

Física, de 2000 a 2018

| Tópicos | Nº Questões | Porcentagem |
|-----------------------|--------------------|--------------------|
| Dinâmica | 53 | 22,36% |
| Termodinâmica | 32 | 13,50% |
| Eletrodinâmica | 26 | 10,97% |
| Cinemática | 25 | 10,55% |
| Óptica | 24 | 10,13% |
| Eletromagnetismo | 18 | 7,59% |
| Ondulatória | 17 | 7,17% |
| Estática/Hidrostática | 16 | 6,75% |
| Eletrostática | 13 | 5,49% |
| Moderna | 13 | 5,49% |
| Total | 237 | 100% |

Física, de 2010 a 2018

| Tópicos | Nº Questões | Porcentagem |
|-----------------------|--------------------|--------------------|
| Dinâmica | 28 | 28,00% |
| Eletrodinâmica | 12 | 12,00% |
| Termodinâmica | 11 | 11,00% |
| Cinemática | 9 | 9,00% |
| Ondulatória | 9 | 9,00% |
| Óptica | 9 | 9,00% |
| Moderna | 9 | 9,00% |
| Eletromagnetismo | 5 | 5,00% |
| Estática/Hidrostática | 4 | 4,00% |
| Eletrostática | 4 | 4,00% |
| Total | 100 | 100% |

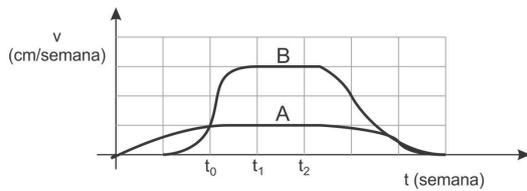
Sumário

| | | |
|------|--|----|
| 1 | Cinemática | 3 |
| 1.1 | Gabarito - Cinemática | 9 |
| 2 | Dinâmica - 2000 a 2009 | 10 |
| 2.1 | Gabarito - Dinâmica 2000 a 2009 | 15 |
| 3 | Dinâmica - 2010 a 2018 | 16 |
| 4 | Eletrodinâmica | 24 |
| 4.1 | Gabarito - Eletrodinâmica | 30 |
| 5 | Eletromagnetismo | 31 |
| 5.1 | Gabarito - Eletromagnetismo | 37 |
| 6 | Eletrostática | 38 |
| 6.1 | Gabarito - Eletrostática | 42 |
| 7 | Estática/Hidrostática | 43 |
| 7.1 | Gabarito - Estática/Hidrostática | 47 |
| 8 | Moderna | 48 |
| 8.1 | Gabarito - Moderna | 52 |
| 9 | Ondulatória | 53 |
| 9.1 | Gabarito - Ondulatória | 58 |
| 10 | Óptica | 59 |
| 10.1 | Gabarito - Óptica | 66 |
| 11 | Termodinâmica | 67 |
| 11.1 | Gabarito - Termodinâmica | 74 |

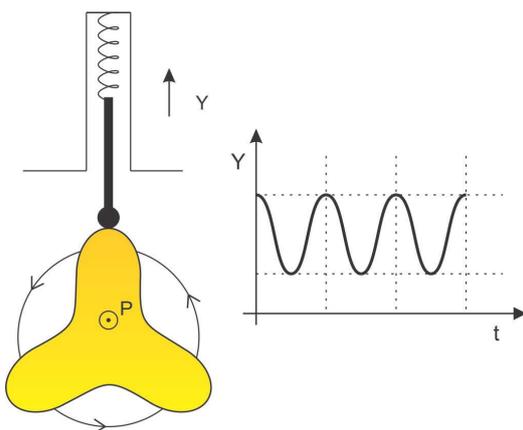
1 Cinemática

OBSERVAÇÃO: Nas questões em que for necessário, adote para g , aceleração da gravidade na superfície da Terra, o valor de 10 m/s^2 ; para a massa específica (densidade) da água, o valor de $1000 \text{ kg/m}^3 = 1 \text{ g/cm}^3$; para o calor específico da água, o valor de $1,0 \text{ cal/(g } ^\circ\text{C)}$; para uma caloria, o valor de 4 joules.

1. (2000) As velocidades de crescimento vertical de duas plantas A e B, de espécies diferentes, variaram, em função do tempo decorrido após o plantio de suas sementes, como mostra o gráfico.



- a) A atinge uma altura final maior que B.
b) B atinge uma altura final maior que A.
c) A e B atingem a mesma altura final.
d) A e B atingem a mesma altura no instante t_0
e) A e B mantêm altura constante entre os instantes t_1 e t_2 .
2. (2001) Uma peça, com a forma indicada, gira em torno de um eixo horizontal P, com velocidade angular constante e igual a $\pi \text{ rad/s}$. Uma mola mantém uma haste apoiada sobre a peça, podendo a haste mover-se apenas na vertical. A forma da peça é tal que, enquanto ela gira, a extremidade da haste sobe e desce, descrevendo, com o passar do tempo, um movimento harmônico simples $Y(t)$

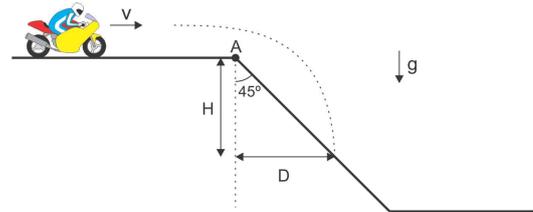


como indicado no gráfico.

Assim, a frequência do movimento da extremidade da haste será de:

- a) $3,0 \text{ Hz}$
b) $1,5 \text{ Hz}$
c) $1,0 \text{ Hz}$
d) $0,75 \text{ Hz}$
e) $0,5 \text{ Hz}$

3. (2001) Um motociclista de motocross move-se com velocidade $v = 10 \text{ m/s}$, sobre uma superfície plana, até atingir uma rampa (em A), inclinada de 45° com a horizontal, como indicado na figura.

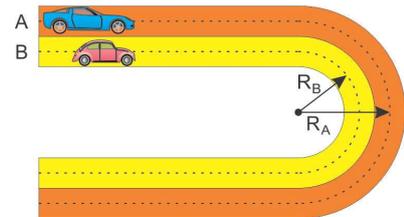


A trajetória do motociclista deverá atingir novamente a rampa a uma distância horizontal D (D=H), do ponto A, aproximadamente igual a

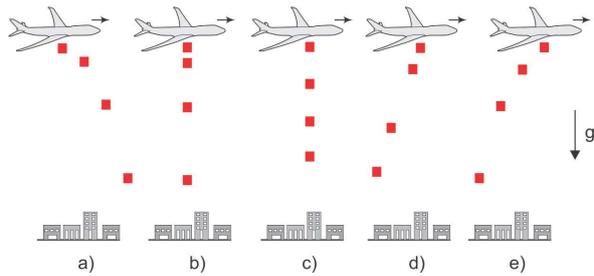
- a) 20 m
b) 15 m
c) 10 m
d) $7,5 \text{ m}$
e) 5 m

4. (2002) Em uma estrada, dois carros, A e B, entram simultaneamente em curvas paralelas, com raios R_A e R_B . Os velocímetros de ambos os carros indicam, ao longo de todo o trecho curvo, valores constantes v_A e v_B . Se os carros saem das curvas ao mesmo tempo, a relação entre v_A e v_B é

- a) $v_A = v_B$
b) $\frac{v_A}{v_B} = \frac{R_A}{R_B}$
c) $\frac{v_A}{v_B} = \left(\frac{R_A}{R_B}\right)^2$
d) $\frac{v_A}{v_B} = \frac{R_B}{R_A}$
e) $\frac{v_A}{v_B} = \left(\frac{R_B}{R_A}\right)^2$

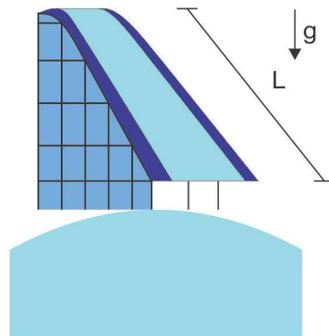


5. (2002) Em decorrência de fortes chuvas, uma cidade do interior paulista ficou isolada. Um avião sobrevoou a cidade, com velocidade horizontal constante, largando 4 pacotes de alimentos, em intervalos de tempos iguais. No caso ideal, em que a resistência do ar pode ser desprezada, a figura que melhor poderia representar as posições aproximadas do avião e dos pacotes, em um mesmo instante, é



6. (2002) Um jovem escorrega por um tobogã aquático, com uma rampa retilínea, de comprimento L , como na figura, podendo o atrito ser desprezado. Partindo do alto, sem impulso, ele chega ao final da rampa com uma velocidade de cerca de 6 m/s . Para que essa velocidade passe a ser de 12 m/s , mantendo-se a inclinação da rampa, será necessário que o comprimento dessa rampa passe a ser aproximadamente de

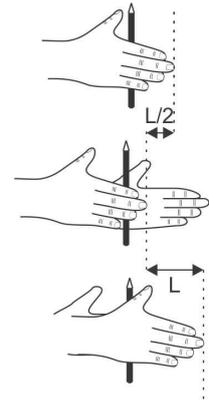
- a) $\frac{L}{2}$
 b) L
 c) $1,4L$
 d) $2L$
 e) $4L$



7. (2003) É conhecido o processo utilizado por povos primitivos para fazer fogo. Um jovem, tentando imitar parcialmente tal processo, mantém entre suas mãos um lápis de forma cilíndrica e com raio igual a $0,40\text{ cm}$ de tal forma que, quando movimentada a mão esquerda para a frente e a direita para trás, em direção horizontal, imprime ao lápis um rápido movimento de rotação. O lápis gira, mantendo seu eixo fixo na direção vertical, como mostra a figura ao lado. Realizando diversos deslocamentos sucessivos e medindo o tempo necessário para executá-los, o jovem conclui que pode deslocar a ponta dos dedos de sua mão direita de uma distância $L = 15\text{ cm}$, com velocidade constante, em aproximadamente $0,30\text{ s}$.

Podemos afirmar que, enquanto gira num sentido, o número de rotações por segundo executadas pelo lápis é aproximadamente igual a

- a) 5
 b) 8
 c) 10
 d) 12
 e) 20



8. (2003) Uma jovem viaja de uma cidade A para uma cidade B, dirigindo um automóvel por uma estrada muito estreita. Em um certo trecho, em que a estrada é reta e horizontal, ela percebe que seu carro está entre dois caminhões-tanque bidirecionais e iguais, como mostra a figura. A jovem observa que os dois caminhões, um visto através do espelho retrovisor plano, e o outro, através do pára-brisa, parecem aproximar-se dela com a mesma velocidade. Como o automóvel e o caminhão de trás estão viajando no mesmo sentido, com velocidades de 40 km/h e 50 km/h , respectivamente, pode-se concluir que a velocidade do caminhão que está à frente é



- a) 50 km/h com sentido de A para B
 b) 50 km/h com sentido de B para A
 c) 40 km/h com sentido de A para B
 d) 30 km/h com sentido de B para A
 e) 30 km/h com sentido de A para B

9. (2004) João está parado em um posto de gasolina quando vê o carro de seu amigo, passando por um ponto P, na estrada, a 60 km/h . Pretendendo alcançá-lo, João parte com seu carro e passa pelo mesmo ponto P, depois de 4 minutos, já a 80 km/h . Considere que ambos dirigem com velocidades constantes. Medindo o tempo, a partir de sua passagem pelo ponto P, João deverá alcançar seu amigo, aproximadamente, em

- a) 4 minutos
 b) 10 minutos
 c) 12 minutos
 d) 15 minutos
 e) 20 minutos

10. (2005) A velocidade máxima permitida em uma auto-estrada é de 110 km/h (aproximadamente 30 m/s) e um carro, nessa velocidade, leva 6 s para parar completamente. Diante de um posto rodoviário, os veículos devem trafegar no máximo a 36 km/h (10 m/s). Assim, para que carros em velocidade máxima consigam obedecer o limite permitido, ao passar em frente do posto, a placa referente à redução de velocidade deverá ser colocada antes do posto, a uma distância, pelo menos, de

- a) 40 m
- b) 60 m
- c) 80 m
- d) 90 m
- e) 100 m

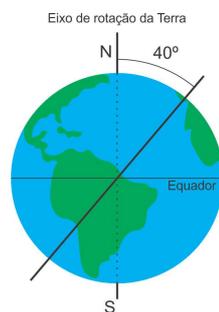
11. (2006) Um automóvel e um ônibus trafegam em uma estrada plana, mantendo velocidades constantes em torno de 100 km/h e 75 km/h, respectivamente. Os dois veículos passam lado a lado em um posto de pedágio. Quarenta minutos ($\frac{2}{3}$ de hora) depois, nessa mesma estrada, o motorista do ônibus vê o automóvel ultrapassá-lo. Ele supõe, então, que o automóvel deve ter realizado, nesse período, uma parada com duração aproximada de

- a) 4 minutos
- b) 7 minutos
- c) 10 minutos
- d) 15 minutos
- e) 25 minutos

12. (2006) A Estação Espacial Internacional mantém atualmente uma órbita circular em torno da Terra, de tal forma que permanece sempre em um plano, normal a uma direção fixa no espaço. Esse plano contém o centro da Terra e faz um ângulo de 40° com o eixo de rotação da Terra. Em um certo momento, a Estação passa sobre Macapá, que se encontra na linha do Equador.

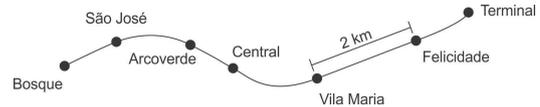
Depois de uma volta completa em sua órbita, a Estação passará novamente sobre o Equador em um ponto que está a uma distância de Macapá de, aproximadamente,

- a) zero km
- b) 500 km
- c) 1000 km
- d) 2500 km
- e) 5000 km



Dados da Estação:
Período aproximado: 90 minutos
Altura acima da Terra ~ 350 km
Dados da Terra
Circunferência no equador ~ 40.000 km

13. (2007) Um passageiro, viajando de metrô, fez o registro de tempo entre duas estações e obteve os valores indicados na tabela. Supondo que a velocidade média entre duas estações consecutivas seja sempre a mesma e que o trem pare o mesmo tempo em qualquer estação da linha, de 15 km de extensão, é possível estimar que um trem, desde a partida da Estação Bosque até a chegada à Estação Terminal, leva aproximadamente



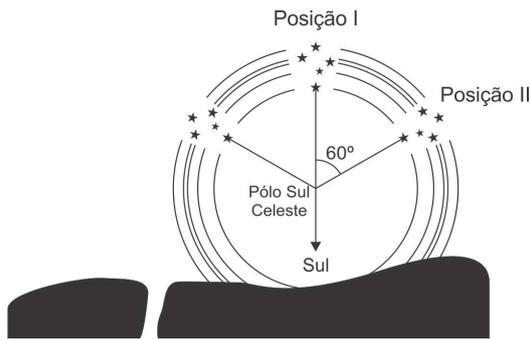
- a) 20 minutos
- b) 25 minutos
- c) 30 minutos
- d) 35 minutos
- e) 40 minutos

| | Chegada | Partida |
|------------|----------|----------|
| Vila Maria | 0:00 min | 1:00 min |
| Felicidade | 5:00 min | 6:00 min |

14. (2008) Dirigindo-se a uma cidade próxima, por uma auto-estrada plana, um motorista estima seu tempo de viagem, considerando que consiga manter uma velocidade média de 90 km/h. Ao ser surpreendido pela chuva, decide reduzir sua velocidade média para 60 km/h, permanecendo assim até a chuva parar, quinze minutos mais tarde, quando retoma sua velocidade média inicial. Essa redução temporária aumenta seu tempo de viagem, com relação à estimativa inicial, em

- a) 5 minutos
- b) 7,5 minutos
- c) 10 minutos
- d) 15 minutos
- e) 30 minutos

15. (2008)



Uma regra prática para orientação no hemisfério Sul, em uma noite estrelada, consiste em identificar a constelação do Cruzeiro do Sul e prolongar três vezes e meia o braço maior da cruz, obtendo-se assim o chamado Pólo Sul Celeste, que indica a direção Sul. Suponha que, em determinada hora da noite, a constelação seja observada na Posição I. Nessa mesma noite, a constelação foi/será observada na Posição II, cerca de

- a) duas horas antes
b) duas horas depois
c) quatro horas antes
d) quatro horas depois
e) seis horas depois
16. (2009) Marta e Pedro combinaram encontrar-se em um certo ponto de uma auto-estrada plana, para seguirem viagem juntos. Marta, ao passar pelo marco zero da estrada, constatou que, mantendo uma velocidade média de 80 km/h, chegaria na hora certa ao ponto de encontro combinado. No entanto, quando ela já estava no marco do quilômetro 10, ficou sabendo que Pedro tinha se atrasado e, só então, estava passando pelo marco zero, pretendendo continuar sua viagem a uma velocidade média de 100 km/h. Mantendo essas velocidades, seria previsível que os dois amigos se encontrassem próximos a um marco da estrada com indicação de

- a) km
20
b) km
30
c) km
40
d) km
50
e) km
60

17. (2010) Astrônomos observaram que a nossa galáxia, a Via Láctea, está a $2,5 \times 10^6$ anos-luz de Andrômeda, a galáxia mais próxima da nossa. Com base nessa informação, estudantes em uma sala de aula afirmaram o seguinte:

I. A distância entre a Via Láctea e Andrômeda é de 2,5 milhões de km.

II. A distância entre a Via Láctea e Andrômeda é maior que 2×10^{19} km.

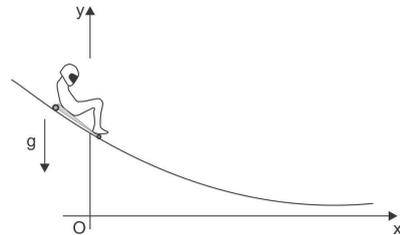
III. A luz proveniente de Andrômeda leva 2,5 milhões de anos para chegar à Via Láctea.

Está correto apenas o que se afirma em

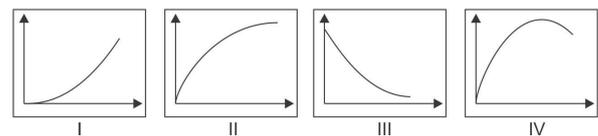
- a) I
b) II
c) III
d) I e III
e) II e III

Note e adote
1 ano tem aproximadamente 3×10^7 s

18. (2010) Na Cidade Universitária (USP), um jovem, em um carrinho de rolimã, desce a rua do Matão, cujo perfil está representado na figura abaixo, em um sistema de coordenadas em que o eixo Ox tem a direção horizontal. No instante $t=0$, o carrinho passa em movimento pela posição $y=y_0$ e $x=0$.



Dentre os gráficos das figuras abaixo, os que melhor poderiam descrever a posição x e a velocidade v do carrinho em função do tempo t são, respectivamente,



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

19. (2010) Numa filmagem, no exato instante em que um caminhão passa por uma marca no chão, um dublê se larga de um viaduto para cair dentro de sua caçamba. A velocidade v do caminhão é constante e o dublê inicia sua queda a partir do repouso, de uma altura de 5 m da caçamba, que tem 6 m de comprimento. A velocidade ideal do caminhão é aquela em que o dublê cai bem no centro da caçamba, mas a velocidade real v do caminhão poderá ser diferente e ele cairá mais à frente ou mais atrás do centro da caçamba. Para que o dublê

caia dentro da caçamba, v pode diferir da velocidade ideal, em módulo, no máximo:

- a) 1 m/s d) 7 m/s
b) 3 m/s
c) 5 m/s e) 9 m/s

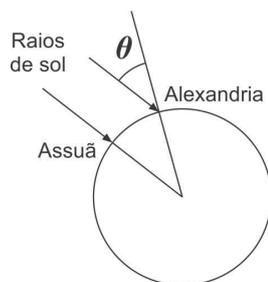
20. (2011) Uma menina, segurando uma bola de tênis, corre com velocidade constante, de módulo igual a 10,8 km/h, em trajetória retilínea, numa quadra plana e horizontal. Num certo instante, a menina, com o braço esticado horizontalmente ao lado do corpo, sem alterar o seu estado de movimento, solta a bola, que leva 0,5 s para atingir o solo. As distâncias s_m e s_b percorridas, respectivamente, pela menina e pela bola, na direção horizontal, entre o instante em que a menina soltou a bola ($t = 0$ s) e o instante $t = 0,5$ s, valem:

- a) $s_m=1,25$ m e $s_b=0$ m
b) $s_m=1,25$ m e $s_b=1,50$ m
c) $s_m=1,50$ m e $s_b=0$ m
d) $s_m=1,50$ m e $s_b=1,25$ m
e) $s_m=1,50$ m e $s_b=1,50$ m

Note e adote
Desconsiderar efeitos dissipativos.

21. (2013) Uma das primeiras estimativas do raio da Terra é atribuída a Eratóstenes, estudioso grego que viveu, aproximadamente, entre 275 a.C. e 195a.C. Sabendo que em Assuã, cidade localizada no sul do Egito, ao meio dia do solstício de verão, um bastão vertical não apresentava sombra, Eratóstenes decidiu investigar o que ocorreria, nas mesmas condições, em Alexandria, cidade no norte do Egito. O estudioso observou que, em Alexandria, ao meio dia do solstício de verão, um bastão vertical apresentava sombra e determinou o ângulo θ entre as direções do bastão e de incidência dos raios de sol. O valor do raio da Terra, obtido a partir de θ e da distância entre Alexandria e Assuã foi de, aproximadamente, 7500 km. O mês em que foram realizadas as observações e o valor aproximado de θ são

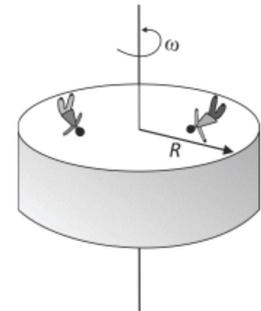
- a) junho, 7°
b) dezembro, 7°
c) junho, 23°
d) dezembro, 23°
e) junho, $0,3^\circ$



Note e adote
Distância estimada por Eratóstenes entre Assuã e Alexandria ≈ 900 km. $\pi=3$.

22. (2014)

Uma estação espacial foi projetada com formato cilíndrico, de raio R igual a 100m, como ilustra a figura ao lado. Para simular o efeito gravitacional e permitir que as pessoas caminhem na parte interna da casca cilíndrica, a estação gira em torno de seu eixo, com velocidade angular constante ω . As pessoas terão sensação de peso, como se estives-

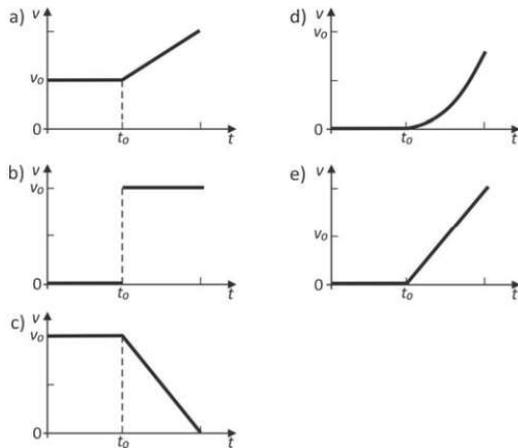


- (a) 0,1 rad/s
(b) 0,3 rad/s
(c) 1 rad/s
(d) 3 rad/s
(e) 10 rad/s

23. (2016) Uma gota de chuva se forma no alto de uma nuvem espessa. À medida que vai caindo dentro da nuvem, a massa da gota vai aumentando, e o incremento de massa Δm , em um pequeno intervalo de tempo Δt , pode ser aproximado pela expressão: $\Delta m = \alpha v S \Delta t$, em que α é uma constante, v é a velocidade da gota, e S , a área de sua superfície. No sistema internacional de unidades (SI), a

- (a) expressa em $kg \cdot m^3$
(b) expressa em $kg \cdot m^{-3}$
(c) expressa em $m^3 \cdot s \cdot kg^{-1}$
(d) expressa em $m^3 \cdot s^{-1}$
(e) adimensional

24. (2017) Um elevador sobe verticalmente com velocidade constante v_0 , e, em um dado instante de tempo t_0 , um parafuso desprende-se do teto. O gráfico que melhor representa, em função do tempo t , o módulo da velocidade v desse parafuso em relação ao chão do elevador é



Note e adote:
Os gráficos se referem ao movimento do parafuso antes que ele atinja o chão do elevador.

25. (2018) Em uma tribo indígena de uma ilha tropical, o teste derradeiro de coragem de um jovem é deixar-se cair em um rio, do alto de um penhasco. Um desses jovens se soltou verticalmente, a partir do repouso, de uma altura de 45 m em relação à superfície da água. O tempo decorrido, em segundos, entre o instante em que o jovem iniciou sua queda e aquele em que um espectador, parado no alto do penhasco, ouviu o barulho do impacto do jovem na água é, aproximadamente,

- (a) 3,1.
- (b) 4,3.
- (c) 5,2.
- (d) 6,2.
- (e) 7,0.

Note e adote:
Considere o ar em repouso e ignore sua resistência.
Ignore as dimensões das pessoas envolvidas.
Velocidade do som no ar: 360m/s .
Aceleração da gravidade: 10m/s^2 .



1.1 Gabarito - Cinemática

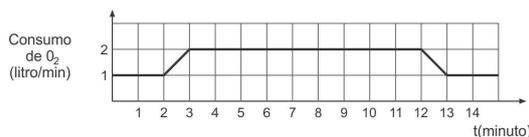
| | | | | |
|------|-------|-------|-------|-------|
| 1. B | 6. E | 11. C | 16. D | 21. A |
| 2. B | 7. E | 12. D | 17. E | 22. B |
| 3. A | 8. E | 13. D | 18. A | 23. B |
| 4. B | 9. C | 14. A | 19. B | 24. E |
| 5. B | 10. C | 15. D | 20. E | 25. A |

2 Dinâmica - 2000 a 2009

1. (2000) No Sistema Solar, o planeta Saturno tem massa cerca de 100 vezes maior do que a da Terra e descreve uma órbita, em torno do Sol, a uma distância média 10 vezes maior do que a distância média da Terra ao Sol (valores aproximados). A razão $\left(\frac{F_{sat}}{F_T}\right)$ entre a força gravitacional com que o Sol atrai Saturno e a força gravitacional com que o Sol atrai a Terra é de aproximadamente:

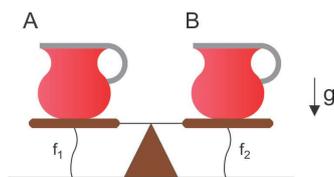
- a) 1000 d) 0,1
 b) 10
 c) 1 e) 0,001

2. (2000) Em uma caminhada, um jovem consome 1 litro de O_2 por minuto, quantidade exigida por reações que fornecem a seu organismo 20 kJ/minuto (ou 5 "calorias dietéticas"/minuto). Em dado momento, o jovem passa a correr, voltando depois a caminhar. O gráfico representa seu consumo de oxigênio em função do tempo.



