geocities.com. Acesso em: 1 fev. 2009.

A distância percorrida pela régua aumenta mais rapidamente que o tempo de reação porque a
a) energia mecânica da régua aumenta, o que a faz cair mais rápido.
b) resistência do ar aumenta, o que faz a régua cair com menor velocidade.
c) aceleração de queda da régua varia, o que provoca um movimento acelerado.
d) força peso da régua tem valor constante, o que gera um movimento acelerado.
e) velocidade da régua é constante, o que provoca uma passagem linear de tempo.

Resolução **Resposta: D**

Resposta da questão 11:
[D]

O peso da régua é constante (P = mg). Desprezando a resistência do ar, trata-se de uma queda livre, que é um movimento uniformemente acelerado, com aceleração de módulo a = g.

A distância percorrida na queda (h) varia com o tempo conforme a expressão:

$h = \frac{1}{2}gt^2$.

Dessa expressão, conclui-se que a distância percorrida é diretamente proporcional ao quadrado do tempo de queda, por isso ela aumenta mais rapidamente que o tempo de reação.

Resolução reproduzida da referência 5.

Item 006

2012 | F5-008

Regular; fonte: referência 5, página 4.

8. (Enem 2012) Uma empresa de transportes precisa efetuar a entrega de uma encomenda o mais breve possível. Para tanto, a equipe de logística analisa o trajeto desde a empresa até o local da entrega. Ela verifica que o trajeto apresenta dois trechos de distâncias diferentes e velocidades máximas permitidas diferentes. No primeiro trecho, a velocidade máxima permitida é de 80 km/h e a distância a ser percorrida é de 80 km. No segundo trecho, cujo comprimento vale 60 km, a velocidade máxima permitida é 120 km/h.
Supondo que as condições de trânsito sejam favoráveis para que o veículo da empresa ande continuamente na velocidade máxima permitida, qual será o tempo necessário, em horas, para a realização da entrega?
a) 0,7
b) 1,4
c) 1,5
d) 2,0

e) 3,0

Resolução **Resposta: C**

Resposta da questão 8:
[C]

Dados: $\Delta S_1 = 80$ km; $v_1 = 80$ km/h; $\Delta S_2 = 60$ km; $v_1 = 120$ km/h.

O tempo total é soma dos dois tempos parciais:

$$\Delta t = t_1 + t_2 \Rightarrow t = \frac{\Delta S_1}{v_1} + \frac{S_2}{v_2} = \frac{80}{80} + \frac{60}{120} = 1 + 0{,}5 \Rightarrow$$

$$\Delta t = 1{,}5 \text{ h}.$$

Resolução reproduzida da referência 5.

Item 007

2012 | F5-009

PPL; fonte: referência 5, página 5.

9. (Enem PPL 2012) Em apresentações musicais realizadas em espaços onde o público fica longe do palco, é necessária a instalação de alto-falantes adicionais a grandes distâncias, além daqueles localizados no palco. Como a velocidade com que o som se propaga no ar ($v_{som} = 3,4 \times 10^2 \text{ m/s}$) é muito menor do que a velocidade com que o sinal elétrico se propaga nos cabos ($v_{sinal} = 2,6 \times 10^8 \text{ m/s}$), é necessário atrasar o sinal elétrico de modo que este chegue pelo cabo ao alto-falante no mesmo instante em que o som vindo do palco chega pelo ar. Para tentar contornar esse problema, um técnico de som pensou em simplesmente instalar um cabo elétrico com comprimento suficiente para o sinal elétrico chegar ao mesmo tempo que o som, em um alto-falante que está a uma distância de 680 metros do palco. A solução é inviável, pois seria necessário um cabo elétrico de comprimento mais próximo de

a) $1,1 \times 10^3$ km.

b) $8,9 \times 10^4$ km.

c) $1,3 \times 10^5$ km.

d) $5,2 \times 10^5$ km.

e) $6,0 \times 10^{13}$ km.

Resolução **Resposta: D**

Resposta da questão 9:
[D]

O tempo deve ser o mesmo para o som e para o sinal elétrico.

$$\Delta t_{sinal} = \Delta t_{som} \Rightarrow \frac{L_{cabo}}{v_{sinal}} = \frac{d}{v_{som}} \Rightarrow \frac{L_{cabo}}{2,6 \times 10^8} = \frac{680}{340} \Rightarrow L_{cabo} = 2\left(2,6 \times 10^8\right) \Rightarrow$$

$$L_{cabo} = 5,2 \times 10^8 \text{ m} = 5,2 \times 10^5 \text{ km}.$$

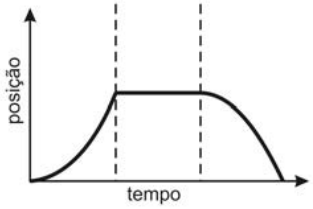
Resolução reproduzida da referência 5.

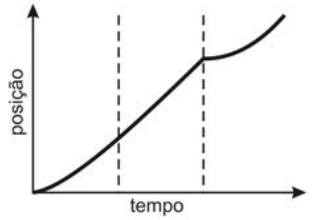
Item 008

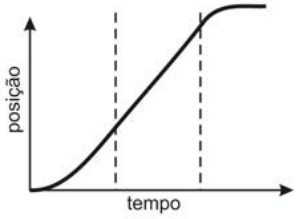
2012 | F5-010

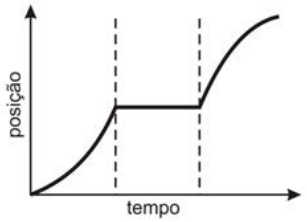
Regular; fonte: referência 5, página 5.

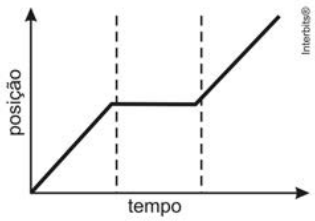
10. (Enem 2012) Para melhorar a mobilidade urbana na rede metroviária é necessário minimizar o tempo entre estações. Para isso a administração do metrô de uma grande cidade adotou o seguinte procedimento entre duas estações: a locomotiva parte do repouso em aceleração constante por um terço do tempo de percurso, mantém a velocidade constante por outro terço e reduz sua velocidade com desaceleração constante no trecho final, até parar.
Qual é o gráfico de posição (eixo vertical) em função do tempo (eixo horizontal) que representa o movimento desse trem?

a)


b)


c)


d)


e)


Item 008 – resolução 2012 / F5-010

Resolução **Resposta: C**

Resposta da questão 10:
[C]

1º Trecho: movimento acelerado (a > 0) → o gráfico da posição em função do tempo é uma curva de concavidade para cima.
2º Trecho: movimento uniforme (a = 0) → o gráfico da posição em função do tempo é um segmento de reta crescente.
3º Trecho: movimento desacelerado (a < 0) → o gráfico da posição em função do tempo é uma curva de concavidade para baixo.

Resolução reproduzida da referência 5.

Item 009

2013 | F5-003

PPL; fonte: referência 5, página 3.

3. (Enem PPL 2013) Conta-se que um curioso incidente aconteceu durante a Primeira Guerra Mundial. Quando voava a uma altitude de dois mil metros, um piloto francês viu o que acreditava ser uma mosca parada perto de sua face. Apanhando-a rapidamente, ficou surpreso ao verificar que se tratava de um projétil alemão.
PERELMAN, J. *Aprenda física brincando*. São Paulo: Hemus, 1970.

O piloto consegue apanhar o projétil, pois
a) ele foi disparado em direção ao avião francês, freado pelo ar e parou justamente na frente do piloto.
b) o avião se movia no mesmo sentido que o dele, com velocidade visivelmente superior.
c) ele foi disparado para cima com velocidade constante, no instante em que o avião francês passou.
d) o avião se movia no sentido oposto ao dele, com velocidade de mesmo valor.
e) o avião se movia no mesmo sentido que o dele, com velocidade de mesmo valor.

Resolução **Resposta: E**

Resposta da questão 3:
[E]

A velocidade do projétil em relação ao piloto era nula porque seus movimentos tinham mesmo sentido, com velocidades de mesmo módulo.

Resolução reproduzida da referência 5.

Item 010

2013 | F5-004

PPL; fonte: referência 5, página 3.

4. (Enem PPL 2013) Antes das lombadas eletrônicas, eram pintadas faixas nas ruas para controle da velocidade dos automóveis. A velocidade era estimada com o uso de binóculos e cronômetros. O policial utilizava a relação entre a distância percorrida e o tempo gasto, para determinar a velocidade de um veículo. Cronometrava-se o tempo que um veículo levava para percorrer a distância entre duas faixas fixas, cuja distância era conhecida. A lombada eletrônica é um sistema muito preciso, porque a tecnologia elimina erros do operador. A distância entre os sensores é de 2 metros, e o tempo é medido por um circuito eletrônico.
O tempo mínimo, em segundos, que o motorista deve gastar para passar pela lombada eletrônica, cujo limite é de 40 km/h, sem receber uma multa, é de
a) 0,05.
b) 11,1.
c) 0,18.
d) 22,2.
e) 0,50.

Resolução **Resposta: C**

Resposta da questão 4:
[C]

$$\Delta t = \frac{d}{v} = \frac{2}{40/3,6} = \frac{7,2}{40} \Rightarrow t = 0,18 \text{ s}.$$

Resolução reproduzida da referência 5.

Item 011

2013 | F5-005

PPL; fonte: referência 5, página 3.

5. (Enem PPL 2013) O trem de passageiros da Estrada de Ferro Vitória-Minas (EFVM), que circula diariamente entre a cidade de Cariacica, na Grande Vitória, e a capital mineira Belo Horizonte, está utilizando uma nova tecnologia de frenagem eletrônica. Com a tecnologia anterior, era preciso iniciar a frenagem cerca de 400 metros antes da estação. Atualmente, essa distância caiu para 250 metros, o que proporciona redução no tempo de viagem.
Considerando uma velocidade de 72 km/h, qual o módulo da diferença entre as acelerações de frenagem depois e antes da adoção dessa tecnologia?
a) 0,08 m/s^2
b) 0,30 m/s^2
c) 1,10 m/s^2
d) 1,60 m/s^2
e) 3,90 m/s^2

Resolução **Resposta: B**

Resposta da questão 5:
[B]

Supondo essas acelerações constantes, aplicando a equação de Torricelli para o movimento uniformemente retardado, vem:

$$v^2 = v_0^2 - 2\,a\,\Delta S \Rightarrow 0^2 = v_0^2 - 2\,a\,S\Delta \Rightarrow$$

$$a = \frac{v_0^2}{2\,\Delta S} \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} a_1 = \dfrac{20^2}{2 \cdot 400} \Rightarrow a_1 = 0{,}5\ m/s^2 \\ a_2 = \dfrac{20^2}{2 \cdot 250} \Rightarrow a_1 = 0{,}8\ m/s^2 \end{array} \right\} \Rightarrow |a_1 - a_2| = |0{,}5 - 0{,}8| \Rightarrow$$

$$|a_1 - a_2| = 0{,}3\ m/s^3.$$

Resolução reproduzida da referência 5.

Item 012

2013 | F5-006

PPL; fonte: referência 5, página 3.

6. (Enem PPL 2013) Em uma experiência didática, cinco esferas de metal foram presas em um barbante, de forma que a distância entre esferas consecutivas aumentava em progressão aritmética. O barbante foi suspenso e a primeira esfera ficou em contato com o chão. Olhando o barbante de baixo para cima, as distâncias entre as esferas ficavam cada vez maiores. Quando o barbante foi solto, o som das colisões entre duas esferas consecutivas e o solo foi gerado em intervalos de tempo exatamente iguais.

A razão de os intervalos de tempo citados serem iguais é que a

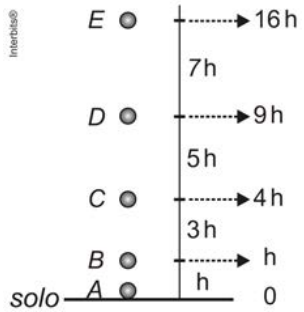
a) velocidade de cada esfera é constante.
b) força resultante em cada esfera é constante.
c) aceleração de cada esfera aumenta com o tempo.
d) tensão aplicada em cada esfera aumenta com o tempo.
e) energia mecânica de cada esfera aumenta com o tempo.

Resolução **Resposta: B**

Resposta da questão 6:
[B]

A questão está mal formulada.

Tratando-se de uma queda livre, independente do que diz o restante do enunciado, a única alternativa correta é a assinalada, [B].
Além disso, o enunciado pode levar a entender que para qualquer razão da referida PA entre as distâncias consecutivas, os intervalos de tempo sejam iguais, o que não é verdade.
Os intervalos de tempo somente são iguais se a razão da PA entre essas distâncias for 2 h, sendo h a altura em que se encontra a 2ª esfera (*B*), uma vez que a 1ª (*A*) está em contato com o solo, conforme ilustra a figura, fora de escala.



Da equação da queda livre, calculamos o tempo de queda de cada uma das esferas, *B*, *C*, *D* e
E.

$$t_{queda} = \sqrt{\frac{2H}{g}} \Rightarrow \begin{cases} t_B = \sqrt{\dfrac{2h}{g}} \\ t_C = \sqrt{\dfrac{8h}{g}} = 2\sqrt{\dfrac{2h}{g}} \\ t_D = \sqrt{\dfrac{18h}{g}} = 3\sqrt{\dfrac{2h}{g}} \\ t_E = \sqrt{\dfrac{32h}{g}} = 4\sqrt{\dfrac{2h}{g}} \end{cases}$$

O intervalo de tempo entre dois sons consecutivos de uma esfera batendo sobre a outra é igual ao tempo de queda da esfera *B*:

$$\Delta t = \sqrt{\frac{2h}{g}}\ .$$

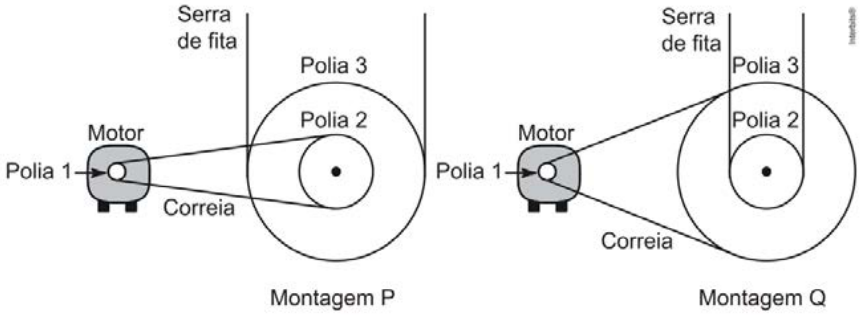
Resolução reproduzida da referência 5.

Item 013

2013 | F5-007

Regular; fonte: referência 5, página 4.

7. (Enem 2013) Para serrar ossos e carnes congeladas, um açougueiro utiliza uma serra de fita que possui três polias e um motor. O equipamento pode ser montado de duas formas diferentes, P e Q. Por questão de segurança, é necessário que a serra possua menor velocidade linear.



Por qual montagem o açougueiro deve optar e qual a justificativa desta opção?

a) Q, pois as polias 1 e 3 giram com velocidades lineares iguais em pontos periféricos e a que tiver maior raio terá menor frequência.
b) Q, pois as polias 1 e 3 giram com frequências iguais e a que tiver maior raio terá menor velocidade linear em um ponto periférico.
c) P, pois as polias 2 e 3 giram com frequências diferentes e a que tiver maior raio terá menor velocidade linear em um ponto periférico.
d) P, pois as polias 1 e 2 giram com diferentes velocidades lineares em pontos periféricos e a que tiver menor raio terá maior frequência.
e) Q, pois as polias 2 e 3 giram com diferentes velocidades lineares em pontos periféricos e a que tiver maior raio terá menor frequência.

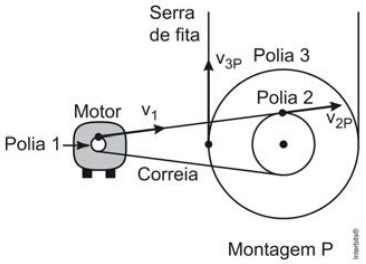
Resolução **Resposta: A**

Resposta da questão 7:
[A]

A velocidade linear da serra é igual à velocidade linear (v) de um ponto periférico da polia à qual ela está acoplada.
Lembremos que no acoplamento tangencial, os pontos periféricos das polias têm mesma velocidade linear; já no acoplamento coaxial (mesmo eixo) são iguais as velocidades angulares (ω), frequências (f) e períodos (T) de todos os pontos das duas polias. Nesse caso a velocidade linear é diretamente proporcional ao raio ($v = \omega R$).

Resolução — continuação

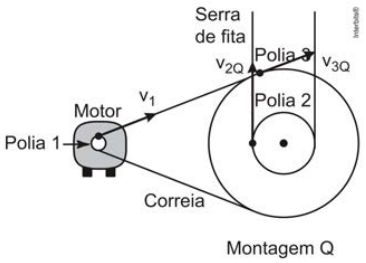
Na montagem P:
– Velocidade da polia do motor: v_1.
– Velocidade linear da serra: v_{3P}.



$$\left.\begin{array}{l} v_{3P} = \omega_{3P}\, R_3 \\ \omega_{2P} = \omega_{3P} \\ \omega_{2P} = \dfrac{v_{2P}}{R_2} \\ v_{2P} = v_1 \end{array}\right\} \Rightarrow v_{3P} = \omega_{2P}\, R_3 \Rightarrow v_{3P} = \frac{v_{2P}}{R_2} R_3 \Rightarrow$$

$$v_{3P} = \frac{v_1\, R_3}{R_2}. \quad (\text{I})$$

Na montagem Q:
– Velocidade da polia do motor: v_1.
– Velocidade linear da serra: v_{2Q}.



$$\left.\begin{array}{l} v_{2Q} = \omega_{2Q}\, R_2 \\ \omega_{2Q} = \omega_{3Q} \\ \omega_{3Q} = \dfrac{v_{3Q}}{R_3} \\ v_{3Q} = v_1 \end{array}\right\} \Rightarrow v_{2Q} = \omega_{3Q}\, R_2 \Rightarrow v_{2Q} = \frac{v_{3Q}}{R_3} R_2 \Rightarrow$$

$$v_{2Q} = \frac{v_1\, R_2}{R_3}. \quad (\text{II})$$

Dividindo (II) por (I):

Resolução — continuação

$$\frac{v_{2Q}}{v_{3P}} = \frac{v_1\, R_2}{R_3} \times \frac{R_2}{v_1\, R_3} \quad \Rightarrow \quad \frac{v_{2Q}}{v_{3P}} = \left(\frac{R_2}{R_3}\right)^2.$$

Como $R_2 < R_3 \quad \Rightarrow \quad v_{2Q} < v_{3P}$.

Quanto às frequências, na montagem Q:

$$v_{3Q} = v_1 \quad \Rightarrow \quad f_{3Q}\, R_3 = f_1\, R_1 \quad \Rightarrow \quad \frac{f_{3Q}}{f_1} = \frac{R_1}{R_3}.$$

Como $R_1 < R_3 \quad \Rightarrow \quad f_{3Q} < F_1$.

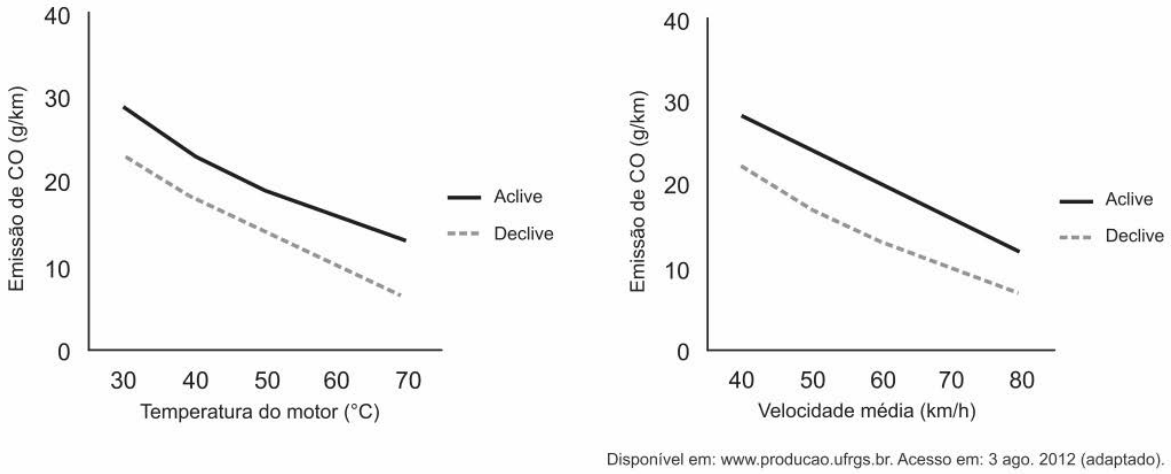
Resolução reproduzida da referência 5.

Item 014

2014 | F5-002

PPL; fonte: referência 5, página 2.

2. (Enem PPL 2014) Um pesquisador avaliou o efeito da temperatura do motor (em velocidade constante) e da velocidade média de um veículo (com temperatura do motor constante) sobre a emissão de monóxido de carbono (CO) em dois tipos de percurso, aclive e declive, com iguais distâncias percorridas em linha reta. Os resultados são apresentados nas duas figuras.



Disponível em: www.producao.ufrgs.br. Acesso em: 3 ago. 2012 (adaptado).

A partir dos resultados, a situação em que ocorre maior emissão de poluentes é aquela na qual o percurso é feito com o motor

a) aquecido, em menores velocidades médias e em pista em declive.
b) aquecido, em maiores velocidades médias e em pista em aclive.
c) frio, em menores velocidades médias e em pista em declive.
d) frio, em menores velocidades médias e em pista em aclive.
e) frio, em maiores velocidades médias e em pista em aclive.

Resolução **Resposta: D**

Resposta da questão 2:
[D]

A primeira figura nos permite concluir que para menores temperaturas (motor frio) e em pista em aclive a emissão de CO é maior.
A segunda figura mostra que a emissão de CO é maior para baixas velocidades médias e em pista em aclive.

Resolução reproduzida da referência 5.

Item 015

2014 | F5-015

Regular; fonte: referência 5, página 8.

15. (Enem 2014) Um professor utiliza essa história em quadrinhos para discutir com os estudantes o movimento de satélites. Nesse sentido, pede a eles que analisem o movimento do coelhinho, considerando o módulo da velocidade constante.



SOUSA, M. *Cebolinha*, n. 240. jun. 2006.

Desprezando a existência de forças dissipativas, o vetor aceleração tangencial do coelhinho, no terceiro quadrinho, é
a) nulo.
b) paralelo à sua velocidade linear e no mesmo sentido.
c) paralelo à sua velocidade linear e no sentido oposto.
d) perpendicular à sua velocidade linear e dirigido para o centro da Terra.
e) perpendicular à sua velocidade linear e dirigido para fora da superfície da Terra.

Item 015 – resolução 2014 / F5-015

Resolução **Resposta: A**

Resposta da questão 15:
[A]

Como o módulo da velocidade é constante, o movimento do coelhinho é circular uniforme, sendo nulo o módulo da componente tangencial da aceleração no terceiro quadrinho.

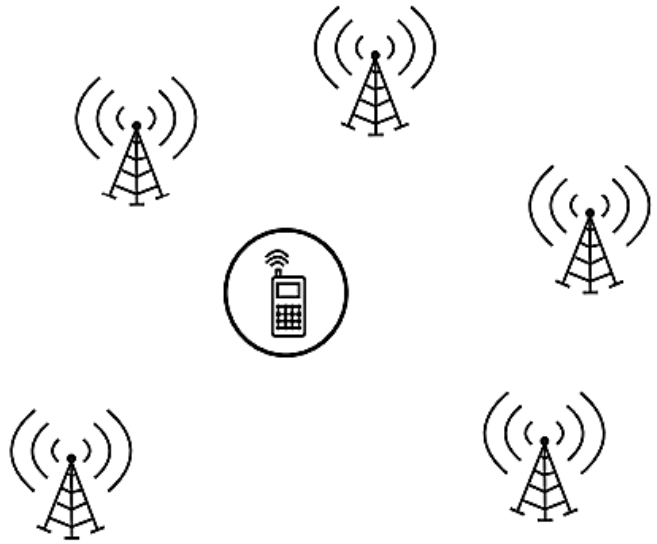
Resolução reproduzida da referência 5.

Item 016

2015 | F3-218

Regular; fonte: referência 3, página 70.

Questão 218 (2015.1)



Para obter a posição de um telefone celular, a polícia baseia-se em informações do tempo de resposta do aparelho em relação às torres de celular da região de onde se originou a ligação.

Em uma região, um aparelho está na área de cobertura de cinco torres, conforme o esquema.

Considerando que as torres e o celular são puntiformes e que estão sobre um mesmo plano, qual o número mínimo de torres necessárias para se localizar a posição do telefone celular que originou a ligação:

A) Uma.
B) Duas.
C) Três.
D) Quatro.
E) Cinco.

Resolução **Resposta: C**

Uma distância a uma torre restringe a posição do celular a uma circunferência. Duas distâncias podem deixar dois pontos possíveis. Uma terceira torre, em posição apropriada, elimina essa ambiguidade e determina a posição no plano. Esse procedimento é uma trilateração.

Resolução complementar.

Item 017

2016 | F3-234

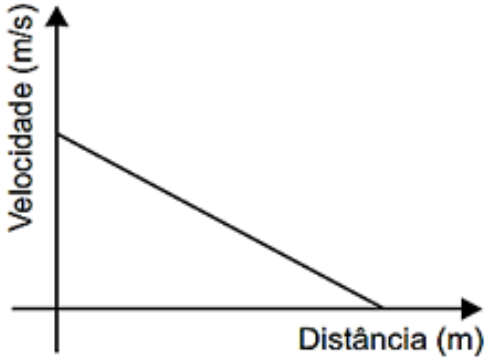
Regular; fonte: referência 3, página 75.

Questão 234 (2016.1)

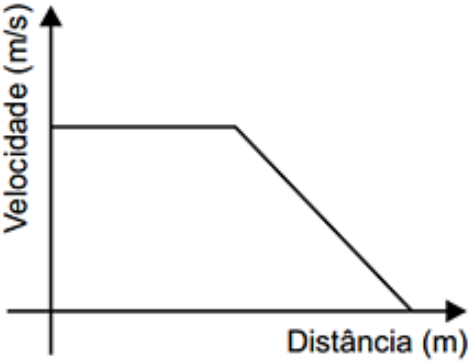
Dois veículos que trafegam com velocidade constante em uma estrada, na mesma direção e sentido, devem manter entre si uma distância mínima. Isso porque o movimento de um veículo, até que ele pare totalmente, ocorre em duas etapas, a partir do momento em que o motorista detecta um problema que exige uma freada brusca. A primeira etapa é associada à distância que o veículo percorre entre o intervalo de tempo da detecção do problema e o acionamento dos freios. Já a segunda se relaciona com a distância que o automóvel percorre enquanto os freios agem com desaceleração constante.

Considerando a situação descrita, qual esboço gráfico representa a velocidade do automóvel em relação à distância percorrida até parar totalmente?

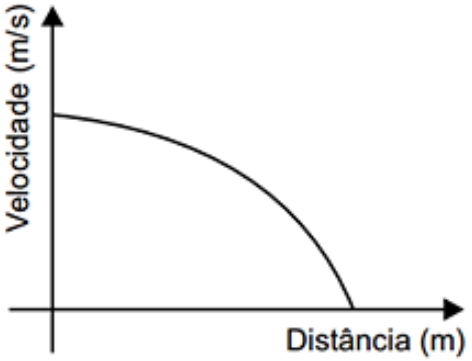
A)



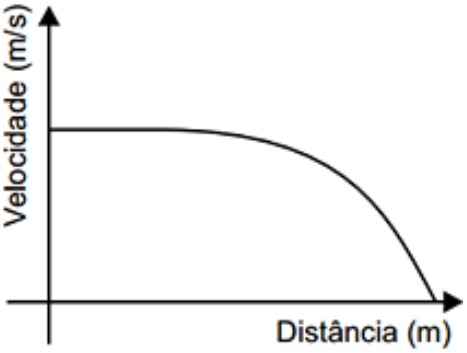
B)



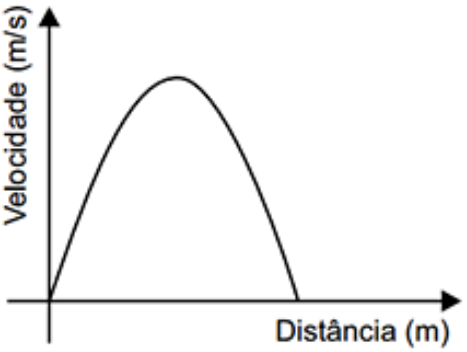
C)



D)



E)



Item 017 – resolução 2016 / F3-234

Resolução **Resposta: D**

Durante o tempo de reação, a velocidade permanece constante enquanto o carro percorre certa distância. Na frenagem, $v^2 = v_0^2 - 2a\Delta x$, com a positivo em módulo. Portanto, $v(\Delta x)$ decresce como uma raiz quadrada, com inclinação cada vez mais acentuada até zero. Esse perfil corresponde a D.

Resolução complementar.

Item 018

2016 | F3-243

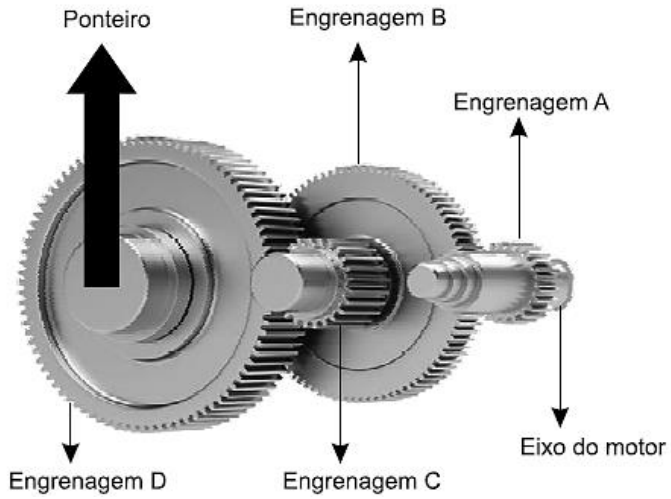
Regular; fonte: referência 3, página 79.

Questão 243 (2016.1)

A invenção e o acoplamento entre engrenagens revolucionaram a ciência na época e propiciaram a invenção de vá rias tecnologias, como os relógios. Ao construir um pequeno cronômetro, um relojoeiro usa o sistema de engrenagens mostrado.

De acordo com a figura, um motor é ligado ao eixo e movimenta as engrenagens fazendo o ponteiro girar. A frequência do motor é de 18 rpm, e o número de dentes das engrenagens está apresentado no quadro.

Engrenagem	Dentes
A	24
B	72
C	36
D	108



A frequência de giro do ponteiro, em rpm, é:

A) 1.
B) 2.
C) 4.
D) 81.
E) 162.

Resolução **Resposta: B**

Em engrenagens acopladas, as frequências são inversamente proporcionais ao número de dentes. Logo, $f_B = 18 \cdot 24/72 = 6$ rpm. B e C compartilham o eixo, então $f_C = 6$ rpm. A engrenagem D, do ponteiro, gira a $f_D = 6 \cdot 36/108 = 2$ rpm.

Resolução complementar.

Item 019

2016 | F3-253

Segunda aplicação; fonte: referência 3, página 81.

Questão 253 (2016.2)

Para um salto no Grand Canyon usando motos, dois paraquedistas vão utilizar uma moto cada, sendo que uma delas possui massa três vezes maior. Foram construídas duas pistas idênticas até a beira do precipício, de forma que no momento do salto as motos deixem a pista horizontalmente e ao mesmo tempo. No instante em que saltam, os paraquedistas abandonam suas motos e elas caem praticamente sem resistência do ar. As motos atingem o solo simultaneamente porque:

A) possuem a mesma inércia.
B) estão sujeitas à mesma força resultante.
C) têm a mesma quantidade de movimento inicial.
D) adquirem a mesma aceleração durante a queda.
E) são lançadas com a mesma velocidade horizontal.

Resolução **Resposta: D**

As duas motos começam a queda da mesma altura e com velocidade vertical inicial nula. Sem resistência do ar, ambas têm aceleração g, independentemente de suas massas. O tempo vertical é $t = \sqrt{2h/g}$ e é igual para as duas, mesmo que suas velocidades horizontais sejam diferentes.

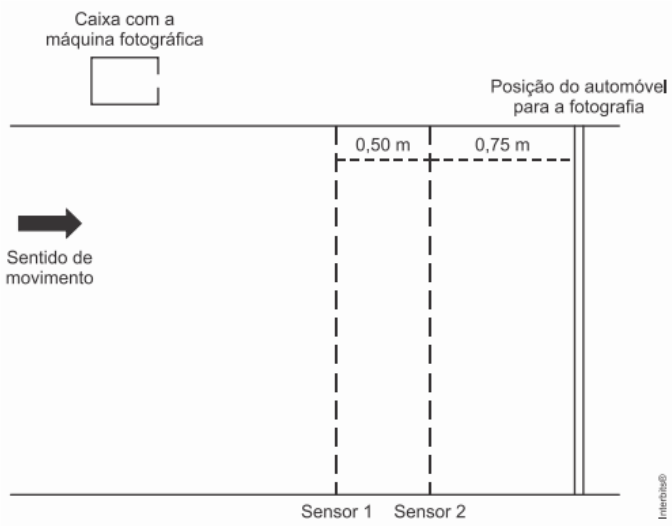
Resolução complementar.

Libras; fonte: referência 1, página 9.

8. ENEM Libras 2017 ★

No Brasil, a quantidade de mortes decorrentes de acidentes por excesso de velocidade já é tratada como uma epidemia. Uma forma de profilaxia é a instalação de aparelhos que medem a velocidade dos automóveis e registram, por meio de fotografias, os veículos que trafegam acima do limite de velocidade permitido. O princípio de funcionamento desses aparelhos consiste na instalação de dois sensores no solo, de forma a registrar os instantes em que o veículo passa e, em caso de excesso de velocidade, fotografar o veículo quando ele passar sobre uma marca no solo, após o segundo sensor.

Considere que o dispositivo representado na figura esteja instalado em uma via com velocidade máxima permitida de 60 km/h.



No caso de um automóvel que trafega na velocidade máxima permitida, o tempo, em milissegundos, medido pelo dispositivo, é

a) 8,3
b) 12,5
c) 30,0
d) 45,0
e) 75

GABARITO EM VÍDEO (CLIQUE)

Resolução **Resposta: C**

A distância entre os dois sensores é 0,50 m; os 0,75 m seguintes indicam outra posição do sistema fotográfico. A velocidade limite é $60/3{,}6 \approx 16{,}67$ m/s. Logo, o intervalo medido entre sensores é $0{,}50/16{,}67 = 0{,}030$ s, ou 30 ms.

Resolução complementar.

Item 021

2017 | F3-277

Regular; fonte: referência 3, página 87.

Questão 277 (2017.1)

Um motorista que atende a uma chamada de celular é levado à desatenção, aumentando a possibilidade de acidentes ocorrerem em razão do aumento de seu tempo de reação. Considere dois motoristas, o primeiro atento e o segundo utilizando o celular enquanto dirige. Eles aceleram seus carros inicialmente a 1,00 m/s^2. Em resposta a uma emergência, freiam com uma desaceleração iguala 5,00 m/s^2. O motorista atento aciona o freio à velocidade de 14,0 m/s, enquanto o desatento, em situação análoga, leva 1,00 segundo a mais para iniciar a frenagem.

Que distância o motorista desatento percorre a mais do que o motorista atento, até a parada total dos carros?

A) 2.90 m
B) 14,0m
C) 14,5 m
D) 15,0m
E) 17,4 m

Resolução **Resposta: E**

No segundo extra de reação, o carro desatento percorre $14 \cdot 1 + (1 \cdot 1^2)/2 = 14{,}5$ m e chega a 15 m/s. As distâncias de frenagem são $14^2/(2 \cdot 5) = 19{,}6$ m e $15^2/(2 \cdot 5) = 22{,}5$ m. O excesso total é $14{,}5 + 22{,}5 - 19{,}6 = 17{,}4$ m.

Resolução complementar.

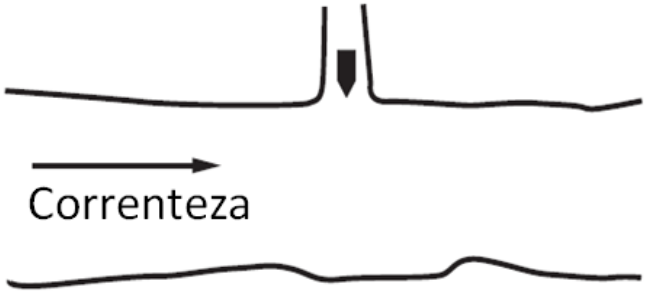
Item 022

2017 | F3-298

PPL; fonte: referência 3, página 95.

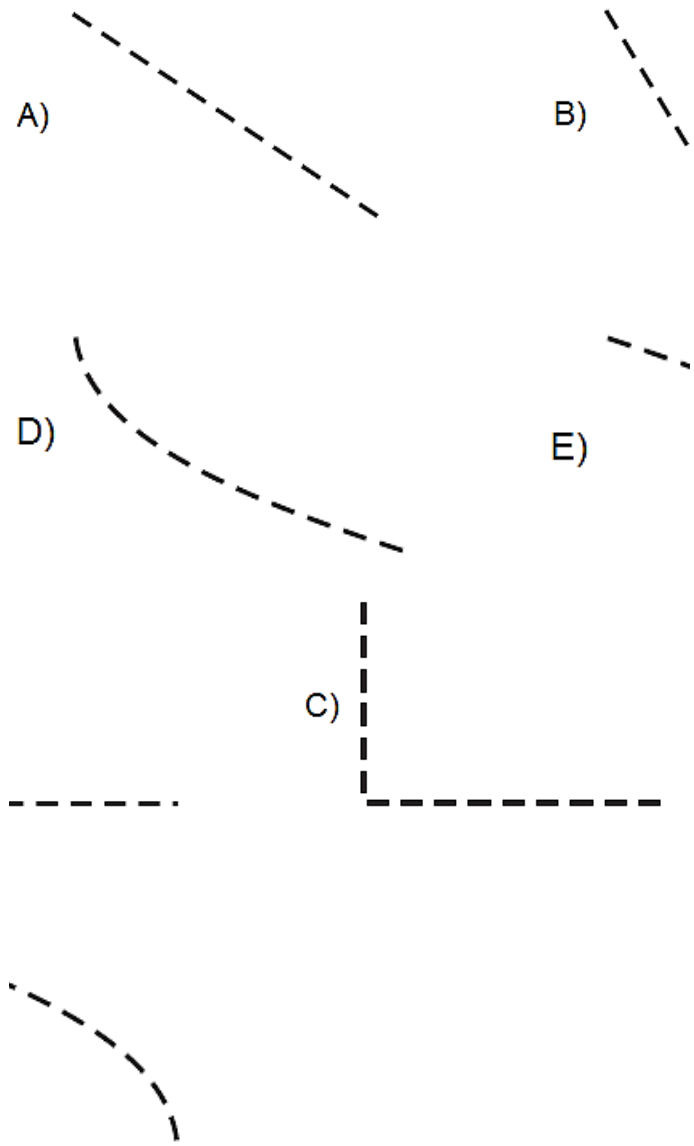
Questão 298 (2017.2)

Um longo trecho retilíneo de um rio tem um afluente perpendicular em sua margem esquerda, conforme mostra a figura.



Observando de cima, um barco trafega com velocidade constante pelo afluente para entrar no rio. Sabe-se que a velocidade da correnteza desse rio varia uniformemente, sendo muito pequena junto à margem e máxima no meio. O barco entra no rio e é arrastado lateralmente pela correnteza, mas o navegador procura mantê-lo sempre na direção perpendicular à correnteza do rio e o motor acionado com a mesma potência.

Pelas condições descritas, a trajetória que representa o movimento seguido pelo barco é:



Resolução **Resposta: D**

A velocidade do barco em relação à água mantém a componente de travessia. A corrente acrescenta uma componente lateral que começa pequena, cresce até o meio do rio e depois diminui. A trajetória inicia quase perpendicular à margem, sofre maior desvio na região central e muda de concavidade depois dela, como em D.

Resolução complementar.

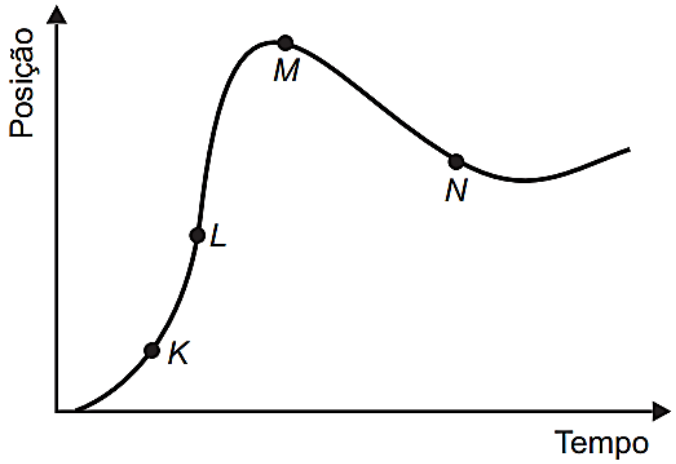
Item 023

2018 | F3-326

PPL; fonte: referência 3, página 106.

Questão 326 (2018.2)

Um piloto testa um carro em uma reta longa de um autódromo. A posição do carro nessa reta, em função do tempo, está representada no gráfico.



Os pontos em que a velocidade do carro é menor e maior são, respectivamente,

A) K e M.
B) N e K.
C) M e L.
D) N e L.
E) N e M.

Resolução **Resposta: C**

A velocidade instantânea é a inclinação da tangente ao gráfico posição por tempo. Comparam-se as inclinações nos pontos assinalados: a menor ocorre em M e a maior, em L. A altura do ponto no gráfico representa posição, não velocidade.

Resolução complementar.

Item 024

2018 | F3-327

PPL; fonte: referência 3, página 106.

Questão 327 (2018.2)

Ao soltar um martelo e uma pena na Lua em 1973 o astronauta David Scott confirmou que ambos atingiram juntos a superfície. O cientista italiano Galileu Galilei (1564-1642), um dos maiores pensadores de todos os tempos, previu que, se minimizarmos a resistência do ar, os corpos chegariam juntos à superfície.

(OLIVEIRA, A. A influência do olhar.
Disponível em: www.cienciahoje.org.br.
Acesso em: 15 ago. 2016 - adaptado)

Na demonstração, o astronauta deixou cair em um mesmo instante e de uma mesma altura um martelo de 1,32 kg e uma pena de 30 g. Durante a queda no vácuo, esses objetos apresentam iguais:

A) inércias.
B) impulsos.
C) trabalhos.
D) acelerações.
E) energias potenciais.

Resolução **Resposta: D**

No vácuo, os dois objetos estão sujeitos à mesma aceleração gravitacional local, independentemente da massa. A força peso é diferente, mas a razão F/m é igual a g. Assim, soltos da mesma altura e com a mesma velocidade inicial, chegam juntos ao solo.

Resolução complementar.

Item 025

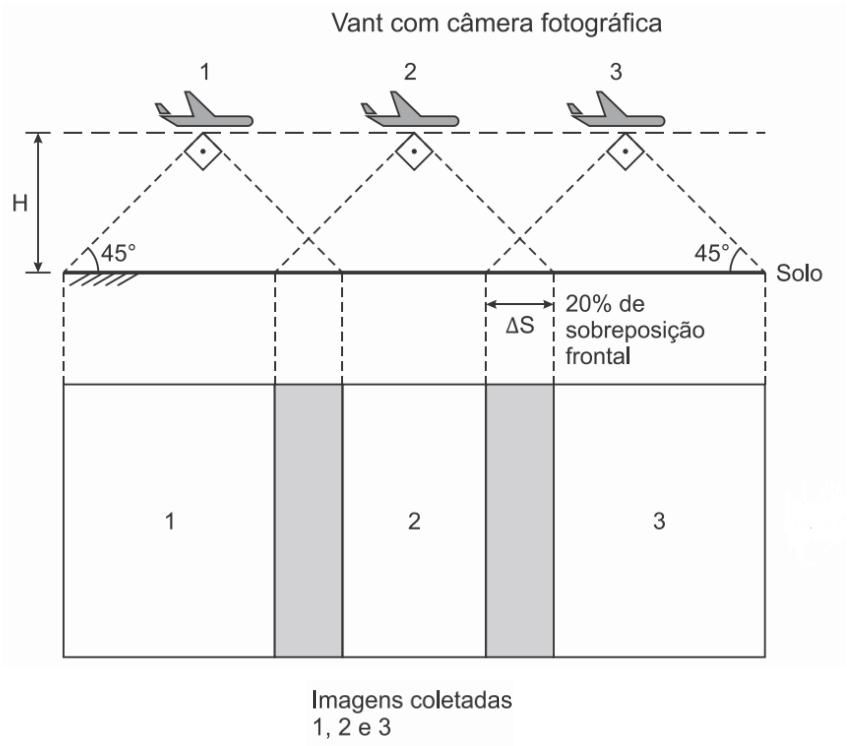
2019 | F1-016

Regular; fonte: referência 1, página 14.

Prof Luiz Fonseca - @Polpoa1

16. ENEM 2019 ★★★

A agricultura de precisão reúne técnicas agrícolas que consideram particularidades locais do solo ou lavoura a fim de otimizar o uso de recursos. Uma das formas de adquirir informações sobre essas particularidades é a fotografia aérea de baixa altitude realizada por um veículo aéreo não tripulado (vant). Na fase de aquisição é importante determinar o nível de sobreposição entre as fotografias. A figura ilustra como uma sequência de imagens é coletada por um vant e como são formadas as sobreposições frontais.



O operador do vant recebe uma encomenda na qual as imagens devem ter uma sobreposição frontal de 20% em um terreno plano. Para realizar a aquisição das imagens, seleciona uma altitude H fixa de voo de 1.000 m, a uma velocidade constante de 50 ms-1. A abertura da câmera fotográfica do vant é de 90º. Considere $tg(45º) = 1$.

Natural Resources Canada. Concepts of Aerial Photography. Disponível em: www.nrcan.gc.ca. Acesso em: 26 abr. 2019 (adaptado)

Com que intervalo de tempo o operador deve adquirir duas imagens consecutivas?

a) 40 segundos
b) 32 segundos
c) 28 segundos
d) 16 segundos
e) 9 segundos

GABARITO EM VÍDEO (CLIQUE)

Item 025 – resolução 2019 / F1-016

Resolução **Resposta: B**

Com abertura de 90°, a metade do campo forma um triângulo com ângulo de 45°. O comprimento fotografado é $2H\tan 45° = 2000$ m. Uma sobreposição de 20% permite avançar $0{,}80 \cdot 2000 = 1600$ m entre imagens. A 50 m/s, o intervalo é $1600/50 = 32$ s.

Resolução complementar.

Item 026

2019 | F1-038

Regular; fonte: referência 1, página 29.

38. ENEM 2019 ★

Na madrugada de 11 de março de 1978, partes de um foguete soviético reentraram na atmosfera acima da cidade do Rio de Janeiro e caíram no Oceano Atlântico. Foi um belo espetáculo, os inúmeros fragmentos entrando em ignição devido ao atrito com a atmosfera brilharam intensamente, enquanto "cortavam o céu". Mas se a reentrada tivesse acontecido alguns minutos depois, teríamos uma tragédia, pois a queda seria na área urbana do Rio de Janeiro e não no oceano



LAS CASAS, R. *Lixo espacial*. Observatório Astronômico Frei Rosário, ICEx, UFMG. Disponível em: www.observatorio.ufmg.br. Acesso em: 27 set. 2011 (adaptado).

De acordo com os fatos relatados, a velocidade angular do foguete em relação à Terra no ponto de reentrada era

a) Igual à da Terra e no mesmo sentido.
b) Superior à da Terra e no mesmo sentido.
c) Inferior à da Terra e no mesmo sentido.
d) Igual à da Terra e no sentido oposto.
e) Superior à da Terra e no sentido oposto.

GABARITO EM VÍDEO (CLIQUE)

nseca - @Polpoa1

Resolução **Resposta: C**

O enunciado informa que uma reentrada mais tardia deslocaria o local de queda do oceano para a cidade. Isso é compatível com a Terra avançando em sua rotação mais rapidamente que o foguete naquele ponto. No modelo e no sentido indicados, a velocidade angular do foguete é inferior à da Terra e tem o mesmo sentido.

Resolução complementar.

Item 027

2020 | F1-014

PPL; fonte: referência 1, página 13.

14. ENEM PPL 2020 ★★

Nas estradas brasileiras existem vários aparelhos com a finalidade de medir a velocidade dos veículos. Em uma rodovia, cuja velocidade máxima permitida é de 80 km·h^{-1} um carro percorre a distância de 50 cm entre os dois sensores no tempo de 20 ms. De acordo com a Resolução n. 396, do Conselho Nacional de Trânsito, para vias com velocidade de até 100 km·h^{-1} a velocidade medida pelo aparelho tem a tolerância de + 7 km·h^{-1} além da velocidade máxima permitida na via.

Considere que a velocidade final registrada do carro é o valor medido descontado o valor da tolerância do aparelho
Nesse caso, qual foi a velocidade final registrada pelo aparelho?

a) $38\ km \cdot h^{-1}$
b) $65\ km \cdot h^{-1}$
c) $83\ km \cdot h^{-1}$
d) $90\ km \cdot h^{-1}$
e) $97\ km \cdot h^{-1}$

GABARITO EM VÍDEO (CLIQUE)

Resolução **Resposta: C**

A velocidade medida é $v = 0{,}50/0{,}020 = 25$ m/s, ou 90 km/h. O enunciado manda descontar a tolerância de 7 km/h. Assim, o registro final é $90 - 7 = 83$ km/h.

Resolução complementar.

Item 028

2020 | F1-021

PPL; fonte: referência 1, página 18.

21. ENEM PPL 2020 ★★

Os acidentes de trânsito são causados geralmente por excesso de velocidade. Em zonas urbanas no Brasil, o limite de velocidade normalmente adotado é de $60\ km \cdot h^{-1}$. Uma alternativa para diminuir o número de acidentes seria reduzir esse limite de velocidade. Considere uma pista seca em bom estado, onde um carro é capaz de frear com uma desaceleração constante de $5\ m \cdot s^{-2}$ e que o limite de velocidade reduza de $60\ km \cdot h^{-1}$ para $50\ km \cdot h^{-1}$.

Prof Luiz Fonseca - @Polpoa1

Nessas condições, a distância necessária para a frenagem desde a velocidade limite até a parada completa do veículo será reduzida em um valor mais próximo de

a) 1 m
b) 9 m
c) 15 m
d) 19 m
e) 38 m

GABARITO EM VÍDEO (CLIQUE)

Resolução **Resposta: B**

A distância de frenagem sob desaceleração constante é $d = v_0^2/(2a)$. Para 60 km/h, ela é $(60/3{,}6)^2/10 \approx 27{,}8$ m; para 50 km/h, $(50/3{,}6)^2/10 \approx 19{,}3$ m. A redução é aproximadamente 8,5 m, mais próxima de 9 m.

Resolução complementar.

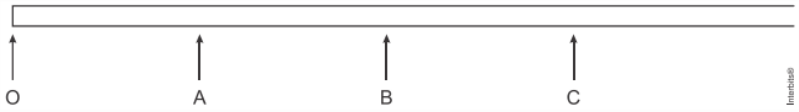
Item 029

2020 | F1-025

Regular; fonte: referência 1, página 21.

25. ENEM 2020 ★★★

Você foi contratado para sincronizar os quatro semáforos de uma avenida, indicados pelas letras O, A, B e C, conforme a figura.



Os semáforos estão separados por uma distância de 500 m. Segundo os dados estatísticos da companhia controladora de trânsito, um veículo, que está inicialmente parado no semáforo O, tipicamente parte com aceleração constante de 1 $m \cdot s^{-2}$ até atingir a velocidade de 72 $km \cdot h^{-1}$ e, a partir daí, prossegue com velocidade constante. Você deve ajustar os semáforos A, B e C de modo que eles mudem para a cor verde quando o veículo estiver a 100 m de cruzá-los, para que ele não tenha que reduzir a velocidade em nenhum momento.

Considerando essas condições, aproximadamente quanto tempo depois da abertura do semáforo O os semáforos A, B e C devem abrir, respectivamente?

a) 20 s, 45 s e 70 s
b) 25 s, 50 s e 75 s
c) 28 s, 42 s e 53 s
d) 30 s, 55 s e 80 s
e) 35 s, 60 s e 85 s

GABARITO EM VÍDEO (CLIQUE)

Prof Luiz Fonseca - @Polpoa1

Cinemática Vetorial

Resolução **Resposta: D**

A velocidade de 72 km/h equivale a 20 m/s. Para alcançá-la com $a = 1$ m/s^2, o carro leva 20 s e percorre 200 m. Os semáforos devem abrir quando ele estiver nas posições 400, 900 e 1400 m. Completando essas distâncias a 20 m/s, os tempos são $20 + (400 - 200)/20 = 30$ s, 55 s e 80 s.

Resolução complementar.

Item 030

2020 | F1-032

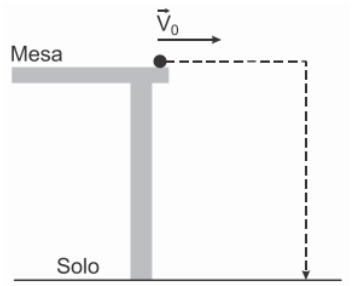
Regular; fonte: referência 1, página 25.

32. ENEM 2020 ★

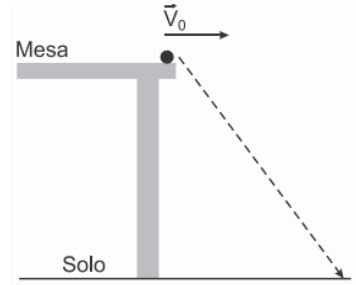
Nos desenhos animados, com frequência se vê um personagem correndo na direção de um abismo, mas, ao invés de cair, ele continua andando no vazio e só quando percebe que não há nada sob seus pés é que ele para de andar e cai verticalmente. No entanto, para observar uma trajetória de queda num experimento real, pode-se lançar uma bolinha, com velocidade constante (V_0) sobre a superfície de uma mesa e verificar o seu movimento de queda até o chão.

Qual figura melhor representa a trajetória de queda da bolinha?

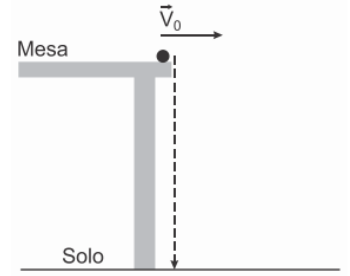
a)



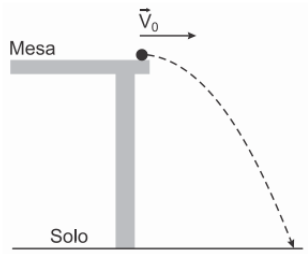
b)

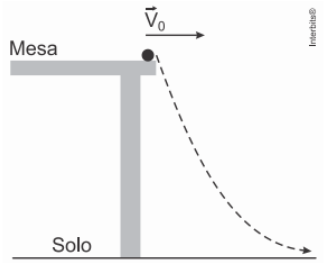


c)



d)





GABARITO EM VÍDEO (CLIQUE)

Resolução

Resposta: D

Ao sair da mesa, a bolinha conserva a componente horizontal de velocidade e passa a ganhar velocidade vertical para baixo pela ação da gravidade. A combinação dos movimentos uniforme e uniformemente acelerado produz uma trajetória parabólica, inicialmente tangente à horizontal, como em D.

Resolução complementar.

Item 031

2020 | F1-035

PPL; fonte: referência 1, página 26.

35. ENEM PPL 2020 ★

Em 20 de julho de 1969, Neil Armstrong tornou-se o primeiro homem a pisar na superfície da Lua. Ele foi seguido por Edwin Aldrin, ambos da missão Apollo 11. Eles, e os astronautas que os seguiram, experimentaram a ausência de atmosfera e estavam sujeitos às diferenças gravitacionais. A aceleração da gravidade na Lua tem 1/6 do valor na Terra.

Em relação às condições na Terra, um salto oblíquo na superfície da Lua teria alcance

a) menor, pois a força normal com o solo é menor
b) menor, pois a altura do salto seria maior
c) igual, pois o impulso aplicado pelo astronauta é o mesmo
d) maior, pois a aceleração da gravidade é seis vezes menor.
e) maior, pois na ausência de atmosfera não há resistência do ar.

GABARITO EM VÍDEO (CLIQUE)

Resolução **Resposta: D**

Para a mesma velocidade inicial e o mesmo ângulo, o alcance oblíquo é $R = v_0^2 \sin(2\theta)/g$. A aceleração gravitacional lunar é seis vezes menor, de modo que o alcance ideal é seis vezes maior. A dependência quantitativa pedida está na gravidade reduzida.

Resolução complementar.

Item 032

2020 | F1-039

Digital; fonte: referência 1, página 29.

39. ENEM DIGITAL 2020 ★

No Autódromo de Interlagos, um carro de Fórmula 1 realiza a curva S do Senna numa trajetória curvilínea. Enquanto percorre esse trecho, o velocímetro do carro indica velocidade constante.

Quais são a direção e o sentido da aceleração do carro?

a) Radial, apontada para fora da curva
b) Radial, apontada para dentro da curva
c) Aceleração nula, portanto, sem direção nem sentido
d) Tangencial, apontada no sentido da velocidade do carro
e) Tangencial, apontada no sentido contrário à velocidade do carro.

GABARITO EM VÍDEO (CLIQUE)

Resolução **Resposta: B**

Se o módulo da velocidade é constante, não há aceleração tangencial. A mudança de direção exige aceleração normal ou centrípeta, de módulo v^2/R, apontando para o centro local de curvatura, isto é, para dentro da curva.

Resolução complementar.

Item 033

2021 | F1-005

PPL; fonte: referência 1, página 8.

5. ENEM PPL 2021 ★

Prof Luiz Fonseca - @Pdlpge1

No dia 14 de julho de 2015, a sonda espacial norte-americana New Horizons atingiu o ponto mais próximo que qualquer artefato humano esteve do planeta-anão Plutão. Neste instante a distância da sonda à Terra era de aproximadamente 5 bilhões de quilômetros. As primeiras imagens de Plutão não chegaram à Terra instantaneamente quando enviadas através de um sinal de rádio, pois a velocidade da luz é de 3 x 10^8 m/s.

NOGUEIRA, S. Uma jornada até Plutão. Pesquisa Fapesp, n. 234, ago. 2015.

Disponível em: https://revistapesquisa.fapesp.br. Acesso em: 2 jul. 2019 (adaptado).

No momento da máxima aproximação de Plutão, o valor mais próximo do tempo decorrido entre o envio de uma imagem pela antena transmissora da sonda e sua recepção por uma antena receptora na Terra é

a) $4{,}6 \times 10^3\ s$
b) $9{,}3 \times 10^3 s$
c) $1{,}6 \times 10^1\ s$
d) $1{,}7 \times 10^4\ s$
e) $3{,}4 \times 10^4\ s$

GABARITO EM VÍDEO (CLIQUE)

Resolução **Resposta: D**

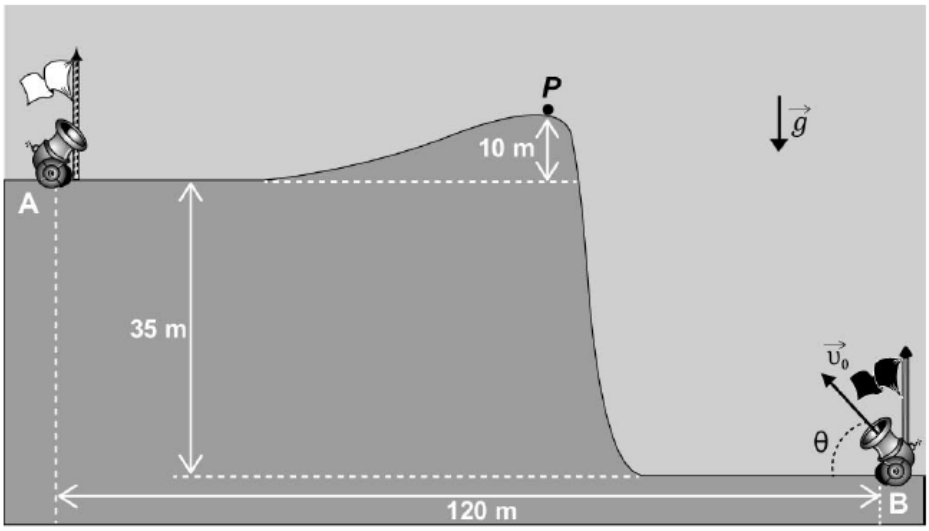
A distância é $5 \cdot 10^9$ km, ou $5 \cdot 10^{12}$ m. O tempo de propagação é $t = d/c = 5 \cdot 10^{12}/(3 \cdot 10^8) \approx 1{,}7 \cdot 10^4$ s. As ondas de rádio, assim como a luz visível, têm velocidade limitada.

Resolução complementar.

Regular; fonte: referência 1, página 27.

36. ENEM 2021 ★★★

A figura foi extraída de um antigo jogo para computadores, chamado *Bang! Bang!*



No jogo, dois competidores controlam os canhões **A** e **B**, disparando balas alternadamente com o objetivo de atingir o canhão do adversário; para isso, atribuem valores estimados para o módulo da velocidade inicial de disparo ($|\vec{v}_0|$) e para o ângulo de disparo (θ).

Em determinado momento de uma partida, o competidor **B** deve disparar; ele sabe que a bala disparada anteriormente, $\theta = 53°$ passou tangenciando o ponto ***P***.

No jogo, $|\vec{g}|$ é igual a 10 m/s². Considere $sen\,53° = 0{,}8, \cos 53 = 0{,}6$ e desprezível a ação das forças dissipativas.

Disponível em: http://mebdownloads.butzke.net.br. Acesso em: 18 abr. 2015 (adaptado).

Com base nas distâncias dadas e mantendo o último ângulo de disparo, qual deveria ser, aproximadamente, o menor valor de $|\vec{v}_0|$ que permitiria ao disparo efetuado pelo canhão **B** atingir o canhão **A**?

a) 30 m/s
b) 35 m/s
c) 40 m/s
d) 45 m/s
e) 50 m/s

GABARITO EM VÍDEO (CLIQUE)

Movimento circular

Resolução **Resposta: C**

Tomando a origem em B e a direção horizontal para A, usa-se $y = x\tan\theta - gx^2/(2v_0^2\cos^2\theta)$. Com $x = 120$ m, $y = 35$ m, $\tan 53° = 0{,}8/0{,}6$ e $g = 10$, obtemos $35 = 160 - 200000/v_0^2$. Logo, $v_0^2 = 1600$ e $v_0 = 40$ m/s, valor que também permite superar o obstáculo indicado.

Resolução complementar.

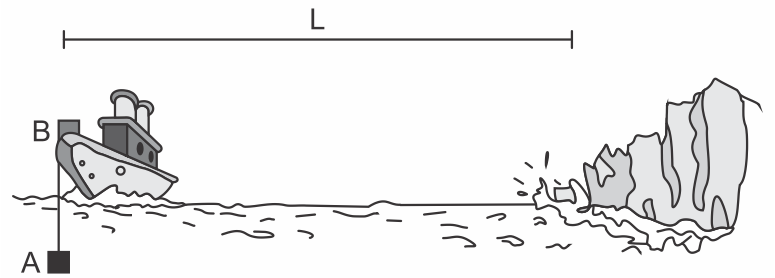
Item 035

2022 | F1-017

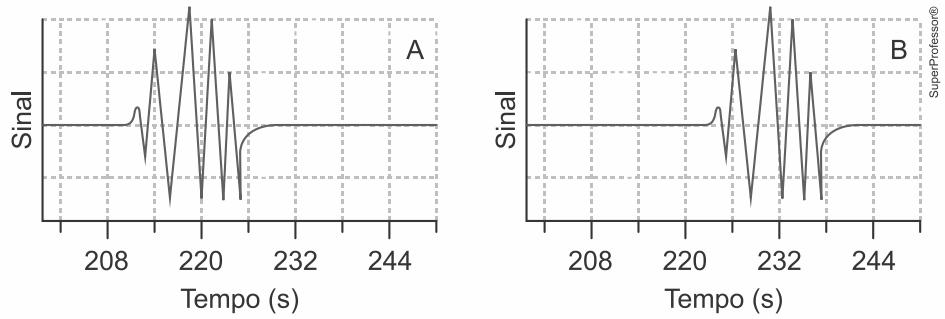
Regular; fonte: referência 1, página 15.

17. ENEM 2022 ★★★

O sinal sonoro oriundo da queda de um grande bloco de gelo de uma geleira é detectado por dois dispositivos situados em um barco, sendo que o detector A está imerso em água e o B, na proa da embarcação. Sabe-se que a velocidade do som na água é de 1540 m/s no ar é de 340 m/s.



Os gráficos indicam, em tempo real, o sinal sonoro detectado pelos dois dispositivos, os quais foram ligados simultaneamente em um instante anterior à queda do bloco de gelo. Ao comparar pontos correspondentes desse sinal em cada dispositivo, é possível obter informações sobre a onda sonora.



Prof Luiz Fonseca - @Polpoa1

A distância L, em metro, entre o barco e a geleira é mais próxima de

a) 339.000
b) 78.900
c) 14.400
d) 5.240
e) 100

GABARITO EM VÍDEO (CLIQUE)

Movimento Retilíneo Uniformemente Variado e Gráficos

Resolução **Resposta: D**

Os sinais correspondentes têm atraso de aproximadamente 12 s entre o ar e a água. Assim, $L/340 - L/1540 = 12$. Portanto, $L = 12/(1/340 - 1/1540) \approx 5236$ m, valor mais próximo de 5240 m. A onda chega primeiro pelo meio em que se propaga mais rapidamente.

Resolução complementar.

Item 036

2022 | F1-034

Regular; fonte: referência 1, página 26.

34. ENEM 2022 ★★★

Em um dia de calor intenso, dois colegas estão a brincar com a água da mangueira. Um deles quer saber até que altura o jato de água alcança, a partir da saída de água, quando a mangueira está posicionada totalmente na direção vertical. O outro colega propõe então o seguinte experimento: eles posicionarem a saída de água da mangueira na direção horizontal, a 1 m de altura em relação ao chão, e então medirem a distância horizontal entre a mangueira e o local onde a água atinge o chão. A medida dessa distância foi de 3 m, e a partir disso eles calcularam o alcance vertical do jato de água. Considere a aceleração da gravidade de 10 m.s^{-2}.

Prof. Luiz Fonseca - @Polpo21

O resultado que eles obtiveram foi de

a) 1,50 m
b) 2,25 m
c) 4,00 m
d) 4,50 m
e) 5,00 m

GABARITO EM VÍDEO (CLIQUE)

Resolução **Resposta: B**

No lançamento horizontal, o tempo de queda de 1 m satisfaz $1 = gt^2/2$, logo $t^2 = 0{,}2$. Como o alcance é 3 m, $v^2 = 3^2/t^2 = 45$ m^2/s^2. Apontando a mangueira para cima com essa mesma velocidade, $h_{\max} = v^2/(2g) = 45/20 = 2{,}25$ m.

Resolução complementar.

Item 037

2023 | F1-006

Regular; fonte: referência 1, página 8.

6. ENEM 2023 ★

Uma concessionária é responsável por um trecho de 480 quilômetros de uma rodovia. Nesse trecho, foram construídas 10 praças de pedágio, onde funcionários recebem os pagamentos nas cabines de cobrança. Também existe o serviço automático, em que os veículos providos de um dispositivo passam por uma cancela, que se abre automaticamente, evitando filas e diminuindo o tempo de viagem. Segundo a concessionária, o tempo médio para efetuar a passagem em uma cabine é de 3 minutos, e as velocidades máximas permitidas na rodovia são 100 km/h, para veículos leves, e 80 km/h, para veículos de grande porte.

Considere um carro e um caminhão viajando, ambos com velocidades constantes e iguais às máximas permitidas, e que somente o caminhão tenha o serviço automático de cobrança.

Comparado ao caminhão, quantos minutos a menos o carro leva para percorrer toda a rodovia?

a) 30
b) 42
c) 72
d) 288
e) 360

GABARITO EM VÍDEO (CLIQUE)

Resolução **Resposta: B**

O carro gasta $480/100 = 4{,}8$ h, ou 288 min, em movimento, mais $10 \cdot 3 = 30$ min nos pedágios: total de 318 min. O caminhão gasta $480/80 = 6$ h, ou 360 min, sem essa parada adicional. A diferença é $360 - 318 = 42$ min.

Resolução complementar.

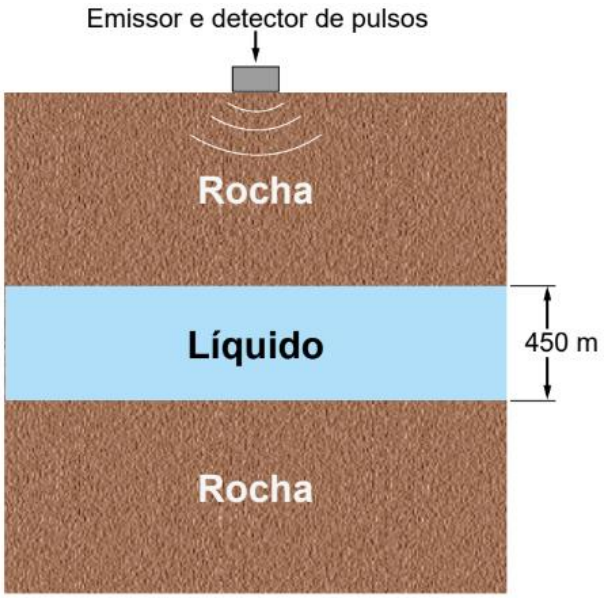
Item 038

2023 | F1-011

Regular; fonte: referência 1, página 11.

11. ENEM 2023 ★★

O petróleo é uma matéria-prima muito valiosa e métodos geofísicos são úteis na sua prospecção. É possível identificar a composição de materiais estratificados medindo-se a velocidade de propagação do som (onda mecânica) através deles. Considere que uma camada de 450 m de um líquido se encontra presa no subsolo entre duas camadas rochosas, conforme o esquema. Um pulso acústico (que gera uma vibração mecânica) é emitido a partir da superfície do solo, onde são posteriormente recebidas duas vibrações refletidas (ecos). A primeira corresponde à reflexão do pulso na interface superior do líquido com a camada rochosa. A segunda vibração deve-se à reflexão do pulso na interface inferior. O tempo entre a emissão do pulso e a chegada do primeiro eco é de 0,5 s. O segundo eco chega 1,1 s após a emissão do pulso.



A velocidade do som na camada líquida, em metro por segundo, é

a) 270
b) 540
c) 818
d) 1500
e) 1800

Prof Luiz Fonseca - @Polpoa1

GABARITO EM VÍDEO (CLIQUE)

Resolução **Resposta: D**

A diferença de tempo entre os ecos corresponde ao percurso adicional de ida e volta dentro do líquido: $2 \cdot 450 = 900$ m. O intervalo é $1{,}1 - 0{,}5 = 0{,}6$ s. Portanto, $v = 900/0{,}6 = 1500$ m/s.

Resolução complementar.

Item 039

2023 | F1-015

PPL; fonte: referência 1, página 14.

15. ENEM PPL 2023 ★★★

Duas pessoas saem de suas casas para se exercitarem numa pista retilínea cujo comprimento é D. Elas percorrem todo o percurso e, ao final dele, retornam ao ponto de partida pelo mesmo caminho. A primeira delas caminha com velocidade de módulo v, e a segunda corre com uma velocidade de módulo 2v. As duas partem do mesmo ponto, no mesmo instante.

A distância percorrida pela segunda pessoa até o ponto em que as duas se encontram pela primeira vez é

a) $2D/3$
b) $5D/4$
c) $4D/3$
d) $5D/3$
e) $7D/4$

GABARITO EM VÍDEO (CLIQUE)

Resolução **Resposta: C**

Depois que o corredor retorna da extremidade, sua posição é $2D - 2vt$, enquanto a do caminhante é vt. Igualando, $3vt = 2D$, logo $t = 2D/(3v)$. A distância total percorrida pelo corredor até o encontro é $2vt = 4D/3$.

Resolução complementar.

Item 040

2023 | F1-026

Regular; fonte: referência 1, página 21.

26. ENEM 2023 ★

Um professor lança uma esfera verticalmente para cima, a qual retorna, depois de alguns segundos, ao ponto de lançamento. Em seguida, lista em um quadro todas as possibilidades para as grandezas cinemáticas.

Grandeza cinemática	Módulo	Sentido
Velocidade	$v \neq 0$	Para cima
		Para baixo
	$v = 0$	Indefinido*
Aceleração	$a \neq 0$	Para cima
		Para baixo
	$a = 0$	Indefinido*

*Grandezas com módulo nulo não têm sentido definido.

Ele solicita aos alunos que analisem as grandezas cinemáticas no instante em que a esfera atinge a altura máxima, escolhendo uma combinação para os módulos e sentidos da velocidade e da aceleração.

A escolha que corresponde à combinação correta é

a) v = 0 e a ≠ 0 para cima.
b) v ≠ 0 para cima e a = 0.
c) v = 0 e a ≠ 0 para baixo.
d) v ≠ 0 para cima e a ≠ 0 para cima.
e) v ≠ 0 para baixo e a ≠ 0 para baixo.

GABARITO EM VÍDEO (CLIQUE)

Resolução **Resposta: C**

No ponto mais alto de um lançamento vertical, a velocidade é momentaneamente nula, mas a força peso continua atuando. A aceleração permanece igual a g, vertical e para baixo. Velocidade nula em um instante não implica aceleração nula.

Resolução complementar.

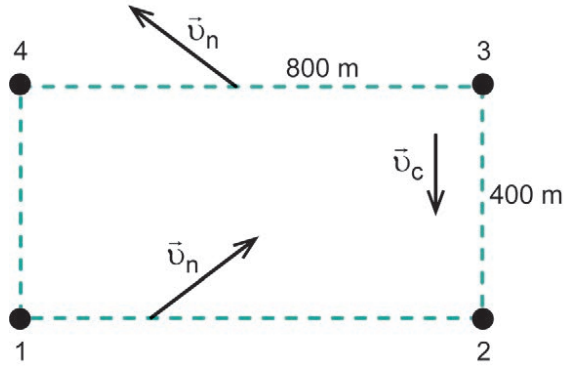
Item 041

2024 | O2024-119

Regular; fonte: INEP, caderno azul, página 10; questão original 119.

QUESTÃO 119

Para os circuitos de maratonas aquáticas realizadas em mares calmos e próximos à praia, é montado um sistema de boias que determinam o trajeto a ser seguido pelos nadadores. Uma das dificuldades desse tipo de circuito é compensar os efeitos da corrente marinha. O diagrama contém o circuito em que deve ser realizada uma volta no sentido anti-horário. As quatro boias estão numeradas de 1 a 4. Existe uma corrente marinha de velocidade $\vec{v}_c$, cujo módulo é 30 metros por minuto, paralela à praia em toda a área do circuito. Nas arestas mais longas, o nadador precisará nadar na direção apontada pelos vetores $\vec{v}_n$ dos pontos 1 até 2 e de 3 até 4. Considere que a velocidade do nadador é de 50 metros por minuto, em relação à água, durante todo o circuito.



Nessa situação, em quantos minutos o nadador completará a prova?

A) 42
B) 65
C) 72
D) 105
E) 120

Resolução **Resposta: B**

Nos dois lados de 800 m, a componente contra a corrente deve ser $30\,\text{m/min}$. A componente útil transversal é $\sqrt{50^2 - 30^2} = 40\,\text{m/min}$; cada trecho leva 20 min. Nos lados de 400 m, as velocidades efetivas são $50 - 30 = 20$ e $50 + 30 = 80\,\text{m/min}$, levando 20 e 5 min. Total: $20 + 20 + 20 + 5 = 65$ min.

Resolução complementar.

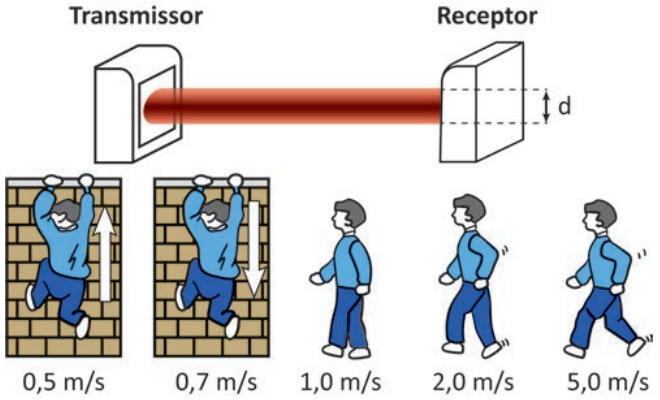
Item 042

2025 | O2025-120

Regular; fonte: INEP, caderno azul, página 10; questão original 120.

QUESTÃO 120

A figura ilustra as informações contidas no manual de um sistema de alarme que utiliza transmissores e receptores de radiação eletromagnética para a detecção de movimento. O receptor é regulado pelo tempo de resposta, que corresponde ao intervalo de tempo necessário para o corpo do invasor atravessar completamente o feixe, de diâmetro d = 15 cm. Considere que a menor porção do corpo de um invasor é a sua posição de perfil, cuja espessura típica é 20 cm. São indicados cinco possíveis movimentos de um invasor e suas velocidades típicas, que devem ser observadas para a escolha do tempo de resposta.



Manual de referência e instalação: sensor de barreira ativo. Disponível em: cs.ind.br. Acesso em: 2 dez. 2021 (adaptado).

Nesse sistema, o menor tempo de resposta, em milissegundo, que garante a detecção de um possível invasor é mais próximo de

A) 30 ms.
B) 70 ms.
C) 300 ms.
D) 400 ms.
E) 700 ms.

Resolução **Resposta: B**

O tempo mais curto de interrupção corresponde ao movimento mais rápido, de $5\,\mathrm{m/s}$. Para atravessar completamente o feixe, a borda dianteira percorre a espessura do corpo mais o diâmetro do feixe: $L = 0,20 + 0,15 = 0,35\,\mathrm{m}$. Logo, $\Delta t = L/v = 0,35/5 = 0,070\,\mathrm{s} = 70\,\mathrm{ms}$. O ajuste deve detectar uma interrupção dessa duração ou menor.

Resolução complementar.

Item 043

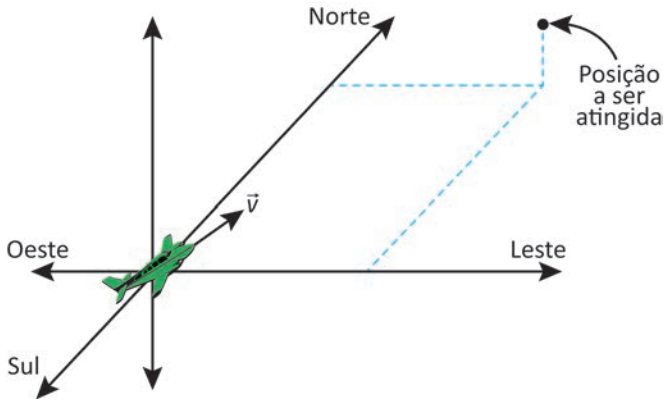
2025 | O2025-126

Regular; fonte: INEP, caderno azul, página 11; questão original 126.

QUESTÃO 126

Segundo o princípio da independência dos movimentos, de Galileu, sempre que a velocidade resultante de um corpo puder ser decomposta em duas ou mais componentes perpendiculares entre si, cada um desses movimentos poderá ser analisado separadamente como se os outros não existissem. Esse princípio é muito útil para a simplificação de alguns problemas reais, em três dimensões.

Considere um avião que, ao decolar, é instruído pela torre a atingir, em 6 minutos, uma posição de 20 km a Leste, 20 km a Norte e 1 km de altitude em relação ao ponto de decolagem, conforme a figura (fora de escala). No entanto, no instante da decolagem, começa a soprar um vento cujo vetor velocidade tem componentes 30 km/h para Leste, 20 km/h para Sul e 1 km/h de cima para baixo.



Durante a ação do vento, a velocidade $\vec{v}$ que o piloto deve estabelecer em relação ao ar para que o avião chegue à posição esperada no tempo indicado tem as componentes

A) 230 km/h para Leste, 180 km/h para Sul e 9 km/h para baixo.
B) 230 km/h para Leste, 180 km/h para Norte e 9 km/h para cima.
C) 200 km/h para Oeste, 200 km/h para Norte e 10 km/h para cima.
D) 170 km/h para Leste, 220 km/h para Norte e 11 km/h para cima.
E) 170 km/h para Leste, 180 km/h para Norte e 11 km/h para cima.

Resolução **Resposta: D**

Seis minutos são $0,1\,\text{h}$. A velocidade em relação ao solo precisa ter componentes $(200, 200, 10)\,\text{km/h}$ nas direções Leste, Norte e cima. Como $\vec{v}_{\text{solo}} = \vec{v}_{\text{ar}} + \vec{v}_{\text{vento}}$ e o vento tem componentes $(30, -20, -1)$, resulta $\vec{v}_{\text{ar}} = (170, 220, 11)\,\text{km/h}$. A alternativa é D.

Resolução complementar.

Dinâmica e leis de Newton

Tema 03 | 25 itens com resoluções.

Item 001

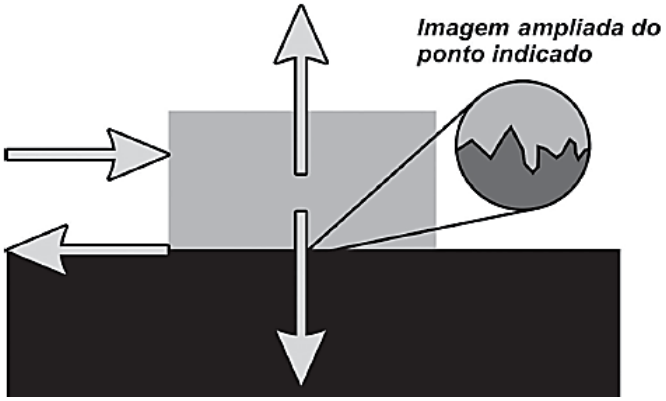
2011 | F3-096

PPL; fonte: referência 3, página 36.

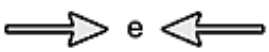
Questão 96 (2011.2)

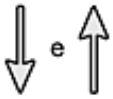
A força de atrito é uma força que depende do contato entre corpos. Pode ser definida como uma força de oposição à tendência de deslocamento dos corpos e é gerada devido a irregularidades entre duas superfícies em contato.

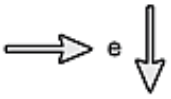
Na figura, as setas representam forças que atuam no corpo e o ponto ampliado representa as irregularidades que existem entre as duas superfícies.

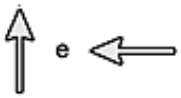


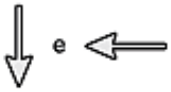
Na figura, os vetores que representam as forças que provocam o deslocamento e o atrito são, respectivamente:

A)  e

B) 

C) 

D) 

E) 

Resolução **Resposta: A**

A força aplicada horizontalmente para a direita tende a deslocar o bloco nesse sentido. O atrito exercido pela superfície se opõe ao deslizamento e aponta para a esquerda. As forças verticais são o peso e a normal; elas não são o par pedido.

Resolução complementar.

Item 002

2011 | F3-098

PPL; fonte: referência 3, página 37.

Questão 98 (2011.2)

Segundo Aristóteles, uma vez deslocados de seu local natural, os elementos tendem espontaneamente a retornar a ele, realizando movimentos chamados de naturais.

Já em um movimento denominado forçado, um corpo só permaneceria em movimento enquanto houvesse uma causa para que ele ocorresse. Cessada essa causa, o referido elemento entraria em repouso ou adquiriria um movimento natural.

(PORTO, C. M. A física de Aristóteles: uma construção ingênua? Revista Brasileira de Ensino de Física)

Posteriormente, Newton confrontou a ideia de Aristóteles sobre o movimento forçado através da lei da:

A) ação e reação.
B) conservação da massa.
C) gravitação universal.
D) conservação da energia.
E) inércia.

Resolução **Resposta: E**

Pela primeira lei de Newton, na ausência de força resultante um corpo mantém seu estado de repouso ou de movimento retilíneo uniforme. Não é necessária uma força contínua para sustentar uma velocidade constante. Essa lei da inércia contraria a explicação aristotélica apresentada.

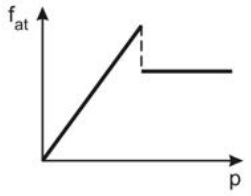
Resolução complementar.

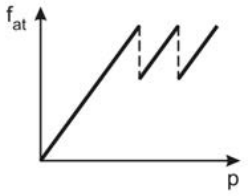
Item 003

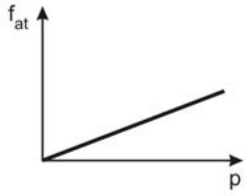
2012 | F5-018

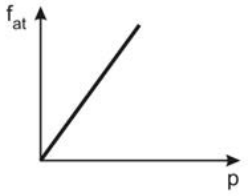
Regular; fonte: referência 5, página 11.

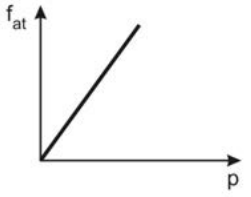
18. (Enem 2012) Os freios ABS são uma importante medida de segurança no trânsito, os quais funcionam para impedir o travamento das rodas do carro quando o sistema de freios é acionado, liberando as rodas quando estão no limiar do deslizamento. Quando as rodas travam, a força de frenagem é governada pelo atrito cinético.
As representações esquemáticas da força de atrito f_{at} entre os pneus e a pista, em função da pressão *p* aplicada no pedal de freio, para carros sem ABS e com ABS, respectivamente, são:

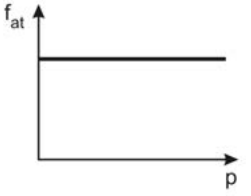
a)


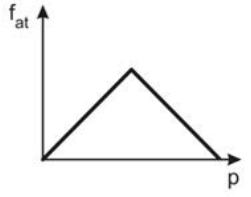


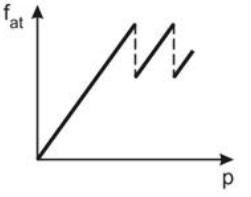
b)


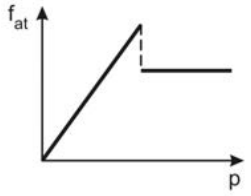


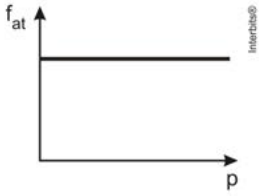
c)




d)




e)




Item 003 – resolução 2012 / F5-018

Resolução **Resposta: A**

Resposta da questão 18:
[A]

Quando o carro não é provido de freios ABS, até um determinado valor de pressão no pedal, a força de atrito é crescente, até atingir o valor máximo ($f_{atmáx}$); a partir desse valor de pressão, as rodas travam, e a força de atrito passa a ser cinética (f_{atcin}), constante. Como o coeficiente de atrito cinético é menor que o estático, a força de atrito cinética é menor que a força de atrito estático máxima.
Para o carro com freios ABS, no limite de travar, quando a força de atrito atinge o valor máximo ($f_{atmáx}$), as rodas são liberadas, diminuindo ligeiramente o valor da força de atrito, que novamente aumenta até o limite de travar e, assim, sucessivamente, mesmo que aumente a pressão nos pedais.

Resolução reproduzida da referência 5.

Item 004

2012 | F5-022

PPL; fonte: referência 5, página 13.

22. (Enem PPL 2012) Em 1543, Nicolau Copérnico publicou um livro revolucionário em que propunha a Terra girando em torno do seu próprio eixo e rodando em torno do Sol. Isso contraria a concepção aristotélica, que acredita que a Terra é o centro do universo. Para os aristotélicos, se a Terra gira do oeste para o leste, coisas como nuvens e pássaros, que não estão presas à Terra, pareceriam estar sempre se movendo do leste para o oeste, justamente como o Sol. Mas foi Galileu Galilei que, em 1632, baseando-se em experiências, rebateu a crítica aristotélica, confirmando assim o sistema de Copérnico. Seu argumento, adaptado para a nossa época, é se uma pessoa, dentro de um vagão de trem em repouso, solta uma bola, ela cai junto a seus pés. Mas se o vagão estiver se movendo com velocidade constante, a bola também cai junto a seus pés. Isto porque a bola, enquanto cai, continua a compartilhar do movimento do vagão.

O princípio físico usado por Galileu para rebater o argumento aristotélico foi
a) a lei da inércia.
b) ação e reação.
c) a segunda lei de Newton.
d) a conservação da energia.
e) o princípio da equivalência.

Resolução **Resposta: A**

Resposta da questão 22:
[A]

A lei de inércia afirma que um corpo tende sempre a manter seu estado de movimento ou de repouso. Manterá se a resultante das forças sobre ele for nula. No caso da bola solta dentro do vagão, a resultante das forças horizontais é nula, então, por inércia, ela mantém a componente horizontal de sua velocidade, caindo junto aos pés da pessoa.

Resolução reproduzida da referência 5.

Item 005

2012 | F5-023

PPL; fonte: referência 5, página 14.

23. (Enem PPL 2012) Durante uma faxina, a mãe pediu que o filho a ajudasse, deslocando um móvel para mudá-lo de lugar. Para escapar da tarefa, o filho disse ter aprendido na escola que não poderia puxar o móvel, pois a Terceira Lei de Newton define que se puxar o móvel, o móvel o puxará igualmente de volta, e assim não conseguirá exercer uma força que possa colocá-lo em movimento.

Qual argumento a mãe utilizará para apontar o erro de interpretação do garoto?
a) A força de ação é aquela exercida pelo garoto.
b) A força resultante sobre o móvel é sempre nula.
c) As forças que o chão exerce sobre o garoto se anulam.
d) A força de ação é um pouco maior que a força de reação.
e) O par de forças de ação e reação não atua em um mesmo corpo.

Resolução **Resposta: E**

Resposta da questão 23:
[E]

Ação e reação são forças de mesma intensidade, mesma direção e sentidos opostos, porém, não se equilibram, pois não atuam no mesmo corpo.

Resolução reproduzida da referência 5.

Item 006

2012 | F5-024

PPL; fonte: referência 5, página 14.

24. (Enem PPL 2012) O freio ABS é um sistema que evita que as rodas de um automóvel sejam bloqueadas durante uma frenagem forte e entrem em derrapagem. Testes demonstram que, a partir de uma dada velocidade, a distância de frenagem será menor se for evitado o bloqueio das rodas.
O ganho na eficiência da frenagem na ausência de bloqueio das rodas resulta do fato de

a) o coeficiente de atrito estático tornar-se igual ao dinâmico momentos antes da derrapagem.
b) o coeficiente de atrito estático ser maior que o dinâmico, independentemente da superfície de contato entre os pneus e o pavimento.
c) o coeficiente de atrito estático ser menor que o dinâmico, independentemente da superfície de contato entre os pneus e o pavimento.
d) a superfície de contato entre os pneus e o pavimento ser maior com as rodas desbloqueadas, independentemente do coeficiente de atrito.
e) a superfície de contato entre os pneus e o pavimento ser maior com as rodas desbloqueadas e o coeficiente de atrito estático ser maior que o dinâmico.

Energia

Resolução **Resposta: B**

Resposta da questão 24:
[B]

O freio ABS é mais eficiente, pois impede o travamento das rodas, fazendo a frenagem com força de atrito estática, que é maior que a dinâmica, pois o coeficiente de atrito estático e maior que o dinâmico.

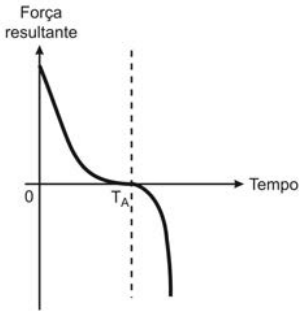
Resolução reproduzida da referência 5.

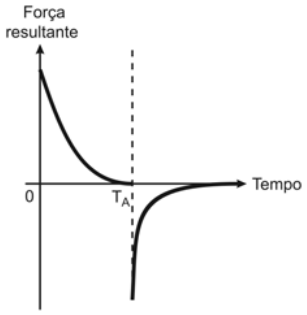
Item 007

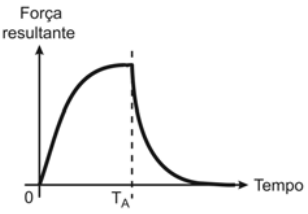
2013 | F5-016

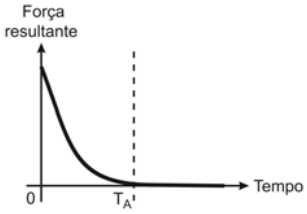
Regular; fonte: referência 5, página 9.

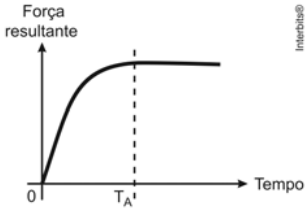
16. (Enem 2013) Em um dia sem vento, ao saltar de um avião, um paraquedista cai verticalmente até atingir a velocidade limite. No instante em que o paraquedas é aberto (instante TA), ocorre a diminuição de sua velocidade de queda. Algum tempo após a abertura do paraquedas, ele passa a ter velocidade de queda constante, que possibilita sua aterrissagem em segurança.
Que gráfico representa a força resultante sobre o paraquedista, durante o seu movimento de queda?

a)


b)


c)


d)


e)


Item 007 – resolução 2013 / F5-016

Resolução **Resposta: B**

Resposta da questão 16:
[B]

No início da queda, a única força atuante sobre o paraquedista (homem + paraquedas) é apenas o peso [para baixo (+)]. À medida que acelera, aumenta a força de resistência do ar,

até que a resultante se anula, quando é atingida a velocidade limite. No instante (T_A) em que o paraquedas é aberto, a força de resistência do ar aumenta abruptamente, ficando mais intensa que o peso, invertendo o sentido da resultante [para cima (-)]. O movimento passa a ser retardado até ser atingida a nova velocidade limite, quando a resultante volta a ser nula.

Resolução reproduzida da referência 5.

Item 008

2013 | F5-017

Regular; fonte: referência 5, página 10.

17. (Enem 2013) Uma pessoa necessita da força de atrito em seus pés para se deslocar sobre uma superfície. Logo, uma pessoa que sobe uma rampa em linha reta será auxiliada pela força de atrito exercida pelo chão em seus pés.
Em relação ao movimento dessa pessoa, quais são a direção e o sentido da força de atrito mencionada no texto?
a) Perpendicular ao plano e no mesmo sentido do movimento.
b) Paralelo ao plano e no sentido contrário ao movimento.
c) Paralelo ao plano e no mesmo sentido do movimento.
d) Horizontal e no mesmo sentido do movimento.
e) Vertical e sentido para cima.

Resolução **Resposta: C**

Resposta da questão 17:
[C]

Quando a pessoa anda, ela aplica no solo uma força de atrito horizontal para trás. Pelo Princípio da Ação-Reação, o solo aplica nos pés da pessoa uma reação, para frente (no sentido do movimento), paralela ao solo.

Resolução reproduzida da referência 5.

Item 009

2014 | F3-199

Segunda aplicação; fonte: referência 3, página 65.

Questão 199 (2014.3)

Uma criança esta em um carrossel em um parque de diversões. Este brinquedo descreve um movimento circular com intervalo de tempo regular.

A força resultante que atua sobre a criança:

A) é nula.
B) é obliqua à velocidade do carrossel.
C) paralela Á velocidade do carrossel.
D) está direcionada para fora do brinquedo.
E) está direcionada para o centro do brinquedo.

Resolução **Resposta: E**

Mesmo que o módulo da velocidade seja constante, sua direção muda no movimento circular. A aceleração é centrípeta, $a_c = v^2/R$, e a força resultante aponta para o centro da trajetória. Ela não é uma força para fora do carrossel.

Resolução complementar.

Item 010

2014 | F5-001

PPL; fonte: referência 5, página 2.

1. (Enem PPL 2014) Na Antiguidade, algumas pessoas acreditavam que, no lançamento obliquo de um objeto, a resultante das forças que atuavam sobre ele tinha o mesmo sentido da velocidade em todos os instantes do movimento. Isso não está de acordo com as interpretações científicas atualmente utilizadas para explicar esse fenômeno.

Desprezando a resistência do ar, qual é a direção e o sentido do vetor força resultante que atua sobre o objeto no ponto mais alto da trajetória?

a) Indefinido, pois ele é nulo, assim como a velocidade vertical nesse ponto.
b) Vertical para baixo, pois somente o peso está presente durante o movimento.
c) Horizontal no sentido do movimento, pois devido à inércia o objeto mantém seu movimento.
d) Inclinado na direção do lançamento, pois a força inicial que atua sobre o objeto é constante.
e) Inclinado para baixo e no sentido do movimento, pois aponta para o ponto onde o objeto cairá.

Resolução **Resposta: B**

Resposta da questão 1:
[B]

No ponto mais alto da trajetória, a força resultante sobre o objeto é seu próprio peso, de direção vertical e sentido para baixo.

Resolução reproduzida da referência 5.

Item 011

2015 | F3-226

PPL; fonte: referência 3, página 72.

Questão 226 (2015.2)

Num sistema de freio convencional, as rodas do carro travam e os pneus derrapam no solo, caso a força exercida sobre o pedal seja muito intensa. O sistema ABS evita o travamento das rodas, mantendo a força de atrito no seu valor estático máximo, sem derrapagem. O coeficiente de atrito estático da borracha em contato com o concreto vale μ_e =1,0 e o coeficiente de atrito cinético para o mesmo par de materiais é μ_c=0,75. Dois carros, com velocidades iniciais iguais a 108 km/h, iniciam a frenagem numa estrada perfeitamente horizontal de concreto no mesmo ponto. O carro 1 tem sistema ABS e utiliza a força de atrito estática máxima para a frenagem; já o carro 2 trava as rodas, de maneira que a força de atrito efetiva é a cinética. Considere g=10m/s².

As distâncias, medidas a partir do ponto em que iniciam a frenagem, que os carros 1 (d_1) e 2 (d_2) percorrem até parar são, respectivamente,

A) d_1 = 45m e d_2 = 60m.
B) d_1 = 60m e d_2 = 45m.
C) d_1 = 90m e d_2 = 120m.
D) d_1 = 5,8x10^{2}m e d_2 = 7,8x10^{2}m.
E) d_1 = 7,8x10^{2}m e d_2 = 5,8x10^{2}m.

Resolução **Resposta: A**

A velocidade inicial é 30 m/s. Na pista horizontal, a desaceleração máxima é $a = \mu g$. Assim, $d = v_0^2/(2\mu g)$. Com ABS, $d_1 = 900/20 = 45$ m; com rodas travadas, $d_2 = 900/15 = 60$ m. O maior coeficiente de atrito permite parar em distância menor.

Resolução complementar.

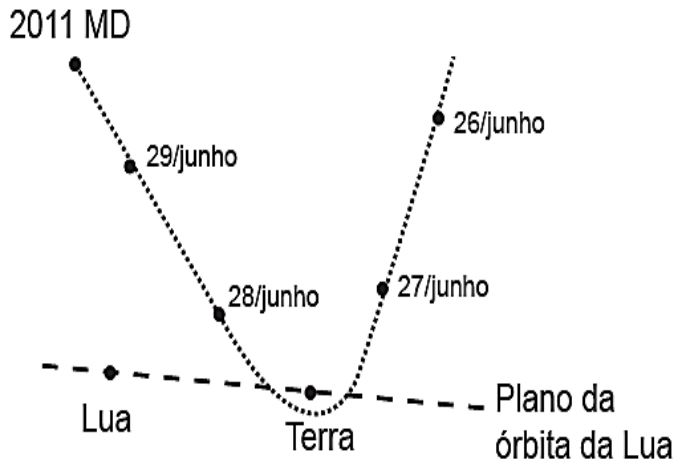
Item 012

2016 | F3-255

Segunda aplicação; fonte: referência 3, página 82.

Questão 255 (2016.2)

No dia 27 de junho de 2011, o asteroide 2011 MD, com cerca de 10 m de diâmetro, passou a 12 mil quilômetros do planeta Terra, uma distância menor do que a órbita de um satélite. A trajetória do asteroide é apresentada na figura.



A explicação física para a trajetória descrita é o fato de o asteroide:

A) deslocar-se em um local onde a resistência do ar é nula.
B) deslocar-se em um ambiente onde não há interação gravitacional.
C) sofrer a ação de uma força resultante no mesmo sentido de sua velocidade.
D) sofrer a ação de uma força gravitacional resultante no sentido contrário ao de sua velocidade.
E) estar sob a ação de uma força resultante cuja direção é diferente da direção de sua velocidade.

Resolução **Resposta: E**

Para curvar a trajetória, a aceleração precisa ter uma componente perpendicular à velocidade. A atração gravitacional terrestre fornece uma força cuja direção, em geral, difere da direção instantânea do movimento. Uma força exclusivamente paralela ou antiparalela alteraria apenas o módulo da velocidade naquele instante.

Resolução complementar.

Item 013

2017 | F1-055

Libras; fonte: referência 1, página 40.

55. ENEM LIBRAS 2017 ★

Em dias de chuva ocorrem muitos acidentes no trânsito, e uma das causas é a aquaplanagem, ou seja, a perda de contato do veículo com o solo pela existência de uma camada de água entre o pneu e o solo, deixando o veículo incontrolável.

Nesta situação, a perda do controle do carro está relacionada com redução de qual força?

a) Atrito.
b) Tração.
c) Normal.
d) Centrípeta.
e) Gravitacional.

GABARITO EM VÍDEO (CLIQUE)

Resolução **Resposta: A**

Na aquaplanagem, a camada de água reduz o contato efetivo entre borracha e pavimento, diminuindo a força de atrito disponível. É essa força que permite alterar a velocidade e a direção do carro. A redução do atrito explica a perda de controle descrita.

Resolução complementar.

Item 014

2017 | F3-285

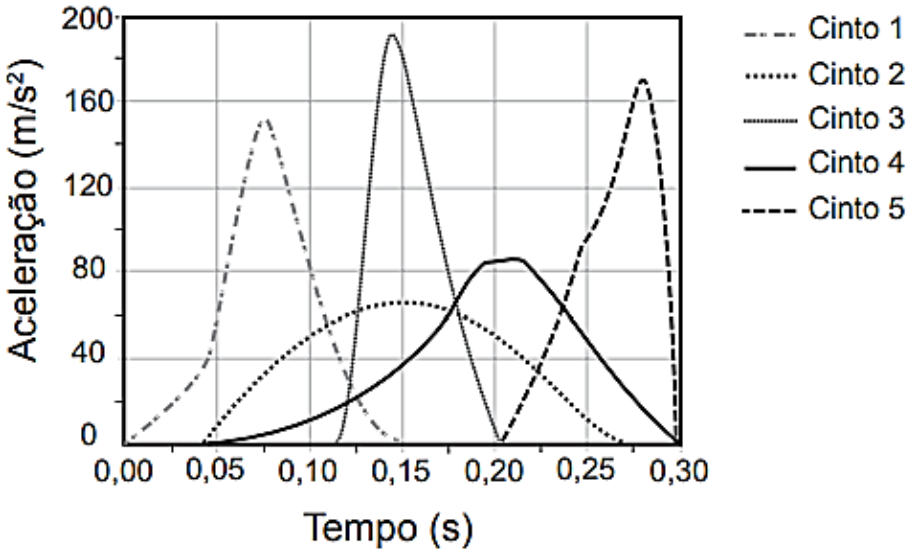
Regular; fonte: referência 3, página 91.

Questão 285 (2017.1)

Em uma colisão frontal entre dois automóveis, a força que o cinto de Segurança exerce sobre o tórax e abdômen do motorista pode causar lesões graves nos órgãos internos. Pensando na segurança do seu produto, um fabricante de automóveis realizou testes em cinco modelos diferentes de cinto.

Os testes simularam uma colisão de 0,30 segundo de duração, e os bonecos que representavam os ocupantes foram equipados com acelerômetros. Esse equipamento registra o módulo da desaceleração do boneco em função do tempo.

Os parâmetros como massa dos bonecos, dimensões dos cintos e velocidade imediatamente antes e após o impacto foram os mesmos para todos os testes. O resultado final obtido está no gráfico, a seguir, de aceleração por tempo.



Qual modelo de cinto oferece menor risco de lesão interna ao motorista?

A) 1
B) 2
C) 3
D) 4
E) 5

Resolução **Resposta: B**

Como a massa e a variação de velocidade são iguais em todos os testes, o impulso total é o mesmo. O risco de lesão é menor quando o pico de força, $F = ma$, é menor e a desaceleração se distribui por mais tempo. A curva do modelo 2 apresenta o menor pico de desaceleração.

Resolução complementar.

Item 015

2018 | F3-317

PPL; fonte: referência 3, página 103.

Questão 317 (2018.2)

Um carrinho de brinquedo funciona por fricção. A ser forçado a girar suas rodas para trás, contra uma superfície rugosa, uma mola acumula energia potencial elástica. Ao soltar o brinquedo, ele se movimenta sozinho para frente e sem deslizar.

Quando o carrinho se movimenta sozinho, sem deslizar, a energia potencial elástica é convertida em energia cinética pela ação da força de atrito:

A) dinâmico na roda, devido ao eixo.
B) estático na roda, devido à superfície rugosa.
C) estático na superfície rugosa, devido à roda.
D) dinâmico na superfície rugosa, devido à roda.
E) dinâmico na roda, devido à superfície rugosa.

Resolução **Resposta: B**

Sem deslizamento, o contato entre roda e chão envolve atrito estático. A mola aplica torque às rodas, e a superfície exerce sobre elas a força que permite acelerar o carrinho sem escorregar. A energia vem da mola; o atrito estático ideal fornece a interação de tração, sem a perda por deslizamento.

Resolução complementar.

Item 016

2018 | F3-325

PPL; fonte: referência 3, página 106.

Questão 325 (2018.2)

Com um dedo, um garoto pressiona contra a parede duas moedas, de R$ 0,10 e R$ 1,00, uma sobre a outra, mantendo-as paradas. Em contato com o dedo está a moeda de R$ 0,10 e contra a parede está a de R$ 1,00. O peso da moeda de R$ 0,10 é 0,05 N e o da de R$ 1,00 é 0,09N. A força de atrito exercida pela parede é suficiente para impedir que as moedas caiam.

Qual é a força de atrito entre a parede e a moeda de R$ 1,00?

A) 0,04 N
B) 0,05 N
C) 0,07 N
D) 0,09 N
E) 0,14 N

Resolução **Resposta: E**

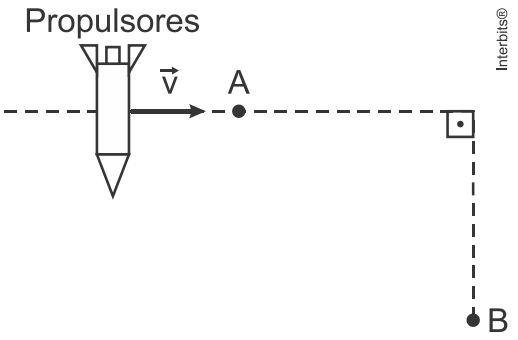
Considerando as duas moedas como um único sistema, as forças de atrito entre elas são internas e se cancelam. A força vertical externa da parede precisa equilibrar o peso total: $F_a = 0{,}05 + 0{,}09 = 0{,}14$ N, para cima.

Resolução complementar.

PPL; fonte: referência 1, página 32.

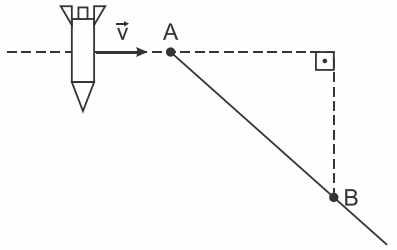
44. ENEM PPL 2019 ★★

Um foguete viaja pelo espaço sideral com os propulsores desligados. A velocidade inicial $\vec{v}$ tem módulo constante e direção perpendicular à ação dos propulsores, conforme indicado na figura. O piloto aciona os propulsores para alterar a direção do movimento quando o foguete passa pelo ponto A e os desliga quando o módulo de sua velocidade final é superior a $\sqrt{2}|\vec{v}|$, o que ocorre antes de passar pelo ponto B. Considere as interações desprezíveis.

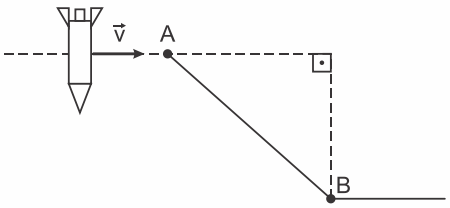


A representação gráfica da trajetória seguida pelo foguete, antes e depois de passar pelo ponto B, é:

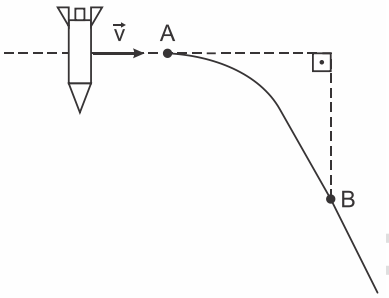
a)



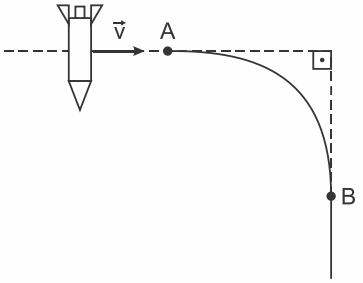
b)



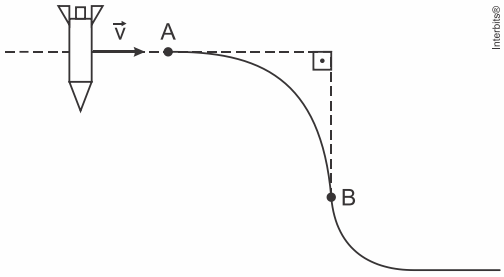
c)



d)



e)



GABARITO EM VÍDEO (CLIQUE)

Prof. Leil Fonseca @fisipod1

Princípio Fundamental da Dinâmica

Item 017 – resolução 2019 / F1-044

Resolução **Resposta: C**

Enquanto os propulsores atuam, a componente horizontal da velocidade permanece constante e surge uma componente vertical, curvando a trajetória. Quando eles são desligados, o foguete passa a seguir uma reta tangente à curva. Como a rapidez final supera $\sqrt{2}v$, a componente vertical supera a horizontal. O esquema C representa a curva seguida dessa reta inclinada.

Resolução complementar.

Item 018

2019 | F1-052

PPL; fonte: referência 1, página 38.

52. ENEM PPL 2019 ★

Prof Luiz Fonseca - @Pplpna1

O *curling* é um dos esportes de inverno mais antigos e tradicionais. No jogo, dois times com quatro pessoas têm de deslizar pedras de granito sobre uma área marcada de gelo e tentar colocá-las o mais próximo possível do centro. A pista de *curling* é feita para ser o mais nivelada possível, para não interferir no decorrer do jogo. Após o lançamento, membros da equipe varrem (com vassouras especiais) o gelo imediatamente à frente da pedra, porém sem tocá-la. Isso é fundamental para o decorrer da partida, pois influi diretamente na distância percorrida e na direção do movimento da pedra. Em um lançamento retilíneo, sem a interferência dos varredores, verifica-se que o módulo da desaceleração da pedra é superior se comparado à desaceleração da mesma pedra lançada com a ação dos varredores.



Foto: Arnd Wiegmann/Reuters

Disponível em: http://cbdg.org.br. Acesso em: 29 mar. 2016 (adaptado).

A menor desaceleração da pedra de granito ocorre porque a ação dos varredores diminui o módulo da

a) força motriz sobre a pedra.
b) força de atrito cinético sobre a pedra.
c) força peso paralela ao movimento da pedra.
d) força de arrasto do ar que atua sobre a pedra.
e) força de reação normal que a superfície exerce sobre a pedra.

GABARITO EM VÍDEO (CLIQUE)

Resolução **Resposta: B**

Para a mesma massa, a segunda lei de Newton dá $|a| = |F_{resultante}|/m$. Se a pedra sofre menor desaceleração, a força resistente ao seu deslizamento diminuiu. A varredura altera a superfície do gelo e reduz o atrito cinético, sem empurrar diretamente a pedra.

Resolução complementar.

Item 019

2021 | F1-049

Regular; fonte: referência 1, página 36.

49. ENEM 2021 ★

No seu estudo sobre a queda dos corpos, Aristóteles afirmava que se abandonarmos corpos leves e pesados de uma mesma altura, o mais pesado chegaria mais rápido ao solo. Essa ideia está apoiada em algo que é difícil de refutar, a observação direta da realidade baseada no senso comum.

Após uma aula de física, dois colegas estavam discutindo sobre a queda dos corpos, e um tentava convencer o outro de que tinha razão:

Colega A: "O corpo mais pesado cai mais rápido que um menos pesado, quando largado de uma mesma altura. Eu provo, largando uma pedra e uma rolha. A pedra chega antes. Pronto! Tá provado!".

Colega B: "Eu não acho! Peguei uma folha de papel esticado e deixei cair. Quando amassei, ela caiu mais rápido. Como isso é possível? Se era a mesma folha de papel, deveria cair do mesmo jeito. Tem que ter outra explicação!".

HÜLSENDEGER, M. Uma análise das concepções dos alunos sobre a queda dos corpos. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, n. 3, dez. 2004 (adaptado).

Prof Luiz Fonseca - @Polpoa1

O aspecto físico comum que explica a diferença de comportamento dos corpos em queda nessa discussão é o(a)

a) Peso dos corpos.
b) Resistência do ar.
c) Massa dos corpos.
d) Densidade dos corpos.
e) Aceleração da gravidade.

GABARITO EM VÍDEO (CLIQUE)

Resolução **Resposta: B**

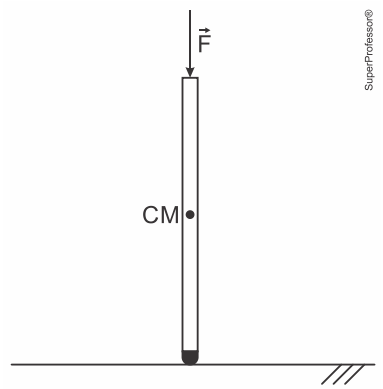
A resistência do ar depende da forma, da área exposta e da velocidade do corpo. Amassar a folha reduz muito essa influência, embora sua massa permaneça a mesma. Na ausência de resistência do ar, os corpos soltos da mesma altura e com a mesma velocidade inicial teriam a mesma aceleração gravitacional.

Resolução complementar.

Regular; fonte: referência 1, página 36.

50. ENEM 2022 ★

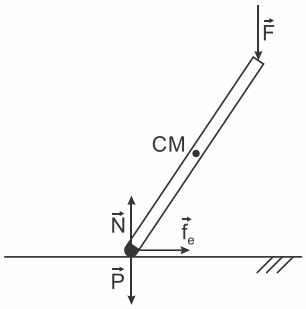
Tribologia é o estudo da interação entre duas superfícies em contato, como desgaste e atrito, sendo de extrema importância na avaliação de diferentes produtos de bens de consumo em geral. Para testar a conformidade de uma muleta, realiza-se um ensaio tribológico, pressionando-a verticalmente contra o piso com uma força $\vec{F}$, conforme ilustra a imagem, em que CM representa o centro de massa da muleta.



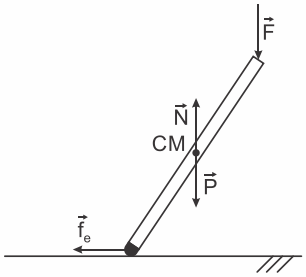
Mantendo-se a força $\vec{F}$ paralela à muleta, varia-se lentamente o ângulo entre a muleta e a vertical, até o máximo ângulo imediatamente anterior ao de escorregamento, denominado ângulo crítico. Esse ângulo também pode ser calculado a partir da identificação dos pontos de aplicação, da direção e do sentido das forças peso ($\vec{P}$), normal ($\vec{N}$) e de atrito estático ($\vec{f_e}$).

O esquema que representa corretamente todas as forças que atuam sobre a muleta quando ela atinge o ângulo crítico é:

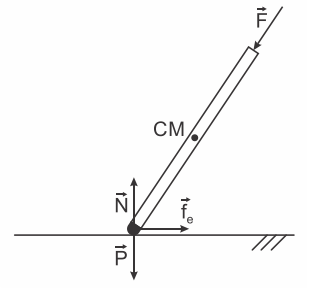
a)



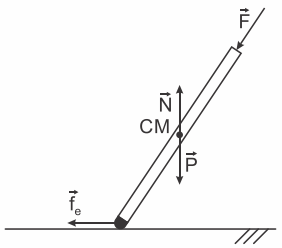
b)



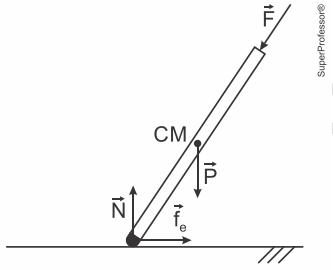
c)



d)



e)



GABARITO EM VÍDEO (CLIQUE)

Pr Fonseca oa1

Item 020 – resolução

2022 / F1-050

Resolução

Resposta: E

O peso atua no centro de massa, verticalmente para baixo. A normal e o atrito atuam no ponto de contato com o chão; a normal aponta para cima. A força aplicada tem componente horizontal para a esquerda, portanto o atrito estático aponta para a direita. A alternativa E localiza e orienta corretamente essas forças.

Resolução complementar.

PPL; fonte: referência 1, página 39.

54. ENEM PPL 2022 ★

Com o objetivo de revestir o piso de uma rampa de acesso para cadeiras de rodas, determina-se que, sob a aplicação de uma força motora de até 200 N, não ocorra deslizamento dos pneus em relação à superfície de contato. Considera-se que a força normal que atua sobre o conjunto cadeira e cadeirante é de 800 N.

O quadro a seguir indica alguns materiais, seus respectivos coeficientes de atrito estático com a borracha dos pneus e seus custos referentes ao metro quadrado instalado. Cada cifrão (\$) indica uma unidade monetária genérica.

Revestimento	Coeficiente de atrito	Custo do m² instalado
Cimento	0,20	\$
Mármore	0,30	\$\$\$\$
Madeira	0,35	\$\$
Carpete	0,45	\$\$\$
Lona	0,55	\$\$

Qual revestimento apresenta o menor custo, além de garantir que cadeiras de rodas passem pela rampa sem risco de escorregamento?

a) Cimento
b) Mármore
c) Madeira
d) Carpete
e) Lona

GABARITO EM VÍDEO (CLIQUE)

Resolução **Resposta: C**

Para evitar deslizamento, $F \leq \mu_e N$. Logo, o revestimento precisa de $\mu_e \geq 200/800 = 0{,}25$. O cimento não satisfaz essa condição. Entre os que satisfazem, a madeira tem o menor custo indicado, de duas unidades monetárias por metro quadrado.

Resolução complementar.

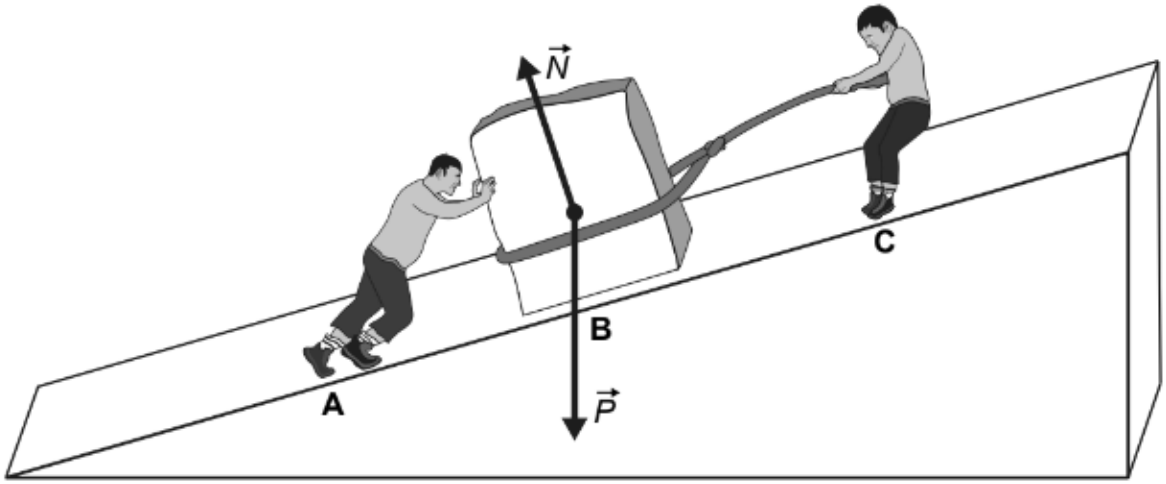
Item 022

2023 | F1-057

PPL; fonte: referência 1, página 40.

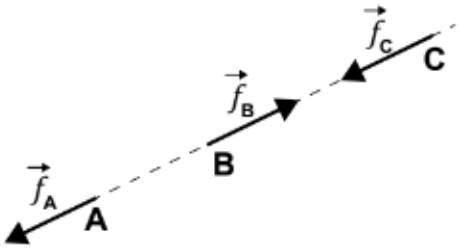
57. ENEM PPL 2023 ★

Dois operários deslizam uma pedra, para cima, sobre uma superfície inclinada com velocidade constante. Um deles puxa a pedra utilizando uma corda, enquanto o outro a empurra, conforme a figura. No instante em que a pedra desliza sobre a posição B, apesar da força de atrito $\vec{f}_B$ B exercida pela superfície, os pés dos operários não deslizam nas posições **A** e **C**, por causa, respectivamente, das forças de atrito $\vec{f}_A$ e $\vec{f}_C$, exercidas sobre esses pés.

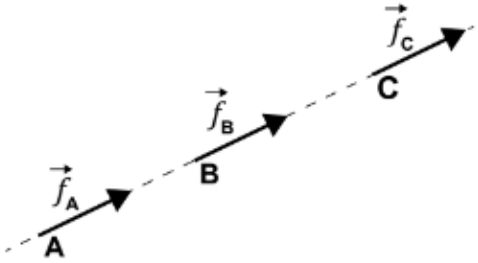


O diagrama que representa os sentidos das forças de atrito exercidas pela superfície da rampa nas posições **A**, **B** e **C** é:

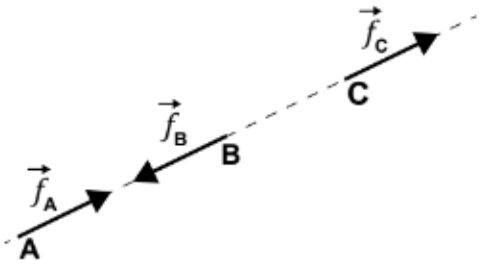
a)



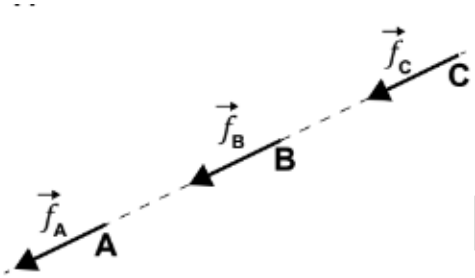
b)



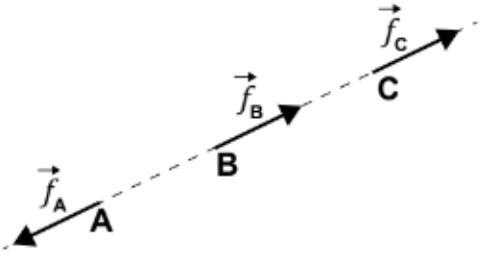
c)



d)



e)



GABARITO EM VÍDEO (CLIQUE)

Item 022 – resolução 2023 / F1-057

Resolução **Resposta: C**

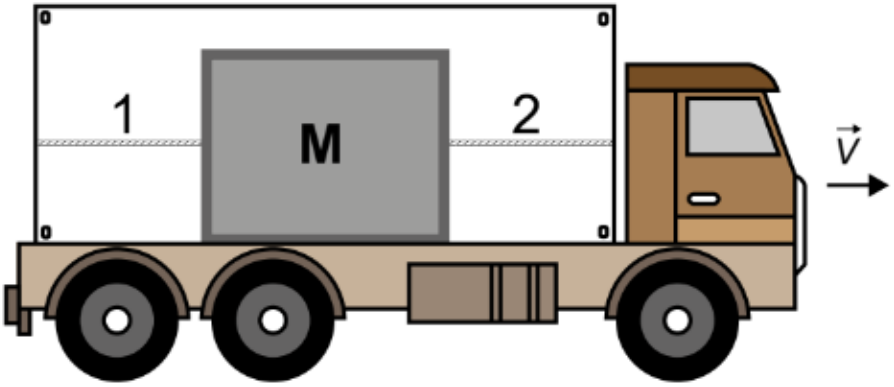
A pedra desliza para cima e recebe atrito cinético para baixo da rampa. Os operários exercem forças que tendem a fazê-los escorregar para baixo; o atrito estático sobre seus pés atua para cima, permitindo empurrar e puxar sem deslizar. Assim, A e C apontam para cima e B para baixo, como na alternativa C.

Resolução complementar.

Regular; fonte: referência 1, página 45.

63. ENEM 2023 ★★★

Uma equipe de segurança do transporte de uma empresa avalia o comportamento das tensões que aparecem em duas cordas, 1 e 2, usadas para prender uma carga de massa $M = 200\,kg$ na carroceria, conforme a ilustração. Quando o caminhão parte do repouso, sua aceleração é constante e igual a 3 m/s² e, quando ele é freado bruscamente, sua frenagem é constante e igual a 5 m/s². Em ambas as situações, a carga encontra-se na iminência de movimento, e o sentido do movimento do caminhão está indicado na figura. O coeficiente de atrito estático entre a caixa e o assoalho da carroceria é igual a 0,2. Considere a aceleração da gravidade igual a 10 m/s², as tensões iniciais nas cordas iguais a zero e as duas cordas ideais.



Prof Luiz Fonseca - @Poipoa1

Nas situações de aceleração e frenagem do caminhão, as tensões nas cordas 1 e 2, em newton, serão:

a) aceleração: $T_1 = 0\ e\ T_2 = 200$; frenagem: $T_1 = 600\ e\ T_2 = 0$.
b) aceleração: $T_1 = 0\ e\ T_2 = 200$; frenagem: $T_1 = 1400\ e\ T_2 = 0$.
c) aceleração: $T_1 = 0\ e\ T_2 = 600$; frenagem: $T_1 = 600\ e\ T_2 = 0$.
d) aceleração: $T_1 = 560\ e\ T_2 = 0$; frenagem: $T_1 = 0\ e\ T_2 = 960$.
e) aceleração: $T_1 = 6\,400\ e\ T_2 = 0$; frenagem: $T_1 = 0\ e\ T_2 = 1\,040$.

GABARITO EM VÍDEO (CLIQUE)

Estática

Estática do ponto material

Resolução **Resposta: A**

O atrito estático máximo é $f_{\max} = 0{,}2 \cdot 200 \cdot 10 = 400$ N. Na aceleração, a força necessária é $ma = 600$ N; a corda 2 fornece os 200 N restantes e a 1 fica frouxa. Na frenagem, são necessários 1000 N, dos quais a corda 1 fornece $1000 - 400 = 600$ N, com a 2 frouxa.

Resolução complementar.

Item 024

2024 | O2024-121

Regular; fonte: INEP, caderno azul, página 10; questão original 121.

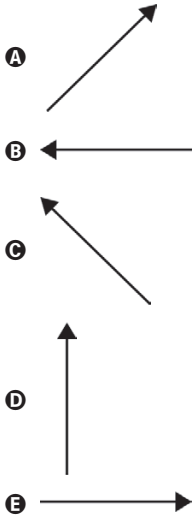
QUESTÃO 121

Na tirinha, Calvin se divertia em um balanço antes de soltar-se dele e cair ao chão. Em sua fala, ele demonstra ter imaginado que permaneceria em movimento circular. Porém, a força gravitacional, que permanece atuando no garoto, modifica a direção de sua velocidade, fazendo com que ele chegue ao chão da maneira ilustrada no último quadrinho.



WATTERSON, B. Disponível em: https://tiras-do-calvin.tumblr.com. Acesso em: 19 nov. 2021 (adaptado).

Qual vetor representa a força resultante exercida pelo chão sobre Calvin no exato momento em que ele toca o chão?



Resolução **Resposta: A**

A força do chão combina a normal, para cima, com o atrito, que se opõe ao deslizamento horizontal do garoto. Na situação desenhada, essa componente de atrito aponta para a direita. A soma é o vetor inclinado para cima e para a direita, alternativa A. A pergunta trata da força exercida pelo chão, sem incluir o peso nessa soma.

Resolução complementar.

Item 025

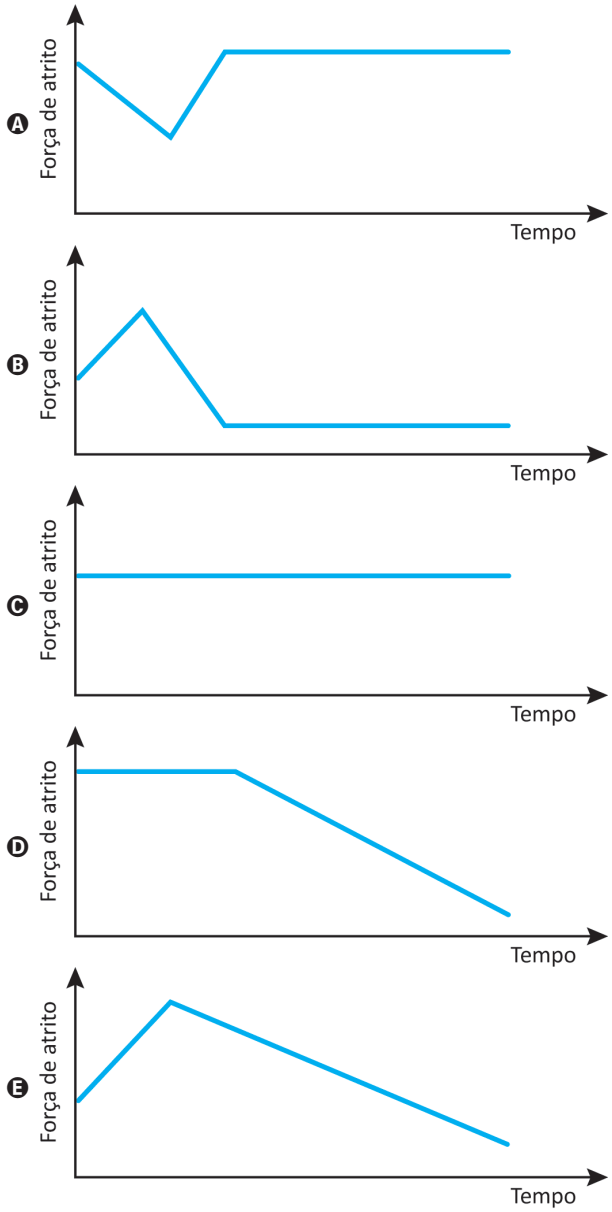
2025 | O2025-108

Regular; fonte: INEP, caderno azul, página 6; questão original 108.

QUESTÃO 108

Para transportar uma caixa do primeiro para o segundo piso de uma construção, um trabalhador precisará arrasta-lá sobre um plano inclinado. O trabalhador começa a arrastar a caixa no primeiro piso, exercendo sobre ela uma força de grande intensidade, paralela ao seu deslocamento. Na medida em que a caixa sobe o plano inclinado, ele decide reduzir a força sobre ela, arrastando-a lentamente até chegar ao segundo piso. Considere que a caixa permanece em movimento nos encontros dos pisos com o plano inclinado, e que a rugosidade entre as superfícies permanece a mesma durante todo o percurso.

O comportamento da força de atrito entre a caixa e o chão no plano inclinado é representado em:



Resolução **Resposta: C**

Durante o deslizamento, o atrito cinético vale $f = \mu N$. Como a força aplicada é paralela à superfície, no trecho inclinado $N = mg\cos\theta$, constante e menor que mg dos pisos horizontais. Assim, o atrito tem módulo constante e menor na rampa, independentemente da redução da força de tração. Isso corresponde ao gráfico C.

Resolução complementar.

Estática e equilíbrio

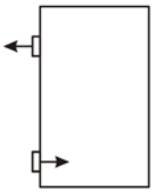
Tema 04 | 11 itens com resoluções.

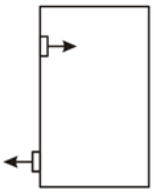
Item 001

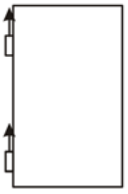
2012 | F5-044

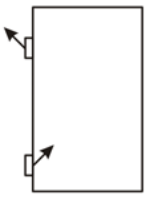
Regular; fonte: referência 5, página 27.

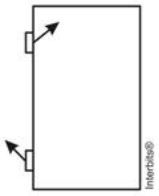
44. (Enem 2012) O mecanismo que permite articular uma porta (de um móvel ou de acesso) é a dobradiça. Normalmente, são necessárias duas ou mais dobradiças para que a porta seja fixada no móvel ou no portal, permanecendo em equilíbrio e podendo ser articulada com facilidade.
No plano, o diagrama vetorial das forças que as dobradiças exercem na porta está representado em

a)


b)


c)


d)


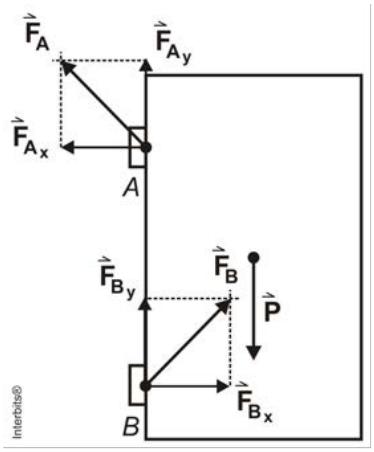
e)


Hidrostática

Resolução **Resposta: D**

Resposta da questão 44:
[D]

A figura mostra as componentes horizontal e vertical das forças exercidas por cada dobradiça, *A* e *B*, sobre a porta. As componentes verticais equilibram o peso, enquanto as componentes horizontais impedem o movimento de rotação no sentido horário, provocada também pela ação da força peso.



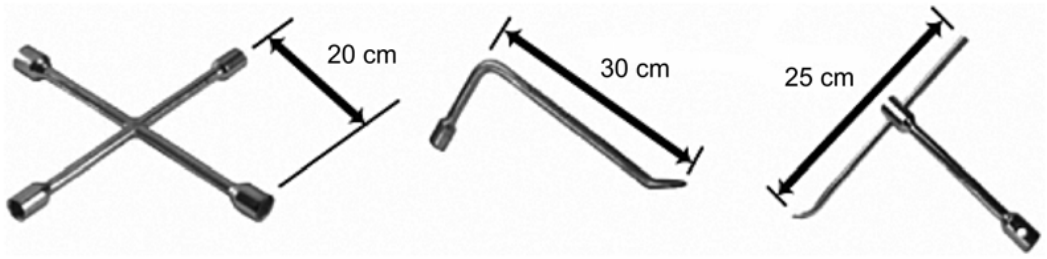
Resolução reproduzida da referência 5.

Item 002

2013 | F5-043

PPL; fonte: referência 5, página 26.

43. (Enem PPL 2013) Retirar a roda de um carro é uma tarefa facilitada por algumas características da ferramenta utilizada, habitualmente denominada chave de roda. As figuras representam alguns modelos de chaves de roda:



Modelo 1 Modelo 2 Modelo 3

Em condições usuais, qual desses modelos permite a retirada da roda com mais facilidade?
a) 1, em função de o momento da força ser menor.

b) 1, em função da ação de um binário de forças.
c) 2, em função de o braço da força aplicada ser maior.
d) 3, em função de o braço da força aplicada poder variar.
e) 3, em função de o momento da força produzida ser maior.

Resolução **Resposta: B**

Resposta da questão 43:
[B]

Para forças de mesma intensidade (F), aplicadas perpendicularmente nas extremidades das alavancas, para os três modelos, 1, 2 e 3, temos os respectivos momentos:

$$\left.\begin{array}{l} M_1 = F \cdot 40 \\ M_2 = F \cdot 30 \\ M_3 = F \cdot 25 \end{array}\right\} \Rightarrow M_1 > M_2 > M_3.$$

Resolução reproduzida da referência 5.

Item 003

2015 | F3-215

Regular; fonte: referência 3, página 69.

Questão 215 (2015.1)

Em um experimento, um professor levou para a sala de aula um saco de arroz, um pedaço de madeira triangular e uma barra de ferro cilíndrica e homogênea. Ele propôs que fizessem a medição da massa da barra marcações na barra, dividindo-a em oito partes iguais, e em seguida apoiaram-na sobre a base triangular, com o saco de arroz pendurado em uma de suas extremidades, até atingir a situação de equilíbrio.



Nessa situação, qual foi a massa da barra obtida pelos alunos?

A) 3,00 kg
B) 3,75 kg
C) 5,00 kg
D) 6,00 kg
E) 15,00 kg

Resolução **Resposta: E**

A barra homogênea tem seu centro de massa na quarta marca, enquanto o apoio está na terceira. O saco de arroz fica três intervalos à esquerda do apoio e o peso da barra atua um intervalo à direita. Igualando os torques: $5g \cdot 3d = Mg \cdot d$. Logo, $M = 15$ kg.

Resolução complementar.

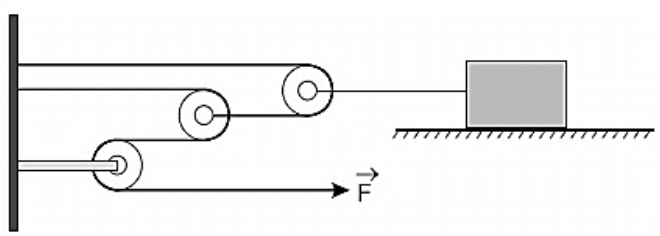
Item 004

2016 | F3-239

Regular; fonte: referência 3, página 77.

