

Caso necessário, use os seguintes dados:

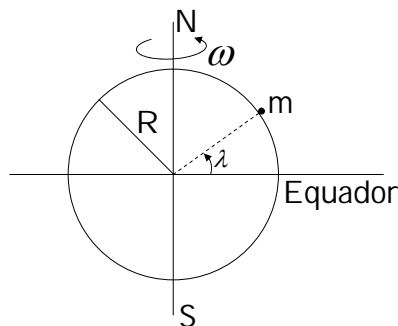
**Constante gravitacional**  $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ m}^3/\text{s}^2\text{kg}$ . **Massa do Sol**  $M = 1,99 \times 10^{30} \text{ kg}$ . **Velocidade da luz**  $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$ . **Distância média do centro da Terra ao centro do Sol:**  $1,5 \times 10^{11} \text{ m}$ . **Aceleração da gravidade**  $g = 9,8 \text{ m/s}^2$ . **Raio da Terra:**  $6380 \text{ km}$ . **Número de Avogadro:**  $6,023 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ . **Constante universal dos gases:**  $8,31 \text{ J/molK}$ . **Massa atômica do nitrogênio:**  $14$ . **Constante de Planck**  $h = 6,62 \times 10^{-34} \text{ m}^2\text{kg/s}$ . **Permissividade do vácuo:**  $\epsilon_0 = 1/4\pi k_0$ . **Permeabilidade magnética do vácuo:**  $\mu_0$ .

**Questão 1.** Pela teoria Newtoniana da gravitação, o potencial gravitacional devido ao Sol, assumindo simetria esférica, é dado por  $-V = GM/r$ , em que  $r$  é a distância média do corpo ao centro do Sol. Segundo a teoria da relatividade de Einstein, essa equação de Newton deve ser corrigida para  $-V = GM/r + A/r^2$ , em que  $A$  depende somente de  $G$ , de  $M$  e da velocidade da luz,  $c$ . Com base na análise dimensional e considerando  $k$  uma constante adimensional, assinale a opção que apresenta a expressão da constante  $A$ , seguida da ordem de grandeza da razão entre o termo de correção,  $A/r^2$ , obtido por Einstein, e o termo  $GM/r$  da equação de Newton, na posição da Terra, sabendo a priori que  $k=1$ .

- A ( )  $A = kGM/c$  e  $10^{-5}$                       B ( )  $A = kG^2M^2/c$  e  $10^{-8}$   
 C ( )  $A = kG^2M^2/c$  e  $10^{-3}$                       D ( )  $A = kG^2M^2/c^2$  e  $10^{-5}$   
 E ( )  $A = kG^2M^2/c^2$  e  $10^{-8}$

**Questão 2.** Considere a Terra como uma esfera homogênea de raio  $R$  que gira com velocidade angular uniforme  $\omega$  em torno do seu próprio eixo Norte-Sul. Na hipótese de ausência de rotação da Terra, sabe-se que a aceleração da gravidade seria dada por  $g = GM/R^2$ . Como  $\omega \neq 0$ , um corpo em repouso na superfície da Terra na realidade fica sujeito forçosamente a um peso aparente, que pode ser medido, por exemplo, por um dinamômetro, cuja direção pode não passar pelo centro do planeta. Então, o peso aparente de um corpo de massa  $m$  em repouso na superfície da Terra a uma latitude  $\lambda$  é dado por

- A ( )  $mg - m\omega^2 R \cos \lambda$ .  
 B ( )  $mg - m\omega^2 R \sin^2 \lambda$ .  
 C ( )  $mg \sqrt{1 - [2\omega^2 R/g + (\omega^2 R/g)^2]} \sin^2 \lambda$ .  
 D ( )  $mg \sqrt{1 - [2\omega^2 R/g - (\omega^2 R/g)^2]} \cos^2 \lambda$ .  
 E ( )  $mg \sqrt{1 - [2\omega^2 R/g - (\omega^2 R/g)^2]} \sin^2 \lambda$ .



**Questão 3.** Considere um segmento de reta que liga o centro de qualquer planeta do sistema solar ao centro do Sol. De acordo com a 2ª Lei de Kepler, tal segmento percorre áreas iguais em tempos iguais. Considere, então, que em dado instante deixasse de existir o efeito da gravitação entre o Sol e o planeta. Assinale a alternativa correta.

