

EXERCÍCIOS RESOLVIDOS

Módulo 49 – Impulso e Quantidade de Movimento

1. (UEM-PR) – Se uma das rodas de um automóvel parado permanecesse apoiada sobre o pé de uma pessoa, muito provavelmente o pé seria esmagado; entretanto, se o mesmo automóvel passasse em alta velocidade sobre o pé da pessoa, provavelmente não causaria dano.

Analisando essa afirmação, assinale a alternativa correta.

- a) Em alta velocidade, provavelmente não causaria dano, pois o carro tornar-se-ia mais leve.
- b) Em alta velocidade, provavelmente não causaria dano, pois o impulso exercido sobre o pé com o carro em movimento seria muito menor do que com o carro parado.
- c) Causaria dano ao pé com o carro parado, pois a variação da quantidade de movimento seria muito maior do que com o carro em movimento.
- d) A afirmação está incorreta, pois sempre causaria danos e de mesma proporção, pois a intensidade da força exercida pelo carro nas duas situações é a mesma.
- e) Causaria maior dano com o carro parado devido ao fato de o atrito estático ser maior que o atrito cinético.

Resolução

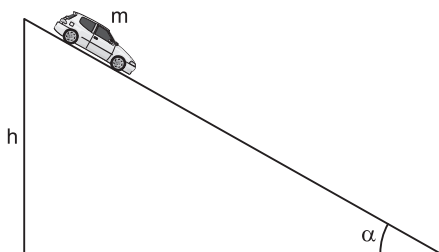
O dano produzido está ligado ao impulso da força aplicada sobre o pé:

$$I_F = F \cdot \Delta t$$

Em alta velocidade Δt é pequeno, I_F é pequeno e o efeito no pé é pequeno.

Resposta: B

2. (VUNESP-FAMECA-SP) – Em um local em que a aceleração da gravidade é constante e tem módulo g um carro de massa m parte do repouso do ponto superior de uma rampa retilínea lisa, inclinada de um ângulo α com a horizontal. O ponto em questão localiza-se a uma altura h em relação à base da rampa. O carro está com o motor desacoplado e despreza-se o efeito do ar.

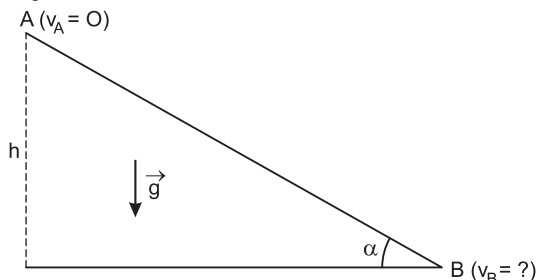


Não considere as dimensões do carro. Ao passar pela base da rampa, o carro terá uma quantidade de movimento, cujo módulo será dado por

- a) $m \cdot g \cdot h$.
- c) $m \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h}$.
- e) $m \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h \cdot \tan \alpha}$.

- b) $m \cdot g \cdot h \cdot \sin \alpha$.
- d) $m \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h \cdot \sin \alpha}$.

Resolução



- 1) Conservação da energia mecânica

$$E_B = E_A$$

(ref. em B)

$$\frac{mV_B^2}{2} = mgh$$

$$V_B = \sqrt{2gh}$$

- 2) Quantidade de movimento em B:

$$Q_B = mV_B \Rightarrow Q_B = m \sqrt{2gh}$$

Resposta: C

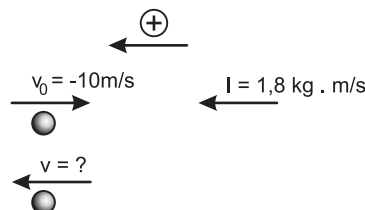
Módulo 50 – Gráfico Força x Tempo e Teorema do Impulso

3. (UFPB) – Em uma partida de tênis, um jogador rebate uma bola com 60 gramas de massa, que chega a sua raquete com velocidade de módulo igual a 10m/s. O impulso fornecido por esse jogador à bola tem intensidade 1,8kg.m/s, mesma direção e sentido contrário ao de incidência da bola.

Nessas circunstâncias, é correto afirmar que o módulo da velocidade da bola, logo após o rebatimento, é de:

- a) 10m/s
- b) 20m/s
- c) 30m/s
- d) 40m/s
- e) 50m/s

Resolução



$$TI: I_{bola} = \Delta Q_{bola} = m \Delta V_{bola}$$

$$1,8 = 60 \cdot 10^{-3} \cdot [V - (-10)]$$

$$30 = V + 10$$

$$V = 20\text{m/s}$$

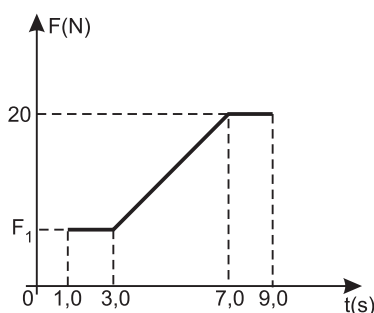
Resposta: B

4. (UFC) – A única força horizontal (ao longo do eixo x) que atua em uma partícula de massa $m = 2,0\text{ kg}$ é descrita, em um dado intervalo de tempo, pelo gráfico abaixo. A partícula está sujeita a um campo gravitacional uniforme cuja aceleração é constante, apontando para baixo ao longo da vertical, de módulo $g = 10\text{m/s}^2$.

Despreze quaisquer efeitos de atrito.

- Determine o módulo da força resultante sobre a partícula entre os instantes $t_1 = 1,0\text{s}$ e $t_2 = 3,0\text{s}$, sabendo-se que o módulo do impulso ao longo da direção horizontal foi de 30 N.s no referido intervalo de tempo.
- Determine o módulo da variação da quantidade de movimento da partícula, na direção horizontal, entre os instantes $t_2 = 3,0\text{s}$ e $t_3 = 7,0\text{s}$.

Dado: a partícula está sob ação exclusiva de seu peso e da força horizontal representada no gráfico.



Resolução

- 1) $I = \text{área} (F \times t)$

$$30 = F_1 \cdot 2,0 \Rightarrow F_1 = 15\text{N}$$

- 2) A força resultante na partícula é dada por:

$$\begin{aligned} \vec{F}_R^2 &= \vec{F}_1^2 + P^2 \\ \vec{F}_R^2 &= (15)^2 + (20)^2 = 625 \\ \vec{F}_R &= 25\text{N} \end{aligned}$$

- TI: $\Delta Q = I = \text{área} (F \times t)$

$$\Delta Q = (20 + 15) \frac{4,0}{2} \text{ (SI)}$$

$$\Delta Q = 70 \text{ kg.m/s}$$

Respostas: a) 25N b) 70 kg.m/s

Módulo 51 – Sistemas Isolados

5. (UNESP) – Um madeireiro tem a infeliz ideia de praticar tiro ao alvo disparando seu revólver contra um tronco de árvore caído no solo. Os projéteis alojam-se no tronco, que logo fica novamente imóvel sobre o solo. Nessa situação, considerando-se um dos disparos, pode-se afirmar que a quantidade de movimento do sistema projétil-tronco

- não se conserva, porque a energia cinética do projétil se transforma em calor.
- se conserva e a velocidade final do tronco é nula, pois a sua massa é muito maior do que a massa do projétil.
- não se conserva, porque a energia não se conserva, já que o choque é inelástico.
- se conserva, pois a massa total do sistema projétil-tronco não foi alterada.
- não se conserva, porque o sistema projétil-tronco não é isolado.

Resolução

Para que a quantidade de movimento do sistema projétil-tronco se conserve o sistema deve ser isolado de forças externas, o que ocorreria se não houvesse atrito entre o tronco e o chão e a velocidade do projétil fosse horizontal.

Como o tronco para, existe a força de atrito como força externa e, portanto, o sistema não é isolado e a quantidade de movimento do sistema variou.

Resposta: E

6. (UFJF-MG) – Duas pessoas encontram-se em repouso sobre uma plataforma flutuante, uma em uma extremidade e a outra na extremidade oposta. A plataforma está em repouso em águas tranquilas de um lago. A pessoa que está na extremidade esquerda tem massa de 50 kg ; a que está na extremidade direita, 80 kg e a plataforma, 100 kg . As pessoas então se movem, cada uma com velocidade de módulo $5,0\text{m/s}$ em relação ao lago, a de 50kg para a direita e a de 80kg para a esquerda.



Desconsiderando-se a força de resistência viscosa entre a plataforma e a água, qual será o módulo da velocidade adquirida pela plataforma em relação ao lago?

- zero
- $1,5\text{ m/s}$ para a direita.
- $1,5\text{ m/s}$ para a esquerda.
- 5 m/s para a direita.
- 5 m/s para a esquerda.

Resolução

O sistema é isolado e a quantidade do movimento total permanece constante e é nula.

$$\vec{Q}_A + \vec{Q}_B + \vec{Q}_P = \vec{0}$$

Com orientação positiva para a direita temos:

$$\begin{aligned} m_A V_A + m_B V_B + m_P V_P &= 0 \\ 50 \cdot 5,0 + 80 \cdot (-5,0) + 100 V_P &= 0 \end{aligned}$$

$$100 V_P = 150 \quad V_P = 1,5\text{m/s}$$

Como $V_P > 0$ a plataforma se move para a direita.

Resposta: B

Módulo 52 – Sistemas Isolados

7. (FUVEST-TRANSFERÊNCIA) – Uma granada de massa $M = 8,0\text{kg}$ desloca-se ao longo de uma linha reta com velocidade de módulo $V_0 = 2,0\text{m/s}$, livre da influência de

forças externas. Num certo instante de tempo, a granada explode, dividindo-se em dois fragmentos de mesma massa. Devido à explosão, é liberada uma quantidade $E = 16,0\text{J}$ de energia que é transformada em energia cinética dos fragmentos. Sabe-se que nenhum dos dois fragmentos deixa a linha do movimento original. As magnitudes das velocidades de cada um dos fragmentos, medidas em m/s, são

- a) 2,0 e 2,0 b) 2,0 e 4,0 c) 2,0 e $\sqrt{2}$
d) 4,0 e 4,0 e) 4,0 e 0

Resolução



- 1) No ato da explosão a granada é um sistema isolado:

$$Q_{\text{após}} = Q_{\text{antes}}$$

$$\frac{M}{2} V_A + \frac{M}{2} V_B = M V_0$$

$$V_A + V_B = 2V_0$$

$$V_A + V_B = 4,0$$

2) $E = \frac{M}{2} \frac{V_A^2}{2} + \frac{M}{2} \frac{V_B^2}{2} - \frac{M V_0^2}{2}$

$$16,0 = \frac{4,0 V_A^2}{2} + \frac{4,0 V_B^2}{2} - 4,0 \cdot 4,0$$

$$8,0 = V_A^2 + V_B^2 - 8,0$$

$$16,0 = (4,0 - V_B)^2 + V_B^2$$

$$16,0 = 16,0 - 8,0 V_B + V_B^2 + V_B^2$$

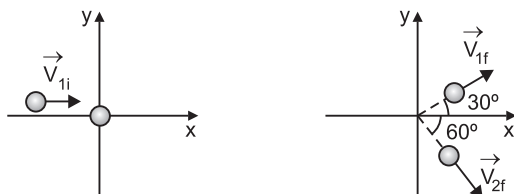
$$2 V_B^2 - 8,0 V_B = 0$$

$$V_B^2 - 4,0 V_B = 0$$

$$V_B (V_B - 4,0) = 0 \begin{cases} V_B = 0 \text{ e } V_A = 4,0\text{m/s} \\ \text{ou} \\ V_B = 4,0\text{m/s e } V_A = 0 \end{cases}$$

Resposta: E

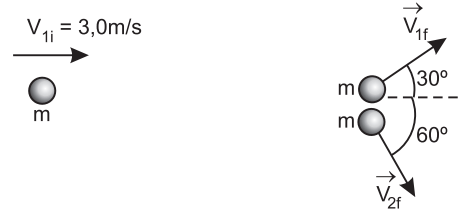
8. (FUVEST-TRANSFERÊNCIA) – Um bloco de massa $m = 2,0\text{kg}$, que se desloca sobre uma mesa horizontal, sem atrito, com velocidade $\vec{v}_{1i} = 3,0\vec{i}$ m/s, colide com outro bloco idêntico, que se encontra inicialmente em repouso. Depois da colisão, o primeiro bloco desloca-se em uma direção que forma um ângulo de 30° com a direção inicial e o outro desloca-se em uma direção que forma um ângulo de 60° com a direção inicial, como na figura.



As magnitudes v_{1f} e v_{2f} das velocidades finais dos blocos, em m/s, são, respectivamente.

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

Resolução



No ato da colisão o sistema é isolado e há conservação da quantidade de movimento:

- 1) Na direção x:

$$m V_{1f} \cos 30^\circ + m V_{2f} \cos 60^\circ = m V_{1i}$$

$$V_{1f} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} + V_{2f} \cdot \frac{1}{2} = 3,0 \Rightarrow \boxed{V_{1f} \sqrt{3} + V_{2f} = 6,0} \quad (1)$$

- 2) Na direção y:

$$V_{1f} \cos 60^\circ = V_{2f} \cos 30^\circ$$

$$V_{1f} \cdot \frac{1}{2} = V_{2f} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \Rightarrow \boxed{V_{1f} = \sqrt{3} V_{2f}} \quad (2)$$

(2) em (1)

$$\sqrt{3} V_{2f} \cdot \sqrt{3} + V_{2f} = 6,0$$

$$4 V_{2f} = 6,0 \Rightarrow V_{2f} = 1,5\text{m/s}$$

$$V_{1f} = \sqrt{3} V_{2f} = \sqrt{3} \cdot 1,5\text{m/s}$$

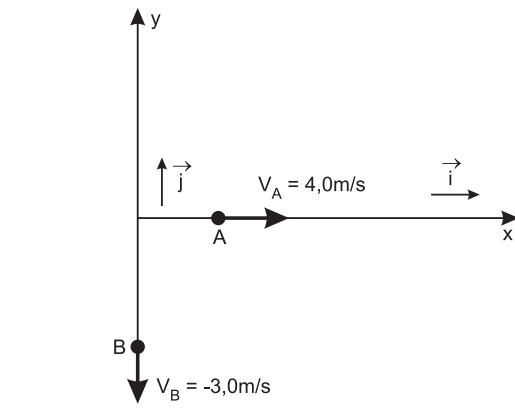
$$V_{1f} = \frac{3\sqrt{3}}{2} \text{ m/s}$$

Resposta: D

Módulo 53 – Centro de Massa

9. (UECE) – O corpo A, de massa $2,0\text{kg}$, move-se com velocidade constante de módulo $4,0\text{m/s}$, com direção ao longo do eixo-x, no sentido positivo desse eixo. O corpo B, de massa $6,0\text{kg}$, move-se com velocidade constante de módulo $3,0\text{m/s}$, com direção ao longo do eixo-y, no sentido negativo desse eixo. O módulo da velocidade do centro de massa do sistema composto pelos dois corpos A e B, em m/s, é aproximadamente
- a) 2,5 b) 5,5 c) 10,5 d) 15,5

Resolução



$$\vec{V}_{CM} = \frac{m_A \vec{V}_A + m_B \vec{V}_B}{m_A + m_B}$$

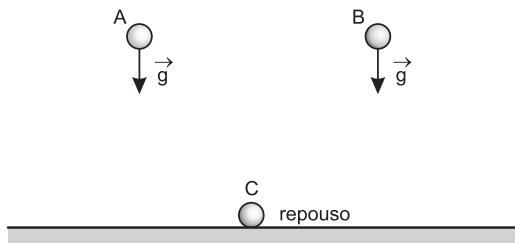
$$\vec{V}_{CM} = \frac{2,0 \cdot 4,0\vec{i} + 6,0 \cdot 3,0(-\vec{j})}{8,0}$$

$$\vec{V}_{CM} = 1,0\vec{i} - 2,25\vec{j} \text{ (m/s)}$$

$$|\vec{V}_{CM}|^2 = 1,0 + 5,1 = 6,1 \Rightarrow |\vec{V}_{CM}| \cong 2,5 \text{ m/s}$$

Resposta: A

10. Considere três esferas A, B e C de massas respectivamente iguais a M, 2M e 7M. As esferas A e B estão em queda livre vertical com aceleração de módulo $10,0 \text{ m/s}^2$ e a esfera C está em repouso no solo.



A aceleração do centro de massa do sistema terá módulo igual a:

- a) $1,0 \text{ m/s}^2$ b) $3,0 \text{ m/s}^2$ c) $5,0 \text{ m/s}^2$
d) $8,0 \text{ m/s}^2$ e) $10,0 \text{ m/s}^2$

Resolução

$$\vec{a}_{CM} = \frac{m_A \vec{a}_A + m_B \vec{a}_B + m_C \vec{a}_C}{m_A + m_B + m_C}$$

$$\vec{a}_{CM} = \frac{M\vec{g} + 2M\vec{g}}{10M}$$

$$\vec{a}_{CM} = \frac{3}{10} \vec{g}$$

$$|\vec{a}_{CM}| = \frac{3}{10} \cdot 10,0 \text{ m/s}^2 \Rightarrow |\vec{a}_{CM}| = 3,0 \text{ m/s}^2$$

Resposta: B

Módulo 54 – Colisões

11. (UFRN) – Para demonstrar a aplicação das leis de conservação de energia e da quantidade de movimento, um professor realizou o experimento ilustrado nas figuras 1 e 2, a seguir.