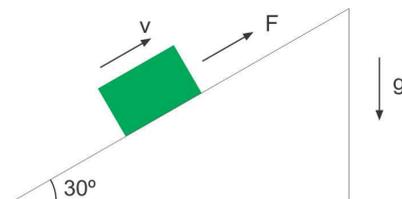
Por ter corrido, o jovem utilizou uma quantidade de energia a mais, do que se tivesse apenas caminhado durante todo o tempo, aproximadamente, de:

- a) $10kJ$ d) $420kJ$
 b) $21kJ$
 c) $200kJ$ e) $480kJ$
3. (2000) Duas jarras iguais A e B, cheias de água até a borda, são mantidas em equilíbrio nos braços de uma balança, apoiada no centro. A balança possui fios flexíveis em cada braço (f_1 e f_2), presos sem tensão, mas não frouxos, conforme a figura. Coloca-se na jarra B um objeto metálico, de densidade maior que a da água. Esse objeto deposita-se no fundo da jarra, fazendo com que o excesso de água transborde para fora da balança. A balança permanece na mesma posição horizontal devido à ação dos fios. Nessa nova situação, pode-se afirmar que



- a) há tensões iguais e diferentes de zero nos dois fios
 b) há tensão nos dois fios, sendo a tensão no fio f_1 maior do que no fio f_2
 c) há tensão apenas no fio f_1
 d) há tensão apenas no fio f_2
 e) não há tensão em nenhum dos dois fios

4. (2000) Uma pessoa puxa um caixote, com uma força F , ao longo de uma rampa inclinada de 30° com a horizontal, conforme a figura, sendo desprezível o atrito entre o caixote e a rampa. O caixote, de massa m , desloca-se com velocidade v constante, durante um certo intervalo de tempo Δt . Considere as seguintes afirmações:



- I. O trabalho realizado pela força F é igual a $Fv\Delta t$
 II. O trabalho realizado pela força F é igual a $mgv\frac{\Delta t}{2}$
 III. A energia potencial gravitacional varia de $mgv\frac{\Delta t}{2}$

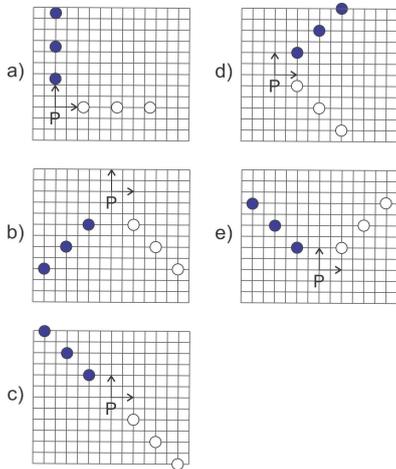
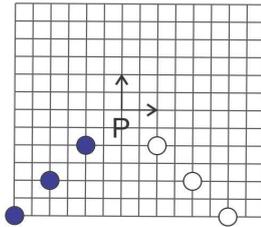
Está correto apenas o que se afirma em

- a) III d) II e III
 b) I e II
 c) I e III e) I, II e III
5. (2000) Uma caminhonete A, parada em uma rua plana, foi atingida por um carro B, com



massa $m_B = \frac{m_A}{2}$, que vinha com velocidade v_B . Como os veículos ficaram amassados, pode-se concluir que o choque não foi totalmente elástico. Consta no boletim de ocorrência que, no momento da batida, o carro B parou enquanto a caminhonete A adquiriu uma velocidade $v_A = \frac{v_B}{2}$, na mesma direção de v_B . Considere estas afirmações de algumas pessoas que comentaram a situação:

Dentre as possibilidades representadas, aquela que pode corresponder às posições dos discos, em instantes sucessivos, após a colisão, é



11. (2002) Satélites utilizados para telecomunicações são colocados em órbitas geoestacionárias ao redor da Terra, ou seja, de tal forma que permaneçam sempre acima de um mesmo ponto da superfície da Terra. Considere algumas condições que poderiam corresponder a esses satélites:

- I ter o mesmo período, de cerca de 24 horas
- II ter aproximadamente a mesma massa
- III estar aproximadamente à mesma altitude
- IV manter-se num plano que contenha o círculo do equador terrestre

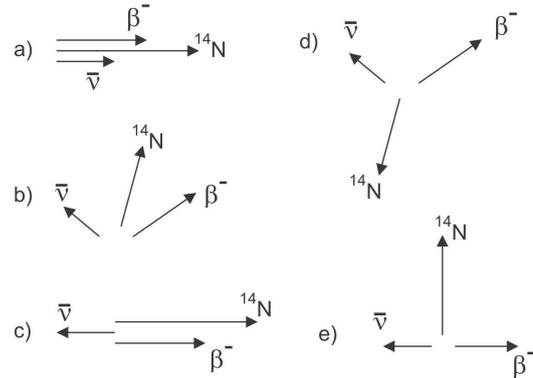
- a) I e III
- b) I, II e III
- c) I, III e IV
- d) II e III
- e) II e IV

12. (2003) Núcleos atômicos instáveis, existentes na natureza e denominados isótopos radioativos, emitem radiação espontaneamente. Tal é o caso do Carbono-14 (^{14}C), um emissor de partículas beta (β^-). Neste processo, o núcleo de ^{14}C deixa de existir e se transforma em um núcleo de Nitrogênio-14 (^{14}N), com a emissão de um anti-neutrino $\bar{\nu}$ e uma partícula β^- :



Os vetores quantidade de movimento das partículas, em uma mesma escala, resultantes do

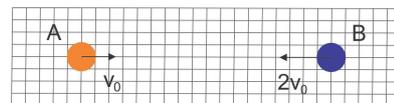
decaimento beta de um núcleo de ^{14}C , em repouso, poderiam ser melhor representados, no plano do papel, pela figura



13. (2003) Uma criança estava no chão. Foi então levantada por sua mãe que a colocou em um escorregador a uma altura de $2,0\text{m}$ em relação ao solo. Partindo do repouso, a criança deslizou e chegou novamente ao chão com velocidade igual a 4m/s . Sendo T_0 trabalho realizado pela mãe ao suspender o filho, e sendo a aceleração da gravidade $g = 10\text{m/s}^2$, a energia dissipada por atrito, ao escorregar, é aproximadamente igual a

- a) $0,1T_0$
- b) $0,2T_0$
- c) $0,6T_0$
- d) $0,9T_0$
- e) $1,0T_0$

14. (2004) Dois discos, A e B, de mesma massa M , deslocam-se com velocidades $V_A = V_0$ e $V_B = 2V_0$, como na figura, vindo a chocar-se um contra o outro. Após o choque, que não é elástico, o disco B permanece parado. Sendo E_1 a energia cinética total inicial ($E_1 = 5 \times \frac{1}{2}MV_0^2$), a energia cinética total E_2 , após o choque, é

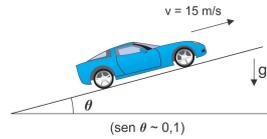


- a) $E_2 = E_1$
- b) $E_2 = 0,8E_1$
- c) $E_2 = 0,4E_1$
- d) $E_2 = 0,2E_1$
- e) $E_2 = 0$

15. (2004) Nos manuais de automóveis, a caracterização dos motores é feita em CV (cavalo-vapor). Essa unidade, proposta no tempo das primeiras máquinas a vapor, correspondia à capacidade de um cavalo típico, que conseguia erguer, na vertical, com auxílio de uma roldana, um bloco de 75kg , à velocidade de 1m/s . Para subir uma ladeira, inclinada como na figura, um carro de

1000kg, mantendo uma velocidade constante de 15m/s (54km/h), desenvolve uma potência útil que, em CV, é, aproximadamente, de

- a) 20CV
- b) 40CV
- c) 50CV
- d) 100CV
- e) 150CV



16. (2005) Imagine que, no final deste século XXI, os habitantes da Lua vivam em um grande complexo pressurizado, em condições equivalentes às da Terra, tendo como única diferença a aceleração da gravidade, que é menor na Lua. Considere as situações imaginadas bem como as possíveis descrições de seus resultados, se realizadas dentro desse complexo, na Lua:

- I. Ao saltar, atinge-se uma altura maior do que quando o salto é realizado na Terra.
- II. Se uma bola está boiando em uma piscina, essa bola manterá maior volume fora da água do que quando a experiência é realizada na Terra.
- III. Em pista horizontal, um carro, com velocidade V_0 , consegue parar completamente em uma distância maior do que quando o carro é freado na Terra.

Assim, pode-se afirmar que estão corretos apenas os resultados propostos em

- a) I
- b) I e II
- c) I e III
- d) II e III
- e) I, II e III

17. (2005) A janela retangular de um avião, cuja cabine é pressurizada, mede 0,5m por 0,25m. Quando o avião está voando a uma certa altitude, a pressão em seu interior é de, aproximadamente, 1,0atm, enquanto a pressão ambiente fora do avião é de 0,60atm. Nessas condições, a janela está sujeita a uma força, dirigida de dentro para fora, igual ao peso, na superfície da Terra, da massa de

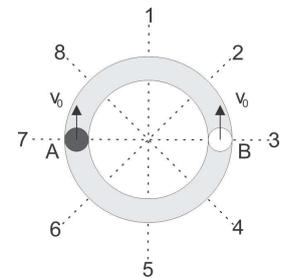
- a) 50kg
- b) 320kg
- c) 480kg
- d) 500kg
- e) 750kg

$$1atm = 10^5 Pa = 10^5 N/m^2$$

18. (2005) Em uma canaleta circular, plana e horizontal, podem deslizar duas pequenas bolas A e B,

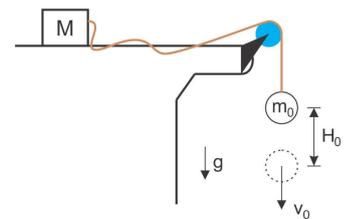
com massas $M_A = 3M_B$, que são lançadas uma contra a outra, com igual velocidade V_0 , a partir das posições indicadas. Após o primeiro choque entre elas (em 1), que não é elástico, as duas passam a movimentar-se no sentido horário, sendo que a bola B mantém o módulo de sua velocidade V_0 . Pode-se concluir que o próximo choque entre elas ocorrerá nas vizinhanças da posição

- a) 3
- b) 5
- c) 6
- d) 7
- e) 8



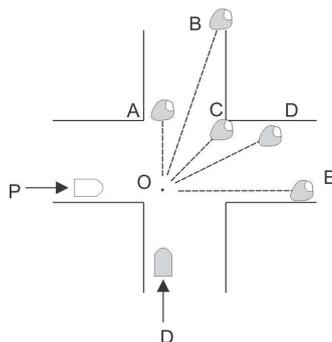
19. (2006) Uma esfera de massa m_0 está pendurada por um fio, ligado em sua outra extremidade a um caixote, de massa $M = 3m_0$, sobre uma mesa horizontal. Quando o fio entre eles permanece não esticado e a esfera é largada, após percorrer uma distância H_0 , ela atingirá uma velocidade v_0 , sem que o caixote se mova. Na situação em que o fio entre eles estiver esticado, a esfera, puxando o caixote, após percorrer a mesma distância H_0 , atingirá uma velocidade V igual a

- a) $\frac{1}{4}v_0$
- b) $\frac{1}{3}v_0$
- c) $\frac{1}{2}v_0$
- d) $2v_0$
- e) $3v_0$



20. (2007) Perto de uma esquina, um pipoqueiro, P, e um 'dogueiro', D, empurram distraidamente seus carrinhos, com a mesma velocidade (em módulo), sendo que o carrinho do 'dogueiro' tem o triplo da massa do carrinho do pipoqueiro. Na esquina, eles colidem (em O) e os carrinhos se engancham, em um choque totalmente inelástico. Uma trajetória possível dos dois carrinhos, após a colisão, é compatível com a indicada por

- a) A
- b) B
- c) C
- d) D
- e) E

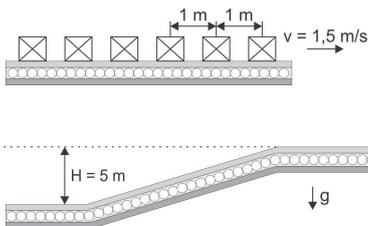


caso, é possível estimar que a velocidade máxima atingida pelo atleta, antes do salto, foi de, aproximadamente,

- a) 4 m/s
- b) 6 m/s
- c) 7 m/s
- d) 8 m/s
- e) 9 m/s

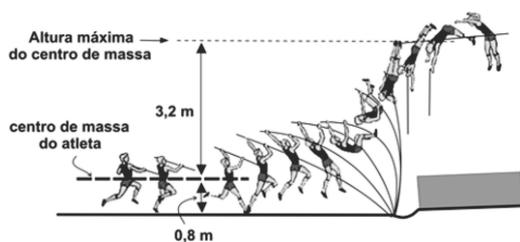
Desconsidere os efeitos do trabalho muscular após o início do salto.

21. (2007) Em um terminal de cargas, uma esteira rolante é utilizada para transportar caixas iguais, de massa $M = 80\text{kg}$, com centros igualmente espaçados de 1m . Quando a velocidade da esteira é $1,5\text{m/s}$, a potência dos motores para mantê-la em movimento é P_0 . Em um trecho de seu percurso, é necessário planejar uma inclinação para que a esteira eleve a carga a uma altura de 5m , como indicado. Para acrescentar essa rampa e manter a velocidade da esteira, os motores devem passar a fornecer uma potência adicional aproximada de



- a) 1200W
- b) 2600W
- c) 3000W
- d) 4000W
- e) 6000W

22. (2008)



No 'salto com vara', um atleta corre segurando uma vara e, com perícia e treino, consegue projetar seu corpo por cima de uma barra. Para uma estimativa da altura alcançada nesses saltos, é possível considerar que a vara sirva apenas para converter o movimento horizontal do atleta (corrida) em movimento vertical, sem perdas ou acréscimos de energia. Na análise de um desses saltos, foi obtida a seqüência de imagens reproduzida acima. Nesse

23. (2009) Um caminhão, parado em um semáforo, teve sua traseira atingida por um carro. Logo após o choque, ambos foram lançados juntos para frente (colisão inelástica), com uma velocidade estimada em 5 m/s (18 km/h), na mesma direção em que o carro vinha. Sabendo-se que a massa do caminhão era cerca de três vezes a massa do carro, foi possível concluir que o carro, no momento da colisão, trafegava a uma velocidade aproximada de

- a) 72 km/h
- b) 60 km/h
- c) 54 km/h
- d) 36 km/h
- e) 18 km/h

24. (2009) O que consome mais energia ao longo de um mês, uma residência ou um carro? Suponha que o consumo mensal de energia elétrica residencial de uma família, E_R , seja 300 kWh ($300\text{ quilowatts?hora}$) e que, nesse período, o carro da família tenha consumido uma energia E_C , fornecida por 180 litros de gasolina. Assim, a razão $\frac{E_C}{E_R}$ será, aproximadamente,

- a) $\frac{1}{6}$
- b) $\frac{1}{2}$
- c) 1
- d) 3
- e) 5

Calor de combustão da gasolina $\approx 30000\text{ KJ/litro}$
 $1\text{KJ}=1000\text{J}$

25. (2009) Na maior parte das residências que dispõem de sistemas de TV a cabo, o aparelho que decodifica o sinal permanece ligado sem interrupção, operando com uma potência aproximada de 6 W , mesmo quando a TV não está ligada. O consumo de energia do decodificador, durante um mês (30 dias), seria equivalente ao de uma lâmpada de 60 W que permanecesse ligada, sem interrupção, durante

- a) 6 horas.
- b) 10 horas
- c) 36 horas
- d) 60 horas
- e) 72 horas



2.1 Gabarito - Dinâmica 2000 a 2009

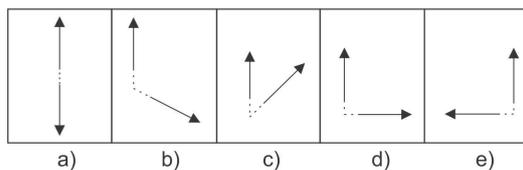
| | | | | |
|------|-------|-------|-------|-------|
| 1. D | 6. D | 11. B | 16. D | 21. D |
| 2. A | 7. C | 12. E | 17. C | 22. B |
| 3. E | 8. E | 13. E | 18. D | 23. C |
| 4. E | 9. B | 14. E | 19. A | 24. B |
| 5. C | 10. E | 15. C | 20. C | 25. E |

3 Dinâmica - 2010 a 2018

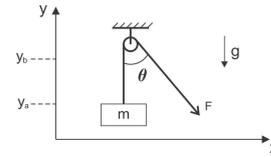
1. (2010) Um avião, com velocidade constante e horizontal, voando em meio a uma tempestade, repentinamente perde altitude, sendo tragado para baixo e permanecendo com aceleração constante vertical de módulo $a > g$, em relação ao solo, durante um intervalo de tempo Δt . Pode-se afirmar que, durante esse período, uma bola de futebol que se encontrava solta sobre uma poltrona desocupada

- permanecerá sobre a poltrona, sem alteração de sua posição inicial.
- flutuará no espaço interior do avião, sem aceleração em relação ao mesmo, durante o intervalo de tempo Δt .
- será acelerada para cima, em relação ao avião, sem poder se chocar com o teto, independentemente do intervalo de tempo Δt .
- será acelerada para cima, em relação ao avião, podendo se chocar com o teto, dependendo do intervalo de tempo Δt .
- será pressionada contra a poltrona durante o intervalo de tempo Δt .

2. (2010) A partícula neutra conhecida como méson K^0 é instável e decai, emitindo duas partículas, com massas iguais, uma positiva e outra negativa, chamadas, respectivamente, méson π^+ e méson π^- . Em um experimento, foi observado o decaimento de um K^0 , em repouso, com emissão do par π^+ e π^- . Das figuras abaixo, qual poderia representar as direções e sentidos das velocidades das partículas π^+ e π^- no sistema de referência em que o K^0 estava em repouso?

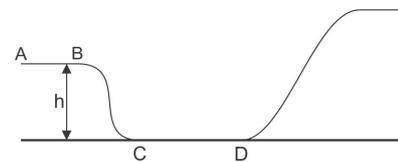


3. (2011) Usando um sistema formado por uma corda e uma roldana, um homem levanta uma caixa de massa m , aplicando na corda uma força F que forma um ângulo θ com a direção vertical, como mostra a figura. O trabalho realizado pela resultante das forças que atuam na caixa - peso e força da corda -, quando o centro de massa da caixa é elevado, com velocidade constante v , desde a altura y_a até a altura y_b , é:



- nulo
- $F(y_b - y_a)$
- $mg(y_b - y_a)$
- $F \cos(\theta)(y_b - y_a)$
- $mg(y_b - y_a) + \frac{mv^2}{2}$

4. (2011) Um esqueitista treina em uma pista cujo perfil está representado na figura abaixo. O trecho horizontal AB está a uma altura $h = 2,4$ m em relação ao trecho, também horizontal, CD. O esqueitista percorre a pista no sentido de A para D. No trecho AB, ele está com velocidade constante, de módulo $v = 4$ m/s; em seguida, desce a rampa BC, percorre o trecho CD, o mais baixo da pista, e sobe a outra rampa até atingir uma altura máxima H, em relação a CD. A velocidade do esqueitista no trecho CD e a altura máxima H são, respectivamente, iguais a



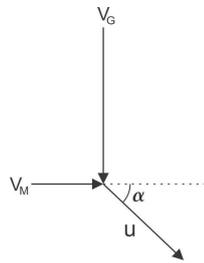
- 5 m/s e 2,4 m
- 7 m/s e 2,4 m
- 7 m/s e 3,2 m
- 8 m/s e 2,4 m
- 8 m/s e 3,2 m

NOTE E ADOTE:
 $g=10 \text{ m/s}^2$
Desconsidere:
Efeitos dissipativos
Movimentos do esqueitista em relação ao esquite.

5. (2011) Um gavião avista, abaixo dele, um melro e, para apanhá-lo, passa a voar verticalmente, conseguindo agarrá-lo. Imediatamente antes do instante em que o gavião, de massa $M_G = 300$ g, agarra o melro, de massa $M_M = 100$ g, as velocidades do gavião e do melro são, respectivamente, $V_G = 80$ km/h na direção vertical, para baixo, e $V_M = 24$ km/h na direção horizontal, para a direita, como

ilustra a figura acima. Imediatamente após a caça, o vetor velocidade u do gavião, que voa segurando o melro, forma um ângulo α com o plano horizontal tal que $\text{tg}\alpha$ é aproximadamente igual a

- a) 20
- b) 10
- c) 3
- d) 0,3
- e) 0,1

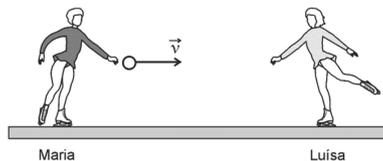


6. (2012) Uma pequena bola de borracha maciça é solta do repouso de uma altura de 1 m em relação a um piso liso e sólido. A colisão da bola com o piso tem coeficiente de restituição $\epsilon = 0,8$. A altura máxima atingida pela bola, depois da sua terceira colisão com o piso, é

- a) 0,80 m.
- b) 0,76 m.
- c) 0,64 m.
- d) 0,51 m.
- e) 0,20 m.

NOTE E ADOTE
 $\epsilon = v_f^2/v_i^2$ em que v_f e v_i são, respectivamente, os módulos das velocidades da bola logo após e imediatamente antes da colisão com o piso.
Aceleração da gravidade $g = 10 \text{ m/s}^2$.

7. (2012)



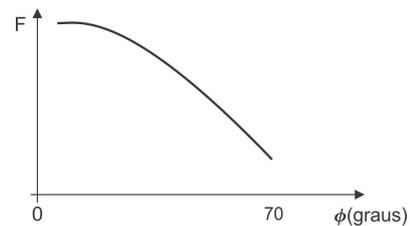
Maria e Luísa, ambas de massa M , patinam no gelo. Luísa vai ao encontro de Maria com velocidade de módulo V . Maria, parada na pista, segura uma bola de massa m e, num certo instante, joga a bola para Luísa. A bola tem velocidade de módulo v , na mesma direção de \vec{V} . Depois que Luísa agarra a bola, as velocidades de Maria e Luísa, em relação ao solo, são, respectivamente,

- a) 0 ; $v - V$
- b) $-v$; $v + \frac{V}{2}$
- c) $-\frac{mv}{M}$; $\frac{MV}{m}$
- d) $-\frac{mv}{M}$; $\frac{mv - MV}{M + m}$

e) $\frac{MV/2 - mv}{M}$; $\frac{mv - MV/2}{M + m}$

NOTE E ADOTE
 V e v são velocidades em relação ao solo.
Considere positivas as velocidades para a direita.
Desconsidere efeitos dissipativos.

8. (2012) O gráfico abaixo representa a força F exercida pela musculatura eretora sobre a coluna vertebral, ao se levantar um peso, em função do ângulo ϕ , entre a direção da coluna e a horizontal. Ao se levantar pesos com postura incorreta, essa força pode se tornar muito grande, causando dores lombares e problemas na coluna.



Com base nas informações dadas e no gráfico acima, foram feitas as seguintes afirmações:

- I. Quanto menor o valor de ϕ , maior o peso que se consegue levantar.
- II. Para evitar problemas na coluna, um halterofilista deve procurar levantar pesos adotando postura corporal cujo ângulo ϕ seja grande.
- III. Quanto maior o valor de ϕ , menor a tensão na musculatura eretora ao se levantar um peso.

Está correto apenas o que se afirma em

- a) I
- b) II
- c) III
- d) I e II
- e) II e III

9. (2013) Compare as colisões de uma bola de vôlei e de uma bola de golfe com o tórax de uma pessoa, parada e em pé. A bola de vôlei, com massa de 270 g, tem velocidade de 30 m/s quando atinge a pessoa, e a de golfe, com 45 g, tem velocidade de 60 m/s ao atingir a mesma pessoa, nas mesmas condições. Considere ambas as colisões totalmente inelásticas. É correto apenas o que se afirma em:

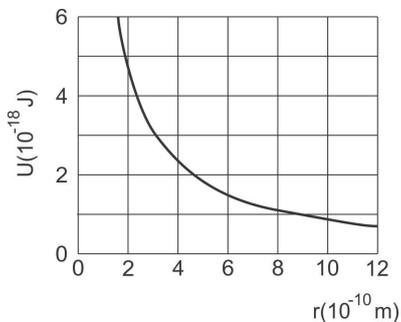
- a) Antes das colisões, a quantidade de movimento da bola de golfe é maior que a da bola de vôlei.
- b) Antes das colisões, a energia cinética da bola de golfe é maior que a da bola de vôlei.
- c) Após as colisões, a velocidade da bola de golfe é maior que a da bola de vôlei.

- d) Durante as colisões, a força média exercida pela bola de golfe sobre o tórax da pessoa é maior que a exercida pela bola de vôlei.
- e) Durante as colisões, a pressão média exercida pela bola de golfe sobre o tórax da pessoa é maior que a exercida pela bola de vôlei.

NOTE E ADOTE

A massa da pessoa é muito maior que a massa das bolas.
As colisões são frontais.
O tempo de interação da bola de vôlei com o tórax da pessoa é o dobro do tempo de interação da bola de golfe.
A área média de contato da bola de vôlei com o tórax é 10 vezes maior que a área média de contato da bola de golfe.

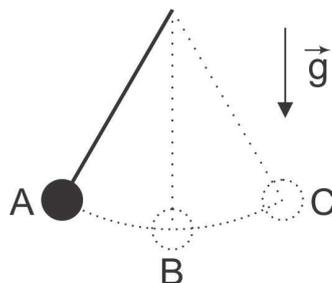
10. (2013) A energia potencial elétrica U de duas partículas em função da distância r que as separa está representada no gráfico da figura abaixo.



Uma das partículas está fixa em uma posição, enquanto a outra se move apenas devido à força elétrica de interação entre elas. Quando a distância entre as partículas varia de $r_i = 3 \times 10^{-10} \text{ m}$ a $r_f = 9 \times 10^{-10} \text{ m}$, a energia cinética da partícula em movimento

- a) diminui $1 \times 10^{-18} \text{ J}$.
b) aumenta $1 \times 10^{-18} \text{ J}$.
c) diminui $2 \times 10^{-18} \text{ J}$.
d) aumenta $2 \times 10^{-18} \text{ J}$.
e) não se altera.
11. (2013) O pêndulo de um relógio é constituído por uma haste rígida com um disco de metal preso em uma de suas extremidades.

O disco oscila entre as posições A e C, enquanto a outra extremidade da haste permanece imóvel no ponto P. A figura ao lado ilustra o sistema.



A força resultante que atua no disco quando ele passa por B, com a haste na direção vertical, é

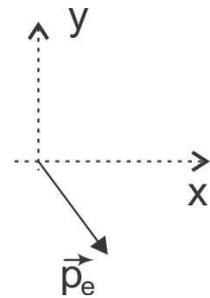
- a) nula.
b) vertical, com sentido para cima.
c) vertical, com sentido para baixo
d) horizontal, com sentido para a direita.
e) horizontal, com sentido para a esquerda.

NOTE E ADOTE

g é a aceleração local da gravidade.

12. (2013)

Um fóton, com quantidade de movimento na direção e sentido do eixo x , colide com um elétron em repouso. Depois da colisão, o elétron passa a se mover com quantidade de movimento \vec{p}_e , no plano xy , como ilustra a figura ao lado.



Dos vetores \vec{p}_f abaixo, o único que poderia representar a direção e sentido da quantidade de movimento do fóton, após a colisão, é

- a)
- b)
- c)
- d)
- e)

13. (2014) Em uma competição de salto em distância, um atleta de 70 kg tem, imediatamente antes do salto, uma velocidade na direção horizontal de módulo 10 m/s. Ao saltar, o atleta usa seus músculos para empurrar o chão na direção vertical, produzindo uma energia de 500J, sendo 70% desse valor na forma de energia cinética. Imediatamente após se separar do chão, o módulo da velocidade do atleta é mais próximo de

- (a) 10,0 m/s.
- (b) 10,5 m/s.
- (c) 12,2 m/s.
- (d) 13,2 m/s.
- (e) 13,8 m/s.

14. (2014) Para passar de uma margem a outra de um rio, uma pessoa se pendura na extremidade de um cipó esticado, formando um ângulo de 30° com a vertical, e inicia, com velocidade nula, um movimento pendular. Do outro lado do rio, a pessoa se solta do cipó no instante em que sua velocidade fica novamente igual a zero. Imediatamente antes de se soltar, sua aceleração tem

- (a) valor nulo.
- (b) direção que forma um ângulo de 30° com a vertical e módulo $9m/s^2$.
- (c) direção que forma um ângulo de 30° com a vertical e módulo $5m/s^2$.
- (d) direção que forma um ângulo de 60° com a vertical e módulo $9m/s^2$.
- (e) direção que forma um ângulo de 60° com a vertical e módulo $5m/s^2$.

Note e adote:
Forças dissipativas e o tamanho da pessoa devem ser ignorados.
A aceleração da gravidade local é $g = 10m/s^2$.
 $\sin 30^\circ = \cos 60^\circ = 0,5$.
 $\cos 30^\circ = \sin 60^\circ = 0,9$.

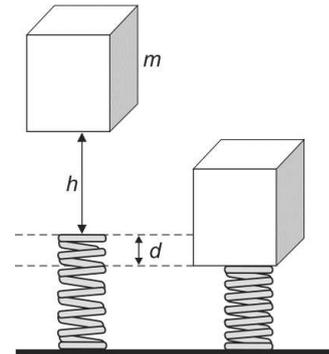
15. (2014) No sistema cardiovascular de um ser humano, o coração funciona como uma bomba, com potência média de 10W, responsável pela circulação sanguínea. Se uma pessoa fizer uma dieta alimentar de 2500 kcal diárias, a porcentagem dessa energia utilizada para manter sua circulação sanguínea será, aproximadamente, igual a

- (a) 1%
- (b) 4%
- (c) 9%
- (d) 20%
- (e) 25%

Note e adote:
 $1cal = 4J$

16. (2015) No desenvolvimento do sistema amortecedor de queda de um elevador de massa m , o engenheiro projetista impõe que a mola deve se contrair de um valor máximo d , quando o elevador cai, a partir do repouso, de uma altura h , como ilustrado na figura a seguir.

Para que a exigência do projetista seja satisfeita, a mola a ser empregada deve ter constante elástica dada por



- a) $2mg(h + d)/d^2$
- b) $2mg(h - d)/d^2$
- c) $2mgh/d^2$
- d) mgh/d
- e) mg/d

Note e adote:
forças dissipativas devem ser ignoradas;
a aceleração local da gravidade é g .