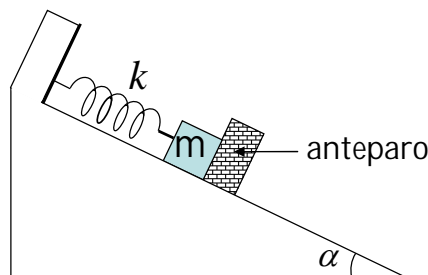
- A ( ) O segmento de reta em questão continuaria a percorrer áreas iguais em tempos iguais.  
 B ( ) A órbita do planeta continuaria a ser elíptica, porém com focos diferentes e a 2ª Lei de Kepler continuaria válida.  
 C ( ) A órbita do planeta deixaria de ser elíptica e a 2ª Lei de Kepler não seria mais válida.  
 D ( ) A 2ª Lei de Kepler só é válida quando se considera uma força que depende do inverso do quadrado das distâncias entre os corpos e, portanto, deixaria de ser válida.  
 E ( ) O planeta iria se dirigir em direção ao Sol.

**Questão 4.** A temperatura para a qual a velocidade associada à energia cinética média de uma molécula de nitrogênio,  $N_2$ , é igual à velocidade de escape desta molécula da superfície da Terra é de, aproximadamente,

- A ( )  $1,4 \times 10^5 \text{ K}$ .                      B ( )  $1,4 \times 10^8 \text{ K}$ .                      C ( )  $7,0 \times 10^{27} \text{ K}$ .  
 D ( )  $7,2 \times 10^4 \text{ K}$ .                      E ( )  $8,4 \times 10^{28} \text{ K}$ .

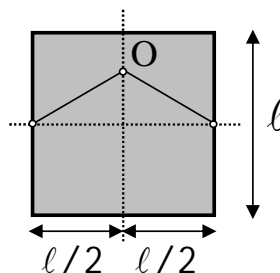
**Questão 5.** No plano inclinado, o corpo de massa  $m$  é preso a uma mola de constante elástica  $k$ , sendo barrado à frente por um anteparo. Com a mola no seu comprimento natural, o anteparo, de alguma forma, inicia seu movimento de descida com uma aceleração constante  $a$ . Durante parte dessa descida, o anteparo mantém contato com o corpo, dele se separando somente após um certo tempo. Desconsiderando quaisquer atritos, podemos afirmar que a variação máxima do comprimento da mola é dada por

- A ( )  $\left[ m g \operatorname{sen} \alpha + m \sqrt{a(2g \operatorname{sen} \alpha + a)} \right] / k.$
- B ( )  $\left[ m g \cos \alpha + m \sqrt{a(2g \cos \alpha + a)} \right] / k.$
- C ( )  $\left[ m g \operatorname{sen} \alpha + m \sqrt{a(2g \operatorname{sen} \alpha - a)} \right] / k.$
- D ( )  $m(g \operatorname{sen} \alpha - a) / k.$
- E ( )  $m g \operatorname{sen} \alpha / k.$



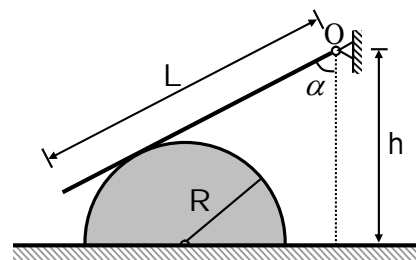
**Questão 6.** Um quadro quadrado de lado  $\ell$  e massa  $m$ , feito de um material de coeficiente de dilatação superficial  $\beta$ , é pendurado no pino O por uma corda inextensível, de massa desprezível, com as extremidades fixadas no meio das arestas laterais do quadro, conforme a figura. A força de tração máxima que a corda pode suportar é  $F$ . A seguir, o quadro é submetido a uma variação de temperatura  $\Delta T$ , dilatando. Considerando desprezível a variação no comprimento da corda devida à dilatação, podemos afirmar que o comprimento mínimo da corda para que o quadro possa ser pendurado com segurança é dado por

- A ( )  $2\ell F \sqrt{\beta \Delta T} / mg.$
- B ( )  $2\ell F (1 + \beta \Delta T) / mg.$
- C ( )  $2\ell F (1 + \beta \Delta T) / \sqrt{(4F^2 - m^2 g^2)}.$
- D ( )  $2\ell F \sqrt{(1 + \beta \Delta T)} / (2F - mg).$
- E ( )  $2\ell F \sqrt{(1 + \beta \Delta T)} / (4F^2 - m^2 g^2).$



**Questão 7.** Considere um semicilindro de peso  $P$  e raio  $R$  sobre um plano horizontal não liso, mostrado em corte na figura. Uma barra homogênea de comprimento  $L$  e peso  $Q$  está articulada no ponto O. A barra está apoiada na superfície lisa do semicilindro, formando um ângulo  $\alpha$  com a vertical. Quanto vale o coeficiente de atrito mínimo entre o semicilindro e o plano horizontal para que o sistema todo permaneça em equilíbrio?