Inicialmente, ele fez colidir um carrinho de massa igual a $1,0 \text{ kg}$, com velocidade de módulo $2,0 \text{ m/s}$, com um outro de igual massa, porém em repouso, conforme ilustrado na figura 1. No segundo carrinho, existia uma cera adesiva de massa desprezível. Após a colisão, os dois carrinhos se mantiveram unidos, deslocando-se com velocidade de módulo igual a $1,0 \text{ m/s}$, conforme ilustrado na figura 2.

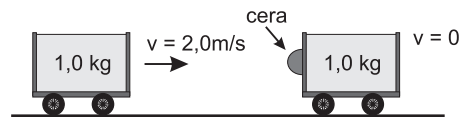


Figura 1

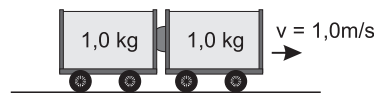


Figura 2

Considerando-se que a quantidade de movimento e a energia cinética iniciais do sistema eram, respectivamente, $2,0 \text{ kg.m/s}$ e $2,0 \text{ J}$, pode-se afirmar que, após a colisão,

- a) nem a quantidade de movimento do sistema nem sua energia cinética foram conservadas.
b) tanto a quantidade de movimento do sistema quanto sua energia cinética foram conservadas.
c) a quantidade de movimento do sistema foi conservada, porém a sua energia cinética não foi conservada.
d) a quantidade de movimento do sistema não foi conservada, porém a sua energia cinética foi conservada.

Resolução

Trata-se de uma colisão perfeitamente inelástica: a quantidade de movimento do sistema se conserva e a energia cinética diminui.

De fato:

$$Q_0 = mV_0 = 2,0 \text{ kg.m/s}$$

$$Q_f = 2mV = 2,0 \text{ kg.m/s}$$

$$E_0 = \frac{mV_0^2}{2} = \frac{1,0}{2} \cdot 4,0 \text{ (J)} = 2,0 \text{ J}$$

$$E_f = \frac{2m}{2} \cdot V^2 = 1,0 \cdot 1,0 \text{ (J)} = 1,0 \text{ J}$$

$$E_f = \frac{E_0}{2}$$

Resposta: C

12. (FUVEST) – Um caminhão, parado em um semáforo, teve sua traseira atingida por um carro. Logo após o choque, ambos foram lançados juntos para frente (colisão perfeitamente inelástica), com uma velocidade de módulo estimado 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 escalar aproximada de

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

Resolução

No ato da colisão, o carro e o caminhão formam um sistema isolado e haverá conservação da quantidade de movimento total.

$$Q_{\text{após}} = Q_{\text{antes}}$$

$$(M + m) V_f = m V_0$$

$$(3m + m) 18 = m \cdot V_0$$

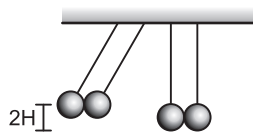
$$V_0 = 4,0 \cdot 18 \text{ (km/h)}$$

$$V_0 = 72 \text{ km/h}$$

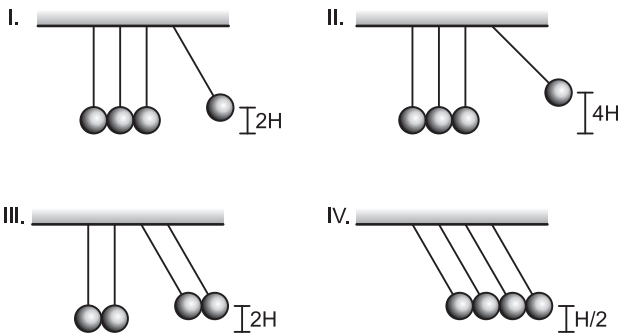
Resposta: A

Módulo 55 – Colisões

13. (VUNESP) – Durante uma experiência de Física, um grupo de alunos dispunha de um conjunto de 4 esferas idênticas, penduradas por fios muito leves, idênticos, pendentes de um teto comum. No relatório, foram apresentados desenhos que reproduziam as condições inicial e final observadas. A condição inicial é representada pela seguinte figura:



Desconhecendo-se o material do qual as esferas são constituídas, a condição final poderia ser representada por



Está correto o contido em

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

Resolução

1) Se a colisão for perfeitamente elástica ocorre a situação III em que as bolas trocaram de velocidades conservando a quantidade de movimento e a energia mecânica no ato da colisão.

2) Se a colisão for perfeitamente inelástica teremos:

$$Q_{\text{após}} = Q_{\text{antes}}$$

$$4 m V = 2 m V_0 \Rightarrow V = \frac{V_0}{2}$$

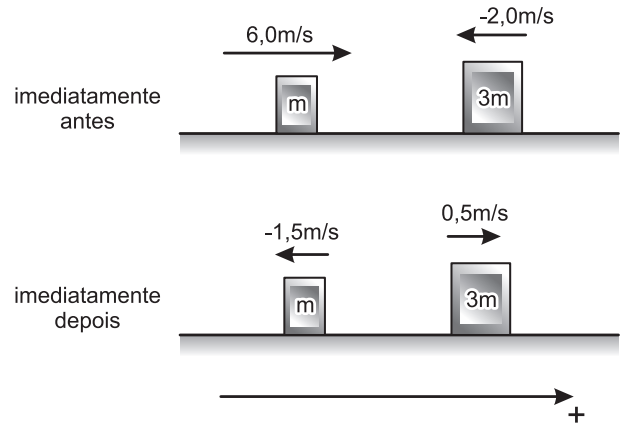
Após a colisão:

$$\frac{4m}{2} V^2 = 4 mgh \Rightarrow h = \frac{V^2}{2g}$$

Como $V = \frac{V_0}{2}$ resulta $h = \frac{1}{4} 2H = \frac{H}{2}$ e a situação IV é possível.

Resposta: D

14. (VUNESP-FMJ) – Dois blocos de massas m e $3m$ colidem frontalmente sobre uma superfície plana, horizontal e perfeitamente lisa. As figuras mostram dois instantes imediatamente antes e imediatamente depois da colisão.



Pode-se afirmar que nesse processo

- a) houve conservação da quantidade de movimento e da energia cinética do sistema.
b) houve conservação da quantidade de movimento e a energia cinética do sistema diminuiu.
c) houve conservação da quantidade de movimento e a energia cinética do sistema aumentou.
d) não houve conservação da quantidade de movimento e a energia cinética do sistema diminuiu.
e) não houve conservação da quantidade de movimento e a energia cinética do sistema aumentou.

Resolução

$$1) V_{\text{ap}} = 8,0 \text{ m/s}$$

$$V_{\text{af}} = 2,0 \text{ m/s}$$

$$e = \frac{V_{\text{af}}}{V_{\text{ap}}} = 0,25$$

Como a colisão é inelástica a energia cinética do sistema vai diminuir.

2) No ato da colisão o sistema é isolado e haverá conservação da quantidade de movimento total.

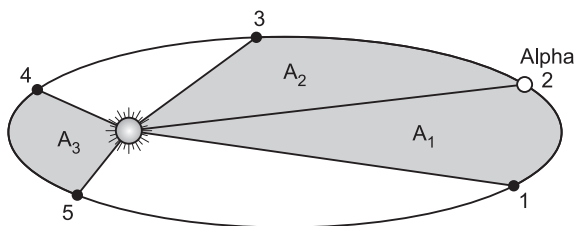
$$\text{De fato: } Q_0 = m \cdot 6,0 + 3m \cdot (-2,0) = 0$$

$$Q_f = m \cdot (-1,5) + 3m \cdot (0,5) = 0$$

Resposta: B

Módulo 56 – Leis de Kepler

15. (AFA) – Um planeta Alpha descreve uma trajetória elíptica em torno do seu sol como mostra a figura a seguir.



Considere que as áreas A_1 , A_2 e A_3 são varridas pelo raio vetor que une o centro do planeta ao centro do sol quando Alpha se move, respectivamente, das posições de 1 a 2, de 2 a 3 e de 4 a 5. Os trajetos de 1 a 2 e de 2 a 3 são realizados no mesmo intervalo de tempo Δt e o trajeto de 4 a 5 num intervalo $\Delta t' < \Delta t$.

Nessas condições, é correto afirmar que

- a) $A_3 < A_2$ b) $A_2 < A_3$ c) $A_1 > A_2$ d) $A_1 < A_3$

Resolução

De acordo com a 2.ª Lei de Kepler:

$$A = k \Delta t$$

$$[\Delta t]_1^2 = [\Delta t]_2^3 \Leftrightarrow A_1 = A_2$$

$$[\Delta t]_4^5 < [\Delta t]_1^2 \Leftrightarrow A_3 < A_1 \text{ ou } A_3 < A_2$$

Resposta: A

16. (UFTM-MG) – Com respeito às leis de Kepler, é correto dizer que

- a) as velocidades vetoriais dos planetas em torno do Sol são constantes.
b) a forma elíptica da trajetória de um planeta qualquer depende da trajetória do que o antecede.
c) o período de translação de um planeta e a distância média do planeta ao Sol relacionam-se não linearmente.
d) quanto mais perto do Sol estiver um planeta em relação aos demais, maior será seu período de translação.
e) um planeta possui maior velocidade escalar quando está mais afastado do Sol.

Resolução

- a) FALSA. A velocidade vetorial varia pelo menos em direção.
b) FALSA.
c) VERDADEIRA. 3.ª lei de Kepler: $\frac{R^3}{T^2} = K = \frac{GM}{4\pi^2}$
d) FALSA. O período é função crescente do raio médio de órbita.
e) FALSA. Quanto mais afastado do Sol, mais lento é o planeta.

Resposta: C

Módulo 57 – Lei da Gravitação Universal

17. (UDESC) – Na figura abaixo, o sul-africano Mark Shuttleworth, que entrou para história como o segundo turista espacial, depois do empresário norte-americano Dennis Tito, “flutua” a bordo da Estação Espacial Internacional que se encontra em órbita baixa (entre 350 km e 460 km da Terra). Sobre Mark, é correto afirmar:



- a) Tem a mesma aceleração da Estação Espacial Internacional que é a aceleração da gravidade nos pontos da órbita (todo o conjunto está em queda livre).
b) Está livre da força gravitacional aplicada pela Terra.
c) Tem o poder da levitação.
d) Permanece flutuando devido à inércia.
e) Tem velocidade menor que a da Estação Espacial Internacional.

Resolução

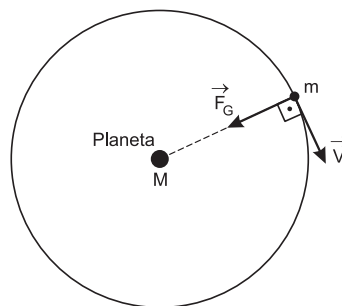
Todo o sistema (Estação espacial + conteúdo) está sob ação exclusiva da força gravitacional aplicada pela Terra, isto é, todo o sistema está em uma eterna queda livre e, por isso, os corpos ficam flutuando dentro da estação (o peso aparente é nulo e tem-se a sensação da imponderabilidade).

Resposta: A

18. (VUNESP-FAMECA-SP) – Considere um satélite natural de massa m em órbita circular estável, de raio R , ao redor de um planeta de massa M . G é a constante de gravitação universal. A energia cinética desse satélite pode ser expressa por

- a) $G \cdot M/2 \cdot R$ b) $G \cdot M/2 \cdot R^2$
c) $G \cdot M \cdot m/2 \cdot R$ d) $G \cdot M \cdot m/2 \cdot R^2$
e) $G \cdot m/2 \cdot R$

Resolução



O satélite está em movimento circular e uniforme:

$$F_G = F_{cp}$$

$$\frac{G M m}{R^2} = \frac{m V^2}{R}$$

$$m V^2 = \frac{G M m}{R}$$

$$E_c = \frac{m V^2}{2} = \frac{G M m}{2R}$$

Resposta: C

Módulo 58 – Origem e Evolução do Universo

19. (UFMG) – Em alguns laboratórios de pesquisa, são produzidas antipartículas de partículas fundamentais da natureza. Cite-se, como exemplo, a antipartícula do elétron – o pósitron –, que tem a mesma massa que o elétron e carga de mesmo módulo, porém positiva.

Quando um pósitron e um elétron interagem, ambos podem desaparecer, produzindo dois fótons de mesma energia. Esse fenômeno é chamado de aniquilação.

Com base nessas informações,

1. **Explique** o que acontece com a massa do elétron e com a do pósitron no processo de aniquilação.

Considere que tanto o elétron quanto o pósitron estão em repouso.

2. **Calcule** a frequência dos fótons produzidos no processo de aniquilação.

Dados:

1) massa do elétron ($m_{\text{elétron}}$) = $9 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$

2) constante de Planck (h) = $7 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$

Resolução

1. As massas do elétron e do pósitron são transformadas em energia na forma de radiação eletromagnética de acordo com a Equação de Einstein:

$$E = m_{\text{total}} c^2$$

2. $E = m c^2$

$$2hf = 2m_e c^2$$

$$f = \frac{m_e c^2}{h} = \frac{9 \cdot 10^{-31} \cdot 9 \cdot 10^{16}}{7 \cdot 10^{-34}} \text{ Hz}$$

$$f = 12 \cdot 10^{19} \text{ Hz}$$

$$f = 1,2 \cdot 10^{20} \text{ Hz}$$

20. (UERJ-RJ) – Leia as informações a seguir para a solução desta questão.

O valor da energia potencial, E_p , de uma partícula de massa m sob a ação do campo gravitacional de um corpo celeste de massa M é dado pela seguinte expressão:

$$E_p = \frac{-GmM}{r}$$

Nessa expressão, G é a constante de gravitação universal e r é a distância entre a partícula e o centro de massa do corpo celeste.

A menor velocidade inicial necessária para que uma partícula livre-se da ação do campo gravitacional de um corpo celeste,

ao ser lançada da superfície deste, é denominada **velocidade de escape**. A essa velocidade, a energia cinética inicial da partícula é igual ao módulo de sua energia potencial gravitacional na superfície desse corpo celeste.

Buracos negros são corpos celestes, em geral, extremamente densos. Em qualquer instante, o raio de um buraco negro é ligeiramente menor que o raio R de um outro corpo celeste de mesma massa, para o qual a velocidade de escape de uma partícula corresponde à velocidade c da luz no vácuo.

Determine a densidade mínima de um buraco negro, em função de R , de c e da constante G .

Resolução

1) Cálculo da velocidade de escape:

$$E_c = |E_p|$$

$$\frac{m V_e^2}{2} = \frac{G M m}{2} \Rightarrow V_e = \sqrt{\frac{2GM}{R}}$$

$$2) V_e = c \Rightarrow c = \sqrt{\frac{2GM}{R}}$$

$$\frac{2GM}{R} = c^2 \Rightarrow GM = \frac{Rc^2}{2} \Rightarrow M = \frac{Rc^2}{2G}$$

$$3) \mu_{\min} = \frac{M}{\text{Vol}} = \frac{M}{\frac{4}{3} \pi R^3}$$

$$\mu_{\min} = \frac{3}{4\pi} \frac{M}{R^3} = \frac{3}{4\pi} \cdot \frac{Rc^2}{2G R^3}$$

$$\mu_{\min} = \frac{3 c^2}{8\pi G R^2}$$

Módulo 59 – Noções de Física Moderna

21. A respeito do Princípio da Complementaridade, podemos afirmar que

- a) a luz só pode comportar-se como uma onda eletromagnética.
- b) a luz sempre se comporta como uma partícula (fóton), qualquer que seja o fenômeno estudado.
- c) a luz, em um dado fenômeno observado, pode comportar-se simultaneamente como onda e partícula.
- d) a luz pode comportar-se como onda ou como partícula, dependendo do fenômeno estudado, porém nunca as duas formas simultaneamente.
- e) o Princípio da Complementaridade foi estabelecido por Louis de Broglie.

Resolução

Louis de Broglie estabeleceu que a luz pode comportar-se como onda ou como partícula, porém o Princípio da Complementaridade foi estabelecido por Bohr.

Resposta: D

22. (UEG) – Leia a tirinha abaixo.



Disponível em:

<http://www.cbpf.br/~eduhq/html/tirinhas/>. Acesso em: 25/8/2008

Para validar a proposta do analista, ocorrência da dualidade onda-partícula, o senhor Fóton deve ser capaz de sofrer

- a) interferência e refração.
- b) interferência e polarização.
- c) difração e efeito fotoelétrico.
- d) efeitos fotoelétrico e compton.

Resolução

No efeito fotoelétrico e no efeito compton, a luz se comporta como partícula (efeito corpuscular).

No efeito fotoelétrico, o fóton colide com o elétron, é absorvido e deixa de existir. No efeito compton o fóton colide com o elétron, transfere parte de sua energia para o elétron, porém continua existindo como fóton com energia menor e, portanto, com frequência menor ($E = hf$).

Resposta: D

Módulo 60 – Análise Dimensional

23. (UEDESC) – O Sistema Internacional de Unidades (SI) adota sete unidades fundamentais para grandezas físicas. Por exemplo, a unidade da intensidade de corrente elétrica é o ampère, cujo símbolo é “A”. Para o estudo da Mecânica usam-se três unidades fundamentais associadas às grandezas físicas: comprimento, massa e tempo.