17. (2015) A notícia "Satélite brasileiro cai na Terra após lançamento falhar", veiculada pelo jornal O Estado de S. Paulo de 10/12/2013, relata que o satélite CBERS-3, desenvolvido em parceria entre Brasil e China, foi lançado no espaço a uma altitude de 720km (menor do que a planejada) e com uma velocidade abaixo da necessária para colocá-lo em órbita em torno da Terra. Para que o satélite pudesse ser colocado em órbita circular na altitude de 720km, o módulo de sua velocidade (com direção tangente à órbita) deveria ser de, aproximadamente,

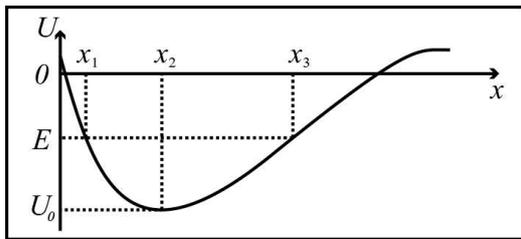
- a) 61 km/s
- b) 25 km/s
- c) 11 km/s
- d) 7,7 km/s
- e) 3,3 km/s

Note e adote:
raio da Terra = $6 \times 10^3 km$
massa da Terra = $6 \times 10^{24} kg$
constante de gravitação universal
 $G = 6,7 \times 10^{-11} m^3/(s^2.kg)$

18. (2015) Um trabalhador de massa m está em pé, em repouso, sobre uma plataforma de massa M . O conjunto se move, sem atrito, sobre trilhos horizontais e retilíneos, com velocidade de módulo constante v . Num certo instante, o trabalhador começa a caminhar sobre a plataforma e permanece com velocidade de módulo v , em relação a ela, e com sentido oposto ao do movimento dela em relação aos trilhos. Nessa situação, o módulo da velocidade da plataforma em relação aos trilhos é

- a) $(2m + M)v/(m + M)$
- b) $(2m + M)v/M$
- c) $(2m + M)v/m$
- d) $(M - m)v/M$
- e) $(m + M)v/(M - m)$

19. (2015) A figura abaixo mostra o gráfico da energia potencial gravitacional U de uma esfera em uma pista, em função da componente horizontal x da posição da esfera na pista.



A esfera é colocada em repouso na pista, na posição de abscissa $x = x_1$, tendo energia mecânica $E < 0$. A partir dessa condição, sua energia cinética tem valor

- a) máximo igual a $|U_0|$.
- b) igual a $|E|$ quando $x = x_3$.
- c) mínimo quando $x = x_2$.
- d) máximo quando $x = x_3$.
- e) máximo quando $x = x_2$.

Note e adote:
desconsidere efeitos dissipativos.

20. (2016) Uma bola de massa m é solta do alto de um edifício. Quando está passando pela posição $y = h$, o módulo de sua velocidade é v . Sabendo-se que o solo, origem para a escala de energia potencial, tem coordenada $y = h_0$, tal que $h > h_0 > 0$, a energia mecânica da bola em $y = (h - h_0)/2$ é igual a

- a) $\frac{1}{2}mg(h - h_0) + \frac{1}{4}mv^2$
- b) $\frac{1}{2}mg(h - h_0) + \frac{1}{2}mv^2$

- c) $\frac{1}{2}mg(h - h_0) + 2mv^2$
- d) $mgh + \frac{1}{2}mv^2$
- e) $mg(h - h_0) + \frac{1}{2}mv^2$

21. (2016) Um pêndulo simples, constituído por um fio de comprimento L e uma pequena esfera, é colocado em oscilação. Uma haste horizontal rígida é inserida perpendicularmente ao plano de oscilação desse pêndulo, interceptando o movimento do fio na metade do seu comprimento, quando ele está na direção vertical. A partir desse momento, o período do movimento da esfera é dado por

- a) $2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$
- b) $2\pi\sqrt{\frac{L}{2g}}$
- c) $\pi\sqrt{\frac{L}{g} + \frac{L}{2g}}$
- d) $2\pi\sqrt{\frac{L}{g} + \frac{L}{2g}}$
- e) $\pi\left(\sqrt{\frac{L}{g}} + \sqrt{\frac{L}{2g}}\right)$

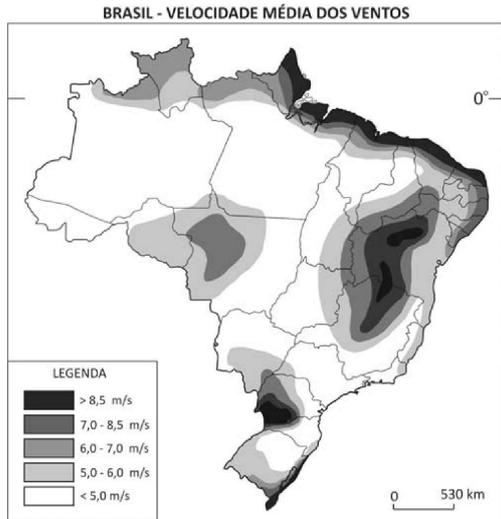
Note e adote:
A aceleração da gravidade é g .
Ignore a massa do fio.
O movimento oscilatório ocorre com ângulos pequenos.
O fio não adere á haste horizontal.

22. (2016) A Estação Espacial Internacional orbita a Terra em uma altitude h . A aceleração da gravidade terrestre dentro dessa espaçonave é

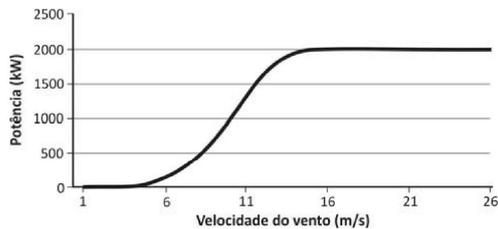
- a) nula
- b) $g_T \left(\frac{h}{R_T}\right)^2$
- c) $g_T \left(\frac{R_T - h}{R_T}\right)^2$
- d) $g_T \left(\frac{R_T}{R_T + h}\right)^2$
- e) $g_T \left(\frac{R_T + h}{R_T + h}\right)^2$

Note e adote:
 g_T é a aceleração da gravidade na superfície da Terra.
 R_T é o raio da Terra.

23. (2016) A escolha do local para instalação de parques eólicos depende, dentre outros fatores, da velocidade média dos ventos que sopram na região. Examine este mapa das diferentes velocidades médias de ventos no Brasil e, em seguida, o gráfico da potência fornecida por um aerogerador em função da velocidade do vento.



Centro Brasileiro de Energia Eólica, 1998.

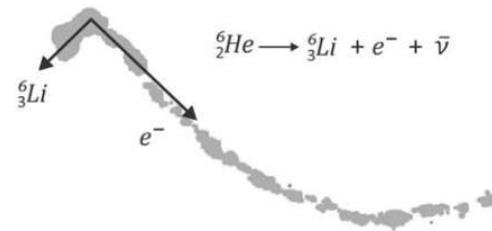


De acordo com as informações fornecidas, esse aerogerador poderia produzir, em um ano, 8,8GWh de energia, se fosse instalado no

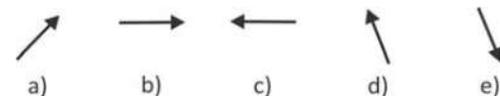
- a) noroeste do Pará.
- b) nordeste do Amapá.
- c) sudoeste do Rio Grande do Norte.
- d) sudeste do Tocantins.
- e) leste da Bahia.

Note e adote:
 $1GW = 109W$
 $1ano = 8800horas$

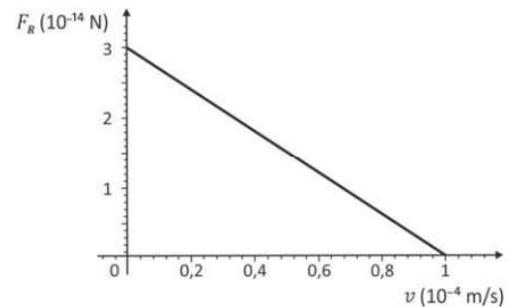
24. (2017) A figura foi obtida em uma câmara de nuvens, equipamento que registra trajetórias deixadas por partículas eletricamente carregadas. Na figura, são mostradas as trajetórias dos produtos do decaimento de um isótopo do hélio (6_2He) em repouso: um elétron (e^-) e um isótopo de lítio (6_3Li), bem como suas respectivas quantidades de movimento linear, no instante do decaimento, representadas, em escala, pelas setas. Uma terceira partícula, denominada antineutrino ($\bar{\nu}$, carga zero), é também produzida nesse processo.



O vetor que melhor representa a direção e o sentido da quantidade de movimento do antineutrino é



25. (2017) Objetos em queda sofrem os efeitos da resistência do ar, a qual exerce uma força que se opõe ao movimento desses objetos, de tal modo que, após um certo tempo, eles passam a se mover com velocidade constante. Para uma partícula de poeira no ar, caindo verticalmente, essa força pode ser aproximada por $\vec{F}_a = -b\vec{v}$, sendo \vec{v} a velocidade da partícula de poeira e b uma constante positiva. O gráfico mostra o comportamento do módulo da força resultante sobre a partícula, F_R , como função de ν , o módulo de \vec{v} .



O valor da constante b , em unidades de $N.s/m$, é

- (a) $1,0 \times 10^{-14}$
- (b) $1,5 \times 10^{-14}$
- (c) $3,0 \times 10^{-14}$
- (d) $1,0 \times 10^{-10}$
- (e) $3,0 \times 10^{-10}$

Note e adote:
 O ar está em repouso.

26. (2017) Helena, cuja massa é 50kg, pratica o esporte radical *bungee jumping*. Em um treino, ela

se solta da beirada de um viaduto, com velocidade inicial nula, presa a uma faixa elástica de comprimento natural $L_0 = 15\text{m}$ e constante elástica $k = 250\text{N/m}$. Quando a faixa está esticada 10m além de seu comprimento natural, o módulo da velocidade de Helena é

- (a) 0m/s
- (b) 5m/s
- (c) 10m/s
- (d) 15m/s
- (e) 20m/s

Note e adote:
Aceleração da gravidade: 10m/s^2 .
A faixa é perfeitamente elástica; sua massa e efeitos dissipativos devem ser ignorados.

27. (2018) Uma caminhonete, de massa 2.000 kg , bateu na traseira de um sedã, de massa 1.000 kg , que estava parado no semáforo, em uma rua horizontal. Após o impacto, os dois veículos deslizaram como um único bloco. Para a perícia, o motorista da caminhonete alegou que estava a menos de 20 km/h quando o acidente ocorreu. A perícia constatou, analisando as marcas de frenagem, que a caminhonete arrastou o sedã, em linha reta, por uma distância de 10 m . Com este dado e estimando que o coeficiente de atrito cinético entre os pneus dos veículos e o asfalto, no local do acidente, era $0,5$, a perícia concluiu que a velocidade real da caminhonete, em km/h , no momento da colisão era, aproximadamente,

- (a) 10.
- (b) 15.
- (c) 36.
- (d) 48.
- (e) 54.

Note e adote:
Aceleração da gravidade: 10m/s^2 .
Desconsidere a massa dos motoristas e a resistência do ar.

28. (2018) O projeto para um balanço de corda única de um parque de diversões exige que a corda do brinquedo tenha um comprimento de $2,0\text{ m}$. O projetista tem que escolher a corda adequada para o balanço, a partir de cinco ofertas disponíveis no mercado, cada uma delas com distintas tensões de ruptura. A tabela apresenta essas opções

| Corda | I | II | III | IV | V |
|-----------------------|-------|-------|--------|--------|--------|
| Tensão de ruptura (N) | 4.200 | 7.500 | 12.400 | 20.000 | 29.000 |

Ele tem também que incluir no projeto uma margem de segurança; esse fator de segurança é tipicamente 7, ou seja, o balanço deverá suportar cargas sete vezes a tensão no ponto mais baixo da trajetória. Admitindo que uma pessoa de 60 kg , ao se balançar, parta do repouso, de uma altura de $1,2\text{ m}$ em relação à posição de equilíbrio do balanço, as cordas que poderiam ser adequadas para o projeto são

- (a) I, II, III, IV e V.
- (b) II, III, IV e V, apenas.
- (c) III, IV e V, apenas.
- (d) IV e V, apenas.
- (e) V, apenas.

Note e adote:
Aceleração da gravidade: 10m/s^2 .
Desconsidere qualquer tipo de atrito ou resistência ao movimento e ignore a massa do balanço e as dimensões da pessoa.
As cordas são inextensíveis.



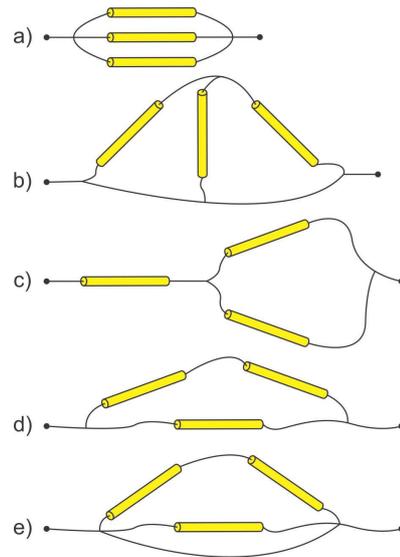
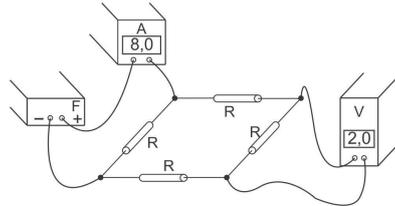
Gabarito - Dinâmica 2010 a 2018

| | | | | | |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1. D | 6. D | 11. B | 16. A | 21. E | 26. A |
| 2. A | 7. D | 12. A | 17. D | 22. D | |
| 3. A | 8. E | 13. B | 18. A | 23. B | 27. E |
| 4. E | 9. E | 14. E | 19. E | 24. D | |
| 5. B | 10. D | 15. C | 20. E | 25. E | 28. C |

4 Eletrodinâmica

1. (2000) Considere a montagem abaixo, composta por 4 resistores iguais R , uma fonte de tensão F , um medidor de corrente A , um medidor de tensão V e fios de ligação. O medidor de corrente indica $8,0A$ e o de tensão $2,0V$. Pode-se afirmar que a potência total dissipada nos 4 resistores é, aproximadamente, de:

- a) $8W$
 b) $16W$
 c) $32W$
 d) $48W$
 e) $64W$

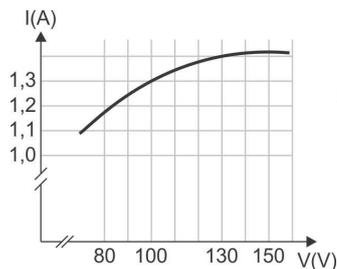


2. (2000) Um certo tipo de lâmpada incandescente comum, de potência nominal $170W$ e tensão nominal $130V$, apresenta a relação da corrente (I), em função da tensão (V), indicada no gráfico abaixo. Suponha que duas lâmpadas (A e B), desse mesmo tipo, foram utilizadas, cada uma, durante 1 hora, sendo

- A** em uma rede elétrica de $130V$
B em uma rede elétrica de $100V$

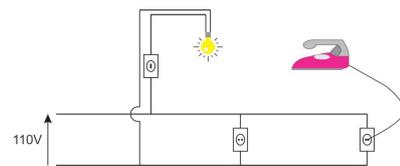
Ao final desse tempo, a diferença entre o consumo de energia elétrica das duas lâmpadas, em watt.hora (Wh), foi aproximadamente de:

- a) $0Wh$
 b) $10Wh$
 c) $40Wh$
 d) $50Wh$
 e) $70Wh$



3. (2001) Dispondo de pedaços de fios e 3 resistores de mesma resistência, foram montadas as conexões apresentadas abaixo. Dentre essas, aquela que apresenta a maior resistência elétrica entre seus

4. (2001) Um circuito doméstico simples, ligado à rede de $110V$ e protegido por um fusível F de $15A$, está esquematizado abaixo.



A potência máxima de um ferro de passar roupa que pode ser ligado, simultaneamente, a uma lâmpada de $150W$, sem que o fusível interrompa o circuito, é aproximadamente de

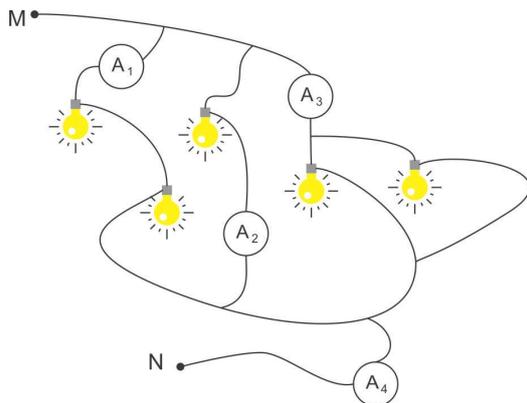
- a) $1100W$
 b) $1500W$
 c) $1650W$
 d) $2250W$
 e) $2500W$

5. (2002) No medidor de energia elétrica usado na medição do consumo de residências, há um disco, visível externamente, que pode girar. Cada rotação completa do disco corresponde a um consumo de energia elétrica de $3,6$ watt.hora. Mantendo-se, em uma residência, apenas um equipamento ligado, observa-se que o disco executa uma volta a cada 40 segundos. Nesse caso, a potência "consumida" por esse equipamento é de, aproximadamente,

- a) $36W$
 b) $90W$
 c) $144W$
 d) $324W$
 e) $1000W$

A quantidade de energia elétrica de 3,6 watt-hora é definida como aquela que um equipamento de 3,6 W consumiria se permanecesse ligado durante 1 hora.

6. (2002) Para um teste de controle, foram introduzidos três amperímetros (A_1 , A_2 e A_3) em um trecho de um circuito, entre M e N, por onde passa uma corrente total de 14A (indicada pelo amperímetro A_4). Nesse trecho, encontram-se cinco lâmpadas, interligadas como na figura, cada uma delas com resistência invariável R. Nessas condições, os amperímetros A_1 , A_2 e A_3 indicarão, respectivamente, correntes I_1 , I_2 e I_3 com valores aproximados de



- a) $I_1 = 1,0A$ $I_2 = 2,0A$ $I_3 = 11A$
 b) $I_1 = 1,5A$ $I_2 = 3,0A$ $I_3 = 9,5A$
 c) $I_1 = 2,0A$ $I_2 = 4,0A$ $I_3 = 8,0A$
 d) $I_1 = 5,0A$ $I_2 = 3,0A$ $I_3 = 6,0A$
 e) $I_1 = 8,0A$ $I_2 = 4,0A$ $I_3 = 2,0A$

7. (2002) Usando todo o calor produzido pela combustão direta de gasolina, é possível, com 1,0 litro de tal produto, aquecer 200 litros de água de $10^\circ C$ a $45^\circ C$. Esse mesmo aquecimento pode ser obtido por um gerador de eletricidade, que consome 1,0 litro de gasolina por hora e fornece 110 V a um resistor de 11Ω , imerso na água, durante um certo intervalo de tempo. Todo o calor liberado pelo resistor é transferido à água. Nessas condições, o aquecimento da água obtido através do gerador, quando comparado ao obtido diretamente a partir da combustão, consome uma quantidade de gasolina, aproximadamente,

- a) 7 vezes menor d) 4 vezes maior
 b) 4 vezes menor
 c) igual e) 7 vezes maior

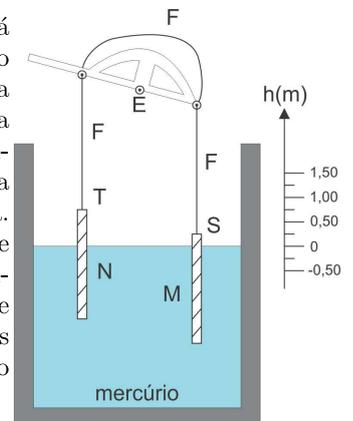
8. (2003) Ganhei um chuveiro elétrico de **6050W - 220V**. Para que esse chuveiro forneça a mesma

potência na minha instalação, de 110V, devo mudar a sua resistência para o seguinte valor, em ohms:

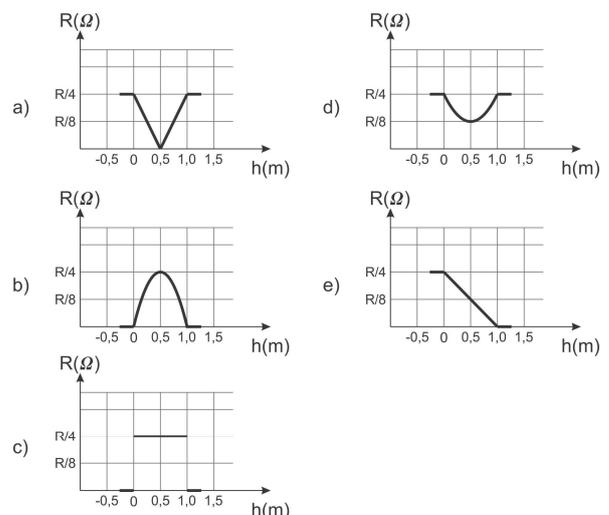
- a) 0,5 d) 4,0
 b) 1,0
 c) 2,0 e) 8,0

9. (2003) Duas barras M e N, de pequeno diâmetro, com **1,5m** de comprimento, feitas de material condutor com resistência de $R\Omega$ a cada metro de comprimento, são suspensas pelos pontos S e T e eletricamente interligadas por um fio flexível e condutor F, fixado às extremidades de uma alavanca que pode girar em torno de um eixo E. As barras estão parcialmente imersas em mercúrio líquido, como mostra a figura ao lado.

Quando a barra M está totalmente imersa, o ponto S se encontra na superfície do líquido, e a barra N fica com um comprimento de **1,0m** fora do mercúrio e vice-versa. Suponha que os fios e o mercúrio sejam condutores perfeitos e que a densidade das barras seja maior do que a do mercúrio.

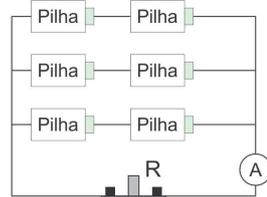


Quando o extremo S da barra M se encontra a uma altura h da superfície do mercúrio, o valor da resistência elétrica r , entre o fio F e o mercúrio, em função da altura h , é melhor representado pelo gráfico



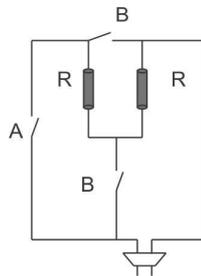
10. (2004) Seis pilhas iguais, cada uma com diferença de potencial V , estão ligadas a um aparelho, com resistência elétrica R , na forma esquematizada na figura. Nessas condições, a corrente medida pelo amperímetro A , colocado na posição indicada, é igual a

- a) $\frac{V}{R}$
b) $\frac{2V}{R}$
c) $\frac{2V}{3R}$
d) $\frac{3V}{R}$
e) $\frac{6V}{R}$



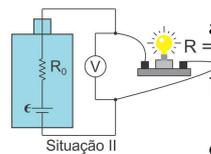
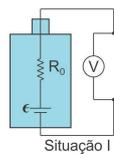
11. (2005) Um aquecedor elétrico é formado por duas resistências elétricas R iguais. Nesse aparelho, é possível escolher entre operar em redes de 110 V (Chaves B fechadas e chave A aberta) ou redes de 220 V (Chave A fechada e chaves B abertas). Chamando as potências dissipadas por esse aquecedor de $P(220)$ e $P(110)$, quando operando, respectivamente, em 220V e 110V, verifica-se que as potências dissipadas, são tais que

- a) $P(220) = \frac{1}{2}P(110)$
b) $P(220) = P(110)$
c) $P(220) = \frac{3}{2}P(110)$
d) $P(220) = 2P(110)$
e) $P(220) = 4P(110)$



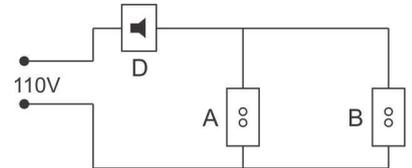
12. (2006) Uma bateria possui força eletromotriz ϵ e resistência interna R_0 . Para determinar essa resistência, um voltímetro foi ligado aos dois pólos da bateria, obtendo-se $V_0 = \epsilon$ (situação I). Em seguida, os terminais da bateria foram conectados a uma lâmpada. Nessas condições, a lâmpada tem resistência $R = 4\Omega$ e o voltímetro indica V_A (situação II), de tal forma que $\frac{V_0}{V_A} = 1,2$. Dessa experiência, conclui-se que o valor de R_0 é

- a) $0,8\Omega$
b) $0,6\Omega$
c) $0,4\Omega$
d) $0,2\Omega$
e) $0,1\Omega$



13. (2007) Na cozinha de uma casa, ligada à rede elétrica de 110 V, há duas tomadas A e B. Deseja-se utilizar, simultaneamente, um forno de microondas e um ferro de passar, com as características indicadas. Para que isso seja possível, é necessário que o disjuntor (D) dessa instalação elétrica, seja de, no mínimo,

- a) 10A
b) 15A
c) 20A
d) 25A
e) 30A

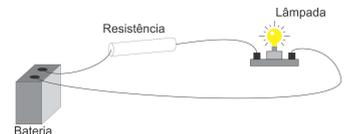


| Ferro de Passar | Microondas |
|-----------------|---------------|
| Tensão: 110V | Tensão: 110V |
| Potência 1400W | Potência 920W |

Disjuntor ou Fusível: dispositivo que interrompe o circuito quando a corrente ultrapassa o limite especificado.

14. (2008) Uma estudante quer utilizar uma lâmpada (dessas de lanterna de pilhas) e dispõe de uma bateria de 12V. A especificação da lâmpada indica que a tensão de operação é 4,5V e a potência elétrica utilizada durante a operação é de 2,25W. Para que a lâmpada possa ser ligada à bateria de 12V, será preciso colocar uma resistência elétrica, em série, de aproximadamente

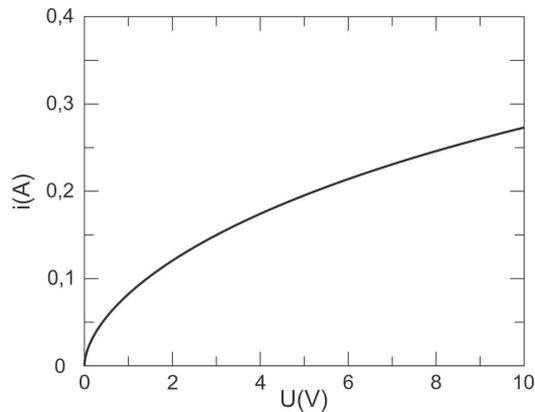
- a) $0,5\Omega$
b) $4,5\Omega$
c) $9,0\Omega$
d) 12Ω
e) 15Ω



15. (2010) Medidas elétricas indicam que a superfície terrestre tem carga elétrica total negativa de, aproximadamente, 600.000 coulombs. Em tempestades, raios de cargas positivas, embora raros, podem atingir a superfície terrestre. A corrente elétrica desses raios pode atingir valores de até 300.000A. Que fração da carga elétrica total da Terra poderia ser compensada por um raio de 300.000 A e com duração de 0,5s?

- a) $\frac{1}{2}$
b) $\frac{1}{3}$
c) $\frac{1}{4}$
d) $\frac{1}{10}$
e) $\frac{1}{20}$

16. (2011) O filamento de uma lâmpada incandescente, submetido a uma tensão U , é percorrido por uma corrente de intensidade i . O gráfico abaixo mostra a relação entre i e U .



As seguintes afirmações se referem a essa lâmpada.

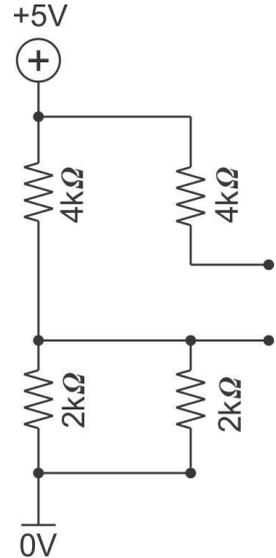
- I. A resistência do filamento é a mesma para qualquer valor da tensão aplicada.
- II. A resistência do filamento diminui com o aumento da corrente.
- III. A potência dissipada no filamento aumenta com o aumento da tensão aplicada.