- A ( )  $\mu = \cos \alpha / [\cos \alpha + 2P(2h/LQ \cos(2\alpha) - R/LQ \operatorname{sen} \alpha)]$
- B ( )  $\mu = \cos \alpha / [\cos \alpha + P(2h/LQ \operatorname{sen}(2\alpha) - 2R/LQ \cos \alpha)]$
- C ( )  $\mu = \cos \alpha / [\operatorname{sen} \alpha + 2P(2h/LQ \operatorname{sen}(2\alpha) - R/LQ \cos \alpha)]$
- D ( )  $\mu = \operatorname{sen} \alpha / [\operatorname{sen} \alpha + 2P(2h/LQ \cos(\alpha) - 2R/LQ \cos \alpha)]$
- E ( )  $\mu = \operatorname{sen} \alpha / [\cos \alpha + P(2h/LQ \operatorname{sen}(\alpha) - 2R/LQ \cos \alpha)]$

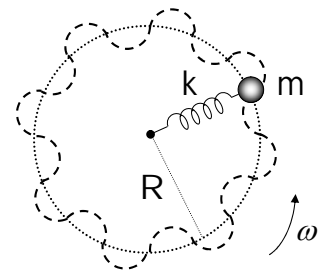


**Questão 8.** Um elétron é acelerado do repouso através de uma diferença de potencial  $V$  e entra numa região na qual atua um campo magnético, onde ele inicia um movimento ciclotrônico, movendo-se num círculo de raio  $R_E$  com período  $T_E$ . Se um próton fosse acelerado do repouso através de uma diferença de potencial de mesma magnitude e entrasse na mesma região em que atua o campo magnético, poderíamos afirmar sobre seu raio  $R_P$  e período  $T_P$  que

- A ( )  $R_P = R_E$  e  $T_P = T_E.$
- B ( )  $R_P > R_E$  e  $T_P > T_E.$
- C ( )  $R_P > R_E$  e  $T_P = T_E.$
- D ( )  $R_P < R_E$  e  $T_P = T_E.$
- E ( )  $R_P = R_E$  e  $T_P < T_E.$

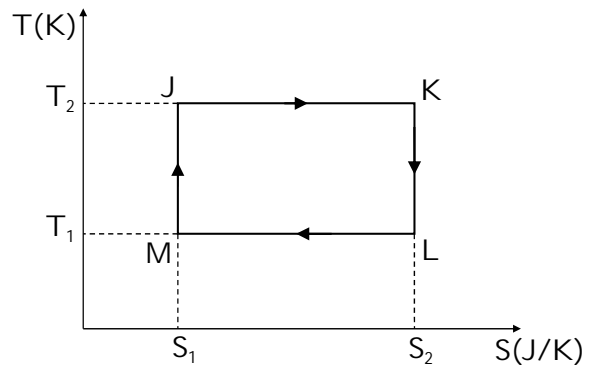
**Questão 9.** Considere um oscilador harmônico simples composto por uma mola de constante elástica  $k$ , tendo uma extremidade fixada e a outra acoplada a uma partícula de massa  $m$ . O oscilador gira num plano horizontal com velocidade angular constante  $\omega$  em torno da extremidade fixa, mantendo-se apenas na direção radial, conforme mostra a figura. Considerando  $R_0$  a posição de equilíbrio do oscilador para  $\omega = 0$ , pode-se afirmar que

- A ( ) o movimento é harmônico simples para qualquer que seja velocidade angular  $\omega$ .
- B ( ) o ponto de equilíbrio é deslocado para  $R < R_0$ .
- C ( ) a frequência do MHS cresce em relação ao caso de  $\omega = 0$ .
- D ( ) o quadrado da frequência do MHS depende linearmente do quadrado da velocidade angular .
- E ( ) se a partícula tiver carga, um campo magnético na direção do eixo de rotação só poderá aumentar a frequência do MHS.