Nesse sistema, a unidade de potência mecânica é:

- a) $s^3 \cdot (kg/m^2)$
- b) $kg \cdot (m/s^2)$
- c) $kg \cdot (m^2/s^3)$
- d) $kg \cdot (m^2/s)$
- e) $(m/s^2)/kg$

Resolução

$$[Pot] = \frac{[\tau]}{[\Delta t]} = \frac{M L^2 T^{-2}}{T} = M L^2 T^{-3}$$

$$W = kg \cdot m^2 \cdot s^{-3}$$

Resposta: C

24. No meio rural todas as fontes energéticas são importantes. Uma das fontes é o vento do qual se pode obter potência através de um catavento. A potência do catavento depende, através de uma relação monômica, da densidade do ar μ , da área projetada do rotor A e do módulo da velocidade do ar V. Sendo k uma constante adimensional, determine a expressão da potência do vento P.

Resolução

$$P = k \mu^x A^y v^z$$

$$[P] = M L^2 T^{-3}$$

$$[\mu] = M L^{-3}$$

$$[A] = L^2$$

$$[v] = L T^{-1}$$

$$[P] = [\mu]^x [A]^y [v]^z$$

$$M L^2 T^{-3} = (M L^{-3})^x (L^2)^y (L T^{-1})^z$$

$$M L^2 T^{-3} = M^x L^{-3x+2y+z} T^{-z}$$

$$x = 1$$

$$-z = -3 \Rightarrow z = 3$$

$$-3x + 2y + z = 2$$

$$-3 + 2y + 3 = 2 \Rightarrow y = 1$$

Resposta: $P = k \mu A v^3$

EXERCÍCIOS-TAREFA

Módulo 49 – Impulso e Quantidade de Movimento

1. Uma partícula de massa constante está em movimento. Seja E_C a energia cinética e $\vec{Q}$ a quantidade de movimento da referida partícula. Assinale a opção correta.

- a) Se o movimento for uniforme, E_C e $\vec{Q}$ serão constantes.
- b) E_C somente será constante se o movimento for retilíneo e uniforme.
- c) Se o movimento for circular e uniforme, E_C será constante e $\vec{Q}$ será variável.
- d) Se E_C for constante, então $\vec{Q}$ também será constante.
- e) Podemos ter $\vec{Q}$ constante e E_C variável.

2. (VUNESP) – Um objeto de massa 0,50kg está-se deslocando ao longo de uma trajetória retilínea com aceleração escalar constante igual a 0,30m/s². Se partiu do repouso, o módulo da sua quantidade de movimento, em kg.m/s, ao fim de 8,0s, é:

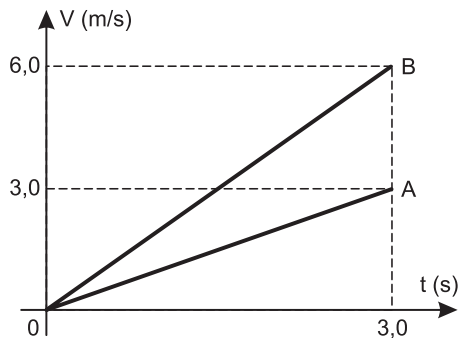
- a) $8,0 \cdot 10^{-1}$
- b) 1,2
- c) 1,6
- d) 2,0
- e) 2,4

3. Uma partícula de massa 3,0kg parte do repouso e descreve uma trajetória retilínea com aceleração escalar constante. Após um intervalo de tempo de 10s, a partícula encontra-se a 40m de sua posição inicial.

Nesse instante, o módulo de sua quantidade de movimento é igual a:

- a) 24 kg . m/s
- b) 60 kg . m/s
- c) $6,0 \cdot 10^2$ kg . m/s
- d) $1,2 \cdot 10^3$ kg . m/s
- e) $4,0 \cdot 10^3$ kg . m/s

4. (UFPE) – Dois corpos, A e B, descrevendo trajetórias retilíneas, estão submetidos a forças resultantes iguais. O gráfico a seguir representa as velocidades escalares de A e B em função do tempo.



Determine

- a razão entre as massas de A e B;
- a razão entre os módulos das quantidades de movimento de A e B, no instante $t = 3,0s$;
- a razão entre as energias cinéticas de A e B, no instante $t = 3,0s$.

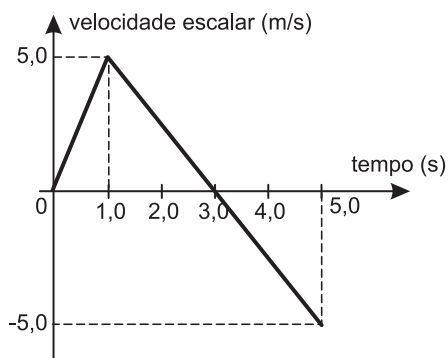
5. (FATEC) – Uma pequena esfera de massa $0,10kg$ abandonada do repouso, em queda livre, atinge o solo horizontal com uma velocidade de módulo igual a $4,0m/s$.

Imediatamente após a colisão, a esfera tem uma velocidade vertical de módulo $3,0m/s$.

O módulo da variação da quantidade de movimento da esfera, na colisão com o solo, em $kg \cdot m/s$, é de:

- 0,30
- 0,40
- 0,70
- 1,25
- 3,40

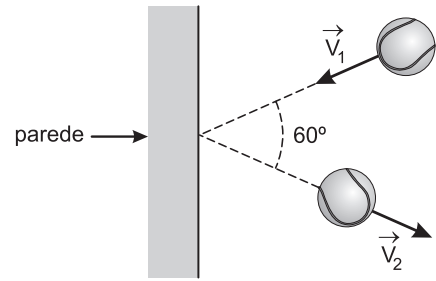
6. (UFPE) – O gráfico abaixo é o registro do movimento de um corpo de massa $6,0kg$, em trajetória retilínea.



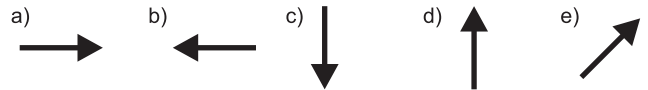
Entre os instantes $t_1 = 1,0s$ e $t_2 = 5,0s$, calcule

- a variação de energia cinética;
- o módulo do vetor variação de quantidade de movimento.

7. (UNIFICADO-RJ) – Na figura a seguir, uma bola de tênis de massa m colide elasticamente com a parede, de modo a não variar o módulo da velocidade da bola.



Sendo $|\vec{V}_1| = |\vec{V}_2|$, o vetor variação da quantidade de movimento da bola ΔQ é mais bem representado por:



Módulo 50 – Gráfico Força x Tempo e Teorema do Impulso

1. (UFPE) – Um bloco de massa $5,0kg$ descreve uma trajetória retilínea com velocidade escalar de $2,0m/s$.

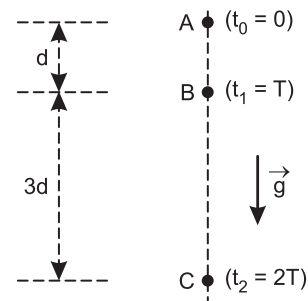
No instante $t_0 = 0$, uma força resultante F , constante, de intensidade $5,0N$ é aplicada ao bloco; a força tem a mesma direção de sua velocidade vetorial inicial e sentido oposto.

Verifique quais as proposições corretas e dê como resposta a soma dos números a elas associados.

- 01) A quantidade de movimento inicial do bloco tem módulo igual a $10 kg \cdot m/s$.
- 02) A energia cinética inicial do bloco vale $10J$.
- 04) O intervalo de tempo para que a força F leve o bloco ao repouso é de $2,0s$.
- 08) Durante o intervalo de tempo em que o movimento é retardado, o bloco percorreu $4,0m$.

2. Um corpo é abandonado em queda livre, a partir do repouso, de um ponto A, no instante $t_0 = 0$. O corpo passa pelo ponto B no instante $t_1 = T$ e pelo ponto C no instante $t_2 = 2T$.

A variação da quantidade de movimento e da energia cinética do corpo, entre os pontos A e B, são respectivamente iguais a ΔQ e ΔE .



A variação da quantidade de movimento e da energia cinética do corpo, entre os pontos B e C, serão, respectivamente, iguais a:

- a) $\Delta \vec{Q}$ e ΔE b) $3 \Delta \vec{Q}$ e $3 \Delta E$
 c) $\Delta \vec{Q}$ e $3 \Delta E$ d) $3 \Delta \vec{Q}$ e ΔE
 e) $3 \Delta \vec{Q}$ e $9 \Delta E$

3. (VUNESP) – Uma corda de massa desprezível liga dois botes em repouso sobre a superfície de um lago tranquilo. Num certo momento, um homem sentado no primeiro bote puxa a corda durante 2,0s com uma força constante de intensidade 50N. A partir do teorema do impulso, determine

- a) o módulo da velocidade do primeiro bote em relação às margens do lago;
 b) o módulo da velocidade de um bote em relação ao outro.
 Despreze as forças de atrito com o ar e com a água e considere a massa bote + homem igual a 200kg e a massa total do segundo bote igual a 125kg.

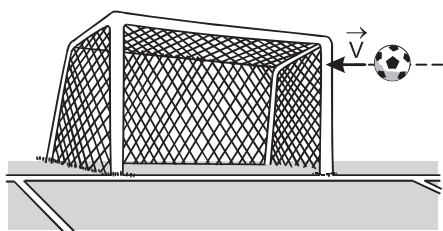
4. (UFC) – Uma pequena bola de borracha de massa $m = 50,0g$ cai, a partir do repouso, de uma altura $h_1 = 1,25m$ sobre uma superfície plana e, após a colisão, atinge uma altura máxima $h_2 = 0,800m$.

Despreze o efeito do ar e adote $g = 10,0m/s^2$.

O tempo de contato entre a bola e o solo foi de $1,00 \cdot 10^{-2}s$.

Calcule o módulo da força média que o solo aplicou sobre a bola, durante a interação entre a bola e o solo.

5. (UFRJ) – Em um jogo da Seleção Brasileira de Futebol, o jogador Dunga acertou um violento chute na trave do gol adversário. De acordo com medidas efetuadas pelas emissoras de televisão, a velocidade V da bola, imediatamente antes do choque com a trave, tinha módulo igual a 108km/h. Considere que durante o choque, bem como imediatamente antes e depois, a velocidade da bola era horizontal e que o choque foi perfeitamente elástico, com duração de $5,0 \cdot 10^{-3}s$. Suponha a massa da bola igual a $4,0 \cdot 10^{-1}kg$.



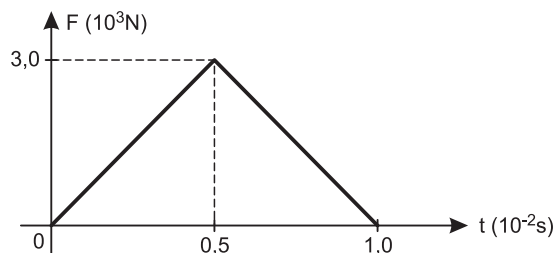
Calcule o módulo da força média que a bola exerceu sobre a trave durante o choque.

6. (FUND. CARLOS CHAGAS – LONDRINA) – Uma partícula de massa 2,0kg move-se com velocidade escalar de 3,0m/s no instante em que recebe a ação de uma força $\vec{F}$, de intensidade constante, que nela atua durante 2,0s. A partícula passa, então, a se mover na direção perpendicular à inicial com quantidade de movimento de módulo 8,0kg m/s. A intensidade da força $\vec{F}$, em N, vale:

- a) 3,0 b) 5,0 c) 6,0 d) 8,0 e) 10,0

7. Um jogador de futebol dá um chute, na cobrança de uma falta, em uma bola de massa 0,50kg.

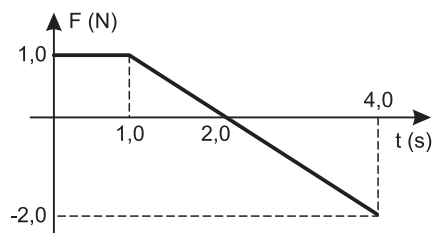
A intensidade da força que o pé aplica sobre a bola varia com o tempo, segundo o gráfico a seguir.



A velocidade adquirida pela bola, imediatamente após o chute, tem intensidade igual a

- a) 108km/h b) 54km/h c) 40km/h
 d) 30km/h e) zero

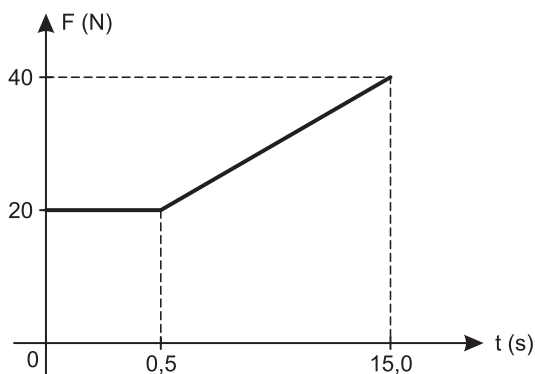
8. A figura nos dá o gráfico da força resultante que atua numa partícula de massa 1,0kg, em movimento retilíneo que, no instante inicial, possui uma velocidade escalar de 2,0m/s.



Sua velocidade depois de 4,0s tem módulo

- a) 8,0 m/s e o mesmo sentido inicial.
 b) 3,0 m/s e o mesmo sentido inicial.
 c) 8,0 m/s e sentido contrário ao inicial.
 d) 3,0 m/s e sentido contrário ao inicial.
 e) 1,5 m/s e o mesmo sentido inicial.

9. (PUCC) – A um corpo de 10kg, movendo-se sobre o eixo x, aplica-se, na mesma direção e sentido do movimento do corpo, a força resultante $\vec{F}$, cujo módulo varia com o tempo, conforme o gráfico a seguir.



Sabendo-se que o corpo parte do repouso, no instante $t = 0$, determine

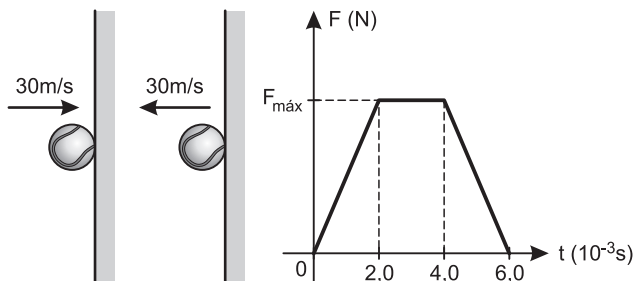
- a velocidade escalar do corpo no instante $t = 15,0\text{s}$;
- o trabalho da força resultante $\vec{F}$ entre os instantes 0 e 15,0s.

10. Uma bola de tênis de massa 50g colide contra uma parede. Imediatamente antes e imediatamente após a colisão, a velocidade da bola é perpendicular à parede e tem módulo de 30m/s.

O gráfico adiante representa a intensidade da força que a parede aplicou na bola durante a colisão.

A intensidade máxima ($F_{\text{máx}}$) da força que a bola trocou com a parede é de:

- 7,5N
- $7,5 \cdot 10^2\text{N}$
- $1,5 \cdot 10^3\text{N}$
- $7,5 \cdot 10^3\text{N}$
- $1,5 \cdot 10^4\text{N}$



Módulo 51 – Sistemas Isolados

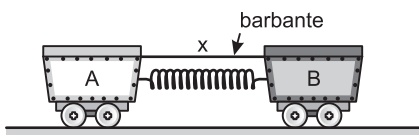
1. (VUNESP) – Um núcleo atômico instável, de massa M e inicialmente em repouso, ejeta uma partícula de massa m com velocidade $\vec{V}_0$. Como resultado, o núcleo (alterado) recua com velocidade

- $-\vec{V}_0$
- $-\frac{m}{M}\vec{V}_0$
- $-\frac{m}{M+m}\vec{V}_0$
- $-\frac{m+M}{m}\vec{V}_0$
- $-\frac{m}{M-m}\vec{V}_0$

2. (FUVEST) – Um corpo A com massa M e um corpo B com massa $3M$ estão em repouso sobre uma plano horizontal sem atrito. Entre eles, existe um mola, de massa desprezível, que está comprimida por meio de um barbante tensionado que mantém ligados os dois corpos. Num dado instante, o barbante é cortado e a mola distende-se, empurrando as duas massas, que dela se separam e passam a se mover livremente.

Designando-se por T a energia cinética, pode-se afirmar que

- $9T_A = T_B$
- $3T_A = T_B$
- $T_A = T_B$
- $T_A = 3T_B$
- $T_A = 9T_B$



3. (UNIFICADO-RJ) – Dois carrinhos, A e B, de massas $m_A = 4,0\text{kg}$ e $m_B = 2,0\text{kg}$, movem-se sobre um plano horizontal sem atrito, com velocidade de módulo igual a 3,0m/s. Os carrinhos são mantidos presos um ao outro por um fio que passa por dentro de uma mola comprimida (fig. 1). Em determinado momento, o fio se rompe e a mola se distende, fazendo com que o carrinho A pare (fig. 2), enquanto o carrinho B passa a se mover com velocidade de módulo V_B . Considere que toda a energia potencial elástica da mola tenha sido transferida para os carrinhos e que a mola tem massa desprezível.