Dentre essas afirmações, somente

- a) I está correta.
 - b) II está correta.
 - c) III está correta.
 - d) I e III estão corretas.
 - e) II e III estão corretas.
17. (2012) Energia elétrica gerada em Itaipu é transmitida da subestação de Foz do Iguaçu (Paraná) a Tijuco Preto (São Paulo), em alta tensão de 750 kV, por linhas de 900 km de comprimento. Se a mesma potência fosse transmitida por meio das mesmas linhas, mas em 30 kV, que é a tensão utilizada em redes urbanas, a perda de energia por efeito Joule seria, aproximadamente,
- a) 27.000 vezes maior
 - b) 625 vezes maior
 - c) 30 vezes maior
 - d) 25 vezes maior
 - e) a mesma
18. (2013)

No circuito da figura ao lado, a diferença de potencial, em módulo, entre os pontos A e B é de

- a) 5V
- b) 4V
- c) 3V
- d) 1V
- e) 0V

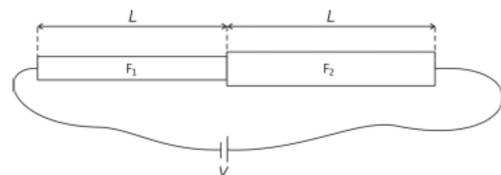


19. (2013) Um raio proveniente de uma nuvem transportou para o solo uma carga de 10 C sob uma diferença de potencial de 100 milhões de volts. A energia liberada por esse raio é

- a) 30MWh
- b) 3MWh
- c) 300kWh
- d) 30kWh
- e) 3kWh

Note e Adote
 $1\text{J} = 3 \times 10^{-7} \text{kWh}$

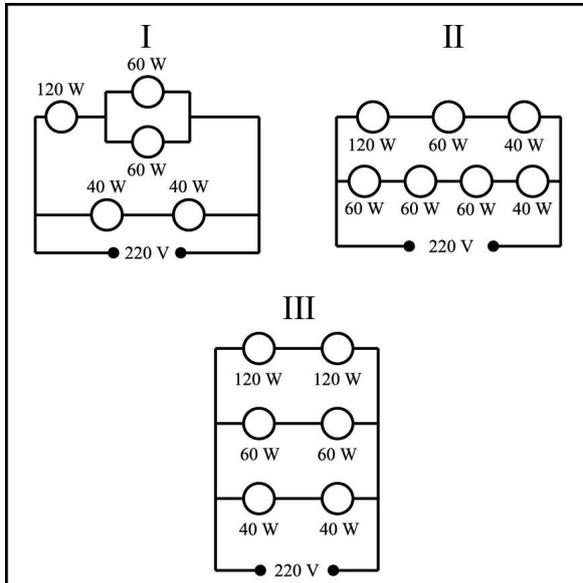
20. (2014) Dois fios metálicos, F_1 e F_2 , cilíndricos, do mesmo material de resistividade ρ , de seções transversais de áreas, respectivamente, A_1 e $A_2 = 2A_1$, têm comprimento L e são emendados, como ilustra a figura abaixo. O sistema formado pelos fios é conectado a uma bateria de tensão V .



Nessas condições, a diferença de potencial V_1 , entre as extremidades de F_1 , e V_2 , entre as de F_2 , são tais que

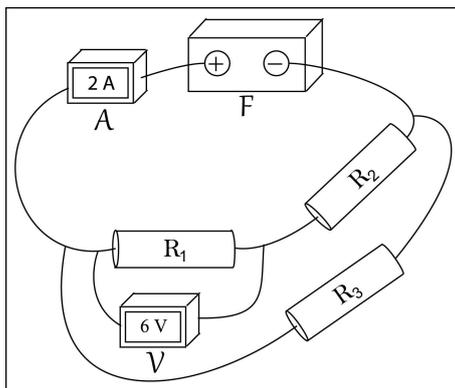
- (a) $V_1 = V_2/4$
- (b) $V_1 = V_2/2$
- (c) $V_1 = V_2$
- (d) $V_1 = 2V_2$
- (e) $V_1 = 4V_2$

21. (2015) Dispõe-se de várias lâmpadas incandescentes de diferentes potências, projetadas para serem utilizadas em 110V de tensão. Elas foram acopladas, como nas figuras I, II e III abaixo, e ligadas em 220V.



Em quais desses circuitos, as lâmpadas funcionarão como se estivessem individualmente ligadas a uma fonte de tensão de 110V?

- a) Somente em I. d) Em I e III.
b) Somente em II. e) Em II e III.
c) Somente em III.
22. (2016) O arranjo experimental representado na figura é formado por uma fonte de tensão \mathcal{F} , um amperímetro \mathcal{A} , um voltímetro \mathcal{V} , três resistores, R_1 , R_2 e R_3 , de resistências iguais, e fios de ligação



Quando o amperímetro mede uma corrente de 2A e o voltímetro, uma tensão de 6V, a potência dissipada em R_2 é igual a

- a) 4W.
b) 6W.
c) 12W.
d) 18W.
e) 24W.

23. (2017) No início do século XX, Pierre Curie e colaboradores, em uma experiência para determinar características do recém-descoberto elemento químico rádio, colocaram uma pequena quantidade desse material em um calorímetro e verificaram que 1,30 grama de água líquida ia do ponto de congelamento ao ponto de ebulição em uma hora. A potência média liberada pelo rádio nesse período de tempo foi, aproximadamente,

- (a) 0,06 W
(b) 0,10 W
(c) 0,14 W
(d) 0,18 W
(e) 0,22 W

Note e adote:

Calor específico da água: $1\text{cal}/(g^\circ\text{C})$

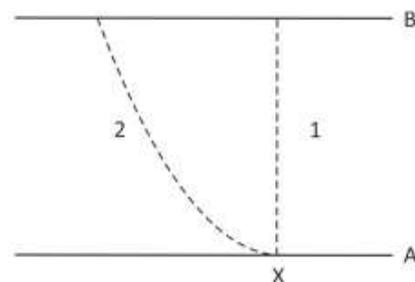
$1\text{cal} = 4\text{J}$

Temperatura de congelamento da água: 0°C

Temperatura de ebulição da água: 100°C

Considere que toda a energia emitida pelo rádio foi absorvida pela água e empregada exclusivamente para elevar sua temperatura.

24. (2018) Na figura, A e B representam duas placas metálicas; a diferença de potencial entre elas é $V_B - V_A = 2,0 \times 10^4\text{V}$. As linhas tracejadas 1 e 2 representam duas possíveis trajetórias de um elétron, no plano da figura.

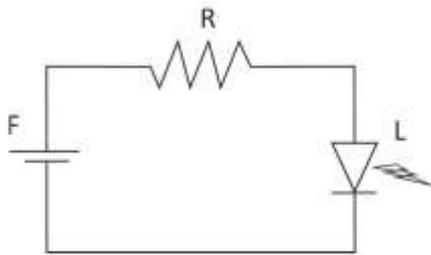


Considere a carga do elétron igual a $-1,6 \times 10^{-19}\text{C}$ e as seguintes afirmações com relação à energia cinética de um elétron que sai do ponto X na placa A e atinge a placa B:

- I. Se o elétron tiver velocidade inicial nula, sua energia cinética, ao atingir a placa B , será $3,2 \times 10^{-15} J$.
- II. A variação da energia cinética do elétron é a mesma, independentemente de ele ter percorrido as trajetórias 1 ou 2.
- III. O trabalho realizado pela força elétrica sobre o elétron na trajetória 2 é maior do que o realizado sobre o elétron na trajetória 1.

Apenas é correto o que se afirma em

- a) I.
b) II.
c) III.
d) I e II.
e) I e III.
25. (2018) Atualmente são usados LEDs (*Light Emitting Diode*) na iluminação doméstica. LEDs são dispositivos semicondutores que conduzem a corrente elétrica apenas em um sentido. Na figura, há um circuito de alimentação de um LED (L) de 8 W, que opera com 4 V, sendo alimentado por uma fonte (F) de 6 V.



O valor da resistência do resistor (R), em Ω , necessário para que o LED opere com seus valores nominais é, aproximadamente,

- a) 1,0.
b) 2,0.
c) 3,0.
d) 4,0.
e) 5,0.
26. (2018) Em 2016, as lâmpadas incandescentes tiveram sua venda definitivamente proibida no país, por razões energéticas. Uma lâmpada fluorescente, considerada energeticamente eficiente, consome 28 W de potência e pode produzir a mesma intensidade luminosa que uma lâmpada incandescente consumindo a potência de 100 W. A vida útil média da lâmpada fluorescente é de 10.000 h e seu preço médio é de R\$ 20,00, enquanto a lâmpada incandescente tem vida útil de 1.000 h e cada unidade custaria, hoje, R\$ 4,00. O custo da energia é de R\$ 0,25 por quilowatt-hora. O valor total, em reais, que pode ser poupado usando uma lâmpada fluorescente, ao longo da sua vida útil, ao invés de usar lâmpadas incandescentes para obter a mesma intensidade luminosa, durante o mesmo período de tempo, é
- a) 90,00.
b) 140,00.
c) 200,00.
d) 250,00.
e) 290,00.



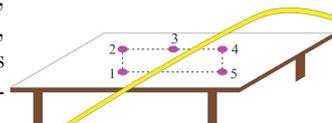
4.1 Gabarito - Eletrodinâmica

- | | | | | |
|------|-------|-------|-------|-------|
| 1. D | 7. E | 13. D | 19. C | 25. A |
| 2. D | 8. C | 14. E | 20. D | 26. C |
| 3. C | 9. B | 15. C | 21. D | |
| 4. B | 10. B | 16. C | 22. A | |
| 5. D | 11. B | 17. B | 23. C | |
| 6. C | 12. A | 18. B | 24. D | |

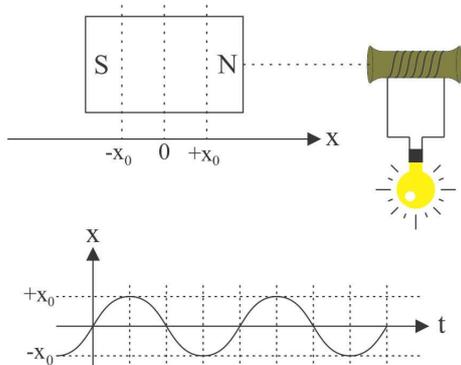
5 Eletromagnetismo

1. (2000) Apoiado sobre uma mesa, observa-se o trecho de um fio longo, ligado a uma bateria. Cinco bússolas são colocadas próximas ao fio, na horizontal, nas seguintes posições: 1 e 5 sobre a mesa; 2, 3 e 4 a alguns centímetros acima da mesa. As agulhas das bússolas só podem mover-se no plano horizontal. Quando não há corrente no fio, todas as agulhas das bússolas permanecem paralelas ao fio.

Se passar corrente no fio, será observada deflexão, no plano horizontal, das agulhas das bússolas colocadas somente

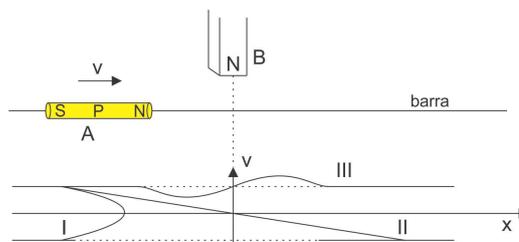


- na posição 3
 - nas posições 1 e 5
 - nas posições 2 e 4
 - nas posições 1, 3 e 5
 - nas posições 2, 3 e 4
2. (2000) Um ímã é colocado próximo a um arranjo, composto por um fio longo enrolado em um carretel e ligado a uma pequena lâmpada, conforme a figura. O ímã é movimentado para a direita e para a esquerda, de tal forma que a posição x de seu ponto médio descreve o movimento indicado pelo gráfico, entre $-x_0$ e $+x_0$.



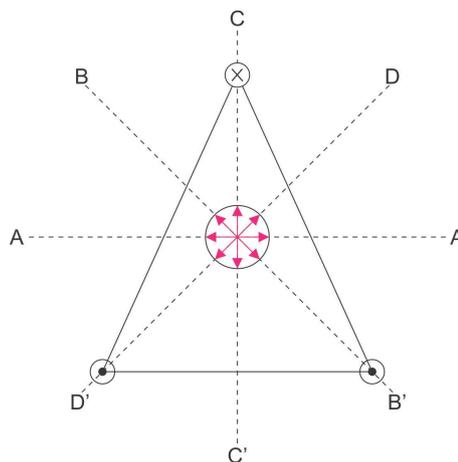
- é máxima quando o ímã está mais próximo do carretel ($x = +x_0$)
- é máxima quando o ímã está mais distante do carretel ($x = -x_0$)
- independe da velocidade do ímã e aumenta à medida que ele se aproxima do carretel
- independe da velocidade do ímã e aumenta à medida que ele se afasta do carretel
- depende da velocidade do ímã e é máxima quando seu ponto médio passa próximo a $x = 0$

3. (2001) Um ímã cilíndrico A, com um pequeno orifício ao longo de seu eixo, pode deslocar-se sem atrito sobre uma fina barra de plástico horizontal. Próximo à barra e fixo verticalmente, encontra-se um longo ímã B, cujo pólo S encontra-se muito longe e não está representado na figura. Inicialmente o ímã A está longe do B e move-se com velocidade V , da esquerda para a direita.



Desprezando efeitos dissipativos, o conjunto de todos os gráficos que podem representar a velocidade V do ímã A, em função da posição x de seu centro P, é constituído por

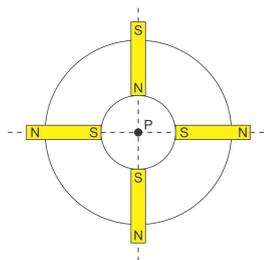
- I
 - I e II
 - II e III
 - I e III
 - I, II e III
4. (2001) Três fios verticais e muito longos atravessam uma superfície plana e horizontal, nos vértices de um triângulo isósceles, como na figura abaixo desenhada no plano. Por dois deles (\odot), passa uma mesma corrente que sai



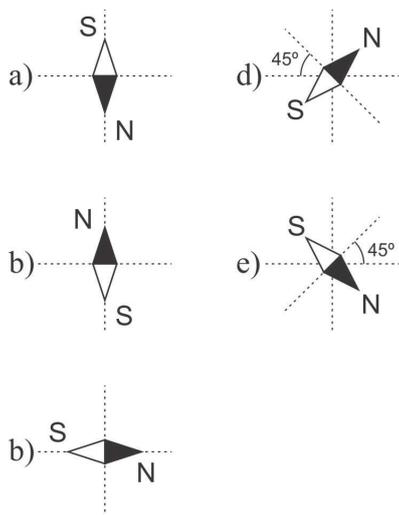
do plano do papel e pelo terceiro (\otimes), uma corrente que entra nesse plano. Desprezando-se os efeitos do campo magnético terrestre, a direção da agulha de uma bússola, colocada equidistante deles, seria melhor representada pela reta

- a) AA'
- b) BB'
- c) CC'
- d) DD'
- e) perpendicular ao plano do papel.

5. (2002) Quatro ímãs iguais em forma de barra, com as polaridades indicadas, estão apoiados sobre uma mesa horizontal, como na figura, vistos de cima. Uma pequena bússola é também colocada na mesa, no ponto central P, equidistante dos ímãs, indicando a direção

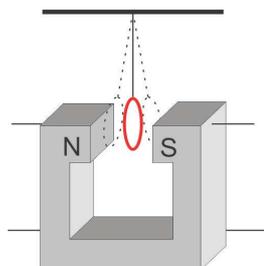


e o sentido do campo magnético dos ímãs em P. Não levando em conta o efeito do campo magnético terrestre, a figura que melhor representa a orientação da agulha da bússola é



6. (2002) Um anel de alumínio, suspenso por um fio isolante, oscila entre os pólos de um ímã, mantendo-se, inicialmente, no plano perpendicular ao eixo N-S e equidistante das faces polares. O anel oscila, entrando e saindo da região entre os pólos, com uma certa amplitude.

Nessas condições, sem levar em conta a resistência do ar e outras formas de atrito mecânico, pode-se afirmar que, com o passar do tempo,

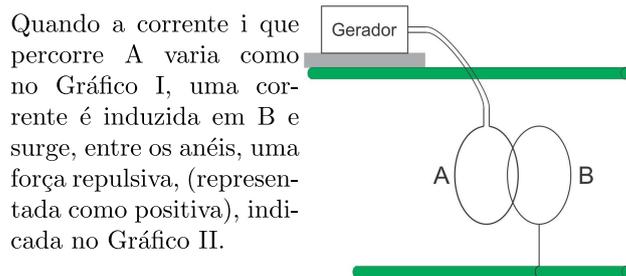


- a) a amplitude de oscilação do anel diminui.
- b) a amplitude de oscilação do anel aumenta.
- c) a amplitude de oscilação do anel permanece constante.
- d) o anel é atraído pelo pólo Norte do ímã e lá permanece.
- e) o anel é atraído pelo pólo Sul do ímã e lá permanece.

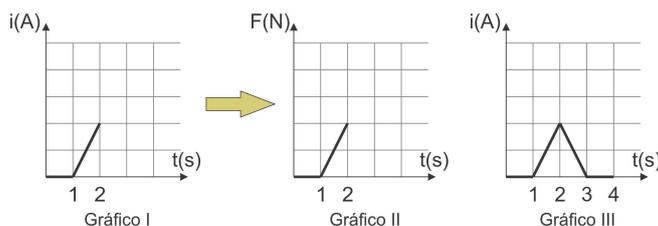
7. (2003) Um feixe de elétrons, todos com mesma velocidade, penetra em uma região do espaço onde há um campo elétrico uniforme entre duas placas condutoras, planas e paralelas, uma delas carregada positivamente e a outra, negativamente. Durante todo o percurso, na região entre as placas, os elétrons têm trajetória retilínea, perpendicular ao campo elétrico. Ignorando efeitos gravitacionais, esse movimento é possível se entre as placas houver, além do campo elétrico, também um campo magnético, com intensidade adequada e

- a) perpendicular ao campo elétrico e à trajetória dos elétrons.
- b) paralelo e de sentido oposto ao do campo elétrico.
- c) paralelo e de mesmo sentido que o do campo elétrico.
- d) paralelo e de sentido oposto ao da velocidade dos elétrons.
- e) paralelo e de mesmo sentido que o da velocidade dos elétrons.

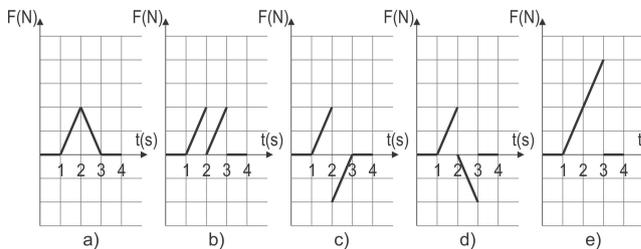
8. (2004) Dois anéis circulares iguais, A e B, construídos com fio condutor, estão frente a frente. O anel A está ligado a um gerador, que pode lhe fornecer uma corrente variável.



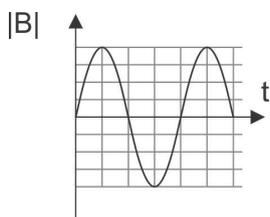
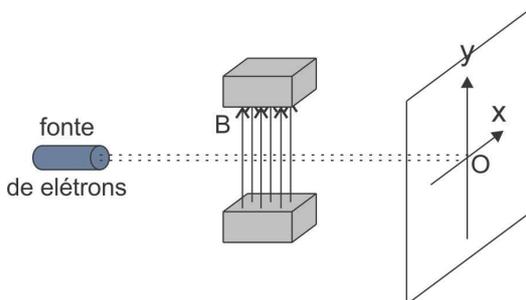
Quando a corrente i que percorre A varia como no Gráfico I, uma corrente é induzida em B e surge, entre os anéis, uma força repulsiva, (representada como positiva), indicada no Gráfico II.



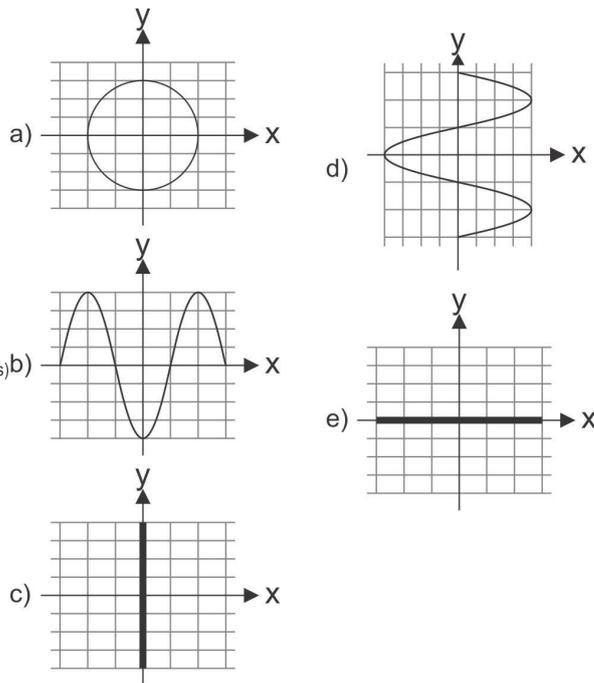
Considere agora a situação em que o gerador fornece ao anel A uma corrente como indicada no Gráfico III. Nesse caso, a força entre os anéis pode ser representada por



9. (2005) Assim como ocorre em tubos de TV, um feixe de elétrons move-se em direção ao ponto central O de uma tela, com velocidade constante. A trajetória dos elétrons é modificada por um campo magnético vertical B, na direção perpendicular à trajetória do feixe, cuja intensidade varia em função do tempo t como indicado no gráfico. Devido a esse campo, os elétrons incidem na tela, deixando um traço representado por uma das figuras abaixo.

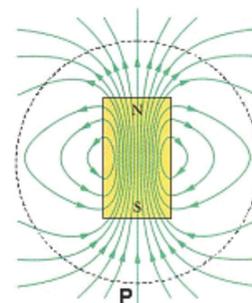


A figura que pode representar o padrão visível na tela é



10. (2006) Sobre uma mesa plana e horizontal, é colocado um ímã em forma de barra, representado na figura, visto de cima, juntamente com algumas linhas de seu campo magnético.

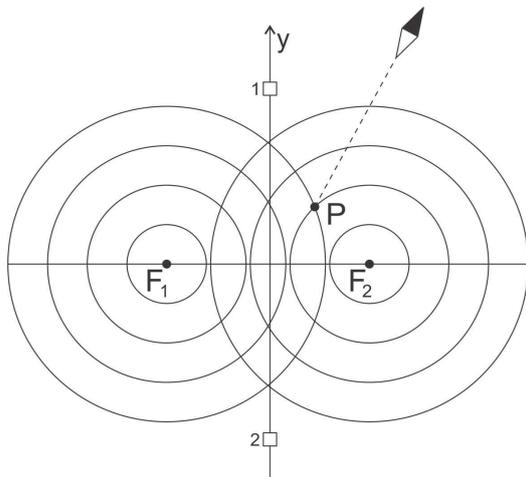
Uma pequena bússola é deslocada, lentamente, sobre a mesa, a partir do ponto P, realizando uma volta circular completa em torno do ímã. Ao final desse movimento, a agulha da bússola terá completado, em torno de seu próprio eixo, um número de voltas igual a



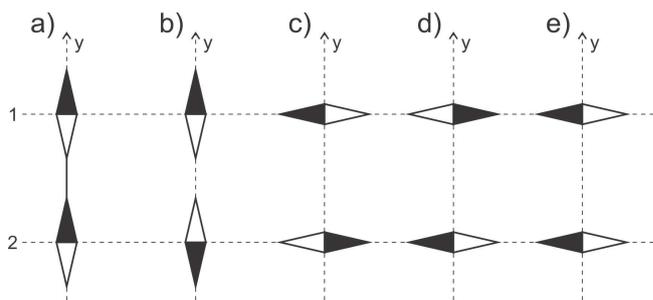
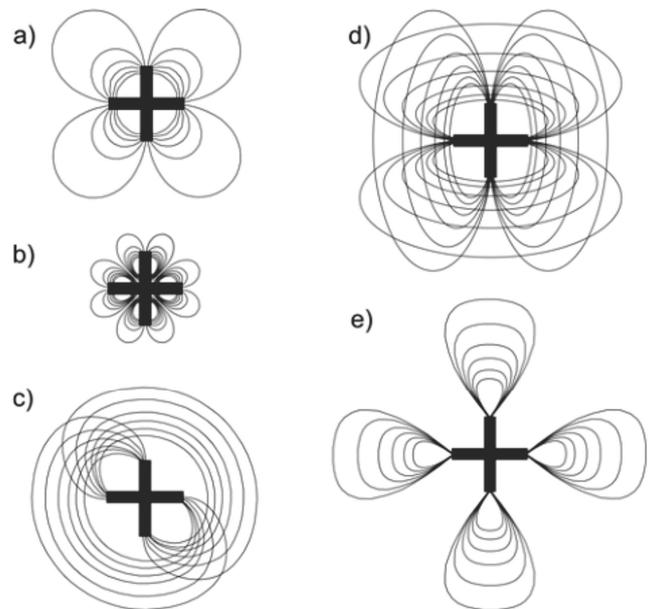
- a) $\frac{1}{4}$ de volta
b) $\frac{1}{2}$ de volta
c) 1 volta completa
d) 2 voltas completas
e) 4 voltas completas

Nessas condições, desconsidere o campo magnético da terra.

11. (2007) Uma bússola é colocada sobre uma mesa horizontal, próxima a dois fios compridos, F_1 e F_2 , percorridos por correntes de mesma intensidade. Os fios estão dispostos perpendicularmente à mesa e a atravessam. Quando a bússola é colocada em P, sua agulha aponta na direção indicada. Em seguida, a bússola é colocada na posição 1 e depois na posição 2, ambas equidistantes dos fios.

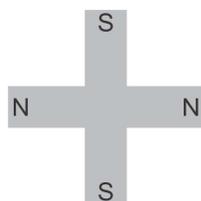


Nessas posições, a agulha da bússola indicará, respectivamente, as direções

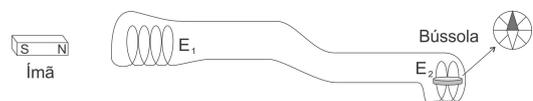


12. (2008) Um objeto de ferro, de pequena espessura e em forma de cruz, está magnetizado e apresenta dois pólos Norte (N) e dois pólos Sul (S). Quando esse objeto é colocado horizontalmente sobre uma mesa plana,

as linhas que melhor representam, no plano da mesa, o campo magnético por ele criado, são as indicadas em



13. (2009) Em uma experiência, um longo fio de cobre foi enrolado, formando dois conjuntos de espiras, E_1 e E_2 , ligados entre si e mantidos muito distantes um do outro. Em um dos conjuntos, E_2 , foi colocada uma bússola, com a agulha apontando para o Norte, na direção perpendicular ao eixo das espiras.



A experiência consistiu em investigar possíveis efeitos sobre essa bússola, causados por um ímã, que é movimentado ao longo do eixo do conjunto de espiras E_1 .

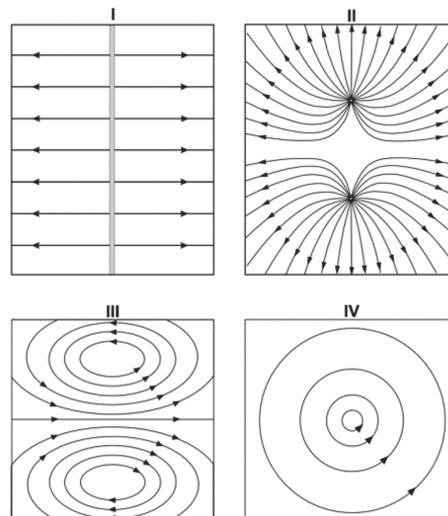
Foram analisadas três situações:

- I. Enquanto o ímã é empurrado para o centro do conjunto das espiras E_1 .
- II. Quando o ímã é mantido parado no centro do conjunto das espiras E_1 .
- III. Enquanto o ímã é puxado, do centro das espiras E_1 , retornando a sua posição inicial.

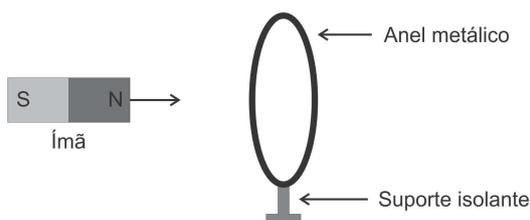
Um possível resultado a ser observado, quanto à posição da agulha da bússola, nas três situações dessa experiência, poderia ser representado por

| (situação inicial) ímã muito afastado | (situação I) ímã sendo empurrado | (situação II) ímã parado dentro | (situação III) ímã sendo puxado |
|--|-------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| | a) | | |
| | b) | | |
| | c) | | |
| | d) | | |
| | e) | | |

O eixo do conjunto de espiras E_2 tem direção leste-oeste.



14. (2010) Aproxima-se um ímã de um anel metálico fixo em um suporte isolante, como mostra a figura. O movimento do ímã, em direção ao anel,

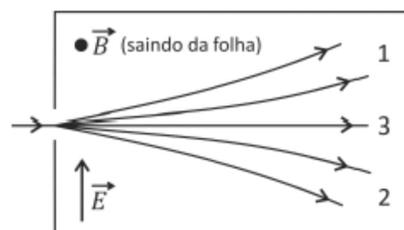


- a) não causa efeitos no anel.
- b) produz corrente alternada no anel.
- c) faz com que o polo sul do ímã vire polo norte e vice-versa.
- d) produz corrente elétrica no anel, causando uma força de atração entre anel e ímã.
- e) produz corrente elétrica no anel, causando uma força de repulsão entre anel e ímã.
15. (2012) Em uma aula de laboratório, os estudantes foram divididos em dois grupos. O grupo A fez experimentos com o objetivo de desenhar linhas de campo elétrico e magnético. Os desenhos feitos estão apresentados nas figuras I, II, III e IV abaixo.

Aos alunos do grupo B, coube analisar os desenhos produzidos pelo grupo A e formular hipóteses. Dentre elas, a única correta é que as figuras I, II, III e IV podem representar, respectivamente, linhas de campo

- a) eletrostático, eletrostático, magnético e magnético.
- b) magnético, magnético, eletrostático e eletrostático.
- c) eletrostático, magnético, eletrostático e magnético.
- d) magnético, eletrostático, eletrostático e magnético.
- e) eletrostático, magnético, magnético e magnético.