Questão 239 (2016.1)

Uma invenção que significou um grande avanço tecnológico na Antiguidade, a polia composta ou a associação de polias, é atribuída a Arquimedes (287 a.C. a 212 a.C.). O aparato consiste em associar uma série de polias móveis a uma polia fixa. A figura exemplifica um arranjo possível para esse aparato. É relatado que Arquimedes teria demonstrado para o rei Hierão um outro arranjo desse aparato, movendo sozinho, sobre a areia da praia, um navio repleto de passageiros e cargas, algo que seria impossível sem a participação de muitos homens. Suponha que a massa do navio era de 3000 kg, que o coeficiente de atrito estático entre o navio e a areia era de 0,8 e que Arquimedes tenha puxado o navio com uma força F, paralela à direção do movimento e de módulo igual a 400 N. Considere os fios e as polias ideais, a aceleração da gravidade igual a 10 m/s^2 e que a superfície da praia é perfeitamente horizontal.



O número mínimo de polias móveis usadas, nessa situação, por Arquimedes foi:

A) 3.
B) 6.
C) 7.
D) 8.
E) 10.

Resolução **Resposta: B**

A força necessária para vencer o atrito estático é $F_a = \mu mg = 0{,}8 \cdot 3000 \cdot 10 = 24000$ N. Cada polia móvel do arranjo ideal dobra a vantagem mecânica, exigindo $400 \cdot 2^n \geq 24000$. Como $2^5 = 32 < 60$ e $2^6 = 64 > 60$, são necessárias seis polias móveis.

Resolução complementar.

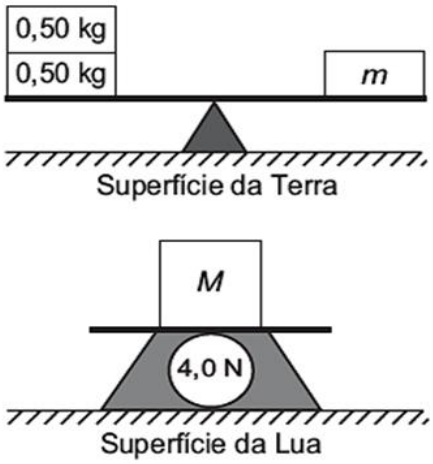
Item 005

2016 | F3-254

Segunda aplicação; fonte: referência 3, página 81.

Questão 254 (2016.2)

A figura mostra uma balança de braços iguais, em equilíbrio, na Terra, onde foi colocada uma massa **m**, e a indicação de uma balança de força na Lua, onde a aceleração da gravidade é igual a 1,6m/s^2, sobre a qual foi colocada uma massa **M**.



A razão das massas $\frac{\mathbf{M}}{\mathbf{m}}$ é:

A) 4,0.
B) 2,5.
C) 0,4.
D) 1,0.
E) 0,25.

Resolução **Resposta: B**

A balança de braços iguais compara massas: na Terra, $m = 0{,}50 + 0{,}50 = 1{,}00$ kg. Na Lua, a outra balança mede o peso, então $M = 4{,}0/1{,}6 = 2{,}5$ kg. Assim, $M/m = 2{,}5$. Não se deve tratar a indicação de 4 N como se fosse uma massa de 4 kg.

Resolução complementar.

Item 006

2018 | F3-303

Regular; fonte: referência 3, página 98.

Questão 303 (2018.1)

As pessoas que utilizam objetos cujo princípio de funcionamento é o mesmo do das alavancas aplicam uma força, chamada de força potente, em um dado ponto da barra, para superar ou equilibrar uma segunda força, chamada de resistente, em outro ponto da barra. Por causa das diferentes distâncias entre os pontos de aplicação das forças, potente e resistente, os seus efeitos também são diferentes. Afigura mostra alguns exemplos desses objetos.



Em qual dos objetos a força potente é maior que a força resistente?

A) Pinça.
B) Alicate.
C) Quebra-nozes.
D) Carrinho de mão.
E) Abridor de garrafa.

Resolução **Resposta: A**

Na pinça, a força potente é aplicada entre o apoio e a força resistente, formando uma alavanca interpotente. Como o braço da força potente é menor, o equilíbrio exige força potente maior que a resistente: $F_p b_p = F_r b_r$, com $b_p < b_r$.

Resolução complementar.

Item 007

2018 | F3-310

Regular; fonte: referência 3, página 101.

Questão 310 (2018.1)

Visando a melhoria estética de um veículo, o vendedor de uma loja sugere ao consumidor que ele troque as rodas de seu automóvel de aro 15 polegadas para aro 17 polegadas, o que corresponde a um diâmetro maior do conjunto roda e pneu.

Duas consequências provocadas por essa troca de aro são:

A) Elevar a posição do centro de massa do veículo tornando-o mais instável e aumentar a velocidade do automóvel em relação à indicada no velocímetro.
B) Abaixar a posição do centro de massa do veículo tornando-o mais instável e diminuir a velocidade do automóvel em relação à indicada no velocímetro.
C) Elevar a posição do centro de massa do veículo tornando-o mais estável e aumentar a velocidade do automóvel em relação à indicada no velocímetro.
D) Abaixar a posição do centro de massa do veículo tornando-o mais estável e diminuir a velocidade do automóvel em relação à indicada no velocímetro.
E) Elevar a posição do centro de massa do veículo tornando-o mais estável e diminuir a velocidade do automóvel em relação à indicada no velocímetro.

Resolução **Resposta: A**

No modelo do enunciado, o maior diâmetro externo eleva o veículo e seu centro de massa, reduzindo a estabilidade. Cada volta da roda também passa a corresponder a uma distância maior. Sem recalibrar o velocímetro, a velocidade real fica maior que a indicada.

Resolução complementar.

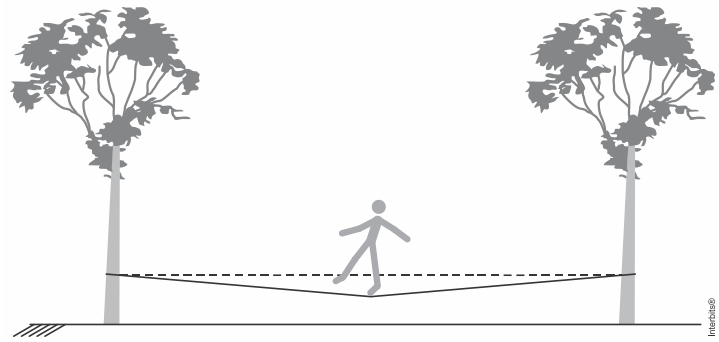
Item 008

2019 | F1-066

Regular; fonte: referência 1, página 47.

66. ENEM 2019 ★★

Slackline é um esporte no qual o atleta deve se equilibrar e executar manobras estando sobre uma fita esticada. Para a prática do esporte, as duas extremidades da fita são fixadas de forma que ela fique a alguns centímetros do solo. Quando uma atleta de massa igual a 80 kg está exata mente no meio da fita, essa se desloca verticalmente, formando um ângulo de 10° com a horizontal, como esquematizado na figura. Sabe-se que a aceleração da gravidade é igual a 10 $m.s^{-2}$, $cos\ (10°) = 0{,}98$ e $sen\ (10°) = 0{,}17$.



Qual é a força que a fita exerce em cada uma das árvores por causa da presença da atleta?

a) $4{,}0 \times 10^2\ N$
b) $4{,}1 \times 10^2\ N$
c) $8{,}0 \times 10^2\ N$
d) $2{,}4 \times 10^3\ N$
e) $4{,}7 \times 10^2\ N$

GABARITO EM VÍDEO (CLIQUE)

Estática do corpo extenso

Resolução **Resposta: D**

As componentes horizontais das duas tensões se cancelam. As verticais equilibram o peso da atleta: $2T \sin 10° = 80 \cdot 10$. Assim, $T = 800/(2 \cdot 0{,}17) \approx 2353$ N, aproximadamente $2{,}4 \cdot 10^3$ N em cada árvore.

Resolução complementar.

PPL; fonte: referência 1, página 50.

72. ENEM PPL 2022 ★★

A balança de braços iguais (balança A) faz a medição por meio da comparação com massas de referência colocadas em um dos pratos. A balança de plataforma (balança B) determina a massa indiretamente pela força de compressão aplicada pelo corpo sobre a plataforma.



Balança A



Balança B

As balanças A e B são usadas para determinar a massa de um mesmo corpo. O procedimento de medição de calibração foi conduzido em um local da superfície terrestre e forneceu o valor de 5,0 kg para ambas as balanças. O mesmo procedimento de medição é conduzido para esse corpo em duas situações.

Situação 1: superfície lunar, onde o módulo da aceleração da gravidade é 1,6 m/s^2. A balança A forneceu o valor m_1, e a balança B forneceu o valor m_2.
Situação 2: interior de um elevador subindo com aceleração constante de módulo 2 m/s^2, próximo à superfície da Terra. A balança A forneceu o valor m_3, e a balança B forneceu o valor m_4.

Disponível em: http://fisica.tubalivre.com. Acesso em: 23 nov. 2013 (adaptado).

Em relação ao resultado do procedimento de calibração, os resultados esperados para a situação 1 e 2 são, respectivamente,

Prof Luiz Fonseca - @Polpoa1

a) $m_1 = 5{,}0$ kg e $m_2 < 5{,}0$ kg; $m_3 = 5{,}0$ kg e $m_4 > 5{,}0$ kg.
b) $m_1 = 5{,}0$ kg e $m_2 = 5{,}0$ kg; $m_3 = 5{,}0$ kg e $m_4 = 5{,}0$ kg.
c) $m_1 < 5{,}0$ kg e $m_2 < 5{,}0$ kg; $m_3 = 5{,}0$ kg e $m_4 = 5{,}0$ kg.
d) $m_1 = 5{,}0$ kg e $m_2 = 5{,}0$ kg; $m_3 < 5{,}0$ kg e $m_4 < 5{,}0$ kg.
e) $m_1 < 5{,}0$ kg e $m_2 = 5{,}0$ kg; $m_3 > 5{,}0$ kg e $m_4 = 5{,}0$ kg.

GABARITO EM VÍDEO (CLIQUE)

Resolução **Resposta: A**

A balança de braços iguais compara massas, mantendo a indicação de 5 kg nas duas situações. A plataforma mede a força normal e a interpreta com a calibração terrestre. Na Lua, a normal é menor e a indicação fica abaixo de 5 kg; no elevador acelerado para cima, $N = m(g + a)$ é maior e a indicação supera 5 kg.

Resolução complementar.

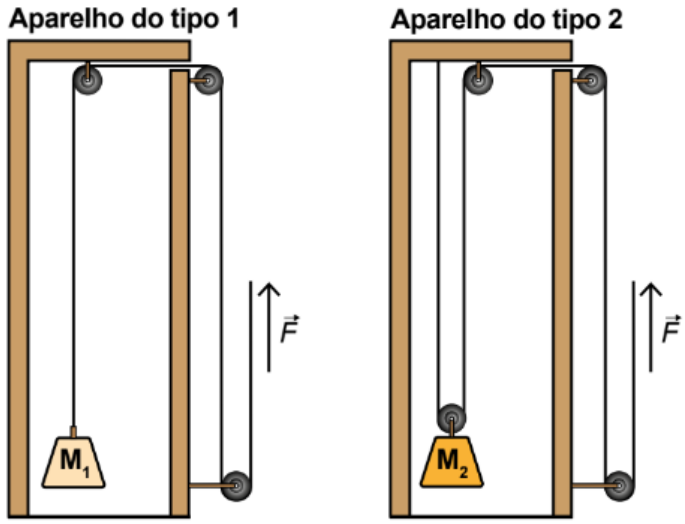
Item 010

2023 | F1-064

Regular; fonte: referência 1, página 46.

64. ENEM 2023 ★

Uma academia decide trocar gradualmente seus aparelhos de musculação. Agora, os frequentadores que utilizam os aparelhos do tipo 1 podem também utilizar os aparelhos do tipo 2, representados na figura, para elevar cargas correspondentes às massas M_1 e M_2, com velocidade constante. A fim de que o exercício seja realizado com a mesma força F, os usuários devem ser orientados a respeito da relação entre as cargas nos dois tipos de aparelhos, já que as polias fixas apenas mudam a direção das forças, enquanto a polia móvel divide as forças.



Em ambos os aparelhos, considere as cordas inextensíveis, as massas das polias e das cordas desprezíveis e que não há dissipação de energia.

Para essa academia, qual deve ser a razão M_2/M_1 informada aos usuários?

a) 1/4
b) 1/2
c) 1
d) 2
e) 4

ca - @Polpoa1

GABARITO EM VÍDEO (CLIQUE)

Resolução **Resposta: D**

No aparelho 1, as polias são fixas e a carga é sustentada por uma tensão: $F = M_1 g$. No aparelho 2, a polia móvel ligada à carga é sustentada por dois trechos de corda: $2F = M_2 g$. Dividindo, $M_2/M_1 = 2$ para a mesma força aplicada.

Resolução complementar.

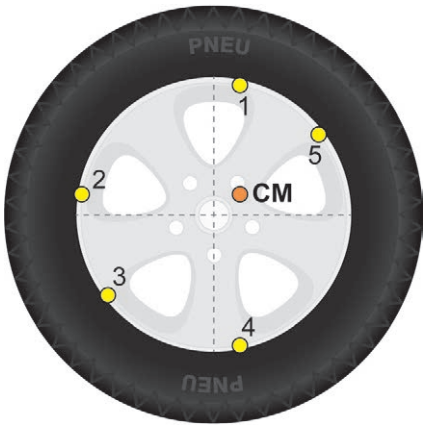
Item 011

2024 | O2024-96

Regular; fonte: INEP, caderno azul, página 3; questão original 96.

QUESTÃO 96

Nos automóveis, é importante garantir que o centro de massa (**CM**) de cada conjunto roda/pneu coincida com o seu centro geométrico. Esse processo é realizado em uma máquina de balanceamento, na qual o conjunto roda e pneu é colocado para girar a uma velocidade de valor constante. Com base nas oscilações medidas, a máquina indica a posição do centro de massa do conjunto, e pequenas peças de chumbo são fixadas em lugares específicos da roda até que as vibrações diminuam. Durante o treinamento de sua equipe, a fim de corrigir a posição do centro de massa indicada pela máquina, um mecânico apresenta o esquema a seguir, com cinco possíveis pontos da roda para posicionar uma peça de chumbo.



Em qual ponto deve ser fixada a peça de chumbo para corrigir a posição do centro de massa desse conjunto roda/pneu?

A 1
B 2
C 3
D 4
E 5

Resolução **Resposta: C**

Tomando o centro geométrico como origem, o centro de massa deve satisfazer $M\vec{r}_{CM}+m\vec{r}_{\text{chumbo}} = 0$. Assim, a peça precisa ser colocada do lado oposto ao desvio indicado, sobre a mesma linha. Na figura, esse local é o ponto 3.

Resolução complementar.

Trabalho, energia, potência e fontes de energia

Tema 05 | 55 itens com resoluções.

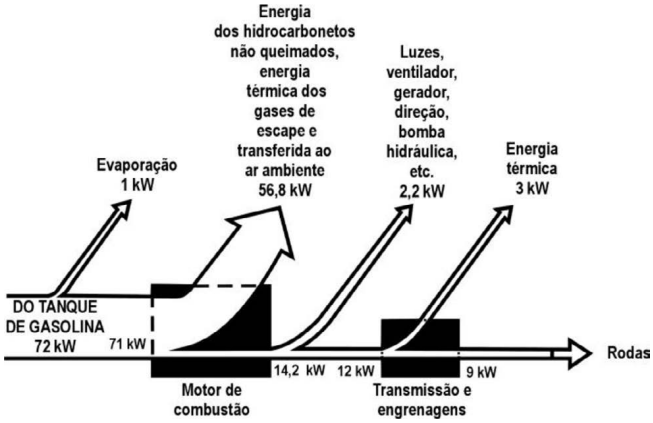
Item 001

2000 | F4-024

Regular; fonte: referência 4, página 104.

Enunciado e resolução reproduzidos da referência 4. Resposta: A.

31. **(ENEM 2000)** O esquema abaixo mostra, em termos de potência(energia/tempo), aproximadamente, o fluxo de energia, a partir de uma certa quantidade de combustível vinda do tanque de gasolina, em um carro viajando com velocidade constante.



O esquema mostra que, na queima da gasolina, no motor de combustão, uma parte considerável de sua energia é dissipada. Essa perda é da ordem de:

(A) 80%.
(B) 70%.
(C) 50%.
(D) 30%.
(E) 20%.

Analisando o esquema, quanto ao fluxo de energia, concluímos:
Potência da gasolina no tanque: 72 kW (100%).
Perda por evaporação: 1 kW (1,3%)
Perda no motor de combustão: 56,8 kW (79,0%)
Consumo na parte elétrica: 2,2 kW (3,0%)
Perda por energia térmica na transmissão: 3 kW (4,2%).
Energia efetivamente transmitida para as rodas: 9 kW (12,5%)
Ou seja, as perdas no motor de combustão são da ordem de 80%.
Gabarito "A"

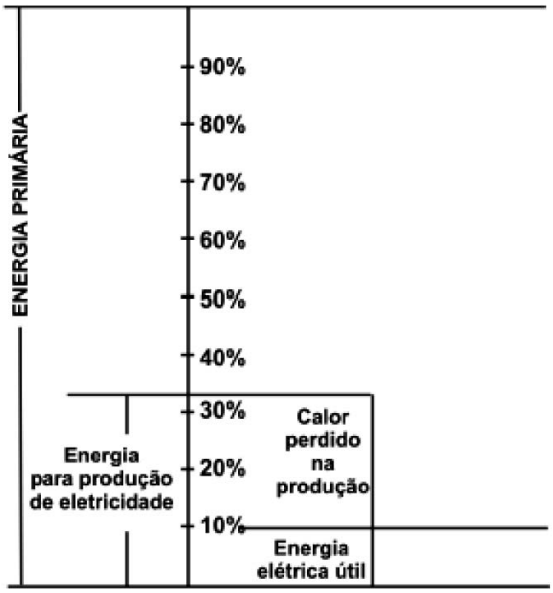
Item 002

2002 | F4-033

Regular; fonte: referência 4, página 107.

Enunciado e resolução reproduzidos da referência 4. Resposta: D.

42. **(ENEM 2002)** O diagrama mostra a utilização das diferentes fontes de energia no cenário mundial. Embora aproximadamente um terço de toda energia primária seja orientada à produção de eletricidade, apenas 10% do total são obtidos em forma de energia elétrica útil.



A pouca eficiência do processo de produção de eletricidade deve-se, sobretudo, ao fato de as usinas

(A) nucleares utilizarem processos de aquecimento, nos quais as temperaturas atingem milhões de graus Celsius, favorecendo perdas por fissão nuclear.

(B) termelétricas utilizarem processos de aquecimento a baixas temperaturas, apenas da ordem de centenas de graus Celsius, o que impede a queima total dos combustíveis fósseis.

(C) hidrelétricas terem o aproveitamento energético baixo, uma vez que parte da água em queda não atinge as pás das turbinas que acionam os geradores elétricos.

(D) nucleares e termelétricas utilizarem processos de transformação de calor em trabalho útil, no qual as perdas de calor são sempre bastante elevadas.

(E) termelétricas e hidrelétricas serem capazes de utilizar diretamente o calor obtido do combustível para aquecer a água, sem perda para o meio.

A: Incorreta, pois as grandes perdas nas usinas nucleares não ocorrem na fissão e sim na transformação de calor em energia cinética; **B:** Incorreta, pois nas termelétricas ocorre praticamente a queima total dos combustíveis fósseis; **C:** Incorreta, pois as usinas hidrelétricas têm um alto aproveitamento energético, sendo a eficiência energética destas usinas em torno de 95%; **D:** Correta, pois o baixo rendimento ocorre na transformação de calor em trabalho, sendo esta a causa principal para o baixo aproveitamento de energia nas usinas nucleares e termelétricas; **E:** Incorreta, pois hidrelétricas não utilizam combustíveis para aquecer a água.

Gabarito "D"

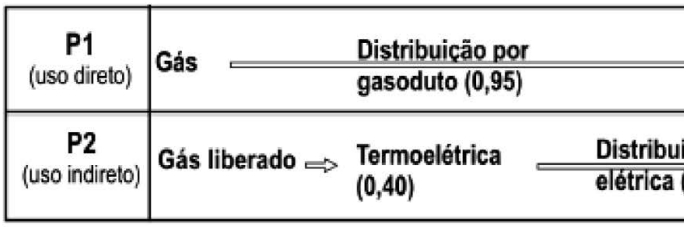
Item 003

2002 | F4-034

Regular; fonte: referência 4, página 108.

Enunciado e resolução reproduzidos da referência 4. Resposta: A.

43. **(ENEM 2002)** Na comparação entre diferentes processos de
cos, sociais e ambientais. Um fator economicamente relevar
a utilização do gás natural como fonte de aquecimento poc
produção de eletricidade em uma termoelétrica e uso de aqu
a cada etapa de dois desses processos estão indicados ent



Na comparação das eficiências, em termos globais, entre esses c

(A) a menor eficiência de P2 deve-se, sobretudo, ao baixo rendim
(B) a menor eficiência de P2 deve-se, sobretudo, ao baixo rendim
(C) a maior eficiência de P2 deve-se ao alto rendimento do aquec
(D) a menor eficiência de P1 deve-se, sobretudo, ao baixo rendim
(E) a menor eficiência de P1 deve-se, sobretudo, ao alto rendime

Para cálculo das eficiências globais de cada projeto precisamos multiplicar as

Eficiência P1 = Eficiência Distribuição (= 0,95) x Eficiência da Fornalha (= 0,70

Eficiência P1 = (0,95)(0,70) = 0,665.

Eficiência P2 = Eficiência Termoelétrica (= 0,40) x Eficiência Distribuição (=0,9

x Eficiência Aquecedor (= 0,95) = (0,40) (0,90) (0,95) = 0,342

Como Eficiência de P2 < Eficiência de P1, somente as afirmativas *A* ou *B* p
menos eficiente devido ao baixo rendimento da termoelétrica, que é de 0,4(
que na termoelétrica (0,40).

Gabarito "A"

Item 004

2003 | F4-023

Regular; fonte: referência 4, página 104.

Enunciado e resolução reproduzidos da referência 4. Resposta: A.

30. **(ENEM 2003)** No Brasil, o sistema de transporte depende do uso de combustíveis fósseis e de biomassa, cuja energia é convertida em movimento de veículos. Para esses combustíveis, a transformação de energia química em energia mecânica acontece

(A) na combustão, que gera gases quentes para mover os pistões no motor.
(B) nos eixos, que transferem torque às rodas e impulsionam o veículo.
(C) na ignição, quando a energia elétrica é convertida em trabalho.
(D) na exaustão, quando gases quentes são expelidos para trás.
(E) na carburação, com a difusão do combustível no ar.

Na queima dos combustíveis, a energia potencial química armazenada é liberada e os gases de combustão forçam os pistões do motor a realizarem trabalho. Este trabalho é utilizado para movimentar o veículo, por meio de energia mecânica.

Gabarito "A"

Item 005

2008 | F4-032

Regular; fonte: referência 4, página 107.

Enunciado e resolução reproduzidos da referência 4. Resposta: D.

41. (ENEM 2008)

A energia geotérmica tem sua origem no núcleo derretido da Terra, onde as temperaturas atingem 4.000 ºC. Essa energia é primeiramente produzida pela decomposição de materiais radiativos dentro do planeta. Em fontes geotérmicas, a água, aprisionada em um reservatório subterrâneo, é aquecida pelas rochas ao redor e fica submetida a altas pressões, podendo atingir temperaturas de até 370 ºC sem entrar em ebulição. Ao ser liberada na superfície, à pressão ambiente, ela se vaporiza e se resfria, formando fontes ou gêiseres. O vapor de poços geotérmicos é separado da água e é utilizado no funcionamento de turbinas para gerar eletricidade. A água quente pode ser utilizada para aquecimento direto ou em usinas de dessalinização.

Roger A. Hinrichs e Merlin Kleinbach. **Energia e meio ambiente**. Ed. ABDR (com adaptações).

Depreende-se das informações acima que as usinas geotérmicas

(A) utilizam a mesma fonte primária de energia que as usinas nucleares, sendo, portanto, semelhantes os riscos decorrentes de ambas.

(B) funcionam com base na conversão de energia potencial gravitacional em energia térmica.

(C) podem aproveitar a energia química transformada em térmica no processo de dessalinização.

(D) assemelham-se às usinas nucleares no que diz respeito à conversão de energia térmica em cinética e, depois, em elétrica.

(E) transformam inicialmente a energia solar em energia cinética e, depois, em energia térmica.

A: Incorreta, pois as usinas nucleares, pela produção de materiais radioativos, são mais perigosas; **B:** Incorreta, pois no processo geotérmico temos as seguintes transformações: a energia radiante em energia térmica, esta se transforma em energia cinética e, depois, em energia elétrica; **C:** Incorreta, pois a energia radiante é que se transforma em energia térmica; **D:** Correta, pois o vapor d'água é que aciona as turbinas, transformando a energia cinética em energia elétrica, sendo que o mesmo ocorre nas usinas nucleares; **E:** Incorreta, pois a fonte primária da energia geotérmica é a decomposição de materiais radiativos dentro da Terra e não a energia solar.

Gabarito "D"

Item 006

2009 | F3-039

PPL; fonte: referência 3, página 18.

Questão 39 (2009.3)

Um chacareiro deseja instalar, em sua propriedade, uma turbina com um gerador de eletricidade de 2 HP em queda de água, de 20 metros de altura.

Sabendo que: 1HP = ¾ kW; g=10m/s^2, e considerando que toda a energia potencial da queda é transformada em energia elétrica, é correto afirma que a vazão de massa de água necessária para acionar o gerador é igual a:

A) 0,01 kg/s.
B) 20 kg/s.
C) 7,5 kg/s.
D) 10 kg/s.
E) 75 kg/s.

Resolução **Resposta: C**

A potência do gerador é $2 \cdot 0{,}75 = 1{,}5$ kW, ou 1500 W. Desprezando perdas, $P = \dot{m}gh$. Portanto, $\dot{m} = 1500/(10 \cdot 20) = 7{,}5$ kg/s. Trata-se de vazão de massa, não de volume.

Resolução complementar.

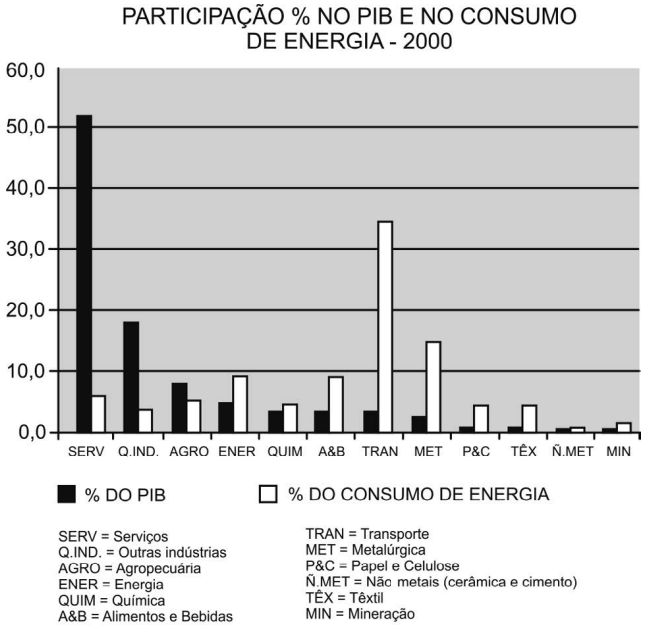
Item 007

2009 | F4-022

Simulado; fonte: referência 4, página 103.

Enunciado e resolução reproduzidos da referência 4. Resposta: B.

28. **(ENEM 2009 – SIMULADO)** No século XXI, racionalizar o uso da energia é uma necessidade imposta ao homem devido ao crescimento populacional e aos problemas climáticos que o uso da energia, nos moldes em que vem sendo feito, tem criado para o planeta. Assim, melhorar a eficiência no consumo global de energia torna-se imperativo. O gráfico, a seguir, mostra a participação de vários setores da atividade econômica na composição do PIB e sua participação no consumo final de energia no Brasil.



PATUSCO, J. A. M. Energia e economia no Brasil 1970-2000. **Economia & Energia**, n. 35, nov./dez., 2002. Disponível em:<http://ecen.com/eee35/energ-econom1970-2000.htm>. Acesso em: 20 mar. 2009. (com adaptações).

Considerando os dados apresentados, a fonte de energia primária para a qual uma melhoria de 10% na eficiência de seu uso resultaria em maior redução no consumo global de energia seria

(A) o carvão.
(B) o petróleo.
(C) a biomassa.
(D) o gás natural.
(E) a hidroeletricidade.

O setor que mais consome energia no país é de transporte, representando aproximadamente 35% do total consumido. Este setor consome basicamente derivados do petróleo, principalmente diesel e gasolina. Portanto, a fonte de energia primária para a qual uma melhoria de 10% na eficiência de seu uso resultaria em maior redução no consumo global de energia no Brasil seria o petróleo.

Gabarito "B"

Item 008

2009 | F5-034

Prova cancelada; fonte: referência 5, página 19.

34. (Enem cancelado 2009) A energia geotérmica tem sua origem no núcleo derretido da Terra, onde as temperaturas atingem 4.000 ºC. Essa energia é primeiramente produzida pela decomposição de materiais radiativos dentro do planeta. Em fontes geotérmicas, a água, aprisionada em um reservatório subterrâneo, é aquecida pelas rochas ao redor e fica submetida a altas pressões, podendo atingir temperaturas de até 370 ºC sem entrar em ebulição. Ao ser liberada na superfície, à pressão ambiente, ela se vaporiza e se resfria, formando fontes ou gêiseres. O vapor de poços geotérmicos é separado da água e é utilizado no funcionamento de turbinas para gerar eletricidade. A água quente pode ser utilizada para aquecimento direto ou em usinas de dessalinização.

HINRICHS, Roger A. *Energia e Meio Ambiente*. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2003 (adaptado).

Sob o aspecto da conversão de energia, as usinas geotérmicas
a) funcionam com base na conversão de energia potencial gravitacional em energia térmica.
b) transformam inicialmente a energia solar em energia cinética e, depois, em energia térmica.
c) podem aproveitar a energia química transformada em térmica no processo de dessalinização.
d) assemelham-se às usinas nucleares no que diz respeito à conversão de energia térmica em cinética e, depois, em elétrica.
e) utilizam a mesma fonte primária de energia que as usinas nucleares, sendo, portanto, semelhantes os riscos decorrentes de ambas.

Resolução **Resposta: D**

Resposta da questão 34:
[D]

A sequência de transformações de energia ocorrida no aproveitamento da energia geotérmica é semelhante ao das usinas nucleares que usam energia nuclear para aquecer água, produzindo vapor que aciona as turbinas para geração de energia elétrica.

Resolução reproduzida da referência 5.

Item 009

2009 | F5-035

Prova cancelada; fonte: referência 5, página 19.

35. (Enem cancelado 2009) Considere a ação de se ligar uma bomba hidráulica elétrica para captar água de um poço e armazená-la em uma caixa d'água localizada alguns metros acima do solo. As etapas seguidas pela energia entre a usina hidroelétrica e a residência do usuário podem ser divididas da seguinte forma:

I — na usina: água flui da represa até a turbina, que aciona o gerador para produzir energia elétrica;
II — na transmissão: no caminho entre a usina e a residência do usuário a energia elétrica flui por condutores elétricos;
III — na residência: a energia elétrica aciona um motor cujo eixo está acoplado ao de uma bomba hidráulica e, ao girar, cumpre a tarefa de transferir água do poço para a caixa.

As etapas I, II e III acima mostram, de forma resumida e simplificada, a cadeia de transformações de energia que se processam desde a fonte de energia primária até o seu uso final. A opção que detalha o que ocorre em cada etapa é:

a) Na etapa I, energia potencial gravitacional da água armazenada na represa transforma-se em energia potencial da água em movimento na tubulação, a qual, lançada na turbina, causa a rotação do eixo do gerador elétrico e a correspondente energia cinética, dá lugar ao surgimento de corrente elétrica.
b) Na etapa I, parte do calor gerado na usina se transforma em energia potencial na tubulação, no eixo da turbina e dentro do gerador; e também por efeito Joule no circuito interno do gerador.
c) Na etapa II, elétrons movem-se nos condutores que formam o circuito entre o gerador e a residência; nessa etapa, parte da energia elétrica transforma-se em energia térmica por efeito Joule nos condutores e parte se transforma em energia potencial gravitacional.
d) Na etapa III, a corrente elétrica é convertida em energia térmica, necessária ao acionamento do eixo da bomba hidráulica, que faz a conversão em energia cinética ao fazer a água fluir do poço até a caixa, com ganho de energia potencial gravitacional pela água.
e) Na etapa III, parte da energia se transforma em calor devido a forças dissipativas (atrito) na tubulação; e também por efeito Joule no circuito interno do motor; outra parte é transformada em energia cinética da água na tubulação e potencial gravitacional da água na caixa d'água.

Item 009 – resolução 2009 / F5-035

Resolução **Resposta: E**

Resposta da questão 35:
[E]

O enunciado, antes das opções especifica: “A opção que detalha o que ocorre em cada etapa é:” Porém, nenhuma das opções detalha o que ocorre em cada etapa, mas sim, o que ocorre em uma ou em outra etapa. A opção correta deveria conter todo o texto abaixo.

Etapa I – A energia potencial da água transforma-se em energia cinética da própria água, que transfere energia cinética de rotação às turbinas, gerando energia elétrica.
Etapa II – A energia elétrica é transportada por condutores, havendo dissipação por efeito Joule na rede de transmissão.
Etapa III – O sistema de bombeamento transforma energia elétrica em cinética e potencial gravitacional para a água, havendo dissipações por atrito na tubulação e por efeito Joule no circuito elétrico do motor.

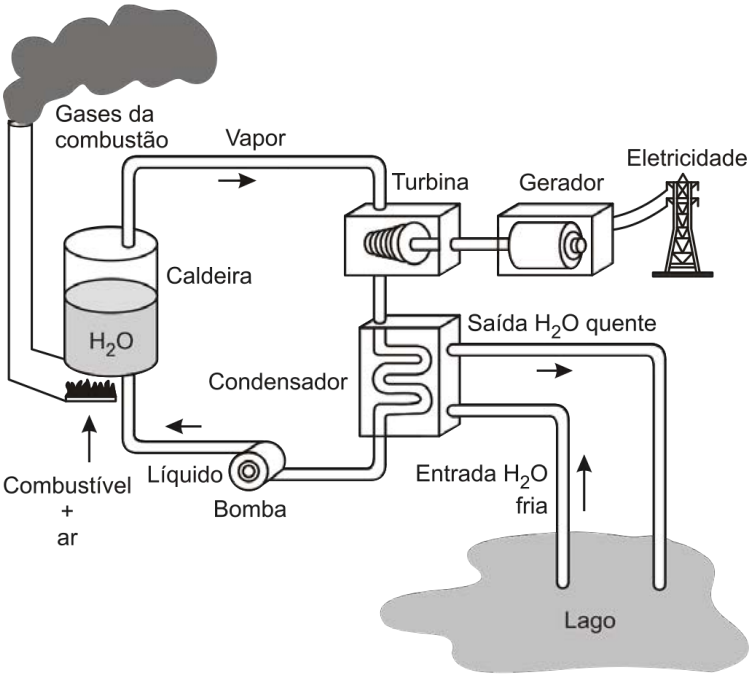
Resolução reproduzida da referência 5.

Item 010

2009 | F5-036

Regular; fonte: referência 5, página 20.

36. (Enem 2009) O esquema mostra um diagrama de bloco de uma estação geradora de eletricidade abastecida por combustível fóssil.



HINRICHS, R. A.; KLEINBACH, M. Energia e meio ambiente. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2003 (adaptado).

Se fosse necessário melhorar o rendimento dessa usina, que forneceria eletricidade para abastecer uma cidade, qual das seguintes ações poderia resultar em alguma economia de energia, sem afetar a capacidade de geração da usina?

a) Reduzir a quantidade de combustível fornecido à usina para ser queimado.
b) Reduzir o volume de água do lago que circula no condensador de vapor.
c) Reduzir o tamanho da bomba usada para devolver a água líquida à caldeira.
d) Melhorar a capacidade dos dutos com vapor conduzirem calor para o ambiente.
e) Usar o calor liberado com os gases pela chaminé para mover um outro gerador.

Resolução **Resposta: E**

Resposta da questão 36:
[E]

Além da opção correta estar evidente, as demais se mostram prontamente exclusivas.

Resolução reproduzida da referência 5.

Item 011

2009 | F5-037

Prova cancelada; fonte: referência 5, página 21.

37. (Enem cancelado 2009) A eficiência de um processo de conversão de energia, definida como sendo a razão entre a quantidade de energia ou trabalho útil e a quantidade de energia que entra no processo, é sempre menor que 100% devido a limitações impostas por leis físicas. A tabela a seguir, mostra a eficiência global de vários processos de conversão.

Tabela
Eficiência de alguns sistemas de conversão de energia

Sistema	Eficiência
Geradores elétricos	70 – 99%
Motor elétrico	50 – 95%
Fornalha a gás	70 – 95%
Termelétrica a carvão	30 – 40%
Usina nuclear	30 – 35%
Lâmpada fluorescente	20%
Lâmpada incandescente	5%
Célula solar	5 – 28%

HINRICHS, R. A.; KLEINBACH, M. *Energia e meio ambiente.*
São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2003 (adaptado).

Se essas limitações não existissem, os sistemas mostrados na tabela, que mais se beneficiariam de investimentos em pesquisa para terem suas eficiências aumentadas, seriam aqueles que envolvem as transformações de energia
a) mecânica $\leftrightarrow$ energia elétrica.
b) nuclear $\rightarrow$ energia elétrica.
c) química $\leftrightarrow$ energia elétrica.
d) química $\rightarrow$ energia térmica.
e) radiante $\rightarrow$ energia elétrica.

Quantidade de movimento

Item 011 – resolução 2009 / F5-037

Resolução **Resposta: E**

Resposta da questão 37:
[E]

A questão é muito estranha; mal formulada e de difícil interpretação. De acordo com o texto, a eficiência é menor que 100% devido às limitações impostas por leis físicas. Assim, se essas limitações não existissem, todos os sistemas teriam eficiência de 100% e não seria necessário investimento algum para que tivessem suas eficiências aumentadas.

Se essa prova não tivesse sido cancelada, certamente pediriam a anulação dessa questão, pois ela é totalmente inconsistente.

Forçando uma resposta: a questão não é de Física, mas de Ecologia. Das opções apresentadas, vemos que o processo de transformação de energia com menor eficiência é o da célula solar, transformação de energia radiante em energia elétrica, que, por causar menor dano ao ambiente, é o que mais se beneficiaria de investimentos em pesquisas para aumentar sua eficiência.

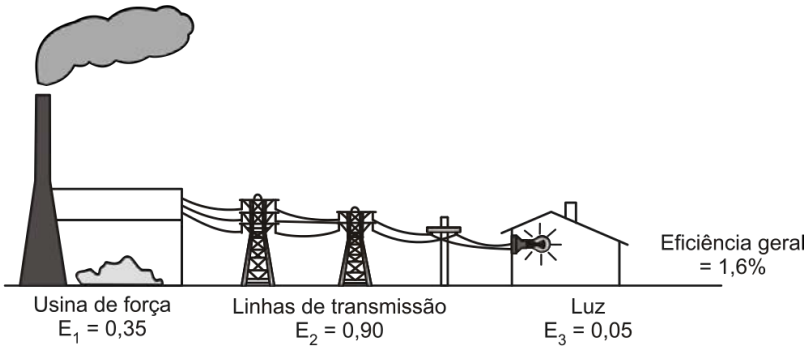
Resolução reproduzida da referência 5.

Item 012

2009 | F5-127

Regular; fonte: referência 5, página 70.

127. (Enem 2009) A eficiência de um processo de conversão de energia é definida como a razão entre a produção de energia ou trabalho útil e o total de entrada de energia no processo. A figura mostra um processo com diversas etapas. Nesse caso, a eficiência geral será igual ao produto das eficiências das etapas individuais. A entrada de energia que não se transforma em trabalho útil é perdida sob formas não utilizáveis (como resíduos de calor).



Eficiência geral da conversão de energia química em energia luminosa $= E_1 \times E_2 \times E_3 = 0,35 \times 0,90 \times 0,05 = 0,016$

HINRICHS, R. A. *Energia e Meio Ambiente*. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2003 (adaptado).

Aumentar a eficiência dos processos de conversão de energia implica economizar recursos e combustíveis. Das propostas seguintes, qual resultará em maior aumento da eficiência geral do processo?

a) Aumentar a quantidade de combustível para queima na usina de força.
b) Utilizar lâmpadas incandescentes, que geram pouco calor e muita luminosidade.
c) Manter o menor número possível de aparelhos elétricos em funcionamento nas moradias.
d) Utilizar cabos com menor diâmetro nas linhas de transmissão a fim de economizar o material condutor.
e) Utilizar materiais com melhores propriedades condutoras nas linhas de transmissão e lâmpadas fluorescentes nas moradias.

Item 012 – resolução 2009 / F5-127

Resolução **Resposta: E**

Resposta da questão 127:
[E]

Comentários: Nesse tipo de teste, há que se tomar o cuidado de não analisar cada afirmação isoladamente. As vezes ela pode ser verdadeira mas não estar coerente com o texto. É um tipo de questão muito comum no ENEM.

a) Errada. Aumentar a quantidade de combustível aumenta a quantidade de energia gerada, mas não aumenta a eficiência do sistema.

b) Errada. Lâmpadas incandescentes são as que mais dissipam energia na forma de calor, cerca de 90% da energia consumida.

c) Errada. Diminui o consumo de energia, mas não aumenta a eficiência do sistema.

d) Errada. Cabos com menor diâmetro diminuem a área da secção transversal do condutor, aumentando a resistência, dissipando mais calor na linha de transmissão.

e) Correta.

Resolução reproduzida da referência 5.

Item 013

2010 | F3-049

Regular; fonte: referência 3, página 21.

Questão 49 (2010.1)



A fonte de energia representada na figura, considerada uma das mais limpas e sustentáveis do mundo, é extraída do calor gerado:

A) pela circulação do magma no subsolo.
B) pelas erupções constantes dos vulcões.
C) pelo sol que aquece as águas com radiação ultravioleta.
D) pela queima do carvão e combustível fósseis.
E) pelos detritos e cinzas vulcânicas.

Resolução **Resposta: A**

A usina geotérmica aproveita o calor do interior terrestre. O magma e as rochas aquecidas transferem energia à água subterrânea, permitindo produzir vapor para movimentar turbinas. Não se exige uma erupção vulcânica contínua nem se utiliza a queima de combustíveis fósseis como fonte primária.

Resolução complementar.

Item 014

2010 | F3-072

PPL; fonte: referência 3, página 29.

Questão 72 (2010.2)

Usando pressões extremamente altas, equivalentes às encontradas nas profundezas da Terra ou em um planeta gigante, cientistas criaram um novo cristal capaz de armazenar quantidades enormes de energia. Utilizando-se um aparato chamado bigorna de diamante, um cristal de difluoreto de xenônio (XeF_2) foi pressionado, gerando um novo cristal com estrutura supercompacta e enorme quantidade de energia acumulada.

Embora as condições citadas sejam diferentes do cotidiano, o processo de acumulação de energia descrito é análogo ao da energia:

A) armazenada em um carrinho de montanha russa durante o trajeto.
B) armazenada na água do reservatório de uma usina hidrelétrica.
C) liberada na queima de um palito de fósforo.
D) gerada nos reatores das usinas nucleares.
E) acumulada em uma mola comprimida.

Resolução **Resposta: E**

A compressão altera a estrutura do material e armazena energia associada à deformação e às interações internas. A analogia mecânica é uma mola comprimida, que possui energia potencial elástica. Não se trata de elevar um corpo num campo gravitacional nem de produzir energia por reação nuclear.

Resolução complementar.

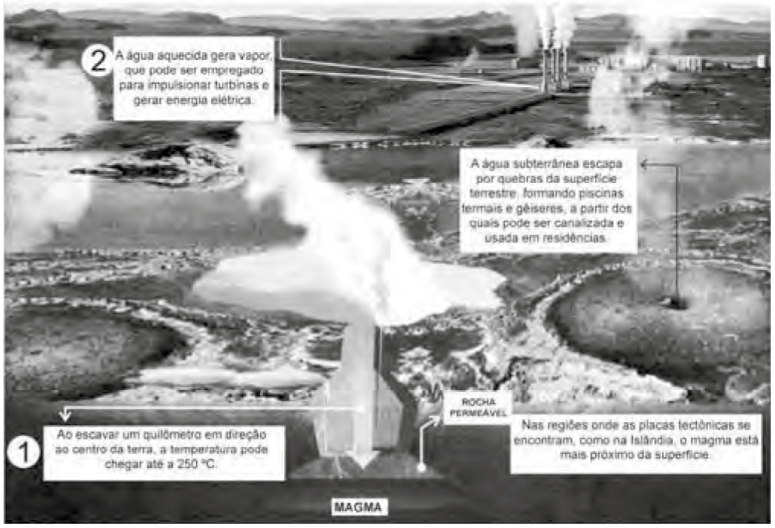
Item 015

2010 | F4-028

Regular; fonte: referência 4, página 105.

Enunciado e resolução reproduzidos da referência 4. Resposta: A.

35. (ENEM 2010)



ZIEGLER, M. F. Energia Sustentável. **Revista IstoÉ**. 28 abr. 2010.

A fonte de energia representada na figura, considerada uma das mais limpas e sustentáveis do mundo, é extraída do calor gerado

(A) pela circulação do magma no subsolo.
(B) o pelas erupções constantes dos vulcões.
(C) pelo sol que aquece as águas com radiação ultravioleta.
(D) pela queima do carvão e combustíveis fósseis.
(E) pelos detritos e cinzas vulcânicas.

Verificamos na figura o uso de vapor d'água para acionar turbinas e produzir energia elétrica. Este vapor é produzido naturalmente pela circulação de magma em altas temperaturas no solo, que aquecem a água subterrânea.

Gabarito "A"

Item 016

2010 | F5-032

Regular; fonte: referência 5, página 18.

32. (Enem 2010) Deseja-se instalar uma estação de geração de energia elétrica em um município localizado no interior de um pequeno vale cercado de altas montanhas de difícil acesso. A cidade é cruzada por um rio, que é fonte de água para consumo, irrigação das lavouras de subsistência e pesca. Na região, que possui pequena extensão territorial, a incidência solar é alta o ano todo. A estação em questão irá abastecer apenas o município apresentado.

Qual forma de obtenção de energia, entre as apresentadas, é a mais indicada para ser implantada nesse município de modo a causar o menor impacto ambiental?
a) Termelétrica, pois é possível utilizar a água do rio no sistema de refrigeração.
b) Eólica, pois a geografia do local é própria para a captação desse tipo de energia.
c) Nuclear, pois o modo de resfriamento de seus sistemas não afetaria a população.
d) Fotovoltaica, pois é possível aproveitar a energia solar que chega à superfície do local.
e) Hidrelétrica, pois o rio que corta o município é suficiente para abastecer a usina construída.

Resolução **Resposta: D**

Resposta da questão 32:
[D]

O enunciado exige menor impacto ambiental. Já que a incidência solar na região é alta, a melhor forma para obtenção de energia é a fotovoltaica.

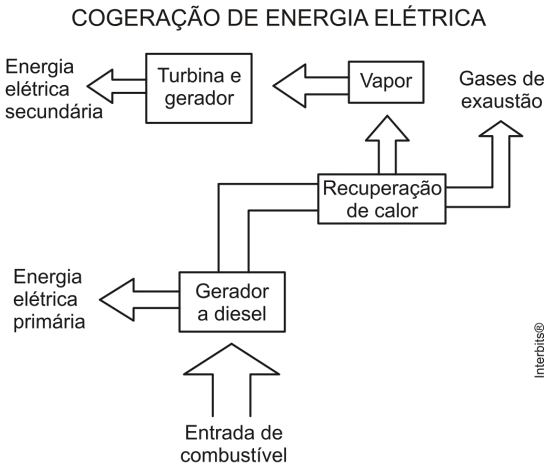
Resolução reproduzida da referência 5.

Item 017

2010 | F5-033

Segunda aplicação; fonte: referência 5, página 18.

33. (Enem 2ª aplicação 2010) No nosso dia a dia, deparamo-nos com muitas tarefas pequenas e problemas que demandam pouca energia para serem resolvidos e, por isso, não consideramos a eficiência energética de nossas ações. No global, isso significa desperdiçar muito calor que poderia ainda ser usado como fonte de energia para outros processos. Em ambientes industriais, esse reaproveitamento é feito por um processo chamado de cogeração. A figura a seguir ilustra um exemplo de cogeração na produção de energia elétrica.



HINRICHS, R. A.; KLEINBACH, M. **Energia e meio ambiente**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2003 (adaptado).

Em relação ao processo secundário de aproveitamento de energia ilustrado na figura, a perda global de energia é reduzida por meio da transformação de energia
a) térmica em mecânica.
b) mecânica em térmica.
c) química em térmica.
d) química em mecânica.
e) elétrica em luminosa.

Resolução **Resposta: A**

Resposta da questão 33:
[A]

Como no processo secundário de aproveitamento de energia, o calor é usado na formação de vapor aquecido para mover as turbinas, temos, então, transformação de energia térmica em energia mecânica.

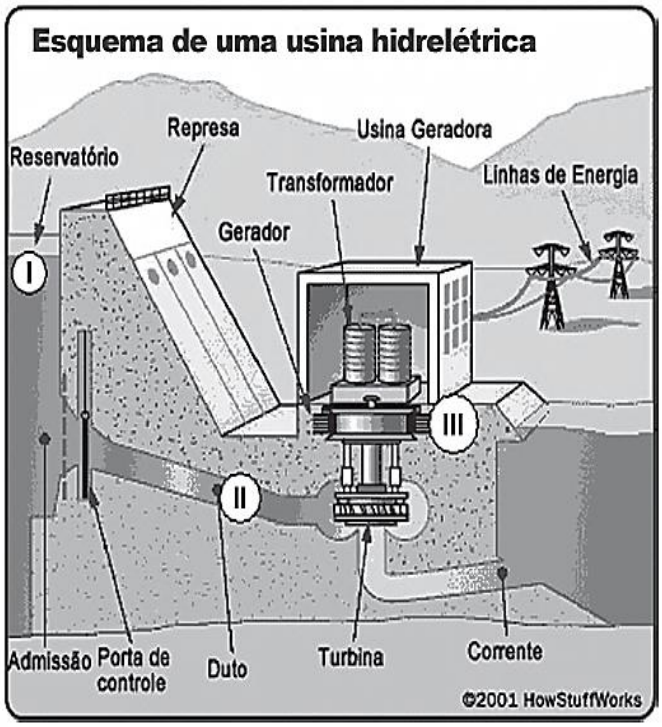
Resolução reproduzida da referência 5.

Item 018

2011 | F3-088

PPL; fonte: referência 3, página 34.

Questão 88 (2011.2)



A figura representa o processo mais usado nas hidrelétricas para obtenção de energia elétrica no Brasil. As transformações de energia nas posições I→II e II→III da figura são, respectivamente,

A) energia cinética → energia potencial e energia cinética → energia elétrica.
B) energia potencial → energia cinética e energia cinética → energia elétrica.
C) energia potencial → energia elétrica e energia cinética → energia elétrica.
D) energia potencial → energia elétrica e energia potencial → energia cinética.
E) energia cinética → energia elétrica e energia potencial → energia cinética.

Resolução **Resposta: B**

A água armazenada em posição elevada possui energia potencial gravitacional. Na queda, essa energia se transforma em energia cinética do escoamento e da turbina. O gerador converte a energia mecânica de rotação em energia elétrica: potencial → cinética → elétrica.

Resolução complementar.

Item 019

2011 | F5-030

Regular; fonte: referência 5, página 17.

30. (Enem 2011) Uma das modalidades presentes nas olimpíadas é o salto com vara. As etapas de um dos saltos de um atleta estão representadas na figura:



Desprezando-se as forças dissipativas (resistência do ar e atrito), para que o salto atinja a maior altura possível, ou seja, o máximo de energia seja conservada, é necessário que

a) a energia cinética, representada na etapa I, seja totalmente convertida em energia potencial elástica representada na etapa IV.
b) a energia cinética, representada na etapa II, seja totalmente convertida em energia potencial gravitacional, representada na etapa IV.
c) a energia cinética, representada na etapa I, seja totalmente convertida em energia potencial gravitacional, representada na etapa III.
d) a energia potencial gravitacional, representada na etapa II, seja totalmente convertida em energia potencial elástica, representada na etapa IV.

e) a energia potencial gravitacional, representada na etapa I, seja totalmente convertida em energia potencial elástica, representada na etapa III.

Resolução **Resposta: C**

Resposta da questão 30:
[C]

Pela conservação da energia mecânica, toda energia cinética que o atleta adquire na etapa I, é transformada em energia potencial na etapa III, quando ele praticamente para no ar.
OBS: Cabe ressaltar que o sistema é não conservativo (incrementativo), pois no esforço para saltar, o atleta consome energia química do seu organismo, transformando parte em energia mecânica, portanto, aumentando a energia mecânica do sistema.

Resolução reproduzida da referência 5.

Item 020

2012 | F5-027

Regular; fonte: referência 5, página 16.

27. (Enem 2012) Os carrinhos de brinquedo podem ser de vários tipos. Dentre eles, há os movidos a corda, em que uma mola em seu interior é comprimida quando a criança puxa o carrinho para trás. Ao ser solto, o carrinho entra em movimento enquanto a mola volta à sua forma inicial.
O processo de conversão de energia que ocorre no carrinho descrito também é verificado em
a) um dínamo.
b) um freio de automóvel.
c) um motor a combustão.
d) uma usina hidroelétrica.
e) uma atiradeira (estilingue).

Resolução **Resposta: E**

Resposta da questão 27:
[E]

O processo de conversão de energia no caso mencionado é o da transformação de energia potencial elástica em energia cinética. O estilingue também usa esse mesmo processo de transformação de energia.

Resolução reproduzida da referência 5.

Item 021

2012 | F5-028

PPL; fonte: referência 5, página 16.

28. (Enem PPL 2012) A usina termelétrica a carvão é um dos tipos de unidades geradoras de energia elétrica no Brasil, Essas usinas transformam a energia contida no combustível (carvão mineral) em energia elétrica.
Em que sequência ocorrem os processos para realizar essa transformação?

a) A usina transforma diretamente toda a energia química contida no carvão em energia elétrica, usando reações de fissão em uma célula combustível.
b) A usina queima o carvão, produzindo energia térmica, que é transformada em energia elétrica por dispositivos denominados transformadores.
c) A queima do carvão produz energia térmica, que é usada para transformar água em vapor. A energia contida no vapor é transformada em energia mecânica na turbina e, então, transformada em energia elétrica no gerador.
d) A queima do carvão produz energia térmica, que é transformada em energia potencial na torre da usina, Essa energia é então transformada em energia elétrica nas células eletrolíticas.
e) A queima do carvão produz energia térmica, que é usada para aquecer água, transformando-se novamente em energia química, quando a água é decomposta em hidrogênio e oxigênio, gerando energia elétrica.

Resolução **Resposta: C**

Resposta da questão 28:
[C]

Nas usinas termelétricas (a diesel ou a carvão) é usada a energia térmica produzida na queima do combustível para aquecer água, gerando vapor a alta pressão, movimentando as turbinas acopladas aos geradores de energia elétrica.

Resolução reproduzida da referência 5.

Item 022

2012 | F5-029

PPL; fonte: referência 5, página 17.

29. (Enem PPL 2012) Um automóvel, em movimento uniforme, anda por uma estrada plana, quando começa a descer uma ladeira, na qual o motorista faz com que o carro se mantenha sempre com velocidade escalar constante.

Durante a descida, o que ocorre com as energias potencial, cinética e mecânica do carro?

a) A energia mecânica mantém-se constante, já que a velocidade escalar não varia e, portanto, a energia cinética é constante.
b) A energia cinética aumenta, pois a energia potencial gravitacional diminui e quando uma se reduz, a outra cresce.
c) A energia potencial gravitacional mantém-se constante, já que há apenas forças conservativas agindo sobre o carro.
d) A energia mecânica diminui, pois a energia cinética se mantém constante, mas a energia potencial gravitacional diminui.
e) A energia cinética mantém-se constante, já que não há trabalho realizado sobre o carro.

Resolução **Resposta: D**

Resposta da questão 29:
[D]

- Energia potencial: $E_P = m\ g\ h.$ Sendo uma descida, a altura diminui, a energia potencial diminui.

- Energia cinética: $E_C = \frac{m\ v^2}{2}.$ Sendo constante a velocidade, a energia cinética também é constante.

- Energia mecânica: $E_M = E_C + E_P.$ Se a energia potencial diminui e a energia cinética é constante, a energia mecânica diminui.

Resolução reproduzida da referência 5.

Item 023

Regular; fonte: referência 5, página 56.

106. (Enem 2013) O chuveiro elétrico é um dispositivo capaz de transformar energia elétrica em energia térmica, o que possibilita a elevação da temperatura da água. Um chuveiro projetado para funcionar em 110V pode ser adaptado para funcionar em 220V, de modo a manter inalterada sua potência.
Uma das maneiras de fazer essa adaptação é trocar a resistência do chuveiro por outra, de mesmo material e com o(a)
a) dobro do comprimento do fio.
b) metade do comprimento do fio.
c) metade da área da seção reta do fio.
d) quádruplo da área da seção reta do fio.
e) quarta parte da área da seção reta do fio.

Resolução **Resposta: E**

Resposta da questão 106:
[E]

Das expressões da potência elétrica e da segunda lei de Ohm:

$$P = \frac{U^2}{R} \Rightarrow P_{220} = P_{110} \Rightarrow \frac{(220)^2}{R_{220}} = \frac{(110)^2}{R_{110}} \Rightarrow \frac{R_{220}}{R_{110}} = \left(\frac{220}{110}\right)^2 \Rightarrow$$

$$R_{220} = 4 \cdot R_{110} \Rightarrow \frac{\rho \, L_{220}}{A_{220}} = 4 \cdot \frac{\rho \, L_{110}}{A_{110}} \Rightarrow \frac{L_{220}}{A_{220}} = 4 \cdot \frac{L_{110}}{A_{110}}.$$

$$\text{Se} \begin{cases} (I) \rightarrow A_{220} = A_{110} \Rightarrow L_{220} = 4 \cdot L_{110} \\ (II) \rightarrow L_{220} = L_{110} \Rightarrow A_{220} = \dfrac{A_{110}}{4} \end{cases}$$

Nas opções mostradas, somente há a hipótese (II).

Resolução reproduzida da referência 5.

Item 024

2014 | F5-134

Regular; fonte: referência 5, página 74.

134. (Enem 2014) A elevação da temperatura das águas de rios, lagos e mares diminui a solubilidade do oxigênio, pondo em risco as diversas formas de vida aquática que dependem desse gás. Se essa elevação de temperatura acontece por meios artificiais, dizemos que existe poluição térmica. As usinas nucleares, pela própria natureza do processo de geração de energia, podem causar esse tipo de poluição.

Que parte do ciclo de geração de energia das usinas nucleares está associada a esse tipo de poluição?
a) Fissão do material radioativo.
b) Condensação do vapor-d'água no final do processo.
c) Conversão de energia das turbinas pelos geradores.
d) Aquecimento da água líquida para gerar vapor d'água.
e) Lançamento do vapor-d'água sobre as pás das turbinas.

Resolução **Resposta: B**

Resposta da questão 134:
[B]

As usinas nucleares utilizam água dos rios para condensar o vapor que aciona os geradores. No final do processo de geração de energia, essa água aquecida na troca de calor é lançada de volta aos rios, provocando a poluição térmica.

Resolução reproduzida da referência 5.

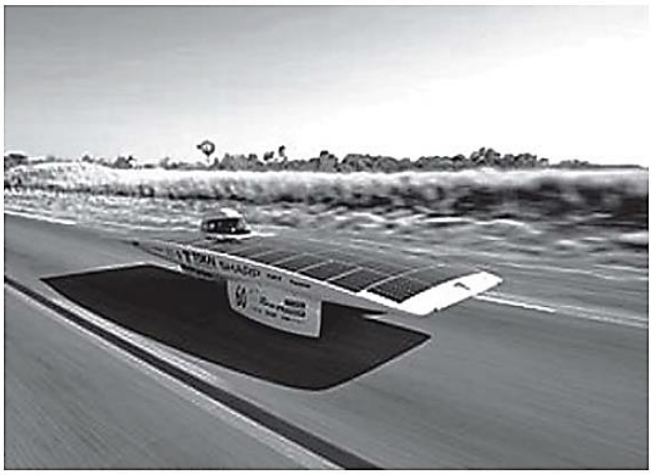
Item 025

2015 | F3-204

Regular; fonte: referência 3, página 66.

Questão 204 (2015.1)

Um carro solar é um veículo que utiliza apenas a energia solar para a sua locomoção. Tipicamente, o carro contém um painel fotovoltaico que converte a energia do Sol em energia elétrica que, por sua vez, alimenta um motor elétrico. A imagem mostra o carro solar Tokai Challenger, desenvolvido na Universidade de Tokai, no Japão, e que venceu o World Solar Challenge de 2009, uma corrida internacional de carros solares, tendo atingido uma velocidade média acima de 100 km/h.



Considere uma região plana onde a insolação (energia solar por unidade de tempo e de área que chega à superfície da Terra) seja de 1000W/m^2, que o carro solar possua massa de 200kg e seja construído de forma que o painel fotovoltaico em seu topo tenha uma área de 9,0m^2 e rendimento de 30%.

Desprezando as forças de resistência do ar, o tempo que esse carro solar levaria, a partir do repouso, para atingir a velocidade de 108 km/h é um valor mais próximo de:

A) 1,0 s.
B) 4,0 s.
C) 10 s.
D) 33 s.
E) 300 s.

Resolução **Resposta: D**

O painel fornece potência útil $P = 1000 \cdot 9 \cdot 0{,}30 = 2700$ W. A velocidade final é $108/3{,}6 = 30$ m/s. A energia cinética necessária é $\Delta K = 200 \cdot 30^2/2 = 90000$ J. Sem perdas adicionais, $t = \Delta K/P = 90000/2700 \approx 33$ s.

Resolução complementar.

Item 026

2015 | F3-209

Regular; fonte: referência 3, página 67.

Questão 209 (2015.1)

Uma análise criteriosa do desempenho de Usain Bolt na quebra do recorde mundial dos 100 metros rasos mostrou que, apesar de ser o último dos corredores a reagir ao tiro e iniciar a corrida, seus primeiros 30 metros foram os mais velozes já feitos em um recorde mundial, cruzando essa marca em 3,78 segundos. Até se colocar com o corpo reto, foram 13 passadas, mostrando sua potência durante a aceleração, o momento mais importante da corrida. Ao final desse percurso, Bolt havia atingido a velocidade máxima de 12 m/s.

(Disponível em: http://esporte.uol.com.br. Acesso em: 5 ago. 2012 - adaptado)

Supondo que a massa desse corredor seja igual a 90 kg, o trabalho total realizado nas 13 primeiras passadas é mais próximo de:

A) $5{,}4\times10^{2}$J.
B) $6{,}5\times10^{3}$J.
C) $8{,}6\times10^{3}$J.
D) $1{,}3\times10^{4}$J.
E) $3{,}2\times10^{4}$J.

Resolução **Resposta: B**

Pelo teorema da energia cinética, o trabalho da força resultante é $W = \Delta K$. Partindo do repouso e chegando a 12 m/s, $W = 90 \cdot 12^2/2 = 6480$ J, aproximadamente $6{,}5 \cdot 10^3$ J. O número de passadas não altera esse resultado.

Resolução complementar.

Item 027

2015 | F3-211

Regular; fonte: referência 3, página 68.

Questão 211 (2015.1)

Um garoto foi à loja comprar um estilingue e encontrou dois modelos: um com borracha mais "dura" e outro com borracha mais "mole". O garoto concluiu que o mais adequado seria o que proporcionasse maior alcance horizontal, D, para as mesmas condições de arremesso, quando submetidos à mesma força aplicada. Sabe-se que a constante elástica k_d (do estilingue mais "duro") é o dobro da constante elástica k_m (do estilingue mais "mole").

A razão entre os alcances $\frac{D_d}{D_m}$, referentes aos estilingues é:

A) ¼
B) ½
C) 1
D) 2
E) 4

Resolução **Resposta: B**

Com a mesma força máxima F, a deformação é $x = F/k$ e a energia elástica armazenada é $E = F^2/(2k)$. Para os mesmos ângulo e projétil, o alcance é proporcional a v^2 e, portanto, a essa energia. Como $k_d = 2k_m$, $D_d/D_m = k_m/k_d = 1/2$.

Resolução complementar.

Item 028

2015 | F3-228

PPL; fonte: referência 3, página 73.

Questão 228 (2015.2)

Para irrigar sua plantação, um produtor rural construiu um reservatório a 20 metros de altura a partir da barragem de onde será bombeada a água. Para alimentar o motor elétrico das bombas, ele instalou um painel fotovoltaico.

A potência do painel varia de acordo com a incidência solar, chegando a um valor de pico de 80 W ao meio-dia. Porém, entre as 11 horas e 30 minutos e as 12 horas e 30 minutos, disponibiliza uma potência média de 50 W. Considere a aceleração da gravidade igual a 10 m/s^2 e uma eficiência de transferência energética de 100%.

Qual é o volume de água, em litros, bombeado para o reservatório no intervalo de tempo citado?

A) 150
B) 250
C) 450
D) 900
E) 1440

Resolução **Resposta: D**

No intervalo de uma hora, a energia fornecida é $E = P\Delta t = 50 \cdot 3600 = 180000$ J. Para elevar água a 20 m, $E = mgh$, então $m = 180000/(10 \cdot 20) = 900$ kg. Como a densidade da água é 1 kg/L, o volume bombeado é 900 L.

Resolução complementar.

Item 029

2016 | F1-096

Regular; fonte: referência 1, página 64.

96. ENEM 2016 ★★★

A usina de Itaipu é uma das maiores hidrelétricas do mundo em geração de energia. Com 20 unidades geradoras e 14.000 MW de potência total instalada, apresenta uma queda de 118,4 m e vazão nominal de 690 m^3/s por unidade geradora. O cálculo da potência teórica leva em conta a altura da massa de água represada pela barragem, a gravidade local (10 m/s^2) e a densidade da água (1.000 kg/m^3). A diferença entre a potência teórica e a instalada é a potência não aproveitada.

Disponível em: www.itaipu.gov.br. Acesso em: 11 mai. 2013 (adaptado).

Qual e a potência, em MW, não aproveitada em cada unidade geradora de Itaipu?

a) 0
b) 1,18
c) 116,96
d) 816,96
e) 13.183,04

GABARITO EM VÍDEO (CLIQUE)

Usinas

Resolução **Resposta: C**

A potência teórica por gerador é $P_t = \rho Q g h = 1000 \cdot 690 \cdot 10 \cdot 118{,}4 = 816{,}96$ MW. A potência instalada por unidade é $14000/20 = 700$ MW. Portanto, a parcela não aproveitada por unidade é $816{,}96 - 700 = 116{,}96$ MW.

Resolução complementar.

Item 030

2016 | F1-106

PPL; fonte: referência 1, página 70.

106. ENEM PPL 2016 ★★

A obtenção de energia por meio da fissão nuclear do ^{235}U é muito superior quando comparada à combustão da gasolina, O calor liberado na fissão do ^{235}U é 8 x 10^{10} J/g e na combustão da gasolina é 5 x 10^4 J/g.

Prof Luiz Fonseca - @Polpoa1

A massa de gasolina necessária para obter a mesma energia na fissão de 1kg de 235U é da ordem de

a) 10^3 g
b) 10^4 g
c) 10^5 g
d) 10^6 g
e) 10^9 g

GABARITO EM VÍDEO (CLIQUE)

Impulso e Quantidade de Movimento

Impulso

Resolução **Resposta: E**

A fissão de 1 kg, ou 1000 g, libera $E = 1000 \cdot 8 \cdot 10^{10} = 8 \cdot 10^{13}$ J. Para obter essa energia com gasolina, $m = E/(5 \cdot 10^4) = 1{,}6 \cdot 10^9$ g. A ordem de grandeza é 10^9 g.

Resolução complementar.

Item 031

2016 | F3-261

PPL; fonte: referência 3, página 83.

Questão 261 (2016.3)

A utilização de placas de aquecimento solar como alternativa ao uso de energia elétrica representa um importante mecanismo de economia de recursos naturais.

Um sistema de aquecimento solar com capacidade de geração de energia de 1,0MJ/dia por metro quadrado de placa foi instalado para aquecer a água de um chuveiro elétrico de potência de 2kW, utilizado durante meia hora por dia.

A área mínima da placa solar deve ser de:

A) 1,0 m^2.
B) 1,8 m^2.
C) 2,0 m^2.
D) 3,6 m^2.
E) 6,0 m^2.

Resolução **Resposta: D**

O chuveiro consome diariamente $E = P\Delta t = 2000 \cdot 1800 = 3{,}6 \cdot 10^6$ J, ou 3,6 MJ. Cada metro quadrado de placa fornece 1,0 MJ por dia. A área mínima é, portanto, $3{,}6/1{,}0 = 3{,}6$ m^2.

Resolução complementar.

Item 032

Segunda aplicação; fonte: referência 3, página 83.

Questão 262 (2016.2)

Para reciclar um motor de potência elétrica igual a 200 W, um estudante construiu um elevador e verificou que ele foi capaz de erguer uma massa de 80kg a uma altura de 3 metros durante 1 minuto. Considere a aceleração da gravidade 10,0 m/s^2.

Qual a eficiência aproximada do sistema para realizar tal tarefa?

A) 10%
B) 20%
C) 40%
D) 50%
E) 100%

Resolução **Resposta: B**

O trabalho útil é $W = mgh = 80 \cdot 10 \cdot 3 = 2400$ J. A energia elétrica recebida em um minuto é $E = 200 \cdot 60 = 12000$ J. O rendimento é $\eta = W/E = 2400/12000 = 0{,}20 = 20\%$.

Resolução complementar.

Item 033

PPL; fonte: referência 3, página 84.

Questão 265 (2016.3)
Os raios-X utilizados para diagnósticos médicos são uma radiação ionizante. O efeito das radiações ionizantes em um indivíduo depende basicamente da dose absorvida, do tempo de exposição e da forma de exposição, conforme relacionados no quadro.

Efeitos de uma radioexposição aguda em adulto		
Forma	**Dose absorvida**	**Sintomatologia**
Infraclínica	Menor que 1 J/kg	Ausência de sintomas
Reações gerais leves	de 1 a 2 J/kg	Astenia, náuseas e vômito, de 3 h a 6 h após a exposição
DL_{50}	de 4 a 4,5 J/kg	Morte de 50% dos indivíduos irradiados
Pulmonar	de 8 a 9 J/kg	Insuficiência respiratória aguda, coma e morte, de 14 h a 36 h
Cerebral	Maior que 10 J/kg	Morte em poucas horas

(Disponível em: www.cnen.gov.br. Acesso em: 3 set. 2012 - adaptado)

Para um técnico radiologista de 90kg que ficou exposto, por descuido, durante 5 horas a uma fonte de raios X, cuja potência é de 10mJ/s, a forma do sintoma apresentado, considerando que toda radiação incidente foi absorvida, é:

A) DL50.
B) cerebral.
C) pulmonar.
D) infraclínica.
E) reações gerais leves.

Resolução **Resposta: E**

Em 5 horas, a energia absorvida é $E = 0{,}010 \cdot (5 \cdot 3600) = 180$ J. A dose é $D = E/m = 180/90 = 2$ J/kg, isto é, 2 Gy. No quadro fornecido, essa dose corresponde à categoria de reações gerais leves.

Resolução complementar.

Item 034

PPL; fonte: referência 3, página 85.

Questão 268 (2016.3)

Todo ano, cresce a demanda mundial de energia com o aumento das populações e do consumo. É cada vez mais necessário buscar fontes alternativas que não degradem os recursos do planeta nem comprometam a sobrevivência das espécies. Ainda há muito o que se descobrir sobre o uso eficiente de recursos energéticos provenientes de fontes renováveis, mas elas não estão mais próximas do que parece da adoção em larga escala.

(BARBOSA, M. A sustentabilidade da energia renovável. Superinteressante, n. 102, 1996)

Os recursos energéticos do tipo citado são provenientes de:

A) pilhas.
B) usinas nucleares e hidrelétricas.
C) células solares e geradores eólicos.
D) centrais geotérmicas e termoelétricas.
E) usinas maremotrizes e combustíveis fósseis.

Resolução **Resposta: C**

As células solares aproveitam a radiação solar, e os geradores eólicos aproveitam o movimento do ar. Essas fontes são renovadas por processos naturais e não dependem da reposição de estoques de combustíveis fósseis. São o par de fontes renováveis entre as opções apresentadas.

Resolução complementar.

Item 035

2017 | F1-084

Libras; fonte: referência 1, página 58.

84. ENEM LIBRAS 2017 ★★

Bolas de borracha, ao caírem no chão, quicam várias vezes antes que parte da sua energia mecânica seja dissipada. Ao projetar uma bola de futsal, essa dissipação deve ser observada para que a variação na altura máxima atingida após um número de quiques seja adequada às práticas do jogo. Nessa modalidade é importante que ocorra grande variação para um ou dois quiques. Uma bola de massa igual a 0,40 kg é solta verticalmente de uma altura inicial de 1,0 m e perde, a cada choque com o solo, 80% de sua energia mecânica. Considere desprezível a resistência do ar e adote $g = 10\ m/s^2$.

O valor da energia mecânica final, em joule, após a bola quicar duas vezes no solo, será igual a

a) 0,16.
b) 0,80.
c) 1,60.
d) 2,56.
e) 3,20.

GABARITO EM VÍDEO (CLIQUE)

Potência

Resolução **Resposta: A**

A energia mecânica inicial é $E_0 = mgh = 0{,}40 \cdot 10 \cdot 1 = 4$ J. A cada choque resta apenas 20% da energia anterior. Após dois choques, $E_2 = 4 \cdot 0{,}20^2 = 0{,}16$ J.

Resolução complementar.

Item 036

2017 | F1-101

Libras; fonte: referência 1, página 67.

101. ENEM LIBRAS 2017 ★

A energia elétrica nas instalações rurais pode ser obtida pela rede pública de distribuição ou por dispositivos alternativos que geram energia elétrica, como os geradores indicados no quadro.

Tipo	Geradores	Funcionamento
I	A gasolina	Convertem energia térmica da queima da gasolina em energia elétrica
II	Fotovoltaicos	Convertem energia solar em energia elétrica e armazenam-na em baterias
III	Hidráulicos	Uma roda-d'água é acoplada a um dínamo, que gera energia elétrica
IV	A carvão	Com a queima do carvão, a energia térmica transforma-se em energia elétrica

Os geradores que produzem resíduos poluidores durante o seu funcionamento são

a) I e II.
b) I e III.
c) I e IV.
d) II e III.
e) III e IV.

GABARITO EM VÍDEO (CLIQUE)

Resolução **Resposta: C**

Os geradores I, a gasolina, e IV, a carvão, queimam combustíveis e liberam resíduos e gases durante a operação. Os dispositivos fotovoltaico e hidráulico não dependem de combustão para gerar eletricidade. O par pedido é I e IV.

Resolução complementar.

Regular; fonte: referência 3, página 87.

Questão 279 (2017.1)

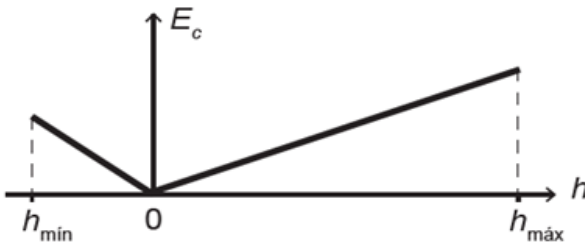
O brinquedo pula-pula (cama elástica) é composto por uma lona circular flexível horizontal presa por molas à sua borda.

As crianças brincam pulando sobre ela, alterando e alternando suas formas de energia.

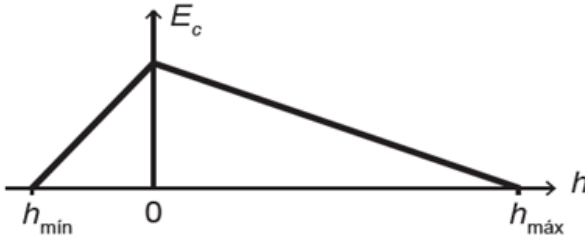
Ao pular verticalmente, desprezando o atrito com o ar e os movimentos de rotação do corpo enquanto salta, uma criança realiza um movimento periódico vertical em torno da posição de equilíbrio da lona (h = 0), passando pelos pontos de máxima e de mínima alturas, $h_{máx}$ e h_{min}, respectivamente.

Esquematicamente, o esboço do gráfico da energia cinética da criança em função de sua posição vertical na situação descrita é:

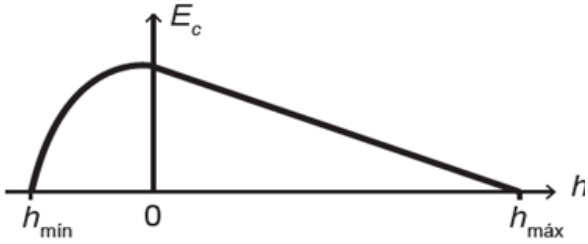
A)



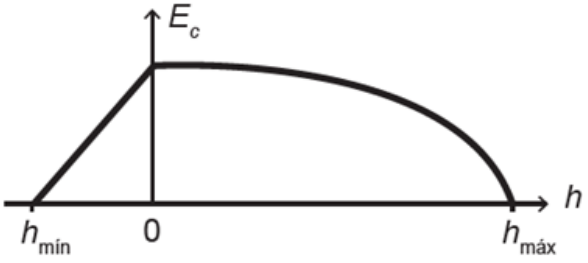
B)



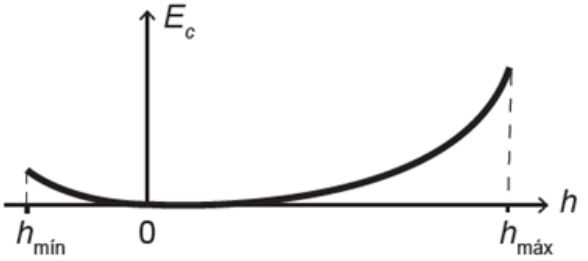
C)



D)



E)



Item 037 – resolução 2017 / F3-279

Resolução **Resposta: C**

Sem dissipação, a energia mecânica total é constante. Acima da lona, $K = E - mgh$, uma reta decrescente. Durante a deformação da lona, é preciso descontar também a energia elástica: $K = E - mgh - kh^2/2$, uma curva côncava para baixo. Nos extremos da trajetória, K é zero. O gráfico C reúne essas características.

Resolução complementar.

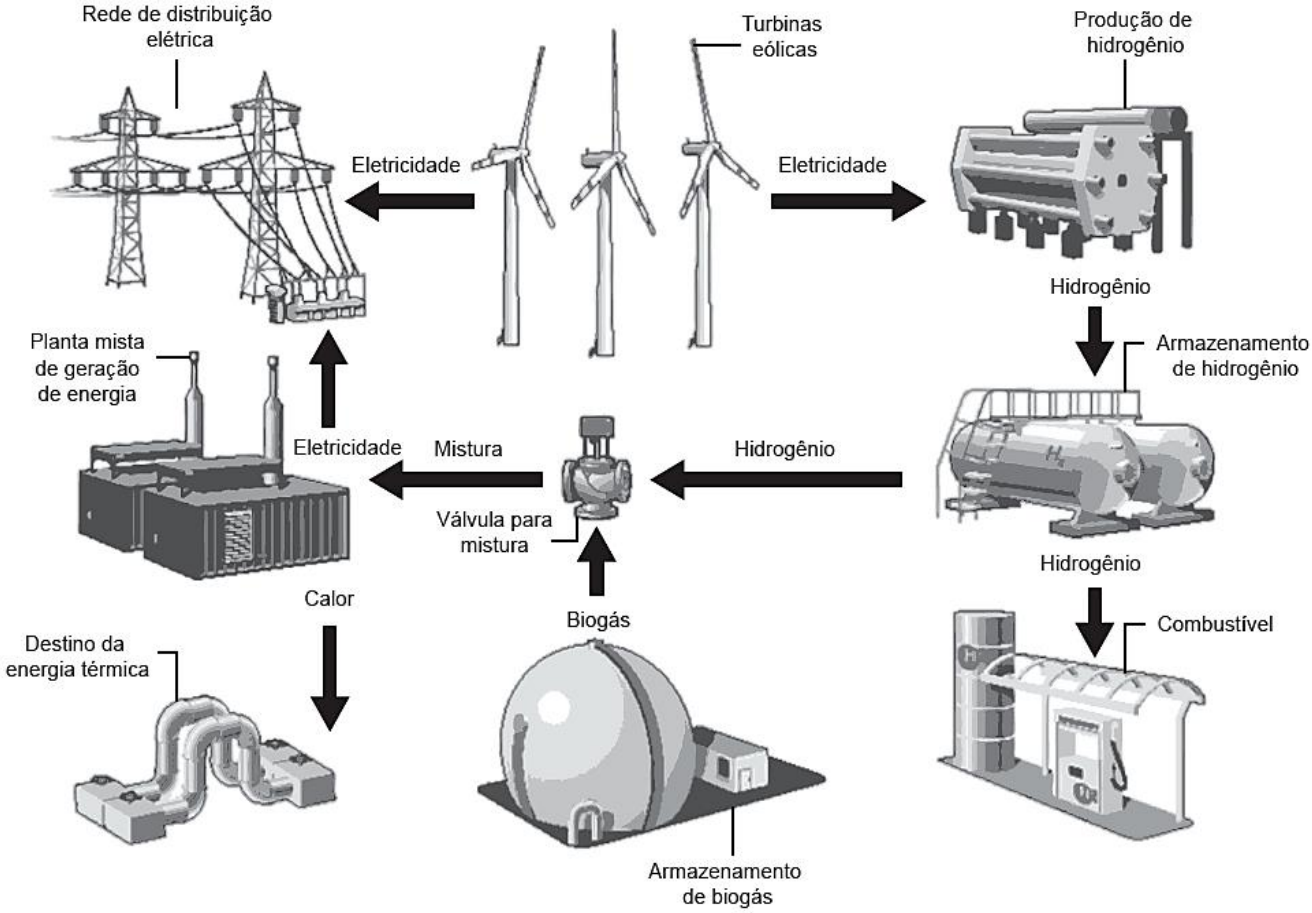
Item 038

2017 | F3-281

Regular; fonte: referência 3, página 89.

Questão 281 (2017.1)

A figura mostra o funcionamento de uma estação híbrida de geração de eletricidade movida a energia eólica e biogás. Essa estação possibilita que a energia gerada no parque eólico seja armazenada na forma de gás hidrogênio usado no fornecimento de energia para a rede elétrica comum e para abastecer células a combustível.



(Disponível em: www.emertrag.com. Acesso em: 24.abr.2015 - adaptado)

Mesmo com ausência de Ventos por curtos períodos, essa estação continua abastecendo a cidade onde está instalada, pois o(a):

A) planta mista de geração de energia realiza eletrólise para enviar energia à rede de distribuição elétrica.
B) hidrogênio produzido e armazenado é utilizado na combustão com o biogás para gerar calor e eletricidade.
C) conjunto de turbinas continua girando com a mesma Velocidade, por inércia, mantendo a eficiência anterior.
D) combustão da mistura biogás-hidrogênio gera diretamente energia elétrica adicional para a manutenção da estação.
E) planta mista de geração de energia é capaz de utilizar todo o calor fornecido na combustão para a geração de eletricidade.

Item 038 – resolução 2017 / F3-281

Resolução **Resposta: B**

O excedente da geração eólica é convertido em energia química do hidrogênio e armazenado. Quando falta vento, esse combustível pode ser utilizado com o biogás para produzir calor e gerar eletricidade. A eletrólise consome energia; o armazenamento químico é que permite a continuidade do fornecimento.

Resolução complementar.

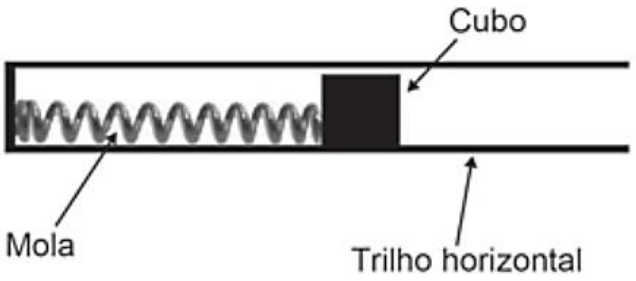
Item 039

2018 | F3-314

Regular; fonte: referência 3, página 103.

Questão 314 (2018.1)

Um projetista deseja construir um brinquedo que lance um pequeno cubo ao longo de um trilho horizontal, e o dispositivo precisa oferecer a opção de mudar a velocidade de lançamento. Para isso, ele utiliza uma mola e um trilho onde o atrito pode ser desprezado, conforme a figura.



Para que a velocidade de lançamento do cubo seja aumentada quatro vezes, o projetista deve:

A) manter a mesma mola e aumentar duas vezes a sua deformação.
B) manter a mesma mola e aumentar quatro vezes a sua deformação.
C) manter a mesma mola e aumentar dezesseis vezes a sua deformação.
D) trocar a mola por outra de constante elástica duas vezes maior e manter a deformação.
E) trocar a mola por outra de constante elástica quatro vezes maior e manter a deformação.

Resolução **Resposta: B**

A energia elástica se transforma em energia cinética: $kx^2/2 = mv^2/2$. Com a mesma mola e o mesmo cubo, $v = x\sqrt{k/m}$, de modo que a velocidade é proporcional à deformação. Para quadruplicar v, é necessário quadruplicar x.

Resolução complementar.

Item 040

2018 | F3-316

PPL; fonte: referência 3, página 103.

Questão 316 (2018.2)

Para que se faça a reciclagem das latas de alumínio são necessárias algumas ações, dentre elas:

1) recolher as latas e separá-las de outros materiais diferentes do alumínio por catação;

2) colocar as latas em uma máquina que separa as mais leves das mais pesadas por meio de um intenso jato de ar;

3) retirar, por ação magnética, os objetos restantes que contêm ferro em sua composição.

As ações indicadas possuem em comum o fato de

A) exigirem o fornecimento de calor.
B) fazerem uso da energia luminosa.
C) necessitarem da ação humana direta.
D) serem relacionadas a uma corrente elétrica.
E) ocorrerem sob a realização de trabalho de uma força.

Resolução **Resposta: E**

Nos três procedimentos há forças provocando deslocamentos dos materiais: a mão na catação, o ar na separação por jato e a força magnética na retirada do ferro. A característica comum é a realização de trabalho de uma força. Nem todos exigem calor, luz ou corrente elétrica no material separado.

Resolução complementar.

Regular; fonte: referência 1, página 53.

76. ENEM 2019 ★★

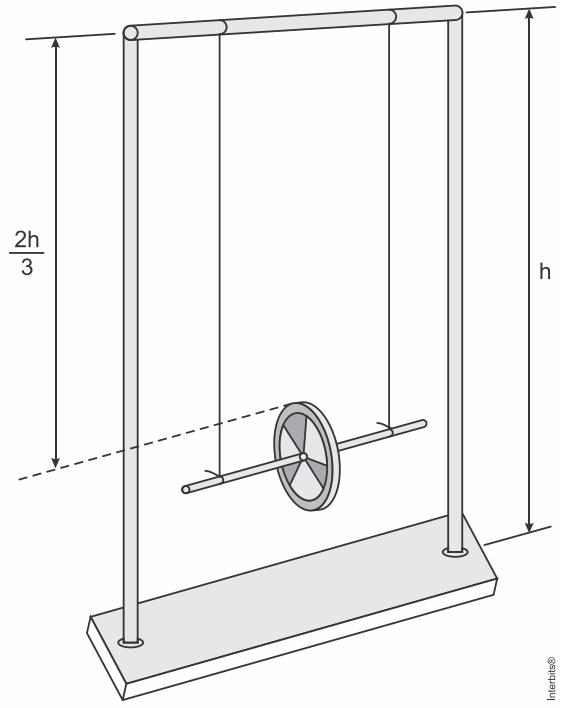
Numa feira de ciências, um estudante utilizará o disco de Maxwell (ioiô) para demonstrar o princípio da conservação da energia. A apresentação consistirá em duas etapas.

Etapa 1 – a explicação de que, à medida que o disco desce, parte de sua energia potencial gravitacional é transformada em energia cinética de translação e energia cinética de rotação;

Etapa 2 – o cálculo da energia cinética de rotação do disco no ponto mais baixo de sua trajetória, supondo o sistema conservativo.

Ao preparar a segunda etapa, ele considera a aceleração da gravidade igual a $10\ m.s^{-2}$ e a velocidade linear do centro de massa do disco desprezível em comparação com a velocidade angular. Em seguida, mede a altura do topo do disco em relação ao chão no ponto mais baixo de sua trajetória, obtendo $\frac{1}{3}$ da altura da haste do brinquedo.

As especificações de tamanho do brinquedo, isto é, de comprimento (C), largura (L) e altura (A), assim como da massa de seu disco de metal, foram encontradas pelo estudante no recorte de manual ilustrado a seguir.



Conteúdo: base de metal, hastes metálicas, barra superior, disco de metal.
Tamanho:

$(C \times L \times A)$: $300\ mm \times 100\ mm \times 410\ mm$.
Massa do disco de metal: $30\ g$

O resultado do cálculo da etapa 2, em joule, é:

a) $4{,}10 \times 10^{-2}$
b) $8{,}20 \times 10^{-2}$
c) $1{,}23 \times 10^{-1}$
d) $8{,}20 \times 10^{4}$
e) $1{,}23 \times 10^{5}$

GABARITO EM VÍDEO (CLIQUE)

Item 041 – resolução

2019 / F1-076

Resolução

Resposta: B

A queda vertical do disco é $\Delta h = (2/3) \cdot 0{,}410 \approx 0{,}273$ m. Desprezando a energia de translação, a energia potencial perdida vira energia de rotação: $K_{rot} \approx mg\Delta h = 0{,}030 \cdot 10 \cdot 0{,}273 \approx 8{,}20 \cdot 10^{-2}$ J.

Resolução complementar.

Item 042

2019 | F1-095

PPL; fonte: referência 1, página 63.

95. ENEM PPL 2019 ★★★

Prof Luiz Fonseca - @Polpa1

Uma das formas de se obter energia elétrica é usar uma lente convergente circular para concentrar os raios de sol em um único ponto, aquecendo um dispositivo localizado nesse ponto a uma temperatura elevada. Com a transformação da energia luminosa em energia térmica, pode ser criado vapor-d'água que moverá uma turbina e gerará energia elétrica. Para projetar um sistema de geração de energia elétrica, a fim de alimentar um chuveiro elétrico de $2.000\ W$ de potência, sabe-se que, neste local, a energia recebida do Sol é $1.000\ \frac{W}{m^2}$. Esse sistema apresenta taxa de eficiência de conversão em energia elétrica de 50% da energia solar incidente. Considere $\sqrt{\pi} = 1{,}8$.

Qual deve ser, em metro, o raio da lente para que esse sistema satisfaça aos requisitos do projeto?

a) 0,28
b) 0,32
c) 0,40
d) 0,80
e) 1,11

GABARITO EM VÍDEO (CLIQUE)

Resolução **Resposta: E**

A potência útil é $P = \eta I A$. Logo, $A = 2000/(0{,}50 \cdot 1000) = 4\ \text{m}^2$. Para a lente circular, $\pi r^2 = 4$, então $r = 2/\sqrt{\pi} = 2/1{,}8 \approx 1{,}11\ \text{m}$.

Resolução complementar.

Item 043

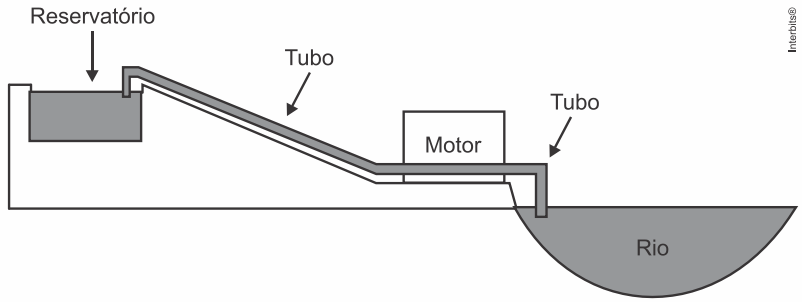
2020 | F1-085

PPL; fonte: referência 1, página 58.

85. ENEM PPL 2020 ★

Prof Luiz Fonseca - @Pobcd1

Um agricultor deseja utilizar um motor para bombear água ($\rho_{água} = 1\ kg\ L^{-1}$) de um rio até um reservatório onde existe um desnível de 30 m de altura entre o rio e o reservatório, como representado na figura. Ele necessita de uma vazão constante de 3.600 litros de água por hora.
Considere a aceleração da gravidade igual a $10\ m.s^{-2}$



Considerando a situação apresentada e desprezando efeitos de perdas mecânicas e elétricas, qual deve ser a potência mínima do motor para realizar a operação?

a) $1{,}0 \times 10^1\ W$
b) $5{,}0 \times 10^1\ W$
c) $3{,}0 \times 10^2\ W$
d) $3{,}6 \times 10^4\ W$
e) $1{,}1 \times 10^6\ W$

GABARITO EM VÍDEO (CLIQUE)

Resolução **Resposta: C**

A vazão de 3600 L/h equivale a 1 L/s, ou 1 kg/s de água. A potência mínima é a taxa de ganho de energia potencial: $P = \dot{m}gh = 1 \cdot 10 \cdot 30 = 300$ W, desconsiderando as perdas conforme solicitado.

Resolução complementar.

Item 044

2020 | F1-098

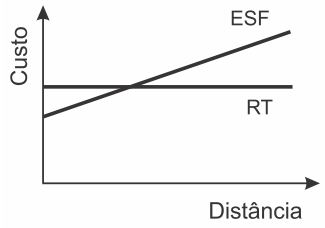
Digital; fonte: referência 1, página 65.

98. ENEM DIGITAL 2020 ★

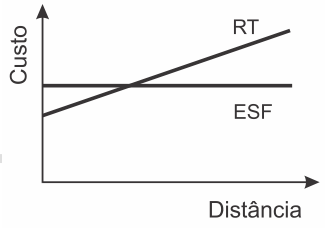
O custo de implantação de redes de transmissão aumenta linearmente com a distância da hidroelétrica, de modo que a partir de uma certa distância, o uso de energia solar fotovoltaica, que não depende da distância, é favorecido. Assim, em regiões isoladas da Amazônia, como é muito caro levar energia elétrica produzida por hidroelétricas através de redes de transmissão, o uso da energia solar fotovoltaica torna-se uma alternativa viável.

Dessa forma, o gráfico que representa qualitativamente os custos do uso de energia solar fotovoltaica (ESF) e da implantação de redes de transmissão (RT) em função da distância é

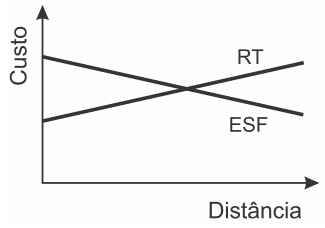
a)



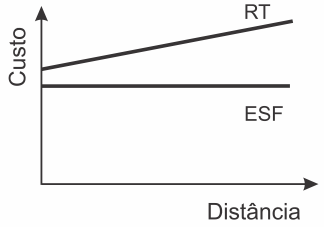
b)



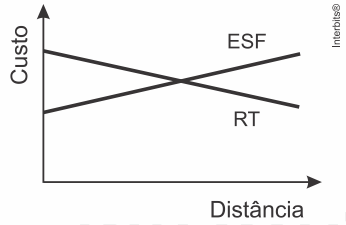
c)



d)



e)



Pr Fonseca - @Profpoa1

GABARITO EM VÍDEO (CLIQUE)

Resolução

Resposta: B

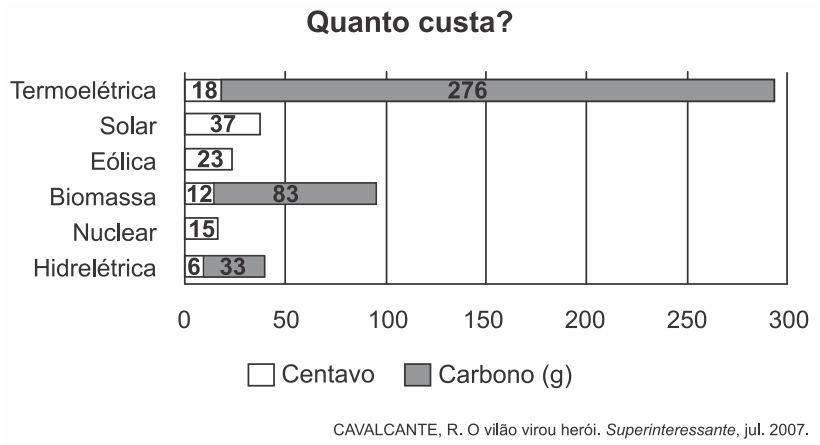
O custo da transmissão cresce linearmente com a distância, enquanto o custo fotovoltaico considerado permanece constante. Para favorecer a energia solar a partir de certa distância, a reta crescente de RT deve cruzar a horizontal de ESF vindo de baixo. Esse é o gráfico B.

Resolução complementar.

PPL; fonte: referência 1, página 65.

99. ENEM PPL 2020 ★

O uso de equipamentos elétricos custa dinheiro e libera carbono na atmosfera. Entretanto, diferentes usinas de energia apresentam custos econômicos e ambientais distintos. O gráfico mostra o custo, em centavo de real, e a quantidade de carbono liberado, dependendo da fonte utilizada para converter energia. Considera-se apenas o custo da energia produzida depois de instalada a infraestrutura necessária para sua produção.



CAVALCANTE, R. O vilão virou herói. *Superinteressante*, jul. 2007.

Em relação aos custos associados às fontes energéticas apresentadas, a energia obtida a partir do vento é

a) mais cara que a energia nuclear e emite maior quantidade de carbono.
b) a segunda fonte mais cara e é livre de emissões de carbono.
c) mais cara que a energia solar e ambas são livres de emissões de carbono.
d) mais barata que as demais e emite grandes quantidades de carbono.
e) a fonte que gera energia mais barata e livre de emissões de carbono.

GABARITO EM VÍDEO (CLIQUE)

Prof Luiz Fonseca - @Polpoa1

Resolução **Resposta: B**

No gráfico, a energia eólica custa 23 centavos, valor superado apenas pelos 37 centavos da solar. Na coluna de emissão, a eólica aparece sem carbono emitido no recorte operacional adotado pelo exercício. Portanto, é a segunda fonte mais cara e sem emissões nesse gráfico.

Resolução complementar.

Item 046

2021 | F1-087

PPL; fonte: referência 1, página 59.

87. ENEM PPL 2021 ★★

O Brasil possui um nível de irradiação solar tão alto que mesmo no local menos ensolarado do país é possível gerar mais eletricidade solar que no local mais ensolarado da Alemanha, que investe muito no desenvolvimento e implantação de plantas fotovoltaicas.
No ano de 2013, a quantidade de energia elétrica gerada em toda a Alemanha a partir de células solares, cuja eficiência média é de 15%, somou 30.000 GWh em uma área estimada de 170 km^2. Por sua vez, no chamado cinturão solar brasileiro, a irradiação chega a atingir 2.200 kWh/m^2 anuais. Uma alternativa de geração de energia elétrica nessa região é a instalação de células solares como as da Alemanha, que podem abastecer milhões de residências. No Brasil, nos últimos anos, o consumo médio residencial foi da ordem de 2.000 kWh anuais.

PIERRO, B. Para aproveitar o sol. *Pesquisa Fapesp*, n. 258, ago. 2017 (adaptado).

O número de residências, em milhões, que poderiam ser abastecidas caso fossem instalados, no cinturão solar brasileiro, painéis solares com área e eficiência equivalentes aos utilizados na Alemanha é mais próximo de:

a) 2,3
b) 15
c) 28
d) 56,1
e) 187

GABARITO EM VÍDEO (CLIQUE)

Resolução **Resposta: C**

A área é 170 km^2 $= 170 \cdot 10^6$ m^2. A energia anual gerada seria $E = 2200 \cdot 170 \cdot 10^6 \cdot 0{,}15 = 56{,}1 \cdot 10^9$ kWh. Dividindo pelo consumo de 2000 kWh por residência, obtém-se aproximadamente $28 \cdot 10^6$ residências.

Resolução complementar.

Item 047

2021 | F1-091

Regular; fonte: referência 1, página 61.

91. ENEM 2021 ★★

Analisando a ficha técnica de um automóvel popular, verificam-se algumas características em relação ao seu desempenho. Considerando o mesmo automóvel em duas versões, uma delas funcionando a álcool e outra, a gasolina, tem-se os dados apresentados no quadro, em relação ao desempenho de cada motor.

Prof Luiz Fonseca - @Polpoa1

Parâmetro	Motor a gasolina	Motor a álcool
Aceleração	de 0 a 100 km/h em 13,4s	de 0 a 100 km/h em 12,9s
Velocidade máxima	165 km/h	163 km/h

Considerando desprezível a resistência do ar, qual versão apresenta a maior potência?

a) Como a versão a gasolina consegue a maior aceleração, esta é a que desenvolve a maior potência.

b) Como a versão a gasolina atinge o maior valor de energia cinética, esta é a que desenvolve a maior potência

c) Como a versão a álcool apresenta a maior taxa de variação de energia cinética, esta é a que desenvolve a maior potência.

d) Como ambas as versões apresentam a mesma variação de velocidade no cálculo da aceleração, a potência desenvolvida é a mesma.

e) Como a versão a gasolina fica com o motor trabalhando por mais tempo para atingir os 100 km/h, esta é a que desenvolve a maior potência

GABARITO EM VÍDEO (CLIQUE)

Resolução **Resposta: C**

Para o mesmo carro partir do repouso e chegar a 100 km/h, a variação de energia cinética é a mesma. A potência média é $\Delta K/\Delta t$. A versão a álcool realiza essa variação em 12,9 s, menos que os 13,4 s da gasolina, tendo maior potência média nesse teste.

Resolução complementar.

Item 048

2022 | F1-079

Regular; fonte: referência 1, página 55.

79. ENEM 2022 ★★★

Um pai faz um balanço utilizando dois segmentos paralelos e iguais da mesma corda para fixar uma tábua a uma barra horizontal. Por segurança, opta por um tipo de corda cuja tensão de ruptura seja 25% superior à tensão máxima calculada nas seguintes condições:

- O ângulo máximo atingido pelo balanço em relação à vertical é igual a 90°;
- Os filhos utilizarão o balanço até que tenham uma massa de 24 kg.

Além disso, ele aproxima o movimento do balanço para o movimento circular uniforme, considera que a aceleração da gravidade é igual a 10 m/s² e despreza forças dissipativas.

Qual é a tensão de ruptura da corda escolhida?

a) 120 N
b) 300 N
c) 360 N
d) 450 N
e) 900 N

GABARITO EM VÍDEO (CLIQUE)

Resolução **Resposta: D**

Da posição horizontal até o ponto mais baixo, a queda é L. Pela conservação de energia, $v^2 = 2gL$. No ponto mais baixo, $2T - mg = mv^2/L = 2mg$, logo cada corda suporta $T = 3mg/2 = 360$ N. Acrescentando 25% de margem, a tensão de ruptura escolhida é $1{,}25 \cdot 360 = 450$ N.

Resolução complementar.

Item 049

2022 | F1-083

PPL; fonte: referência 1, página 57.

83. ENEM PPL 2022 ★★

Estudos apontam que o meteorito que atingiu o céu da Rússia em fevereiro de 2013 liberou uma energia equivalente a 500 quilotoneladas de TNT (trinitrotolueno), cerca de 30 vezes mais forte que a bomba atômica lançada pelos Estados Unidos em Hiroshima, no Japão, em 1945. Os cálculos estimam que o meteorito estava a 19 quilômetros por segundo no momento em que atingiu a atmosfera e que seu brilho era 30 vezes mais intenso do que o brilho do Sol.

A energia liberada pelo meteorito ao entrar na atmosfera terrestre é proveniente,

a) da queima de combustíveis contidos no meteorito.
b) de reações nucleares semelhantes às que ocorrem no Sol.
c) da energia cinética associada à grande velocidade do meteorito.
d) de reações semelhantes às que ocorrem em explosões nucleares.
e) da queima da grande quantidade de trinitrotolueno presente no meteorito.

GABARITO EM VÍDEO (CLIQUE)

Resolução **Resposta: C**

O meteorito chega com enorme energia cinética, $K = mv^2/2$. Ao interagir com a atmosfera, parte dessa energia se transforma em aquecimento, radiação e ondas de choque. Comparar a energia com toneladas de TNT não significa que o meteorito continha esse explosivo ou combustível químico equivalente.

Resolução complementar.

Item 050

2022 | F1-090

Regular; fonte: referência 1, página 61.

90. ENEM 2022 ★★

Em 2017, foi inaugurado, no estado da Bahia, O Parque Solar Lapa, composto por duas usinas (Bom Jesus da Lapa e Lapa) e capaz de gerar cerca de 300 GWh de energia por ano. Considere que cada usina apresente potência igual a 75 MW, com o parque totalizando uma potência instalada de 150 MW. Considere ainda que a irradiância solar média é de $1500\ W/m^2$ e que a eficiência dos painéis é de 20%.

Parque Solar Lapa entra em operação. Disponível em: www.canalbioenergia.com.br. Acesso em: 9 jun. 2022 (adaptado).

Nessas condições, a área total dos painéis solares que compõem o Parque Solar Lapa é mais

a) 1 000 000 m²
b) 500 000 m²
c) 250 000 m²
d) 100 000 m²
e) 20 000 m²

GABARITO EM VÍDEO (CLIQUE)

Resolução **Resposta: B**

A potência elétrica por área é $\eta I = 0{,}20 \cdot 1500 = 300\ \mathrm{W/m^2}$. Para a potência total de 150 MW, a área é $A = 150 \cdot 10^6/300 = 500000\ \mathrm{m^2}$. Os 300 GWh anuais não devem ser confundidos com potência instalada.

Resolução complementar.

Item 051

2023 | F1-097

Regular; fonte: referência 1, página 64.

97. ENEM 2023 ★

Prof. Luiz Fonseca - @Polpoa1

A utilização de tecnologia nuclear é um tema bastante controverso, por causa do risco de acidentes graves, como aqueles ocorridos em Chernobyl (1986), em Goiânia (1987) e em Fukushima (2011). Apesar de muitas desvantagens, como a geração de resíduos tóxicos, a descontaminação ambiental dispendiosa em caso de acidentes e a utilização em armas nucleares, a geração de energia nuclear apresenta vantagens em comparação a outras fontes de energia.

A geração dessa energia tem como característica:

a) Formar resíduos facilmente recicláveis.
b) Promover o aumento do desmatamento.
c) Contribuir para a produção de chuva ácida.
d) Emitir gases tóxicos que são lançados no ambiente.
e) E Produzir calor sem o consumo de combustíveis fósseis.

GABARITO EM VÍDEO (CLIQUE)

Resolução **Resposta: E**

A fissão nuclear libera energia que aquece o fluido do circuito térmico da usina. Esse calor pode ser produzido sem a combustão de carvão, petróleo ou gás natural. Essa é a vantagem indicada; ela não elimina a produção de resíduos radioativos nem os demais impactos citados.

Resolução complementar.

PPL; fonte: referência 1, página 68.

104. ENEM PPL 2023 ★★

A crescente facilidade para aquisição de aerogeradores e painéis fotovoltaicos tem permitido que unidades consumidoras tenham suas próprias unidades microgeradoras de energia. A integração das unidades microgeradoras à rede pública de distribuição pode beneficiar tanto as unidades consumidoras quanto as concessionárias de fornecimento, conforme o fluxograma. Quando as unidades microgeradoras não geram energia suficiente para a unidade consumidora, a rede de distribuição supre a diferença. Quando a unidade microgeradora gera excedente de energia, esse excedente poderá ser entregue à concessionária em troca de crédito.

Prof. Luiz Fonseca - @Pulpoa1



A vantagem técnica que as unidades microgeradoras proporcionam para as concessionárias da rede pública é a

a) redução das perdas energéticas provenientes do transporte de longa distância.
b) sincronização dos picos de produção das microgeradoras com os picos de demanda da rede pública.
c) diminuição da necessidade da rede pública, no caso de todas as unidades consumidoras optarem pela microgeração.
d) intensificação do uso da energia gerada por pequenas termoelétricas próximas às unidades consumidoras.
e) diminuição da dependência da energia gerada em grandes parques eólicos.

GABARITO EM VÍDEO (CLIQUE)

Resolução **Resposta: A**

Gerar parte da energia perto do local de consumo reduz a necessidade de transportá-la por longos trechos. Isso diminui as perdas resistivas nas linhas, dadas por $P_{perdida} = I^2R$. Não é necessário supor coincidência entre os picos de produção e consumo para reconhecer essa vantagem técnica.

Resolução complementar.

Item 053

2026 | O2026-92

Regular; fonte: INEP, caderno amarelo, página 2; questão original 92.

QUESTÃO 92

O quadro lista o resultado da simulação feita por uma engenheira para dimensionar as fontes de calor no interior de um escritório onde trabalham 20 pessoas. Todos os equipamentos e as pessoas dissipam calor de acordo com os valores no quadro. Para manter constante a temperatura do escritório, ela precisa de um aparelho de ar-condicionado o mais econômico possível. Considere as paredes isolantes e o fator de conversão 1 Btu/h = 0,3 W.

Fonte de calor	Quantidade	Potência individual (W)
Lâmpada	10	100
Computador	20	150
Geladeira	2	500
Pessoa adulta	20	200

Qual é a capacidade de refrigeração, em British thermal unit por hora, do aparelho selecionado?

A) 7 000 Btu/h
B) 10 000 Btu/h
C) 12 000 Btu/h
D) 24 000 Btu/h
E) 30 000 Btu/h

Resolução **Resposta: E**

A potência dissipada é $10 \cdot 100 + 20 \cdot 150 + 2 \cdot 500 + 20 \cdot 200 = 1000 + 3000 + 1000 + 4000 = 9000$ W. O aparelho deve retirar essa potência: $9000/0{,}3 = 30\,000$ Btu/h. Entre as opções, a mais econômica que atende é a de 30 000 Btu/h.

Resolução complementar.

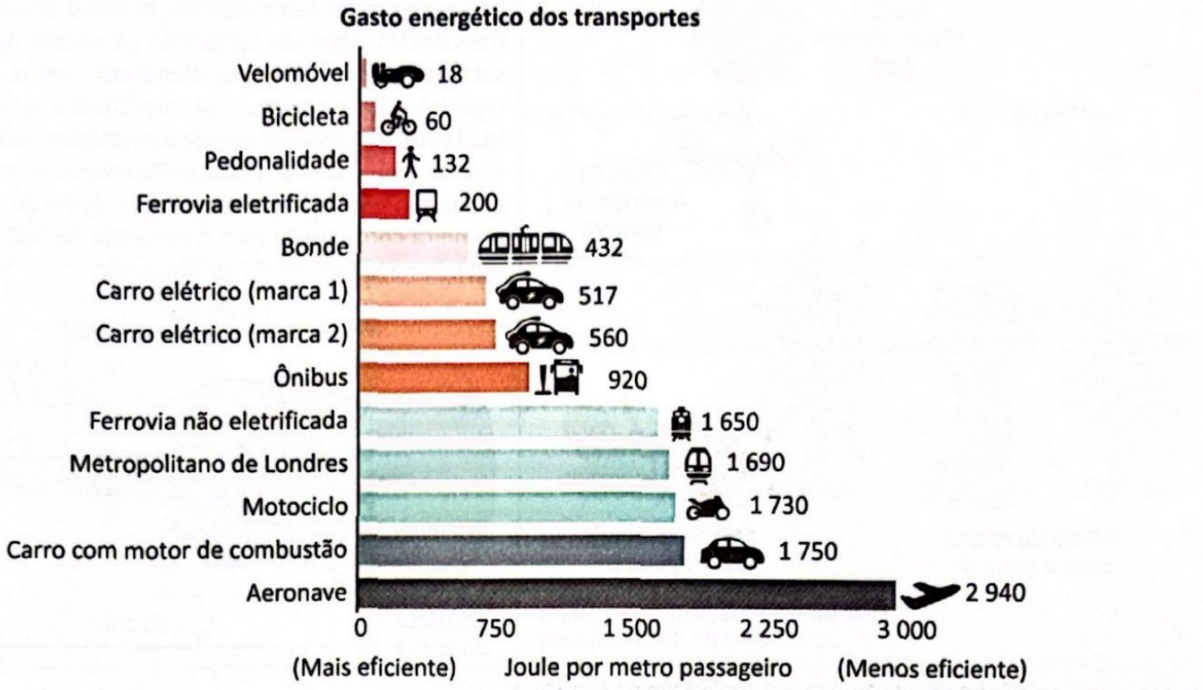
Item 054

2026 | O2026-114

Regular; fonte: INEP, caderno amarelo, página 10; questão original 114.

QUESTÃO 114

Uma fabricante de automóveis anunciou o plano de eletrificar toda a sua frota até o ano 2030. Determinado protótipo é parte fundamental dessa estratégia por ter autonomia de 1 000 km e um gasto energético de 1 kWh para cada 10 km, quando ocupado por quatro pessoas. O gráfico apresenta, para vários meios de transporte, o gasto energético por passageiro, considerado como um dos fatores determinantes para o desenvolvimento de políticas públicas de regulação dos meios de transporte.



Disponível em: https://quatrorodas.abril.com.br. Acesso em: 2 dez. 2021 (adaptado).

De acordo com o gráfico, quantos meios de transporte apresentam maior eficiência energética que esse protótipo?

A 1
B 2
C 4
D 5
E 7

Resolução **Resposta: B**

O protótipo gasta 1 kWh $= 3{,}6 \cdot 10^6$ J a cada 10 km $= 10^4$ m com 4 pessoas: $\dfrac{3{,}6 \cdot 10^6}{10^4 \cdot 4} = 90$ J por metro por passageiro. Apresentam gasto menor (maior eficiência) apenas o velomóvel (18) e a bicicleta (60): 2 meios de transporte.

Resolução complementar.

Item 055

2026 | O2026-133

Regular; fonte: INEP, caderno amarelo, página 15; questão original 133.

QUESTÃO 133

O quadro foi retirado de um manual que apresenta as especificações e a potência de um aparelho de TV.

Alimentação		110-220 V e 50-60 Hz
Potência	Média em uso	158 W
	Em espera	1 W

Se uma pessoa assistiu à TV durante 4 horas e no restante do dia o aparelho permaneceu em espera, qual é a porcentagem da energia utilizada em espera quando comparada com o total de energia utilizado?

A) 0,2%
B) 0,6%
C) 1,0%
D) 3,0%
E) 20%

Resolução **Resposta: D**

Energia em uso: $158 \cdot 4 = 632$ Wh. Energia em espera: $1 \cdot 20 = 20$ Wh. Total: 652 Wh. A fração em espera é $20/652 \approx 0{,}0307$, isto é, cerca de 3,0%.

Resolução complementar.

Impulso, quantidade de movimento e colisões

Tema 06 | 11 itens com resoluções.

Item 001

2014 | F5-038

PPL; fonte: referência 5, página 22.

38. (Enem PPL 2014) Durante um reparo na estação espacial internacional, um cosmonauta, de massa $90kg,$ substitui uma bomba do sistema de refrigeração, de massa $360kg,$ que estava danificada. Inicialmente, o cosmonauta e a bomba estão em repouso em relação à estação. Quando ele empurra a bomba para o espaço, ele é empurrado no sentido oposto. Nesse processo, a bomba adquire uma velocidade de $0,2m/s$ em relação à estação.

Qual é o valor da velocidade escalar adquirida pelo cosmonauta, em relação à estação, após o empurrão?

a) $0,05m/s$
b) $0,20m/s$
c) $0,40m/s$
d) $0,50m/s$
e) $0,80m/s$

Resolução **Resposta: E**

Resposta da questão 38:
[E]

Tratando de um sistema mecanicamente isolado, ocorre conservação da quantidade de movimento.
Assim:

$$|Q|_c = |Q|_b \Rightarrow m_c v_c = m_b v_b \Rightarrow 90\, v_c = 360(0,2) \Rightarrow \boxed{v_c = 0,8 \text{ m/s.}}$$

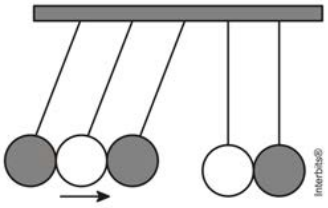
Resolução reproduzida da referência 5.

Item 002

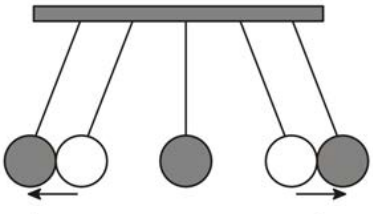
2014 | F5-039

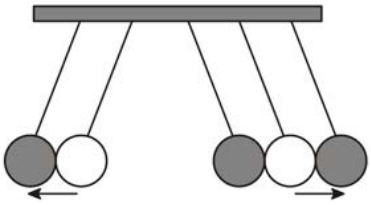
Regular; fonte: referência 5, página 23.

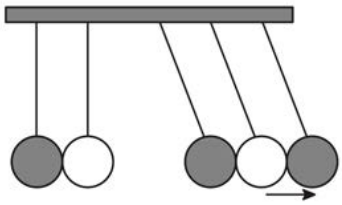
39. (Enem 2014) O pêndulo de Newton pode ser constituído por cinco pêndulos idênticos suspensos em um mesmo suporte. Em um dado instante, as esferas de três pêndulos são deslocadas para a esquerda e liberadas, deslocando-se para a direita e colidindo elasticamente com as outras duas esferas, que inicialmente estavam paradas.

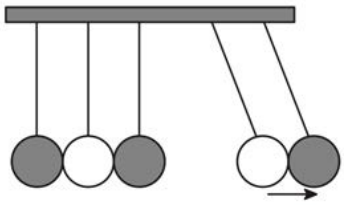


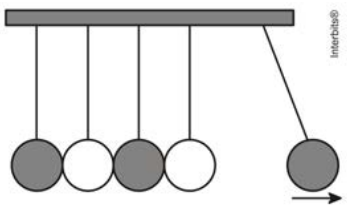
O movimento dos pêndulos após a primeira colisão está representado em:

a)


b)


c)


d)


e)


Resolução **Resposta: C**

Resposta da questão 39:
[C]

Como se trata de sistema mecanicamente isolado, ocorre conservação da quantidade de movimento.

$Q_{final} < Q_{incial} \Rightarrow Q_{final} = 3\ mv.$

Portanto, após as colisões, devemos ter três esferas bolas com velocidade v como mostra a alternativa [C].

Podemos também pensar da seguinte maneira: as esferas têm massas iguais e os choques são frontais e praticamente elásticos. Assim, a cada choque, uma esfera para, passando sua velocidade para a seguinte. Enumerando as esferas da esquerda para a direita de 1 a 5, temos:

– A esfera 3 choca-se com a 4, que se choca com a 5. As esferas 3 e 4 param e a 5 sai com velocidade v;

– A esfera 2 choca-se com a 3, que se choca com a 4. As esferas 2 e 3 param e a 4 sai com velocidade v;

– A esfera 1 choca-se com a 2, que se choca com a 3. As esferas 1 e 2 param e a 3 sai com velocidade v.

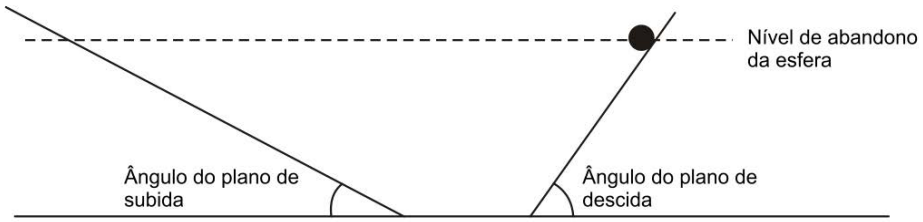
Resolução reproduzida da referência 5.

Item 003

2014 | F5-040

Regular; fonte: referência 5, página 23.

40. (Enem 2014) Para entender os movimentos dos corpos, Galileu discutiu o movimento de uma esfera de metal em dois planos inclinados sem atritos e com a possibilidade de se alterarem os ângulos de inclinação, conforme mostra a figura. Na descrição do experimento, quando a esfera de metal é abandonada para descer um plano inclinado de um determinado nível, ela sempre atinge, no plano ascendente, no máximo, um nível igual àquele em que foi abandonada.



Galileu e o plano inclinado. Disponível em: www.fisica.ufpb.br. Acesso em: 21 ago. 2012 (adaptado).

Se o ângulo de inclinação do plano de subida for reduzido a zero, a esfera
a) manterá sua velocidade constante, pois o impulso resultante sobre ela será nulo.
b) manterá sua velocidade constante, pois o impulso da descida continuará a empurrá-la.
c) diminuirá gradativamente a sua velocidade, pois não haverá mais impulso para empurrá-la.
d) diminuirá gradativamente a sua velocidade, pois o impulso resultante será contrário ao seu movimento.
e) aumentará gradativamente a sua velocidade, pois não haverá nenhum impulso contrário ao seu movimento.

Gravitação

Resolução **Resposta: A**

Resposta da questão 40:
[A]

Se o ângulo de inclinação do plano de subida for reduzido à zero, a esfera passa a se deslocar num plano horizontal. Sendo desprezíveis as forças dissipativas, a resultante das forças sobre ela é nula, portanto o impulso da resultante também é nulo, ocorrendo

conservação da quantidade de movimento. Então, por inércia, a velocidade se mantém constante.

Resolução reproduzida da referência 5.

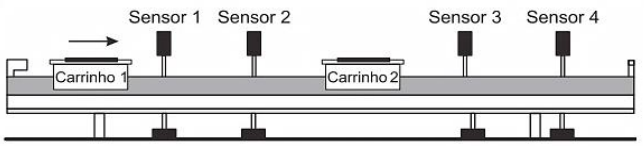
Item 004

2016 | F3-238

Regular; fonte: referência 3, página 77.

Questão 238 (2016.1)

O trilho de ar é um dispositivo utilizado em laboratórios de física para analisar movimentos em que corpos de prova (carrinhos) podem se mover com atrito desprezível. A figura ilustra um trilho horizontal com dois carrinhos (1 e 2) em que se realiza um experimento para obter a massa do carrinho 2. No instante em que o carrinho 1, de massa 150,0 g, passa a se mover com velocidade escalar constante, o carrinho 2 está em repouso. No momento em que o carrinho 1 se choca com o carrinho 2, ambos passam a se movimentar juntos com velocidade escalar constante. Os sensores eletrônicos distribuídos ao longo do trilho determinam as posições e registram os instantes associados a passagem de cada carrinho, gerando os dados do quadro.



Carrinho 1		Carrinho 2	
Posição (cm)	Instante (s)	Posição (cm)	Instante (s)
15,0	0,0	45,0	0,0
30,0	1,0	45,0	1,0
75,0	8,0	75,0	8,0
90,0	11,0	90,0	11,0

Com base nos dados experimentais, o valor da massa do carrinho 2 é igual a:

A) 50,0 g.
B) 250,0 g.
C) 300,0 g.
D) 450,0 g.
E) 600,0 g.

Resolução **Resposta: C**

Antes da colisão, $v_1 = (30-15)/(1-0) = 15$ cm/s. Depois, a velocidade comum é $v_f = (90-75)/(11-8) = 5$ cm/s. Conservando a quantidade de movimento: $150 \cdot 15 = (150 + m_2) \cdot 5$. Assim, $m_2 = 300$ g. A energia cinética não se conserva nessa colisão com acoplamento.

Resolução complementar.

Item 005

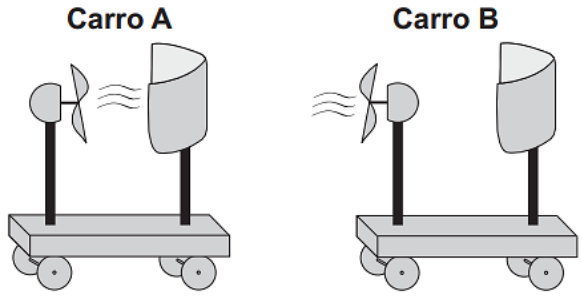
Regular; fonte: referência 3, página 101.

Questão 311 (2018.1)

Em desenhos animados é comum vermos a personagem tentando impulsionar um barco soprando ar contra a vela para compensar a falta de vento. Algumas vezes usam o próprio fôlego, foles ou ventiladores.

Estudantes de um laboratório didático resolveram investigar essa possibilidade. Para isso, usaram dois pequenos carros de plástico, **A** e **B**, instalaram sobre estes pequenas ventoinhas e fixaram verticalmente uma cartolina de curvatura parabólica para desempenhar uma função análoga á vela de um barco. No carro **B** inverteu-se o sentido da ventoinha e manteve-se a vela, a fim de manter as características físicas do barco, massa e formato da cartolina. As figuras representam os carros produzidos. A montagem do carro **A** busca simular a situação dos desenhos animados, pois a ventoinha está direcionada para a vela.

Com os carros orientados de acordo com as figuras, os estudantes ligaram as ventoinhas, aguardaram o fluxo de ar ficar permanente e determinaram os módulos das velocidades médias dos carros **A** (V_A) e **B** (V_B) para o mesmo intervalo de tempo.



A respeito das intensidades das velocidades médias e do sentido de movimento do carro A, os estudantes observaram que:

A) $V_A = 0$; $V_B > 0$; o carro **A** não se move.
B) $0 < V_A < V_B$; o carro **A** se move para a direita.
C) $0 < V_A < V_B$; o carro **A** se move para a esquerda.
D) $0 < V_B < V_A$; o carro **A** se move para a direita.
E) $0 < V_B < V_A$; o carro **A** se move para a esquerda.

Resolução **Resposta: B**

O ar expelido pela ventoinha transporta quantidade de movimento e sofre mudança de direção ao atingir a vela curva. A força sobre a vela compensa parcialmente a reação sobre a ventoinha, mas o fluxo que escapa permite um movimento resultante para a direita. Sem essa compensação parcial, o carro B ganha maior velocidade: $0 < v_A < v_B$.

Resolução complementar.

Item 006

2019 | F1-109

Regular; fonte: referência 1, página 71.

109. ENEM 2019 ★★★

Em qualquer obra de construção civil é fundamental a utilização de equipamentos de proteção individual, tal como capacetes. Por exemplo, a queda livre de um tijolo de massa 2,5 kg de uma altura de 5 m, cujo impacto contra um capacete pode durar até 0,5 s, resulta em uma força impulsiva média maior do que o peso do tijolo. Suponha que a aceleração gravitacional seja 10 $m.s^{-2}$ e que o efeito de resistência do ar seja desprezível.

A força impulsiva média gerada por esse impacto equivale ao peso de quantos tijolos iguais?

a) 2
b) 5
c) 10
d) 20
e) 50

GABARITO EM VÍDEO (CLIQUE)

Conservação da quantidade de movimento

Resolução **Resposta: A**

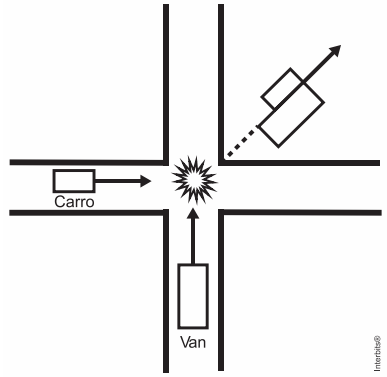
A velocidade do tijolo antes do impacto é $v = \sqrt{2gh} = 10$ m/s. O impulso de parada tem módulo $mv = 25$ N s e corresponde a uma força resultante média $25/0{,}5 = 50$ N. Como cada tijolo pesa 25 N, a componente impulsiva considerada no item equivale ao peso de dois tijolos. A força de contato total incluiria também o peso durante a interação.

Resolução complementar.

PPL; fonte: referência 1, página 75.

114. ENEM PPL 2021 ★★

Foi realizada uma perícia técnica de um acidente de trânsito em que um carro colidiu com uma van em um cruzamento a 90°, como esquematizado na figura. A van tem massa duas vezes maior que o carro. Depois da colisão, os dois veículos permaneceram "grudados" um ao outro e deslocaram-se a um ângulo de 45° com a direção de suas velocidades iniciais. Um radar mediu o módulo da velocidade da van, imediatamente antes da colisão, encontrando 40 km/h.



Qual o valor do módulo da velocidade do carro, em quilômetro por hora (km/h), imediatamente antes da colisão?

a) 20
b) $20\sqrt{2}$
c) 40
d) $40\sqrt{2}$
e) 80

GABARITO EM VÍDEO (CLIQUE)

Resolução **Resposta: E**

Como o conjunto sai a 45°, as componentes perpendiculares da quantidade de movimento total têm o mesmo módulo. Logo, $m_{carro}v_{carro} = m_{van}v_{van}$. Com $m_{van} = 2m_{carro}$ e $v_{van} = 40$ km/h, resulta $v_{carro} = 80$ km/h.

Resolução complementar.

Item 008

2022 | F1-108

PPL; fonte: referência 1, página 71.

Prof. Zé Fonseca - @Poipoai

108. ENEM PPL 2022 ★★

Esteiras e escadas rolantes são dispositivos que deslocam, a velocidade constante, os objetos neles colocados, por meio de sistemas de controle com sensores. Quando a massa total do dispositivo varia, seja pelo acréscimo ou pela retirada de objetos, a ação de forças impulsivas mantém a velocidade constante. Como exemplo, considere que a massa total diminua de 1200 kg para 1000 kg em um intervalo de tempo de 0,10 s, e que, então, seja aplicada uma força impulsiva constante de 250 N para manter constante a velocidade.

No exemplo mencionado, o valor da velocidade constante do dispositivo rolante é, em m/s,

a) 0,011
b) 0,021
c) 0,025
d) 0,125
e) 0,500

GABARITO EM VÍDEO (CLIQUE)

Resolução

Resposta: D

No modelo impulsivo proposto, $I = F\Delta t = 250 \cdot 0{,}10 = 25$ N s. A variação de quantidade de movimento associada à alteração da massa, mantendo v, tem módulo $|\Delta p| = |\Delta m|v = 200v$. Assim, $200v = 25$ e $v = 0{,}125$ m/s.

Resolução complementar.

Item 009

2022 | F1-112

Regular; fonte: referência 1, página 73.

112. ENEM 2022 ★★

Em um autódromo, os carros podem derrapar em uma curva e bater na parede de proteção. Para diminuir o impacto de uma batida, pode-se colocar na parede uma barreira de pneus, isso faz com que a colisão seja mais demorada e o carro retorne com velocidade reduzida. Outra opção é colocar uma barreira de blocos de um material que se deforma, tornando-a tão demorada quanto a colisão com os pneus, mas que não permite a volta do carro após a colisão.

Comparando as duas situações, como ficam a força média exercida sobre o carro e a energia mecânica dissipada?

a) A força é maior na colisão com a barreira de pneus, e a energia dissipada é maior na colisão com a barreira de blocos.
b) A força é maior na colisão com a barreira de blocos, e energia dissipada é maior na colisão com a barreira de pneus
c) A força é maior na colisão com a barreira de blocos, e a energia dissipada é a mesma nas duas situações.

d) A força é maior na colisão com a barreira de pneus, e a energia dissipada é maior na colisão com a barreira de pneus
e) A força é maior na colisão com a barreira de blocos, e a energia dissipada é maior na colisão com a barreira de blocos.

GABARITO EM VÍDEO (CLIQUE)

Resolução **Resposta: A**

Com os pneus, o carro retorna e sua quantidade de movimento muda de sentido; o módulo do impulso é maior que quando ele apenas para nos blocos. Para o mesmo tempo de colisão, a força média é maior nos pneus. Já os blocos deixam energia cinética final nula e dissipam mais energia mecânica.

Resolução complementar.

Item 010

2024 | O2024-91

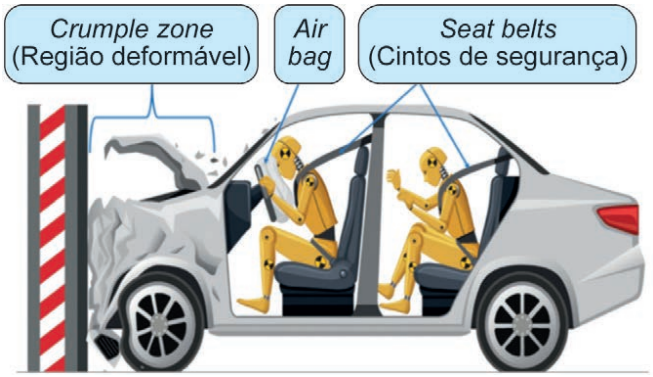
Regular; fonte: INEP, caderno azul, página 2; questão original 91.

QUESTÃO 91

Muitas pessoas ainda se espantam com o fato de um passageiro sair ileso de um acidente de carro enquanto o veículo onde estava teve perda total. Essas pessoas talvez considerem, equivocadamente, que os carros mais seguros são os que têm as estruturas mais rígidas, ou seja, estruturas, que durante uma colisão, apresentam menor deformação. Na verdade, o que ocorre é o contrário. Por isso, a partir de 1958, passaram a ser produzidos carros com partes que se deformam facilmente.

DAY, C. **Crumple Zones**. Disponível em: https://pubs.aip.org. Acesso em: 2 jul. 2024 (adaptado).

Assim, além dos cintos de segurança e dos airbags, os carros modernos passaram a contar com o dispositivo de segurança conhecido como *crumple zone* (região deformável, em inglês), conforme a figura.



Momentum and Car safety. GCSE Physics Revision. Disponível em: www.shalom-education.com. Acesso em: 5 jul. 2024 (adaptado).

Considerando o carro, seus ocupantes e o muro da figura como um sistema isolado, o *crumple zone* aumenta a segurança dos passageiros porque, durante uma colisão, a deformação da estrutura do carro

A) aciona os airbags do veículo.
B) absorve a energia cinética do sistema.
C) consome a quantidade de movimento do sistema.
D) cria uma barreira de proteção para seus ocupantes.
E) diminui a velocidade do centro de massa do sistema.

Resolução **Resposta: B**

A deformação transforma parte da energia cinética macroscópica em energia interna e trabalho de deformação. Ela também aumenta o tempo e a distância de desaceleração, reduzindo forças médias sobre os ocupantes para a mesma variação de velocidade. Em um sistema isolado, a quantidade de movimento total se conserva; ela não é consumida.

Resolução complementar.

Item 011

2026 | O2026-94

Regular; fonte: INEP, caderno amarelo, página 3; questão original 94.

QUESTÃO 94

Em um reator de fusão nuclear, é necessário produzir plasma a um milhão de graus centígrados para desencadear reações de fusão nuclear controladas. O plasma é formado por um gás ionizado que contém inicialmente deutério D^+ e trítio T^+ (isótopos do hidrogênio, com um e dois nêutrons, respectivamente). Nesse plasma, a energia térmica é suficientemente alta para desencadear uma reação de fusão nuclear na qual o núcleo do deutério, partícula D^+, e o núcleo de trítio, partícula T^+, colidem para formar uma partícula α e um nêutron n. A representação dessa reação de fusão é

$$D^+ + T^+ \longrightarrow \alpha + n$$

A partícula α é formada por dois prótons e dois nêutrons. A energia liberada pela fusão é dividida na forma de energia cinética entre a partícula α e o nêutron n. Considere as massas do próton e do nêutron iguais, que o momento linear total das partículas reagentes é nulo e também que a energia cinética dos produtos é de 20 MeV.

Disponível em: www.scientificamerican.com. Acesso em: 11 nov. 2019 (adaptado).

Nessa reação de fusão, a energia cinética do nêutron, em megaelétron-volt, é

A) 4,0 MeV.
B) 10 MeV.
C) 13 MeV.
D) 15 MeV.
E) 16 MeV.

Resolução **Resposta: E**

O momento linear inicial é nulo; logo, α e nêutron saem com momentos de mesmo módulo p. Como $E_c = p^2/(2m)$, a energia cinética é inversamente proporcional à massa. Com $m_\alpha = 4m_n$, temos $E_n = 4E_\alpha$ e $E_n + E_\alpha = 20$ MeV. Assim, $E_\alpha = 4$ MeV e $E_n = 16$ MeV.

Resolução complementar.

Hidrostática e fluidos

Tema 07 | 36 itens com resoluções.

Item 001

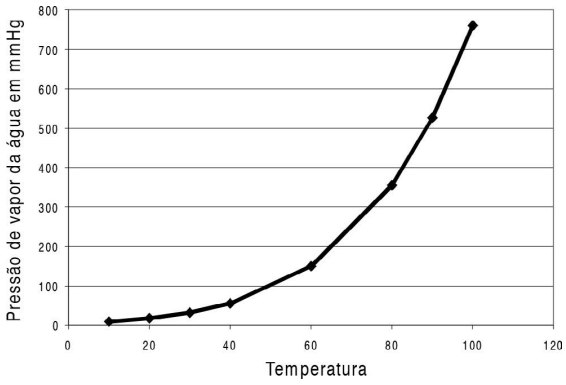
1998 | F4-037

Regular; fonte: referência 4, página 109.

Enunciado e resolução reproduzidos da referência 4. Resposta: C.

46. **(ENEM 1998)** A tabela a seguir registra a pressão atmosférica em diferentes altitudes, e o gráfico relaciona a pressão de vapor da água em função da temperatura

Atitude (km)	Pressão atmosférica (mm Hg)
0	760
1	600
2	480
4	300
6	170
8	120
10	100



Um líquido, num frasco aberto, entra em ebulição a partir do momento em que a sua pressão de vapor se iguala à pressão atmosférica. Assinale a opção correta, considerando a tabela, o gráfico e os dados apresentados, sobre as seguintes cidades:

Natal (RN) Campos do Jordão (SP) Pico da Neblina (RR)	nível do mar. altitude 1628m. altitude 3014 m.

A temperatura de ebulição será:

(A) maior em Campos do Jordão.
(B) menor em Natal.
(C) menor no Pico da Neblina.
(D) igual em Campos do Jordão e Natal.
(E) não dependerá da altitude.

Considerando a tabela, o gráfico e os dados apresentados, concluímos:

1) Quanto maior a altitude do local menor será a pressão atmosférica.

2) A água entra em ebulição quando a sua pressão de vapor for igual à pressão atmosférica.

3) Quanto maior a pressão de vapor da água maior será sua temperatura de ebulição.

Portanto, como o Pico da Neblina é o local mais alto, terá a menor pressão atmosférica e terá o menor ponto de ebulição da água. E em Natal que é o local mais baixo terá a maior pressão atmosférica e o maior ponto de ebulição da água. Campos de Jordão terá pressão atmosférica e ponto de ebulição da água intermediário.

