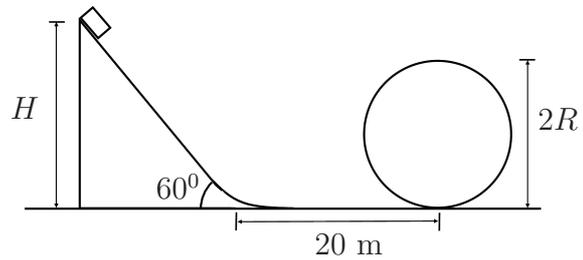


Questão 5. A partir do repouso, um carrinho de montanha russa desliza de uma altura $H = 20\sqrt{3}$ m sobre uma rampa de 60° de inclinação e corre 20 m num trecho horizontal antes de chegar em um *loop* circular, de pista sem atrito. Sabendo que o coeficiente de atrito da rampa e do plano horizontal é $1/2$, assinale o valor do raio máximo que pode ter esse *loop* para que o carrinho faça todo o percurso sem perder o contato com a sua pista.

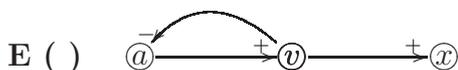
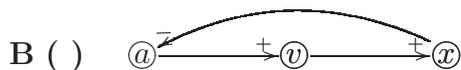
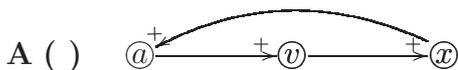
- A () $R = 8\sqrt{3}$ m
- B () $R = 4(\sqrt{3} - 1)$ m
- C () $R = 8(\sqrt{3} - 1)$ m
- D () $R = 4(2\sqrt{3} - 1)$ m
- E () $R = 40(\sqrt{3} - 1)/3$ m



Questão 6. Desde os idos de 1930, observações astronômicas indicam a existência da chamada matéria escura. Tal matéria não emite luz, mas a sua presença é inferida pela influência gravitacional que ela exerce sobre o movimento de estrelas no interior de galáxias. Suponha que, numa galáxia, possa ser removida sua matéria escura de massa específica $\rho > 0$, que se encontra uniformemente distribuída. Suponha também que no centro dessa galáxia haja um buraco negro de massa M , em volta do qual uma estrela de massa m descreve uma órbita circular. Considerando órbitas de mesmo raio na presença e na ausência de matéria escura, a respeito da força gravitacional resultante \vec{F} exercida sobre a estrela e seu efeito sobre o movimento desta, pode-se afirmar que

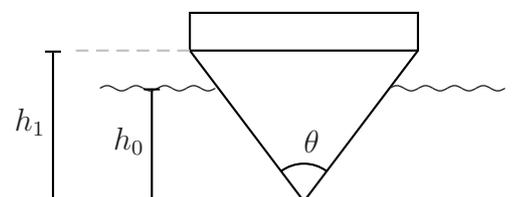
- A () \vec{F} é atrativa e a velocidade orbital de m não se altera na presença da matéria escura.
- B () \vec{F} é atrativa e a velocidade orbital de m é menor na presença da matéria escura.
- C () \vec{F} é atrativa e a velocidade orbital de m é maior na presença da matéria escura.
- D () \vec{F} é repulsiva e a velocidade orbital de m é maior na presença da matéria escura.
- E () \vec{F} é repulsiva e a velocidade orbital de m é menor na presença da matéria escura.

Questão 7. Diagramas causais servem para representar relações qualitativas de causa e efeito entre duas grandezas de um sistema. Na sua construção, utilizamos figuras como $(r) \xrightarrow{+} (s)$ para indicar que o aumento da grandeza r implica aumento da grandeza s e $(r) \xrightarrow{-} (s)$ para indicar que o aumento da grandeza r implica diminuição da grandeza s . Sendo a a aceleração, v a velocidade e x a posição, qual dos diagramas abaixo melhor representa o modelamento do oscilador harmônico?



Questão 8. Uma balsa tem o formato de um prisma reto de comprimento L e seção transversal como vista na figura. Quando sem carga, ela submerge parcialmente até a uma profundidade h_0 . Sendo ρ a massa específica da água e g a aceleração da gravidade, e supondo seja mantido o equilíbrio hidrostático, assinale a carga P que a balsa suporta quando submersa a uma profundidade h_1 .

- A () $P = \rho g L (h_1^2 - h_0^2) \sen \theta$
- B () $P = \rho g L (h_1^2 - h_0^2) \tan \theta$
- C () $P = \rho g L (h_1^2 - h_0^2) \sen \theta / 2$
- D () $P = \rho g L (h_1^2 - h_0^2) \tan \theta / 2$
- E () $P = \rho g L (h_1^2 - h_0^2) 2 \tan \theta / 2$



Questão 9. Considere hipoteticamente duas bolas lançadas de um mesmo lugar ao mesmo tempo: a bola 1, com velocidade para cima de 30 m/s, e a bola 2, com velocidade de 50 m/s formando um ângulo de 30° com a horizontal. Considerando $g = 10 \text{ m/s}^2$, assinale a distância entre as bolas no instante em que a primeira alcança sua máxima altura.