16. (2014) Partículas com carga elétrica positiva penetram em uma câmara em vácuo, onde há, em todo seu interior, um campo elétrico de módulo E e um campo magnético de módulo B , ambos uniformes e constantes, perpendiculares entre si, nas direções e sentidos indicados na figura. As partículas entram na câmara com velocidades perpendiculares aos campos e de módulos v_1 (grupo 1), v_2 (grupo 2) e v_3 (grupo 3). As partículas do grupo 1 têm sua trajetória encurvada em um sentido, as do grupo 2, em sentido oposto, e as do grupo 3 não têm sua trajetória desviada. A situação está ilustrada na figura abaixo.



Considere as seguintes afirmações sobre as velocidades das partículas de cada grupo:

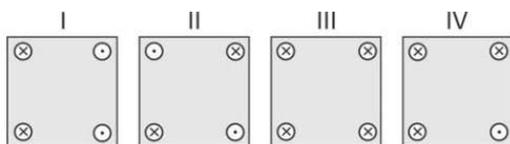
- (I) $v_1 > v_2$ e $v_1 > E/B$
 (II) $v_1 < v_2$ e $v_1 < E/B$
 (III) $v_3 = E/B$

Está correto apenas o que se afirma em

- (a) I.
 (b) II.
 (c) III.
 (d) I e III.
 (e) II e III.

Note e adote:
 Os módulos das forças elétrica (F_E) e magnética (F_M) são:
 $F_E = qE$
 $F_M = qvB$

17. (2017) As figuras representam arranjos de fios longos, retilíneos, paralelos e percorridos por correntes elétricas de mesma intensidade. Os fios estão orientados perpendicularmente ao plano desta página e dispostos segundo os vértices de um quadrado. A única diferença entre os arranjos está no sentido das correntes: os fios são percorridos por correntes que entram (\otimes) ou saem (\odot) do plano da página.

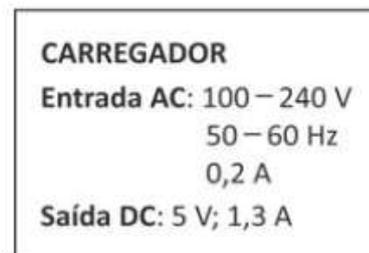
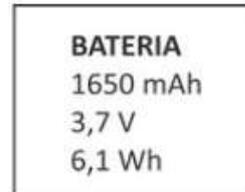


O campo magnético total é nulo no centro do quadrado apenas em

- (a) I.

- (b) II.
 (c) I e II.
 (d) II e III.
 (e) III e IV.

18. (2017) Na bateria de um telefone celular e em seu carregador, estão registradas as seguintes especificações:



Com a bateria sendo carregada em uma rede de 127 V, a potência máxima que o carregador pode fornecer e a carga máxima que pode ser armazenada na bateria são, respectivamente, próximas de

- (a) 25,4 W e 5940 C.
 (b) 25,4 W e 4,8 C.
 (c) 6,5 W e 21960 C.
 (d) 6,5 W e 5940 C.
 (e) 6,1 W e 4,8 C.

Note e adote:
 AC: corrente alternada;
 DC: corrente contínua.



5.1 Gabarito - Eletromagnetismo

| | | | | | |
|------|------|------|-------|-------|-------|
| 1. E | 4. A | 7. A | 10. D | 13. A | 16. E |
| 2. E | 5. A | 8. C | 11. A | 14. E | 17. D |
| 3. D | 6. A | 9. E | 12. A | 15. A | 18. D |

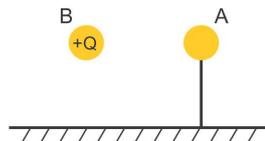
6 Eletrostática

1. (2000) Duas esferas metálicas A e B estão próximas uma da outra. A esfera A está ligada à Terra, cujo potencial é nulo, por um fio condutor. A esfera B está isolada e carregada com carga $+Q$. Considere as seguintes afirmações:

- I O potencial da esfera A é nulo
II A carga total da esfera A é nula
III A força elétrica total sobre a esfera A é nula

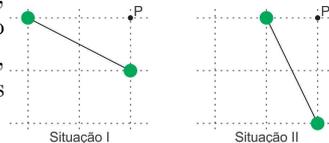
Está correto apenas o que se afirma em

- a) I
b) I e II
c) I e III
d) II e III
e) I, II e III



2. (2001) Duas pequenas esferas, com cargas elétricas iguais, ligadas por uma barra isolante, são inicialmente colocadas como descrito na situação I. Em seguida, aproxima-se uma das esferas de P, reduzindo-se à metade sua distância até esse ponto, ao mesmo tempo em que se duplica a distância entre a outra esfera e P, como na situação II.

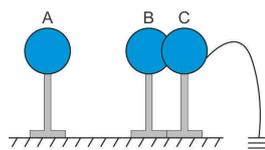
O campo elétrico em P, no plano que contém o centro das duas esferas, possui, nas duas situações indicadas,



- a) mesma direção e intensidade.
b) direções diferentes e mesma intensidade.
c) Mesma direção e maior intensidade em I.
d) direções diferentes e maior intensidade em I.
e) direções diferentes e maior intensidade em II.

3. (2002) Três esferas metálicas iguais, A, B e C, estão apoiadas em suportes isolantes, tendo a esfera A carga elétrica negativa. Próximas a ela, as esferas B e C estão em contato entre si, sendo que C está ligada à terra por um fio condutor, como na figura. A partir dessa configuração, o fio é retirado e, em seguida, a esfera A é levada para muito longe.

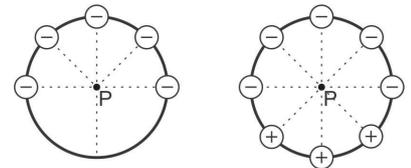
Finalmente, as esferas B e C são afastadas uma da outra. Após esses procedimentos, as cargas das três esferas satisfazem as relações



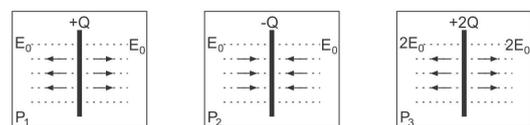
- a) $Q_A < 0$, $Q_B > 0$, e $Q_C > 0$
b) $Q_A < 0$, $Q_B = 0$, e $Q_C = 0$
c) $Q_A = 0$, $Q_B < 0$, e $Q_C < 0$
d) $Q_A > 0$, $Q_B > 0$, e $Q_C = 0$
e) $Q_A > 0$, $Q_B < 0$, e $Q_C > 0$

4. (2004) Pequenas esferas, carregadas com cargas elétricas negativas de mesmo módulo Q , estão dispostas sobre um anel isolante e circular, como indicado na figura I. Nessa configuração, a intensidade da força elétrica que age sobre uma carga de prova negativa, colocada no centro do anel (ponto P), é F_1 . Se forem acrescentadas sobre o anel três outras cargas de mesmo módulo Q , mas positivas, como na figura II, a intensidade da força elétrica no ponto P passará a ser

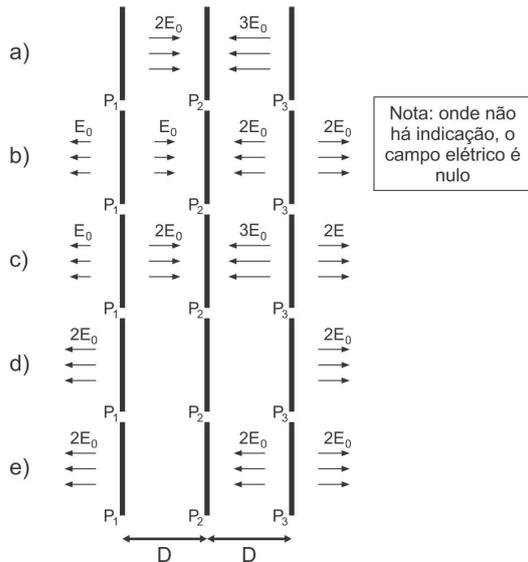
- a) zero
b) $(\frac{1}{2}) F_1$
c) $(\frac{3}{4}) F_1$
d) F_1
e) $2F_1$



5. (2005) Três grandes placas P_1 , P_2 e P_3 , com, respectivamente, cargas $+Q$, $-Q$ e $+2Q$, geram campos elétricos uniformes em certas regiões do espaço. As figuras abaixo mostram, cada uma, intensidade, direção e sentido dos campos criados pelas respectivas placas P_1 , P_2 e P_3 , quando vistas de perfil.



Colocando-se as placas próximas, separadas pela distância D indicada, o campo elétrico resultante, gerado pelas três placas em conjunto, é representado por

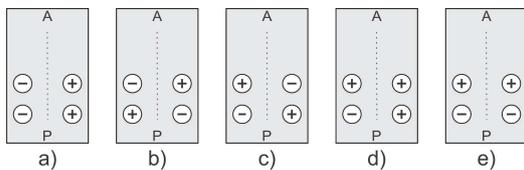


- b) instável e instável.
- c) estável e indiferente.
- d) estável e estável.
- e) estável e instável

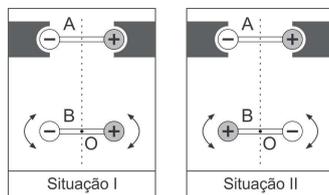
SITUAÇÕES DE EQUILÍBRIO
(após o sistema ser levemente deslocado de sua posição inicial)

Estável = tende a retornar ao equilíbrio inicial
Instável = tende a afastar-se do equilíbrio inicial
Indiferente = permanece em equilíbrio na nova posição

6. (2006) Um pequeno objeto, com carga elétrica positiva, é largado da parte superior de um plano inclinado, no ponto A, e desliza, sem ser desviado, até atingir o ponto P. Sobre o plano, estão fixados 4 pequenos discos com cargas elétricas de mesmo módulo. As figuras representam os discos e os sinais das cargas, vendo-se o plano de cima. Das configurações abaixo, a única compatível com a trajetória retilínea do objeto é



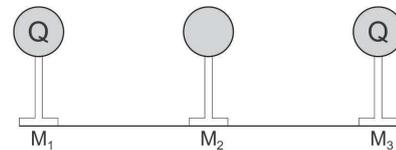
7. (2007) Duas barras isolantes, A e B, iguais, colocadas sobre uma mesa, têm em suas extremidades, esferas com cargas elétricas de módulos iguais e sinais opostos. A barra A é fixa, mas a barra B pode girar livremente em torno de seu centro O, que permanece fixo. Nas situações I e II, a barra B foi colocada em equilíbrio, em posições opostas.



Para cada uma dessas duas situações, o equilíbrio da barra B pode ser considerado como sendo, respectivamente

- a) indiferente e instável.

8. (2008) Três esferas metálicas, M_1 , M_2 e M_3 , de mesmo diâmetro e montadas em suportes isolantes, estão bem afastadas entre si e longe de outros objetos.



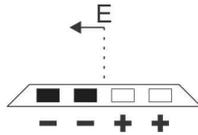
Inicialmente M_1 e M_3 têm cargas iguais, com valor Q , e M_2 está descarregada. São realizadas duas operações, na sequência indicada:

- I. A esfera M_1 é aproximada de M_2 até que ambas fiquem em contato elétrico. A seguir, M_1 é afastada até retornar à sua posição inicial.
- II. A esfera M_1 é aproximada de M_2 até que ambas fiquem em contato elétrico. A seguir, M_1 é afastada até retornar à sua posição inicial.

Após essas duas operações, as cargas nas esferas serão cerca de

| | M_1 | M_2 | M_3 |
|----|--------|--------|--------|
| a) | $Q/2$ | $Q/4$ | $Q/4$ |
| b) | $Q/2$ | $3Q/4$ | $3Q/4$ |
| c) | $2Q/3$ | $2Q/3$ | $2Q/3$ |
| d) | $3Q/4$ | $Q/2$ | $3Q/4$ |
| e) | Q | 0 | Q |

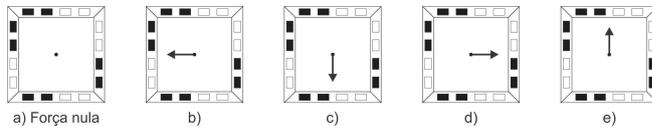
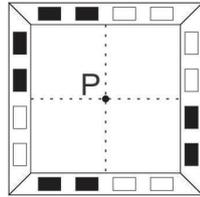
9. (2009) Uma barra isolante possui quatro encaixes, nos quais são colocadas cargas elétricas de mesmo módulo, sendo as positivas nos encaixes claros e as negativas nos encaixes escuros.



A certa distância da barra, a direção do campo elétrico está indicada na figura à esquerda.

Uma armação foi construída com quatro dessas barras, formando um quadrado, como representado à direita.

Se uma carga positiva for colocada no centro P da armação, a força elétrica que agirá sobre a carga terá sua direção e sentido indicados por



Desconsidere eventuais efeitos de cargas induzidas

10. (2011) A lei de conservação da carga elétrica pode ser enunciada como segue:

- A soma algébrica dos valores das cargas positivas e negativas em um sistema isolado é constante.
- Um objeto eletrizado positivamente ganha elétrons ao ser aterrado.
- A carga elétrica de um corpo eletrizado é igual a um número inteiro multiplicado pela carga do elétron.
- O número de átomos existentes no universo é constante.
- As cargas elétricas do próton e do elétron são, em módulo, iguais.

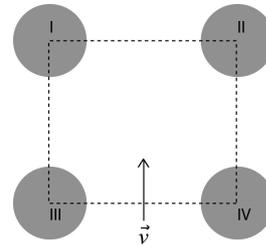
11. (2015) Em uma aula de laboratório de Física, para estudar propriedades de cargas elétricas, foi realizado um experimento em que pequenas esferas eletrizadas são injetadas na parte superior de uma câmara, em vácuo, onde há um campo elétrico uniforme na mesma direção e sentido da aceleração local da gravidade. Observou-se que, com campo elétrico de módulo igual a $2 \times 10^3 V/m$, uma das esferas, de massa $3,2 \times 10^{-15} kg$, permanecia com velocidade constante no interior da câmara. Essa esfera tem

- o mesmo número de elétrons e de prótons.
- 100 elétrons a mais que prótons.
- 100 elétrons a menos que prótons.

- 2000 elétrons a mais que prótons.
- 2000 elétrons a menos que prótons.

Note e adote:
carga do elétron = $-1,6 \times 10^{-19}$
carga do próton = $+1,6 \times 10^{-19}$
aceleração local da gravidade = $10m/s^2$

12. (2016) Os centros de quatro esferas idênticas, I, II, III e IV, com distribuições uniformes de carga, formam um quadrado. Um feixe de elétrons penetra na região delimitada por esse quadrado, pelo ponto equidistante dos centros das esferas III e IV, com velocidade inicial \vec{v} na direção perpendicular à reta que une os centros de III e IV, conforme representado na figura.



A trajetória dos elétrons será retilínea, na direção de \vec{v} , e eles serão acelerados com velocidade crescente dentro da região plana delimitada pelo quadrado, se as esferas I, II, III e IV estiverem, respectivamente, eletrizadas com cargas

- $+Q, -Q, -Q, +Q$.
- $+2Q, -Q, +Q, -2Q$.
- $+Q, +Q, -Q, -Q$.
- $-Q, -Q, +Q, +Q$.
- $+Q, +2Q, -2Q, -Q$.

Note e adote:
Q é um número positivo.

13. (2017) Um objeto metálico, X , eletricamente isolado, tem carga negativa $5,0 \times 10^{-12}C$. Um segundo objeto metálico, Y , neutro, mantido em contato com a Terra, é aproximado do primeiro e ocorre uma faísca entre ambos, sem que eles se toquem. A duração da faísca é $0,5s$ e sua intensidade é $10^{-11}A$. No final desse processo, as cargas elétricas totais dos objetos X e Y são, respectivamente,
- (a) zero e zero.
 - (b) zero e $-5,0 \times 10^{-12}C$.
 - (c) $-2,5 \times 10^{-12}C$ e $-2,5 \times 10^{-12}C$.
 - (d) $-2,5 \times 10^{-12}C$ e $+2,5 \times 10^{-12}C$.
 - (e) $+5,0 \times 10^{-12}C$ e zero.

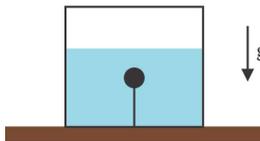


6.1 Gabarito - Eletrostática

- | | | | | |
|------|------|------|-------|-------|
| 1. A | 4. E | 7. E | 10. A | 13. A |
| 2. B | 5. E | 8. B | 11. B | |
| 3. A | 6. E | 9. B | 12. C | |

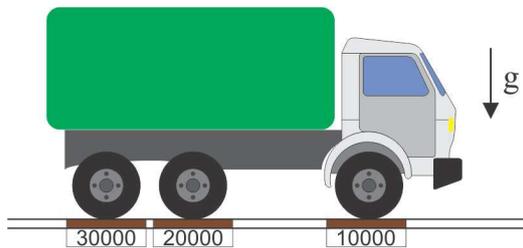
7 Estática/Hidrostatica

1. (2000) Um objeto menos denso que a água está preso por um fio fino, fixado no fundo de um aquário cheio de água, conforme a figura. Sobre esse objeto atuam as forças peso, empuxo e tensão no fio. Imagine que tal aquário seja transportado para a superfície de Marte, onde a aceleração gravitacional é de aproximadamente $\frac{g}{3}$, sendo g a aceleração da gravidade na Terra.

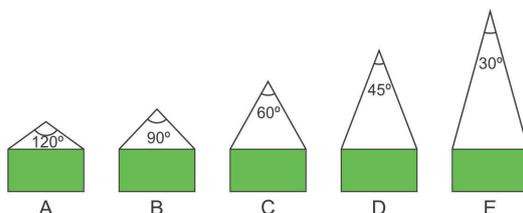


Em relação aos valores das forças observadas na Terra, pode-se concluir que, em Marte,

- o empuxo é igual e a tensão é igual
 - o empuxo é igual e a tensão aumenta
 - o empuxo diminui e a tensão é igual
 - o empuxo diminui e a tensão diminui
 - o empuxo diminui e a tensão aumenta
2. (2001) Na pesagem de um caminhão, no posto fiscal de uma estrada, são utilizadas três balanças. Sobre cada balança, são posicionadas todas as rodas de um mesmo eixo. As balanças indicaram $30000N$, $20000N$ e $10000N$. A partir desse procedimento, é possível concluir que o peso do caminhão é de



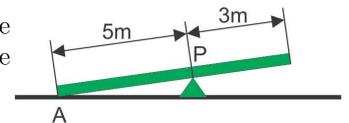
- $20000N$
 - $25000N$
 - $30000N$
 - $50000N$
 - $60000N$
3. (2001) Um mesmo pacote pode ser carregado com cordas amarradas de várias maneiras. A situação, dentre as apresentadas, em que as cordas estão sujeitas a maior tensão é



- A
- B
- C
- D
- E

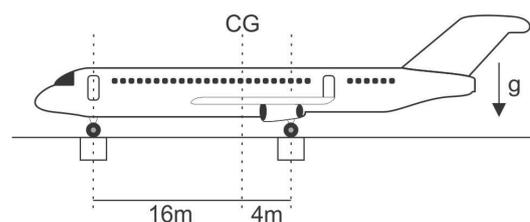
4. (2001) Uma prancha rígida, de 8 m de comprimento, está apoiada no chão (em A) e em um suporte P, como na figura. Uma pessoa, que pesa metade do peso da prancha, começa a caminhar lentamente sobre ela, a partir de A. Pode-se afirmar que a prancha desencostará do chão (em A), quando os pés dessa pessoa estiverem à direita de P,

e a uma distância desse ponto aproximadamente igual a



- $1,0\text{ m}$
- $1,5\text{ m}$
- $2,0\text{ m}$
- $2,5\text{ m}$
- $3,0\text{ m}$

5. (2002) Um avião, com massa $M = 90$ toneladas, para que esteja em equilíbrio em vôo, deve manter seu centro de gravidade sobre a linha vertical CG, que dista 16 m do eixo da roda dianteira e $4,0\text{ m}$ do eixo das rodas traseiras, como na figura abaixo. Para estudar a distribuição de massas do avião, em solo, três balanças são colocadas sob as rodas do trem de aterrissagem. A balança sob a roda dianteira indica M_D e cada uma das que estão sob as rodas traseiras indica M_T .



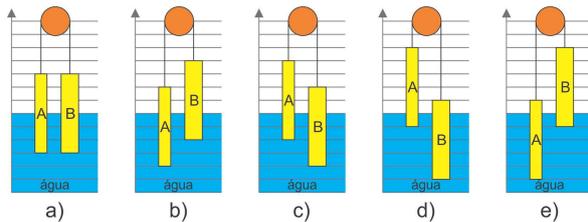
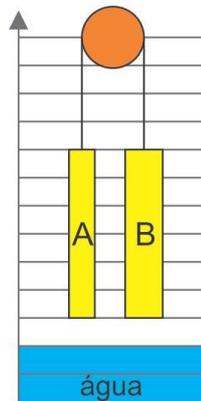
Uma distribuição de massas, compatível com o equilíbrio do avião em vôo, poderia resultar em indicações das balanças, em toneladas, correspondendo aproximadamente a

- $M_D = 0 \quad M_T = 45$
- $M_D = 10 \quad M_T = 40$
- $M_D = 18 \quad M_T = 36$
- $M_D = 30 \quad M_T = 30$

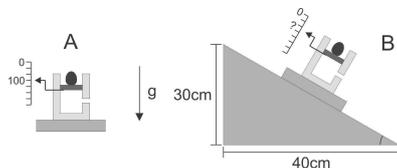
e) $M_D = 72 M_T = 9,0$

6. (2003) Considere dois objetos cilíndricos maciços A e B, de mesma altura e mesma massa e com seções transversais de áreas, respectivamente, S_A e $S_B = 2S_A$. Os blocos, suspensos verticalmente por fios que passam por uma polia sem atrito, estão em equilíbrio acima do nível da água de uma piscina, conforme mostra a figura ao lado.

A seguir, o nível da água da piscina sobe até que os cilindros, cujas densidades têm valor superior à da água, fiquem em nova posição de equilíbrio, parcialmente imersos. A figura que melhor representa esta nova posição de equilíbrio é



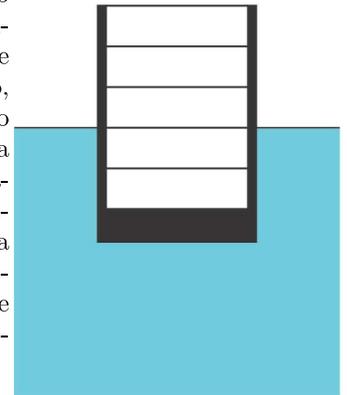
7. (2005) O mostrador de uma balança, quando um objeto é colocado sobre ela, indica 100 N, como esquematizado em A. Se tal balança estiver desnivelada, como se observa em B, seu mostrador deverá indicar, para esse mesmo objeto, o valor de



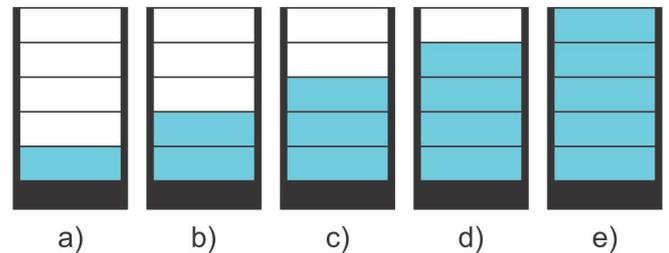
- a) 125N d) 80N
 b) 120N
 c) 100N e) 75N

8. (2006)

Um recipiente cilíndrico vazio flutua em um tanque de água com parte de seu volume submerso, como na figura. Quando o recipiente começa a ser preenchido, lentamente, com água, a altura máxima que a água pode atingir em seu interior, sem que ele afunde totalmente, é melhor representada por

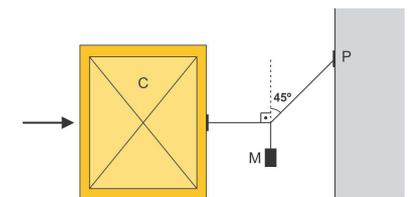


O recipiente possui marcas graduadas igualmente espaçadas, paredes laterais de volume desprezível e um fundo grosso e pesado.



9. (2006) Para vencer o atrito e deslocar um grande contêiner C, na direção indicada, é necessária uma força $F = 500N$. Na tentativa de movê-lo, blocos de massa $m = 15kg$ são pendurados em um fio, que é esticado entre o contêiner e o ponto P na parede, como na figura. Para movimentar o contêiner, é preciso pendurar no fio, no mínimo,

- a) 1 bloco
 b) 2 blocos
 c) 3 blocos
 d) 4 blocos
 e) 5 blocos



$\cos 45^\circ = \sin 45^\circ \approx 0,7$
 $\tan 45^\circ = 1$

10. (2007) Uma equipe tenta resgatar um barco naufragado que está a 90 m de profundidade. O porão do barco tem tamanho suficiente para que um balão seja inflado dentro dele, expulse parte da água e permita que o barco seja içado até uma profundidade de 10 m. O balão dispõe de uma válvula que libera o ar, à medida que o barco sobe, para manter seu volume inalterado. No início da operação, a 90 m

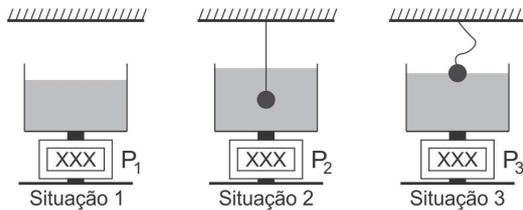
de profundidade, são injetados 20.000 mols de ar no balão. Ao alcançar a profundidade de 10 m, a porcentagem do ar injetado que ainda permanece no balão é

- a) 20
- b) 30
- c) 50
- d) 80
- e) 90

Pressão na superfície do mar = 1 atm
No mar, a pressão da água aumenta de 1 atm a cada 10 m de profundidade.

A pressão do ar no balão é sempre igual à pressão externa da água.

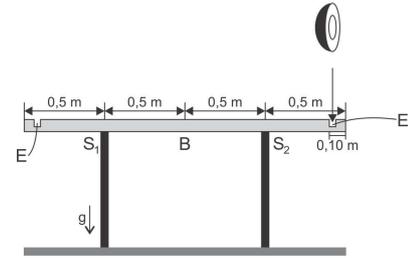
11. (2008) Um recipiente, contendo determinado volume de um líquido, é pesado em uma balança (situação 1). Para testes de qualidade, duas esferas de mesmo diâmetro e densidades diferentes, sustentadas por fios, são sucessivamente colocadas no líquido da situação 1. Uma delas é mais densa que o líquido (situação 2) e a outra menos densa que o líquido (situação 3). Os valores indicados pela balança, nessas três pesagens, são tais que



- a) $P_1 = P_2 = P_3$
- b) $P_2 > P_3 > P_1$
- c) $P_2 = P_3 > P_1$
- d) $P_3 > P_2 > P_1$
- e) $P_3 > P_2 = P_1$

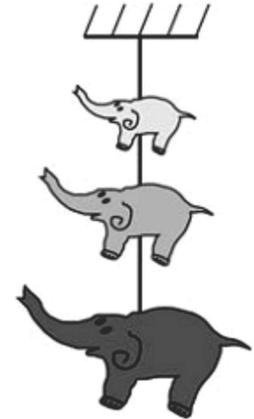
12. (2009) Em uma academia de musculação, uma barra B, com 2,0 m de comprimento e massa de 10 kg, está apoiada de forma simétrica em dois suportes, S_1 e S_2 , separados por uma distância de 1,0 m, como indicado na figura. Para a realização de exercícios, vários discos, de diferentes massas M , podem ser colocados em encaixes, E, com seus centros a 0,10 m de cada extremidade da barra. O primeiro disco deve ser escolhido com cuidado, para não desequilibrar a barra. Dentre os discos disponíveis, cujas massas estão indicadas abaixo, aquele de maior massa e que pode ser colocado em um dos encaixes, sem desequilibrar a barra, é o disco de

- a) 5 kg
- b) 10 kg
- c) 15 kg
- d) 20 kg
- e) 25 kg



13. (2012)

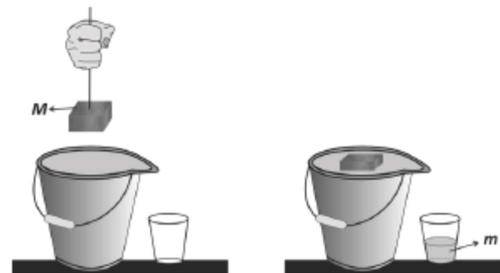
Um móvel pendurado no teto tem três elefantinhos presos um ao outro por fios, como mostra a figura. As massas dos elefantes de cima, do meio e de baixo são, respectivamente, 20 g, 30 g e 70 g. Os valores de tensão, em newtons, nos fios superior, médio e inferior são, respectivamente, iguais a



- a) 1,2; 1,0; 0,7.
- b) 1,2; 0,5; 0,2.
- c) 0,7; 0,3; 0,2.
- d) 0,2; 0,5; 1,2.
- e) 0,2; 0,3; 0,7.