Analisando as afirmativas, quanto à temperatura de ebulição da água: **A:** Incorreta, pois em Campos do Jordão será intermediária, situando-se entre os valores de Pico da Neblina e Natal; **B:** Incorreta, pois será maior em Natal; **C:** Correta, será realmente menor no Pico da Neblina; **D:** Incorreta, pois não será igual em Campos do Jordão e Natal; **E:** Incorreta, pois ela depende da altitude.

Gabarito "C"

Item 002

2000 | F4-036

Regular; fonte: referência 4, página 108.

Enunciado e resolução reproduzidos da referência 4. Resposta: A.

45. **(ENEM 2000)** A adaptação dos integrantes da seleção brasileira de futebol à altitude de La Paz foi muito comentada em 1995, por ocasião de um torneio, como pode ser lido no texto abaixo.

> "A seleção brasileira embarca hoje para La Paz, capital da Bolívia, situada a 3.700 metros de altitude, onde disputará o torneio Interamérica. A adaptação deverá ocorrer em um prazo de 10 dias, aproximadamente. O organismo humano, em altitudes elevadas, necessita desse tempo para se adaptar, evitando-se, assim, risco de um colapso circulatório."
>
> (Adaptado da revista *Placar*, edição fev.1995)

A adaptação da equipe foi necessária principalmente porque a atmosfera de La Paz, quando comparada à das cidades brasileiras, apresenta:

(A) menor pressão e menor concentração de oxigênio.
(B) maior pressão e maior quantidade de oxigênio.
(C) maior pressão e maior concentração de gás carbônico.
(D) menor pressão e maior temperatura.
(E) maior pressão e menor temperatura.

A pressão atmosférica diminui com o aumento da altitude. Isso ocorre porque o peso do ar sobre as camadas elevadas da atmosfera é menor do que aquele que age sobre as camadas mais baixas. Como o ar, em altitudes mais elevadas tem uma menor pressão ele será mais rarefeito tendo, portanto, menos oxigênio. Isto é o que ocorre em La Paz que se encontra numa altitude mais elevada comparada à das cidades brasileiras e sua a atmosfera tem menor pressão e menor concentração de oxigênio. Portanto, as equipes de futebol do Brasil têm dificuldades em respirar em La Paz, e precisam de um longo período de tempo para adaptação, senão correrão riscos de terem colapsos circulatórios.

Gabarito "A"

Item 003

2009 | F5-056

Prova cancelada; fonte: referência 5, página 33.

56. (Enem cancelado 2009) O pó de café jogado no lixo caseiro e, principalmente, as grandes quantidades descartadas em bares e restaurantes poderão transformar em uma nova opção de matéria prima para a produção de biodiesel, segundo estudo da Universidade de Nevada (EUA). No mundo, são cerca de 8 bilhões de quilogramas de pó de café jogados no lixo por ano. O estudo mostra que o café descartado tem 15% de óleo, o qual pode ser convertido em biodiesel pelo processo tradicional. Além de reduzir significativamente emissões prejudiciais, após a extração do óleo, o pó de café é ideal como produto fertilizante para jardim.

Revista Ciência e Tecnologia no Brasil, nº 155, jan. 2009.

Considere o processo descrito e a densidade do biodiesel igual a 900 kg/m^3. A partir da quantidade de pó de café jogada no lixo por ano, a produção de biodiesel seria equivalente a
a) 1,08 bilhão de litros.
b) 1,20 bilhão de litros.
c) 1,33 bilhão de litros.
d) 8,00 bilhões de litros.
e) 8,80 bilhões de litros.

Resolução **Resposta: C**

Há $8 \cdot 10^9$ kg de pó de café por ano. A massa de óleo aproveitável é $0{,}15 \cdot 8 \cdot 10^9 = 1{,}2 \cdot 10^9$ kg. Com densidade de 900 kg/m^3, o volume é $1{,}33 \cdot 10^6$ m^3, ou $1{,}33 \cdot 10^9$ L. Esta resolução corrige os expoentes e as unidades inconsistentes no comentário da apostila.

Resolução complementar: correção das unidades do comentário original.

Item 004

2009 | F5-057

Prova cancelada; fonte: referência 5, página 33.

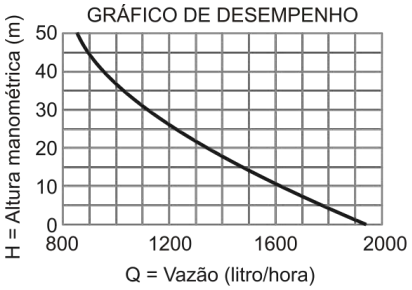
57. (Enem cancelado 2009) O uso da água do subsolo requer o bombeamento para um reservatório elevado. A capacidade de bombeamento (litros/hora) de uma bomba hidráulica depende da pressão máxima de bombeio, conhecida como altura manométrica H (em metros), do comprimento L da tubulação que se estende da bomba até o reservatório (em metros), da altura de bombeio h (em metros) e do desempenho da bomba (exemplificado no gráfico).
De acordo com os dados a seguir, obtidos de um fabricante de bombas, para se determinar a quantidade de litros bombeados por hora para o reservatório com uma determinada bomba, deve-se:
1 - Escolher a linha apropriada na tabela correspondente à altura (h), em metros, da entrada da água na bomba até o reservatório.

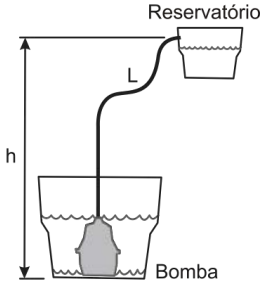
2 - Escolher a coluna apropriada, correspondente ao comprimento total da tubulação (L), em metros, da bomba até o reservatório.
3 - Ler a altura manométrica (H) correspondente ao cruzamento das respectivas linha e coluna na tabela.
4 - Usar a altura manométrica no gráfico de desempenho para ler a vazão correspondente.

L = Comprimento total da tubulação (em metro), da bomba até o reservatório.

H = Altura manométrica total, em metro.

h = Altura (em metro) da entrada da água na bomba até o reservatório.	10	20	40	60	80	100	125	150	175	200	225	250	300
	5	6	7	8	10	11	13	14	16	18	20	22	24	28
	10	11	12	13	15	16	18	19	21	23	25	27	29	33
	15		17	18	20	21	23	24	26	28	30	32	34	38
	20		22	23	25	26	28	29	31	33	35	37	39	43
	25			28	30	31	33	34	36	38	40	42	44	48
	30			33	35	36	38	39	41	43	45	47	50	50
	35			38	40	41	43	44	46	48	50	50		
	40			43	45	46	50	50	50	50				
	50				50	50								





Disponível em: http://www.anauger.com.br.
Acesso em: 19 mai. 2009 (adaptado).

Considere que se deseja usar uma bomba, cujo desempenho é descrito pelos dados acima, para encher um reservatório de 1.200 L que se encontra 30 m acima da entrada da bomba. Para fazer a tubulação entre a bomba e o reservatório seriam usados 200 m de cano. Nessa situação, é de se esperar que a bomba consiga encher o reservatório
a) entre 30 e 40 minutos.
b) em menos de 30 minutos.
c) em mais de 1 h e 40 minutos.
d) entre 40 minutos e 1 h e 10 minutos.
e) entre 1 h e 10 minutos e 1 h e 40 minutos.

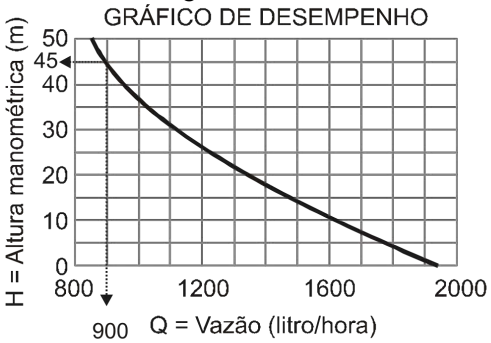
Resolução **Resposta: E**

Resposta da questão 57:
[E]

Dados: V = 1.200 L; h = 30 m; L = 200 m.
Seguindo as instruções do fabricante, entremos com os dados na tabela para obtermos o valor de H.

h = Altura (em metro) da entrada da água na bomba até o reservatório	L = Comprimento total da tubulação (em metro), da bomba até o reservatório												
	10	20	40	60	80	100	125	150	175	200	225	250	300
	H = Altura manométrica total, em metro												
5	6	7	8	10	11	13	14	16	18	20	22	24	28
10	11	12	13	15	16	18	19	21	23	25	27	29	33
15		17	18	20	21	23	24	26	28	30	32	34	38
20		22	23	25	26	28	29	31	33	35	37	39	43
25			28	30	31	33	34	36	38	40	42	44	48
30			33	35	36	38	39	41	43	45	47	50	50
35			38	40	41	43	44	46	48	50	50		
40			43	45	46	50	50	50	50				
50				50	50								

Como mostrado, obtemos H = 45 m.
Analisando o gráfico dado, temos os valores mostrados: H = 45 m $\Rightarrow$ Q = 900 L/h.



Calculando o tempo para encher o reservatório:

$$Q = \frac{V}{t} \Rightarrow 900 = \frac{1.200}{t} \Rightarrow t = \frac{1.200}{900} = \frac{4}{3}h$$ $\Rightarrow$ t = 80 min = 1 h e 20 min.

Resolução reproduzida da referência 5.

Item 005

2010 | F5-054

Regular; fonte: referência 5, página 32.

54. (Enem 2010) Durante uma obra em um clube, um grupo de trabalhadores teve de remover uma escultura de ferro maciço colocada no fundo de uma piscina vazia. Cinco trabalhadores amarraram cordas à escultura e tentaram puxá-la para cima, sem sucesso.
Se a piscina for preenchida com água, ficará mais fácil para os trabalhadores removerem a escultura, pois a
a) escultura flutuará. Dessa forma, os homens não precisarão fazer força para remover a escultura do
fundo.
b) escultura ficará com peso menor, Dessa forma, a intensidade da força necessária para elevar a
escultura será menor.
c) água exercerá uma força na escultura proporcional a sua massa, e para cima. Esta força se
somará á força que os trabalhadores fazem para anular a ação da força peso da escultura.
d) água exercerá uma força na escultura para baixo, e esta passará a receber uma força ascendente
do piso da piscina. Esta força ajudará a anular a ação da força peso na escultura.
e) água exercerá uma força na escultura proporcional ao seu volume, e para cima. Esta força se
somará à força que os trabalhadores fazem, podendo resultar em uma força ascendente maior que
o peso da escultura.

Resolução **Resposta: E**

Resposta da questão 54:
[E]

Com a piscina cheia, a água exercerá na escultura uma força vertical, para cima, chamada empuxo, cuja intensidade é igual ao peso do volume de água deslocado pela escultura. Matematicamente, o empuxo é dado por:

$E = d_{líquido}\, V_{imerso}\, g.$

Essa força vertical se somará à força exercida pelos trabalhadores, facilitando a retirada da escultura.

Resolução reproduzida da referência 5.

Item 006

2010 | F5-055

Segunda aplicação; fonte: referência 5, página 32.

55. (Enem 2ª aplicação 2010) Um brinquedo chamado ludião consiste em um pequeno frasco de vidro, parcialmente preenchido com água, que é emborcado (virado com a boca para baixo) dentro de uma garrafa PET cheia de água e tampada. Nessa situação, o frasco fica na parte superior da garrafa, conforme mostra a figura 1.



FIGURA 1

Quando a garrafa é pressionada, o frasco se desloca para baixo, como mostrado na figura 2.

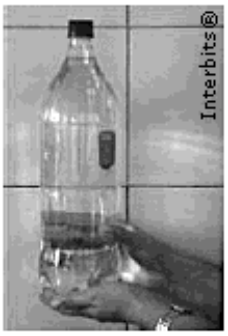


FIGURA 2

Ao apertar a garrafa, o movimento de descida do frasco ocorre porque
a) diminui a força para baixo que a água aplica no frasco.
b) aumenta a pressão na parte pressionada da garrafa.
c) aumenta a quantidade de água que fica dentro do frasco.
d) diminui a força de resistência da água sobre o frasco.
e) diminui a pressão que a água aplica na base do frasco.

Resolução **Resposta: C**

Resposta da questão 55:
[C]

Ao apertar a garrafa, aumenta-se a pressão na água nela contida e, consequentemente, na porção de ar que há no frasco. Esse ar comprimido diminui de volume, entrando mais água no frasco.

Resolução reproduzida da referência 5.

Item 007

2011 | F3-099

PPL; fonte: referência 3, página 37.

Questão 99 (2011.2)

Um dos problemas ambientais vivenciados pela agricultura hoje em dia é a compactação do solo, devida ao intenso tráfego de máquinas cada vez mais pesadas, reduzindo a produtividade das culturas.

Uma das formas de prevenir o problema de compactação do solo é substituir os pneus dos tratores por pneus mais:

A) largos, reduzindo a pressão sobre o solo.
B) estreitos, reduzindo a pressão sobre o solo.
C) largos, aumentando a pressão sobre o solo.
D) estreitos, aumentando a pressão sobre o solo.
E) altos, reduzindo a pressão sobre o solo.

Resolução **Resposta: A**

A pressão média exercida no solo é $p = F/A$. Para o mesmo peso do trator, aumentar a área de contato dos pneus reduz a pressão e a tendência de compactação. Por isso, a alternativa propõe pneus mais largos.

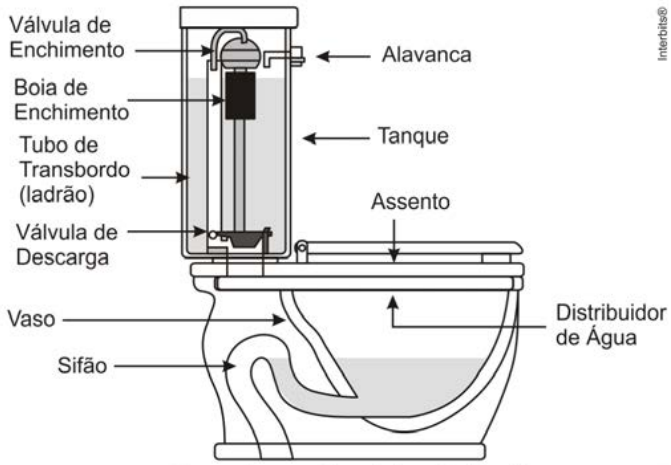
Resolução complementar.

Item 008

2011 | F5-052

Regular; fonte: referência 5, página 31.

52. (Enem 2011) Um tipo de vaso sanitário que vem substituindo as válvulas de descarga está esquematizado na figura. Ao acionar a alavanca, toda a água do tanque é escoada e aumenta o nível no vaso, até cobrir o sifão. De acordo com o Teorema de Stevin, quanto maior a profundidade, maior a pressão. Assim, a água desce levando os rejeitos até o sistema de esgoto. A válvula da caixa de descarga se fecha e ocorre o seu enchimento. Em relação às válvulas de descarga, esse tipo de sistema proporciona maior economia de água.



Faça você mesmo. Disponível em: http://www.facavocemesmo.net. Acesso em: 22 jul. 2010.

A característica de funcionamento que garante essa economia é devida
a) à altura do sifão de água.
b) ao volume do tanque de água.
c) à altura do nível de água no vaso.
d) ao diâmetro do distribuidor de água.
e) à eficiência da válvula de enchimento do tanque.

Resolução **Resposta: B**

Resposta da questão 52:
[B]

A pressão hidrostática é $p_h = \rho gh$, sendo ρ a densidade da água, g a aceleração da gravidade e h a altura da coluna.
Notemos que a pressão não depende do volume, podendo, então, obter-se a mesma pressão com volumes menores, propiciando economia de água.

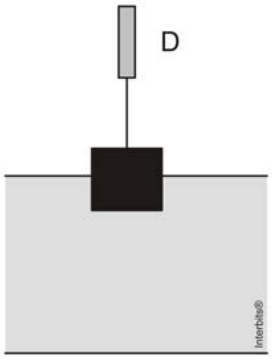
Resolução reproduzida da referência 5.

Item 009

2011 | F5-053

Regular; fonte: referência 5, página 31.

53. (Enem 2011) Em um experimento realizado para determinar a densidade da água de um lago, foram utilizados alguns materiais conforme ilustrado: um dinamômetro D com graduação de 0 N a 50 N e um cubo maciço e homogêneo de 10 cm de aresta e 3 kg de massa. Inicialmente, foi conferida a calibração do dinamômetro, constatando-se a leitura de 30 N quando o cubo era preso ao dinamômetro e suspenso no ar. Ao mergulhar o cubo na água do lago, até que metade do seu volume ficasse submersa, foi registrada a leitura de 24 N no dinamômetro.



Considerando que a aceleração da gravidade local é de $10\ m/s^2$, a densidade da água do lago, em g/cm^3, é

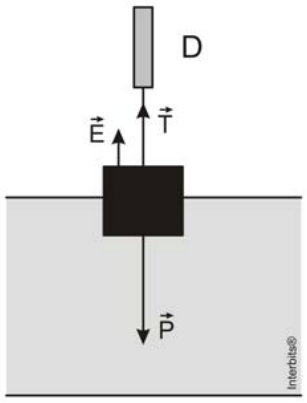
a) 0,6.
b) 1,2.
c) 1,5.
d) 2,4.
e) 4,8.

Resolução **Resposta: B**

Resposta da questão 53:
[B]

Dados: m = 3 kg = 3.000 g; P= 30 N; $V_l = V/2$; a = 10 cm; T = 24 N; $g = 10\ m/s^2$.
Calculando o volume do cubo: $V = a^3 = 10^3\ cm^3 \Rightarrow V = 10^3 \times 10^{-6}\ m^3 \Rightarrow V = 10^{-3}\ m^3$.

A figura mostra as forças que agem no cubo, quando mergulhado na água do lago.



Do equilíbrio, temos: $T + E = P \Rightarrow E = P - T = 30 - 24 \Rightarrow E = 6\ N.$
Da expressão do empuxo:

$$E = \rho_{água}\, V_{imerso}\, g \Rightarrow 6 = \rho_{água}\, \frac{10^{-3}}{2}\, 10 \Rightarrow \rho_{água} = \frac{12}{10^{-2}} = 1.200\ kg/m^3 \Rightarrow$$

$$\rho_{água} = 1{,}2\ g/cm^3.$$

Resolução reproduzida da referência 5.

Item 010

2012 | F5-049

Regular; fonte: referência 5, página 29.

49. (Enem 2012) Um dos problemas ambientais vivenciados pela agricultura hoje em dia é a compactação do solo, devida ao intenso tráfego de máquinas cada vez mais pesadas, reduzindo a produtividade das culturas.
Uma das formas de prevenir o problema de compactação do solo é substituir os pneus dos tratores por pneus mais
a) largos, reduzindo pressão sobre o solo.

b) estreitos, reduzindo a pressão sobre o solo.
c) largos, aumentando a pressão sobre o solo.
d) estreitos, aumentando a pressão sobre o solo.
e) altos, reduzindo a pressão sobre o solo.

Resolução **Resposta: A**

Resposta da questão 49:
[A]

A pressão média (p_m) é a razão entre o módulo da força normal aplicada sobre uma superfície e a área (A) dessa superfície:

$$p_m = \frac{|F_{normal}|}{A}.$$

De acordo com essa expressão, para prevenir a compactação, deve-se diminuir a pressão sobre o solo: ou se trabalha com tratores de menor peso, ou aumenta-se a área de contato dos pneus com o solo, usando pneus mais largos.

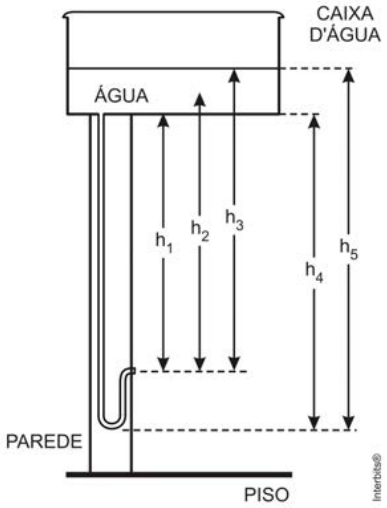
Resolução reproduzida da referência 5.

Item 011

2012 | F5-050

Regular; fonte: referência 5, página 30.

50. (Enem 2012) O manual que acompanha uma ducha higiênica informa que a pressão mínima da água para o seu funcionamento apropriado é de 20 kPa. A figura mostra a instalação hidráulica com a caixa d'água e o cano ao qual deve ser conectada a ducha.



O valor da pressão da água na ducha está associado à altura
a) h_1.
b) h_2.
c) h_3.
d) h_4.
e) h_5.

Resolução **Resposta: C**

Resposta da questão 50:
[C]

De acordo com o teorema de Stevin, a pressão de uma coluna líquida é diretamente proporcional à altura dessa coluna, que é medida do nível do líquido até o ponto de saída, no caso, h_3.

Resolução reproduzida da referência 5.

Item 012

2012 | F5-051

Regular; fonte: referência 5, página 30.

51. (Enem 2012) Um consumidor desconfia que a balança do supermercado não está aferindo corretamente a massa dos produtos. Ao chegar a casa resolve conferir se a balança estava descalibrada. Para isso, utiliza um recipiente provido de escala volumétrica, contendo 1,0 litro d'água. Ele coloca uma porção dos legumes que comprou dentro do recipiente e observa que a água atinge a marca de 1,5 litro e também que a porção não ficara totalmente submersa, com $\frac{1}{3}$ de seu volume fora d'água. Para concluir o teste, o consumidor, com ajuda da internet, verifica que a densidade dos legumes, em questão, é a metade da densidade da água, onde, $\rho_{água} = 1\frac{g}{cm^3}$. No supermercado a balança registrou a massa da porção de legumes igual a 0,500 kg (meio quilograma).
Considerando que o método adotado tenha boa precisão, o consumidor concluiu que a balança estava descalibrada e deveria ter registrado a massa da porção de legumes igual a
a) 0,073 kg.
b) 0,167 kg.
c) 0,250 kg.
d) 0,375 kg.
e) 0,750 kg.

Resolução **Resposta: D**

Resposta da questão 51:
[D]

De acordo com o enunciado, ao afundar os legumes, 1/3 do volume fica fora d'água; logo, 2/3 do volume ficam imersos, o que corresponde a 0,5 litro (V_i = 0,5 L), pois o recipiente graduado passou a indicação de 1 litro para 1,5 litro.
Sendo V o volume dos legumes:

$$\frac{2}{3}V = V_i \Rightarrow \frac{2}{3}V = 0,5 \Rightarrow v = \frac{0,5(3)}{2} \Rightarrow V = 0,75 \text{ L.}$$

Com o dado obtido na Internet:

$$\rho_{leg} = \frac{\rho_{água}}{2} = \frac{1}{2} = 0,5 \text{ g/cm}^3 \Rightarrow {}_{leg}\rho = 0,5 \text{ kg/L.}$$

Aplicando a definição de densidade:

$$m_{leg} = \rho_{leg} V = 0,5(0,75) \Rightarrow$$

$$m_{leg} = 0,375 \text{ kg.}$$

Comentário: fica uma sensação de que o examinador cometeu um deslize, pois se ele colocou a porção de legumes em água, no equilíbrio, o empuxo sobre a fração imersa do volume deveria ter equilibrado o peso. Mas:

$$\left.\begin{cases} P = m_{leg}\, g = 0,375(10) \Rightarrow P = 3,75 \text{ N.} \\ E = \rho_{água}\, V_i\, g = 1(0,5)(10) \Rightarrow E = 5 \text{ N.} \end{cases}\right\} E > P!!!$$

Podemos contornar a situação, supondo que os legumes foram forçados a afundar mais que a metade do volume.

Resolução reproduzida da referência 5.

Item 013

PPL; fonte: referência 5, página 28.

46. (Enem PPL 2013) Os densímetros instalados nas bombas de combustível permitem averiguar se a quantidade de água presente no álcool hidratado está dentro das especificações determinadas pela Agência Nacional do Petróleo (ANP). O volume máximo permitido de água no álcool é de 4,9%. A densidade da água e do álcool anidro são de 1,00 g/cm^3 e 0,80 g/cm^3, respectivamente.

Disponível em: http://nxt.anp.gov.br. Acesso em: 5 dez. 2011 (adaptado).

A leitura no densímetro que corresponderia à fração máxima permitida de água é mais próxima de
a) 0,20 g/cm^3.
b) 0,81 g/cm^3.
c) 0,90 g/cm^3.
d) 0,99 g/cm^3.
e) 1,80 g/cm^3.

Resolução **Resposta: B**

Resposta da questão 46:
[B]

Numa amostra de 100cm^3 da mistura contendo o volume máximo permitido de água, temos 4,9cm^3 de água e 95,1cm^3 de álcool hidratado. A densidade dessa mistura é:

$$d = \frac{m_{álc} + m_{ág}}{V_{álc} + V_{ág}} = \frac{0,8 \cdot 95,1 + 1 \cdot 4,9}{100} = \frac{76,08 + 4,9}{100}$$

$$d = 0,81\ g/cm^3.$$

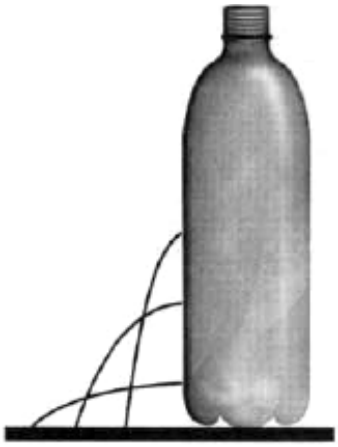
Resolução reproduzida da referência 5.

Item 014

2013 | F5-047

Regular; fonte: referência 5, página 28.

47. (Enem 2013) Para realizar um experimento com uma garrafa PET cheia de água, perfurou-se a lateral da garrafa em três posições a diferentes alturas. Com a garrafa tampada, a água não vazou por nenhum dos orifícios, e, com a garrafa destampada, observou-se o escoamento da água, conforme ilustrado na figura.



Como a pressão atmosférica interfere no escoamento da água, nas situações com a garrafa tampada e destampada, respectivamente?

a) Impede a saída de água, por ser maior que a pressão interna; não muda a velocidade de escoamento, que só depende da pressão da coluna de água.
b) Impede a saída de água, por ser maior que a pressão interna; altera a velocidade de escoamento, que é proporcional à pressão atmosférica na altura do furo.
c) Impede a entrada de ar, por ser menor que a pressão interna; altera a velocidade de escoamento, que é proporcional à pressão atmosférica na altura do furo.
d) Impede a saída de água, por ser maior que a pressão interna; regula a velocidade de escoamento, que só depende da pressão atmosférica.
e) Impede a entrada de ar, por ser menor que a pressão interna; não muda a velocidade de escoamento, que só depende da pressão da coluna de água.

Resolução **Resposta: A**

Resposta da questão 47:
[A]

Para que a pressão interior fosse maior que a pressão atmosférica, a coluna de água deveria ter mais de 10 m. Logo, a água não sairá com a garrafa fechada.
Abrindo-se a garrafa, a pressão no orifício aumenta com a profundidade em relação à superfície da água, acarretando maior velocidade na saída.

Resolução reproduzida da referência 5.

Item 015

2013 | F5-048

Regular; fonte: referência 5, página 29.

48. (Enem 2013) Para oferecer acessibilidade aos portadores de dificuldade de locomoção, é utilizado, em ônibus e automóveis, o elevador hidráulico. Nesse dispositivo é usada uma bomba elétrica, para forçar um fluido a passar de uma tubulação estreita para outra mais larga, e dessa forma acionar um pistão que movimenta a plataforma. Considere um elevador hidráulico cuja área da cabeça do pistão seja cinco vezes maior do que a área da tubulação que sai da bomba. Desprezando o atrito e considerando uma aceleração gravitacional de $10 m/s^2$, deseja-se elevar uma pessoa de 65kg em uma cadeira de rodas de 15kg sobre a plataforma de 20kg.

Qual deve ser a força exercida pelo motor da bomba sobre o fluido, para que o cadeirante seja elevado com velocidade constante?
a) 20N
b) 100N
c) 200N
d) 1000N
e) 5000N

Resolução **Resposta: C**

Resposta da questão 48:
[C]

O módulo do peso (P) do conjunto a ser elevado é:

$$P = (m_{pessoa} + m_{cad} + m_{plat})g \Rightarrow P = (65 + 15 + 20)10 = 1.000 \text{ N}.$$

Como a velocidade é constante, aplicando a expressão do Princípio de Pascal:

$$\frac{F_{motor}}{A_{tub}} = \frac{P}{A_{pistão}} \Rightarrow \frac{F_{motor}}{\cancel{A}_{tub}} = \frac{1.000}{5 \cdot \cancel{A}_{tub}} \Rightarrow$$

$$F_{motor} = 200 \text{ N}.$$

Resolução reproduzida da referência 5.

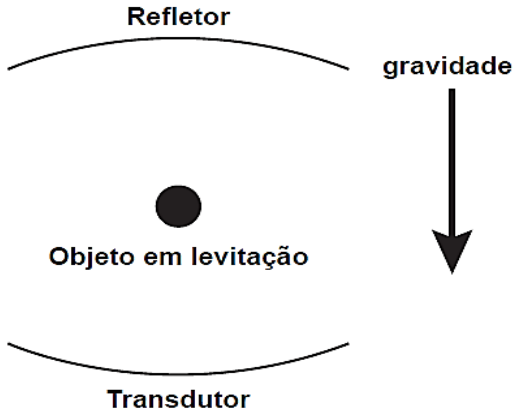
Item 016

2014 | F3-193

Segunda aplicação; fonte: referência 3, página 63.

Questão 193 (2014.3)

O fenômeno da levitação de corpos ocorre, na Terra, quando a força gravitacional a equilibrada, fazendo com que um objeto paire no ar. O som pode fazer objetos levitarem, fenômeno chamado de levitação acústica. Um levitador acústico deve conter um transdutor, que uma superfície vibratória que emite o som, e um refletor. Ambos têm superfícies côncavas para focalizar o som, conforme a ilustração:



Para que haja a levitação indicada na figura, a força que equilibra o peso do objeto deve ser decorrente da:

A) ação mecânica direta do transdutor sobre o objeto.
B) ressonância que ocorre entre a onda sonora e o objeto.
C) pressão que o som emitido pelo transdutor aplica no objeto.
D) interferência destrutiva do som que anula o movimento do objeto.
E) diferença de pressão dos sons emitido e refletido aplicada no objeto.

Resolução **Resposta: E**

A onda incidente e a refletida produzem um campo de pressão acústica com variações espaciais. A diferença de pressão exercida sobre o objeto pode gerar uma força média para cima, equilibrando seu peso. O objeto levita quando essa força resultante é igual a mg; não há contato mecânico direto com o transdutor.

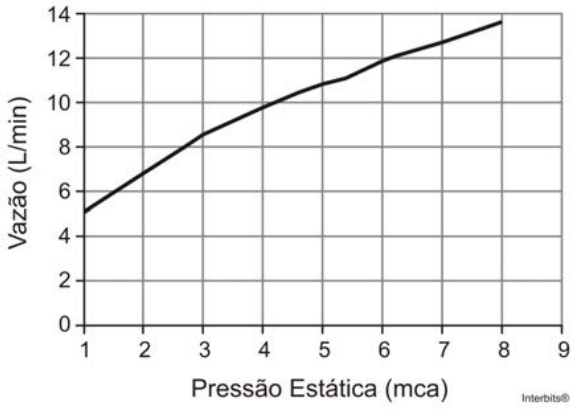
Resolução complementar.

Item 017

2014 | F5-045

Regular; fonte: referência 5, página 27.

45. (Enem 2014) Uma pessoa, lendo o manual de uma ducha que acabou de adquirir para a sua casa, observa o gráfico, que relaciona a vazão na ducha com a pressão, medida em metros de coluna de água (mca).



Nessa casa residem quatro pessoas. Cada uma delas toma um banho por dia, com duração média de 8 minutos, permanecendo o registro aberto com vazão máxima durante esse tempo. A ducha é instalada em um ponto seis metros abaixo do nível da lâmina de água, que se mantém constante dentro do reservatório.

Ao final de 30 dias, esses banhos consumirão um volume de água, em litros, igual a
a) 69.120.
b) 17.280.
c) 11.520.
d) 8.640.
e) 2.880.

Resolução **Resposta: C**

Resposta da questão 45:
[C]

Da leitura direta do gráfico, encontramos para a pressão estática de $^{6\,mca}$ uma vazão $z = 12\,L/min.$ O tempo mensal de funcionamento do chuveiro é:
$\Delta t = 4 \times 8 \times 30 = 960\,min.$
Calculando o consumo, em litros:

$$z = \frac{V}{\Delta t} \Rightarrow V = z\Delta t = 12 \times 960 \Rightarrow V = 11.520\,L.$$

Resolução reproduzida da referência 5.

Item 018

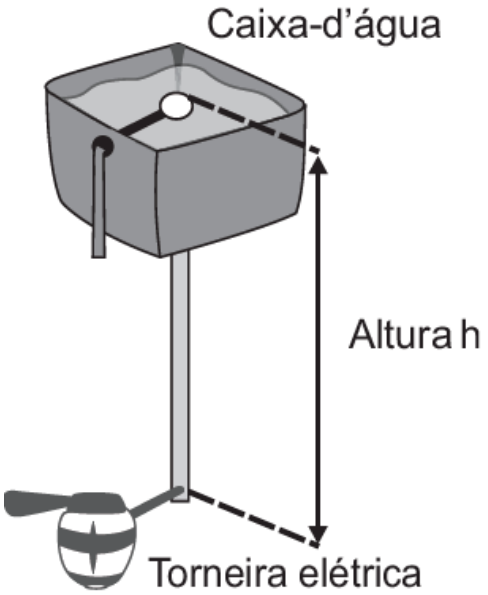
PPL; fonte: referência 3, página 73.

Questão 227 (2015.2)

No manual de uma torneira elétrica são fornecidas instruções básicas de instalação para que o produto funcione corretamente:

- Se a torneira for conectada à caixa-d'água domiciliar, a pressão da água na entrada da torneira deve ser no mínimo 18 kPa e no máximo 38 kPa.
- Para pressões da água entre 38 kPa e 75 kPa ou água proveniente diretamente da rede pública, é necessário utilizar o redutor de pressão que acompanha o produto.
- Essa torneira elétrica pode ser instalada em um prédio ou em uma casa.

Considere a massa específica da água de 1000kg/m³ e a aceleração da gravidade 10m/s².



Para que a torneira funcione corretamente, sem o uso do redutor de pressão, quais deverão ser a mínima e a máxima altura entre a torneira e a caixa d'água?

A) 1,8 m e 3,8 m
B) 1,8 m e 7,5 m
C) 3,8 m e 7,5 m
D) 18 m e 38 m
E) 18 m e 75 m

Resolução **Resposta: A**

A pressão hidrostática relativa é $p = \rho g h$. Sem redutor, deve ficar entre 18000 e 38000 Pa. Logo, $h_{\text{min}} = 18000/(1000 \cdot 10) = 1{,}8$ m e $h_{\text{max}} = 38000/(1000 \cdot 10) = 3{,}8$ m.

Resolução complementar.

Item 019

2016 | F1-119

PPL; fonte: referência 1, página 78.

119. ENEM PPL 2016 ★

O descarte do óleo de cozinha na rede de esgotos gera diversos problemas ambientais. Pode-se destacar a contaminação dos cursos-d 'água, que tem como uma das consequências a formação de uma película de óleo na superfície, causando danos à fauna aquática, por dificultar as trocas gasosas, além de diminuir a penetração dos raios solares no curso hídrico.

Prof Luiz Fonseca - @Polpoa1

Disponível em: http://revistagalileu.globo.com. Acesso em: 3 ago. 2012 (adaptado).

Qual das propriedades dos óleos vegetais está relacionada aos problemas ambientais citados?

a) Alta miscibilidade em água
b) Alta reatividade com a água.
c) Baixa densidade em relação á água
d) Baixa viscosidade em relação à água.
e) Alto ponto de ebulição em relação à água.

GABARITO EM VÍDEO (CLIQUE)

Resolução **Resposta: C**

Óleos vegetais têm densidade menor que a da água e baixa miscibilidade com ela. Por isso, tendem a permanecer na superfície e formar a película descrita. Entre as propriedades listadas, a que explica sua posição superficial é a menor densidade em relação à água.

Resolução complementar.

Item 020

2016 | F1-122

PPL; fonte: referência 1, página 79.

122. ENEM PPL 2016 ★★

Benjamin Franklin (1706-1790), por volta de 1757, percebeu que dois barcos que compunham a frota com a qual viajava para Londres permaneciam estáveis, enquanto os outros eram jogados pelo vento. Ao questionar o porquê daquele fenômeno, foi informado pelo capitão que provavelmente os cozinheiros haviam arremessado óleo pelos lados dos barcos. Inquirindo mais a respeito, soube que habitantes das ilhas do Pacífico jogavam óleo na água para impedir que o vento a agitasse e atrapalhasse a pesca.

Em 1774, Franklin resolveu testar o fenômeno jogando um colher de chá (4 mL) de óleo de oliva a em um lago onde pequenas ondas eram formadas. Mais curioso que o efeito de acalmar as ondas foi o fato

de que o óleo havia se espalhado completamente pelo lago, numa área de aproximadamente 2 000 m², formando um filme fino.

Embora não tenha sido a intenção original de Franklin, esse experimento permite uma estimativa da ordem de grandeza do tamanho das moléculas. Para isso, basta supor que o óleo se espalha até formar uma camada com uma única molécula de espessura.

RAMOS, C. H. I. História. CBME Informação, n. 9, jan. 2006 (adaptado)

Nas condições do experimento realizado por Franklin, as moléculas do óleo apresentam um tamanho da ordem de

a) $10^{-3}\ m$
b) $10^{-5}\ m$
c) $10^{-7}\ m$
d) $10^{-9}\ m$
e) $10^{-11}\ m$

GABARITO EM VÍDEO (CLIQUE)

Pressão

Resolução **Resposta: D**

O volume é 4 mL $= 4 \cdot 10^{-6}$ m^3. Numa película de uma molécula de espessura, $V = Ah$. Assim, $h = 4 \cdot 10^{-6}/2000 = 2 \cdot 10^{-9}$ m, com ordem de grandeza de 10^{-9} m.

Resolução complementar.

Item 021

2016 | F3-259

PPL; fonte: referência 3, página 83.

Questão 259 (2016.3)

Um navio petroleiro é capaz de transportar milhares de toneladas de carga. Neste caso, uma grande quantidade de massa consegue flutuar.

Nesta situação, o empuxo é:

A) maior que a força peso do petroleiro.
B) igual à força peso do petroleiro.
C) maior que a força peso da água deslocada.
D) igual à força peso do volume submerso do navio.
E) igual à massa da água deslocada.

Resolução **Resposta: B**

O navio em flutuação está em equilíbrio vertical. O empuxo para cima iguala o peso total do petroleiro para baixo: $E = P$. Pelo princípio de Arquimedes, esse empuxo também é o peso da água deslocada, e não sua massa.

Resolução complementar.

Item 022

2017 | F3-275

Regular; fonte: referência 3, página 86.

Questão 275 (2017.1)

As centrífugas são equipamentos utilizados em laboratórios, clínicas e indústrias. Seu funcionamento faz uso da aceleração centrífuga obtida pela rotação de um recipiente e que serve para a separação de sólidos em suspensão em líquidos ou de líquidos misturados entre si.

(RODITI, I, Dicionário Houaiss de física
Rio de Janeiro: Objetiva, 2005 - adaptado)

Nesse aparelho, a separação das substâncias ocorre em função:

A) das diferentes densidades.
B) dos diferentes raios de rotação.
C) das diferentes Velocidades angulares.
D) das diferentes quantidades de cada substância.
E) da diferente coesão molecular de cada substância.

Resolução **Resposta: A**

A rotação acelera a separação de componentes que têm densidades diferentes, favorecendo a sedimentação dos mais densos na região mais externa. O princípio é uma diferença de densidade, não a necessidade de fornecer uma velocidade angular diferente para cada substância.

Resolução complementar.

Item 023

2017 | F3-276

Regular; fonte: referência 3, página 87.

Questão 276 (2017.1)

Alguns tipos de dessalinizadores usam o processo de osmose reversa para obtenção de água potável a partir da água salgada. Nesse método, utiliza-se um recipiente contendo dois compartimentos separados por uma membrana semipermeável: em um deles coloca-se água salgada e no outro recolhe-se a água potável.

A aplicação de pressão mecânica no sistema faz a água fluir de um compartimento para o outro. O movimento das moléculas de água através da membrana é controlado pela pressão osmótica e pela pressão mecânica aplicada.

Para que ocorra esse processo é necessário que as resultantes das pressões osmótica e mecânica apresentem

A) mesmo sentido e mesma intensidade.
B) sentidos opostos e mesma intensidade.
C) sentidos opostos e maior intensidade da pressão osmótica.
D) mesmo sentido e maior intensidade da pressão osmótica.
E) sentidos opostos e maior intensidade da pressão mecânica.

Resolução **Resposta: E**

Na osmose espontânea, o solvente tende a atravessar a membrana em direção à solução mais concentrada. Para inverter esse fluxo, aplica-se uma pressão mecânica no sentido oposto, com intensidade superior à pressão osmótica. Pressões iguais apenas impediriam o fluxo resultante idealizado.

Resolução complementar.

Item 024

PPL; fonte: referência 3, página 94.

Questão 292 (2017.2)

Um estudante construiu um densímetro, esquematizado na figura, utilizando um canudinho e massa de modelar. O instrumento foi calibrado com duas marcas de flutuação, utilizando água (marca A) e etanol (marca B) como referências.



Em seguida o densímetro foi usado para avaliar cinco amostras: vinagre, leite integral, gasolina (sem álcool anidro), soro fisiológico e álcool comercial (92,8 °GL).

Que amostra apresentará marca de flutuação entre os limites A e B?

A) Vinagre.
B) Gasolina.
C) Leite integral.
D) Soro fisiológico.
E) Álcool comercial.

Resolução **Resposta: E**

Uma posição de flutuação intermediária corresponde a uma densidade entre as da água e do etanol. O álcool comercial contém principalmente etanol e uma fração de água, tendo densidade entre esses valores. Gasolina é menos densa que ambos; leite, vinagre e soro têm densidades próximas ou superiores à da água.

Resolução complementar.

Item 025

2018 | F3-315

Regular; fonte: referência 3, página 103.

Questão 315 (2018.1)

Talvez você já tenha bebido suco usando dois canudinhos iguais. Entretanto, pode-se verificar que, se colocar um canudo imerso no suco e outro do lado de fora do líquido, fazendo a sucção simultaneamente em ambos, você terá dificuldade em bebê-lo.

Essa dificuldade ocorre porque o(a):

A) força necessária para a sucção do ar e do suco simultaneamente dobra de valor
B) densidade do ar é menor que a do suco, portanto, o volume de ar aspirado é muito maior que o volume de suco.
C) velocidade com que o suco sobe deve ser constante nos dois canudos, o que é impossível com um dos canudos de fora.
D) peso da coluna de suco é consideravelmente maior que o peso da coluna de ar, o que dificulta a sucção do líquido.
E) pressão no interior da boca assume praticamente o mesmo valor daquela que atua sobre o suco.

Resolução **Resposta: E**

O líquido sobe quando a pressão na boca fica menor que a pressão atmosférica sobre o suco. O canudo aberto fora do líquido permite a entrada de ar e mantém a pressão na boca próxima da atmosférica. Com isso, a diferença de pressão que elevaria a coluna de suco torna-se muito pequena.

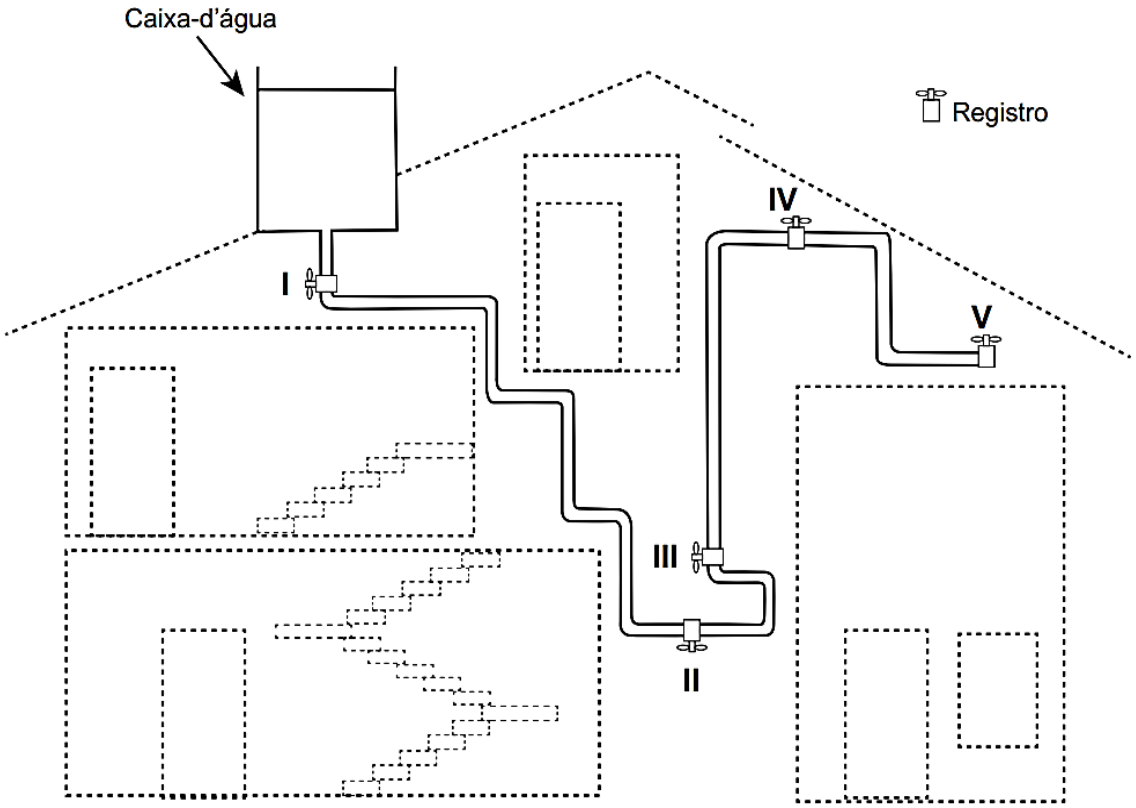
Resolução complementar.

Item 026

PPL; fonte: referência 3, página 104.

Questão 318 (2018.2)

A figura apresenta o esquema do encanamento de uma casa onde se detectou a presença de vazamento de água em um dos registros. Ao estudar o problema, o morador conclui que o vazamento está ocorrendo no registro submetido à maior pressão hidrostática.



Em qual registro ocorria o vazamento?

A) I
B) II
C) III
D) IV
E) V

Resolução **Resposta: B**

A pressão hidrostática relativa à superfície da água é $p = \rho g h$. Logo, importa o desnível vertical até a superfície livre, não o comprimento ou as curvas do encanamento. O registro II está no maior desnível e, portanto, está sujeito à maior pressão.

Resolução complementar.

Item 027

2019 | F1-125

Regular; fonte: referência 1, página 81.

125. ENEM 2019 ★★

Dois amigos se encontram em um posto de gasolina para calibrar os pneus de suas bicicletas. Uma das bicicletas é de corrida (bicicleta A) e a outra, de passeio (bicicleta B). Os pneus de ambas as bicicletas têm as mesmas características, exceto que a largura dos pneus de A é menor que a largura dos pneus de B. Ao calibrarem os pneus das bicicletas A e B, respectivamente com pressões de calibração p_A e p_B, os amigos observam que o pneu da bicicleta A deforma, sob mesmos esforços, muito menos que o pneu da bicicleta B. Pode-se considerar que as massas de ar comprimido no pneu da bicicleta A, m_A, e no pneu da bicicleta B, m_B, são diretamente proporcionais aos seus volumes.

Comparando as pressões e massas de ar comprimido nos pneus das bicicletas, temos:

a) $p_A < p_b$ e $m_A < m_B$
b) $p_A > p_b$ e $m_A < m_B$
c) $p_A > p_b$ e $m_A = m_B$
d) $p_A < p_b$ e $m_A = m_B$
e) $p_A > p_b$ e $m_A > m_B$

GABARITO EM VÍDEO (CLIQUE)

Prof Luiz Fonseca - @Polpoa1

Resolução **Resposta: B**

O pneu A deforma menos sob o mesmo esforço, indicando maior pressão de calibração. Pelo pressuposto explícito do exercício, as massas de ar são proporcionais aos volumes; como o pneu A é mais estreito, seu volume e sua massa de ar são menores. Portanto, $p_A > p_B$ e $m_A < m_B$.

Resolução complementar.

Item 028

2020 | F1-124

PPL; fonte: referência 1, página 80.

124. ENEM PPL 2020 ★★

Um caminhão de massa 5 toneladas, carregado com carga de 3 toneladas, tem eixos articulados que permitem fazer o uso de 4 a 12 pneus (aos pares) simultaneamente. O número de pneus em contato com o solo é determinado a fim de que a pressão exercida por cada pneu contra o solo não supere o dobro da pressão atmosférica. A área de contato entre cada pneu e o asfalto equivale à área de um retângulo de lados 20 cm e 30 cm. Considere a aceleração da gravidade local igual a $10\,m.s^{-2}$ e a pressão atmosférica de $10^5\,Pa$

O menor número de pneus em contato com o solo que o caminhão deverá usar é

a) 4.
b) 6.
c) 8.
d) 10.
e) 12.

GABARITO EM VÍDEO (CLIQUE)

Resolução **Resposta: C**

A massa total é 8000 kg e o peso é 80000 N. Cada pneu tem área $0{,}20 \cdot 0{,}30 = 0{,}06$ m^2. Para n pneus, $p = 80000/(0{,}06n) \leq 2 \cdot 10^5$, o que exige $n \geq 6{,}67$. Como são utilizados aos pares, o menor número possível é 8.

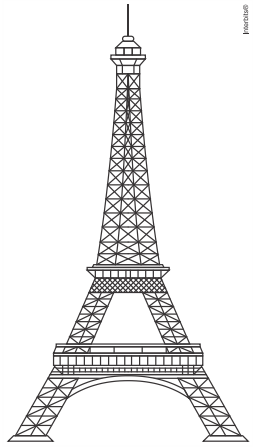
Resolução complementar.

Regular; fonte: referência 1, página 81.

126. ENEM 2020 ★★

A Torre Eiffel, com seus 324 metros de altura, feita com treliças de ferro, pesava 7300 toneladas quando terminou de ser construída em 1889. Um arquiteto resolve construir um protótipo dessa torre em escala 1:100 usando os mesmos materiais (cada dimensão linear em escala de 1:100 do monumento real).

Considere que a torre real tenha uma massa M_{torre} e exerça na fundação sobre a qual foi erguida uma pressão P_{torre}. O modelo construído pelo arquiteto terá uma massa M_{modelo} e exercerá uma pressão P_{modelo}.



Como a pressão exercida pela torre se compara com a pressão exercida pelo protótipo? Ou seja, qual é a razão entre as pressões $\frac{(P_{torre})}{(P_{modelo})}$?

a) 10^0
b) 10^1
c) 10^2
d) 10^4
e) 10^6

GABARITO EM VÍDEO (CLIQUE)

Resolução **Resposta: C**

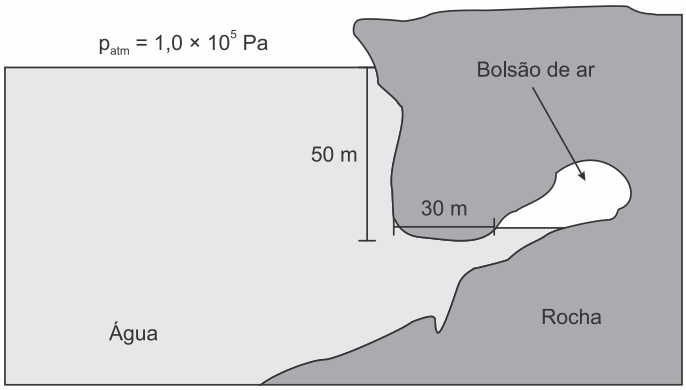
Com escala linear $1/100$, a massa diminui pelo fator 100^3 e a área de apoio pelo fator 100^2. Como $p = Mg/A$, a pressão do modelo é $1/100$ da original. Assim, $P_{torre}/P_{modelo} = 100 = 10^2$.

Resolução complementar.

Regular; fonte: referência 1, página 85.

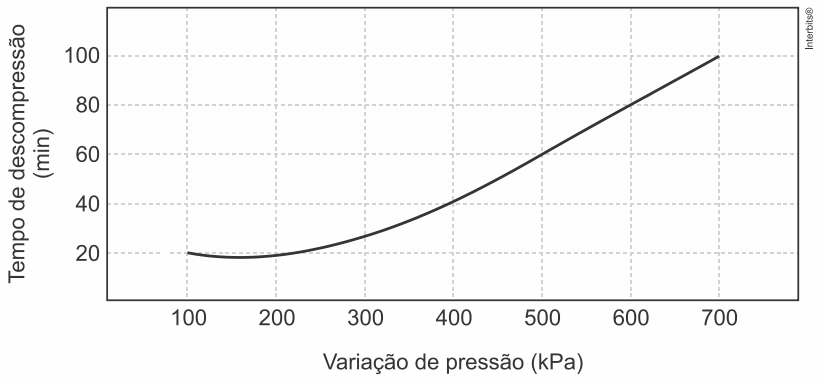
131. ENEM 2020 ★★

Um mergulhador fica preso ao explorar uma caverna no oceano. Dentro da caverna formou-se um bolsão de ar, como mostrado na figura, onde o mergulhador se abrigou.



Prof Luiz lpoa1

Durante o resgate, para evitar danos a seu organismo, foi necessário que o mergulhador passasse por um processo de descompressão antes de retornar à superfície para que seu corpo ficasse novamente sob pressão atmosférica. O gráfico mostra a relação entre os tempos de descompressão recomendados para indivíduos nessa situação e a variação de pressão.



Considere que a aceleração da gravidade seja igual a $10\,m.s^{-2}$ e que a densidade da água seja de $\rho = 1000\,kg.m^{-3}$

Em minutos, qual é o tempo de descompressão a que o mergulhador deverá ser submetido?

a) 100
b) 80
c) 60
d) 40
e) 20

GABARITO EM VÍDEO (CLIQUE)

Resolução **Resposta: C**

A profundidade vertical da interface é 50 m; os 30 m indicam uma distância horizontal que não entra na pressão hidrostática. A pressão adicional é $\Delta p = \rho g h = 1000 \cdot 10 \cdot 50 = 500000$ Pa, ou 500 kPa. Para essa variação, o gráfico indica aproximadamente 60 minutos de descompressão.

Resolução complementar.

Item 031

2021 | F1-116

Regular; fonte: referência 1, página 76.

Prof Luiz Fonseca - @Polpoa1

116. ENEM 2021 ★

No cordel intitulado *Senhor dos Anéis*, de autoria de Gonçalo Ferreira da Silva, lê-se a sextilha:

A distância em relação
Ao nosso planeta amado
Pouco menos que a do Sol
Ele está distanciado
E menos denso que a água
Quando no normal estado

MEDEIROS, A.; AGRA, J. T. M., A astronomia na literatura de cordel. *Física na Escola*, n. 1, abr, 2010 (fragmento).

TEXTO II

Distâncias médias dos planetas ao Sol e suas densidades médias

Planetas	Distância média ao Sol (u.a.)	Densidade relativa média
*Mercúrio	0,39	5,6
*Vênus	0,72	5,2
*Terra	1,0	5,5
*Marte	1,5	4,0
**Ceres	2,8	2,1
*Júpiter	5,2	1,3
*Saturno	9,6	0,7
*Urano	19	1,2
*Netuno	30	1,7
**Plutão	40	2,0
**Éris	68	2,5

u.a. = 149.600.000 km, é a unidade astronômica. *Planeta clássico, **Planeta-anão

Características dos planetas. Disponível em: www.astronoo.com. Acesso em: 8 nov. 2019 (adaptado).

Considerando os versos da sextilha e as informações da tabela, a qual planeta o cordel faz referência?

a) Mercúrio
b) Júpiter
c) Urano
d) Saturno
e) Netuno

GABARITO EM VÍDEO (CLIQUE)

Prof Luiz Fonseca - @Polpoa1

Item 031 – resolução

2021 / F1-116

Resolução

Resposta: D

A tabela fornece a densidade relativa à água. Entre os planetas apresentados, Saturno tem densidade média 0,7, inferior à da água, e é o planeta associado aos anéis no título do cordel. Esses dados identificam Saturno.

Resolução complementar.

Item 032

2021 | F1-137

PPL; fonte: referência 1, página 88.

137. ENEM PPL 2021 ★★

Para gerar energia elétrica em uma hidrelétrica é necessário integrar a vazão do rio, a quantidade de água disponível em determinado período de tempo e os desníveis do relevo, sejam eles naturais, como as quedas-d'água, ou criados artificialmente. Existem dois tipos de unidades de geração de energia: acumulação e fio-d'água.

As unidades de acumulação são localizadas em locais com altas quedas-d'água e, dado o seu grande porte, permitem o acúmulo de grande quantidade de água. As unidades a fio-d'água geram energia com o fluxo de água do rio, ou seja, pela vazão com mínimo ou nenhum acúmulo do recurso hídrico. Em uma região existem rios com potencial para geração de energia. No intuito de construir uma unidade de fio-d'água, deve-se comparar as características desses rios.

Atlas de energia elétrica do Brasil. Disponível em: www.fisica.net. Acesso em: 4 dez. 2018 (adaptado).

A principal grandeza física desses rios que deve ser observada é o(a)

a) velocidade de correnteza maior.
b) deslocamento vertical do relevo maior.
c) área de secção transversal do leito menor.
d) volume de água por unidade de tempo menor.
e) quantidade de massa de água por unidade de tempo menor.

GABARITO EM VÍDEO (CLIQUE)

Gravitação

Prof Luiz Fonseca - @Pelpoa1

Conceitos sobre gravitação

Resolução **Resposta: A**

Na proposta a fio-d'água do texto, busca-se aproveitar o fluxo do rio com mínimo armazenamento. Entre as opções, a maior velocidade da corrente favorece o aproveitamento da energia do escoamento. As alternativas de menor vazão ou menor fluxo de massa contrariam esse objetivo. A opção indicada é A.

Resolução complementar.

Item 033

2023 | F1-117

Regular; fonte: referência 1, página 77.

117. ENEM 2023 ★

O consumo exagerado de refrigerantes é preocupante, pois contribui para o aumento de casos de obesidade e diabetes. Considere dois refrigerantes enlatados, um comum e um diet, e que ambos possuam a mesma quantidade de aditivos, exceto pela presença de açúcar. O refrigerante comum contém basicamente água carbonatada e grande quantidade de açúcar; já o refrigerante diet tem água carbonatada e adoçantes, cujas massas são muito pequenas.

CAVAGIS, A. D. M.; PEREIRA, E. A.; OLIVEIRA, L. C. Um método simples para avaliar o teor de sacarose e CO2 em refrigerantes. Química Nova na Escola, n. 3, ago. 2014 (adaptado).

Entre as duas versões apresentadas, o refrigerante comum possui

a) Maior densidade
b) Menor viscosidade
c) Maior volume de gás dissolvido.
d) Menor massa de solutos dissolvidos
e) Maior temperatura de congelamento.

GABARITO EM VÍDEO (CLIQUE)

Resolução **Resposta: A**

A versão comum contém uma massa significativa de açúcar dissolvido. Para volumes iguais, essa massa adicional aumenta a razão $\rho = m/V$. Os adoçantes da versão diet têm massa muito menor, de modo que a densidade do refrigerante comum é maior nas condições comparadas.

Resolução complementar.

Item 034

2025 | O2025-118

Regular; fonte: INEP, caderno azul, página 9; questão original 118.

QUESTÃO 118

A laje de um depósito de bebidas tem 50 m^2 de área útil de armazenamento e foi projetada para suportar pressões de até 10^4 Pa. O gerente do estabelecimento pretende armazenar um produto cuja densidade é 1 250 kg/m^3. Considere a aceleração da gravidade igual a 10 m/s^2.

A altura máxima, em metro, de empilhamento do produto que essa laje é capaz de suportar é

A 0,16 m.
B 0,50 m.
C 0,80 m.
D 1,60 m.
E 8,00 m.

Resolução **Resposta: C**

Distribuindo o produto por toda a área, $m = \rho A h$ e $p = mg/A = \rho g h$. Portanto, $h = p/(\rho g) = 10^4/(1250 \times 10) = 0,80\,\text{m}$. A área se cancela nesse modelo de distribuição uniforme.

Resolução complementar.

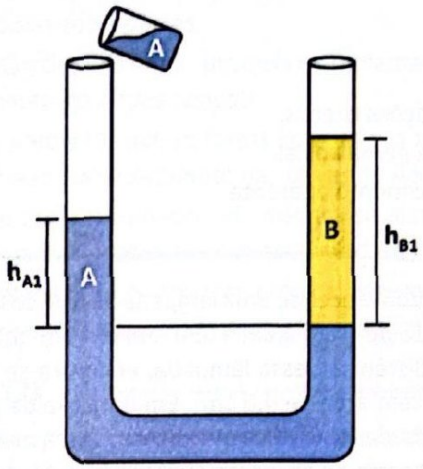
Item 035

2026 | O2026-118

Regular; fonte: INEP, caderno amarelo, página 11; questão original 118.

QUESTÃO 118

A figura ilustra uma forma de medir a densidade relativa de dois líquidos, A e B, imiscíveis, colocando-os em um tubo em forma de U. Atingido o equilíbrio hidrostático, medem-se as alturas, h_{A1} e h_{B1}, das colunas dos líquidos, a partir de sua superfície até o nível da linha de separação entre eles. Considere que um volume adicional de líquido A é colocado na coluna esquerda do tubo, conforme a figura. Após o equilíbrio ser restabelecido, medem-se as novas alturas, h_{A2} e h_{B2}, da mesma maneira, comparando-as com as alturas anteriores.



A comparação entre as novas alturas e as anteriores revela que

A) $h_{A2} = h_{A1}$ e $h_{B2} = h_{B1}$.
B) $h_{A2} > h_{A1}$ e $h_{B2} = h_{B1}$.
C) $h_{A2} > h_{A1}$ e $h_{B2} > h_{B1}$.
D) $h_{A2} < h_{A1}$ e $h_{B2} > h_{B1}$.
E) $h_{A2} = h_{A1}$ e $h_{B2} > h_{B1}$.

Resolução **Resposta: A**

No equilíbrio, as pressões no nível da interface são iguais: $\rho_A g h_A = \rho_B g h_B$. Ao acrescentar o líquido A, a quantidade de B não muda; como o tubo tem seção constante, a coluna de B acima da interface continua com a mesma altura, $h_{B2} = h_{B1}$. Então $h_{A2} = \rho_B h_{B2}/\rho_A = h_{A1}$. A interface apenas se desloca; as duas alturas medidas a partir dela permanecem iguais.

Resolução complementar.

Item 036

2026 | O2026-130

Regular; fonte: INEP, caderno amarelo, página 14; questão original 130.

QUESTÃO 130

Um jardineiro está irrigando as plantas de um jardim com uma mangueira. Ele estica completamente a mangueira para se aproximar de algumas flores mais afastadas, sem, no entanto, alcançá-las. Daí, ocorre-lhe que obstruir a extremidade da mangueira com o polegar faz com que o jato de água atinja uma distância maior, comparativamente com a situação sem essa ação, permitindo-lhe molhar aquelas flores mais afastadas.

Essa alteração no alcance do jato de água deve-se ao aumento do(a)

A velocidade da água lançada.
B densidade da água lançada.
C volume da água lançada.
D massa da água lançada.
E vazão da água lançada.

Resolução **Resposta: A**

Pela equação da continuidade, a vazão $Q = A\,v$ se mantém aproximadamente; ao reduzir a área de saída com o polegar, a velocidade da água aumenta. Com maior velocidade de lançamento, o alcance do jato aumenta.

Resolução complementar.

Gravitação e astronomia

Tema 08 | 12 itens com resoluções.

Item 001

2009 | F3-015

Regular; fonte: referência 3, página 8.

Questão 15 (2009.2)

Na linha de uma tradição antiga, o astrônomo grego Ptolomeu (100-170 d.C.) afirmou a tese do geocentrismo, segundo a qual a Terra seria o centro do universo, sendo que o Sol, a Lua e os planetas girariam em seu redor em órbitas circulares. A teoria de Ptolomeu resolvia de modo razoável os problemas astronômicos da sua época. Vários séculos mais tarde, o clérigo e astrônomo polonês Nicolau Copérnico (1473-1543), ao encontrar inexatidões na teoria de Ptolomeu, formulou a teoria do heliocentrismo, segundo a qual o Sol deveria ser considerado o centro do universo, com a Terra, a Lua e os planetas girando circularmente em torno dele. Por fim, o astrônomo e matemático alemão Johannes Kepler (1571-1630), depois de estudar o planeta Marte por cerca de trinta anos, verificou que a sua órbita é elíptica. Esse resultado generalizou-se para os demais planetas.

A respeito dos estudiosos citados no texto, é correto afirmar que:

A) Ptolomeu apresentou as ideias mais valiosas, por serem mais antigas e tradicionais.
B) Copérnico desenvolveu a teoria do heliocentrismo inspirado no contexto político do Rei Sol.
C) Copérnico viveu em uma época em que a pesquisa científica era livre e amplamente incentivada pelas autoridades.
D) Kepler estudou o planeta Marte para atender às necessidades de expansão econômica e científica da Alemanha.
E) Kepler apresentou uma teoria científica que, graças aos métodos aplicados, pôde ser testada e generalizada.

Resolução **Resposta: E**

Uma teoria científica deve produzir previsões que possam ser comparadas com observações. Kepler analisou dados de Marte e propôs órbitas elípticas, uma descrição verificável e extensível aos demais planetas. A antiguidade de uma ideia ou o prestígio de seu autor não garantem sua validade.

Resolução complementar.

Item 002

2009 | F5-020

Regular; fonte: referência 5, página 12.

20. (Enem 2009) O ônibus espacial *Atlantis* foi lançado ao espaço com cinco astronautas a bordo e uma câmera nova, que iria substituir uma outra danificada por um curto-circuito no telescópio *Hubble*. Depois de entrarem em órbita a 560 km de altura, os astronautas se aproximaram do *Hubble*. Dois astronautas saíram da *Atlantis* e se dirigiram ao telescópio.

Ao abrir a porta de acesso, um deles exclamou: “Esse telescópio tem a massa grande, mas o peso é pequeno.”



Considerando o texto e as leis de Kepler, pode-se afirmar que a frase dita pelo astronauta

a) se justifica porque o tamanho do telescópio determina a sua massa, enquanto seu pequeno peso decorre da falta de ação da aceleração da gravidade.

b) se justifica ao verificar que a inércia do telescópio é grande comparada à dele próprio, e que o peso do telescópio é pequeno porque a atração gravitacional criada por sua massa era pequena.

c) não se justifica, porque a avaliação da massa e do peso de objetos em órbita tem por base as leis de Kepler, que não se aplicam a satélites artificiais.

d) não se justifica, porque a força-peso é a força exercida pela gravidade terrestre, neste caso, sobre o telescópio e é a responsável por manter o próprio telescópio em órbita.

e) não se justifica, pois a ação da força-peso implica a ação de uma força de reação contrária, que não existe naquele ambiente. A massa do telescópio poderia ser avaliada simplesmente pelo seu volume.

Resolução **Resposta: D**

Resposta da questão 20:
[D]

De fato, as leis de Kepler não justificam a afirmação do astronauta porque elas versam sobre forma da órbita, período da órbita e área varrida na órbita. Essa afirmação explica-se pelo Princípio Fundamental da Dinâmica, pois o que está em questão são a massa e o peso do telescópio. Como o astronauta e o telescópio estão em órbita, estão sujeitos apenas à força peso, e, consequentemente, à mesma aceleração (centrípeta), que é a da gravidade local, tendo peso APARENTE nulo.

$R = P \Rightarrow m\,a = m\,g \Rightarrow a = g$.

É pelo mesmo motivo que os objetos flutuam dentro de uma nave. Em Física, diz-se nesse caso que os corpos estão em estado de imponderabilidade.

Apenas para complementar: considerando R = 6.400 km o raio da Terra, à altura h = 540 km, o raio da órbita do telescópio é r = R + h = 6.400 + 540 = 6.940 km. De acordo com a lei de Newton da gravitação, a intensidade do campo gravitacional num ponto da órbita é $g = g_0 \left(\frac{R}{r}\right)^2$, sendo g_0 = 10 m/s^2. Assim, $g = 10\left(\frac{6.400}{6.940}\right)^2 = 8{,}5 \text{ m/s}^2$. Ou seja, o peso REAL do telescópio na órbita é 85% do seu peso na superfície terrestre.

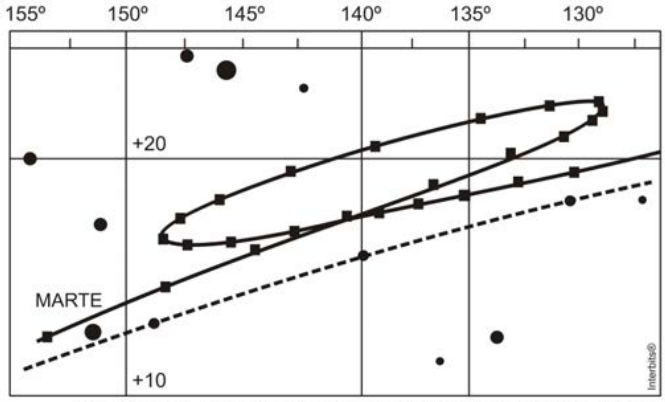
Resolução reproduzida da referência 5.

Item 003

2012 | F5-042

Regular; fonte: referência 5, página 26.

42. (Enem 2012) A característica que permite identificar um planeta no céu é o seu movimento relativo às estrelas fixas. Se observarmos a posição de um planeta por vários dias, verificaremos que sua posição em relação às estrelas fixas se modifica regularmente. A figura destaca o movimento de Marte observado em intervalos de 10 dias, registrado da Terra.



Projecto Física. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1980 (adaptado).

Qual a causa da forma da trajetória do planeta Marte registrada na figura?

a) A maior velocidade orbital da Terra faz com que, em certas épocas, ela ultrapasse Marte.
b) A presença de outras estrelas faz com que sua trajetória seja desviada por meio da atração gravitacional.
c) A órbita de Marte, em torno do Sol, possui uma forma elíptica mais acentuada que a dos demais planetas.
d) A atração gravitacional entre a Terra e Marte faz com que este planeta apresente uma órbita irregular em torno do Sol.
e) A proximidade de Marte com Júpiter, em algumas épocas do ano, faz com que a atração gravitacional de Júpiter interfira em seu movimento.

Torque

Resolução **Resposta: A**

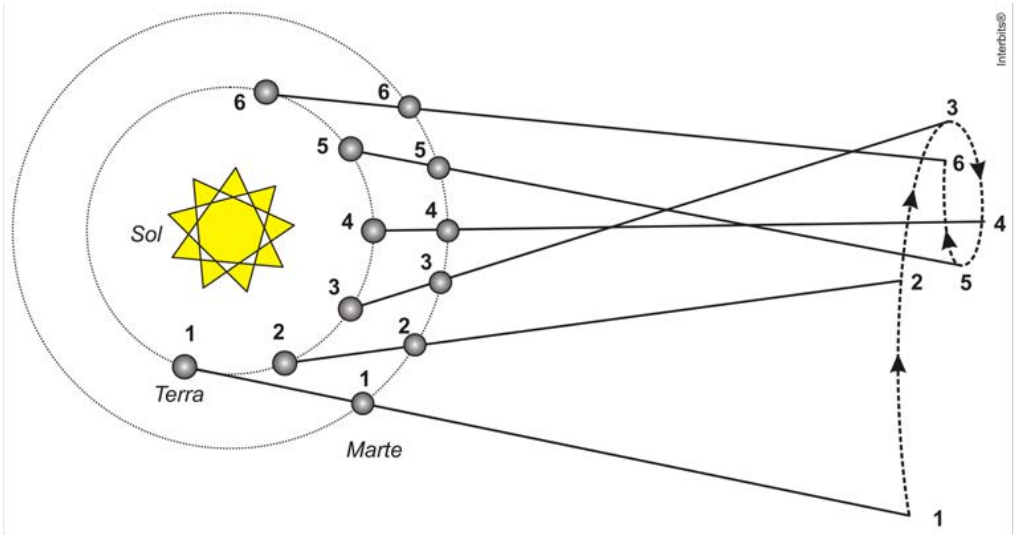
Resposta da questão 42:
[A]

Considerando órbitas circulares, a força gravitacional age como resultante centrípeta. Sendo m a massa do planeta, M a massa do Sol e r o raio da órbita do planeta:

$$F_{R_{cent}} = F_{grav} \Rightarrow \frac{m v^2}{r} = \frac{G M m}{r^2} \Rightarrow$$

$$v = \sqrt{\frac{G M}{r}}.$$

Essa expressão final mostra que a velocidade orbital é inversamente proporcional à raiz quadrada do raio da órbita. Como a Terra está mais próxima do Sol que Marte, sua velocidade orbital e maior, possuindo, em consequência, também maior velocidade angular e menor período.



A figura mostra seis posições da Terra e as seis correspondentes posições de Marte, bem como a trajetória de Marte para um observador situado na Terra. Os intervalos de tempo entre duas posições consecutivas são, aproximadamente, iguais. Note que devido à maior velocidade orbital da Terra, da posição 1 até a 3, Marte parece avançar, de 3 a 5 ele parece

regredir, tornando a avançar de 5 a 6. Aliás, esse fenômeno foi um dos grandes argumentos para que o heliocentrismo de Copérnico superasse o geocentrismo de Ptolomeu.

Resolução reproduzida da referência 5.

Item 004

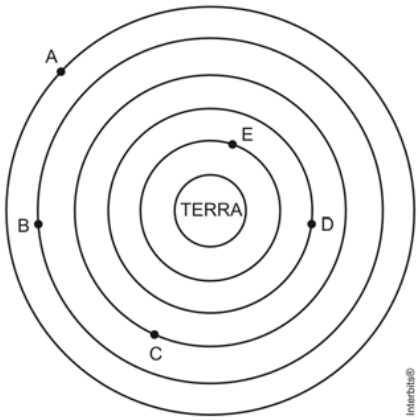
2013 | F5-041

Regular; fonte: referência 5, página 24.

41. (Enem 2013) A Lei da Gravitação Universal, de Isaac Newton, estabelece a intensidade da força de atração entre duas massas. Ela é representada pela expressão:

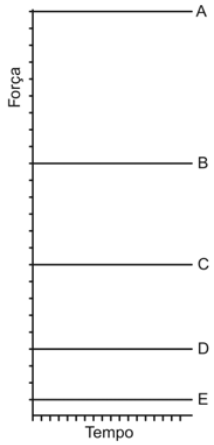
$$F = G\frac{m_1 m_2}{d^2}$$

onde m_1 e m_2 correspondem às massas dos corpos, d à distância entre eles, G à constante universal da gravitação e F à força que um corpo exerce sobre o outro.
O esquema representa as trajetórias circulares de cinco satélites, de mesma massa, orbitando a Terra.

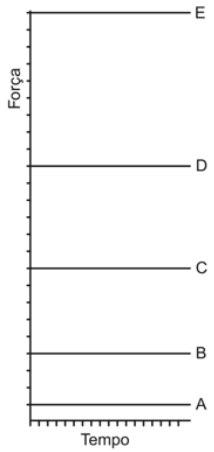


Qual gráfico expressa as intensidades das forças que a Terra exerce sobre cada satélite em função do tempo?

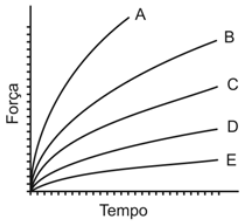
a)


A
B
C
D
E
Força
Tempo

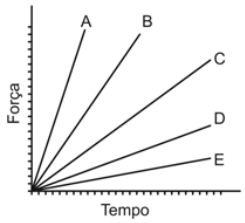
b)


E
D
C
B
A
Força
Tempo

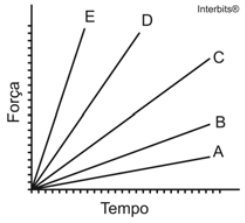
c)


A
B
C
D
E
Força
Tempo

d)


A
B
C
D
E
Força
Tempo

e)


E
D
C
B
A
Força
Tempo
Interbits®

Item 004 – resolução 2013 / F5-041

Resolução **Resposta: B**

Resposta da questão 41:
[B]

A intensidade da força de atração gravitacional é inversamente proporcional ao quadrado da distância entre a Terra e o satélite. Como as órbitas são circulares, a distância para cada satélite é constante, sendo também constante a intensidade da força gravitacional sobre cada um. Como as massas são iguais, o satélite mais distante sofre força de menor intensidade.
Assim: $F_A < F_B < F_C < F_D < F_E$.

Resolução reproduzida da referência 5.

Item 005

2014 | F3-202

Segunda aplicação; fonte: referência 3, página 65.

Questão 202 (2014.3)

Dois satélites artificiais, S_1 e S_2, de massas M e 2M, respectivamente, estão em órbita ao redor da Terra e sujeitos ao seu campo gravitacional. Quando o satélite S_1 passa por um determinado ponto do espaço, sua aceleração e de 7,0 m/s².

Qual será a aceleração do satélite S_2, quando ele passar pelo mesmo ponto?

A) 3,5 m/s²
B) 7,0 m/s²
C) 9,8 m/s²
D) 14 m/s²
E) 49 m/s²

Resolução **Resposta: B**

A aceleração gravitacional no ponto é $g = GM_T/r^2$ e não depende da massa do satélite. A força dobra para o satélite de massa $2M$, mas sua inércia também dobra, mantendo $a = F/m$ igual. Portanto, sua aceleração é 7,0 m/s^2.

Resolução complementar.

PPL; fonte: referência 3, página 72.

Questão 224 (2015.2)

Observações astronômicas indicam que no centro de nossa galáxia, a Via Láctea, provavelmente exista um buraco negro cuja massa é igual a milhares de vezes a massa do Sol. Uma técnica simples para estimar a massa desse buraco negro consiste em observar algum objeto que orbite ao seu redor e medir o período de uma rotação completa, T, bem como o raio médio, R, da órbita do objeto, que supostamente se desloca, com boa aproximação, em movimento circular uniforme. Nessa situação, considere que a força resultante, devido ao movimento circular, é igual, em magnitude, à força gravitacional que o buraco negro exerce sobre o objeto.

A partir do conhecimento do período de rotação, da distância média e da constante gravitacional, G, a massa do buraco negro é:

A) $\frac{4\pi^2 R^2}{GT^2}$

B) $\frac{\pi^2 R^3}{2GT^2}$

C) $\frac{2\pi^2 R^3}{2GT^2}$

D) $\frac{4\pi^2 R^3}{GT^2}$

E) $\frac{\pi^2 R^5}{GT^2}$

Resolução **Resposta: D**

Igualando a força gravitacional à resultante centrípeta, $GMm/R^2 = mv^2/R$. Como $v = 2\pi R/T$, segue $GM/R^2 = 4\pi^2 R/T^2$. Portanto, $M = 4\pi^2 R^3/(GT^2)$. A massa do corpo observado se cancela.

Resolução complementar.

Item 007

2017 | F1-142

Libras; fonte: referência 1, página 91.

142. ENEM LIBRAS 2017 ★★

Conhecer o movimento das marés é de suma importância para a navegação, pois permite definir com segurança quando e onde um navio pode navegar em áreas, portos ou canais. Em média, as marés oscilam entre alta e baixa num período de 12 horas e 24 minutos. No conjunto de marés altas, existem algumas que são maiores do que as demais.

A ocorrência dessas maiores marés tem como causa

a) a rotação da Terra, que muda entre dia e noite a cada 12 horas.
b) os ventos marítimos, pois todos os corpos celestes se movimentam juntamente.
c) o alinhamento entre a Terra, a Lua e o Sol, pois as forças gravitacionais agem na mesma direção.
d) o deslocamento da Terra pelo espaço, pois a atração gravitacional da Lua e do Sol são semelhantes.
e) a maior influência da atração gravitacional do Sol sobre a Terra, pois este tem a massa muito maior que a da Lua.

GABARITO EM VÍDEO (CLIQUE)

Resolução **Resposta: C**

As maiores amplitudes de maré ocorrem quando Sol, Terra e Lua ficam aproximadamente alinhados, nas luas nova e cheia. Nessas configurações, os efeitos de maré lunar e solar se reforçam ao longo da mesma direção. Isso produz as chamadas marés de sizígia.

Resolução complementar.

Item 008

2017 | F3-290

PPL; fonte: referência 3, página 94.

Questão 290 (2017.2)

Sabe-se que a posição em que o Sol nasce ou se põe no horizonte muda de acordo com a estação do ano.

Olhando-se em direção ao poente, por exemplo, para um observador no Hemisfério Sul, o Sol se põe mais à direita no inverno do que no verão.

O fenômeno descrito deve-se à combinação de dois fatores: a inclinação do eixo de rotação terrestre e a

A) precessão do periélio terrestre.
B) translação da Terra em torno do Sol.
C) nutação do eixo de rotação da Terra.
D) precessão do eixo de rotação da Terra.
E) rotação da Terra em torno de seu próprio eixo.

Resolução **Resposta: B**

O eixo terrestre mantém sua inclinação enquanto a Terra realiza a translação ao redor do Sol. Essa combinação muda a declinação solar ao longo do ano e desloca as posições aparentes de nascer e pôr do Sol no horizonte. A rotação explica a alternância diária, não essa variação sazonal.

Resolução complementar.

Item 009

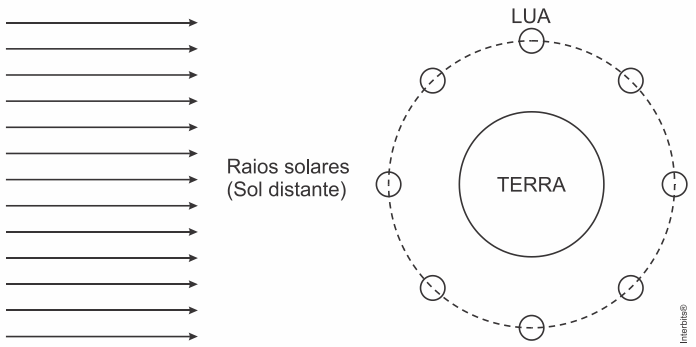
2019 | F1-139

PPL; fonte: referência 1, página 90.

139. ENEM PPL 2019 ★

A figura mostra, de forma esquemática, uma representação comum em diversos livros e textos sobre eclipses. Apenas analisando essa figura, um estudante pode concluir que os eclipses podem ocorrer duas vezes a cada volta completa da Lua em torno da Terra. Apesar de a figura levar a essa percepção, algumas informações adicionais são necessárias para se concluir que nem o eclipse solar, nem o lunar ocorrem com tal periodicidade.

Prof Luiz Fonseca - @pciapoa1



A periodicidade dos eclipses ser diferente da possível percepção do estudante ocorre em razão de

a) eclipses noturnos serem imperceptíveis da Terra.
b) planos das órbitas da Terra e da Lua serem diferentes.
c) distância entre a Terra e a Lua variar ao longo da órbita.
d) eclipses serem visíveis apenas em parte da superfície da Terra.
e) o Sol ser uma fonte de luz extensa comparado ao tamanho da lua.

GABARITO EM VÍDEO (CLIQUE)

Resolução

Resposta: B

A órbita da Lua é inclinada em relação ao plano da órbita terrestre em torno do Sol. Na maior parte das luas nova e cheia, os três astros não ficam suficientemente alinhados. Eclipses exigem que a Lua também esteja perto de um dos nós de sua órbita.

Resolução complementar.

Item 010

2019 | F1-141

PPL; fonte: referência 1, página 91.

141. ENEM PPL 2019 ★★

Astrônomos medem a velocidade de afastamento de galáxias distantes pela detecção da luz emitida por esses sistemas. A Lei de Hubble afirma que a velocidade de afastamento de uma galáxia (em $\frac{km}{s}$) é proporcional à sua distância até a Terra, medida em megaparsec (Mpc). Nessa lei, a constante de proporcionalidade é a constante de hubble (H_0) e seu valor mais aceito é de 72 $\frac{(\frac{km}{s})}{Mpc}$. O parsec ($pc$) é uma unidade de distância utilizada em astronomia que vale aproximadamente $3 \times 10^{16}\ m$. Observações astronômicas determinaram que a velocidade de afastamento de uma determinada galáxia é de 1.440 $\frac{km}{s}$.

Prof Luiz Fonseca @Polpoa1

Utilizando a Lei de Hubble, pode-se concluir que a distância até essa galáxia, medida em km, é igual a:

a) 20×10^0
b) 20×10^6
c) 6×10^{20}
d) 6×10^{23}
e) 6×10^{26}

GABARITO EM VÍDEO (CLIQUE)

Lei de Newton da Gravitação

Resolução **Resposta: C**

Pela lei de Hubble, $d = v/H_0 = 1440/72 = 20$ Mpc. Como 1 Mpc $= 10^6 \cdot 3 \cdot 10^{16}$ m $= 3 \cdot 10^{19}$ km, a distância é $20 \cdot 3 \cdot 10^{19} = 6 \cdot 10^{20}$ km.

Resolução complementar.

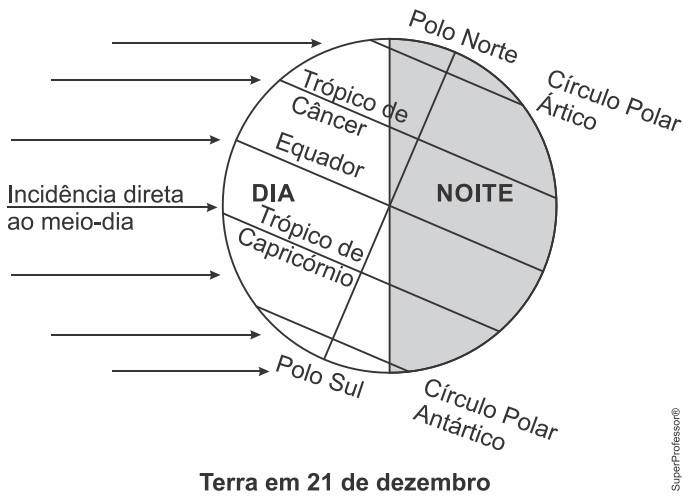
Item 011

2022 | F1-138

Regular; fonte: referência 1, página 89.

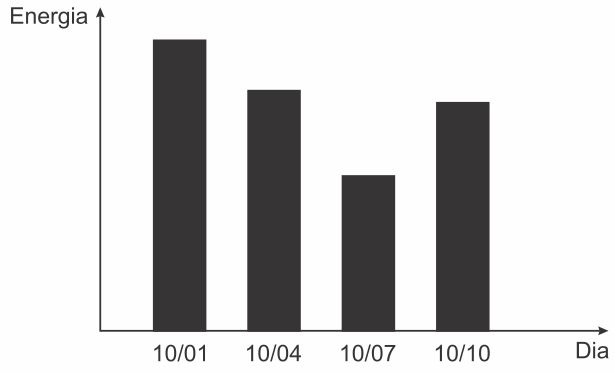
138. ENEM 2022 ★

O eixo de rotação da Terra apresenta uma inclinação em relação ao plano de sua órbita em torno do Sol, interferindo na duração do dia e da noite ao longo do ano.



Terra em 21 de dezembro

Uma pessoa instala em sua residência uma placa fotovoltaica, que transforma energia solar em elétrica. Ela monitora a energia total produzida por essa placa em 4 dias do ano, ensolarados e sem nuvens, e lança os resultados no gráfico.



Disponível em: www.fisica.ufpr.br.
Acesso em: 27 maio 2022 (adaptado).

Próximo a que região se situa a residência onde as placas foram instaladas?

a) Trópico de Capricórnio.
b) Trópico de Câncer.
c) Polo Norte.
d) Polo Sul.
e) Equador.

GABARITO EM VÍDEO (CLIQUE)

Resolução

Resposta: A

A produção é maior em janeiro e menor em julho, indicando verão e inverno no Hemisfério Sul. Como há geração nas quatro datas, o padrão não corresponde à noite polar; no Equador, a variação sazonal seria menor. Entre as regiões listadas, o Trópico de Capricórnio é o compatível com o gráfico.

Resolução complementar.

Item 012

2022 | F1-143

Regular; fonte: referência 1, página 92.

143. ENEM 2022 ★★

Um Buraco Negro é um corpo celeste que possui uma grande quantidade de matéria concentrada em uma pequena região do espaço, de modo que sua força gravitacional é tão grande que qualquer partícula fica aprisionada em sua superfície, inclusive a luz. O raio dessa região caracteriza uma superfície-limite, chamada de horizonte de eventos, da qual nada consegue escapar. Considere que o Sol foi instantaneamente substituído por um Buraco Negro com a mesma massa solar, de modo que o seu horizonte de eventos seja de aproximadamente 3,0 km.

SCHWARZSCHILD, K. *On the Gravitational Field of a Mass Point According to Einstein's Theory.* Disponível em: arxiv.org. Acesso em: 26 maio 2022 (adaptado).

Prof Luiz Fonseca - @Polpoa1

Após a substituição descrita, o que aconteceria aos planetas do Sistema Solar?

a) Eles se moveriam em órbitas espirais, aproximando-se sucessivamente do Buraco Negro.
b) Eles oscilariam aleatoriamente em torno de suas órbitas elípticas originais.
c) Eles se moveriam em direção ao centro do Buraco Negro.
d) Eles passariam a precessionar mais rapidamente
e) Eles manteriam suas órbitas inalteradas.

GABARITO EM VÍDEO (CLIQUE)

Resolução **Resposta: E**

Fora de uma distribuição esférica de massa, o campo gravitacional depende da massa total e da distância ao centro. Substituir o Sol por um buraco negro de mesma massa mantém o campo nas distâncias dos planetas, na idealização proposta. As órbitas permanecem inalteradas, embora desapareça a iluminação solar.

Resolução complementar.

Termologia, calorimetria e dilatação

Tema 09 | 89 itens com resoluções.

Item 001

1998 | F4-044

Regular; fonte: referência 4, página 111.

Enunciado e resolução reproduzidos da referência 4. Resposta: D.

53. (ENEM 1998)

O sol participa do ciclo da água, pois além de aquecer a superfície da Terra dando origem aos ventos, provoca a evaporação da água dos rios, lagos e mares. O vapor da água, ao se resfriar, condensa em minúsculas gotinhas, que se agrupam formando as nuvens, neblinas ou névoas úmidas. As nuvens podem ser levadas pelos ventos de uma região para outra. Com a condensação e, em seguida, a chuva,a água volta à superfície da Terra, caindo sobre o solo, rios, lagos e mares. Parte dessa água evapora retornando à atmosfera, outra parte escoa superficialmente ou infiltra-se no solo, indo alimentar rios e lagos. Esse processo é chamado de ciclo da água.

Considere, então, as seguintes afirmativas:

I. a evaporação é maior nos continentes, uma vez que o aquecimento ali é maior do que nos oceanos.
II. a vegetação participa do ciclo hidrológico por meio da transpiração.
III. o ciclo hidrológico condiciona processos que ocorrem na litosfera, na atmosfera e na biosfera.
IV. a energia gravitacional movimenta a água dentro do seu ciclo.
V. o ciclo hidrológico é passível de sofrer interferência humana, podendo apresentar desequilíbrios.

(A) somente a afirmativa III está correta.
(B) somente as afirmativas III e IV estão corretas
(C) somente as afirmativas I, II e V estão corretas.
(D) somente as afirmativas II, III, IV e V estão corretas.
(E) todas as afirmativas estão corretas.

I: Incorreta, pois a evaporação é maior nos oceanos que nos continentes; **II:** Correta, pois as plantas eliminam a água retirada do solo por transpiração; **III:** Correta, pois o ciclo ocorre na litosfera, na atmosfera e na biosfera; **IV:** Correta, pois a energia gravitacional movimenta a água, por exemplo, na chuva; **V:** Correta, pois o ser humano pode desmatar florestas desequilibrando o ciclo hidrológico.

Gabarito "D"

Item 002

1999 | F4-011

Regular; fonte: referência 4, página 100.

Enunciado e resolução reproduzidos da referência 4. Resposta: E.

17. **(ENEM 1999)** A gasolina é vendida por litro, mas em sua utilização como combustível, a massa é o que importa. Um aumento da temperatura do ambiente leva a um aumento no volume da gasolina. Para diminuir os efeitos práticos dessa variação, os tanques dos postos de gasolina são subterrâneos. Se os tanques não fossem subterrâneos:

I. Você levaria vantagem ao abastecer o carro na hora mais quente do dia, pois estaria comprando mais massa por litro de combustível.

II. Abastecendo com a temperatura mais baixa, você estaria comprando mais massa de combustível para cada litro.

III. Se a gasolina fosse vendida por kg em vez de por litro, o problema comercial decorrente da dilatação da gasolina estaria resolvido.

Destas considerações, somente

(A) I é correta.
(B) II é correta.
(C) III é correta.
(D) I e II são corretas.
(E) II e III são corretas.

I: Incorreta, pois você teria desvantagem ao abastecer o carro na hora mais quente do dia. A densidade do combustível diminuirá e você estaria levando menos massa; **II:** Correta, pois se o dia estiver frio a densidade do combustível aumentaria e você estaria levando mais massa por litro**; III:** Correta, pois, se o combustível for vendido por unidade de massa fica resolvido o problema, independendo do dia estiver quente ou frio.

Gabarito "E"

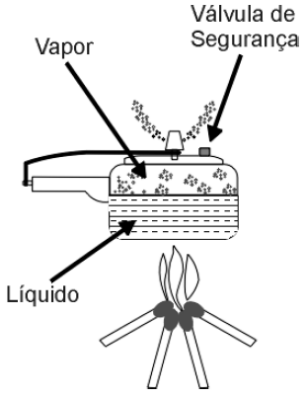
Item 003

1999 | F4-018

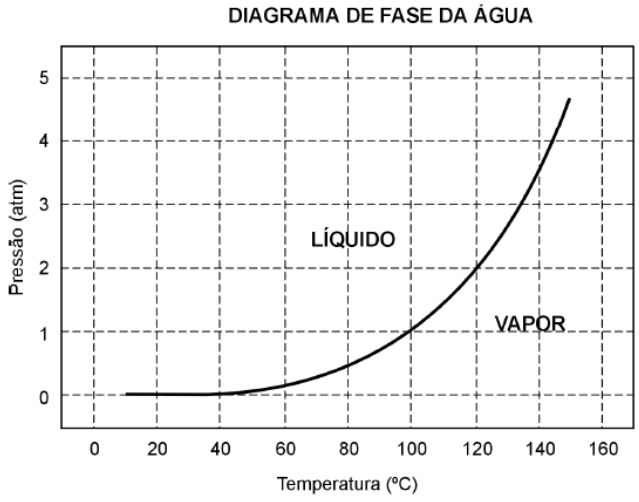
Regular; fonte: referência 4, página 102.

Enunciado e resolução reproduzidos da referência 4. Resposta: E.

24. **(ENEM 1999)** A panela de pressão permite que os alimentos sejam cozidos em água muito mais rapidamente do que em panelas convencionais. Sua tampa possui uma borracha de vedação que não deixa o vapor escapar, a não ser através de um orifício central sobre o qual assenta um peso que controla a pressão. Quando em uso, desenvolve-se uma pressão elevada no seu interior. Para a sua operação segura, é necessário observar a limpeza do orifício central e a existência de uma válvula de segurança, normalmente situada na tampa.



O esquema da panela de pressão e um diagrama de fase da água são apresentados abaixo.



Se, por economia, abaixarmos o fogo sob uma panela de pressão logo que se inicia a saída de vapor pela válvula, de forma simplesmente a manter a fervura, o tempo de cozimento

(A) será maior porque a panela "esfria".
(B) será menor, pois diminui a perda de água.
(C) será maior, pois a pressão diminui.
(D) será maior, pois a evaporação diminui.
(E) não será alterado, pois a temperatura não varia.

Sabe-se que temperatura mais elevada resulta em menor tempo de cozimento dos alimentos e em menor consumo de gás no fogão. Estas são as vantagens das panelas de pressão que trabalham com pressão e temperatura elevadas. Quando começa a sair vapor pela válvula da tampa, significa que a água começou a ferver dentro da panela e enquanto a água ferver a temperatura continuará sendo a mesma. Então poderemos abaixar o fogo e não será alterado o tempo de cozimento.

Gabarito "E"

Item 004

1999 | F4-043

Regular; fonte: referência 4, página 111.

Enunciado e resolução reproduzidos da referência 4. Resposta: C.

52. (ENEM 1999) Segundo o poeta Carlos Drummond de Andrade, a "água é um projeto de viver". Nada mais correto, se levarmos em conta que toda água com que convivemos carrega, além do puro e simples H_2O, muitas outras substâncias nela dissolvidas ou em suspensão. Assim, o ciclo da água, além da própria água, também promove o transporte e a redistribuição de um grande conjunto de substâncias relacionadas à dinâmica da vida.

No ciclo da água, a evaporação é um processo muito especial, já que apenas moléculas de H_2O passam para o estado gasoso. Desse ponto de vista, uma das consequências da evaporação pode ser

(A) a formação da chuva ácida, em regiões poluídas, a partir de quantidades muito pequenas de substâncias ácidas evaporadas juntamente com a água.

(B) a perda de sais minerais, no solo, que são evaporados juntamente com a água.

(C) o aumento, nos campos irrigados, da concentração de sais minerais na água presente no solo.

(D) a perda, nas plantas, de substâncias indispensáveis à manutenção da vida vegetal, por meio da respiração.

(E) a diminuição, nos oceanos, da salinidade das camadas de água mais próximas da superfície.

Como, no processo de evaporação, apenas moléculas de água passam para o estado gasoso, uma das consequências da evaporação é o aumento da concentração de sais minerais no solo (Letra *C*). As demais afirmativas estão incorretas, pois: **A** e **B:** não há possibilidade de formação de chuva ácida, a partir de substâncias ácidas evaporadas e nem a perda de sais minerais, no solo, porque somente evapora a água; **D:** Também não há possibilidade de perda de substâncias indispensáveis nas plantas, porque somente evapora a água.

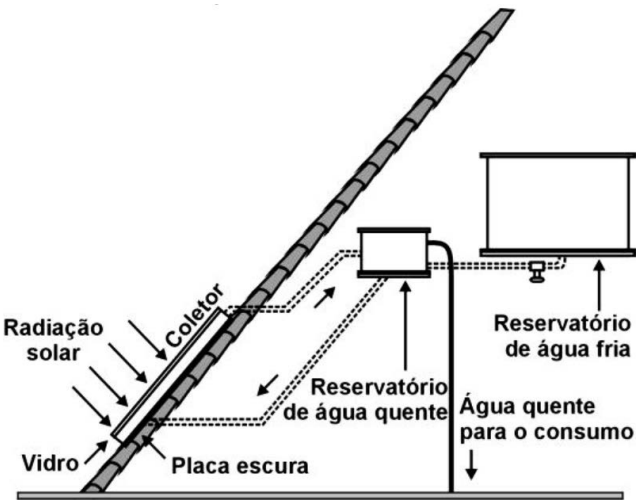
Gabarito "C"

Item 005

Regular; fonte: referência 4, página 97.

Enunciado e resolução reproduzidos da referência 4. Resposta: E.

5. **(ENEM 2000)** O resultado da conversão direta de energia solar é uma das várias formas de energia alternativa de que se dispõe. O aquecimento solar é obtido por uma placa escura coberta por vidro, pela qual passa um tubo contendo água. A água circula, conforme mostra o esquema abaixo.



Fonte: Adaptado de PALZ, Wolfgang. **Energia solar e fontes alternativas**. Hemus, 1981.

São feitas as seguintes afirmações quanto aos materiais utilizados no aquecedor solar:

I. o reservatório de água quente deve ser metálico para conduzir melhor o calor.
II. a cobertura de vidro tem como função reter melhor o calor, de forma semelhante ao que ocorre em uma estufa.
III. a placa utilizada é escura para absorver melhor a energia radiante do Sol, aquecendo a água com maior eficiência.

Dentre as afirmações acima, pode-se dizer que, apenas está(ão) correta(s):

(A) I.
(B) I e II.
(C) II.
(D) I e III.
(E) II e III.

I: Incorreta, pois o reservatório de água quente pode ser metálico, mas deve ser isolado termicamente para reter melhor o calor; **II:** Correta, pois a cobertura de vidro tem como função reter melhor o calor da água, de forma semelhante ao que ocorre em uma estufa; **III:** Correta, pois a placa sendo escura irá absorver melhor a energia solar, aquecendo a água com maior eficiência.
Gabarito "E"

Item 006

2000 | F4-009

Regular; fonte: referência 4, página 99.

Enunciado e resolução reproduzidos da referência 4. Resposta: D.

14. **(ENEM 2000)** Uma garrafa de vidro e uma lata de alumínio, cada uma contendo 330 mL de refrigerante, são mantidas em um refrigerador pelo mesmo longo período de tempo. Ao retirá-las do refrigerador com as mãos desprotegidas, tem-se a sensação de que a lata está mais fria que a garrafa. É correto afirmar que:

(A) a lata está realmente mais fria, pois a capacidade calorífica da garrafa é maior que a da lata.

(B) a lata está de fato menos fria que a garrafa, pois o vidro possui condutividade menor que o alumínio.

(C) a garrafa e a lata estão à mesma temperatura, possuem a mesma condutividade térmica, e a sensação deve-se à diferença nos calores específicos.

(D) a garrafa e a lata estão à mesma temperatura, e a sensação é devida ao fato de a condutividade térmica do alumínio ser maior que a do vidro.

(E) a garrafa e a lata estão à mesma temperatura, e a sensação é devida ao fato de a condutividade térmica do vidro ser maior que a do alumínio.

Se a garrafa de vidro e a lata de alumínio foram mantidas no refrigerador por um longo período de tempo elas estarão na mesma temperatura. Como a lata de alumínio apresenta maior condutividade térmica em relação ao vidro há uma transferência mais rápida de calor da mão para a lata, dando a sensação de que a lata está mais fria que a garrafa.

Gabarito "D"

Item 007

2000 | F4-017

Regular; fonte: referência 4, página 101.

Enunciado e resolução reproduzidos da referência 4. Resposta: C.

23. **(ENEM 2000)** Ainda hoje, é muito comum as pessoas utilizarem vasilhames de barro (moringas ou potes de cerâmica não esmaltada) para conservar água a uma temperatura menor do que a do ambiente. Isso ocorre porque:

(A) o barro isola a água do ambiente, mantendo-a sempre a uma temperatura menor que a dele, como se fosse isopor.

(B) o barro tem poder de "gelar" a água pela sua composição química. Na reação, a água perde calor.

(C) o barro é poroso, permitindo que a água passe através dele. Parte dessa água evapora, tomando calor da moringa e do restante da água, que são assim resfriadas.

(D) o barro é poroso, permitindo que a água se deposite na parte de fora da moringa. A água de fora sempre está a uma temperatura maior que a de dentro.

(E) a moringa é uma espécie de geladeira natural, liberando substâncias higroscópicas que diminuem naturalmente a temperatura da água.

Analisando as afirmativas:

Ainda hoje, é muito comum as pessoas utilizarem vasilhames de barro (moringas ou potes de cerâmica não esmaltada) para conservar água a uma temperatura menor do que a do ambiente. Isso ocorre porque: **A:** Incorreta, pois o barro não é isolante térmico como o isopor; **B:** Incorreta, pois não ocorre reação endotérmica, ou exotérmica entre o barro e a água; **C:** Correta, pois o barro é realmente poroso e permite que a água da moringa passe através dele. Uma parte dessa água evapora, removendo calor da moringa e do restante da água, que dessa forma são resfriadas; **D:** Incorreta, pois a água que atravessa pelos poros da parede da moringa está na mesma temperatura que a água que está dentro da moringa; **E:** Incorreta, pois a moringa não libera substâncias higroscópicas.

Gabarito "C"

Item 008

2001 | F4-035

Regular; fonte: referência 4, página 108.

Enunciado e resolução reproduzidos da referência 4. Resposta: D.

44. (ENEM 2001) Para diminuir as perdas térmicas de uma geladeira, podem ser tomados alguns cuidados operacionais:

I. Distribuir os alimentos nas prateleiras deixando espaços vazios entre eles, para que ocorra a circulação do ar frio para baixo e do quente para cima.

II. Manter as paredes do congelador com camada bem espessa de gelo, para que o aumento da massa de gelo aumente a troca de calor no congelador.

III. Limpar o radiador ("grade" na parte de trás) periodicamente, para que a gordura e a poeira que nele se depositam não reduzam a transferência de calor para o ambiente.

Para uma geladeira tradicional é correto indicar, apenas,

(A) a operação I.
(B) a operação II.
(C) as operações I e II.
(D) as operações I e III.
(E) as operações II e III.

I: Correta, pois o espaçamento dos alimentos dentro da geladeira facilita a circulação do ar, que ocorre pelo processo de convecção natural; **II:** Incorreta, pois a camada de gelo formada nas paredes internas do congelador é isolante térmico e dificulta o resfriamento dos alimentos; **III:** Correta, pois o calor dos alimentos a ser retirado da geladeira é dissipado para o ambiente externo pela serpentina atrás da geladeira. A poeira e a gordura na grade formam uma película que reduz a troca térmica. Portanto, a limpeza periódica desta grade propicia uma economia de energia.

Gabarito "D"

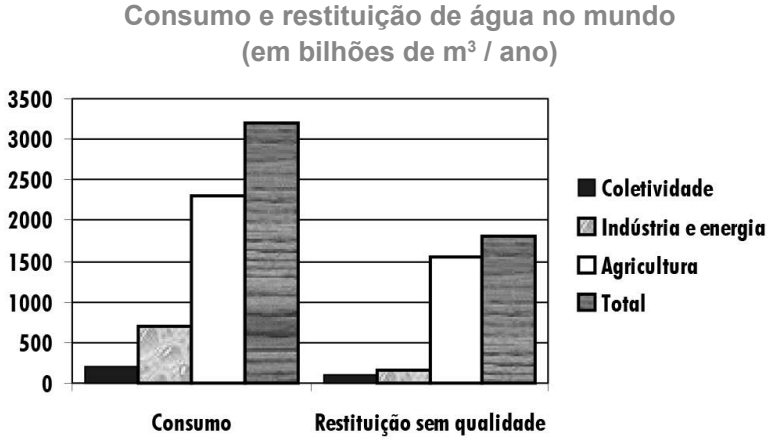
Item 009

2001 | F4-042

Regular; fonte: referência 4, página 110.

Enunciado e resolução reproduzidos da referência 4. Resposta: C.

51. **(ENEM 2001)** Boa parte da água utilizada nas mais diversas atividades humanas não retorna ao ambiente com qualidade para ser novamente consumida. O gráfico mostra alguns dados sobre esse fato, em termos dos setores de consumo.



Fonte: Adaptado de MARGAT, Jean-François. A água ameaçada pelas atividades humanas. In: WIKOWSKI, N. (Coord.). **Ciência e tecnologia hoje.** São Paulo: Ensaio, 1994.

Com base nesses dados, é possível afirmar que

(A) mais da metade da água usada não é devolvida ao ciclo hidrológico.

(B) as atividades industriais são as maiores poluidoras de água.

(C) mais da metade da água restituída sem qualidade para o consumo contém algum teor de agrotóxico ou adubo.

(D) cerca de um terço do total da água restituída sem qualidade é proveniente das atividades energéticas.

(E) o consumo doméstico, dentre as atividades humanas, é o que mais consome e repõe água com qualidade.

A: Incorreto, pois quase toda a água consumida é devolvida ao ciclo hidrológico, embora uma parte desta água seja restituída sem qualidade; **B:** Incorreto, pois as atividades industriais e de energia não são as maiores poluidoras da água. As atividades que mais poluem a água são as da agricultura; **C:** Correto, pois mais da metade da água restituída sem qualidade para o consumo, são as consumidas pela agricultura, porque elas contêm agrotóxico ou adubo; **D:** Incorreto, pois a quantidade de água restituída sem qualidade proveniente das atividades industriais e energéticas é muito menor do que um terço do total que é restituído sem qualidade; **E:** Incorreto, pois o consumo doméstico, dentre as atividades humanas, é o que menos consome água.

Gabarito "C"

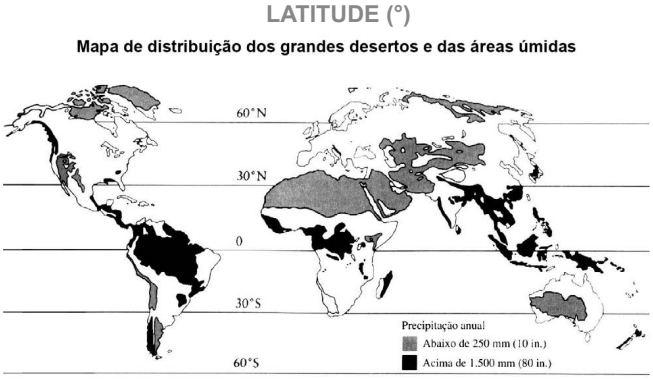
Item 010

2005 | F4-041

Regular; fonte: referência 4, página 110.

Enunciado e resolução reproduzidos da referência 4. Resposta: C.

50. **(ENEM 2005)** A água é um dos fatores determinantes para todos os seres vivos, mas a precipitação varia muito nos continentes, como podemos observar no mapa abaixo.



LATITUDE (°) / HEMISFÉRIO	TEMPERATURA MÉDIA (°C)
60 / Norte	0
30 / Norte	10
10 / Norte	24
10 / Sul	28
30 / Sul	14
60 / Sul	9

(Robert E. Ricklefs. **A Economia da Natureza**, 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan , 1996. p. 55)

Ao examinar a tabela da temperatura média anual em algumas latitudes, podemos concluir que as chuvas são mais abundantes nas maiores latitudes próximas do Equador, porque

(A) as grandes extensões de terra fria das latitudes extremas impedem precipitações mais abundantes.

(B) a água superficial é mais quente nos trópicos do que nas regiões temperadas, causando maior precipitação.

(C) o ar mais quente tropical retém mais vapor de água na atmosfera, aumentando as precipitações.

(D) o ar mais frio das regiões temperadas retém mais vapor de água, impedindo as precipitações.

(E) a água superficial é fria e menos abundante nas latitudes extremas, causando menor precipitação.

Com base no mapa e na tabela apresentados na questão, podemos concluir que as ocorrências de chuvas são mais abundantes nas regiões próximas ao Equador. Nestas regiões, as temperaturas médias são mais elevadas, provocando maior evaporação de água e consequentemente maior precipitação de chuvas.

Gabarito "C"

Item 011

2006 | F4-016

Regular; fonte: referência 4, página 101.

Enunciado e resolução reproduzidos da referência 4. Resposta: B.

22. **(ENEM 2006)** A Terra é cercada pelo vácuo espacial e, assim, ela só perde energia ao irradiá-la para o espaço. O aquecimento global que se verifica hoje decorre de pequeno desequilíbrio energético, de cerca de 0,3%, entre a energia que a Terra recebe do Sol e a energia irradiada a cada segundo, algo em torno de 1 W/m^2. Isso significa que a Terra acumula, anualmente, cerca de 1,6 × 10^{22} J. Considere que a energia necessária para transformar 1 kg de gelo a 0 ºC em água liquida seja igual a 3,2 × 10^5 J. Se toda a energia acumulada anualmente fosse usada para derreter o gelo nos polos (a 0 ºC), a quantidade de gelo derretida anualmente, em trilhões de toneladas, estaria entre

(A) 20 e 40.
(B) 40 e 60.
(C) 60 e 80.
(D) 80 e 100.
(E) 100 e 120.

No enunciado da questão é informado que:

3,2x10^5 J é a quantidade de energia para derreter 1 kg de gelo a 0 ^{o}C.

1,6x10^{22}J é a quantidade de energia que a Terra acumula por ano.

Vamos calcular por regra de 3, a quantidade de gelo derretido em 1 ano, que chamaremos de x:

3,2x10^5 J _____ derrete 1 kg de gelo

1,6x10^{22} J _____ derreterá x kg de gelo

x = (1,6 x 10^{22} J)(1kg)/(3,2 x 10^5 J)kg = 0,5 x 10^{17} kg = 5 x 10^{13} t

Como 1 trilhão é igual 10^{12}, teremos x = (5 x 10^{13})/(10^{12}) ou

x = 50 trilhões de toneladas de gelo

Gabarito "B"

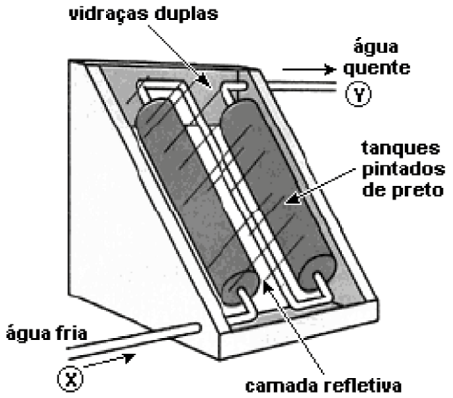
Item 012

2007 | F4-004

Regular; fonte: referência 4, página 96.

Enunciado e resolução reproduzidos da referência 4. Resposta: B.

4. **(ENEM 2007)** O uso mais popular de energia solar está associado ao fornecimento de água quente para fins domésticos. Na figura ao lado, é ilustrado um aquecedor de água constituído de dois tanques pretos dentro de uma caixa termicamente isolada e com cobertura de vidro, os quais absorvem energia solar.



A. Hinrichs e M. Kleinbach. **Energia e meio ambiente**. São Paulo: Thompson, 3ª ed., 2004, p. 529 (com adaptações).

Nesse sistema de aquecimento,

(A) os tanques, por serem de cor preta, são maus absorvedores de calor e reduzem as perdas de energia.

(B) a cobertura de vidro deixa passar a energia luminosa e reduz a perda de energia térmica utilizada para o aquecimento.

(C) a água circula devido à variação de energia luminosa existente entre os pontos X e Y.

(D) a camada refletiva tem como função armazenar energia luminosa.

(E) o vidro, por ser bom condutor de calor, permite que se mantenha constante a temperatura no interior da caixa.

A: Incorreta, pois os tanques de cor preta são bons absorvedores de calor; **B:** Correta, pois a cobertura de vidro facilita a entrada de luz solar e dificulta a saída de calor; **C:** Incorreta, pois a água circula devido ao fenômeno da convecção que ocorre quando um líquido é aquecido; **D:** Incorreta, pois a função da camada refletiva é impedir que o fundo do aquecedor absorva calor, refletindo-o de volta para os tanques; **E:** Incorreta, pois o vidro não é um bom condutor de calor, e sim um bom isolante térmico.

Gabarito "B"

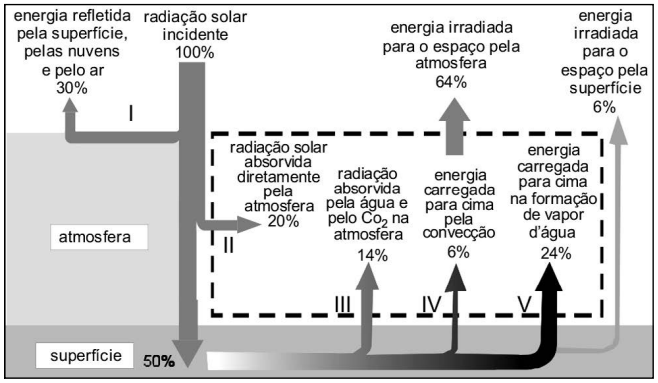
Item 013

2008 | F4-039

Regular; fonte: referência 4, página 110.

Enunciado e resolução reproduzidos da referência 4. Resposta: E.

O diagrama abaixo representa, de forma esquemática e simplificada, a distribuição da energia proveniente do Sol sobre a atmosfera e a superfície terrestre. Na área delimitada pela linha tracejada, são destacados alguns processos envolvidos no fluxo de energia na atmosfera.



Raymong A. Serway e John W. Jewett. **Princípios de Física**, v. 2, fig. 18.12 (com adaptações).

48. **(ENEM 2008)** A chuva é o fenômeno natural responsável pela manutenção dos níveis adequados de água dos reservatórios das usinas hidrelétricas. Esse fenômeno, assim como todo o ciclo hidrológico, depende muito da energia solar. Dos processos numerados no diagrama, aquele que se relaciona mais diretamente com o nível dos reservatórios de usinas hidrelétricas é o de número

(A) I.
(B) II.
(C) III.
(D) IV.
(E) V.

No diagrama apresentado o processo que se relaciona com a chuva é o referente à energia carregada para cima na formação de vapor d'água. Na atmosfera, o vapor d'água é condensado pelo ar frio encontrado em altitudes elevadas e água no estado líquido cai sobre a terra na forma de chuva formando os rios e lagos contribuindo na manutenção dos níveis adequados de água dos reservatórios das usinas hidrelétricas.

Gabarito "E"

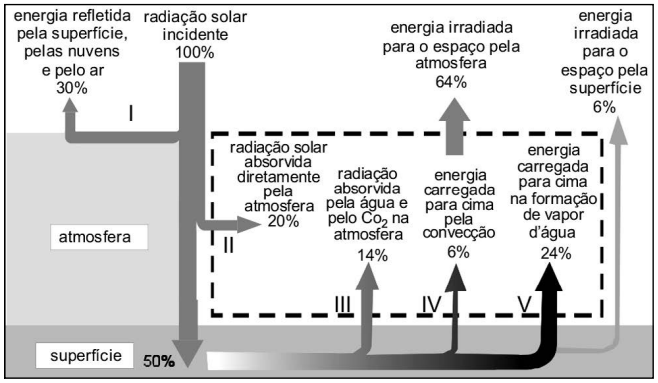
Item 014

2008 | F4-040

Regular; fonte: referência 4, página 110.

Enunciado e resolução reproduzidos da referência 4. Resposta: D.

O diagrama abaixo representa, de forma esquemática e simplificada, a distribuição da energia proveniente do Sol sobre a atmosfera e a superfície terrestre. Na área delimitada pela linha tracejada, são destacados alguns processos envolvidos no fluxo de energia na atmosfera.



Raymong A. Serway e John W. Jewett. **Princípios de Física**, v. 2, fig. 18.12 (com adaptações).

49. **(ENEM 2008)** Com base no diagrama acima, conclui-se que

(A) a maior parte da radiação incidente sobre o planeta fica retida na atmosfera.

(B) a quantidade de energia refletida pelo ar, pelas nuvens e pelo solo é superior à absorvida pela superfície.

(C) a atmosfera absorve 70% da radiação solar incidente sobre a Terra.

(D) mais da metade da radiação solar que é absorvida diretamente pelo solo é devolvida para a atmosfera.

(E) a quantidade de radiação emitida para o espaço pela atmosfera é menor que a irradiada para o espaço pela superfície.

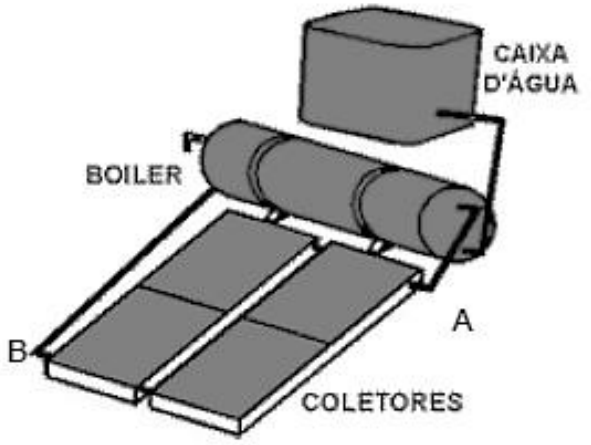
A: Incorreta, pois 64% da radiação incidente sobre o planeta é irradiada para o espaço pela atmosfera; **B:** Incorreta, pois a superfície absorve 50% da energia solar enquanto que a energia refletida pelo ar, pelas nuvens, é de 30%; **C:** Incorreta, pois a atmosfera absorve somente 20% da radiação solar incidente sobre a Terra; **D:** Correta, pois quase toda radiação solar que é absorvida diretamente pelo solo é devolvida para a atmosfera. A radiação absorvida é 50% e a devolvida pelo solo é de 14 + 6 + 24 = 44%, ou seja, 88% da energia recebida pelo solo é devolvida; **E:** Incorreta, pois 64% da radiação emitida para o espaço é da atmosfera enquanto que a irradiada para o espaço pela superfície é de somente 6%.

Gabarito "D"

PPL; fonte: referência 3, página 16.

Questão 33 (2009.3)

A luz solar que atinge a parte superior da atmosfera terrestre chega a uma taxa constante de 135,2 mW/cm². Dessa radiação, apenas 50% conseguem chegar à superfície, pois parte dela é refletida pelas nuvens e absorvida pela atmosfera. A radiação solar pode ser aproveitada para aquecer água de reservatórios, entre outras aplicações. Um sistema básico para transformar energia solar em térmica é ilustrado na figura ao lado acima. Esse sistema é constituído de coletores solares e de um reservatório térmico, chamado *boiler*. Os coletores solares, geralmente, são feitos de materiais que absorvem bem a radiação solar, e o calor gerado nos coletores é transferido para a água que circula no interior de suas tubulações de cobre. A água aquecida é armazenada no *boiler*. Dessa forma, a água é mantida quente para consumo posterior. A caixa de água fria alimenta o *boiler*, mantendo-o sempre cheio.



É correto afirmar que os coletores solares permitem boa economia de energia, pois:

A) se aplicam à produção tanto de energia térmica quanto elétrica.
B) constituem fonte energética alternativa aos combustíveis fósseis usados no transporte.
C) convertem energia radiante em energia térmica, que é usada no processo de aquecimento da água.
D) permitem economizar até 135,2 mWh de energia elétrica, que seriam gastos com aquecimento elétrico.
E) a energia luminosa coletada por eles pode ser usada para reduzir o número de lâmpadas usadas no ambiente.

Item 015 – resolução

2009 / F3-033

Resolução

Resposta: C

O coletor absorve radiação solar e a transforma em energia interna dos materiais e da água. Portanto, a conversão descrita é de energia radiante em energia térmica. Esse aquecedor dispensa parte da energia elétrica que seria usada para aquecer a água, mas não é um painel fotovoltaico gerador de eletricidade.

Resolução complementar.

Item 016

PPL; fonte: referência 3, página 17.

Questão 35 (2009.3)

O Inmetro procedeu à análise de garrafas térmicas com ampolas de vidro, para manter o consumidor informado sobre a adequação dos produtos aos Regulamentos e Normas Técnicas. Uma das análises é a de eficiência térmica. Nesse ensaio, verifica-se a capacidade da garrafa térmica de conservar o líquido aquecido em seu interior por determinado tempo. A garrafa é completada com água a 90 ºC até o volume total. Após 3 horas, a temperatura do líquido é medida e deve ser, no mínimo, de 81 ºC para garrafas com capacidade de 1 litro, pois o calor específico da água é igual a 1 cal/g ºC.

(Disponível em: http://www.inmetro.gov.br. Acesso em: 3 maio 2009 - adaptado)

Atingindo a água 81 ºC nesse prazo, a energia interna do sistema e a quantidade de calor perdida para o meio são, respectivamente,

A) menor e de 900 cal.
B) maior e de 900 cal.
C) menor e de 9.000 cal.
D) maior e de 9.000 cal.
E) constante e de 900 cal.

Resolução **Resposta: C**

Um litro de água tem massa aproximada de 1000 g. Sua perda de calor é $Q = mc\Delta T = 1000 \cdot 1 \cdot (90 - 81) = 9000$ cal. Como a água esfria sem realizar mudança de fase, sua energia interna diminui. A combinação correta é "menor e 9000 cal".

Resolução complementar.

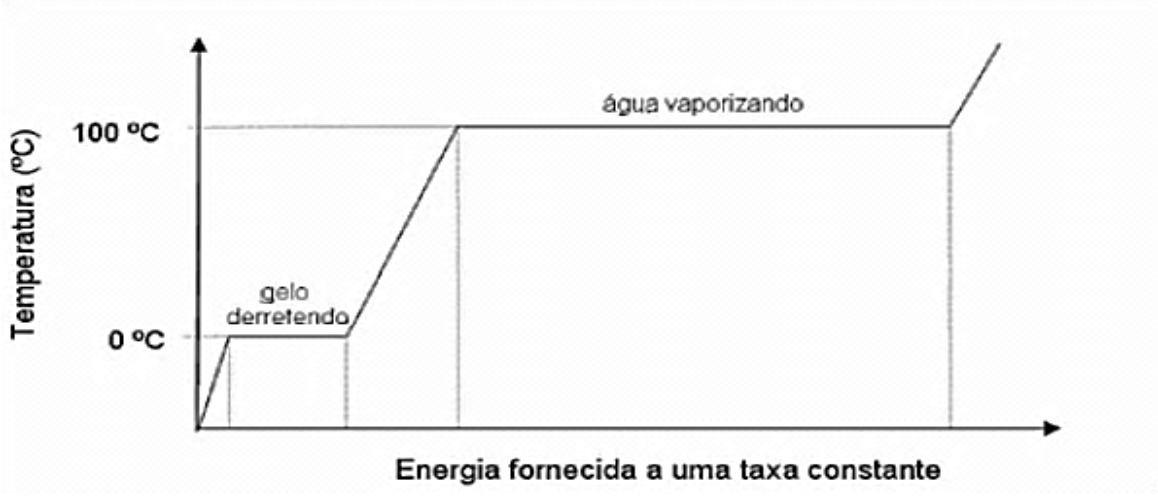
Item 017

2009 | F3-036

PPL; fonte: referência 3, página 17.

Questão 36 (2009.3)

Na natureza, a água, por meio de processos físicos, passa pelas fases líquida, gasosa e sólida perfazendo o ciclo hidrológico. A distribuição da água na Terra é condicionada por esse ciclo, e as mudanças na temperatura do planeta poderão influenciar as proporções de água nas diferentes fases desse ciclo. O diagrama abaixo mostra as transformações de fase pelas quais a água passa, ao ser aquecida com o fornecimento de energia a uma taxa constante.



Considerando-se o diagrama de mudanças de fases da água e sabendo-se que os calores latentes de fusão e de vaporização da água valem, respectivamente, 80 cal/g e 540 cal/g, conclui-se que:

A) a temperatura da água permanece constante durante os processos de mudança de fase.
B) a energia necessária para fundir 10 g de gelo é maior que a necessária para evaporar a mesma massa de água.

C) a água, para mudar de fase, libera energia a uma taxa de 540 cal/g quando a temperatura aumenta de 0 ºC até 100 ºC.
D) a temperatura da água varia proporcionalmente à energia que ela recebe, ou seja, 80 cal/g durante o processo de fusão.
E) a temperatura da água varia durante o processo de vaporização porque ela está recebendo uma quantidade de energia constante.

Resolução **Resposta: A**

Durante a fusão ou a vaporização de uma substância pura, mantida a pressão, o calor recebido é empregado na mudança de fase e a temperatura permanece constante. A energia é $Q = mL$: para 10 g, fundir exige 800 cal e vaporizar exige 5400 cal. Assim, os patamares do gráfico indicam temperatura constante nas mudanças de fase.

Resolução complementar.

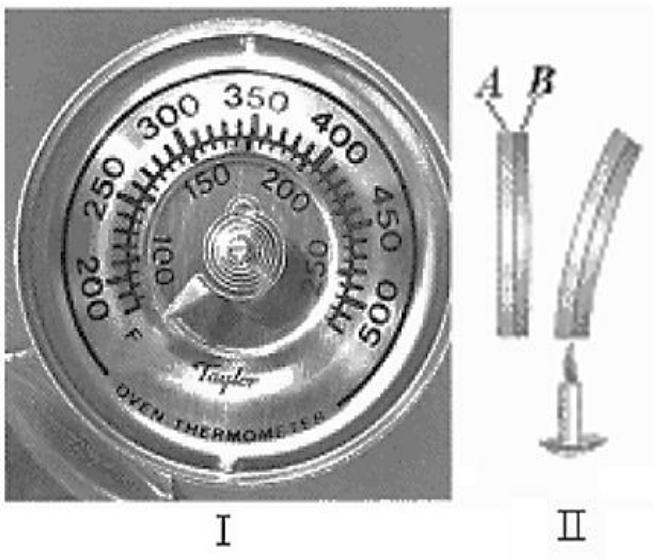
Item 018

2009 | F3-038

PPL; fonte: referência 3, página 18.

Questão 38 (2009.3)

A dilatação dos materiais em função da variação da temperatura é uma propriedade física bastante utilizada na construção de termômetros (como o ilustrado na figura I) construídos a partir de lâminas bimetálicas, como as ilustradas na figura II, na qual são indicados os materiais A e B — antes e após o seu aquecimento.



Com base nas leis da termodinâmica e na dilatação de sólidos sob a influência de temperatura variável, conclui-se que:

A) a lâmina bimetálica se curvará para a direita, caso o coeficiente de dilatação linear do material B seja maior que o coeficiente de dilatação linear do material A.
B) a substância utilizada na confecção do material A é a mesma usada na confecção do material B.
C) a lâmina se curvará para a direita, independentemente do tipo de material usado em A e B.
D) o coeficiente de dilatação dos materiais é uma função linear da variação da temperatura.
E) o coeficiente de dilatação linear é uma grandeza negativa.

Resolução **Resposta: D**

A lei usada no modelo é $\Delta L = L_0 \alpha \Delta T$: quem varia linearmente com a temperatura é a dilatação, tomando α aproximadamente constante. A lâmina se curva para o lado que se dilata menos; na figura, $\alpha_A > \alpha_B$. O gabarito indica D, mas sua redação é imprecisa ao atribuir essa dependência ao coeficiente, em vez de à dilatação. Esta ressalva evita tomar a frase literalmente.

Resolução complementar.

Item 019

2009 | F3-040

PPL; fonte: referência 3, página 19.

Questão 40 (2009.3)

A eficiência de um coletor solar depende de uma série de variáveis. Na tabela abaixo, são mostradas diferenças na radiação solar incidente em diferentes capitais brasileiras localizadas em ordem crescente da latitude.

Energia útil avaliada como média anual para um sistema de aquecimento de água via energia solar. (Coletores solares inclinados de um ângulo igual à latitude, acrescentados mais 10º)

capital	temperatura média anual ^{0}C	radiação solar incidente média kWh/m^2 por dia	energia útil média* kWh/m^2 por dia
Natal	25,9	5,40	1,67
Salvador	25,1	4,95	1,52
Cuiabá	26,8	4,96	1,48
Curitiba	17,6	4,73	1,60
Florianópolis	20,8	4,24	1,32

*Energia útil média: índice de aproveitamento da energia solar incidente.

Observação: o sistema de aquecimento conta com uma área de 4 m^2 de coletores solares.

Considerando os dados mostrados na tabela, na transformação da energia luminosa, observa-se que:

A) a radiação solar média coletada independe do tamanho da superfície de captação do coletor solar.
B) a energia útil média, um índice a ser considerado na comparação com outras opções energéticas, decresce com o aumento da latitude.
C) a diferença de radiação solar incidente nas capitais listadas, apesar de ser maior que 20%, deixa de ser determinante em algumas situações.
D) as temperaturas alcançadas independem da temperatura inicial da água no processo de aquecimento da água por meio de coletores solares.
E) Curitiba, entre as capitais citadas, é inadequada para a utilização de energia solar porque é a capital onde ocorrem as maiores perdas de energia térmica para o ambiente.

Resolução **Resposta: C**

A radiação incidente em Natal é 5,40 e, em Florianópolis, 4,24 kWh/m^2 por dia, diferença superior a 20%. Entretanto, Curitiba, com 4,73, fornece energia útil de 1,60, maior que a de Salvador, 1,52, apesar de receber menos radiação. Logo, o aproveitamento depende também das condições do coletor e das perdas; a radiação incidente isolada não determina o resultado.

Resolução complementar.

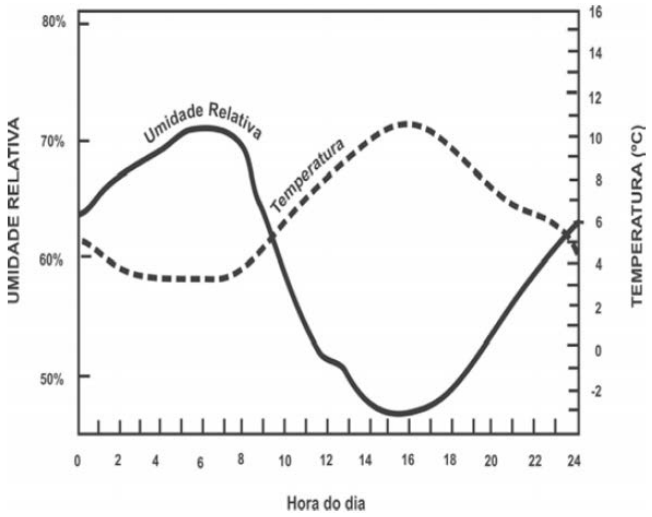
Item 020

2009 | F4-030

Regular; fonte: referência 4, página 106.

Enunciado e resolução reproduzidos da referência 4. Resposta: A.

37. **(ENEM 2009)** Umidade relativa do ar é o termo usado para descrever a quantidade de vapor de água contido na atmosfera. Ela é definida pela razão entre o conteúdo real de umidade de uma parcela de ar e a quantidade de umidade que a mesma parcela de ar pode armazenar na mesma temperatura e pressão quando está saturada de vapor, isto é, com 100% de umidade relativa. O gráfico representa a relação entre a umidade relativa do ar e sua temperatura ao longo de um período de 24 horas em um determinado local.



Considerando-se as informações do texto e do gráfico, conclui-se que

(A) a insolação é um fator que provoca variação da umidade relativa do ar.

(B) o ar vai adquirindo maior quantidade de vapor de água à medida que se aquece.

(C) a presença de umidade relativa do ar é diretamente proporcional à temperatura do ar.

(D) a umidade relativa do ar indica, em termos absolutos, a quantidade de vapor de água existente na atmosfera.

(E) a variação da umidade do ar se verifica no verão, e não no inverno, quando as temperaturas permanecem baixas.

Podemos observar no gráfico que, à medida que a temperatura ambiente aumenta, o que ocorre a partir das 8 horas da manhã, a umidade relativa do ar diminui. À tarde, aproximadamente às 16 horas, a temperatura ambiente começa a diminuir e a umidade do ar começa a aumentar. O que ocorre a partir das 8 horas é um aumento gradativo da insolação e isto provoca uma variação (queda) na umidade relativa do ar.

Gabarito "A"

Item 021

2009 | F4-038

Regular; fonte: referência 4, página 109.

Enunciado e resolução reproduzidos da referência 4. Resposta: B.

47. (ENEM 2009)

Confirmada pelos cientistas e já sentida pela população mundial, a mudança climática global é hoje o principal desafio socioambiental a ser enfrentado pela humanidade. Mudança climática é o nome que se dá ao conjunto de alterações nas condições do clima da Terra pelo acúmulo de seis tipos de gases na atmosfera – sendo os principais o dióxido de carbono (CO_2) e o metano (CH_4) – emitidos em quantidade excessiva através da queima de combustíveis (petróleo e carvão) e do uso inadequado do solo.

SANTILLI, M. Mudança climática global. **Almanaque Brasil Socioambiental 2008.** São Paulo, 2007 (adaptado).

Suponha que, ao invés de superaquecimento, o planeta sofresse uma queda de temperatura, resfriando-se como numa era glacial, nesse caso

(A) a camada de geleiras, bem como o nível do mar, diminuiriam.
(B) as geleiras aumentariam, acarretando alterações no relevo do continente e no nível do mar.
(C) o equilíbrio do clima do planeta seria restabelecido, uma vez que ele está em processo de aquecimento.
(D) a fauna e a flora das regiões próximas ao círculo polar ártico e antártico nada sofreriam com a glaciação.
(E) os centros urbanos permaneceriam os mesmos, sem prejuízo à população humana e ao seu desenvolvimento.

A: Incorreta, pois se ocorrer queda de temperatura, a camada de geleiras iria aumentar, e não diminuir; **B:** Correta, pois com temperaturas mais baixas nos polos mais água será transformada em gelo aumentando as geleiras. Isso resultará em queda do nível dos oceanos, pois mais água ficará retida nos polos; **C:** Incorreta, pois o equilíbrio na Terra não seria mantido e as consequências do resfriamento durariam muito tempo; **D:** Incorreta, pois a fauna e a flora nas regiões do círculo polar desapareceriam com o aumento das geleiras; **E:** Incorreta, pois camadas de neve cobririam boa parte dos hemisférios, eliminando a existência de vida nestes locais.

Gabarito "B"

Item 022

2009 | F5-121

Regular; fonte: referência 5, página 66.

121. (Enem 2009) O manual de instruções de um aparelho de ar-condicionado apresenta a seguinte tabela, com dados técnicos para diversos modelos:

Capacidade de refrigeração kW/(BTU/h)	Potência (W)	Corrente elétrica - ciclo frio (A)	Eficiência energética COP (W/W)	Vazão de ar (m^3/h)	Frequência (Hz)
3,52/(12.000)	1.193	5,8	2,95	550	60
5,42/(18.000)	1.790	8,7	2,95	800	60
5,42/(18.000)	1.790	8,7	2,95	800	60
6,45/(22.000)	2.188	10,2	2,95	960	60
6,45/(22.000)	2.188	10,2	2,95	960	60

Considere-se que um auditório possua capacidade para 40 pessoas, cada uma produzindo uma quantidade média de calor, e que praticamente todo o calor que flui para fora do auditório o faz por meio dos aparelhos de ar-condicionado.

Nessa situação, entre as informações listadas, aquelas essenciais para se determinar quantos e/ou quais aparelhos de ar-condicionado são precisos para manter, com lotação máxima, a temperatura interna do auditório agradável e constante, bem como determinar a espessura da fiação do circuito elétrico para a ligação desses aparelhos, são

a) vazão de ar e potência.
b) vazão de ar e corrente elétrica - ciclo frio.
c) eficiência energética e potência.
d) capacidade de refrigeração e frequência.
e) capacidade de refrigeração e corrente elétrica – ciclo frio.

Resolução **Resposta: E**

Resposta da questão 121:
[E]

Para se determinar quantos aparelhos são necessários, deve-se conhecer a capacidade de refrigeração do modelo a ser instalado. Quanto mais aparelhos são instalados, maior a corrente “puxada” da rede, necessitando de fios de diâmetro cada vez maior. Para tal, é necessário determinar a intensidade da corrente elétrica de alimentação dos aparelhos.