- A () $d = \sqrt{6250} \text{ m}$
 B () $d = \sqrt{7217} \text{ m}$
 C () $d = \sqrt{17100} \text{ m}$
 D () $d = \sqrt{19375} \text{ m}$
 E () $d = \sqrt{26875} \text{ m}$

Questão 10. Considere uma bola de basquete de 600 g a 5 m de altura e, logo acima dela, uma de tênis de 60 g. A seguir, num dado instante, ambas as bolas são deixadas cair. Supondo choques perfeitamente elásticos e ausência de eventuais resistências, e considerando $g = 10 \text{ m/s}^2$, assinale o valor que mais se aproxima da altura máxima alcançada pela bola de tênis em sua ascensão após o choque.

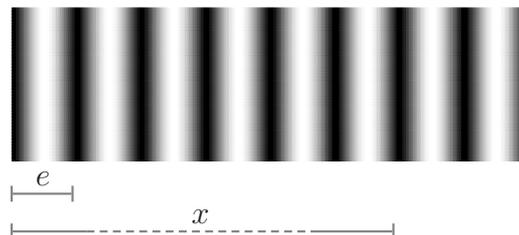
- A () 5 m
 B () 10 m
 C () 15 m
 D () 25 m
 E () 35 m

Questão 11. Um espelho esférico convexo reflete uma imagem equivalente a $3/4$ da altura de um objeto dele situado a uma distância p_1 . Então, para que essa imagem seja refletida com apenas $1/4$ da sua altura, o objeto deverá se situar a uma distância p_2 do espelho, dada por

- A () $p_2 = 9p_1$.
 B () $p_2 = 9p_1/4$.
 C () $p_2 = 9p_1/7$.
 D () $p_2 = 15p_1/7$.
 E () $p_2 = -15p_1/7$.

Questão 12. Uma lâmina de vidro com índice de refração n em forma de cunha é iluminada perpendicularmente por uma luz monocromática de comprimento de onda λ . Os raios refletidos pela superfície superior e pela inferior apresentam uma série de franjas escuras com espaçamento e entre elas, sendo que a m -ésima encontra-se a uma distância x do vértice. Assinale o ângulo θ , em radianos, que as superfícies da cunha formam entre si.

- A () $\theta = \lambda/2ne$
 B () $\theta = \lambda/4ne$
 C () $\theta = (m + 1)\lambda/2nme$
 D () $\theta = (2m + 1)\lambda/4nme$
 E () $\theta = (2m - 1)\lambda/4nme$

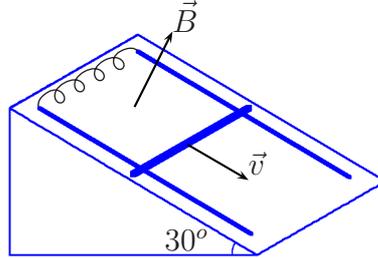


Questão 13. Uma carga q distribui-se uniformemente na superfície de uma esfera condutora, isolada, de raio R . Assinale a opção que apresenta a magnitude do campo elétrico e o potencial elétrico num ponto situado a uma distância $r = R/3$ do centro da esfera.

- A () $E = 0 \text{ V/m}$ e $U = 0 \text{ V}$
 B () $E = 0 \text{ V/m}$ e $U = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{R}$
 C () $E = 0 \text{ V/m}$ e $U = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{3q}{R}$
 D () $E = 0 \text{ V/m}$ e $U = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{qr}{R^2}$
 E () $E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{rq}{R^3}$ e $U = 0 \text{ V}$

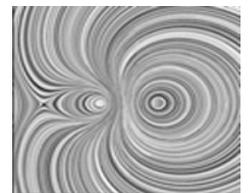
Questão 14. Uma haste metálica com 5,0 kg de massa e resistência de 2,0 Ω desliza sem atrito sobre duas barras paralelas separadas de 1,0 m, interligadas por um condutor de resistência nula e apoiadas em um plano de 30° com a horizontal, conforme a figura. Tudo encontra-se imerso num campo magnético \vec{B} , perpendicular ao plano do movimento, e as barras de apoio têm resistência e atrito desprezíveis. Considerando que após deslizar durante um certo tempo a velocidade da haste permanece constante em 2,0 m/s, assinale o valor do campo magnético.

- A () 25,0 T
- B () 20,0 T
- C () 15,0 T
- D () 10,0 T
- E () 5,0 T



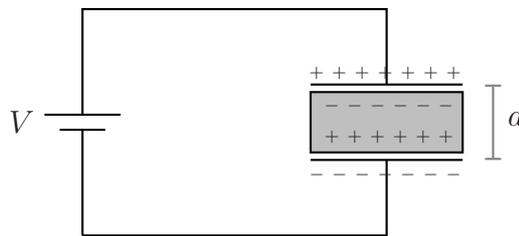
Questão 15. A figura representa o campo magnético de dois fios paralelos que conduzem correntes elétricas. A respeito da força magnética resultante no fio da esquerda, podemos afirmar que ela

- A () atua para a direita e tem magnitude maior que a da força no fio da direita.
- B () atua para a direita e tem magnitude igual à da força no fio da direita.
- C () atua para a esquerda e tem magnitude maior que a da força no fio da direita.
- D () atua para a esquerda e tem magnitude igual à da força no fio da direita.
- E () atua para a esquerda e tem magnitude menor que a da força no fio da direita.



