

Na medida em que se fizer necessário e não for fornecido o valor de uma das constantes, você deve utilizar os seguintes **dados**:

aceleração da gravidade local $g = 9,8 \text{ m/s}^2$

velocidade som = 330 m/s

raio da Terra = 6370 km

massa específica da água = $1,0 \text{ g/cm}^3$

massa específica do ouro = $19,0 \text{ g/cm}^3$

calor específico da água = $4,18 \text{ kJ/kg}\cdot\text{K}$

calor latente de evaporação da água = $2,26 \times 10^3 \text{ kJ/kg}$

As questões de número **01** a **20 NÃO PRECISAM SER JUSTIFICADAS** no Caderno de Respostas. Basta marcar a Folha de Respostas (verso do Caderno de Respostas) e a Folha de Leitura Óptica.

1. A força da gravitação entre dois corpos é dada pela expressão $F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$. A dimensão da

constante de gravitação **G** é então:

(A) $[L]^3 [M]^{-1} [T]^{-2}$

(B) $[L]^3 [M] [T]^{-2}$

(C) $[L] [M]^{-1} [T]^2$

(D) $[L]^2 [M]^{-1} [T]^{-1}$

(E) nenhuma.

2. Uma partícula em movimento harmônico simples oscila com frequência de 10 Hz entre os pontos L e $-L$ de uma reta. No instante t_1 a partícula está no ponto $\sqrt{3} L/2$ caminhando em direção a valores inferiores, e atinge o ponto $-\sqrt{2} L/2$ no instante t_2 . O tempo gasto nesse deslocamento é:

(A) $0,021 \text{ s}$

(B) $0,029 \text{ s}$

(C) $0,15 \text{ s}$

(D) $0,21 \text{ s}$

(E) $0,29 \text{ s}$

3. Um corpo de massa **m** é colocado no prato **A** de uma balança de braços desiguais e equilibrados por uma massa **p** colocada no prato **B**. Esvaziada a balança, o corpo de massa **m** é colocado no prato **B** e equilibrado por uma massa **q** colocada no prato **A**. O valor da massa **m** é:

(A) pq (B) $\sqrt{p} q$ (C) $\frac{p+q}{2}$ (D) $\sqrt{\frac{p+q}{2}}$ (E) $\frac{pq}{p+q}$

4. Um fio metálico, preso nas extremidades, tem comprimento L e diâmetro d e vibra com uma frequência fundamental de 600 Hz. Outro fio do mesmo material, mas com comprimento $3L$ e diâmetro $d/2$, quando submetido à mesma tensão, vibra com uma frequência fundamental de:
- (A) 200 Hz (B) 283 Hz (C) 400 Hz (D) 800 Hz (E) 900 Hz

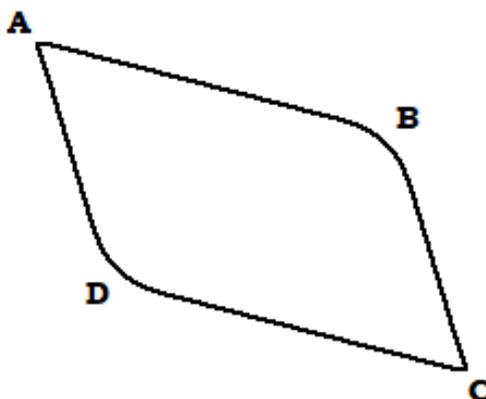
5. O primeiro planeta descoberto fora do sistema solar, 51 Pegasi B, orbita a estrela 51 Pegasi, completando uma revolução a cada 4,2 dias. A descoberta do 51 Pegasi B, feita por meios espectroscópicos, foi confirmada logo em seguida por observação direta do movimento periódico da estrela devido ao planeta que a orbita. Concluiu-se que 51 Pegasi B orbita a estrela 51 Pegasi a $1/20$ da distância entre o Sol e a Terra.