Resolução reproduzida da referência 5.

Item 023

2009 | F5-125

Regular; fonte: referência 5, página 69.

125. (Enem 2009) É possível, com 1 litro de gasolina, usando todo o calor produzido por sua combustão direta, aquecer 200 litros de água de 20 °C a 55 °C. Pode-se efetuar esse mesmo aquecimento por um gerador de eletricidade, que consome 1 litro de gasolina por hora e fornece 110 V a um resistor de 11 Ù, imerso na água, durante um certo intervalo de tempo. Todo o calor liberado pelo resistor é transferido à água.

Considerando que o calor específico da água é igual a 4,19 J g^{-1} $°C^{-1}$, aproximadamente qual a quantidade de gasolina consumida para o aquecimento de água obtido pelo gerador, quando comparado ao obtido a partir da combustão?

a) A quantidade de gasolina consumida é igual para os dois casos.
b) A quantidade de gasolina consumida pelo gerador é duas vezes maior que a consumida na combustão.
c) A quantidade de gasolina consumida pelo gerador é duas vezes menor que a consumida na combustão.
d) A quantidade de gasolina consumida pelo gerador é sete vezes maior que a consumida na combustão.
e) A quantidade de gasolina consumida pelo gerador é sete vezes menor que a consumida na combustão.

Resolução **Resposta: D**

Resposta da questão 125:
[D]

Dados: massa de água: m = 200 kg; calor específico: c = 4,19 $J.g^{-1}.°C^{-1}$ = 4.190 $J.kg^{-1}.°C^{-1}$; variação de temperatura: ΔT = 55 – 20 = 35 °C; tempo de aquecimento: Δt = 1 h = 3.600 s; tensão elétrica: U = 110 V; resistência elétrica: R = 11 Ω.

Calculemos a potência absorvida pela água (P_1), quando aquecida pela combustão da gasolina:

$$P_1 = \frac{Q}{\Delta t} = \frac{mc\Delta T}{\Delta t} = \frac{(200)(4.190)(35)}{3.600} \Rightarrow$$

$$P_1 \cong 8.100 \text{ W}.$$

Calculemos a potência elétrica (P_2) fornecida pelo gerador.

$$P_2 = \frac{U^2}{R} = \frac{(110)(110)}{11} \Rightarrow$$

$$P_2 = 1.100 \text{ W}.$$

Fazendo a razão entre essas potências:

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{8.100}{1.100} \cong 7,4.$$

Como a potência na combustão é cerca de sete vezes maior que a potência elétrica, para que o gerador possa fornecer a mesma quantidade de energia, ele deve consumir uma quantidade de gasolina sete vezes maior.

Resolução reproduzida da referência 5.

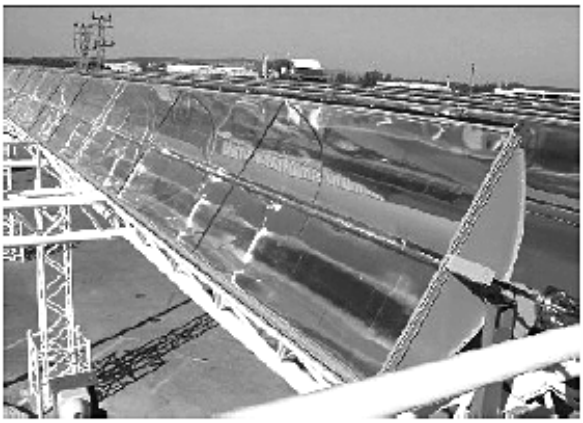
Item 024

2009 | F5-144

Regular; fonte: referência 5, página 78.

144. (Enem 2009) O Sol representa uma fonte limpa e inesgotável de energia para o nosso planeta. Essa energia pode ser captada por aquecedores solares, armazenada e convertida posteriormente em trabalho útil. Considere determinada região cuja insolação — potência solar incidente na superfície da Terra — seja de 800 watts/m^2.

Uma usina termossolar utiliza concentradores solares parabólicos que chegam a dezenas de quilômetros de extensão. Nesses coletores solares parabólicos, a luz refletida pela superfície parabólica espelhada é focalizada em um receptor em forma de cano e aquece o óleo contido em seu interior a 400 °C. O calor desse óleo é transferido para a água, vaporizando-a em uma caldeira. O vapor em alta pressão movimenta uma turbina acoplada a um gerador de energia elétrica.



Considerando que a distância entre a borda inferior e a borda superior da superfície refletora tenha 6 m de largura e que focaliza no receptor os 800 watts/m^2 de radiação provenientes do Sol, e que o calor específico da água é 1 cal. g^{-1}. $ºC^{-1}$ = 4.200 J. kg^{-1}. $ºC^{-1}$, então o comprimento linear do refletor parabólico necessário para elevar a temperatura de 1 m^3 (equivalente a 1 t) de água de 20 °C para 100 °C, em uma hora, estará entre

a) 15 m e 21 m.
b) 22 m e 30 m.
c) 105 m e 125 m.
d) 680 m e 710 m.
e) 6.700 m e 7.150 m.

Resolução **Resposta: A**

Resposta da questão 144:
[A]

Dados: Intensidade da radiação captada, I = 800 W/m^2; largura do coletor, L = 6 m; calor específico da água, c = 4.200 J/(kg.°C); massa de água, m = 1.000 kg; tempo de aquecimento, Δt = 1 h = 36·10^2 s; variação de temperatura, ΔT = 80 °C.

Quantidade de calor necessária para aquecer a água: $Q = m\,c\,\Delta T = (1.000)(4.200)(80) = 336\cdot10^6$ J.

Potência recebida: $P = \dfrac{Q}{\Delta t} = \dfrac{336\times10^6}{36\times10^2} = 9{,}3\times10^4$ W.

Para calcular a área do coletor, basta uma simples regra de três:

$$\begin{cases} 800\ \text{W} \longrightarrow 1\ \text{m}^2 \\ 9{,}3\text{x}10^4\ \text{W} \longrightarrow A \end{cases} \Rightarrow A = \frac{9{,}3\text{x}10^4}{800} = 116{,}25\ \text{m}^2.$$

Calculando o comprimento (d) do coletor: $A = d\,L \Rightarrow 116{,}25 = d(6) \Rightarrow d \cong 19$ m.

Resolução reproduzida da referência 5.

Item 025

2009 | F5-145

Prova cancelada; fonte: referência 5, página 78.

145. (Enem cancelado 2009) A água apresenta propriedades físico-químicas que a coloca em posição de destaque como substância essencial à vida. Dentre essas, destacam-se as propriedades térmicas biologicamente muito importantes, por exemplo, o elevado valor de calor latente de vaporização. Esse calor latente refere-se à quantidade de calor que deve ser adicionada a um líquido em seu ponto de ebulição, por unidade de massa, para convertê-lo em vapor na mesma temperatura, que no caso da água é igual a 540 calorias por grama.

A propriedade físico-química mencionada no texto confere à água a capacidade de
a) servir como doador de elétrons no processo de fotossíntese.
b) funcionar como regulador térmico para os organismos vivos.
c) agir como solvente universal nos tecidos animais e vegetais.
d) transportar os íons de ferro e magnésio nos tecidos vegetais.
e) funcionar como mantenedora do metabolismo nos organismos vivos.

Resolução **Resposta: B**

Resposta da questão 145:
[B]

Devido ao alto calor específico da água, ela serve como regulador térmico para os seres vivos. Quando a temperatura do organismo aumenta, ele elimina água na forma de suor. Essa água, ao evaporar, absorve calor desse organismo, regulando sua temperatura. Cada 1 grama que se transforma em vapor absorve 540 cal.

Resolução reproduzida da referência 5.

Item 026

2009 | F5-146

Prova cancelada; fonte: referência 5, página 79.

146. (Enem cancelado 2009) A Constelação Vulpécula (Raposa) encontra-se a 63 anos-luz da Terra, fora do sistema solar. Ali, o planeta gigante HD 189733b, 15% maior que Júpiter, concentra vapor de água na atmosfera. A temperatura do vapor atinge 900 graus Celsius. “A água sempre está lá, de alguma forma, mas às vezes é possível que seja escondida por outros tipos de nuvens”, afirmaram os astrônomos do Spitzer Science Center (SSC), com sede em Pasadena, Califórnia, responsável pela descoberta. A água foi detectada pelo espectrógrafo infravermelho, um aparelho do telescópio espacial Spitzer.

Correio Braziliense, 11 dez. 2008 (adaptado).

De acordo com o texto, o planeta concentra vapor de água em sua atmosfera a 900 graus Celsius. Sobre a vaporização infere-se que

a) se há vapor de água no planeta, é certo que existe água no estado líquido também.
b) a temperatura de ebulição da água independe da pressão, em um local elevado ou ao nível do mar, ela ferve sempre a 100 graus Celsius.
c) o calor de vaporização da água é o calor necessário para fazer 1 kg de água líquida se transformar em 1 kg de vapor de água a 100 graus Celsius.
d) um líquido pode ser superaquecido acima de sua temperatura de ebulição normal, mas de forma nenhuma nesse líquido haverá formação de bolhas.
e) a água em uma panela pode atingir a temperatura de ebulição em alguns minutos, e é necessário muito menos tempo para fazer a água vaporizar completamente.

Resolução **Resposta: C**

Resposta da questão 146:
[C]

Questão mal feita, embora se chegue facilmente à resposta por simples exclusões. O calor latente de vaporização da água é a quantidade de energia necessária para que uma quantidade de massa unitária (1 grama, 1 quilograma, 1 libra etc.) passe do estado líquido para o gasoso, não interessando em que temperatura o fenômeno ocorre.

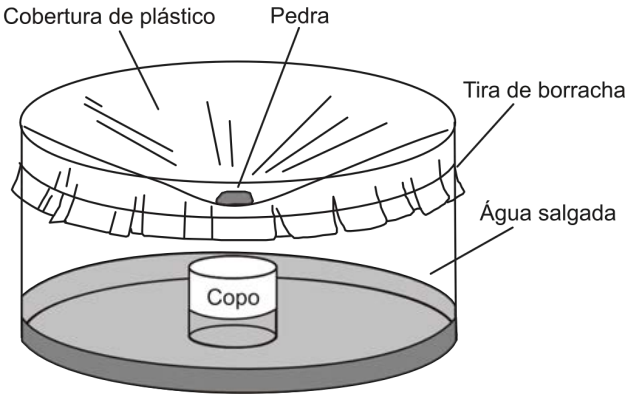
Resolução reproduzida da referência 5.

Item 027

2009 | F5-148

Prova cancelada; fonte: referência 5, página 80.

148. (Enem cancelado 2009) Além de ser capaz de gerar eletricidade, a energia solar é usada para muitas outras finalidades. A figura a seguir mostra o uso da energia solar para dessalinizar a água. Nela, um tanque contendo água salgada é coberto por um plástico transparente e tem a sua parte central abaixada pelo peso de uma pedra, sob a qual se coloca um recipiente (copo). A água evaporada se condensa no plástico e escorre até o ponto mais baixo, caindo dentro do copo.



Nesse processo, a energia solar cedida à água salgada
a) fica retida na água doce que cai no copo, tornando-a, assim, altamente energizada.
b) fica armazenada na forma de energia potencial gravitacional contida na água doce.
c) é usada para provocar a reação química que transforma a água salgada em água doce.
d) é cedida ao ambiente externo através do plástico, onde ocorre a condensação do vapor.
e) é reemitida como calor para fora do tanque, no processo de evaporação da água salgada.

Resolução **Resposta: D**

Resposta da questão 148:
[D]

O plástico deixa passar luz, mas é um bom isolante térmico, provocando o aquecimento do ambiente dentro do tanque, e consequentemente a evaporação da água. O vapor, ao tomar contanto com o plástico, que está à menor temperatura, cede calor para o ambiente, sofrendo condensação. O plástico “sua”, como se diz popularmente.

Resolução reproduzida da referência 5.

Item 028

2009 | F5-149

Prova cancelada; fonte: referência 5, página 81.

149. (Enem cancelado 2009) Em grandes metrópoles, devido a mudanças na superfície terrestre — asfalto e concreto em excesso, por exemplo — formam-se ilhas de calor. A resposta da atmosfera a esse fenômeno é a precipitação convectiva.
Isso explica a violência das chuvas em São Paulo, onde as ilhas de calor chegam a ter 2 a 3 graus centígrados de diferença em relação ao seu entorno.

Revista Terra da Gente. Ano 5, nº 60, Abril 2009 (adaptado).

As características físicas, tanto do material como da estrutura projetada de uma edificação, são a base para compreensão de resposta daquela tecnologia construtiva em termos de conforto ambiental. Nas mesmas condições ambientais (temperatura, umidade e pressão), uma quadra terá melhor conforto térmico se

a) pavimentada com material de baixo calor específico, pois quanto menor o calor específico de determinado material, menor será a variação térmica sofrida pelo mesmo ao receber determinada quantidade de calor.
b) pavimentada com material de baixa capacidade térmica, pois quanto menor a capacidade térmica de determinada estrutura, menor será a variação térmica sofrida por ela ao receber determinada quantidade de calor.
c) pavimentada com material de alta capacidade térmica, pois quanto maior a capacidade térmica de determinada estrutura, menor será a variação térmica sofrida por ela ao receber determinada quantidade de calor
d) possuir um sistema de vaporização, pois ambientes mais úmidos permitem uma mudança de temperatura lenta, já que o vapor d'água possui a capacidade de armazenar calor sem grandes alterações térmicas, devido ao baixo calor específico da água (em relação à madeira, por exemplo).
e) possuir um sistema de sucção do vapor d'água, pois ambientes mais secos permitem uma mudança de temperatura lenta, já que o vapor d'água possui a capacidade de armazenar calor sem grandes alterações térmicas, devido ao baixo calor específico da água (em relação à madeira, por exemplo).

Resolução **Resposta: C**

Resposta da questão 149:
[C]

A questão confunde Calor Específico de um material ou substância com Capacidade Térmica de um corpo. Estruturas de um mesmo material terão capacidades térmicas altas ou baixas dependendo de suas massas. A opção C ficaria melhor se fosse:

c) pavimentada com material de alto calor específico, pois...

Resolução reproduzida da referência 5.

Item 029

2009 | F5-152

Regular; fonte: referência 5, página 83.

152. (Enem 2009) Durante uma ação de fiscalização em postos de combustíveis, foi encontrado um mecanismo inusitado para enganar o consumidor. Durante o inverno, o responsável por um posto de combustível compra álcool por R$ 0,50/litro, a uma temperatura de 5 °C. Para revender o líquido aos motoristas, instalou um mecanismo na bomba de combustível para aquecê-lo, para que atinja a temperatura de 35 °C, sendo o litro de álcool revendido a R$ 1,60. Diariamente o posto compra 20 mil litros de álcool a 5 ºC e os revende.

Com relação à situação hipotética descrita no texto e dado que o coeficiente de dilatação volumétrica do álcool é de 1×10^{-3} $ºC^{-1}$, desprezando-se o custo da energia gasta no aquecimento do combustível, o ganho financeiro que o dono do posto teria obtido devido ao aquecimento do álcool após uma semana de vendas estaria entre

a) R$ 500,00 e R$ 1.000,00.
b) R$ 1.050,00 e R$ 1.250,00.
c) R$ 4.000,00 e R$ 5.000,00.
d) R$ 6.000,00 e R$ 6.900,00.
e) R$ 7.000,00 e R$ 7.950,00.

Resolução **Resposta: D**

Resposta da questão 152:
[D]

Dados: volume comercializado em 1 semana (7 dias), $V = 140\cdot10^3$ L; $\Delta T = 30$ °C e $\gamma = 10^{-3}$ °C^{-1}.

Dilatação Volumétrica: $\Delta V = v_0 \gamma \Delta T = (140\cdot10^3)(10^{-3})(30) = 4.200$ L.

Lucro obtido: L = (4.200)(1,60) = R$ 6.720,00.

Convém destacar que a dilatação não foi multiplicada pela diferença entre o preço de venda e o preço de custo (R$1,10) do combustível porque esse volume dilatado não foi comprado; ele foi ganho da natureza.

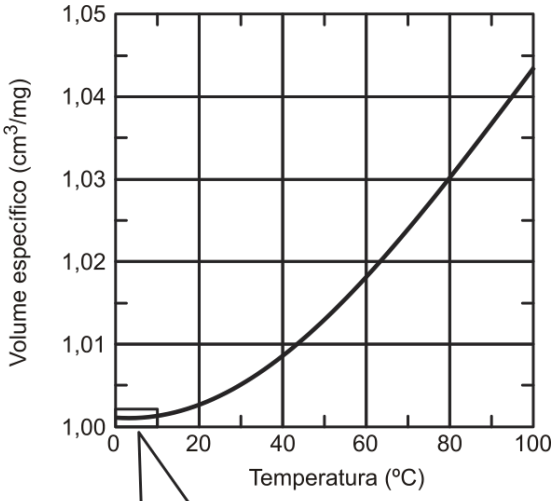
Resolução reproduzida da referência 5.

Item 030

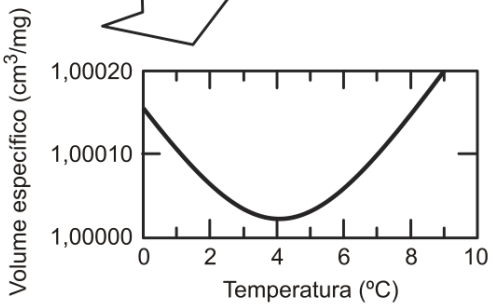
Prova cancelada; fonte: referência 5, página 83.

153. (Enem cancelado 2009) De maneira geral, se a temperatura de um líquido comum aumenta, ele sofre dilatação. O mesmo não ocorre com a água, se ela estiver a uma temperatura próxima a de seu ponto de congelamento. O gráfico mostra como o volume específico (inverso da densidade) da água varia em função da temperatura, com uma aproximação na região entre 0ºC e 10ºC, ou seja, nas proximidades do ponto de congelamento da água.

(a)



(b)



HALLIDAY & RESNICK. **Fundamentos de Física**: Gravitação, ondas e termodinâmica. v. 2. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1991.

A partir do gráfico, é correto concluir que o volume ocupado por certa massa de água
a) diminui em menos de 3% ao se resfriar de 100ºC a 0ºC.
b) aumenta em mais de 0,4% ao se resfriar de 4ºC a 0ºC.
c) diminui em menos de 0,04% ao se aquecer de 0ºC a 4ºC.
d) aumenta em mais de 4% ao se aquecer de 4ºC a 9ºC.
e) aumenta em menos de 3% ao se aquecer de 0ºC a 100ºC.

Item 030 – resolução 2009 / F5-153

Resolução **Resposta: C**

Resposta da questão 153:
[C]

Analisando o gráfico, notamos que o volume específico diminui de 0 °C até 4°C, aumentando a partir dessa temperatura.
Aproximando os valores lidos no gráfico, constatamos uma redução de 1,00015 cm^3/g para 1,00000 cm^3/g de 0 °C a 4 °C, ou seja, de 0,00015 cm^3/g. Isso representa uma redução percentual de 0,015%, o que é menos que 0,04 %.

Resolução reproduzida da referência 5.

Item 031

2010 | F3-050

Regular; fonte: referência 3, página 22.

Questão 50 (2010.1)
Sob pressão normal (ao nível do mar), a água entra em ebulição à temperatura de 100 °C. Tendo por base essa afirmação, um garoto residente em uma cidade litorânea fez a seguinte experiência:

- Colocou uma caneca metálica contendo água no fogareiro do fogão de sua casa.
- Quando a água começou a ferver, encostou, cuidadosamente, a extremidade mais estreita de uma seringa de injeção, desprovida de agulha, na superfície do líquido e, erguendo o êmbolo da seringa, aspirou certa quantidade de água para seu interior, tampando-a em seguida.
- Verificando após alguns instantes que a água da seringa havia parado de ferver, ele ergueu o êmbolo da seringa, constatando, intrigado, que a água voltou a ferver após um pequeno deslocamento do êmbolo.

Considerando o procedimento anterior, a água volta a ferver porque esse deslocamento:

A) permite a entrada de calor do ambiente externo para o interior da seringa.
B) provoca, por atrito, um aquecimento da água contida na seringa.
C) produz um aumento de volume que aumenta o ponto de ebulição da água.
D) proporciona uma queda de pressão no interior da seringa que diminui o ponto de ebulição da água.
E) possibilita uma diminuição da densidade da água que facilita sua ebulição.

Resolução **Resposta: D**

Ao puxar o êmbolo de uma seringa fechada, aumenta-se o volume disponível e reduz-se a pressão interna. A temperatura de ebulição da água diminui com a pressão. Assim, a água ainda quente pode voltar a ferver sem que sua temperatura seja elevada por novo aquecimento.

Resolução complementar.

Item 032

2010 | F3-051

Regular; fonte: referência 3, página 22.

Questão 51 (2010.1)

As cidades industrializadas produzem grandes proporções de gases como o CO_2, o principal gás causador de efeito estufa. Isso ocorre por causa da quantidade de combustíveis fósseis queimados, principalmente no transporte, mas também em caldeiras industriais. Além disso, nessas cidades concentram-se as maiores áreas com solos asfaltados e concretados, o que aumenta a retenção de calor, formando o que se conhece por "ilhas de calor". Tal fenômeno ocorre porque esses materiais absorvem o calor e o devolvem para o ar sob a forma de radiação térmica.

Em áreas urbanas, devido à atuação conjunta do efeito estufa e das "ilhas de calor", espera-se que o consumo de energia elétrica:

A) diminua devido a utilização de caldeiras por indústrias metalúrgicas.
B) aumente devido ao bloqueio da luz do sol pelos gases do efeito estufa.
C) diminua devido à não necessidade de aquecer a água utilizada em indústrias.
D) aumente devido à necessidade de maior refrigeração de indústrias e residências.
E) diminua devido à grande quantidade de radiação térmica reutilizada.

Resolução **Resposta: D**

A retenção de calor eleva as temperaturas urbanas e aumenta a necessidade de retirar calor de residências e instalações industriais. Isso exige maior uso de ventilação e, sobretudo, de aparelhos de refrigeração, aumentando o consumo de energia elétrica nas condições descritas.

Resolução complementar.

Item 033

2010 | F4-001

Regular; fonte: referência 4, página 96.

Enunciado e resolução reproduzidos da referência 4. Resposta: A.

1. **(ENEM 2010)** Em nosso cotidiano, utilizamos as palavras "calor" e "temperatura" de forma diferente de como elas são usadas no meio científico. Na linguagem corrente, calor é identificado como "algo quente" e temperatura mede a "quantidade de calor de um corpo". Esses significados, no entanto, não conseguem explicar diversas situações que podem ser verificadas na prática.

Do ponto de vista científico, que situação prática mostra a limitação dos conceitos corriqueiros de calor e temperatura?

(A) A temperatura da água pode ficar constante durante o tempo em que estiver fervendo.
(B) Uma mãe coloca a mão na água da banheira do bebê para verificar a temperatura da água.
(C) A chama de um fogão pode ser usada para aumentar a temperatura da água em uma panela.
(D) A água quente que está em uma caneca é passada para outra caneca a fim de diminuir sua temperatura.
(E) Um forno pode fornecer calor para uma vasilha de água que está em seu interior com menor temperatura do que a dele.

Sabemos que na ebulição da água, ela recebe calor e sua temperatura permanece constante. Portanto, está errado dizer que a temperatura mede a quantidade de calor de um corpo, pois se assim fosse toda vez que um corpo recebesse calor, sua temperatura aumentaria.

Gabarito "A"

Item 034

2010 | F5-031

Regular; fonte: referência 5, página 18.

31. (Enem 2010) Com o objetivo de se testar a eficiência de fornos de micro-ondas, planejou-se o aquecimento em 10°C de amostras de diferentes substâncias, cada uma com determinada massa, em cinco fornos de marcas distintas.
Nesse teste, cada forno operou à potência máxima.

O forno mais eficiente foi aquele que
a) forneceu a maior quantidade de energia às amostras.
b) cedeu energia à amostra de maior massa em mais tempo.
c) forneceu a maior quantidade de energia em menos tempo.
d) cedeu energia à amostra de menor calor específico mais lentamente.
e) forneceu a menor quantidade de energia às amostras em menos tempo.

Resolução **Resposta: C**

Resposta da questão 31:
[C]

Potência é a medida da rapidez com que se transfere energia.

Matematicamente: $P = \frac{\Delta E}{\Delta t}$. Portanto, o forno mais eficiente é aquele que fornece maior quantidade de energia em menos tempo.

Resolução reproduzida da referência 5.

Item 035

2011 | F3-086

PPL; fonte: referência 3, página 33.

Questão 86 (2011.2)



A tirinha faz referência a uma propriedade de uma grandeza Física, em que a função do jornal utilizado pelo homem é a de:

A) restringir a perda de calor para o ambiente.
B) absorver a umidade que dissipa calor.
C) bloquear o vento que sopra trazendo frio.
D) impedir que o frio do ambiente penetre.
E) manter o calor do homem concentrado.

Resolução **Resposta: A**

O jornal contém ar entre suas fibras e funciona como isolante térmico. Ele reduz a taxa de transferência de calor do corpo mais quente para o ambiente mais frio. Não cria energia nem bloqueia a entrada de uma substância chamada "frio".

Resolução complementar.

Item 036

2011 | F3-087

PPL; fonte: referência 3, página 34.

Questão 87 (2011.2)

Uma opção não usual, para o cozimento do feijão, é o uso de uma garrafa térmica. Em uma panela, coloca-se uma parte de feijão e três partes de água e deixa-se ferver o conjunto por cerca de 5 minutos, logo após transfere-se todo o material para uma garrafa térmica. Aproximadamente 8 horas depois, o feijão estará cozido.

O cozimento do feijão ocorre dentro da garrafa térmica, pois:

A) a energia envolvida na reação aquece a água, que mantém constante a temperatura, por ser um processo exotérmico.
B) o sistema considerado é praticamente isolado, não permitindo que o feijão ganhe ou perca energia.
C) o feijão continua absorvendo calor da água que o envolve, por ser um processo endotérmico.
D) a garrafa térmica fornece energia suficiente para o cozimento do feijão, uma vez iniciada a reação.
E) a água reage com o feijão, e essa reação é exotérmica.

Resolução **Resposta: C**

A água inicialmente quente continua transferindo energia ao feijão, cujo cozimento exige absorção de calor. A garrafa térmica reduz as trocas com o ambiente e prolonga esse processo, mas não produz calor. Assim, o feijão continua absorvendo calor da água que o envolve.

Resolução complementar.

Item 037

2011 | F3-094

PPL; fonte: referência 3, página 36.

Questão 94 (2011.2)

O quadro seguinte foi extraído da seção de solução de problemas de um manual de fogão a gás.

Problemas	Causas	Correções
O forno não funciona (não liga)	Botões de comando não foram selecionados corretamente para o cozimento. Na instalação elétrica da residência o disjuntor está desligado ou falta energia elétrica. O registro do gás está fechado. Chama amarela/vermelha.	Verifique os botões e repita as operações indicadas no item "Como Usar". Ligue o disjuntor ou chame um eletricista de sua confiança. Abra o registro. Verifique se o gás não está no fim.
O forno solta fumaça	Forno sujo de gordura ou molho.	Limpe o forno após cada utilização conforme item "Limpeza e Manutenção".
Há formação de umidade nos alimentos no interior do forno	Os alimentos são deixados muito tempo no interior do forno após o término do cozimento.	Não deixe os alimentos no forno por mais de 15 minutos após a finalização do cozimento.
Assa muito lento / assa muito rápido	Os tempos de cozimento e a temperatura selecionada não estão corretos.	Consulte o item tempo na Tabela de Tempos e Temperaturas. Verifique se o gás não está no fim.
Queimador não permanece aceso	O sistema bloqueia gás não foi desativado corretamente.	Após acender o queimador, permaneça com o botão de controle pressionado por 10 segundos até desativar o sistema bloqueia gás.

Ao saborear um alimento preparado no fogão a gás, o consumidor observa que, embora devidamente assado, o alimento contém mais água que o esperado. Sabendo que a receita foi preparada de forma correta, então, de acordo com o fabricante do fogão, o problema é que o:

A) forno estava sujo de gordura ou molho, necessitando de limpeza.
B) gás estava no final, o que reduziu a temperatura da chama, deixando-a amarela.
C) botão de comando não foi selecionado corretamente para o cozimento.
D) cozinheiro demorou muito para retirar o alimento do forno após o cozimento.
E) tempo de cozimento e a temperatura selecionada estavam incorretos.

Resolução **Resposta: D**

O quadro do fabricante associa a formação de umidade nos alimentos à sua permanência excessiva no forno após o término do cozimento. A recomendação é não deixá-los ali por mais de 15 minutos. Portanto, a observação indica demora na retirada do alimento, e não necessariamente erro na receita.

Resolução complementar.

Item 038

PPL; fonte: referência 5, página 76.

140. (Enem PPL 2012) Em um centro de pesquisa de alimentos, um técnico efetuou a determinação do valor calórico de determinados alimentos da seguinte forma: colocou uma massa conhecida de água em um recipiente termicamente isolado. Em seguida, dentro desse recipiente, foi queimada uma determinada massa do alimento. Como o calor liberado por essa queima é fornecido para a água, o técnico calculou a quantidade de calor que cada grama do alimento libera.

Para a realização desse teste, qual aparelho de medida é essencial?
a) Cronômetro.
b) Dinamômetro.
c) Termômetro.
d) Radiômetro.
e) Potenciômetro.

Resolução **Resposta: C**

Resposta da questão 140:
[C]

A equação do calor sensível é: $Q = m\ c\ \Delta\theta$. No caso, m é a massa da água, segundo o enunciado, já conhecida; c é calor específico médio da água, também já conhecido (1 cal/g·°C). Para a determinação da variação da temperatura $(\Delta\theta)$ é necessário um termômetro.

Resolução reproduzida da referência 5.

Item 039

PPL; fonte: referência 5, página 76.

141. (Enem PPL 2012) Chuveiros elétricos possuem uma chave para regulagem da temperatura verão/inverno e para desligar o chuveiro. Além disso, é possível regular a temperatura da água, abrindo ou fechando o registro. Abrindo, diminui-se a temperatura e fechando, aumenta-se. Aumentando-se o fluxo da água há uma redução na sua temperatura, pois

a) aumenta-se a área da superfície da água dentro do chuveiro, aumentando a perda de calor por radiação.
b) aumenta-se o calor especifico da água, aumentando a dificuldade com que a massa de água se aquece no chuveiro.
c) diminui-se a capacidade térmica do conjunto água/chuveiro, diminuindo também a capacidade do conjunto de se aquecer.
d) diminui-se o contato entre a corrente elétrica do chuveiro e a água, diminuindo também a sua capacidade de aquecê-la.
e) diminui-se o tempo de contato entre a água e a resistência do chuveiro, diminuindo a transferência de calor de uma para a outra.

Resolução **Resposta: E**

Resposta da questão 141:
[E]

Aumentando-se o fluxo, aumenta-se a velocidade da água, diminuindo o tempo de contato entre a água e o resistor do chuveiro, havendo menor transferência de calor do resistor para a água, que sai à menor temperatura.

Comentário: *o objeto instalado no chuveiro para dissipar calor chama-se* ***resistor****. Resistência é grandeza física que mede a "dificuldade" que o resistor oferece à passagem das partículas portadoras de carga, no caso, elétrons.*

Resolução reproduzida da referência 5.

Item 040

2012 | F5-142

PPL; fonte: referência 5, página 76.

142. (Enem PPL 2012) Em dias com baixas temperaturas, as pessoas utilizam casacos ou blusas de lã com o intuito de minimizar a sensação de frio. Fisicamente, esta sensação ocorre pelo fato de o corpo humano liberar calor, que é a energia transferida de um corpo para outro em virtude da diferença de temperatura entre eles.

A utilização de vestimenta de lã diminui a sensação de frio, porque
a) possui a propriedade de gerar calor.
b) é constituída de material denso, o que não permite a entrada do ar frio.
c) diminui a taxa de transferência de calor do corpo humano para o meio externo.
d) tem como principal característica a absorção de calor, facilitando o equilíbrio térmico.

e) está em contato direto com o corpo humano, facilitando a transferência de calor por condução.

Resolução **Resposta: C**

Resposta da questão 142:
[C]

A lã é um isolante térmico dificultando o fluxo de calor do corpo humano para o ambiente.

Resolução reproduzida da referência 5.

Item 041

PPL; fonte: referência 5, página 77.

143. (Enem PPL 2012) Um aquecedor solar consiste essencialmente em uma serpentina de metal, a ser exposta ao sol, por meio da qual flui água a ser aquecida. A parte inferior da serpentina é soldada a uma chapa metálica, que é o coletor solar. A forma da serpentina tem a finalidade de aumentar a área de contato com o coletor e com a própria radiação solar sem aumentar muito o tamanho do aquecedor. O metal, sendo bom condutor, transmite e energia da radiação solar absorvida para as paredes internas e, daí, por condução, para a água. A superfície deve ser recoberta com um material, denominado material seletivo quente, para que absorva o máximo de radiação solar e emita o mínimo de radiação infravermelha. Os quadros relacionam propriedades de alguns metais/ligas metálicas utilizados na confecção de aquecedores solares:

Material metálico	Condutividade térmica (W/m K)
Zinco	116,0
Aço	52,9
cobre	411,0

Material seletivo quente	Razão entre a absorbância de radiação solar e a emitância de radiação infravermelha
A. Óxido e sulfeto de níquel e zinco aplicados sobre zinco	8,45
B. Óxido e sulfeto de níquel e zinco sobre ferro galvanizado	7,42
C. Óxido de cobre em alumínio anodizado	7,72

ACIOLI, J. L. *Fontes de energia*. Brasília: UnB,1994. Adaptado.

Os aquecedores solares mais eficientes e, portanto, mais atrativos do ponto de vista econômico, devem ser construídos utilizando como material metálico e material seletivo quente, respectivamente,
a) aço e material seletivo quente A.
b) aço e material seletivo quente B.
c) cobre e material seletivo quente C.
d) zinco e material seletivo quente B.
e) cobre e material seletivo quente A.

Resolução **Resposta: E**

Resposta da questão 143:
[E]

Da simples análise da tabela, devemos escolher o material de maior condutividade térmica e maior razão entre absorbância e emitância.

Resolução reproduzida da referência 5.

Item 042

2012 | F5-151

PPL; fonte: referência 5, página 82.

151. (Enem PPL 2012)



O quadro oferece os coeficientes de dilatação linear de alguns metais e ligas metálicas:

Substância	Aço	Alumínio	Bronze	Chumbo	Níquel	Platão	Ouro	Platina	Prata	Cobre
Coeficiente de dilatação linear $\times 10^{-5}\ ^{\circ}C^{-1}$	1,2	2,4	1,8	2,9	1,3	1,8	1,4	0,9	2,4	1,7

GREF. *Física 2*; calor e ondas. São Paulo: Edusp, 1993.

Para permitir a ocorrência do fato observado na tirinha, a partir do menor aquecimento do conjunto, o parafuso e a porca devem ser feitos, respectivamente, de
a) aço e níquel
b) alumínio e chumbo.
c) platina e chumbo.
d) ouro e latão.
e) cobre e bronze.

Resolução **Resposta: C**

Resposta da questão 151:
[C]

Quanto mais a porca se dilatar e quanto menos o parafuso se dilatar, menor será o aquecimento necessário para o desatarraxamento. Assim, dentre os materiais listados, o material do parafuso deve ser o de menor coeficiente de dilatação e o da porca, o de maior. Portanto, o parafuso deve ser de platina e a porca de chumbo.

Resolução reproduzida da referência 5.

Item 043

2013 | F3-149

PPL; fonte: referência 3, página 52.

Questão 149 (2013.2)

A palha de aço, um material de baixo custo e vida útil pequena, utilizada para lavar louças, é um emaranhado de fios leves e finos que servem para a remoção por atrito dos resíduos aderidos aos objetos.

A propriedade do aço que justifica o aspecto físico descrito no texto é a:

A) densidade baixa.
B) ductilidade.
C) condutividade elétrica.
D) condutividade térmica.
E) maleabilidade.

Resolução **Resposta: B**

Ductilidade é a capacidade de um material ser deformado para produzir fios. Ela explica os filamentos finos da palha de aço. Maleabilidade se refere principalmente à formação de lâminas; condutividade e densidade não explicam a produção desses fios.

Resolução complementar.

Item 044

2013 | F5-136

Regular; fonte: referência 5, página 74.

136. (Enem 2013) Aquecedores solares usados em residências têm o objetivo de elevar a temperatura da água até 70°C. No entanto, a temperatura ideal da água para um banho é de 30°C. Por isso, deve-se misturar a água aquecida com a água à temperatura ambiente de um outro reservatório, que se encontra a 25°C.
Qual a razão entre a massa de água quente e a massa de água fria na mistura para um banho à temperatura ideal?
a) 0,111.

b) 0,125.
c) 0,357.
d) 0,428.
e) 0,833.

Resolução **Resposta: B**

Resposta da questão 136:
[B]

Considerando o sistema termicamente isolado, temos:

$$Q_{água1} + Q_{água2} = 0 \Rightarrow m_{quente}\, c_{água}\, (30-70) + m_{fria}\, c_{água}\, (30-25) \Rightarrow$$

$$\frac{m_{Quente}}{m_{fria}} = \frac{5}{40} = \frac{1}{8} \Rightarrow \frac{m_{Quente}}{m_{fria}} = 0{,}125.$$

Resolução reproduzida da referência 5.

Item 045

2013 | F5-137

PPL; fonte: referência 5, página 75.

137. (Enem PPL 2013) É comum nos referirmos a dias quentes como dias “de calor”. Muitas vezes ouvimos expressões como “hoje está calor” ou “hoje o calor está muito forte” quando a temperatura ambiente está alta.
No contexto científico, é correto o significado de “calor” usado nessas expressões?
a) Sim, pois o calor de um corpo depende de sua temperatura.
b) Sim, pois calor é sinônimo de alta temperatura.
c) Não, pois calor é energia térmica em trânsito.
d) Não, pois calor é a quantidade de energia térmica contida em um corpo.
e) Não, pois o calor é diretamente proporcional à temperatura, mas são conceitos diferentes.

Resolução **Resposta: C**

Resposta da questão 137:
[C]

O calor é apenas o fluxo de energia térmica que ocorre entre dois corpos que estão a diferentes temperaturas.

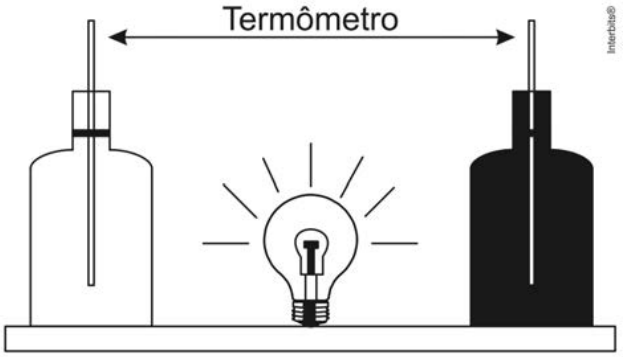
Resolução reproduzida da referência 5.

Item 046

2013 | F5-138

Regular; fonte: referência 5, página 75.

138. (Enem 2013) Em um experimento foram utilizadas duas garrafas PET, uma pintada de branco e a outra de preto, acopladas cada uma a um termômetro. No ponto médio da distância entre as garrafas, foi mantida acesa, durante alguns minutos, uma lâmpada incandescente. Em seguida a lâmpada foi desligada. Durante o experimento, foram monitoradas as temperaturas das garrafas: a) enquanto a lâmpada permaneceu acesa e b) após a lâmpada ser desligada e atingirem equilíbrio térmico com o ambiente.



A taxa de variação da temperatura da garrafa preta, em comparação à da branca, durante todo experimento, foi
a) igual no aquecimento e igual no resfriamento.
b) maior no aquecimento e igual no resfriamento.
c) menor no aquecimento e igual no resfriamento.
d) maior no aquecimento e menor no resfriamento.
e) maior no aquecimento e maior no resfriamento.

Resolução **Resposta: E**

Resposta da questão 138:
[E]

Em relação à garrafa pintada de branco, a garrafa pintada de preto comportou-se como um corpo melhor absorsor durante o aquecimento e melhor emissor durante o resfriamento, apresentando, portanto, maior taxa de variação de temperatura durante todo o experimento.

Resolução reproduzida da referência 5.

Item 047

2013 | F5-139

PPL; fonte: referência 5, página 75.

139. (Enem PPL 2013)



Disponível em: http://casadosnoopy.blogspot.com. Acesso em: 14 jun. 2011.

Quais são os processos de propagação de calor relacionados à fala de cada personagem?
a) Convecção e condução.
b) Convecção e irradiação.
c) Condução e convecção.
d) Irradiação e convecção.
e) Irradiação e condução.

Resolução **Resposta: E**

Resposta da questão 139:
[E]

A propagação da energia do Sol à Terra é por irradiação. As luvas são feitas de materiais isolantes térmicos (lã, couro etc.) dificultando a condução do calor.

Resolução reproduzida da referência 5.

Segunda aplicação; fonte: referência 1, página 100.

155. ENEM 2ª APLICAÇÃO 2014 ★

O aquecimento da água em residências com o uso de energia solar é uma alternativa ao uso de outras fontes de energia. A radiação solar, ao incidir nas placas, promove o aquecimento da água, O cobre é um dos materiais empregados na produção dos tubos que conduzem a água nos coletores solares. Outros materiais poderiam também ser empregados.

A tabela a seguir apresenta algumas propriedades de metais que poderiam substituir o cobre:

Propriedades	Metal				
	Alumínio	Chumbo	Ferro	Níquel	Zinco
Calor de fusão, kJ/mol	10,7	4,8	13,8	17,5	7,3
Condutividade térmica, W/(m·K)	237	35	80	91	116
Capacidade calorífica, J/(mol·K)	24,2	26,6	25,1	26,1	25,5

De acordo com as propriedades dos metais listadas na tabela, o melhor metal para substituir o cobre seria o

a) alumínio.
b) chumbo.
c) ferro.
d) níquel.
e) Zinco

Prof Luiz Fonseca - @Pelpea1

GABARITO EM VÍDEO (CLIQUE)

Resolução **Resposta: A**

Os tubos precisam transferir calor com eficiência à água. Assim, a propriedade decisiva é a condutividade térmica. Entre os metais da tabela, o alumínio apresenta o maior valor, 237 W/(m K), sendo o melhor substituto para essa finalidade.

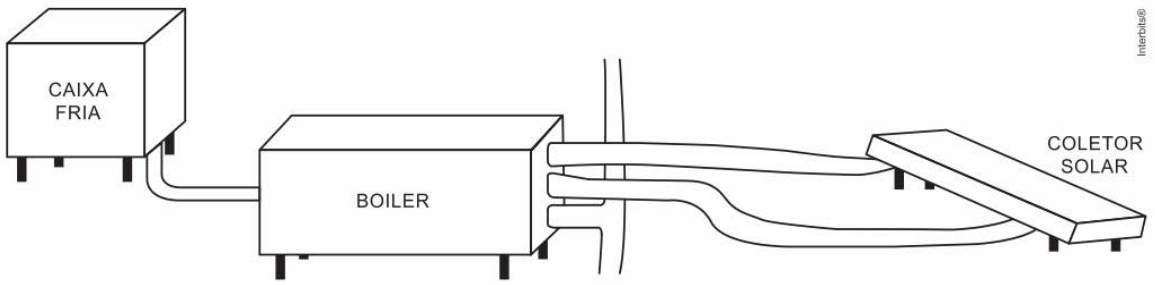
Resolução complementar.

Item 049

2014 | F5-135

PPL; fonte: referência 5, página 74.

135. (Enem PPL 2014) Um engenheiro decidiu instalar um aquecedor solar em sua casa, conforme mostra o esquema.



De acordo com as instruções de montagem, para se ter um aproveitamento máximo da incidência solar, as placas do coletor solar devem ser instaladas com um ângulo de inclinação determinado.

O parâmetro que define o valor do ângulo de inclinação dessas placas coletoras é a
a) altitude.
b) latitude.
c) longitude.
d) nebulosidade.
e) umidade relativa do ar.

Resolução **Resposta: B**

Resposta da questão 135:
[B]

O aproveitamento da incidência solar é máximo quando os raios solares atingem perpendicularmente a superfície da placa. Essa calibração é otimizada de acordo com a inclinação relativa do Sol, que depende da latitude do local.

Resolução reproduzida da referência 5.

Item 050

2014 | F5-150

PPL; fonte: referência 5, página 82.

150. (Enem PPL 2014) Para a proteção contra curtos-circuitos em residências são utilizados disjuntores, compostos por duas lâminas de metais diferentes, com suas superfícies soldadas uma à outra, ou seja, uma lâmina bimetálica. Essa lâmina toca o contato elétrico, fechando o circuito e deixando a corrente elétrica passar. Quando da passagem de uma corrente superior à estipulada (limite), a lâmina se curva para um dos lados, afastando-se do contato elétrico e, assim, interrompendo o circuito. Isso ocorre porque os metais da lâmina possuem uma característica física cuja resposta é diferente para a mesma corrente elétrica que passa no circuito.

A característica física que deve ser observada para a escolha dos dois metais dessa lâmina bimetálica é o coeficiente de
a) dureza.
b) elasticidade.
c) dilatação térmica.
d) compressibilidade.
e) condutividade elétrica.

Resolução **Resposta: C**

Resposta da questão 150:
[C]

A curvatura da lâmina se dá devido aos diferentes coeficientes de dilatação dos metais que compõem a lâmina.

Resolução reproduzida da referência 5.

Item 051

2015 | F3-221

PPL; fonte: referência 3, página 71.

Questão 221 (2015.2)

Sabe-se que nas proximidades dos polos do planeta Terra é comum a formação dos icebergs, que são grandes blocos de gelo, flutuando nas águas oceânicas. Estudam mostram que a parte de gelo que fica emersa durante a flutuação corresponde aproximadamente 10% do seu volume total. Um estudante resolveu simular essa situação introduzindo um bloquinho de gelo no interior de um recipiente contendo água, observando a variação de seu nível desde o instante de introdução até o completo derretimento do bloquinho.

Com base nessa simulação, verifica-se que o nível da água no recipiente:

A) subirá com a introdução do bloquinho de gelo e, após o derretimento total do gelo, esse nível subirá ainda mais.
B) subirá com a introdução do bloquinho de gelo e, após o derretimento total do gelo, esse nível descerá, voltando ao seu valor inicial.
C) subirá com a introdução do bloquinho de gelo e, após o derretimento total do gelo, esse nível permanecerá sem alteração.
D) não sofrerá alteração com a introdução do bloquinho de gelo, porém, após seu derretimento, o nível subirá devido a um aumento em torno de 10% no volume de água.
E) subirá em torno de 90% do seu valor inicial com a introdução do bloquinho de gelo e, após seu derretimento, o nível descerá apenas 10% do valor inicial.

Resolução **Resposta: C**

Ao introduzir o gelo, ele desloca água até que o empuxo iguale seu peso, elevando o nível. A massa de água deslocada é igual à massa do gelo. Quando o gelo derrete, produz exatamente esse volume de água líquida, de modo que o nível permanece igual ao observado durante sua flutuação.

Resolução complementar.

Item 052

2015 | F4-006

Regular; fonte: referência 4, página 97.

Enunciado e resolução reproduzidos da referência 4. Resposta: A.

8. **(ENEM 2015)** As altas temperaturas de combustão e o atrito entre suas peças móveis são alguns dos fatores que provocam o aquecimento dos motores à combustão interna. Para evitar o superaquecimento e consequentes danos a esses motores, foram desenvolvidos os atuais sistemas de refrigeração, em que um fluido arrefecedor com propriedades especiais circula pelo interior do motor, absorvendo o calor que, ao passar pelo radiador, é transferido para a atmosfera.

Qual propriedade o fluido arrefecedor deve possuir para cumprir seu objetivo com maior eficiência?

(A) Alto calor específico.
(B) Alto calor latente de fusão.
(C) Baixa condutividade térmica.
(D) Baixa temperatura de ebulição.
(E) Alto coeficiente de dilatação térmica.

A fórmula da transferência de calor é:

$Q = w \cdot c\Delta t,$

onde:

Q é taxa de transferência de calor;

w é a vazão mássica de fluido de arrefecimento (massa por unidade de tempo);

c é seu o calor específico e

Δt é a diferença de temperatura do mesmo fluido.

Desse modo, a propriedade que o fluido deve ter, para cumprir seu objetivo com eficiência é ter alto calor específico. Assim, ele absorve muito calor, com pequena variação de temperatura.

Gabarito "A"

Item 053

2015 | F4-008

Regular; fonte: referência 4, página 98.

Enunciado e resolução reproduzidos da referência 4. Resposta: D.

10. (ENEM 2015) Uma garrafa térmica tem como função evitar a troca de calor entre o líquido nela contido e o ambiente, mantendo a temperatura de seu conteúdo constante. Uma forma de orientar os consumidores na compra de uma garrafa térmica seria criar um selo de qualidade, como se faz atualmente para informar o consumo de energia de eletrodomésticos. O selo identificaria cinco categorias e informaria a variação de temperatura do conteúdo da garrafa, depois de decorridas seis horas de seu fechamento, por meio de uma porcentagem do valor inicial da temperatura de equilíbrio do líquido na garrafa. O quadro apresenta as categorias e os intervalos de variação percentual da temperatura.

Tipo de selo	Variação de temperatura
A	menor que 10%
B	entre 10% e 25%
C	entre 25% e 40%
D	entre 40% e 55%
E	maior que 55%

Para atribuir uma categoria a um modelo de garrafa térmica, são preparadas e misturadas, em uma garrafa, duas amostras de água, uma a 10 °C e outra a 40 °C, na proporção de um terço de água fria para dois terços de água quente. A garrafa é fechada. Seis horas depois, abre-se a garrafa e mede-se a temperatura da água, obtendo-se 16 °C.

Qual selo deveria ser posto na garrafa térmica testada?

(A) A
(B) B
(C) C
(D) D
(E) E

O cálculo da temperatura de equilíbrio (T_m) de uma mistura isolada de 2 líquidos a temperaturas e quantidades diferentes é feito considerando que o calor emitido pelo mais quente é absorvido pelo mais frio, isto é: $Q_1 + Q_2 = 0$.

Temos:

$Q_1 = m_1 c_1 \Delta T_1$ e $Q_2 = m_2 c_2 \Delta T_2$.

Onde:

Q_1 e Q_2 são as quantidades de calor do primeiro e do segundo líquido, respectivamente;

m_1 é a massa do primeiro líquido, igual a 1/3, e m_2 é massa do segundo líquido, igual a 2/3;

$c_1 = c_2$ é o calor especifico da água, igual a 1cal/g·°C;

$\Delta T_1 = (T_m - 10°C)$ e $\Delta T_2 = (40°C - T_m)$.

Portanto:

$m_1 c_1 \Delta T_1 + m_2 c_2 \Delta T_2 = 0$

e

$$\frac{1}{3}(T_m - 10) - \frac{2}{3}(40 - T_m) = 0 \rightarrow T_m = 30°C$$

Cálculo da eficiência (E) da garrafa:

$$E = 100\,\frac{\Delta T}{T_m}$$

onde ΔT é a variação da temperatura do líquido na garrafa após 6 horas do fechamento;

$\Delta T = T_m - T_f$

onde T_f é a temperatura final do líquido.

Como T_f é 16°C, temos:

$$E = 100\,\frac{30 - 16}{30} = 46{,}7\ \%$$

ou seja, E está entre 40 e 55%, como na alternativa D.

Gabarito "D"

Item 054

2016 | F1-177

PPL; fonte: referência 1, página 112.

177. ENEM PPL 2016 ★

O quadro apresenta alguns exemplos de combustíveis empregados em residências, indústrias e meios de transporte.

Combustível	Temperatura de fusão (°C)	Temperatura de ebulição (°C)
Butano	–135	–0,5
Etanol	–112	78
Metano	–183	–162
Metanol	–98	65
Octano	–57	126

São combustíveis líquidos à temperatura ambiente de 25 °C:

a) Butano, etanol e metano.
b) Etanol, metanol e octano.
c) Metano, metanol e octano.
d) Metanol e metano.
e) Octano e butano.

GABARITO EM VÍDEO (CLIQUE)

Resolução **Resposta: B**

Uma substância está líquida quando sua temperatura está entre as temperaturas de fusão e ebulição, na pressão considerada. A 25 °C, etanol, metanol e octano satisfazem essa condição. Metano e butano já estão na fase gasosa nas condições ambientes do exercício.

Resolução complementar.

Item 055

Regular; fonte: referência 3, página 78.

Questão 240 (2016.1)

Num experimento, um professor deixa duas bandejas de mesma massa, uma de plástico e outra de alumínio, sobre a mesa do laboratório. Após algumas horas, ele pede aos alunos que avaliem a temperatura das duas bandejas, usando para isso o tato. Seus alunos afirmam, categoricamente, que a bandeja de alumínio encontra-se numa temperatura mais baixa. Intrigado, ele propõe uma segunda atividade, em que coloca um cubo de gelo sobre cada uma das bandejas, que estão em equilíbrio térmico com o ambiente, e os questiona em qual delas a taxa de derretimento do gelo será maior.

O aluno que responder corretamente ao questionamento do professor dirá que o derretimento ocorrerá:

A) mais rapidamente na bandeja de alumínio, pois ela tem uma maior condutividade térmica que a de plástico.
B) mais rapidamente na bandeja de plástico, pois ela tem inicial mente uma temperatura mais alta que a de alumínio.
C) mais rapidamente na bandeja de plástico, pois ela tem uma maior capacidade térmica que a de alumínio.
D) mais rapidamente na bandeja de alumínio, pois ela tem um calor específico menor que a de plástico.
E) com a mesma rapidez nas duas bandejas, pois apresentarão a mesma variação de temperatura.

Resolução **Resposta: A**

As bandejas estão à mesma temperatura ambiente, mas o alumínio conduz calor mais rapidamente. Por isso, ele retira calor da mão mais depressa, parecendo mais frio, e também transfere calor mais depressa para o gelo, fazendo-o derreter mais rapidamente. A sensação térmica não mede diretamente a temperatura.

Resolução complementar.

Item 056

Regular; fonte: referência 3, página 78.

Questão 241 (2016.1)

Durante a primeira fase do projeto de uma usina de geração de energia elétrica, os engenheiros da equipe de avaliação de impactos ambientais procuram saber se esse projeto esta de acordo com as normas ambientais. A nova planta estará localizada a beira de um rio, cuja temperatura média da água é de 25°C, e usará a sua água somente para refrigeração. 0 projeto pretende que a usina opere com 1,0 MW de potência elétrica e, em razão de restrições técnicas, o dobro dessa potência será dissipada por seu sistema de arrefecimento, na forma de calor.

Para atender a resolução número 430, de 13 de maio de 2011, do Conselho Nacional do Meio Ambiente, com uma ampla margem de segurança, os engenheiros determinaram que a água só poderá ser devolvida ao rio com um aumento de temperatura de, no máximo, 3°C em relação à temperatura da água do rio captada pelo sistema de arrefecimento. Considere o calor específico da água igual a 4 kJ/(kg°C).
Para atender essa determinação, o valor mínimo do fluxo de água, em kg/s, para a refrigeração da usina deve ser mais próximo de:

A) 42.
B) 84.
C) 167.
D) 250.
E) 500.

Resolução **Resposta: C**

A potência térmica a retirar é $2 \cdot 1{,}0 = 2{,}0$ MW. Pela relação $P = \dot{m}c\Delta T$, $\dot{m} = 2 \cdot 10^6/(4000 \cdot 3) \approx 167$ kg/s. Usa-se a potência de refrigeração, e não a potência elétrica entregue pela usina.

Resolução complementar.

Item 057

Segunda aplicação; fonte: referência 3, página 80.

Questão 247 (2016.2)

Nos dias frios é comum ouvir expressões como: “Esta roupa é quentinha” ou então “Feche a janela para o frio não entrar”.

As expressões do senso comum utilizadas estão em desacordo com o conceito de calor da termodinâmica. A roupa não é “quentinha”, muito menos o frio “entra” pela janela.

A utilização das expressões “roupa é quentinha” e “para o frio não entrar” é inadequada, pois o(a):

A) roupa absorve a temperatura do corpo da pessoa, e o frio não entra pela janela, o calor é que sai por ela.
B) roupa não fornece calor por ser um isolante térmico, e o frio não entra pela janela. pois é a temperatura da sala que sai por ela.
C) roupa não é uma fonte de temperatura, e o frio não pode entrar pela janela, pois o calor está contido na sala, logo o calor é que sai por ela.
D) calor não está contido num corpo, sendo uma forma de energia em trânsito de um corpo de maior temperatura para outro de menor temperatura.
E) calor está contido no corpo da pessoa, e não na roupa, sendo uma forma de temperatura em trânsito de um corpo mais quente para um corpo mais frio.

Resolução **Resposta: D**

Calor é energia transferida em razão de uma diferença de temperatura; não é uma quantidade “contida” num corpo. A roupa reduz a perda de energia do corpo para o ambiente. Ao fechar a janela, também se reduzem trocas térmicas; não se impede a entrada de uma substância chamada frio.

Resolução complementar.

Item 058

2016 | F3-256

Segunda aplicação; fonte: referência 3, página 82.

Questão 256 (2016.2)

Para a instalação de um aparelho de ar-condicionado, é sugerido que ele seja colocado na parte superior da parede do cômodo, pois a maioria dos fluidos (líquidos e gases), quando aquecidos, sofrem expansão, tendo sua densidade diminuída e sofrendo um deslocamento ascendente. Por sua vez, quando são resfriados, tornam-se mais densos e sofrem um deslocamento descendente.

A sugestão apresentada no texto minimiza o consumo de energia, porque:

A) diminui a umidade do ar dentro do cômodo.
B) aumenta a taxa de condução térmica para fora do cômodo.
C) torna mais fácil o escoamento da água para fora do cômodo.
D) facilita a circulação das correntes de ar frio e quente dentro do cômodo.
E) diminui a taxa de emissão de calor por parte do aparelho para dentro do cômodo.

Resolução **Resposta: D**

O ar resfriado pelo aparelho fica mais denso e tende a descer. O ar mais quente do cômodo sobe e pode ser novamente resfriado. Instalar o aparelho na parte superior favorece essas correntes de convecção e a distribuição do resfriamento no ambiente.

Resolução complementar.

Item 059

2016 | F3-257

Segunda aplicação; fonte: referência 3, página 82.

Questão 257 (2016.2)

Num dia em que a temperatura ambiente é de 37°C, uma pessoa, com essa mesma temperatura corporal, repousa à sombra. Para regular sua temperatura corporal e mantê-la constante, a pessoa libera calor através da evaporação do suor. Considere que a potência necessária para manter seu metabolismo é 120 W e que, nessas condições, 20% dessa energia é dissipada pelo suor, cujo calor de vaporização é igual ao da água (540 cal/g). Utilize 1 cal igual a 4 J.

Após duas horas nessa situação, que quantidade de água essa pessoa deve ingerir para repor a perda pela transpiração?

A) 0,8g
B) 0,44g
C) 1,30g
D) 1,80g
E) 80,0g

Resolução **Resposta: E**

A potência dissipada por evaporação é $0{,}20 \cdot 120 = 24$ W. Em 2 horas, $Q = 24 \cdot 7200 = 172800$ J. O calor latente é $540 \cdot 4 = 2160$ J/g. Logo, a massa evaporada é $m = Q/L = 172800/2160 = 80$ g de água.

Resolução complementar.

Item 060

PPL; fonte: referência 3, página 95.

Questão 295 (2017.2)

O aproveitamento da luz solar como fonte de energia renovável tem aumentado significativamente nos últimos anos. Uma das aplicações é o aquecimento de água ($\rho_{água}$ = 1 kg/L) para uso residencial. Em um local, a intensidade da radiação solar efetivamente captada por um painel solar com área de 1 m^2 é de 0,03 kW/m^2 o valor do calor específico da água é igual 4,2 kJ/(kg °C).

Nessa situação, em quanto tempo é possível aquecer 1 litro de água de 20 °C até 70 °C?

A) 490 s
B) 2800 s
C) 6300 s
D) 7000 s
E) 9800 s

Resolução **Resposta: D**

Um litro de água tem massa de 1 kg. O calor necessário é $Q = mc\Delta T = 1 \cdot 4200 \cdot (70 - 20) = 210000$ J. A potência captada é $P = 0{,}03 \cdot 1000 \cdot 1 = 30$ W. Logo, $t = Q/P = 210000/30 = 7000$ s.

Resolução complementar.

Item 061

2018 | F3-320

PPL; fonte: referência 3, página 105.

Questão 320 (2018.2)

Duas jarras idênticas foram pintadas, uma de branco e a outra de preto, e colocadas cheias de água na geladeira. No dia seguinte, com a água a 8 °C, foram retiradas da geladeira e foi medido o tempo decorrido para que a água, em cada uma delas, atingisse a temperatura ambiente. Em seguida, a água das duas jarras foi aquecida até 90 °C e novamente foi medido o tempo decorrido para que a água nas jarras atingisse a temperatura ambiente.

Qual jarra demorou menos tempo para chegar à temperatura ambiente nessas duas situações?

A) A jarra preta demorou menos tempo nas duas situações.
B) A jarra branca demorou menos tempo nas duas situações.
C) As jarras demoraram o mesmo tempo, já que são feitas do mesmo material.
D) A jarra preta demorou menos tempo na primeira situação e a branca, na segunda.
E) A jarra branca demorou menos tempo na primeira situação e a preta, na segunda.

Resolução **Resposta: A**

Uma superfície preta é, em geral, melhor absorvedora e melhor emissora de radiação térmica que uma branca equivalente. Quando fria, recebe mais rapidamente energia radiativa do ambiente; quando quente, perde energia radiativa mais rapidamente. Por isso, a jarra preta chega antes à temperatura ambiente nos dois casos idealizados.

Resolução complementar.

Item 062

2018 | F3-329

PPL; fonte: referência 3, página 106.

Questão 329 (2018.2)

Para preparar uma sopa instantânea, uma pessoa aquece em um forno micro-ondas 500 g de água em uma tigela de vidro de 300 g. A temperatura inicial da tigela e da água era de 6°C.

Com o forno de micro-ondas funcionando a uma potência de 800 W, a tigela e a água atingiram a temperatura de 40°C em 2,5 min. Considere que os calores específicos do vidro e da sopa são, respectivamente, 0,2 cal/g°·C e 1,0 cal/g°·C, e que 1 cal = 4,2 J.

Que percentual aproximado da potência usada pelo micro-ondas é efetivamente convertido em calor para o aquecimento?

A) 11,8%
B) 45,0%
C) 57,1%
D) 66,7%
E) 78,4%

Resolução **Resposta: D**

A capacidade térmica total é $500{\cdot}1{,}0+300{\cdot}0{,}2 = 560$ cal/°C. Para aquecer de 6 a 40 °C, $Q = 560{\cdot}34 = 19040$ cal, ou 79968 J. A energia recebida pelo forno é $800 \cdot 150 = 120000$ J. O aproveitamento é $79968/120000 \approx 66{,}7\%$.

Resolução complementar.

Item 063

2019 | F1-151

Regular; fonte: referência 1, página 97.

151. ENEM 2019 ★

Em 1962, um *jingle* (vinheta musical) criado por Heitor Carillo fez tanto sucesso que extrapolou as fronteiras do rádio e chegou à televisão ilustrado por um desenho animado. Nele, uma pessoa respondia ao fantasma que batia em sua porta, personificando o "frio", que não o deixaria entrar, pois não abriria a porta e compraria lãs e cobertores para aquecer sua casa. Apesar de memorável, tal comercial televisivo continha incorreções a respeito de conceitos físicos relativos à calorimetria.

DUARTE, M. *Jingle é a alma do negócio*: livro revela os bastidores das músicas de propagandas. Disponível em: https://guiadoscuriosos.uol.com.br. Acesso em: 24 abr. 2019 adaptado).

Para solucionar essas incorreções, deve-se associar à porta e aos cobertores, respectivamente, as funções de:

a) Aquecer a casa e os corpos.
b) Evitar a entrada do frio na casa e nos corpos.
c) Minimizar a perda de calor pela casa e pelos corpos.
d) Diminuir a entrada do frio na casa e aquecer os corpos.
e) Aquecer a casa e reduzir a perda de calor pelos corpos.

GABARITO EM VÍDEO (CLIQUE)

Resolução **Resposta: C**

A porta e os cobertores não fornecem energia para aquecer espontaneamente a casa ou o corpo. Eles reduzem as trocas térmicas com um ambiente mais frio, minimizando a perda de calor. Não existe um fluxo físico de "frio" entrando nos corpos.

Resolução complementar.

Item 064

2019 | F1-157

Regular; fonte: referência 1, página 101.

157. ENEM 2019 ★★★

O objetivo de recipientes isolantes térmicos é minimizar as trocas de calor com o ambiente externo. Essa troca de calor é proporcional à condutividade térmica k e à área interna das faces do recipiente, bem como à diferença de temperatura entre o ambiente externo e o interior do recipiente, além de ser inversamente proporcional à espessura das faces.

A fim de avaliar a qualidade de dois recipientes A $(40\ cm \times 40\ cm \times 40\ cm)$ e B $(60\ cm \times 40\ cm \times 40\ cm)$ de faces de mesma espessura, uma estudante compara suas condutividades térmicas k_A e k_B. Para isso suspende, dentro de cada recipiente, blocos idênticos de gelo a $0\ °C$, de modo que suas superfícies estejam em contato apenas com o ar. Após um intervalo de tempo, ela abre os recipientes enquanto ambos ainda contêm um pouco de gelo e verifica que a massa de gelo que se fundiu no recipiente B foi o dobro da que se fundiu no recipiente A.

Prof Luiz Fonseca - @Polpoa1

A razão k_A/k_B é mais próxima de

a) 0,50.
b) 0,67.
c) 0,75.
d) 1,33.
e) 2,00.

GABARITO EM VÍDEO (CLIQUE)

Convecção

Resolução **Resposta: B**

Como o gelo permanece a 0 °C nos dois recipientes, as diferenças de temperatura e o calor latente são iguais. Assim, a massa fundida é proporcional a kA. As áreas são $A_A = 6 \cdot 0{,}4^2 = 0{,}96\ \text{m}^2$ e $A_B = 2(0{,}6 \cdot 0{,}4 + 0{,}6 \cdot 0{,}4 + 0{,}4^2) = 1{,}28\ \text{m}^2$. Com $m_B = 2m_A$, $k_A/k_B = A_B/(2A_A) \approx 0{,}67$.

Resolução complementar.

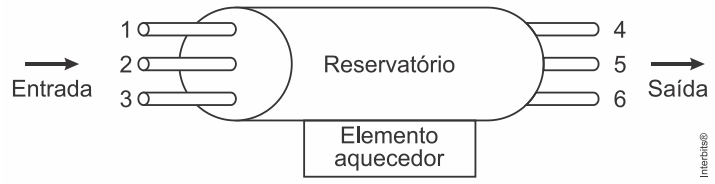
Item 065

2019 | F1-158

PPL; fonte: referência 1, página 101.

158. ENEM PPL 2019 ★

Em uma residência com aquecimento central, um reservatório é alimentado com água fria, que é aquecida na base do reservatório e, a seguir, distribuída para as torneiras. De modo a obter a melhor eficiência de aquecimento com menor consumo energético, foram feitos alguns testes com diferentes configurações, modificando-se as posições de entrada de água fria e de saída de água quente no reservatório, conforme a figura. Em todos os testes, as vazões de entrada e saída foram mantidas iguais e constantes.



A configuração mais eficiente para a instalação dos pontos de entrada e saída de água no reservatório é, respectivamente, nas posições

a) 1 e 4.
b) 1 e 6.
c) 2 e 5.
d) 3 e 4.
e) 3 e 5.

GABARITO EM VÍDEO (CLIQUE)

Resolução **Resposta: D**

A água fria deve entrar na parte inferior, posição 3. Ao ser aquecida, fica menos densa e sobe; por isso, a saída de água quente deve estar na parte superior, posição 4. Essa disposição favorece a circulação por convecção e reduz a mistura desnecessária entre água fria e quente.

Resolução complementar.

Item 066

2019 | F1-171

Regular; fonte: referência 1, página 109.

171. ENEM 2019 ★★

Em uma aula experimental de calorimetria, uma professora queimou 2,5 g de castanha-de-caju crua para aquecer 350 g de água, em um recipiente apropriado para diminuir as perdas de calor. Com base na leitura da tabela nutricional a seguir e da medida da temperatura da água, após a queima total do combustível, ela concluiu que 50% da energia disponível foi aproveitada. O calor específico da água é 1 $cal\ g^{-1}\ °C^{-1}$, e sua temperatura inicial era de 20 $°C$.

Prof Luiz Fonseca @Profpc01

Quantidade por porção de 10 g (2 castanhas)	
Valor energético	70 $kcal$
Carboidratos	0,8 g
Proteínas	3,5 g
Gorduras totais	3,5 g

Qual foi a temperatura da água, em grau Celsius, medida ao final do experimento?

a) 25
b) 27
c) 45
d) 50
e) 70

GABARITO EM VÍDEO (CLIQUE)

Resolução **Resposta: C**

A castanha fornece $70/10 = 7$ kcal/g. A queima de 2,5 g libera 17,5 kcal; a água aproveita metade, isto é, 8750 cal. Assim, $\Delta T = 8750/(350 \cdot 1) = 25$ °C. A temperatura final é $20 + 25 = 45$ °C.

Resolução complementar.

Item 067

2020 | F1-159

PPL; fonte: referência 1, página 102.

159. ENEM PPL 2020 ★

Em um manual de instruções de uma geladeira, constam as seguintes recomendações:

- Mantenha a porta de seu refrigerador aberta apenas o tempo necessário;
- É importante não obstruir a circulação do ar com a má distribuição dos alimentos nas prateleiras;
- Deixe um espaço de, no mínimo, 5 cm entre a parte traseira do produto (dissipador serpentinado) e a parede.

Prof Luiz Fonseca - @Polpoa1

Com base nos princípios da termodinâmica, as justificativas para essas recomendações são, respectivamente:

a) Reduzir a saída de frio do refrigerador para o ambiente, garantir a transmissão do frio entre os alimentos na prateleira e permitir a troca de calor entre o dissipador de calor e o ambiente.
b) Reduzir a saída de frio do refrigerador para o ambiente, garantir a convecção do ar interno, garantir o isolamento térmico entre a parte interna e a externa.
c) Reduzir o fluxo de calor do ambiente para a parte interna do refrigerador, garantir a convecção do ar interno e permitir a troca de calor entre o dissipador e o ambiente.
d) Reduzir o fluxo de calor do ambiente para a parte interna do refrigerador, garantir a transmissão do frio entre os alimentos na prateleira e permitir a troca de calor entre o dissipador e o ambiente.
e) Reduzir o fluxo de calor do ambiente para a parte interna do refrigerador, garantir a convecção do ar interno e garantir o isolamento térmico entre as partes interna e externa.

GABARITO EM VÍDEO (CLIQUE)

Resolução **Resposta: C**

A porta fechada reduz o fluxo de calor do ambiente para o interior frio. O espaço entre alimentos permite a convecção do ar interno. A distância entre o condensador e a parede facilita a transferência de calor para o ambiente externo. A sequência correta é a da alternativa C.

Resolução complementar.

Item 068

2020 | F1-165

Digital; fonte: referência 1, página 106.

165. ENEM DIGITAL 2020 ★

Um fabricante de termômetros orienta em seu manual de instruções que o instrumento deve ficar três minutos em contato com o corpo para aferir a temperatura. Esses termômetros são feitos com o bulbo preenchido com mercúrio conectado a um tubo capilar de vidro.

De acordo com a termodinâmica, esse procedimento se justifica, pois é necessário que

a) o termômetro e o corpo tenham a mesma energia interna.
b) a temperatura do corpo passe para o termômetro.
c) o equilíbrio térmico entre os corpos seja atingido.
d) a quantidade de calor dos corpos seja a mesma.
e) o calor do termômetro passe para o corpo.

GABARITO EM VÍDEO (CLIQUE)

Resolução **Resposta: C**

O termômetro precisa atingir aproximadamente a mesma temperatura do corpo medido. Esse equilíbrio térmico permite relacionar a dilatação do mercúrio à temperatura corporal. As energias internas não precisam ser iguais e a temperatura não é uma substância transferida entre os corpos.

Resolução complementar.

Item 069

2020 | F1-176

PPL; fonte: referência 1, página 112.

176. ENEM PPL 2020 ★

A água sofre transições de fase sem que ocorra variação da pressão externa. A figura representa a ocorrência dessas transições em um laboratório.



Tendo como base as transições de fase representadas (1 a 4), a quantidade de energia absorvida na etapa 2 é igual à quantidade de energia

Prof Luiz Fonseca - @Polpoa1

a) Liberada na etapa 4
b) Absorvida na etapa 3
c) Liberada na etapa 3
d) Absorvida na etapa 1
e) Liberada na etapa 1

GABARITO EM VÍDEO (CLIQUE)

Resolução **Resposta: E**

A etapa 2 representa a vaporização da água líquida, com absorção de calor latente. Sua transformação inversa é a condensação, indicada pela etapa 1. Para a mesma massa e nas mesmas condições de pressão, os módulos das energias trocadas são iguais e os sinais são opostos.

Resolução complementar.

Item 070

2020 | F1-178

PPL; fonte: referência 1, página 113.

178. ENEM PPL 2020 ★

A fritura de alimentos é um processo térmico que ocorre a temperaturas altas, aproximadamente a $170\,°C$. Nessa condição, alimentos ricos em carboidratos e proteínas sofrem uma rápida desidratação em sua superfície, tornando-a crocante. Uma pessoa quer fritar todas as unidades de frango empanado congelado de uma caixa. Para tanto, ela adiciona todo o conteúdo de uma vez em uma panela com óleo vegetal à $170\,°C$ cujo volume é suficiente para cobrir todas as unidades. Mas, para sua frustração, ao final do processo elas se mostram encharcadas de óleo e sem crocância.

As unidades ficaram fora da aparência desejada em razão da

a) evaporação parcial do óleo.
b) diminuição da temperatura do óleo.
c) desidratação excessiva das unidades.
d) barreira térmica causada pelo empanamento.
e) ausência de proteínas e carboidratos nas unidades.

GABARITO EM VÍDEO (CLIQUE)

Prof. Luiz Fonseca - @Potpoa1

Resolução **Resposta: B**

Os alimentos congelados absorvem energia do óleo para aquecer e descongelar. Ao adicioná-los todos de uma vez, a temperatura do óleo cai bastante e não se mantém na faixa necessária à rápida desidratação superficial. Isso prejudica a crocância e favorece o resultado descrito.

Resolução complementar.

Digital; fonte: referência 1, página 113.

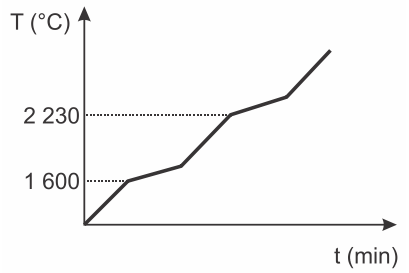
179. ENEM DIGITAL 2020 ★

Para assegurar a boa qualidade de seu produto, uma indústria de vidro analisou um lote de óxido de silício (SiO_2) principal componente do vidro. Para isso, submeteu uma amostra desse óxido ao aquecimento até sua completa fusão e ebulição, obtendo ao final um gráfico de temperatura T (°C) *versus* tempo t (min) Após a obtenção do gráfico, o analista concluiu que a amostra encontrava-se pura.

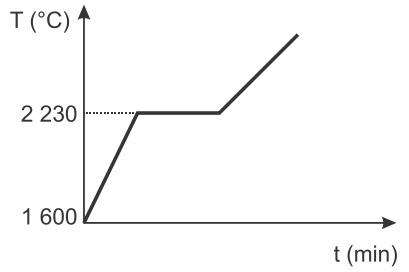
Dados do SiO_2: $T_{fusão} = 1600\ °C$;
$T_{ebulição} = 2230\ °C$

Qual foi o gráfico obtido pelo analista?

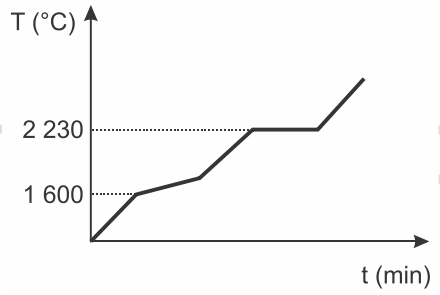
a)



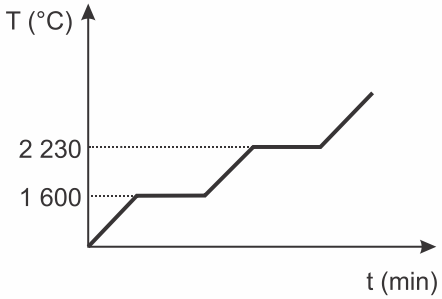
b)



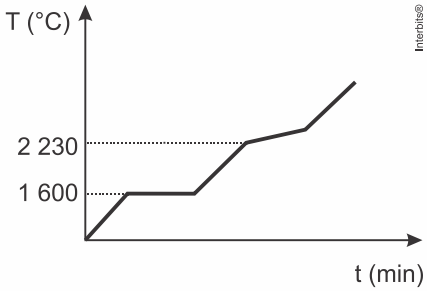
c)



d)



e)



Interbits®

GABARITO EM VÍDEO (CLIQUE)

Resolução **Resposta: D**

Uma substância pura, sob pressão constante, apresenta temperatura constante durante a fusão e durante a ebulição. O gráfico deve ter dois patamares: um em 1600 °C e outro em 2230 °C, intercalados por aquecimento nas fases únicas. O gráfico D apresenta essas duas características.

Resolução complementar.

Item 072

2020 | F1-181

Digital; fonte: referência 1, página 115.

181. ENEM DIGITAL 2020 ★★

O leite UHT (do inglês *Ultra-High Temperature*) é o leite tratado termicamente por um processo que recebe o nome de ultrapasteurização. Elevando sua temperatura homogeneamente a 135 °C por apenas 1 ou 2 segundos, o leite é esterilizado sem prejudicar significativamente seu sabor e aparência. Desse modo, ele pode ser armazenado, sem a necessidade de refrigeração, por meses. Para alcançar essa temperatura sem que a água que o compõe vaporize, o leite é aquecido em alta pressão. É necessário, entretanto, resfriar o leite rapidamente para evitar o seu cozimento. Para tanto, a pressão é reduzida subitamente, de modo que parte da água vaporize e a temperatura diminua.

O processo termodinâmico que explica essa redução súbita de temperatura é a

a) convecção induzida pelo movimento de bolhas de vapor de água.
b) emissão de radiação térmica durante a liberação de vapor de água.
c) expansão livre do vapor de água liberado pelo leite no resfriamento.
d) conversão de energia térmica em energia química pelas moléculas orgânicas.
e) transferência de energia térmica durante a vaporização da água presente no leite.

GABARITO EM VÍDEO (CLIQUE)

Resolução **Resposta: E**

A redução súbita da pressão permite a vaporização de parte da água. Para mudar de fase, essa água absorve energia do próprio leite, diminuindo a energia interna e a temperatura da parcela restante. O mecanismo é a transferência de energia associada à vaporização.

Resolução complementar.

Item 073

2020 | F1-183

Digital; fonte: referência 1, página 116.

183. ENEM DIGITAL 2020 ★

BTU é a sigla para *British Thermal Unit* (Unidade Térmica Inglesa), que é definida como a quantidade de calor necessária para elevar a temperatura de 1 libra $(0{,}45\ kg)$ de água de $59{,}5\ °F$ a $60{,}5\ °F$ sob pressão constante de 1 atmosfera. A unidade BTU é utilizada, de forma errônea, por diversos profissionais como sendo a potência de resfriamento do aparelho.

RODITI, I. *Dicionário Houaiss de Física*. Rio de Janeiro: Objetiva, 2005 (adaptado).

Como se pode representar corretamente a unidade de potência com base na definição de BTU?

a) $BTU \times h^{-1}$
b) $BTU \times m^2$
c) $BTU \times h^{-1} \times m^2$
d) $BTU \times h$
e) $BTU \times m^{-2}$

GABARITO EM VÍDEO (CLIQUE)

Resolução **Resposta: A**

O BTU é uma unidade de energia, assim como o joule. Potência é energia dividida pelo tempo, portanto uma forma correta de expressá-la é BTU por hora, ou $\text{BTU} \cdot \text{h}^{-1}$. BTU isoladamente não é unidade de potência.

Resolução complementar.

Item 074

2020 | F1-184

Regular; fonte: referência 1, página 116.

184. ENEM 2020 ★★

Mesmo para peixes de aquário, como o peixe arco-íris, a temperatura da água fora da faixa ideal (26 °C a 28 °C) bem como sua variação brusca, pode afetar a saúde do animal. Para manter a temperatura da água dentro do aquário na média desejada, utilizam-se dispositivos de aquecimento com termostato. Por exemplo, para um aquário de 50 L pode-se utilizar um sistema de aquecimento de 50 W otimizado para suprir sua taxa de resfriamento. Essa taxa pode ser considerada praticamente constante, já que a temperatura externa ao aquário é mantida pelas estufas. Utilize para a água o calor específico $4{,}0\ kJ.kg^{-1}.K^{-1}$ e a densidade $1\ kg.L^{-1}$

Prof Luiz Fonseca - @Pobjoa1

Se o sistema de aquecimento for desligado por $1\ h$ qual o valor mais próximo para a redução da temperatura da água do aquário?

a) $4{,}0\ °C$
b) $3{,}6\ °C$
c) $0{,}9\ °C$
d) $0{,}6\ °C$
e) $0{,}3\ °C$

GABARITO EM VÍDEO (CLIQUE)

Resolução **Resposta: C**

Ao desligar o aquecedor, a água perde energia à taxa de 50 W. Em uma hora, $Q = 50 \cdot 3600 = 180000$ J. Com massa de 50 kg e $c = 4000$ J/(kg K), a queda de temperatura é $\Delta T = 180000/(50 \cdot 4000) = 0{,}9$ °C.

Resolução complementar.

Item 075

2021 | F1-150

PPL; fonte: referência 1, página 97.

150. ENEM PPL 2021 ★

Alguns recipientes de cozinha apresentam condutividade térmica apropriada para acondicionar e servir alimentos. Assim, os alimentos acondicionados podem manter a temperatura, após o preparo, por um tempo maior. O quadro contém a condutividade térmica (k) de diferentes materiais utilizados na produção desses recipientes.

	Condutividade térmica de materiais	
	Material	k (kcal/h m °C)
I	Cobre	332,0
II	Alumínio	175,0
III	Ferro	40,0
IV	Vidro	0,65
V	Cerâmica	0,40

Considerando recipientes de mesma espessura, qual o material recomendado para manter o alimento aquecido por um maior intervalo de tempo?

a) I
b) II
c) III
d) IV
e) V

GABARITO EM VÍDEO (CLIQUE)

Prof Luiz Fonseca - @Polpoa1

Resolução **Resposta: E**

Para a mesma espessura, área e diferença de temperatura, a taxa de condução é proporcional a k. Para conservar o alimento quente, escolhe-se o menor k da tabela: a cerâmica, material V, com 0,40 nas unidades fornecidas.

Resolução complementar.

Item 076

2021 | F1-156

Regular; fonte: referência 1, página 100.

156. ENEM 2021 ★★

Na montagem de uma cozinha para um restaurante, a escolha do material correto para as panelas é importante, pois a panela que conduz mais calor é capaz de cozinhar os alimentos mais rapidamente e, com isso, há economia de gás. A taxa de condução do calor depende da condutividade k do material, de sua área A, da diferença de temperatura ΔT e da espessura d do material, sendo dada pela relação $\frac{\Delta Q}{\Delta t} = kA\frac{\Delta T}{d}$. Em panelas com dois materiais, a taxa de condução é dada por $\frac{\Delta Q}{\Delta t} = A\frac{\Delta T}{\frac{d_1}{k_1}+\frac{d_2}{k_2}}$, em que d_1 e d_2 são as espessuras dos dois materiais, e k_1 e k_2, são as condutividades de cada material. Os materiais mais comuns no mercado para panelas são o alumínio (k = 20 W/m K), o ferro (k = 8 W/m K) e o aço (k = 5 W/m K) combinado com o cobre (k = 40 W/m K).
Compara-se uma panela de ferro, uma de alumínio e uma composta de $1/2$ da espessura em cobre e $1/2$ da espessura em aço, todas com a mesma espessura total e com a mesma área de fundo.

A ordem crescente da mais econômica para a menos econômica é

a) cobre-aço, alumínio e ferro
b) alumínio, cobre-aço e ferro.
c) cobre-aço, ferro e alumínio.
d) alumínio, ferro e cobre-aço
e) ferro, alumínio e cobre-aço.

GABARITO EM VÍDEO (CLIQUE)

Resolução **Resposta: B**

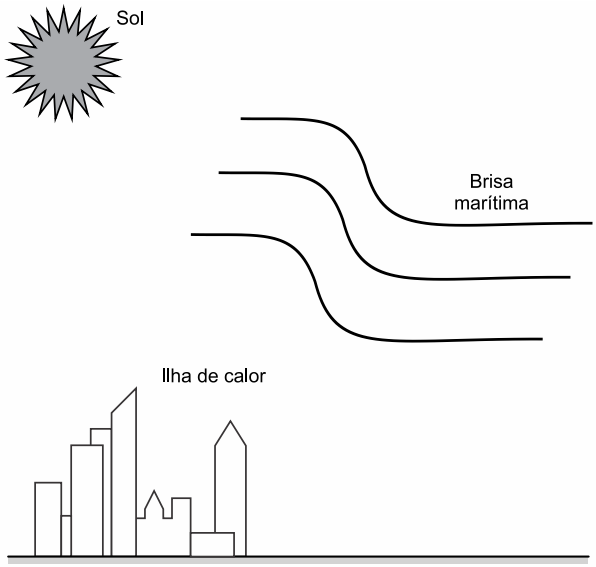
A resistência térmica por unidade de área é d/k. Para a panela composta, ela vale $d/(2\cdot40)+d/(2\cdot5) = 0{,}1125d$, equivalente a $k_{ef} \approx 8{,}89$. Logo, a condução é maior no alumínio, com k=20, depois na composta e, por último, no ferro, com k=8. A ordem pedida é alumínio, cobre-aço e ferro.

Resolução complementar.

Regular; fonte: referência 1, página 103.

161. ENEM 2021 ★

Na cidade de São Paulo, as ilhas de calor são responsáveis pela alteração da direção do fluxo da brisa marítima que deveria atingir a região de mananciais. Mas, ao cruzar a ilha de calor, a brisa marítima agora encontra um fluxo de ar vertical, que transfere para ela energia térmica absorvida das superfícies quentes da cidade, deslocando-a para altas altitudes. Dessa maneira, há condensação e chuvas fortes no centro da cidade, em vez de na região de mananciais. A imagem apresenta os três subsistemas que trocam energia nesse fenômeno.



No processo de fortes chuvas no centro da cidade de São Paulo, há dois mecanismos dominantes de transferência de calor: entre o Sol e a ilha de calor, e entre a ilha de calor e a brisa marítima.

VIVEIROS, M. *Ilhas de calor afastam chuvas de represas.* Disponível em: www2.feis.unesp.br. Acesso em: 3 dez. 2019 (adaptado).

Esses mecanismos são, respectivamente,

a) irradiação e convecção.
b) irradiação e irradiação.
c) condução e irradiação.
d) convecção e irradiação.
e) convecção e convecção.

GABARITO EM VÍDEO (CLIQUE)

Resolução

Resposta: A

A energia do Sol chega à cidade por radiação eletromagnética, que não precisa de meio material. Já o ar aquecido se movimenta e transporta energia da ilha de calor para a brisa por convecção. Portanto, os mecanismos dominantes são irradiação e convecção.

Resolução complementar.

Item 078

2021 | F1-182

Regular; fonte: referência 1, página 115.

182. ENEM 2021 ★★

Prof. Luiz Fonseca - @Polpoa1

Considere a tirinha, na situação em que a temperatura do ambiente é inferior à temperatura corporal dos personagens.



WATTERSON, B. Disponível em: https://novaescola.org.br. Acesso em: 11 ago. 2014.

O incômodo mencionado pelo personagem da tirinha deve-se ao fato de que, em dias úmidos,

a) a temperatura do vapor-d'água presente no ar é alta
b) o suor apresenta maior dificuldade para evaporar do corpo.
c) a taxa de absorção de radiação pelo corpo torna-se maior.
d) o ar torna-se mau condutor e dificulta o processo de liberação de calor.
e) o vapor-d'água presente no ar condensa-se ao entrar em contato com a pele.

GABARITO EM VÍDEO (CLIQUE)

Potência térmica

Resolução **Resposta: B**

Em ar úmido, a evaporação do suor fica mais difícil porque há maior quantidade de vapor de água no ambiente. Como a evaporação retira calor da pele, sua redução dificulta o resfriamento corporal e provoca a sensação de abafamento, mesmo quando o ar está abaixo da temperatura do corpo.

Resolução complementar.

Item 079

2022 | F1-149

PPL; fonte: referência 1, página 96.

149. ENEM PPL 2022 ★

Um menino está ajudando sua mãe na cozinha. Ela lhe pede que tire do fogo uma panela que já estava lá há bastante tempo, em fogo baixo, orientando-lhe que tome cuidado para não se queimar, buscando tocar apenas no cabo de madeira, e não na base de metal da panela.

A mãe lhe fez essa recomendação porque o metal, em relação à madeira, apresenta maior

a) Calor específico
b) Energia interna
c) Temperatura
d) Condutividade Térmica
e) Coeficiente de Dilatação Térmica

GABARITO EM VÍDEO (CLIQUE)

Resolução **Resposta: D**

O metal apresenta maior condutividade térmica e conduz energia rapidamente da parte aquecida para a mão. A madeira é má condutora e dificulta essa transferência. A comparação relevante para evitar a queimadura é a condutividade, não apenas o calor específico ou a dilatação.

Resolução complementar.

Item 080

2022 | F1-169

Regular; fonte: referência 1, página 108.

169. ENEM 2022 ★

A variação da incidência de radiação solar sobre a superfície da Terra resulta em uma variação de temperatura ao longo de um dia denominada amplitude térmica. Edificações e pavimentações realizadas nas áreas urbanas contribuem para alterar as amplitudes térmicas dessas regiões, em comparação com regiões que mantém suas características naturais, com presença de vegetação e água, já que o calor específico do concreto é inferior ao da água. Assim, parte da avaliação do impacto ambiental que a presença de concreto proporciona às áreas urbanas consiste em considerar a substituição da área concretada por um mesmo volume de água e comparar as variações de temperatura devido à absorção da radiação solar nas duas situações (concretada e alagada). Desprezando os efeitos da evaporação e considerando que toda a radiação é absorvida, essa avaliação pode ser realizada com os seguintes dados:

	Densidade (kg/m^3)	**Calor específico** $(J/g°C)$
Água	1000	4,2
Concreto	2500	0,8

ROMERO, M. A. B. et al. *Mudanças climáticas e ilhas de calor urbanas.* Brasília: UnB; ETB, 2019 (adaptado).

Prof Luiz Fonseca - @Polpoa1

A razão entre as variações de temperatura nas áreas concretada e alagada é mais próxima de

a) 1,0
b) 2,1
c) 2,5
d) 5,3
e) 3,1

GABARITO EM VÍDEO (CLIQUE)

Resolução **Resposta: B**

Para o mesmo volume e a mesma energia absorvida, $\Delta T = Q/(\rho V c)$. Logo, $\Delta T_{concreto}/\Delta T_{agua} = (\rho_{agua} c_{agua})/(\rho_{concreto} c_{concreto}) = 1000 \cdot 4{,}2/(2500 \cdot 0{,}8) = 2{,}1$. É necessário considerar também a diferença de densidade.

Resolução complementar.

Item 081

2022 | F1-403

PPL; fonte: referência 1, página 249.

403. ENEM PPL 2022 ★

As usinas nucleares utilizam o princípio da fissão nuclear para gerar energia elétrica. Dentro do reator, nêutrons colidem com átomos de urânio, que se dividem em dois novos átomos, liberando de dois a três nêutrons do núcleo, em uma reação em cadeia. Esse processo libera muito calor, que é utilizado para gerar energia. Porém, é necessário um sistema de arrefecimento para evitar uma explosão. Para isso, a água captada de fontes naturais circula em um sistema fechado e depois volta para o meio ambiente.

Caso esse sistema não ocorra de maneira adequada, será gerado um impacto negativo porque

a) produzirá gases tóxicos.
b) diminuirá a reserva hídrica local.
c) aquecerá os ecossistemas aquáticos.
d) aumentará a disponibilidade de nutrientes.
e) permitirá a contaminação por microrganismos.

GABARITO EM VÍDEO (CLIQUE)

Resolução **Resposta: C**

A devolução de água excessivamente quente causa poluição térmica, alterando a temperatura dos ecossistemas aquáticos e a disponibilidade de oxigênio dissolvido. Esse é o impacto associado à falha do arrefecimento descrito.

Resolução complementar.

PPL; fonte: referência 1, página 108.

170. ENEM PPL 2023 ★★

Com o objetivo de demonstrar a transferência de energia de um sistema para outro, um professor solicitou a seus alunos que determinassem o calor de combustão de alguns alimentos e, para auxiliar nessa tarefa, forneceu um quadro que apresenta cinco alimentos identificados por números e seus respectivos calores de combustão.

Alimento	Calor de combustão (cal/g)
I	15
II	120
III	160
IV	240
V	400

Posteriormente, entregou uma amostra de 0,5 g de um alimento indeterminado a um dos estudantes, que realizou o seguinte procedimento experimental: colocou 4 mL de água em um tubo de ensaio e mediu a temperatura, encontrando 20 °C. Em seguida, o estudante queimou o alimento recebido, abaixo do tubo de ensaio contendo a água, o que elevou a temperatura da água para 50 °C. Considere que, nas condições do experimento, a perda de calor para o ambiente é desprezível e o calor específico da água e sua densidade são, respectivamente, 1 cal/(g °C) e 1 g/mL.

Qual alimento do quadro o estudante recebeu do professor?

a) I
b) II
c) III
d) IV
e) V

GABARITO EM VÍDEO (CLIQUE)

Resolução **Resposta: D**

A água tem massa de 4 g e recebeu $Q = mc\Delta T = 4 \cdot 1 \cdot (50 - 20) = 120$ cal. Essa energia veio da queima de 0,5 g do alimento, logo o calor de combustão é $120/0{,}5 = 240$ cal/g. Na tabela, esse valor corresponde ao alimento IV.

Resolução complementar.

Item 083

2023 | F1-180

Regular; fonte: referência 1, página 114.

180. ENEM 2023 ★★

Em uma indústria alimentícia, para produção de doce de leite, utiliza-se um tacho de parede oca com uma entrada para vapor de água a 120 °C e uma saída para água líquida em equilíbrio com o vapor a 100 °C. Ao passar pela parte oca do tacho, o vapor de água transforma-se em líquido, liberando energia. A parede transfere essa energia para o interior do tacho, resultando na evaporação de água e consequente concentração do produto.

No processo de concentração do produto, é utilizada energia proveniente

a) somente do calor latente de vaporização.
b) somente do calor latente de condensação.
c) do calor sensível e do calor latente de vaporização.
d) do calor sensível e do calor latente de condensação.
e) do calor latente de condensação e do calor latente de vaporização.

GABARITO EM VÍDEO (CLIQUE)

Resolução **Resposta: D**

O vapor primeiro esfria de 120 para 100 °C, liberando calor sensível. Depois condensa, liberando calor latente de condensação. Essas duas parcelas de energia atravessam a parede do tacho e aquecem o produto, promovendo sua concentração.

Resolução complementar.

Item 084

2023 | F1-186

PPL; fonte: referência 1, página 117.

186. ENEM PPL 2023 ★★

Um fabricante de eletrodomésticos desenvolveu um compartimento refrigerador inovador que consegue resfriar, em apenas 7 minutos, duas latas de refrigerante (350 mL cada), com densidade igual a 1,0 g/mL. A refrigeração do líquido consome 21% da potência do sistema quando o refrigerante tem sua temperatura diminuída em 15 °C. Considere o calor específico do refrigerante igual a 1,0 cal/(g °C) e $1\ cal = 4{,}2\ J$.

A potência total, em watt, desse dispositivo refrigerador é, aproximadamente,

a) 105
b) 120
c) 315
d) 500
e) 1500

Prof Luiz Fonseca - @Polpoa1

GABARITO EM VÍDEO (CLIQUE)

Resolução **Resposta: D**

As duas latas contêm 700 g de líquido. A energia retirada é $Q = 700 \cdot 1 \cdot 15 = 10500$ cal, ou 44100 J. Em 420 s, a potência útil de resfriamento é 105 W. Como isso representa 21% do total, $P = 105/0{,}21 = 500$ W.

Resolução complementar.

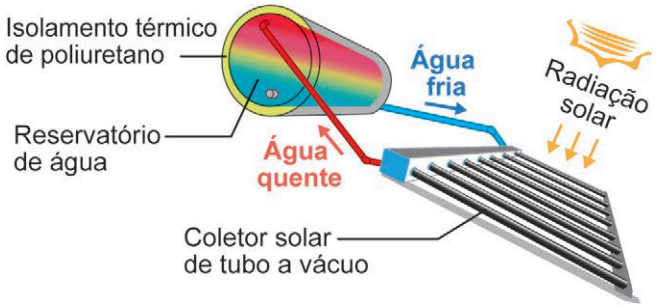
Item 085

2024 | O2024-103

Regular; fonte: INEP, caderno azul, página 5; questão original 103.

QUESTÃO 103

Aquecedores solares são equipamentos utilizados para o aquecimento de água pelo calor do Sol. São compostos por coletores solares, nos quais ocorre o aquecimento da água, e por um reservatório térmico, em que é armazenada a água quente para ser utilizada posteriormente. A figura ilustra esquematicamente como funciona esse equipamento.



5 dicas de instalação de aquecedor solar. Disponível em: https://instaline.com.br. Acesso em: 3 nov. 2023 (adaptado).

O processo pelo qual ocorre transferência de calor dos coletores solares para o reservatório térmico é a

A difusão.
B absorção.
C condução.
D irradiação.
E convecção.

Resolução **Resposta: E**

A água aquecida no coletor fica menos densa e sobe em direção ao reservatório, enquanto a água mais fria retorna. O transporte de calor pelo movimento do próprio fluido caracteriza a convecção. A absorção da radiação solar aquece o coletor, mas não é o processo perguntado entre coletor e reservatório.

Resolução complementar.

Item 086

2024 | O2024-122

Regular; fonte: INEP, caderno azul, página 11; questão original 122.

QUESTÃO 122

A tirinha ilustra esquimós dentro de um iglu, habitação de formato hemisférico construída durante o inverno a partir de neve ou blocos de gelo. Essa estrutura de construção se justifica pelo fato de esse povo habitar as regiões mais setentrionais da Groenlândia, Canadá e Alasca.



LAERTE. Disponível em: https://artedafisicapibid.blogspot.com. Acesso em: 4 dez. 2021 (adaptado).

Na tirinha, a geladeira é necessária para fazer gelo porque

A a temperatura interna do iglu é maior que a de solidificação da água.

B a umidade dentro do iglu dificulta o processo de mudança de fase da água.

C o ar dentro do iglu é isolante térmico, dificultando a perda de calor pela água.

D a temperatura uniforme no interior do iglu impede as correntes de convecção.

E a pressão do ar no interior do iglu é baixa, dificultando a solidificação da água.

Resolução

Resposta: A

As paredes do iglu reduzem a transferência de calor para o exterior. Assim, seu interior pode ficar acima de 0 °C, embora o exterior esteja muito frio. Nessa condição, a água não congela espontaneamente no interior; a geladeira retira calor e possibilita produzir gelo.

Resolução complementar.

Item 087

2024 | O2024-129

Regular; fonte: INEP, caderno azul, página 13; questão original 129.

QUESTÃO 129

Um estudante comprou uma cafeteira elétrica de 700 W de potência e com capacidade de 0,5 L de água (500 g). Enquanto o café estava em preparação na capacidade máxima da cafeteira, ele marcou que demorou 3 minutos para a cafeteira ferver toda a água (100 °C) a partir da temperatura ambiente de 20 °C. Em seguida, para avaliar a eficiência da cafeteira, ele calculou esse tempo desprezando quaisquer perdas energéticas. É necessária 1 cal (4,2 J) para elevar em 1 °C a temperatura de 1 grama de água.

Qual a eficiência energética calculada pelo estudante?

A) 100%
B) 75%
C) 60%
D) 7,5%
E) 5,1%

Resolução **Resposta: Anulada**

O gabarito oficial indica anulação. O aquecimento exige $Q = mc\Delta T = 500(4,2)(100-20) = 168000\,\text{J}$. Em 3 min, a energia elétrica fornecida seria $E = 700(180) = 126000\,\text{J}$. A razão útil/fornecida daria $\eta = 168000/126000 = 1,333$, ou $133,3\%$, incompatível com o aquecimento exclusivamente elétrico descrito. O tempo ideal seria $Q/P = 240\,\text{s} = 4$ min, maior que o medido. A inversão $180/240 = 75\%$ não representa a eficiência física desse processo.

Resolução complementar.

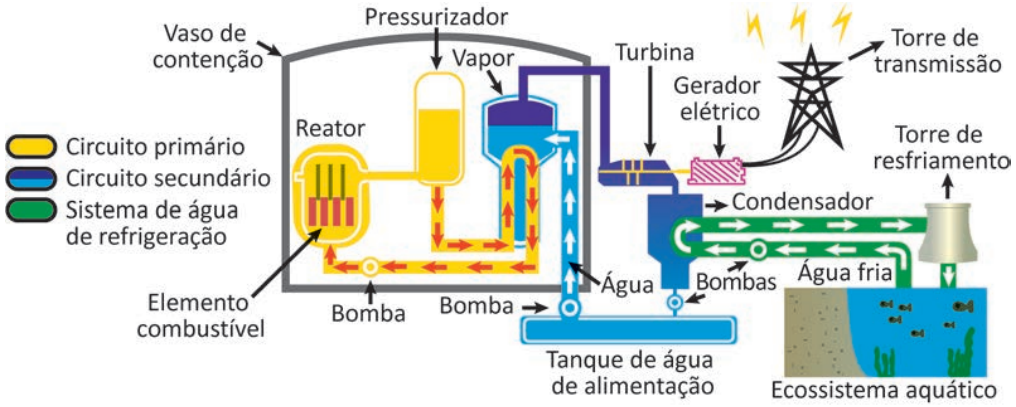
Item 088

2025 | O2025-105

Regular; fonte: INEP, caderno azul, página 5; questão original 105.

QUESTÃO 105

As usinas termonucleares são aquelas que produzem energia elétrica a partir da geração de energia térmica proveniente das reações nucleares. Normalmente, essas usinas funcionam por meio de dois circuitos, denominados circuito primário (vaso de pressão, pressurizador e bomba) e circuito secundário (gerador de vapor, turbina, condensador, tanque de alimentação e bombas), além de um sistema de água de refrigeração, formado por uma bomba ligada a uma fonte hídrica natural.



Durante a operação da usina, se o sistema de água de refrigeração funcionar de forma ineficiente pode causar poluição térmica, comprometendo a vida no ecossistema aquático.

Disponível em: www.eletronuclear.gov.br. Acesso em: 29 nov. 2021 (adaptado).

Para o ecossistema aquático, a ineficiência do sistema de água de refrigeração tem como consequência a

A diminuição do pH.
B liberação de gases poluentes.
C contaminação por combustíveis.
D liberação de elementos radioativos.
E diminuição da solubilidade do gás oxigênio.

Resolução

Resposta: E

A água devolvida mais quente eleva a temperatura do ambiente aquático. A solubilidade do oxigênio na água diminui quando a temperatura aumenta, reduzindo sua disponibilidade aos organismos. Essa poluição térmica não implica, por si só, liberação de combustível ou material radioativo.

Resolução complementar.

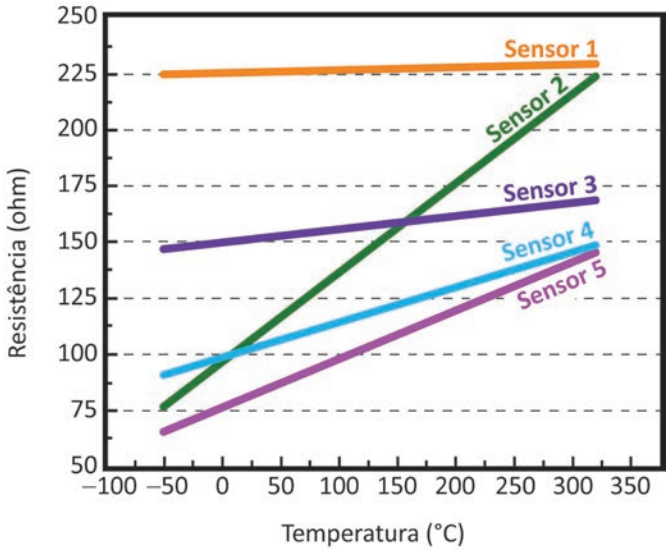
Item 089

2025 | O2025-128

Regular; fonte: INEP, caderno azul, página 12; questão original 128.

QUESTÃO 128

A resistência de um fio de platina pode ser usada para medir temperaturas entre 0 °C e 100 °C e já foi utilizada como referência para a escala internacional de temperatura. Para um sensor feito de platina, a relação entre a resistência e a temperatura pode ser descrita por uma equação do tipo $R(T) = A + BT$, em que T é a temperatura e A e B são constantes. O gráfico apresenta a dependência da resistência em função da temperatura para cinco diferentes sensores.



Os sensores que apresentam maior sensibilidade são

A 1 e 2.
B 1 e 3.
C 2 e 3.
D 2 e 4.
E 2 e 5.

Resolução **Resposta: E**

A sensibilidade é a variação da resistência por unidade de temperatura: $S = dR/dT = B$. Portanto, compara-se a inclinação das retas, e não a resistência inicial A. As retas 2 e 5 têm os maiores coeficientes angulares e, assim, as maiores sensibilidades.

Resolução complementar.

Termodinâmica, gases e máquinas térmicas

Tema 10 | 21 itens com resoluções.

Item 001

2009 | F3-032

PPL; fonte: referência 3, página 16.

Questão 32 (2009.3)

Considere a forma de funcionamento de um equipamento que utiliza um ciclo de transferência de calor de um ambiente interno para um ambiente externo. Um fluido, normalmente um gás, circula por um sistema fechado dentro do ambiente interno, retirando o calor desse ambiente devido a um processo de evaporação. O calor absorvido pelo fluido é levado para o condensador, que dissipa o calor conduzido pelo fluido para o ambiente externo. Esse fluido é, então, forçado por um compressor a circular novamente pelo sistema fechado, dando continuidade ao processo de esfriamento do ambiente interno.

No texto acima, descreve-se o funcionamento básico de um:

A) isqueiro.
B) refrigerador.
C) nebulizador.
D) liquidificador.
E) forno de micro-ondas.

Resolução **Resposta: B**

No evaporador, o fluido retira calor do compartimento interno ao evaporar. O compressor permite que ele volte ao condensador, onde libera calor para o ambiente externo. Esse ciclo corresponde ao funcionamento de um refrigerador, que precisa receber trabalho para transportar calor do meio frio para o meio quente.

Resolução complementar.

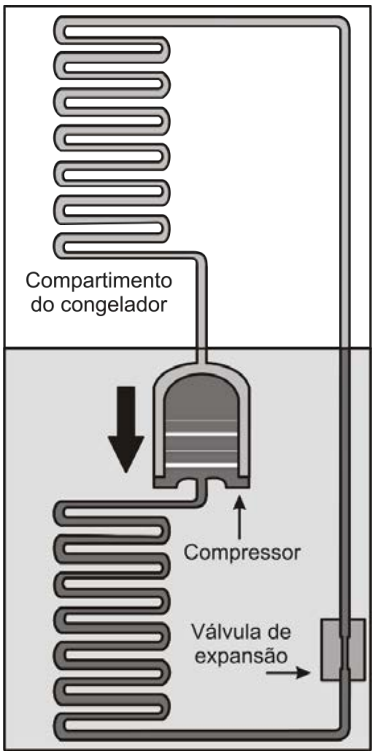
Item 002

2009 | F5-147

Regular; fonte: referência 5, página 79.

147. (Enem 2009) A invenção da geladeira proporcionou uma revolução no aproveitamento dos alimentos, ao permitir que fossem armazenados e transportados por longos períodos. A figura apresentada ilustra o processo cíclico de funcionamento de uma geladeira, em que um gás no interior de uma tubulação é forçado a circular entre o congelador e a parte externa da geladeira. É por meio dos processos de compressão, que ocorre na parte externa, e de expansão, que ocorre na parte interna, que o gás proporciona a troca de calor entre o interior e o exterior da geladeira.

Disponível em: http://home.howstuffworks.com. Acesso em: 19 out. 2008 (adaptado).



Nos processos de transformação de energia envolvidos no funcionamento da geladeira,

a) a expansão do gás é um processo que cede a energia necessária ao resfriamento da parte interna da geladeira.
b) o calor flui de forma não espontânea da parte mais fria, no interior, para a mais quente, no exterior da geladeira.
c) a quantidade de calor cedida ao meio externo é igual ao calor retirado da geladeira.
d) a eficiência é tanto maior quanto menos isolado termicamente do ambiente externo for o seu compartimento interno.
e) a energia retirada do interior pode ser devolvida à geladeira abrindo-se a sua porta, o que reduz seu consumo de energia.

Item 002 – resolução 2009 / F5-147

Resolução **Resposta: B**

Resposta da questão 147:
[B]

O sentido espontâneo da propagação do calor é do ambiente mais quente para o ambiente mais frio. A geladeira funciona ao contrário, retirando calor do ambiente frio, transferindo-o para um ambiente quente, num processo forçado. Aliás, por isso é que são necessários motor e compressor.

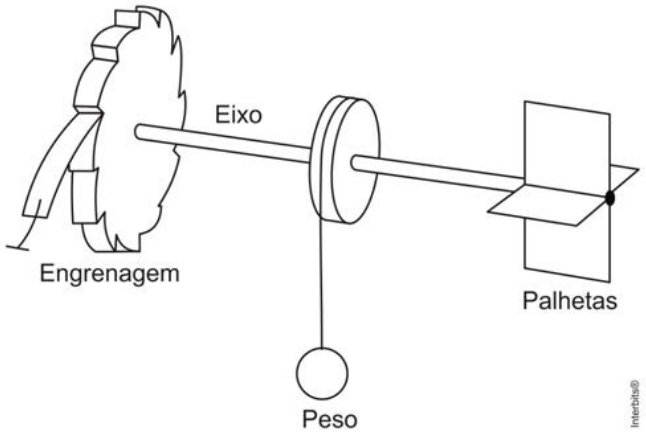
Resolução reproduzida da referência 5.

Item 003

2011 | F5-019

Regular; fonte: referência 5, página 11.

19. (Enem 2011) Partículas suspensas em um fluido apresentam contínua movimentação aleatória, chamado movimento browniano, causado pelos choques das partículas que compõe o fluido. A ideia de um inventor era construir uma série de palhetas, montadas sobre um eixo, que seriam postas em movimento pela agitação das partículas ao seu redor. Como o movimento ocorreria igualmente em ambos os sentidos de rotação, o cientista concebeu um segundo elemento, um dente de engrenagem assimétrico. Assim, em escala muito pequena, este tipo de motor poderia executar trabalho, por exemplo, puxando um pequeno peso para cima. O esquema, que já foi testado, é mostrado a seguir.



Inovação Tecnológica. Disponível em: http://www.inovacaotecnologica.com.br. Acesso em: 22 jul. 2010 (adaptado).

A explicação para a necessidade do uso da engrenagem com trava é:
a) O travamento do motor, para que ele não se solte aleatoriamente.
b) A seleção da velocidade, controlada pela pressão nos dentes da engrenagem.
c) O controle do sentido da velocidade tangencial, permitindo, inclusive, uma fácil leitura do seu valor.
d) A determinação do movimento, devido ao caráter aleatório, cuja tendência é o equilíbrio.
e) A escolha do ângulo a ser girado, sendo possível, inclusive, medi-lo pelo número de dentes da engrenagem.

Resolução **Resposta: D**

Resposta da questão 19:
[D]

Como o movimento ‧ ca┐tico (em todos os sentidos), sem a trava, a engrenagem ficaria oscilando, n┌o girando em sentido algum.

Resolução reproduzida da referência 5.

Item 004

2011 | F5-155

Regular; fonte: referência 5, página 85.

155. (Enem 2011) Um motor só poderá realizar trabalho se receber uma quantidade de energia de outro sistema. No caso, a energia armazenada no combustível é, em parte, liberada durante a combustão para que o aparelho possa funcionar. Quando o motor funciona, parte da energia convertida ou transformada na combustão não pode ser utilizada para a realização de trabalho. Isso significa dizer que há vazamento da energia em outra forma.

CARVALHO, A. X. Z. *Física Térmica*. Belo Horizonte: Pax, 2009 (adaptado).

De acordo com o texto, as transformações de energia que ocorrem durante o funcionamento do motor são decorrentes de a
a) liberação de calor dentro do motor ser impossível.
b) realização de trabalho pelo motor ser incontrolável.
c) conversão integral de calor em trabalho ser impossível.
d) transformação de energia térmica em cinética ser impossível.
e) utilização de energia potencial do combustível ser incontrolável.

Resolução **Resposta: C**

Resposta da questão 155:
[C]

De acordo com a segunda lei da termodinâmica. "***È impossível uma máquina térmica, operando em ciclos, converter integralmente calor em trabalho.***

Resolução reproduzida da referência 5.

Item 005

Regular; fonte: referência 5, página 84.

154. (Enem 2012) Aumentar a eficiência na queima de combustível dos motores à combustão e reduzir suas emissões de poluentes são a meta de qualquer fabricante de motores. É também o foco de uma pesquisa brasileira que envolve experimentos com plasma, o quarto estado da matéria e que está presente no processo de ignição. A interação da faísca emitida pela vela de ignição com as moléculas de combustível gera o plasma que provoca a explosão liberadora de energia que, por sua vez, faz o motor funcionar.

Disponível em: www.inovacaotecnologica.com.br. Acesso em: 22 jul. 2010 (adaptado).

No entanto, a busca da eficiência referenciada no texto apresenta como fator limitante

a) o tipo de combustível, fóssil, que utilizam. Sendo um insumo não renovável, em algum momento estará esgotado.
b) um dos princípios da termodinâmica, segundo o qual o rendimento de uma máquina térmica nunca atinge o ideal.
c) o funcionamento cíclico de todo os motores. A repetição contínua dos movimentos exige que parte da energia seja transferida ao próximo ciclo.
d) as forças de atrito inevitável entre as peças. Tais forças provocam desgastes contínuos que com o tempo levam qualquer material à fadiga e ruptura.
e) a temperatura em que eles trabalham. Para atingir o plasma, é necessária uma temperatura maior que a de fusão do aço com que se fazem os motores.

Resolução **Resposta: B**

Resposta da questão 154.
[B]

A segunda lei da Termodinâmica afirma: "*É impossível uma máquina Térmica, operando em ciclos, transformar integralmente calor em trabalho".*

Em termos de cálculo, ela pode ser traduzida pela expressão do ciclo de Carnot, que dá o máximo rendimento (η) possível para uma máquina térmica operando em ciclos entre uma fonte quente e uma fonte fria, respectivamente, a temperaturas absolutas T_1 e T_2:

$$\eta = 1 - \frac{T_2}{T_1}.$$

Para transformar integralmente calor em trabalho, o rendimento teria que ser igual $\eta = 1.$
Nesse caso:

$$1 = 1 - \frac{T_2}{T_1} \Rightarrow \frac{T_2}{T_1} = 0 \Rightarrow T_2 = 0 \text{ K}.$$

Ou seja, temperatura da fonte fria deveria ser zero absoluto, o que é um absurdo.

Resolução reproduzida da referência 5.

Item 006

Segunda aplicação; fonte: referência 3, página 64.

Questão 196 (2014.3)

O governo brasileiro, após analise das características físicas do local, incluindo sismologia, meteorologia, geologia e hidrologia, decidiu construir a usina termonuclear em Angra dos Reis, no Rio de Janeiro.

A escolha desse local foi questionada por parte da sociedade civil, sob a alegação de que essa cidade e um paraíso turístico, próxima de áreas densamente habitadas. Temendo a probabilidade de ocorrer um grave acidente, os defensores propuseram que essa usina fosse instalada em regiões desabitadas, como o Sertão nordestino.

(Disponível em: www.cnen.gov.br.
Acesso em: 4 ago. 2012)

A característica que impede que essa usina seja instalada no local proposto pela sociedade civil é o(a):

A) pequena estabilidade do solo.
B) baixo Índice pluviométrico anual.
C) ausência de grandes volumes de água.
D) baixa movimentação das massas de ar.
E) elevação da temperatura ao longo do ano.

Resolução **Resposta: C**

Uma usina termonuclear é também uma máquina térmica: precisa rejeitar calor para uma fonte fria, especialmente na condensação do vapor. Esse processo exige grande disponibilidade de água para resfriamento. A escassez de grandes volumes de água limita a instalação no local proposto.

Resolução complementar.

Item 007

2014 | F3-197

Segunda aplicação; fonte: referência 3, página 64.

Questão 197 (2014.3)

As maquinas térmicas foram aprimoradas durante a primeira Revolução Industrial, iniciada na Inglaterra no século XVIII. O trabalho do engenheiro Frances Nicolas Léonard Sadi Carnot, que notou a relação entre a eficiência da maquina a vapor e a diferença de temperatura entre o vapor e o ambiente externo, foi fundamental para esse aprimoramento.

A solução desenvolvida por Carnot para aumentar a eficiência da maquina a vapor foi:

A) reduzir o volume do recipiente sob pressão constante.
B) aumentar o volume do recipiente e reduzir a pressão proporcionalmente.
C) reduzir o volume do recipiente e a pressão proporcionalmente.
D) reduzir a pressão dentro do recipiente e manter seu volume.
E) aumentar a pressão dentro do recipiente e manter seu volume.

Resolução **Resposta: E**

O rendimento máximo de Carnot é $\eta = 1 - T_f/T_q$, usando temperaturas absolutas. Aumentar a temperatura da fonte quente, mantendo a fria, aumenta esse limite. Para uma massa fixa de gás em volume constante, p/T é constante: elevar a pressão significa elevar a temperatura, o que corresponde à alternativa E na idealização proposta.

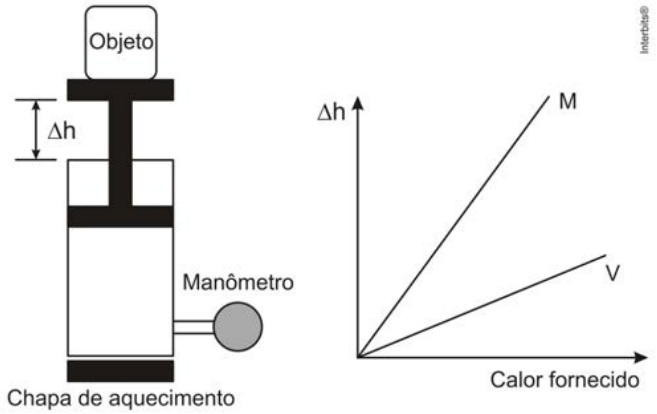
Resolução complementar.

Item 008

2014 | F5-133

Regular; fonte: referência 5, página 73.

133. (Enem 2014) Um sistema de pistão contendo um gás é mostrado na figura. Sobre a extremidade superior do êmbolo, que pode movimentar-se livremente sem atrito, encontra-se um objeto. Através de uma chapa de aquecimento é possível fornecer calor ao gás e, com auxílio de um manômetro, medir sua pressão. A partir de diferentes valores de calor fornecido, considerando o sistema como hermético, o objeto elevou-se em valores Δh, como mostrado no gráfico. Foram estudadas, separadamente, quantidades equimolares de dois diferentes gases, denominados M e V.



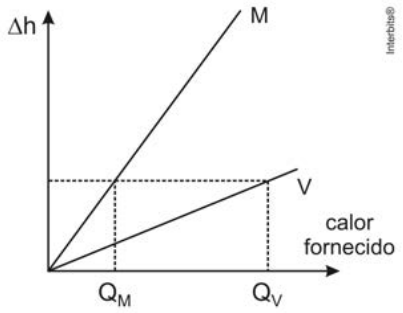
A diferença no comportamento dos gases no experimento decorre do fato de o gás M, em relação ao V, apresentar

a) maior pressão de vapor.
b) menor massa molecular.
c) maior compressibilidade.
d) menor energia de ativação.
e) menor capacidade calorífica.

Resolução **Resposta: E**

Resposta da questão 133:
[E]

Como mostrado no gráfico, para uma mesma elevação Δh, a quantidade calor absorvido pelo gás M é menor do que a absorvida pelo gás V $(Q_M < Q_V)$.



Mas, para uma mesma variação Δh, temos também uma mesma variação de volume (ΔV). Como se trata de transformações isobáricas, os trabalhos realizados (W) também são iguais.
Supondo gases ideais:

$$W = p\Delta V = nR\Delta T \Rightarrow \begin{cases} W_M = nR\Delta T_M \\ W_V = nR\Delta T_V \end{cases} \Rightarrow nR\Delta T_M = nR\Delta T_V \Rightarrow \Delta T_M = \Delta T_V$$

Assim:

$$Q_M < Q_V \Rightarrow nC_M\Delta T < nC_V\Delta T \Rightarrow C_M < C_V.$$

Resolução reproduzida da referência 5.

Item 009

2015 | F4-012

Regular; fonte: referência 4, página 100.

Enunciado e resolução reproduzidos da referência 4. Resposta: D.

18. **(ENEM 2015)** Uma pessoa abre sua geladeira, verifica o que há dentro e depois fecha a porta dessa geladeira. Em seguida, ela tenta abrir a geladeira novamente, mas só consegue fazer isso depois de exercer uma força mais intensa do que a habitual.

A dificuldade extra para reabrir a geladeira ocorre porque o(a)

(A) volume de ar dentro da geladeira diminuiu.
(B) motor da geladeira está funcionando com potência máxima.
(C) força exercida pelo ímã fixado na porta da geladeira aumenta.
(D) pressão no interior da geladeira está abaixo da pressão externa.
(E) temperatura no interior da geladeira é inferior ao valor existente antes de ela ser aberta.

Quando abrimos a geladeira, uma corrente de o ar externo mais quente entra na geladeira. Ao resfriar este ar sem variar seu volume, após a geladeira ser fechada, ocorre uma redução em sua pressão.

Assim, a pressão no interior da geladeira fica menor que a pressão atmosférica, tornando mais difícil abrir a geladeira novamente.

Gabarito "D"

Item 010

2015 | F4-025

Regular; fonte: referência 4, página 104.

Enunciado e resolução reproduzidos da referência 4. Resposta: C.

32. (ENEM 2015)

O ar atmosférico pode ser utilizado para armazenar o excedente de energia gerada no sistema elétrico, diminuindo seu desperdício, por meio do seguinte processo: água e gás carbônico são inicialmente removidos do ar atmosférico e a massa de ar restante é resfriada até −198 °C. Presente na proporção de 78% dessa massa de ar, o nitrogênio gasoso é liquefeito, ocupando um volume 700 vezes menor. A energia excedente do sistema elétrico é utilizada nesse processo, sendo parcialmente recuperada quando o nitrogênio líquido, exposto à temperatura ambiente, entra em ebulição e se expande, fazendo girar turbinas que convertem energia mecânica em energia elétrica.

MACHADO, R. Disponível em: www.correiobraziliense.com.br. Acesso em: 9 set. 2013 (adaptado).

No processo descrito, o excedente de energia elétrica é armazenado pela

(A) expansão do nitrogênio durante a ebulição.
(B) absorção de calor pelo nitrogênio durante a ebulição.
(C) realização de trabalho sobre o nitrogênio durante a liquefação.
(D) retirada de água e gás carbônico da atmosfera antes do resfriamento.
(E) liberação de calor do nitrogênio para a vizinhança durante a liquefação.

Utilizamos a energia elétrica, por intermédio de um trabalho mecânico para resfriar o ar atmosférico até que ocorra a liquefação do nitrogênio presente no ar.

Numa segunda etapa, deixamos o nitrogênio se aquecer até a temperatura ambiente, sendo que ele entra em ebulição, se expande e gera uma energia mecânica que é utilizada para girar turbinas, gerando novamente energia elétrica.

Nesse processo o excedente de energia é armazenada pela realização de trabalho sobre o nitrogênio durante a liquefação.

Gabarito "C"

Item 011

2016 | F1-204

Segunda aplicação; fonte: referência 1, página 127.

204. ENEM 2ª APLICAÇÃO 2016 ★★★

Até 1824 acreditava-se que as máquinas térmicas, cujos exemplos são as máquinas a vapor e os atuais motores a combustão, poderiam ter um funcionamento ideal. Sadi Carnot demonstrou a impossibilidade de uma máquina térmica, funcionando em ciclos entre duas fontes térmicas (uma quente e outra fria), obter 100% de rendimento.

Prof Luiz Fonseca - @Polpoa1

Tal limitação ocorre porque essas máquinas

a) realizam trabalho mecânico.
b) produzem aumento da entropia.
c) utilizam transformações adiabáticas.
d) contrariam a lei da conservação de energia.
e) funcionam com temperatura igual à da fonte quente.

GABARITO EM VÍDEO (CLIQUE)

Resolução **Resposta: B**

A segunda lei impõe rejeição de calor à fonte fria e $\eta_{max} = 1 - T_f/T_q < 1$ para temperaturas absolutas positivas. O gabarito associa essa limitação à entropia, alternativa B. Precisão: máquinas reais geram entropia; o ciclo ideal de Carnot é reversível, com variação total de entropia nula, e ainda assim não atinge 100% de rendimento.

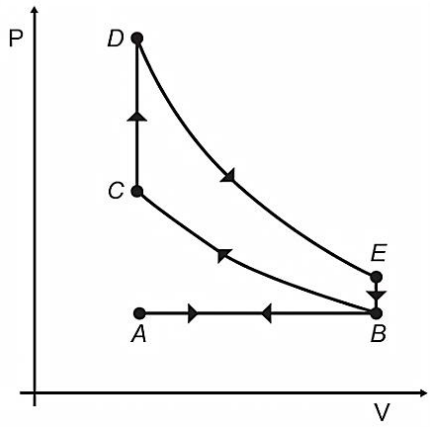
Resolução complementar.

Item 012

Segunda aplicação; fonte: referência 3, página 81.

Questão 252 (2016.2)

O motor de combustão interna, utilizado no transporte de pessoas e cargas, é uma máquina térmica cujo ciclo consiste em quatro etapas: admissão, compressão, explosão/expansão e escape. Essas etapas estão representadas no diagrama da pressão em função do volume. Nos motores a gasolina, a mistura ar/combustível entra em combustão por uma centelha elétrica.



Para o motor descrito, em qual ponto do ciclo é produzida a centelha elétrica?

A) A
B) B
C) C
D) D
E) E

Resolução **Resposta: C**

A centelha deve ocorrer ao final da compressão, antes da rápida elevação de pressão da combustão. No diagrama, a compressão termina em C, e o trecho de C a D representa o aumento de pressão a volume aproximadamente constante. Logo, a ignição é produzida em C.

Resolução complementar.

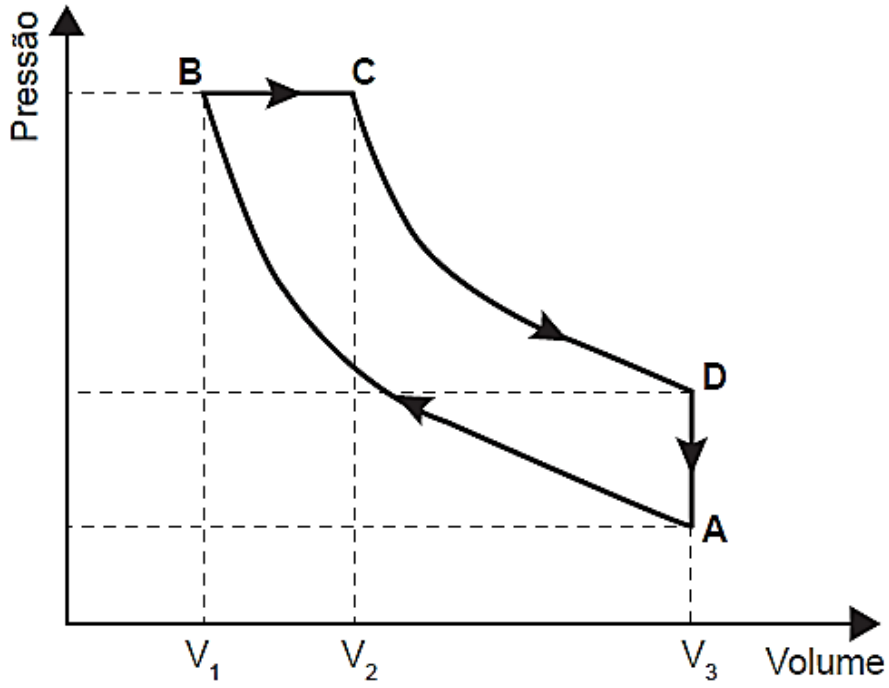
Item 013

2017 | F3-300

PPL; fonte: referência 3, página 97.

Questão 300 (2017.2)

Rudolf Diesel patenteou um motor a combustão interna de elevada eficiência, cujo ciclo está esquematizado no diagrama pressão x volume. O ciclo Diesel é composto por quatro etapas, duas das quais são transformações adiabáticas. O motor de Diesel é caracterizado pela compressão de ar apenas, com a injeção do combustível no final.



No ciclo Diesel, o calor é absorvido em:

A) A → B e C → D, pois em ambos ocorre realização de trabalho.
B) A → B e B → C, pois em ambos ocorre elevação da temperatura.
C) C → D, pois representa uma expansão adiabática e o sistema realiza trabalho.
D) A → B, pois representa uma compressão adiabática em que ocorre elevação da temperatura.
E) B → C, pois representa expansão isobárica em que o sistema realiza trabalho e a temperatura se eleva.

Resolução **Resposta: E**

Nas etapas adiabáticas não há troca de calor. No trecho B–C, o gás se expande a pressão constante, recebe calor, realiza trabalho e aumenta sua energia interna. Essa é a etapa de absorção de calor no ciclo Diesel representado.

Resolução complementar.

Item 014

2020 | F1-207

Regular; fonte: referência 1, página 129.

207. ENEM 2020 ★★★

Os manuais de refrigerador apresentam a recomendação de que o equipamento não deve ser instalado próximo a fontes de calor, como fogão e aquecedores, ou em local onde incida diretamente a luz do sol. A instalação em local inadequado prejudica o funcionamento do refrigerador e aumenta o consumo de energia.

O não atendimento dessa recomendação resulta em aumento do consumo de energia porque

a) o fluxo de calor por condução no condensador sofre considerável redução.
b) a temperatura da substância refrigerante no condensador diminui mais rapidamente.
c) o fluxo de calor promove significativa elevação da temperatura no interior do refrigerador.
d) a liquefação da substância refrigerante no condensador exige mais trabalho do compressor.
e) as correntes de convecção nas proximidades do condensador ocorrem com maior dificuldade.

GABARITO EM VÍDEO (CLIQUE)

Óptica geométrica

Prof Luiz Fonseca @Pelacon1

Conceitos sobre óptica geométrica

Luz e sua propagação

Resolução **Resposta: D**

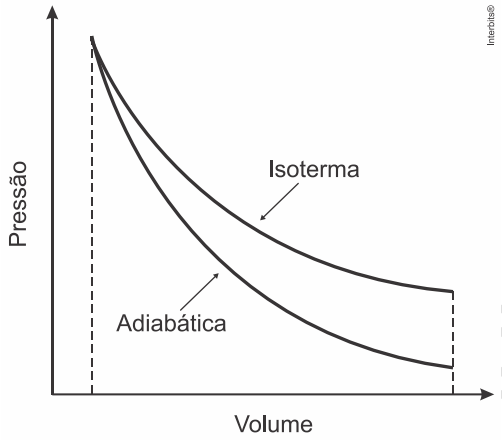
O refrigerador precisa rejeitar calor no condensador para o ambiente externo. Se esse ambiente estiver mais quente, o sistema precisa operar com maior diferença de pressão e maior trabalho do compressor para manter a refrigeração e a condensação. Isso aumenta o consumo, conforme a alternativa D.

Resolução complementar.

PPL; fonte: referência 1, página 124.

199. ENEM PPL 2021 ★★

Tanto a conservação de materiais biológicos como o resfriamento de certos fotodetectores exigem baixas temperaturas que não são facilmente atingidas por refrigeradores. Uma prática comum para atingi-las é o uso de nitrogênio líquido, obtido pela expansão adiabática do gás N_2, contido em um recipiente acoplado a um êmbolo, que resulta no resfriamento em temperaturas que chegam até seu ponto de liquefação em $-196\ ℃$. A figura exibe o esboço de curvas de pressão em função do volume ocupado por uma quantidade de gás para os processos isotérmico e adiabático. As diferenças entre esses processos podem ser identificadas com base na primeira lei da termodinâmica, que associa a variação de energia interna à diferença entre o calor trocado com o meio exterior e o trabalho realizado no processo.



Prof Luiz @Polpoa1

A expansão adiabática viabiliza o resfriamento do N_2 porque

a) a entrada de calor que ocorre na expansão por causa do trabalho contribui para a diminuição da temperatura.

b) a saída de calor que ocorre na expansão por causa do trabalho contribui para a diminuição da temperatura.

c) a variação da energia interna é nula e o trabalho é associado diretamente ao fluxo de calor, que diminui a temperatura do sistema.

d) a variação da energia interna é nula e o trabalho é associado diretamente à entrada de frio, que diminui a temperatura do sistema.

e) o trabalho é associado diretamente à variação de energia interna e não há troca de calor entre o gás e o ambiente.

GABARITO EM VÍDEO (CLIQUE)

Resolução **Resposta: E**

Na expansão adiabática, $Q = 0$. O gás realiza trabalho positivo e a primeira lei dá $\Delta U = Q - W = -W < 0$. A redução da energia interna diminui a temperatura e permite o resfriamento. Não há retirada de calor para o ambiente nesse processo idealizado.

Resolução complementar.

Item 016

2023 | F1-194

Regular; fonte: referência 1, página 121.

194. ENEM 2023 ★

De acordo com a Constituição Federal, é competência dos municípios o gerenciamento dos serviços de limpeza e coleta dos resíduos urbanos (lixo). No entanto, há relatos de que parte desse lixo acaba sendo incinerado, liberando substâncias tóxicas para o ambiente e causando acidentes por explosões, principalmente quando ocorre a incineração de frascos de aerossóis (por exemplo: desodorantes, inseticidas e repelentes). A temperatura elevada provoca a vaporização de todo o conteúdo dentro desse tipo de frasco, aumentando a pressão em seu interior até culminar na explosão da embalagem.

Suponha um frasco metálico de um aerossol de capacidade igual a 100 mL, contendo 0,1 mol de produtos gasosos à temperatura de 650 °C, no momento da explosão.

Considere: $R = 0{,}082 \frac{L\,.\,atm}{mol\,.\,K}$

A pressão, em atm, dentro do frasco, no momento da explosão, é mais próxima de

a) 756
b) 533
c) 76
d) 53
e) 13

Prof Luiz Fonseca - @Polpoa1

GABARITO EM VÍDEO (CLIQUE)

Resolução **Resposta: C**

A temperatura absoluta é $T = 650 + 273 = 923$ K e o volume é 0,100 L. Pela equação do gás ideal, $p = nRT/V = 0{,}1 \cdot 0{,}082 \cdot 923/0{,}100 \approx 75{,}7$ atm, aproximadamente 76 atm.

Resolução complementar.

Item 017

2023 | F1-195

PPL; fonte: referência 1, página 121.

195. ENEM PPL 2023 ★

Balões cheios de gás hélio são soltos no ar pelas crianças e sobem até não serem mais vistos em poucos minutos. Durante a subida, o gás no interior do balão sofre aumento de

a) volume.
b) pressão.
c) densidade.
d) temperatura.
e) massa molar.

GABARITO EM VÍDEO (CLIQUE)

Resolução **Resposta: A**

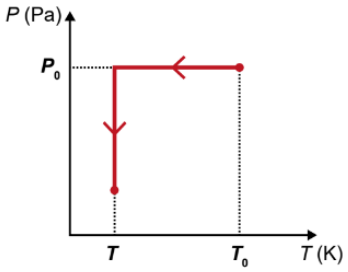
Durante a subida, a pressão atmosférica externa diminui. A membrana flexível do balão permite que o gás se expanda até uma nova condição de equilíbrio de pressões. Por isso, o volume aumenta; a massa molar do hélio não muda com a altitude.

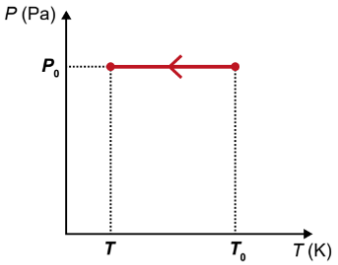
Resolução complementar.

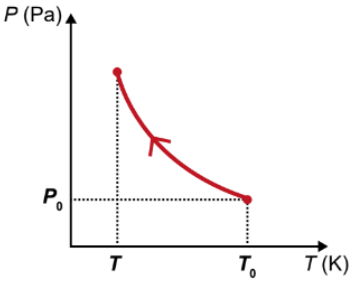
Regular; fonte: referência 1, página 122.

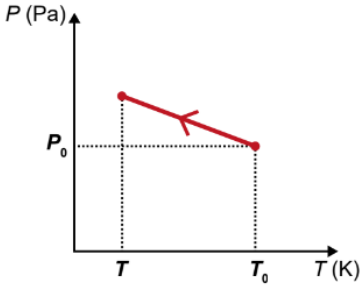
197. ENEM 2023 ★★

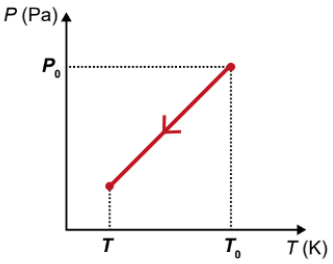
O manual de um automóvel alerta sobre os cuidados em relação à pressão do ar no interior dos pneus.
Recomenda-se que a pressão seja verificada com os pneus frios (à temperatura ambiente). Um motorista, desatento a essa informação, realizou uma viagem longa sobre o asfalto quente e, em seguida, verificou que a pressão P_0 no interior dos pneus não era a recomendada pelo fabricante. Na ocasião, a temperatura dos pneus era T_0. Após um longo período em repouso, os pneus do carro atingiram a temperatura ambiente **T**. Durante o resfriamento, não há alteração no volume dos pneus e na quantidade de ar no seu interior. Considere o ar dos pneus um gás perfeito (também denominado gás ideal).
Durante o processo de resfriamento, os valores de pressão em relação à temperatura (P × T) são representados pelo gráfico:

a)


b)


c)


d)


e)


GABARITO EM VÍDEO (CLIQUE)

Prof Luiz Fonseca @Yahoo!