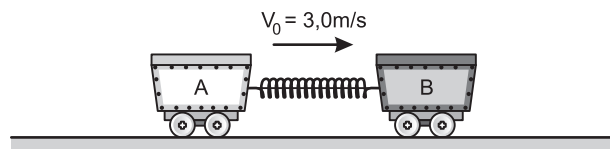


Fig. 1

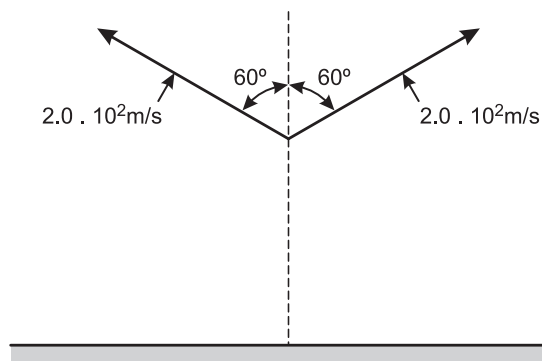


Fig. 2

O valor de V_B e a energia potencial elástica E que a mola possuía, antes de o fio se romper, são dados por

- $V_B = 9,0\text{m/s}$ e $E = 54\text{J}$.
- $V_B = 9,0\text{m/s}$ e $E = 81\text{J}$.
- $V_B = 9,0\text{m/s}$ e $E = 27\text{J}$.
- $V_B = 6,0\text{m/s}$ e $E = 27\text{J}$.
- $V_B = 6,0\text{m/s}$ e $E = 54\text{J}$.

4. (UFRJ) – Uma granada é lançada do solo verticalmente para cima e, ao atingir a altura máxima, explode em três pedaços iguais. Na figura, estão representadas as velocidades de dois desses pedaços, imediatamente após a explosão:



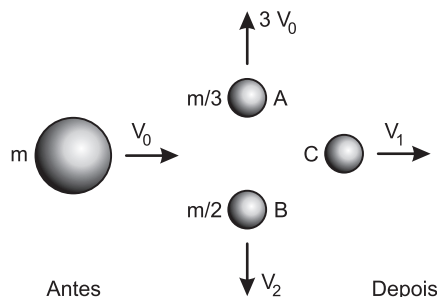
Determine a direção e o sentido da velocidade do terceiro pedaço, imediatamente após a explosão, e calcule seu módulo.

5. (UNICAMP) – Uma bomba de massa m está animada de uma velocidade constante, horizontal e de módulo V_0 . Num dado instante, a bomba explode em três fragmentos, A, B e C.

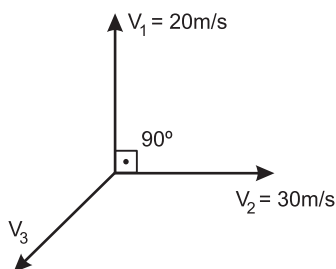
O fragmento A tem massa $\frac{m}{3}$ e, imediatamente após a explosão, tem velocidade vertical, dirigida para cima e de módulo $3V_0$.

O fragmento B tem massa $\frac{m}{2}$ e, imediatamente após a explosão, tem velocidade vertical, dirigida para baixo e de módulo V_2 .

O fragmento C, imediatamente após a explosão, tem velocidade horizontal e de módulo V_1 .



- Determine V_1 em função de V_0 .
 - Determine V_2 em função de V_0 .
 - A energia mecânica aumentou, diminuiu ou permaneceu a mesma? Justifique.
6. Uma granada, inicialmente parada, explode em três pedaços, que adquirem as velocidades indicadas na figura.



Sendo as massas de cada pedaço:
 $m_1 = 100\text{g}$, $m_2 = 50\text{g}$ e $m_3 = 100\text{g}$, calcule o módulo da velocidade do terceiro pedaço.

7. Um objeto de massa $5,0\text{kg}$, movimentando-se a uma velocidade de módulo 10m/s , choca-se frontalmente com um segundo objeto de massa $20,0\text{kg}$, inicialmente parado. O primeiro objeto, após o choque, recua com uma velocidade de módulo igual a $2,0\text{m/s}$. Desprezando-se o atrito, a velocidade do segundo, após o choque, tem módulo igual a
- $2,0\text{m/s}$
 - $3,0\text{m/s}$
 - $4,0\text{m/s}$
 - $6,0\text{m/s}$
 - $8,0\text{m/s}$

Módulo 52 – Sistemas Isolados

1. (UNESP) – Um carrinho cheio de areia, de massa total $4,0\text{kg}$, pode-se deslocar sobre uma superfície plana e horizontal, ao longo de uma direção x , sem encontrar nenhuma resistência.

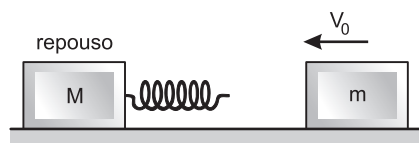
Uma bala de 15g , disparada na direção x contra o carrinho, inicialmente em repouso, aloja-se na areia, e o conjunto (carrinho + areia + bala) passa a se mover com velocidade constante, percorrendo $0,60\text{m}$ em $0,40\text{s}$.

- Qual é o módulo da velocidade do conjunto, após a bala ter-se alojado na areia?
- Qual era, aproximadamente, o módulo da velocidade da bala?

2. (UFC) – Uma mola de massa desprezível está presa por uma de suas extremidades a um bloco de massa M , inicialmente em repouso, sobre uma superfície horizontal. Um outro bloco, de massa m , deslocando-se para a esquerda com velocidade horizontal constante, de módulo V_0 , colide com a extremidade livre da mola, ficando a ela aderido.

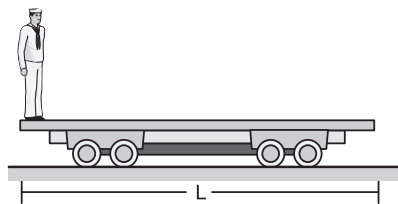
Considere que o sistema não dissipa energia mecânica, nem por atrito nem no processo de adesão do bloco de massa m com a mola.

Nestas condições, determine, em porcentagem, a fração da energia cinética inicial do sistema que estará armazenada na mola no instante de sua máxima compressão.



Para os cálculos, considere $M = 4,0\text{kg}$ e $m = 1,0\text{kg}$.

3. Um homem de massa m encontra-se na extremidade de um vagão-prancha em repouso. O vagão tem massa $9m$ e comprimento L . O homem caminha até a extremidade oposta do vagão e para.



Desprezando-se o atrito entre o vagão e os trilhos, pedem-se:

- o módulo da velocidade final do vagão;
- os deslocamentos do vagão e do homem, em relação ao solo.

4. (FUVEST) – Um cachorro de massa igual a 20kg está correndo sobre uma prancha de 80kg , com uma velocidade constante de intensidade igual a $1,0\text{m/s}$ em relação à prancha. A prancha se apoia sem atrito sobre uma superfície plana horizontal.

- Qual o sentido do movimento da prancha em relação à superfície?
- Calcule a intensidade da velocidade do cachorro em relação à superfície.

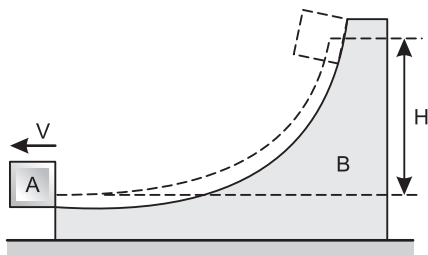
Nota: Admita que, inicialmente, a prancha e o cachorro estão parados em relação à superfície.

5. (MACKENZIE) – Um vagão cúbico de aresta 3,0m e massa 23 toneladas, vazio e aberto na parede superior, caminha sobre trilhos retilíneos e dispostos segundo a horizontal, com velocidade escalar de 36km/h, quando começa a chover. A chuva que cai na vertical faz com que o vagão fique completamente cheio d'água ($\rho = 1,0\text{g/cm}^3$) após um certo tempo. Admitindo-se desprezível qualquer ação de força horizontal externa ao sistema (chuva-vagão), a velocidade escalar final do vagão é de:

- a) 2,0m/s b) 2,3m/s c) 4,6m/s
d) 10,0m/s e) 12,0m/s

6. (FUVEST) – O corpo B da figura a seguir tem massa M e pode mover-se sem atrito sobre um plano horizontal. Do seu topo, a uma altura H , abandona-se um bloco A de massa

$m = \frac{M}{2}$ que, após deslizar sem atrito sobre a superfície curva, dela se separa com uma velocidade horizontal de intensidade 2,0m/s em relação ao solo.

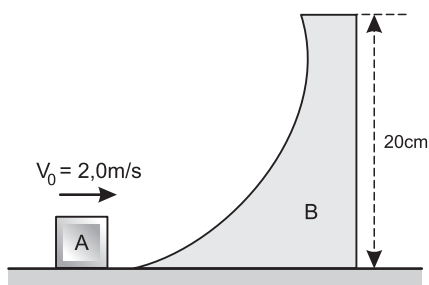


a) Qual a intensidade da velocidade final do corpo B em relação ao solo?

b) Qual a altura H ?

Adote $g = 10\text{m/s}^2$ e despreze o efeito do ar.

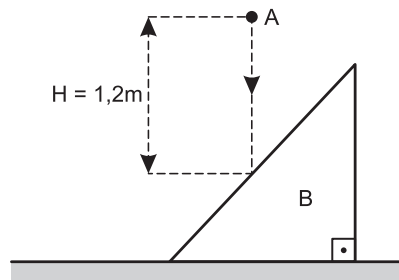
7. Na figura, representamos um bloco A de massa 1,0kg com velocidade escalar de 2,0m/s, em um plano horizontal sem atrito. Uma plataforma B, com o formato indicado na figura, tem massa de 3,0kg e está em repouso sobre o plano horizontal. A plataforma B pode mover-se livremente, sem atrito, sobre o plano.



O bloco sobe na plataforma sem colisão. Sabendo-se que não há atrito entre o bloco e a plataforma, desprezando-se o efeito do ar e adotando-se $g = 10\text{m/s}^2$, pedem-se:

- a) a velocidade escalar do bloco A ao atingir sua altura máxima;
b) o valor da altura máxima atingida pelo bloco.

8. (UNIP) – Na figura, temos um plano horizontal sem atrito e um bloco B, em repouso, com o formato de um prisma.



Uma pequena esfera A é abandonada do repouso, da posição indicada na figura e, após uma queda livre, colide elasticamente com o prisma.

Despreze o efeito do ar e adote $g = 10\text{m.s}^{-2}$.

Sabe-se que, imediatamente após a colisão, a esfera A tem velocidade horizontal.

A massa do prisma B é o dobro da massa da esfera A.

A velocidade adquirida pelo prisma B, após a colisão, tem módulo igual a

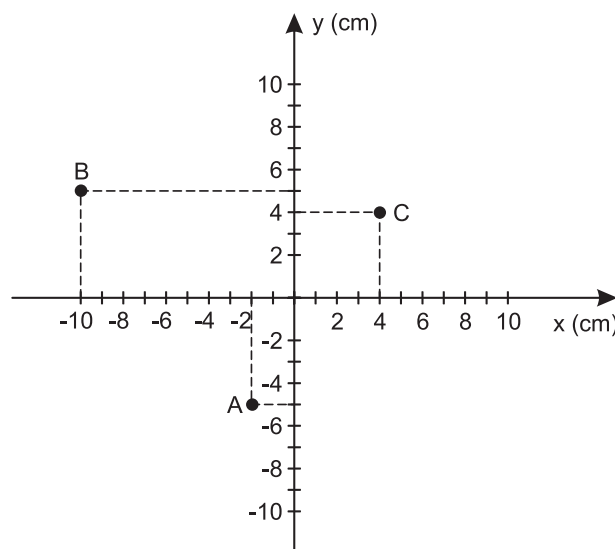
- a) 2,0m/s b) 4,0m/s c) 8,0m/s
d) 16,0m/s e) 20,0m/s

Módulo 53 – Centro de Massa

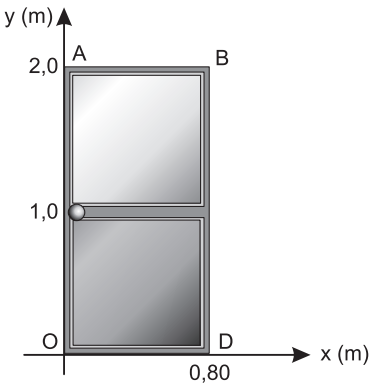
1. (CESESP) – Num circo, um equilibrista deseja levantar, apoiada em uma vareta, uma bandeja circular contendo um prato, um copo e uma garrafa, cujas massas valem respectivamente 0,50kg, 0,10kg e 1,0kg. Escolhendo-se um sistema de eixos com origem no centro de gravidade da bandeja, as posições do prato, do copo e da garrafa são dadas respectivamente pelos pontos A, B e C da figura. Se a massa da bandeja for igual a 400g, em que posição (x,y) sob ela deve o equilibrista apoiar a vareta?

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

Nota: as coordenadas x e y estão em centímetros.



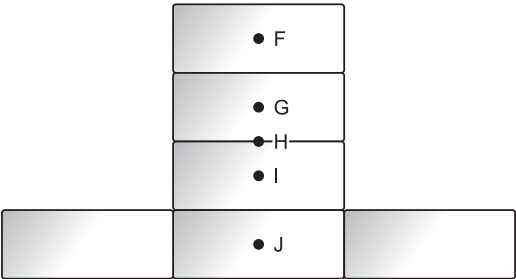
2. Considere a porta OABD indicada na figura. Metade da porta é de vidro e metade de madeira. A massa do vidro é 3/5 da massa da madeira.



As coordenadas do centro de gravidade da porta são:

	$x_{CM}(m)$	$y_{CM}(m)$
a)	0,40	1,0
b)	0,80	2,0
c)	0	1,0
d)	0,40	7/8
e)	0,40	8/7

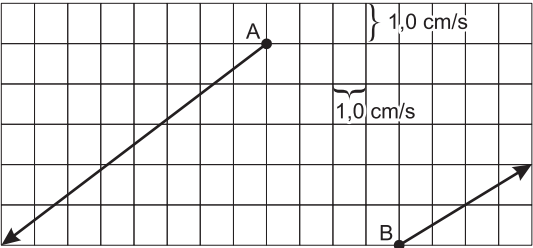
3. (CESGRANRIO) – Seis peças de um jogo de dominó estão dispostas como na figura.



Dos pontos indicados (F, G, H, I, J), o que melhor localiza o centro de massa desse conjunto é:

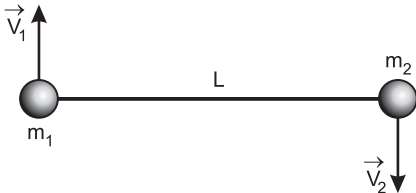
- a) F b) G c) H d) I e) J

4. (FUND.CARLOS CHAGAS) – Na figura abaixo, estão representadas as velocidades vetoriais de duas pequenas esferas idênticas que constituem um sistema isolado. Qual a intensidade da velocidade do centro de massa do sistema?



5. (ITA) – Nas extremidades de uma haste homogênea, de massa desprezível e comprimento L , acham-se presas as massas m_1 e m_2 . Num dado instante, as velocidades dessas massas são, respectivamente, $\vec{V}_1$ e $\vec{V}_2$, ortogonais à haste (ver figura). Seja $\vec{V}_{CM}$ a velocidade do centro da massa, em relação ao laboratório, e seja ω o módulo da velocidade angular com que a haste se acha girando em torno de um eixo que passa pelo centro de massa.

Pode-se mostrar que os valores de $\vec{V}_{CM}$ e ω são:



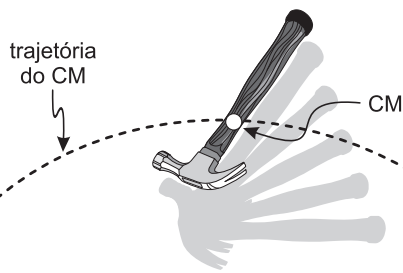
- | | | |
|----|---|-------------------------|
| | $\vec{V}_{CM}$ | ω |
| a) | $\frac{m_1 \vec{V}_1 - m_2 \vec{V}_2}{m_1 + m_2}$ | $\frac{ V_1 - V_2 }{L}$ |
| b) | $\frac{m_2 \vec{V}_2 - m_1 \vec{V}_1}{m_1 + m_2}$ | $\frac{ V_2 - V_1 }{L}$ |
| c) | $\frac{m_1 \vec{V}_1 + m_2 \vec{V}_2}{m_1 + m_2}$ | $\frac{ V_1 - V_2 }{L}$ |
| d) | $\frac{m_1 \vec{V}_1 + m_2 \vec{V}_2}{m_1 + m_2}$ | $\frac{(V_1 + V_2)}{L}$ |
| e) | $\frac{m_1 \vec{V}_1 - m_2 \vec{V}_2}{m_1 + m_2}$ | $\frac{(V_1 + V_2)}{L}$ |

6. Considere duas esferas, A e B, constituindo um sistema físico. A esfera A está em repouso sobre um plano horizontal e a esfera B está em queda livre, num local onde o módulo da aceleração da gravidade vale $10m/s^2$.

A esfera A tem massa de 2,0kg e a esfera B tem massa de 3,0kg. Sabendo-se que a esfera B parte do repouso, calcule, após 2,0s de queda livre,

- a) o módulo da aceleração do centro de massa do sistema (A + B);
b) o módulo da velocidade do centro de massa do sistema (A + B).