**Questão 10.** Uma máquina térmica opera segundo o ciclo JKLMJ mostrado no diagrama T-S da figura. Pode-se afirmar que

- A ( ) o processo JK corresponde a uma compressão isotérmica.
- B ( ) o trabalho realizado pela máquina em um ciclo é  $W = (T_2 - T_1)(S_2 - S_1)$ .
- C ( ) o rendimento da máquina é dado por  $\eta = 1 - \frac{T_2}{T_1}$ .
- D ( ) durante o processo LM uma quantidade de calor  $Q_{LM} = T_1(S_2 - S_1)$  é absorvida pelo sistema.
- E ( ) outra máquina térmica que opere entre  $T_2$  e  $T_1$  poderia eventualmente possuir um rendimento maior que a desta.



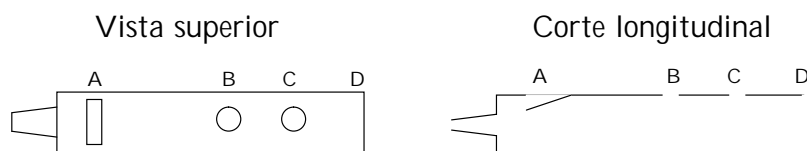
**Questão 11.** Um feixe luminoso vertical, de 500 nm de comprimento de onda, incide sobre uma lente plano-convexa apoiada numa lâmina horizontal de vidro, como mostra a figura. Devido à variação da espessura da camada de ar existente entre a lente e a lâmina, torna-se visível sobre a lente uma sucessão de anéis claros e escuros, chamados de anéis de Newton. Sabendo-se que o diâmetro do menor anel escuro mede 2 mm, a superfície convexa da lente deve ter um raio de

- A ( ) 1,0 m.
- B ( ) 1,6 m.
- C ( ) 2,0 m.
- D ( ) 4,0 m.
- E ( ) 8,0 m.

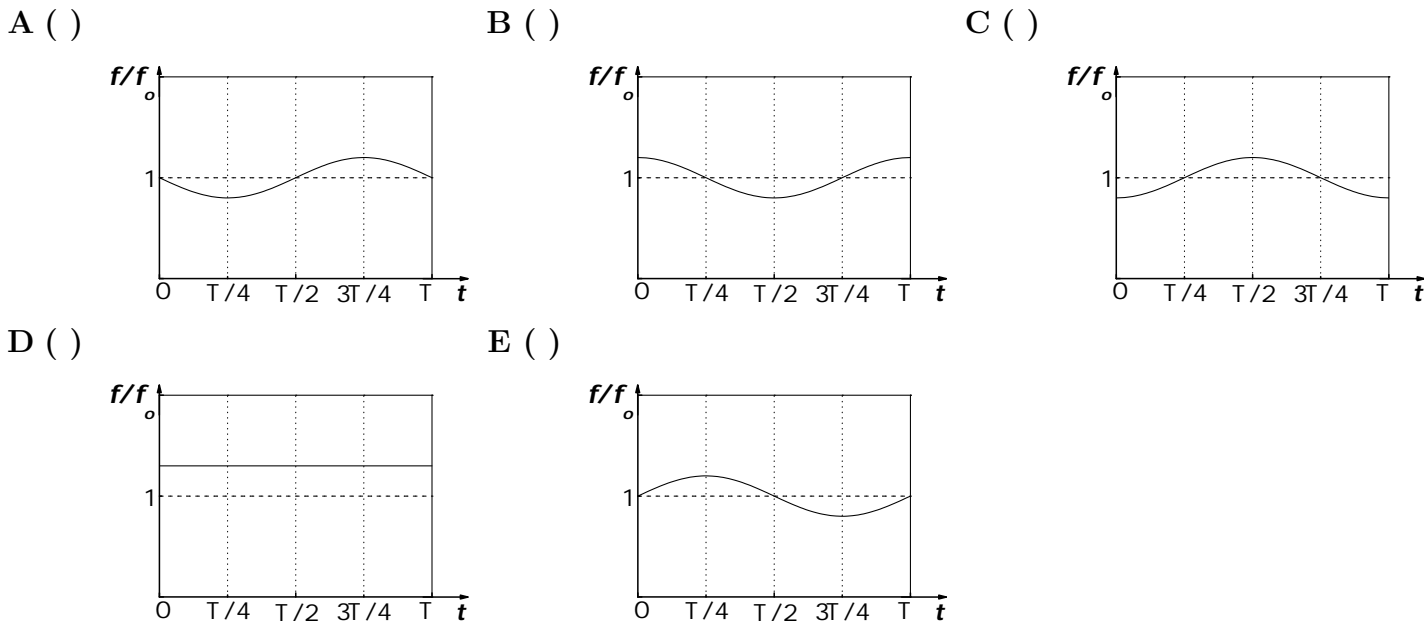


**Questão 12.** Considere o modelo de flauta simplificado mostrado na figura, aberta na sua extremidade D, dispondo de uma abertura em A (próxima à boca), um orifício em B e outro em C. Sendo  $\overline{AD} = 34,00$  cm,  $\overline{AB} = \overline{BD}$ ,  $\overline{BC} = \overline{CD}$  e a velocidade do som de 340,0 m/s, as frequências esperadas nos casos: (i) somente o orifício C está fechado, e (ii) os orifícios B e C estão fechados, devem ser, respectivamente