Considere as seguintes afirmações: se o semieixo maior da órbita do planeta 51 Pegasi B fosse 4 vezes maior do que é, então:

- I. A amplitude do movimento periódico da estrela 51 Pegasi, como visto da Terra, seria 4 vezes maior do que é.
- II. A velocidade máxima associada ao movimento periódico da estrela 51 Pegasi, como visto da Terra, seria 4 vezes maior do que é.
- III. O período de revolução do planeta 51 Pegasi B seria de 33,6 dias.

- (A) Apenas I é correta.
- (B) I e II são corretas.
- (C) I e III são corretas.
- (D) II e III são corretas.
- (E) As informações fornecidas são insuficientes para concluir quais são corretas.

6. No arranjo mostrado abaixo, do ponto **A** largamos com velocidade nula duas pequenas bolas que se moverão sob a influencia da gravidade em um plano vertical, sem rolamento ou atrito, uma pelo trecho ABC e a outra pelo trecho ADC. As partes AD e BC dos trechos são paralelas e as partes AB e DC também. Os vértices **B** de ABC e **D** de ADC são suavemente arredondados para que cada bola não sofra uma brusca mudança na sua trajetória.



Pode-se afirmar que:

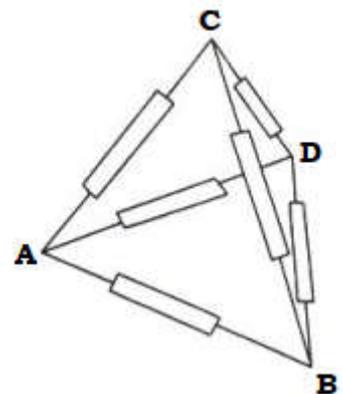
- (A) A bola que se move pelo trecho ABC chega ao ponto C primeiro.
- (B) A bola que se move pelo trecho ADC chega ao ponto C primeiro.
- (C) As duas bolas chegam juntas ao ponto C.
- (D) A bola de maior massa chega primeiro (e se tiverem a mesma massa, chegam juntas).
- (E) É necessário saber as massas das bolas e os ângulos relativos à vertical de cada parte dos trechos para responder.

7. Um violinista deixa cair um diapasão de frequência 440 Hz. A frequência que o violinista ouve na iminência do diapasão tocar no chão é de 436 Hz. Desprezando o efeito da resistência do ar, a altura da queda é:

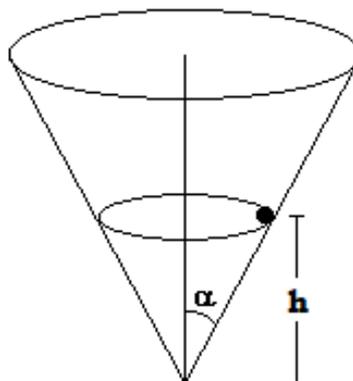
- (A) 9,4 m
- (B) 4,7 m
- (C) 0,94 m
- (D) 0,47 m
- (E) Inexistente, pois a frequência deve aumentar à medida que o diapasão se aproxima do chão.

8. Considere um arranjo em forma de tetraedro construído com 6 resistências de 100Ω , como mostrado na figura. Pode-se afirmar que as resistências equivalentes R_{AB} e R_{CD} entre os vértices A, B e C, D, respectivamente, são:

- (A) $R_{AB} = R_{CD} = 33,3 \Omega$
- (B) $R_{AB} = R_{CD} = 50 \Omega$
- (C) $R_{AB} = R_{CD} = 66,7 \Omega$
- (D) $R_{AB} = R_{CD} = 83,3 \Omega$
- (E) $R_{AB} = 66,7 \Omega$ e $R_{CD} = 83,3 \Omega$



9. Uma massa puntual se move, sob a influência da gravidade e sem atrito, com velocidade angular ω em um círculo a uma altura $h \neq 0$ na superfície interna de um cone que forma um ângulo α com seu eixo central, como mostrado na figura.



A altura h da massa em relação ao vértice do cone é:

(A) $\frac{g}{\omega^2}$

(B) $\frac{g}{\omega^2} \cdot \frac{1}{\sin \alpha}$

(C) $\frac{g}{\omega^2} \cdot \frac{\cot \alpha}{\sin \alpha}$

(D) $\frac{g}{\omega^2} \cdot \cot^2 \alpha$

(E) Inexistente, pois a única posição de equilíbrio é $h = 0$.