7. Em um local onde o efeito do ar é desprezível e o campo de gravidade é uniforme, um martelo é lançado obliquamente para cima e o seu centro de massa (CM) descreve, em relação à superfície terrestre, a trajetória parabólica indicada.



Se, na posição A, mostrada na figura, o batente do martelo se separasse do cabo, então

- o centro de massa do sistema (batente-cabo) passaria a desenvolver uma outra trajetória parabólica.
- o centro de massa do sistema (batente-cabo) passaria a descrever uma trajetória retilínea.
- o centro de massa do sistema (batente-cabo) continuaria descrevendo a mesma trajetória parabólica descrita pelo centro de massa do martelo, até que o batente e o cabo atingissem o solo.
- o centro de massa do sistema (batente-cabo) continuaria descrevendo a mesma trajetória parabólica, descrita pelo centro de massa do martelo, até o instante em que um dos dois (batente ou cabo) atingisse o solo.
- nada se pode afirmar a respeito da trajetória do centro de massa do sistema (batente-cabo).

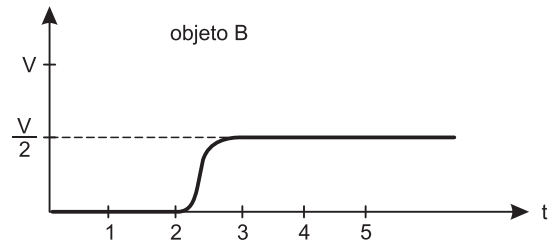
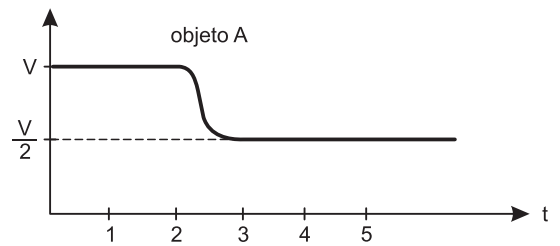
Módulo 54 – Colisões

1. (UFG) – Os princípios de conservação na Física (conservação da energia, da quantidade de movimento, da carga elétrica etc.) desempenham papéis fundamentais nas explicações de diversos fenômenos.

Considere o estudo de uma colisão entre duas partículas, A e B, que constituem um sistema isolado. Verifique quais as proposições corretas e dê como resposta a soma dos números a elas associados.

- Se a colisão entre A e B for elástica, a energia cinética total das partículas permanecerá constante **durante** a colisão.
- Se a colisão entre A e B for elástica, a energia mecânica do sistema (soma das energias cinética e elástica) permanecerá constante **durante** a colisão.
- Se a colisão entre A e B for elástica, a quantidade de movimento de cada uma das partículas permanecerá constante.
- Se a colisão entre A e B for perfeitamente inelástica, não haverá conservação da quantidade de movimento do sistema.
- Se a colisão entre A e B não for elástica, haverá dissipação de energia mecânica, porém haverá conservação da quantidade de movimento total do sistema.

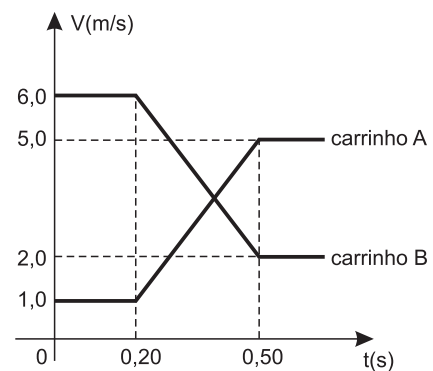
2. (FUVEST) – Os gráficos representam as velocidades escalares, em função do tempo, de dois objetos esféricos homogêneos idênticos, que colidem unidimensionalmente. Se $\vec{p}$ é a quantidade de movimento do sistema formado pelos dois objetos e E a energia cinética deste mesmo sistema, podemos afirmar que, na colisão,



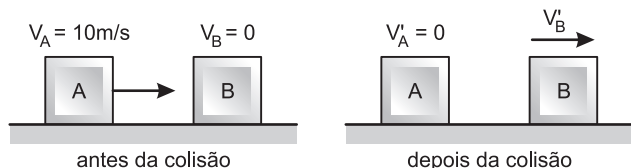
- $\vec{p}$ se conservou e E não se conservou.
- $\vec{p}$ se conservou e E se conservou.
- $\vec{p}$ não se conservou e E se conservou.
- $\vec{p}$ não se conservou e E não se conservou.
- ($p + E$) se conservou.

3. (UFPR) – A figura a seguir representa, esquematicamente, os gráficos da velocidade escalar versus tempo na colisão unidimensional de dois carrinhos, A e B. Supondo-se que não existam forças externas e que a massa do carrinho A seja 0,20kg, pedem-se:

- o coeficiente de restituição nesta colisão;
- a massa do carrinho B.



4. Duas partículas, A e B, constituindo um sistema isolado, realizam uma colisão em um plano horizontal sem atrito. Antes da colisão, A tem velocidade escalar de 10m/s e B está em repouso.



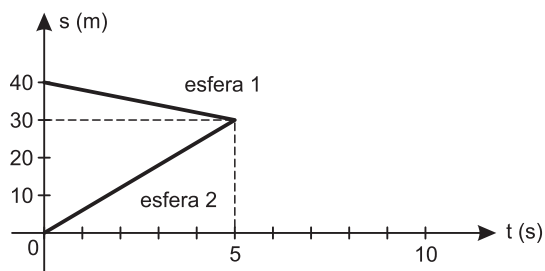
Após a colisão, A fica parada.

As partículas A e B têm massas respectivamente iguais a M e $2M$. Verifique quais as proposições corretas e dê como resposta a soma dos números associados às proposições corretas.

- (01) Haverá conservação da soma das quantidades de movimento das partículas A e B.
- (02) A velocidade escalar de B, após a colisão, vale $5,0\text{ m/s}$.
- (04) O coeficiente de restituição nesta colisão vale $0,50$.
- (08) Haverá conservação de energia mecânica do Sistema formado pelas partículas A e B.

5. (FUVEST) – Duas esferas de $2,0\text{ kg}$ cada uma deslocam-se sem atrito sobre uma mesma reta horizontal. Elas se chocam e passam a se mover grudadas. O gráfico representa a posição de cada esfera, em função do tempo, até o instante da colisão.

- a) Calcule a energia cinética total do sistema antes do choque.
- b) Esboce a continuação do gráfico até $t = 10\text{ s}$.
- c) Calcule a energia mecânica dissipada com o choque.



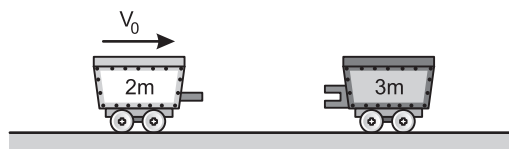
6. (UERJ) – Dois carrinhos se deslocam sobre um mesmo trilho retilíneo e horizontal, com movimentos uniformes e em sentidos contrários, como mostra a figura, na qual estão indicadas suas massas e os módulos de suas velocidades.



Após o choque, eles ficam presos um ao outro e a velocidade comum a ambos passa a ter módulo igual a:

- a) zero
- b) $\frac{V_0}{6}$
- c) $\frac{V_0}{3}$
- d) $\frac{V_0}{2}$
- e) V_0

7. (EFOA) – Um carrinho de massa 2 m , deslocando-se ao longo de uma linha reta horizontal com velocidade constante de módulo igual a V_0 , conforme mostra a figura, choca-se com outro carrinho, de massa 3 m , que está em repouso.



Com o choque, um carrinho engata-se no outro e ambos passam a se deslocar com velocidade constante de módulo igual a V , mantendo a mesma direção do movimento do primeiro carrinho antes do choque.

- a) Determine V em função de V_0 .
- b) Num choque como este, a energia cinética não se conserva. Mostre que a energia cinética perdida no choque é igual a $3mV_0^2/5$.

Módulo 55 – Colisões

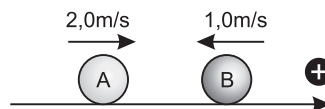
1. (FUVEST) – Uma partícula move-se com velocidade uniforme V ao longo de uma reta e choca-se unidimensionalmente com outra partícula idêntica, inicialmente em repouso. Considerando-se o choque elástico e desprezando-se atritos, podemos afirmar que, após o choque,

- a) as duas partículas movem-se no mesmo sentido com velocidades iguais a $V/2$.
- b) as duas partículas movem-se em sentidos opostos com velocidades $-V$ e $+V$.
- c) a partícula incidente reverte o sentido do seu movimento, permanecendo a outra em repouso.
- d) a partícula incidente fica em repouso e a outra move-se com velocidade V .
- e) as duas partículas movem-se em sentidos opostos com velocidades $-V$ e $2V$.

2. (USF) – Sobre uma superfície lisa e horizontal, ocorre uma colisão unidimensional e elástica entre um corpo X de massa M e velocidade escalar de $6,0\text{ m/s}$ com outro corpo, Y, de massa $2M$ que estava parado. As velocidades escalares de X e Y, após a colisão, são, respectivamente, iguais a

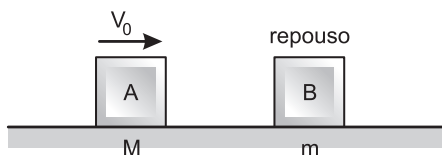
- a) $-2,0\text{ m/s}$ e $8,0\text{ m/s}$.
- b) $-2,0\text{ m/s}$ e $4,0\text{ m/s}$.
- c) $2,0\text{ m/s}$ e $8,0\text{ m/s}$.
- d) $-3,0\text{ m/s}$ e $3,0\text{ m/s}$.
- e) 0 e $6,0\text{ m/s}$.

3. Considere duas partículas, A e B, que realizam uma colisão unidimensional e perfeitamente elástica. A massa de B é o dobro da massa de A e antes da colisão as partículas se movem em sentidos opostos e com os módulos de velocidade indicados na figura:



Calcule as velocidades escalares de A e B após a colisão.

4. Uma partícula A de massa M animada de velocidade de módulo V_0 colide elasticamente com outra partícula, B, de massa m que estava em repouso em um plano horizontal sem atrito. A colisão é suposta unidimensional.



Pedem-se:

a) a razão $\frac{M}{m}$ para que a transferência de energia mecânica

de A para B seja a máxima possível;

b) o módulo da velocidade adquirida por B se m for desprezível em comparação com M ;

c) em que condições a transferência de quantidade de movimento de A para B é a máxima possível.

5. (FUND. CARLOS CHAGAS) – Uma esfera de massa 2,0kg é abandonada, a partir do repouso, de uma altura de 25m. Após o choque com o solo, a esfera atinge a altura de 16m. O coeficiente de restituição no choque entre a esfera e o solo vale:

a) 0,20 b) 0,32 c) 0,50 d) 0,64 e) 0,80

Nota: despreza-se o efeito do ar.

6. O sistema representado na figura é constituído por três pêndulos de mesmo comprimento e com esferas de massas iguais.

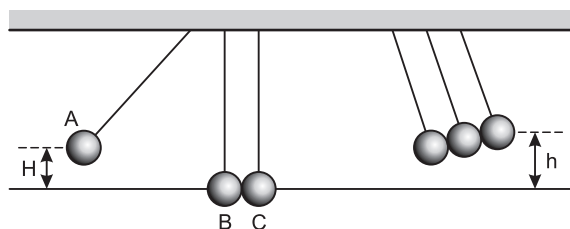


Fig. (1)

Fig. (2)

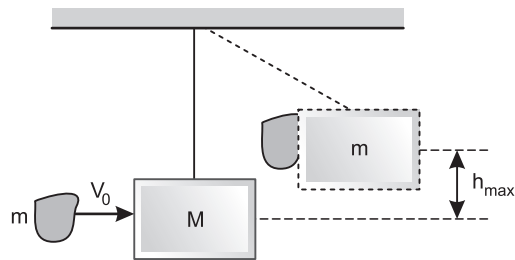
No instante $t_0 = 0$, a esfera A é abandonada do repouso, de uma altura H acima de B e C, que também estão em repouso (fig. 1). Após a colisão, as três esferas ficam grudadas (colisão perfeitamente inelástica) e o conjunto atinge uma altura máxima h acima da posição inicial de B e C (fig. 2).

Desprezando-se o efeito do ar, temos:

a) $h > H$ b) $h = H$ c) $h = \frac{H}{\sqrt{3}}$

d) $h = \frac{H}{3}$ e) $h = \frac{H}{9}$

7. Um bloco de massa $M = 2,0\text{kg}$ é preso a um suporte rígido por um fio ideal.



Uma pelota de massa $m = 0,1\text{kg}$ é arremessada contra o bloco com velocidade de intensidade 21m/s e adere a ele. Considerando-se $g = 10\text{m/s}^2$ e desprezando-se o efeito do ar, calcule

a) a intensidade da velocidade do conjunto imediatamente após a colisão;

b) a altura máxima atingida pelo conjunto.

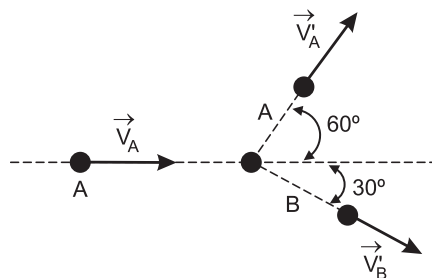
8. (FUVEST) – Dois corpos movem-se sem atrito em uma mesa horizontal, com velocidades de mesma direção mas de sentidos opostos. O primeiro tem massa $M_1 = 3,0\text{kg}$ e velocidade de módulo $v_1 = 4,0\text{m/s}$; o segundo tem massa $M_2 = 2,0\text{kg}$ e velocidade de módulo $v_2 = 6,0\text{m/s}$.

Com o choque, a trajetória do segundo corpo sofre um desvio de 60° e sua velocidade passa a ter módulo $u_2 = 4,0\text{m/s}$.

a) Represente graficamente os vetores de quantidade de movimento dos dois corpos **antes e depois** do choque. Justifique.

b) Determine se a colisão foi elástica ou inelástica.

9. (AFA) – Um corpo A de massa M_A desloca-se com velocidade de módulo V_A , num plano horizontal e sem atrito, quando colide com outro corpo, B, de massa M_B , inicialmente em repouso. Após a colisão, perfeitamente elástica, os corpos A e B deslocam-se nas direções mostradas na figura abaixo. Portanto, a velocidade do corpo B, após a colisão, terá módulo igual a:



a) $\frac{\sqrt{3} M_B}{2 M_A} V_A$

b) $\frac{\sqrt{3} M_A}{2 M_B} V_A$

c) $\frac{2 \sqrt{3} M_A}{3 M_B} V_A$

d) $2 \frac{\sqrt{3} M_B}{3 M_A} V_A$

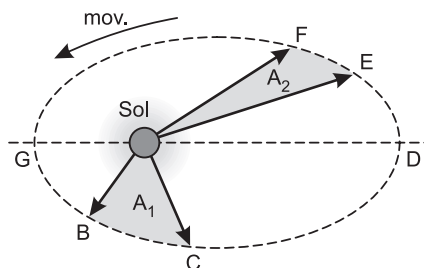
Módulo 56 – Leis de Kepler

1. Considere uma estrela em torno da qual gravita um conjunto de planetas.

De acordo com a 1.ª Lei de Kepler:

- Todos os planetas gravitam em órbitas circulares.
- Todos os planetas gravitam em órbitas elípticas em cujo centro está a estrela.
- As órbitas são elípticas, ocupando a estrela um dos focos da elipse; eventualmente, a órbita pode ser circular, ocupando a estrela o centro da circunferência.
- A órbita dos planetas não pode ser circular.
- A órbita dos planetas pode ter a forma de qualquer curva fechada.

2. A figura representa a órbita da Terra em torno do Sol.

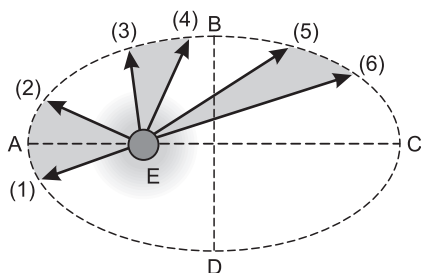


Os tempos gastos nos trajetos de **B** para **C** e de **E** para **F** são iguais.

Responda aos seguintes quesitos:

- Qual a forma da órbita e a posição ocupada pelo Sol?
- Compare as áreas A_1 e A_2 e os comprimentos dos arcos de trajetória **BC** e **EF**.
- Em que pontos da órbita a velocidade de translação é máxima e mínima?

3. Considere um planeta em órbita elíptica em torno de uma estrela **E**.



AC = eixo maior da elipse

BD = eixo menor da elipse

Apoiado na 2.ª Lei de Kepler (Lei das Áreas), verifique quais as proposições corretas.

- Se os trechos de trajetória (1 → 2), (3 → 4) e (5 → 6) forem percorridos no mesmo intervalo de tempo, as áreas assinaladas na figura serão iguais.
- A velocidade linear de translação é máxima no ponto A.
- A velocidade linear de translação é mínima no ponto C.
- A velocidade areolar do planeta é constante e, portanto, o movimento de translação é uniforme.

Responda mediante o código:

- Todas estão corretas.
- Apenas I, II e III estão corretas.
- Apenas I e III estão corretas.
- Apenas II e IV estão corretas.
- Apenas uma das proposições está correta.