- A ( ) 2000 Hz e 1000 Hz.
- B ( ) 500 Hz e 1000 Hz .
- C ( ) 1000 Hz e 500 Hz.
- D ( ) 50 Hz e 100 Hz.
- E ( ) 10 Hz e 5 Hz.



**Questão 13.** Uma jovem encontra-se no assento de um carrossel circular que gira a uma velocidade angular constante com período T. Uma sirene posicionada fora do carrossel emite um som de frequência  $f_o$  em direção ao centro de rotação. No instante  $t = 0$ , a jovem está à menor distância em relação à sirene. Nesta situação, assinale a melhor representação da frequência f ouvida pela jovem.

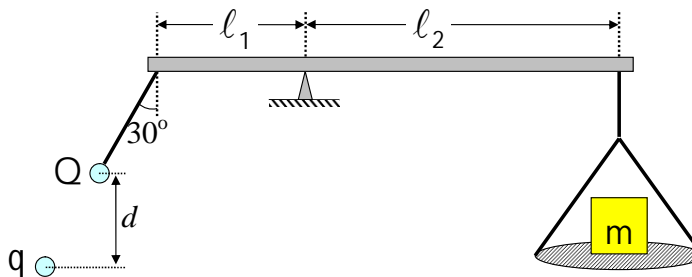


**Questão 14.** Considere as cargas elétricas  $q_1 = 1 \text{ C}$ , situada em  $x = -2 \text{ m}$ , e  $q_2 = -2 \text{ C}$ , situada em  $x = -8 \text{ m}$ . Então, o lugar geométrico dos pontos de potencial nulo é

- A ( ) uma esfera que corta o eixo  $x$  nos pontos  $x = -4 \text{ m}$  e  $x = 4 \text{ m}$ .
- B ( ) uma esfera que corta o eixo  $x$  nos pontos  $x = -16 \text{ m}$  e  $x = 16 \text{ m}$ .
- C ( ) um elipsoide que corta o eixo  $x$  nos pontos  $x = -4 \text{ m}$  e  $x = 16 \text{ m}$ .
- D ( ) um hiperboloide que corta o eixo  $x$  no ponto  $x = -4 \text{ m}$ .
- E ( ) um plano perpendicular ao eixo  $x$  que o corta no ponto  $x = -4 \text{ m}$ .

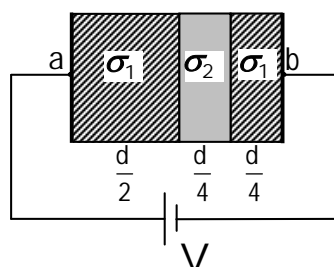
**Questão 15.** Considere uma balança de braços desiguais, de comprimentos  $l_1$  e  $l_2$ , conforme mostra a figura. No lado esquerdo encontra-se pendurada uma carga de magnitude  $Q$  e massa desprezível, situada a uma certa distância de outra carga,  $q$ . No lado direito encontra-se uma massa  $m$  sobre um prato de massa desprezível. Considerando as cargas como pontuais e desprezível a massa do prato da direita, o valor de  $q$  para equilibrar a massa  $m$  é dado por

- A ( )  $-mgl_2d^2/(k_0Ql_1)$ .
- B ( )  $-8mgl_2d^2/(k_0Ql_1)$ .
- C ( )  $-4mgl_2d^2/(3k_0Ql_1)$ .
- D ( )  $-2mgl_2d^2/(\sqrt{3}k_0Ql_1)$ .
- E ( )  $-8mgl_2d^2/(3\sqrt{3}k_0Ql_1)$ .