10. Uma luz monocromática de comprimento de onda $\lambda = 600$ nm propaga-se no ar (de índice de refração $n = 1,00$) e incide sobre água (de índice de refração $n = 1,33$). Considerando a velocidade da luz no ar como sendo $v = 3,00 \times 10^8$ m/s, a luz propaga-se no interior da água:

(A) Com sua frequência inalterada e seu comprimento de onda inalterado, porém com uma nova velocidade $v' = 2,25 \times 10^8$ m/s.

(B) Com um novo comprimento de onda $\lambda' = 450$ nm e uma nova frequência $\nu' = 3,75 \times 10^{14}$ Hz, mas com a velocidade inalterada.

(C) Com um novo comprimento de onda $\lambda' = 450$ nm e uma nova velocidade $v' = 2,25 \times 10^8$ m/s, mas com a frequência inalterada.

(D) Com uma nova frequência $\nu' = 3,75 \times 10^{14}$ Hz e uma nova velocidade $v' = 2,25 \times 10^8$ m/s, mas com o comprimento de onda inalterado.

(E) Com uma nova frequência $\nu' = 3,75 \times 10^{14}$ Hz, um novo comprimento de onda $\lambda' = 450$ nm e uma nova velocidade $v' = 2,25 \times 10^8$ m/s.

11. Um anel, que parece ser de ouro maciço, tem massa de 28,5 g. O anel desloca 3 cm³ de água quando submerso. Considere as seguintes afirmações:

I. O anel é de ouro maciço.

II. O anel é oco e o volume da cavidade é 1,5 cm³.

III. O anel é oco e o volume da cavidade é 3,0 cm³.

IV. O anel é feito de material cuja massa específica é a metade da do ouro.

Das afirmativas mencionadas:

(A) Apenas I é falsa.

(B) Apenas III é falsa.

(C) I e III são falsas.

(D) II e IV são falsas.

(E) Qualquer uma pode ser correta.

12. A casa de um certo professor de Física do ITA, em São José dos Campos, tem dois chuveiros elétricos que consomem 4,5 kW cada um. Ele quer trocar o disjuntor geral da caixa de força por um que permita o funcionamento dos dois chuveiros simultaneamente com um aquecedor elétrico (1,2 kW), um ferro elétrico (1,1 kW) e 7 lâmpadas comuns (incandescentes) de 100 W.

Disjuntores são classificados pela corrente máxima que permitem passar. Considerando que a tensão da cidade seja de 220 V, o disjuntor de menor corrente máxima que permitirá o consumo desejado é então de:

- (A) 30 A
- (B) 40 A
- (C) 50 A
- (D) 60 A
- (E) 80 A

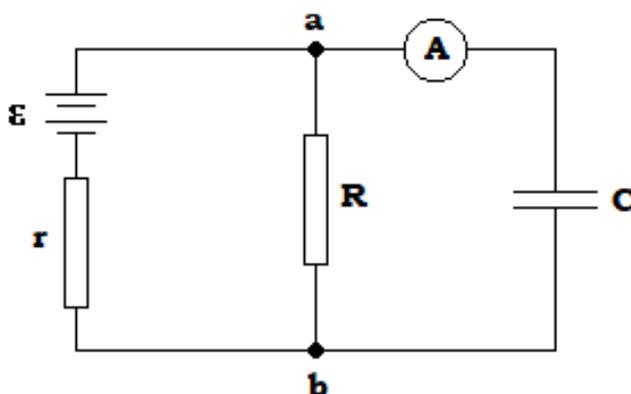
13. Considere as seguintes afirmações sobre o fenômeno de interferência da luz proveniente de duas fontes:

- I. O fenômeno de interferência de luz ocorre somente no vácuo.
- II. O fenômeno de interferência é explicado pela teoria ondulatória da luz.
- III. Quaisquer fontes de luz, tanto coerentes quanto incoerentes, podem produzir o fenômeno de interferência.