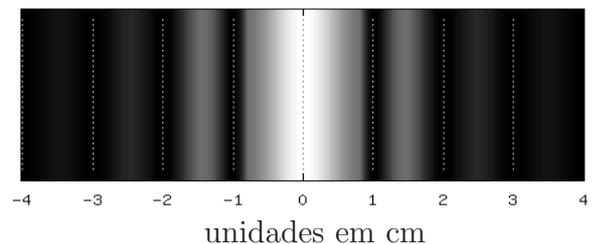
Questão 16. Na figura, o circuito consiste de uma bateria de tensão V conectada a um capacitor de placas paralelas, de área S e distância d entre si, dispondo de um dielétrico de permissividade elétrica ϵ que preenche completamente o espaço entre elas. Assinale a magnitude da carga q induzida sobre a superfície do dielétrico.

- A () $q = \epsilon V d$
- B () $q = \epsilon S V / d$
- C () $q = (\epsilon - \epsilon_0) V d$
- D () $q = (\epsilon - \epsilon_0) S V / d$
- E () $q = (\epsilon + \epsilon_0) S V / d$



Questão 17. Luz monocromática, com 500 nm de comprimento de onda, incide numa fenda retangular em uma placa, ocasionando a dada figura de difração sobre um anteparo a 10 cm de distância. Então, a largura da fenda é

- A () 1,25 μm .
- B () 2,50 μm .
- C () 5,00 μm .
- D () 12,50 μm .
- E () 25,00 μm .



Questão 18. Dentro de um elevador em queda livre num campo gravitacional g , uma bola é jogada para baixo com velocidade v de uma altura h . Assinale o tempo previsto para a bola atingir o piso do elevador.

- A () $t = v/g$
- B () $t = h/v$
- C () $t = \sqrt{2h/g}$
- D () $t = (\sqrt{v^2 + 2gh} - v)/g$
- E () $t = (\sqrt{v^2 - 2gh} - v)/g$

Questão 19. Um cubo de 81,0 kg e 1,00 m de lado flutua na água cuja massa específica é $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$. O cubo é então calcado ligeiramente para baixo e, quando liberado, oscila em um movimento harmônico simples com uma certa frequência angular. Desprezando-se as forças de atrito e tomando $g = 10 \text{ m/s}^2$, essa frequência angular é igual a

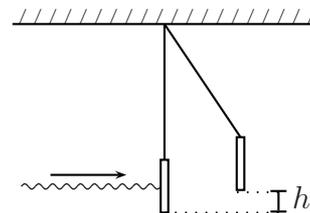
- A () 100/9 rad/s.
- B () 1000/81 rad/s.
- C () 1/9 rad/s.
- D () 9/100 rad/s.
- E () 81/1000 rad/s.

Questão 20. Considere um pêndulo simples de comprimento L e massa m abandonado da horizontal. Então, para que não arrebente, o fio do pêndulo deve ter uma resistência à tração pelo menos igual a

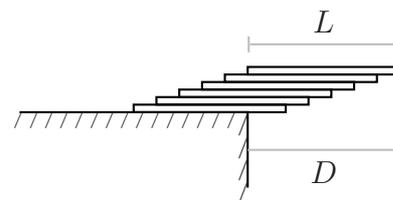
- A () mg .
- B () $2mg$.
- C () $3mg$.
- D () $4mg$.
- E () $5mg$.

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

Questão 21. Um feixe de laser com energia E incide sobre um espelho de massa m dependurado por um fio. Sabendo que o momentum do feixe de luz laser é E/c , em que c é a velocidade da luz, calcule a que altura h o espelho subirá.



Questão 22. Chapas retangulares rígidas, iguais e homogêneas, são sobrepostas e deslocadas entre si, formando um conjunto que se apoia parcialmente na borda de uma calçada. A figura ilustra esse conjunto com n chapas, bem como a distância D alcançada pela sua parte suspensa. Desenvolva uma fórmula geral da máxima distância D possível de modo que o conjunto ainda se mantenha em equilíbrio. A seguir, calcule essa distância D em função do comprimento L de cada chapa, para $n = 6$ unidades.

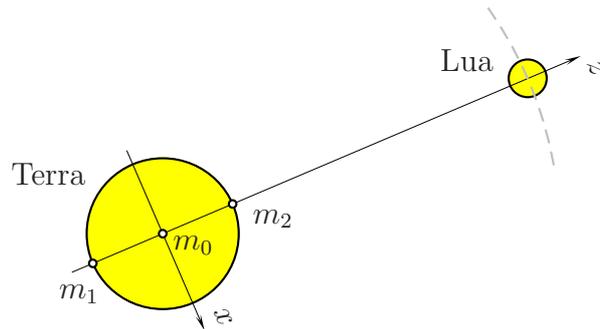


Questão 23. Em 1998, a hidrelétrica de Itaipu forneceu aproximadamente 87600 GWh de energia elétrica. Imagine então um painel fotovoltaico gigante que possa converter em energia elétrica, com rendimento de 20%, a energia solar incidente na superfície da Terra, aqui considerada com valor médio diurno (24 h) aproximado de 170 W/m^2 . Calcule:

- a) a área horizontal (em km^2) ocupada pelos coletores solares para que o painel possa gerar, durante um ano, energia equivalente àquela de Itaipu, e,
- b) o percentual médio com que a usina operou em 1998 em relação à sua potência instalada de 14000 MW.