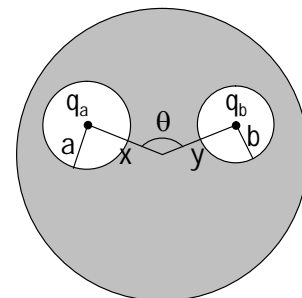
**Questão 16.** A figura mostra três camadas de dois materiais com condutividade  $\sigma_1$  e  $\sigma_2$ , respectivamente. Da esquerda para a direita, temos uma camada do material com condutividade  $\sigma_1$ , de largura  $d/2$ , seguida de uma camada do material de condutividade  $\sigma_2$ , de largura  $d/4$ , seguida de outra camada do primeiro material de condutividade  $\sigma_1$ , de largura  $d/4$ . A área transversal é a mesma para todas as camadas e igual a  $A$ . Sendo a diferença de potencial entre os pontos  $a$  e  $b$  igual a  $V$ , a corrente do circuito é dada por

- A ( )  $4VA/d(3\sigma_1 + \sigma_2)$ .
- B ( )  $4VA/d(3\sigma_2 + \sigma_1)$ .
- C ( )  $4VA\sigma_1\sigma_2/d(3\sigma_1 + \sigma_2)$ .
- D ( )  $4VA\sigma_1\sigma_2/d(3\sigma_2 + \sigma_1)$ .
- E ( )  $AV(6\sigma_1 + 4\sigma_2)/d$ .



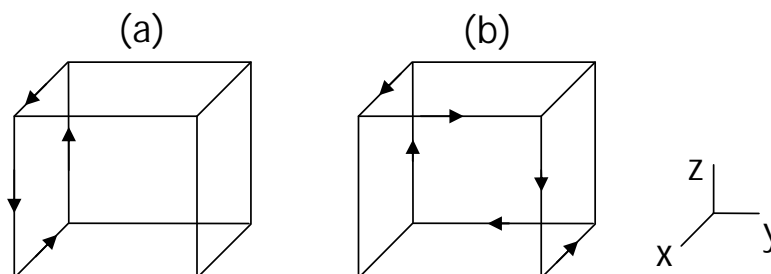
**Questão 17.** Uma esfera condutora de raio  $R$  possui no seu interior duas cavidades esféricas, de raio  $a$  e  $b$ , respectivamente, conforme mostra a figura. No centro de uma cavidade há uma carga puntual  $q_a$  e no centro da outra, uma carga também puntual  $q_b$ , cada qual distando do centro da esfera condutora de  $x$  e  $y$ , respectivamente. É correto afirmar que

- A ( ) a força entre as cargas  $q_a$  e  $q_b$  é  $k_0q_aq_b/(x^2 + y^2 - 2xy \cos \theta)$ .
- B ( ) a força entre as cargas  $q_a$  e  $q_b$  é nula.
- C ( ) não é possível determinar a força entre as cargas, pois não há dados suficientes.
- D ( ) se nas proximidades do condutor houvesse uma terceira carga,  $q_c$ , esta não sentiria força alguma.
- E ( ) se nas proximidades do condutor houvesse uma terceira carga,  $q_c$ , a força entre  $q_a$  e  $q_b$  seria alterada.



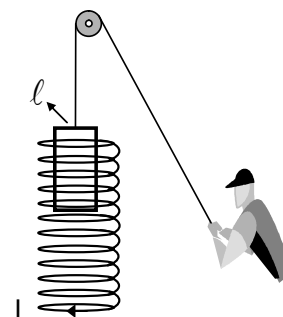
**Questão 18.** Uma corrente  $I$  flui em quatro das arestas do cubo da figura (a) e produz no seu centro um campo magnético de magnitude  $B$  na direção  $y$ , cuja representação no sistema de coordenadas é  $(0,B,0)$ . Considerando um outro cubo (figura (b)) pelo qual uma corrente de mesma magnitude  $I$  flui através do caminho indicado, podemos afirmar que o campo magnético no centro desse cubo será dado por

- A ( )  $(-B,-B,-B)$ .
- B ( )  $(-B,B,B)$ .
- C ( )  $(B,B,B)$ .
- D ( )  $(0,0,B)$ .
- E ( )  $(0,0,0)$ .

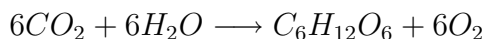


**Questão 19.** Considere um aparato experimental composto de um solenoide com  $n$  voltas por unidade de comprimento, pelo qual passa uma corrente  $I$ , e uma espira retangular de largura  $\ell$ , resistência  $R$  e massa  $m$  presa por um de seus lados a uma corda inextensível, não condutora, a qual passa por uma polia de massa desprezível e sem atrito, conforme a figura. Se alguém puxar a corda com velocidade constante  $v$ , podemos afirmar que a força exercida por esta pessoa é igual a

- A ( )  $(\mu_0 n I \ell)^2 v / R + mg$  com a espira dentro do solenoide.
- B ( )  $(\mu_0 n I \ell)^2 v / R + mg$  com a espira saindo do solenoide.
- C ( )  $(\mu_0 n I \ell)^2 v / R + mg$  com a espira entrando no solenoide.
- D ( )  $\mu_0 n I^2 \ell + mg$  com a espira dentro do solenoide.
- E ( )  $mg$  e independe da posição da espira com relação ao solenoide.