Das afirmativas mencionadas, é (são) correta (s):

- (A) Apenas I
- (B) Apenas II
- (C) I e II
- (D) I e III
- (E) II e III

14. No circuito mostrado na figura a seguir, a força eletromotriz da bateria é $\varepsilon = 10\text{ V}$ e a sua resistência interna é $r = 1,0\ \Omega$. Sabendo que $R = 4,0\ \Omega$ e $C = 2,0\ \mu\text{F}$, e que o capacitor já se encontra totalmente carregado, considere as seguintes afirmações:

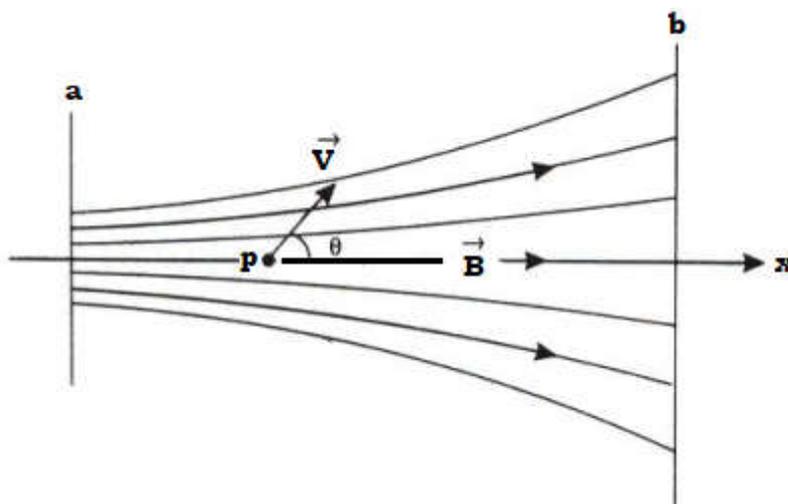


- I. A indicação no amperímetro é de 0 A.
- II. A carga armazenada no capacitor é 16 μC .
- III. A tensão entre os pontos a e b é 2,0V.
- IV. A corrente na resistência R é 2,5 A.

Das afirmativas mencionadas, é (são) correta (s):

- (A) Apenas I
- (B) I e II
- (C) I e IV
- (D) II e III
- (E) II e I

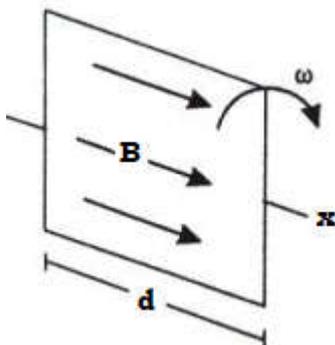
15. Na região do espaço entre os planos **a** e **b**, perpendiculares ao plano do papel, existe um campo de indução magnética, simétrico ao eixo **x**, cuja magnitude diminui com o aumento de **x**, como mostrado na figura abaixo.



Uma partícula de carga **q** e lançada a partir do ponto **p** no eixo **x**, com uma velocidade formando um ângulo θ com o sentido positivo desse eixo. Desprezando o efeito da gravidade, pode-se afirmar que, inicialmente:

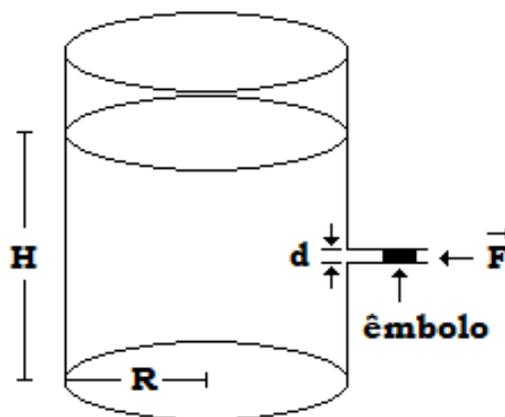
- (A) A partícula seguirá uma trajetória retilínea, pois o eixo **x** coincide com uma linha de indução magnética.
- (B) A partícula seguirá uma trajetória aproximadamente em espiral com raio constante.
- (C) Se $\theta < 90^\circ$, a partícula seguirá uma trajetória aproximadamente em espiral com raio crescente.
- (D) A energia cinética da partícula aumentará ao longo da trajetória.
- (E) Nenhuma das alternativas acima é correta.