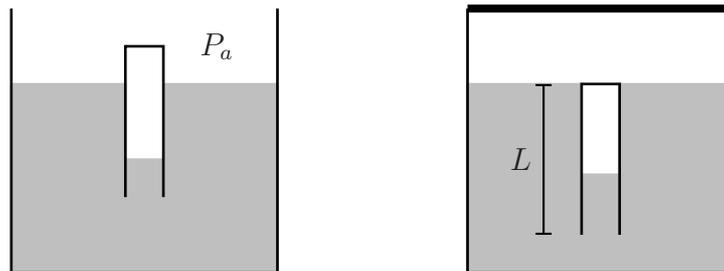
Questão 24. Num filme de ficção, um foguete de massa m segue uma estação espacial, dela aproximando-se com aceleração relativa a . Para reduzir o impacto do acoplamento, na estação existe uma mola de comprimento L e constante k . Calcule a deformação máxima sofrida pela mola durante o acoplamento sabendo-se que o foguete alcançou a mesma velocidade da estação quando dela se aproximou de uma certa distância $d > L$, por hipótese em sua mesma órbita.

Questão 25. Lua e Sol são os principais responsáveis pelas forças de maré. Estas são produzidas devido às diferenças na aceleração gravitacional sofrida por massas distribuídas na Terra em razão das respectivas diferenças de suas distâncias em relação a esses astros. A figura mostra duas massas iguais, $m_1 = m_2 = m$, dispostas sobre a superfície da Terra em posições diametralmente opostas e alinhadas em relação à Lua, bem como uma massa $m_0 = m$ situada no centro da Terra. Considere G a constante de gravitação universal, M a massa da Lua, r o raio da Terra e R a distância entre os centros da Terra e da Lua. Considere, também, f_{0z} , f_{1z} e f_{2z} as forças produzidas pela Lua respectivamente sobre as massas m_0 , m_1 e m_2 . Determine as diferenças $(f_{1z} - f_{0z})$ e $(f_{2z} - f_{0z})$ sabendo que deverá usar a aproximação $\frac{1}{(1+x)^\alpha} = 1 - \alpha x$, quando $x \ll 1$.

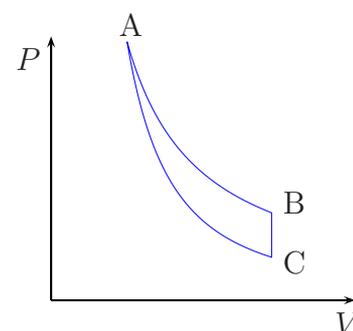


Questão 26. Para ilustrar os princípios de Arquimedes e de Pascal, Descartes emborcou na água um tubo de ensaio de massa m , comprimento L e área da seção transversal A . Sendo g a aceleração da gravidade, ρ a massa específica da água, e desprezando variações de temperatura no processo, calcule:

- o comprimento da coluna de ar no tubo, estando o tanque aberto sob pressão atmosférica P_a , e
- o comprimento da coluna de ar no tubo, de modo que a pressão no interior do tanque fechado possibilite uma posição de equilíbrio em que o topo do tubo se situe no nível da água (ver figura).



Questão 27. Três processos compõem o ciclo termodinâmico ABCA mostrado no diagrama $P \times V$ da figura. O processo AB ocorre a temperatura constante. O processo BC ocorre a volume constante com decréscimo de 40 J de energia interna e, no processo CA, adiabático, um trabalho de 40 J é efetuado sobre o sistema. Sabendo-se também que em um ciclo completo o trabalho total realizado pelo sistema é de 30 J, calcule a quantidade de calor trocado durante o processo AB.



Questão 28. Três esferas condutoras, de raio a e carga Q , ocupam os vértices de um triângulo equilátero de lado $b \gg a$, conforme mostra a figura (1). Considere as figuras (2), (3) e (4), em que, respectivamente, cada uma das esferas se liga e desliga da Terra, uma de cada vez. Determine, nas situações (2), (3) e (4), a carga das esferas Q_1 , Q_2 e Q_3 , respectivamente, em função de a , b e Q .

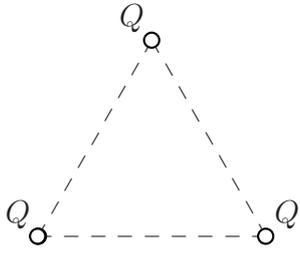


Fig. (1)

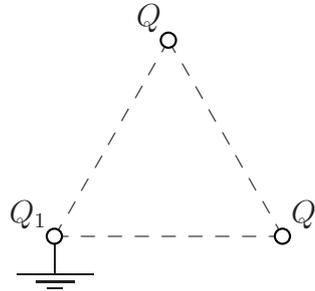


Fig. (2)

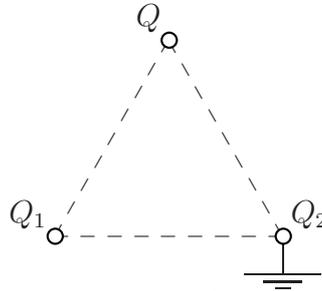


Fig. (3)