**Questão 20.** No processo de fotossíntese, as moléculas de clorofila do tipo  $a$  nas plantas verdes apresentam um pico de absorção da radiação eletromagnética no comprimento de onda  $\lambda = 6,80 \times 10^{-7} \text{m}$ . Considere que a formação de glicose ( $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ) por este processo de fotossíntese é descrita, de forma simplificada, pela reação:

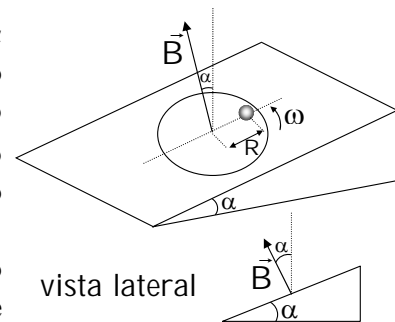


Sabendo-se que a energia total necessária para que uma molécula de  $\text{CO}_2$  reaja é de  $2,34 \times 10^{-18} \text{J}$ , o número de fótons que deve ser absorvido para formar 1 mol de glicose é

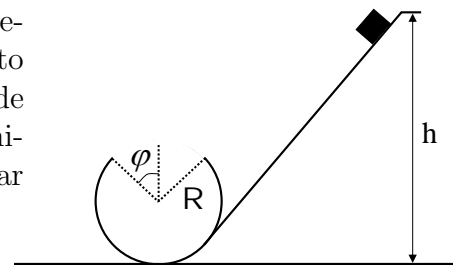
- A ( ) 8.
- B ( ) 24.
- C ( ) 48.
- D ( ) 120.
- E ( ) 240.

As questões dissertativas, numeradas de 21 a 30, devem ser resolvidas no caderno de soluções

**Questão 21.** Um disco, com o eixo de rotação inclinado de um ângulo  $\alpha$  em relação à vertical, gira com velocidade angular  $\omega$  constante. O disco encontra-se imerso numa região do espaço onde existe um campo magnético  $\vec{B}$  uniforme e constante, orientado paralelamente ao eixo de rotação do disco. Uma partícula de massa  $m$  e carga  $q > 0$  encontra-se no plano do disco, em repouso em relação a este, e situada a uma distância  $R$  do centro, conforme a figura. Sendo  $\mu$  o coeficiente de atrito da partícula com o disco e  $g$  a aceleração da gravidade, determine até que valor de  $\omega$  o disco pode girar de modo que a partícula permaneça em repouso.



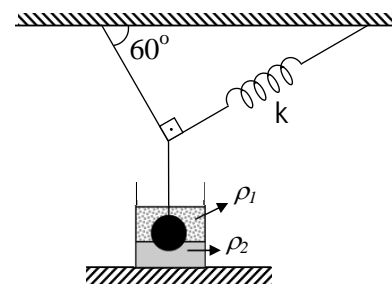
**Questão 22.** Um pequeno bloco desliza sobre uma rampa e logo em seguida por um “loop” circular de raio  $R$ , onde há um rasgo de comprimento de arco  $2R\varphi$ , como ilustrado na figura. Sendo  $g$  a aceleração da gravidade e desconsiderando qualquer atrito, obtenha a expressão para a altura inicial em que o bloco deve ser solto de forma a vencer o rasgo e continuar em contato com o restante da pista.



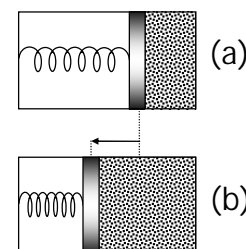
**Questão 23.** Uma massa  $m_1$  com velocidade inicial  $V_0$  colide com um sistema massa-mola  $m_2$  e constante elástica  $k$ , inicialmente em repouso sobre uma superfície sem atrito, conforme ilustra a figura. Determine o máximo comprimento de compressão da mola, considerando desprezível a sua massa.