16. Uma espira quadrada de lado d está submersa numa região de campo de indução magnética uniforme e constante, de magnitude \mathbf{B} , como mostra a figura a seguir. A espira gira ao redor de um eixo fixo \mathbf{x} com velocidade angular ω constante, de tal maneira que o eixo permanece sempre paralelo às linhas do campo magnético. A força eletromotriz induzida na espira pelo movimento é:



- (A) 0
- (B) $B d^2 \sin \omega t$
- (C) $B d^2 \omega \cos \omega t$
- (D) $B d^2 \omega$
- (E) Dependente da resistência da espira.

17. Um recipiente cilíndrico de raio R e eixo vertical contém álcool até uma altura H . Ele possui, à meia altura da coluna de álcool, um tubo de eixo horizontal cujo diâmetro d é pequeno comparado à altura da coluna de álcool, como mostra a figura. O tubo é vedado por um êmbolo que impede a saída de álcool, mas que pode deslizar sem atrito através do tubo. Sendo ρ a massa específica do álcool, a magnitude da força \mathbf{F} necessária para manter o êmbolo em sua posição é:



- (A) $\rho g H \pi R^2$
- (B) $\rho g H \pi d^2$
- (C) $\frac{\rho g H \pi R d}{2}$
- (D) $\frac{\rho g H \pi R^2}{2}$
- (E) $\frac{\rho g H \pi d^2}{8}$

18. Considere as seguintes afirmações sobre a condução elétrica num condutor homogêneo e isotrópico:

I. Energia potencial elétrica é transformada em calor ao conectar-se o condutor aos terminais de uma bateria.

II. Energia potencial elétrica é transformada em energia radiante ao conectar-se o condutor aos terminais de uma bateria.

III. A resistividade elétrica é uma propriedade intensiva da substância que compõe o condutor, isto é, não depende da geometria do condutor.

IV. A resistência de um condutor depende da sua geometria.

Das afirmativas mencionadas:

(A) Apenas I é falsa.

(B) Apenas II é falsa.

(C) Apenas III é falsa.

(D) Apenas IV é falsa.

(E) São todas corretas.

19. Um certo volume de mercúrio, cujo coeficiente de dilatação volumétrica é γ_m , é introduzido num vaso de volume V_0 , feito de vidro de coeficiente de dilatação volumétrica γ_v . O vaso com mercúrio, inicialmente a 0°C , é aquecido a uma temperatura T (em $^\circ\text{C}$). O volume da parte vazia do vaso à temperatura T é igual ao volume da parte vazia do mesmo a 0°C . O volume de mercúrio introduzido no vaso a 0°C é:

(A) $\frac{\gamma_v}{\gamma_m} V_0$

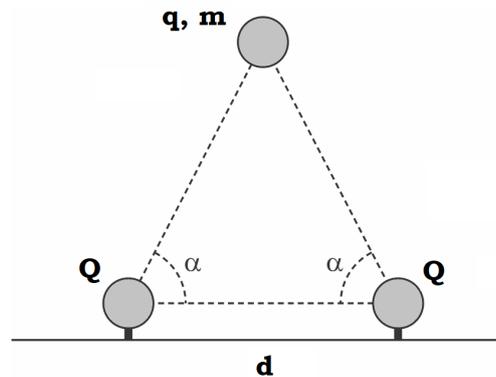
(B) $\frac{\gamma_m}{\gamma_v} V_0$

(C) $\frac{\gamma_m}{\gamma_v} \frac{273}{T + 273} V_0$

(D) $(1 - \frac{\gamma_v}{\gamma_m}) V_0$

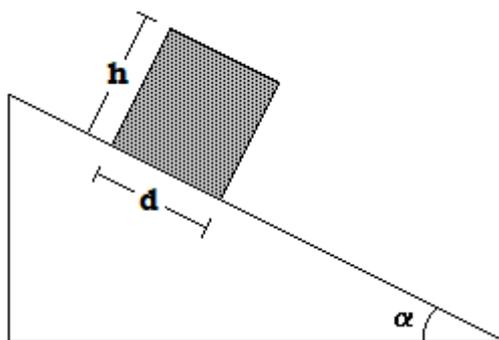
(E) $(1 - \frac{\gamma_m}{\gamma_v}) V_0$