Energia, Trabalho e 1ª Lei

Item 018 – resolução

2023 / F1-197

Resolução

Resposta: E

Com quantidade de gás e volume constantes, $P/T = nR/V$ é constante, usando T em kelvin. Assim, a pressão diminui proporcionalmente à temperatura durante o resfriamento. O gráfico é um trecho de reta de inclinação positiva, percorrido em direção a menores P e T, como em E.

Resolução complementar.

Item 019

2023 | F1-206

PPL; fonte: referência 1, página 128.

206. ENEM PPL 2023 ★★★

Na última década, para melhorar a performance dos motores a combustão e reduzir o consumo, a indústria automobilística tem investido cada vez mais no desenvolvimento dos turbocompressores. O turbocompressor é formado por duas câmaras distintas, chamadas caixa fria e caixa quente. No interior de cada uma dessas caixas, existe um rotor e ambos são interligados por um mesmo eixo. Com a caixa quente instalada no coletor de escapamento, a passagem dos gases faz girar o rotor. Consequentemente, gira também o rotor da caixa fria, produzindo a compressão. Em alguns modelos, é instalado, entre a turbina e a câmara de explosão, um dispositivo denominado intercooler, que é reconhecido como um dos componentes principais para melhorar a performance dos motores turbo. O intercooler é uma espécie de radiador ou, mais especificamente, um permutador de calor. Ele é posicionado entre o turbo e o coletor de admissão, tendo como uma das principais vantagens a redução da temperatura do ar quente que sai do turbo.

Prof Luiz Fonseca - @Polpna1

Disponível em: www.turbocenter.com.br. Acesso em: 21 nov. 2019 (adaptado).

O ar que sai do turbo está em alta temperatura porque

a) Sofreu uma compressão isocórica
b) Sofreu uma compressão adiabática.
c) Sofreu uma transformação isotérmica
d) Recebeu diretamente calor dos gases aquecidos do sistema de escape.
e) Recebeu diretamente calor do motor a combustão que está em alta temperatura.

GABARITO EM VÍDEO (CLIQUE)

Resolução

Resposta: B

A compressão rápida é aproximadamente adiabática: há pouco tempo para trocar calor com o ambiente. O compressor realiza trabalho sobre o ar, aumentando sua energia interna e sua temperatura. O intercooler retira parte dessa energia depois da compressão.

Resolução complementar.

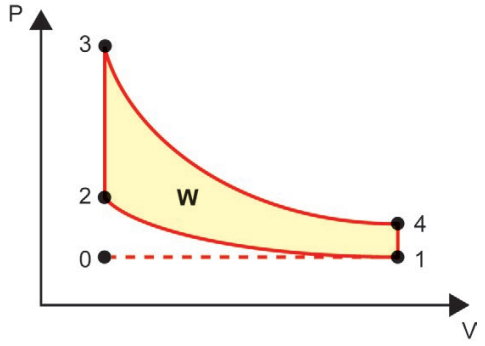
Item 020

2024 | O2024-130

Regular; fonte: INEP, caderno azul, página 13; questão original 130.

QUESTÃO 130

O diagrama P-V a seguir representa o ciclo de Otto para um motor de combustão interna, como os motores a gasolina ou a etanol, utilizados nos automóveis.



As etapas representadas no diagrama estão descritas no quadro.

Etapa	Processo	Descrição
I	0 a 1	Admissão isobárica da mistura ar-combustível no cilindro do motor.
II	1 a 2	Compressão adiabática da mistura.
III	2 a 3	Introdução de energia na forma de calor da combustão.
IV	3 a 4	Expansão adiabática.
V	4 a 1	Liberação de energia na forma de calor.
VI	1 a 0	Liberação dos gases resultantes da combustão.

Disponível em: www.mspc.eng.br.
Acesso em: 24 fev. 2013 (adaptado).

A transformação da energia térmica em energia útil ocorre na etapa

A) II.
B) III.
C) IV.
D) V.
E) VI.

Resolução **Resposta: C**

Na etapa IV, o gás quente se expande e exerce força sobre o pistão, realizando trabalho mecânico. Como a expansão é adiabática, $Q = 0$ e $W = -\Delta U$: a energia interna diminui ao ser convertida em trabalho. Essa é a etapa motriz do ciclo.

Resolução complementar.

Item 021

2025 | O2025-125

Regular; fonte: INEP, caderno azul, página 11; questão original 125.

QUESTÃO 125

Apaixonada por culinária e química, uma chefe de cozinha calculou que, para promover o crescimento adequado da massa durante o cozimento de um bolo a 180 °C (453 K) e 1,00 atm, ela precisaria utilizar uma quantidade de fermento químico suficiente para produzir um volume de gás igual a 4,00 L. Com esse objetivo, ela escolheu utilizar o bicarbonato de amônio, um composto que, sob aquecimento, degrada-se em três gases distintos, que são os responsáveis pelo crescimento da massa. A decomposição do bicarbonato de amônio ocorre conforme a equação química apresentada e, nas condições do cozimento, seu rendimento é de 80%.

$$NH_4HCO_3\,(s) \longrightarrow NH_3\,(g) + CO_2\,(g) + H_2O\,(g)$$

Considere que a mistura dos gases se comporta como gás ideal nas condições de cozimento utilizadas pela chefe.

Dados: Massa molar do NH_4HCO_3 = 79 g · mol^{-1} e R = 0,082 atm · L · mol^{-1} · K^{-1}.

A massa, em grama, de bicarbonato de amônio que ela deve utilizar é mais próxima de

A 2,3 g.
B 3,5 g.
C 5,9 g.
D 6,8 g.
E 8,9 g.

Resolução **Resposta: B**

Pela equação dos gases ideais, o total de gás necessário é $n = PV/(RT) = 1,00(4,00)/(0,082 \times 453) \simeq 0,1077\,\text{mol}$. Cada mol de bicarbonato gera três mols de gás; com rendimento de 80%, são gerados $3(0,80) = 2,40$ mols de gás por mol de reagente utilizado. Portanto, $m = (0,1077/2,40)(79) \simeq 3,54\,\text{g}$. A alternativa mais próxima é 3,5 g. A água permanece gasosa nas condições de cozimento consideradas.

Resolução complementar.

Óptica geométrica e visão

Tema 11 | 41 itens com resoluções.

Item 001

2009 | F3-028

Regular; fonte: referência 3, página 14.

Questão 28 (2009.2)

Sabe-se que o olho humano não consegue diferenciar componentes de cores e vê apenas a cor resultante, diferentemente do ouvido, que consegue distinguir, por exemplo, dois instrumentos diferentes tocados simultaneamente. Os raios luminosos do espectro visível, que têm comprimento de onda entre 380 nm e 780 nm, incidem na córnea, passam pelo cristalino e são projetados na retina. Na retina, encontram-se dois tipos de fotorreceptores, os cones e os bastonetes, que convertem a cor e a intensidade da luz recebida em impulsos nervosos. Os cones distinguem as cores primárias: vermelho, verde e azul, e os bastonetes diferenciam apenas níveis de intensidade, sem separar comprimentos de onda. Os impulsos nervosos produzidos são enviados ao cérebro por meio do nervo óptico, para que se dê a percepção da imagem.

Um indivíduo que, por alguma deficiência, não consegue captar as informações transmitidas pelos cones, perceberá um objeto branco, iluminado apenas por luz vermelha, como:

A) um objeto indefinido, pois as células que captam a luz estão inativas.
B) um objeto rosa, pois haverá mistura da luz vermelha com o branco do objeto.
C) um objeto verde, pois o olho não consegue diferenciar componentes de cores.
D) um objeto cinza, pois os bastonetes captam luminosidade, porém não diferenciam cor.
E) um objeto vermelho, pois a retina capta a luz refletida pelo objeto, transformando-a em vermelho.

Resolução **Resposta: D**

O objeto branco reflete a luz vermelha incidente, mas esse observador não utiliza os cones para distinguir cores. Os bastonetes preservam a percepção de luminosidade, produzindo uma sensação em tons de cinza. Não há mistura de uma suposta “luz branca do objeto” com a iluminação vermelha.

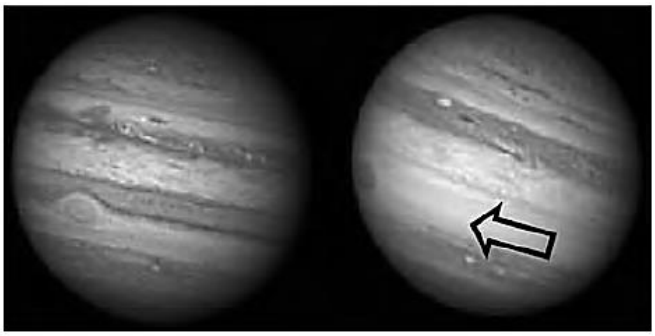
Resolução complementar.

Item 002

2010 | F3-047

Regular; fonte: referência 3, página 20.

Questão 47 (2010.1)



A aparência de Júpiter é tipicamente marcada por duas faixas escuras em sua atmosfera - uma no hemisfério norte e outra no hemisfério sul. Como o gás está constantemente em movimento, o desaparecimento da faixa no planeta relaciona-se ao movimento das diversas camadas de nuvens em sua atmosfera.

A luz do Sol, refletida nessas nuvens, gera a imagem que é captada pelos telescópios, no espaço ou na Terra.

O desaparecimento da faixa sul pode ter sido determinado por uma alteração:

A) na temperatura da superfície do planeta.
B) no formato da camada gasosa do planeta.
C) no campo gravitacional gerado pelo planeta.
D) na composição química das nuvens do planeta.
E) na densidade das nuvens que compõem o planeta.

Resolução **Resposta: E**

A imagem das faixas depende da reflexão e do espalhamento da luz solar pelas nuvens. Uma mudança na densidade ou na distribuição das camadas de nuvens pode encobrir uma faixa e alterar o contraste observado, sem que ela desapareça fisicamente do planeta. Isso corresponde à alteração da densidade das nuvens.

Resolução complementar.

Item 003

2010 | F5-078

Segunda aplicação; fonte: referência 5, página 42.

78. (Enem 2ª aplicação 2010) O efeito *Tyndall* é um efeito óptico de turbidez provocado pelas partículas de uma dispersão coloidal. Foi observado pela primeira vez por Michael Faraday em 1857 e, posteriormente, investigado pelo físico inglês John Tyndall. Este efeito é o que torna possível, por exemplo, observar as partículas de poeira suspensas no ar por meio de uma réstia de luz, observar gotículas de água que formam a neblina por meio do farol do carro ou, ainda, observar o feixe luminoso de uma lanterna por meio de um recipiente contendo gelatina.

REIS, M. *Completamente Química: Físico-Química.* São Paulo: FTD, 2001(adaptado).

Ao passar por um meio contendo partículas dispersas, um feixe de luz sofre o efeito *Tyndall* devido
a) à absorção do feixe de luz por este meio.
b) à interferência do feixe de luz neste meio.
c) à transmissão do feixe de luz neste meio.
d) à polarização do feixe de luz por este meio.
e) ao espalhamento do feixe de luz neste meio.

Resolução **Resposta: E**

Resposta da questão 78:
[E]

A luz incide na partícula e se reflete difusamente, espalhando-se pelo meio.

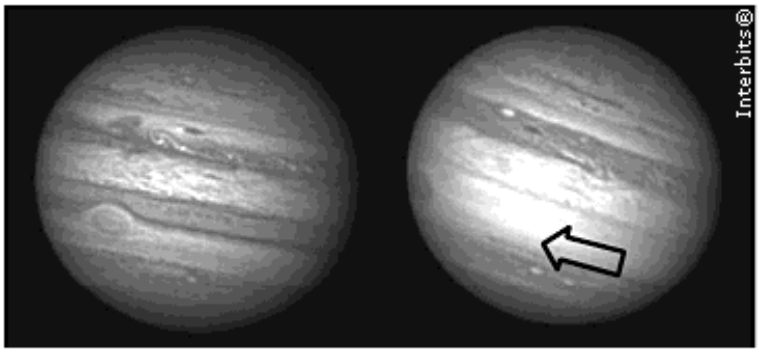
Resolução reproduzida da referência 5.

Item 004

2010 | F5-094

Regular; fonte: referência 5, página 50.

94. (Enem 2010) Júpiter, conhecido como o gigante gasoso, perdeu uma das suas listras mais proeminentes, deixando o seu hemisfério sul estranhamente vazio. Observe a região em que a faixa sumiu, destacada pela seta.



Disponível em: http://www.inovacaotecnologica.com.br. Acesso em 12 maio 2010 (adaptado).

A aparência de Júpiter é tipicamente marcada por duas faixas escuras em sua atmosfera – uma no hemisfério norte e outra no hemisfério sul. Como o gás está constantemente em movimento, o desaparecimento da faixa no planeta relaciona-se ao movimento das diversas camadas de nuvens em sua atmosfera. A luz do Sol, refletida nessas nuvens, gera a imagem que é captada pelos telescópios, no espaço ou na Terra.

O desaparecimento da faixa sul pode ter sido determinado por uma alteração
a) na temperatura da superfície do planeta.
b) no formato da camada gasosa do planeta.
c) no campo gravitacional gerado pelo planeta.
d) na composição química das nuvens do planeta.
e) na densidade das nuvens que compõem o planeta.

Resolução **Resposta: E**

Resposta da questão 94:
[E]

O enunciado afirma que a imagem é gerada pela luz do Sol refletida nessas nuvens. Se as nuvens sumiram, deve ter havido redução na densidade das nuvens que compõem o planeta.

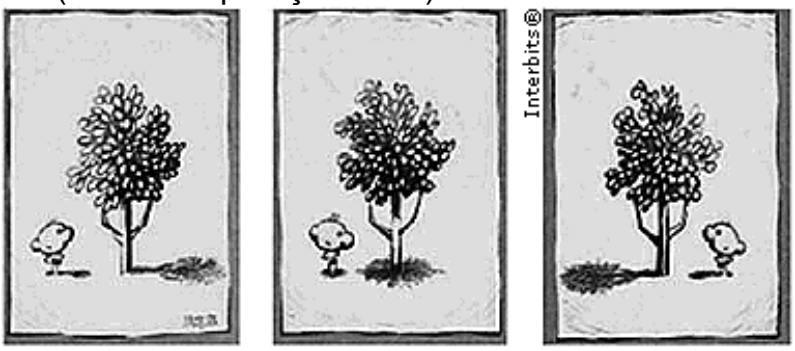
Resolução reproduzida da referência 5.

Item 005

2010 | F5-095

Segunda aplicação; fonte: referência 5, página 50.

95. (Enem 2ª aplicação 2010)



Ciência Hoje. v. 5, nº 27, dez. 1986. Encarte.

Os quadrinhos mostram, por meio da projeção da sombra da árvore e do menino, a sequência de períodos do dia: matutino, meio-dia e vespertino, que é determinada
a) pela posição vertical da árvore e do menino.
b) pela posição do menino em relação à árvore.
c) pelo movimento aparente do Sol em torno da Terra.
d) pelo fuso horário específico de cada ponto da superfície da Terra.
e) pela estação do ano, sendo que no inverno os dias são mais curtos que no verão.

Resolução **Resposta: C**

Resposta da questão 95:
[C]

A sombra projetada é determinada pela posição do Sol relativamente à Terra.

Resolução reproduzida da referência 5.

Item 006

2010 | F5-096

Segunda aplicação; fonte: referência 5, página 51.

96. (Enem 2ª aplicação 2010) Os espelhos retrovisores, que deveriam auxiliar os motoristas na hora de estacionar ou mudar de pista, muitas vezes causam problemas. É que o espelho retrovisor do lado direito, em alguns modelos, distorce a imagem, dando a impressão de que o veículo está a uma distância maior do que a real.
Este tipo de espelho, chamado convexo, é utilizado com o objetivo de ampliar o campo visual do motorista, já que no Brasil se adota a direção do lado esquerdo e, assim, o espelho da direita fica muito mais distante dos olhos do condutor.

Disponível em: http://noticias.vrum.com.br. Acesso em: 3 nov. 2010 (adaptado).

Sabe-se que, em um espelho convexo, a imagem formada está mais próxima do espelho do que este está do objeto, o que parece estar em conflito com a informação apresentada na reportagem. Essa aparente contradição é explicada pelo fato de
a) a imagem projetada na retina do motorista ser menor do que o objeto.
b) a velocidade do automóvel afetar a percepção da distância.
c) o cérebro humano interpretar como distante uma imagem pequena.
d) o espelho convexo ser capaz de aumentar o campo visual do motorista.
e) o motorista perceber a luz vinda do espelho com a parte lateral do olho.

Resolução **Resposta: C**

Resposta da questão 96:
[C]

Nossos olhos estão acostumados com imagens em espelhos planos, onde imagens de objetos mais distantes nos parecem cada vez menores.
Esse condicionamento é levado para o espelho convexo: o fato de a imagem ser menor que o objeto é interpretado pelo cérebro como se o objeto estivesse mais distante do que realmente está.
Essa falsa impressão é desfeita quando o motorista está, por exemplo, dando marcha a ré em uma garagem, vendo apenas a imagem dessa parede pelo espelho convexo. Ele para o carro quando percebe pela imagem do espelho convexo que está quase batendo na parede.

Ao olhar para trás, por visão direta, ele percebe que não estava tão próximo assim da parede.

Resolução reproduzida da referência 5.

Item 007

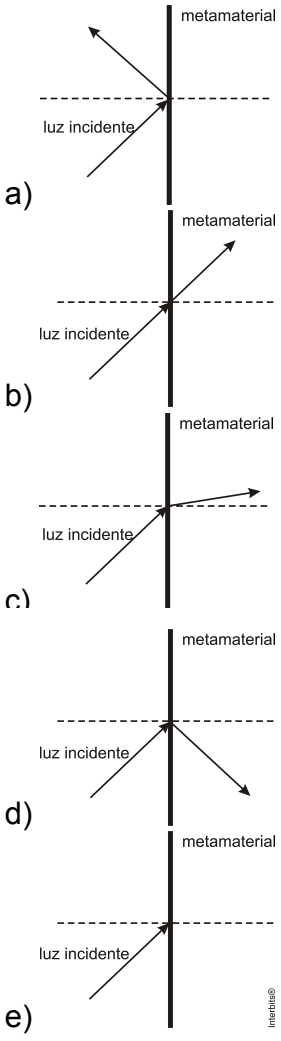
2010 | F5-097

Regular; fonte: referência 5, página 51.

97. (Enem 2010) Um grupo de cientistas liderado por pesquisadores do Instituto de Tecnologia da Califórnia (Caltech), nos Estados Unidos, construiu o primeiro metamaterial que apresenta valor negativo do índice de refração relativo para a luz visível. Denomina-se metamaterial um material óptico artificial, tridimensional, formado por pequenas estruturas menores do que o comprimento de onda da luz, o que lhe dá propriedades e comportamentos que não são encontrados em materiais naturais. Esse material tem sido chamado de “canhoto”.

Disponível em: http://inovacaotecnologica.com.br. Acesso em: 28 abr. 2010 (adaptado).

Considerando o comportamento atípico desse metamaterial, qual é a figura que representa a refração da luz ao passar do ar para esse meio?



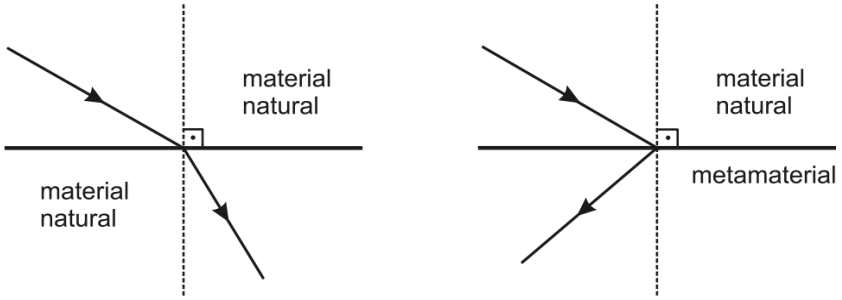
Eletricidade

Item 007 – resolução 2010 / F5-097

Resolução **Resposta: D**

Resposta da questão 97:
[D]

Nos materiais naturais, quando ocorre incidência oblíqua da luz, os raios incidente e refratado estão em meios diferentes e em quadrantes opostos, definidos pela superfície e pela normal a essa superfície. No metamaterial, esses raios estão em meios diferentes, mas em quadrantes adjacentes.



Resolução reproduzida da referência 5.

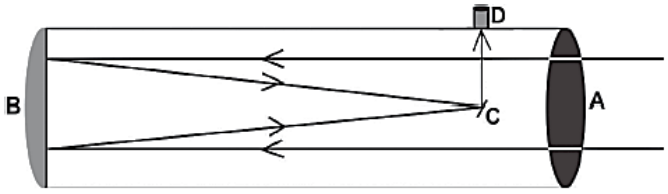
Item 008

2011 | F3-090

PPL; fonte: referência 3, página 35.

Questão 90 (2011.2)

A figura seguinte representa, esquematicamente, um telescópio refletor:



A luz emitida por um astro penetra no telescópio pelo orifício na posição A, reflete no espelho parabólico localizado na posição B, é novamente refletida pelo espelho C em direção às lentes localizadas na ocular do telescópio (local onde o observador aproxima o olho) na posição D. Essa lente forma uma imagem real e maior do objeto observado, um pouco à frente de D. Por isso, o observador não deve encostar seus olhos na lente para enxergar essa imagem.

Considerando uma situação em que apenas uma lente é colocada na posição D, qual o tipo de espelho utilizado e qual o tipo de lente utilizada nas posições B e D respectivamente?

A) Plano e convergente.
B) Convexo e bifocal.
C) Convexo e divergente.
D) Côncavo e divergente.
E) Côncavo e convergente.

Resolução **Resposta: E**

O espelho parabólico B é côncavo: ele reúne os raios incidentes e forma a imagem intermediária. Na situação descrita, a lente D precisa produzir uma imagem real e ampliada; uma lente divergente isolada não faz isso para um objeto real. Portanto, usa-se uma lente convergente.

Resolução complementar.

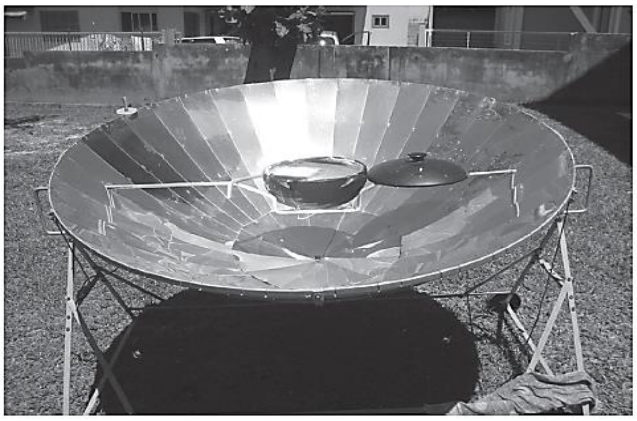
Item 009

2011 | F3-091

PPL; fonte: referência 3, página 35.

Questão 91 (2011.2)

A figura mostra uma superfície refletora de formato parabólico, que tem sido utilizada como um fogão solar. Esse dispositivo é montado de tal forma que a superfície fique posicionada sempre voltada para o Sol. Neste, a panela deve ser colocada em um ponto determinado para maior eficiência do fogão.



Considerando que a panela esteja posicionada no ponto citado, a maior eficiência ocorre porque os raios solares:

A) incidentes se concentram nesse ponto, definido como ponto de incidência.
B) incidentes passam por esse ponto, definido como vértice da parábola.
C) refletidos se concentram nesse ponto, definido como foco da parábola.
D) incidentes e refletidos se interceptam nesse ponto, definido como centro de curvatura.
E) refletidos passam por esse ponto, definido como ponto de reflexão.

Resolução **Resposta: C**

Os raios solares chegam aproximadamente paralelos ao eixo do espelho parabólico. Após a reflexão, convergem para o foco da parábola. Colocar a panela nessa região concentra a potência recebida sobre uma área pequena e aumenta o aquecimento.

Resolução complementar.

Item 010

2011 | F3-093

PPL; fonte: referência 3, página 35.

Questão 93 (2011.2)

Indivíduos míopes têm dificuldade de enxergar objetos distantes. Para correção desse problema com lentes, o oftalmologista deve medir a distância máxima que o indivíduo pode enxergar nitidamente, que corresponde à distância focal da lente. A vergência (V) de uma lente é numericamente igual ao inverso da distância focal (f), dada em metros (V = 1/f). A vergência é medida em dioptria (di), comumente denominada de graus de uma lente.

Se a distância máxima a que o indivíduo míope enxerga nitidamente for 50 cm, para corrigir o problema, o oftalmologista receitará lentes de vergência:

A) -2,00 di.
B) 2,00 di.
C) -0,02 di.
D) 0,02 di.
E) 0,20 di.

Resolução **Resposta: A**

A miopia é corrigida por uma lente divergente, cuja distância focal é negativa. Para um ponto remoto a 50 cm, $f = -0{,}50$ m e $V = 1/f = -2{,}00$ dioptrias. É necessário converter os centímetros para metros antes de calcular a vergência.

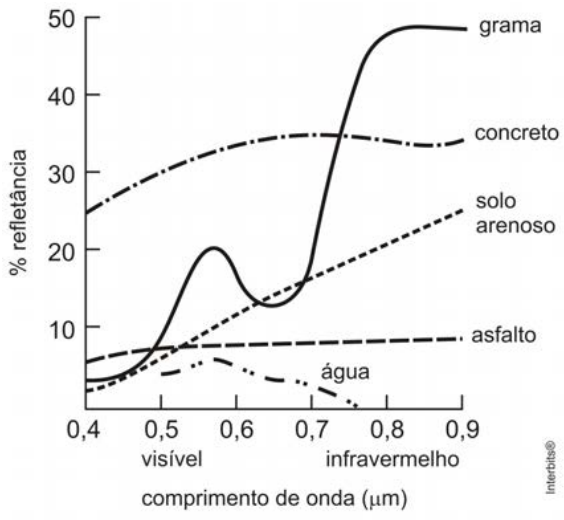
Resolução complementar.

Item 011

2011 | F5-091

Regular; fonte: referência 5, página 47.

91. (Enem 2011) O processo de interpretação de imagens capturadas por sensores instalados a bordo de satélites que imageiam determinadas faixas ou bandas do espectro de radiação eletromagnética (REM) baseia-se na interação dessa radiação com os objetos presentes sobre a superfície terrestre. Uma das formas de avaliar essa interação é por meio da quantidade de energia é por meio da quantidade de energia refletida pelos objetos. A relação entre a refletância de um dado objeto e o comprimento de onda da REM é conhecida como curva de comportamento espectral ou assinatura espectral do objeto, como mostrado na figura, para objetos comuns na superfície terrestre.



D'ARCO, E. **Radiometria e Comportamento Espectral de Alvos**. INPE. Disponível em: http://www.agro.unitau.br. Acesso em: 3 maio 2009.

De acordo com as curvas de assinatura espectral apresentadas na figura, para que se obtenha a melhor discriminação dos alvos mostrados, convém selecionar a banda correspondente a que comprimento de onda em micrômetros (μm)?

a) 0,4 a 0,5.
b) 0,5 a 0,6.
c) 0,6 a 0,7.
d) 0,7 a 0,8.
e) 0,8 a 0,9.

Resolução **Resposta: E**

Resposta da questão 91:
[E]

O gráfico nos mostra que a maior refletância para os objetos comuns na superfície terrestre está na faixa de $0,8\,\mu m$ a $0,9\,\mu m$. Nesse intervalo, a diferença de refletância também é maior, aumentando a probabilidade de se identificar corretamente o objeto observado. É verdade que nesse intervalo a refletância da água é nula, porém a probabilidade de encontrar água é praticamente nula.

Resolução reproduzida da referência 5.

Item 012

2011 | F5-092

Regular; fonte: referência 5, página 48.

92. (Enem 2011) Para que uma substância seja colorida ela deve absorver luz na região do visível. Quando uma amostra absorve luz visível, a cor que percebemos é a soma das cores restantes que são refletidas ou transmitidas pelo objeto. A Figura 1 mostra o espectro de absorção para uma substância e é possível observar que há um comprimento de onda em que a intensidade de absorção é máxima. Um observador pode prever a cor dessa substância pelo uso da roda de cores (Figura 2): o comprimento de onda correspondente à cor do objeto é encontrado no lado oposto ao comprimento de onda da absorção máxima.

Figura 1

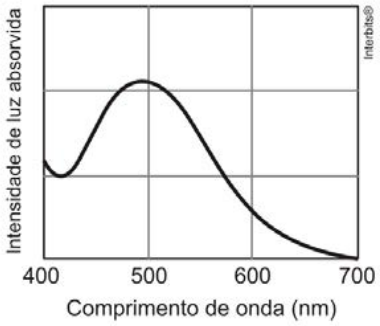
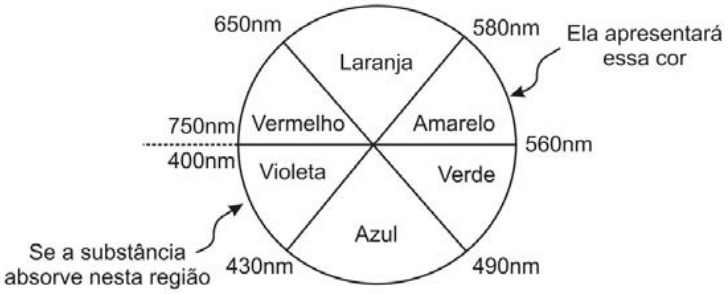


Figura 2



Brown, T. **Química a Ciência Central**. 2005 (adaptado).

Qual a cor da substância que deu origem ao espectro da Figura 1?
a) Azul.
b) Verde.
c) Violeta.
d) Laranja.
e) Vermelho.

Item 012 – resolução 2011 / F5-092

Resolução **Resposta: E**

Resposta da questão 92:
[E]

O gráfico nos mostra que essa substância apresenta maior absorção para comprimentos de onda em torno de 500 nm, o que corresponde à cor verde. De acordo com o enunciado: ... "***o comprimento de onda correspondente à cor do objeto é encontrado no lado oposto ao comprimento de onda da absorção máxima.***"
Na roda de cores, notamos que o comprimento de onda oposto ao da cor verde é o da cor vermelha.

Resolução reproduzida da referência 5.

Item 013

2011 | F5-093

Regular; fonte: referência 5, página 49.

93. (Enem 2011) Uma equipe de cientistas lançará uma expedição ao Titanic para criar um detalhado mapa 3D que “vai tirar, virtualmente, o Titanic do fundo do mar para o público”. A expedição ao local, a 4 quilômetros de profundidade no Oceano Atlântico, está sendo apresentada como a mais sofisticada expedição científica ao Titanic.
Ela utilizará tecnologias de imagem e sonar que nunca tinham sido aplicadas ao navio, para obter o mais completo inventário de seu conteúdo. Esta complementação é necessária em razão das condições do navio, naufragado há um século.

O Estado de São Paulo. Disponível em: http://www.estadao.com.br. Acesso em: 27 jul. 2010 (adaptado).

No problema apresentado para gerar imagens através de camadas de sedimentos depositados no navio, o sonar é mais adequado, pois a
a) propagação da luz na água ocorre a uma velocidade maior que a do som neste meio.
b) absorção da luz ao longo de uma camada de água é facilitada enquanto a absorção do som não.
c) refração da luz a uma grande profundidade acontece com uma intensidade menor que a do som.
d) atenuação da luz nos materiais analisados é distinta da atenuação de som nestes mesmos materiais.
e) reflexão da luz nas camadas de sedimentos é menos intensa do que a reflexão do som neste material.

Resolução **Resposta: D**

Resposta da questão 93:
[D]

A questão é de dificuldade elevada, pois exige um conhecimento específico sobre o assunto. Caso se usasse luz, ela seria absorvida ou refletida já nas primeiras camadas dos sedimentos, não possibilitando imagens mais profundas dos objetos. Com a utilização do SONAR, o ultrassom penetra nessas camadas, enviando ecos que são recebidos em instantes diferentes, possibilitando a elaboração de imagens em três dimensões (3D).

Resolução reproduzida da referência 5.

Item 014

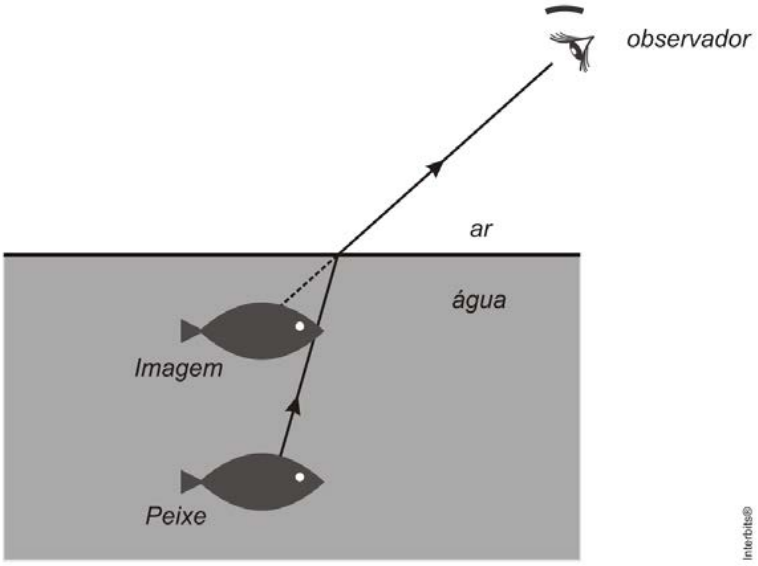
2012 | F5-090

Regular; fonte: referência 5, página 47.

90. (Enem 2012) Alguns povos indígenas ainda preservam suas tradições realizando a pesca com lanças, demonstrando uma notável habilidade. Para fisgar um peixe em um lago com águas tranquilas o índio deve mirar abaixo da posição em que enxerga o peixe.
Ele deve proceder dessa forma porque os raios de luz
a) refletidos pelo peixe não descrevem uma trajetória retilínea no interior da água.
b) emitidos pelos olhos do índio desviam sua trajetória quando passam do ar para a água.
c) espalhados pelo peixe são refletidos pela superfície da água.
d) emitidos pelos olhos do índio são espalhados pela superfície da água.
e) refletidos pelo peixe desviam sua trajetória quando passam da água para o ar.

Resolução **Resposta: E**

Resposta da questão 90:
[E]



A figura mostra um raio refletido pelo peixe, que atinge o olho do observador. Ao refratar-se da água para o ar, ele sofre desvio em sua trajetória. O observador vê a imagem do peixe acima de sua posição real.

Resolução reproduzida da referência 5.

Item 015

PPL; fonte: referência 3, página 53.

Questão 156 (2013.2)

Devido à sua resistência mecânica, baixa condutividade térmica e transparência à luz, o vidro tem sido cada vez mais utilizado na construção civil, aplicado em portas, janelas e telhados. Sua transparência é importante porque resulta em uma grande economia da energia elétrica usada na iluminação interna do ambiente. Microscopicamente, a transparência ocorre devido à forma com que a luz incidente interage com os elétrons dos átomos que compõem o material vítreo.

A transparência pode ser explicada, considerando-se que a luz:

A) é absorvida pelos elétrons e reemitida em todas as direções.
B) é absorvida pelos elétrons e transformada em calor.
C) é absorvida pelos elétrons e reemitida de volta pela mesma trajetória de onde veio.
D) não é absorvida pelos elétrons e é espalhada em diversas direções.
E) não é absorvida pelos elétrons e continua seu caminho em trajetórias regulares.

Resolução **Resposta: E**

Na faixa visível, a transmissão é favorecida quando a luz não é intensamente absorvida nem espalhada de forma difusa no interior do vidro. Ela pode atravessar o material preservando trajetórias regulares e permitindo enxergar objetos através dele. Por isso, a alternativa adequada é E.

Resolução complementar.

Item 016

2013 | F5-087

PPL; fonte: referência 5, página 46.

87. (Enem PPL 2013) A banda larga brasileira é lenta. No Japão já existem redes de fibras ópticas, que permitem acessos à internet com velocidade de 1 gigabit por segundo (Gbps), o suficiente para baixar em um minuto, por exemplo, 80 filmes. No Brasil a maioria das conexões ainda é de 1 megabit por segundo (Mbps), ou seja, menos de um milésimo dos acessos mais rápidos do Japão. A fibra óptica é composta basicamente de um material dielétrico (sílica ou plástico), segundo uma estrutura cilíndrica, transparente e flexível. Ela é formada de uma região central envolta por uma camada, também de material dielétrico, com índice de refração diferente ao do núcleo. A transmissão em uma fibra óptica acontecerá de forma correta se o índice de refração do núcleo, em relação ao revestimento, for
a) superior e ocorrer difração.
b) superior e ocorrer reflexão interna total.
c) inferior e ocorrer reflexão interna parcial.
d) inferior e ocorrer interferência destrutiva.
e) inferior e ocorrer interferência construtiva.

Resolução **Resposta: B**

Resposta da questão 87:
[B]

Na fibra óptica, a luz fica confinada no interior do núcleo, sem penetrar na casca, sendo conduzida por reflexão total, fenômeno que somente é possível quando o sentido de propagação da luz é do meio mais refringente para o menos refringente. Portanto, o índice de refração do núcleo é maior que o da casca.

Resolução reproduzida da referência 5.

Item 017

2014 | F3-194

Segunda aplicação; fonte: referência 3, página 63.

Questão 194 (2014.3)

A ilustração a seguir representa uma das mais conhecidas obras do artista gráfico holandês M. C. Escher.

Seu trabalho tem como características as figuras geométricas e ilusões de Óptica.



Pelas características da imagem formada na gravura, o artista representou um espelho esférico do tipo:

A) convexo, pois as imagens de todos os objetos, formadas na esfera, inclusive a do artista, são virtuais.
B) côncavo, pois as imagens são direitas, indicando que todos os objetos visualizados estão entre o foco e o espelho.
C) côncavo, devido ao pequeno campo de visão, não é possível observar todos os detalhes do local onde se encontra o artista.
D) convexo, pois as imagens são formadas pelo cruzamento dos raios de luz refletidos pela esfera, por isso as imagens são direitas e não invertidas.
E) côncavo, devido as imagens formadas por este espelho serem todas reais, ou seja, formadas pelo cruzamento dos raios de luz refletidos pela esfera.

Item 017 – resolução

2014 / F3-194

Resolução

Resposta: A

A superfície externa da esfera funciona como espelho convexo. Para objetos reais diante dele, forma imagens virtuais, direitas e reduzidas, com amplo campo de visão. Isso explica a imagem do artista e do ambiente refletida na esfera; os raios refletidos não se cruzam fisicamente atrás do espelho.

Resolução complementar.

Item 018

2014 | F5-082

Regular; fonte: referência 5, página 44.

82. (Enem 2014) É comum aos fotógrafos tirar fotos coloridas em ambientes iluminados por lâmpadas fluorescentes, que contêm uma forte composição de luz verde. A consequência desse fato na fotografia é que todos os objetos claros, principalmente os brancos, aparecerão esverdeados. Para equilibrar as cores, deve-se usar um filtro adequado para diminuir a intensidade da luz verde que chega aos sensores da câmera fotográfica. Na escolha desse filtro, utiliza-se o conhecimento da composição das cores-luz primárias: vermelho, verde e azul; e das cores-luz secundárias: amarelo = vermelho + verde, ciano = verde + azul e magenta = vermelho + azul.
Disponível em: http://nautilus.fis.uc.pt. Acesso em 20 maio 2014 (adaptado).

Na situação descrita, qual deve ser o filtro utilizado para que a fotografia apresente as cores naturais dos objetos?
a) Ciano.
b) Verde.
c) Amarelo.
d) Magenta.
e) Vermelho.

Resolução **Resposta: D**

Resposta da questão 82:
[D]

Para diminuir a intensidade da luz verde, deve-se usar um filtro que não apresente a componente verde da luz, ou seja, o filtro magenta, composto apenas das cores vermelha e azul.

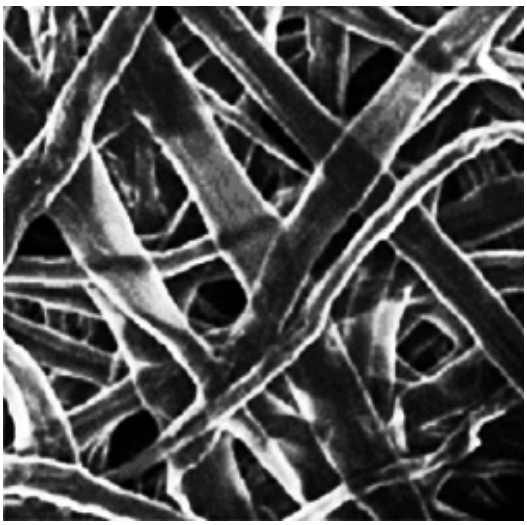
Resolução reproduzida da referência 5.

Item 019

2014 | F5-083

PPL; fonte: referência 5, página 44.

83. (Enem PPL 2014) Folhas de papel, como as utilizadas para a impressão de documentos, são opacas e permeáveis aos líquidos. Esse material é constituído de microfibras entrelaçadas de celulose, que são transparentes à luz. Quando sobre elas se derrama glicerina, elas se tornam translúcidas. Uma imagem da superfície de uma folha de papel, ampliada por um microscópio eletrônico de varredura, pode ser vista na figura. No quadro é apresentada a razão $^{(n)}$ entre a velocidade da luz no vácuo e no respectivo material (celulose, glicerina ou ar).



Material	n
celulose	1,46
glicerina	1,47
ar	1,00

Nessa situação, o papel se tornou translúcido porque a luz é
a) mais refletida.
b) mais absorvida.
c) mais espalhada.
d) menos refratada.
e) menos transmitida.

Item 019 – resolução 2014 / F5-083

Resolução **Resposta: D**

Resposta da questão 83:
[D]

A questão é bastante confusa: o papel é opaco, mas as fibras de celulose são transparentes; a glicerina é derramada sobre as fibras, tornando o papel que era opaco, translúcido.

Em relação ao papel que era opaco, a quantidade de luz refratada aumenta; em relação às fibras que eram transparentes, a quantidade de luz refratada diminui. Por falta de opção, concordamos com o gabarito oficial.

Resolução reproduzida da referência 5.

Item 020

2014 | F5-084

Regular; fonte: referência 5, página 45.

84. (Enem 2014) As lentes fotocromáticas escurecem quando expostas à luz solar por causa de reações químicas reversíveis entre uma espécie incolor e outra colorida. Diversas reações podem ser utilizadas, e a escolha do melhor reagente para esse fim se baseia em três principais aspectos: (i) o quanto escurece a lente; (ii) o tempo de escurecimento quando exposta à luz solar; e (iii) o tempo de esmaecimento em ambiente sem forte luz solar. A transmitância indica a razão entre a quantidade de luz que atravessa o meio e a quantidade de luz que incide sobre ele.
Durante um teste de controle para o desenvolvimento de novas lentes fotocromáticas, foram analisadas cinco amostras, que utilizam reagentes químicos diferentes. No quadro, são apresentados os resultados.

Amostra	Tempo de escurecimento (segundo)	Tempo de esmaecimento (segundo)	Transmitância média da lente quando exposta à luz solar (%)
1	20	50	80
2	40	30	90
3	20	30	50
4	50	50	50
5	40	20	95

Considerando os três aspectos, qual é a melhor amostra de lente fotocromática para se utilizar em óculos?
a) 1
b) 2
c) 3
d) 4
e) 5

Resolução **Resposta: C**

Resposta da questão 84:
[C]

A melhor amostra é aquela que melhor concilia o menor tempo de escurecimento, menor tempo de esmaecimento e menor transmitância.

Resolução reproduzida da referência 5.

Item 021

Regular; fonte: referência 5, página 46.

85. (Enem 2014) Uma proposta de dispositivo capaz de indicar a qualidade da gasolina vendida em postos e, consequentemente, evitar fraudes, poderia utilizar o conceito de refração luminosa. Nesse sentido, a gasolina não adulterada, na temperatura ambiente, apresenta razão entre os senos dos raios incidente e refratado igual a 1,4. Desse modo, fazendo incidir o feixe de luz proveniente do ar com um ângulo fixo e maior que zero, qualquer modificação no ângulo do feixe refratado indicará adulteração no combustível.

Em uma fiscalização rotineira, o teste apresentou o valor de 1,9. Qual foi o comportamento do raio refratado?
a) Mudou de sentido.
b) Sofreu reflexão total.
c) Atingiu o valor do ângulo limite.
d) Direcionou-se para a superfície de separação.
e) Aproximou-se da normal à superfície de separação.

Resolução **Resposta: E**

Resposta da questão 85:
[E]

Como os ângulos de incidência e refração são definidos no intervalo de 0° a 90°, o menor ângulo tem menor seno. Sendo fixo e não nulo o ângulo de incidência, apliquemos a lei de Snell às duas situações, gasolina não adulterada e gasolina adulterada.

$$\left.\begin{cases} \dfrac{\operatorname{sen} i}{\operatorname{sen} r_1} = 1{,}4 \\ \dfrac{\operatorname{sen} i}{\operatorname{sen} r_2} = 1{,}9 \end{cases}\right\} \div \Rightarrow \frac{\operatorname{sen} i}{\operatorname{sen} r_1} \times \frac{\operatorname{sen} r_2}{\operatorname{sen} i} = \frac{1{,}4}{1{,}9} = 0{,}74 \Rightarrow \operatorname{sen} r_2 = 0{,}74 \operatorname{sen} r_1 \Rightarrow$$

$$\operatorname{sen} r_2 < \operatorname{sen} r_1 \Rightarrow \boxed{r_2 < r_1.}$$

Portanto o raio refratado no caso da gasolina adulterada é menor do que para a gasolina não adulterada. Isso significa que o raio refratado aproximou-se da normal à superfície de separação.

Resolução reproduzida da referência 5.

Item 022

2014 | F5-086

PPL; fonte: referência 5, página 46.

86. (Enem PPL 2014) As miragens existem e podem induzir à percepção de que há água onde não existe. Elas são a manifestação de um fenômeno óptico que ocorre na atmosfera.

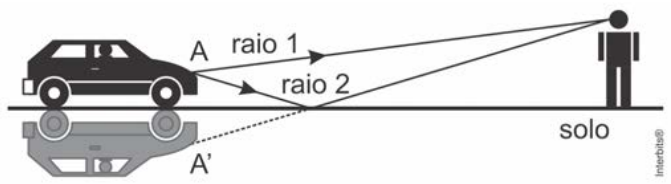
Disponível em: www.invivo.fiocruz.br. Acesso em: 29 fev. 2012.

Esse fenômeno óptico é consequência da
a) refração da luz nas camadas de ar próximas do chão quente.
b) reflexão da luz ao incidir no solo quente.
c) reflexão difusa da luz na superfície rugosa.
d) dispersão da luz nas camadas de ar próximas do chão quente.
e) difração da luz nas camadas de ar próximas do chão quente.

Resolução **Resposta: A**

Resposta da questão 86:
[A]

A figura ilustra a situação mostrando dois raios de luz recebidos pelo observador. O raio 1 por incidência direta e o raio 2, após reflexão total nas camadas de ar próximas do chão quente.



Resolução reproduzida da referência 5.

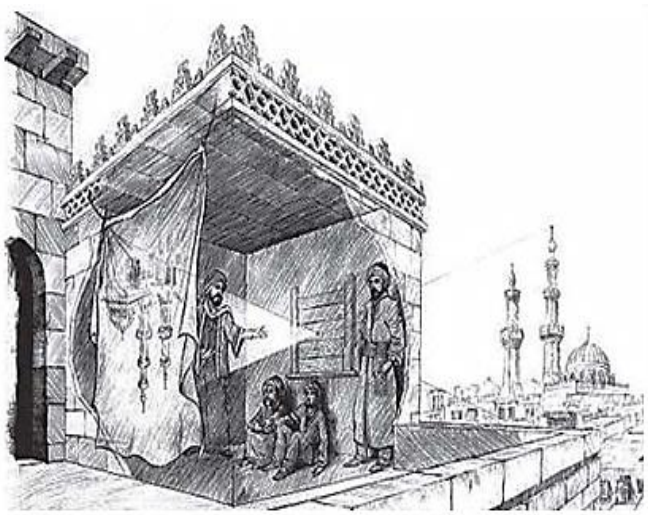
Item 023

2015 | F3-216

Regular; fonte: referência 3, página 69.

Questão 216 (2015.1)

Entre os anos de 1028 e 1038, Alhazen (Ibn al-Haytham; 965-1040 d.C.) escreveu sua principal obra, o Livro da Óptica, que, com base em experimentos, explicava o funcionamento da visão e outros aspectos da ótica, por exemplo, o funcionamento da câmara escura. O livro foi traduzido e incorporado aos conhecimentos científicos ocidentais pelos europeus. Na figura, retirada dessa obra, é representada a imagem invertida de edificações em um tecido utilizado como anteparo.



Se fizermos uma analogia entre a ilustração e o olho humano, o tecido corresponde ao(à):

A) íris.
B) retina.
C) pupila.
D) córnea.
E) cristalino.

Resolução **Resposta: B**

Na câmara escura, o anteparo recebe a imagem invertida. No olho humano, essa função é da retina, onde se encontram os fotorreceptores. A pupila corresponde à abertura de entrada da luz e o cristalino participa da focalização, não funciona como anteparo.

Resolução complementar.

Item 024

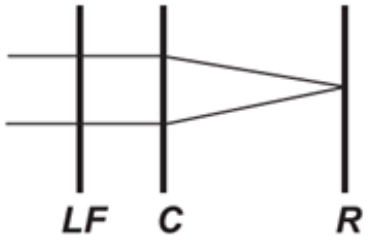
PPL; fonte: referência 3, página 71.

Questão 223 (2015.2)

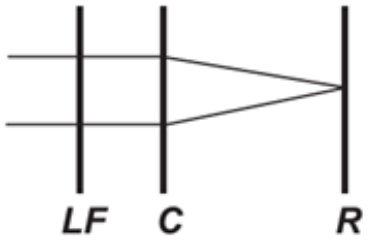
O avanço tecnológico da medicina propicia o desenvolvimento de tratamento para diversas doenças, como as relacionadas à visão. As correções que utilizam laser para o tratamento da miopia são consideradas seguras até 12 dioptrias, dependendo da espessura e curvatura da córnea. Para valores de dioptria superiores a esse, o implante de lentes intraoculares é mais indicado. Essas lentes, conhecidas como lentes fácicas (LF), são implantadas junto à córnea, antecedendo o cristalino (C), sem que esse precise ser removido, formando a imagem correta sobre a retina (R).

O comportamento de um feixe de luz incidindo no olho que possui um implante de lentes fácicas para correção do problema de visão apresentado é esquematizado por:

A)



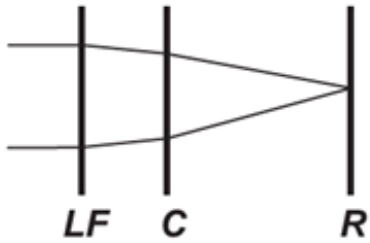
B)



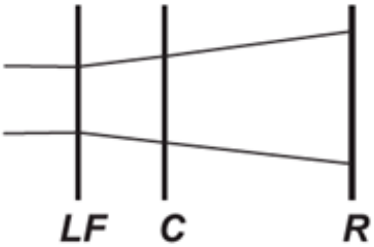
C)



D)



E)



Item 024 – resolução

2015 / F3-223

Resolução

Resposta: B

A miopia faz a imagem de um objeto distante se formar antes da retina. A lente corretiva deve reduzir a convergência do sistema: ela é divergente, espalhando inicialmente os raios para que o conjunto com o cristalino os reúna sobre a retina. O esquema B representa essa correção.

Resolução complementar.

Item 025

PPL; fonte: referência 3, página 73.

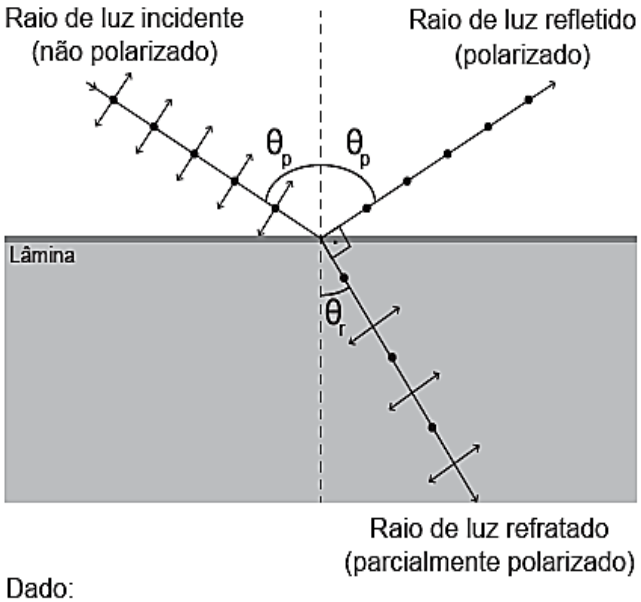
Questão 229 (2015.2)

A fotografia feita sob luz polarizada é usada por dermatologistas para diagnósticos. Isso permite ver detalhes da superfície da pele que não são visíveis com o reflexo da luz branca comum. Para se obter luz polarizada, pode-se utilizar a luz transmitida por um polaroide ou a luz refletida por uma superfície na condição de Brewster, como mostra a figura.

Nessa situação, o feixe da luz refratada forma um ângulo de 90° com o feixe da luz refletida, fenômeno conhecido como Lei de Brewster.

Nesse caso, o ângulo de incidência θ_p, também chamado de ângulo de polarização, e o ângulo de refração θ_r estão em conformidade com a Lei de Snell.

Considere um feixe de luz não polarizada proveniente de um meio com índice de refração igual a 1, que incide sobre uma lâmina e faz um ângulo de refração θ_r de 30°.



Dado:

$\text{sen } 30° = \cos 60° = \frac{1}{2}$

$\text{sen } 60° = \cos 30° = \frac{\sqrt{3}}{2}$

Nessa situação, qual deve ser o índice de refração da lâmina para que o feixe refletido seja polarizado?

A) $\sqrt{3}$
B) $\sqrt{3}/3$
C) 2
D) 1/2
E) $\sqrt{3}/2$

Resolução **Resposta: A**

Na condição de Brewster, os raios refletido e refratado são perpendiculares, logo $\theta_p + \theta_r = 90°$. Com $\theta_r = 30°$, temos $\theta_p = 60°$. Pela lei de Snell, $1 \cdot \sin 60° = n \sin 30°$, de onde $n = \sqrt{3}$.

Resolução complementar.

Item 026

2016 | F3-267

PPL; fonte: referência 3, página 84.

Questão 267 (2016.3)

Algumas crianças, ao brincarem de esconde-esconde, tapam os olhos com as mãos, acreditando que, ao adotarem tal procedimento, não poderão ser vistas.

Essa percepção da criança contraria o conhecimento científico porque, para serem vistos, os objetos:

A) refletem partículas de luz (fótons), que atingem os olhos.
B) geram partículas de luz (fótons), convertidas pela fonte externa.
C) são atingidos por partículas de luz (fótons), emitidas pelos olhos.
D) são atingidos por partículas de luz (fótons), que se chocam com os fótons emitidos pelos olhos.
E) são atingidos pelas partículas de luz (fótons), emitidas pela fonte externa e pelos olhos.

Resolução **Resposta: A**

Vemos um objeto quando a luz emitida ou refletida por ele chega aos nossos olhos. Tapar os próprios olhos não impede que a luz refletida pelo corpo da criança alcance os olhos de outra pessoa. Os olhos não precisam emitir fótons para que os objetos sejam vistos.

Resolução complementar.

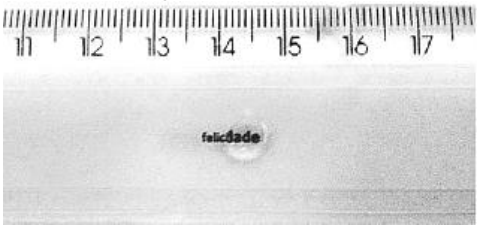
Item 027

2017 | F1-227

Libras; fonte: referência 1, página 141.

227. ENEM LIBRAS 2017 ★

Um experimento bastante interessante no ensino de ciências da natureza constitui em escrever palavras em tamanho bem pequeno, quase ilegíveis a olho nu, em um pedaço de papel e cobri-lo com uma régua de material transparente. Em seguida, pinga-se uma gota d'água sobre a régua na região da palavra, conforme mostrado na figura, que apresenta o resultado do experimento. A gota adquire o formato de uma lente e permite ler a palavra de modo mais fácil em razão do efeito de ampliação.



Qual é o tipo de lente formada pela gota d'água no experimento descrito?

a) Biconvexa.
b) Bicôncava.
c) Plano-convexa.
d) Plano-côncava.
e) Convexa-côncava.

GABARITO EM VÍDEO (CLIQUE)

Resolução **Resposta: C**

A superfície inferior da gota está apoiada sobre a régua, formando uma face aproximadamente plana. A superfície superior é abaulada para fora, isto é, convexa. A gota funciona, portanto, como uma lente plano-convexa, convergente nas condições do experimento.

Resolução complementar.

Item 028

PPL; fonte: referência 3, página 95.

Questão 296 (2017.2)

A aquisição de um telescópio deve levar em consideração diversos fatores, entre os quais estão o aumento angular, a resolução ou poder de separação e a magnitude limite. O aumento angular informa quantas vezes mais próximo de nós percebemos o objeto observado e é calculado como sendo a razão entre as distâncias focais da objetiva (F_1) e da ocular (F_2). A resolução do telescópio (P) informa o menor ângulo que deve existir entre dois pontos observados para que seja possível distingui-los. A magnitude limite (M) indica o menor brilho que um telescópio pode captar. Os valores numéricos de P e M são calculados pelas expressões:

$$P = \frac{12}{D} \text{ e } M = 7{,}1 + 5(\log D)$$

Em que D é o valor numérico do diâmetro da objetiva do telescópio, expresso em centímetro.

(Disponível em: www.telescopioastronomicos.com.br. Acesso em: 13 maio 2013 - adaptado)

Ao realizar a observação de um planeta distante e de baixa luminosidade, não se obteve uma imagem nítida. Para melhorar a qualidade dessa observação, os valores de D, F_1, e F_2 devem ser, respectivamente,

A) aumentado, aumentado e diminuído.
B) aumentado, diminuído e aumentado.
C) aumentado, diminuído e diminuído.
D) diminuído, aumentado e aumentado.
E) diminuído, aumentado e diminuído.

Resolução

Resposta: A

Aumentar D reduz o menor ângulo resolvível, pois $P = 12/D$, e permite captar objetos mais fracos pelo aumento de M. Para aumentar a ampliação angular F_1/F_2, deve-se aumentar a distância focal da objetiva e diminuir a da ocular. Portanto: D maior, F_1 maior e F_2 menor.

Resolução complementar.

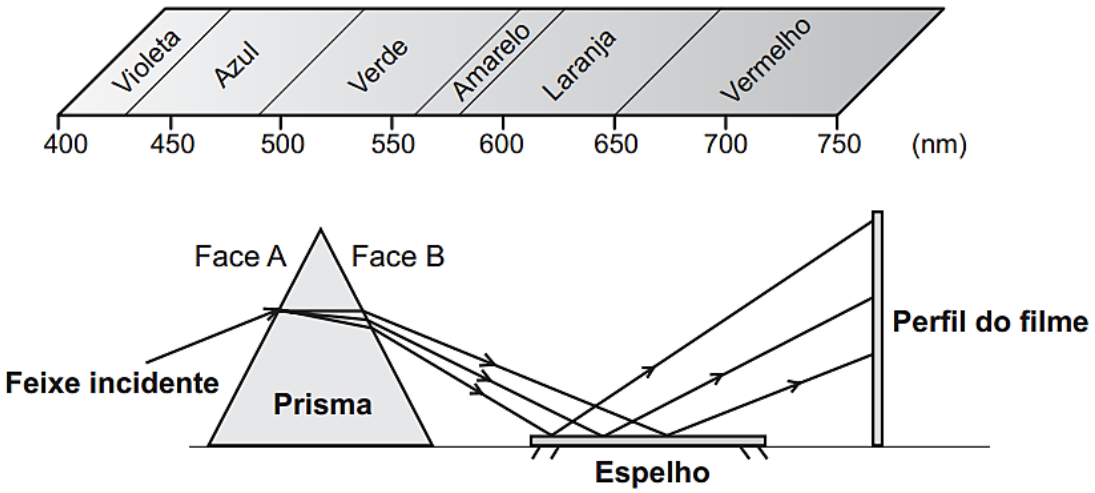
Item 029

2018 | F3-312

Regular; fonte: referência 3, página 102.

Questão 312 (2018.1)

A figura representa um prisma óptico, constituído de um material transparente, cujo índice de refração é crescente com a frequência da luz que sobre ele incide. Um feixe luminoso, composto por luzes vermelha, azul e verde, incide na face A, emerge na face B e, após ser refletido por um espelho. Incide num filme para fotografia colorida, revelando três pontos.



Observando os pontos luminosos revelados no filme, de baixo para cima, constatam-se as seguintes cores:

A) Vermelha, verde, azul.
B) Verde, vermelha, azul.
C) Azul, verde, vermelha.
D) Verde, azul, vermelha.
E) Azul, vermelha, verde.

Resolução **Resposta: A**

O índice de refração cresce com a frequência. Assim, a luz azul é mais desviada pelo prisma, a verde sofre desvio intermediário e a vermelha é menos desviada. Acompanhando depois a reflexão no espelho da figura, a ordem dos pontos no filme, de baixo para cima, é vermelha, verde e azul.

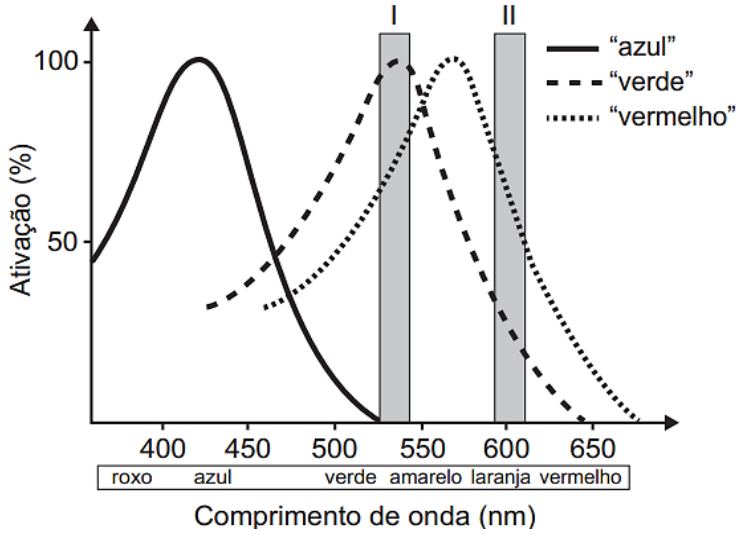
Resolução complementar.

Item 030

Regular; fonte: referência 3, página 102.

Questão 313 (2018.1)

Muitos primatas, incluindo nós humanos, possuem visão tricromática: têm três pigmentos visuais na retina sensíveis à luz de uma determinada faixa de comprimentos de onda. Informalmente, embora os pigmentos em si não possuam cor, estes são conhecidos como pigmentos “azul”, “verde” e “vermelho” e estão associados ã cor que causa grande excitação (ativação). A sensação que temos ao observar um objeto colorido decorre da ativação relativa dos três pigmentos. Ou seja, se estimulássemos a retina com uma luz na faixa de 530 nm (retângulo I no gráfico), não excitaríamos o pigmento “azul”, o pigmento “verde” seria ativado ao máximo e o “vermelho” seria ativado em aproximadamente 75%, e Isso nos daria a sensação de ver uma cor amarelada. Já uma luz na faixa de comprimento de onda de 600 nm (retângulo II) estimularia o pigmento “verde” um pouco e o “vermelho” em cerca de 75%, e Isso nos daria a sensação de ver laranja-avermelhado. No entanto, há características genéticas presentes em alguns indivíduos, conhecidas coletivamente como Daltonismo, em que um ou mais pigmentos não funcionam perfeitamente.



Caso estimulássemos a retina de um indivíduo com essa característica, que não possuísse o pigmento conhecido como “verde”, com as luzes de 530 nm e 600 nm na mesma intensidade luminosa, esse indivíduo seria incapaz de:

A) Identificar o comprimento de onda do amarelo, uma vez que não possui o pigmento “verde”.
B) ver o estímulo de comprimento de onda laranja, pois não haveria estimulação de um pigmento visual.
C) detectar ambos os comprimentos de onda, uma vez que a estimulação dos pigmentos estaria prejudicada.
D) visualizar o estímulo do comprimento de onda roxo, já que este se encontra na outra ponta do espectro.
E) distinguir os dois comprimentos de onda, pois ambos estimulam o pigmento “vermelho” na mesma intensidade.

Item 030 – resolução

2018 / F3-313

Resolução

Resposta: E

Sem o pigmento verde, os dois estímulos deixam apenas as respostas dos pigmentos restantes. Nessas faixas, o azul não é ativado de modo relevante e o vermelho responde com aproximadamente 75% nos dois casos. Portanto, as respostas tornam-se equivalentes e o indivíduo não distingue os dois comprimentos de onda apresentados.

Resolução complementar.

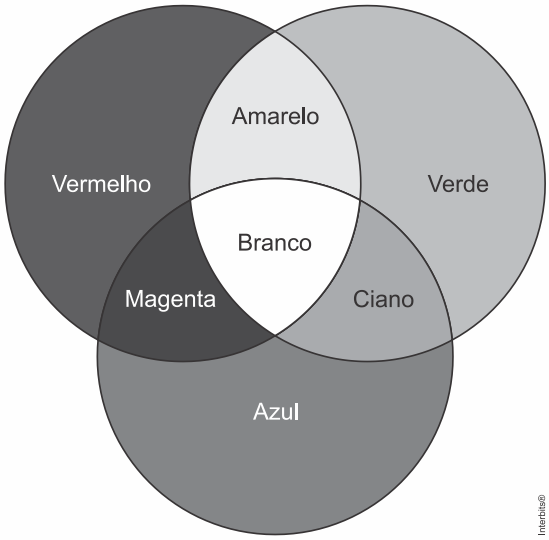
Item 031

2019 | F1-213

Regular; fonte: referência 1, página 132.

213. ENEM 2019 ★

Os olhos humanos normalmente têm três tipos de cones responsáveis pela percepção das cores: um tipo para tons vermelhos, um para tons azuis e outro para tons verdes. As diversas cores que enxergamos são o resultado da percepção das cores básicas, como indica a figura.



A protanopia é um tipo de daltonismo em que há diminuição ou ausência de receptores da cor vermelha. Considere um teste com dois voluntários: uma pessoa com visão normal e outra com caso severo de protanopia. Nesse teste, eles devem escrever a cor dos cartões que lhes são mostrados. São utilizadas as cores indicadas na figura.

Para qual cartão os dois voluntários identificarão a mesma cor?

a) Vermelho.
b) Magenta.
c) Amarelo.
d) Branco.
e) Azul.

GABARITO EM VÍDEO (CLIQUE)

Física @Potpourri

Resolução **Resposta: E**

A protanopia compromete a resposta ao vermelho. Cores que dependem dessa componente, como magenta, amarelo e branco, passam a produzir outra combinação de estímulos. A luz azul não depende do receptor vermelho para sua identificação e é reconhecida da mesma forma no teste idealizado.

Resolução complementar.

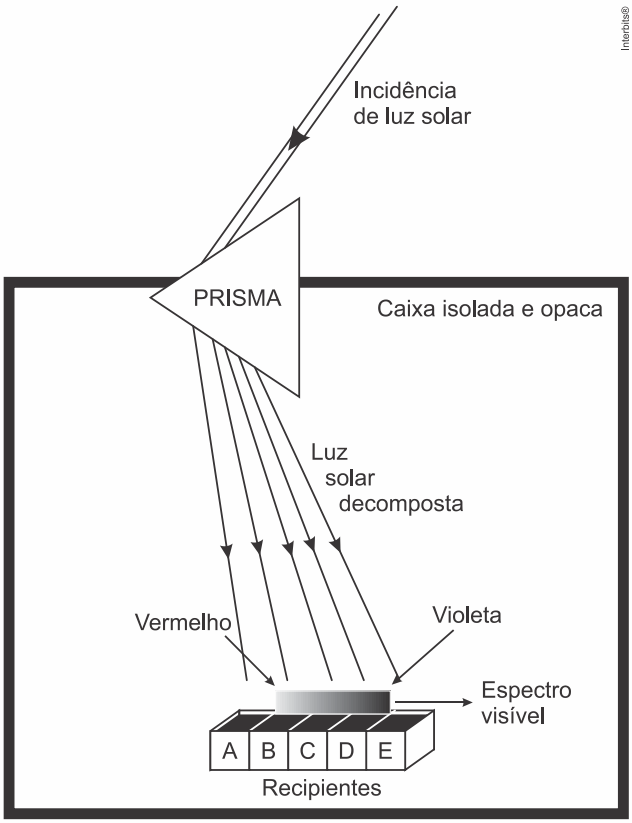
Regular; fonte: referência 1, página 138.

223. ENEM 2020 ★

Herschel, em 1880, começou a escrever sobre a condensação da luz solar no foco de uma lente e queria verificar de que maneira os raios coloridos contribuem para o aquecimento. Para isso, ele projetou sobre um anteparo o espectro solar obtido com um prisma, colocou termômetros nas diversas faixas de cores e verificou nos dados obtidos que um dos termômetros iluminados indicou um aumento de temperatura maior para uma determinada faixa de frequências.

SAYURI, M.; GASPAR, M. B. *Infravermelho na sala de aula*. Disponível em: www.cienciamao.usp.br. Acesso em: 15 ago. 2016 (adaptado).

Para verificar a hipótese de Herschel, um estudante montou o dispositivo apresentado na figura. Nesse aparato, cinco recipientes contendo água, à mesma temperatura inicial, e separados por um material isolante térmico e refletor são posicionados lado a lado (A, B, C, D e E) no interior de uma caixa de material isolante térmico e opaco. A luz solar, ao entrar na caixa, atravessa o prisma e incide sobre os recipientes. O estudante aguarda até que ocorra o aumento da temperatura e a afere em cada recipiente.



Em qual dos recipientes a água terá maior temperatura ao final do experimento?

a) A
b) B
c) C
d) D
e) E

seca - @Polpoa1

GABARITO EM VÍDEO (CLIQUE)

Resolução **Resposta: A**

A radiação infravermelha fica além da extremidade vermelha do espectro e também pode aquecer a água. No esquema, o recipiente A está nessa região, antes do vermelho e fora da faixa visível demarcada. Ele é o indicado para o maior aquecimento no experimento descrito.

Resolução complementar.

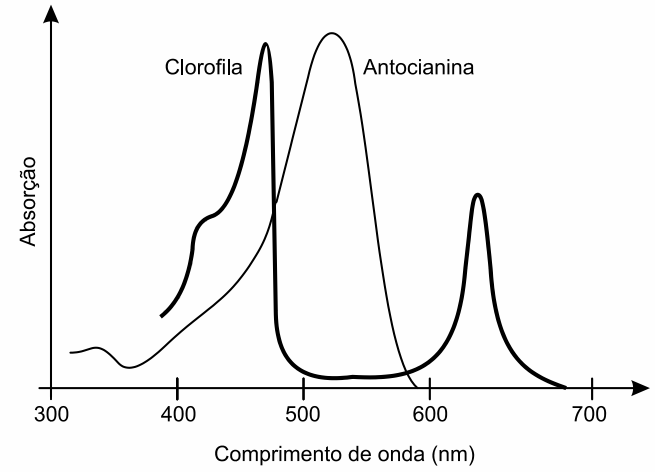
Regular; fonte: referência 1, página 133.

215. ENEM 2022 ★★

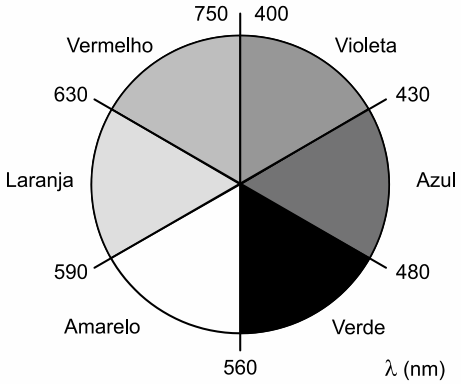
No outono, as folhas das árvores mudam de cor, de verde para tons de amarelo, castanho, laranja e vermelho. A cor verde das folhas deve-se ao pigmento clorofila. Nas plantas de folhas caducas, a produção de clorofila diminui e o tom verde desvanece, permitindo assim que outros pigmentos, como o caroteno, de coloração amarelo-alaranjado, e a antocianina, de tons avermelhados, passem a dominar a tonalidade das folhas. A coloração observada se dá em função da interação desses pigmentos com a radiação solar.

Conforme apresentado no espectro de absorção, as moléculas de clorofila absorvem a radiação solar nas regiões do azul e do vermelho, assim a luz refletida pelas folhas tem falta desses dois tons e as vemos na cor verde. Já as antocianinas absorvem a luz desde o azul até o verde. Nesse caso, a luz refletida pelas folhas que contêm antocianinas aparece conforme as cores complementares, ou seja, vermelho-alaranjado.

Espectro de absorção na região do visível



Cores complementares



Disponível em: https://vidauniversoydemas.wordpress.com. Acesso em: 6 dez, 2017 (adaptado).

Em qual faixa do espectro visível os carotenos absorvem majoritariamente?

a) Entre o violeta e o azul
b) Entre o azul e o verde
c) Entre o verde e o amarelo
d) Entre o amarelo e o laranja
e) Entre o laranja e o vermelho

GABARITO EM VÍDEO (CLIQUE)

Resolução

Resposta: A

O caroteno dá às folhas uma aparência amarelo-alaranjada porque essas faixas são relativamente refletidas, enquanto as cores complementares são absorvidas. Sua absorção predominante situa-se na região violeta e azul, de menor comprimento de onda no espectro visível.

Resolução complementar.

Item 034

2022 | F1-225

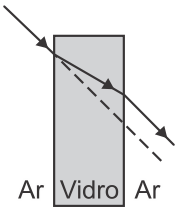
Regular; fonte: referência 1, página 139.

225. ENEM 2022 ★★

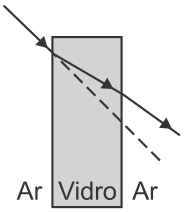
O feixe de um laser incide obliquamente na lateral de uma janela de vidro, cujo índice de refração é maior do que o do ar, e a atravessa. Uma representação esquemática dessa situação utiliza linhas pontilhadas para demonstrar a trajetória que o feixe teria, caso não sofresse refração, e linhas contínuas com setas para mostrar a trajetória realmente seguida pelo feixe.

Qual representação esquemática apresenta a trajetória seguida pelo feixe de laser quando atravessa a janela de vidro?

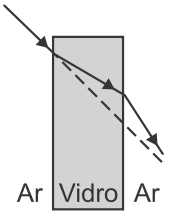
a)



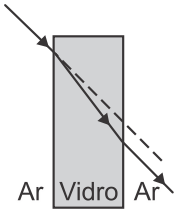
b)



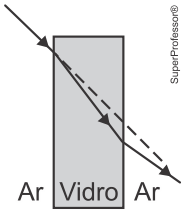
c)



d)



e)



SuperProfessor®

GABARITO EM VÍDEO (CLIQUE)

Prof Luiz Fonseca - @Polpoa1

Espelhos

Resolução **Resposta: A**

Ao entrar do ar no vidro, a luz se aproxima da normal à superfície; ao sair, afasta-se da normal. Como as duas faces são paralelas e o meio externo é o mesmo, o raio emergente é paralelo ao incidente, mas apresenta deslocamento lateral. O esquema A respeita as duas refrações.

Resolução complementar.

Item 035

2023 | F1-209

PPL; fonte: referência 1, página 130.

209. ENEM PPL 2023 ★

O ser humano é incapaz de enxergar a radiação infravermelha e as ondas de rádio (baixas frequências),

assim como a ultravioleta e os raios X (altas frequências). A observação dessas faixas do espectro pode ser realizada por meios indiretos, por exemplo, usando um cintilador, que é uma placa utilizada como sensor para detectar um feixe de raios X, pois emite luz quando o feixe incide sobre ela.

Para que uma pessoa enxergue a incidência de raios X no cintilador, é necessário que essa placa

a) reflita o feixe de raios X, alterando sua polarização.
b) transmita o feixe de raios X, alterando sua polarização.
c) absorva o feixe de raios X, reemitindo parte de sua energia na região do visível.
d) absorva o feixe de raios X, reemitindo parte de sua energia na região do ultravioleta.
e) absorva o feixe de raios X, reemitindo parte de sua energia na região do infravermelho.

GABARITO EM VÍDEO (CLIQUE)

Resolução **Resposta: C**

Os raios X não são visíveis ao olho humano. O cintilador absorve parte de sua energia e a converte em emissão na faixa visível. Assim, pode-se enxergar indiretamente a incidência dos raios X. Apenas mudar a polarização não os tornaria visíveis.

Resolução complementar.

Item 036

2023 | F1-211

PPL; fonte: referência 1, página 131.

211. ENEM PPL 2023 ★★

O lançamento de 60 satélites altamente refletores pela empresa SpaceX está preocupando os cientistas: a "superpopulação" de satélites ameaça a nossa observação das estrelas. A SpaceX espera que um dia seja possível ter 12 mil satélites na órbita da Terra, permitindo o acesso à internet de alta velocidade, com a qual toda a humanidade só pode sonhar. A SpaceX é só uma das companhias no setor da internet via satélite. "Se muitos dos satélites dessas novas megaconstelações tiverem esse tipo de brilho constante, então em 20 anos ou menos, o olho humano passará a ver, durante boa parte da noite em qualquer lugar do mundo, mais satélites do que estrelas".

Astrônomos alertam: satélites da SpaceX podem mudar céu noturno.

Disponível em: https://br.sputniknews.com. Acesso em: 21 nov. 2019 (adaptado).

A preocupação dos astrônomos baseia-se no fato de esses satélites

a) refletirem a luz do Sol durante o período noturno, ofuscando a luz das demais estrelas.
b) emitirem para a Terra muita radiação luminosa que se sobrepõe à das estrelas.
c) refratarem a luz das estrelas, desviando os raios dos telescópios posicionados na superfície da Terra.
d) refletirem a luz do Sol durante o período diurno, ofuscando a luz das demais estrelas.
e) emitirem de volta para o espaço a luz das estrelas que seria captada pelos telescópios posicionados na superfície da Terra.

Prof Lui @Polpoa1

GABARITO EM VÍDEO (CLIQUE)

Resolução **Resposta: A**

Um satélite pode permanecer iluminado pelo Sol mesmo quando o observador no solo está na região noturna. Sua superfície reflete parte dessa luz para a Terra, criando pontos e rastros brilhantes que prejudicam a observação astronômica. O satélite não precisa emitir luz própria.

Resolução complementar.

Item 037

2023 | F1-212

PPL; fonte: referência 1, página 131.

212. ENEM PPL 2023 ★★

Em uma sala escura há um ponto luminoso, a mais de 3 metros de distância de uma parede, e um disco pendurado, paralelo à parede, entre ela e o ponto luminoso. O disco encontra-se a 1 metro de distância do ponto luminoso, projetando uma sombra S_1, em formato de círculo, na parede. Esse disco é afastado mais 2 m do ponto luminoso, em direção à sombra e sem encostar na parede, projetando outra sombra S_2, também no formato de um círculo.

Sejam A_1 a área de S_1 e A_2 a área de S_2. O valor de A_1/A_2

a) 1
b) 2
c) 3
d) 4
e) 9

GABARITO EM VÍDEO (CLIQUE)

Cores e Filtros

Resolução **Resposta: E**

Por semelhança de triângulos, o raio da sombra é proporcional à distância da fonte à parede e inversamente proporcional à distância da fonte ao disco. Essa última distância muda de 1 para 3 m, reduzindo o raio da sombra por um fator 3. Como a área é proporcional ao quadrado do raio, $A_1/A_2 = 3^2 = 9$.

Resolução complementar.

Item 038

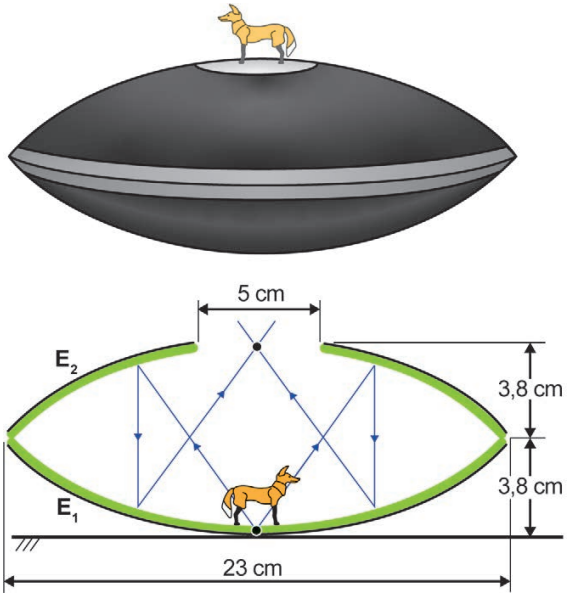
2024 | O2024-100

Regular; fonte: INEP, caderno azul, página 4; questão original 100.

QUESTÃO 100

Mirascópio 3D: produtor de ilusão instantânea

O equipamento ilustrado na figura, de dimensões apresentadas no esquema, é composto por dois espelhos côncavos $\mathbf{E_1}$ e $\mathbf{E_2}$, apoiados um sobre o outro por suas bordas, de tal forma que o vértice de $\mathbf{E_1}$ coincide com o foco de $\mathbf{E_2}$ e vice-versa. Na abertura circular de $\mathbf{E_2}$, é formada uma imagem tridimensional de um objeto posicionado sobre o vértice de $\mathbf{E_1}$. Essa imagem é formada a partir dos raios procedentes do objeto, refletidos por $\mathbf{E_2}$ e $\mathbf{E_1}$, respectivamente, conforme o esquema. Os observadores julgam visualizar o objeto quando estão, de fato, visualizando sua imagem. O efeito só é possível porque as superfícies de ambos os espelhos são de extrema qualidade.



SALZMANN, W. Disponível em: https://wissenstexte.de. Acesso em: 27 jun. 2024 (adaptado).

A natureza da imagem formada e a distância vertical entre cada ponto objeto e seu correspondente ponto imagem são

A) real e 5 cm.
B) real e 3,8 cm.
C) real e 7,6 cm.
D) virtual e 7,6 cm.
E) virtual e 3,8 cm.

Resolução

Resposta: C

O objeto está no foco de E_2, que reflete seus raios em feixes paralelos. Após a reflexão em E_1, esses raios convergem efetivamente na abertura superior, formando uma imagem real. A separação vertical indicada é $3,8 + 3,8 = 7,6\,\text{cm}$.

Resolução complementar.

Item 039

2025 | O2025-101

Regular; fonte: INEP, caderno azul, página 4; questão original 101.

QUESTÃO 101

Por que os olhos ficam vermelhos em algumas fotografias?

Em fotos tiradas com câmeras fotográficas antigas, por vezes as pessoas aparecem com os olhos vermelhos. Isso ocorre porque a luz do flash da câmera incide diretamente no globo ocular, sendo refletida por uma região repleta de vasos sanguíneos.

Disponível em: www.uol.com.br. Acesso em: 14 jun. 2017 (adaptado).

Esse efeito é mais comum à noite ou em lugares pouco iluminados porque, com a pupila

A dilatada, chega mais luz à retina.
B retraída, chega mais luz vermelha à retina.
C retraída, chega mais luz vermelha aos bastonetes.
D retraída, chegam menos luzes azul e verde aos cones.
E dilatada, chegam menos luzes azul e verde aos bastonetes.

Resolução **Resposta: A**

Em pouca luz, a pupila se dilata para admitir mais luz. Com essa abertura maior, uma fração maior da luz do flash alcança a região vascularizada no fundo do olho e pode retornar à câmera, tornando o efeito vermelho mais evidente.

Resolução complementar.

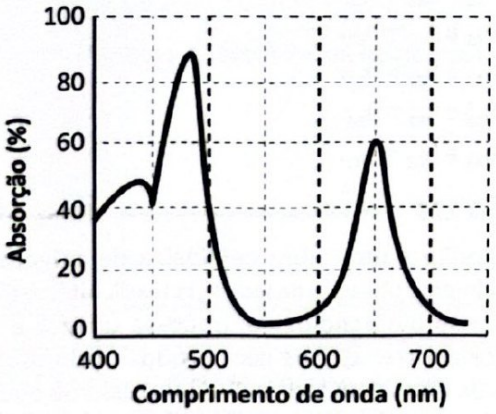
Item 040

2026 | O2026-121

Regular; fonte: INEP, caderno amarelo, página 12; questão original 121.

QUESTÃO 121

Um estudante acende uma lâmpada de 6 W de luz vermelha (comprimento de onda igual a 650 nm) em um quarto escuro. A 1,0 m de distância dessa lâmpada, encontra-se uma planta cujas folhas têm área de 4,0 cm^2. Em uma rápida pesquisa na internet, o estudante verifica que plantas dessa mesma espécie possuem espectro de absorção conforme ilustrado no gráfico, que apresenta a porcentagem de luz incidente absorvida em função do comprimento de onda.



Considere a lâmpada como uma fonte puntiforme cuja intensidade luminosa é dada pela razão entre a sua potência e a área da superfície esférica formada a uma distância r da fonte.

Utilize 3 como valor aproximado para π.

Com base nessas informações e no gráfico, qual é o valor mais próximo da energia, em joule, que cada folha absorverá a cada segundo?

A $3{,}8 \times 10^{-4}$ J
B $4{,}8 \times 10^{-4}$ J
C $2{,}0 \times 10^{-4}$ J
D $1{,}8 \times 10^{-4}$ J
E $1{,}2 \times 10^{-4}$ J

Resolução **Resposta: E**

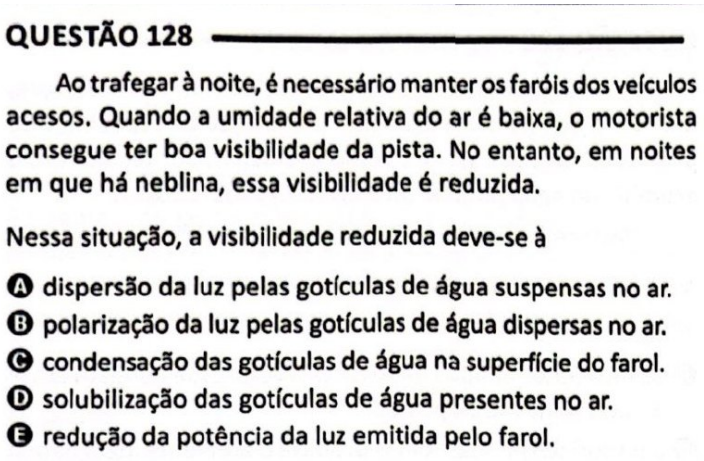
A intensidade a 1 m é $I = \dfrac{P}{4\pi r^2} = \dfrac{6}{4 \cdot 3 \cdot 1^2} = 0{,}5$ W/m^2. A folha tem $4{,}0\,\text{cm}^2 = 4 \cdot 10^{-4}$ m^2 e recebe $0{,}5 \cdot 4 \cdot 10^{-4} = 2 \cdot 10^{-4}$ W. Em 650 nm, o gráfico indica absorção de cerca de 60%: $0{,}6 \cdot 2 \cdot 10^{-4} = 1{,}2 \cdot 10^{-4}$ J a cada segundo.

Resolução complementar.

Item 041

2026 | O2026-128

Regular; fonte: INEP, caderno amarelo, página 14; questão original 128.



QUESTÃO 128

Ao trafegar à noite, é necessário manter os faróis dos veículos acesos. Quando a umidade relativa do ar é baixa, o motorista consegue ter boa visibilidade da pista. No entanto, em noites em que há neblina, essa visibilidade é reduzida.

Nessa situação, a visibilidade reduzida deve-se à

A dispersão da luz pelas gotículas de água suspensas no ar.
B polarização da luz pelas gotículas de água dispersas no ar.
C condensação das gotículas de água na superfície do farol.
D solubilização das gotículas de água presentes no ar.
E redução da potência da luz emitida pelo farol.

Resolução **Resposta: A**

Na neblina, gotículas de água suspensas no ar desviam a luz dos faróis em muitas direções (dispersão ou espalhamento). Parte da luz volta para o motorista e pouca chega à pista e retorna organizada a seus olhos, reduzindo a visibilidade.

Resolução complementar.

Ondulatória e acústica

Tema 12 | 89 itens com resoluções.

Item 001

2009 | F3-034

PPL; fonte: referência 3, página 16.

Questão 34 (2009.3)

Na era do telefone celular, ainda é possível se comunicar com um sistema bem mais arcaico e talvez mais divertido: o “telefone com copos de plástico e barbante”.



A onda sonora produzida pelo menino faz vibrar o fundo de um copo plástico, em um movimento de vai e vem imperceptível, mas que cria uma perturbação ao longo do barbante esticado. O barbante, por sua vez, conduz o “som” até o outro copo. Essa perturbação faz vibrar o fundo do segundo copo plástico e a energia veiculada pelo barbante pode, assim, ser restituída sob a forma de uma onda sonora perceptível. Assim, se a menina colocar o ouvido próximo ao outro copo, ela poderá escutar a voz do menino de forma nítida.

Com relação ao assunto tratado no texto e na figura, conclui-se que:

A) a antena de um telefone celular exerce a mesma função do barbante que une os dois copos de plástico.
B) o telefone celular utiliza o mesmo princípio do “telefone de copos plásticos e barbante” para transmitir o som.
C) as ondas do telefone “com copos de plástico e barbante” são ondas eletromagnéticas, portanto, elas não precisam de um meio material para se propagar.
D) o segredo para o telefone “com copos de plástico e barbante” funcionar está no barbante que une os dois fundos dos copos e conduz ondas mecânicas de um copo para o outro.
E) a voz é um sinal complexo constituído de ondas sonoras de mesma frequência.

Por esse motivo, o receptor pode ouvir o emissor através da onda se propagando no fio do telefone “com copos de plástico e barbante”.

Resolução **Resposta: D**

As vibrações do primeiro copo produzem uma perturbação mecânica no barbante esticado. Ela se propaga até o segundo copo, que volta a colocar o ar em vibração. O barbante é o meio material de transmissão; não se trata da propagação de ondas eletromagnéticas de um telefone celular.

Resolução complementar.

Item 002

2009 | F3-042

PPL; fonte: referência 3, página 19.

Questão 42 (2009.3)

A medida da velocidade de um veículo, utilizando radar, baseia-se no fato de que as ondas emitidas pelo radar e detectadas após serem refletidas pelo veículo em movimento têm frequências diferentes. Esse fenômeno é denominado Efeito Doppler.

A onda refletida pelo veículo citada no texto é uma:

A) onda mecânica e se propaga com a velocidade do som.
B) onda eletromagnética e se propaga com a velocidade da luz.
C) onda mecânica e tem o mesmo comprimento de onda da onda incidente.
D) onda eletromagnética que tem o mesmo comprimento de onda da onda incidente.
E) onda eletromagnética que, devido à sua alta frequência, se propaga com velocidade maior que a velocidade da luz.

Resolução **Resposta: B**

O radar emite ondas de rádio, que são ondas eletromagnéticas e se propagam aproximadamente com a velocidade da luz no ar. A reflexão em um alvo em movimento altera a frequência medida, pelo efeito Doppler. Ela não transforma a onda em uma perturbação mecânica.

Resolução complementar.

Item 003

2009 | F5-068

Prova cancelada; fonte: referência 5, página 38.

68. (Enem cancelado 2009) A ultrassonografia, também chamada de ecografia, é uma técnica de geração de imagens muito utilizada em medicina. Ela se baseia na reflexão que ocorre quando um pulso de ultrassom, emitido pelo aparelho colocado em contato com a pele, atravessa a superfície que separa um órgão do outro, produzindo ecos que podem ser captados de volta pelo aparelho. Para a observação de detalhes no interior do corpo, os pulsos sonoros emitidos têm frequências altíssimas, de até 30 MHz, ou seja, 30 milhões de oscilações a cada segundo.

A determinação de distâncias entre órgãos do corpo humano feita com esse aparelho fundamenta-se em duas variáveis imprescindíveis:
a) a intensidade do som produzido pelo aparelho e a frequência desses sons.
b) a quantidade de luz usada para gerar as imagens no aparelho e a velocidade do som nos tecidos.
c) a quantidade de pulsos emitidos pelo aparelho a cada segundo e a frequência dos sons emitidos pelo aparelho.
d) a velocidade do som no interior dos tecidos e o tempo entre os ecos produzidos pelas superfícies dos órgãos.
e) o tempo entre os ecos produzidos pelos órgãos e a quantidade de pulsos emitidos a cada segundo pelo aparelho.

Resolução **Resposta: D**

Resposta da questão 68:
[D]

Como se trata de eco, a onda sonora percorre duas vezes a distância (D) a ser determinada no intervalo de tempo (Δt) entre a emissão e a recepção. Sendo v a velocidade de propagação do som no tecido, vem:

$$2D = v\,\Delta t \Rightarrow D = \frac{v\,\Delta t}{2}.$$

Portanto, as variáveis envolvidas na determinação de distâncias com a técnica da ultrassonografia são a velocidade de propagação e o tempo.

Resolução reproduzida da referência 5.

Item 004

Prova cancelada; fonte: referência 5, página 43.

80. (Enem cancelado 2009) Os radares comuns transmitem micro-ondas que refletem na água, gelo e outras partículas na atmosfera. Podem, assim, indicar apenas o tamanho e a distância das partículas, tais como gotas de chuva. O radar Doppler, além disso, é capaz de registrar a velocidade e a direção na qual as partículas se movimentam, fornecendo um quadro do fluxo de ventos em diferentes elevações.
Nos Estados Unidos, a Nexrad, uma rede de 158 radares Doppler, montada na década de 1990 pela Diretoria Nacional Oceânica e Atmosférica (NOAA), permite que o Serviço Meteorológico Nacional (NWS) emita alertas sobre situações do tempo potencialmente perigosas com um grau de certeza muito maior.
O pulso da onda do radar ao atingir uma gota de chuva, devolve uma pequena parte de sua energia numa onda de retorno, que chega ao disco do radar antes que ele emita a onda seguinte. Os radares da Nexrad transmitem entre 860 a 1300 pulsos por segundo, na frequência de 3000 MHz.

FISCHETTI, M., Radar Meteorológico: Sinta o Vento.
Scientific American Brasil. nº- 08, São Paulo, jan. 2003.

No radar Doppler, a diferença entre as frequências emitidas e recebidas pelo radar é dada por $\Delta f = (2u_r/c)f_0$ onde u_r é a velocidade relativa entre a fonte e o receptor, $c = 3{,}0 \cdot 10^8$ m/s é a velocidade da onda eletromagnética, e f_0 é a frequência emitida pela fonte. Qual é a velocidade, em km/h, de uma chuva, para a qual se registra no radar Doppler uma diferença de frequência de 300 Hz?
a) 1,5 km/h.
b) 5,4 km/h.
c) 15 km/h.
d) 54 km/h.
e) 108 km/h.

Resolução **Resposta: D**

Resposta da questão 80:
[D]

Dados: $c = 3 \times 10^8$ m/s; $f_0 = 3.000$ MHz $= 3 \times 10^9$ Hz; $f = 300$ Hz.
Da expressão dada:

$$f = \frac{2\,u_r}{c} f_0 \Rightarrow u_r = \frac{f\,c}{2\,f_0} \Rightarrow u_r = \frac{3\times10^2 \times 3\times10^8}{2\times3\times10^9} \Rightarrow v = 15 \text{ m/s} \Rightarrow v = 54 \text{ km/h}.$$

Resolução reproduzida da referência 5.

Item 005

2009 | F5-081

Regular; fonte: referência 5, página 43.

81. (Enem 2009) O progresso da tecnologia introduziu diversos artefatos geradores de campos eletromagnéticos. Uma das mais empregadas invenções nessa área são os telefones celulares e *smartphones*. As tecnologias de transmissão de celular atualmente em uso no Brasil contemplam dois sistemas. O primeiro deles é operado entre as frequências de 800 MHz e 900 MHz e constitui os chamados sistemas TDMA/CDMA. Já a tecnologia GSM, ocupa a frequência de 1.800 MHz.

Considerando que a intensidade de transmissão e o nível de recepção "celular" sejam os mesmos para as tecnologias de transmissão TDMA/CDMA ou GSM, se um engenheiro tiver de escolher entre as duas tecnologias para obter a mesma cobertura, levando em consideração apenas o número de antenas em uma região, ele deverá escolher:

a) a tecnologia GSM, pois é a que opera com ondas de maior comprimento de onda.
b) a tecnologia TDMA/CDMA, pois é a que apresenta Efeito Doppler mais pronunciado.
c) a tecnologia GSM, pois é a que utiliza ondas que se propagam com maior velocidade.
d) qualquer uma das duas, pois as diferenças nas frequências são compensadas pelas diferenças nos comprimentos de onda.
e) qualquer uma das duas, pois nesse caso as intensidades decaem igualmente da mesma forma, independentemente da frequência.

Óptica

Resolução **Resposta: E**

Resposta da questão 81:
[E]

Esse tipo de questão envolve conceitos que estão fora do programa do Ensino Médio, como por exemplo, Efeito Doppler em ondas eletromagnéticas. A intenção do examinador é apenas intimidar o candidato, pois a opção correta está sempre óbvia, ou se chega a ela por exclusão.

Em todo caso, comentemos:

a) Errada. GSM apresenta maior frequência, portanto menor comprimento de onda.

b) Errada. Para ondas eletromagnéticas o Efeito Doppler só é significativo quando a velocidade relativa entre emissor e receptor tem valor não desprezível, quando comparado à velocidade da luz.

c) Errada. A velocidade de propagação é a mesma, pois ambas as tecnologias operam com ondas eletromagnéticas.

d) Errada. A intensidade recebida pela antena depende só da potência da fonte e da distância da antena à fonte.

e) Correta.

Resolução reproduzida da referência 5.

Item 006

2010 | F5-076

Segunda aplicação; fonte: referência 5, página 41.

76. (Enem 2ª aplicação 2010) Ao contrário dos rádios comuns (AM ou FM), em que uma única antena transmissora é capaz de alcançar toda a cidade, os celulares necessitam de várias antenas para cobrir um vasto território. No caso dos rádios FM, a frequência de transmissão está na faixa dos MHz (ondas de rádio), enquanto, para os celulares, a frequência está na casa dos GHz (micro-ondas). Quando comparado aos rádios comuns, o alcance de um celular é muito menor.

Considerando-se as informações do texto, o fator que possibilita essa diferença entre propagação das ondas de rádio e as de micro-ondas é que as ondas de rádio são

a) facilmente absorvidas na camada da atmosfera superior conhecida como ionosfera.
b) capazes de contornar uma diversidade de obstáculos como árvores, edifícios e pequenas elevações.
c) mais refratadas pela atmosfera terrestre, que apresenta maior índice de refração para as ondas de rádio.
d) menos atenuadas por interferência, pois o número de aparelhos que utilizam ondas de rádio é menor.
e) constituídas por pequenos comprimentos de onda que lhes conferem um alto poder de penetração em materiais de baixa densidade.

Resolução **Resposta: B**

Resposta da questão 76:
[B]

De acordo com a equação fundamental da ondulatória:

$v = \lambda f \Rightarrow \lambda = \frac{v}{f}$, sendo: $v = 3 \times 10^8$ m/s.

Avaliando os comprimentos de onda para as duas frequências:

– Micro-ondas: $f_{Micro} \approx 10^9$ Hz $\Rightarrow$ $\lambda_{Micrfo} \approx \frac{3 \times 10^8}{10^9} \Rightarrow \lambda_{Micro} = 0{,}3$ m = 30 cm.

– Rádio: $f_{Rádio} \approx 10^6$ Hz $\Rightarrow$ $f_{Rádio} \approx \frac{3 \times 10^8}{10^6} \Rightarrow \lambda_{rádio} \approx 300$ m.

Uma onda é capaz de contornar obstáculos ou atravessar fendas. A esse fenômeno dá-se o nome de difração. Sabe-se que a difração é mais acentuada quando o obstáculo ou a fenda tem a mesma ordem de grandeza do comprimento de onda. No caso, os obstáculos são edifícios, árvores, ou pequenos montes, cujas dimensões estão mais próximas do comprimento de onda das ondas de rádio, que, por isso, têm a difração favorecida.

Resolução reproduzida da referência 5.

Item 007

2010 | F5-077

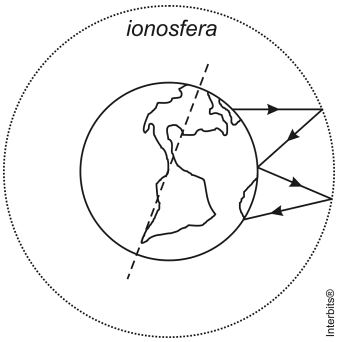
Regular; fonte: referência 5, página 42.

77. (Enem 2010) As ondas eletromagnéticas, como a luz visível e as ondas de rádio, viajam em linha reta em um meio homogêneo.
Então, as ondas de rádio emitidas na região litorânea do Brasil não alcançariam a região amazônica do Brasil por causa da curvatura da Terra. Entretanto sabemos que é possível transmitir ondas de rádio entre essas localidades devido à ionosfera.
Com ajuda da ionosfera, a transmissão de ondas planas entre o litoral do Brasil e a região amazônica é possível por meio da
a) reflexão.
b) refração.
c) difração.
d) polarização.
e) interferência.

Resolução **Resposta: A**

Resposta da questão 77:
[A]

As ondas de rádio refletem-se na ionosfera, podendo assim contornar a curvatura da Terra, como indicado na figura abaixo.



Resolução reproduzida da referência 5.

Item 008

2010 | F5-079

Segunda aplicação; fonte: referência 5, página 42.

79. (Enem 2ª aplicação 2010) Um garoto que passeia de carro com seu pai pela cidade, ao ouvir o rádio, percebe que a sua estação de rádio preferida, a 94,9 FM, que opera na banda de frequência de megahertz, tem seu sinal de transmissão superposto pela transmissão de uma rádio pirata de mesma frequência que interfere no sinal da emissora do centro em algumas regiões da cidade.

Considerando a situação apresentada, a rádio pirata interfere no sinal da rádio pirata interfere no sinal da rádio do centro devido à
a) atenuação promovida pelo ar nas radiações emitidas.
b) maior amplitude da radiação emitida pela estação do centro.
c) diferença de intensidade entre as fontes emissoras de ondas.
d) menor potência de transmissão das ondas da emissora pirata.
e) semelhança dos comprimentos de onda das radiações emitidas.

Resolução **Resposta: E**

Resposta da questão 79:
[E]

Da equação fundamental da ondulatória:

Para a rádio do centro: $v = \lambda_c f_c$
Para a rádio pirata: $v = \lambda_p f_p$

Como a velocidade de propagação da onda é a mesma, pois se trata do mesmo meio (ar), se as frequências são iguais, os comprimentos onde também o são.

Resolução reproduzida da referência 5.

Item 009

2011 | F3-095

PPL; fonte: referência 3, página 36.

Questão 95 (2011.2)

Na câmara de cozimento de um forno de micro-ondas, a flutuação do campo elétrico é adequada para o aquecimento da água. Esse tipo de forno utiliza micro-ondas com frequência de 2,45 GHz para alterar a orientação das moléculas de água bilhões de vezes a cada segundo. Essa foi a frequência escolhida, porque ela não é usada em comunicações e também porque dá às moléculas de água o tempo necessário para completar uma rotação. Dessa forma, um forno de micro-ondas funciona através do processo de ressonância, transferindo energia para os alimentos.

Sabendo que a velocidade de propagação das ondas eletromagnéticas no meio é de cerca de 3×10^8 m/s, qual é, aproximadamente, o comprimento de onda da micro-onda presente no forno, em cm?

A) 817
B) 0,12
C) 12,2
D) 1,22
E) 8,17

Resolução **Resposta: C**

Para uma onda, $v = \lambda f$. Com $v = 3 \cdot 10^8$ m/s e $f = 2{,}45 \cdot 10^9$ Hz, $\lambda = 3 \cdot 10^8/(2{,}45 \cdot 10^9) \approx 0{,}122$ m. Isso equivale a aproximadamente 12,2 cm.

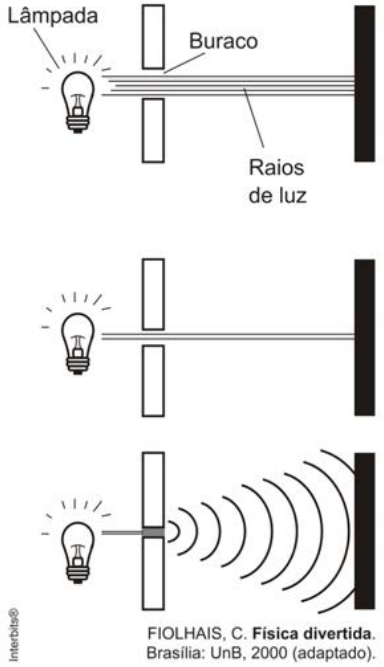
Resolução complementar.

Item 010

2011 | F5-075

Regular; fonte: referência 5, página 41.

75. (Enem 2011) Ao diminuir o tamanho de um orifício atravessado por um feixe de luz, passa menos luz por intervalo de tempo, e próximo da situação de completo fechamento do orifício, verifica-se que a luz apresenta um comportamento como o ilustrado nas figuras. Sabe-se que o som, dentro de suas particularidades, também pode se comportar dessa forma.



FIOLHAIS, C. **Física divertida**. Brasília: UnB, 2000 (adaptado).

Em qual das situações a seguir está representado o fenômeno descrito no texto?

a) Ao se esconder atrás de um muro, um menino ouve a conversa de seus colegas.
b) Ao gritar diante de um desfiladeiro, uma pessoa ouve a repetição do seu próprio grito.
c) Ao encostar o ouvido no chão, um homem percebe o som de uma locomotiva antes de ouvi-lo pelo ar.
d) Ao ouvir uma ambulância se aproximando, uma pessoa percebe o som mais agudo do que quando aquela se afasta.
e) Ao emitir uma nota musical muito aguda, uma cantora de ópera faz com que uma taça de cristal se despedace.

Resolução **Resposta: A**

Resposta da questão 75:
[A]

O fenômeno ilustrado na figura é a difração. Esse fenômeno ocorre quando uma onda contorna um obstáculo, como o som contornando um muro, permitindo que um menino ouça a conversa de seus colegas escondidos atrás do muro.

Resolução reproduzida da referência 5.

Item 011

PPL; fonte: referência 5, página 15.

26. (Enem PPL 2012) Os fornos domésticos de micro-ondas trabalham com uma frequência de ondas eletromagnéticas que atuam fazendo rotacionar as moléculas de água, gordura e açúcar e, consequentemente, fazendo com que os alimentos sejam aquecidos. Os telefones sem fio também usam ondas eletromagnéticas na transmissão do sinal. As especificações técnicas desses aparelhos são informadas nos quadros 1 e 2, retirados de seus manuais.

Quadro 1 – Especificações técnicas do telefone	
Frequência de operação	2 409,60 MHz a 2 420,70 MHz
Modulação	FM
Frequência	60 Hz
Potência máxima	1,35 W

Quadro 2 – Especificações técnicas do forno de micro-ondas	
Capacidade	31 litros
Frequência	60 Hz
Potência de saída	1 000 W
Frequência do micro-ondas	2 450 MHz

O motivo de a radiação do telefone não aquecer como a do micro-ondas é que
a) o ambiente no qual o telefone funciona é aberto.
b) a frequência de alimentação é 60 Hz para os dois aparelhos.
c) a potência do telefone sem fio é menor que a do forno.
d) o interior do forno reflete as micro-ondas e as concentra.
e) a modulação das ondas no forno é maior do que no telefone.

Resolução **Resposta: C**

Resposta da questão 26:
[C]

Analisando a tabela, verificamos que a potência do telefone celular é muito menor que a potência do micro-ondas, sendo insuficiente para provocar aquecimento significativo.

Resolução reproduzida da referência 5.

Item 012

2012 | F5-064

Regular; fonte: referência 5, página 37.

64. (Enem 2012) Nossa pele possui células que reagem à incidência de luz ultravioleta e produzem uma substância chamada melanina, responsável pela pigmentação da pele. Pensando em se bronzear, uma garota vestiu um biquíni, acendeu a luz de seu quarto e deitou-se exatamente abaixo da lâmpada incandescente. Após várias horas ela percebeu que não conseguiu resultado algum.
O bronzeamento não ocorreu porque a luz emitida pela lâmpada incandescente é de
a) baixa intensidade.
b) baixa frequência.
c) um espectro contínuo.
d) amplitude inadequada.
e) curto comprimento de onda.

Resolução **Resposta: B**

Resposta da questão 64:
[B]

As radiações emitidas pela lâmpada incandescente são de frequências inferiores às da ultravioleta.

Resolução reproduzida da referência 5.

Item 013

2012 | F5-065

PPL; fonte: referência 5, página 37.

65. (Enem PPL 2012) Para afinar um violão, um músico necessita de uma nota para referência, por exemplo, a nota Lá em um piano. Dessa forma, ele ajusta as cordas do violão até que ambos os instrumentos toquem a mesma nota. Mesmo ouvindo a mesma nota, é possível diferenciar o som emitido pelo piano e pelo violão.

Essa diferenciação é possível, porque
a) a ressonância do som emitido pelo piano é maior.
b) a potência do som emitido pelo piano é maior.
c) a intensidade do som emitido por cada instrumento é diferente.
d) o timbre do som produzido por cada instrumento é diferente.
e) a amplitude do som emitido por cada instrumento é diferente.

Resolução **Resposta: D**

Resposta da questão 65:
[D]

A qualidade fisiológica do som que faz diferenciar sons de mesma frequência e mesma intensidade é o timbre, também chamado de a “cor” do som.

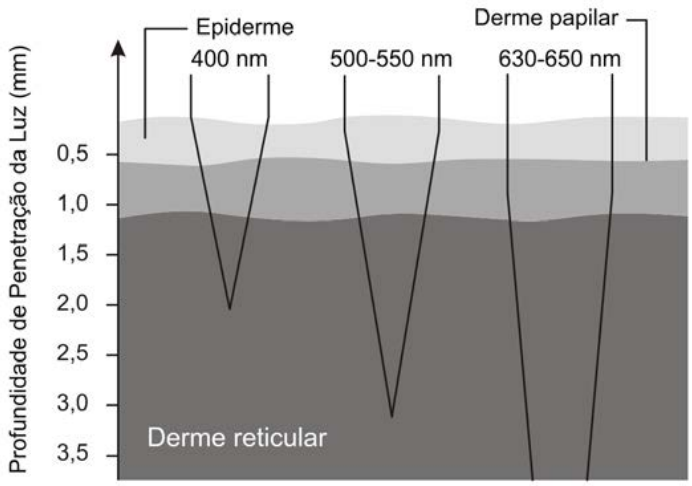
Resolução reproduzida da referência 5.

Item 014

2012 | F5-066

PPL; fonte: referência 5, página 37.

66. (Enem PPL 2012) A terapia fotodinâmica é um tratamento que utiliza luz para cura de câncer através da excitação de moléculas medicamentosas, que promovem a desestruturação das células tumorais. Para a eficácia do tratamento, é necessária a iluminação na região do tecido a ser tratado. Em geral, as moléculas medicamentosas absorvem as frequências mais altas. Por isso, as intervenções cutâneas são limitadas pela penetração da luz visível, conforme a figura:



LANE, N. Profundidade de penetração de feixes de luz de diferentes comprimentos de onda da luz incidente. *Scientific American Brasil*, fev. 2003 (adaptado).

A profundidade de até 2 mm em que o tratamento cutâneo é eficiente se justifica porque a luz de
a) curto comprimento de onda é mais refletida pela pele.
b) maior energia é mais absorvida pelo tecido orgânico.
c) menor energia é absorvida nas regiões mais profundas.
d) todos os comprimentos de onda terão alta intensidade.
e) cada comprimento de onda percebe um índice de refração diferente.

Resolução **Resposta: B**

Resposta da questão 66:
[B]

Na onda eletromagnética, a energia é diretamente proporcional à frequência ($E = h\,f \rightarrow$ Equação de Planck). Na figura, até a profundidade de 2 mm a maior absorção é para a luz de menor comprimento de onda, de maior frequência, portanto, de maior energia.

Resolução reproduzida da referência 5.

Item 015

2012 | F5-067

Regular; fonte: referência 5, página 38.

67. (Enem 2012) Em um dia de chuva muito forte, constatou-se uma goteira sobre o centro de uma piscina coberta, formando um padrão de ondas circulares. Nessa situação, observou-se que caíam duas gotas a cada segundo. A distância entre duas cristas consecutivas era de 25 cm e cada uma delas se aproximava da borda da piscina com velocidade de 1,0 m/s. Após algum tempo a chuva diminuiu e a goteira passou a cair uma vez por segundo.
Com a diminuição da chuva, a distância entre as cristas e a velocidade de propagação da onda se tornaram, respectivamente,
a) maior que 25 cm e maior que 1,0 m/s.
b) maior que 25 cm e igual a 1,0 m/s.
c) menor que 25 cm e menor que 1,0 m/s.
d) menor que 25 cm e igual a 1,0 m/s.
e) igual a 25 cm e igual a 1,0 m/s.

Resolução **Resposta: B**

Resposta da questão 67:
[B]

A velocidade de propagação de uma onda só depende do meio de propagação e da natureza da própria onda. Como o meio é a água, a velocidade continua igual a 1 m/s.
A distância entre cristas consecutivas é o comprimento de onda. De acordo com a equação fundamental:

$$v = \lambda f \Rightarrow \lambda = \frac{v}{f}.$$

Como a velocidade não se alterou e a frequência diminuiu, o comprimento de onda aumentou, ou seja, a distância entre as cristas tornou-se maior que 25 cm.

Resolução reproduzida da referência 5.

Item 016

2012 | F5-089

PPL; fonte: referência 5, página 47.

89. (Enem PPL 2012) Em um experimento, coloca-se glicerina dentro de um tubo de vidro liso. Em seguida, parte do tubo é colocada em um copo de vidro que contém glicerina e a parte do tubo imersa fica invisível.
Esse fenômeno ocorre porque a
a) intensidade da luz é praticamente constante no vidro.
b) parcela de luz refletida pelo vidro é praticamente nula.
c) luz que incide no copo não é transmitida para o tubo de vidro.
d) velocidade da luz é a mesma no vidro e na glicerina.
e) trajetória da luz é alterada quando ela passa da glicerina para o vidro.

Resolução **Resposta: D**

Resposta da questão 89:
[D]

A glicerina e o vidro se confundem, pois têm o mesmo índice de refração, ou seja, a velocidade da luz é a mesma nesses dois meios.

Resolução reproduzida da referência 5.

Item 017

2013 | F5-058

PPL; fonte: referência 5, página 35.

58. (Enem PPL 2013) Um enfeite para berço é constituído de um aro metálico com um ursinho pendurado, que gira com velocidade angular constante. O aro permanece orientado na horizontal, de forma que o movimento do ursinho seja projetado na parede pela sua sombra.
Enquanto o ursinho gira, sua sombra descreve um movimento
a) circular uniforme.
b) retilíneo uniforme.
c) retilíneo harmônico simples.
d) circular uniformemente variado.
e) retilíneo uniformemente variado.

Ondulatória

Resolução **Resposta: C**

Resposta da questão 58:
[C]

A projeção do movimento circular uniforme sobre um plano perpendicular ao plano do movimento é um movimento retilíneo harmônico simples.

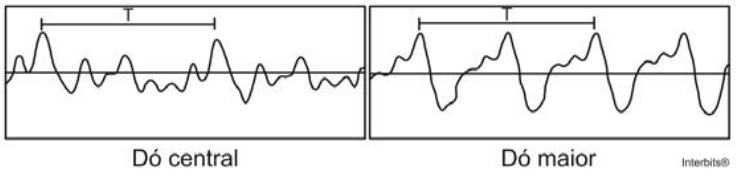
Resolução reproduzida da referência 5.

Item 018

2013 | F5-061

Regular; fonte: referência 5, página 36.

61. (Enem 2013) Em um piano, o Dó central e a próxima nota Dó (Dó maior) apresentam sons parecidos, mas não idênticos. É possível utilizar programas computacionais para expressar o formato dessas ondas sonoras em cada uma das situações como apresentado nas figuras, em que estão indicados intervalos de tempo idênticos (T).



A razão entre as frequências do Dó central e do Dó maior é de:

a) $\frac{1}{2}$
b) 2
c) 1
d) $\frac{1}{4}$
e) 4

Resolução **Resposta: A**

Resposta da questão 61:
[A]

Pelo gráfico, nota-se que o período do Dó central é o dobro do período do Dó maior.

$$T_C = 2 \cdot T_M \Rightarrow \frac{1}{f_C} = 2 \cdot \frac{1}{f_M} \Rightarrow \frac{f_C}{f_M} = \frac{1}{2}.$$

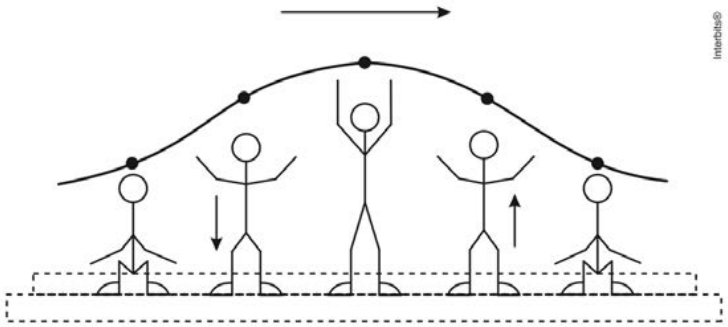
Resolução reproduzida da referência 5.

Item 019

2013 | F5-062

Regular; fonte: referência 5, página 36.

62. (Enem 2013) Uma manifestação comum das torcidas em estádios de futebol é a ola mexicana. Os espectadores de uma linha, sem sair do lugar e sem se deslocarem lateralmente, ficam de pé e se sentam, sincronizados com os da linha adjacente. O efeito coletivo se propaga pelos espectadores do estádio, formando uma onda progressiva, conforme ilustração.



Calcula-se que a velocidade de propagação dessa “onda humana” é de 45 km/h, e que cada período de oscilação contém 16 pessoas, que se levantam e sentam organizadamente e distanciadas entre si por 80 cm.

Disponível em: www.ufsm.br. Acesso em: 7 dez. 2012 (adaptado).

Nessa ola mexicana, a frequência da onda, em hertz, é um valor mais próximo de
a) 0,3.
b) 0,5.
c) 1,0.
d) 1,9.
e) 3,7.

Resolução **Resposta: C**

Resposta da questão 62:
[C]

Sendo a distância entre duas pessoas igual a 80 cm = 0,8 m, havendo 16 pessoas (15 espaços) em cada período de oscilação, o comprimento de onda é:

$$\lambda = 15 \cdot 0,8 \Rightarrow \lambda = 12 \text{ m}.$$

Da equação fundamental da ondulatória temos:

$$v = \lambda f \Rightarrow \frac{45}{3,6} = 12\ f \Rightarrow f = \frac{12,5}{12} \Rightarrow$$

$$f = 1,04 \text{ Hz}.$$

Resolução reproduzida da referência 5.

Item 020

2013 | F5-063

PPL; fonte: referência 5, página 37.

63. (Enem PPL 2013) Visando reduzir a poluição sonora de uma cidade, a Câmara de Vereadores aprovou uma lei que impõe o limite máximo de 40 dB (decibéis) para o nível sonoro permitido após as 22 horas.
Ao aprovar a referida lei, os vereadores estão limitando qual característica da onda?
a) A altura da onda sonora.
b) A amplitude da onda sonora.
c) A frequência da onda sonora.
d) A velocidade da onda sonora.
e) O timbre da onda sonora.

Resolução **Resposta: B**

Resposta da questão 63:
[B]

O nível de intensidade sonora está relacionado à amplitude de uma onda.

***Comentário**: De acordo com as normas do Sistema Internacional de Unidades, o plural das unidades e feito apenas com acréscimo de **s** no final, ficando sem flexão, caso a palavra já termine em **s**. Assim o termo correto é **decibels**, embora os dicionários brasileiros já aceitem o termo decibéis.*

Resolução reproduzida da referência 5.

Item 021

2013 | F5-072

PPL; fonte: referência 5, página 40.

72. (Enem PPL 2013) Em um violão afinado, quando se toca a corda Lá com seu comprimento efetivo (harmônico fundamental), o som produzido tem frequência de 440 Hz. Se a mesma corda do violão é comprimida na metade do seu comprimento, a frequência do novo harmônico

a) se reduz à metade, porque o comprimento de onda dobrou.
b) dobra, porque o comprimento de onda foi reduzido à metade.
c) quadruplica, porque o comprimento de onda foi reduzido à metade.
d) quadruplica, porque o comprimento de onda foi reduzido à quarta parte.
e) não se modifica, porque é uma característica independente do comprimento da corda que vibra.

Resolução **Resposta: B**

Resposta da questão 72:
[B]

O comprimento de onda (λ_1) e a frequência (f_1) do 1º harmônico de uma corda fixa nas duas extremidades são:

$$\left.\begin{cases} f_1 = \dfrac{v}{\lambda_1} \\ \lambda_1 = 2\,L \end{cases}\right\} \Rightarrow f_1 = \frac{v}{2\,L}.$$

Como a velocidade é constante, não dependendo da ordem do harmônico, se o comprimento da corda é reduzido à metade, o comprimento de onda também se reduz à metade, dobrando a frequência do harmônico fundamental.

Resolução reproduzida da referência 5.

Item 022

2013 | F5-073

PPL; fonte: referência 5, página 40.

73. (Enem PPL 2013) As moléculas de água são dipolos elétricos que podem se alinhar com o campo elétrico, da mesma forma que uma bússola se alinha com um campo magnético. Quando o campo elétrico oscila, as moléculas de água fazem o mesmo. No forno de micro-ondas, a frequência de oscilação do campo elétrico é igual à frequência natural de rotação das moléculas de água. Assim, a comida é cozida quando o movimento giratório das moléculas de água transfere a energia térmica às moléculas circundantes.

HEWITT, P. *Física conceitual*. Porto Alegre: Bookman, 2002 (adaptado).

A propriedade das ondas que permite, nesse caso, um aumento da energia de rotação das moléculas de água é a
a) reflexão.
b) refração.
c) ressonância.
d) superposição.
e) difração.

Resolução **Resposta: C**

Resposta da questão 73:
[C]

Quando um sistema que tem frequência de vibração natural f é atingido por uma onda de mesma frequência, o sistema absorve energia dessa onda, aumentando sua amplitude de vibração. A esse fenômeno dá-se o nome de ressonância.

Resolução reproduzida da referência 5.

Item 023

2013 | F5-074

Regular; fonte: referência 5, página 40.

74. (Enem 2013) Em viagens de avião, é solicitado aos passageiros o desligamento de todos os aparelhos cujo funcionamento envolva a emissão ou a recepção de ondas eletromagnéticas. O procedimento é utilizado para eliminar fontes de radiação que possam interferir nas comunicações via rádio dos pilotos com a torre de controle.
A propriedade das ondas emitidas que justifica o procedimento adotado é o fato de
a) terem fases opostas.
b) serem ambas audíveis.
c) terem intensidades inversas.
d) serem de mesma amplitude.
e) terem frequências próximas.

Resolução **Resposta: E**

Resposta da questão 74:
[E]

Os receptores de rádio possuem filtros passa-faixa, selecionando a frequência a ser decodificada (onda portadora). Havendo mais de um emissor operando em frequências próximas, poderá haver interferência.

Resolução reproduzida da referência 5.

Item 024

Regular; fonte: referência 3, página 54.

Questão 163 (2014.1)

Christiaan Huygens, em 1656, criou o relógio de pêndulo. Nesse dispositivo, a pontualidade baseia-se na regularidade das pequenas oscilações do pêndulo. Para manter a precisão desse relógio, diversos problemas foram contornados. Por exemplo, a haste passou por ajustes até que, no início do século XX, houve uma inovação, que foi sua fabricação usando uma liga metálica que se comporta regularmente em um largo intervalo de temperaturas.

(YODER. J. G. Unrolling Time: Christiaan Huygens and the mathematization of nature. Cambridge: Cambridge University Press, 2004 - adaptado)

Desprezando a presença de forças dissipativas e considerando a aceleração da gravidade constante, para que esse tipo de relógio realize corretamente a contagem do tempo, é necessário que o(a):

A) comprimento da haste seja mantido constante.
B) massa do corpo suspenso pela haste seja pequena.
C) material da haste possua alta condutividade térmica.
D) amplitude da oscilação seja constante a qualquer temperatura.
E) energia potencial gravitacional do corpo suspenso se mantenha constante.

Resolução **Resposta: A**

Para pequenas oscilações, o período de um pêndulo simples é $T = 2\pi\sqrt{L/g}$. Mantendo g constante, a precisão depende de manter o comprimento L constante. A dilatação da haste alteraria o período e faria o relógio adiantar ou atrasar; a massa não aparece nessa expressão.

Resolução complementar.

Item 025

2014 | F3-200

Segunda aplicação; fonte: referência 3, página 65.

Questão 200 (2014.3)

Um tipo de radar utilizado para medir a velocidade de um carro baseia-se no efeito Doppler. Nesse caso, as ondas eletromagnéticas são enviadas pelo radar e refletem no veiculo em movimento e, posteriormente, são detectadas de volta pelo radar.

Um carro movendo-se em direção ao radar reflete ondas com:

A) altura menor.
B) amplitude menor.
C) frequência maior.
D) intensidade maior.
E) velocidade maior.

Resolução **Resposta: C**

Na aproximação entre o carro e o radar, o efeito Doppler aumenta a frequência da onda refletida que retorna ao detector. A velocidade de propagação continua determinada pelo meio, aproximadamente a velocidade da luz. Não é necessário que a intensidade ou a amplitude aumentem.

Resolução complementar.

Item 026

Segunda aplicação; fonte: referência 3, página 65.

Questão 203 (2014.3)

Durante a formação de uma tempestade, são observadas varias descargas elétricas, os raios, que podem ocorrer das nuvens para o solo (descarga descendente), do solo para as nuvens (descarga ascendente) ou entre uma nuvem e outra. Normalmente, observa-se primeiro um clarão no céu (relâmpago) e somente alguns segundos depois ouve-se o barulho (trovão) causado pela descarga elétrica. O trovão ocorre devido ao aquecimento do ar pela descarga elétrica que sofre uma expansão e se propaga em forma de onda sonora.

O fenômeno de ouvir o trovão certo tempo após a descarga elétrica ter ocorrido deve-se:

A) a velocidade de propagação do som ser diminuída por conta do aquecimento do ar.
B) propagação da luz ocorrer através do ar e a propagação do som ocorrer através do solo.
C) A velocidade de propagação da luz ser maior do que a velocidade de propagação do som no ar.
D) ao relâmpago ser gerado pelo movimento de cargas elétricas, enquanto o som é gerado a partir da expansão do ar.
E) ao tempo da duração da descarga elétrica ser menor que o tempo gasto pelo som para percorrer a distância entre o raio e quem o observa.

Resolução **Resposta: C**

A luz se propaga no ar a aproximadamente $3 \cdot 10^8$ m/s, enquanto o som se propaga a cerca de 340 m/s. Por isso, o clarão chega antes do trovão, embora os dois fenômenos estejam associados à mesma descarga. O atraso cresce com a distância do observador.

Resolução complementar.

Item 027

2014 | F5-059

Regular; fonte: referência 5, página 35.

59. (Enem 2014) Quando adolescente, as nossas tardes, após as aulas, consistiam em tomar às mãos o violão e o dicionário de acordes de Almir Chediak e desafiar nosso amigo Hamilton a descobrir, apenas ouvindo o acorde, quais notas eram escolhidas. Sempre perdíamos a aposta, ele possui o ouvido absoluto.
O ouvido absoluto é uma característica perceptual de poucos indivíduos capazes de identificar notas isoladas sem outras referências, isto é, sem precisar relacioná-las com outras notas de uma melodia.

LENT, R. *O cérebro do meu professor de acordeão*. Disponível em: http://cienciahoje.uol.com.br. Acesso em: 15 ago. 2012 (adaptado).

No contexto apresentado, a propriedade física das ondas que permite essa distinção entre as notas é a
a) frequência.
b) intensidade.
c) forma da onda.
d) amplitude da onda.
e) velocidade de propagação.

Resolução **Resposta: A**

Resposta da questão 59:
[A]

A propriedade física das ondas que permite essa distinção entre as notas é a frequência, pois diferentes notas apresentam diferentes frequências.

Resolução reproduzida da referência 5.

Item 028

2014 | F5-060

Regular; fonte: referência 5, página 35.

60. (Enem 2014) Alguns sistemas de segurança incluem detectores de movimento. Nesses sensores, existe uma substância que se polariza na presença de radiação eletromagnética de certa região de frequência, gerando uma tensão que pode ser amplificada e empregada para efeito de controle. Quando uma pessoa se aproxima do sistema, a radiação emitida por seu corpo é detectada por esse tipo de sensor.

WENDLING, M. *Sensores*. Disponível em: www2.feg.unesp.br. Acesso em: 7 maio 2014 (adaptado).

A radiação captada por esse detector encontra-se na região de frequência
a) da luz visível.
b) do ultravioleta.
c) do infravermelho.
d) das micro-ondas.
e) das ondas longas de rádio.

Resolução **Resposta: C**

Resposta da questão 60:
[C]

O corpo humano emite radiação predominantemente na faixa do infravermelho (ondas de calor) que é captada pelo detector.

Resolução reproduzida da referência 5.

Item 029

PPL; fonte: referência 5, página 39.

69. (Enem PPL 2014) O sonar é um equipamento eletrônico que permite a localização de objetos e a medida de distâncias no fundo do mar, pela emissão de sinais sônicos e ultrassônicos e a recepção dos respectivos ecos. O fenômeno do eco corresponde à reflexão de uma onda sonora por um objeto, a qual volta ao receptor pouco tempo depois de o som ser emitido. No caso do ser humano, o ouvido é capaz de distinguir sons separados por, no mínimo, $0,1$ segundo.

Considerando uma condição em que a velocidade do som no ar é $340\,m/s$, qual é a distância mínima a que uma pessoa deve estar de um anteparo refletor para que se possa distinguir o eco do som emitido?

a) $17m$
b) $34m$
c) $68m$
d) $1700m$
e) $3400m$

Resolução **Resposta: A**

Resposta da questão 69:
[A]

Entre a emissão e a recepção do eco, a onda sonora percorre a distância $2d$.

$$2d = v\,\Delta t \Rightarrow d = \frac{v\,\Delta t}{2} \Rightarrow d = \frac{340 \times 0,1}{2} \Rightarrow \boxed{d = 17\ m.}$$

Resolução reproduzida da referência 5.

Item 030

2014 | F5-070

PPL; fonte: referência 5, página 39.

70. (Enem PPL 2014) Ao assistir a uma apresentação musical, um músico que estava na plateia percebeu que conseguia ouvir quase perfeitamente o som da banda, perdendo um pouco de nitidez nas notas mais agudas. Ele verificou que havia muitas pessoas bem mais altas à sua frente, bloqueando a visão direta do palco e o acesso aos alto-falantes. Sabe-se que a velocidade do som no ar é $340\,m/s$ e que a região de frequências das notas emitidas é de, aproximadamente, $20Hz$ a $4000Hz$.

Qual fenômeno ondulatório é o principal responsável para que o músico percebesse essa diferenciação do som?
a) Difração.
b) Reflexão.
c) Refração.
d) Atenuação.
e) Interferência.

Resolução **Resposta: A**

Resposta da questão 70:
[A]

Calculando o comprimento de onda do som mais agudo:

$$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{340}{4.000} = 0,085\ m = 8,5\ cm.$$

Como os corpos e as cabeças das pessoas à frente do músico têm dimensões maiores que o comprimento de onda dos sons mais agudos, a difração é dificultada por esses obstáculos, causando diferenciação na percepção desses sons.

Resolução reproduzida da referência 5.

Item 031

2014 | F5-071

Regular; fonte: referência 5, página 39.

71. (Enem 2014) Ao sintonizarmos uma estação de rádio ou um canal de TV em um aparelho, estamos alterando algumas características elétricas de seu circuito receptor. Das inúmeras ondas eletromagnéticas que chegam simultaneamente ao receptor, somente

aquelas que oscilam com determinada frequência resultarão em máxima absorção de energia.
O fenômeno descrito é a
a) difração.
b) refração.
c) polarização.
d) interferência.
e) ressonância.

Resolução **Resposta: E**

Resposta da questão 71:
[E]

Para ocorrer máxima absorção de energia, o circuito receptor deve oscilar com a mesma frequência das ondas emitidas pela fonte, a estação de rádio ou o canal de TV. Isso caracteriza o fenômeno da ressonância.

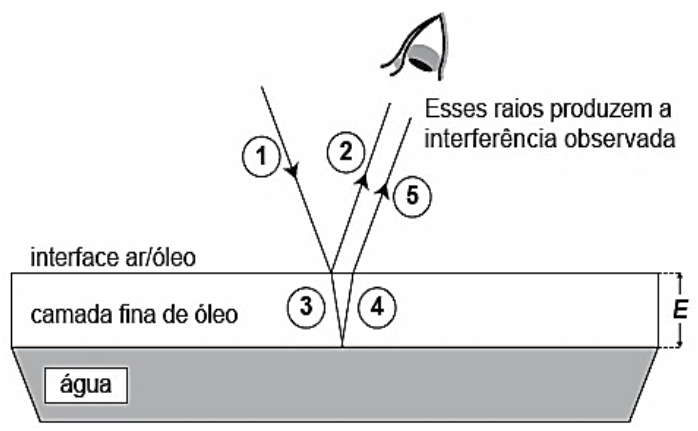
Resolução reproduzida da referência 5.

Item 032

Regular; fonte: referência 3, página 66.

Questão 205 (2015.1)

Certos tipos de superfícies na natureza podem refletir luz de forma a gerar um efeito de arco-íris. Essa característica é conhecida como iridescência e ocorre por causa do fenômeno da interferência de película fina. A figura ilustra o esquema de uma fina camada iridescente de óleo sobre uma poça d'água. Parte do feixe de luz branca incidente 1 interface ar/óleo e sofre inversão de fase 2 , o que equivale a uma mudança de meio comprimento de onda. A parte refratada do feixe 3 incide na interface óleo/água e sofre reflexão sem inversão de fase 4. O observador indicado enxergará aquela região do filme com coloração equivalente à do comprimento de onda que sofre interferência completamente construtiva entre os raios 2 e 5 , mas essa condição só é possível para uma espessura mínima da película. Considere que o caminho percorrido em 3 e 4 corresponde ao dobro da espessura E da película de óleo.



Expressa em termos do comprimento de onda (λ), a espessura mínima é igual a:

A) λ/4.
B) λ/2.
C) 3λ/4
D) λ.
E) 2λ.

Resolução **Resposta: A**

Uma das reflexões introduz inversão de fase, equivalente a meio comprimento de onda. Para que os feixes retornem em fase, a diferença de caminho deve compensar essa inversão. Na menor espessura, $2E = \lambda/2$, logo $E = \lambda/4$, usando o comprimento de onda na película conforme o modelo do enunciado.

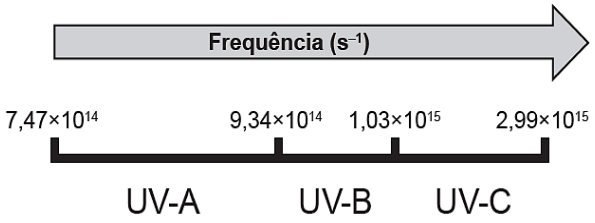
Resolução complementar.

Item 033

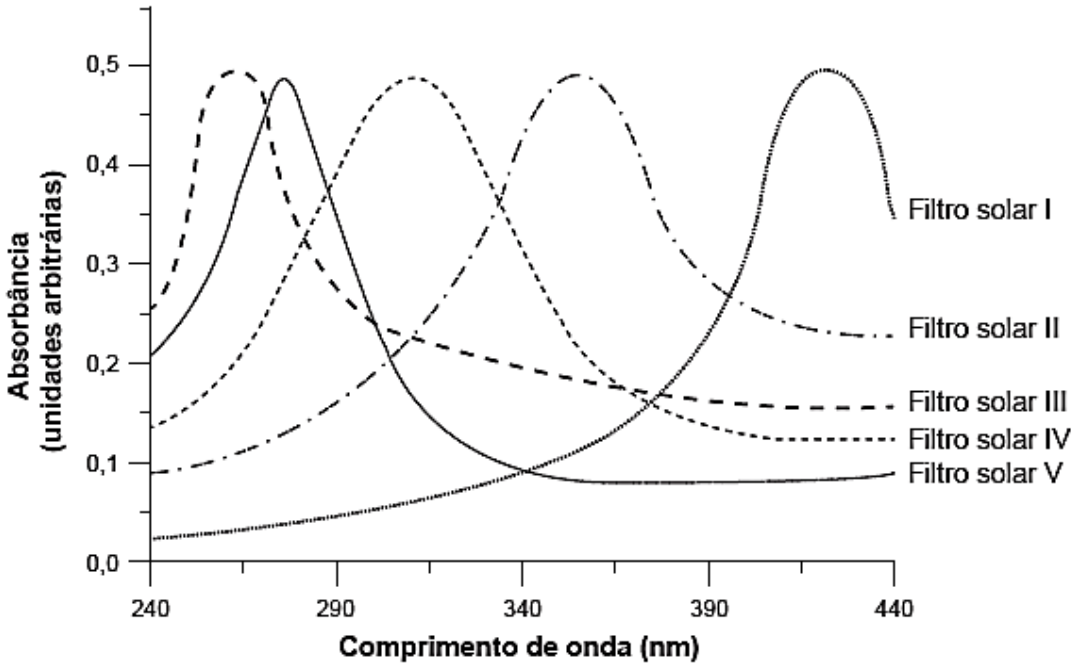
Regular; fonte: referência 3, página 66.