NOTE E ADOTE
Desconsidere as massas dos fios.
Aceleração da gravidade $g = 10 \text{ m/s}^2$.

14. (2014)

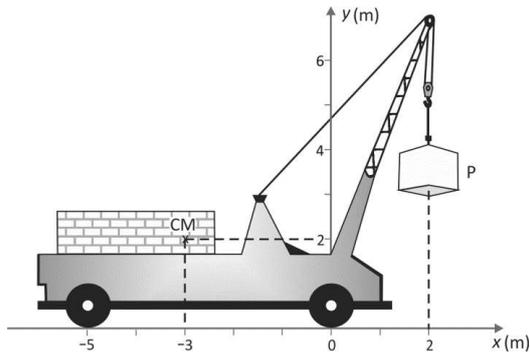


Um bloco de madeira impermeável, de massa M e dimensões $2 \times 3 \times 3 \text{ cm}^3$, é inserido muito lentamente na água de um balde, até a condição de equilíbrio, com metade de seu volume submersa. A água que vaza do balde é coletada em um copo e tem massa

m . A figura ilustra as situações inicial e final; em ambos os casos, o balde encontra-se cheio de água até sua capacidade máxima. A relação entre as massas m e M é tal que

- (a) $m = M/3$
- (b) $m = M/2$
- (c) $m = M$
- (d) $m = 2M$
- (e) $m = 3M$

15. (2015)



O guindaste da figura acima pesa $50.000N$ sem carga e os pontos de apoio de suas rodas no solo

horizontal estão em $x = 0$ e $x = -5m$. O centro de massa (CM) do guindaste sem carga está localizado na posição $(x = -3m, y = 2m)$. Na situação mostrada na figura, a maior carga P que esse guindaste pode levantar pesa

- a) 7.000 N
- b) 50.000 N
- c) 75.000 N
- d) 100.000 N
- e) 150.000 N

16. (2016) Um objeto homogêneo colocado em um recipiente com água tem 32% de seu volume submerso; já em um recipiente com óleo, tem 40% de seu volume submerso. A densidade desse óleo, em g/cm^3 , é

- a) 0,32.
- b) 0,40.
- c) 0,64.
- d) 0,80.
- e) 1,25.

NOTE E ADOTE
 Densidade da água = $1g/cm^3$



7.1 Gabarito - Estática/Hidroestática

- | | | | | | |
|------|------|------|-------|-------|-------|
| 1. D | 4. C | 7. D | 10. A | 13. A | 16. D |
| 2. E | 5. C | 8. C | 11. B | 14. C | |
| 3. A | 6. B | 9. D | 12. B | 15. C | |

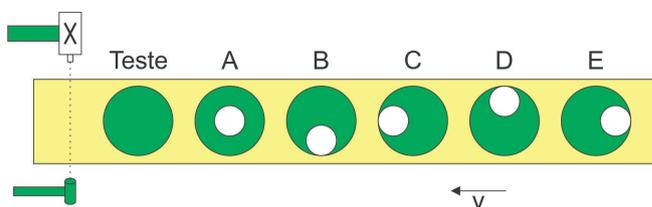
8 Moderna

1. (2002) Em 1987, devido a falhas nos procedimentos de segurança, ocorreu um grave acidente em Goiânia. Uma cápsula de Césio-137, que é radioativo e tem meia-vida de 30 anos, foi subtraída e violada, contaminando pessoas e o ambiente. Certa amostra de solo contaminado, colhida e analisada na época do acidente, foi recentemente reanalisada. A razão R , entre a quantidade de Césio-137, presente hoje nessa amostra, e a que existia originalmente, em 1987, é

- a) $R = 1$
 b) $1 > R > 0,5$
 c) $R = 0,5$
 d) $0,5 > R > 0$
 e) $R = 0$

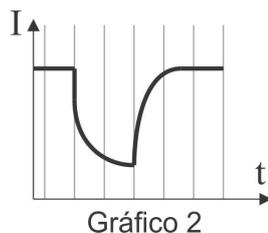
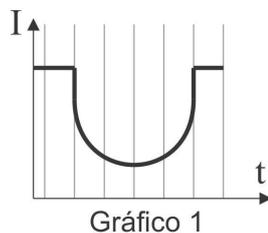
A meia-vida de um elemento radioativo é o intervalo de tempo após o qual o número de átomos radioativos existentes em certa amostra fica reduzido à metade de seu valor inicial.

2. (2004) Uma unidade industrial de raios-X consiste em uma fonte X e um detector R, posicionados de forma a examinar cilindros com regiões cilíndricas ocas (representadas pelos círculos brancos), dispostos em uma esteira, como vistos de cima na figura. A informação é obtida pela intensidade I da radiação X que atinge o detector, à medida que a esteira se move com velocidade constante. O **Gráfico 1** representa a intensidade detectada em R para um cilindro teste homogêneo.

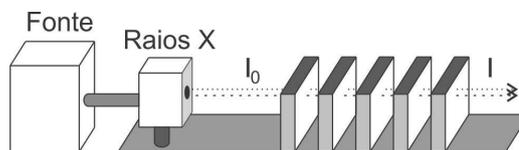


Quando no detector R for obtido o **Gráfico 2**, é possível concluir que o objeto em exame tem uma forma semelhante a

- a) A
 b) B
 c) C
 d) D
 e) E



3. (2005) Um aparelho de Raios X industrial produz um feixe paralelo, com intensidade I_0 . O operador dispõe de diversas placas de Pb, cada uma com 2 cm de espessura, para serem utilizadas como blindagem, quando colocadas perpendicularmente ao feixe.



Em certa situação, os índices de segurança determinam que a intensidade máxima I dos raios que atravessam a blindagem seja inferior a $0,15I_0$. Nesse caso, o operador deverá utilizar um número mínimo de placas igual a

- a) 2
 b) 3
 c) 4
 d) 5
 e) 6

Condições de blindagem: Para essa fonte, uma placa de Pb, com 2 cm de espessura, deixa passar, sem qualquer alteração, metade dos raios nela incidentes, absorvendo a outra metade.

4. (2008) Um centro de pesquisa nuclear possui um ciclotron que produz radioisótopos para exames de tomografia. Um deles, o Flúor-18 (^{18}F), com meia-vida de aproximadamente 1h30min, é separado em doses, de acordo com o intervalo de tempo entre sua reparação e o início previsto para o exame. Se o frasco com a dose adequada para o exame de um paciente A, a ser realizado 2 horas depois da preparação, contém N_A átomos de ^{18}F , o frasco destinado ao exame de um paciente B, a ser realizado 5 horas depois da reparação, deve conter N_B átomos de ^{18}F , com

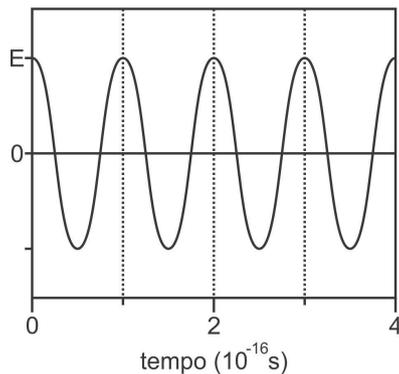
- a) $N_B = 2N_A$
 b) $N_B = 3N_A$
 c) $N_B = 4N_A$
 d) $N_B = 6N_A$
 e) $N_B = 8N_A$

A meia vida de um elemento radioativo é o intervalo de tempo após o qual metade dos átomos inicialmente presentes sofreram desintegração.

5. (2011) A seguinte declaração foi divulgada no jornal eletrônico FOLHA.com - mundo em 29/05/2010: "A vontade do Irã de enriquecer urânio a 20% em seu território nunca esteve sobre a mesa de

negociações do acordo assinado por Brasil e Turquia com Teerã, afirmou nesta sexta-feira o ministro das Relações Exteriores brasileiro Celso Amorim. Enriquecer urânio a 20%, como mencionado nessa notícia, significa

- aumentar, em 20%, as reservas conhecidas de urânio de um território.
 - aumentar, para 20%, a quantidade de átomos de urânio contidos em uma amostra de minério.
 - aumentar, para 20%, a quantidade de ^{238}U presente em uma amostra de urânio.
 - aumentar, para 20%, a quantidade de ^{235}U presente em uma amostra de urânio.
 - diminuir, para 20%, a quantidade de ^{238}U presente em uma amostra de urânio.
6. (2011) Em um ponto fixo do espaço, o campo elétrico de uma radiação eletromagnética tem sempre a mesma direção e oscila no tempo, como mostra o gráfico abaixo, que representa sua projeção E nessa direção fixa; E é positivo ou negativo conforme o sentido do campo.



| Radiação eletromagnética | Frequência f (Hz) |
|--------------------------|---------------------|
| Rádio AM | 10^6 |
| TV (VHF) | 10^8 |
| micro-onda | 10^{10} |
| infravermelha | 10^{12} |
| visível | 10^{14} |
| ultravioleta | 10^{16} |
| raios X | 10^{18} |
| raios γ | 10^{20} |

Consultando a tabela acima, que fornece os valores típicos de frequência f para diferentes regiões do espectro eletromagnético, e analisando o gráfico de E em função do tempo, é possível classificar essa radiação como

- infravermelha.
- visível.

- ultravioleta.
- raio X.
- raio γ .

7. (2012) A seguinte notícia foi veiculada por ESTADAO.COM.BR/Internacional na terça-feira, 5 de abril de 2011: TÓQUIO - A empresa Tepco informou, nesta terça-feira, que, na água do mar, nas proximidades da usina nuclear de Fukushima, foi detectado nível de iodo radioativo cinco milhões de vezes superior ao limite legal, enquanto o césio-137 apresentou índice 1,1 milhão de vezes maior. Uma amostra recolhida no início de segunda-feira, em uma área marinha próxima ao reator 2 de Fukushima, revelou uma concentração de iodo-131 de 200 mil becquerels por centímetro cúbico. Se a mesma amostra fosse analisada, novamente, no dia 6 de maio de 2011, o valor obtido para a concentração de iodo-131 seria, aproximadamente, em Bq/cm^3 ,

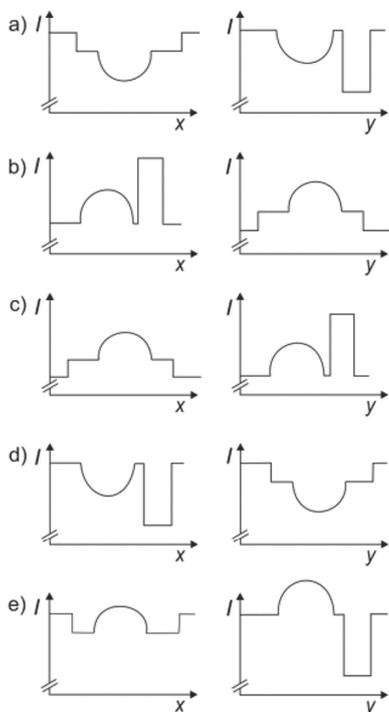
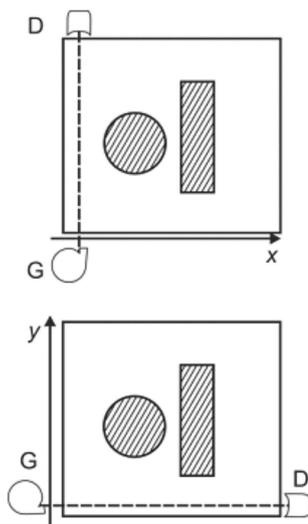
- 100 mil.
- 50 mil.
- 25 mil.
- 12,5 mil.
- 6,2 mil.

NOTE E ADOTE

Meia-vida de um material radioativo é o intervalo de tempo em que metade dos núcleos radioativos existentes em uma amostra desse material decaem. A meia-vida do iodo-131 é de 8 dias.

8. (2013) No experimento descrito a seguir, dois corpos, feitos de um mesmo material, de densidade uniforme, um cilíndrico e o outro com forma de paralelepípedo, são colocados dentro de uma caixa, como ilustra a figura ao lado (vista de cima). Um feixe fino de raios X, com intensidade constante, produzido pelo gerador G, atravessa a caixa e atinge o detector D, colocado do outro lado. Gerador e detector estão acoplados e podem mover-se sobre um trilho.

O conjunto Gerador-Detector é então lentamente deslocado ao longo da direção x , registrando-se a intensidade da radiação no detector, em função de x . A seguir, o conjunto Gerador-Detector é reposicionado, e as medidas são repetidas ao longo da direção y . As intensidades I detectadas ao longo das direções x e y são mais bem representadas por



9. (2014) Um núcleo de polônio-204 (^{204}Po), em repouso, transmuta-se em um núcleo de chumbo-200 (^{200}Pb), emitindo uma partícula alfa (α) com energia cinética E_α . Nesta reação, a energia cinética do núcleo de chumbo é igual a
- E_α
 - $E_\alpha/4$
 - $E_\alpha/50$
 - $E_\alpha/200$
 - $E_\alpha/204$

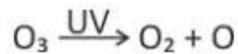
10. (2016) O elétron e sua antipartícula, o pósitron, possuem massas iguais e cargas opostas. Em uma reação em que o elétron e o pósitron, em repouso, se aniquilam, dois fótons de mesma energia são emitidos em sentidos opostos. A energia de cada fóton produzido é, em MeV, aproximadamente,
- 0,3
 - 0,5
 - 0,8
 - 1,6
 - 3,2

Note e adote:
 Relação de Einstein entre energia (E) e massa (m): $E = mc^2$
 Massa do elétron = $9 \times 10^{-31} \text{ kg}$
 Velocidade da luz $c = 3,0 \times 10^8 \text{ m/s}$
 $1 \text{ eV} = 1,6 \times 10^{-19} \text{ J}$
 $1 \text{ MeV} = 10^6 \text{ eV}$
 No processo de aniquilação, toda a massa das partículas é transformada em energia dos fótons.

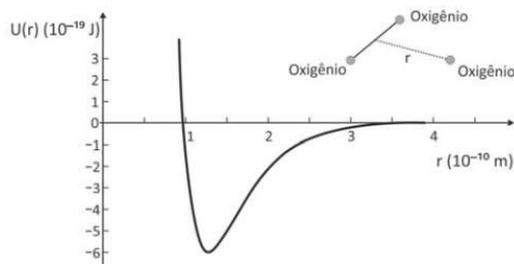
11. (2017) Reatores nucleares não são exclusivamente criações humanas. No período pré-cambriano, funcionou na região de Oklo, África, durante centenas de milhares de anos, um reator nuclear natural, tendo como combustível um isótopo do urânio. Para que tal reator nuclear natural pudesse funcionar, seria necessário que a razão entre a quantidade do isótopo físsil (^{235}U) e a do urânio ^{238}U fosse cerca de 3%. Esse é o enriquecimento utilizado na maioria dos reatores nucleares, refrigerados a água, desenvolvidos pelo homem. O ^{235}U decai mais rapidamente que o ^{238}U ; na Terra, atualmente, a fração do isótopo ^{235}U , em relação ao ^{238}U , é cerca de 0,7%. Com base nessas informações e nos dados fornecidos, pode-se estimar que o reator natural tenha estado em operação há
- $1,2 \times 10^7$ anos.
 - $1,6 \times 10^8$ anos.
 - $2,0 \times 10^9$ anos.
 - $2,4 \times 10^{10}$ anos.
 - $2,8 \times 10^{11}$ anos.

Note e adote:
 $M(t) = M(0)10^{-\lambda t}$; $M(t)$ é a massa de um isótopo radioativo no instante t .
 λ descreve a probabilidade de desintegração por unidade de tempo.
 Para o ^{238}U , $\lambda_{238} \approx 0,8 \times 10^{10} \text{ ano}^{-1}$.
 Para o ^{235}U , $\lambda_{235} \approx 4,0 \times 10^{10} \text{ ano}^{-1}$.
 $\log_{10}(0,23) \approx -0,64$

12. (2017) Na estratosfera, há um ciclo constante de criação e destruição do ozônio. A equação que representa a destruição do ozônio pela ação da luz ultravioleta solar (UV) é



O gráfico representa a energia potencial de ligação entre um dos átomos de oxigênio que constitui a molécula de O_3 e os outros dois, como função da distância de separação r .



A frequência dos fótons da luz ultravioleta que corresponde à energia de quebra de uma ligação da molécula de ozônio para formar uma molécula de O_2 e um átomo de oxigênio é, aproximadamente,

- (a) $1 \times 10^{15} Hz$
- (b) $2 \times 10^{15} Hz$
- (c) $3 \times 10^{15} Hz$
- (d) $4 \times 10^{15} Hz$
- (e) $5 \times 10^{15} Hz$

Note e adote:
 $E = hf$
 E é a energia do fóton.
 f é a frequência da luz.
 Constante de Planck, $h = 6 \times 10^{-34} J.s$

13. (2018) O ano de 2017 marca o trigésimo aniversário de um grave acidente de contaminação radioativa, ocorrido em Goiânia em 1987. Na ocasião, uma fonte radioativa, utilizada em um equipamento de radioterapia, foi retirada do prédio abandonado de um hospital e, posteriormente, aberta no ferro-velho para onde fora levada. O brilho azulado do pó de césio-137 fascinou o dono do ferro-velho, que compartilhou porções do material altamente radioativo com sua família e amigos, o que teve consequências trágicas. O tempo necessário para que metade da quantidade de césio-137 existente em uma fonte se transforme no elemento não radioativo bário-137 é trinta anos.

Em relação a 1987, a fração de césio-137, em %, que existirá na fonte radioativa 120 anos após o acidente, será, aproximadamente,

- a) 3,1.
- b) 6,3.
- c) 12,5.
- d) 25,0.
- e) 50,0.



8.1 Gabarito - Moderna

- | | | | | |
|------|------|------|-------|-------|
| 1. B | 4. C | 7. D | 10. B | 13. B |
| 2. E | 5. D | 8. D | 11. C | |
| 3. B | 6. C | 9. C | 12. A | |

9 Ondulatória

1. (2000) Uma onda eletromagnética propaga-se no ar com velocidade praticamente igual à da luz no vácuo ($c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$), enquanto o som propaga-se no ar com velocidade aproximada de 330 m/s . Deseja-se produzir uma onda audível que se propague no ar com o mesmo comprimento de onda daquelas utilizadas para transmissões de rádio em frequência modulada (FM) de 100 MHz ($100 \times 10^6 \text{ Hz}$). A frequência da onda audível deverá ser aproximadamente de

- a) 110 Hz d) 10^8 Hz
 b) 1033 Hz
 c) 11.000 Hz e) $9 \times 10^3 \text{ Hz}$

2. (2001) Considerando o fenômeno de ressonância, o ouvido humano deveria ser mais sensível a ondas sonoras com comprimentos de onda cerca de quatro vezes o comprimento do canal auditivo externo, que mede, em média, $2,5 \text{ cm}$. Segundo esse modelo, no ar, onde a velocidade de propagação do som é 340 m/s , o ouvido humano seria mais sensível a sons com frequências em torno de

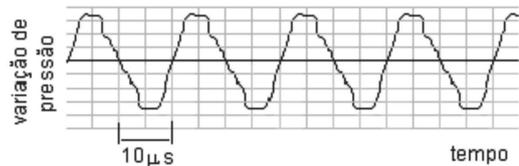
- a) 34 Hz d) 3400 Hz
 b) 1320 Hz
 c) 1700 Hz e) 6800 Hz

3. (2002) Radiações como Raios X, luz verde, luz ultravioleta, microondas ou ondas de rádio, são caracterizadas por seu comprimento de onda (λ) e por sua frequência (f). Quando essas radiações propagam-se no vácuo, todas apresentam o mesmo valor para

- a) λ d) $\frac{\lambda}{f}$
 b) f
 c) $\lambda \cdot f$ e) $\frac{\lambda^2}{f}$

4. (2002) O som de um apito é analisado com o uso de um medidor que, em sua tela, visualiza o padrão apresentado na figura abaixo. O gráfico representa a variação da pressão que a onda sonora exerce sobre o medidor, em função do tempo, em μs ($1 \mu\text{s} = 10^{-6} \text{ s}$). Analisando a tabela de intervalos de frequências audíveis, por diferentes seres vivos, conclui-se que esse apito pode ser ouvido apenas por

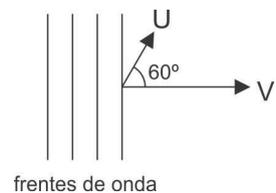
| Seres Vivos | Intervalos de frequência |
|-------------|--------------------------|
| cachorro | 15Hz-45000Hz |
| ser humano | 20Hz-20000Hz |
| sapo | 50Hz-10000Hz |
| gato | 60Hz-65000Hz |
| morcego | 1000Hz-120000Hz |



- a) seres humanos e cachorros
 b) seres humanos e sapos
 c) sapos, gatos e morcegos
 d) gatos e morcegos
 e) morcegos

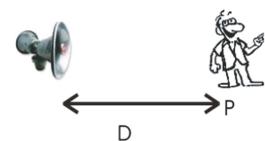
5. (2003) Uma onda sonora considerada plana, proveniente de uma sirene em repouso, propaga-se no ar parado, na direção horizontal, com velocidade V igual a 330 m/s e comprimento de onda igual a $16,5 \text{ cm}$. Na região em que a onda está se propagando, um atleta corre, em uma pista horizontal, com velocidade U igual a $6,60 \text{ m/s}$, formando um ângulo de 60° com a direção de propagação da onda. O som que o atleta ouve tem frequência aproximada de

- a) 1960 Hz
 b) 1980 Hz
 c) 2000 Hz
 d) 2020 Hz
 e) 2040 Hz



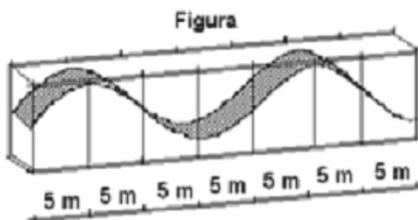
6. (2004) Um alto-falante fixo emite um som cuja frequência F , expressa em Hz, varia em função do tempo t na forma $F(t) = 1000 + 200t$. Num determinado momento, o alto-falante está emitindo um som com uma frequência $F_1 = 1080 \text{ Hz}$. Nesse mesmo instante, uma pessoa P, parada a uma distância $D = 34 \text{ m}$ do alto-falante, está ouvindo um som com uma frequência F_2 , aproximadamente, igual a

- a) 1020 Hz
 b) 1040 Hz
 c) 1060 Hz
 d) 1080 Hz
 e) 1100 Hz

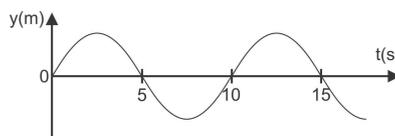


Velocidade do som no ar ≈ 340 m/s

7. (2005) Um grande aquário, com paredes laterais de vidro, permite visualizar, na superfície da água, uma onda que se propaga. A Figura representa o perfil de tal onda no instante T_0 . Durante sua passagem, uma bóia, em dada posição, oscila para cima e para baixo e seu deslocamento vertical (y), em função do tempo, está representado no Gráfico. Com essas informações, é possível concluir que a onda se propaga com uma velocidade, aproximadamente, de

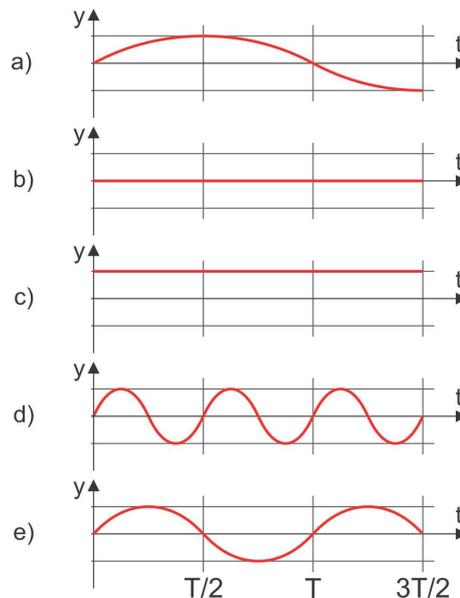
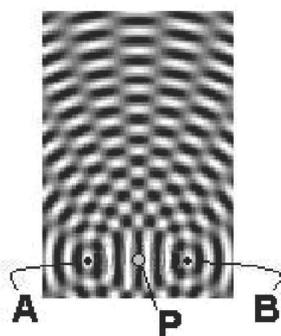


- a) 2,0m/s
- b) 2,5m/s
- c) 5,0m/s
- d) 10m/s
- e) 20m/s

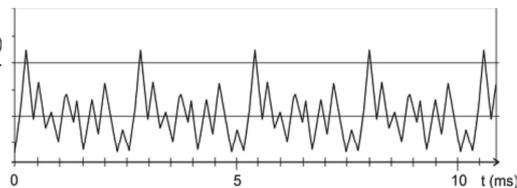


8. (2006) Duas hastes, A e B, movendo-se verticalmente, produzem ondas em fase, que se propagam na superfície da água, com mesma frequência f e período T , conforme a figura.

No ponto P, ponto médio do segmento AB, uma bóia sente o efeito das duas ondas e se movimenta para cima e para baixo. O gráfico que poderia representar o deslocamento vertical y da bóia, em relação ao nível médio da água, em função do tempo t , é



9. (2010) Um estudo de sons emitidos por instrumentos musicais foi realizado, usando um microfone ligado a um computador. O gráfico abaixo, reproduzido da tela do monitor, registra o movimento do ar captado pelo microfone, em função do tempo, medido em milissegundos, quando se toca uma nota musical em um violino.



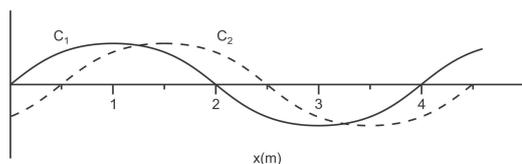
| Nota | dó | ré | mi | fá | sol | lá | si |
|-----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Frequência (Hz) | 262 | 294 | 330 | 349 | 388 | 440 | 494 |

Consultando a tabela acima, pode-se concluir que o som produzido pelo violino era o da nota

- a) dó.
- b) mi.
- c) sol.
- d) lá.
- e) si.

$1ms = 10^{-3}s$

10. (2012) A figura abaixo representa imagens instantâneas de duas cordas flexíveis idênticas, C_1 e C_2 , tracionadas por forças diferentes, nas quais se propagam ondas.



Durante uma aula, estudantes afirmaram que as ondas nas cordas C_1 e C_2 têm:

- I. A mesma velocidade de propagação.
- II. O mesmo comprimento de onda.
- III. A mesma frequência.

Está correto apenas o que se afirma em

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

NOTE E ADOTE

A velocidade de propagação de uma onda transversal em uma corda é igual a $\sqrt{\frac{T}{\mu}}$, sendo T a tração na corda e μ , a densidade linear da corda.

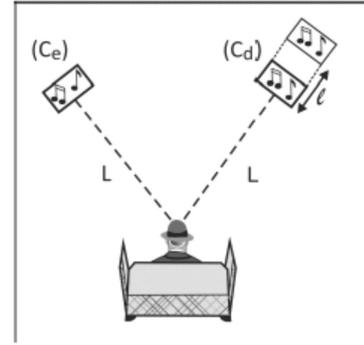
11. (2013) Uma flauta andina, ou flauta de pã, é constituída por uma série de tubos de madeira, de comprimentos diferentes, atados uns aos outros por fios vegetais. As extremidades inferiores dos tubos são fechadas. A frequência fundamental de ressonância em tubos desse tipo corresponde ao comprimento de onda igual a 4 vezes o comprimento do tubo. Em uma dessas flautas, os comprimentos dos tubos correspondentes, respectivamente, às notas Mi (660 Hz) e Lá (220 Hz) são, aproximadamente,

- a) 6,6 cm e 2,2 cm.
- b) 22 cm e 5,4 cm.
- c) 12 cm e 37 cm.
- d) 50 cm e 1,5 cm.
- e) 50 cm e 16 cm.

Note e adote:

A velocidade do som no ar é igual a 330m/s

12. (2014) O Sr. Rubinato, um músico aposentado, gosta de ouvir seus velhos discos sentado em uma poltrona. Está ouvindo um conhecido solo de violino quando sua esposa Matilde afasta a caixa acústica da direita (C_d) de uma distância L , como visto na figura abaixo



Em seguida, Sr. Rubinato reclama: - *Não consigo mais ouvir o Lá do violino, que antes soava bastante forte!* Dentre as alternativas abaixo para a distância L , a única compatível com a reclamação do Sr. Rubinato é

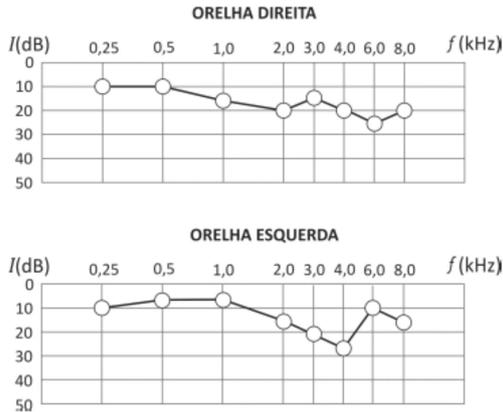
- (a) 38 cm
- (b) 44 cm
- (c) 60 cm
- (d) 75 cm
- (e) 150 cm

Note e adote:

O mesmo sinal elétrico do amplificador é ligado aos dois alto falantes, cujos cones se movimentam em fase.
A frequência da nota Lá é 440 Hz.
A velocidade do som no ar é 330m/s.
A distância entre as orelhas do Sr. Rubinato deve ser ignorada.