20. Uma pequena esfera de massa m e carga q , sob a influência da gravidade e da interação eletrostática, encontra-se suspensa por duas cargas Q fixas, colocadas a uma distância d no plano horizontal, como mostrado na figura. Considere que a esfera e as duas cargas fixas estejam no mesmo plano vertical, e que sejam iguais a α os respectivos ângulos entre a horizontal e cada reta passando pelos centros das cargas fixas e da esfera. A massa da esfera é então:



- (A) $\frac{4}{4\pi\epsilon_0} \frac{qQ}{d^2} \frac{\cos^2\alpha}{g}$
 (B) $\frac{4}{4\pi\epsilon_0} \frac{qQ}{d} \frac{\text{sen}\alpha}{g}$
 (C) $\frac{8}{4\pi\epsilon_0} \frac{qQ}{d^2} \frac{\cos^2\alpha}{g}$
 (D) $\frac{8}{4\pi\epsilon_0} \frac{qQ}{d^2} \frac{\cos^2\alpha \text{sen}\alpha}{g}$
 (E) $\frac{4}{4\pi\epsilon_0} \frac{qQ}{d^2} \frac{\cos^2\alpha \text{sen}^2\alpha}{g}$

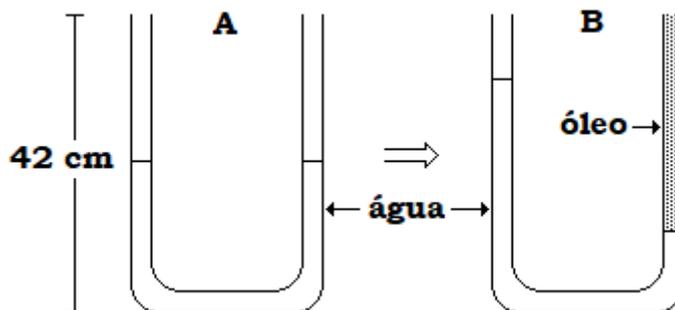
21. Considere um bloco de base d e altura h em repouso sobre um plano inclinado de ângulo α . Suponha que o coeficiente de atrito estático seja suficientemente grande para que o bloco não deslize pelo plano.



O valor máximo da altura h do bloco para que a base d permaneça em contato com o plano é:

- (A) $\frac{d}{\alpha}$
 (B) $\frac{d}{\text{sen}\alpha}$
 (C) $\frac{d}{\text{sen}^2\alpha}$
 (D) $d \cotg\alpha$
 (E) $\frac{d \cotg\alpha}{\text{sen}\alpha}$

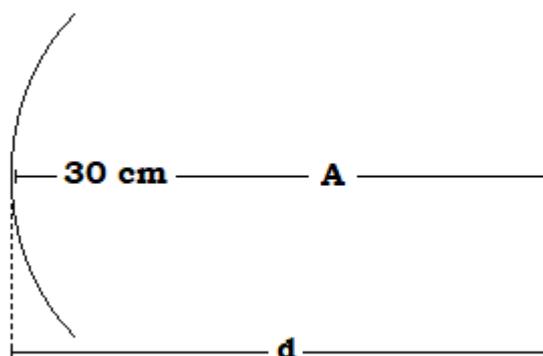
22. Um vaso comunicante em forma de **U** possui duas colunas da mesma altura $h = 42,0$ cm, preenchidas com água até a metade. Em seguida, adiciona-se óleo de massa específica igual a $0,80$ g/cm³ a uma das colunas até a coluna estar totalmente preenchida, conforme a figura B.