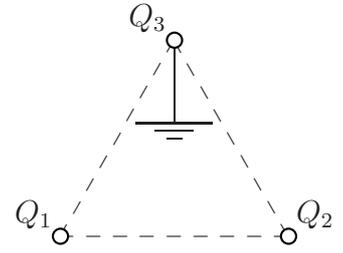
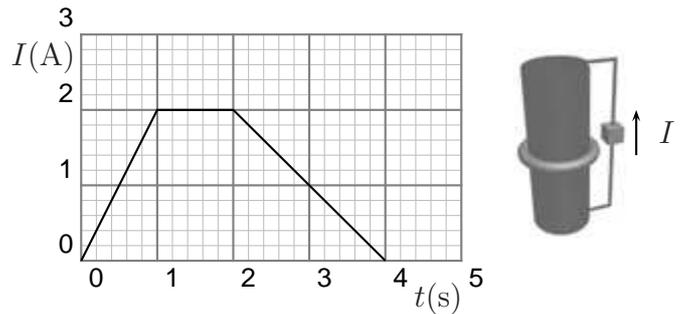
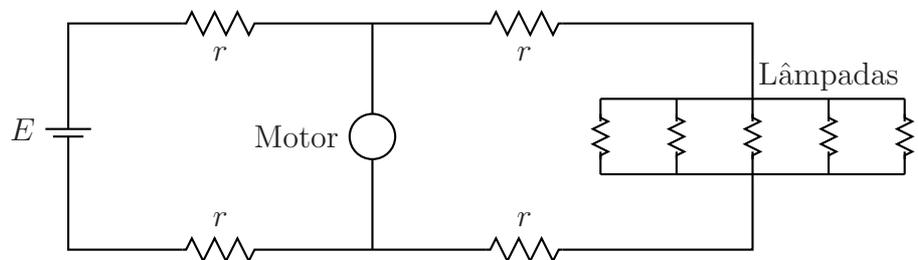


Fig. (4)

Questão 29. Um longo solenóide de comprimento L , raio a e com n espiras por unidade de comprimento, possui ao seu redor um anel de resistência R . O solenóide está ligado a uma fonte de corrente I , de acordo com a figura. Se a fonte variar conforme mostra o gráfico, calcule a expressão da corrente que flui pelo anel durante esse mesmo intervalo de tempo e apresente esse resultado em um novo gráfico.



Questão 30. Considere um circuito constituído por um gerador de tensão $E = 122,4$ V, pelo qual passa uma corrente $I = 12$ A, ligado a uma linha de transmissão com condutores de resistência $r = 0,1\Omega$. Nessa linha encontram-se um motor e uma carga de 5 lâmpadas idênticas, cada qual com resistência $R = 99\Omega$, ligadas em paralelo, de acordo com a figura. Determinar a potência absorvida pelo motor, P_M , pelas lâmpadas, P_L , e a dissipada na rede, P_r .





**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA
VESTIBULAR 2009**

GABARITO

Física	
1	D
2	E
3	B
4	A
5	C
6	C
7	B
8	D
9	C
10	E
11	A
12	A
13	B
14	E
15	D
16	D
17	C
18	B
19	A
20	C

Discursivas

21. Como o sistema é isolado na reflexão do pulso de LASER, orientando um eixo para direita na figura dada, tem-se:

$$Q_{ANTES} = Q_{DEPOIS}$$

$$0 + \frac{E}{c} = -\frac{E}{c} + mv$$

$$v = \frac{2E}{mc} \quad (1)$$

Note que o pulso de luz refletido no espelho tem uma quantidade de movimento de sinal contrário ao incidente.

Após a reflexão, o sistema é conservativo. Adotando um plano de referência na posição mais baixa do espelho, tem-se:

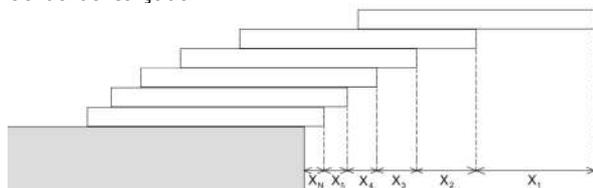
$$\mathcal{E}_m^i = \mathcal{E}_m^f$$

$$\frac{1}{2}mv^2 + 0 = 0 + mgh$$

Substituindo-se (1), obtém-se:

$$h = \frac{2E^2}{m^2 g c^2}$$

22. Para que não haja desabamento, o centro de massa das chapas que estão por cima deve ficar sobre a extremidade da chapa de baixo, começando desde a primeira chapa superior até a última chapa, encostada na borda da calçada.