4. **(FUVEST)** – Considere um satélite artificial em órbita circular. Duplicando a massa do satélite sem alterar o seu período de revolução, o raio da órbita será

- duplicado.
- quadruplicado.
- reduzido à metade.
- reduzido à quarta parte.
- o mesmo.

5. A distância do planeta Saturno ao Sol é, aproximadamente, 10 vezes maior do que a da Terra. Considerando-se as órbitas circulares, pode-se concluir que o período de revolução desse planeta é, aproximadamente,

- 10,3 anos.
- 103 anos.
- 32 anos.
- 3,1 anos.
- 9,2 anos.

6. Sendo a distância da Terra ao Sol equivalente a 1ua (unidade astronômica), e sabendo-se que o período de revolução de Saturno em torno do Sol é de, aproximadamente, 27 anos, qual a distância máxima que pode existir entre a Terra e Saturno?

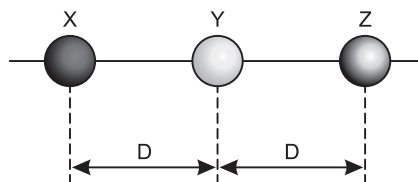
Nota: as órbitas dos dois planetas são coplanares.

7. **(UFPB)** – Deseja-se colocar um satélite em órbita circular sobre o equador terrestre de forma que um observador, situado sobre a linha equatorial, veja o satélite sempre parado sobre sua cabeça. Considerando-se as afirmações abaixo:

- Não é possível tal situação, pois o satélite cairia sobre a Terra devido à força de gravitação.
 - O período de tal satélite deve ser de 24 horas.
 - O raio da órbita tem de ser muito grande, para que a força gravitacional seja praticamente nula.
 - O cubo do raio da órbita (medido a partir do centro da Terra) é proporcional ao quadrado do período do satélite.
- pode-se concluir que é (são) verdadeira(s) apenas:
- I
 - III
 - I e III
 - II e IV
 - IV

Módulo 57 – Lei da Gravitação Universal

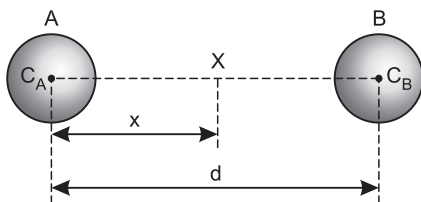
1. **(FUND. CARLOS CHAGAS)** – Três esferas de mesma massa (**X**, **Y** e **Z**) estão fixas em uma haste, como se representa na figura a seguir.



A esfera Y é equidistante de X e Z. O módulo da força de atração gravitacional entre X e Y é igual a F.

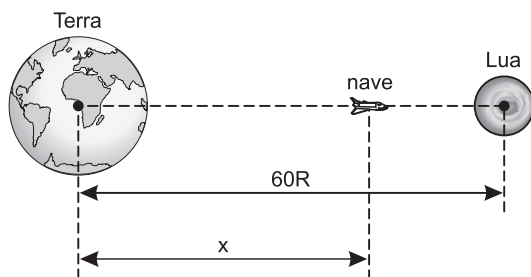
Qual é o módulo da resultante das forças de atração gravitacional que X e Y exercem sobre Z?

2. Duas esferas homogêneas, A e B, têm massas m_A e m_B , tais que $m_A = 4m_B$. Qual a posição na reta que une os centros de massa, em que o campo gravitacional resultante da ação das duas esferas é nulo?



Dar a resposta em função da distância d entre os centros de massa das esferas.

3. A distância entre os centros de massa da Terra e da Lua é de $60R$, em que R é o raio terrestre. A massa da Terra é, aproximadamente, 81 vezes maior do que a da Lua. Considere uma nave espacial movendo-se ao longo da linha reta que une os centros de massa da Terra e da Lua.



Existe uma posição na trajetória da nave (posição de equilíbrio) para a qual as forças gravitacionais aplicadas pela Terra e pela Lua, sobre a nave, se equilibram.

Calcule a distância dessa posição ao centro da Terra.

4. (EFOMM) – Um homem na Terra pesa $1,00 \cdot 10^3 \text{ N}$. Qual o seu peso em Júpiter sabendo que, comparado com a Terra, esse planeta tem massa 320 vezes maior e raio 11 vezes maior?

$$g_{\text{Terra}} = 10 \text{ m/s}^2$$

5. (UFPA) – Um planeta tem massa igual ao triplo da massa da Terra e seu raio é o dobro do raio terrestre. Nesta condição, afirma-se que sua gravidade, em relação à gravidade da Terra (g), é de

- a) $3g$ b) g c) $3g/2$ d) $3g/4$ e) $3g/8$

6. (CESGRANRIO) – Medidas astronômicas revelam que a massa de Marte é, aproximadamente, um décimo da massa da Terra e que o raio da Terra é cerca de duas vezes maior do que o raio de Marte. Pode-se então concluir que a razão entre as intensidades do campo gravitacional (isto é, as acelerações da gravidade) nas superfícies de Marte (g_M) e da Terra (g_T) vale:

- a) $\frac{g_M}{g_T} = 0,05$ b) $\frac{g_M}{g_T} = 0,1$ c) $\frac{g_M}{g_T} = 0,2$
d) $\frac{g_M}{g_T} = 0,4$ e) $\frac{g_M}{g_T} = 0,8$

7. (FUND. CARLOS CHAGAS) – A constante de gravitação universal é G . O período de rotação de um planeta X é T .

Sabe-se que no Equador de X, mesmo um dinamômetro de alta sensibilidade mantém suspenso na vertical qualquer corpo de massa $1t$, acusando força zero.

Qual a densidade média do planeta X?

8. (FUVEST) – Um anel de Saturno é constituído por partículas girando em torno do planeta em órbitas circulares.

- a) Em função da massa M do planeta, da constante universal da gravitação G , e do raio r , calcule a velocidade orbital de uma partícula do anel.
b) Sejam R_i o raio interno e R_e o raio externo do anel. Qual a razão entre as velocidades angulares ω_i e ω_e de duas partículas, uma na borda interna e a outra na borda externa do anel?

9. Um foguete move-se ao redor da Terra, em movimento circular uniforme, numa altitude igual a três vezes o raio R da Terra. Obter a velocidade escalar do foguete na altura considerada.

Dados: $G \rightarrow$ constante de gravitação universal.

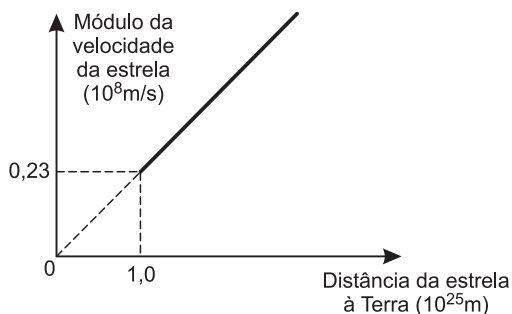
$M \rightarrow$ massa da Terra, suposta esférica, com distribuição uniforme da massa.

10. (VUNESP) – Dois corpos celestes, de massas m_1 e m_2 , constituindo uma estrela dupla, interagem entre si como um sistema isolado no Universo. Eles descrevem círculos de raios r_1 e r_2 , respectivamente. Sendo G a constante de gravitação, verifique a seguir qual é a velocidade angular dos dois corpos.

- a) $\sqrt{\frac{Gm_2}{r_2(r_1 + r_2)^2}}$ b) $\sqrt{\frac{Gm_2}{r_1(r_1 + r_2)^2}}$
c) $\sqrt{\frac{Gm_1}{r_2^2(r_1 + r_2)}}$ d) $\sqrt{\frac{Gm_1}{r_1^2(r_1 + r_2)}}$
e) $\sqrt{\frac{Gm_2}{r_1^2(r_1 + r_2)^2}}$

Módulo 58 – Origem e Evolução do Universo

1. Um astrônomo, chamado Edwin Hubble, medindo a distância e a velocidade de diversas estrelas que se afastavam da Terra, construiu o gráfico apresentado a seguir.



Sabendo-se que o módulo da velocidade da estrela não pode atingir o módulo da velocidade da luz no vácuo ($3,0 \cdot 10^8$ m/s), podemos estimar o raio-limite do Universo (região onde existe matéria), medido a partir da Terra, como tendo ordem de grandeza de:

- a) 10^{26} m b) 10^{28} m c) 10^{30} m
d) 10^{36} m e) 10^{40} m

2. Um corpo celeste esférico tem raio R e a aceleração da gravidade em sua superfície tem intensidade igual a g. Não considerando a presença de atmosfera, a mínima velocidade de lançamento de uma partícula, a partir da superfície deste corpo celeste, para escapar de seu campo gravitacional, é denominada **velocidade de escape** V_e e seu módulo é dado por:

$$V_e = \sqrt{2 g R}$$

Para que este corpo celeste seja um buraco negro, é preciso que nem mesmo a luz consiga escapar de seu campo gravitacional. Considere o raio da Terra igual a $6,0 \cdot 10^6$ m e o módulo da velocidade da luz no vácuo igual a $3,0 \cdot 10^8$ m/s.

Para que um corpo celeste esférico, com raio igual ao da Terra, seja um **buraco negro**, a condição necessária e suficiente é que a intensidade da aceleração da gravidade, em sua superfície, seja maior que:

- a) $3,0 \cdot 10^8$ m/s² b) $3,0 \cdot 10^9$ m/s² c) $7,5 \cdot 10^9$ m/s²
d) $7,5 \cdot 10^{10}$ m/s² e) $7,5 \cdot 10^{11}$ m/s²

3. (Olimpíada Brasileira de Astronomia)

A Radiação Cósmica de Fundo

Chama-se de corpo negro a um corpo ao mesmo tempo emissor ideal e absorvedor ideal de radiação. Isto porque, segundo sua definição, um corpo negro absorve toda a radiação que cai em sua superfície e emite num espectro contínuo, cuja intensidade depende exclusivamente de sua temperatura. A temperatura de corpo negro de um corpo é, assim, a temperatura na qual a emissão energética atinge seu valor máximo. Estrelas podem ser, ironicamente, estudadas como corpos negros. A radiação cósmica de fundo é uma emissão observada em qualquer lugar do céu que se olhe, e é bem representada pela radiação de um corpo negro à temperatura de 2,735 K. Esta radiação é remanescente do estado quente do Universo, quando sua temperatura, diminuindo à medida que o Universo se expandia (e ainda se expande, e sua temperatura continua a cair cada vez mais lentamente), tornou-se, embora ainda bastante elevada, pequena o suficiente para que a

matéria deixasse de ser afetada pela radiação. Assim, os núcleos atômicos primordiais puderam capturar elétrons e a matéria eletricamente neutra foi formada. O Universo passou de opaco para transparente, na chamada época de recombinação, aproximadamente uns 380 mil anos após o *Big Bang*. A identificação da existência da radiação de fundo representa uma das provas mais convincentes que temos de que a teoria do *Big Bang* está correta. Sabemos que o espectro de corpo negro obedece à chamada Lei de Wien:

$$\lambda_{\text{máx}} T = \text{constante},$$

em que $\lambda_{\text{máx}}$ é o comprimento de onda do máximo do espectro e T é a temperatura absoluta do corpo negro. No caso do Sol, que também emite radiação eletromagnética como um corpo negro, temos $\lambda_{\text{máx}} = 5000 \text{ \AA}$ ($1 \text{ \AA} = 10^{-10}$ m) e $T = 6000 \text{ K}$. Calcule $\lambda_{\text{máx}}$ do espectro da radiação de fundo.

4. (Olimpíada Brasileira de Astronomia)

Em 1958, **George Gamow** fez a seguinte afirmação durante uma reunião científica:

É tão certo que o Universo começou com um Big Bang quanto é certo que a Terra gira em torno do Sol.

Tal afirmação, tão categórica, mostra a confiança dos cientistas sobre a Teoria do *Big Bang*. Entretanto, você não deve imaginar que o *Big Bang* foi uma explosão gigantesca, como uma bomba gigante que explode, e que alguém (talvez você mesmo!) poderia ficar do lado de fora da bomba e observar o fenômeno do *Big Bang*. Isto porque no *Big Bang* não existe 'lado de fora' nem 'lado de dentro'. O *Big Bang* representa a geração do próprio espaço e do próprio tempo. É como se o espaço e o tempo tivessem começado ali, no momento do *Big Bang*. Uma das evidências mais fortes a favor do *Big Bang* foi observada por Edwin P. Hubble (1889-1953), que em 1929 desenvolveu a famosa **Lei de Hubble** com base num fato observacional aparentemente desconcertante: todas as galáxias, estejam elas próximas ou distantes, estão-se afastando da Terra. Ou seja, o Universo está em expansão. A Lei de Hubble é dada pela equação:

$$V = Hd,$$

em que H é definida como a constante de Hubble e vale, aproximadamente, $2,3 \cdot 10^{-18}$ Hz, V é o módulo da velocidade com a qual uma galáxia ou quasar está-se afastando de nós (também chamada de velocidade de recessão) e d é a distância da galáxia ou quasar até nós.

Assim, a Lei de Hubble, ao mostrar que o Universo está em expansão, concorda com a hipótese do *Big Bang* e aquilo que nós observamos hoje no cosmo representa os "fragmentos" que foram expelidos no *Big Bang* ou na explosão primordial.

Considere, então, um quasar (que é um corpo extremamente luminoso com massa tão grande quanto a massa das galáxias) que está afastando-se de nós com uma velocidade de módulo $2,04 \cdot 10^8$ m/s. (Observe que tal velocidade equivale a cerca de 66% da velocidade da luz no vácuo!)

a) Determine, em anos-luz, a distância aproximada deste quasar até a Terra.

b) Suponha que a velocidade do quasar foi constante no tempo desde o *Big Bang*. Com base nesta hipótese, calcule, usando a Lei de Hubble, o tempo gasto pelo quasar para chegar a esta distância. Este tempo é chamado de **tempo de Hubble** e representa a **idade do Universo**.

5. O Sol emite energia à razão de $1,0 \cdot 10^{26} \text{ J/s}$. A energia irradiada pelo Sol provém da conversão de massa em energia, de acordo com a equação de Einstein.

Em cada segundo, a massa transformada em energia, no Sol, é um valor mais próximo de

- a) zero b) $1,1 \cdot 10^9 \text{ kg}$ c) $1,1 \cdot 10^{10} \text{ kg}$
d) $4,0 \cdot 10^{26} \text{ kg}$ e) $3,5 \cdot 10^{43} \text{ kg}$

6. (SEPEB-Concurso para professor da rede estadual-SP)

– No modelo atômico atual, os prótons e nêutrons não são mais considerados partículas elementares; eles são constituídos de partículas chamadas quarks: do tipo **u**, que tem carga elétrica positiva e **d**, que tem carga elétrica negativa. O próton é formado por dois quarks do tipo **u** e um quark do tipo **d**, enquanto o nêutron é formado por dois quarks **d** e um quark **u**. Atribuindo ao próton carga elétrica igual a 1 unidade de carga e, ao nêutron, zero, as cargas de **u** e **d** valem, respectivamente:

- a) $2/3$ e $1/3$ b) $-2/3$ e $-1/3$ c) $-2/3$ e $1/3$
d) $2/3$ e $-1/3$ e) $-1/3$ e $-1/3$

Módulo 59 – Noções de Física Moderna

1. (UFMG) – Dois feixes de raios X, **I** e **II**, incidem sobre uma placa de chumbo e são totalmente absorvidos por ela. O comprimento de onda do feixe **II** é três vezes maior que o comprimento de onda do feixe **I**.

Ao serem absorvidos, um fóton do feixe **I** transfere à placa de chumbo uma energia E_1 e um fóton do feixe **II**, uma energia E_2 . Considerando-se essas informações, é correto afirmar que

- a) $E_2 = 9 E_1$ b) $E_2 = 3 E_1$
c) $E_2 = E_1$ d) $E_2 = \frac{1}{3} E_1$

2. Assinale a opção correta:

- a) O fóton é um corpúsculo de matéria.
b) Todos os fótons de luz têm a mesma energia.
c) Todos os fótons de luz têm a mesma frequência.
d) Para a luz visível, o fóton de luz violeta é o que tem maior energia.
e) Quando a luz varre uma certa região, todos os pontos da região são atingidos pela energia luminosa.

3. (ITA) – Incide-se luz num material fotoelétrico e não se observa a emissão de elétrons. Para que ocorra a emissão de elétrons do mesmo material, basta que se aumente(m)

- a) a intensidade da luz.
b) a frequência da luz.

c) o comprimento de onda da luz.

d) a intensidade e a frequência da luz.

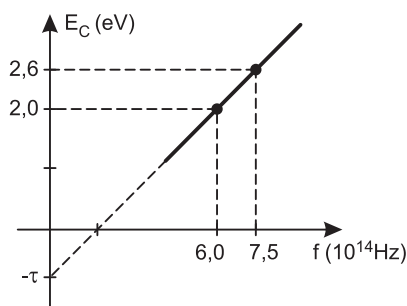
e) a intensidade e o comprimento de onda da luz.