A coluna de óleo terá comprimento de:

- (A) 14,0 cm
- (B) 16,8 cm
- (C) 28,0 cm
- (D) 35,0 cm
- (E) 37,8 cm

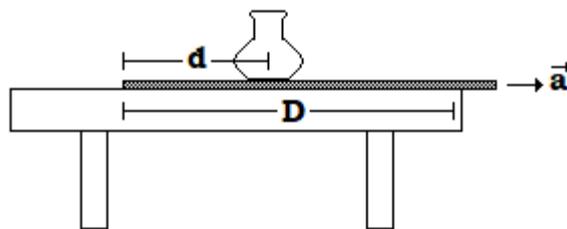
23. Um espelho plano está colocado em frente de um espelho côncavo, perpendicularmente ao eixo principal. Uma fonte luminosa **A**, centrado no eixo principal entre os dois espelhos, emite raios que se refletem sucessivamente sobre os dois espelhos e formam sobre a própria fonte **A**, uma imagem real da mesma. O raio de curvatura do espelho é 40 cm e a distância do centro da fonte **A** até o centro do espelho esférico é de 30 cm.



A distância **d** do espelho plano até o centro do espelho côncavo é, então:

- (A) 20 cm
- (B) 30 cm
- (C) 40 cm
- (D) 45 cm
- (E) 50 cm

24. Um antigo vaso chinês está a uma distância d da extremidade de um forro sobre uma mesa. Essa extremidade, por sua vez, se encontra a uma distância D de uma das bordas da mesa, como mostrado na figura.



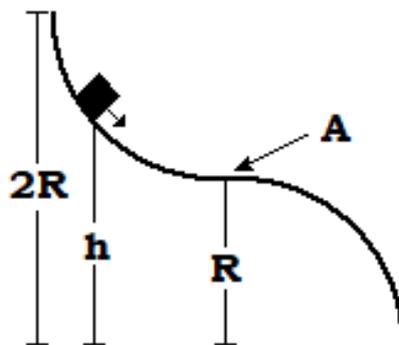
Inicialmente tudo está em repouso. Você apostou que consegue puxar o forro com uma aceleração constante a , de tal forma que o vaso não caia da mesa. Considere que ambos os coeficientes de atrito, estático e cinético, entre o vaso e o forro tenham o valor μ e que o vaso pare no momento que toca na mesa. Você ganhará a aposta se a magnitude da aceleração estiver dentro da faixa:

- (A) $a < \frac{d}{D} \mu g$ (B) $a > \frac{d}{D} \mu g$ (C) $a > \mu g$ (D) $a > \frac{D}{d} \mu g$ (E) $a > \frac{D}{D-d} \mu g$

25. Um aluno do ITA levou um relógio, a pêndulo simples, de Santos, no litoral paulista, para São José dos Campos, a 600 m acima do nível do mar. O relógio marcava a hora correta em Santos, mas demonstra uma pequena diferença em São José. Considerando a Terra como uma esfera com seu raio correspondendo ao nível do mar, pode-se **estimar** que, em São José dos Campos, o relógio:

- (A) atrasa 8 min por dia.
 (B) atrasa 8 s por dia.
 (C) adianta 8 min por dia.
 (D) adianta 8 s por dia.
 (E) foi danificado, pois deveria fornecer o mesmo horário que em Santos.

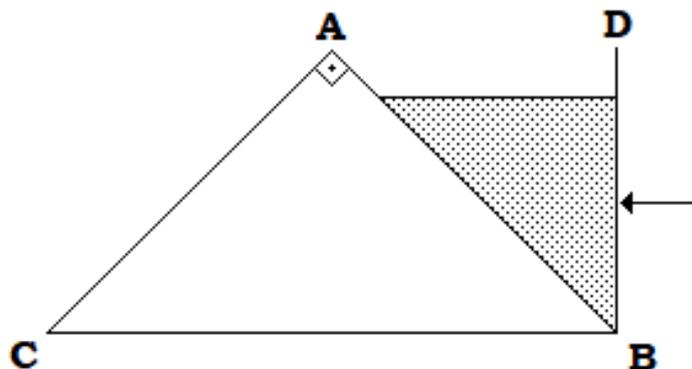
26. Um pequeno bloco, solto com velocidade nula a uma altura h , move-se sob o efeito da gravidade e sem atrito sobre um trilho em forma de dois quartos de círculo de raio R que se tangenciam, como mostra a figura.