Desse modo, para a chapa superior, temos: $x_1 = \frac{L}{2}$

Para a chapa subsequente, temos:

$$x_2 = \frac{(N-1) \cdot m \cdot 0 + m \cdot \frac{L}{2}}{(N-1) \cdot m + m} = \frac{L}{2N}$$

Para terceira chapa, temos: $x_3 = \frac{2m \cdot 0 + m \cdot \frac{L}{2}}{2m + m} = \frac{L}{6}$

Para a quarta chapa, temos: $x_4 = \frac{3m \cdot 0 + m \cdot \frac{L}{2}}{3m + m} = \frac{L}{8}$

Para a enésima chapa, temos:

$$x_N = \frac{(N-1) \cdot m \cdot 0 + m \cdot \frac{L}{2}}{(N-1) \cdot m + m} = \frac{L}{2N}$$

Portanto, a distância D será dada por:

$$D = x_1 + x_2 + \dots + x_N = \frac{L}{2} + \frac{L}{4} + \dots + \frac{L}{2N}$$

Ou seja, $D_N = \frac{L}{2} \left(1 + \frac{1}{2} + \dots + \frac{1}{N} \right)$

Para $N = 6$, temos:

$$D = \frac{L}{2} \left(1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \frac{1}{4} + \frac{1}{5} + \frac{1}{6} \right) = \frac{147 \cdot L}{120} = 1,225L \dots$$

23. Determinando-se 20% da energia captada em uma área A durante um ano e igualando com a energia fornecida por Itaipu, tem-se:

$$0,2 \cdot P \cdot \Delta t = 87600 \cdot 10^9 \text{ Wh}$$

$$\Rightarrow 0,2 \cdot 170 \frac{\text{W}}{\text{m}^2} \cdot A \cdot 24 \frac{\text{h}}{\text{dia}} \cdot 360 \text{ dias} = 87600 \cdot 10^9 \text{ Wh}$$

$$\Rightarrow A \cong 3 \cdot 10^8 \text{ m}^2$$

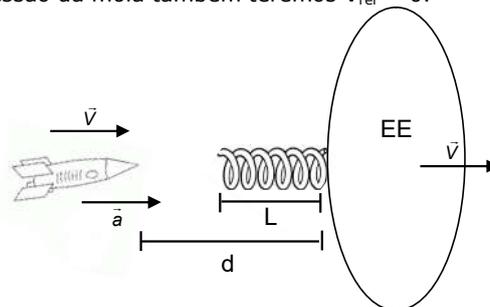
b) Percentual médio:

$$\frac{87600 \text{ GWh}}{14000 \text{ MW} \cdot 24 \frac{\text{h}}{\text{dia}} \cdot 360 \text{ dias}} \times 100\%$$

$$\frac{87600}{14 \cdot 24 \cdot 360} \times 100\% \Rightarrow 72,4\%$$

24. Consideraremos para a resolução que a estação espacial pode ser considerado um referencial inercial.

No momento em que a distância entre a estação espacial e o foguete for d ($d > L$), a velocidade relativa entre eles será zero ($V_{rel} = 0$). E no momento de máxima compressão da mola também teremos $V_{rel} = 0$.



Assim teremos, pelo teorema da energia cinética:

$$\Delta E_c = \tau_{res} = 0$$

Pelo enunciado não se sabe ao certo o comportamento da aceleração. Assumiremos que a aceleração, que no instante inicial apresenta módulo a , é causada por uma força constante que atua sobre o foguete.

Ainda propomos duas hipóteses possíveis, devido à falta de clareza em relação ao comportamento do foguete após este momento inicial:

- 1) A força aplicada no foguete é mantida até a compressão máxima da mola (situação mais próxima das informações do enunciado).
- 2) A força aplicada no foguete é cessada em algum momento ao longo da aproximação (calcularemos qual é a compressão no caso dessa força ser interrompida no contato com a mola).

De acordo com a primeira hipótese possível, teremos:

$$\tau_{res} = \tau_F + \tau_{mola} = F \cdot [d - (L - x)] - \frac{k \cdot x^2}{2} = 0$$

Mas a força aplicada apresenta módulo dado por $F = m \cdot a$ e portanto:

$$ma \cdot [d - (L - x)] - \frac{k \cdot x^2}{2} = 0 \Rightarrow k \cdot x^2 - 2ma \cdot x - 2ma(d - L) = 0$$

Resolvendo a equação do segundo grau:

$$x = \frac{m \cdot a \pm \sqrt{m^2 a^2 + 2kma(d - L)}}{k}$$

Como no momento da deformação máxima: $F_{el} = k \cdot x > F = ma$ temos que a raiz válida é:

$$x = \frac{m \cdot a + \sqrt{m^2 a^2 - 2 \cdot k \cdot m \cdot a \cdot (d - L)}}{k}$$

De acordo com a segunda hipótese possível, assumiremos que a aceleração \bar{a} atuaria somente até contato com a mola. Assim, nesse deslocamento inicial $(d - L)$, em relação à estação espacial:

$$V_F^2 = V_0 + 2 \cdot a \cdot \Delta s \Rightarrow V_F^2 = 2 \cdot a \cdot (d - L)$$

A partir deste momento, o foguete fica sujeito apenas à força da mola.

Por conservação de energia, temos:

$$\frac{m \cdot V_F^2}{2} = \frac{k \cdot x^2}{2} \Rightarrow x^2 = \frac{m \cdot V_F^2}{k} = \frac{m \cdot 2 \cdot a \cdot (d - L)}{k}$$

Desta forma,

$$x = \sqrt{\frac{2 \cdot m \cdot a \cdot (d - L)}{k}}$$

25.