4. (UFPI) – A frequência mínima de uma radiação, necessária para arrancar elétrons do potássio, é igual a $5,37 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$. Sendo $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$ a constante de Planck e $c = 3,0 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ o módulo da velocidade das ondas eletromagnéticas no vácuo, a função trabalho para o potássio é igual a:

(Dado: $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$)

- a) 2,2 eV b) 3,56 eV c) 4,6 eV
d) 5,4 eV e) 6,63 eV

5. (UFCE) – O gráfico mostrado adiante resultou de uma experiência na qual a superfície metálica de uma célula fotoelétrica foi iluminada, separadamente, por duas fontes de luz monocromática distintas, de frequências $f_1 = 6,0 \times 10^{14} \text{ Hz}$ e $f_2 = 7,5 \times 10^{14} \text{ Hz}$, respectivamente.



As energias cinéticas máximas, $E_{c1} = 2,0 \text{ eV}$ e $E_{c2} = 2,6 \text{ eV}$, dos elétrons arrancados do metal, pelos dois tipos de luz, estão indicadas no gráfico. A reta que passa pelos dois pontos experimentais do gráfico obedece à relação estabelecida por Einstein para o efeito fotoelétrico, ou seja, $E_c = hf - \tau$, em que h é a constante de Planck e τ é a chamada função trabalho, característica de cada material. Baseando-se na relação de Einstein, o valor calculado de τ , em eV, é

- a) 0,4 b) 1,6 c) 1,8 d) 2,0 e) 2,3

6. (UFRN) – Uma das aplicações do efeito fotoelétrico é o visor noturno, aparelho de visão sensível à radiação infravermelha, ilustrado na figura a seguir. Um aparelho desse tipo foi utilizado por membros das forças especiais norte-americanas para observar supostos integrantes da rede al-Qaeda. Nesse tipo de equipamento, a radiação infravermelha atinge suas lentes e é direcionada para uma placa de vidro revestida de material de baixa função trabalho (W). Os elétrons arrancados desse material são “transformados”, eletronicamente, em imagens. A teoria de Einstein para o efeito fotoelétrico estabelece que:

$$E_c = hf - W$$

sendo:

- E_c a energia cinética máxima de um fotoelétron;
- $h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$ a constante de Planck;
- f a frequência da radiação incidente.



Foto ilustrativa de um visor noturno.

Considere que um visor noturno recebe radiação de frequência $f = 2,4 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$ e que os elétrons mais rápidos ejetados do material têm energia cinética $E_C = 0,90 \text{ eV}$. Sabe-se que a carga do elétron é $q = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ e $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$.

Baseando-se nessas informações, calcule

- a função trabalho (W) do material utilizado para revestir a placa de vidro desse visor noturno, em eV;
- o potencial de corte (V_0) desse material para a frequência (f) da radiação incidente.

7. **(PROVÃO DO MEC)** – A dualidade onda-partícula para a luz permite afirmar que a

- luz é a soma de uma partícula e uma onda.
- interpretação ondulatória se aplica a alguns fenômenos, enquanto a interpretação corpuscular a outros.
- interpretação ondulatória é incompatível com a interpretação corpuscular.
- luz é composta de partículas superpostas em ondas.
- luz é uma partícula que se propaga ao longo de uma onda.

8. **(UFJF-MG)** – O modelo atômico de Bohr, aperfeiçoado por Sommerfeld, prevê órbitas elípticas para os elétrons em torno do núcleo, como num sistema planetário. A afirmação “um elétron encontra-se exatamente na posição de menor distância ao núcleo (periélio) com velocidade de módulo exatamente igual a 10^7 m/s ” é correta do ponto de vista do modelo de Bohr, mas viola o princípio

- da relatividade restrita de Einstein.
- da conservação da energia.
- de Pascal.
- da incerteza de Heisenberg.
- da conservação do momento linear.

9. **(UPE)** – No modelo planetário do átomo, o núcleo tem carga positiva e pequena dimensão e os elétrons circulam em volta dele. De acordo com a Mecânica Clássica de Newton, o equilíbrio da órbita depende de que a força de atração entre núcleo e elétron faça o papel de força centrípeta. Desse modo,

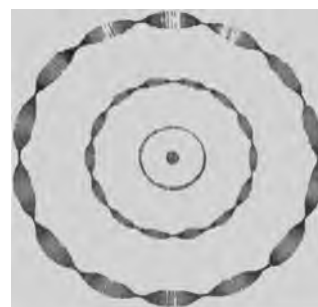
os raios das órbitas atômicas poderiam ter qualquer valor. Na prática, observa-se que só algumas órbitas são permitidas. Conforme a teoria eletromagnética de Maxwell, cargas elétricas aceleradas irradiam. O elétron, girando, tem aceleração centrípeta e, como carga acelerada, perde energia. Assim, o modelo atômico de Bohr seria inviável. Entretanto, várias evidências apóiam esse modelo. Para preservar a concepção do átomo, propôs-se que, em determinadas órbitas, o elétron não irradiaria energia, contrariando o eletromagnetismo. Estas órbitas especiais atenderiam à condição de quantização da quantidade de movimento angular ou, equivalentemente, do perímetro de cada órbita eletrônica.

Sejam:

- Z = número atômico; m = massa do elétron;
 e = carga do elétron; K = constante elétrica;
 r = raio da órbita;
 h = constante de Planck;
 v = módulo da velocidade do elétron na órbita; $n = 0, 1, 2, 3, \dots$



Modelo planetário: o equilíbrio da órbita ocorre quando a força centrípeta é a atração elétrica entre o núcleo e o elétron.



Modelo quântico: elétrons têm comprimento de onda associado. Quando o perímetro da órbita contém um número inteiro de comprimentos de onda, ela é estável.

Modelo de Bohr

Analise as proposições que se seguem e classifique-as como verdadeiras ou falsas.

- (1) A condição clássica para estabilidade da órbita é $m v^2 r = K Z e^2$.
- (2) A condição quântica para estabilidade da órbita é $2 \pi r m v = n h$.
- (3) A condição quântica para estabilidade da órbita é $2 \pi n r = m v h$.
- (4) A condição clássica para estabilidade da órbita é $m \omega^2 r^3 = K Z e^2$.
- (5) A condição quântica para estabilidade da órbita é $m v r = K Z e^2$.

10. **(UEL-PR)** – Até o início do século XX, matéria e energia eram consideradas entidades distintas. A primeira caracterizaria uma das propriedades intrínsecas dos corpos e a segunda o estado dinâmico dos corpos em relação a um determinado meio. A partir dos trabalhos de A. Einstein, ficou claro que tal separação não deveria existir; matéria e energia poderiam transformar-se uma na outra. Essa nova visão dos conceitos de massa e energia celebrou-se pela relação $E = mc^2$, em que E é

a energia, m é a massa e c é o módulo da velocidade da luz no vácuo (300 000 km/s). Assim, ao gerar energia, observa-se um equivalente desaparecimento de massa. Considere a queima de 1 litro de gasolina que libera $5 \cdot 10^7$ joules de energia e indique a massa desaparecida (transformada em energia) nesse processo.

- a) $\frac{5}{9} \cdot 10^{-9} \text{kg}$ b) $\frac{5}{3} \cdot 10^{-9} \text{kg}$ c) $\frac{5}{9} \cdot 10^9 \text{kg}$
d) $\frac{5}{3} \cdot 10^{-1} \text{kg}$ e) $\frac{5}{9} \cdot 10^{-3} \text{kg}$

Módulo 60 – Análise Dimensional

1. A equação dimensional da constante de gravitação universal no Sistema LMT é:

- a) $L^3 M^{-1} T^{-2}$ b) $L^{-1} M^{-2} T^3$ c) $L^{-2} M^3 T$
d) $L^{-1} M^3 T^{-2}$ e) $L^{-2} M^{-1} T^3$

2. (AMAN) – Uma certa grandeza “P” tem por expressão $P = \sqrt{2mE + (E/c)^2}$, em que

m = massa;

E = energia cinética;

c = velocidade da luz.

Em unidades do Sistema Internacional, a grandeza “P” é expressa em:

- a) $\text{m} \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-1}$ b) $\text{m} \cdot \text{kg} \cdot \text{s}$ c) $\text{m}^2 \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^2$
d) $\text{m} \cdot \text{kg}^2 \cdot \text{s}$ e) $\text{m} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{s}^{-2}$

3. (UNICAMP) – Num dado sistema de unidades, multiplicam-se por um mesmo fator α as unidades de comprimento, velocidade e força. Por que fatores serão multiplicadas as unidades de tempo, massa e energia?

4. A variação da massa M com o tempo t , de uma esfera de naftalina que se sublima, é dada por $M = M_0 e^{-Kt}$, válida no Sistema Internacional de Unidades.

Quais as unidades de M_0 e K ?

Sabe-se que e é a base dos logaritmos neperianos.

5. Em certas condições, para um líquido escoando, vale a Equação de Bernoulli:

$$p + \frac{\mu^a V^b}{2} + \mu^c g^d h^e = \text{constante}$$

Nesta equação:

p representa pressão;

μ é a densidade do líquido;

V representa o módulo de uma velocidade;

g é o módulo da aceleração da gravidade;

h representa uma altura.

Determine os valores dos expoentes a , b , c , d e e para que a equação seja dimensionalmente correta.

6. (UNICAMP) – A velocidade das ondas numa praia pode depender de alguns dos seguintes parâmetros: a aceleração da gravidade g , a altura da água h , e a densidade da água d .

- a) Na crista da onda, a velocidade é maior ou menor do que na base? Por quê?
b) Fazendo análise dimensional, observa-se que a velocidade da onda não depende de um dos 3 parâmetros citados. Que parâmetro é esse? Qual a expressão da velocidade em termos dos 2 parâmetros restantes?

7. (FUVEST) – Um objeto esférico de raio R move-se, com velocidade v , através de um fluido de viscosidade h . Sabe-se que a força de atrito viscoso F_v depende de v , h e R . O coeficiente de viscosidade h tem dimensão $[h] = ML^{-1}T^{-1}$, em que M é massa, L é comprimento e T é tempo.

- a) Qual é a dimensão $[F]$ da grandeza força?
b) Utilize análise dimensional para determinar a relação entre a força viscosa F_v e as variáveis R , h e v .

8. (MACKENZIE) – Sabe-se que a velocidade de propagação de uma onda deve ser função da densidade (μ) do meio, do módulo de Young (E = Força/área) e da frequência f do movimento ondulatório.

Deduzir por meio de análise dimensional a função $v = f(\mu, E, f)$, representando por K a constante de proporcionalidade adimensional.

9. A potência (Pot) de um moinho de vento depende de seu diâmetro (d), do valor da velocidade do vento (v) e da densidade do ar (μ).

Sendo K um fator adimensional, podemos deduzir, por análise dimensional, que:

- a) $\text{Pot} = K \mu d^2 v^3$ b) $\text{Pot} = K \mu d v^2$
c) $\text{Pot} = K \mu d^2 v^2$ d) $\text{Pot} = K \mu^2 d^2 v^2$
e) $\text{Pot} = K \mu d v^3$

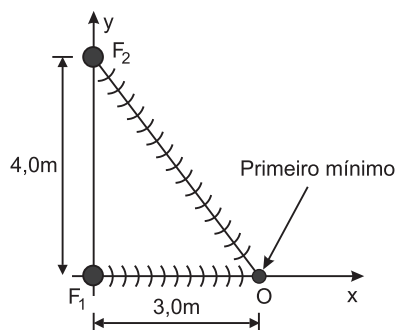
10. A diferença entre a pressão interna e a pressão externa (Δp), em uma bolha de sabão, depende apenas da tensão superficial do líquido τ (força/comprimento) e do raio da bolha R . Sabe-se que o fator adimensional na relação de dependência entre Δp , τ e R vale 4. Assinale a opção que traduz a relação correta entre Δp , τ e R e explica o que ocorre quando duas bolhas de raios diferentes estão ligadas por um canudinho.

- a) $\Delta p = 4 \frac{R}{\tau}$; as bolhas ficam do mesmo tamanho.
b) $\Delta p = \frac{4\tau}{R}$; as bolhas ficam do mesmo tamanho.
c) $\Delta p = \frac{4\tau}{R}$; a bolha menor diminui e a maior aumenta.
d) $\Delta p =$; a bolha maior diminui e a menor aumenta.
e) $\Delta p = 4 \tau R$; não passa ar de uma bolha para outra.

EXERCÍCIOS RESOLVIDOS

Módulo 25 – Interferência de Ondas

1. (UFPE) – Duas fontes sonoras pontuais F_1 e F_2 , separadas entre si de 4,0m, emitem em fase e na mesma frequência. Um observador O, afastando-se lentamente da fonte F_1 , ao longo do eixo x, detecta o primeiro mínimo de intensidade sonora, devido à interferência das ondas geradas por F_1 e F_2 , na posição $x = 3,0$ m.



Sabendo-se que a velocidade do som é 340m/s, qual a frequência das ondas sonoras emitidas, em Hz?

Resolução

No local onde o observador O detecta o primeiro mínimo de intensidade sonora, a diferença de percursos $\Delta x = F_2O - F_1O$ entre os sons provenientes de F_2 e F_1 corresponde a meio comprimento de onda desses sons.

$$\Delta x = \frac{\lambda}{2} \Rightarrow F_2O - F_1O = \frac{V}{2f}$$

$$\sqrt{(F_1F_2)^2 + (F_1O)^2} - F_1O = \frac{V}{2f}$$

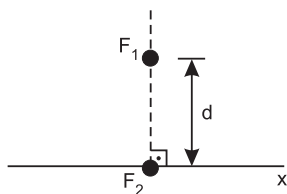
$$\sqrt{(4,0)^2 + (3,0)^2} - 3,0 = \frac{340}{2f}$$

$$5,0 - 3,0 = \frac{170}{f} \Rightarrow f = \frac{170}{2,0} \text{ (Hz)}$$

$$f = 85\text{Hz}$$

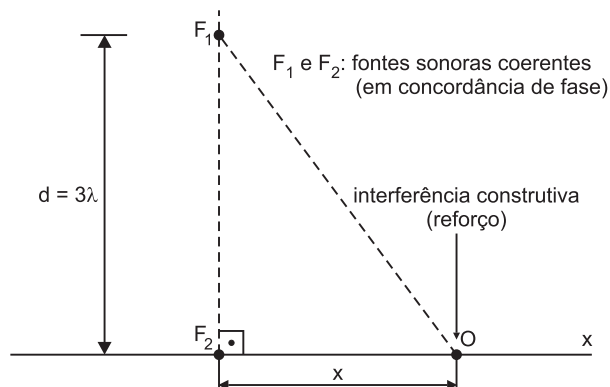
Resposta: 85Hz

2. (ITA) – Na figura, F_1 e F_2 são fontes sonoras idênticas que emitem, em fase, ondas de frequência f e comprimento de onda λ . A distância d entre as fontes é igual a 3λ .



Pode-se então afirmar que a menor distância não nula, tomada a partir de F_2 , ao longo do eixo x, para a qual ocorre interferência construtiva, é igual a

- a) $4\lambda/5$. b) $5\lambda/4$. c) $3\lambda/2$. d) 2λ . e) 4λ .

Resolução

Para que no ponto O ocorra interferência construtiva (reforço) entre os sons provenientes de F_1 e F_2 , a diferença de percursos $\Delta x = F_1O - F_2O$ deve ser um múltiplo par de meio comprimento de onda.

$$\Delta x = p \frac{\lambda}{2}, \text{ com } p = 2; 4; 6 \dots$$

$$\text{Logo: } F_1O - F_2O = p \frac{\lambda}{2} \Rightarrow \sqrt{(3\lambda)^2 + x^2} - x = p \frac{\lambda}{2}$$

$$\sqrt{9\lambda^2 + x^2} = p \frac{\lambda}{2} + x$$

$$\left(\sqrt{9\lambda^2 + x^2}\right)^2 = \left(p \frac{\lambda}{2} + x\right)^2$$

$$9\lambda^2 + x^2 = p^2 \frac{\lambda^2}{4} + p\lambda x + x^2$$

$$\text{Da qual: } x = \frac{1}{p} \left(9\lambda - \frac{p^2\lambda}{4}\right)$$

$$\text{Para } p = 2: x = 4\lambda$$

$$\text{Para } p = 4: x = \frac{5}{4}\lambda$$

$$\text{Para } p = 6: x = 0$$

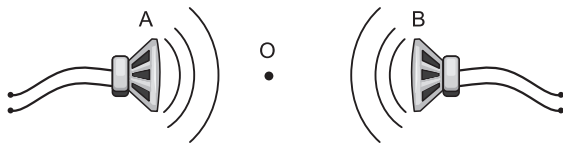
Como a questão refere-se ao menor valor de x, diferente de zero, optamos por:

$$x = \frac{5}{4}\lambda$$

Resposta: B

Módulo 26 – Fenômenos Ondulatórios

3. Dois alto-falantes **A** e **B** colocados próximos um do outro, conforme representa a figura abaixo, estão ligados em sistemas de amplificação diferentes e emitem sons simples de intensidades iguais, com frequências respectivamente iguais a 1490Hz e 1486Hz.



Um observador situado no ponto **O**, mais próximo de **A**:

- ouvirá apenas o som do alto-falante **A**.
- ouvirá apenas o som do alto-falante **B**.
- não ouvirá som algum.
- ouvirá um som de frequência e intensidade constantes.
- ouvirá um som de frequência igual a 1488Hz e de intensidade variável, que passa por máximos quatro vezes por segundo.