13. (2014) O resultado do exame de audiometria de uma pessoa é mostrado nas figuras abaixo. Os gráficos representam o nível de intensidade sonora **mínima** I , em decibéis (dB), audível por suas orelhas direita e esquerda, em função da frequência f do som, em kHz. A comparação desse resultado com o de exames anteriores mostrou que, com o passar dos anos, ela teve perda auditiva. Com base nessas informações, foram feitas as seguintes afirmações sobre a audição dessa pessoa:

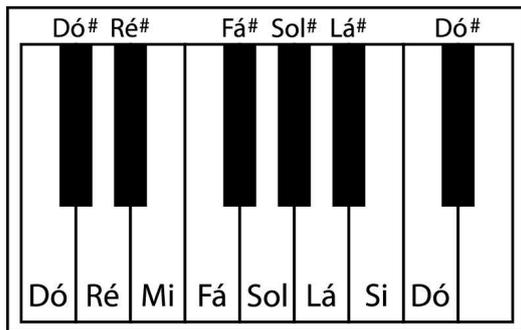
- (I) Ela ouve sons de frequência de 6 kHz e intensidade de 20 dB com a orelha direita, mas não com a esquerda.
- (II) Um sussurro de 15 dB e frequência de 0,25 kHz é ouvido por ambas as orelhas.
- (III) A diminuição de sua sensibilidade auditiva, com o passar do tempo, pode ser atribuída a degenerações dos ossos martelo, bigorna e estribo, da orelha externa, onde ocorre a conversão do som em impulsos elétricos.



É correto apenas o que se afirma em

- (a) I.
- (b) II.
- (c) III.
- (d) I e III.
- (e) II e III.

14. (2015)

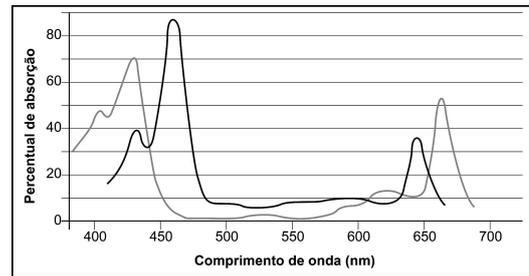


A figura acima mostra parte do teclado de um piano. Os valores das frequências das notas sucessivas, incluindo os sustenidos, representados pelo símbolo #, obedecem a uma progressão geométrica crescente da esquerda para a direita; a razão entre as frequências de duas notas Dó consecutivas vale 2; a frequência da nota Lá do teclado da figura é 440Hz . O comprimento de onda, no ar, da nota Sol indicada na figura é próximo de

- (a) 0,56 m.
- (b) 0,86 m.
- (c) 1,06 m.
- (d) 1,12 m.
- (e) 1,45 m.

Note e adote:
 $2^{\frac{1}{12}} = 1,059$
 $(1,059)^{12} = 2$
 velocidade do som no ar = 340m/s

15. (2016) Chumaços de algodão embebidos em uma solução de vermelho de cresol, de cor rosa, foram colocados em três recipientes de vidro, I, II e III, idênticos e transparentes. Em I e II, havia plantas e, em III, rãs. Os recipientes foram vedados e iluminados durante um mesmo intervalo de tempo com a luz de mesma intensidade, sendo que I e III foram iluminados com luz de frequência igual a $7,0 \times 10^{14}\text{Hz}$, e II, com luz de frequência igual a $5,0 \times 10^{14}\text{Hz}$. O gráfico mostra a taxa de fotossíntese das clorofilas a e b em função do comprimento de onda da radiação eletromagnética. Considere que, para essas plantas, o ponto de compensação fótica corresponde a 20% do percentual de absorção.

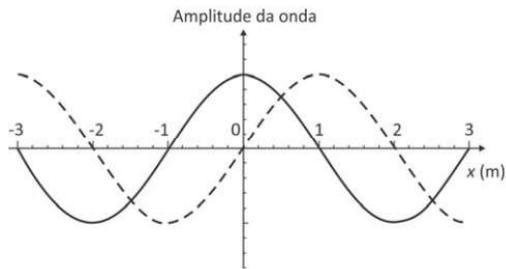


É correto afirmar que, após o período de iluminação, as cores dos chumaços de algodão embebidos em solução de cresol dos recipientes I, II e III ficaram, respectivamente,

- (a) roxa, amarela e amarela.
- (b) roxa, rosa e amarela.
- (c) rosa, roxa e amarela.
- (d) amarela, amarela e roxa.
- (e) roxa, roxa e rosa

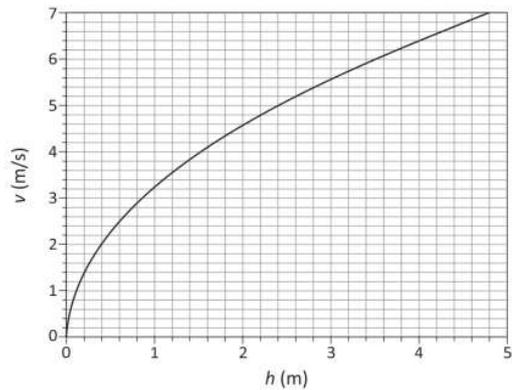
Note e adote:
 As plantas e as rãs permaneceram vivas durante o experimento. As cores da solução de cresol em ambientes com dióxido de carbono com concentração menor, igual e maior que a da atmosfera são, respectivamente, roxa, rosa e amarela.
 Velocidade da luz = 3^8m/s
 $1\text{nm} = 10^{-9}\text{m}$

16. (2017) A figura representa uma onda harmônica transversal, que se propaga no sentido positivo do eixo x , em dois instantes de tempo: $t = 3\text{s}$ (linha cheia) e $t = 7\text{s}$ (linha tracejada).



Dentre as alternativas, a que pode corresponder à velocidade de propagação dessa onda é

- (a) $0,14\text{m/s}$
 - (b) $0,25\text{m/s}$
 - (c) $0,33\text{m/s}$
 - (d) $1,00\text{m/s}$
 - (e) $2,00\text{m/s}$
17. (2018) Ondas na superfície de líquidos têm velocidades que dependem da profundidade do líquido e da aceleração da gravidade, desde que se propaguem em águas rasas. O gráfico representa o módulo v da velocidade da onda em função da profundidade h da água.



Uma onda no mar, onde a profundidade da água é $4,0\text{ m}$, tem comprimento de onda igual a 50 m . Na posição em que a profundidade da água é $1,0\text{ m}$, essa onda tem comprimento de onda, em m , aproximadamente igual a

- (a) 8.
- (b) 12.
- (c) 25.
- (d) 35.
- (e) 50.



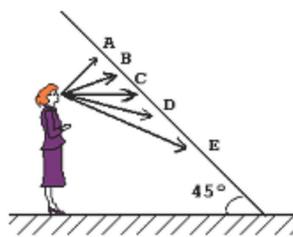
9.1 Gabarito - Ondulatória

- | | | | | |
|------|------|-------|-------|-------|
| 1. A | 5. B | 9. C | 13. B | 17. C |
| 2. D | 6. C | 10. B | 14. B | |
| 3. C | 7. A | 11. C | 15. A | |
| 4. D | 8. E | 12. A | 16. B | |

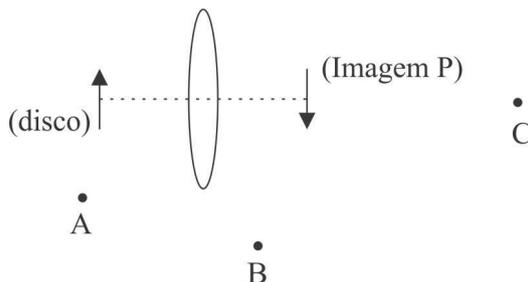
10 Óptica

1. (2000) Um espelho plano, em posição inclinada, forma um ângulo de 45° com o chão. Uma pessoa observa-se no espelho, conforme a figura. A flecha que melhor representa a direção para a qual ela deve dirigir seu olhar, a fim de ver os sapatos que está calçando, é:

- a) A
b) B
c) C
d) D
e) E



2. (2000) Um disco é colocado diante de uma lente convergente, com o eixo que passa por seu centro coincidindo com o eixo óptico da lente. A imagem P do disco é formada conforme a figura. Procurando ver essa imagem, um observador coloca-se, sucessivamente, nas posições A, B e C, mantendo os olhos num plano que contém o eixo da lente. (Estando em A, esse observador dirige o olhar para P através da lente). Assim, essa imagem poderá ser vista



- a) Somente da posição A
b) Somente da posição B
c) Somente da posição C
d) Somente das posições B ou C.
e) Em qualquer das posições A, B ou C
3. (2000) Em agosto de 1999, ocorreu o último eclipse solar total do século. Um estudante imaginou, então, uma forma de simular eclipses. Pensou em usar um balão esférico e opaco, de $40m$ de diâmetro, que ocultaria o Sol quando seguro por uma corda a uma altura de $200m$. Faria as observações, protegendo devidamente sua vista, quando o centro do Sol e o centro do balão estivessem verticalmente colocados sobre ele, num dia de céu claro. Considere

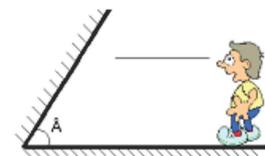
as afirmações abaixo, em relação aos possíveis resultados dessa proposta, caso as observações fossem realmente feitas, sabendo-se que a distância da Terra ao Sol é de $150 \times 10^6 km$ e que o Sol tem um diâmetro de $0,75 \times 10^6 km$, aproximadamente.

- I. O balão ocultaria todo o Sol: o estudante não veria diretamente nenhuma parte do Sol.
II. O balão é pequeno demais: o estudante continuaria a ver diretamente partes do Sol.
III. O céu ficaria escuro para o estudante, como se fosse noite.

- a) I
b) II
c) III
d) I e III
e) II e III

4. (2001) Dois espelhos planos, sendo um deles mantido na horizontal, formam entre si um ângulo \hat{A} . Uma pessoa observa-se através do espelho inclinado, mantendo seu olhar na direção horizontal. Para que ela veja a imagem de seus olhos, e os raios retornem pela mesma trajetória que incidiram, após reflexões nos dois espelhos (com apenas uma reflexão no espelho horizontal), é necessário que o ângulo \hat{A} seja de

- a) 15°
b) 30°
c) 45°
d) 60°
e) 75°



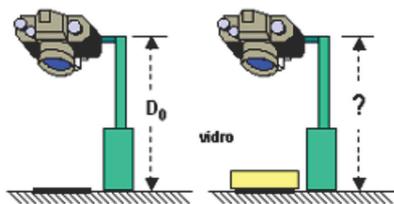
5. (2001) Uma pessoa segura uma lente delgada junto a um livro, mantendo seus olhos aproximadamente a $40cm$ da página, obtendo a imagem indicada na figura.

Soneto da Fidelidade
Vinícius de Moraes

De tudo, ao meu amor serei atento
Antes, e com tal zelo, e sempre, e tanto
Que mesmo em face do maior encanto
Dele se encanta mais meu pensamento.
Quero viver assim, quando mais tarde me procure
Quem sabe a morte, angústia de quem vive
Quem sabe a solidão, fim de quem ama
Eu possa (me) dizer do amor (que tive):
Que não seja imortal, posto que é chama
Mas que seja infinito enquanto dure.

Em seguida, sem mover a cabeça ou o livro, vai aproximando a lente de seus olhos. A imagem, formada pela lente, passará a ser

- sempre direita, cada vez menor.
 - sempre direita, cada vez maior.
 - direita cada vez menor, passando a invertida e cada vez menor.
 - direita cada vez maior, passando a invertida e cada vez menor.
 - direita cada vez menor, passando a invertida e cada vez maior.
6. (2002) Certa máquina fotográfica é fixada a uma distância D_0 da superfície de uma mesa, montada de tal forma a fotografar, com nitidez, um desenho em uma folha de papel que está sobre a mesa.

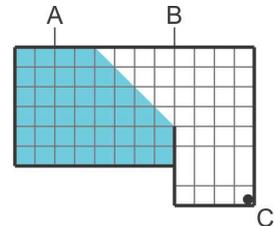


Desejando manter a folha esticada, é colocada uma placa de vidro, com 5 cm de espessura, sobre a mesma. Nesta nova situação, pode-se fazer com que a fotografia continue igualmente nítida

- aumentando D_0 de menos de 5 cm.
- aumentando D_0 de mais de 5 cm.
- reduzindo D_0 de menos de 5 cm.
- reduzindo D_0 de 5 cm.
- reduzindo D_0 de mais de 5 cm.

7. (2002) Uma câmera de segurança (C), instalada em uma sala, representada em planta na figura, "visualiza" a região clara indicada. Desejando aumentar o campo de visão da câmera, foi colocado um espelho plano, retangular, ocupando toda a região da parede entre os pontos A e B.

Nessas condições, a figura que melhor representa a região clara, que passa a ser visualizada pela câmera, é



-
-
-
-
-

8. (2003) Uma pessoa idosa que tem hipermetropia e presbiopia foi a um oculista que lhe receitou dois pares de óculos, um para que enxergasse bem os objetos distantes e outro para que pudesse ler um livro a uma distância confortável de sua vista.

-Hipermetropia: a imagem de um objeto distante se forma atrás da retina.

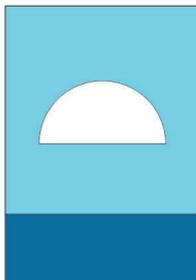
-Presbiopia: o cristalino perde, por envelhecimento, a capacidade de acomodação e objetos próximos não são vistos com nitidez.

-Dioptria: a convergência de uma lente, medida em dioptrias, é o inverso da distância focal (em metros) da lente.

Considerando que receitas fornecidas por oculistas utilizam o sinal mais (+) para lentes convergentes e menos (-) para divergentes, a receita do oculista para um dos olhos dessa pessoa idosa poderia ser,

- a) para longe: -1,5 dioptrias; para perto: +4,5 dioptrias
- b) para longe: -1,5 dioptrias; para perto: -4,5 dioptrias
- c) para longe: +4,5 dioptrias; para perto: +1,5 dioptrias
- d) para longe: +1,5 dioptrias; para perto: -4,5 dioptrias
- e) para longe: +1,5 dioptrias; para perto: +4,5 dioptrias

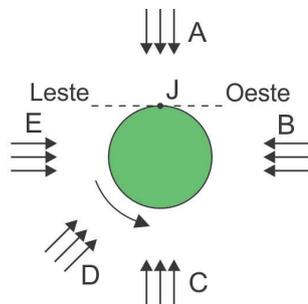
9. (2004) Um jovem, em uma praia do Nordeste, vê a Lua a Leste, próxima ao mar. Ele observa que a Lua apresenta sua metade superior iluminada, enquanto a metade inferior permanece escura. Essa mesma situação, vista do espaço,



a partir de um satélite artificial da Terra, que se encontra no prolongamento do eixo que passa pelos pólos, está esquematizada (parcialmente) na figura, onde J é a posição do jovem.

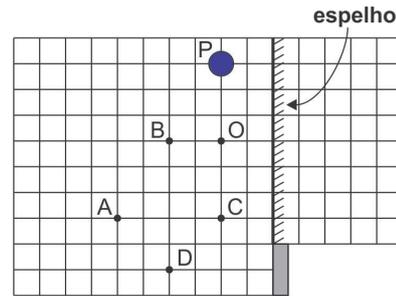
Pode-se concluir que, nesse momento, a direção dos raios solares que se dirigem para a Terra é melhor representada por

- a) A
- b) B
- c) C
- d) D
- e) E



A seta curva indica o sentido de rotação da terra

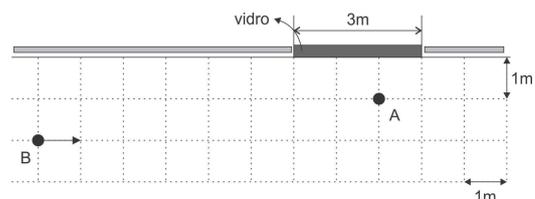
10. (2004) Desejando fotografar a imagem, refletida por um espelho plano vertical, de uma bola, colocada no ponto P, uma pequena máquina fotográfica é posicionada em O, como indicado na figura, registrando uma foto. Para obter outra foto, em que a imagem refletida da bola apareça com diâmetro duas vezes menor, dentre as posições indicadas, a máquina poderá ser posicionada somente em



- a) B
- b) C
- c) A e B
- d) C e D
- e) A e D

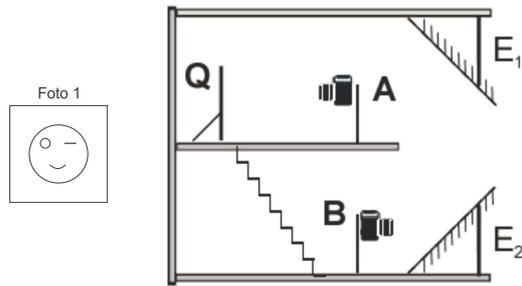
A figura, vista de cima, esquematiza a situação, estando os pontos representados no plano horizontal que passa pelo centro da bola.

11. (2005) Uma jovem está parada em A, diante de uma vitrine, cujo vidro, de 3 m de largura, age como uma superfície refletora plana vertical. Ela observa a vitrine e não repara que um amigo, que no instante t_0 está em B, se aproxima, com velocidade constante de 1 m/s, como indicado na figura, vista de cima. Se continuar observando a vitrine, a jovem poderá começar a ver a imagem do amigo, refletida no vidro, após um intervalo de tempo, aproximadamente, de

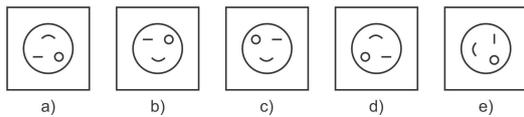


- a) 2s
- b) 3s
- c) 4s
- d) 5s
- e) 6s

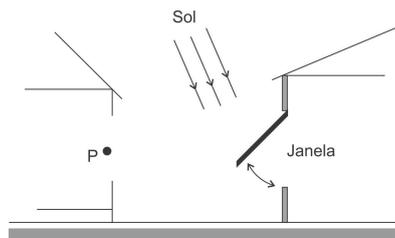
12. (2006) Em uma exposição, organizada em dois andares, foi feita uma montagem com dois espelhos planos E_1 e E_2 , dispostos a 45° entre os andares, como na figura. Uma visitante, quando no andar superior, no ponto A, fotografa um quadro (Q), obtendo a foto 1, tal como vista no visor.



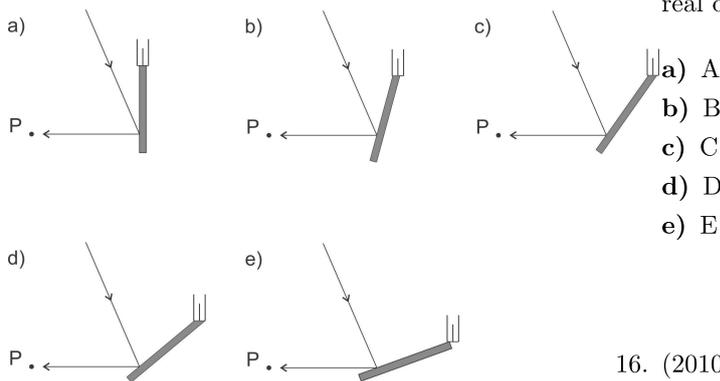
Essa visitante, ao descer as escadas, fotografa, no ponto B, o mesmo quadro através dos espelhos. A nova foto, tal como vista no visor, é



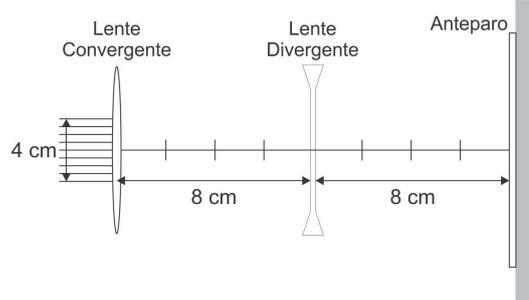
13. (2007) A janela de uma casa age como se fosse um espelho e reflete a luz do Sol nela incidente, atingindo, às vezes, a casa vizinha. Para a hora do dia em que a luz do Sol incide na direção indicada na figura,



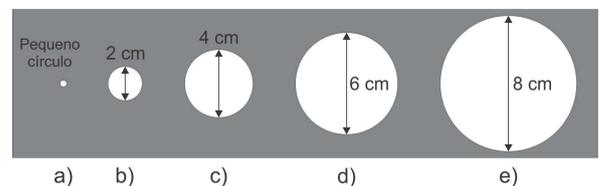
o esquema que melhor representa a posição da janela capaz de refletir o raio de luz na direção de P é



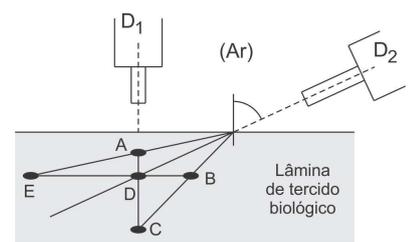
14. (2008) Um sistema de duas lentes, sendo uma convergente e outra divergente, ambas com distâncias focais iguais a 8 cm, é montado para projetar círculos luminosos sobre um anteparo. O diâmetro desses círculos pode ser alterado, variando-se a posição das lentes.



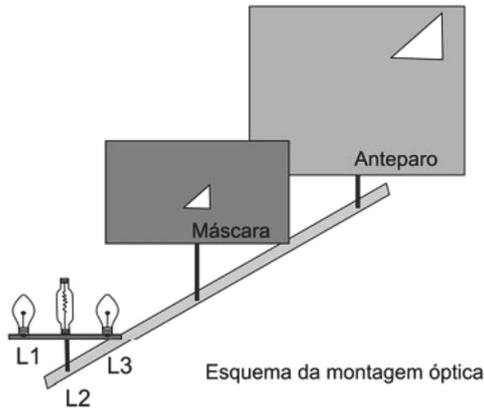
Em uma dessas montagens, um feixe de luz, inicialmente de raios paralelos e 4 cm de diâmetro, incide sobre a lente convergente, separada da divergente por 8 cm, atingindo finalmente o anteparo, 8 cm adiante da divergente. Nessa montagem específica, o círculo luminoso formado no anteparo é melhor representado por



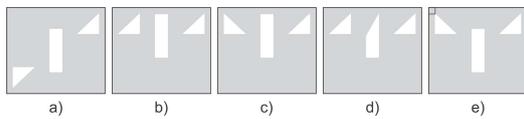
15. (2009) Dois sistemas óticos, D1 e D2, são utilizados para analisar uma lâmina de tecido biológico a partir de direções diferentes. Em uma análise, a luz fluorescente, emitida por um indicador incorporado a uma pequena estrutura, presente no tecido, é captada, simultaneamente, pelos dois sistemas, ao longo das direções tracejadas. Levando-se em conta o desvio da luz pela refração, dentre as posições indicadas, aquela que poderia corresponder à localização real dessa estrutura no tecido é



16. (2010) Uma determinada montagem óptica é composta por um anteparo, uma máscara com furo triangular e três lâmpadas, L1, L2 e L3, conforme a figura abaixo. L1 e L3 são pequenas lâmpadas de lanterna e L2, uma lâmpada com filamento extenso e linear, mas pequena nas outras dimensões. No esquema, apresenta-se a imagem projetada no anteparo com apenas L1 acesa.

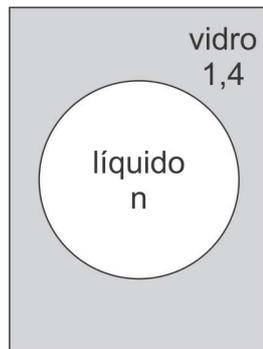


O esboço que melhor representa o anteparo iluminado pelas três lâmpadas acesas é

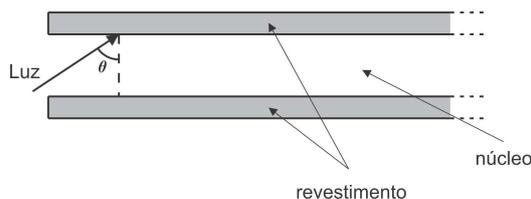


17. (2011) Um objeto decorativo consiste de um bloco de vidro transparente, de índice de refração igual a 1,4, com a forma de um paralelepípedo, que tem, em seu interior, uma bolha, aproximadamente esférica, preenchida com um líquido, também transparente, de índice de refração n .

A figura ao lado mostra um perfil do objeto. Nessas condições, quando a luz visível incide perpendicularmente em uma das faces do bloco e atravessa a bolha, o objeto se comporta, aproximadamente, como



- a) uma lente divergente, somente se $n > 1,4$.
b) uma lente convergente, somente se $n > 1,4$.
c) uma lente convergente, para qualquer valor de n .
d) uma lente divergente, para qualquer valor de n .
e) se a bolha não existisse, para qualquer valor de n .
18. (2012)



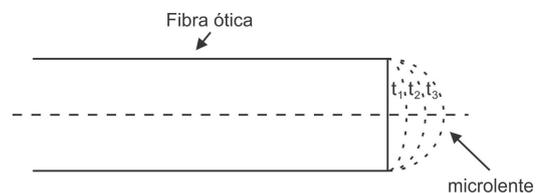
Uma fibra óptica é um guia de luz, flexível e transparente, cilíndrico, feito de sílica ou polímero, de diâmetro não muito maior que o de um fio de cabelo, usado para transmitir sinais luminosos a grandes distâncias, com baixas perdas de intensidade. A fibra óptica é constituída de um núcleo, por onde a luz se propaga e de um revestimento, como esquematizado na figura acima (corte longitudinal). Sendo o índice de refração do núcleo 1,60 e o do revestimento, 1,45, o menor valor do ângulo de incidência θ do feixe luminoso, para que toda a luz incidente permaneça no núcleo, é, aproximadamente,

- a) 45° .
b) 50° .
c) 55° .
d) 60° .
e) 65° .

| θ (graus) | $\sin \theta$ | $\cos \theta$ |
|------------------|---------------|---------------|
| 25 | 0,42 | 0,91 |
| 30 | 0,50 | 0,87 |
| 45 | 0,71 | 0,71 |
| 50 | 0,77 | 0,64 |
| 55 | 0,82 | 0,57 |
| 60 | 0,87 | 0,50 |
| 65 | 0,91 | 0,42 |

NOTE E ADOTE
 $n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$

19. (2013) A extremidade de uma fibra óptica adquire o formato arredondado de uma microlente ao ser aquecida por um laser, acima da temperatura de fusão. A figura abaixo ilustra o formato da microlente para tempos de aquecimento crescentes ($t_1 < t_2 < t_3$).



Considere as afirmações:

- I. O raio de curvatura da microlente aumenta com tempos crescentes de aquecimento.
II. A distância focal da microlente diminui com tempos crescentes de aquecimento.
III. Para os tempos de aquecimento apresentados na figura, a microlente é convergente.

Está correto apenas o que se afirma em

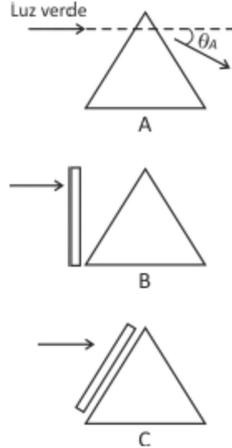
- a) I.
b) II.
c) III.
d) I e III.
e) II e III.

Note e adote:

A luz se propaga no interior da fibra ótica, da esquerda para a direita, paralelamente ao seu eixo. A fibra está imersa no ar e o índice de refração do seu material é 1,5.

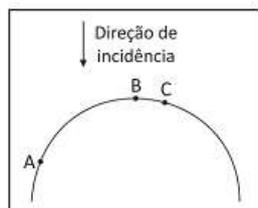
20. (2014)

Um prisma triangular lares serão tais que desvia um feixe de luz verde de um ângulo θ_A , em relação à direção de incidência, como ilustra a figura A, ao lado. Se uma placa plana, do mesmo material do prisma, for colocada entre a fonte de luz e o prisma, nas posições mostradas nas figuras B e C, a luz, ao sair do prisma, será desviada, respectivamente, de ângulos θ_B e θ_C , em relação à direção de incidência indicada pela seta. Os desvios angu-



- (a) $\theta_A = \theta_B = \theta_C$
- (b) $\theta_A > \theta_B > \theta_C$
- (c) $\theta_A < \theta_B < \theta_C$
- (d) $\theta_A = \theta_B > \theta_C$
- (e) $\theta_A = \theta_B < \theta_C$

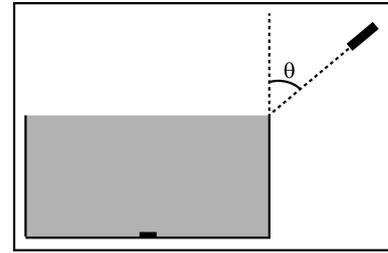
21. (2015) Luz solar incide verticalmente sobre o espelho esférico convexo visto na figura abaixo.