Dos dados do enunciado e da aproximação sugerida, podemos escrever f_{0z} , f_{1z} e f_{2z} como:

$$f_{0z} = \frac{GMm}{R^2},$$

$$f_{1z} = \frac{GMm}{(R+r)^2} = \frac{GMm}{R^2} \cdot \frac{1}{\left(1 + \frac{r}{R}\right)^2} = \frac{GMm}{R^2} \cdot \left(1 - \frac{2r}{R}\right) \text{ e}$$

$$f_{2z} = \frac{GMm}{(R-r)^2} = \frac{GMm}{R^2} \cdot \frac{1}{\left(1 - \frac{r}{R}\right)^2} = \frac{GMm}{R^2} \cdot \left(1 + \frac{2r}{R}\right).$$

Assim:

$$f_{1z} - f_{0z} = \frac{GMm}{R^2} \cdot \left(1 - \frac{2r}{R} - 1\right) = \frac{-2rGMm}{R^3} \text{ e}$$

$$f_{2z} - f_{0z} = \frac{GMm}{R^2} \cdot \left(1 + \frac{2r}{R} - 1\right) = \frac{2rGMm}{R^3}$$

26.

a) Na situação da primeira figura têm-se as forças empuxo e peso do tubo se equilibrando:

$$\rho g h_i A = m g. \quad (1)$$

Aqui h_i é a altura da coluna de ar imersa na água.

Pelo Teorema de Arquimedes podem-se relacionar as pressões da superfície da água com a pressão no interior do tubo:

$$p_i - p_a = \rho g h_i \quad (2)$$

Na qual p_i é a pressão no interior do tubo nessa situação.

Assumindo que se tem uma transformação gasosa isotérmica de antes de embarcar o tubo até o equilíbrio da primeira figura, obtém-se:

$$p_a L A = p_i h A \quad (3)$$

Aqui $L A$ é o volume total inicial do ar que preenche o tubo e $h A$ é o volume da situação da figura, onde h é o comprimento total da coluna de ar dentro do tubo.

Utilizando-se (1), (2) e (3) para isolar h em termos dos parâmetros dados, obtém-se:

$$h = L \left(\frac{p_a}{p_a + \frac{m g}{A}} \right).$$

b) Com o tubo na situação da segunda figura a altura da coluna de ar coincide com a altura imersa. Do equilíbrio entre o peso e o empuxo, tem-se:

$$\rho g h A = m g$$

$$\Rightarrow h = \frac{m g}{\rho g A}$$

27.

Processo BC: Como o volume permaneceu constante, não há trabalho realizado pelo gás neste trecho. Logo:

$$\tau_{BC} = 0$$

Portanto, a Primeira Lei da Termodinâmica fica:

$$\Delta U_{BC} = Q_{BC} - \tau_{BC}$$

$$\Rightarrow \Delta U_{BC} = Q_{BC}$$

$$\Rightarrow Q_{BC} = -40J$$

Ciclo ABCA: em um ciclo $\Delta U_{ciclo} = 0$.

A Primeira Lei da Termodinâmica fica:

$$\Delta U_{ciclo} = Q_{ciclo} - \tau_{ciclo}$$

$$\Rightarrow 0 = Q_{ciclo} - 30$$

$$\Rightarrow Q_{ciclo} = 30J$$

O Calor total trocado no ciclo é a soma dos calores em cada processo do ciclo

$$Q_{TOTAL} = Q_{AB} + Q_{BC} + Q_{CA}$$

Substituindo-se os valores já calculados:

$$30 = Q_{AB} + (-40) + 0$$

$$\therefore Q_{AB} = 70J$$

OBS.: O enunciado não menciona se o sistema é um gás ideal, portanto é preferível uma solução que não inclua as particularidades de gases ideais.

28. A esfera que fica em contato com a Terra entra em equilíbrio eletrostático com esta e, portanto, deve apresentar potencial resultante nulo. Lembrando que o potencial resultante da esfera é a soma algébrica do potencial gerado pela sua própria carga em sua superfície com os potenciais gerados pelas outras duas cargas externas, temos que, para o primeiro contato, é válido:

$$V_1 + V_2 + V_3 = 0 \rightarrow$$

$$\frac{k \cdot Q_1}{a} + \frac{k \cdot Q}{b} + \frac{k \cdot Q}{b} = 0 \rightarrow$$

$$Q_1 = -\frac{2Qa}{b}$$

Para segundo contato, temos:

$$V_1' + V_2' + V_3' = 0 \rightarrow$$

$$\frac{k \cdot Q_1}{b} + \frac{k \cdot Q_2}{a} + \frac{k \cdot Q}{b} = 0 \rightarrow$$

$$Q_2 = -\frac{Qa}{b} + \frac{2Qa^2}{b^2}$$

Finalmente, para o terceiro contato, temos:

$$V_1'' + V_2'' + V_3'' = 0 \rightarrow$$

$$\frac{k \cdot Q_1}{b} + \frac{k \cdot Q_2}{b} + \frac{k \cdot Q_3}{a} = 0 \rightarrow$$

$$Q_3 = \frac{Qa^2}{b^2} \left(3 - \frac{2a}{b} \right)$$

29. O fluxo magnético no anel se deve ao campo magnético do solenóide (B_{sol}) que atua em uma área πa^2 :

$$\phi_{anel} = B_{sol} \pi a^2$$

$$\Rightarrow \phi_{anel} = \mu_0 I n \pi a^2 \dots (1)$$

Pela Lei de Faraday, a força eletromotriz induzida no anel se deve à variação do fluxo (1):

$$\mathcal{E}_{anel} = \left| \frac{\Delta \phi_{anel}}{\Delta t} \right|$$

Substituindo-se (1), tem-se:

$$\mathcal{E}_{anel} = \mu_0 n \pi a^2 \left| \frac{\Delta I}{\Delta t} \right| \dots (2)$$