Questão 206 (2015.1)

A radiação ultravioleta (UV) é dividida, de acordo com três faixas de frequência, em UV-A, UV-B e UV-C, conforme a figura.



Para selecionar um filtro solar que apresente absorção máxima na faixa UV-B, uma pessoa analisou os espectros de absorção da radiação UV de cinco filtros solares:



Considere: velocidade da luz = $3{,}0\times10^{8}$ m/s e 1 nm = $1{,}0\times10^{-9}$ m

O filtro solar que a pessoa deve selecionar é o:

A) V.
B) IV.
C) III.
D) II.
E) I.

Item 033 – resolução

2015 / F3-206

Resolução

Resposta: B

A faixa UV-B vai de $9{,}34 \cdot 10^{14}$ a $1{,}03 \cdot 10^{15}$ Hz. Pela relação $\lambda = c/f$, ela corresponde aproximadamente a 291–321 nm. O filtro cuja absorção tem máximo nessa faixa é o IV, com pico próximo de 310 nm.

Resolução complementar.

Item 034

2015 | F3-213

Regular; fonte: referência 3, página 69.

Questão 213 (2015.1)

Será que uma miragem ajudou a afundar o Titanic? O fenômeno ótico conhecido como Fata Morgana pode fazer com que uma falsa parede de água apareça sobre o horizonte molhado. Quando as condições são favoráveis, a luz refletida pela água fria pode ser desviada por uma camada incomum de ar quente acima, chegando até o observador, vinda de muitos ângulos diferentes. De acordo com estudos de pesquisadores da Universidade de San Diego, uma Fata Morgana pode ter obscurecido os icebergs da visão da tripulação que estava a bordo do Titanic. Dessa forma, a certa distância, o horizonte verdadeiro fica encoberto por uma névoa escurecida, que se parece muito com águas calmas no escuro.

O fenômeno ótico que, segundo os pesquisadores, provoca a Fata Morgana é a:

A) ressonância.
B) refração.
C) difração.
D) reflexão.
E) difusão.

Resolução **Resposta: B**

Camadas de ar em temperaturas diferentes têm índices de refração diferentes. A trajetória da luz se curva ao atravessar esse meio não homogêneo, formando imagens aparentes e deslocando a posição percebida dos objetos. A miragem descrita é consequência da refração.

Resolução complementar.

Item 035

2015 | F3-217

Regular; fonte: referência 3, página 70.

Questão 217 (2015.1)

Ao ouvir uma flauta e um piano emitindo a mesma nota musical, consegue-se diferenciar esses instrumentos um do outro. Essa diferenciação se deve principalmente ao(à):

A) intensidade sonora do som de cada instrumento musical.
B) potência sonora do som emitido pelos diferentes instrumentos musicais.
C) diferente velocidade de propagação do som emitido por cada instrumento musical.
D) timbre do som, que faz com que os formatos das ondas de cada instrumento sejam diferentes.
E) altura do som, que possui diferentes frequências para diferentes instrumentos musicais.

Resolução **Resposta: D**

A mesma nota musical corresponde à mesma frequência fundamental. A flauta e o piano, porém, produzem combinações diferentes de harmônicos, formando ondas de formatos distintos. Essa característica é o timbre, que permite reconhecer os instrumentos.

Resolução complementar.

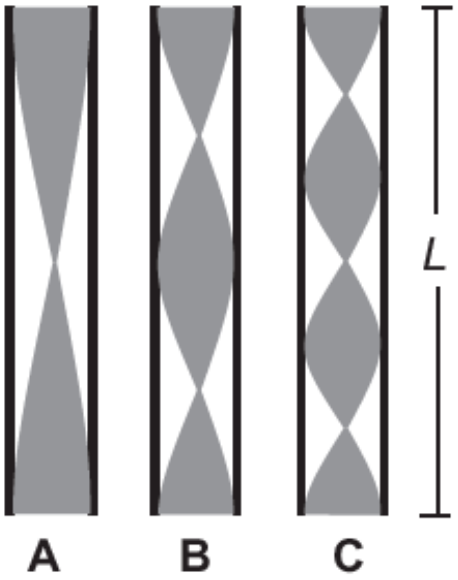
Item 036

PPL; fonte: referência 3, página 70.

Questão 219 (2015.2)

Em uma flauta, as notas musicais possuem frequência e comprimento de onda (λ) muito bem definidos.

As figuras mostram esquematicamente um tubo de comprimento LL, que representa de forma simplificada uma flauta, em que estão representados em **A** o primeiro harmônico de uma nota musical (comprimento de onda λ_A), em **B** seu segundo harmônico (comprimento de onda λ_B) e em **C** o seu terceiro harmônico (comprimento de onda λ_C), onde $\lambda_A > \lambda_B > \lambda_C$.



Em função do comprimento do tubo, qual o comprimento de onda da oscilação que forma o próximo harmônico?

A) L/4
B) L/5
C) L/2
D) L/8
E) 6L/8

Resolução **Resposta: C**

Para o tubo aberto nas duas extremidades, os comprimentos de onda permitidos são $\lambda_n = 2L/n$. Depois do terceiro harmônico vem o quarto: $\lambda_4 = 2L/4 = L/2$. O comprimento de onda diminui e a frequência aumenta com a ordem do harmônico.

Resolução complementar.

Item 037

2015 | F3-225

PPL; fonte: referência 3, página 72.

Questão 225 (2015.2)

Em altos-fornos siderúrgicos, as temperaturas acima de 600°C são mensuradas por meio de pirômetros óticos. Esses dispositivos apresentam a vantagem de medir a temperatura de um objeto aquecido sem necessidade de contato. Dentro de um pirômetro ótico, um filamento metálico é aquecido pela passagem de corrente elétrica até que sua cor seja a mesma que a do objeto aquecido em observação. Nessa condição, a temperatura conhecida do filamento é idêntica à do objeto aquecido em observação.

(Disponível em: www.if.usp.br.
Acesso em: 4 ago. 2012 - adaptado)

A propriedade da radiação eletromagnética avaliada nesse processo é a:

A) amplitude.
B) coerência.
C) frequência.
D) intensidade.
E) velocidade.

Resolução **Resposta: C**

A cor da radiação está associada à sua frequência, ou equivalentemente ao comprimento de onda. No modelo do pirômetro descrito, compara-se a cor do filamento com a do objeto para inferir sua temperatura. A propriedade indicada entre as alternativas é a frequência.

Resolução complementar.

Item 038

PPL; fonte: referência 3, página 74.

Questão 230 (2015.2)

Durante uma aula experimental de física, os estudantes construíram um sistema ressonante com pêndulos simples. As características de cada pêndulo são apresentadas no quadro. Inicialmente, os estudantes colocaram apenas o pêndulo A para oscilar.

Pêndulo	Massa	Comprimento do barbante
A	M	L
1	M	L
2	$\frac{M}{2}$	$2L$
3	$2M$	$\frac{L}{2}$
4	$\frac{M}{2}$	$\frac{L}{2}$
5	$2M$	L

Quais pêndulos, além desse, passaram também a oscilar?

A) 1, 2, 3, 4 e 5.
B) 1, 2 e 3.
C) 1 e 4.
D) 1 e 5.
E) 3 e 4.

Resolução **Resposta: D**

A ressonância ocorre quando as frequências naturais coincidem. Para pêndulos simples, $T = 2\pi\sqrt{L/g}$; a massa não altera o período no modelo ideal. Os pêndulos 1 e 5 têm o mesmo comprimento L de A e, portanto, a mesma frequência natural.

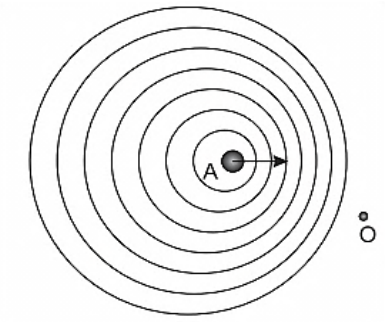
Resolução complementar.

Item 039

Regular; fonte: referência 3, página 74.

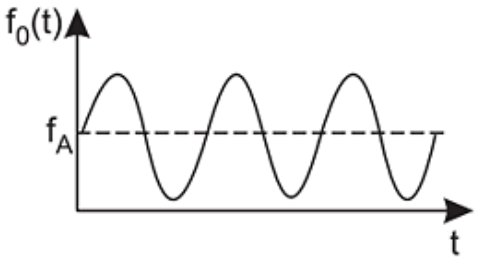
Questão 231 (2016.1)

Uma ambulância A em movimento retilíneo e uniforme aproxima-se de um observador **O**, em repouso. A sirene emite um som de frequência constante $\mathbf{f_A}$. O desenho ilustra as frentes de onda do som emitido pela ambulância. O observador possui um detector que consegue registrar, no esboço de um gráfico, a frequência da onda sonora detectada em função do tempo $\mathbf{f_o(t)}$, antes e depois da passagem da ambulância por ele.

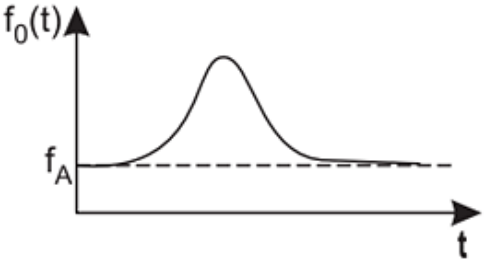


Qual esboço gráfico representa a frequência $\mathbf{f_o(t)}$ detectada pelo observador?

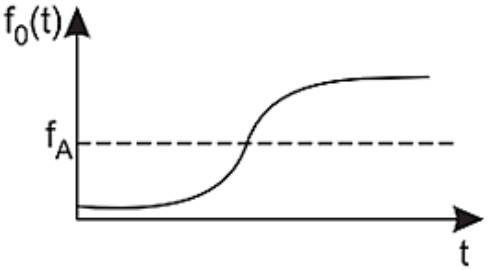
A)



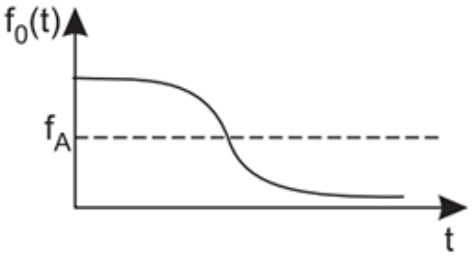
B)



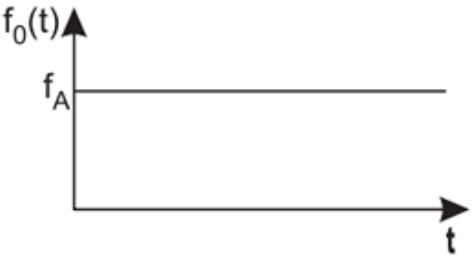
C)



D)



E)



Item 039 – resolução

2016 / F3-231

Resolução

Resposta: D

Na aproximação, a frequência observada é maior que a emitida: $f_o = f_A v/(v - v_A)$. Após a passagem, ela é menor: $f_o = f_A v/(v + v_A)$. Como as velocidades são constantes em cada trecho idealizado, o gráfico tem dois patamares, com queda na passagem da ambulância, como em D.

Resolução complementar.

Item 040

Regular; fonte: referência 3, página 76.

Questão 235 (2016.1)

O morcego emite pulsos de curta duração de ondas ultrassônicas, os quais voltam na forma de ecos após atingirem objetos no ambiente, trazendo informações a respeito das suas dimensões, suas localizações e dos seus possíveis movimentos. Isso se dá em razão da sensibilidade do morcego em detectar o tempo gasto para os ecos voltarem, bem como das pequenas variações nas frequências e nas intensidades dos pulsos ultrassônicos. Essas características lhe permitem caçar pequenas presas mesmo quando estão em movimento em relação a si. Considere uma situação unidimensional em que uma mariposa se afasta, em movimento retilíneo e uniforme, de um morcego em repouso.

A distância e velocidade da mariposa, na situação descrita, seriam detectadas pelo sistema de um morcego por quais alterações nas características dos pulsos ultrassônicos?

A) Intensidade diminuída, o tempo de retorno aumentado e a frequência percebida diminuída.
B) Intensidade aumentada, o tempo de retorno diminuído e a frequência percebida diminuída.
C) Intensidade diminuída, o tempo de retorno diminuído e a frequência percebida aumentada.
D) Intensidade diminuída, o tempo de retorno aumentado e a frequência percebida aumentada.
E) Intensidade aumentada, o tempo de retorno aumentado e a frequência percebida aumentada.

Resolução **Resposta: A**

Ao se afastar, a mariposa fica mais distante e o eco retorna com menor intensidade e maior atraso. O movimento de afastamento também reduz a frequência recebida, pelo efeito Doppler na reflexão. Assim, ocorrem intensidade diminuída, tempo de retorno aumentado e frequência diminuída.

Resolução complementar.

Item 041

2016 | F3-242

Regular; fonte: referência 3, página 78.

Questão 242 (2016.1)

A Figura 1 apresenta o gráfico da intensidade, em decibéis (dB), da onda sonora emitida por um alto-falante, que está em repouso, e medida por um micro fone em função da frequência da onda para diferentes distâncias: 3 mm, 25 mm, 51 mm e 60 mm. A Figura 2 apresenta um diagrama com a indicação das diversas faixas do espectro de frequência sonora para o modelo de alto-falante utilizado neste experimento.

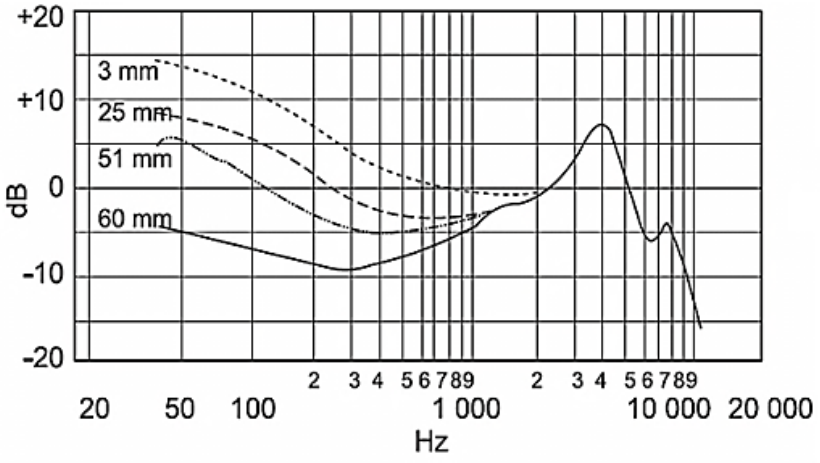


Figura 1
Resposta de frequência

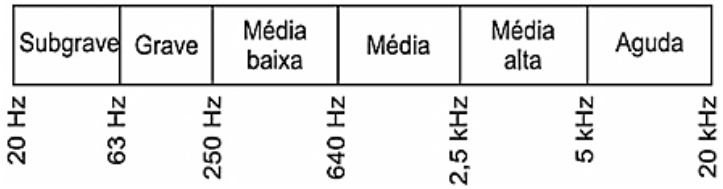


Figura 2
Faixas do espectro de frequência sonora

Relacionando as informações presentes nas figuras 1 e 2, como a intensidade sonora percebida é afetada pelo aumento da distância do microfone ao alto-falante?

A) Aumenta na faixa das frequências médias.
B) Diminui na faixa das frequências agudas.
C) Diminui na faixa das frequências graves.
D) Aumenta na faixa das frequências médias altas.
E) Aumenta na faixa das frequências médias baixas.

Resolução **Resposta: C**

Comparando as curvas para as diferentes distâncias, o maior afastamento do microfone reduz principalmente os níveis medidos nas frequências baixas. Pelo diagrama de classificação, essa região corresponde aos sons graves. A alternativa compatível com os dois gráficos é C.

Resolução complementar.

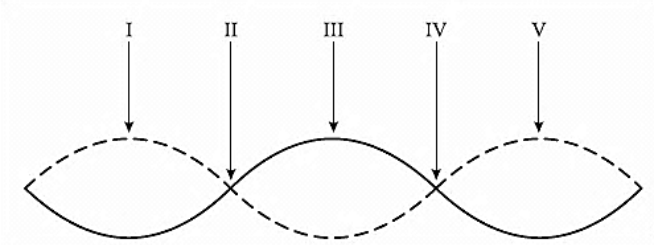
Item 042

2016 | F3-244

Regular; fonte: referência 3, página 79.

Questão 244 (2016.1)

Um experimento para comprovar a natureza ondulatória da radiação de micro-ondas foi realizado da seguinte forma: anotou-se a frequência de operação de um forno de micro-ondas e, em seguida, retirou-se sua plataforma giratória. No seu lugar, colocou-se uma travessa refratária com uma camada grossa de manteiga. Depois disso, o forno foi ligado por alguns segundos. Ao se retirar a travessa refratária do forno, observou-se que havia três pontos de manteiga derretida alinhados sobre toda a travessa. Parte da onda estacionária gerada no interior do forno é ilustrada na figura.



De acordo com a figura, que posições correspondem a dois pontos consecutivos da manteiga derretida?

A) I e III
B) I e V
C) II e III
D) II e IV
E) II e V

Resolução **Resposta: A**

A absorção de energia é maior nos ventres da onda estacionária, onde a amplitude do campo é máxima. Os pontos I, III e V são ventres, enquanto II e IV são nós. Dois pontos consecutivos de maior derretimento são I e III, separados por $\lambda/2$.

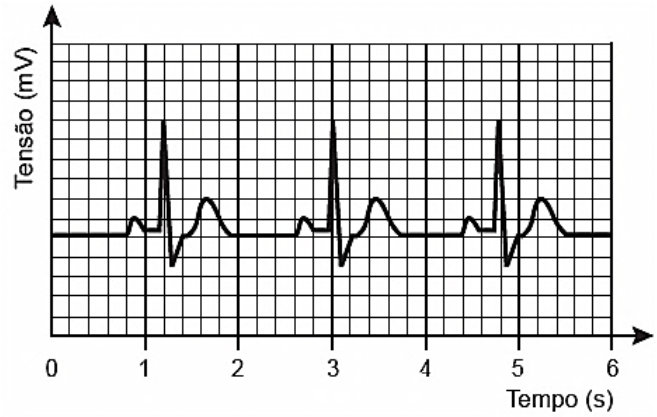
Resolução complementar.

Item 043

Segunda aplicação; fonte: referência 3, página 79.

Questão 245 (2016.2)

O eletrocardiograma, exame utilizado para avaliar o estado do coração de um paciente, trata-se do registro da atividade elétrica do coração ao longo de um certo intervalo de tempo. A figura representa o eletrocardiograma de um paciente adulto, descansado, não fumante, em um ambiente com temperatura agradável. Nessas condições, é considerado normal um ritmo cardíaco entre 60 e 100 batimentos por minuto.



Com base no eletrocardiograma apresentado, identifica-se que a frequência cardíaca do paciente é:

A) normal.
B) acima do valor ideal.
C) abaixo do valor ideal.
D) próxima do limite inferior.
E) próxima do limite superior.

Resolução **Resposta: C**

A distância temporal entre dois picos principais consecutivos do eletrocardiograma é aproximadamente 1,8 s. Assim, a frequência cardíaca é $60/1{,}8 \approx 33$ batimentos por minuto. Esse valor fica abaixo da faixa normal de 60 a 100 indicada no próprio enunciado.

Resolução complementar.

Item 044

2016 | F3-250

Segunda aplicação; fonte: referência 3, página 81.

Questão 250 (2016.2)

As notas musicais podem ser agrupadas de modo a formar um conjunto. Esse conjunto pode formar uma escala musical. Dentre as diversas escalas existentes, a mais difundida é a escala diatônica, que utiliza as notas denominadas *dó, ré, mi, fá, sol, lá* e *si*. Essas notas estão organizadas em ordem crescente de alturas, sendo a nota *dó* a mais baixa e a nota *si* a mais alta.

Considerando uma mesma oitava, a nota *si* é a que tem menor:

A) amplitude.
B) frequência.
C) velocidade.
D) intensidade.
E) comprimento de onda.

Resolução **Resposta: E**

Na mesma oitava, a nota si possui a maior frequência. Como as ondas sonoras se propagam no mesmo meio, sua velocidade é aproximadamente a mesma. Pela relação $\lambda = v/f$, a maior frequência corresponde ao menor comprimento de onda.

Resolução complementar.

Item 045

Segunda aplicação; fonte: referência 3, página 82.

Questão 258 (2016.2)

Nas rodovias, é comum motoristas terem a visão ofuscada ao receberem a luz refletida na água empoçada no asfalto. Sabe-se que essa luz adquire polarização horizontal. Para solucionar esse problema, há a possibilidade de o motorista utilizar óculos de lentes constituídas por filtros polarizadores. As linhas nas lentes dos óculos representam o eixo de polarização dessas lentes.

Quais são as lentes que solucionam o problema descrito?

A) 

B) 

C) 

D) 

E) 

Resolução **Resposta: A**

Para bloquear luz polarizada horizontalmente, os filtros devem ter eixos de transmissão verticais, perpendiculares à polarização incidente. Assim, ambos os olhos recebem a mesma redução do reflexo. Esse par de lentes é o representado na alternativa A.

Resolução complementar.

Item 046

2016 | F3-263

PPL; fonte: referência 3, página 83.

Questão 263 (2016.3)

A corrida dos 100 m rasos é uma das principais provas do atletismo e qualifica o homem mais rápido do mundo. Um corredor de elite foi capaz de percorrer essa distância em 10s, com 41 passadas. Ele iniciou a corrida com o pé direito.

O período de oscilação do pé direito desse corredor foi mais próximo de:

A) 1/10 s.
B) 1/4 s.
C) 1/2 s.
D) 2 s.
E) 4 s.

Resolução **Resposta: C**

Uma oscilação completa de um mesmo pé abrange aproximadamente duas passadas. Em 41 passadas, o pé direito executa cerca de 20 ciclos durante 10 s. Assim, $T \approx 10/20 = 0{,}5$ s. Contar cada passada como um período completo duplicaria a frequência.

Resolução complementar.

Item 047

2016 | F3-264

PPL; fonte: referência 3, página 83.

Questão 264 (2016.3)

Em mídias como CDs, DVDs e blue-rays, a informação é representada na forma de bits (zeros e uns) e é fisicamente gravada e lida por feixes de luz laser.

Para gravar um valor "zero", o laser brilha intensamente, de modo a "queimar" (tornar opaca) uma pequena área do disco, de tamanho comparável a seu comprimento de onda.

Ao longo dos anos, as empresas de tecnologia vêm conseguindo aumentar a capacidade de armazenamento de dados em cada disco; em outras palavras, a área usada para se representar um bit vem se tornando cada vez mais reduzida.

Qual alteração da onda eletromagnética que constitui o laser permite o avanço tecnológico citado no texto?

A) A diminuição de sua energia.
B) O aumento de sua frequência.
C) A diminuição de sua amplitude.
D) O aumento de sua intensidade.
E) A diminuição de sua velocidade.

Resolução **Resposta: B**

Uma região menor de gravação exige um feixe com menor comprimento de onda, reduzindo o limite de resolução por difração. Como $c = \lambda f$, diminuir λ corresponde a aumentar a frequência do laser. Aumentar apenas a intensidade não reduz esse limite espacial.

Resolução complementar.

Item 048

PPL; fonte: referência 3, página 85.

Questão 269 (2016.3)

A telefonia móvel no Brasil opera com celulares cuja potência média de radiação é cerca de 0,6 W. Por recomendação do ANSI/IEEE, foram estipulado limites para exposição humana à radiação emitida por esses aparelhos. Para o entendimento dessa recomendação, valem os conselhos: segurar o aparelho a pequena distância do ouvido, usar fones de ouvido para as chamadas de voz e utilizar o aparelho no modo viva voz ou com dispositivos *bluetooth*. Essas medidas baseiam-se no fato de que a intensidade da radiação emitida decai rapidamente conforme a distância aumenta, por isso, afastar o aparelho reduz riscos.

(COSTA, E. A. F. Edeitos na saúde humana da exposição aos campos da radiofrequência. Disponível em: www.ced.ufsc.br. Acesso em: 16 nov. 2011 - adp)

Para reduzir a exposição à radiação do celular de forma mais eficiente, o usuário deve utilizar:

A) fones de ouvido, com aparelho na mão.
B) fones de ouvido, com o aparelho no bolso da calça.
C) fones *bluetooth*, com o aparelho no bolso da camisa.
D) o aparelho mantido a 1,5cm do ouvido, segurado pela mão.
E) o sistema viva voz, com o aparelho apoiado numa mesa de trabalho.

Resolução **Resposta: E**

A relação usada no exercício é a redução da intensidade recebida com o aumento da distância à fonte. Apoiar o celular numa mesa e usar o viva-voz permite mantê-lo afastado da cabeça e do corpo. As outras opções deixam o aparelho junto à mão, ao bolso ou ao ouvido.

Resolução complementar.

Item 049

PPL; fonte: referência 3, página 85.

Questão 270 (2016.3)

Em 26 de dezembro de 2004, um tsunami devastador, originado a partir de um terremoto na costa da Indonésia, atingiu diversos países da Ásia, matando quase 300 mil pessoas.

O grau de devastação deveu-se, em boa parte, ao fato de as ondas de um tsunami serem extremamente longas, com comprimento de onda de cerca de 200km. Isto é muito maior que a espessura da lâmina de líquido, d, típica do Oceano Índico, que é de cerca de 4km.

Nessas condições, com boa aproximação, a sua velocidade de propagação torna-se dependente de d, obedecendo à relação v = $\sqrt{gd}$.

Nessa expressão, g é a aceleração da gravidade, que pode ser tomada como 10m/s2.

(SILVEIRA, F. L.; VARRIALE, M. C. Propagação das ondas marítimas e dos tsunami. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, n. 2, 2005 - adaptado)

Sabendo-se que o tsunami consiste em uma série de ondas sucessivas, qual é o valor mais próximo do intervalo de tempo entre duas ondas consecutivas?

A) 1 min
B) 3,6 min
C) 17 min
D) 60 min
E) 216 min

Resolução **Resposta: C**

A profundidade é $d = 4000$ m, logo $v = \sqrt{gd} = \sqrt{10 \cdot 4000} = 200$ m/s. Para $\lambda = 200000$ m, o período é $T = \lambda/v = 1000$ s, aproximadamente 16,7 minutos. Portanto, o intervalo mais próximo é 17 minutos.

Resolução complementar.

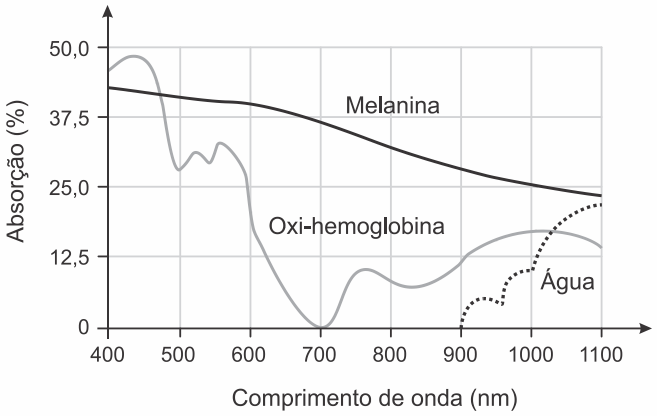
Item 050

2017 | F1-236

Regular; fonte: referência 1, página 147.

236. ENEM 2017 ★

A epilação a *laser* (popularmente conhecida como depilação a *laser*) consiste na aplicação de uma fonte de luz para aquecer e causar uma lesão localizada e controlada nos folículos capilares. Para evitar que outros tecidos sejam danificados, selecionam-se comprimentos de onda que são absorvidos pela melanina presente nos pelos, mas que não afetam a oxi-hemoglobina do sangue e a água dos tecidos da região em que o tratamento será aplicado. A figura mostra como é a absorção de diferentes comprimentos de onda pela melanina, oxi-hemoglobina e água.



MACEDO, F. S.; MONTEIRO, E. O. *Epilação com laser e luz intensa pulsada. Revista Brasileira de Medicina*. Disponível em: www.moreirajr.com.br. Acesso em: 4 set. 2015 (adaptado).

Qual é o comprimento de onda, em *nm*, ideal para a epilação a *laser*?

a) 400
b) 700
c) 1.100
d) 900
e) 500

GABARITO EM VÍDEO (CLIQUE)

eca - @Polpoa1

Resolução **Resposta: B**

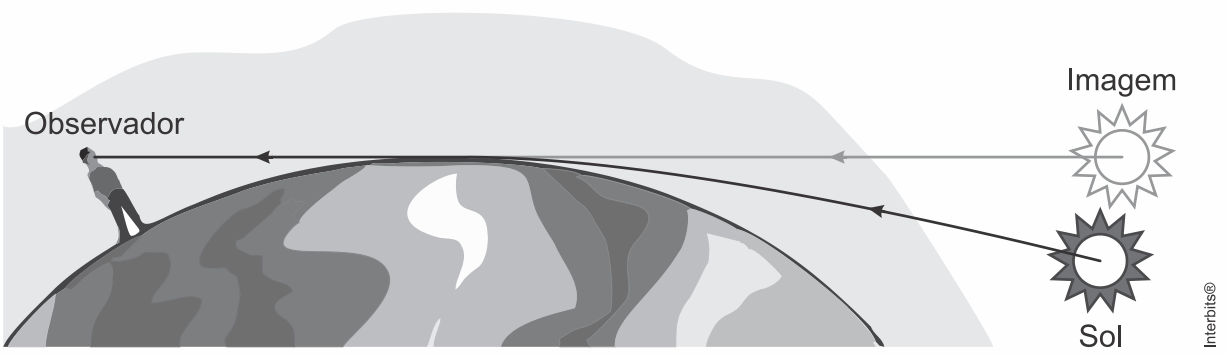
No gráfico, em aproximadamente 700 nm a melanina ainda apresenta absorção significativa, enquanto a absorção da oxi-hemoglobina é mínima e a da água é muito baixa. Esse ponto favorece o aquecimento seletivo pretendido no modelo do exercício. O comprimento de onda escolhido é 700 nm.

Resolução complementar.

Libras; fonte: referência 1, página 160.

258. ENEM LIBRAS 2017 ★

No Hemisfério Sul, o solstício de verão (momento em que os raios solares incidem verticalmente sobre quem se encontra sobre o Trópico de Capricórnio) ocorre no dia 21 ou 23 de dezembro. Nessa data, o dia tem o maior período de presença de luz solar. A figura mostra a trajetórias da luz solar nas proximidades do planeta Terra quando ocorre o fenômeno ótico que possibilita que o Sol seja visto por mais tempo pelo observador.



Qual é o fenômeno ótico mostrado na figura?

a) A refração da luz solar ao atravessar camadas de ar com diferentes densidades.
b) A polarização da luz solar ao incidir sobre a superfície dos oceanos.
c) A reflexão da luz solar nas camadas mais altas da ionosfera.
d) A difração da luz solar ao contornar a superfície da Terra.
e) O espalhamento da luz solar ao atravessa a atmosfera.

GABARITO EM VÍDEO (CLIQUE)

Resolução **Resposta: A**

A densidade e o índice de refração do ar variam com a altitude. Ao atravessar essas camadas, os raios solares se curvam e o Sol pode ser visto mesmo um pouco abaixo do horizonte geométrico. Esse prolongamento aparente do dia decorre da refração atmosférica.

Resolução complementar.

Item 052

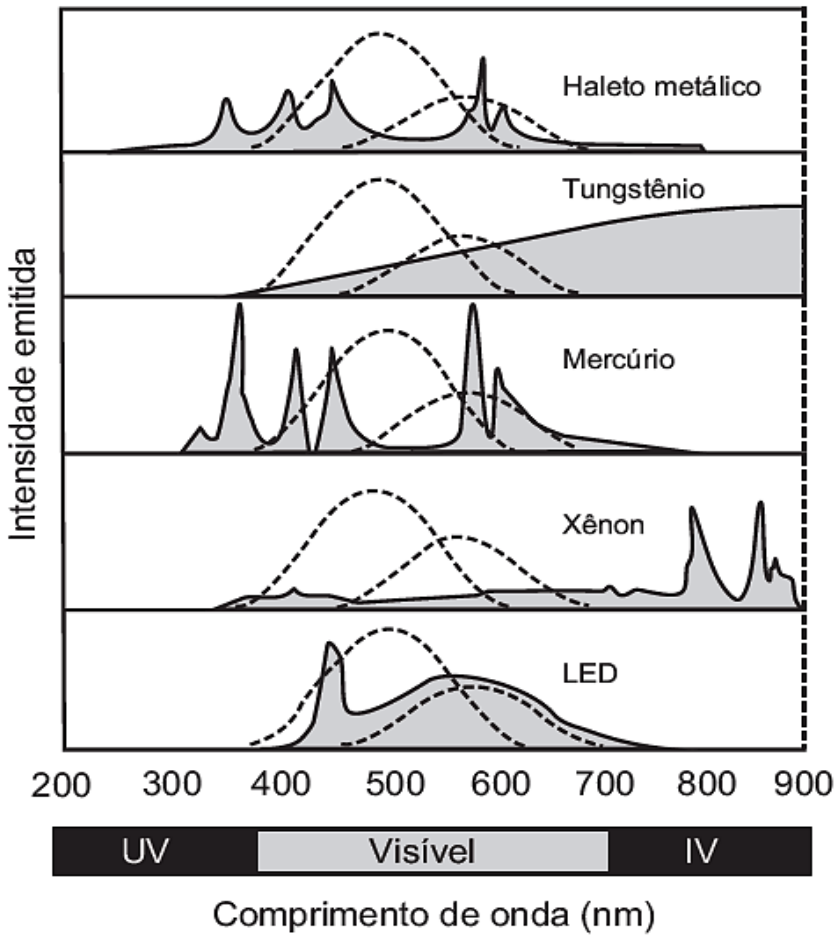
2017 | F3-282

Regular; fonte: referência 3, página 89.

Questão 282 (2017.1)

A figura a seguir mostra como é a emissão de radiação eletromagnética para cinco tipos de lâmpada: haleto metálico, tungstênio, mercúrio, Xênon e LED (diodo emissor de luz). As áreas marcadas em cinza são proporcionais à intensidade da energia liberada pela lâmpada. As linhas pontilhadas mostram a sensibilidade do olho humano aos diferentes comprimentos de onda. UV e IV são as regiões do ultravioleta e do infravermelho, respectivamente.

Um arquiteto deseja iluminar uma sala usando uma lâmpada que produza boa iluminação, mas que não aqueça o ambiente.



(Disponível em: http://zeiss-campus.magnet.fsu.edu. Acesso em: 8 maio 2017 - adaptado)

Qual tipo de lâmpada melhor atende ao desejo do arquiteto?

A) Haleto metálico.
B) Tungstênio.
C) Mercúrio.
D) Xênon.
E) LED.

Item 052 – resolução

2017 / F3-282

Resolução

Resposta: E

A melhor opção concentra a emissão na região visível em que o olho é sensível e desperdiça menos energia no infravermelho. Entre os espectros apresentados, o LED atende melhor a esse critério. Isso reduz o aquecimento associado à emissão infravermelha em comparação com as outras opções.

Resolução complementar.

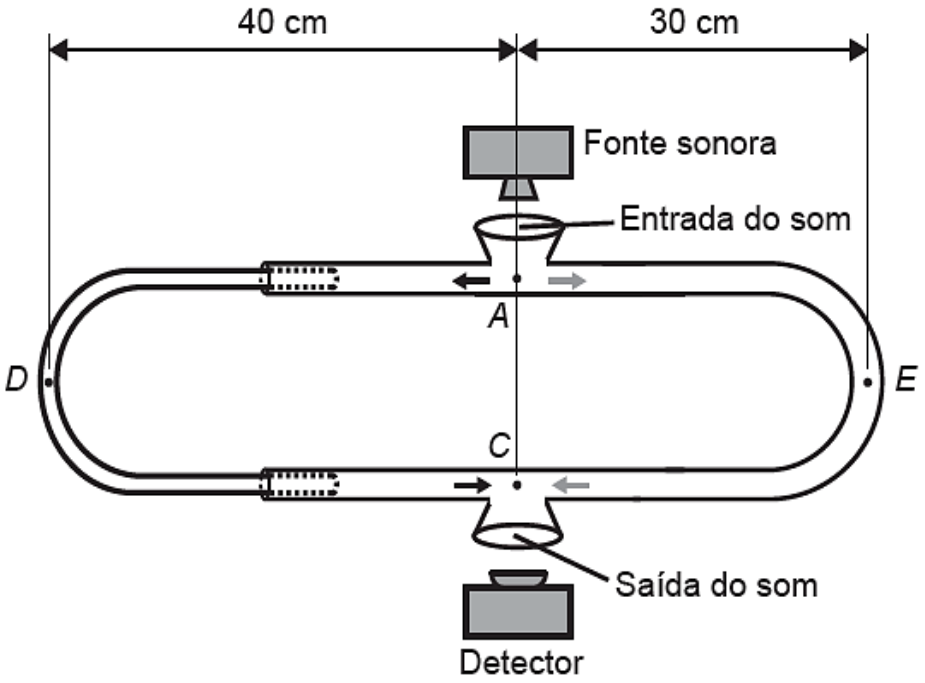
Item 053

2017 | F3-284

Regular; fonte: referência 3, página 91.

Questão 284 (2017.1)

O trombone de Quincke é um dispositivo experimental utilizado para demonstrar o fenômeno da Interferência de ondas sonoras. Uma fonte emite ondas sonoras de determinada frequência na entrada do dispositivo. Essas ondas se dividem pelos dois caminhos (ADC e AEC) e se encontram no ponto C, a saída do dispositivo, onde se posiciona um detector. O trajeto ADC pode ser aumentado pelo deslocamento dessa parte do dispositivo. Com o trajeto ADC igual ao AEC, capta-se um som muito intenso na saída. Entretanto, aumentando-se gradativamente o trajeto ADC, até que ele fique como mostrado na figura, a intensidade do som na saída fica praticamente nula. Desta forma, conhecida a velocidade do som no interior do tubo (320 m/s), é possível determinar o valor da frequência do som produzido pela fonte.



O valor da frequência, em hertz, do som produzido pela fonte sonora é:

A) 3200
B) 1600
C) 800
D) 640
E) 400.

Resolução **Resposta: C**

As duas semicircunferências têm comprimentos iguais; a diferença entre os caminhos vem dos trechos retos: $\Delta L = 2(40 - 30) = 20$ cm. No primeiro mínimo de interferência, $\Delta L = \lambda/2$, logo $\lambda = 40$ cm, ou 0,40 m. Portanto, $f = v/\lambda = 320/0{,}40 = 800$ Hz.

Resolução complementar.

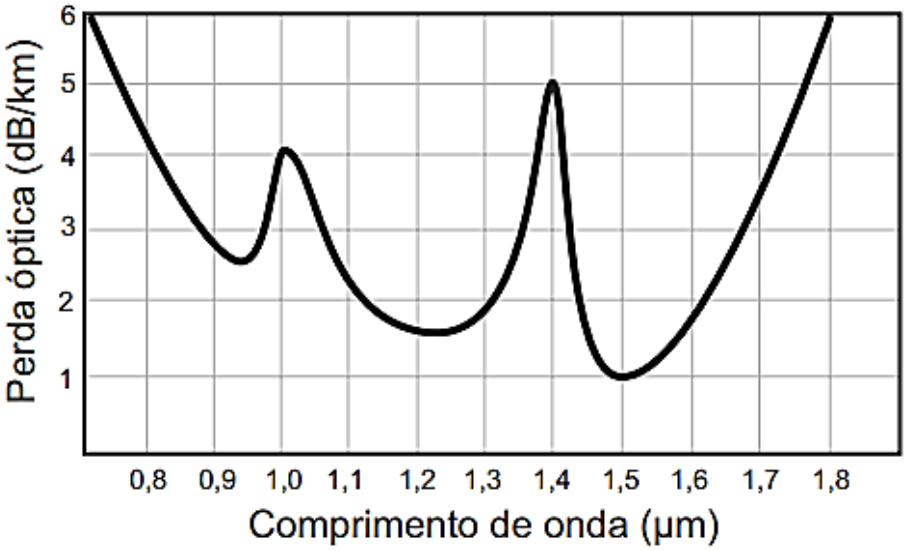
Item 054

2017 | F3-286

Regular; fonte: referência 3, página 92.

Questão 286 (2017.1)

Em uma linha de transmissão de informações por fibra óptica, quando um sinal diminui sua intensidade para valores inferiores a 10dB, este precisa ser retransmitido. No entanto, intensidades superiores a 100dB não podem ser transmitidas adequadamente. A figura apresenta como se dá a perda de sinal (perda óptica) para diferentes comprimentos de onda para certo tipo de fibra óptica.



(Atenuação e limitações das fibras ópticas. Disponível em: www gtauff.br. Acesso em: 25 maio 2017 - adaptado)

Qual é a máxima distância, em km, que um sinal pode ser enviado nessa fibra sem ser necessária uma retransmissão?

A) 6
B) 18
C) 60
D) 90
E) 100

Resolução **Resposta: D**

O sinal pode perder no máximo $100 - 10 = 90$ dB antes da retransmissão. Para alcançar a maior distância, usa-se o comprimento de onda de menor atenuação, aproximadamente 1 dB/km no gráfico. Assim, $d_{\max} = 90/1 = 90$ km.

Resolução complementar.

Item 055

2017 | F3-288

PPL; fonte: referência 3, página 93.

Questão 288 (2017.2)



(DAVIS, J. Disponível em: http://garfield.com. Acesso em: 15 ago. 2014)

A faixa espectral da radiação solar que contribui fortemente para o efeito mostrado na tirinha é caracterizada como:

A) Visível.
B) amarela.
C) vermelha.
D) ultravioleta.
E) infravermelha.

Resolução **Resposta: D**

O efeito da exposição solar representado na tirinha está associado à radiação ultravioleta, especialmente à faixa capaz de provocar alterações e lesões na pele. Ela tem frequência maior que a da luz visível. A faixa infravermelha está principalmente associada ao aquecimento.

Resolução complementar.

Item 056

2017 | F3-289

PPL; fonte: referência 3, página 94.

Questão 289 (2017.2)

Ao sintonizar uma estação de rádio AM, o ouvinte está selecionando apenas uma dentre as inúmeras ondas que chegam à antena receptora do aparelho.

Essa seleção acontece em razão da ressonância do circuito receptor com a onda que se propaga.

O fenômeno físico abordado no texto é dependente de qual característica da onda?

A) Amplitude.
B) Polarização.
C) Frequência.
D) Intensidade.
E) Velocidade.

Resolução **Resposta: C**

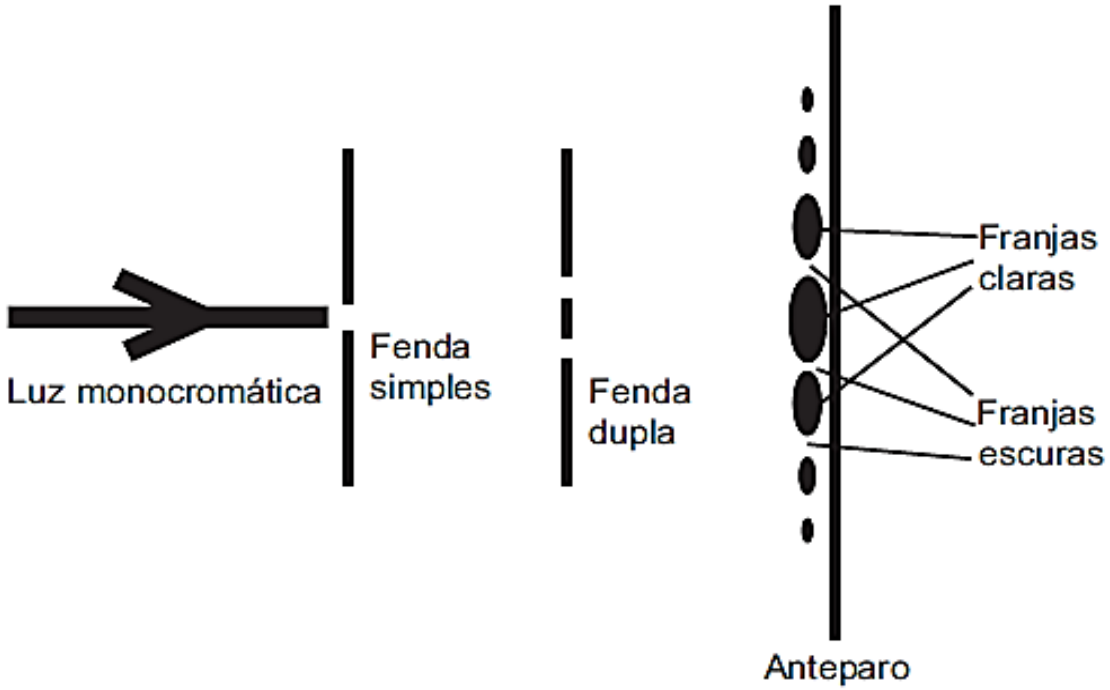
O circuito sintonizado responde com maior intensidade às ondas cuja frequência coincide com sua frequência natural. Ao ajustar o receptor, escolhe-se a frequência da estação desejada. Essa seleção por ressonância não depende de mudar a velocidade de propagação da onda.

Resolução complementar.

PPL; fonte: referência 3, página 96.

Questão 299 (2017.2)

O debate a respeito da natureza da luz perdurou por séculos, oscilando entre a teoria corpuscular e a teoria ondulatória. No início do século XIX, Thomas Young, com a finalidade de auxiliar na discussão, realizou o experimento apresentado de forma simplificada na figura. Nele, um feixe de luz monocromático passa por dois anteparos com fendas muito pequenas. No primeiro anteparo há uma fenda e no segundo, duas fendas. Após passar pelo segundo conjunto de fendas, a luz forma um padrão com franjas claras e escuras.



(SILVA, F. W. O. A evolução da teoria ondulatória da luz e os livros didáticos. Revista Brasileira de Ensino de Física, n. 1, 2007 - adaptado)

Com esse experimento, Young forneceu fortes argumentos para uma interpretação a respeito da natureza da luz, baseada em uma teoria:

A) corpuscular, justificada pelo fato de, no experimento, a luz sofrer dispersão e refração.
B) corpuscular, justificada pelo fato de, no experimento, a luz sofrer dispersão e reflexão.
C) ondulatória, justificada pelo fato de, no experimento, a luz sofrer difração e polarização.
D) ondulatória, justificada pelo fato de, no experimento, a luz sofrer interferência e reflexão.
E) ondulatória, justificada pelo fato de, no experimento, a luz sofrer difração e interferência.

Resolução **Resposta: E**

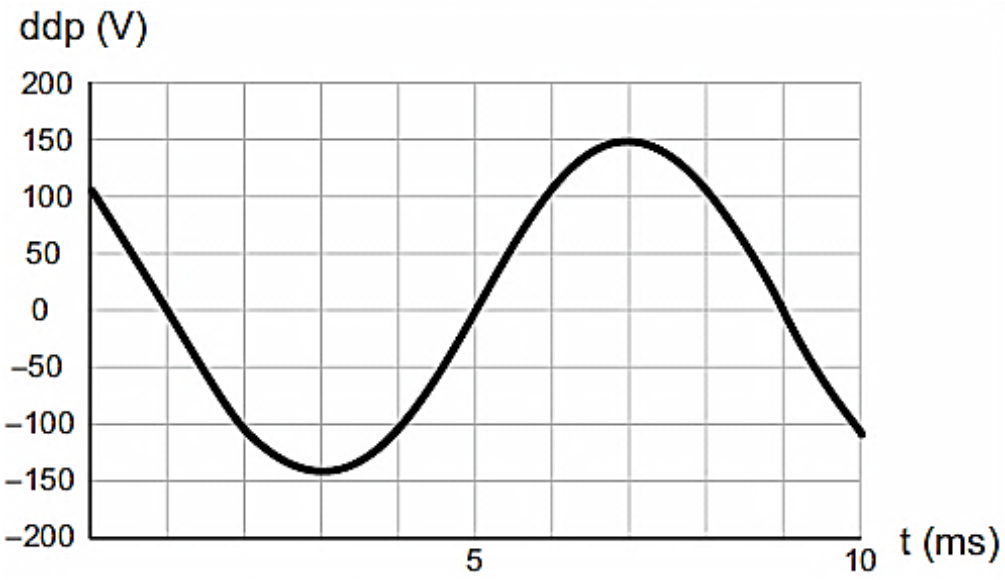
As fendas produzem difração, permitindo que a luz se espalhe e que os feixes se sobreponham. As franjas claras e escuras decorrem de interferência construtiva e destrutiva. Esse padrão fornece evidência da natureza ondulatória da luz.

Resolução complementar.

Item 058

PPL; fonte: referência 3, página 98.

Questão 302 (2017.2)
O osciloscópio é um instrumento que permite observar uma diferença de potencial (ddp) em um circuito elétrico em função do tempo ou em função de outra ddp. A leitura do sinal é feita em uma tela sob a forma de um gráfico tensão x tempo.



(BOMFIM, M. Disponível em: www.ufpr.br. Acesso em: 14 ago. 2012 - adaptado)

A frequência de oscilação do circuito elétrico estudado é mais próxima de:

A) 300 Hz.
B) 250 Hz.
C) 200 Hz.
D) 150 Hz.
E) 125 Hz.

Resolução **Resposta: E**

O período é o intervalo entre dois pontos equivalentes consecutivos da onda no osciloscópio. A leitura fornece aproximadamente 8 ms, ou 0,008 s. Portanto, $f = 1/T = 1/0{,}008 = 125$ Hz.

Resolução complementar.

Item 059

2018 | F3-305

Regular; fonte: referência 3, página 99.

Questão 305 (2018.1)

O sonorizador é um dispositivo físico implantado sobre a superfície de uma rodovia de modo que provoque uma trepidação e ruído quando da passagem de um veículo sobre ele, alertando para uma situação atípica à frente, como obras, pedágios ou travessia de pedestres. Ao passar sobre os sonorizadores, a suspensão do veículo sofre vibrações que produzem ondas sonoras, resultando em um barulho peculiar. Considere um veículo que passe com velocidade constante igual a 108 km/h sobre um sonorizador cujas faixas são separadas por uma distância de 8 cm.

(Disponível em: www.denatran.gov.br.
Acesso em: 2 set. 2015 adaptado)

A frequência da vibração do automóvel percebida pelo condutor durante a passagem nesse sonorizador é mais próxima de:

A) 8,6 hertz.
B) 13,5 hertz.
C) 375 hertz.
D) 1350 hertz.
E) 4860 hertz.

Resolução **Resposta: C**

A velocidade é $108/3{,}6 = 30$ m/s e o espaçamento é 8 cm, ou 0,08 m. A cada espaçamento percorrido ocorre uma excitação, logo $f = v/d = 30/0{,}08 = 375$ Hz.

Resolução complementar.

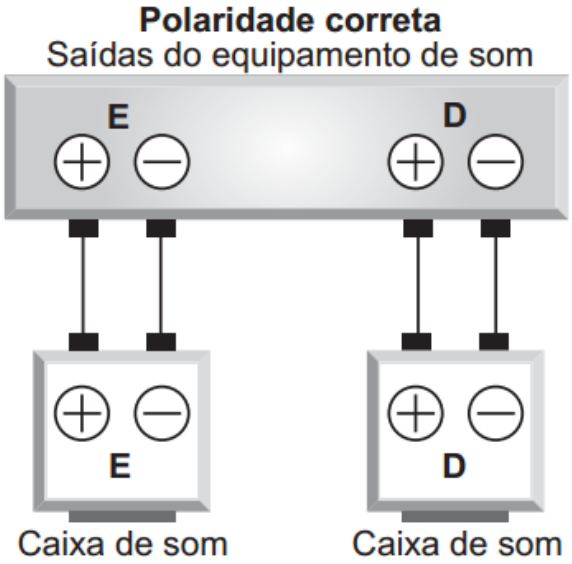
Item 060

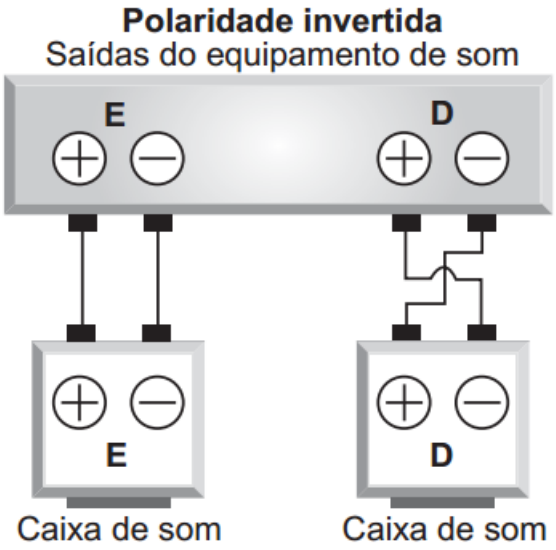
2018 | F3-309

Regular; fonte: referência 3, página 100.

Questão 309 (2018.1)

Nos manuais de instalação de equipamentos de som há o alerta aos usuários para que observem a correta polaridade dos fios ao realizarem as conexões das caixas de som. As figuras ilustram o esquema de conexão das caixas de som de um equipamento de som mono, no qual os alto-falantes emitem as mesmas ondas. No primeiro caso, a ligação obedece às especificações do fabricante e no segundo mostra uma ligação na qual a polaridade está invertida.





O que ocorre com os alto-falantes **E** e **D** se forem conectados de acordo com o segundo esquema?

A) O alto-falante **E** funciona normalmente e o **D** entra em curto-circuito e não emite som.
B) O alto-falante **E** emite ondas sonoras com frequências ligeiramente diferentes do alto-falante **D** provocando o fenômeno de batimento.
C) O alto-falante **E** emite ondas sonoras com frequências e fases diferentes do alto-falante **D** provocando o fenômeno conhecido como ruído.
D) O alto-falante **E** emite ondas sonoras que apresentam um lapso de tempo em relação às emitidas pelo alto-falante **D** provocando o fenômeno de reverberação.
E) O alto-falante **E** emite ondas sonoras em oposição de fase às emitidas pelo alto-falante **D** provocando o fenômeno de interferência destrutiva nos pontos equidistantes aos alto-falantes.

Resolução **Resposta: E**

Inverter a polaridade de uma das caixas inverte seu movimento para o mesmo sinal elétrico. As ondas passam a ser emitidas em oposição de fase, mantendo a frequência. Em pontos equidistantes dos alto-falantes, chegam com diferença de fase de 180° e podem produzir interferência destrutiva.

Resolução complementar.

Item 061

PPL; fonte: referência 3, página 105.

Questão 323 (2018.2)

O princípio básico de produção de imagens em equipamentos de ultrassonografia é a produção de ecos. O princípio pulso-eco refere-se à emissão de um pulso curto de ultrassom que atravessa os tecidos do corpo. No processo de interação entre o som e órgãos ou tecidos, uma das grandezas relevantes é a impedância acústica, relacionada à resistência do meio à passagem do som, definida pelo produto da densidade (ρ) do material pela velocidade (v) do som nesse meio. Quanto maior a diferença de impedância acústica entre duas estruturas, maior será a intensidade de reflexão do pulso e mais facilmente será possível diferenciá-las. A tabela mostra os diferentes valores de densidade e velocidade para alguns órgãos ou tecidos.

Estruturas	$\rho \left(\frac{kg}{m^3}\right)$	$v \left(\frac{m}{s}\right)$
Cérebro	1 020	1 530
Músculo	1 040	1 580
Gordura	920	1 450
Osso	1 900	4 040

(CAVALCANTE. M. A.; PEÇANHA, R.: LEITE, V. F. Princípios básicos de imagens ultrassônicos e a determinação da velocidade do som no ar através do eco. Física na Escola, n. 1, 2012 - adaptado)

Em uma imagem de ultrassom, as estruturas mais facilmente diferenciáveis são:

A) osso e gordura.
B) cérebro e osso.
C) gordura e cérebro.
D) músculo e cérebro.
E) gordura e músculo.

Resolução **Resposta: A**

Calcula-se a impedância por $Z = \rho v$. Para o osso, $Z = 1900 \cdot 4040 \approx 7{,}68 \cdot 10^6$; para a gordura, $Z = 920 \cdot 1450 \approx 1{,}33 \cdot 10^6$, em unidades SI. Esse é o maior contraste entre os pares propostos, produzindo maior reflexão e facilitando a distinção.

Resolução complementar.

Item 062

PPL; fonte: referência 3, página 106.

Questão 328 (2018.2)

Alguns modelos mais modernos de fones de ouvido contam com uma fonte de energia elétrica para poderem funcionar. Esses novos fones têm um recurso, denominado “Cancelador de Ruídos Ativo”, constituído de um circuito eletrônico que gera um sinal sonoro semelhante ao sinal externo de frequência fixa. No entanto, para que o cancelamento seja realizado, o sinal sonoro produzido pelo circuito precisa apresentar simultaneamente características específicas bem determinadas.

Quais são as características do sinal gerado pelo circuito desse tipo de fone de ouvido?

A) Sinal com mesma amplitude, mesma frequência e diferença de fase igual a 90° em relação ao sinal externo.
B) Sinal com mesma amplitude, mesma frequência e diferença de fase igual a 180° em relação ao sinal externo.
C) Sinal com mesma amplitude, mesma frequência e diferença de fase igual a 45° em relação ao sinal externo.
D) Sinal de amplitude maior, mesma frequência e diferença de fase igual a 90° em relação ao sinal externo.
E) Sinal com mesma amplitude, mesma frequência e mesma fase do sinal externo.

Resolução **Resposta: B**

Para cancelar uma onda sonora por superposição, a onda gerada precisa ter a mesma frequência e a mesma amplitude no ponto de cancelamento, mas fase oposta. A diferença de fase é 180°, fazendo a soma ideal das amplitudes ser zero.

Resolução complementar.

Item 063

2019 | F1-233

PPL; fonte: referência 1, página 145.

233. ENEM PPL 2019 ★

Um professor percebeu que seu apontador a *laser*, de luz monocromática, estava com o brilho pouco intenso. Ele trocou as baterias do apontador e notou que a intensidade luminosa aumentou sem que a cor do *laser* se alterasse. Sabe-se que a luz é uma onda eletromagnética e apresenta propriedades como amplitude, comprimento de onda, fase, frequência e velocidade.

Dentre as propriedades de ondas citadas, aquela associada ao aumento do brilho do *laser* é o(a)

a) amplitude.
b) frequência.
c) fase da onda.
d) velocidade da onda.
e) comprimento de onda.

GABARITO EM VÍDEO (CLIQUE)

Resolução **Resposta: A**

A intensidade de uma onda eletromagnética é proporcional ao quadrado da amplitude do campo. O aumento do brilho corresponde a maior amplitude. A cor permaneceu igual, indicando que a frequência e o comprimento de onda não foram alterados de modo relevante.

Resolução complementar.

Item 064

2019 | F1-260

Regular; fonte: referência 1, página 162.

260. ENEM 2019 ★★

A maioria das pessoas fica com a visão embaçada ao abrir os olhos debaixo d'água. Mas há uma exceção: o povo moken, que habita a costa da Tailândia. Essa característica se deve principalmente à adaptabilidade do olho e à plasticidade do cérebro, o que significa que você também, com algum treinamento, poderia enxergar relativamente bem debaixo d'água. Estudos mostraram que as pupilas de olhos de indivíduos moken sofrem redução significativa debaixo d'água, o que faz com que os raios luminosos incidam quase paralelamente ao eixo óptico da pupila.

GISLÉN, A. et al. Visual Training Improves Underwater Vision in Children. ***Vision Research*****, n. 46, 2006 (adaptado).**

A acuidade visual associada à redução das pupilas é fisicamente explicada pela diminuição

a) da intensidade luminosa incidente na retina.
b) da difração dos feixes luminosos que atravessam a pupila.
c) da intensidade dos feixes luminosos em uma direção por polarização.
d) do desvio dos feixes luminosos refratados no interior do olho.
e) das reflexões dos feixes luminosos no interior do olho.

GABARITO EM VÍDEO (CLIQUE)

Resolução **Resposta: D**

A pupila menor seleciona raios mais próximos do eixo óptico, reduzindo desvios associados aos raios mais oblíquos e melhorando a definição da imagem. Reduzir a abertura não diminui a difração; ao contrário, tende a aumentá-la. Entre as opções, a explicação apropriada é a redução dos desvios dos raios refratados.

Resolução complementar.

Item 065

2019 | F1-273

Regular; fonte: referência 1, página 169.

273. ENEM 2019 ★★

Quando se considera a extrema velocidade com que a luz se espalha por todos os lados e que, quando vêm de diferentes lugares, mesmo totalmente opostos, os raios luminosos se atravessam uns aos outros sem se atrapalharem, compreende-se que, quando vemos um objeto luminoso, isso não poderia ocorrer pelo transporte de uma matéria que venha do objeto até nós, como uma flecha ou bala atravessa o ar; pois certamente isso repugna bastante a essas duas propriedades da luz, principalmente a última.

Prof Luiz Fonseca - @Pdfpoa1

HUYGENS, C. in: MARTINS, R. A. Tratado sobre a luz, de Cristian Huygens. *Caderno de História e Filosofia da Ciência*, supl. 4, 1986.

O texto contesta que concepção acerca do comportamento da luz?

a) O entendimento de que a luz precisa de um meio de propagação, difundido pelos defensores da existência do éter.

b) O modelo ondulatório para a luz, o qual considera a possibilidade de interferência entre feixes luminosos.

c) O modelo corpuscular defendido por Newton, que descreve a luz como um feixe de partículas.

d) A crença na velocidade infinita da luz, defendida pela maioria dos filósofos gregos.

e) A ideia defendida pelos gregos de que a luz era produzida pelos olhos.

GABARITO EM VÍDEO (CLIQUE)

Polarização

Resolução **Resposta: C**

Huygens argumenta contra uma descrição da luz como transporte de corpúsculos materiais semelhante a projéteis, usando a passagem independente de feixes que se cruzam. O alvo histórico do argumento é o modelo corpuscular defendido por Newton. Isso não elimina a descrição quântica posterior da luz por fótons.

Resolução complementar.

Item 066

2020 | F1-254

Digital; fonte: referência 1, página 158.

254. ENEM DIGITAL 2020 ★

Para se deslocar e obter alimentos, alguns mamíferos, como morcegos e golfinhos, contam com a sofisticada capacidade biológica de detectar a posição de objetos e animais pela emissão e recepção de ondas ultrassônicas.

O fenômeno ondulatório que permite o uso dessa capacidade biológica é a

a) reflexão
b) difração
c) refração
d) dispersão
e) polarização

GABARITO EM VÍDEO (CLIQUE)

Prof Luiz Fonseca - @Polpoa1

Resolução **Resposta: A**

Os animais emitem ultrassom e detectam os ecos que retornam ao atingir obstáculos ou presas. Um eco é uma onda refletida. Medindo o atraso de ida e volta, pode-se estimar a distância por $d = v\Delta t/2$.

Resolução complementar.

Item 067

2020 | F1-263

PPL; fonte: referência 1, página 163.

263. ENEM PPL 2020 ★

Prof Luiz Fonseca - @Polpoa1

Alguns modelos mais modernos de fones de ouvido têm um recurso, denominado "cancelador de ruídos ativo", constituído de um circuito eletrônico que gera um sinal sonoro semelhante ao sinal externo (ruído), exceto pela sua fase oposta.

Qual fenômeno físico é responsável pela diminuição do ruído nesses fones de ouvido?

a) Difração.
b) Reflexão.
c) Refração.
d) Interferência.
e) Efeito Doppler.

GABARITO EM VÍDEO (CLIQUE)

Resolução **Resposta: D**

A onda gerada em fase oposta se soma ao ruído externo e reduz sua amplitude resultante na região de escuta. Esse processo é interferência destrutiva. Ele não exige uma reflexão ou uma alteração da frequência do ruído.

Resolução complementar.

Item 068

2020 | F1-264

Regular; fonte: referência 1, página 163.

264. ENEM 2020 ★

Os fones de ouvido tradicionais transmitem a música diretamente para os nossos ouvidos. Já os modelos dotados de tecnologia redutora de ruído – Cancelamento de Ruído (CR) – além de transmitirem música, também reduzem todo ruído inconsistente à nossa volta, como o barulho de turbinas de avião e aspiradores de pó. Os fones de ouvido CR não reduzem realmente barulhos irregulares como discursos e choros de bebês. Mesmo assim, a supressão do ronco das turbinas do avião contribui para reduzir a "fadiga de ruído", um cansaço persistente provocado pela exposição a um barulho alto por horas a fio. Esses aparelhos também permitem que nós ouçamos músicas ou assistamos a vídeos no trem ou no avião a um volume muito menor (e mais seguro).

Disponível em: http://tecnologia.uol.com.br. Acesso em: 21 abr. 2015 (adaptado).

A tecnologia redutora de ruído CR utilizada na produção de fones de ouvido baseia-se em qual fenômeno ondulatório?

a) Absorção.
b) Interferência.
c) Polarização.
d) Reflexão.
e) Difração.

GABARITO EM VÍDEO (CLIQUE)

Resolução **Resposta: B**

O cancelamento ativo produz uma onda sonora que se opõe à onda do ruído, reduzindo a resultante por superposição. O fenômeno é a interferência, especialmente destrutiva. Ruídos regulares são mais fáceis de prever e cancelar pelo circuito do aparelho.

Resolução complementar.

Item 069

2020 | F1-274

PPL; fonte: referência 1, página 170.

274. ENEM PPL 2020 ★

Alguns cinemas apresentam uma tecnologia em que as imagens dos filmes parecem tridimensionais, baseada na utilização de óculos 3D. Após atravessar cada lente dos óculos, as ondas luminosas, que compõem as imagens do filme, emergem vibrando apenas na direção vertical ou apenas na direção horizontal.

Com base nessas informações, o funcionamento dos óculos 3D ocorre por meio do fenômeno ondulatório de

a) difração
b) dispersão
c) reflexão
d) refração
e) polarização

GABARITO EM VÍDEO (CLIQUE)

Resolução **Resposta: E**

Selecionar uma direção de vibração de uma onda transversal é polarizá-la. As lentes transmitem componentes de polarizações diferentes, permitindo entregar imagens distintas aos dois olhos. Assim, o fenômeno informado no enunciado é a polarização.

Resolução complementar.

Item 070

2020 | F1-290

Regular; fonte: referência 1, página 178.

290. ENEM 2020 ★★★

Dois engenheiros estão verificando se uma cavidade perfurada no solo está de acordo com o planejamento de uma obra, cuja profundidade requerida é de 30 m. O teste é feito por um dispositivo denominado oscilador de áudio de frequência variável, que permite relacionar a profundidade com os valores da frequência de duas ressonâncias consecutivas, assim como em um tubo sonoro fechado. A menor frequência de ressonância que o aparelho mediu foi 135 Hz Considere que a velocidade do som dentro da cavidade perfurada é de 360 $m.s^{-1}$.

Se a profundidade estiver de acordo com o projeto, qual será o valor da próxima frequência de ressonância que será medida?

a) 137 Hz
b) 138 Hz
c) 141 Hz
d) 144 Hz
e) 159 Hz

GABARITO EM VÍDEO (CLIQUE)

Efeito Doppler

Resolução **Resposta: C**

Em um tubo fechado em uma extremidade, as ressonâncias são harmônicos ímpares e duas ressonâncias consecutivas se separam por $\Delta f = v/(2L)$. Com L=30 m, $\Delta f = 360/60 = 6$ Hz. Após a ressonância medida de 135 Hz, a próxima é $135 + 6 = 141$ Hz.

Resolução complementar.

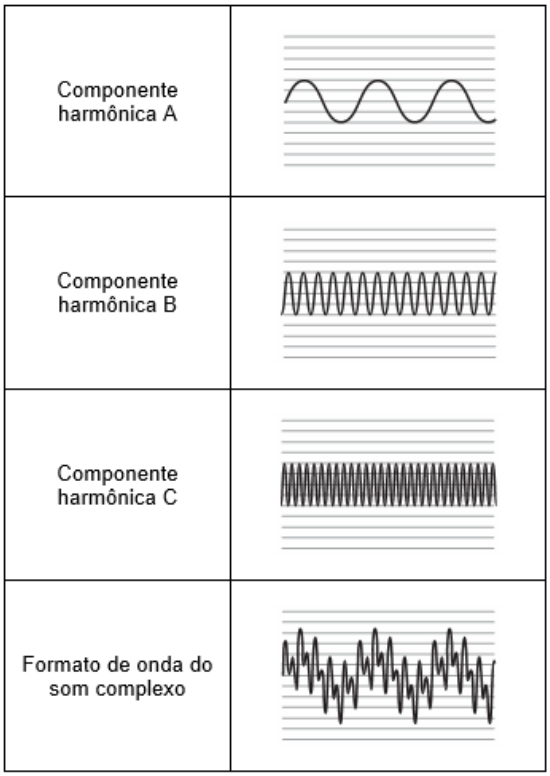
Item 071

2021 | F1-237

Regular; fonte: referência 1, página 148.

237. ENEM 2021 ★

As notas musicais, assim como a grande maioria dos sons encontrados na natureza, são complexas e formadas pela superposição de várias ondas senoidais. A figura apresenta três componentes harmônicas e a composição resultante, construídas na mesma escala, para um instrumento sonoro. Essa composição carrega uma "assinatura sônica" ou timbre do corpo que a produz.



RODRIGUES, F. V. Fisiologia da música: uma abordagem comparativa (Revisão). *Revista da Biologia*, v. 2, jun 2008. Disponível em: www.ib.usp.br. Acesso em: 22 jun 2012 (adaptado).

Essas componentes harmônicas apresentam iguais

a) amplitude e velocidade.
b) amplitude e frequência.
c) frequência e velocidade.
d) amplitude e comprimento de onda.
e) frequência e comprimento de onda.

GABARITO EM VÍDEO (CLIQUE)

Resolução

Resposta: A

As três componentes têm a mesma amplitude representada na escala vertical. Suas frequências e comprimentos de onda são diferentes, pois são harmônicos distintos. Ao se propagarem no mesmo meio nas mesmas condições, têm a mesma velocidade. Portanto, coincidem amplitude e velocidade.

Resolução complementar.

Item 072

2021 | F1-239

Regular; fonte: referência 1, página 149.

239. ENEM 2021 ★

O eletrocardiograma é um exame cardíaco que mede a intensidade dos sinais elétricos advindos do coração. A imagem apresenta o resultado típico obtido em um paciente saudável e a intensidade do sinal (V_{EC}) em função do tempo.



De acordo com o eletrocardiograma apresentado, qual foi número de batimentos cardíacos por minuto desse paciente durante o exame?

a) 30
b) 60
c) 100
d) 120
e) 180

Prof Luiz Fonseca - @Polpoa1

GABARITO EM VÍDEO (CLIQUE)

Resolução **Resposta: B**

A escala horizontal indica 0,2 s por divisão. Entre dois picos principais consecutivos há cinco divisões, dando $T = 5 \cdot 0{,}2 = 1$ s. Isso corresponde a um batimento por segundo, ou 60 batimentos por minuto.

Resolução complementar.

Item 073

2021 | F1-247

PPL; fonte: referência 1, página 153.

247. ENEM PPL 2021 ★★

Prof Luiz Fonseca - @Polpoa1

Especificações técnicas	
Consumo de energia:	127 V ~ 60 Hz, 1.200 W
Potência máxima:	700 W
Frequência operacional:	2.450 MHz
Dimensões externas (A x L x P):	(26,5 x 45,3 x 32,8) cm
Dimensões do compartimento do forno (A x L x P):	(22,5 x 32,0 x 29,2) cm
Capacidade do forno:	20 litros
Uniformidade de cozimento:	Sistema de prato giratório
Peso líquido:	10,22 kg

O quadro contém as especificações técnicas de um forno de micro-ondas, em que é possível distinguir entre a potência consumida pelo eletrodoméstico quando ligado em uma rede elétrica sob determinadas condições de tensão elétrica e frequência e a máxima potência fornecida aos alimentos nele aquecidos. Também distinguem-se a frequência de micro-ondas, à qual o alimento é submetido, e a frequência da rede elétrica. Utiliza-se esse equipamento para descongelar um alimento durante 15 minutos, em potência máxima.

Durante o descongelamento, a frequência da onda eletromagnética que aquece o alimento e a quantidade aproximada de energia fornecida para aquecê-lo são, respectivamente,

a) 2450 MHz e 630 kJ.
b) 2450 MHz e 114 kJ.
c) 2390 MHz e 630 kJ.
d) 60 Hz e 114 kJ.
e) 60 Hz e 127 kJ.

GABARITO EM VÍDEO (CLIQUE)

Resolução **Resposta: A**

A frequência que aquece o alimento é a operacional do magnetron, 2450 MHz, e não a frequência de 60 Hz da rede. A potência útil máxima é 700 W. Em 15 minutos, a energia fornecida ao alimento é $E = 700 \cdot 900 = 630000$ J, ou 630 kJ.

Resolução complementar.

PPL; fonte: referência 1, página 160.

257. ENEM PPL 2021 ★

Em 2002, um mecânico da cidade mineira de Uberaba (MG) teve uma ideia para economizar o consumo de energia elétrica e iluminar a própria casa num dia de sol. Para isso, ele utilizou garrafas plásticas PET com água e cloro, conforme ilustram as figuras. Cada garrafa foi fixada ao telhado de sua casa em um buraco com diâmetro igual ao da garrafa, muito maior que o comprimento de onda da luz. Nos últimos dois anos, sua ideia já alcançou diversas partes do mundo e deve atingir a marca de 1 milhão de casas utilizando a "luz engarrafada".



ZOBEL, G. *Brasileiro inventor de "luz engarrafada" tem ideia espalhada pelo mundo*. Disponível em: www.bbc.com. Acesso em: 23 jun. 2022 (adaptado).

Que fenômeno óptico explica o funcionamento da "luz engarrafada"?

a) Difração
b) Absorção
c) Polarização
d) Reflexão
e) Refração

GABARITO EM VÍDEO (CLIQUE)

eca - @Polpoa1

Resolução **Resposta: E**

A luz solar muda de direção ao atravessar as interfaces entre ar, plástico e água. A geometria da garrafa distribui essa luz para dentro do cômodo por refração. O buraco é muito maior que o comprimento de onda, portanto a difração não é o mecanismo principal destacado.

Resolução complementar.

Item 075

2021 | F1-289

Regular; fonte: referência 1, página 178.

289. ENEM 2021 ★★

O sino dos ventos é composto por várias barras metálicas de mesmo material e espessura, mas de comprimentos diferentes, conforme a figura.

Prof Luiz Fonseca - @Polpoa1



Considere f_1 e v_1, respectivamente, como a frequência fundamental e a velocidade de propagação do som emitido pela barra de menor comprimento, e f_2 e v_2 são essas mesmas grandezas para o som emitido pela barra de maior comprimento.

As relações entre as frequências fundamentais e entre as velocidades de propagação são, respectivamente,

a) $f_1 < f_2$ e $v_1 < v_2$
b) $f_1 < f_2$ e $v_1 = v_2$
c) $f_1 < f_2$ e $v_1 > v_2$
d) $f_1 > f_2$ e $v_1 = v_2$
e) $f_1 > f_2$ e $v_1 > v_2$

GABARITO EM VÍDEO (CLIQUE)

Resolução

Resposta: D

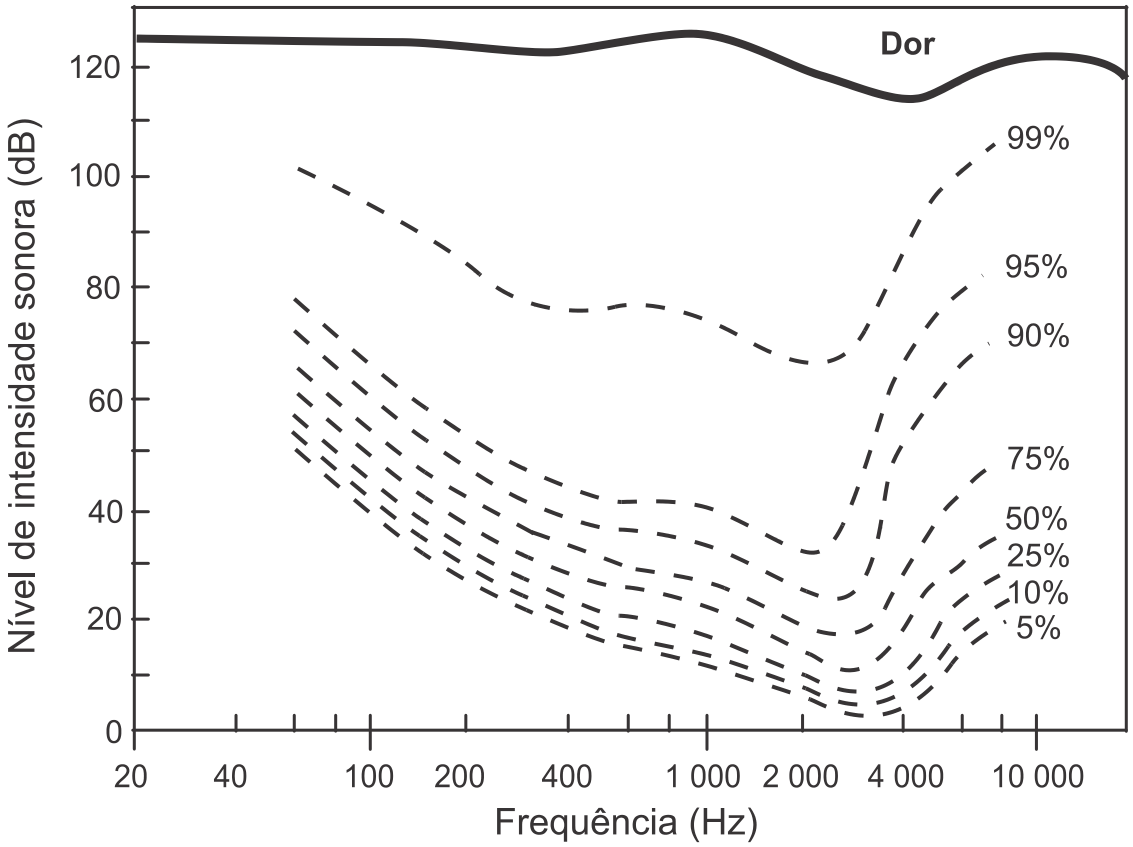
A barra mais curta tem maior frequência fundamental e emite som mais agudo: $f_1 > f_2$. Depois de emitidos, os sons se propagam pelo mesmo ar e têm a mesma velocidade aproximada, $v_1 = v_2$. A velocidade no ar não aumenta simplesmente porque a nota é mais aguda.

Resolução complementar.

PPL; fonte: referência 1, página 183.

297. ENEM PPL 2022 ★★

O audiograma corresponde a uma maneira objetiva de se representar a sensibilidade auditiva para diferentes frequências sonoras. Quanto maior a sensibilidade, menor é a intensidade necessária para que o som seja detectado. No gráfico, cada curva tracejada corresponde a uma determinada porcentagem de uma mesma população testada.
A curva cheia superior corresponde aos níveis de intensidade sonora relatados como dolorosos.



LENT, R. *Cem bilhões de neurônios?* Conceitos fundamentais de neurociência. São Paulo: Atheneu, 2010 (adaptado).

A faixa de frequência, em Hz, na qual a maioria da população testada tem maior sensibilidade auditiva, encontra-se

a) Abaixo de 80
b) Entre 80 e 100
c) Entre 2000 e 4000
d) Entre 4000 e 10 000
e) Acima de 10 000

GABARITO EM VÍDEO (CLIQUE)

Item 076 – resolução

2022 / F1-297

Resolução

Resposta: C

Maior sensibilidade significa menor intensidade necessária para perceber o som. Assim, procura-se a região em que as curvas de limiar auditivo atingem seus mínimos. No audiograma, esses mínimos ficam aproximadamente entre 2000 e 4000 Hz.

Resolução complementar.

Item 077

2023 | F1-235

Regular; fonte: referência 1, página 146.

235. ENEM 2023 ★

Informações digitais — dados — são gravadas em discos ópticos, como CD e DVD, na forma de cavidades microscópicas. A gravação e a leitura óptica dessas informações são realizadas por um laser (fonte de luz monocromática).

Prof Luiz Fonseca - @Polpoa1

Quanto menores as dimensões dessas cavidades, mais dados são armazenados na mesma área do disco. O fator limitante para a leitura de dados é o espalhamento da luz pelo efeito de difração, fenômeno que ocorre quando a luz atravessa um obstáculo com dimensões da ordem de seu comprimento de onda. Essa limitação motivou o desenvolvimento de lasers com emissão em menores comprimentos de onda, possibilitando armazenar e ler dados em cavidades cada vez menores.

Em qual região espectral se situa o comprimento de onda do laser que otimiza o armazenamento e a leitura de dados em discos de uma mesma área?

a) Violeta
b) Azul
c) Verde
d) Vermelho
e) Infravermelho

GABARITO EM VÍDEO (CLIQUE)

Resolução **Resposta: A**

Para ler cavidades menores, é preciso reduzir o comprimento de onda e, assim, a limitação por difração. Entre as faixas oferecidas, o violeta possui o menor comprimento de onda. Por isso, permite maior densidade de armazenamento nas mesmas dimensões de disco.

Resolução complementar.

PPL; fonte: referência 1, página 156.

251. ENEM PPL 2023 ★★

A primeira tecnologia comercial de comunicação da internet foi realizada usando a rede de voz telefônica, implantada por pares de fios condutores (par trançado), que permitiam uma transferência máxima de 56 kbps (quilobites por segundo). Nesse padrão de comunicação, a transferência se faz usando uma onda quadrada modulada, com os níveis 1 e 0 representados pela diferença de potencial (d.d.p.) nos fios ou pela ausência dessa d.d.p.

Nas comunicações atuais, a capacidade de transferência de dados por fibra óptica ou micro-ondas (usando uma onda de 2,5 GHz na tecnologia 4G ou uma de 3,5 GHz na tecnologia 5G) é muito superior. Na 5G está prevista uma capacidade de transferência superior a 10 Gbps para cada dispositivo conectado. Considere que a informação é transportada a uma velocidade igual a 2/3 da velocidade da luz ($c = 3 \times 10^8$ m/s), por uma perturbação do campo elétrico ou por uma onda eletromagnética.

Os comprimentos, em metro, de um bit de informação transportado no par trançado e na rede 5G, respectivamente, são mais próximos de

a) $3{,}6 \times 10^{3}$ e $2{,}0 \times 10^{-2}$
b) $3{,}6 \times 10^{3}$ e $8{,}6 \times 10^{-2}$
c) $3{,}6 \times 10^{-1}$ e $2{,}0 \times 10^{-1}$
d) $5{,}4 \times 10^{-1}$ e $8{,}6 \times 10^{-2}$
e) $5{,}4 \times 10^{-1}$ e $3{,}0 \times 10^{-2}$

Prof Luiz @Polpoa1

GABARITO EM VÍDEO (CLIQUE)

Resolução **Resposta: A**

A velocidade da informação é $v = (2/3)c = 2 \cdot 10^8$ m/s. O comprimento espacial de um bit é $\ell = v/\text{taxa de bits}$. No par trançado, $\ell = 2 \cdot 10^8/(56 \cdot 10^3) \approx 3{,}6 \cdot 10^3$ m. Para 10 Gbps, $\ell = 2 \cdot 10^8/10^{10} = 2 \cdot 10^{-2}$ m.

Resolução complementar.

Item 079

2023 | F1-266

Regular; fonte: referência 1, página 164.

266. ENEM 2023 ★

É comum em viagens de avião sermos solicitados a desligar aparelhos cujo funcionamento envolva a emissão ou a recepção de ondas eletromagnéticas, como celulares. A justificativa dada para esse procedimento é, entre outras coisas, a necessidade de eliminar fontes de sinais eletromagnéticos que possam interferir nas comunicações, via rádio, dos pilotos com a torre de controle.

Essa interferência poderá ocorrer somente se as ondas emitidas pelo celular e as recebidas pelo rádio do avião

a) forem ambas audíveis.
b) tiverem a mesma potência.
c) tiverem a mesma frequência.
d) tiverem a mesma intensidade.
e) propagarem-se com velocidades diferentes.

GABARITO EM VÍDEO (CLIQUE)

Resolução **Resposta: C**

No modelo de comunicação do item, o rádio seleciona uma faixa de frequência. Um sinal indesejado na mesma frequência pode entrar nessa recepção e prejudicar a mensagem. Portanto, a alternativa pretendida é C; não é necessário que as ondas tenham a mesma potência ou intensidade.

Resolução complementar.

Item 080

2023 | F1-282

Regular; fonte: referência 1, página 174.

282. ENEM 2023 ★

Na tirinha de Mauricio de Sousa, os personagens Cebolinha e Cascão fazem uma brincadeira utilizando duas latas e um barbante. Ao perceberem que o som pode ser transmitido através do barbante, resolvem alterar o comprimento do barbante para ficar cada vez mais extenso. As demais condições permaneceram inalteradas durante a brincadeira.



SOUSA, M. Disponível em: www.monica.com.br. Acesso em: 2 out. 2012 (adaptado).

Na prática, à medida que se aumenta o comprimento do barbante, ocorre a redução de qual característica da onda sonora?

a) Altura
b) Período
c) Amplitude
d) Velocidade
e) Comprimento de onda.

GABARITO EM VÍDEO (CLIQUE)

Resolução **Resposta: C**

No barbante real, parte da energia vibratória se dissipa ao longo do percurso. Com um comprimento maior, a onda chega com menor energia e amplitude, tornando o som menos intenso. A frequência continua determinada pela voz que produziu a vibração.

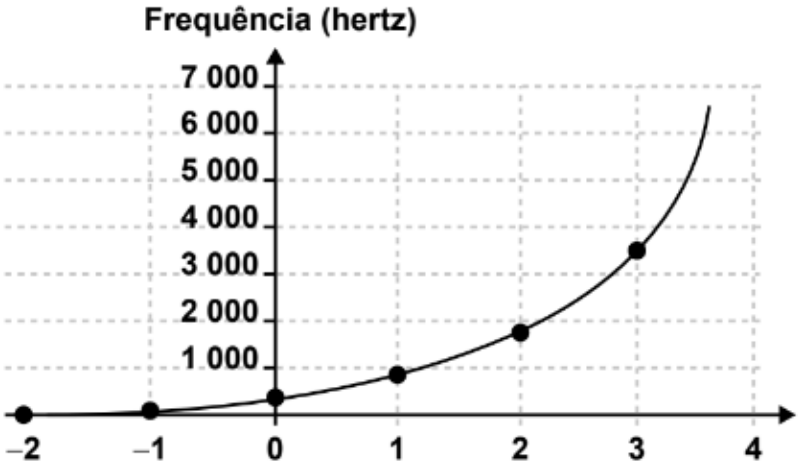
Resolução complementar.

PPL; fonte: referência 1, página 175.

283. ENEM PPL 2023 ★

A altura de uma nota musical é determinada pela frequência da vibração que a nota causa. No piano, considere como referência a nota Lá, cuja frequência é 440 hertz, e a existência de outras notas Lá com frequências acima e abaixo desta. A tabela a seguir mostra as frequências de algumas notas Lá, em função do número n de oitavas abaixo e acima do Lá de referência, e o gráfico corresponde a uma função contínua que passa pelos pontos dados na tabela.

Número *n* de oitavas	Número de hertz
–2	110
–1	220
0	440
1	880
2	1 760
3	3 520



JABLONSKI, F. J. **Astrofísica observacional**. Disponível em: http://mtc-m18.sid.inpe.br. Acesso em: 28 dez. 2012 (adaptado).

Prof L lpoa1

A partir dessas informações, verifica-se que

a) a variação da frequência da nota Lá é constante e igual a 2.

b) a frequência da nota Lá cresce exponencialmente em função do número n de oitavas.

c) para cada oitava acima da nota Lá usada como referência, a variação da frequência é 110 hertz.

d) a função que estabelece a relação entre o número de oitavas e a frequência da nota Lá é decrescente somente entre −2 e 0.

e) a função que estabelece a relação entre o número de oitavas e a frequência da nota Lá é decrescente para as oitavas abaixo e crescente para as oitavas acima do Lá usado como referência.

GABARITO EM VÍDEO (CLIQUE)

Item 081 – resolução

2023 / F1-283

Resolução

Resposta: B

Cada oitava acima dobra a frequência e cada oitava abaixo a divide por dois. A relação é $f(n) = 440 \cdot 2^n$, uma função exponencial crescente para todos os valores de n. A razão entre frequências consecutivas é constante, mas a diferença não é.

Resolução complementar.

Item 082

2023 | F1-299

Regular; fonte: referência 1, página 185.

299. ENEM 2023 ★★

O bluetooth é uma tecnologia de comunicação sem fio, de curto alcance, presente em diferentes dispositivos eletrônicos de consumo. Ela permite que aparelhos eletrônicos diferentes se conectem e troquem dados entre si. No padrão bluetooth, denominado de Classe 2, as antenas transmitem sinais de potência igual a 2,4 mW e possibilitam conectar dois dispositivos distanciados até 10 m. Considere que essas antenas se comportam como fontes puntiformes que emitem ondas eletromagnéticas esféricas e que a intensidade do sinal é calculada pela potência por unidade de área. Considere 3 como valor aproximado para π.

Para que o sinal de bluetooth seja detectado pelas antenas, o valor mínimo de sua intensidade, em W/m², é mais próximo de

a) $2{,}0 \times 10^{-6}$.
b) $2{,}0 \times 10^{-5}$.
c) $2{,}4 \times 10^{-5}$.
d) $2{,}4 \times 10^{-3}$.
e) $2{,}4 \times 10^{-1}$.

GABARITO EM VÍDEO (CLIQUE)

Movimentos Oscilatórios

Resolução **Resposta: A**

A potência é 2,4 mW $= 2{,}4 \cdot 10^{-3}$ W. A 10 m, ela se distribui pela área esférica $A = 4\pi r^2 = 4 \cdot 3 \cdot 100 = 1200$ m^2. Logo, $I = P/A = 2 \cdot 10^{-6}$ W/m^2.

Resolução complementar.

Item 083

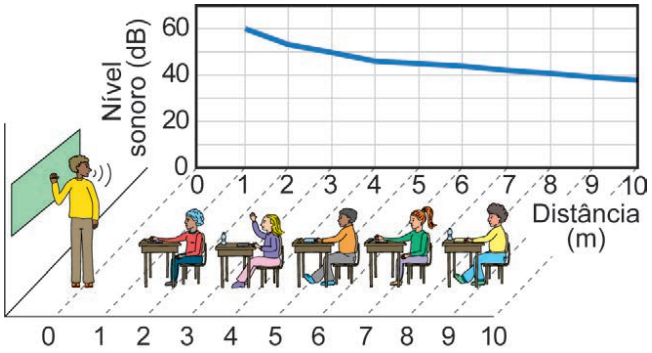
2024 | O2024-101

Regular; fonte: INEP, caderno azul, página 5; questão original 101.

QUESTÃO 101

A saúde do professor: acústica arquitetônica

Dentre os parâmetros acústicos que afetam a inteligibilidade dos sons emitidos em ambientes fechados, destacam-se o ruído de fundo do ambiente e o decréscimo do nível sonoro com a distância da fonte emissora. Assim, sentar-se no fundo da sala de aula pode prejudicar a aprendizagem dos estudantes, por impedir que eles distingam, com precisão, os sons emitidos, diminuindo a inteligibilidade da fala de seus professores. Considere a situação exemplificada pelo infográfico: à distância de 1 metro, o nível sonoro da fala de um professor é de 60 dB e diminui com a distância. Considere, ainda, que o ruído de fundo nessa sala de aula pode chegar a 45 dB e que, para ser compreendida, o nível sonoro da fala do professor deve estar 5 dB acima desse ruído.



Disponível em: www.ufrrj.br. Acesso em: 2 dez. 2021 (adaptado).

Para um valor máximo do ruído de fundo, a maior distância que um estudante pode estar do professor para que ainda consiga compreender sua fala é mais próxima de

A 3,0 m.
B 4,5 m.
C 6,5 m.
D 8,0 m.
E 9,5 m.

Resolução **Resposta: A**

A fala precisa atingir pelo menos $45+5 = 50\,\text{dB}$. A queda permitida desde 1 m é de 10 dB. Para propagação com intensidade proporcional a $1/r^2$, $10 = 20\log_{10}(r/1)$, resultando em $r = \sqrt{10} \simeq 3,16\,\text{m}$. A opção mais próxima é 3,0 m.

Resolução complementar.

Item 084

2024 | O2024-99

Regular; fonte: INEP, caderno azul, página 4; questão original 99.

QUESTÃO 99

Uma ambulância em alta velocidade com a sirene ligada desloca-se em direção a um radar operado por uma pessoa. O radar emite ondas de rádio com frequência f_0 que são refletidas pela dianteira da ambulância, retornando para o detector com frequência f_r. A percepção do operador do radar, em relação ao som emitido pela sirene, é de que este se altera à medida que a ambulância se aproxima ou se afasta.

Durante a aproximação, como o operador percebe o som da sirene e qual é a relação entre as frequências f_r e f_0 medidas pelo radar?

A Mais grave do que o som emitido e $f_r < f_0$.
B Mais agudo do que o som emitido e $f_r < f_0$.
C Mais agudo do que o som emitido e $f_r = f_0$.
D Mais agudo do que o som emitido e $f_r > f_0$.
E Mais grave do que o som emitido e $f_r > f_0$.

Resolução **Resposta: D**

Na aproximação, o efeito Doppler aumenta a frequência do som percebido: a sirene parece mais aguda. A reflexão das ondas de rádio na ambulância que se aproxima também aumenta a frequência recebida pelo radar, portanto $f_r > f_0$. A alternativa D reúne as duas conclusões.

Resolução complementar.

Item 085

2025 | O2025-114

Regular; fonte: INEP, caderno azul, página 8; questão original 114.

QUESTÃO 114

A tirinha ilustra um processo físico em que uma onda sonora, produzida pela Mônica, causa a quebra das taças de cristal. O fenômeno ondulatório que provoca a quebra das taças só é possível em razão de uma característica da voz produzida pela Mônica naquele momento, que, diferentemente do que sugere a tirinha, não está relacionada à sua intensidade.



Disponível em: https://artedafisicapibid.blogspot.com. Acesso em: 23 nov. 2021 (adaptado).

Esse fenômeno e a característica associada à voz da Mônica são, respectivamente,

A reflexão e comprimento de onda.
B ressonância e frequência.
C interferência e velocidade.
D ressonância e timbre.
E reflexão e amplitude.

Resolução **Resposta: B**

O fenômeno é a ressonância: a frequência da excitação sonora se aproxima de uma frequência natural de vibração da taça, favorecendo uma grande amplitude de oscilação. A frequência é a característica determinante entre as opções; intensidade e duração suficientes também são necessárias para uma quebra real.

Resolução complementar.

Item 086

2025 | O2025-132

Regular; fonte: INEP, caderno azul, página 13; questão original 132.

QUESTÃO 132

O nível sonoro, em decibel (dB), é calculado pela expressão:

$$n = 10 \log_{10}\left(\frac{I}{I_0}\right)$$

Uma conversa normal entre duas pessoas gera sons de níveis sonoros entre 50 e 60 dB, enquanto pessoas gritando podem gerar sons de níveis superiores a 100 dB. Supondo que, no centro de um estádio de futebol, foram realizadas medidas para avaliar o ruído médio de uma pessoa gritando a palavra "gol" em diferentes posições das arquibancadas. O valor médio obtido, considerando um grande número de medidas, foi de 100 dB. Com esse dado, estimou-se o ruído sonoro produzido por 10 000 pessoas, distribuídas aleatoriamente nas arquibancadas, enquanto gritavam, simultaneamente, a palavra "gol".

O valor médio estimado para o ruído produzido por essas pessoas, na posição central desse estádio hipotético, foi de

A) 60 dB.
B) 104 dB.
C) 140 dB.
D) 400 dB.
E) 800 dB.

Resolução **Resposta: Anulada**

O gabarito oficial indica anulação. No modelo de fontes independentes com intensidades médias iguais, as intensidades se somam: $I_{\text{total}} = 10000 I_1$. Então, $n_{\text{total}} = 100 + 10\log_{10}(10000) = 100 + 40 = 140\,\text{dB}$, correspondente a C como resultado desse modelo. A média de níveis em decibéis, porém, não determina sozinha a média das intensidades; a passagem entre essas médias exige hipóteses adicionais. O cálculo apresentado é condicional e não altera o status oficial de anulação.

Resolução complementar.

Item 087

Regular; fonte: INEP, caderno azul, página 15; questão original 135.

QUESTÃO 135

A icterícia é uma doença que acomete recém-nascidos e pode ser tratada com um método de fototerapia conhecido como banho de luz, que consiste na exposição do recém-nascido a uma fonte luminosa equipada com LEDs azuis. Para o monitoramento da dosagem dessa radiação, é utilizada a resposta óptica de um sensor constituído de materiais orgânicos que luminescem quando expostos à luz azul. Com o passar do tempo, essa radiação oxida os materiais do sensor, alterando sua coloração de vermelho-laranja para verde, o que indica o final do tratamento.

O gráfico apresenta o espectro de fotoluminescência do sensor em função do comprimento de onda da luz emitida no início do tratamento, quando o sensor, colado na fralda do bebê (Figura 1), luminesce na região do vermelho-laranja (~600 nm). A Figura 2 apresenta a evolução da coloração do sensor, mostrando que a frequência da luz emitida por ele aumenta em função do tempo de exposição à luz azul.

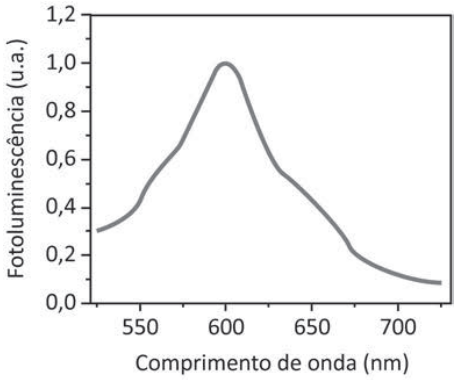




Figura 1

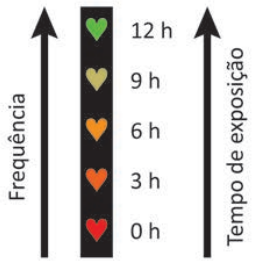
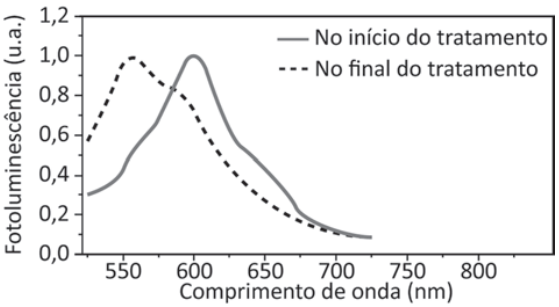


Figura 2

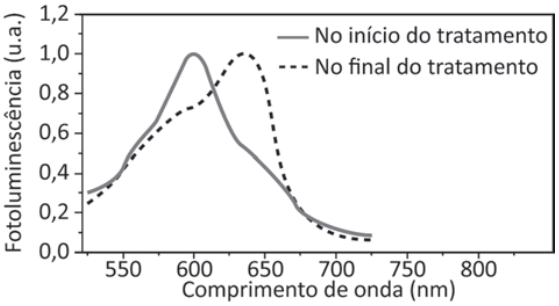
SILVA, M. M. et al. Fabricação de sensor orgânico flexível para aplicação em terapia com luz azul. **Tecnol. Metal. Mater. Miner.**, n. 3, jul.-set. 2011 (adaptado).

Os espectros de fotoluminescência do sensor no início e no final do tratamento estão esboçados no gráfico:

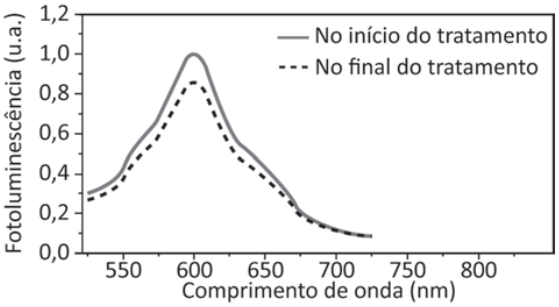
A



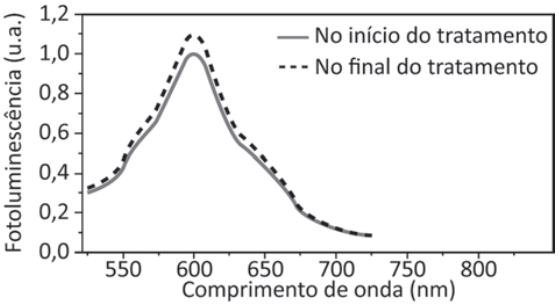
B



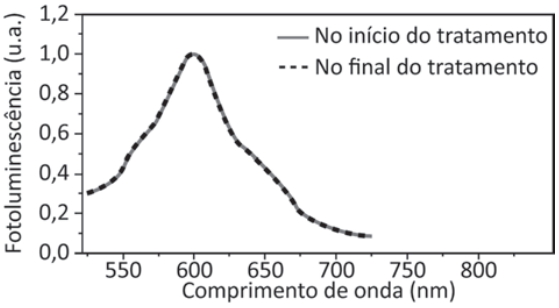
C



D



E



Item 087 – resolução

2025 / O2025-135

Resolução

Resposta: A

A relação entre frequência e comprimento de onda é $f = c/\lambda$. Como a frequência emitida aumenta durante a exposição, o pico do espectro deve se deslocar de aproximadamente 600 nm para comprimentos de onda menores, na região verde. O gráfico A mostra esse deslocamento para a esquerda. O item pergunta pela resposta óptica do sensor.

Resolução complementar.

Item 088

2026 | O2026-96

Regular; fonte: INEP, caderno amarelo, página 3; questão original 96.

QUESTÃO 96

Uma instalação de radar, usada para rastrear aviões, emite ondas eletromagnéticas com velocidade estimada de 300 mil quilômetros por segundo. Um avião que saiu da rota foi localizado em um raio de 75 quilômetros do aeroporto onde fica o radar. O operador usou o tempo dispendido para enviar e receber a resposta com a finalidade de estimar a localização do avião.



Disponível em: www.pasternack.com.
Acesso em: 1 abr. 2026 (adaptado).

O tempo, em segundo, medido foi de

A $2{,}0 \times 10^{3}$ s.
B $4{,}0 \times 10^{0}$ s.
C $5{,}0 \times 10^{-1}$ s.
D $1{,}5 \times 10^{-3}$ s.
E $5{,}0 \times 10^{-4}$ s.

Resolução **Resposta: E**

A onda vai até o avião e volta: percorre $2 \cdot 75 = 150$ km. Com $v = 3 \cdot 10^{5}$ km/s, o tempo é $t = 150/(3 \cdot 10^{5}) = 5{,}0 \cdot 10^{-4}$ s.

Resolução complementar.

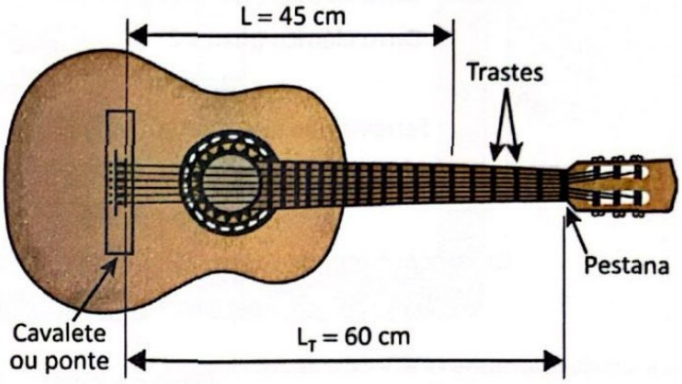
Item 089

2026 | O2026-113

Regular; fonte: INEP, caderno amarelo, página 9; questão original 113.

QUESTÃO 113

O comprimento da parte oscilante da corda de um violão determina a nota musical emitida. No braço do violão, são colocadas peças metálicas espaçadas chamadas trastes. Quando as cordas são pressionadas entre os trastes, os comprimentos de suas partes oscilantes são reduzidos, gerando ondas de diferentes frequências. Algumas notas com os valores aproximados de suas frequências são apresentadas no quadro. A figura ilustra um violão com cordas de comprimento total vibrante (L_T) igual a 60 cm. Considere o modo de vibração fundamental (n = 1) e que as frequências de vibração são inversamente proporcionais ao comprimento da parte oscilante da corda. Sabe-se que a primeira corda oscila com frequência de 660 Hz (a nota mi) quando não pressionada (corda livre).



Frequência das notas musicais, em hertz, no sistema temperado

Oitava	Dó	Ré	Mi	Fá	Sol	Lá	Si
3ª	130	147	165	175	196	220	248
4ª	260	294	330	349	392	440	495
5ª	520	587	660	698	784	880	990
6ª	1 040	1 174	1 320	1 397	1 568	1 760	1 980

OLIVEIRA, Leonardo M.; VEIT, Eliane A.; SCHNEIDER, Claúdio. **Oitavas e notas**. Disponível em: www.if.ufrgs.br. Acesso em: 6 nov. 2023 (adaptado).

Ao pressionar a primeira corda, de forma que a sua parte oscilante tenha 45 centímetros, e fazê-la vibrar, qual é a nota emitida pela corda?

A) Dó.
B) Mi.
C) Sol.
D) Lá.
E) Si.

Item 089 – resolução 2026 / O2026-113

Resolução **Resposta: D**

Com a frequência inversamente proporcional ao comprimento vibrante, $f \cdot L$ é constante: $f = 660 \cdot \dfrac{60}{45} = 880$ Hz. No quadro, 880 Hz corresponde à nota lá (5ª oitava).

Resolução complementar.

Eletrostática

Tema 13 | 16 itens com resoluções.

Item 001

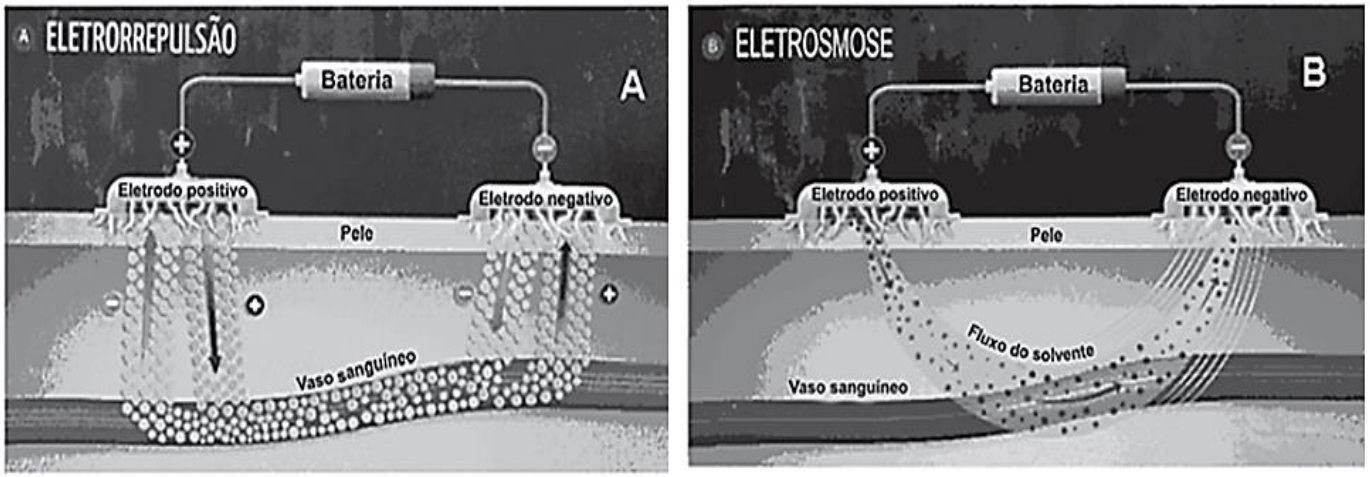
2009 | F3-022

Regular; fonte: referência 3, página 12.

Questão 22 (2009.2)

Um medicamento, após ser ingerido, atinge a corrente sanguínea e espalha-se pelo organismo, mas, como suas moléculas “não sabem” onde é que está o problema, podem atuar em locais diferentes do local “alvo” e desencadear efeitos além daqueles desejados. Não seria perfeito se as moléculas dos medicamentos soubessem exatamente onde está o problema e fossem apenas até aquele local exercer sua ação? A técnica conhecida como iontoforese, indolor e não invasiva, promete isso.

Como mostram as figuras, essa nova técnica baseia-se na aplicação de uma corrente elétrica de baixa intensidade sobre a pele do paciente, permitindo que fármacos permeiem membranas biológicas e alcancem a corrente sanguínea, sem passar pelo estômago. Muitos pacientes relatam apenas um formigamento no local de aplicação. O objetivo da corrente elétrica é formar poros que permitam a passagem do fármaco de interesse. A corrente elétrica é distribuída por eletrodos, positivo e negativo, por meio de uma solução aplicada sobre a pele. Se a molécula do medicamento tiver carga elétrica positiva ou negativa, ao entrar em contato com o eletrodo de carga de mesmo sinal, ela será repelida e forçada a entrar na pele (eletrorrepulsão - A). Se for neutra, a molécula será forçada a entrar na pele juntamente com o fluxo de solvente fisiológico que se forma entre os eletrodos (eletrosmose - B).



De acordo com as informações contidas no texto e nas figuras, o uso da iontoforese:

A) provoca ferimento na pele do paciente ao serem introduzidos os eletrodos, rompendo o epitélio.
B) aumenta o risco de estresse nos pacientes, causado pela aplicação da corrente elétrica.
C) inibe o mecanismo de ação dos medicamentos no tecido-alvo, pois estes passam a entrar por meio da pele.
D) diminui o efeito colateral dos medicamentos, se comparados com aqueles em que a ingestão se faz por via oral.
E) deve ser eficaz para medicamentos constituídos de moléculas polares e ineficaz, se essas forem apolares.

Resolução **Resposta: D**

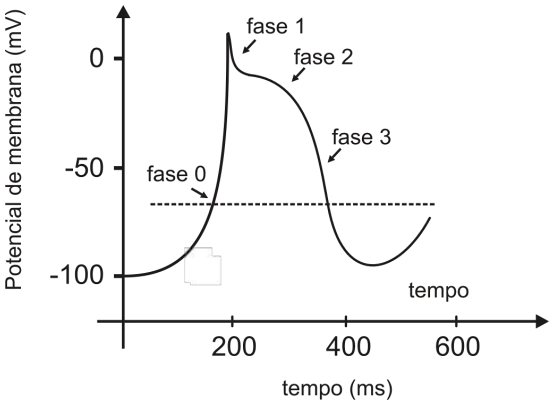
A corrente de baixa intensidade favorece a passagem do fármaco pela pele, direcionando sua aplicação e evitando sua ingestão oral. A repulsão entre cargas de mesmo sinal participa do transporte de moléculas carregadas; moléculas neutras também podem ser transportadas pelo solvente. Assim, o método pode reduzir efeitos colaterais e não se restringe a moléculas polares.

Resolução complementar.

Item 002

Prova cancelada; fonte: referência 5, página 54.

101. (Enem cancelado 2009) As células possuem potencial de membrana, que pode ser classificado em repouso ou ação, e é uma estratégia eletrofisiológica interessante e simples do ponto de vista físico. Essa característica eletrofisiológica está presente na figura a seguir, que mostra um potencial de ação disparado por uma célula que compõe as fibras de Purkinje, responsáveis por conduzir os impulsos elétricos para o tecido cardíaco, possibilitando assim a contração cardíaca. Observa-se que existem quatro fases envolvidas nesse potencial de ação, sendo denominadas fases 0, 1, 2 e 3.



O potencial de repouso dessa célula é -100 mV, e quando ocorre influxo de íons Na^+ e Ca^{2+}, a polaridade celular pode atingir valores de até +10 mV, o que se denomina despolarização celular. A modificação no potencial de repouso pode disparar um potencial de ação quando a voltagem da membrana atinge o limiar de disparo que está representado na figura pela linha pontilhada. Contudo, a célula não pode se manter despolarizada, pois isso acarretaria a morte celular. Assim, ocorre a repolarização celular, mecanismo que reverte a despolarização e retorna a célula ao potencial de repouso. Para tanto, há o efluxo celular de íons K^+.

Qual das fases, presentes na figura, indica o processo de despolarização e repolarização celular, respectivamente?
a) Fases 0 e 2.
b) Fases 0 e 3.
c) Fases 1 e 2.
d) Fases 2 e 0.
e) Fases 3 e 1.

Resolução **Resposta: B**

Resposta da questão 101:
[B]

A despolarização ocorre na fase em que o potencial sobe, que é a fase 0. A repolarização ocorre quando o potencial está voltando ao potencial de repouso, o que ocorre na fase 3.

Resolução reproduzida da referência 5.

Item 003

2010 | F5-099

Regular; fonte: referência 5, página 52.

99. (Enem 2010) Duas irmãs que dividem o mesmo quarto de estudos combinaram de comprar duas caixas com tampas para guardarem seus pertences dentro de suas caixas,

evitando, assim, a bagunça sobre a mesa de estudos. Uma delas comprou uma metálica, e a outra, uma caixa de madeira de área e espessura lateral diferentes, para facilitar a identificação. Um dia as meninas foram estudar para a prova de Física e, ao se acomodarem na mesa de estudos, guardaram seus celulares ligados dentro de suas caixas.
Ao longo desse dia, uma delas recebeu ligações telefônicas, enquanto os amigos da outra tentavam ligar e recebiam a mensagem de que o celular estava fora da área de cobertura ou desligado.

Para explicar essa situação, um físico deveria afirmar que o material da caixa, cujo telefone celular não recebeu as ligações é de
a) madeira e o telefone não funcionava porque a madeira não é um bom condutor de eletricidade.
b) metal e o telefone não funcionava devido à blindagem eletrostática que o metal proporcionava.
c) metal e o telefone não funcionava porque o metal refletia todo tipo de radiação que nele incidia.
d) metal e o telefone não funcionava porque a área lateral da caixa de metal era maior.
e) madeira e o telefone não funcionava porque a espessura desta caixa era maior que a espessura
da caixa de metal.

Resolução **Resposta: B**

Resposta da questão 99:
[B]

No interior de um condutor (caixa metálica) em equilíbrio eletrostático, as cargas distribuem-se na superfície externa do condutor, anulando o campo elétrico no seu interior. Esse fenômeno é conhecido como blindagem eletrostática.

Resolução reproduzida da referência 5.

Item 004

2010 | F5-100

Segunda aplicação; fonte: referência 5, página 53.

100. (Enem 2ª aplicação 2010) Atualmente, existem inúmeras opções de celulares com telas sensíveis ao toque (*touchscreen*). Para decidir qual escolher, é bom conhecer as diferenças entre os principais tipos de telas sensíveis ao toque existentes no mercado. Existem dois sistemas básicos usados para reconhecer o toque de uma pessoa:

- O primeiro sistema consiste de um painel de vidro normal, recoberto por duas camadas afastadas por espaçadores. Uma camada resistente a riscos é colocada por cima de todo o conjunto. Uma corrente elétrica passa através das duas camadas enquanto a tela está operacional. Quando um usuário toca a tela, as duas camadas fazem contato exatamente naquele ponto. A mudança no campo elétrico é percebida, e as coordenadas do ponto de contato são calculadas pelo computador.
- No segundo sistema, uma camada que armazena carga elétrica é colocada no painel de vidro do monitor. Quando um usuário toca o monitor com seu dedo, parte da carga elétrica é transferida para o usuário, de modo que a carga na camada que a armazena diminui. Esta redução é medida nos circuitos localizados em cada canto do monitor. Considerando as diferenças relativas de carga em cada canto, o computador calcula exatamente onde ocorreu o toque.

Disponível em: http://eletronicos.hsw.uol.com.br. Acesso em: 18 set. 2010 (adaptado).

O elemento de armazenamento de carga análogo ao exposto no segundo sistema e a aplicação cotidiana correspondente são, respectivamente,
a) receptores — televisor.
b) resistores — chuveiro elétrico.
c) geradores — telefone celular.
d) fusíveis — caixa de força residencial.
e) capacitores — *flash* de máquina fotográfica.

Resolução **Resposta: E**

Resposta da questão 100:
[E]

Dispositivos que armazenam carga elétrica são chamados capacitores ou condensadores. A carga armazenada é descarregada num momento oportuno, como por exemplo, através do filamento de uma lâmpada de máquina fotográfica, emitindo um *flash.*

Resolução reproduzida da referência 5.

Item 005

2014 | F3-195

Segunda aplicação; fonte: referência 3, página 64.

Questão 195 (2014.3)

No território brasileiro, existem períodos do ano que apresentam queda na umidade do ar, fazendo com que o ar fique bastante seco. Nessa época, a comum observar que as pessoas, ao saírem do carro e tocarem a maçaneta da porta, levam pequenos choques elétricos. Além disso, pessoas que ficam muito tempo em contato com aparelhos eletrodomésticos, ou que dormem com roupas feitas de determinados materiais, como a seda, ao tocarem objetos metálicos, também sentem as descargas elétricas, ou seja, levam um choque elétrico.

O corpo humano sofre com esse fenômeno de descarga elétrica, comportando-se como um condutor, pois:

A) oferece resistência nula ao movimento da quantidade liquida de carga através do corpo.
B) permite que uma quantidade líquida de carga se desloque com facilidade através do corpo.
C) permite que uma quantidade líquida de carga se desloque com dificuldade através do corpo.
D) reduz o deslocamento da quantidade liquida de carga em função do aumento da diferença de potencial.
E) alterna a capacidade de deslocamento da quantidade liquida de carga no corpo, facilitando ou dificultando o fenômeno.

Resolução **Resposta: B**

Um condutor permite a movimentação de cargas elétricas. Quando há diferença de potencial entre a pessoa eletrizada e o objeto, uma carga líquida pode se deslocar rapidamente, produzindo a descarga sentida. Isso não significa resistência nula, apenas mobilidade de cargas em comparação com materiais isolantes.

Resolução complementar.

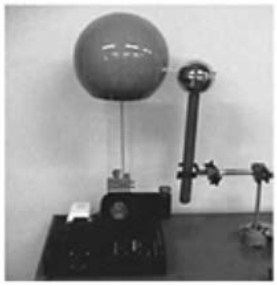
Item 006

2014 | F5-098

PPL; fonte: referência 5, página 52.

98. (Enem PPL 2014) Em museus de ciências, é comum encontrarem-se máquinas que eletrizam materiais e geram intensas descargas elétricas. O gerador de Van de Graaff (Figura 1) é um exemplo, como atestam as faíscas (Figura 2) que ele produz. O experimento fica mais interessante quando se aproxima do gerador em funcionamento, com a mão, uma lâmpada fluorescente (Figura 3). Quando a descarga atinge a lâmpada, mesmo desconectada da rede elétrica, ela brilha por breves instantes. Muitas pessoas pensam que é o fato de a descarga atingir a lâmpada que a faz brilhar. Contudo, se a lâmpada for aproximada dos corpos da situação (Figura 2), no momento em que a descarga ocorrer entre eles, a lâmpada também brilhará, apesar de não receber nenhuma descarga elétrica.

Figura 1



Gerador de Van de Graaff

Figura 2



Descarga elétrica no gerador

Figura 3



Lâmpada fluorescente

Disponível em: http://naveastro.com. Acesso em: 15 ago. 2012.

A grandeza física associada ao brilho instantâneo da lâmpada fluorescente, por estar próxima a uma descarga elétrica, é o(a)
a) carga elétrica.
b) campo elétrico.
c) corrente elétrica.
d) capacitância elétrica.
e) condutividade elétrica.

Resolução **Resposta: B**

Resposta da questão 98:
[B]

O campo elétrico gerado pelos corpos eletrizados faz com que partículas existentes no interior das lâmpadas movam-se, chocando-se umas com as outras, emitindo luz.

Resolução reproduzida da referência 5.

Item 007

PPL; fonte: referência 3, página 84.

Questão 266 (2016.3)

Durante a formação de uma tempestade, são observadas várias descargas elétricas, os raios, que podem ocorrer: das nuvens para o solo (descarga ascendente), do solo para as nuvens (descarga ascendente) ou entre uma nuvem e outra. As descargas ascendentes e descendentes podem ocorrer por causa do acúmulo de cargas elétricas positivas ou negativas, que induz uma polarização oposta no solo.

Essas descargas elétricas ocorrem devido ao aumento da intensidade do(a):

A) campo magnético da Terra.
B) corrente elétrica gerada dentro das nuvens.
C) resistividade elétrica do ar entre as nuvens e a superfície da Terra.
D) campo elétrico entre as nuvens e a superfície da Terra.
E) força eletromotriz induzida nas cargas acumuladas no solo.

Resolução **Resposta: D**

O acúmulo e a separação de cargas aumentam a intensidade do campo elétrico entre as regiões. Quando o campo supera a rigidez dielétrica do ar, ele se ioniza e passa a permitir a descarga. A causa destacada é o aumento do campo elétrico, não do campo magnético terrestre.

Resolução complementar.

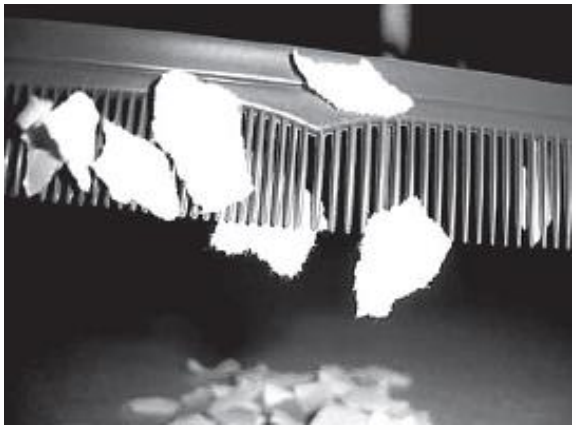
Item 008

2017 | F1-304

Libras; fonte: referência 1, página 188.

304. ENEM LIBRAS 2017 ★

Um pente plástico é atritado com papel toalha seco. A seguir ele é aproximado de pedaços de papel que estavam sobre a mesa. Observa-se que os pedaços de papel são atraídos e acabam grudados ao pente, como mostra a figura.



Disponível em: http://ogostoamargodometal.wordpress.com. Acesso em: 10 ago. 2012.

Nessa situação, a movimentação dos pedaços de papel até o pente é explicada pelo fato de os papeizinhos

a) serem influenciados pela força de atrito que ficou retida no pente.

b) serem influenciados pela força de resistência do ar em movimento.

c) experimentarem um campo elétrico capaz de exercer forças elétricas.

d) experimentarem um campo magnético capaz de exercer forças magnéticas.

e) possuírem carga elétrica que permite serem atraídos ou repelidos pelo pente.

GABARITO EM VÍDEO (CLIQUE)

Resolução **Resposta: C**

O pente eletrizado produz um campo elétrico que polariza os pedaços de papel inicialmente neutros. A distribuição induzida de cargas pode gerar uma força resultante de atração. Não é necessário supor que os papéis já tinham carga líquida antes da aproximação.

Resolução complementar.

Item 009

2018 | F3-322

PPL; fonte: referência 3, página 105.

Questão 322 (2018.2)

Em uma manhã ensolarada, uma jovem vai até um parque para acampar e ler. Ela monta sua barraca próxima de seu carro, de uma árvore e de um quiosque de madeira. Durante sua leitura, a jovem não percebe a aproximação de uma tempestade com muitos relâmpagos.

A melhor maneira de essa jovem se proteger dos relâmpagos é:

A) entrar no carro.
B) entrar na barraca.
C) entrar no quiosque.
D) abrir um guarda-chuva.
E) ficar embaixo da árvore.

Resolução **Resposta: A**

Na idealização do exercício, a carroceria metálica do carro funciona como uma blindagem, conduzindo as cargas pela parte externa e protegendo o interior. A proteção não decorre principalmente dos pneus de borracha. Entre as opções apresentadas, o carro é o abrigo adequado.

Resolução complementar.

Item 010

2020 | F1-303

Regular; fonte: referência 1, página 187.

303. ENEM 2020 ★



DAVIS, J. Disponível em: http://garfield.com. Acesso em: 10 fev. 2015.

Prof Luiz Fonseca - @Polpoa1

Por qual motivo ocorre a eletrização ilustrada na tirinha?

a) Troca de átomos entre a calça e os pelos do gato.
b) Diminuição do número de prótons nos pelos do gato.
c) Criação de novas partículas eletrizadas nos pelos do gato.
d) Movimentação de elétrons entre a calça e os pelos do gato.
e) Repulsão entre partículas elétricas da calça e dos pelos do gato.

GABARITO EM VÍDEO (CLIQUE)

Resolução **Resposta: D**

Na eletrização por atrito, elétrons são transferidos entre materiais. Um corpo fica com excesso de elétrons e o outro, com falta. Não são criadas partículas carregadas nem retirados prótons dos núcleos no processo comum de atrito entre roupas e pelos.

Resolução complementar.

Item 011

2020 | F1-308

Regular; fonte: referência 1, página 190.

308. ENEM 2020 ★

Há muitos mitos em relação a como se proteger de raios, cobrir espelhos e não pegar em facas, garfos e outros objetos metálicos, por exemplo. Mas, de fato, se houver uma tempestade com raios, alguns cuidados são importantes, como evitar ambientes abertos. Um bom abrigo para proteção é o interior de um automóvel, desde que este não seja conversível.

Prof Luiz Fonseca - @Polpo21

OLIVEIRA, A. *Raios nas tempestades de verão*. Disponível em: http://cienciahoje.uol.com.br. Acesso em: 10 dez. 2014 (adaptado).

Qual o motivo físico da proteção fornecida pelos automóveis, conforme citado no texto?

a) Isolamento elétrico dos pneus.
b) Efeito de para-raios da antena.
c) Blindagem pela carcaça metálica.
d) Escoamento da água pela lataria.
e) Aterramento pelo fio terra da bateria.

GABARITO EM VÍDEO (CLIQUE)

Resolução **Resposta: C**

A carroceria metálica permite a redistribuição de cargas por sua superfície e protege a região interna na idealização de blindagem. Essa proteção é conhecida como efeito de gaiola de Faraday. O mecanismo não depende principalmente do isolamento proporcionado pelos pneus.

Resolução complementar.

Item 012

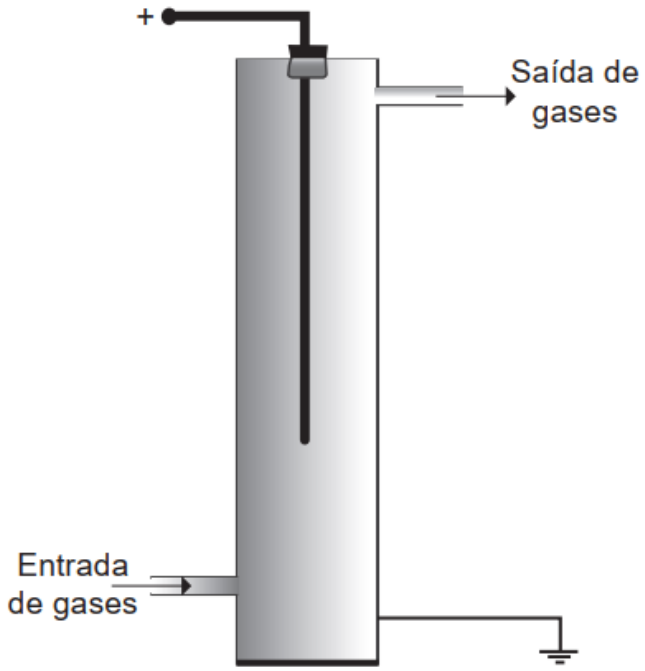
2022 | F1-306

PPL; fonte: referência 1, página 189.

306. ENEM PPL 2022 ★★

Para reduzir a poluição atmosférica gerada pela emissão de fumaça por grandes indústrias, utilizam-se precipitadores eletrostáticos. Sua função é suprimir os gases poluentes antes que sejam lançados para a atmosfera.

A figura ilustra um precipitador constituído, basicamente, por uma entrada e uma saída de gases e por um fio grosso de cobre, conectado a uma fonte de tensão. O acúmulo de cargas no fio de cobre induz a polarização das partículas poluentes. Os gases poluídos são injetados pela entrada de gases, e os gases sem poluentes são lançados na atmosfera pela saída do precipitador.



No precipitador eletrostático, as partículas poluentes são

a) atraídas e se acumulam no fio carregado.
b) decompostas em moléculas não poluentes.
c) ionizadas e podem ser lançadas na atmosfera.
d) repelidas pelo fio carregado e se acumulam na parede do tubo.
e) induzidas a fazer ligações iônicas, formando íons não poluentes

GABARITO EM VÍDEO (CLIQUE)

@Polpoa1

Campo elétrico e Potencial

Resolução **Resposta: A**

Conforme o modelo do enunciado, o fio carregado polariza as partículas. A face induzida de sinal oposto fica mais próxima e sofre atração mais intensa que a repulsão da face distante. O resultado é atração das partículas para o fio, onde elas se acumulam, como indicado em A.

Resolução complementar.

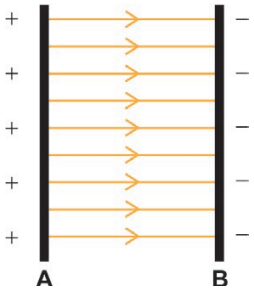
Item 013

2024 | O2024-127

Regular; fonte: INEP, caderno azul, página 12; questão original 127.

QUESTÃO 127

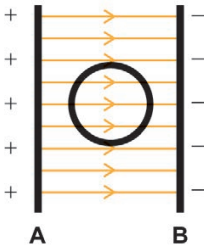
Em um experimento de laboratório, duas barras metálicas, **A** e **B**, são carregadas com cargas opostas e imersas em óleo. Farelo de milho é jogado sobre o óleo e, após um certo tempo, o farelo assume o formato das linhas de campo elétrico entre as barras. A figura representa a vista superior desse experimento.



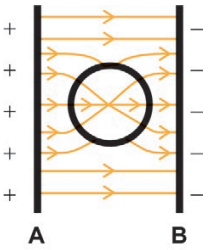
ALMEIDA, M. A. T. **Introdução às ciências físicas 2** — volume 4: módulo 4. Rio de Janeiro: Fundação CECIERJ, 2007 (adaptado).

Ao repetir o experimento colocando um cilindro metálico oco entre as placas, o esquema que representa o formato das linhas de campo assumido pelo farelo é:

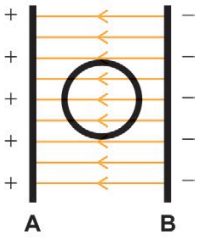
A



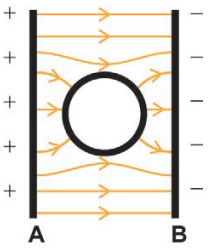
D



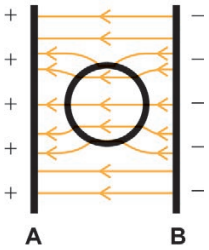
B



E



C



Resolução **Resposta: E**

Em equilíbrio eletrostático, o campo no metal é nulo e a superfície condutora é equipotencial. As linhas externas se deformam e chegam perpendicularmente à superfície. No interior vazio e sem cargas do cilindro, há blindagem eletrostática. A alternativa E representa essas características.

Resolução complementar.

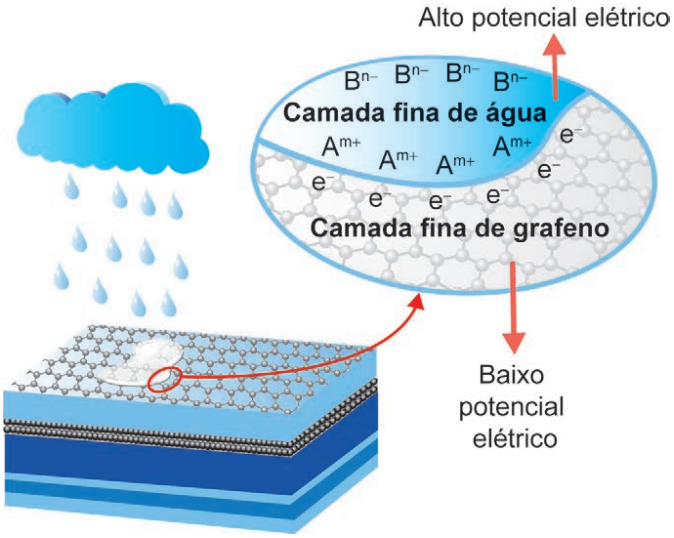
Item 014

2024 | O2024-128

Regular; fonte: INEP, caderno azul, página 13; questão original 128.

QUESTÃO 128

Placas solares comuns dependem de dias ensolarados para gerar energia. Mas podemos gerar eletricidade com a ajuda de gotas de chuva, revestindo placas solares com uma fina camada de grafeno. Os íons dissociados a partir da água da chuva (A^{m+} e B^{n-}) tornam a combinação grafeno e água da chuva um par perfeito para geração de energia. O processo requer apenas uma camada de grafeno para que grande quantidade de elétrons (e^-) se movimente ao longo da superfície.



TANG, Q. et al. A Solar Cell that is Triggered by Sun and Rain. **Angewandte Chemie International Edition**, n. 55, 2016 (adaptado).

Ao produzir eletricidade em dias chuvosos, o grafeno

A) oxida os cátions dissolvidos na água da chuva.
B) impede a difusão da água através das placas solares.
C) diminui a energia de ativação da reação no pseudocapacitor.
D) forma um compósito não metálico com os íons na água da chuva.
E) gera uma diferença de potencial pela interação dos elétrons com os cátions.

Resolução

Resposta: E

Os cátions próximos à superfície interagem eletrostaticamente com os elétrons do grafeno, promovendo redistribuição de cargas e uma diferença de potencial. Essa separação permite obter corrente em um circuito externo. Não é necessário atribuir o efeito a uma oxidação dos cátions.

Resolução complementar.

Item 015

2025 | O2025-113

Regular; fonte: INEP, caderno azul, página 8; questão original 113.

QUESTÃO 113

A Figura 1 apresenta o esquema de um tubo de imagem em que um filamento, na posição A, libera elétrons por efeito termiônico. Esses elétrons formam um feixe estreito, que é acelerado por campos elétricos em direção à parte interna da tela. Nesse caminho, o feixe de elétrons passa por outro campo elétrico, na região B, atingindo, em seguida, a parte interna da tela do tubo, a qual é recoberta por um material que emite luz ao receber o impacto dos elétrons.

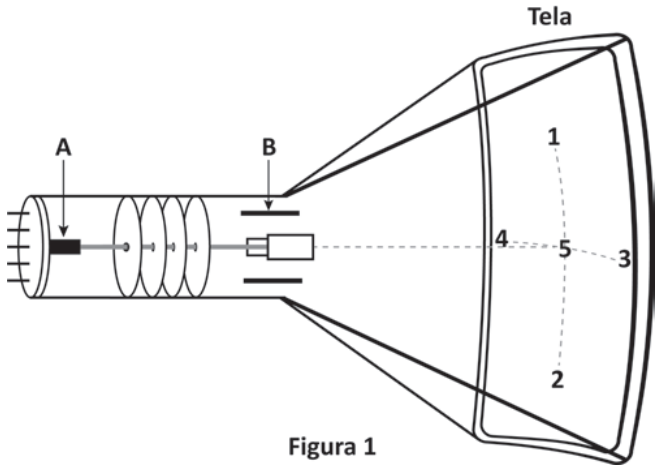


Figura 1

Na Figura 2, a carga negativa representa o feixe de elétrons que é acelerado e, posteriormente, atinge um ponto da tela. O campo elétrico na região B apresenta a seguinte configuração:

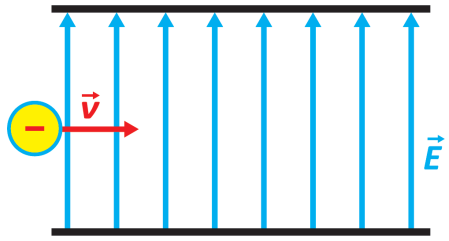


Figura 2

Grupo de Reelaboração do Ensino de Física. **Física 3: eletromagnetismo**. São Paulo: Edusp, 2000 (adaptado).

Nessa situação, qual ponto da tela será atingido pelo feixe de elétrons?

A 1
B 2
C 3
D 4
E 5

Resolução

Resposta: B

A força elétrica é $\vec{F} = q\vec{E}$. Como os elétrons têm carga negativa, sua deflexão acontece no sentido oposto ao campo elétrico mostrado na região B. Combinada com o avanço horizontal do feixe, essa deflexão o leva ao ponto 2 da tela.

Resolução complementar.

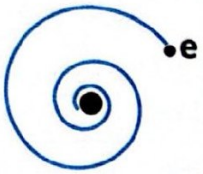
Item 016

2026 | O2026-91

Regular; fonte: INEP, caderno amarelo, página 2; questão original 91.

QUESTÃO 91

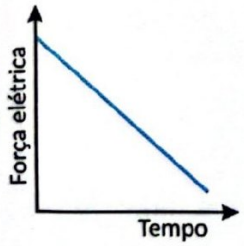
O modelo de Rutherford para o átomo consiste em um núcleo bastante denso, pequeno e carregado positivamente, ao redor do qual orbitam partículas negativas. A interação atrativa entre o núcleo e os elétrons foi explicada posteriormente pela existência de uma força centrípeta de origem elétrica, cujo módulo, segundo a lei de Coulomb, é proporcional à constante eletrostática e ao quadrado da carga elementar, e inversamente proporcional ao quadrado da distância entre o núcleo e os elétrons. No entanto, o modelo planetário proposto por Rutherford não concorda com a teoria eletromagnética clássica, segundo a qual os elétrons descreveriam um movimento em espiral e se chocariam com o núcleo, o que não corresponde à realidade.



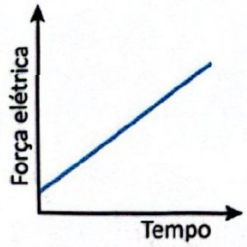
Qual gráfico apresenta a força de atração entre o núcleo e o elétron, em função do tempo para o átomo de hidrogênio, levando em consideração a teoria eletromagnética clássica?

A


D


B


E


C


Item 016 – resolução 2026 / O2026-91

Resolução **Resposta: D**

Pela lei de Coulomb, $F = k\,e^2/r^2$. Segundo a teoria clássica, o elétron acelerado irradia energia e descreve uma espiral, de modo que r diminui com o tempo. Como $F \propto 1/r^2$, a força cresce, e cada vez mais depressa à medida que o elétron se aproxima do núcleo. O gráfico crescente com concavidade para cima, que dispara no fim, é o D.