A mínima altura inicial h que acarreta a saída do bloco, do trilho, após o ponto **A** é:

- (A) $\frac{4R}{3}$
- (B) $\frac{5R}{4}$
- (C) $\frac{3R}{2}$
- (D) $\frac{5R}{3}$
- (E) $2R$

27. Um prisma de vidro, de índice de refração $n = \sqrt{2}$, tem por secção normal um triângulo retângulo isósceles ABC no plano vertical. O volume de secção transversal ABD é mantido cheio de um líquido de índice de refração $n' = \sqrt{3}$. Um raio incide normalmente à face transparente da parede vertical BD e atravessa o líquido.



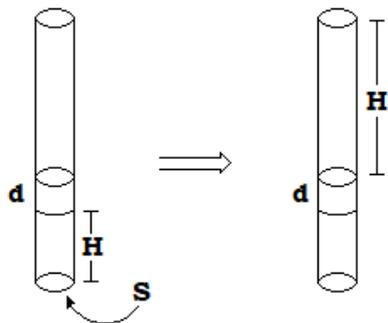
Considere as seguintes afirmações:

- I. O raio luminoso não penetrará no prisma.
- II. O ângulo de refração na face AB é de 45° .
- III. O raio emerge do prisma pela face AC com ângulo de refração de 45° .
- IV. O raio emergente definitivo é paralelo ao raio incidente em BD.

Das afirmativas mencionadas, é (são) correta (s):

- (A) Apenas I
- (B) Apenas I e IV
- (C) Apenas II e III
- (D) Apenas III e IV
- (E) II, III e IV

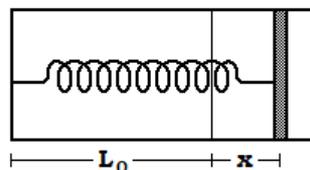
28. Um tubo vertical de secção S , fechado em uma extremidade, contém um gás, separado da atmosfera por um êmbolo de espessura d e massa específica ρ .



O gás, suposto perfeito, está à temperatura ambiente e ocupa um volume $V = SH$. Virando o tubo tal que a abertura fique voltada para baixo, o êmbolo desce e o gás ocupa um novo volume, $V' = SH'$. Denotando a pressão atmosférica por P_0 , a nova altura H' é:

- (A) $d \frac{P_0 + \rho g d}{P_0 - \rho g d}$
 (B) $d \frac{P_0}{P_0 - \rho g d}$
 (C) $H \frac{P_0}{P_0 - \rho g d}$
 (D) $H \frac{P_0 + \rho g d}{P_0}$
 (E) $H \frac{P_0 + \rho g d}{P_0 - \rho g d}$

29. Um mol de gás perfeito está contido em um cilindro de secção S fechado por um pistão móvel, ligado a uma mola de constante elástica k . Inicialmente, o gás está na pressão atmosférica P_0 e temperatura T_0 , e o comprimento do trecho do cilindro ocupado pelo gás é L_0 , com a mola não estando deformada.



O sistema gás-mola é aquecido e o pistão se desloca de uma distância x . Denotando a constante de gás por R , a nova temperatura do gás é:

- (A) $T_0 + \frac{x}{R}(P_0 S + k L_0)$
 (B) $T_0 + \frac{L_0}{R}(P_0 S + k x)$
 (C) $T_0 + \frac{x}{R}(P_0 S + k x)$
 (D) $T_0 + \frac{k x}{R}(L_0 + x)$
 (E) $T_0 + \frac{x}{R}(P_0 S + k L_0 + k x)$

30. Um vaporizador contínuo possui um bico pelo qual entra água a $20\text{ }^{\circ}\text{C}$, de tal maneira que o nível de água no vaporizador permanece constante. O vaporizador utiliza 800 W de potência, consumida no aquecimento da água até $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ e na sua vaporização a $100\text{ }^{\circ}\text{C}$. A vazão de água pelo bico é:

- (A) $0,31\text{ mL/s}$
- (B) $0,35\text{ mL/s}$
- (C) $2,4\text{ mL/s}$
- (D) $3,1\text{ mL/s}$
- (E) $3,5\text{ mL/s}$

Gabarito

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