A corrente induzida no anel é determinada a partir de

$$\mathcal{E}_{anel} = R i_{IND}$$

Substituindo-se (2), tem-se:

$$i_{IND} = \frac{\mu_0 n \pi a^2}{R} \left| \frac{\Delta I}{\Delta t} \right|$$

A partir do gráfico obtém-se:

Entre 0s e 1s, tem-se:

$$\left| \frac{\Delta I}{\Delta t} \right| = 2 \Rightarrow i_{IND} = 2 \cdot \frac{\mu_0 n \pi a^2}{R}$$

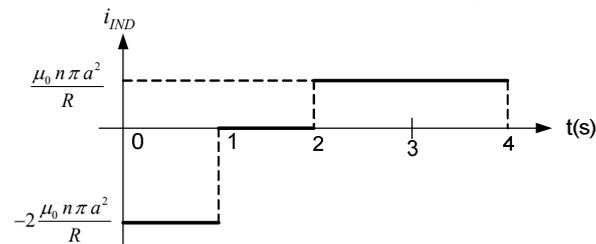
Entre 1s e 2s, tem-se:

$$\left| \frac{\Delta I}{\Delta t} \right| = 0 \Rightarrow i_{IND} = 0 \text{ (não há indução Eletromagnética)}$$

Entre 2s e 4s, tem-se:

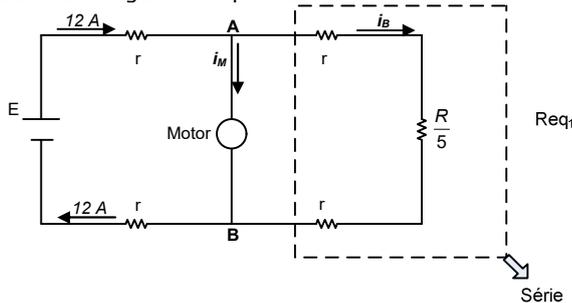
$$\left| \frac{\Delta I}{\Delta t} \right| = 1 \Rightarrow i_{IND} = \frac{\mu_0 n \pi a^2}{R}$$

Pela Lei de Lenz os sentidos da corrente induzida nos intervalos $0s < t < 1s$ e $2s < t < 4s$ são opostos e representaremos com sinais contrários no gráfico:



30.

Observe o seguinte esquema:



Inicialmente vamos determinar a queda de tensão em cada condutor de resistência r ligados em série à fem E e percorridos pela corrente elétrica total (i_T) de intensidade 12 A. Desta forma, temos:

$$U_r = r \cdot i_T = 0,1 \cdot 12 = 1,2V$$

A ddp entre os pontos A e B é a ddp sobre o motor (U_M). Ela é obtida pela diferença entre a fem $E = 122,4$ V e a queda de potencial sobre os dois condutores de resistência r , ou seja:

$$U_{AB} = U_M = E - 2 \cdot 1,2 = 122,4 - 2,4 = 120V$$

Notamos ainda que entre os pontos A e B encontramos uma associação em série formada por 2 condutores de resistência r mais 5 lâmpadas ligadas em paralelo. Desta forma, a resistência equivalente desta associação é dada por:

$$Req_1 = r + r + \frac{R}{5} \Rightarrow Req_1 = 0,1 + 0,1 + \frac{99}{5} \Rightarrow Req_1 = 20\Omega$$

A intensidade da corrente elétrica que flui por essa associação (i_B) será:

$$U_{AB} = Req_1 \cdot i \Rightarrow i_B = \frac{U_{AB}}{Req_1} = \frac{120}{20} = 6A$$

Aplicando a 1ª Lei de Kirchhoff ao nó A podemos obter a intensidade da corrente elétrica (i_M) no motor. Assim, temos:

$$i_T = i_M + i_B \Rightarrow i_M = 12 - 6 = 6A$$

De posse dessa corrente podemos obter a potência elétrica absorvida pelo motor (P_M). Vejamos:

$$P_M = i_M \cdot U_M = 6 \cdot 120 \Rightarrow P_M = 720W$$

O conjunto de 5 lâmpadas em paralelo, cuja resistência (R_L) vale $\frac{99}{5}\Omega$ é percorrido pela corrente elétrica de

intensidade $i_B = 6A$. A partir desses resultados, podemos obter a potência elétrica dissipada pelas lâmpadas (P_L), ou seja:

$$P_L = R_L \cdot i_B^2 \Rightarrow P_L = \frac{99}{5} \cdot 6^2 \Rightarrow P_L = 712,8W$$

A potência total gerada é dada por:

$$P_{TOTAL} = i_T \cdot E = 12 \cdot 122,4 = 1468,8W$$

A potência elétrica dissipada na rede (P_r) é dada pela diferença entre a potência elétrica total gerada e a potência absorvida pelo motor mais a das lâmpadas. Desta forma, temos:

$$P_r = P_{TOTAL} - P_M - P_L = 1468,8 - 720 - 712,8 \Rightarrow P_r = 36W$$

Cortesia: Resoluções Alferes Vestibulares