Os raios refletidos nos pontos A, B e C do espelho têm, respectivamente, ângulos de reflexão θ_A , θ_B e θ_C tais que

- (a) $\theta_A > \theta_B > \theta_C$
- (b) $\theta_A > \theta_C > \theta_B$
- (c) $\theta_A < \theta_C < \theta_B$
- (d) $\theta_A < \theta_B < \theta_C$
- (e) $\theta_A = \theta_B = \theta_C$

22. (2016) Uma moeda está no centro do fundo de uma caixa d'água cilíndrica de 0,87m de altura e base circular com 1,0m de diâmetro, totalmente preenchida com água, como esquematizado na figura.



Se um feixe de luz laser incidir em uma direção que passa pela borda da caixa, fazendo um ângulo θ com a vertical, ele só poderá iluminar a moeda se

- (a) $\theta = 20^\circ$
- (b) $\theta = 30^\circ$
- (c) $\theta = 45^\circ$
- (d) $\theta = 60^\circ$
- (e) $\theta = 70^\circ$

Note e adote

Índice de refração da água: 1,4
 $n_1 \sin(\theta_1) = n_2 \sin(\theta_2)$
 $\sin(20^\circ) = \cos(70^\circ) = 0,35$
 $\sin(30^\circ) = \cos(60^\circ) = 0,50$
 $\sin(45^\circ) = \cos(45^\circ) = 0,70$
 $\sin(60^\circ) = \cos(30^\circ) = 0,87$
 $\sin(70^\circ) = \cos(20^\circ) = 0,94$

23. (2017) Em uma aula de laboratório de física, utilizando-se o arranjo experimental esquematizado na figura, foi medido o índice de refração de um material sintético chamado poliestireno. Nessa experiência, radiação eletromagnética, proveniente de um gerador de micro-ondas, propaga-se no ar e incide perpendicularmente em um dos lados de um bloco de poliestireno, cuja seção reta é um triângulo retângulo, que tem um dos ângulos medindo 25° , conforme a figura. Um detector de micro-ondas indica que a radiação eletromagnética sai do bloco propagando-se no ar em uma direção que forma um ângulo de 15° com a de incidência.



A partir desse resultado, conclui-se que o índice de refração do poliestireno em relação ao ar para essa micro-onda é, aproximadamente,

- (a) 1,3
- (b) 1,5
- (c) 1,7
- (d) 2,0
- (e) 2,2

| |
|---|
| Note e adote: $\text{sen}15^\circ \approx 0,3$ $\text{sen}25^\circ \approx 0,4$ $\text{sen}40^\circ \approx 0,6$ |
|---|

24. (2018) Câmeras digitais, como a esquematizada na figura, possuem mecanismos automáticos de focalização.



Em uma câmera digital que utilize uma lente convergente com 20 mm de distância focal, a distância, em mm, entre a lente e o sensor da câmera, quando um objeto a 2 m estiver corretamente focalizado, é, aproximadamente,

- (a) 1.
- (b) 5.
- (c) 10.
- (d) 15.
- (e) 20.



10.1 Gabarito - Óptica

| | | | | |
|------|-------|-------|-------|-------|
| 1. B | 6. A | 11. A | 16. D | 21. B |
| 2. C | 7. B | 12. A | 17. B | 22. C |
| 3. A | 8. E | 13. C | 18. E | 23. B |
| 4. C | 9. A | 14. C | 19. E | 24. E |
| 5. A | 10. E | 15. C | 20. A | |

11 Termodinâmica

1. (2000) Em um copo grande, termicamente isolado, contendo água à temperatura ambiente (25°C), são colocados dois cubos de gelo (idênticos) a 0°C . A temperatura da água passa a ser, aproximadamente, de 1°C . Nas mesmas condições se, em vez de 2, forem colocados 4 cubos de gelos iguais aos anteriores, ao ser atingido o equilíbrio, haveria no copo

- apenas água acima de 0°C
- apenas água a 0°C
- gelo a 0°C e água acima de 0°C
- gelo e água a 0°C
- apenas gelo a 0°C

2. (2000) Um bujão de gás de cozinha contém 13kg de gás liquefeito à alta pressão. Um mol desse gás tem massa de, aproximadamente, 52g . Se todo o conteúdo do bujão fosse utilizado para encher um balão, à pressão atmosférica e à temperatura de 330K , o volume final do balão seria aproximadamente de:

- 13m^3
- $6,2\text{m}^3$
- $3,1\text{m}^3$
- $0,98\text{m}^3$
- $0,27\text{m}^3$

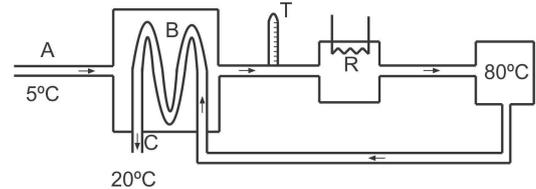
| |
|---|
| <p>Constante dos gases R $R = 8,3 \text{ J}/(\text{mol} \cdot \text{K})$ $R = 0,082 \text{ atm} \cdot \ell/(\text{mol} \cdot \text{K})$</p> <p>$P_{\text{atmosférica}} = 1 \text{ atm}$ $\approx 1 \times 10^5 \text{ Pa}$ $(1 \text{ Pa} = 1 \text{ N}/\text{m}^2)$ $1 \text{ m}^3 = 1000 \ell$</p> |
|---|

3. (2000) Um motorista para em um posto e pede ao frentista para regular a pressão dos pneus de seu carro em 25 "libras" (abreviação da unidade "libra força por polegada quadrada" ou "psi"). Essa unidade corresponde à pressão exercida por uma força igual ao peso da massa de 1 libra, distribuída sobre uma área de 1 polegada quadrada. Uma libra corresponde a $0,5\text{kg}$ e 1 polegada a $25 \times 10^{-3}\text{m}$, aproximadamente. Como 1atm corresponde a cerca de $1 \times 10^5 \text{ Pa}$ no SI (e $1\text{Pa} = 1\text{N}/\text{m}^2$), aquelas 25 "libras" pedidas pelo motorista equivalem aproximadamente a:

- 2atm
- 1atm
- $0,5\text{atm}$
- $0,2\text{atm}$
- $0,01\text{atm}$

4. (2001) O processo de pasteurização do leite consiste em aquecê-lo a altas temperaturas, por alguns segundos, e resfriá-lo em seguida. Para isso, o leite percorre um sistema, em fluxo constante, passando por três etapas:

- O leite entra no sistema (através de A), a 5°C , sendo aquecido (no trocador de calor B) pelo leite que já foi pasteurizado e está saindo do sistema.
- Em seguida, completa-se o aquecimento do leite, através da resistência R, até que ele atinja 80°C . Com essa temperatura, o leite retorna a B.
- Novamente em B, o leite quente é resfriado pelo leite frio que entra por A, saindo do sistema (através de C), a 20°C .

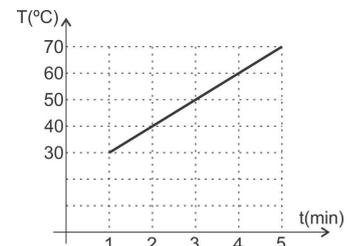


Em condições de funcionamento estáveis, e supondo que o sistema seja bem isolado termicamente, pode-se afirmar que a temperatura indicada pelo termômetro T, que monitora a temperatura do leite na saída de B, é aproximadamente de

- 20°C
- 25°C
- 60°C
- 65°C
- 75°C

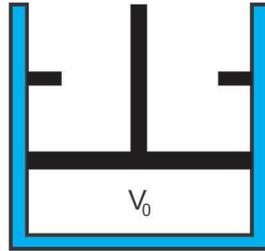
5. (2001) Em uma panela aberta, aquece-se água, observando-se uma variação da temperatura da água com o tempo, como indica o gráfico. Desprezando-se a evaporação antes da fervura, em quanto tempo, a partir do começo da ebulição, toda água terá se esgotado? (Considere que o calor de vaporização da água é cerca de $540\text{cal}/\text{g}$)

- 18 minutos
- 27 minutos
- 36 minutos
- 45 minutos
- 54 minutos



6. (2001) Um gás, contido em um cilindro, à pressão atmosférica, ocupa um volume V_0 , à temperatura ambiente T_0 (em kelvin). O cilindro contém um pistão, de massa desprezível, que pode mover-se sem atrito e que pode até, em seu limite máximo, duplicar o volume inicial do gás. Esse gás é aquecido,

fazendo com que o pistão seja empurrado ao máximo e também com que a temperatura do gás atinja quatro vezes T_0 . Na situação final, a pressão do gás no cilindro deverá ser



- metade da pressão atmosférica
- igual à pressão atmosférica
- duas vezes a pressão atmosférica
- três vezes a pressão atmosférica
- quatro vezes a pressão atmosférica

7. (2002) Balões estão voltando a ser considerados como opção para o transporte de carga. Um balão quando vazio, tem massa de 30.000kg . Ao ser inflado com 20.000kg de Hélio, pode transportar uma carga útil de 75.000kg . Nessas condições, o empuxo do balão no ar equilibra seu peso. Se, ao invés de Hélio, o mesmo volume for preenchido com Hidrogênio, Esse balão poderia transportar uma carga útil de aproximadamente

- 37.500kg
- 65.000kg
- 75.000kg
- 85.000kg
- 150.000kg

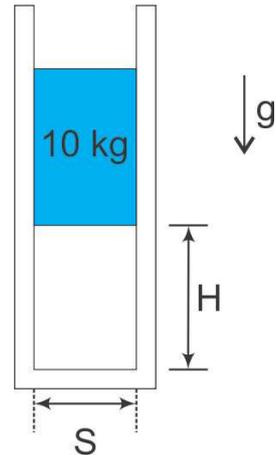
Nas CNTP
Massa de 1 mol de $\text{H}_2 = 2,0\text{g}$
Massa de 1 mol de $\text{He} = 4,0\text{g}$

8. (2002) Em um processo industrial, duas esferas de cobre maciças, A e B, com raios $R_A = 16\text{cm}$ e $R_B = 8\text{cm}$, inicialmente à temperatura de 20°C , permaneceram em um forno muito quente durante períodos diferentes. Constatou-se que a esfera A, ao ser retirada, havia atingido a temperatura de 100°C . Tendo ambas recebido a mesma quantidade de calor, a esfera B, ao ser retirada do forno, tinha temperatura aproximada de

- 30°C
- 60°C
- 100°C
- 180°C
- 660°C

9. (2002) Um equipamento possui um sistema formado por um pistão, com massa de 10kg , que se movimenta, sem atrito, em um cilindro de seção transversal $S = 0,01\text{m}^2$. Operando em uma região onde a pressão atmosférica é de $10 \times 10^4\text{Pa}$, ($1\text{Pa} = 1\text{N/m}^2$), o ar aprisionado no interior do cilindro mantém o pistão a uma altura $H = 18\text{cm}$.

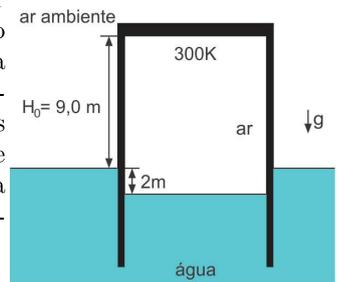
Quando esse sistema é levado a operar em uma região onde a pressão atmosférica é de $8,0 \times 10^4\text{Pa}$, movendo-se a mesma temperatura, a nova altura H no interior do cilindro passa a ser aproximadamente de



- $5,5\text{cm}$
- $14,7\text{cm}$
- 20cm
- 22cm
- 36cm

10. (2003) O gasômetro G, utilizado para o armazenamento de ar, é um recipiente cilíndrico, metálico, com paredes laterais de pequena espessura. G é fechado na sua parte superior, aberto na inferior que permanece imersa em água e pode se mover na direção vertical. G contém ar, inicialmente à

temperatura de 300K e o nível de água no seu interior se encontra $2,0\text{m}$ abaixo do nível externo da água. Nessas condições, a tampa de G está a $9,0\text{m}$ acima da água, como mostra a figura ao lado.



Aquecendo-se o gás, o sistema se estabiliza numa nova altura de equilíbrio, como a tampa superior a uma altura H , em relação ao nível externo da água, e com temperatura do gás a 360K . Supondo que o ar se comporte como um gás ideal, a uma nova altura H será, aproximadamente, igual a

- $8,8\text{m}$
- $9,0\text{m}$
- $10,8\text{m}$
- $11,2\text{m}$
- $13,2\text{m}$

11. (2003) Dois recipientes iguais, A e B, contem, respectivamente, $2,0\text{ litros}$ e $1,0\text{ litro}$ de água à temperatura de 20°C . Utilizando um aquecedor elétrico, de potência constante, e mantendo-o ligado durante 80s , aquece-se a água do recipiente A até a temperatura de 60°C . A seguir, transfere-se $1,0\text{ litro}$ de água de A para B, que passa a conter

Se os recipientes forem retirados da placa e seus líquidos misturados, a temperatura final da mistura ficará em torno de

- a) $45^{\circ}C$ d) $60^{\circ}C$
b) $50^{\circ}C$
c) $55^{\circ}C$ e) $65^{\circ}C$

18. (2008) Um aquecedor elétrico é mergulhado em um recipiente com água a $10^{\circ}C$ e, cinco minutos depois, a água começa a ferver a $100^{\circ}C$. Se o aquecedor não for desligado, toda a água irá evaporar e o aquecedor será danificado. Considerando o momento em que a água começa a ferver, a evaporação de toda a água ocorrerá em um intervalo de aproximadamente

- a) 5 minutos
b) 10 minutos
c) 12 minutos
d) 15 minutos
e) 30 minutos

| |
|---|
| Calor específico da água = $1,0 \text{ cal/(g}^{\circ}C)$ Calor de vaporização da água = 540 cal/g |
| Desconsidere perdas de calor para o recipiente, para o ambiente e para o próprio aquecedor |

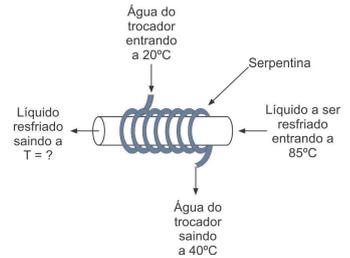
19. (2008) Em algumas situações de resgate, bombeiros utilizam cilindros de ar comprimido para garantir condições normais de respiração em ambientes com gases tóxicos. Esses cilindros, cujas características estão indicadas na tabela, alimentam máscaras que se acoplam ao nariz. Quando acionados, os cilindros fornecem para a respiração, a cada minuto, cerca de 40 litros de ar, à pressão atmosférica e temperatura ambiente. Nesse caso, a duração do ar de um desses cilindros seria de aproximadamente

- a) 20 minutos
b) 30 minutos
c) 45 minutos
d) 60 minutos
e) 90 minutos

| CILINDRO PARA RESPIRAÇÃO | |
|---|---------------|
| Gás | Ar comprimido |
| Volume | 9 litros |
| Pressão interna | 200 atm |
| Pressão atmosférica local = 1 atm A temperatura durante todo o processo permanece constante. | |

20. (2009) Um trocador de calor consiste em uma serpentina, ela qual circulam 18 litros de água por minuto. A água entra na serpentina à temperatura ambiente ($20^{\circ}C$) e sai mais quente. Com isso, resfria-se o líquido que passa por uma tubulação principal, na qual a serpentina está enrolada. Em uma fábrica, o líquido a ser resfriado na tubulação principal é também água, a $85^{\circ}C$, mantida a uma vazão de 12 litros por minuto. Quando a temperatura de saída da água da serpentina for $40^{\circ}C$, será possível estimar que a água da tubulação principal esteja saindo a uma temperatura T de, aproximadamente,

- a) $75^{\circ}C$
b) $65^{\circ}C$
c) $55^{\circ}C$
d) $45^{\circ}C$
e) $35^{\circ}C$



21. (2009) Em um 'freezer', muitas vezes, é difícil repetir a abertura da porta, pouco tempo após ter sido fechado, devido à diminuição da pressão interna. Essa diminuição ocorre porque o ar que entra, à temperatura ambiente, é rapidamente resfriado até a temperatura de operação, em torno de $-18^{\circ}C$. Considerando um 'freezer' doméstico, de 280 L, bem vedado, em um ambiente a $27^{\circ}C$ e pressão atmosférica P_0 , a pressão interna poderia atingir o valor mínimo de

- a) 35% de P_0
b) 50% de P_0
c) 67% de P_0
d) 85% de P_0
e) 95% de P_0

Considere que todo o ar no interior do 'freezer', no instante em que a porta é fechada, está a temperatura do ambiente.

22. (2010) Energia térmica, obtida a partir da conversão de energia solar, pode ser armazenada em grandes recipientes isolados, contendo sais fundidos em altas temperaturas. Para isso, pode-se utilizar o sal nitrato de sódio (NaNO_3), aumentando sua temperatura de $300^{\circ}C$ para $550^{\circ}C$, fazendo-se assim uma reserva para períodos sem insolação. Essa energia armazenada poderá ser recuperada, com a temperatura do sal retornando a $300^{\circ}C$. Para armazenar a mesma quantidade de energia que seria obtida com a queima de 1 L de gasolina, necessita-se de uma massa de NaNO_3 igual a

- a) $4,32 \text{ kg}$ d) $3 \times 10^4 \text{ kg}$
b) 120 kg
c) 240 kg e) $3,6 \times 10^4 \text{ kg}$

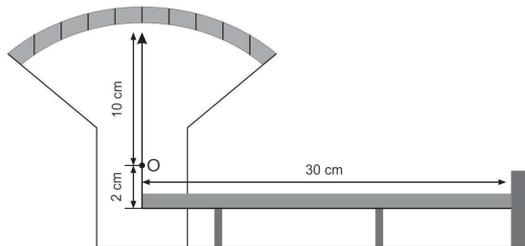
Poder calorífico da gasolina = $3,6 \times 10^7 \text{ J/L}$
Calor específico do NaNO_3 = $1,2 \times 10^3 \text{ J/kg}^{\circ}C$

23. (2011) Um laboratório químico descartou um frasco de éter, sem perceber que, em seu interior, havia ainda um resíduo de $7,4 \text{ g}$ de éter, parte no estado líquido, parte no estado gasoso. Esse frasco, de $0,8 \text{ L}$ de volume, fechado hermeticamente, foi deixado sob o sol e, após um certo tempo, atingiu a temperatura de equilíbrio $T = 37^{\circ}C$, valor acima da temperatura de ebulição do éter. Se todo o éter no estado líquido tivesse evaporado, a pressão dentro do frasco seria

- a) 0,37atm d) 3,1atm
 b) 1,0atm
 c) 2,5atm e) 5,9atm

NOTE E ADOTE
 No interior do frasco descartado havia apenas éter.
 Massa molar do éter = 74g
 $K = ^\circ C + 273$
 $R(\text{constante universal dos gases}) = 0,08 \text{ atm.L}/(\text{mol.K})$

24. (2012)



Para ilustrar a dilatação dos corpos, um grupo de estudantes apresenta, em uma feira de ciências, o instrumento esquematizado na figura acima. Nessa montagem, uma barra de alumínio com 30cm de comprimento está apoiada sobre dois suportes, tendo uma extremidade presa ao ponto inferior do ponteiro indicador e a outra encostada num anteparo fixo. O ponteiro pode girar livremente em torno do ponto O, sendo que o comprimento de sua parte superior é 10cm e, o da inferior, 2cm. Se a barra de alumínio, inicialmente à temperatura de 25°C, for aquecida a 225°C, o deslocamento da extremidade superior do ponteiro será, aproximadamente, de

- a) 1mm d) 12mm
 b) 3mm
 c) 6mm e) 30mm

NOTE E ADOTE
 Coeficiente de dilatação linear do alumínio: $2 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ C^{-1}$

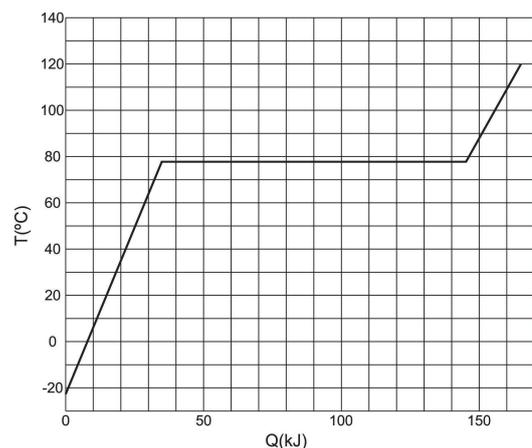
25. (2012) Em uma sala fechada e isolada termicamente, uma geladeira, em funcionamento, tem, num dado instante, sua porta completamente aberta. Antes da abertura dessa porta, a temperatura da sala é maior que a do interior da geladeira. Após a abertura da porta, a temperatura da sala,

- a) diminui até que o equilíbrio térmico seja estabelecido.
 b) diminui continuamente enquanto a porta permanecer aberta
 c) diminui inicialmente, mas, posteriormente, será maior do que quando a porta foi aberta.

- d) aumenta inicialmente, mas, posteriormente, será menor do que quando a porta foi aberta.
 e) não se altera, pois se trata de um sistema fechado e termicamente isolado.

26. (2013) Em um recipiente termicamente isolado e mantido a pressão constante, são colocados 138g de etanol líquido. A seguir, o etanol é aquecido e sua temperatura T é medida como função da quantidade de calor Q a ele transferida. A partir do gráfico de $T \times Q$, apresentado na figura abaixo, pode-se determinar o calor específico molar para o estado líquido e o calor latente molar de vaporização do etanol como sendo, respectivamente, próximos de

- a) 0,12kJ/(mol°C) e 36kJ/mol
 b) 0,12kJ/(mol°C) e 48kJ/mol
 c) 0,21kJ/(mol°C) e 36kJ/mol
 d) 0,21kJ/(mol°C) e 48kJ/mol
 e) 0,35kJ/(mol°C) e 110kJ/mol

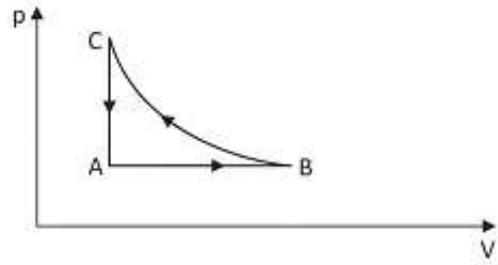
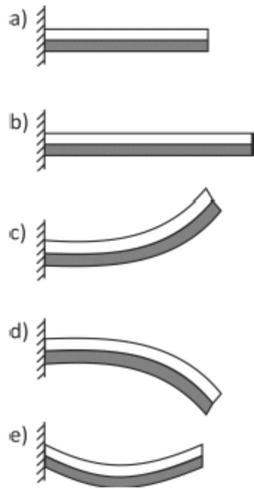


Note e adote:
 Fórmula do etanol: C_2H_5OH
 Massas moleculares: C(12 g/mol), H(1 g/mol), O(16 g/mol)

27. (2014) Uma lâmina bimetálica de bronze e ferro, na temperatura ambiente, é fixada por uma de suas extremidades, como visto na figura abaixo.



Nessa situação, a lâmina está plana e horizontal. A seguir, ela é aquecida por uma chama de gás. Após algum tempo de aquecimento, a forma assumida pela lâmina será mais adequadamente representada pela figura:



28. (2015)

Para impedir que a pressão interna de uma panela de pressão ultrapasse um certo valor, em sua tampa há um dispositivo formado por um pino acoplado a um tubo cilíndrico, como esquematizado na figura ao lado. Enquanto a força resultante sobre o pino for dirigida para baixo, a panela está perfeitamente vedada. Considere o diâmetro interno do tubo cilíndrico igual a



Na situação em que apenas a força gravitacional, a pressão atmosférica e a exercida pelos gases na panela atuam no pino, a pressão absoluta máxima no interior da panela é

- (a) 1,1 atm (d) 1,8 atm
(b) 1,2 atm
(c) 1,4 atm (e) 2,2 atm

Note e adote:
 $\pi = 3$
 $1 \text{ atm} = 10^5 \text{ N/m}^2$
aceleração local da gravidade = 10 m/s^2

29. (2015) Certa quantidade de gás sofre três transformações sucessivas, $A \rightarrow B$, $B \rightarrow C$ e $C \rightarrow A$, conforme o diagrama $p - V$ apresentado na figura abaixo.

A respeito dessas transformações, afirmou-se o seguinte:

- (I) O trabalho total realizado no ciclo $ABCA$ é nulo.
(II) A energia interna do gás no estado C é maior que no estado A .
(III) Durante a transformação $A \rightarrow B$, o gás recebe calor e realiza trabalho.

Está correto apenas o que se afirma em

- (a) I. (d) I e II.
(b) II.
(c) III. (e) II e III.

Note e adote:
o gás deve ser tratado como ideal;
a transformação $B \rightarrow C$ é isotérmica.

30. (2016)

Uma garrafa tem um cilindro aproximadamente lido afixado em sua boca, no qual um êmbolo pode se movimentar sem atrito, mantendo constante a massa de ar dentro da garrafa, como ilustra a figura. Inicialmente, o sistema está em equilíbrio à temperatura de 27°C . O volume de ar na garrafa é igual a 600cm^3 e o êmbolo tem uma área transversal igual a 3cm^2 . Na condição de equilíbrio, com a pressão atmosférica constante, para cada 1°C de aumento de temperatura do sistema, o êmbolo subirá

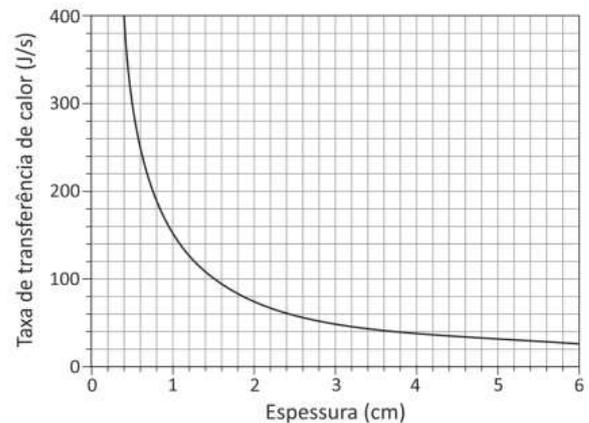


- (a) 0,7 cm
(b) 14 cm
(c) 2,1 cm
(d) 30 cm
(e) 60 cm

Note e adote:
 $0^\circ\text{C} = 273\text{K}$
Considere o ar da garrafa como um gás ideal.

31. (2018) Um fabricante de acessórios de montanhismo quer projetar um colchão de espuma apropriado para ser utilizado por alpinistas em regiões frias. Considere que a taxa de transferência de calor ao solo por uma pessoa dormindo confortavelmente seja 90 kcal/hora e que a transferência de calor entre a pessoa e o solo se dê exclusivamente pelo mecanismo de condução térmica através da espuma do colchão. Nestas condições, o gráfico representa a

taxa de transferência de calor, em J/s , através da espuma do colchão, em função de sua espessura, em cm .



Considerando $1\text{ cal} = 4\text{ J}$, a menor espessura do colchão, em cm , para que a pessoa durma confortavelmente é

- (a) 1,0.
(b) 1,5.
(c) 2,2
(d) 2,8
(e) 3,9

32. (2018) Furacões são sistemas físicos que liberam uma enorme quantidade de energia por meio de diferentes tipos de processos, sendo um deles a condensação do vapor em água. De acordo com o Laboratório Oceanográfico e Meteorológico do Atlântico, um furacão produz, em média, $1,5\text{ cm}$ de chuva por dia em uma região plana de 660 km de raio. Nesse caso, a quantidade de energia por unidade de tempo envolvida no processo de condensação do vapor em água da chuva é, aproximadamente,

- (a) $3,8 \times 10^{15}\text{ W}$.
(b) $4,6 \times 10^{14}\text{ W}$.
(c) $2,1 \times 10^{13}\text{ W}$.
(d) $1,2 \times 10^{12}\text{ W}$.
(e) $1,1 \times 10^{11}\text{ W}$.

Note e adote:
 $\pi = 3$
Calor latente de vaporização da água: $2 \times 10^6\text{ J/kg}$.
Densidade da água: 10^3 kg/m^3 .
 $1\text{ dia} = 8,6 \times 10^4\text{ s}$.



11.1 Gabarito - Termodinâmica

| | | | | | |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1. D | 7. D | 13. B | 19. C | 25. C | 31. B |
| 2. B | 8. E | 14. C | 20. C | 26. A | 32. B |
| 3. A | 9. D | 15. C | 21. D | 27. D | |
| 4. D | 10. D | 16. B | 22. B | 28. C | |
| 5. E | 11. A | 17. B | 23. D | 29. E | |
| 6. C | 12. D | 18. E | 24. C | 30. A | |