Resolução complementar.

Eletrodinâmica e circuitos

Tema 14 | 98 itens com resoluções.

Item 001

2009 | F3-037

PPL; fonte: referência 3, página 18.

Questão 37 (2009.3)

A evolução da luz: as lâmpadas LED já substituem com grandes vantagens a velha invenção de Thomas Edison.

A tecnologia do LED é bem diferente da das lâmpadas incandescentes e fluorescentes. A lâmpada LED é fabricada com material semicondutor que, semelhante ao usado nos chips de computador, quando percorrido por uma corrente elétrica, emite luz. O resultado é uma peça muito menor, que consome menos energia e tem uma durabilidade maior. Enquanto uma lâmpada comum tem vida útil de 1.000 horas e uma fluorescente, de 10.000 horas, a LED rende de entre 20.000 e 100.000 horas de uso ininterrupto.

Há um problema, contudo: a lâmpada LED ainda custa mais caro, apesar de seu preço cair pela metade a cada dois anos. Essa tecnologia não está se tornando apenas mais barata. Está também mais eficiente, iluminando mais com a mesma quantidade de energia.

Uma lâmpada incandescente converte em luz apenas 5% da energia elétrica que consome. As lâmpadas LED convertem até 40%. Essa diminuição no desperdício de energia traz benefícios evidentes ao meio ambiente.

(A evolução da luz. Energia. In: Veja, 19 dez. 2007. Disponível em: http://veja.abril.com.br/191207)

Uma lâmpada LED que ofereça a mesma luminosidade que uma lâmpada incandescente de 100 W deverá ter uma potência mínima de:

A) 12,5 W.
B) 25 W.
C) 40 W.
D) 60 W.
E) 80 W.

Resolução **Resposta: A**

A potência luminosa útil da incandescente é $0{,}05 \cdot 100 = 5$ W. Para fornecer esses mesmos 5 W de luz com rendimento de 40%, o LED precisa de $P = 5/0{,}40 = 12{,}5$ W. A comparação deve manter a luminosidade útil, e não a potência elétrica total.

Resolução complementar.

Item 002

2009 | F3-041

PPL; fonte: referência 3, página 19.

Questão 41 (2009.3)

Carros passarão a utilizar sistema elétrico de 42 volts

A maioria das pessoas já teve problemas com a bateria do carro. Ela tem uma vida útil e, de tempos em tempos, precisa ser substituída. O que alguns não sabem é que essa bateria fornece energia a uma tensão de 12 volts. A indústria automobilística americana acaba de formalizar um grupo de estudos para padronizar a adoção de um sistema elétrico de 42 volts. As preocupações alegadas são de compatibilizar os sistemas e garantir a segurança dos usuários.

O sistema atualmente utilizado é, tecnicamente, o sistema de 14 volts. Essa é a tensão que o alternador deve suprir para manter carregada uma bateria de 12 volts. O novo sistema suprirá uma tensão de 42 volts, suficiente para manter carregada uma bateria de 36 volts.

Um motorista, conduzindo à noite, percebe que o pneu do carro furou e, para iluminar o local, dispõe de uma lâmpada de 30 W e fiação para ligá-la à bateria do carro. A diferença, em módulo, da corrente elétrica que passa pela lâmpada, com o motor desligado, entre o sistema atualmente utilizado e o sistema novo, em ampère, é de:

A) 0,80.
B) 0,93.
C) 1,43.
D) 1,67.
E 3,50.

Resolução **Resposta: D**

Com o motor desligado, usam-se as tensões das baterias: 12 V e 36 V. Para uma lâmpada que fornece os 30 W considerados em cada sistema, $I = P/U$. As correntes são $30/12 = 2{,}5$ A e $30/36 \approx 0{,}83$ A. A diferença é aproximadamente 1,67 A. As tensões de 14 V e 42 V correspondem ao sistema de carga em funcionamento.

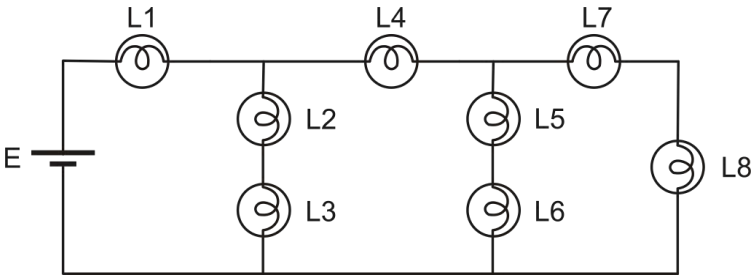
Resolução complementar.

Item 003

2009 | F5-122

Regular; fonte: referência 5, página 66.

122. (Enem 2009) Considere a seguinte situação hipotética: ao preparar o palco para a apresentação de uma peça de teatro, o iluminador deveria colocar três atores sob luzes que tinham igual brilho e os demais, sob luzes de menor brilho. O iluminador determinou, então, aos técnicos, que instalassem no palco oito lâmpadas incandescentes com a mesma especificação (L1 a L8), interligadas em um circuito com uma bateria, conforme mostra a figura.



Nessa situação, quais são as três lâmpadas que acendem com o mesmo brilho por apresentarem igual valor de corrente fluindo nelas, sob as quais devem se posicionar os três atores?

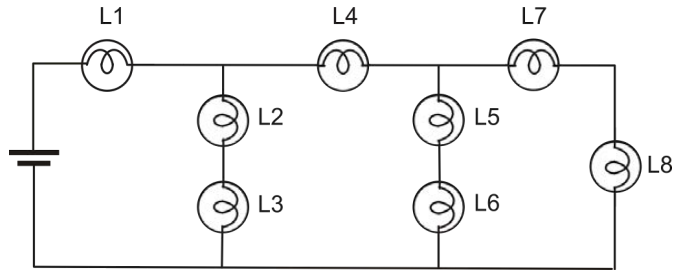
a) L1, L2 e L3.
b) L2, L3 e L4.
c) L2, L5 e L7.
d) L4, L5 e L6.
e) L4, L7 e L8.

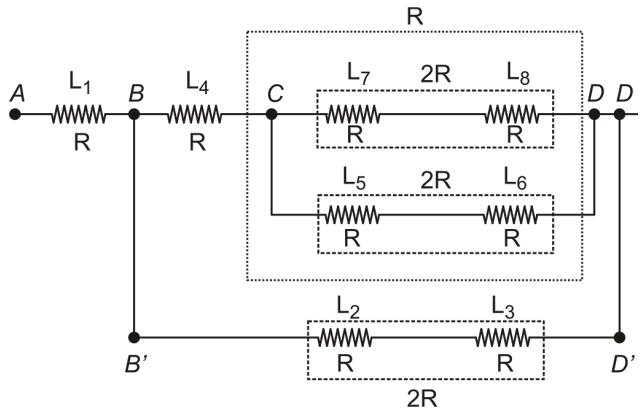
Resolução **Resposta: B**

Resposta da questão 122:
[B]

Inicialmente, modifiquemos o circuito para melhor visualização.

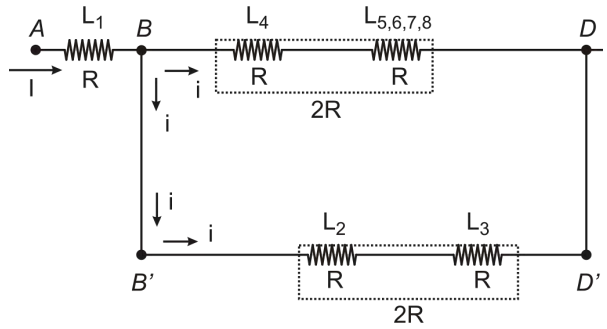
Resolução — continuação





Como as lâmpadas são idênticas, todas têm mesma resistência R. O esquema acima mostra a resistência equivalente entre as lâmpadas em série, entre os pontos *C* e *D* e entre os pontos *B'* e *D'*. A resistência equivalente entre os pontos *C* e *D* é $R_{CD} = \frac{2R}{2} = R$, e entre os pontos *B'* e *D'* é 2 R.

Analisemos a próxima simplificação:



A corrente total (I), ao chegar no ponto *B*, dividi-se, indo metade para cada para cada um dos ramos *BD* e *B'D'* ($i = \frac{I}{2}$), pois nos dois ramos a resistência é 2 R. Assim, as TRÊS lâmpadas percorridas por correntes iguais são L_2, L_3 e L_4.

Comentários:

Resolução — continuação

1) As lâmpadas L_5, L_6, L_7 e L_8 também são percorridas por correntes de mesma intensidade, resultante da divisão de i em partes iguais ($i_{CD} = \frac{i}{2}$) , porque os dois ramos entre *C* e *D* também apresentam mesma resistência, 2 R. Porém, essas quatro lâmpadas brilham menos.

2) Vejamos um trecho do enunciado: "...*o iluminador deveria colocar <u>três</u> atores sob luzes que tinham igual brilho e os demais, sob luzes de <u>menor</u> brilho...*"

Notamos que a lâmpada L_1 é percorrida pela corrente total (I). Assim, o ator mais bem iluminado é aquele que estiver sob essa lâmpada, o que mostra um descuido do examinador na elaboração da questão.

Resolução reproduzida da referência 5.

Item 004

Prova cancelada; fonte: referência 5, página 67.

123. (Enem cancelado 2009) Os motores elétricos são dispositivos com diversas aplicações, dentre elas, destacam-se aquelas que proporcionam conforto e praticidade para as pessoas. É inegável a preferência pelo uso de elevadores quando o objetivo é o transporte de pessoas pelos andares de prédios elevados. Nesse caso, um dimensionamento preciso da potência dos motores utilizados nos elevadores é muito importante e deve levar em consideração fatores como economia de energia e segurança.
Considere que um elevador de 800 kg, quando lotado com oito pessoas ou 600 kg, precisa ser projetado. Para tanto, alguns parâmetros deverão ser dimensionados. O motor será ligado à rede elétrica que fornece 220 volts de tensão. O elevador deve subir 10 andares, em torno de 30 metros, a uma velocidade constante de 4 metros por segundo. Para fazer uma estimativa simples de potência necessária e da corrente que deve ser fornecida ao motor do elevador para ele operar com lotação máxima, considere que a tensão seja contínua, que a aceleração da gravidade vale 10 m/s^2 e que o atrito pode ser desprezado. Nesse caso, para um elevador lotado, a potência média de saída do motor do elevador e a corrente elétrica máxima que passa no motor serão respectivamente de
a) 24 kW e 109 A.
b) 32 kW e 145 A.
c) 56 kW e 255 A.
d) 180 kW e 818 A.
e) 240 kW e 1090 A.

Resolução **Resposta: C**

Resposta da questão 123:
[C]

Dados: M = 800 + 600 = 1.400 kg; g = 10 m/s^2; U = 220 V; h = 30 m; v = 4 m/s.
Como a velocidade é constante, a força de tração no cabo acoplado ao motor tem a mesma intensidade do peso total a ser transportado, correspondendo ao peso do elevador mais o peso das pessoas.

$F = P = M\,g \Rightarrow F = (800 + 600)\,10 \Rightarrow F = 14.000$ N.
Calculando a potência mecânica: $P_{ot} = F\,v \Rightarrow P_{ot} = 14.000\,(4) = 56.000$ W $\Rightarrow P_{ot} = 56$ kW.
Da potência elétrica: $P_{ot} = U\,i \Rightarrow i = \frac{P_{ot}}{U} = \frac{56.000}{220} \Rightarrow i = 255$ A.

Resolução reproduzida da referência 5.

Item 005

2009 | F5-124

Regular; fonte: referência 5, página 67.

124. (Enem 2009) A instalação elétrica de uma casa envolve várias etapas, desde a alocação dos dispositivos, instrumentos e aparelhos elétricos, até a escolha dos materiais que a compõem, passando pelo dimensionamento da potência requerida, da fiação necessária, dos eletrodutos*, entre outras.

Para cada aparelho elétrico existe um valor de potência associado. Valores típicos de potências para alguns aparelhos elétricos são apresentados no quadro seguinte:

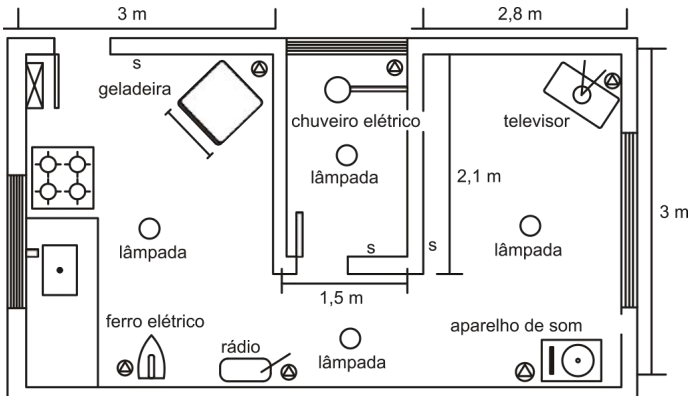
Aparelhos	Potência (W)

Aparelho de som	120
Chuveiro elétrico	3.000
Ferro elétrico	500
Televisor	200
Geladeira	200
Rádio	50

*Eletrodutos são condutos por onde passa a fiação de uma instalação elétrica, com a finalidade de protegê-la.

A escolha das lâmpadas é essencial para obtenção de uma boa iluminação. A potência da lâmpada deverá estar de acordo com o tamanho do cômodo a ser iluminado. O quadro a seguir mostra a relação entre as áreas dos cômodos (em m^2) e as potências das lâmpadas (em W), e foi utilizado como referência para o primeiro pavimento de uma residência.

Área do Cômodo (m^2)	Potência da Lâmpada (W)		
	Sala/copa /cozinha	Quarto, varanda e corredor	banheiro
Até 6,0	60	60	60
6,0 a 7,5	100	100	60
7,5 a 10,5	100	100	100



Obs.: Para efeitos dos cálculos das áreas, as paredes são desconsideradas.

Considerando a planta baixa fornecida, com todos os aparelhos em funcionamento, a potência total, em watts, será de

a) 4.070.
b) 4.270.
c) 4.320.
d) 4.390.
e) 4.470.

Resolução **Resposta: D**

Resposta da questão 124:
[D]

Calculemos, primeiramente, as potências das lâmpadas usadas, obedecendo aos valores da 2ª tabela dada, e anexemos as duas tabelas.

Cômodo	Área (m^2)	Lâmpada (W)
Cozinha	3×3 = 9	100
Corredor	3×0,9 = 2,7	60
Sala	3×2,8 = 8,4	100
Banheiro	1,5×2,1 = 2,15	60
Total (1)		320

Aparelhos	Potência (W)
Aparelho de som	120
Chuveiro elétrico	3.000
Ferro elétrico	500
Televisor	200
Geladeira	200
Rádio	50
Total (2)	4.070

Somando-se a potência das lâmpadas à dos outros aparelhos [Total (1) + Total (2)], temos:
P_{total} = 320 + 4070 = 4.390 W

Resolução reproduzida da referência 5.

Item 006

Prova cancelada; fonte: referência 5, página 69.

126. (Enem cancelado 2009) Uma estudante que ingressou na universidade e, pela primeira vez, está morando longe da sua família, recebe a sua primeira conta de luz:

Medidor			Consumo	Leitura		Cód	Emissão	Id. Bancária		
Número 7131312	Consumidor 951672	Leitura 7295	kWh 260	Dia 31	Mês 03	21	01/04/2009	Banco 222	Agência 999-7	Município S. José das Moças
Consumo dos últimos 12 meses em kWh									Descrição	
253 Mar/08 247 Abr/08 255 Mai/08		278 Jun/08 280 Jul/08 275 Ago/08		272 Set/08 270 Out/08 260 Nov/08			265 Dez/08 266 Jan/09 268 Fev/09		Fornecimento ICMS	

Base de Cálculo ICMS	Alíquota	Valor		Total
R$ 130,00	25%	R$ 32,50		R$ 162,50

Se essa estudante comprar um secador de cabelos que consome 1000 W de potência e considerando que ela e suas 3 amigas utilizem esse aparelho por 15 minutos cada uma durante 20 dias no mês, o acréscimo em reais na sua conta mensal será de

a) R$ 10,00.
b) R$ 12,50.
c) R$ 13,00.
d) R$ 13,50.
e) R$ 14,00.

Resolução **Resposta: B**

Resposta da questão 126:
[B]

Analisando essa “Conta de Luz”, notamos que foram consumidos 260 kWh, importando na quantia paga de R$ 162,50. O preço (p) do kWh é então:

$$p = \frac{162,50}{260} \Rightarrow p = R\$\ 0,625.$$

A potência do secador é:
P = 1.000 W = 1 kW.

O tempo mensal de uso do secador pela estudante e suas 3 amigas (4 pessoas) é:
$\Delta t = 20(4)(15) = 1.200$ min = 20 h.

A energia elétrica consumida mensalmente é:
$E = P\,\Delta t = 1(20) = 20$ kWh.

Esse consumo resulta num custo adicional de:
$C = 20\,(0,625) \Rightarrow C = R\$\ 12,50.$

Resolução reproduzida da referência 5.

Item 007

2010 | F5-116

Segunda aplicação; fonte: referência 5, página 62.

116. (Enem 2ª aplicação 2010) A resistência elétrica de um fio é determinada pela suas dimensões e pelas propriedades estruturais do material. A condutividade (σ)caracteriza a estrutura do material, de tal forma que a resistência de um fio pode ser determinada conhecendo-se L, o comprimento do fio e A, a área de seção reta. A tabela relaciona o material à sua respectiva resistividade em temperatura ambiente.

Tabela de condutividade

Material	Condutividade ($S \cdot m/mm^2$)
Alumínio	34,2
Cobre	61,7
Ferro	10,2
Prata	62,5
Tungstênio	18,8

Mantendo-se as mesmas dimensões geométricas, o fio que apresenta menor resistência elétrica é aquele feito de
a) tungstênio.
b) alumínio.
c) ferro.
d) cobre.
e) prata.

Resolução **Resposta: E**

Resposta da questão 116:
[E]

O fio que apresenta menor resistência é aquele que apresenta maior condutividade. Pela tabela, vemos que é aquele feito de prata.

Resolução reproduzida da referência 5.

Item 008

2010 | F5-117

Regular; fonte: referência 5, página 62.

117. (Enem 2010) Todo carro possui uma caixa de fusíveis, que são utilizados para proteção dos circuitos elétricos. Os fusíveis são constituídos de um material de baixo ponto de fusão, como o estanho, por exemplo, e se fundem quando percorridos por uma corrente elétrica igual ou maior do que aquela que são capazes de suportar. O quadro a seguir mostra uma série de fusíveis e os valores de corrente por eles suportados.

Fusível	Corrente Elétrica (A)
Azul	1,5
Amarelo	2,5
Laranja	5,0
Preto	7,5
Vermelho	10,0

Um farol usa uma lâmpada de gás halogênio de 55 W de potência que opera com 36 V. Os dois faróis são ligados separadamente, com um fusível para cada um, mas, após um mau funcionamento, o motorista passou a conectá-los em paralelo, usando apenas um fusível. Dessa forma, admitindo-se que a fiação suporte a carga dos dois faróis, o menor valor de fusível adequado para proteção desse novo circuito é o

a) azul.
b) preto.
c) laranja.
d) amarelo.
e) vermelho.

Resolução **Resposta: C**

Resposta da questão 117:
[C]

Dados: P = 55 W; U = 36 V.
Calculando a corrente em cada farol:

$P = U\,i \Rightarrow i = \frac{P}{U} = \frac{55}{36}$ A.

Quando eles são ligados a um mesmo fusível, a corrente é o dobro.

$I = 2\,i = 2\,\frac{55}{36} = \frac{110}{36} \Rightarrow I = 3{,}05$ A.

Para aguentar essa corrente, o menor valor de fusível deve ser 5 A, ou seja, o laranja.

Resolução reproduzida da referência 5.

Item 009

2010 | F5-118

Segunda aplicação; fonte: referência 5, página 63.

118. (Enem 2ª aplicação 2010) Quando ocorre um curto-circuito em uma instalação elétrica, como na figura, a resistência elétrica total do circuito diminui muito, estabelecendo-se nele uma corrente muito elevada.



O superaquecimento da fiação, devido a esse aumento da corrente elétrica, pode ocasionar incêndios, que seriam evitados instalando-se fusíveis e disjuntores que interrompem que interrompem essa corrente, quando a mesma atinge um valor acima do especificado nesses dispositivos de proteção.

Suponha que um chuveiro instalado em uma rede elétrica de 110 V, em uma residência, possua três posições de regulagem da temperatura da água. Na posição verão utiliza 2100 W, na posição primavera, 2400 W e na posição inverno, 3200 W.

GREF. *Física 3: Eletromagnetismo*. São Paulo: EDUSP, 1993 (adaptado).

Deseja-se que o chuveiro funcione em qualquer uma das três posições de regulagem de temperatura, sem que haja riscos de incêndio. Qual deve ser o valor mínimo adequado do disjuntor a ser utilizado?
a) 40 A
b) 30 A
c) 25 A
d) 23 A
e) 20 A

Item 009 – resolução 2010 / F5-118

Resolução **Resposta: B**

Resposta da questão 118:
[B]

A corrente é máxima quando a potência máxima. Assim:

$$P = U\,i \quad \Rightarrow \quad i = \frac{P}{U} = \frac{3.200}{110} \cong 29,1 \text{ A.}$$

Portanto, deve ser utilizado um disjuntor de valor mínimo de 30 A.

Resolução reproduzida da referência 5.

Item 010

Regular; fonte: referência 5, página 64.

119. (Enem 2010) Observe a tabela seguinte. Ela traz especificações técnicas constantes no manual de instruções fornecido pelo fabricante de uma torneira elétrica.

Especificações Técnicas

Modelo		Torneira			
Tensão Nominal (volts)		127		220	
Potência Nominal (Watts)	(Frio)	Desligado			
	(Morno)	2 800	3 200	2 800	3200
	(Quente)	4 500	5 500	4 500	5500
Corrente Nominal (Ampères)		35,4	43,3	20,4	25,0
Fiação Mínima (Até 30m)		6 mm^2	10 mm^2	4 mm^2	4 mm^2
Fiação Mínima (Acima 30 m)		10 mm^2	16 mm^2	6 mm^2	6 mm^2
Disjuntor (Ampère)		40	50	25	30

Disponível em: http://www.cardeal.com.br.manualprod/Manuais/Torneira%20 Suprema/”Manual…Torneira…Suprema…roo.pdf

Considerando que o modelo de maior potência da versão 220 V da torneira suprema foi inadvertidamente conectada a uma rede com tensão nominal de 127 V, e que o aparelho está configurado para trabalhar em sua máxima potência. Qual o valor aproximado da potência ao ligar a torneira?
a) 1.830 W
b) 2.800 W
c) 3.200 W
d) 4.030 W
e) 5.500 W

Resolução **Resposta: A**

Resposta da questão 119:
[A]

De acordo com a tabela dada, o modelo de potência máxima para a tensão U = 220 V, tem potência nominal P = 5.500 W. Supondo que a resistência permaneça constante, a potência de operação para a tensão U' = 120 V é P'.
Assim podemos escrever:

$$P = \frac{U^2}{R} \quad (I)$$

$$P' = \frac{U'^2}{R} \quad (II)$$

Dividindo membro a membro as expressões acima, (II) ÷ (I), vem:

$$\frac{P'}{P} = \frac{U'^2}{\cancel{R}} \times \frac{\cancel{R}}{U^2} \Rightarrow \frac{P'}{P} = \left(\frac{U'}{U}\right)^2 \Rightarrow \frac{P'}{5.500} = \left(\frac{127}{220}\right)^2 \Rightarrow P' = 5.500\,(0,33) \Rightarrow$$

P' = 1.833 W.

Resolução reproduzida da referência 5.

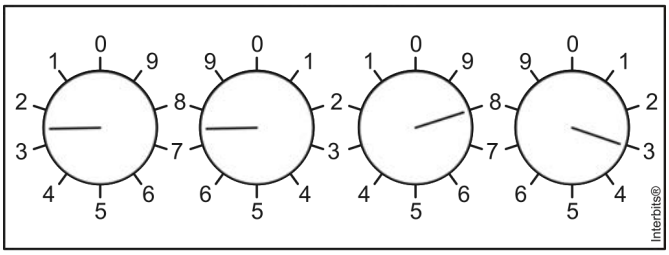
Item 011

2010 | F5-120

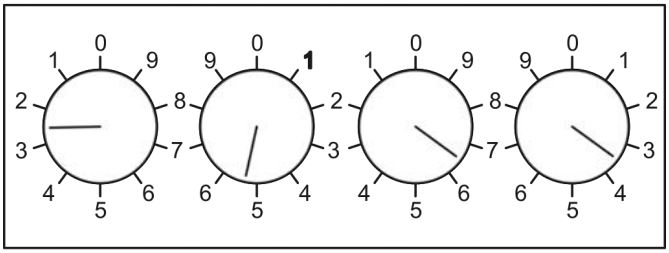
Regular; fonte: referência 5, página 65.

120. (Enem 2010) A energia elétrica consumida nas residências é medida, em quilowatt-hora, por meio de um relógio medidor de consumo. Nesse relógio, da direita para esquerda, tem-se o ponteiro da unidade, da dezena, da centena e do milhar. Se um ponteiro estiver entre dois números, considera-se o último número ultrapassado pelo ponteiro. Suponha que as medidas indicadas nos esquemas seguintes tenham sido feitas em uma cidade em que o preço do quilowatt-hora fosse de R$ 0,20.

leitura atual



leitura do mês passado





FILHO, A.G.; BAROLLI, E. *Instalação Elétrica*. São Paulo: Scipione, 1997.

O valor a ser pago pelo consumo de energia elétrica registrado seria de
a) R$ 41,80.
b) R$ 42.00.
c) R$ 43.00.
d) R$ 43,80.
e) R$ 44,00.

Item 011 – resolução 2010 / F5-120

Resolução **Resposta: E**

Resposta da questão 120:
[E]

Fazendo as leituras:

Atual → 2.783 kWh;
Mês passado → 2.563 kWh.

O consumo mensal (C) corresponde à diferença entre as leituras
C = 2.783 – 2.563 = 220 kWh.

O valor a ser pago (V) é, então:
V = 220 × 0,20 = R$ 44,00.

Resolução reproduzida da referência 5.

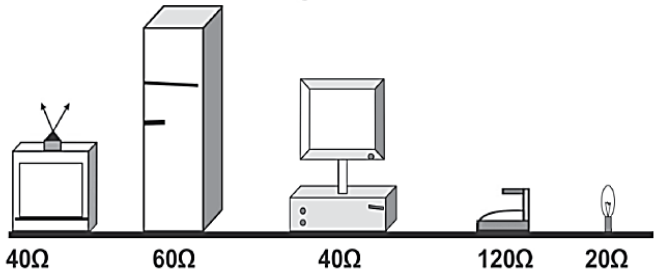
Item 012

PPL; fonte: referência 3, página 34.

Questão 89 (2011.2)

Uma residência possui dois aparelhos de TV, duas geladeiras, um computador, um ferro elétrico e oito lâmpadas incandescentes. A resistência elétrica de cada equipamento está representada pela figura I. A tensão elétrica que alimenta a rede da residência é de 120 V.

Figura I



Um eletricista fez duas ligações, que se encontram representadas pelas figuras II e III.

Figura II

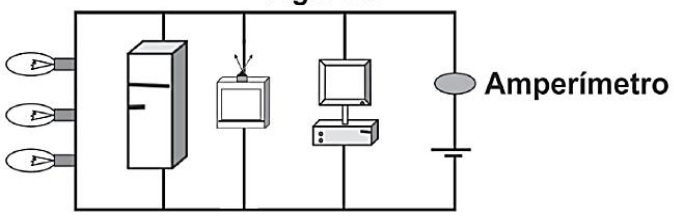
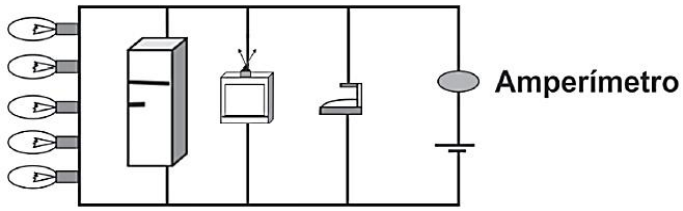


Figura III



Com base nas informações, verifica-se que a corrente indicada pelo amperímetro da figura:

A) II registrará uma corrente de 12 A.
B) II registrará uma corrente de 10 A.
C) III registrará uma corrente de 0,14 A.
D) III registrará uma corrente de 16,6 A.
E) II registrará uma corrente de 0,10 A.

Resolução **Resposta: B**

Na figura II, as três lâmpadas de 20 Ω estão em série, formando um ramo de 60 Ω. Esse ramo está em paralelo com a geladeira de 60 Ω, a TV de 40 Ω e o computador de 40 Ω. A corrente total é $120(1/60 + 1/60 + 1/40 + 1/40) = 10$ A.

Resolução complementar.

Item 013

2011 | F3-092

PPL; fonte: referência 3, página 35.

Questão 92 (2011.2)

O manual de instruções de um computador apresenta as seguintes recomendações para evitar que o cabo de alimentação de energia elétrica se rompa:

- Ao utilizar a fonte de alimentação, acomode adequadamente o cabo que vai conectado à tomada, evitando dobrá-lo.
- Ao conectar ou desconectar o computador da tomada elétrica, segure o cabo de alimentação pelo plugue e não pelo fio.

Caso o usuário não siga essas recomendações e ocorra o dano previsto, a consequência para o funcionamento do computador será a de que:

A) os seus componentes serão danificados por uma descarga elétrica.
B) a velocidade de processamento de dados diminuirá sensivelmente.
C) a sua fiação interna passará a sofrer um aquecimento excessivo.
D) os seus circuitos elétricos ficarão sem circulação de corrente.
E) o monitor utilizado passará a apresentar um brilho muito fraco.

Resolução **Resposta: D**

O rompimento de um condutor abre o circuito de alimentação. Sem um caminho elétrico fechado, a fonte deixa de fornecer corrente ao computador. O defeito descrito, por si só, não corresponde a um curto-circuito nem a uma simples redução da velocidade de processamento.

Resolução complementar.

Item 014

2011 | F3-097

PPL; fonte: referência 3, página 37.

Questão 97 (2011.2)

Um detector de mentiras consiste em um circuito elétrico simples do qual faz parte o corpo humano. A inserção do corpo humano no circuito se dá do dedo indicador da mão direita até o dedo indicador da mão esquerda. Dessa forma, certa corrente elétrica pode passar por uma parte do corpo. Um medidor sensível (amperímetro) revela um fluxo de corrente quando uma tensão é aplicada no circuito. No entanto, a pessoa que se submete ao detector não sente a passagem da corrente. Se a pessoa mente, há uma ligeira alteração na condutividade de seu corpo, o que altera a intensidade da corrente detectada pelo medidor.

No dimensionamento do detector de mentiras, devem ser levados em conta os parâmetros: a resistência elétrica dos fios de ligação, a tensão aplicada no circuito e a resistência elétrica do medidor. Para que o detector funcione adequadamente como indicado no texto, quais devem ser as características desses parâmetros?

A) Alta resistência dos fios de ligação, alta tensão aplicada e resistência interna desprezível no medidor.
B) Alta resistência dos fios de ligação, pequena tensão aplicada e alta resistência interna no medidor.
C) Pequena resistência dos fios de ligação, pequena tensão aplicada e resistência interna desprezível no medidor.
D) Pequena resistência dos fios de ligação, alta tensão aplicada e resistência interna desprezível no medidor.
E) Pequena resistência dos fios de ligação, alta tensão aplicada e alta resistência interna no medidor.

Resolução **Resposta: C**

A tensão deve ser pequena para manter baixa a corrente no corpo. Os fios de ligação e o amperímetro devem acrescentar resistência desprezível, evitando que eles dominem a resistência do circuito e ocultem pequenas alterações da resistência corporal. Assim, fios de pequena resistência, pequena tensão e amperímetro idealmente sem resistência satisfazem a descrição.

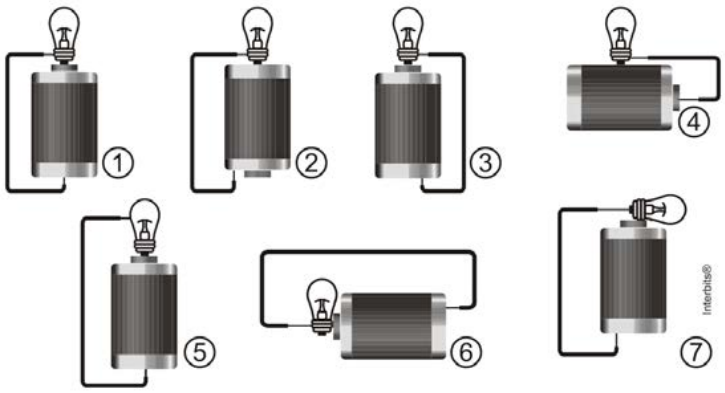
Resolução complementar.

Item 015

2011 | F5-114

Regular; fonte: referência 5, página 60.

114. (Enem 2011) Um curioso estudante, empolgado com a aula de circuito elétrico que assistiu na escola, resolve desmontar sua lanterna. Utilizando-se da lâmpada e da pilha, retiradas do equipamento, e de um fio com as extremidades descascadas, faz as seguintes ligações com a intenção de acender a lâmpada:



GONÇALVES FILHO, A.; BAROLLI, E. **Instalação Elétrica**: investigando e aprendendo. São Paulo: Scipione, 1997 (adaptado).

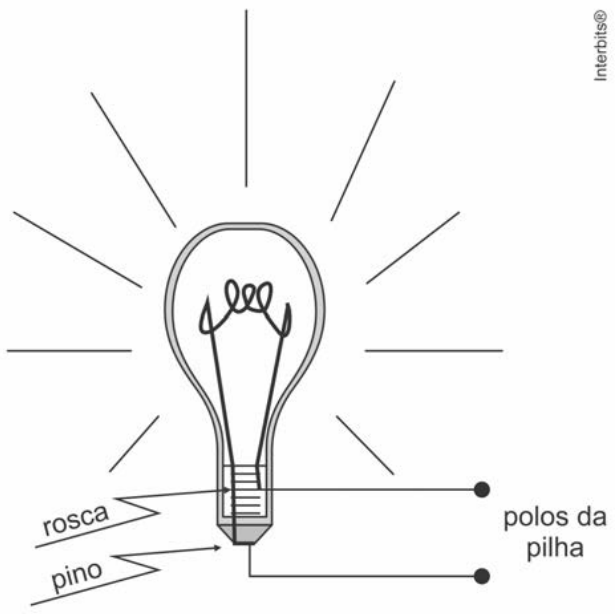
Tendo por base os esquemas mostrados, em quais casos a lâmpada acendeu?
a) (1), (3), (6)
b) (3), (4), (5)
c) (1), (3), (5)
d) (1), (3), (7)
e) (1), (2), (5)

Item 015 – resolução 2011 / F5-114

Resolução **Resposta: D**

Resposta da questão 114:
[D]

Observemos a figura:



Ela mostra que, para uma lâmpada incandescente acender, um terminal da pilha deve estar em contato com a rosca e, o outro, com o pino (base), como ocorre em (1), (3) e (7).

Resolução reproduzida da referência 5.

Item 016

Regular; fonte: referência 5, página 61.

115. (Enem 2011) Em um manual de um chuveiro elétrico são encontradas informações sobre algumas características técnicas, ilustradas no quadro, como a tensão de alimentação, a potência dissipada, o dimensionamento do disjuntor ou fusível, e a área da seção transversal dos condutores utilizados.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS				
Especificação				
Modelo			A	B
Tensão (V~)			127	220
Potência (Watt)	Seletor de Temperatura Multitemperaturas	○	0	0
		●	2440	2540
		●●	4400	4400
		●●●	5500	6000
Disjuntor ou fusível (Ampere)			50	30
Seção dos condutores (mm^2)			10	4

Uma pessoa adquiriu um chuveiro do modelo A e, ao ler o manual, verificou que precisava ligá-lo a um disjuntor de 50 amperes. No entanto, intrigou-se com o fato de que o disjuntor a ser utilizado para uma correta instalação de um chuveiro do modelo B devia possuir amperagem 40% menor.

Considerando-se os chuveiros de modelos A e B, funcionando à mesma potência de 4 400 W, a razão entre as suas respectivas resistências elétricas, R_A e R_B que justifica a diferença de dimensionamento dos disjuntores, é mais próxima de:

a) 0,3.
b) 0,6.
c) 0,8.
d) 1,7.
e) 3,0.

Resolução **Resposta: A**

Resposta da questão 115:
[A]

Dados: P = 4.400 W; $U_A = 127$ V; $U_B = 220$ V; $I_A = 50$ A; $I_B = 30$ A.

Como a potência é a mesma nos dois casos, temos:

$$\left.\begin{array}{l} P_A = \dfrac{U_A^2}{R_A} \\ P_B = \dfrac{U_B^2}{R_B} \end{array}\right\} \div \Rightarrow P_A = P_B \Rightarrow \frac{U_A^2}{R_A} = \frac{U_B^2}{R_B} \Rightarrow \frac{R_A}{R_B} = \left(\frac{U_A}{U_B}\right)^2 \Rightarrow \frac{R_A}{R_B} = \left(\frac{127}{220}\right)^2 \Rightarrow$$

$$\frac{R_A}{R_B} = (0{,}58)^2 \Rightarrow \frac{R_A}{R_B} = 0{,}3.$$

OBS: sabe-se da eletrodinâmica e do eletromagnetismo que $\frac{220}{127} \cong \sqrt{3}$. Isso simplifica bastante os cálculos envolvendo tensões de 220 V e 127 V, como no caso dessa questão, conforme ilustrado abaixo:

$$\left.\begin{array}{l} P_A = \dfrac{U_A^2}{R_A} \\ P_B = \dfrac{U_B^2}{R_B} \end{array}\right\} \div \Rightarrow P_A = P_B \Rightarrow \frac{U_A^2}{R_A} = \frac{U_B^2}{R_B} \Rightarrow \frac{R_A}{R_B} = \left(\frac{U_A}{U_B}\right)^2 \Rightarrow \frac{R_A}{R_B} = \left(\frac{127}{220}\right)^2 \Rightarrow$$

$$\frac{R_A}{R_B} = \left(\frac{1}{\sqrt{3}}\right)^2 \Rightarrow \frac{R_A}{R_B} = \frac{1}{3} = 0{,}3.$$

Resolução reproduzida da referência 5.

Item 017

2012 | F5-088

Regular; fonte: referência 5, página 46.

88. (Enem 2012) A eficiência das lâmpadas pode ser comparada utilizando a razão, considerada linear, entre a quantidade de luz produzida e o consumo. A quantidade de luz é medida pelo fluxo luminoso, cuja unidade é o lúmen (lm). O consumo está relacionado à potência elétrica da lâmpada que é medida em watt (W). Por exemplo, uma lâmpada incandescente de 40 W emite cerca de 600 lm, enquanto uma lâmpada fluorescente de 40 W emite cerca de 3000 lm.

Disponível em: http://tecnologia.terra.com.br. Acesso em: 29 fev. 2012 (adaptado).

A eficiência de uma lâmpada incandescente de 40 W é
a) maior que a de uma lâmpada fluorescente de 8 W, que produz menor quantidade de luz.
b) maior que a de uma lâmpada fluorescente de 40 W, que produz menor quantidade de luz.
c) menor que a de uma lâmpada fluorescente de 8 W, que produz a mesma quantidade de luz.
d) menor que a de uma lâmpada fluorescente de 40 W, pois consome maior quantidade de energia.
e) igual a de uma lâmpada fluorescente de 40 W, que consome a mesma quantidade de energia.

Resolução **Resposta: C**

Resposta da questão 88:
[C]

De acordo com o enunciado, a eficiência (e) é a razão entre a quantidade de luz (Q) e potência consumida (P).

$$e = \frac{Q}{P} \begin{cases} \text{Lâmpada incandescente de 40 W: } e_{i,40} = \dfrac{600}{40} \Rightarrow e_{i,40} = 15 \text{ lm/W.} \\ \text{Lâmpada fluorescente de 40 W: } e_{f,40} = \dfrac{3000}{40} \Rightarrow e_{f,40} = 75 \text{ lm/W.} \\ \text{Lâmpada fluorescente de 8 W: } e_{f,8} = \dfrac{600}{8} \Rightarrow e_{f,8} = 75 \text{ lm/W.} \end{cases}$$

Conclusão: a lâmpadas fluorescentes apresentam maior eficiência que as incandescentes, e uma lâmpada fluorescente de potência 8 W produz a mesma quantidade de luz (600 lm) que uma lâmpada incandescente de 40 W.

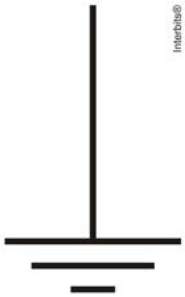
Resolução reproduzida da referência 5.

Item 018

2012 | F5-111

PPL; fonte: referência 5, página 58.

111. (Enem PPL 2012) No manual de uma máquina de lavar, o usuário vê o símbolo:



Este símbolo orienta o consumidor sobre a necessidade de a máquina ser ligada a
a) um fio terra para evitar sobrecarga elétrica.
b) um fio neutro para evitar sobrecarga elétrica.
c) um fio terra para aproveitar as cargas elétricas do solo.
d) uma rede de coleta de água da chuva.
e) uma rede de coleta de esgoto doméstico.

Resolução **Resposta: A**

Resposta da questão 111:
[A]

Esse é o símbolo para fio terra. O fio terra é um dispositivo para evitar choques elétricos quando se toca no aparelho.

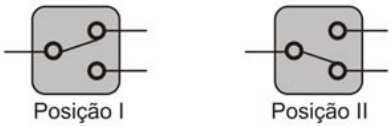
Resolução reproduzida da referência 5.

Item 019

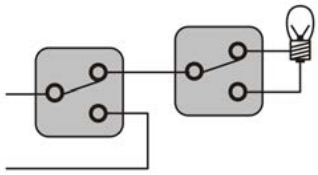
2012 | F5-112

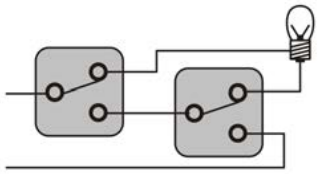
Regular; fonte: referência 5, página 59.

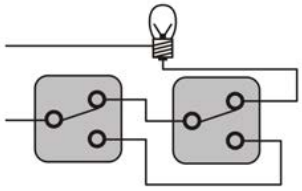
112. (Enem 2012) Para ligar ou desligar uma mesma lâmpada a partir de dois interruptores, conectam-se os interruptores para que a mudança de posição de um deles faça ligar ou desligar a lâmpada, não importando qual a posição do outro. Esta ligação é conhecida como interruptores paralelos. Este interruptor é uma chave de duas posições constituída por um polo e dois terminais, conforme mostrado nas figuras de um mesmo interruptor. Na Posição I a chave conecta o polo ao terminal superior, e na Posição II a chave o conecta ao terminal inferior.

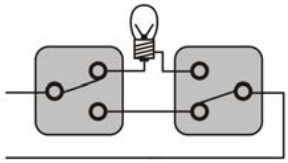


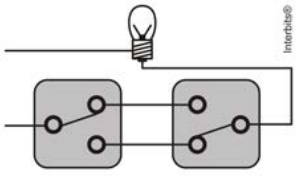
O circuito que cumpre a finalidade de funcionamento descrita no texto é:

a)


b)


c)


d)


e)


Item 019 – resolução 2012 / F5-112

Resolução **Resposta: E**

Resposta da questão 112:
[E]

O único circuito que fecha tanto para a posição I como para a posição II é o circuito da alternativa [E].

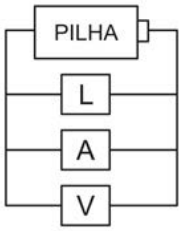
Resolução reproduzida da referência 5.

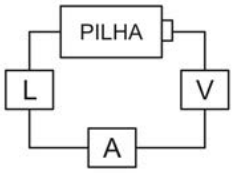
Item 020

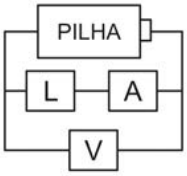
2012 | F5-113

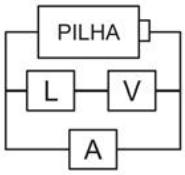
PPL; fonte: referência 5, página 60.

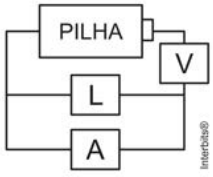
113. (Enem PPL 2012) Um eletricista precisa medir a resistência elétrica de uma lâmpada. Ele dispõe de uma pilha, de uma lâmpada (L), de alguns fios e de dois aparelhos: um voltímetro (V), para medir a diferença de potencial entre dois pontos, e um amperímetro (A), para medir a corrente elétrica.
O circuito elétrico montado pelo eletricista para medir essa resistência é

a)


b)


c)


d)


e)


Resolução **Resposta: C**

Resposta da questão 113:
[C]

O amperímetro deve ser ligado em série com a lâmpada e o voltímetro em paralelo.

Resolução reproduzida da referência 5.

Item 021

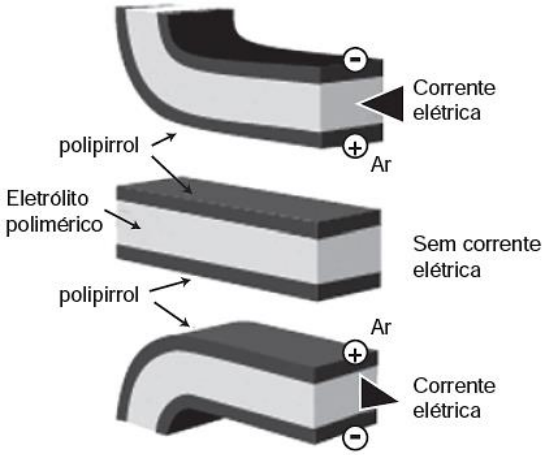
2013 | F3-130

Regular; fonte: referência 3, página 46.

Questão 130 (2013.1)

Músculos artificiais são dispositivos feitos com plásticos inteligentes que respondem a uma corrente elétrica com um movimento mecânico. A oxidação e redução de um polímero condutor criam cargas positivas e/ou negativas no material, que são compensadas com a inserção ou expulsão de cátions ou ânions. Por exemplo, na figura os filmes escuros são de polipirrol e o filme branco é de um eletrólito polimérico contendo um sal inorgânico.

Quando o polipirrol sofre oxidação, há a inserção de ânions para compensar a carga positiva no polímero e o filme se expande. Na outra face do dispositivo o filme de polipirrol sofre redução, expulsando ânions, e o filme se contrai. Pela montagem, em sanduíche, o sistema todo se movimenta de forma harmônica, conforme mostrado na figura.



A camada central de eletrólito polimérico é importante porque:

A) absorve a irradiação de partículas carregadas, emitidas pelo aquecimento elétrico dos filmes de polipirrol.
B) permite a difusão dos íons promovida pela aplicação de diferença de potencial, fechando o circuito elétrico.
C) mantém um gradiente térmico no material para promover a dilatação/contração térmica de cada filme de polipirrol.
D) permite a condução de elétrons livres, promovida pela aplicação de diferença de potencial, gerando corrente elétrica.
E) promove a polarização das moléculas poliméricas, o que resulta no movimento gerado pela aplicação de diferença de potencial.

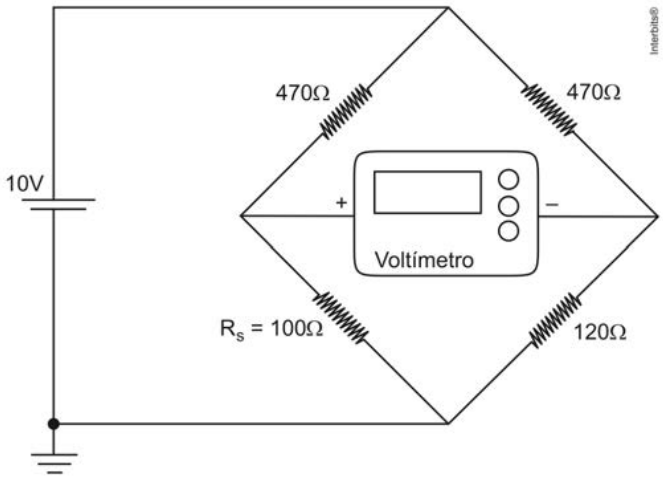
Resolução **Resposta: B**

As reações nas faces do dispositivo dependem da entrada e da saída de íons para manter o equilíbrio de cargas. O eletrólito permite essa condução iônica entre as regiões, completando o circuito. Seu papel não é transportar elétrons livres como um metal nem produzir a deformação por aquecimento.

Resolução complementar.

Segunda aplicação; fonte: referência 5, página 56.

107. (Enem 2013) Medir temperatura é fundamental em muitas aplicações, e apresentar a leitura em mostradores digitais é bastante prático. O seu funcionamento é baseado na correspondência entre valores de temperatura e de diferença de potencial elétrico. Por exemplo, podemos usar o circuito elétrico apresentado, no qual o elemento sensor de temperatura ocupa um dos braços do circuito (R_S) e a dependência da resistência com a temperatura é conhecida.



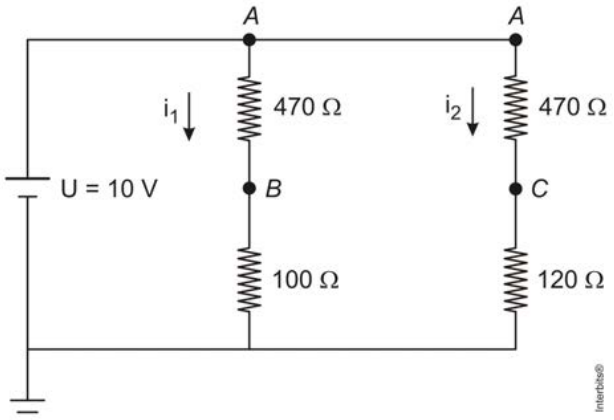
Para um valor de temperatura em que $R_S = 100\Omega$, a leitura apresentada pelo voltímetro será de

a) +6,2V.
b) +1,7V.
c) +0,3V.
d) –0,3V.
e) –6,2V.

Resolução **Resposta: D**

Resposta da questão 107:
[D]

O circuito está representado abaixo.



Considerando o voltímetro ideal, temos:

$$U = R\,i \begin{cases} 10 = (470 + 100)\,i_1 \Rightarrow i_1 = \dfrac{10}{570} = \dfrac{1}{57}\,\text{A.} \\ 10 = (470 + 120)\,i_1 \Rightarrow i_2 = \dfrac{10}{590} = \dfrac{1}{59}\,\text{A.} \end{cases}$$

$$\begin{cases} V_A - V_B = 470 \cdot \dfrac{1}{57} \\ V_A - V_C = 470 \cdot \dfrac{1}{59} \end{cases} \Rightarrow \left\langle \begin{cases} -V_A + V_B = -470 \cdot \dfrac{1}{57} \\ V_A - V_C = 470 \cdot \dfrac{1}{59} \end{cases} \right\rangle \Rightarrow V_B - V_C = \frac{470}{59} - \frac{470}{57} \cong -0{,}28\ \text{V} \Rightarrow$$

$$V_B - V_C \cong -0{,}3\ \text{V.}$$

Resolução reproduzida da referência 5.

Item 023

2013 | F5-108

Regular; fonte: referência 5, página 57.

108. (Enem 2013) Um circuito em série é formado por uma pilha, uma lâmpada incandescente e uma chave interruptora. Ao se ligar a chave, a lâmpada acende quase instantaneamente, irradiando calor e luz. Popularmente, associa-se o fenômeno da irradiação de energia a um desgaste da corrente elétrica, ao atravessar o filamento da lâmpada, e à rapidez com que a lâmpada começa a brilhar. Essa explicação está em desacordo com o modelo clássico de corrente.
De acordo com o modelo mencionado, o fato de a lâmpada acender quase instantaneamente está relacionado à rapidez com que
a) o fluido elétrico se desloca no circuito.
b) as cargas negativas móveis atravessam o circuito.
c) a bateria libera cargas móveis para o filamento da lâmpada.
d) o campo elétrico se estabelece em todos os pontos do circuito.
e) as cargas positivas e negativas se chocam no filamento da lâmpada.

Resolução **Resposta: D**

Resposta da questão 108:
[D]

Quando se fecha a chave, surge um campo elétrico ao longo de todo o fio, fazendo com que as cargas comecem a se deslocar, formando a corrente elétrica.

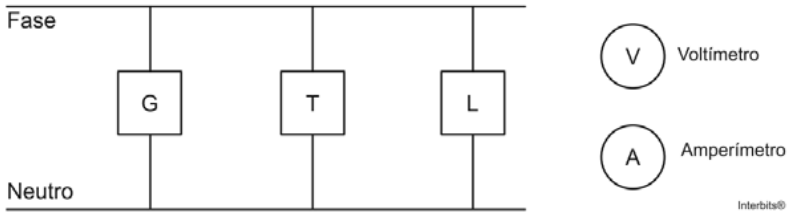
Resolução reproduzida da referência 5.

Item 024

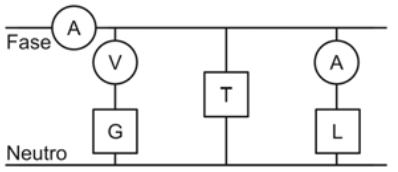
2013 | F5-109

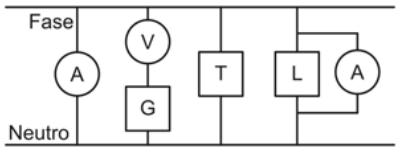
Regular; fonte: referência 5, página 57.

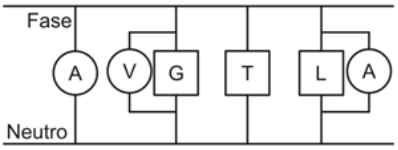
109. (Enem 2013) Um eletricista analisa o diagrama de uma instalação elétrica residencial para planejar medições de tensão e corrente em uma cozinha. Nesse ambiente existem uma geladeira (G), uma tomada (T) e uma lâmpada (L), conforme a figura. O eletricista deseja medir a tensão elétrica aplicada à geladeira, a corrente total e a corrente na lâmpada. Para isso, ele dispõe de um voltímetro (V) e dois amperímetros (A).

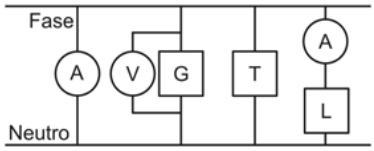


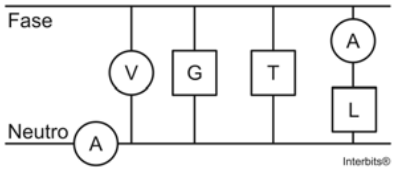
Para realizar essas medidas, o esquema da ligação desses instrumentos está representado em:

a)


b)


c)


d)


e)


Item 024 – resolução 2013 / F5-109

Resolução **Resposta: E**

Resposta da questão 109:
[E]

O voltímetro deve ser ligado em paralelo com o trecho de circuito onde se quer medir a tensão elétrica, ou seja, entre os terminais fase e neutro.
O amperímetro para medir a corrente total deve ser instalado no terminal fase ou no terminal neutro.
O outro amperímetro para medir a corrente na lâmpada deve ser ligado em série com ela.

Resolução reproduzida da referência 5.

Item 025

PPL; fonte: referência 5, página 58.

110. (Enem PPL 2013) Um grupo de amigos foi passar o fim de semana em um acampamento rural, onde não há eletricidade. Uma pessoa levou um gerador a *diesel* e outra levou duas lâmpadas, diferentes fios e bocais. Perto do anoitecer, iniciaram a instalação e verificaram que as lâmpadas eram de 60 W – 110 V e o gerador produzia uma tensão de 220 V.
Para que as duas lâmpadas possam funcionar de acordo com suas especificações e o circuito tenha menor perda possível, a estrutura do circuito elétrico deverá ser de dois bocais ligados em
a) série e usar fios de maior espessura.
b) série e usar fios de máximo comprimento.
c) paralelo e usar fios de menor espessura.
d) paralelo e usar fios de maior espessura.
e) paralelo e usar fios de máximo comprimento.

Resolução **Resposta: A**

Resposta da questão 110:
[A]

Como as lâmpadas são idênticas, se ligadas em série, dividirão igualmente a tensão da fonte, ficando corretamente ligadas, 110 V em cada uma. Para que a perda seja a menor possível, o fios devem ser os de maior espessura, pois têm menor resistência.

Resolução reproduzida da referência 5.

Item 026

Segunda aplicação; fonte: referência 3, página 65.

Questão 198 (2014.3)

Uma pessoa quer instalar uma iluminação decorativa para as festas de final de ano. Para isso, ela adquire um conjunto de 44 lâmpadas ligadas em serie. Na sua residência a tensão da rede elétrica e de 220 V e a tomada utilizada pode fornecer o máximo de 4 A de intensidade de corrente.

Quais as especificações das lâmpadas que devem ser utilizadas para obter o máximo de potência na iluminação?

A) 5 V e 4 W
B) 5 V e 20 W
C) 55 V e 4 W
D) 220 V e 20 W
E) 220 V e 880 W

Resolução **Resposta: B**

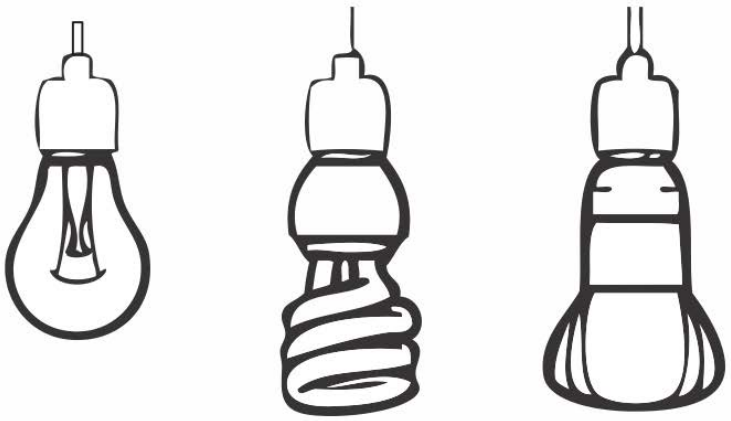
As 44 lâmpadas idênticas em série dividem igualmente os 220 V: cada uma recebe $220/44 = 5$ V. A maior corrente permitida é 4 A, a mesma em toda a associação. Logo, a potência máxima por lâmpada é $P = UI = 5 \cdot 4 = 20$ W.

Resolução complementar.

Item 027

PPL; fonte: referência 5, página 14.

25. (Enem PPL 2014) A figura apresenta a comparação dos gastos de três tipos de lâmpadas residenciais de mesmo brilho, durante cinco anos. Considera-se a utilização média de vinte pontos de luz, utilizando em média dez lâmpadas acesas durante 6 horas ao custo de $R\$0{,}30$, para cada $1\,kWh$ consumido.



	Incandescente	Fluorescente compacta	LED
Investimento na compra	R$ 60,00	R$ 360,00	R$ 2 800,00
Potência média de cada lâmpada	60 W	16 W	8 W
Consumo de energia	6 480 kWh	1 728 kWh	864 kWh
Lâmpadas trocadas	110	20	Zero
Gasto com energia	R$ 1 944,00	R$ 518,40	R$ 259,20
Gasto com lâmpadas trocadas	R$ 330,00	R$ 360,00	Zero

Ano-base = 360 dias

Disponível em: http://planetasustentavel.abril.com.br. Acesso em: 2 jul. 2012 (adaptado).

Com base nas informações, a lâmpada energeticamente mais eficiente, a mais viável economicamente e a de maior vida útil são, respectivamente

a) fluorescente compacta, LED, LED.
b) LED, fluorescente compacta, LED.
c) fluorescente compacta, incandescente, LED.
d) LED, incandescente, fluorescente compacta.
e) fluorescente compacta, fluorescente compacta, LED.

Item 027 – resolução 2014 / F5-025

Resolução **Resposta: B**

Resposta da questão 25:
[B]

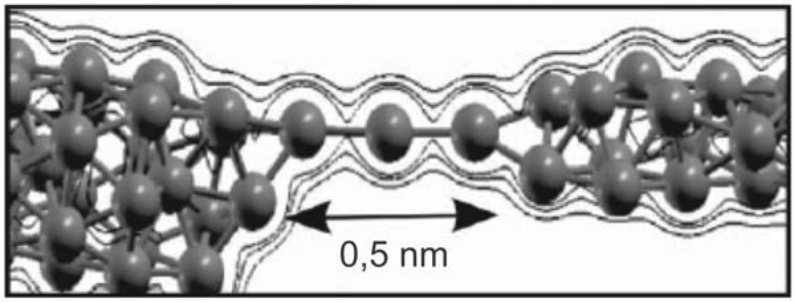
- Mais energeticamente mais eficiente: LED $\rightarrow$ fornece o mesmo brilho usando menor potência.
- Mais viável economicamente: Fluorescente compacta $\rightarrow$ menor custo total (R$ 360,00 + R$ 518,40 + R$ 360,00 = R$ 1.238,40).
- De maior vida útil: LED $\rightarrow$ nenhuma lâmpada foi trocada durante cinco anos.

Resolução reproduzida da referência 5.

Item 028

PPL; fonte: referência 5, página 54.

102. (Enem PPL 2014) Recentemente foram obtidos os fios de cobre mais finos possíveis, contendo apenas um átomo de espessura, que podem, futuramente, ser utilizados em microprocessadores. O chamado nanofio, representado na figura, pode ser aproximado por um pequeno cilindro de comprimento $0{,}5\,nm$ $(1nm = 10^{-9}\,m)$. A seção reta de um átomo de cobre é $0{,}05\,nm^2$ e a resistividade do cobre é $17\,\Omega \cdot nm$. Um engenheiro precisa estimar se seria possível introduzir esses nanofios nos microprocessadores atuais.



AMORIM, E. P. M.; SILVA, E. Z. Ab initio study of linear atomic chains in copper nanowires. *Physical Review B*, v. 81, 2010 (adaptado).

Um nanofio utilizando as aproximações propostas possui resistência elétrica de

a) $170n\Omega$
b) $0{,}17n\Omega$
c) $1{,}7n\Omega$
d) $17n\Omega$
e) 170Ω

Resolução **Resposta: E**

Resposta da questão 102:
[E]

Aplicando a 2ª lei de Ohm:

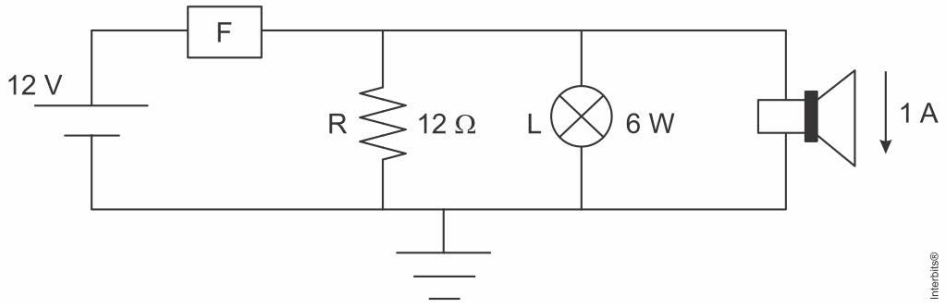
$$R = \frac{\rho L}{A} = \frac{17 \times 0{,}5}{0{,}05} \Rightarrow \boxed{R = 170\,\Omega}$$

Resolução reproduzida da referência 5.

Item 029

PPL; fonte: referência 5, página 55.

103. (Enem PPL 2014) Fusíveis são dispositivos de proteção de um circuito elétrico, sensíveis ao excesso de corrente elétrica. Os modelos mais simples consistem de um filamento metálico de baixo ponto de fusão, que se funde quando a corrente ultrapassa determinado valor, evitando que as demais partes do circuito sejam danificadas. A figura mostra um diagrama de um circuito em que o fusível F protege um resistor R de 12Ω, uma lâmpada L de $6\,W$ e um alto-falante que conduz $1A$.



Sabendo que esse fusível foi projetado para trabalhar com uma corrente até 20% maior que a corrente nominal que atravessa esse circuito, qual é o valor, em ampères, da corrente máxima que o fusível F permite passar?

a) $1{,}0$
b) $1{,}5$
c) $2{,}0$
d) $2{,}5$
e) $3{,}0$

Resolução **Resposta: E**

Resposta da questão 103:
[E]

Os três dispositivos estão ligados em paralelo, submetidos à ddp $U = 12V$.
Calculando a corrente total máxima (I):

$$\left.\begin{array}{l}\text{No resistor: } U = R\,i_R \Rightarrow i_R = \dfrac{U}{R} = \dfrac{12}{12} \Rightarrow i_R = 1\,A.\\ \text{Na lâmpada: } P_L = U\,i_L \Rightarrow i_L = \dfrac{P_L}{U} = \dfrac{6}{12} \Rightarrow i_L = 0{,}5\ A.\\ \text{No alto-falante: } i_A = 1\ A.\end{array}\right\} \Rightarrow I = 1{,}2\left(i_R + i_L + i_A\right) \Rightarrow$$

$$I = 1{,}2\left(1 + 0{,}5 + 1\right) \Rightarrow \boxed{I = 3\ A.}$$

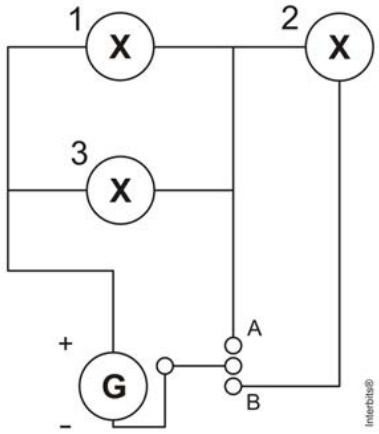
Resolução reproduzida da referência 5.

Item 030

2014 | F5-104

Regular; fonte: referência 5, página 55.

104. (Enem 2014) Um sistema de iluminação foi construído com um circuito de três lâmpadas iguais conectadas a um gerador (G) de tensão constante. Esse gerador possui uma chave que pode ser ligada nas posições A ou B.



Considerando o funcionamento do circuito dado, a lâmpada 1 brilhará mais quando a chave estiver na posição
a) B, pois a corrente será maior nesse caso.
b) B, pois a potência total será maior nesse caso.
c) A, pois a resistência equivalente será menor nesse caso.
d) B, pois o gerador fornecerá uma maior tensão nesse caso.
e) A, pois a potência dissipada pelo gerador será menor nesse caso.

Resolução **Resposta: C**

Resposta da questão 104:
[C]

O brilho de uma lâmpada depende da sua potência. A lâmpada de maior potência apresenta brilho mais intenso.
Com a chave na posição *A*, as lâmpadas 1 e 3 ficam ligadas em paralelo e a lâmpada 2 não acende; sendo R a resistência de cada lâmpada, a resistência equivalente é $R_A = \frac{R}{2}$.
A potência dissipada na lâmpada 1 (P_{1A}) é metade da potência dissipada na associação (P_A).
Se a tensão fornecida pelo gerador é U, temos:

$$P_A = \frac{U^2}{R_A} = \frac{U^2}{R/2} \Rightarrow P_A = \frac{2U^2}{R}.$$

$$P_{1A} = \frac{P_A}{2} \Rightarrow P_{1A} = \frac{U^2}{R}.$$

Com a chave na posição *B*, as lâmpadas 1 e 3 continuam em paralelo e em série com a lâmpada 2.

A resistência equivalente (R_B), a corrente total (I), a corrente na lâmpada 1 (i_{1B}) e a potência dissipada na lâmpada 1 (P_{1B}) são:

$$\begin{cases} R_B = \frac{R}{2} + R \Rightarrow R_B = \frac{3R}{2}. \\ I = \frac{U}{3R/2} = \frac{2U}{3R}. \\ i_{1B} = \frac{I}{2} = \frac{U}{3R}. \\ P_{1B} = R\, i_1^2 = R\frac{U^2}{9R^2} \Rightarrow P_{1B} = \frac{U^2}{9R}. \end{cases}$$

Assim:
$R_A < R_B \Rightarrow P_{1A} > P_{1B}$.
Assim, a lâmpada 1 brilhará mais quando a chave estiver em *A*.

Resolução reproduzida da referência 5.

Item 031

PPL; fonte: referência 5, página 56.

105. (Enem PPL 2014) Os manuais dos fornos micro-ondas desaconselham, sob pena de perda da garantia, que eles sejam ligados em paralelo juntamente a outros aparelhos eletrodomésticos por meio de tomadas múltiplas, popularmente conhecidas como “benjamins” ou “tês”, devido ao alto risco de incêndio e derretimento dessas tomadas, bem como daquelas dos próprios aparelhos.

Os riscos citados são decorrentes da
a) resistividade da conexão, que diminui devido à variação de temperatura do circuito.
b) corrente elétrica superior ao máximo que a tomada múltipla pode suportar.
c) resistência elétrica elevada na conexão simultânea de aparelhos eletrodomésticos.
d) tensão insuficiente para manter todos os aparelhos eletrodomésticos em funcionamento.
e) intensidade do campo elétrico elevada, que causa o rompimento da rigidez dielétrica da tomada múltipla.

Resolução **Resposta: B**

Resposta da questão 105:
[B]

Quando usamos um “Tê” para ligar dois ou mais aparelhos, estamos fazendo ligações em paralelo. Isso aumenta a corrente fornecida pela fonte (no caso, a tomada) e essa sobrecarga de corrente provoca sobreaquecimento na fiação, aumentando o risco de incêndio.

Resolução reproduzida da referência 5.

Item 032

Regular; fonte: referência 3, página 68.

Questão 210 (2015.1)

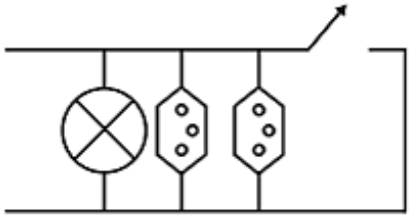
Um estudante, precisando instalar um computador, um monitor e uma lâmpada em seu quarto, verificou que precisaria fazer a instalação de duas tomadas e um interruptor na rede elétrica. Decidiu esboçar com antecedência o esquema elétrico.

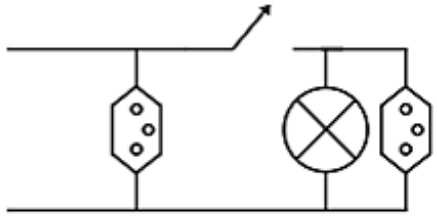
"O circuito deve ser tal que as tomadas e a lâmpada devem estar submetidas à tensão nominal da rede elétrica e a lâmpada deve poder ser ligada ou desligada por um interruptor sem afetar os outros dispositivos" - pensou.

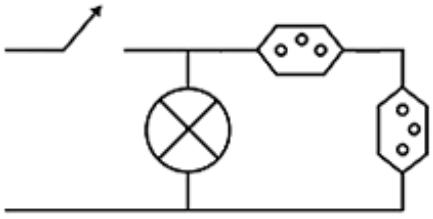
Símbolos adotados:

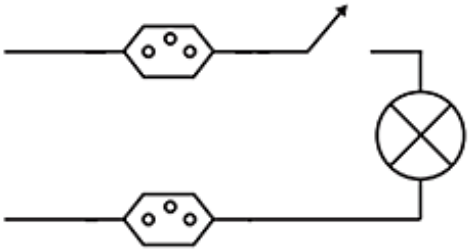
Lâmpada:  Tomada:  Interruptor: 

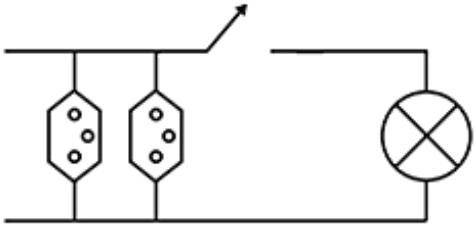
Qual dos circuitos esboçados atende às exigências?

A) 

B) 

C) 

D) 

E) 

Resolução **Resposta: E**

Para receberem a tensão nominal da rede, as duas tomadas e o ramo da lâmpada devem estar em paralelo. O interruptor deve ficar em série apenas com a lâmpada, de modo que sua abertura não interrompa as tomadas. O circuito E satisfaz simultaneamente essas condições.

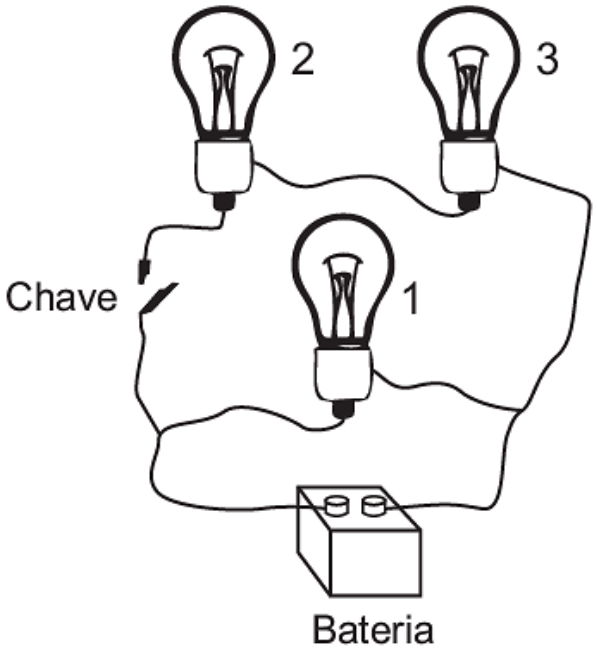
Resolução complementar.

Item 033

PPL; fonte: referência 3, página 71.

Questão 220 (2015.2)

Um eletricista projeta um circuito com três lâmpadas incandescentes idênticas, conectadas como na figura. Deseja-se que uma delas fique sempre acesa, por isso é ligada diretamente aos polos da bateria, entre os quais se mantém uma tensão constante. As outras duas lâmpadas são conectadas em um fio separado, que contém a chave. Com a chave aberta (desligada), a bateria fornece uma potência X.



Assumindo que as lâmpadas obedecem à Lei de Ohm, com a chave fechada, a potência fornecida pela bateria, em função de X é:

A) $\frac{2}{3}$X

B) X

C) $\frac{3}{2}$X

D) 2X

E) 3X

Resolução **Resposta: C**

Com a chave aberta, somente a lâmpada de resistência R está ligada, dando $X = V^2/R$. Ao fechar a chave, entra em paralelo um ramo com duas lâmpadas em série, de resistência $2R$, que consome $V^2/(2R) = X/2$. A potência total passa a $X + X/2 = 3X/2$.

Resolução complementar.

Item 034

2015 | F3-222

PPL; fonte: referência 3, página 71.

Questão 222 (2015.2)

A rede elétrica de uma residência tem tensão de 110 V e o morador compra, por engano, uma lâmpada incandescente com potência nominal de 100 W e tensão nominal de 220 V. Se essa lâmpada for ligada na rede de 110 V, o que acontecerá?

A) A lâmpada brilhará normalmente, mas como a tensão é a metade da prevista, a corrente elétrica será o dobro da normal, pois a potência elétrica é o produto de tensão pela corrente.
B) A lâmpada não acenderá, pois ela é feita para trabalhar apenas com tensão de 220 V, e não funciona com tensão abaixo desta.
C) A lâmpada irá acender dissipando uma potência de 50 W, pois como a tensão é metade da esperada, a potência também será reduzida à metade.
D) A lâmpada irá brilhar fracamente, pois com a metade da tensão nominal, a corrente elétrica também será menor e a potência dissipada será menos da metade da nominal.
E) A lâmpada queimará, pois como a tensão é menor do que a esperada, a corrente será maior, ultrapassando a corrente pela qual o filamento foi projetado.

Resolução **Resposta: D**

Na aproximação de resistência constante, $R = 220^2/100 = 484\ \Omega$. Ligada em 110 V, a potência é $P = 110^2/484 = 25$ W, um quarto da nominal. A lâmpada fica mais fraca. O filamento real muda de resistência com a temperatura, mas isso não altera a conclusão qualitativa da alternativa D.

Resolução complementar.

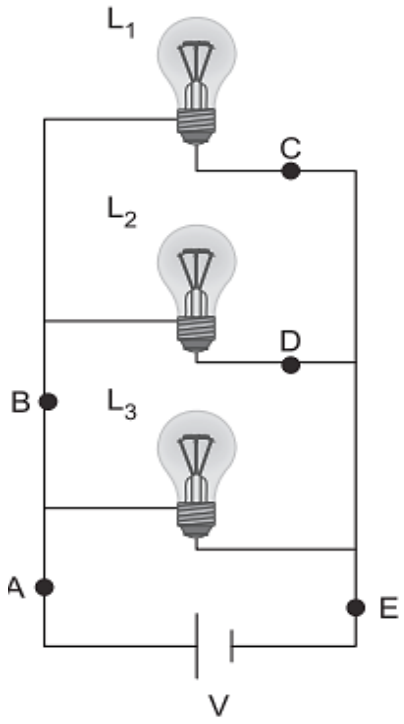
Item 035

2016 | F3-233

Regular; fonte: referência 3, página 75.

Questão 233 (2016.1)

Três lâmpadas idênticas foram ligadas no circuito esquematizado. A bateria apresenta resistência interna desprezível, e os fios possuem resistência nula. Um técnico fez uma análise do circuito para prever a corrente elétrica nos pontos: A, B, C, D e E; e rotulou essas correntes de I_A, I_B, I_C, I_D e I_E, respectivamente.



O técnico concluiu que as correntes que apresentam o mesmo valor são:

A) $I_A = I_E$ e $I_C = I_D$.
B) $I_A = I_B = I_E$ e $I_C = I_D$.
C) $I_A = I_B$, apenas.
D) $I_A = I_B = I_E$, apenas.
E) $I_C = I_B$, apenas.

Resolução **Resposta: A**

As três lâmpadas idênticas estão em paralelo e recebem a mesma tensão. Cada uma conduz uma corrente i. A corrente total, antes da divisão e após a reunião dos ramos, é $I_A = I_E = 3i$. Nos ramos de L1 e L2, $I_C = I_D = i$. Já o trecho B conduz $2i$.

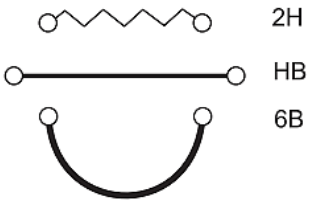
Resolução complementar.

Item 036

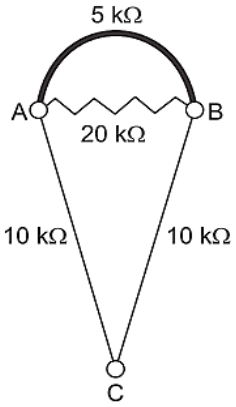
Regular; fonte: referência 3, página 76.

Questão 236 (2016.1)

Por apresentar significativa resistividade elétrica, o grafite pode ser utilizado para simular resistores elétricos em circuitos desenhados no papel, com o uso de lápis e lapiseiras. Dependendo da espessura e do comprimento das linhas desenhadas, é possível determinar a resistência elétrica de cada traçado produzido. No esquema foram utilizados três tipos de lápis diferentes (2H, HB e 6B) para efetuar três traçados distintos.



Munida dessas informações, um estudante pegou uma folha de papel e fez o desenho de um sorvete de casquinha utilizando-se desses traçados. Os valores encontrados nesse experimento, para as resistências elétricas (R), medidas com o auxílio de um ohmímetro ligado nas extremidades das resistências, são mostrados na figura. Verificou-se que os resistores obedeciam a Lei de Ohm.



Na sequência, conectou o ohmímetro nos terminais A e B do desenho e, em seguida, conectou-o nos terminais B e C, anotando as leituras R_{AB} e R_{BC}, respectivamente.

Ao estabelecer a razão $\frac{R_{AB}}{R_{BC}}$ qual resultado obteve?

A) 1
B) 4/7
C) 10/27
D) 14/81
E) 4/81

Resolução **Resposta: B**

Entre A e B há três ramos em paralelo: 5, 20 e $10+10 = 20$ kΩ, dando $R_{AB} = 10/3$ kΩ. Entre B e C, há 10 kΩ em paralelo com $10 + (5 \parallel 20) = 14$ kΩ, resultando em $R_{BC} = 35/6$ kΩ. Logo, $R_{AB}/R_{BC} = (10/3)/(35/6) = 4/7$.

Resolução complementar.

Item 037

2016 | F3-246

Segunda aplicação; fonte: referência 3, página 80.

Questão 246 (2016.2)

Uma lâmpada LED (diodo emissor de luz), que funciona com 12V e corrente contínua de 0,45A, produz a mesma quantidade de luz que uma lâmpada incandescente de 60W de potência.

Qual é o valor da redução da potência consumida ao se substituir a lâmpada incandescente pela de LED?

A) 54,6W
B) 27,0W
C) 26,6W
D) 5,4W
E) 5,0W

Resolução **Resposta: A**

A potência do LED é $P = UI = 12 \cdot 0{,}45 = 5{,}4$ W. Como ele fornece a mesma iluminação da lâmpada de 60 W, a redução é $60 - 5{,}4 = 54{,}6$ W. Não se confunde essa diferença com a potência consumida pelo próprio LED.

Resolução complementar.

Item 038

Segunda aplicação; fonte: referência 3, página 80.

Questão 248 (2016.2)

Um eletricista deve instalar um chuveiro que tem as especificações 220V—4400W a 6800W. Para a instalação de chuveiros, recomenda-se uma rede própria, com fios de diâmetro adequado e um disjuntor dimensionado à potência e à corrente elétrica previstas, com uma margem de tolerância próxima de 10%.

Os disjuntores são dispositivos de segurança utilizados para proteger as instalações elétricas de curtos-circuitos e sobrecargas elétricas e devem desarmar sempre que houver passagem de corrente elétrica superior à permitida no dispositivo.

Para fazer uma instalação segura desse chuveiro, o valor da corrente máxima do disjuntor deve ser:

A) 20A.
B) 25A.
C) 30A.
D) 35A.
E) 40A.

Resolução **Resposta: D**

A maior corrente de funcionamento ocorre na maior potência: $I = 6800/220 \approx 30{,}9$ A. Com margem de aproximadamente 10%, chega-se a $1{,}1 \cdot 30{,}9 \approx 34$ A. Dentre as opções, o disjuntor de 35 A atende ao dimensionamento proposto no exercício.

Resolução complementar.

Item 039

Segunda aplicação; fonte: referência 3, página 81.

Questão 251 (2016.2)

Um cosmonauta russo estava a bordo da estação espacial MIR quando um de seus rádios de comunicação quebrou. Ele constatou que dois capacitores do rádio de 3μF e 7μF ligados em série estavam queimados. Em função da disponibilidade, foi preciso substituir os capacitores defeituosos por um único capacitor que cumpria a mesma função.

Qual foi a capacitância, medida em μF, do capacitor utilizado pelo cosmonauta?

A) 0,10
B) 0,50
C) 2,1
D) 10
E) 21

Resolução **Resposta: C**

Capacitores em série têm $1/C_{eq} = 1/C_1 + 1/C_2$. Portanto, $C_{eq} = C_1C_2/(C_1 + C_2) = 3 \cdot 7/(3 + 7) = 2{,}1\ \mu$F. A associação em série tem capacitância menor que a de cada capacitor individual.

Resolução complementar.

Item 040

PPL; fonte: referência 3, página 83.

Questão 260 (2016.3)

Uma família adquiriu um televisor e, no manual do usuário, constavam as especificações técnicas, como apresentado no quadro.

Tensão de entrada	AC 100-240 V 50/60Hz
Consumo de potência	45 W
Potência em repouso	1 W

Esse televisor permaneceu 30 dias em repouso (*stand-by*). Considere que a eficiência entre a geração e a transmissão de eletricidade na usina é de 30%.

Que a quantidade de energia, em joules, foi produzida na usina para manter o televisor em *stand-by*?

A) 2,59 MJ
B) 6,05 MJ
C) 8,64 MJ
D) 117 MJ
E) 377 MJ

Resolução **Resposta: C**

A potência em stand-by indicada é 1 W. Em 30 dias, o consumo é $E = 1 \cdot 30 \cdot 24 \cdot 3600 = 2{,}592 \cdot 10^6$ J. Como apenas 30% da energia gerada chega ao uso considerado, a geração necessária é $E_g = 2{,}592/0{,}30 = 8{,}64$ MJ.

Resolução complementar.

Item 041

2016 | F3-271

PPL; fonte: referência 3, página 85.

Questão 271 (2016.3)

O choque elétrico é uma sensação provocada pela passagem de corrente elétrica pelo corpo. As consequências de um choque vão desde um simples susto até a morte.

A circulação das cargas elétricas depende da resistência do material. Para o corpo humano, essa resistência varia de 1000Ω, quando a pele está molhada, até 100000Ω, quando a pele está seca. Uma pessoa descalça, lavando sua casa com água, molhou os pés e, acidentalmente, pisou em um fio desencapado, sofrendo uma descarga elétrica em uma tensão de 120V.

Qual a intensidade máxima de corrente elétrica que passou pelo corpo da pessoa?

A) 1,2 mA
B) 120 mA
C) 8,3 A
D) 833 A
E) 120 kA

Resolução **Resposta: B**

A maior corrente ocorre com a menor resistência, correspondente à pele molhada: 1000 Ω. Pela lei de Ohm, $I = U/R = 120/1000 = 0{,}12$ A, ou 120 mA. Não se usa a resistência maior da pele seca nessa situação.

Resolução complementar.

Item 042

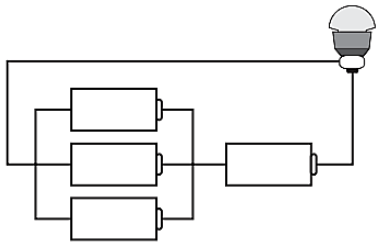
PPL; fonte: referência 3, página 85.

Questão 272 (2016.3)

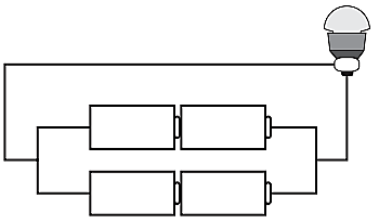
Em um laboratório, são apresentados aos alunos uma lâmpada, com especificações técnicas de 6V e 12W, e um conjunto de 4 pilhas de 1,5V cada.

Qual associação de geradores faz com que a lâmpada produza maior brilho?

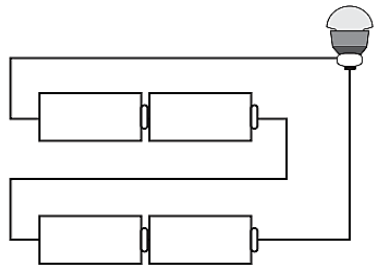
A)



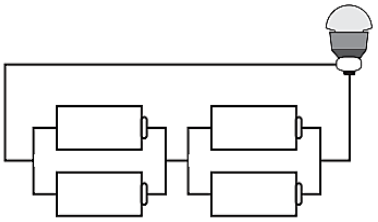
B)



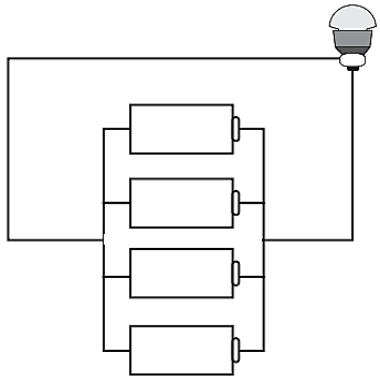
C)



D)



E)



Item 042 – resolução

2016 / F3-272

Resolução

Resposta: C

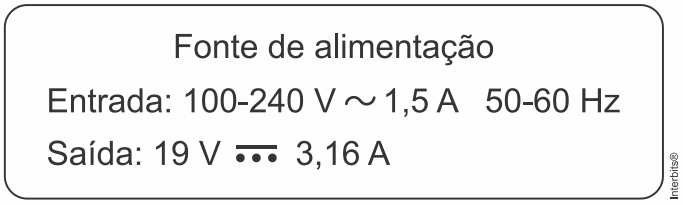
A lâmpada deve receber sua tensão nominal de 6 V. Quatro pilhas de 1,5 V em série, orientadas para somar suas forças eletromotrizes, fornecem $4 \cdot 1{,}5 = 6$ V. Associações em paralelo mantêm tensão de 1,5 V por grupo e não produzem o mesmo brilho no modelo ideal.

Resolução complementar.

Libras; fonte: referência 1, página 194.

315. ENEM LIBRAS 2017 ★

O manual de utilização de um computador portátil informa que a fonte de alimentação utilizada para carregar a bateria do aparelho apresenta as características:



Qual é a quantidade de energia fornecida por unidade de carga, em J/C, disponibilizada à bateria?

a) 6
b) 19
c) 60
d) 100
e) 240

GABARITO EM VÍDEO (CLIQUE)

1ª Lei de Ohm

Resolução **Resposta: B**

Diferença de potencial é energia fornecida por unidade de carga: $U = E/q$. A etiqueta da fonte indica saída de 19 V, e 1 V equivale a 1 J/C. Portanto, a energia por carga disponibilizada à bateria é 19 J/C.

Resolução complementar.

Item 044

2017 | F1-331

Libras; fonte: referência 1, página 203.

331. ENEM LIBRAS 2017 ★★

As células fotovoltaicas transformam luz em energia elétrica. Um modelo simples dessas células apresenta uma eficiência de 10%. Uma placa fotovoltaica quadrada com 5 cm de lado, quando exposta ao sol do meio-dia, faz funcionar uma pequena lâmpada, produzindo uma tensão de 5,0 V e uma corrente 100 mA. Essa placa encontra-se na horizontal em uma região onde os raios solares, ao meio-dia, incidem perpendicularmente à superfície da Terra, durante certo período do ano.

A intensidade da luz solar, em W/m^2, ao meio-dia, nessa região é igual a

a) 1×10^2.
b) 2×10^2.
c) 2×10^3.
d) 1×10^6.
e) 2×10^6.

GABARITO EM VÍDEO (CLIQUE)

Resolução **Resposta: C**

A potência elétrica útil é $P = UI = 5(0,100) = 0,50\,\mathrm{W}$. Como o rendimento é $0,10$, a potência solar incidente é $5,0\,\mathrm{W}$. A área vale $(0,05)^2 = 0,0025\,\mathrm{m}^2$; portanto, a intensidade é $5/0,0025 = 2 \times 10^3\,\mathrm{W/m}^2$.

Resolução complementar.

Item 045

2017 | F1-345

Libras; fonte: referência 1, página 210.

345. ENEM LIBRAS 2017 ★★

O Brasil vive uma crise hídrica que também tem trazido consequências na área de energia. Um estudante do ensino médio resolveu dar sua contribuição de economia, usando para isso conceitos que ele aprendeu nas aulas de física. Ele convence sua mãe a tomar banho com a chave do chuveiro na posição verão e diminuir o tempo de banho para 5 minutos, em vez de 15 minutos. Sua alegação baseou-se no seguinte argumento: se a chave do chuveiro estiver na posição inverno (potência de $6.000\ W$), o gasto será muito maior do que com a chave na posição verão (potência de $3.600\ W$).

A economia por banho, em kWh, apresentada pelo estudante para sua mãe foi de

a) 0,3.
b) 0,5.
c) 1,2.
d) 1,5.
e) 1,8.

GABARITO EM VÍDEO (CLIQUE)

Resolução **Resposta: C**

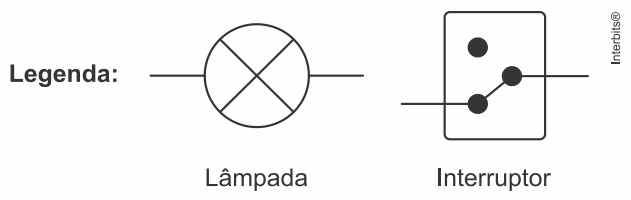
Antes, $E_i = 6,0(15/60) = 1,5\,\text{kWh}$. Depois, $E_f = 3,6(5/60) = 0,3\,\text{kWh}$. A economia por banho é $1,5 - 0,3 = 1,2\,\text{kWh}$.

Resolução complementar.

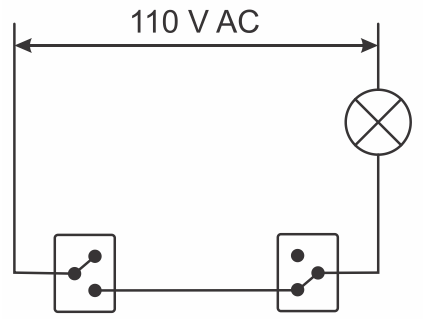
Libras; fonte: referência 1, página 216.

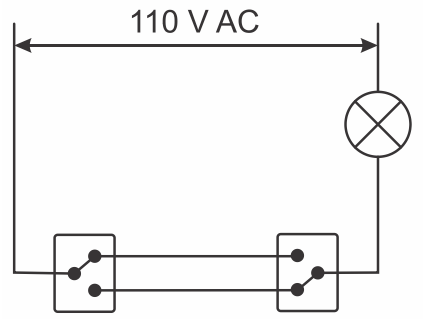
354. ENEM LIBRAS 2017 ★★

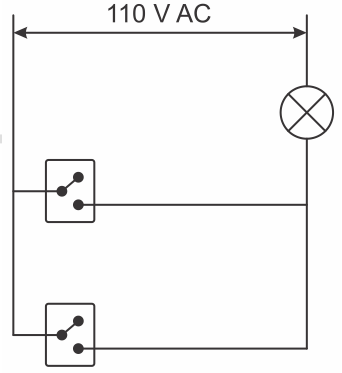
Durante a reforma de sua residência, um casal decidiu que seria prático poder acender a luz do quarto acionando um interruptor ao lado da porta e apagá-la com outro interruptor próximo à cama. Um eletrotécnico explicou que esse sistema usado para controlar uma lâmpada a partir de dois pontos é conhecido como circuito de interruptores paralelos.

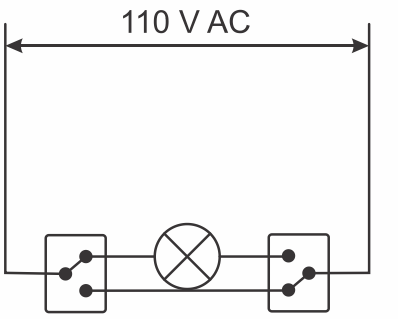


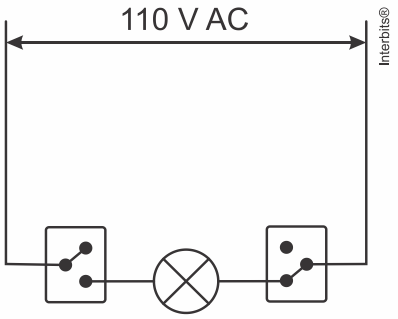
Como deve ser feita a montagem do circuito da lâmpada no quarto desse casal?

a)


b)


c)


d)


e)


GABARITO EM VÍDEO (CLIQUE)

Pr Fonse

Item 046 – resolução

2017 / F1-354

Resolução

Resposta: B

Cada interruptor deve ser um comutador: seu terminal comum liga-se à alimentação ou à lâmpada, e os outros dois terminais se conectam aos dois do outro interruptor. Assim, mudar qualquer chave abre ou fecha o caminho da corrente. A alternativa B apresenta essa ligação com dois fios viajantes.

Resolução complementar.

Item 047

2017 | F3-273

Regular; fonte: referência 3, página 86.

Questão 273 (2017.1)

Em algumas residências, cercas eletrificadas são utilizadas com o objetivo de afastar possíveis invasores. Uma cerca eletrificada funciona com uma diferença de potencial elétrico de aproximadamente 10000 V. Para que não seja letal, a corrente que pode ser transmitida através de uma pessoa não deve ser maior do que 0,01 A.

Já a resistência elétrica corporal entre as mãos e os pés de uma pessoa é da ordem de 1000Ω.

Para que a corrente não seja letal a uma pessoa que toca a cerca eletrificada, o gerador de tensão deve possuir uma resistência interna que, em relação à do corpo humano, é

A) praticamente nula.
B) aproximadamente igual.
C) Milhares de vezes maior.
D) da ordem de 10 vezes maior.
E) da ordem de 10 vezes menor.

Resolução **Resposta: C**

Pela lei de Ohm do circuito completo, $I = U/(r + R_{corpo})$. Para limitar a corrente a 0,01 A com 10000 V, a resistência total deve ser pelo menos 10^6 Ω. Portanto, $r \geq 1000000 - 1000 = 999000$ Ω, cerca de mil vezes a resistência corporal considerada.

Resolução complementar.

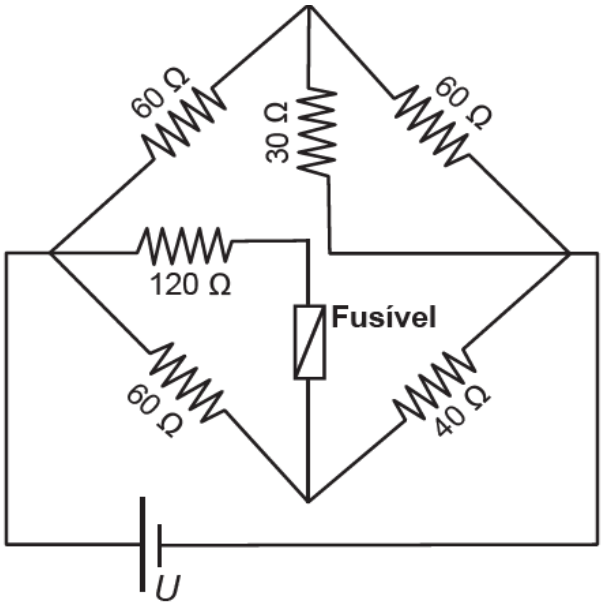
Item 048

Regular; fonte: referência 3, página 86.

Questão 274 (2017.1)

Fusível é um dispositivo de proteção contra corrente em circuitos. Quando a corrente que passa por esse componente elétrico é maior que sua máxima corrente nominal, o fusível queima.

Dessa forma, evita que a corrente elevada danifique os aparelhos do circuito. Suponha que o circuito elétrico mostrado seja alimentado por uma corrente de tensão U e que o fusível suporte uma corrente nominal de 500 mA.



Qual é o máximo valor da tensão U para que o fusível não queime?

A) 20 V
B) 40 V
C) 60 V
D) 120 V
E) 185 V

Resolução **Resposta: D**

No ramo inferior, os resistores de 60 e 120 Ω estão em paralelo, equivalendo a 40 Ω. Esse conjunto está em série com o resistor inferior direito de 40 Ω, dividindo U igualmente. A corrente no fusível, que está no ramo de 120 Ω, é $I_f = (U/2)/120 = U/240$. Impondo $I_f = 0{,}5$ A, obtém-se $U_{\max} = 120$ V.

Resolução complementar.

Item 049

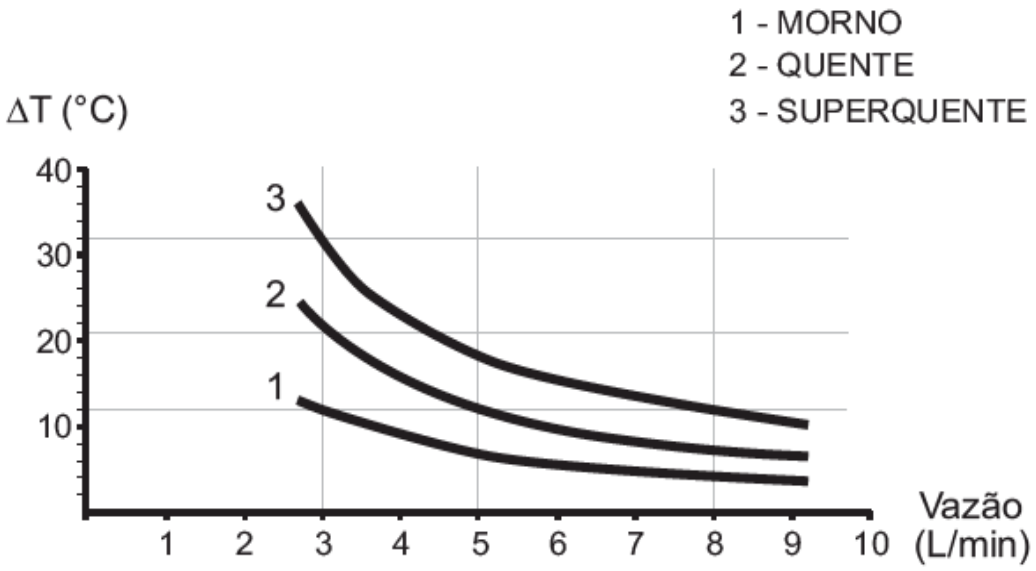
2017 | F3-280

Regular; fonte: referência 3, página 88.

Questão 280 (2017.1)

No manual fornecido pelo fabricante de uma ducha elétrica de 220V é apresentado um gráfico com a variação da temperatura da água em função da vazão para três condições (morno, quente e superquente). Na condição superquente, a potência dissipada é de 6500 W. Considere o calor específico da água igual a 4200 J/(kg ºC) e a densidade da água igual a 1 kg/L.

Elevação de temperatura x Curva vazão



Com base nas informações dadas, a potência na condição morno corresponde a que fração da potência na condição superquente?

A) 1/3
B) 1/5
C) 3/5
D) 3/8
E) 5/8

Resolução **Resposta: D**

A potência térmica transferida à água é $P = \dot{m}c\Delta T$. Para comparar as posições da chave, escolhe-se a mesma vazão nas duas curvas; a razão das potências é a razão das elevações de temperatura. A leitura do gráfico fornece $P_{morno}/P_{superquente} = 3/8$.

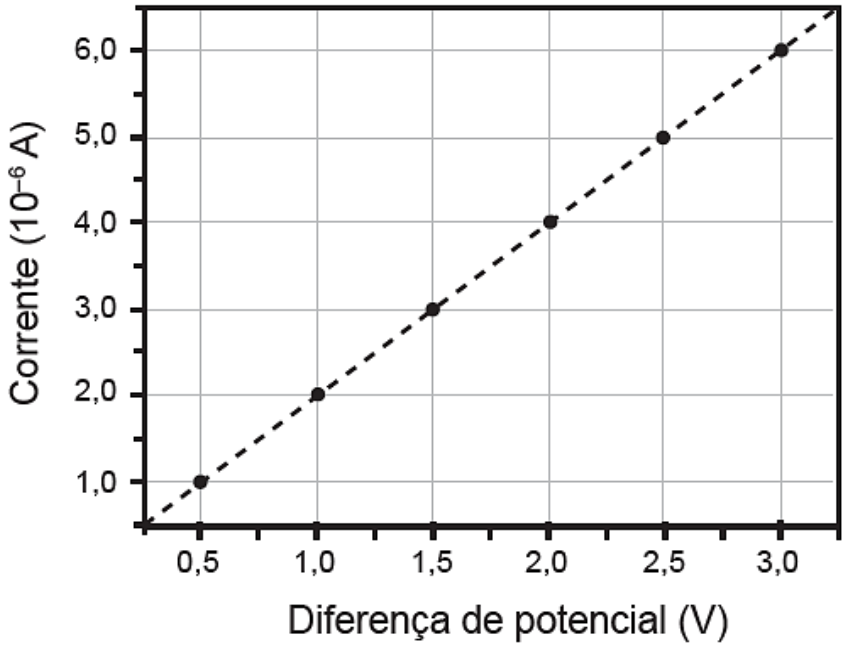
Resolução complementar.

Item 050

2017 | F3-287

Regular; fonte: referência 3, página 93.

Questão 287 (2017.1)
Dispositivos eletrônicos que utilizam materiais de baixo custo, como polímeros semicondutores, têm sido desenvolvidos para monitorar a concentração de amônia (gás tóxico e incolor) em granjas avícolas. A polianilina é um polímero semicondutor que tem o valor de sua resistência elétrica nominal quadruplicado quando exposta a altas concentrações de amônia. Na ausência de amônia, a polianilina se comporta como um resistor ôhmico e a sua resposta elétrica é mostrada no gráfico.



O valor da resistência elétrica da polianilina na presença de altas concentrações de amônia, em ohm, é igual a:

A) 0,5 x 10^0.
B) 2,0 x 10^0.
C) 2,5 x 10^5.
D) 5,0 x 10^5.
E) 2,0 x 10^6.

Resolução **Resposta: E**

No gráfico, 1 V corresponde a $2 \cdot 10^{-6}$ A. Portanto, a resistência nominal é $R = V/I = 5 \cdot 10^5\ \Omega$. Na presença de muita amônia, ela quadruplica: $R' = 4R = 2 \cdot 10^6\ \Omega$.

Resolução complementar.

Item 051

2017 | F3-291

PPL; fonte: referência 3, página 94.

Questão 291 (2017.2)

A capacidade de uma bateria com acumuladores, tal como a usada no sistema elétrico de um automóvel, é especificada em Ampére-hora (Ah).

Uma bateria de 12 V e 100 Ah fornece 12 J para cada coulomb de carga que flui através dela.

Se um gerador, de resistência interna desprezível, que fornece uma potência elétrica média igual a 600 W, fosse conectado aos terminais da bateria descrita, quanto tempo ele levaria para recarregá-la completamente?

A) 0.5 h
B) 2 h
C) 12 h
D) 50 h
E) 100 h

Resolução **Resposta: B**

A capacidade de 100 Ah, sob tensão de 12 V, corresponde à energia $E = 12 \cdot 100 = 1200$ Wh. Com potência média de carga de 600 W e desprezando perdas, o tempo é $t = E/P = 1200/600 = 2$ horas.

Resolução complementar.

Item 052

PPL; fonte: referência 3, página 94.

Questão 293 (2017.2)

As lâmpadas econômicas transformam 80% da energia elétrica consumida em luz e dissipam os 20% restantes em forma de calor. Já as incandescentes transformam 20% da energia elétrica consumida em luz e dissipam o restante em forma de calor. Assim, quando duas dessas lâmpadas possuem luminosidades equivalentes, a econômica apresenta uma potência igual a um quarto da potência da incandescente.

Quando uma lâmpada incandescente de 60 W é substituída por uma econômica de mesma luminosidade, deixa-se de transferir para o ambiente, a cada segundo, uma quantidade de calor, em joule, igual a:

A) 3.
B) 12.
C) 15.
D) 45.
E) 48.

Resolução **Resposta: D**

A incandescente dissipa como calor $0{,}80 \cdot 60 = 48$ W. A econômica equivalente consome $60/4 = 15$ W e dissipa $0{,}20 \cdot 15 = 3$ W. A redução de potência térmica é $48 - 3 = 45$ W, isto é, 45 J a cada segundo.

Resolução complementar.

Item 053

PPL; fonte: referência 3, página 95.

Questão 294 (2017.2)

Uma lâmpada é conectada a duas pilhas de tensão nominal 1,5 V, ligadas em série. Um voltímetro, utilizado para medir a diferença de potencial na lâmpada, fornece uma leitura de 2,78 V e um amperímetro indica que a corrente no circuito é de 94,2 mA.

O valor da resistência interna das pilhas é mais próximo de:

A) 0,021 Ω
B) 0,22 Ω
C) 0,26 Ω
D) 2,3 Ω
E) 29 Ω

Resolução **Resposta: D**

As pilhas em série fornecem força eletromotriz total de 3,00 V, mas a tensão na lâmpada é 2,78 V. A queda interna é 0,22 V. Portanto, a resistência interna total das pilhas é $r = 0{,}22/0{,}0942 \approx 2{,}3\ \Omega$.

Resolução complementar.

Item 054

2017 | F3-297

PPL; fonte: referência 3, página 95.

Questão 297 (2017.2)

As especificações de um chuveiro elétrico são: potência de 4000 W, consumo máximo mensal de 21,6 kWh e vazão máxima de 3 L/min. Em um mês, durante os banhos, esse chuveiro foi usado com vazão máxima, consumindo o valor máximo de energia especificado. O calor específico da água é de 4200 J/(kg °C) e sua densidade é igual a 1 kg/L.

A variação da temperatura da água usada nesses banhos foi mais próxima de

A) 16 °C.
B) 19 °C.
C) 37 °C.
D) 57 °C.
E) 60 °C.

Resolução **Resposta: B**

A vazão é 3 L/min, ou 0,05 kg/s. Desprezando perdas, $P = \dot{m}c\Delta T$. Assim, $\Delta T = 4000/(0{,}05 \cdot 4200) \approx 19$ °C. O consumo mensal determina a duração acumulada dos banhos, mas não é necessário para essa elevação de temperatura.

Resolução complementar.

Item 055

2017 | F3-301

PPL; fonte: referência 3, página 97.

Questão 301 (2017.2)

A figura mostra a bateria de um computador portátil, a qual necessita de uma corrente elétrica de 2 A para funcionar corretamente.



Quando a bateria está completamente carregada, o tempo máximo, em minuto, que esse notebook pode ser usado antes que ela "descarregue" completamente é

A) 24,4.
B) 36,7.
C) 132.
D) 333.
E) 528.

Resolução **Resposta: C**

A bateria tem capacidade de 4400 mAh, ou 4,4 Ah. Para corrente constante de 2 A, $t = Q/I = 4{,}4/2 = 2{,}2$ h. Convertendo para minutos, $t = 2{,}2 \cdot 60 = 132$ min.

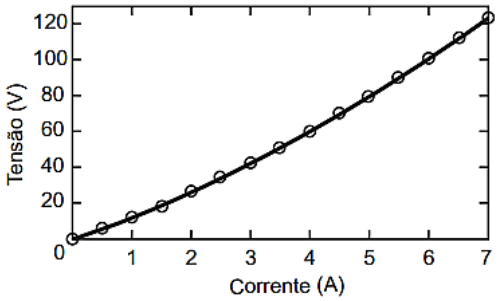
Resolução complementar.

Item 056

2018 | F3-306

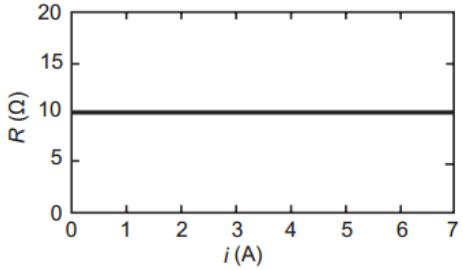
Regular; fonte: referência 3, página 99.

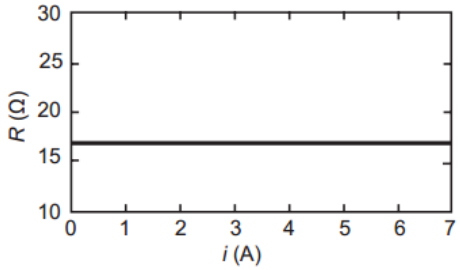
Questão 306 (2018.1)
Ao pesquisar um resistor feito de um novo tipo de material, um cientista observou o comportamento mostrado no gráfico tensão *versus* corrente.

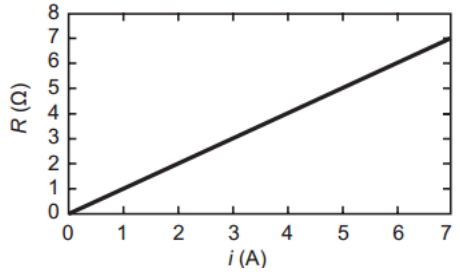


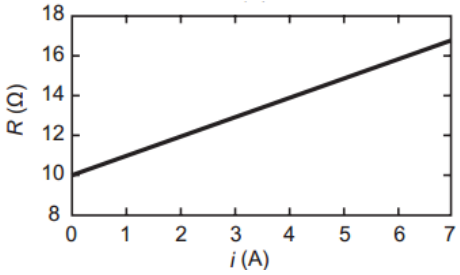
Após a análise do gráfico, ele concluiu que a tensão em função da corrente é dada pela equação $V = 10i + i^2$.

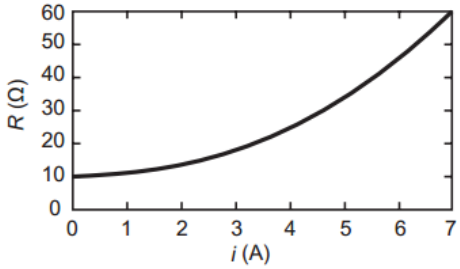
O gráfico da resistência elétrica (R) do resistor em função da corrente (i) é: D)

A)


B)


C)


D)


E)


Item 056 – resolução 2018 / F3-306

Resolução **Resposta: D**

Pela definição, $R = V/i$. Substituindo $V = 10i + i^2$, obtém-se $R = 10 + i$ para $i \neq 0$, com limite 10 Ω em corrente nula. Portanto, a resistência cresce linearmente com a corrente, partindo de 10 Ω, como no gráfico D.

Resolução complementar.

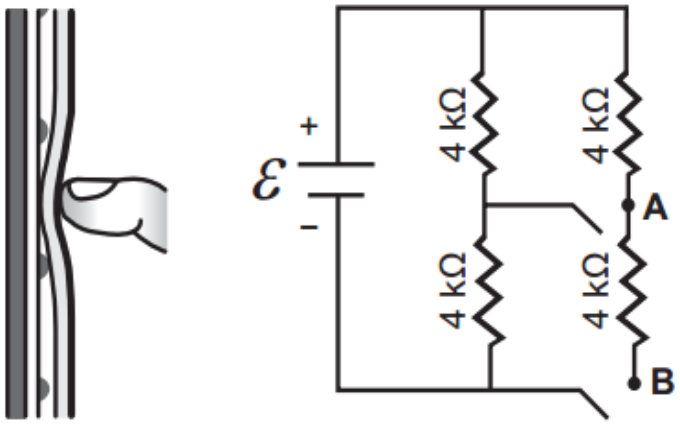
Item 057

2018 | F3-307

Regular; fonte: referência 3, página 100.

Questão 307 (2018.1)

Muitos *smartphones* e *tablets* não precisam mais de teclas, uma vez que todos os comandos podem ser dados ao se pressionar a própria tela. Inicialmente essa tecnologia foi proporcionada por meio das telas resistivas, formadas basicamente por duas camadas de material condutor transparente que não se encostam até que alguém as pressione, modificando a resistência total do circuito de acordo com o ponto onde ocorre o toque. A imagem é uma simplificação do circuito formado pelas placas, em que **A** e **B** representam pontos onde o circuito pode ser fechado por meio do toque.



Qual é a resistência equivalente no circuito provocada por um toque que fecha o circuito no ponto A?

A) 1,3 kΩ
B) 4,0 kΩ
C) 6,0 kΩ
D) 6,7 kΩ
E) 12,0 kΩ

Resolução **Resposta: C**

Com o contato A fechado e B aberto, o resistor inferior direito fica sem caminho fechado para conduzir. Os dois resistores superiores de 4 kΩ ficam em paralelo, equivalendo a 2 kΩ. Esse conjunto está em série com o resistor inferior esquerdo de 4 kΩ. Logo, $R_{eq} = 2 + 4 = 6$ kΩ.

Resolução complementar.

Item 058

2018 | F3-308

Regular; fonte: referência 3, página 100.

Questão 308 (2018.1)

Alguns peixes, como o poraquê, a enguia-elétrica da Amazônia, podem produzir uma corrente elétrica quando se encontram em perigo. Um poraquê de 1 metro de comprimento, em perigo, produz uma corrente em torno de 2 ampères e uma voltagem de 600 volts.

O quadro apresenta a potência aproximada de equipamentos elétricos.

Equipamento elétrico	Potência aproximada (watt)
Exaustor	150
Computador	300
Aspirador de pó	600
Churrasqueira elétrica	1 200
Secadora de roupas	3 600

O equipamento elétrico que tem potência similar àquela produzida por esse peixe em perigo é o(a)

A) exaustor.
B) computador.
C) aspirador de pó.
D) churrasqueira elétrica.
E) secadora de roupas.

Resolução **Resposta: D**

A potência elétrica é $P = UI = 600 \cdot 2 = 1200$ W. Comparando esse valor com as potências da tabela, encontra-se a churrasqueira elétrica. A tensão elevada, isoladamente, não permite comparar as potências sem considerar a corrente.

Resolução complementar.

Item 059

2018 | F3-319

PPL; fonte: referência 3, página 104.

Questão 319 (2018.2)

Ao dimensionar circuitos elétricos residenciais, é recomendado utilizar adequadamente bitolas dos fios condutores e disjuntores, de acordo com a intensidade de corrente elétrica demandada. Esse procedimento é recomendado para evitar acidentes na rede elétrica. No quadro é especificada a associação para três circuitos distintos de uma residência, relacionando tensão no circuito, bitolas de fios condutores e a intensidade de corrente elétrica máxima suportada pelo disjuntor.

Dimensionamento — Circuito residencial				
Identificação	**Tensão (volt)**	**Bitola do fio (mm^2)**	**Disjuntor máximo (A)**	**Equipamento a ser ligado (W)**
Circuito 1	110	2,5	20	4 200
Circuito 2	220	2,5	20	4 200
Circuito 3	220	6,0	35	6 600

Com base no dimensionamento do circuito residencial, em qual(is) do(s) circuito(s) o(s) equipamento(s) é(estão) ligado(s) adequadamente?

A) Apenas no Circuito 1.
B) Apenas no Circuito 2.
C) Apenas no Circuito 3.
D) Apenas nos Circuitos 1 e 2.
E) Apenas nos Circuitos 2 e 3.

Resolução **Resposta: E**

As correntes exigidas são $I_1 = 4200/110 \approx 38{,}2$ A, $I_2 = 4200/220 \approx 19{,}1$ A e $I_3 = 6600/220 = 30$ A. O circuito 1 supera seu disjuntor de 20 A. Já os circuitos 2 e 3 ficam abaixo de seus limites de 20 e 35 A, respectivamente, com as bitolas indicadas no quadro.

Resolução complementar.

Item 060

2018 | F3-321

PPL; fonte: referência 3, página 105.

Questão 321 (2018.2)

Com o avanço das multifunções dos dispositivos eletrônicos portáteis, como os *smartphones*, o gerenciamento da duração da bateria desses equipamentos torna-se cada vez mais crítico. O manual de um telefone celular diz que a quantidade de carga fornecida pela sua bateria é de 1500 mAh.

A quantidade de carga fornecida por essa bateria, em coulomb, é de:

A) 90.
B) 1500.
C) 5400.
D) 90000.
E) 5400000.

Resolução **Resposta: C**

A capacidade é 1500 mAh, ou 1,5 Ah. Como 1 A equivale a 1 C/s, temos 1 Ah = 3600 C. Logo, $Q = 1{,}5 \cdot 3600 = 5400$ C.

Resolução complementar.

Item 061

PPL; fonte: referência 3, página 105.

Questão 324 (2018.2)

Baterias de lítio, utilizadas em dispositivos eletrônicos portáteis, são constituídas de células individuais com ddp de 3,6 V. É comum os fabricantes de computadores utilizarem as células individuais para a obtenção de baterias de 10,8 V ou 14,4 V. No entanto, fazem a propaganda de seus produtos fornecendo a informação do número de células da bateria e sua capacidade de carga em mAh, por exemplo, 4400 mAh.

(Disponível em: www.laptopbattery.net. Acesso em: 15 nov. 2011 - adaptado)

Dentre as baterias de 10,8 V e 14,4 V, constituídas por 12 células individuais, qual possui maior capacidade de carga?

A) A bateria de 10,8 V, porque possui combinações em paralelo de 4 conjuntos com 3 células em série.

B) A bateria de 14,4 V, porque possui combinações em paralelo de 3 conjuntos com 4 células em série.

C) A bateria de 14,4 V, porque possui combinações em série de 3 conjuntos com 4 células em paralelo.

D) A bateria de 10,8 V, porque possui combinações em série de 4 conjuntos com 3 células em paralelo.

E) A bateria de 10,8 V, porque possui combinações em série de 3 conjuntos com 4 células em série.

Resolução **Resposta: A**

Para obter 10,8 V, cada ramo precisa de três células de 3,6 V em série; com 12 células, é possível formar quatro ramos em paralelo. Para 14,4 V, são quatro células por ramo e apenas três ramos em paralelo. Como as capacidades se somam em paralelo, a bateria de 10,8 V possui maior capacidade de carga.

Resolução complementar.

Item 062

2019 | F1-359

Regular; fonte: referência 1, página 221.

359. ENEM 2019 ★

As redes de alta tensão para transmissão de energia elétrica geram campo magnético variável o suficiente para induzir corrente elétrica no arame das cercas. Tanto os animais quanto os funcionários das propriedades rurais ou das concessionárias de energia devem ter muito cuidado ao se aproximarem de uma cerca quando esta estiver próxima a uma rede de alta tensão, pois, se tocarem no arame da cerca, poderão sofrer choque elétrico.

Prof. Luiz Fonseca - @Polpo1

Para minimizar este tipo de problema, deve-se:

a) Fazer o aterramento dos arames da cerca.
b) Acrescentar fusível de segurança na cerca.
c) Realizar o aterramento da rede de alta tensão.
d) Instalar fusível de segurança na rede de alta tensão.
e) Utilizar fios encapados com isolante na rede de alta tensão.

GABARITO EM VÍDEO (CLIQUE)

Resolução **Resposta: A**

O aterramento dos arames permite que a carga induzida escoe para a Terra e reduz a diferença de potencial entre a cerca e o solo. Isso diminui a tensão que poderia ser aplicada ao corpo de quem toca a cerca.

Resolução complementar.

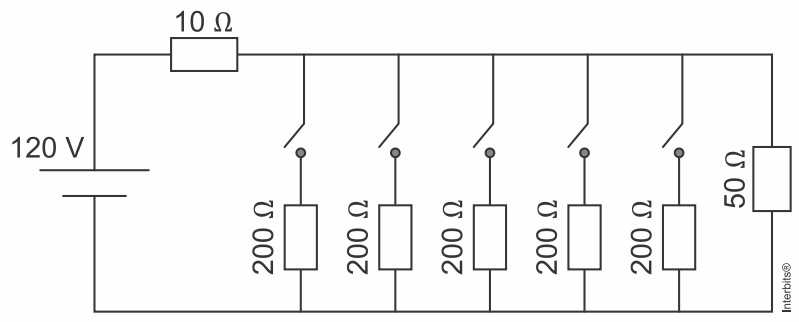
Item 063

2019 | F1-379

Regular; fonte: referência 1, página 234.

379. ENEM 2019 ★★★

Uma casa tem um cabo elétrico mal dimensionado, de resistência igual a $10\ \Omega$, que a conecta à rede elétrica de $120\ V$. Nessa casa, cinco lâmpadas, de resistência igual a $200\ \Omega$, estão conectadas ao mesmo circuito que uma televisão de resistência igual a $50\ \Omega$, conforme ilustrado no esquema. A televisão funciona apenas com tensão entre $90\ V$ e $130\ V$.



O número máximo de lâmpadas que podem ser ligadas sem que a televisão pare de funcionar é:

a) 1.
b) 2.
c) 3.
d) 4.
e) 5.

GABARITO EM VÍDEO (CLIQUE)

Resolução

Resposta: B

Para n lâmpadas, a condutância da carga é $1/50 + n/200$. Com o cabo de $10\,\Omega$, a tensão na casa é $U = 120/[1 + 10(1/50 + n/200)] = 120/(1,2 + 0,05n)$. Exigir $U \geq 90$ dá $n \leq 2,66$. O maior número inteiro é 2.

Resolução complementar.

Digital; fonte: referência 1, página 221.

360. ENEM DIGITAL 2020 ★

O adaptador de tomada tipo T (Figura 1) é um acessório utilizado em domicílios para ligar vários aparelhos eletrodomésticos em uma única tomada. Conectar três aparelhos de alta potência em um mesmo adaptador pode superaquecê-lo e, consequentemente, provocar um incêndio. O circuito da Figura 2A representa um aparelho de resistência elétrica R ligado ao adaptador de resistência elétrica r. Na Figura 2B está representado um circuito com três aparelhos de resistência elétrica R ligados ao mesmo adaptador. Em ambos os circuitos, os pontos C e D são os terminais de uma mesma tomada elétrica. Considere todos os resistores ôhmicos.



Figura 1

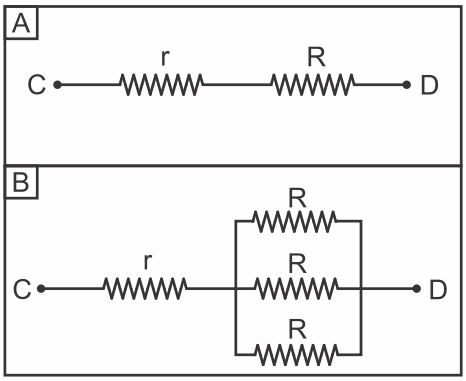


Figura 2

Comparando-se a Figura 2B com a Figura 2A, verifica-se que o possível superaquecimento do adaptador de tomada acontece em decorrência do aumento da

a) Tensão em R
b) Corrente em R
c) Tensão entre C e D
d) Corrente entre C e D
e) Resistência equivalente entre C e D

GABARITO EM VÍDEO (CLIQUE)

Prof Luiz Fonseca - @Polpoa1

Resolução **Resposta: D**

As cargas adicionais em paralelo reduzem a resistência equivalente da instalação e aumentam a corrente total que passa pelo adaptador. Como o aquecimento de sua resistência é $P_r = rI^2$, o aumento da corrente entre C e D favorece o superaquecimento.

Resolução complementar.

Item 065

2020 | F1-371

PPL; fonte: referência 1, página 228.

371. ENEM PPL 2020 ★★

Um cordão de 200 pequenas lâmpadas é utilizado em árvores de Natal. Uma pessoa verifica que, ao retirar somente uma lâmpada de qualquer posição, outras nove não acendem mais, porém as demais 190 lâmpadas permanecem em pleno funcionamento. Com base nessa informação, ela tenta identificar a estrutura do circuito e a relação entre os valores das quantidades físicas envolvidas, entre as quais a razão entre as intensidades da corrente elétrica em uma das lâmpadas e da corrente elétrica total no cordão com as 200 lâmpadas ligadas.

O valor dessa razão é igual a

a) 1/200
b) 1/100
c) 1/20
d) 1/10
e) 1

GABARITO EM VÍDEO (CLIQUE)

Resolução **Resposta: C**

A retirada de uma lâmpada interrompe um grupo de dez em série. Há, portanto, $200/10 = 20$ grupos iguais em paralelo. A corrente total se divide igualmente entre eles: $I_{\text{lâmpada}}/I_{\text{total}} = 1/20$.

Resolução complementar.

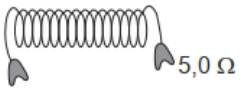
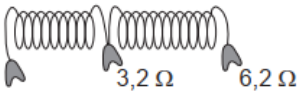
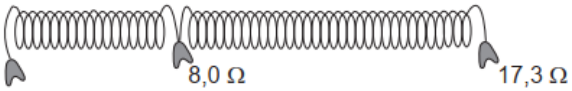
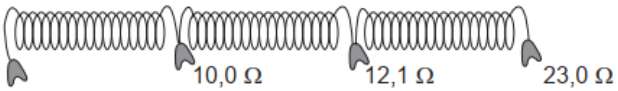
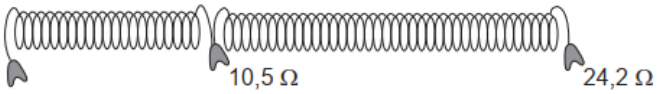
Item 066

2020 | F1-372

PPL; fonte: referência 1, página 229.

372. ENEM PPL 2020 ★★

Nos chuveiros elétricos, a água entra em contato com uma resistência aquecida por efeito Joule. A potência dissipada pelo aparelho varia em função da tensão à qual está ligado e do valor da resistência elétrica escolhida com a chave seletora. No quadro estão indicados valores de tensão e as possíveis resistências para cinco modelos de chuveiro. Nesse quadro, o valor das resistências é medido a partir da extremidade esquerda.

Chuveiro	Tensão	Posição de seleção da resistência elétrica
A	127 V	
B	127 V	
C	220 V	
D	220 V	
E	220 V	

Qual chuveiro apresenta a maior potência elétrica?

a) A
b) B
c) C
d) D
e) E

Polpoa1

GABARITO EM VÍDEO (CLIQUE)

Resolução **Resposta: C**

A maior potência de cada modelo ocorre na menor resistência disponível, pois $P = U^2/R$. Para A, B, C, D e E, os máximos são aproximadamente 3226, 5040, 6050, 4840 e 4610 W, respectivamente. O maior é o de C: $220^2/8 = 6050\,\text{W}$.

Resolução complementar.

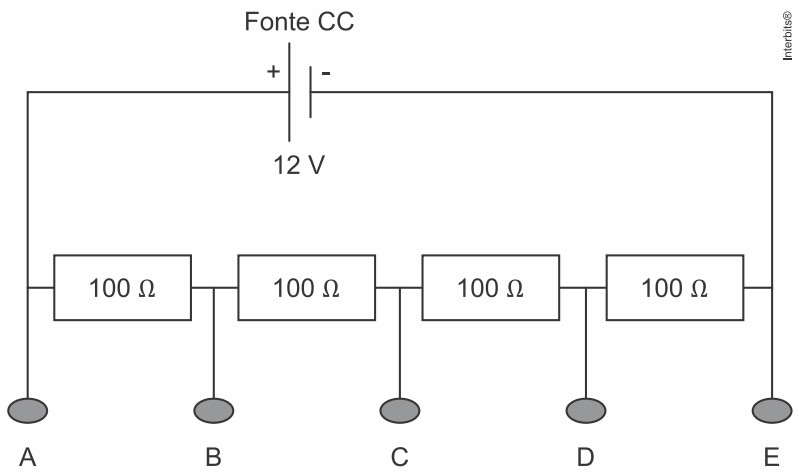
Item 067

2020 | F1-373

Regular; fonte: referência 1, página 230.

373. ENEM 2020 ★★

Um estudante tem uma fonte de tensão com corrente contínua que opera em tensão fixa de 12 V. Como precisa alimentar equipamentos que operam em tensões menores, ele emprega quatro resistores de 100 Ω para construir um divisor de tensão. Obtém-se este divisor associando os resistores, como exibido na figura. Os aparelhos podem ser ligados entre os pontos A, B, C, D e E, dependendo da tensão especificada.



Prof Luiz Fonseca - @Polpoa1

Ele tem um equipamento que opera em 9,0 V com uma resistência interna de 10 $k\Omega$.

Entre quais pontos do divisor de tensão esse equipamento deve ser ligado para funcionar corretamente e qual será o valor da intensidade da corrente nele estabelecida?

a) Entre A e C; 30 mA
b) Entre B e E; 30 mA
c) Entre A e D; 1,2 mA
d) Entre B e E; 0,9 mA
e) Entre A e E; 0,9 mA

GABARITO EM VÍDEO (CLIQUE)

Resolução

Resposta: D

Os quatro resistores iguais dividem aproximadamente os 12 V em quatro quedas de 3 V. Entre B e E estão três resistores, correspondendo a 9 V. A carga de 10 kΩ conduz aproximadamente $I = 9/10000 = 0,0009\,\text{A} = 0,9\,\text{mA}$. A aproximação é adequada pois a carga tem resistência muito maior que a do divisor.

Resolução complementar.

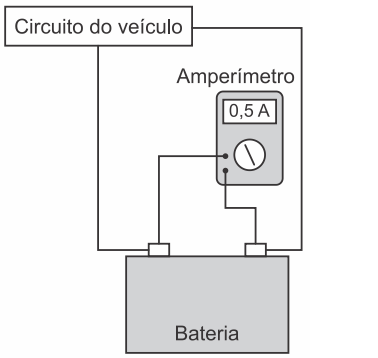
Regular; fonte: referência 1, página 232.

375. ENEM 2020 ★★

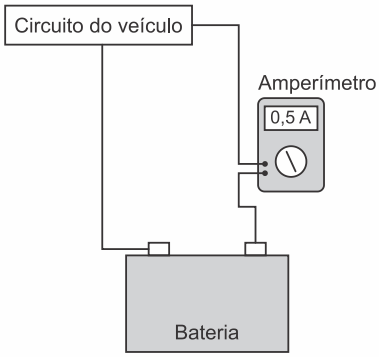
Uma pessoa percebe que a bateria de seu veículo fica descarregada após cinco dias sem uso. No início desse período, a bateria funcionava normalmente e estava com o total de sua carga nominal, de 60 Ah. Pensando na possibilidade de haver uma corrente de fuga, que se estabelece mesmo com os dispositivos elétricos do veículo desligados, ele associa um amperímetro digital ao circuito do veículo.

Qual dos esquemas indica a maneira com que o amperímetro deve ser ligado e a leitura por ele realizada?

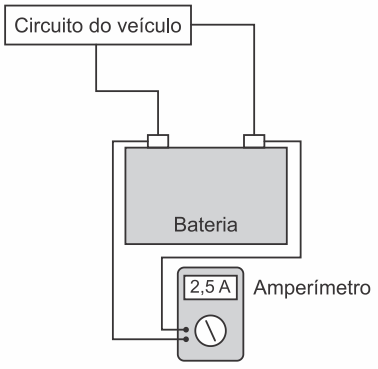
a)



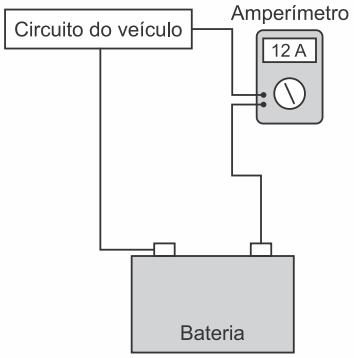
b)



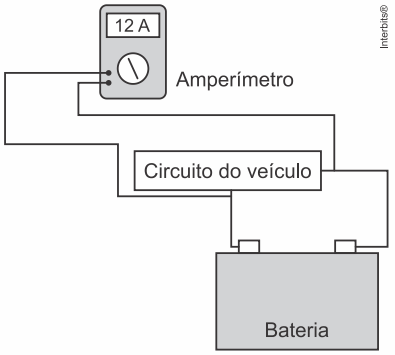
c)



d)



e)



GABARITO EM VÍDEO (CLIQUE)

Resolução

Resposta: B

Cinco dias correspondem a 120 horas. A corrente média de fuga é $I = 60\,\text{Ah}/120\,\text{h} = 0,5\,\text{A}$. O amperímetro deve ser inserido em série entre a bateria e o circuito do veículo. O esquema B combina essa ligação com a leitura correta.

Resolução complementar.

Item 069

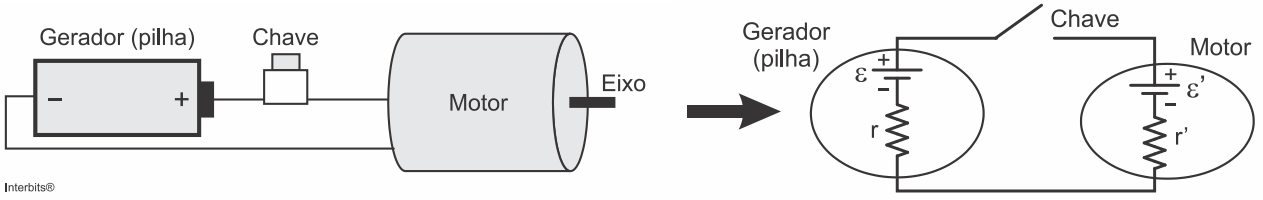
2020 | F1-382

Digital; fonte: referência 1, página 236.

382. ENEM DIGITAL 2020 ★

Diversos brinquedos são constituídos de pilhas ligadas a um motor elétrico. A figura mostra uma pilha e um motor acoplados, em que ε representa a força eletromotriz (FEM) da pilha, ε' representa a força contraeletromotriz (FCEM) do motor e r e r' são resistências internas. Um problema comum que danifica esses brinquedos é o travamento do eixo do motor.

Prof Luiz Fonseca - @Polpa1



O que ocorre com a FCEM e com a energia fornecida pelas pilhas, que ocasiona danos ao motor, quando seu eixo de rotação é travado?

a) A FCEM iguala-se com a FEM e toda a energia fornecida pela pilha fica armazenada no circuito.
b) A FCEM sofre grande aumento e toda a energia fornecida pela pilha passa a ser dissipada na forma de calor.
c) A FCEM inverte a polaridade e toda a energia fornecida pela pilha é devolvida para ela na forma de energia potencial.
d) A FCEM reduz-se a zero e toda a energia fornecida pela pilha passa a ser dissipada na resistência interna do motor.
e) A FCEM mantém-se constante e toda a energia fornecida pela pilha continua sendo transformada em energia mecânica.

GABARITO EM VÍDEO (CLIQUE)

Capacitores

Resolução

Resposta: D

Com o rotor parado, a força contraeletromotriz de rotação cai a zero. A corrente aumenta para $I = \varepsilon/(r + r')$ e o motor deixa de converter energia em trabalho mecânico, aquecendo sua resistência interna. Essa é a ideia de D; rigorosamente, também há dissipação na resistência interna da pilha, caso r não seja desprezível.

Resolução complementar.

Item 070

2020 | F1-383

Digital; fonte: referência 1, página 237.

383. ENEM DIGITAL 2020 ★

O desfibrilador salva vidas de pessoas que são acometidas por ataques cardíacos ou arritmias. Ele dispõe de um capacitor que pode ser carregado por uma fonte com uma alta tensão. Usando o desfibrilador, pode-se fornecer energia ao coração, por meio de um choque elétrico, para que ele volte a pulsar novamente em seu ritmo normal. Um socorrista dispõe de um desfibrilador com capacitor de 70 microfarads que pode armazenar cerca de 220 J de energia, quando conectado a uma tensão de 2500 V.

O valor da carga armazenada por esse desfibrilador, em coulomb, é de

a) 0,015
b) 0,088
c) 0,175
d) 3,15
e) 11,4

GABARITO EM VÍDEO (CLIQUE)

Resolução **Resposta: C**

A carga do capacitor é $Q = CU = 70 \times 10^{-6}(2500) = 0,175\,\text{C}$. A energia $CU^2/2 \simeq 219\,\text{J}$ confirma a ordem de grandeza fornecida.

Resolução complementar.

Regular; fonte: referência 1, página 197.

320. ENEM 2021 ★

Cientistas da Universidade de New South Wales, na Austrália, demonstraram em 2012 que a Lei de Ohm é válida mesmo para fios finíssimos, cuja área da seção reta compreende alguns poucos átomos. A tabela apresenta as áreas e comprimentos de alguns dos fios construídos (respectivamente com as mesmas unidades de medida). Considere que a resistividade mantém-se constante para todas as geometrias (uma aproximação confirmada pelo estudo).

	Área	Comprimento	Resistência elétrica
Fio 1	9	312	R1
Fio 2	4	47	R2
Fio 3	2	54	R3
Fio 4	1	106	R4

WEBER, S. B. et. al Ohm's Law Survives to the Atomic Scale. *Science*. n. 335. jan. 2012 (adaptado).