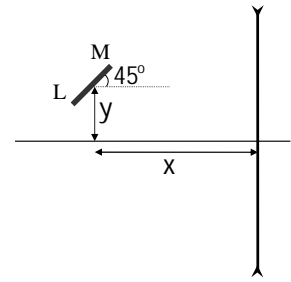
**Questão 24.** Uma esfera maciça de massa específica  $\rho$  e volume  $V$  está imersa entre dois líquidos, cujas massas específicas são  $\rho_1$  e  $\rho_2$ , respectivamente, estando suspensa por uma corda e uma mola de constante elástica  $k$ , conforme mostra a figura. No equilíbrio, 70% do volume da esfera está no líquido 1 e 30% no líquido 2. Sendo  $g$  a aceleração da gravidade, determine a força de tração na corda.



**Questão 25.** Uma parte de um cilindro está preenchida com um mol de um gás ideal monoatômico a uma pressão  $P_0$  e temperatura  $T_0$ . Um êmbolo de massa desprezível separa o gás da outra seção do cilindro, na qual há vácuo e uma mola em seu comprimento natural presa ao êmbolo e à parede oposta do cilindro, como mostra a figura (a). O sistema está termicamente isolado e o êmbolo, inicialmente fixo, é então solto, deslocando-se vagarosamente até passar pela posição de equilíbrio, em que a sua aceleração é nula e o volume ocupado pelo gás é o dobro do original, conforme mostra a figura (b). Desprezando os atritos, determine a temperatura do gás na posição de equilíbrio em função da sua temperatura inicial.

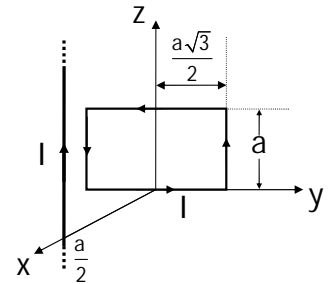


**Questão 26.** A figura mostra uma barra LM de  $10\sqrt{2}$  cm de comprimento, formando um ângulo de  $45^\circ$  com a horizontal, tendo o seu centro situado a  $x = 30,0$  cm de uma lente divergente, com distância focal igual a  $20,0$  cm, e a  $y = 10,0$  cm acima do eixo óptico da mesma. Determine o comprimento da imagem da barra e faça um desenho esquemático para mostrar a orientação da imagem.



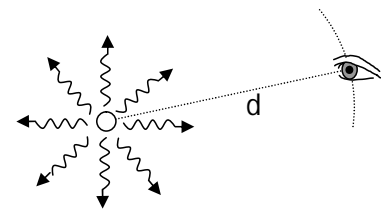
**Questão 27.** Derive a 3ª Lei de Kepler do movimento planetário a partir da Lei da Gravitação Universal de Newton considerando órbitas circulares.

**Questão 28.** Considere uma espira retangular de lados  $\sqrt{3}a$  e  $a$ , respectivamente, em que circula uma corrente  $I$ , de acordo com a figura. A espira pode girar livremente em torno do eixo  $z$ . Nas proximidades da espira há um fio infinito, paralelo ao eixo  $z$ , que corta o plano  $xy$  no ponto  $x = a/2$  e  $y = 0$ . Se pelo fio passa uma corrente de mesma magnitude  $I$ , calcule o momento resultante da força magnética sobre a espira em relação ao eixo  $z$ , quando esta encontra-se no plano  $yz$ .



**Questão 29.** O olho humano é uma câmara com um pequeno diafragma de entrada (pupila), uma lente (cristalino) e uma superfície fotossensível (retina). Chegando à retina, os fótons produzem impulsos elétricos que são conduzidos pelo nervo ótico até o cérebro, onde são decodificados.

Quando devidamente acostumada à obscuridade, a pupila se dilata até um raio de  $3$  mm e o olho pode ser sensibilizado por apenas  $400$  fótons por segundo. Numa noite muito escura, duas fontes monocromáticas, ambas com potência de  $6 \times 10^{-5}$  W, emitem, respectivamente, luz azul ( $\lambda = 475$  nm) e vermelha ( $\lambda = 650$  nm) isotropicamente, isto é, em todas as direções. Desprezando a absorção de luz pelo ar e considerando a área da pupila circular, qual das duas fontes pode ser vista a uma maior distância? Justifique com cálculos.



**Questão 30.** No gráfico ao lado estão representadas as características de um gerador, de força eletromotriz igual a  $\mathcal{E}$  e resistência interna  $r$ , e um receptor ativo de força contraeletromotriz  $\mathcal{E}'$  e resistência interna  $r'$ . Sabendo que os dois estão interligados, determine a resistência interna e o rendimento para o gerador e para o receptor.