As resistências elétricas dos fios, em ordem crescente, são

a) R1 < R2 < R3 < R4.
b) R2 < R1 < R3 < R4.
c) R2 < R3 < R1 < R4
d) R4 < R1< R3 < R2.
e) R4 < R3 < R2 < R1.

GABARITO EM VÍDEO (CLIQUE)

Prof Luiz Fo... @...poa1

Resolução **Resposta: C**

Com resistividade constante, $R \propto L/A$. Os valores proporcionais são $312/9 \approx 34{,}7$, $47/4 = 11{,}75$, $54/2 = 27$ e $106/1 = 106$. Ordenando, $R_2 < R_3 < R_1 < R_4$.

Resolução complementar.

Libras; fonte: referência 1, página 200.

325. ENEM (LIBRAS) 2021 ★

Na chocadeira elétrica de uma granja, há quatro lâmpadas incandescentes associadas em paralelo, ligadas em uma tomada de 127 V. Quando em funcionamento, as lâmpadas esquentam e, consequentemente, mantêm os ovos aquecidos. Cada lâmpada tem a seguinte especificação: 25 W – 127 V.

A intensidade da corrente elétrica, em miliampère (mA), em cada lâmpada é mais próxima de

a) 1,27
b) 5,08
c) 49,3
d) 197
e) 787

GABARITO EM VÍDEO (CLIQUE)

Resolução **Resposta: D**

As lâmpadas em paralelo recebem individualmente a tensão de 127 V. Para cada uma, $I = P/U = 25/127 \approx 0{,}197$ A, ou 197 mA. Somar as correntes das quatro daria a corrente total, mas o item pede a corrente em cada lâmpada.

Resolução complementar.

PPL; fonte: referência 1, página 202.

329. ENEM PPL 2021 ★★

Pretende-se construir um banheiro em uma área externa, no qual serão instalados dois chuveiros elétricos que podem ser ligados simultaneamente, cada um com consumo de 5,5 kW. A tensão disponível na rede elétrica é de 220 V. Sabe-se que quanto maior for a área de seção reta de um cabo elétrico maior será a intensidade de corrente que ele conseguirá suportar, porém, maior será o seu custo. Portanto, deve ser selecionado o cabo de menor área de seção reta que seja capaz de suportar a corrente requerida para a instalação.

No quadro são apresentados os valores nominais de área de seção reta de cabos elétricos comumente encontrados no mercado (com isolamento térmico), com suas correspondentes correntes máximas.

Área de seção reta (mm^2)	Corrente máxima (A)
0,5	12
1,5	23
2,5	31
6,0	54
16,0	100

ABNT. NBR 5410/2004: método de referência B1 para cabos de cobre com isolamento em EPR ou XLPE (90 °C) com dois condutores carregados. Disponível em: www.iar.unicamp.br. Acesso em: 30 out. 2015 (adaptado).

Prof Luiz Fonseca @Polpoa1

O cabo que apresenta o menor custo e que suporta a corrente total necessária na fiação dos chuveiros é o que tem a área de seção reta, em mm^2, igual a:

a) 0,5
b) 1,5
c) 2,5
d) 6,0
e) 16,0

GABARITO EM VÍDEO (CLIQUE)

Resolução

Resposta: D

As duas duchas exigem $P = 2(5500) = 11000\,\text{W}$. Logo, $I = P/U = 11000/220 = 50\,\text{A}$. O menor cabo da tabela que suporta essa corrente é o de $6,0\,\text{mm}^2$, cuja capacidade é $54\,\text{A}$.

Resolução complementar.

Item 074

2021 | F1-343

Regular; fonte: referência 1, página 209.

Prof. Luiz Fonseca - @Polpoa1

343. ENEM 2021 ★★

Carros elétricos estão cada vez mais baratos, no entanto, os órgãos governamentais e a indústria se preocupam com o tempo de recarga das baterias, que é muito mais lento quando comparado ao tempo gasto para encher o tanque de combustível. Portanto, os usuários de transporte individual precisam se conscientizar dos ganhos ambientais dessa mudança e planejar com antecedência seus percursos, pensando em pausas necessárias para recargas.

Após realizar um percurso de 110 km, um motorista pretende recarregar as baterias de seu carro elétrico, que tem um desempenho médio de 5,0 km/kWh, usando um carregador ideal que opera a uma tensão de 220 V e é percorrido por uma corrente de 20 A.

Quantas horas são necessárias para recarregar a energia utilizada nesse percurso?

a) 0,005
b) 0,125
c) 2,5
d) 5,0
e) 8,0

GABARITO EM VÍDEO (CLIQUE)

Resolução **Resposta: D**

A viagem consome $E = 110/5 = 22\,\text{kWh}$. O carregador fornece $P = 220(20) = 4400\,\text{W} = 4,4\,\text{kW}$. Idealmente, $t = E/P = 22/4,4 = 5,0$ horas.

Resolução complementar.

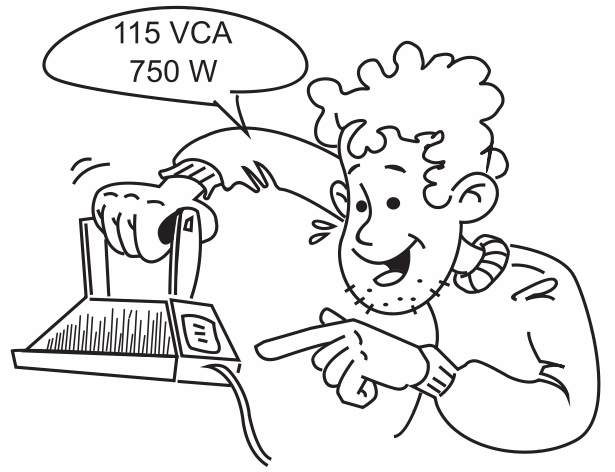
Item 075

2021 | F1-344

PPL; fonte: referência 1, página 210.

344. ENEM PPL 2021 ★★

Buscando conhecer as informações técnicas de um ferro elétrico para avaliar o consumo de energia, um estudante identifica algumas informações desse eletrodoméstico fornecidas pelo fabricante, como mostra a figura.



GREF. *Física 3: Eletromagnetismo*. São Paulo: Edusp, 1993 (adaptado).

Sabe-se que esse aparelho é utilizado, em média, 30 minutos por dia, durante 30 dias.

Qual é o valor mais próximo do consumo mensal de energia desse eletrodoméstico, em kWh?

a) 0,87
b) 1,73
c) 3,45
d) 11,3
e) 22,5

GABARITO EM VÍDEO (CLIQUE)

Prof Luiz Fonseca @Pelpoa1

Resolução **Resposta: D**

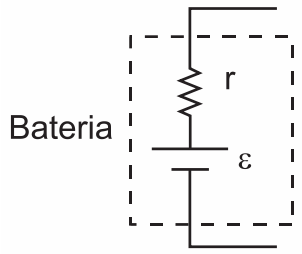
A placa indica $750\,\text{W} = 0,750\,\text{kW}$. O tempo mensal é $30(0,5) = 15$ horas. Assim, $E = 0,750(15) = 11,25\,\text{kWh}$, aproximadamente $11,3\,\text{kWh}$.

Resolução complementar.

Regular; fonte: referência 1, página 213.

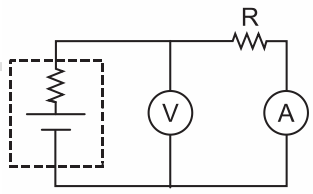
349. ENEM 2021 ★

Baterias são dispositivos que acumulam energia e estão presentes em inúmeros aparelhos portáteis. Uma bateria ideal não possui resistência interna. Entretanto, baterias reais apresentam resistência interna disponibilizando uma tensão efetiva V inferior à sua tensão nominal ε, conforme a figura. Uma vez que se sabe o valor da tensão nominal da bateria, determina-se sua carga pelo conhecimento da corrente i enquanto está conectada a um circuito de resistência R, de tensão efetiva V, e da resistência interna r da bateria.

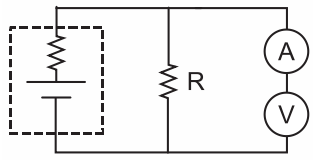


De posse de um voltímetro (V) de um amperímetro (A) e de uma resistência-teste R, a configuração adequada para avaliar a carga da bateria é:

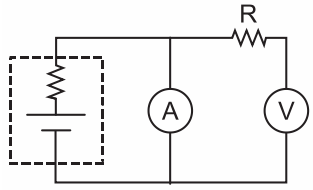
a)



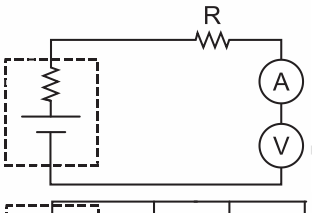
b)



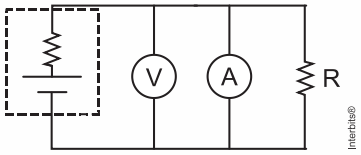
c)



d)



e)



GABARITO EM VÍDEO (CLIQUE)

Resolução **Resposta: A**

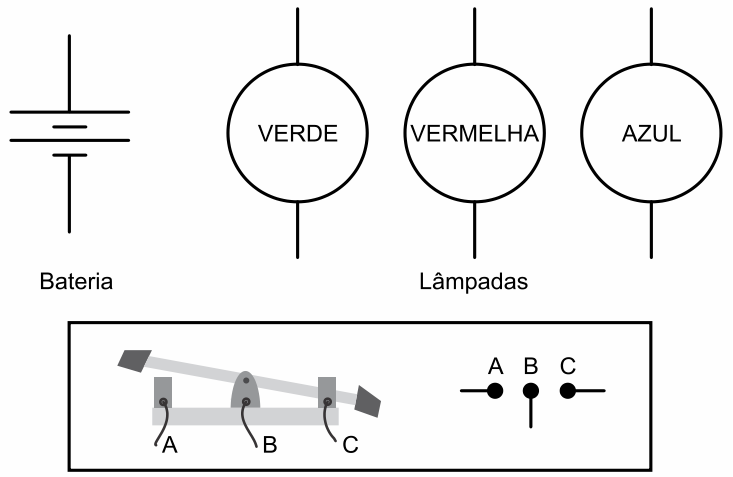
O amperímetro deve ficar em série com a resistência-teste, medindo a corrente que atravessa a bateria. O voltímetro deve ficar em paralelo com os terminais da bateria, medindo sua tensão efetiva. Essa montagem aparece em A. Com as leituras, pode-se usar $\varepsilon = V + ri$.

Resolução complementar.

Regular; fonte: referência 1, página 219.

357. ENEM 2021 ★★★

Um garoto precisa montar um circuito que acenda três lâmpadas de cores diferentes, uma de cada vez. Ele dispõe das lâmpadas, de fios, uma bateria e dois interruptores, como ilustrado, junto com seu símbolo de três pontos. Quando esse interruptor fecha AB, abre BC e vice-versa.

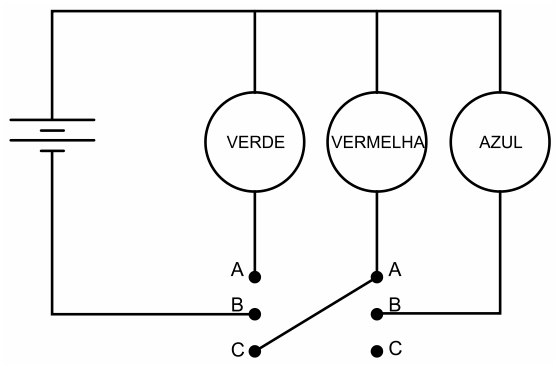


O garoto fez cinco circuitos elétricos usando os dois interruptores, mas apenas um satisfaz a sua necessidade.

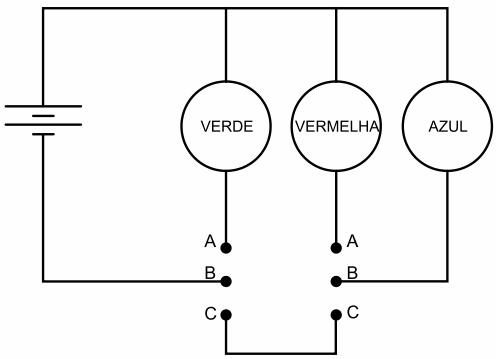
Prof Luiz Fonseca - @Polpoa1

Esse circuito é representado por

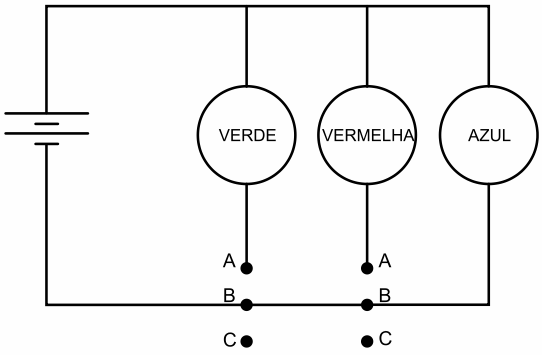
a)



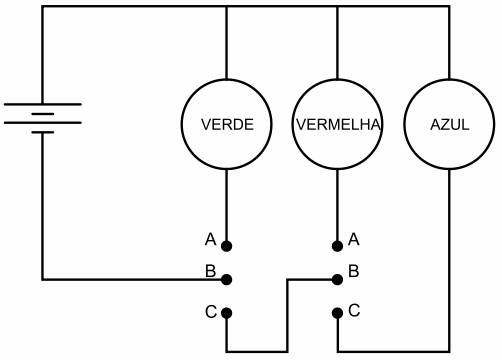
b)



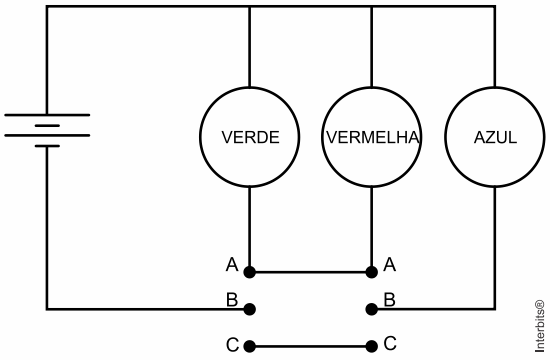
c)



d)



e)



GABARITO EM VÍDEO (CLIQUE)

Prof Luiz Fonseca - @Pelocal1

Resolução **Resposta: D**

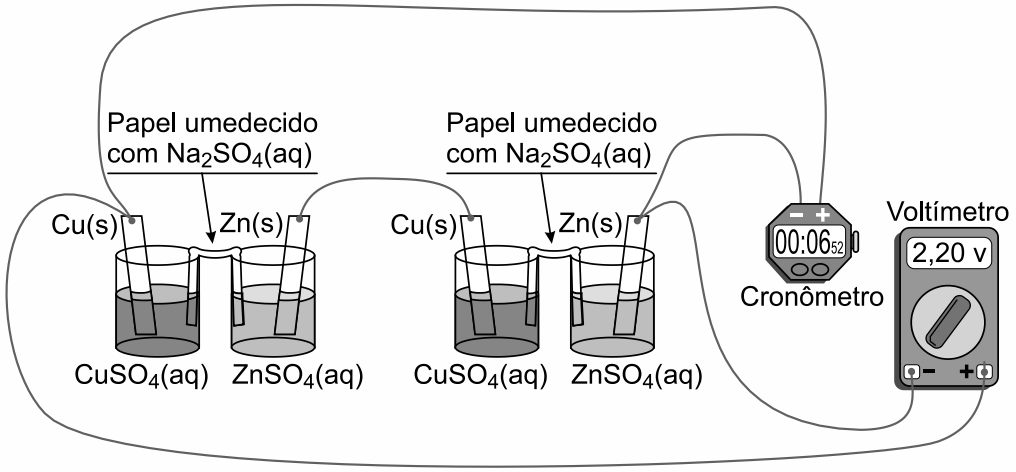
Em D, o terminal comum B da primeira chave recebe a alimentação. Uma posição seleciona a lâmpada verde; a outra envia a corrente ao terminal comum da segunda chave, que seleciona a vermelha ou a azul. Desse modo, há sempre apenas um caminho alimentando uma das três lâmpadas.

Resolução complementar.

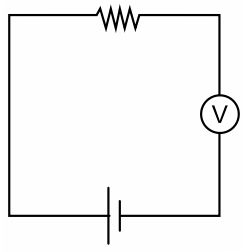
Regular; fonte: referência 1, página 220.

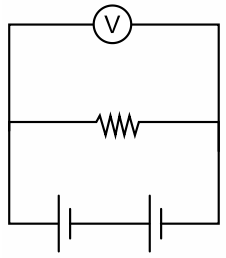
358. ENEM 2021 ★★★

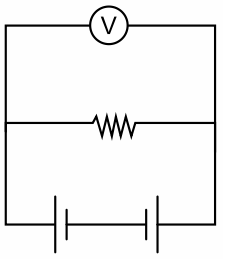
É possível ligar aparelhos elétricos de baixa corrente utilizando materiais comuns de laboratório no lugar das tradicionais pilhas. A ilustração apresenta uma montagem que faz funcionar um cronômetro digital.

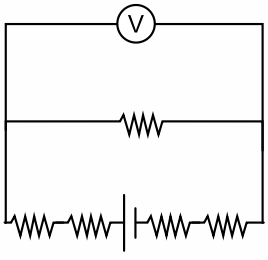


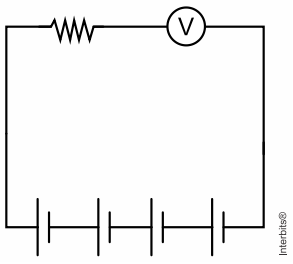
Utilizando a representação de projetos elétricos, o circuito equivalente a esse sistema é

a)


b)


c)


d)


e)


GABARITO EM VÍDEO (CLIQUE)

Análise de circuitos

Resolução **Resposta: B**

Há duas células eletroquímicas ligadas em série, com polaridades concordantes. O cronômetro é a carga do circuito e o voltímetro está em paralelo com o conjunto, medindo sua tensão. A representação que reúne essas três características é B.

Resolução complementar.

Item 079

2022 | F1-314

PPL; fonte: referência 1, página 193.

314. ENEM PPL 2022 ★

Carregadores elétricos são projetados para fornecerem energia a baterias recarregáveis, como as usadas em aparelhos celulares e máquinas fotográficas. As especificações típicas de um desses dispositivos são:

Carregador:
Entrada AC 100-240 V / 200 mA / 50-60 Hz
Saída DC 5,0 V / 1000 mA

Prof Luiz Fonseca - @Polpoa1

Bateria recarregável:
1,5 V / 4000 mAh

Usando o carregador com corrente máxima, o tempo total de recarga dessa bateria totalmente descarregada, em hora, é

a) 1/6.
b) 5/6.
c) 4.
d) 6.
e) 8.

GABARITO EM VÍDEO (CLIQUE)

Resolução **Resposta: C**

A corrente máxima de saída é 1000 mA, ou 1 A. No modelo de carga constante adotado, $t = Q/I = 4000/1000 = 4$ horas. A capacidade em mAh já expressa a carga, portanto não é preciso multiplicá-la pela tensão para esse cálculo.

Resolução complementar.

Item 080

2022 | F1-316

Regular; fonte: referência 1, página 194.

Prof. Luiz Fonseca - @Polpoa1

316. ENEM 2022 ★

A fim de classificar as melhores rotas em um aplicativo de trânsito, um pesquisador propõe um modelo com base em circuitos elétricos. Nesse modelo, a corrente representa o número de carros que passam por um ponto da pista no intervalo de 1 s. A diferença de potencial (d.d.p.) corresponde à quantidade de energia por carro necessária para o deslocamento de 1m. De forma análoga à lei de Ohm, cada via é classificada pela sua resistência, sendo a de maior resistência a mais congestionada. O aplicativo mostra as rotas em ordem crescente, ou seja, da rota de menor para a de maior resistência.

Como teste para o sistema, são utilizadas três possíveis vias para uma viagem de A até B, com os valores de d.d.p. e corrente conforme a tabela.

Rota	d.d.p. $\left(\frac{\text{J}}{\text{carro}\cdot\text{m}}\right)$	Corrente $\left(\frac{\text{carro}}{\text{s}}\right)$
1	510	4
2	608	4
3	575	3

Nesse teste, a ordenação das rotas indicadas pelo aplicativo será:

a) 1, 2, 3
b) 1, 3, 2
c) 2, 1, 3
d) 3, 1, 2
e) 3, 2, 1

GABARITO EM VÍDEO (CLIQUE)

Resolução **Resposta: A**

Pela analogia com a lei de Ohm, calcula-se $R = U/I$. As rotas têm resistências proporcionais a $510/4 = 127{,}5$, $608/4 = 152$ e $575/3 \approx 191{,}7$. A ordem crescente é, portanto, 1, 2 e 3.

Resolução complementar.

PPL; fonte: referência 1, página 198.

322. ENEM PPL 2022 ★★

Em virtude do frio intenso, um casal adquire uma torneira elétrica para instalar na cozinha. Um eletricista é contratado para fazer um novo circuito elétrico para a cozinha, cuja corrente será de 30 A, com a finalidade de alimentar os terminais da torneira elétrica. Ele utilizou um par de fios de cobre, de área da seção reta igual a 4 mm^2 e de 28 m de comprimento total, desde o quadro de distribuição (onde ficam os disjuntores) até a cozinha. A tensão medida na saída do quadro de distribuição é 220 V. Considere que a resistividade do fio de cobre é de $1{,}7 \times 10^{-8} \Omega \cdot m$.

Considerando a resistência da fiação, a tensão aplicada aos terminais da torneira é mais próxima de

a) 211 V
b) 213 V
c) 216 V
d) 219 V
e) 220 V

GABARITO EM VÍDEO (CLIQUE)

Prof Luiz Fonseca - @Polpoa1

Resolução **Resposta: C**

A resistência total dos fios é $R = \rho L/A = 1{,}7 \cdot 10^{-8} \cdot 28/(4 \cdot 10^{-6}) = 0{,}119\ \Omega$. A queda na fiação é $\Delta U = IR = 30 \cdot 0{,}119 = 3{,}57$ V. Na torneira, $U = 220 - 3{,}57 \approx 216$ V.

Resolução complementar.

Item 082

2022 | F1-338

Regular; fonte: referência 1, página 206.

338. ENEM 2022 ★★

O manual de uma ducha elétrica informa que seus três níveis de aquecimento (morno, quente e superquente) apresentam as seguintes variações de temperatura da água em função de sua vazão:

Prof Luiz Fonseca - @Polpoa1

Vazão $\left(\frac{L}{min}\right)$	$\Delta T\ (℃)$		
	Morno	**Quente**	**Superquente**
3	10	20	30
6	5	10	15

Utiliza-se um disjuntor para proteger o circuito dessa ducha contra sobrecargas elétricas em qualquer nível de aquecimento. Por padrão, o disjuntor é especificado pela corrente nominal igual ao múltiplo de 5 A imediatamente superior à corrente máxima do circuito. Considere que a ducha deve ser ligada em 220 V e que toda a energia é dissipada através da resistência do chuveiro e convertida em energia térmica transferida para a água, que apresenta calor específico de 4,2 $J/g°C$ e densidade de 1000 g/L.

O disjuntor adequado para a proteção dessa ducha é especificado por:

a) 60 A
b) 30 A
c) 20 A
d) 10 A
e) 5 A

GABARITO EM VÍDEO (CLIQUE)

Resolução **Resposta: B**

No nível máximo, a vazão é $3\,\mathrm{L/min} = 50\,\mathrm{g/s}$ e $\Delta T = 30\,^\circ\mathrm{C}$. A potência é $P = \dot{m}c\Delta T = 50(4,2)(30) = 6300\,\mathrm{W}$. Portanto, $I = 6300/220 \simeq 28,6\,\mathrm{A}$; o múltiplo de 5 A imediatamente superior é 30 A.

Resolução complementar.

Item 083

2022 | F1-341

PPL; fonte: referência 1, página 208.

341. ENEM PPL 2022 ★

A preocupação com a sustentabilidade faz com que se procurem, cada vez mais, métodos eficientes para a economia de energia elétrica. Um procedimento que se pode adotar é a substituição das lâmpadas incandescentes por lâmpadas de LED nas residências. Uma lâmpada incandescente, que opera 8 horas por dia, foi substituída por uma de LED. Elas apresentam 60 W e 8 W de potência nominal de consumo, respectivamente.

A redução do consumo de energia elétrica, em quilowatt-hora, obtida durante trinta dias foi

a) 0,24
b) 1,80
c) 1,92
d) 12,48
e) 14,40

GABARITO EM VÍDEO (CLIQUE)

Resolução **Resposta: D**

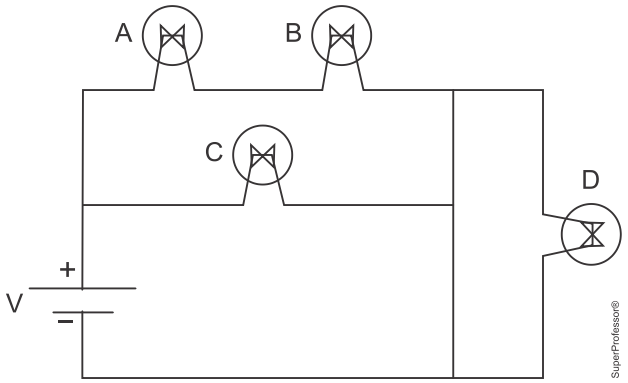
A economia de potência é $60-8=52\,\mathrm{W}=0,052\,\mathrm{kW}$. Em $8\times30=240$ horas, a redução é $\Delta E=0,052(240)=12,48\,\mathrm{kWh}$.

Resolução complementar.

PPL; fonte: referência 1, página 224.

364. ENEM PPL 2022 ★★

No circuito elétrico, estão associadas quatro lâmpadas elétricas idênticas A, B, C e D. Considere a fonte de tensão (V) ideal.



Comparando-se o brilho das lâmpadas, se a lâmpada A queimar, de modo que não possa conduzir corrente elétrica, observa-se que

a) as lâmpadas B e D apagam-se, e C permanece acesa com o mesmo brilho.
b) a lâmpada B apaga-se, a C permanece acesa com mesmo brilho e D permanece apagada.
c) a lâmpada B apaga-se, a C permanece acesa com maior brilho e D permanece acesa com o mesmo brilho.
d) a lâmpada B apaga-se, a C permanece acesa com o mesmo brilho e D permanece acesa com maior brilho.
e) as lâmpadas C e D permanecem acesas com o mesmo brilho e B permanece acesa com maior brilho.

GABARITO EM VÍDEO (CLIQUE)

Resolução **Resposta: B**

A lâmpada D está em paralelo com um fio ideal, ficando em curto-circuito e apagada. O ramo A–B e a lâmpada C estão ligados diretamente aos terminais da fonte. Quando A queima, interrompe também a corrente em B; C continua submetida à mesma tensão, com o mesmo brilho, e D continua apagada.

Resolução complementar.

Item 085

2022 | F1-366

Regular; fonte: referência 1, página 226.

366. ENEM 2022 ★★

Uma lanterna funciona com três pilhas de resistência interna igual a 0,5 Ω cada, ligadas em série. Quando posicionadas corretamente, devem acender a lâmpada incandescente de especificações 4,5 W e 4,5V. Cada pilha na posição correta gera uma f.e.m. (força eletromotriz) de 1,5 V. Uma pessoa, ao trocar as pilhas da lanterna, comete o equívoco de inverter a posição de uma das pilhas. Considere que as pilhas mantêm contato independentemente da posição.

Com esse equívoco, qual é a intensidade de corrente que passa pela lâmpada ao se ligar a lanterna?

a) 0,25 A
b) 0,33 A
c) 0,75 A
d) 1,00 A
e) 1,33 A

GABARITO EM VÍDEO (CLIQUE)

Resolução **Resposta: A**

No modelo resistivo da questão, $R_L = U^2/P = 4,5^2/4,5 = 4,5\,\Omega$. A resistência interna total é $3(0,5) = 1,5\,\Omega$. Uma pilha invertida deixa f.e.m. resultante $1,5 + 1,5 - 1,5 = 1,5\,\text{V}$. Logo, $I = 1,5/(4,5 + 1,5) = 0,25\,\text{A}$.

Resolução complementar.

Regular; fonte: referência 1, página 226.

367. ENEM 2022 ★★

O quadro mostra valores de corrente elétrica e seus efeitos sobre o corpo humano.

Corrente elétrica	Dano físico
Até 10 mA	Dor e contração muscular
De 10 mA até 20 mA	Aumento das contrações musculares
De 20 mA até 100 mA	Parada respiratória
De 100 mA até 3 A	Fibrilação ventricular
Acima de 3 A	Parada cardíaca e queimaduras

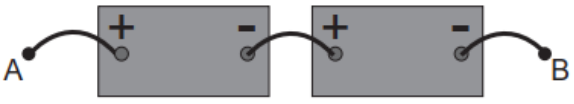
Prof Lu olpoa1

A corrente elétrica que percorrerá o corpo de um indivíduo depende da tensão aplicada e da resistência elétrica média do corpo humano. Esse último fator está intimamente relacionado com a umidade da pele, que seca apresenta resistência elétrica da ordem de $500\ k\Omega$, mas, se molhada, pode chegar a apenas $1\ k\Omega$. Apesar de incomum, é possível sofrer um acidente utilizando baterias de 12V. Considere que um indivíduo com a pele molhada sofreu uma parada respiratória ao tocar simultaneamente nos pontos A e B de uma associação de duas dessas baterias.

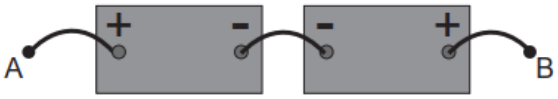
DURAN, J. E. R. *Biofísica: fundamentos e aplicações*. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2003 (adaptado).

Qual associação de baterias foi responsável pelo acidente?

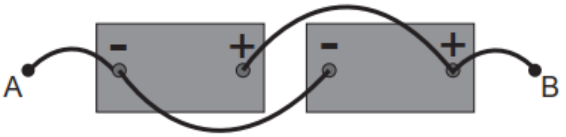
a)



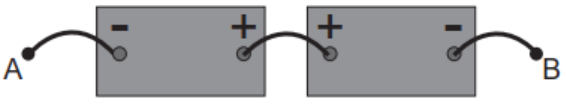
b)



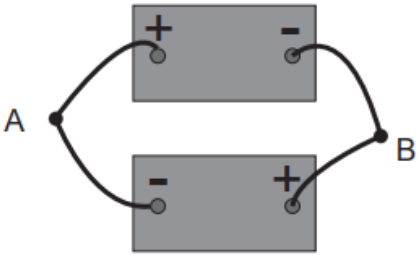
c)



d)



e)



GABARITO EM VÍDEO (CLIQUE)

Item 086 – resolução

2022 / F1-367

Resolução

Resposta: A

Segundo a tabela, a parada respiratória corresponde a correntes de 20 a 100 mA. Com pele molhada, $R = 1000\,\Omega$. Duas baterias em série e concordância produzem 24 V, gerando $I = 24/1000 = 24\,\text{mA}$. Essa associação é A. O raciocínio usa o modelo simplificado da questão.

Resolução complementar.

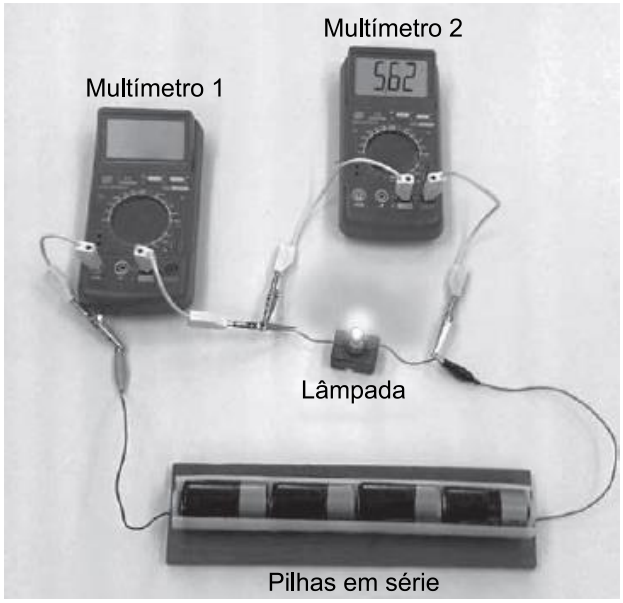
Item 087

2022 | F1-374

PPL; fonte: referência 1, página 230.

374. ENEM PPL 2022 ★★

Um multímetro pode atuar como voltímetro (leitura em volt) ou como amperímetro (leitura em ampère), dependendo da função selecionada. A forma de conectar o multímetro ao circuito depende da grandeza física a ser medida. Uma lâmpada de lanterna, de resistência elétrica igual a 40Ω, brilha quando conectada a quatro pilhas em série, cada uma com 1,5 V de tensão elétrica. O multímetro 2 indica o valor 5,62, conforme a figura, e o multímetro 1 está conectado, porém desligado.



Ao se ligar o multímetro 1, a grandeza física e o seu valor correspondente indicados na tela são, respectivamente,

a) corrente elétrica e 0,14.
b) corrente elétrica e 0,15.
c) corrente elétrica e 0,29.
d) tensão elétrica e 0,14.
e) tensão elétrica e 225.

GABARITO EM VÍDEO (CLIQUE)

Prof Luiz Fonseca - @Polpoa1

Resolução **Resposta: A**

O multímetro 2 mede a tensão efetiva na lâmpada: $5,62\,\text{V}$. O multímetro 1 está em série e deve atuar como amperímetro. Pela lei de Ohm, $I = 5,62/40 = 0,1405\,\text{A}$, aproximadamente $0,14\,\text{A}$.

Resolução complementar.

Item 088

2023 | F1-335

PPL; fonte: referência 1, página 205.

335. ENEM PPL 2023 ★★

Lâmpadas incandescentes são constituídas de um filamento de tungstênio dentro de um bulbo de vidro com um gás a baixa pressão. Essas lâmpadas podem apresentar diferentes potências quando submetidas à mesma tensão elétrica.

Um estudante precisa selecionar uma lâmpada que forneça o maior brilho, para isso deverá selecionar aquela que possui o filamento mais

a) curto, pois terá a menor resistência.
b) comprido, pois terá a maior resistência.
c) curto, pois terá a menor resistividade.
d) curto, pois terá a menor corrente elétrica.
e) comprido, pois terá a menor resistividade.

GABARITO EM VÍDEO (CLIQUE)

Resolução **Resposta: A**

Para o mesmo material, seção e temperatura de comparação, $R = \rho L/A$. O filamento mais curto tem menor resistência. Sob a mesma tensão, $P = U^2/R$ aumenta quando R diminui, correspondendo ao maior brilho no modelo adotado.

Resolução complementar.

PPL; fonte: referência 1, página 205.

336. ENEM PPL 2023 ★★★

Uma microempresa adquire um sistema fotovoltaico de captação de energia solar para reduzir o gasto mensal de energia elétrica. O sistema é composto de 15 placas com potência média útil de 150 W por placa, realizando captação de energia solar oito horas por dia. A energia captada é armazenada em um conjunto de baterias de 12 V.

Prof Luiz Fonseca - @Polpoa1

O sistema apresenta também um inversor, cuja função é converter a tensão de 12 V contínua para 120 V alternada, e sua eficiência é de 80%. A microempresa trabalha doze horas por dia, utilizando a energia captada pelo sistema solar.

As intensidades das correntes elétricas, em ampère, na entrada e saída do inversor são, respectivamente,

a) 100 e 8.
b) 100 e 10.
c) 125 e 10.
d) 125 e 12,5.
e) 1 500 e 150.

GABARITO EM VÍDEO (CLIQUE)

Eletricidade com Termologia

Resolução **Resposta: C**

A energia diária captada é $15(150)(8) = 18000\,\text{Wh}$. Distribuída por 12 horas de trabalho, fornece potência média de entrada $1500\,\text{W}$. Assim, $I_e = 1500/12 = 125\,\text{A}$. Na saída, $P_s = 0,80(1500) = 1200\,\text{W}$, logo $I_s = 1200/120 = 10\,\text{A}$.

Resolução complementar.

Item 090

2023 | F1-353

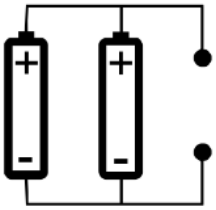
PPL; fonte: referência 1, página 216.

353. ENEM PPL 2023 ★

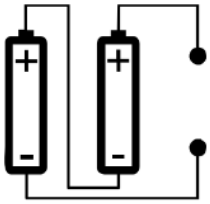
Para se utilizar um controle remoto que funciona com uma diferença de potencial de 3 V, compraram-se duas pilhas tipo AA de 1,5 V cada uma. Sabe-se que a ligação em série dessas pilhas possibilita um aumento da diferença de potencial do conjunto e da energia total disponível. Quando ligadas em paralelo, no entanto, só ocorre o aumento da energia total disponível.

Qual dos esquemas representa a ligação correta das pilhas utilizadas no controle remoto?

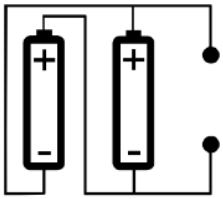
a)



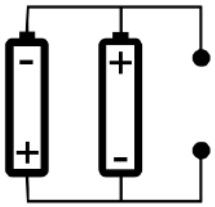
b)



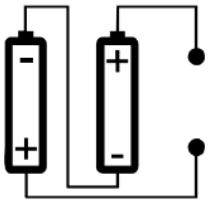
c)



d)



e)



Prof Luiz Fonseca - @Polpoa1

GABARITO EM VÍDEO (CLIQUE)

Resolução **Resposta: D**

Para obter $3,0\,\text{V}$, as pilhas devem ser ligadas em série e em concordância: o polo positivo de uma se conecta ao negativo da outra. Os dois polos restantes alimentam o controle. O esquema D faz essa ligação, somando $1,5 + 1,5 = 3,0\,\text{V}$.

Resolução complementar.

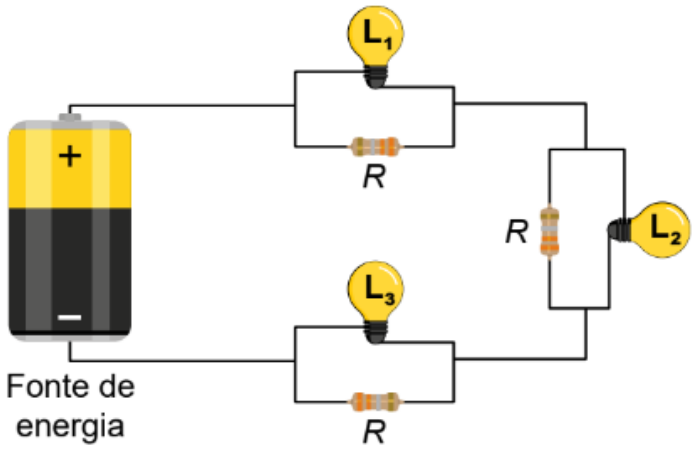
Item 091

2023 | F1-365

Regular; fonte: referência 1, página 225.

365. ENEM 2023 ★★★

O circuito com três lâmpadas incandescentes idênticas, representado na figura, consiste em uma associação mista de resistores. Cada lâmpada (L_1, L_2 e L_3) é associada, em paralelo, a um resistor de resistência R, formando um conjunto. Esses conjuntos são associados em série, tendo todas as lâmpadas o mesmo brilho quando ligadas à fonte de energia. Após vários dias em uso, apenas a lâmpada L2 queima, enquanto as demais permanecem acesas.



Prof Lu olpoa1

Em relação à situação em que todas as lâmpadas funcionam, após a queima de L_2, os brilhos das lâmpadas serão

a) Os mesmos
b) Mais intensos.
c) Menos intensos.
d) Menos intenso para L_1 e o mesmo para L_3.
e) Mais intenso para L_1 e menos intenso para L_3.

GABARITO EM VÍDEO (CLIQUE)

Resolução **Resposta: C**

A queima abre o ramo de L_2, aumentando a resistência equivalente do conjunto central. A resistência total aumenta e a corrente da associação em série diminui. Nos dois conjuntos intactos, a tensão e a potência das lâmpadas diminuem, de modo que ambas ficam menos brilhantes.

Resolução complementar.

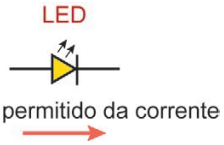
Item 092

2024 | O2024-131

Regular; fonte: INEP, caderno azul, página 14; questão original 131.

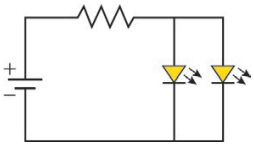
QUESTÃO 131

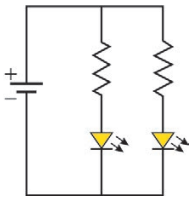
O LED é um dispositivo eletrônico que conduz corrente elétrica em um único sentido, sendo caracterizado por uma tensão e uma corrente máxima de funcionamento, $I_{máx}$. Um LED acende apenas se a corrente que o percorre está no sentido permitido e se a diferença de potencial à qual está submetido é igual ou superior à sua tensão de funcionamento. A figura ilustra o símbolo do LED usado na representação de circuitos.

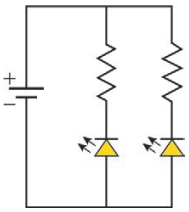


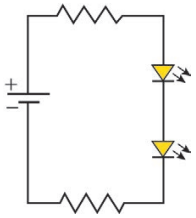
Um estudante de física analisa as propriedades do LED em um circuito simples de corrente contínua. Ele dispõe dos seguintes materiais: uma bateria ideal de 4,5 V; dois LEDs de tensão 3,0 V e $I_{máx}$ = 1,0 mA cada; e dois resistores de 1,5 kΩ cada.

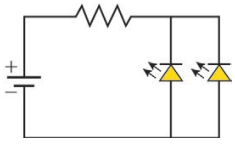
O circuito que o estudante pode montar, para que ambos os LEDs fiquem acesos e cada um seja percorrido por $I_{máx}$, é

A


B


C


D


E


Resolução **Resposta: B**

Cada LED precisa de 3,0 V e 1,0 mA. O resistor de seu ramo deve absorver $4,5 - 3,0 = 1,5\,\text{V}$, logo $R = 1,5/0,001 = 1500\,\Omega$. São necessários dois ramos em paralelo, cada um com um LED em polarização direta e um resistor em série. Essa montagem está em B.

Resolução complementar.

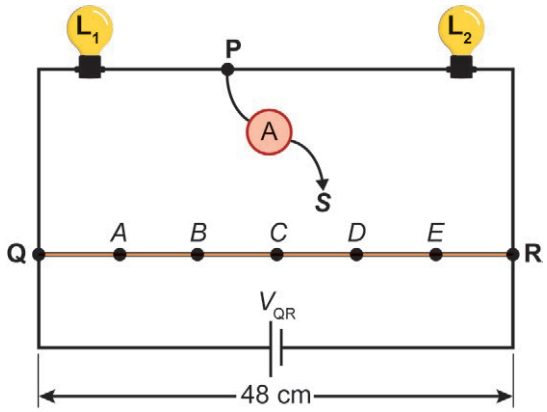
Item 093

2024 | O2024-132

Regular; fonte: INEP, caderno azul, página 14; questão original 132.

QUESTÃO 132

Uma caixa decorativa utiliza duas pequenas lâmpadas, $\mathbf{L_1}$ (6 V – 9 W) e $\mathbf{L_2}$ (12 V – 18 W), ligadas em série a uma bateria de tensão V_{QR}. Um fio resistivo **QR**, de 48 centímetros, está ligado em paralelo à bateria. Cinco pontos, *A*, *B*, *C*, *D* e *E*, dividem o fio **QR** em seis segmentos de comprimentos iguais. O circuito também tem um amperímetro com dois terminais. Um dos terminais (**P**) está ligado ao fio entre as duas lâmpadas. O outro terminal (***S***) está livre e será ligado ao fio **QR**. Dependendo do ponto em que esse terminal livre for conectado, ocorrerá a mudança na tensão à qual as lâmpadas são submetidas. Os demais fios do circuito têm resistências elétricas desprezíveis. A figura ilustra esse circuito.



Em qual desses pontos o amperímetro deve ser conectado para que as lâmpadas acendam exatamente segundo as especificações de tensão e potência elétricas fornecidas?

A *A*
B *B*
C *C*
D *D*
E *E*

Resolução **Resposta: B**

As correntes nominais são iguais: $I_1 = 9/6 = 1,5\,\text{A}$ e $I_2 = 18/12 = 1,5\,\text{A}$. A divisão das tensões deve ser $6 : 12 = 1 : 2$. O ponto P deve, portanto, corresponder a um terço do comprimento QR, contado a partir de Q: $48/3 = 16\,\text{cm}$. Esse é o ponto B, após dois dos seis segmentos iguais.

Resolução complementar.

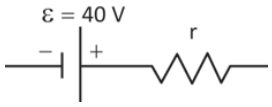
Item 094

2025 | O2025-119

Regular; fonte: INEP, caderno azul, página 9; questão original 119.

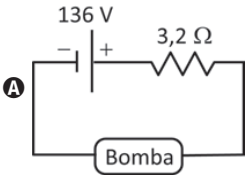
QUESTÃO 119

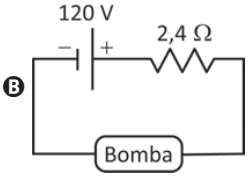
Em uma comunidade rural, os moradores utilizam uma bomba-d'água alimentada por 100 V de tensão contínua, podendo variar em até 5 V. Um eletrotécnico pretende instalar placas fotovoltaicas para alimentar essa bomba. As placas são idênticas e cada uma apresenta tensão de operação igual a 34 V com corrente de 7,5 A. Além disso, cada placa apresenta 40 V de tensão elétrica, quando em circuito aberto. Assim, considerando que a placa descrita é um gerador não ideal, em circuito aberto ela pode ser representada conforme a figura:

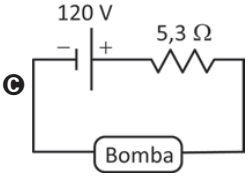


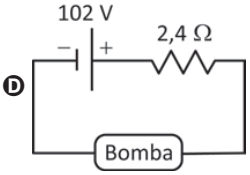
O eletrotécnico construiu um circuito que permite à bomba-d'água operar corretamente com o menor número possível de placas conectadas. Para isso, desenhou um diagrama no qual todas essas placas são representadas como um único gerador não ideal, com a especificação das correspondentes características elétricas.

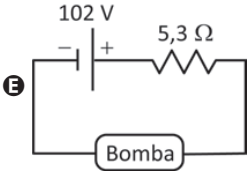
O diagrama que representa o circuito construído pelo eletrotécnico é:

A)


B)


C)


D)


E)


Resolução

Resposta: B

Cada placa opera a 34 V, logo são necessárias três em série para obter 102 V, dentro do intervalo de 95 a 105 V. Sua resistência interna é $r = (40 - 34)/7,5 = 0,8\,\Omega$. A associação tem f.e.m. $3(40) = 120\,\text{V}$ e resistência interna $3(0,8) = 2,4\,\Omega$, como em B. Com 7,5 A, a tensão útil é $120 - 2,4(7,5) = 102\,\text{V}$.

Resolução complementar.

Item 095

2025 | O2025-130

Regular; fonte: INEP, caderno azul, página 13; questão original 130.

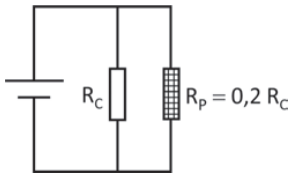
QUESTÃO 130

Em sua maioria, os equipamentos eletrônicos domésticos demandam baixa potência elétrica em corrente contínua. Para alimentá-los, uma fonte externa ou embutida transforma a corrente alternada em corrente contínua de baixa tensão. Entretanto, cada equipamento tem suas especificidades, e muitas vezes não é possível simplesmente trocar essas fontes sem levar em conta a tensão, a corrente ou a potência elétrica de saída.

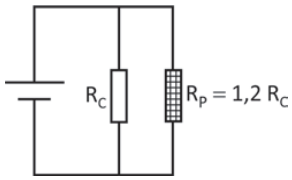
Considere um equipamento de resistência elétrica R_C que funciona corretamente apenas em um dado valor de tensão. Porém, a única fonte de alimentação disponível fornece uma tensão 20% superior à tensão recomendada. Para adaptar essa fonte ao aparelho, a associação de um resistor de proteção R_P, de potência adequada, se faz necessária.

A configuração adequada do circuito e o valor do resistor de proteção, em relação ao valor da resistência do equipamento, são:

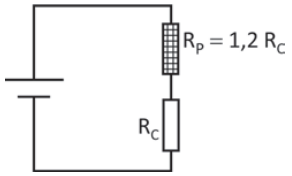
A



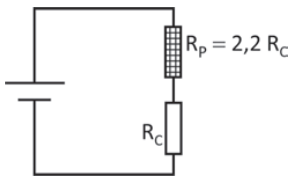
B



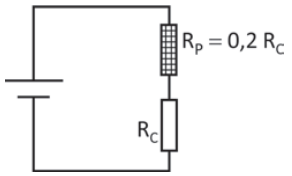
C



D



E



Resolução

Resposta: E

Se o aparelho deve receber tensão U, a fonte fornece $1,2U$. O resistor em série deve absorver $0,2U$ com a mesma corrente $I = U/R_C$. Assim, $R_P = 0,2U/I = 0,2R_C = R_C/5$. Essa ligação em série e esse valor estão em E.

Resolução complementar.

Item 096

2025 | O2025-94

Regular; fonte: INEP, caderno azul, página 2; questão original 94.

QUESTÃO 94

Réguas elétricas são dispositivos que permitem a ligação segura e simultânea de dois ou mais aparelhos eletroeletrônicos à rede elétrica. Uma estudante comprou uma régua com seis tomadas, conforme a figura. Essa régua suporta uma intensidade máxima de corrente elétrica igual a 20 A. Acima desse valor, o fusível de segurança da régua se rompe, inutilizando-a até que um novo fusível seja instalado. Considere as potências nominais de alguns aparelhos eletroeletrônicos apresentadas no quadro.

Aparelho	Potência (watt)
Luminária de LED	5
Computador	250
Impressora a laser	660
Secador de cabelos	750
Cafeteira	900
Condicionador de ar portátil	1 100



Em um dia quente, a estudante mantém o computador e o condicionador de ar portátil ligados à régua permanentemente. Nessa situação, ela tenta realizar algumas atividades, uma de cada vez, utilizando a mesma régua, na seguinte ordem:

1º – imprimir um trabalho escolar;

2º – fazer um café com a cafeteira;

3º – ligar a luminária;

4º – secar os cabelos.

Sabe-se que a régua foi ligada à tensão elétrica de 110 V, adequada para o funcionamento desses aparelhos.

Considerando a ordem das tentativas, quantas atividades a estudante conseguiu realizar sem queimar o fusível?

A 4
B 3
C 2
D 1
E 0

Resolução **Resposta: D**

A potência limite é $P_{\max} = 110(20) = 2200\,\text{W}$. Computador e ar-condicionado já consomem $250 + 1100 = 1350\,\text{W}$. Com a impressora, o total é $2010\,\text{W}$, permitido. Ao preparar o café, passa a $1350 + 900 = 2250\,\text{W}$, queimando o fusível. Apenas a primeira atividade é concluída antes disso.

Resolução complementar.

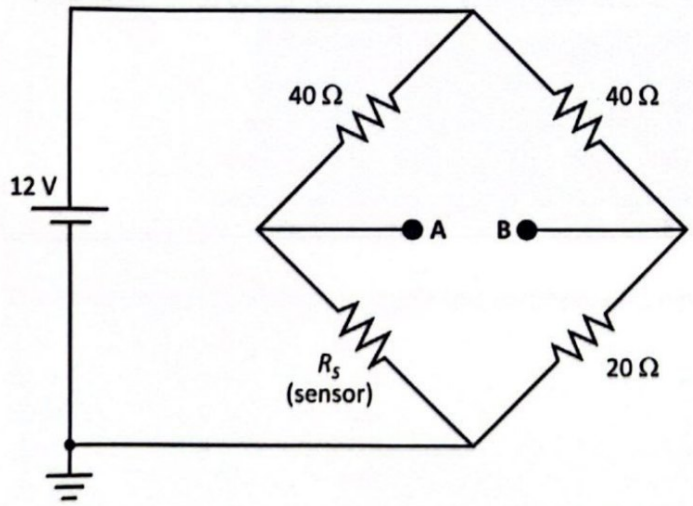
Item 097

2026 | O2026-95

Regular; fonte: INEP, caderno amarelo, página 3; questão original 95.

QUESTÃO 95

A mudança da resistência elétrica de alguns materiais em função da temperatura é utilizada para construir sensores que podem medir desde a temperatura ambiente até a de fornos. A figura representa um circuito elétrico usado para fazer a correspondência entre temperatura e tensão elétrica, na qual a resistência elétrica R_s varia com a temperatura segundo a expressão $R_s = 20[1 + 0{,}002(T - 300)]$. A temperatura é medida em Kelvin.



A tensão elétrica, em volt, entre os pontos A e B da figura, quando o sensor estiver à temperatura de 800 K é de

A) 5,0 V.
B) 4,0 V.
C) 3,0 V.
D) 2,0 V.
E) 1,0 V.

Resolução **Resposta: D**

A 800 K, $R_s = 20[1 + 0{,}002(800 - 300)] = 20 \cdot 2 = 40\,\Omega$. No ramo esquerdo (40 Ω em cima e $R_s = 40\,\Omega$ embaixo), $V_A = 12 \cdot 40/80 = 6$ V em relação ao terra. No ramo direito (40 Ω e 20 Ω), $V_B = 12 \cdot 20/60 = 4$ V. Portanto, $U_{AB} = 6 - 4 = 2{,}0$ V.

Resolução complementar.

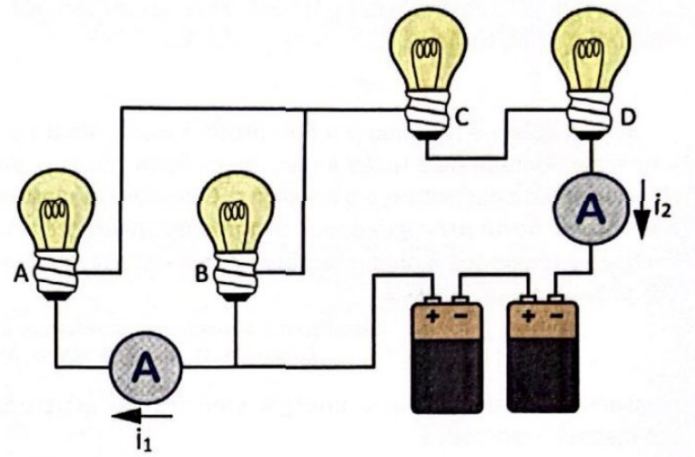
Item 098

2026 | O2026-99

Regular; fonte: INEP, caderno amarelo, página 4; questão original 99.

QUESTÃO 99

Em uma maquete de uma sala, foram instaladas duas lâmpadas (A e B) nas paredes e duas lâmpadas (C e D) no teto, conforme a figura. Essas lâmpadas são alimentadas por duas baterias idênticas em série. Todas as lâmpadas são incandescentes e brilham igualmente quando conectadas individualmente a uma das baterias. Considere ideais todos os elementos do circuito. Os amperímetros indicam a corrente elétrica que passa no fio no qual estão inseridos.



As correntes medidas nos amperímetros serão iguais e não nulas quando a(s)

A lâmpadas A, B, C e D estiverem ligadas.
B lâmpada A estiver queimada.
C lâmpada B estiver queimada.
D lâmpada C estiver queimada.
E lâmpada D estiver queimada.

Resolução **Resposta: C**

Seguindo os fios: do polo positivo das baterias chega-se a um nó comum às lâmpadas A (através do amperímetro 1) e B; os outros terminais de A e B se unem no fio superior, que leva à lâmpada C, depois à D e, pelo amperímetro 2, ao polo negativo. Assim, A e B estão em paralelo, e esse conjunto está em série com C e D. O amperímetro 2 mede a corrente total; o 1, só a corrente de A. Com todas acesas, $i_1 = i_2/2$. As correntes serão iguais e não nulas apenas se B estiver queimada, pois então toda a corrente passa por A.

Resolução complementar.

Magnetismo e indução eletromagnética

Tema 15 | 19 itens com resoluções.

Item 001

2010 | F3-048

Regular; fonte: referência 3, página 21.

Questão 48 (2010.1)

Em visita a uma usina sucroalcooleira, um grupo de alunos pôde observar a série de processos de beneficiamento da cana-de-açúcar, entre os quais se destacam:

1. A cana chega cortada da lavoura por meio de caminhões e é despejada em mesas alimentadoras que a conduzem para as moendas. Antes de ser esmagada para a retirada do caldo açucarado, toda a cana é transportada por esteiras e passada por um eletroímã para a retirada de materiais metálicos.
2. Após se esmagar a cana, o bagaço segue para as caldeiras, que geram vapor e energia para toda a usina.
3. O caldo primário, resultante do esmagamento, é passado por filtros e sofre tratamento para transformar-se em açúcar refinado e etanol.

Com base nos destaques da observação dos alunos, quais operações físicas de separação de materiais foram realizadas nas etapas de beneficiamento da cana-de-açúcar?

A) Separação mecânica, extração, decantação.
B) Separação magnética, combustão, filtração.
C) Separação magnética, extração, filtração.
D) Imantação, combustão, peneiração.
E) Imantação, destilação, filtração.

Resolução **Resposta: C**

O eletroímã retira fragmentos ferromagnéticos por separação magnética. A moagem extrai o caldo da cana por ação mecânica. Os filtros separam partículas sólidas do caldo por filtração. A combustão do bagaço transforma substâncias e não é uma operação física de separação.

Resolução complementar.

Item 002

2010 | F5-131

Segunda aplicação; fonte: referência 5, página 72.

131. (Enem 2ª aplicação 2010) Há vários tipos de tratamentos de doenças cerebrais que requerem a estimulação de partes do cérebro por correntes elétricas. Os eletrodos são introduzidos no cérebro para gerar pequenas correntes em áreas específicas. Para se eliminar a necessidade de introduzir eletrodos no cérebro, uma alternativa é usar bobinas que, colocadas fora da cabeça, sejam capazes de induzir correntes elétricas no tecido cerebral.

Para que o tratamento de patologias cerebrais com bobinas seja realizado satisfatoriamente, é necessário que

a) haja um grande número de espiras nas bobinas, o que diminui a voltagem induzida.
b) o campo magnético criado pelas bobinas seja constante, de forma a haver indução eletromagnética.
c) se observe que a intensidade das correntes induzidas depende da intensidade da corrente nas bobinas.
d) a corrente nas bobinas seja contínua, para que o campo magnético possa ser de grande intensidade.
e) o campo magnético dirija a corrente elétrica das bobinas para dentro do cérebro do paciente.

Resolução **Resposta: C**

Resposta da questão 131:
[C]

A intensidade da corrente induzida depende da variação do fluxo magnético gerado pela corrente na bobina: quanto mais intensa for a corrente na bobina, maior será a intensidade da corrente induzida no cérebro.

Resolução reproduzida da referência 5.

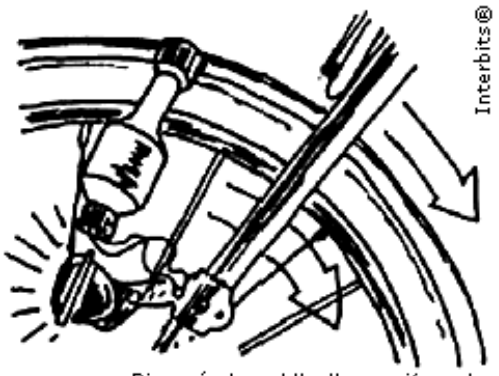
Item 003

2010 | F5-132

Segunda aplicação; fonte: referência 5, página 72.

132. (Enem 2ª aplicação 2010) Os dínamos são geradores de energia elétrica utilizados em bicicletas para acender uma pequena lâmpada. Para isso, é necessário que a parte móvel esteja em contato com o pneu da bicicleta e, quando ela entra em movimento, é gerada

energia elétrica para acender a lâmpada. Dentro desse gerador, encontram-se um imã e uma bobina.



Disponível em: http://www.if.usp.br.
Acesso em: 1 maio 2010.

O princípio de funcionamento desse equipamento é explicado pelo fato de que a
a) corrente elétrica no circuito fechado gera um campo magnético nessa região.
b) bobina imersa no campo magnético em circuito fechado gera uma corrente elétrica.
c) bobina em atrito com o campo magnético no circuito fechado gera uma corrente elétrica.
d) corrente elétrica é gerada em circuito fechado por causa da presença do campo magnético.
e) corrente elétrica é gerada em circuito fechado quando há variação do campo magnético.

Termologia

Resolução **Resposta: E**

Resposta da questão 132:
[E]

De acordo com a lei de Faraday-Neumann, a corrente elétrica induzida num circuito fechado ocorre quando há variação do fluxo magnético através do circuito.

Resolução reproduzida da referência 5.

Item 004

Regular; fonte: referência 5, página 72.

130. (Enem 2011) O manual de funcionamento de um captador de guitarra elétrica apresenta o seguinte texto:

Esse captador comum consiste de uma bobina, fios condutores enrolados em torno de um ímã permanente. O campo magnético do ímã induz o ordenamento dos polos magnéticos na corda da guitarra, que está próxima a ele. Assim, quando a corda é tocada, as oscilações produzem variações, com o mesmo padrão, no fluxo magnético que atravessa a bobina. Isso induz uma corrente elétrica na bobina, que é transmitida até o amplificador e, daí, para o alto-falante.
Um guitarrista trocou as cordas originais de sua guitarra, que eram feitas de aço, por outras feitas de náilon. Com o uso dessas cordas, o amplificador ligado ao instrumento não emitia mais som, porque a corda de náilon
a) isola a passagem de corrente elétrica da bobina para o alto-falante.
b) varia seu comprimento mais intensamente do que ocorre com o aço.
c) apresenta uma magnetização desprezível sob a ação do ímã permanente.
d) induz correntes elétricas na bobina mais intensas que a capacidade do captador.
e) oscila com uma frequência menor do que a que pode ser percebida pelo captador.

Resolução **Resposta: C**

Resposta da questão 130:
[C]

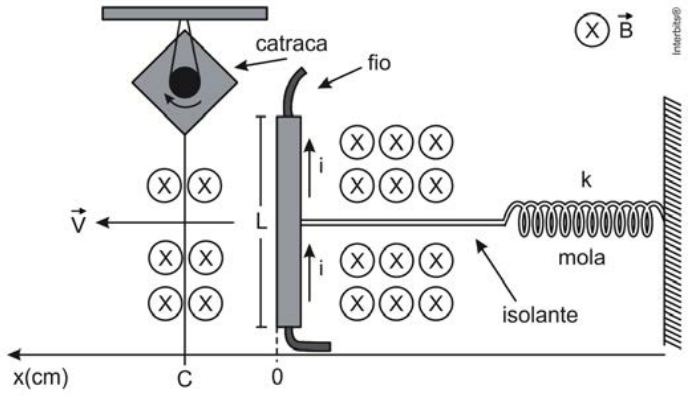
De acordo com o enunciado: "***O campo magnético do ímã induz o ordenamento dos polos magnéticos na corda da guitarra.***" Trocando-se as cordas de aço (material ferromagnético) por cordas de nylon, o efeito de magnetização torna-se muito fraco, desprezível, não enviando sinais ao amplificador.

Resolução reproduzida da referência 5.

Item 005

Regular; fonte: referência 5, página 71.

129. (Enem 2013) Desenvolve-se um dispositivo para abrir automaticamente uma porta no qual um botão, quando acionado, faz com que uma corrente elétrica i = 6A percorra uma barra condutora de comprimento L = 5cm, cujo ponto médio está preso a uma mola de constante elástica $k = 5 \times 10^{-2} N/cm.$ O sistema mola-condutor está imerso em um campo magnético uniforme perpendicular ao plano. Quando acionado o botão, a barra sairá da posição do equilíbrio a uma velocidade média de 5m/s e atingirá a catraca em 6 milissegundos, abrindo a porta.



A intensidade do campo magnético, para que o dispositivo funcione corretamente, é de

a) $5 \times 10^{-1} T$
b) $5 \times 10^{-2} T$
c) $5 \times 10^{1} T$
d) $2 \times 10^{-2} T$
e) $2 \times 10^{0} T$

Resolução **Resposta: A**

Resposta da questão 129:
[A]

Na direção do movimento, agem na barra duas forças: a magnética $(\vec{F}_m)$ e a elástica $(\vec{F}_{el})$.
- Força magnética:

Dados: i = 6 A; $\vec{\ell} = 5\,cm = 5\times10^{-2}\,m;\ \theta = 90°$.

$F_m = B\,i\,\ell\,\text{sen}\,\theta \Rightarrow F_m = B\cdot 6\cdot 5\times10^{-2}\cdot 1 \Rightarrow$

$F_m = 0{,}3\ B. \quad (I)$

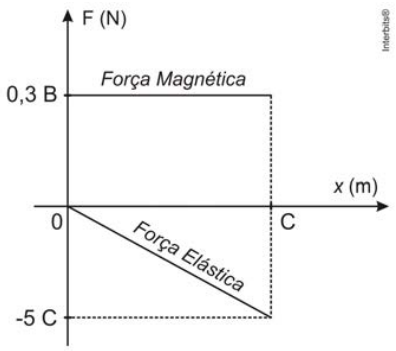
- Força elástica:

Dados: $k = 5\times10^{-2}\,N/cm = 5\,N/m.$ A mola deforma de x = 0 a x = C.

$F_{el} = -k\ x \Rightarrow F_{el} = -k\ (C-0) \Rightarrow$

$F_{el} = -5\ C. \quad (II)$

O gráfico registra essas forças, em função do deslocamento:



Considerando que a velocidade média (v_m = 5 m/s) refere-se ao trecho OC (que não está claro no enunciado), calculamos o deslocamento no intervalo de tempo dado $(\Delta t = 6\,ms = 6\times10^{-3}\,s)$:

$$v_m = \frac{\Delta S}{\Delta t} \Rightarrow 5 = \frac{(C-0)}{6\times10^{-3}} \Rightarrow C = 3\times10^{-2}\ m.$$

Considerando, ainda, que no ponto C a resultante das forças $(\vec{F}_r)$ é nula (o que também não é especificado no enunciado), temos, de (I) e (II):

$F_r = F_m + F_{el} \Rightarrow F_r = 0{,}3\,B - 5\,C \Rightarrow 0 = 0{,}3\,B - 5\,C \Rightarrow$

$$B = \frac{5\ C}{0{,}3} \Rightarrow B = \frac{5\cdot 3\times10^{-2}}{3\times10^{-1}} \Rightarrow$$

$B = 5\times10^{-1}\ T.$

Resolução reproduzida da referência 5.

Item 006

2014 | F3-191

Segunda aplicação; fonte: referência 3, página 62.

Questão 191 (2014.3)

As cercas elétricas instaladas nas zonas urbanas são dispositivos de segurança planejados para inibir roubos e devem ser projetadas para, no máximo, assustar as pessoas que toquem a fiação que delimita os domínios de uma propriedade.

A legislação vigente que trata sobre as cercas elétricas determina que a unidade de controle devera ser constituída, no mínimo, de um aparelho energizador de cercas que apresente um transformador e um capacitor. Ela também menciona que o tipo de corrente elétrica deve ser pulsante.

Considere que o transformador supracitado seja constitui de basicamente por um enrolamento primário e outro secundário, e que este último está ligado indiretamente à fiação. A função do transformador em uma cerca elétrica é:

A) reduzir a intensidade de corrente elétrica associada ao secundário.
B) aumentar a potência elétrica associada ao secundário.
C) amplificar a energia elétrica associada a este dispositivo.
D) proporcionar perdas de energia do primário ao secundário.
E) provocar grande perda de pot8ncia elétrica no secundário.

Resolução **Resposta: A**

Um transformador elevador aumenta a tensão do secundário e, para aproximadamente a mesma potência transferida, reduz a corrente: $U_p I_p \approx U_s I_s$. Ele não amplifica energia ou potência. No sistema descrito, essa redução da corrente é a função compatível com o gabarito e com a limitação da energia dos pulsos.

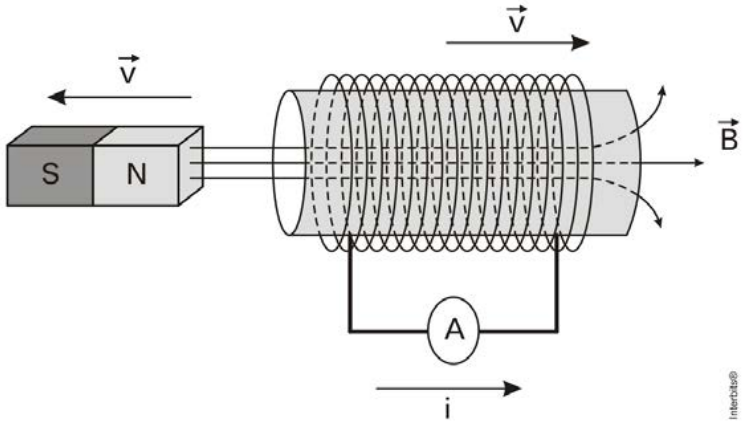
Resolução complementar.

Item 007

2014 | F5-128

Regular; fonte: referência 5, página 71.

128. (Enem 2014) O funcionamento dos geradores de usinas elétricas baseia-se no fenômeno da indução eletromagnética, descoberto por Michael Faraday no século XIX. Pode-se observar esse fenômeno ao se movimentar um imã e uma espira em sentidos opostos com módulo da velocidade igual a v, induzindo uma corrente elétrica de intensidade i, como ilustrado na figura.



A fim de se obter uma corrente com o mesmo sentido da apresentada na figura, utilizando os mesmos materiais, outra possibilidade é mover a espira para a
a) esquerda e o imã para a direita com polaridade invertida.
b) direita e o imã para a esquerda com polaridade invertida.
c) esquerda e o imã para a esquerda com mesma polaridade.
d) direita e manter o imã em repouso com polaridade invertida.
e) esquerda e manter o imã em repouso com mesma polaridade.

Resolução **Resposta: A**

Resposta da questão 128:
[A]

Na figura mostrada, está havendo afastamento relativo entre o ímã e a espira. Nessa situação, de acordo com a lei de Lenz, ocorre força de atração entre ambos, formando um polo sul na extremidade esquerda da espira. Para que uma outra situação apresente corrente no mesmo sentido, a extremidade esquerda da espira deve continuar formando um polo sul. Isso pode ser conseguido invertendo o ímã e provocando um movimento de aproximação relativa entre eles, deslocando o ímã para a direita e a espira para a esquerda.

Resolução reproduzida da referência 5.

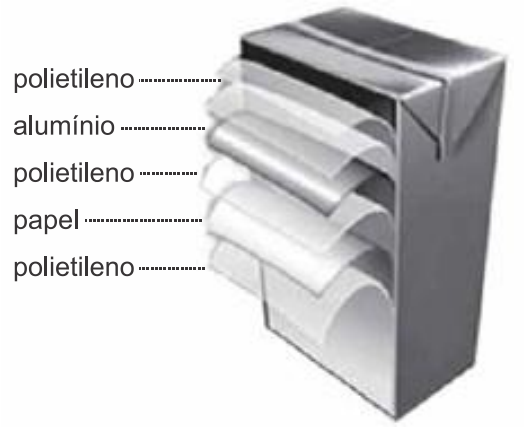
Item 008

2015 | F1-388

PPL; fonte: referência 1, página 240.

388. ENEM PPL 2015 ★★

A figura representa uma embalagem cartonada e sua constituição em multicamadas. De acordo com as orientações do fabricante, essas embalagens não devem ser utilizadas em fornos micro-ondas.



NASCIMENTO, R. M. M. et al. Embalagem cartonada longa vida: lixo ou luxo? *Química Nova na Escola*, n. 25, maio 2007 (adaptado).

A restrição citada deve-se ao fato de a

a) embalagem aberta se expandir pela pressão do vapor formado em seu interior.

b) Camada de polietileno se danificar, colocando o alumínio em contato com o alimento.

c) fina camada de alumínio blindar a radiação, não permitindo que o alimento se aqueça.

d) absorção de radiação pelo papel, que se aquece e pode levar à queima da camada de polietileno.

e) geração de centelhas na camada de alumínio, que pode levar à queima da camada de papel e de polietileno.

GABARITO EM VÍDEO (CLIQUE)

Prof Luiz Fonseca - @Polpoa1

Força Magnética

Resolução **Resposta: E**

O campo elétrico das micro-ondas pode concentrar cargas e produzir descargas nas bordas da camada metálica. Essas centelhas podem incendiar as camadas de papel e polietileno. Por isso, a embalagem descrita não deve ser colocada no forno.

Resolução complementar.

Item 009

2016 | F3-237

Regular; fonte: referência 3, página 77.

Questão 237 (2016.1)

A magnetohipertermia é um procedimento terapêutico que se baseia na elevação da temperatura das células de uma região específica do corpo que estejam afetadas por um tumor. Nesse tipo de tratamento, nanopartículas magnéticas são fagocitadas pelas células tumorais, e um campo magnético alternado externo é utilizado para promover a agitação das nanopartículas e consequente aquecimento da célula.

A elevação de temperatura descrita ocorre porque:

A) o campo magnético gerado pela oscilação das nanopartículas é absorvido pelo tumor.
B) o campo magnético alternado faz as nanopartículas girarem, transferindo calor por atrito.
C) as nanopartículas interagem magneticamente com as células do corpo, transferindo calor.
D) o campo magnético alternado fornece calor para as nanopartículas que o transfere às células do corpo.
E) as nanopartículas são aceleradas em um único sentido em razão da interação com o campo magnético, fazendo-as colidir com as células e transferir calor.

Resolução **Resposta: B**

O campo alternado aplica torques às nanopartículas magnéticas e promove mudanças repetidas de sua orientação. A dissipação dessa energia de agitação no meio celular produz aquecimento. No modelo simplificado das alternativas, isso corresponde à rotação das nanopartículas com transferência de energia por atrito.

Resolução complementar.

Item 010

2017 | F1-397

Libras; fonte: referência 1, página 246.

397. ENEM LIBRAS 2017 ★★

Um guindaste eletromagnético de um ferro-velho é capaz de levantar toneladas de sucata, dependendo da intensidade da indução em seu eletroímã. O eletroímã é um dispositivo que utiliza corrente elétrica para gerar um campo magnético, sendo geralmente construído enrolando-se um fio condutor ao redor de um núcleo de material ferromagnético (ferro, aço, níquel, cobalto).

Para aumentar a capacidade de carga do guindaste, qual característica do eletroímã pode ser reduzida?

a) Diâmetro do fio condutor.
b) Distância entre as espiras.
c) Densidade linear de espiras.
d) Corrente que circula pelo fio.
e) Permeabilidade relativa do núcleo

GABARITO EM VÍDEO (CLIQUE)

Resolução **Resposta: B**

Para um solenoide, $B \simeq \mu n I$, sendo n o número de espiras por comprimento. Reduzir a distância entre espiras aumenta n, intensificando o campo e a atração sobre os materiais ferromagnéticos. Logo, deve-se reduzir o espaçamento entre as espiras.

Resolução complementar.

Item 011

2017 | F3-278

Regular; fonte: referência 3, página 87.

Questão 278 (2017.1)

Para demonstrar o processo de transformação de energia mecânica em elétrica, um estudante constrói um pequeno gerador utilizando:

- um fio de cobre de diâmetro D enrolado em N espiras circulares de área A;

- dois ímãs que criam no espaço entre eles um campo magnético uniforme de intensidade B; e

- um sistema de engrenagens que lhe permite girar as espiras em torno de um eixo com uma frequência f.

Ao fazer o gerador funcionar, o estudante obteve uma tensão máxima V e uma corrente de curto-circuito i.

Para dobrar o valor da tensão máxima V do gerador mantendo constante o valor da corrente de curto i, o estudante deve dobrar o(a):

A) número de espiras.
B) frequência de giro.
C) intensidade do campo magnético.
D) área das espiras.
E) diâmetro do fio.

Resolução **Resposta: A**

A tensão máxima induzida é proporcional a $NBAf$. Dobrar N dobra a tensão, mas também dobra o comprimento do fio e a resistência da bobina. Assim, a corrente de curto-circuito $i = V/r$ permanece constante. Dobrar somente B ou f aumentaria também a corrente.

Resolução complementar.

Item 012

Regular; fonte: referência 3, página 99.

Questão 304 (2018.1)

A tecnologia de comunicação da etiqueta RFID (chamada de etiqueta inteligente) é usada há anos para rastrear gado, vagões de trem, bagagem aérea e carros nos pedágios. Um modelo mais barato dessas etiquetas pode funcionar sem baterias e é constituído por três componentes: um microprocessador de silício; uma bobina de metal, feita de cobre ou de alumínio, que é enrolada em um padrão circular; e um encapsulador, que é um material de vidro ou polímero envolvendo o microprocessador e a bobina. Na presença de um campo de radiofrequência gerado pelo leitor, a etiqueta transmite sinais. A distância de leitura é determinada pelo tamanho da bobina e pela potência da onda de rádio emitida pelo leitor.

(Disponível em: http://eletronicos.hsw.uol.com.br. Acesso em: 27 fev. 2012 - adaptado)

A etiqueta funciona sem pilhas porque o campo:

A) elétrico da onda de rádio agita elétrons da bobina.
B) elétrico da onda de rádio cria uma tensão na bobina.
C) magnético da onda de rádio induz corrente na bobina.
D) magnético da onda de rádio aquece os fios da bobina.
E) magnético da onda de rádio diminui a ressonância no interior da bobina.

Resolução **Resposta: C**

O campo magnético variável da onda de rádio altera o fluxo através da bobina. Pela indução eletromagnética, isso gera uma força eletromotriz e pode alimentar a corrente necessária ao funcionamento da etiqueta. A energia vem do campo emitido pelo leitor.

Resolução complementar.

Item 013

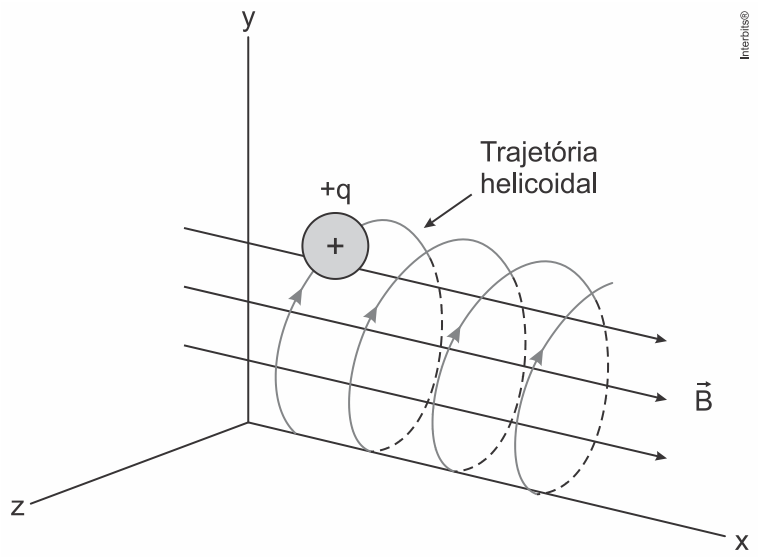
2019 | F1-390

Regular; fonte: referência 1, página 241.

390. ENEM 2019 ★★★

O espectrômetro de massa de tempo de voo é um dispositivo utilizado para medir a massa de íons. Nele, um íon de carga elétrica q é lançado em uma região de campo magnético constante $\vec{B}$, descrevendo uma trajetória helicoidal, conforme a figura. Essa trajetória é formada pela composição de um movimento circular uniforme no plano yz e uma translação ao longo do eixo x. A vantagem desse dispositivo é que a velocidade angular do movimento helicoidal do íon é independente de sua velocidade inicial. O dispositivo então mede o tempo t de voo para N voltas do íon. Logo, com base nos valores q, B, N e t, pode-se determinar a massa do íon.

Prof Luiz Fonseca - OBF Brasil



A massa do íon medida por esse dispositivo será

a) $\frac{qBt}{2\,\pi N}$

b) $\frac{qBt}{\pi N}$

c) $\frac{2qBt}{\pi N}$

d) $\frac{qBt}{N}$

e) $\frac{2qBt}{N}$

GABARITO EM VÍDEO (CLIQUE)

Resolução **Resposta: A**

A força magnética fornece a força centrípeta: $|q|v_\perp B = mv_\perp\omega$, de modo que $\omega = |q|B/m$. Como N voltas levam tempo t, $\omega = 2\pi N/t$. Portanto, $m = |q|Bt/(2\pi N)$, expressão de A para o módulo da carga indicado por q.

Resolução complementar.

Item 014

2020 | F1-386

Digital; fonte: referência 1, página 238.

386. ENEM DIGITAL 2020 ★

Os ventos solares são fenômenos caracterizados por feixes de partículas carregadas, lançadas pelo Sol, no espaço, em alta velocidade. Somente uma pequena fração dessas partículas atinge a atmosfera nos polos, provocando as auroras. A chegada dessas partículas à superfície pode gerar efeitos indesejáveis, interferindo nas telecomunicações, no tráfego aéreo e nas linhas de transmissão de energia elétrica.

Esses efeitos são minimizados na Terra pela ação de seu(sua)

a) ionosfera.
b) campo geomagnético.
c) camada de ozônio.
d) campo gravitacional.
e) atmosfera.

GABARITO EM VÍDEO (CLIQUE)

Resolução **Resposta: B**

O campo geomagnético exerce força magnética sobre as partículas carregadas do vento solar, desviando grande parte delas. A magnetosfera reduz sua chegada direta à atmosfera e à superfície terrestre.

Resolução complementar.

Item 015

2020 | F1-394

Regular; fonte: referência 1, página 244.

394. ENEM 2020 ★★

Em uma usina geradora de energia elétrica, seja através de uma queda-d'água ou através de vapor sob pressão, as pás do gerador são postas a girar. O movimento relativo de um ímã em relação a um conjunto de bobinas produz um fluxo magnético variável através delas, gerando uma diferença de potencial em seus terminais. Durante o funcionamento de um dos geradores, o operador da usina percebeu que houve um aumento inesperado da diferença de potencial elétrico nos terminais das bobinas.

Nessa situação, o aumento do módulo da diferença de potencial obtida nos terminais das bobinas resulta do aumento do(a)

a) intervalo de tempo em que as bobinas ficam imersas no campo magnético externo, por meio de uma diminuição de velocidade no eixo de rotação do gerador.

b) fluxo magnético através das bobinas, por meio de um aumento em sua área interna exposta ao campo magnético aplicado.

c) intensidade do campo magnético no qual as bobinas estão imersas, por meio de aplicação de campos magnéticos mais intensos.

d) rapidez com que o fluxo magnético varia através das bobinas, por meio de um aumento em sua velocidade angular.

e) resistência interna do condutor que constitui as bobinas, por meio de um aumento na espessura dos terminais.

GABARITO EM VÍDEO (CLIQUE)

Prof Luiz Fonseca - @Polpoa1

Resolução **Resposta: D**

A lei de Faraday fornece $|\mathcal{E}| = N|d\Phi_B/dt|$. Ao aumentar a velocidade angular do gerador, o fluxo varia mais rapidamente e a tensão induzida aumenta. Esse é o mecanismo descrito na alternativa D.

Resolução complementar.

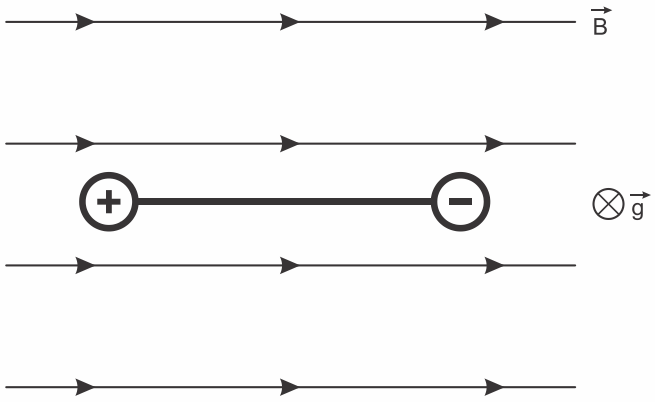
Item 016

2021 | F1-389

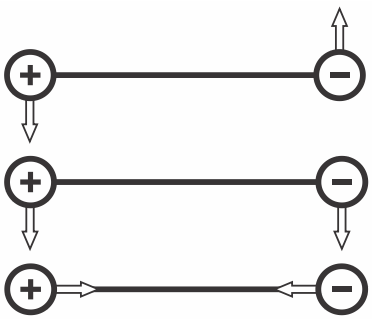
Regular; fonte: referência 1, página 240.

389. ENEM 2021 ★★

Duas esferas carregadas com cargas iguais em módulo e sinais contrários estão ligadas por uma haste rígida isolante na forma de haltere. O sistema se movimenta sob ação da gravidade numa região que tem um campo magnético horizontal uniforme ($\vec{B}$), da esquerda para a direita. A imagem apresenta o sistema visto de cima para baixo, no mesmo sentido da aceleração da gravidade ($\vec{g}$) que atua na região.

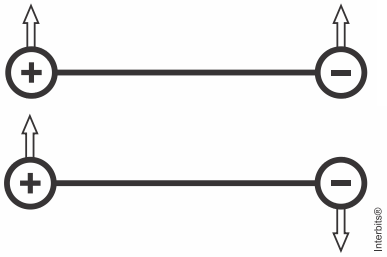


Visto de cima, o diagrama esquemático das forças magnéticas que atuam no sistema, no momento inicial em que as cargas penetram na região de campo magnético, está representado em

a)


b)

c)

d)


e)

GABARITO EM VÍDEO (CLIQUE)

Resolução

Resposta: A

A velocidade inicial aponta para dentro do plano da figura e o campo magnético aponta para a direita. Pelo produto vetorial $\vec{F} = q\vec{v} \times \vec{B}$, a carga positiva sofre força para baixo na folha; a negativa, para cima. A alternativa A representa esse par de forças opostas.

Resolução complementar.

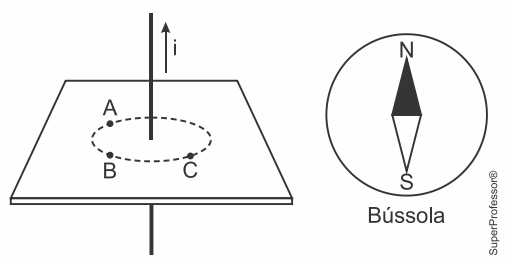
Item 017

2022 | F1-387

Regular; fonte: referência 1, página 239.

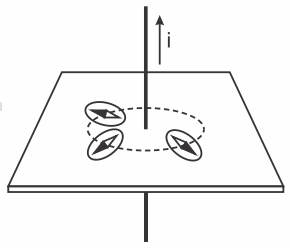
387. ENEM 2022 ★

O físico Hans C. Oersted observou que um fio transportando corrente elétrica produz um campo magnético. A presença do campo magnético foi verificada ao aproximar uma bússola de um fio conduzindo corrente elétrica. A figura ilustra um fio percorrido por uma corrente elétrica i, constante e com sentido para cima. Os pontos **A, B** e **C** estão num plano transversal e equidistantes do fio. Em cada ponto foi colocada uma bússola.

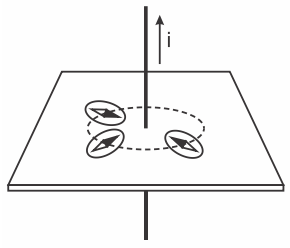


Considerando apenas o campo magnético por causa da corrente i, as respectivas configurações das bússolas nos pontos **A, B** e **C** serão

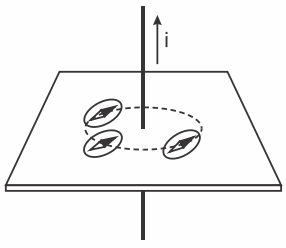
a)



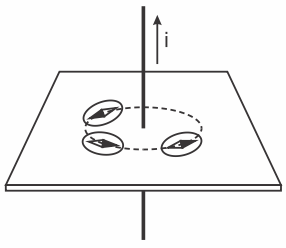
b)



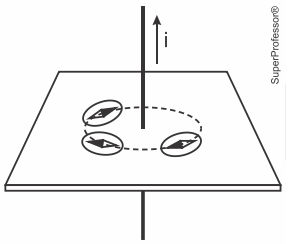
c)



d)



e)



GABARITO EM VÍDEO (CLIQUE)

Resolução **Resposta: D**

Pela regra da mão direita, com o polegar apontando para cima, o campo circula no sentido anti-horário quando visto de cima. A extremidade norte de cada bússola fica tangente à circunferência e aponta no sentido desse campo. As orientações em A, B e C correspondem à alternativa D.

Resolução complementar.

Item 018

2023 | F1-392

Regular; fonte: referência 1, página 243.

392. ENEM 2023 ★

O fogão por indução funciona a partir do surgimento de uma corrente elétrica induzida no fundo da panela, com consequente transformação de energia elétrica em calor por efeito Joule. A principal vantagem desses fogões é a eficiência energética, que é substancialmente maior que a dos fogões convencionais.

A corrente elétrica mencionada é induzida por

a) Radiação
b) Condução
c) Campo elétrico variável
d) Campo magnético variável
e) Ressonância eletromagnética

GABARITO EM VÍDEO (CLIQUE)

Resolução **Resposta: D**

Pela lei de Faraday, a variação do fluxo magnético através do fundo condutor da panela induz correntes elétricas. Essas correntes dissipam energia por efeito Joule e aquecem a panela. A bobina do fogão produz o campo magnético variável necessário.

Resolução complementar.

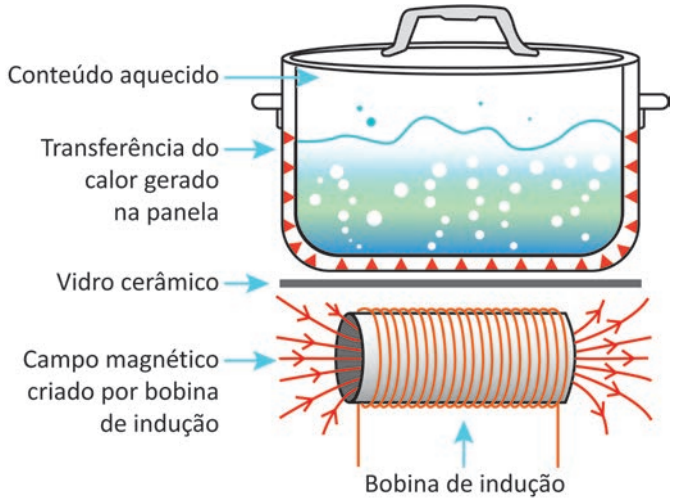
Item 019

2025 | O2025-122

Regular; fonte: INEP, caderno azul, página 10; questão original 122.

QUESTÃO 122

O aquecimento em fogões por indução utiliza bobinas para produzir um campo magnético variável. Essa bobina se localiza abaixo do vidro cerâmico sobre o qual a panela se apoia. O mecanismo aquece apenas a panela que se encontra na zona de cozimento, o que é uma das principais vantagens em relação ao uso do fogão a gás ou de resistência elétrica.



PEREIRA, A. B. et al. **Fogões de indução**: montagem e testes de um circuito disponível. Disponível em: https://publicacoes.fatecsertaozinho.edu.br. Acesso em: 21 maio 2025 (adaptado).

O uso do campo magnético variável tem a finalidade de

A imantar o material da panela por indução.
B movimentar os átomos de ferro concentrados no fundo da panela.
C emitir radiação eletromagnética, aquecendo a panela através do vidro cerâmico.
D induzir corrente elétrica na parte inferior da panela, aquecendo-a por efeito Joule.
E gerar um fluxo de corrente de convecção no ar contido entre a região da bobina e o vidro cerâmico.

Resolução **Resposta: D**

A variação do fluxo magnético induz correntes na parte condutora inferior da panela, pela lei de Faraday. A resistência elétrica do material transforma a energia dessas correntes em calor por efeito Joule. Essa é a finalidade do campo magnético variável.

Resolução complementar.

Física moderna e radiações

Tema 16 | 16 itens com resoluções.

Item 001

2013 | F3-162

PPL; fonte: referência 3, página 54.

Questão 162 (2013.2)

Quando a luz branca incide em uma superfície metálica, são removidos elétrons desse material. Esse efeito é utilizado no acendimento automático das luzes nos postes de iluminação, na abertura automática das portas, no fotômetro fotográfico e em sistemas de alarme.

Esse efeito pode ser usado para fazer a transformação de energia:

A) nuclear para cinética.
B) elétrica para radiante.
C) radiante para cinética.
D) térmica para química.
E) potencial para cinética.

Resolução **Resposta: C**

No efeito fotoelétrico, a energia de um fóton incidente é usada para retirar um elétron e fornecer-lhe energia cinética: $hf = \phi + K_{\max}$, sendo ϕ a função trabalho. A transformação destacada é de energia radiante em energia cinética dos elétrons.

Resolução complementar.

Item 002

2015 | F1-407

Regular; fonte: referência 1, página 250.

407. ENEM 2015 ★★

A bomba

reduz neutros e neutrinos, e abana-se com o leque da reação em cadeia.

ANDRADE C. D. *Poesia completa e prosa*. Rio de Janeiro. Aguilar, 1973 (fragmento).

Nesse fragmento de poema, o autor refere-se à bomba atômica de urânio. Essa reação é dita "em cadeia" porque na

a) Fissão do ^{235}U ocorre liberação de grande quantidade de calor, que dá continuidade à reação
b) Fissão de ^{235}U ocorre liberação de energia, que vai desintegrando o isótopo ^{238}U, enriquecendo-o em mais ^{235}U.
c) Fissão do ^{235}U ocorre uma liberação de nêutrons, que bombardearão outros núcleos.
d) Fusão do ^{235}U com ^{238}U ocorre formação de neutrino, que bombardeará outros núcleos radioativos.
e) Fusão do ^{235}U com ^{238}U ocorre formação de outros elementos radioativos mais pesados, que desencadeiam novos processos de fusão.

GABARITO EM VÍDEO (CLIQUE)

Resolução **Resposta: C**

A fissão de um núcleo de urânio-235 libera nêutrons. Estes podem atingir outros núcleos de urânio-235 e provocar novas fissões, que liberam mais nêutrons. Essa multiplicação caracteriza a reação em cadeia.

Resolução complementar.

Item 003

2017 | F1-400

PPL; fonte: referência 1, página 247.

400. ENEM PPL 2017 ★

O avanço científico e tecnológico da física nuclear permitiu conhecer, com maiores detalhes, o decaimento radioativo dos núcleos atômicos instáveis, desenvolvendo-se algumas aplicações para a radiação de grande penetração no corpo humano, utilizada, por exemplo, no tratamento do câncer.

A aplicação citada no texto se refere a qual tipo de radiação?

a) Beta
b) Alfa
c) Gama
d) Raios X
e) Ultravioleta

GABARITO EM VÍDEO (CLIQUE)

Resolução **Resposta: C**

A radiação gama é eletromagnética, resulta de transições nucleares e tem grande poder de penetração. Entre as emissões de núcleos instáveis citadas, é a associada à aplicação descrita. Raios X também têm uso terapêutico, mas não são a emissão nuclear indicada no texto.

Resolução complementar.

Item 004

2017 | F1-411

Regular; fonte: referência 1, página 252.

411. ENEM 2017 ★★

A técnica do carbono-14 permite a datação de fósseis pela medição dos valores de emissão beta desse isótopo presente no fóssil. Para um ser em vida, o máximo são 15 emissões beta/min.g. Após a morte, a quantidade de ^{14}C se reduz pela metade a cada 5.730 anos.

A prova do carbono 14. Disponível em: http:///noticias.terra.com.br. Acesso em: 9 nov. 2013 (adaptado).

Considere que um fragmento fóssil de massa igual a 30 g foi encontrado em um sítio arqueológico, e a medição de radiação apresentou 6.750 emissões beta por hora. A idade desse fóssil, em anos, é

a) 450
b) 1.433
c) 11.460
d) 17.190
e) 27.000

GABARITO EM VÍDEO (CLIQUE)

Resolução

Resposta: C

A atividade medida por grama e por minuto é $6750/(60 \times 30) = 3,75$. Isso representa $3,75/15 = 1/4$ da atividade inicial, isto é, duas meias-vidas. A idade é $2(5730) = 11460$ anos.

Resolução complementar.

Item 005

2018 | F1-405

PPL; fonte: referência 1, página 249.

405. ENEM PPL 2018 ★

O terremoto e o *tsunami* ocorridos no Japão em 11 de março de 2011 romperam as paredes de isolamento de alguns reatores da usina nuclear de Fukushima, o que ocasionou a liberação de substâncias radioativas. Entre elas está o iodo-131, cuja presença na natureza está limitada por sua meia-vida de oito dias.

O tempo estimado para que esse material se desintegre até atingir 1/16 da sua massa inicial é de

a) 8 dias
b) 16 dias
c) 24 dias
d) 32 dias
e) 128 dias

GABARITO EM VÍDEO (CLIQUE)

Resolução **Resposta: D**

Como $1/16 = (1/2)^4$, são necessárias quatro meias-vidas. Cada uma dura oito dias; logo, $t = 4(8) = 32$ dias.

Resolução complementar.

Item 006

2018 | F1-409

PPL; fonte: referência 1, página 251.

409. ENEM PPL 2018 ★★

O elemento radioativo tório (Th) pode substituir os combustíveis fósseis e baterias. Pequenas quantidades desse elemento seriam suficientes para gerar grande quantidade de energia. A partícula liberada em seu decaimento poderia ser bloqueada utilizando-se uma caixa de aço inoxidável. A equação nuclear para o decaimento do $^{230}_{90}Th$ é:

Prof Luiz Fonseca - @Polpa1

$$^{230}_{90}Th \rightarrow {}^{226}_{88}Ra + partícula + energia$$

Considerando a equação de decaimento nuclear, a partícula que fica bloqueada na caixa de aço inoxidável é o(a)

a) Alfa.
b) Beta.
c) Próton.
d) Nêutron.
e) Pósitron.

GABARITO EM VÍDEO (CLIQUE)

Resolução **Resposta: A**

Pela conservação dos números de massa e atômico, a partícula emitida tem $A = 230-226 = 4$ e $Z = 90-88 = 2$. Trata-se de um núcleo de hélio, isto é, uma partícula alfa.

Resolução complementar.

Item 007

2020 | F1-402

PPL; fonte: referência 1, página 248.

402. ENEM PPL 2020 ★

Com a descoberta de emissões de energia do rádio-226, por Marie Curie e Pierre Curie, o fenômeno foi denominado radiação α (alfa) ou emissão α. Posteriormente, verificou-se que a emissão α na verdade são partículas correspondentes a núcleos de hélio formados por dois prótons e dois nêutrons. Assim, no decaimento α, um núcleo instável emite partículas α, tornando-se um núcleo mais estável (núcleo filho). Se um núcleo de rádio-226 emitir duas partículas α, o número de massa do núcleo filho será

a) 226
b) 224
c) 222
d) 220
e) 218

GABARITO EM VÍDEO (CLIQUE)

Resolução **Resposta: E**

Cada partícula alfa retira quatro unidades do número de massa. Após duas emissões, $A_f = 226 - 2(4) = 218$. O número atômico também diminui quatro unidades, embora isso não tenha sido solicitado.

Resolução complementar.

Item 008

2020 | F1-404

Digital; fonte: referência 1, página 249.

404. ENEM DIGITAL 2020 ★

Prof Luiz Fonseca - @Potpoa

As células fotovoltaicas (placas semicondutoras compostas de silício) são os componentes principais dos painéis solares e são capazes de converter, com certa eficiência, parte da energia dos raios solares em energia elétrica. Essa conversão é causada pelo fenômeno físico denominado "efeito fotoelétrico", que pode ocorrer em uma variedade de materiais, incluindo metais e semicondutores.

Na superfície dos metais, a sequência de eventos que caracteriza esse efeito, de forma simplificada, é a

a) absorção de fótons e a emissão de elétrons.
b) absorção de elétrons e a emissão de fótons.
c) emissão de fótons e a absorção de elétrons.
d) absorção e a emissão de elétrons.
e) absorção e a emissão de fótons.

GABARITO EM VÍDEO (CLIQUE)

Resolução **Resposta: A**

No efeito fotoelétrico em um metal, um elétron absorve energia de um fóton e pode ser emitido se essa energia superar a função trabalho: $K_{\max} = hf - \phi$. A sequência é absorção de fótons e emissão de elétrons. Nas células fotovoltaicas, a geração e separação de portadores ocorre no semicondutor, sem exigir sua emissão para o exterior.

Resolução complementar.

Item 009

2020 | F1-406

Regular; fonte: referência 1, página 250.

406. ENEM 2020 ★

Embora a energia nuclear possa ser utilizada para fins pacíficos, recentes conflitos geopolíticos têm trazido preocupações em várias partes do planeta e estimulado discussões visando o combate ao uso de armas de destruição em massa. Além do potencial destrutivo da bomba atômica, uma grande preocupação associada ao emprego desse artefato bélico é a poeira radioativa deixada após a bomba ser detonada.

Qual é o processo envolvido na detonação dessa bomba?

a) Fissão nuclear do urânio, provocada por nêutrons.
b) Fusão nuclear do hidrogênio, provocada por prótons.
c) Desintegração nuclear do plutônio, provocada por elétrons.
d) Associação em cadeia de chumbo, provocada por pósitrons.
e) Decaimento radioativo do carbono, provocado por partículas beta.

Prof Luiz [illegible] Polpoa1

GABARITO EM VÍDEO (CLIQUE)

Resolução **Resposta: A**

Na bomba de fissão de urânio, nêutrons provocam a divisão de núcleos pesados, liberando energia e novos nêutrons. A reação em cadeia rápida libera grande quantidade de energia em pouco tempo. Isso corresponde à alternativa A.

Resolução complementar.

PPL; fonte: referência 1, página 248.

401. ENEM PPL 2021 ★

As radiações ionizantes são caracterizadas por terem energia suficiente para arrancar elétrons de um átomo. Ao interagirem com os tecidos do corpo humano, dão origem a diversos efeitos, que podem levar à morte de células. Os principais tipos de radiação ionizante são as radiações gama (originadas em transições nucleares), raios X (originados em transições eletrônicas), alfa (núcleos de hélio), elétrons e nêutrons. O quadro apresenta algumas propriedades para esses diferentes tipos de radiação.

Tipo de radiação	Massa (u.m.a)	Carga
Gama	0	0
Raios X	0	0
Alfa	4	+2
Elétrons	1/2 000	–1
Nêutrons	1	0

Para uma mesma intensidade de radiação, a que tem o menor poder de penetração em tecidos é a radiação

a) alfa.
b) gama.
c) raios X.
d) elétrons.
e) nêutrons.

GABARITO EM VÍDEO (CLIQUE)

Prof Luiz Fonseca @Polpoa1

Resolução **Resposta: A**

As partículas alfa têm carga $+2e$ e interagem intensamente com a matéria, depositando energia em percursos curtos. Por isso, no contexto da comparação apresentada, têm o menor poder de penetração nos tecidos. Baixa penetração não significa ausência de perigo quando a fonte entra no organismo.

Resolução complementar.

Item 011

2022 | F1-399

Regular; fonte: referência 1, página 247.

399. ENEM 2022 ★

O elemento iodo (I) tem função biológica e é acumulado na tireoide. Nos acidentes nucleares de Chernobyl e Fukushima ocorreu a liberação para a atmosfera do radioisótopo $131I$, responsável por enfermidades nas pessoas que foram expostas a ele. O decaimento de uma massa de 12 microgramas do isótopo $131I$ foi monitorado por 14 dias, conforme o quadro.

Tempo (dia)	Massa de ^{131}I ($\mu\, g$)
0	12,0
2	10,1
4	8,5
5	7,8
6	7,2
8	6,0
14	3,6

Após o período de 40 dias, a massa residual desse isótopo é mais próxima de

a) 2,4 μg.
b) 1,5 μg.
c) 0,8 μg.
d) 0,4 μg.
e) 0,2 μg.

GABARITO EM VÍDEO (CLIQUE)

Prof Luiz Fonseca - @Polpoa1

Resolução **Resposta: D**

A massa cai de 12 para 6 μg em oito dias: essa é a meia-vida. Em 40 dias decorrem cinco meias-vidas. Portanto, $m = 12/2^5 = 0,375\,\mu$g, aproximadamente $0,4\,\mu$g.

Resolução complementar.

Item 012

2022 | F1-412

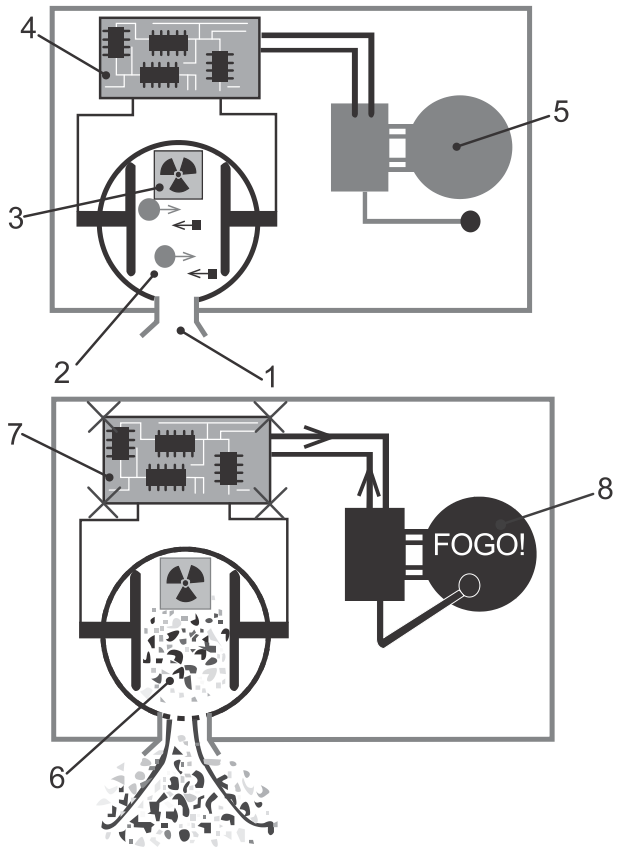
PPL; fonte: referência 1, página 253.

412. ENEM PPL 2022 ★★★

Detectores de fumaça baseados em ionização funcionam como se fossem um "nariz eletrônico", acusando a presença de moléculas incomuns (fumaça) em seu interior. Dentro do aparelho, conforme esquematizado na figura, existe uma câmara de ionização aberta para o ar (1) e preenchida com íons (2) formados pelos choques das moléculas do ar com as partículas emitidas pelo elemento químico amerício $^{243}_{95}Am(3)$. O amerício expele, no interior da câmara, pequenas partículas radioativas, chamadas partículas alfa, que são núcleos de átomos de $^{4}_{2}He$. Com o choque, são formados cátions e elétrons, que transitam em direções opostas entre dois eletrodos. Enquanto houver cátions e elétrons se movendo no interior da câmara, uma corrente se estabelece entre os eletrodos no circuito (4) e, por se considerar que tudo está bem, o alarme (5) permanece em silêncio.

Entretanto, se um incêndio acontecer, partículas de fumaça entram no detector e começam a obstruir a câmara de ionização (6). As partículas de fumaça se prendem aos íons, e o circuito no detector acusa essa mudança imediatamente (7), acionando o alarme (8). Assim que o incêndio é controlado, e a fumaça é removida, a câmara de detecção fica limpa, os íons voltam a se deslocar entre os eletrodos como antes, o circuito é desligado e o alarme para de tocar.

Prof Luiz Fonseca - @Polpoa1



Disponível em: www.explainthatstuff.com.
Acesso em: 3 dez. 2018 (adaptado).

O sensor percebe a fumaça quando ela interrompe o(a)

a) fissão nuclear do gás hélio.
b) passagem de corrente elétrica.
c) transmutação das moléculas do ar.
d) decaimento radioativo do amerício.
e) fusão nuclear entre o hélio e o amerício.

GABARITO EM VÍDEO (CLIQUE)

seca - @Polpoa1

Resolução **Resposta: B**

A fumaça captura os portadores de carga e reduz a corrente entre os eletrodos da câmara. O circuito detecta essa interrupção ou queda da corrente e aciona o alarme. O decaimento radioativo do amerício continua ocorrendo.

Resolução complementar.

Item 013

2023 | F1-410

Regular; fonte: referência 1, página 252.

410. ENEM 2023 ★★

Os raios cósmicos são fontes de radiação ionizante potencialmente perigosas para o organismo humano. Para quantificar a dose de radiação recebida, utiliza-se o sievert (Sv), definido como a unidade de energia recebida por unidade de massa. A exposição à radiação proveniente de raios cósmicos aumenta com a altitude, o que pode representar um problema para as tripulações de aeronaves. Recentemente, foram realizadas medições acuradas das doses de radiação ionizante para voos entre Rio de Janeiro e Roma. Os resultados têm indicado que a dose média de radiação recebida na fase de cruzeiro (que geralmente representa 80% do tempo total de voo) desse trecho intercontinental é 2 µSv/h. As normas internacionais da aviação civil limitam em 1 000 horas por ano o tempo de trabalho para as tripulações que atuem em voos intercontinentais. Considere que a dose de radiação ionizante para uma radiografia torácica é estimada em 0,2 mSv.

RUAS, A. C. O tripulante de aeronaves e a radiação ionizante.

São Paulo: Edição do Autor, 2019 (adaptado).

A quantas radiografias torácicas corresponde a dose de radiação ionizante à qual um tripulante que atue no trecho Rio de Janeiro–Roma é exposto ao longo de um ano?

a) 8
b) 10
c) 80
d) 100
e) 1000

Prof Luiz Fonseca - @Polpoa1

GABARITO EM VÍDEO (CLIQUE)

Resolução

Resposta: A

O tempo anual de cruzeiro é $0,80(1000) = 800\,\text{h}$. A dose é $2(800) = 1600\,\mu\text{Sv} = 1,6\,\text{mSv}$. Dividindo pela dose de uma radiografia, $1,6/0,2 = 8$. Usa-se a dose informada para o trecho de cruzeiro; não foi fornecida dose para as outras fases.

Resolução complementar.

Item 014

2024 | O2024-106

Regular; fonte: INEP, caderno azul, página 6; questão original 106.

QUESTÃO 106

Em aeroportos, por razões de segurança, os passageiros devem ter suas bagagens de mão examinadas antes do embarque, passando-as em esteiras para sua inspeção por aparelhos de raios X. Nessas inspeções, os passageiros são orientados a retirar seus computadores portáteis (notebooks ou laptops) de malas, mochilas ou bolsas para passá-los isoladamente pela esteira.

Que explicação física justifica esse procedimento?

- **A** Os raios X não interagem com os componentes metálicos do computador, o que impede a formação de imagens.
- **B** Os raios X desmagnetizam o disco rígido do computador, quando refratados pelos componentes metálicos das bagagens de mão.
- **C** Os raios X aquecem os materiais metálicos encontrados em bagagens de mão, quando refletidos pelos componentes do computador.
- **D** Os raios X não atravessam os componentes densos do computador, o que impede a visualização de objetos que estão à frente ou atrás deles.
- **E** Os raios X ionizam os materiais metálicos normalmente encontrados em bagagens de mão, quando difratados pelos componentes do computador.

Resolução **Resposta: D**

Os componentes densos do computador atenuam fortemente os raios X e podem encobrir objetos alinhados com eles no feixe. Inspecionar o computador separadamente evita essa sobreposição. O termo “não atravessam” da alternativa deve ser entendido como transmissão insuficiente para a inspeção, e não como uma proibição absoluta para qualquer energia de raios X.

Resolução complementar.

Item 015

2024 | O2024-125

Regular; fonte: INEP, caderno azul, página 12; questão original 125.

QUESTÃO 125

As placas que indicam saída de emergência brilham no escuro, pois apresentam substâncias que fosforecem na cor amarelo-esverdeada após exposição à luz ambiente, conforme a figura.



Esse fenômeno ocorre pela presença do sulfeto de zinco (ZnS), dopado com prata ou cobre, na superfície da placa.

Zinc Sulphide Phosphorescence. Disponível em: https://physicsopenlab.org. Acesso em: 8 nov. 2023 (adaptado).

O aparecimento do brilho nessas condições ocorre como consequência de

A colisões interatômicas.
B coloração dos átomos.
C transições eletrônicas.
D reações nucleares.
E reflexão da luz.

Resolução **Resposta: C**

A luz incidente excita estados eletrônicos do material. Na fosforescência, a energia fica temporariamente armazenada em estados e armadilhas de maior duração e depois é liberada como luz por transições eletrônicas. Por isso, a placa continua brilhando após a iluminação cessar.

Resolução complementar.

Item 016

2025 | O2025-110

Regular; fonte: INEP, caderno azul, página 7; questão original 110.

QUESTÃO 110

A química nuclear é uma importante ferramenta na produção de substâncias utilizadas na área da saúde humana. A radiação emitida pelo cobalto-60 é utilizada na medicina como ferramenta de diagnóstico e no tratamento do câncer. No entanto, esse radioisótopo tem um tempo de armazenamento limitado, pois seu tempo de meia-vida é de 5,3 anos. Considere um frasco com uma amostra contendo 2,00 mg de cobalto-60, armazenado durante um período de 26,5 anos.

A massa de cobalto-60, em miligrama, que restará ao final desse tempo é mais próxima de

A 2,00 mg.
B 1,00 mg.
C 0,40 mg.
D 0,13 mg.
E 0,06 mg.

Resolução **Resposta: E**

O intervalo representa $26,5/5,3 = 5$ meias-vidas. A massa restante é $m = 2,00/2^5 = 0,0625\,\text{mg}$, aproximadamente $0,06\,\text{mg}$.

Resolução complementar.

Física ambiental e interfaces com outras ciências

Tema 17 | 8 itens com resoluções.

Item 001

1998 | F4-045

Regular; fonte: referência 4, página 111.

Enunciado e resolução reproduzidos da referência 4. Resposta: B.

54. (ENEM 1998) Leia e analise.

> A distribuição das chuvas no decorrer do ano, conforme mostrado nos gráficos, é um parâmetro importante na caracterização de um clima.

A esse respeito podemos dizer que a afirmativa:

(A) está errada, pois o que importa é o total pluviométrico anual.
(B) está certa, pois, juntamente com o total pluviométrico anual, são importantes variáveis na definição das condições de umidade.
(C) está errada, pois a distribuição das chuvas não tem nenhuma relação com a temperatura.
(D) está certa, pois é o que vai definir as estações climáticas.
(E) está certa, pois este é o parâmetro que define o clima de uma dada área.

A alternativa correta é a letra B, pois o clima de uma região é definido pela variação da quantidade de chuva e pelas temperaturas.

Gabarito "B"

Item 002

2005 | F4-047

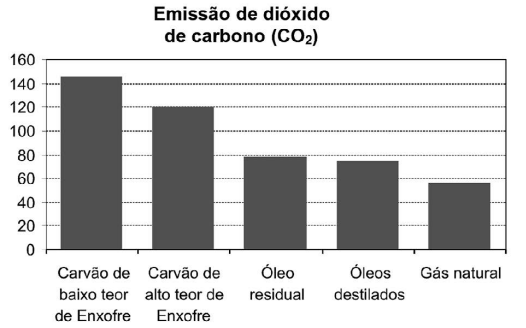
Regular; fonte: referência 4, página 112.

Enunciado e resolução reproduzidos da referência 4. Resposta: C.

56. **(ENEM 2005)** Nos últimos meses o preço do petróleo tem alcançado recordes históricos. Por isso a procura de fontes energéticas alternativas se faz necessária. Para os especialistas, uma das mais interessantes é o gás natural, pois ele apresentaria uma série de vantagens em relação a outras opções energéticas.

A tabela compara a distribuição das reservas de petróleo e de gás natural no mundo, e a figura, a emissão de dióxido de carbono entre vários tipos de fontes energéticas.

	Distribuição de petróleo no mundo (%)	Distribuição de gás natural no mundo (%)
América do Norte	3,5	5,0
América Latina	13,0	6,0
Europa	2,0	3,6
Ex-União Soviética	6,3	38,7
Oriente Médio	64,0	33,0
África	7,2	7,7
Ásia/Oceania	4,0	6,0



(Fonte: Gas World International – Petroleum Economist.)

a de ponto de ebulição (°C)	Usos
-160 a 30	Combustíveis gasosos
30 a 200	Combustível de motor
180 a 400	Diesel e combustível de alto-forno
maior que 350	lubrificantes
sólidos de baixafusão	velas e fósforos
resíduos pastosos	Pavimentação

J, T. L. et al. Química: a ciência central. São Paulo: Person Prentice Hall,2005.

ısolina, o método a ser utilizado é a

, o melhor método para a separação de suas frações é a destilação fracionada.

A partir da análise da tabela e da figura, são feitas as seguintes afirmativas:

I. Enquanto as reservas mundiais de petróleo estão concentradas geograficamente, as reservas mundiais de gás natural são mais distribuídas ao redor do mundo garantindo um mercado competitivo, menos dependente de crises internacionais e políticas.

II. A emissão de dióxido de carbono (CO_2) para o gás natural é a mais baixa entre os diversos combustíveis analisados, o que é importante, uma vez que esse gás é um dos principais responsáveis pelo agravamento do efeito estufa.

Com relação a essas afirmativas pode-se dizer que

(A) a primeira está incorreta, pois novas reservas de petróleo serão descobertas futuramente.

(B) a segunda está incorreta, pois o dióxido de carbono (CO_2) apresenta pouca importância no agravamento do efeito estufa.

(C) ambas são análises corretas, mostrando que o gás natural é uma importante alternativa energética.

(D) ambas não procedem para o Brasil, que já é praticamente autossuficiente em petróleo e não contribui para o agravamento do efeito estufa.

(E) nenhuma delas mostra vantagem do uso de gás natural sobre o petróleo.

Ambas afirmativas estão corretas, pois: **I:** Conforme pode ser visto na tabela do enunciado da questão, as reservas mundiais de petróleo estão superconcentradas no Oriente Médio, (64%), enquanto que as reservas mundiais de gás natural são melhores distribuídas, sendo 38,7% na Ex-União Soviética, 33,0% no Oriente Médio e o restante nas demais partes do mundo; **II:** Conforme pode ser visto no gráfico do enunciado da questão, a emissão de dióxido de carbono (CO2) pela queima do gás natural é a mais baixa entre os diversos combustíveis analisados.

Gabarito "C"

Item 003

2010 | F3-052

Regular; fonte: referência 3, página 22.

Questão 52 (2010.1)

Para explicar a absorção de nutrientes, bem como a função das microvilosidades das membranas das células que revestem as paredes internas do intestino delgado, um estudante realizou o seguinte experimento:

Colocou 200 ml de água em dois recipientes. No primeiro recipiente, mergulhou, por 5 segundos, um pedaço de papel liso, como na FIGURA 1; no segundo recipiente, fez o mesmo com um pedaço de papel com dobras simulando as microvilosidades, conforme FIGURA 2. Os dados obtidos foram: a quantidade de água absorvida pelo papel liso foi de 8 ml, enquanto pelo papel dobrado foi de 12 ml.

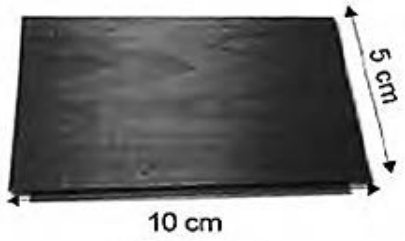


FIGURA 1



FIGURA 2

Com base nos dados obtidos, infere-se que a função das microvilosidades intestinais com relação à absorção de nutrientes pelas células das paredes internas do intestino é a de:

A) manter o volume de absorção.
B) aumentar a superfície de absorção.
C) diminuir a velocidade de absorção.
D) aumentar o tempo da absorção.
E) manter a seletividade na absorção.

Resolução **Resposta: B**

As dobras aumentam a área de contato do papel com a água. O papel dobrado absorveu 12 mL, contra 8 mL do liso, embora o tempo de contato fosse o mesmo. A analogia indica que as microvilosidades aumentam a superfície disponível para absorver nutrientes.

Resolução complementar.

Item 004

2014 | F3-201

Segunda aplicação; fonte: referência 3, página 65.

Questão 201 (2014.3)

O tratamento convencional da água, quando ha, remove todas as impurezas? Não. A custa de muita adição de cloro, a água que abastece residências, escolas e trabalhos a bacteriologicamente segura. Os tratamentos disponíveis removem partículas e parte das substancias dissolvidas, resultando em uma água transparente e, geralmente, inodora e insípida, mas não quimicamente pura. O processo de purificação da água compreende etapas distintas, que são: a decantação, a coagulação/floculação, a filtração, a desinfecção e a fluoretação.

(GUIMARAES, J.R.D. Claro como a água?
Disponível em: http://cienciahoje.uol.com.br.
Acesso em: 2 abr. 2011 - adaptado)

Dentre as etapas descritas, são consideradas processos químicos:

A) Decantação e coagulação.
B) Decantação e filtração.
C) Coagulação e desinfecção.
D) Floculação e filtração.
E) Filtração e fluoretação.

Resolução **Resposta: C**

A coagulação envolve agentes químicos que desestabilizam as partículas suspensas, favorecendo sua agregação. A desinfecção envolve a ação química de substâncias, como o cloro, sobre os microrganismos. Decantação e filtração separam componentes por propriedades físicas, sem serem as duas etapas químicas pedidas.

Resolução complementar.

Item 005

2015 | F4-046

Regular; fonte: referência 4, página 112.

Enunciado e resolução reproduzidos da referência 4. Resposta: B.

55. **(ENEM 2015)** O quadro apresenta a composição do petróleo.

Fração	Faixa de tamanho das moléculas	Fa
Gás	C_1 a C_5	
Gasolina	C_5 a C_{12}	
Querosene	C_{12} a C_{18}	
Lubrificantes	maior que C_{16}	
Parafinas	maior que C_{20}	
Asfalto	maior que C_{30}	

BROW

Para a separação dos constituintes com o objetivo de produzir a

(A) filtração.
(B) destilação
(C) decantação.
(D) precipitação.
(E) centrifugação.

Devido às diferenças dos pontos de ebulição dos vários componentes do petróle

Gabarito "B"

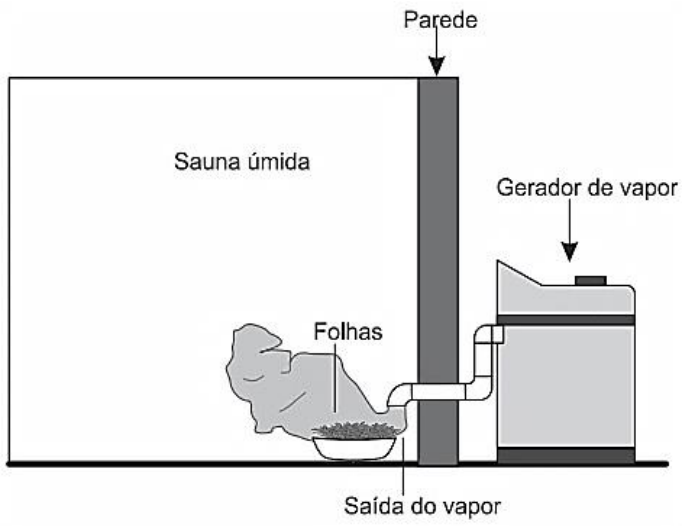
Item 006

2016 | F3-232

Regular; fonte: referência 3, página 75.

Questão 232 (2016.1)

Uma pessoa é responsável pela manutenção de uma sauna úmida. Todos os dias cumpre o mesmo ritual: colhe folhas de capim-cidreira e algumas folhas de eucalipto. Em seguida, coloca as folhas na saída do vapor da sauna, aromatizando-a, conforme representado na figura.



Qual processo de separação é responsável pela aromatização promovida?

A) Filtração simples.
B) Destilação simples.
C) Extração por arraste.
D) Sublimação fracionada.
E) Decantação sólido-líquido.

Resolução **Resposta: C**

O vapor atravessa as folhas e carrega substâncias voláteis responsáveis pelo aroma. Trata-se de extração por arraste a vapor. Não se separa uma mistura apenas por filtro nem ocorre passagem direta do sólido para o gás como característica principal do processo.

Resolução complementar.

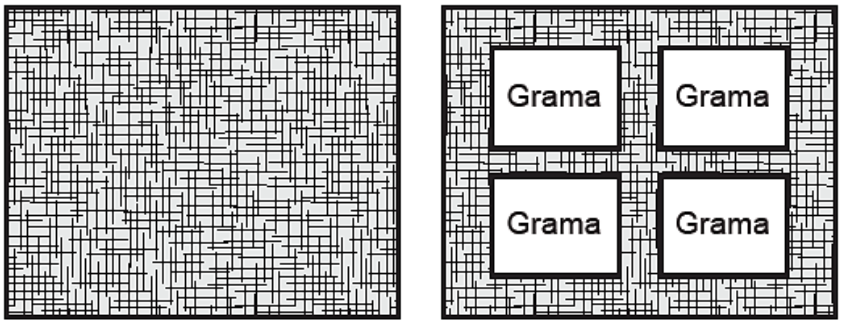
Item 007

2017 | F3-283

Regular; fonte: referência 3, página 90.

Questão 283 (2017.1)

Para se adequar às normas ambientais atuais, as construtoras precisam prever em suas obras a questão do uso de materiais de modo a minimizar os impactos causados no local. Entre esses materiais está o chamado concregrama ou pisograma, que é um tipo de revestimento composto por peças de concreto com áreas vazadas, preenchidas com solo gramado. As figuras apresentam essas duas formas de piso feito de concreto.



Piso tradicional de concreto **Piso concregrama**

(PONTES, K. L. F. Estudo de caso de um protótipo experimental […]. Disponível em: http://monografias.poli.ufrj.br. Acesso em: 9 maio 2017 - adaptado)

A utilização desse tipo de piso em uma obra tem o objetivo de evitar, no solo, a:

A) impermeabilização.
B) diminuição da temperatura.
C) acumulação de matéria orgânica.
d) alteração do PH.
e) salinização.

Resolução **Resposta: A**

As aberturas preenchidas por solo e grama permitem que parte da água da chuva infiltre no terreno. Esse pavimento reduz a impermeabilização causada por uma camada contínua de concreto, contribuindo para diminuir o escoamento superficial.

Resolução complementar.

Item 008

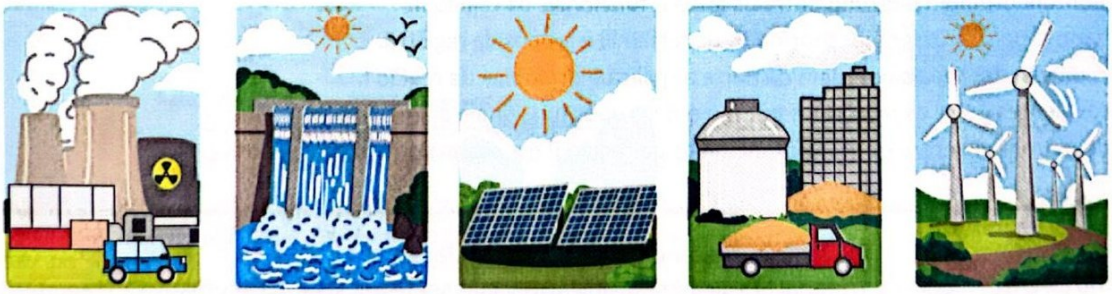
2026 | O2026-111

Regular; fonte: INEP, caderno amarelo, página 8; questão original 111.

QUESTÃO 111

A busca por fontes alternativas de energia é uma das grandes preocupações da humanidade devido ao possível esgotamento dos combustíveis fósseis e à degradação ambiental causada por eles. Como a demanda de energia cresce significativamente, há um grande investimento em outros tipos de geração de energia, tais como hidrelétrica, nuclear, solar, termelétrica a biomassa e eólica.

BIZERRA, Ayla M. C.; QUEIROZ, Jorge L. A.; COUTINHO, Demétrios A. M. O impacto ambiental dos combustíveis fósseis e dos biocombustíveis: as concepções de estudantes do ensino médio sobre o tema. **Revbea**, n. 3, 2018 (adaptado).



Energia nuclear | Energia hidrelétrica | Energia solar | Energia termelétrica | Energia eólica

Dentre as fontes de energia citadas, o tipo de energia oriunda de uma fonte não renovável, que independe das condições climáticas para ser obtida, é a

A nuclear, gerada pela fissão nuclear do urânio.
B hidrelétrica, gerada pela movimentação da água.
C solar, gerada pelo uso de células fotovoltaicas.
D termelétrica, produzida pela combustão de biomassa.
E eólica, produzida pelo movimento das pás de aerogeradores.

Resolução

Resposta: A

Hidrelétrica, solar, eólica e termelétrica a biomassa usam recursos renováveis e dependem de chuvas, insolação, ventos ou safras. A energia nuclear provém do urânio, recurso não renovável, e sua geração não depende das condições climáticas.

Resolução complementar.

Gabarito por tema

Os números abaixo são os números locais dentro de cada capítulo temático. Os identificadores e anos de origem estão nos itens e no índice em CSV. A indicação de anulação oficial prevalece sobre qualquer resposta discutida apenas para estudo.

Tema 01 – Grandezas e unidades

001: B ; 002: C ; 003: E ; 004: B.

Tema 02 – Cinemática

001: B ; 002: E ; 003: E ; 004: D ; 005: D ; 006: C ; 007: D ; 008: C ; 009: E ; 010: C ; 011: B ; 012: B ; 013: A ; 014: D ; 015: A ; 016: C ; 017: D ; 018: B ; 019: D ; 020: C ; 021: E ; 022: D ; 023: C ; 024: D ; 025: B ; 026: C ; 027: C ; 028: B ; 029: D ; 030: D ; 031: D ; 032: B ; 033: D ; 034: C ; 035: D ; 036: B ; 037: B ; 038: D ; 039: C ; 040: C ; 041: B ; 042: B ; 043: D.

Tema 03 – Dinâmica e leis de Newton

001: A ; 002: E ; 003: A ; 004: A ; 005: E ; 006: B ; 007: B ; 008: C ; 009: E ; 010: B ; 011: A ; 012: E ; 013: A ; 014: B ; 015: B ; 016: E ; 017: C ; 018: B ; 019: B ; 020: E ; 021: C ; 022: C ; 023: A ; 024: A ; 025: C.

Tema 04 – Estática e equilíbrio

001: D ; 002: B ; 003: E ; 004: B ; 005: B ; 006: A ; 007: A ; 008: D ; 009: A ; 010: D ; 011: C.

Tema 05 – Trabalho, energia, potência e fontes de energia

001: A ; 002: D ; 003: A ; 004: A ; 005: D ; 006: C ; 007: B ; 008: D ; 009: E ; 010: E ; 011: E ; 012: E ; 013: A ; 014: E ; 015: A ; 016: D ; 017: A ; 018: B ; 019: C ; 020: E ; 021: C ; 022: D ; 023: E ; 024: B ; 025: D ; 026: B ; 027: B ; 028: D ; 029: C ; 030: E ; 031: D ; 032: B ; 033: E ; 034: C ; 035: A ; 036: C ; 037: C ; 038: B ; 039: B ; 040: E ; 041: B ; 042: E ; 043: C ; 044: B ; 045: B ; 046: C ; 047: C ; 048: D ; 049: C ; 050: B ; 051: E ; 052: A ; 053: E ; 054: B ; 055: D.

Tema 06 – Impulso, quantidade de movimento e colisões

001: E ; 002: C ; 003: A ; 004: C ; 005: B ; 006: A ; 007: E ; 008: D ; 009: A ; 010: B ; 011: E.

Tema 07 – Hidrostática e fluidos

001: C ; 002: A ; 003: C ; 004: E ; 005: E ; 006: C ; 007: A ; 008: B ; 009: B ; 010: A ; 011: C ; 012: D ; 013: B ; 014: A ; 015: C ; 016: E ; 017: C ; 018: A ; 019: C ; 020: D ; 021: B ; 022: A ; 023: E ; 024: E ; 025: E ; 026: B ; 027: B ; 028: C ; 029: C ; 030: C ; 031: D ; 032: A ; 033: A ; 034: C ; 035: A ; 036: A.

Tema 08 – Gravitação e astronomia

001: E ; 002: D ; 003: A ; 004: B ; 005: B ; 006: D ; 007: C ; 008: B ; 009: B ; 010: C ; 011: A ; 012: E.

Tema 09 – Termologia, calorimetria e dilatação

001: D ; 002: E ; 003: E ; 004: C ; 005: E ; 006: D ; 007: C ; 008: D ; 009: C ; 010: C ; 011: B ; 012: B ; 013: E ; 014: D ; 015: C ; 016: C ; 017: A ; 018: D ; 019: C ; 020: A ; 021: B ; 022: E ; 023: D ; 024: A ; 025: B ; 026: C ; 027: D ; 028: C ; 029: D ; 030: C ; 031: D ; 032: D ; 033: A ; 034: C ; 035: A ; 036: C ; 037: D ; 038: C ; 039: E ; 040: C ; 041: E ; 042: C ; 043: B ; 044: B ; 045: C ; 046: E ; 047: E ; 048: A ; 049: B ; 050: C ; 051: C ; 052: A ; 053: D ; 054: B ; 055: A ; 056: C ; 057: D ; 058: D ; 059: E ; 060: D ; 061: A ; 062: D ; 063: C ; 064: B ; 065: D ; 066: C ; 067: C ; 068: C ; 069: E ; 070: B ; 071: D ; 072: E ; 073: A ; 074: C ; 075: E ; 076: B ; 077: A ; 078: B ; 079: D ; 080: B ; 081: C ; 082: D ; 083: D ; 084: D ; 085: E ; 086: A ; 087: Anulada ; 088: E ; 089: E.

Tema 10 – Termodinâmica, gases e máquinas térmicas

001: B ; 002: B ; 003: D ; 004: C ; 005: B ; 006: C ; 007: E ; 008: E ; 009: D ; 010: C ; 011: B ; 012: C ; 013: E ; 014: D ; 015: E ; 016: C ; 017: A ; 018: E ; 019: B ; 020: C ; 021: B.

Tema 11 – Óptica geométrica e visão

001: D ; 002: E ; 003: E ; 004: E ; 005: C ; 006: C ; 007: D ; 008: E ; 009: C ; 010: A ; 011: E ; 012: E ; 013: D ; 014: E ; 015: E ; 016: B ; 017: A ; 018: D ; 019: D ; 020: C ; 021: E ; 022: A ; 023: B ; 024: B ; 025: A ; 026: A ; 027: C ; 028: A ; 029: A ; 030: E ; 031: E ; 032: A ; 033: A ; 034: A ; 035: C ; 036: A ; 037: E ; 038: C ; 039: A ; 040: E ; 041: A.

Tema 12 – Ondulatória e acústica

001: D ; 002: B ; 003: D ; 004: D ; 005: E ; 006: B ; 007: A ; 008: E ; 009: C ; 010: A ; 011: C ; 012: B ; 013: D ; 014: B ; 015: B ; 016: D ; 017: C ; 018: A ; 019: C ; 020: B ; 021: B ; 022: C ; 023: E ; 024: A ; 025: C ; 026: C ; 027: A ; 028: C ; 029: A ; 030: A ; 031: E ; 032: A ; 033: B ; 034: B ; 035: D ; 036: C ; 037: C ; 038: D ; 039: D ; 040: A ; 041: C ; 042: A ; 043: C ; 044: E ; 045: A ; 046: C ; 047: B ; 048: E ; 049: C ; 050: B ; 051: A ; 052: E ; 053: C ; 054: D ; 055: D ; 056: C ; 057: E ; 058: E ; 059: C ; 060: E ; 061: A ; 062: B ; 063: A ; 064: D ; 065: C ; 066: A ; 067: D ; 068: B ; 069: E ; 070: C ; 071: A ; 072: B ; 073: A ; 074: E ; 075: D ; 076: C ; 077: A ; 078: A ; 079: C ; 080: C ; 081: B ; 082: A ; 083: A ; 084: D ; 085: B ; 086: Anulada ; 087: A ; 088: E ; 089: D.

Tema 13 – Eletrostática

001: D ; 002: B ; 003: B ; 004: E ; 005: B ; 006: B ; 007: D ; 008: C ; 009: A ; 010: D ; 011: C ; 012: A ; 013: E ; 014: E ; 015: B ; 016: D.

Tema 14 – Eletrodinâmica e circuitos

001: A ; 002: D ; 003: B ; 004: C ; 005: D ; 006: B ; 007: E ; 008: C ; 009: B ; 010: A ; 011: E ; 012: B ; 013: D ; 014: C ; 015: D ; 016: A ; 017: C ; 018: A ; 019: E ; 020: C ; 021: B ; 022: D ; 023: D ; 024: E ; 025: A ; 026: B ; 027: B ; 028: E ; 029: E ; 030: C ; 031: B ; 032: E ; 033: C ; 034: D ; 035: A ; 036: B ; 037: A ; 038: D ; 039: C ; 040: C ; 041: B ; 042: C ; 043: B ; 044: C ; 045: C ; 046: B ; 047: C ; 048: D ; 049: D ; 050: E ; 051: B ; 052: D ; 053: D ; 054: B ; 055: C ; 056: D ; 057: C ; 058: D ; 059: E ; 060: C ; 061: A ; 062: A ; 063: B ; 064: D ; 065: C ; 066: C ; 067: D ; 068: B ; 069: D ; 070: C ; 071: C ; 072: D ; 073: D ; 074: D ; 075: D ; 076: A ; 077: D ; 078: B ; 079: C ; 080: A ; 081: C ; 082: B ; 083: D ; 084: B ; 085: A ; 086: A ; 087: A ; 088: A ; 089: C ; 090: D ; 091: C ; 092: B ; 093: B ; 094: B ; 095: E ; 096: D ; 097: D ; 098: C.

Tema 15 – Magnetismo e indução eletromagnética

001: C ; 002: C ; 003: E ; 004: C ; 005: A ; 006: A ; 007: A ; 008: E ; 009: B ; 010: B ; 011: A ; 012: C ; 013: A ; 014: B ; 015: D ; 016: A ; 017: D ; 018: D ; 019: D.

Tema 16 – Física moderna e radiações

001: C ; 002: C ; 003: C ; 004: C ; 005: D ; 006: A ; 007: E ; 008: A ; 009: A ; 010: A ; 011: D ; 012: B ; 013: A ; 014: D ; 015: C ; 016: E.

Tema 17 – Física ambiental e interfaces com outras ciências

001: B ; 002: C ; 003: B ; 004: C ; 005: B ; 006: C ; 007: A ; 008: A.