Resolução

O observador perceberá o fenômeno dos *batimentos*, originado pela superposição das ondas de A e B no ponto O.

$$f_r = \frac{f_A + f_B}{2} \Rightarrow f_r = \frac{1490 + 1486}{2} \text{ (Hz)}$$

$$f_r = 1488\text{Hz}$$

$$f_b = |f_A - f_B| \Rightarrow f_b = 1490 - 1486 \Rightarrow f_b = 4\text{Hz}$$

Resposta: E

4. (UFG) – As ondas eletromagnéticas geradas pela fonte de um forno de microondas (magnetron) tem uma frequência bem característica, e, ao serem refletidas pelas paredes internas do forno, criam um ambiente de ondas estacionárias. O cozimento (ou aquecimento) ocorre devido ao fato de as moléculas constituintes do alimento, sendo a de água a principal delas, absorverem energia dessas ondas e passarem a vibrar com a mesma frequência das ondas emitidas pelo tubo gerador do forno. O fenômeno físico que explica o funcionamento do forno de micro-ondas é a

- ressonância.
- interferência.
- difração.
- polarização.
- absorção.

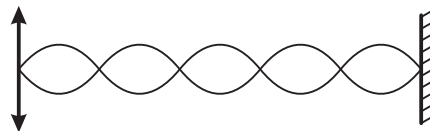
Resolução

As moléculas de água e proteína existentes na maioria dos alimentos têm frequência natural da vibração (frequência da ressonância) próxima da frequência das microondas utilizadas nos fornos (cerca de 2,45GHz). Por isso, ocorre o fenômeno da **ressonância** e a intensa vibração das citadas moléculas produz o aquecimento ou cozimento verificados nos alimentos.

Resposta: A

Módulo 27 – Cordas Sonoras

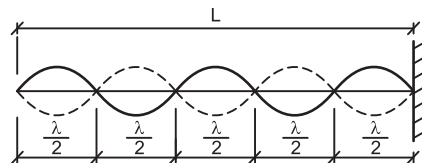
5. (VUNESP) – Uma corda tem uma extremidade amarrada a um gancho fixo numa parede e a outra é posta a vibrar transversalmente ao seu comprimento. Para determinado valor da frequência de vibração, observa-se a formação de ondas estacionárias como se vê na figura.



Nessas condições, a relação entre o comprimento da corda e o comprimento das ondas formadas na corda vale

- $\frac{5}{2}$
- $\frac{5}{4}$
- $\frac{5}{8}$
- $\frac{1}{5}$
- $\frac{4}{5}$

Resolução



Da figura: $L = 5 \frac{\lambda}{2}$

Logo: $\frac{L}{\lambda} = \frac{5}{2}$

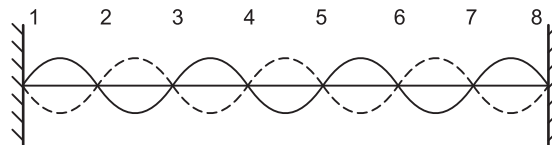
Resposta: A

6. (UESPI) – Uma corda tem suas extremidades fixas em duas paredes paralelas. Quando oscilando em seu harmônico fundamental, ou primeiro harmônico, os únicos nós presentes na corda são aqueles localizados nas paredes. Qual o número de nós intermediários (isto é, excluindo os nós nas paredes) que tal corda apresenta ao oscilar em seu sétimo harmônico?

- 5
- 6
- 7
- 8
- 9

Resolução

A onda estacionária correspondente ao sétimo harmônico está representada a seguir.



Excluindo-se os dois nós correspondentes aos pontos de fixação da onda, podem ser notados **6 nós** na figura de interferência em questão.

Resposta: B

Módulo 28 – Tubos Sonoros

7. (UFMA) – Considere um tubo de comprimento 35 cm, com uma das extremidades fechada e a outra aberta. Uma fonte sonora introduz nesse tubo uma onda acústica com velocidade de 340 m/s e frequência 1,7 kHz. Quantos nós e quantos ventres a onda estacionária, gerada no interior do tubo, apresenta?

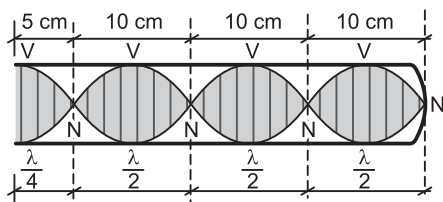
- 4 nós e 3 ventres
- 4 nós e 5 ventres
- 3 nós e 4 ventres
- 5 nós e 4 ventres
- 4 nós e 4 ventres

Resolução

(I) $v = \lambda f \Rightarrow 340 = \lambda 1700 \Rightarrow \lambda = 0,20\text{m} = 20 \text{ cm}$

(II) Na extremidade fechada do tubo forma-se um nó (interferência destrutiva) e em sua extremidade aberta forma-se um ventre (interferência construtiva).

Tendo-se em conta essas características, a onda estacionária de comprimento de onda 20 cm posiciona-se no interior do tubo de comprimento 35 cm conforme o esquema a seguir.



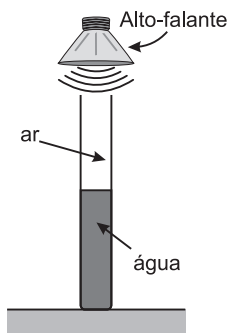
Resposta: E

8. Um estudante utiliza um gerador ajustável de áudio-frequências para medir o comprimento H da coluna de ar existente em um tubo de ensaio parcialmente preenchido por água. Ele verifica que duas ressonâncias sucessivas são ouvidas para as frequências de 1200 Hz e 2000 Hz, respectivamente. Sabendo-se que a intensidade da velocidade do som no ar é 320 m/s, determine:

- a medida H ;
- a frequência fundamental de vibração da coluna de ar no tubo.

Resolução

a)



O tubo de ensaio se comporta como um tubo sonoro fechado.

- Para a frequência de 1200Hz:

$$f = (2n - 1) \frac{V}{4L}$$

$$1200 = (2n - 1) \frac{V}{4L} \quad (1)$$

- Para a frequência de 2000Hz (harmônico subsequente ao de 1200Hz):

$$f' = (2n - 1 + 2) \frac{V}{4L} \Rightarrow 2000 = (2n + 1) \frac{V}{4L} \quad (2)$$

Dividindo-se (1) por (2):

$$\frac{1200}{2000} = \frac{(2n - 1) \frac{V}{4L}}{(2n + 1) \frac{V}{4L}} \Rightarrow \frac{3}{5} = \frac{2n - 1}{2n + 1}$$

$$6n + 3 = 10n - 5 \Rightarrow 4n = 8 \Rightarrow n = 2$$

Substituindo-se em (1), com $V = 320$ m/s, vem:

$$1200 = (2 \cdot 2 - 1) \frac{320}{4L} \Rightarrow L = \frac{3 \cdot 320}{4 \cdot 1200} \text{ (m)}$$

$$\text{Da qual: } L = 0,20\text{m} = 20 \text{ cm}$$

b) Para o harmônico fundamental:

$$f = 1 \frac{V}{4L} \Rightarrow f = \frac{320}{4 \cdot 0,20} \text{ (Hz)}$$

$$f = 400\text{Hz}$$

Respostas: a) 20 cm
b) 400Hz

Módulo 29 – Qualidades Fisiológicas do Som

9. (FURG) – A voz humana é produzida pelas vibrações de duas membranas — as cordas vocais — que entram em vibração quando o ar proveniente dos pulmões é forçado a passar pela fenda existente entre elas. As cordas vocais das mulheres vibram, em geral, com frequência mais alta do que as dos homens, determinando que elas emitam sons agudos (voz “fina”), e eles, sons graves (voz “grossa”).

A propriedade do som que nos permite distinguir um som agudo de um grave é denominada

- intensidade
- amplitude
- velocidade
- timbre
- altura

Resolução

A qualidade do som relacionada com a frequência é a altura.

Som alto: alta frequência (agudo)

Som baixo: baixa frequência (grave)

Resposta: E

10. (UFC) – Sonoridade ou intensidade auditiva é a qualidade do som que permite ao ouvinte distinguir um som fraco (pequena intensidade) de um som forte (grande intensidade). Em um jogo de futebol, um torcedor grita “gol” com uma sonoridade de 40 dB. Assinale a alternativa que fornece a sonoridade (em dB), se 10 000 torcedores gritam “gol” ao mesmo tempo e com a mesma intensidade.

- 40 000
- 20 000
- 8 000
- 400
- 80

Resolução

A sonoridade ou nível do som, ΔN , é calculada pela Lei de Weber e Fechner:

$$\Delta N = 10 \log \frac{I}{I_0}$$

I = intensidade física do som considerado;

I_0 = intensidade física do som de referência.

1º Caso: Só um torcedor grita “gol”.

$$40 = 10 \log \frac{I}{I_0} \Rightarrow \log \frac{I}{I_0} = 4$$

$$\frac{I}{I_0} = 10^4$$

2.º Caso: $10\,000 = 10^4$ torcedores gritam “gol”:

$$\Delta N = 10 \log \frac{10^4 I}{I_0} \Rightarrow \Delta N = 10 \log 10^4 \cdot 10^4$$

$$\Delta N = 10 \log 10^8 \Rightarrow \Delta N = 80 \text{ dB}$$

Resposta: E

Módulo 30 – Efeito Doppler-Fizeau

11. (CEFET-CE) – Quando ocorre o efeito Doppler, para o som se propagando no ar, as duas situações mais simples são (I) a fonte sonora em repouso no ar com o observador se movendo ao longo da reta determinada pela fonte e o observador e (II) o observador em repouso no ar com a fonte sonora se movendo ao longo da reta determinada pelo observador e a fonte. Analise as seguintes afirmações a respeito das situações (I) e (II).

- I. Se, na situação (I), o observador se aproxima da fonte, o comprimento de onda do som diminui, por isso a frequência observada é maior que a emitida.
- II. Se, na situação (I), o observador se afasta da fonte, a velocidade das frentes de onda, em relação ao mesmo, diminui, por isso a frequência observada é menor que a emitida.
- III. Se, na situação (II), a fonte se aproxima do observador, o comprimento de onda, na direção do observador, diminui, por isso a frequência observada é maior que a emitida.
- IV. Se, na situação (II), a fonte se afasta do observador, a velocidade das frentes de onda, em relação ao mesmo diminui, por isso a frequência observada é menor que a emitida.

São corretas as afirmações:

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

Resolução

(I) ERRADA

Quando o observador se aproxima da fonte, estabelece-se uma maior velocidade relativa entre ele e as frentes de onda, o que faz o observador captar as ondas com uma frequência aparente maior que a real.

(II) CORRETA

Nesse caso, o observador percebe as ondas com uma menor velocidade relativa, o que produz uma frequência aparente menor que a real.

(III) ERRADA

Quando a fonte se aproxima do observador, estabelece-se uma maior velocidade relativa entre ele e as frentes de onda, o que faz o observador captar as ondas com uma frequência aparente maior que a real.

(IV) CORRETA

Nesse caso, o observador percebe as ondas com uma menor velocidade relativa, o que produz uma frequência aparente menor que a real.

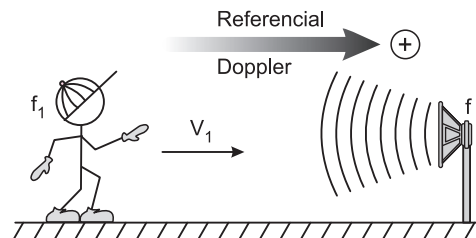
Resposta: D

12. (UFC) – Uma fonte fixa emite uma onda sonora de frequência f . Uma pessoa se move em direção à fonte sonora com velocidade v_1 e percebe a onda sonora com frequência f_1 . Se essa mesma pessoa se afastasse da fonte com velocidade v_2 , perceberia a onda sonora com frequência f_2 . Considerando a velocidade do som no ar, $v_s = 340$ m/s, e $v_1 = v_2 = 20$ m/s, determine a razão f_1 / f_2 .

Resolução

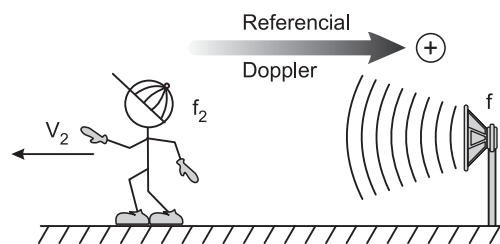
Equação do Efeito Doppler sonoro: $\frac{f_0}{V \pm V_0} = \frac{f_F}{V \pm V_F}$

1.º Caso:



$$\frac{f_1}{340 + 20} = \frac{f}{340 + 0} \Rightarrow f_1 = \frac{360}{340} f \quad (1)$$

2.º Caso:



$$\frac{f_2}{340 - 20} = \frac{f}{340 + 0} \Rightarrow f_2 = \frac{320}{340} f \quad (2)$$

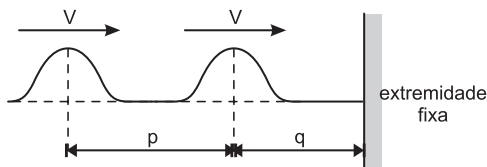
Dividindo-se (1) por (2):

$$\frac{f_1}{f_2} = \frac{360}{320} \Rightarrow \frac{f_1}{f_2} = \frac{9}{8}$$

Resposta: $\frac{f_1}{f_2} = \frac{9}{8}$

Módulo 25 – Interferência de Ondas

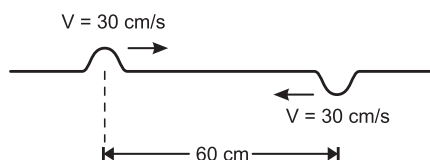
1. Dois pulsos iguais propagam-se ao longo de uma corda ideal com velocidade de módulo V . A figura mostra a situação inicial dos pulsos no instante $t_0 = 0$.



Determine

- o tipo de interferência (**construtiva** ou **destrutiva**) que resultará da superposição dos dois pulsos;
- a que distância x da extremidade fixa ocorrerá a superposição dos pulsos;
- em que instante t ocorrerá a superposição dos pulsos.

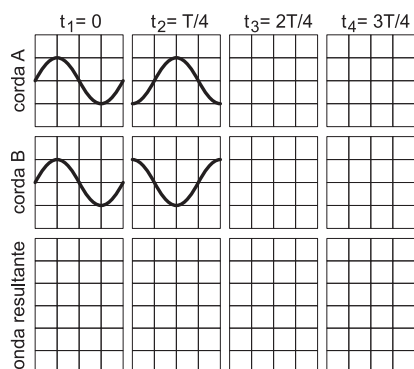
2. (UNICAMP) – A figura representa dois pulsos transversais de mesma forma, que se propagam em sentidos opostos, ao longo de uma corda ideal, longa e esticada. No instante $t = 0$, os pulsos encontram-se nas posições indicadas.



Esboçar a forma da corda:

- no instante $t = 1$ s;
- no instante $t = 2$ s.

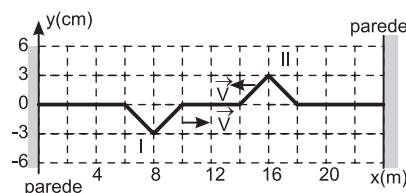
3. Em duas cordas idênticas, propagam-se duas ondas senoidais de igual período T e comprimento de onda λ . Diante de uma mesma câmara fotográfica, fotografam-se simultaneamente trechos das cordas, de comprimentos iguais ao comprimento de onda λ . Os esquemas ao lado representam as fotografias obtidas nos instantes $t_1 = 0$ e $t_2 = T/4$.



- Em que sentido se propagam as ondas em cada corda?
- Representar as ondas nos instantes $t_3 = 2T/4$ e $t_4 = 3T/4$.

c) Se ocorresse a superposição das duas ondas na mesma corda, como seria representada a onda resultante nos instantes t_1 , t_2 , t_3 e t_4 ? Faça as representações no local destinado a elas na figura anterior.

4. (FUVEST) – A figura representa, no instante $t_0 = 0$ s, a forma de uma corda esticada e presa entre duas paredes fixas, na qual dois pulsos (I e II) se propagam, sem mudar de forma, com velocidades de módulo $V = 4$ m/s nos sentidos indicados. Não há dissipação de energia na corda.

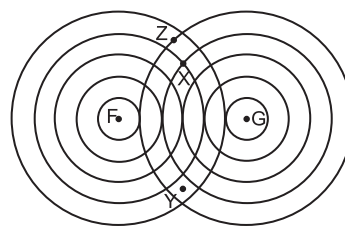


Considere quatro pontos da corda, definidos por suas coordenadas x :

A ($x_A = 7$ m), **B** ($x_B = 9$ m), **C** ($x_C = 11$ m) e **D** ($x_D = 13$ m)

- Indique por meio de setas ($\uparrow$ ou $\downarrow$) os sentidos das velocidades na direção do eixo y , dos pontos **A** e **B**, no instante $t_0 = 0$ s. Se alguma dessas velocidades for nula, escreva “nula”, identificando-a.
- Determine o valor do módulo da velocidade na direção do eixo y , do ponto **A**, no instante $t_0 = 0$ s.
- Desenhe a forma da corda no instante $t = 1$ s. Indique por meio de setas os sentidos das velocidades na direção do eixo y , dos pontos **C** e **D**. Se alguma dessas velocidades for nula, escreva “nula”, identificando-a.

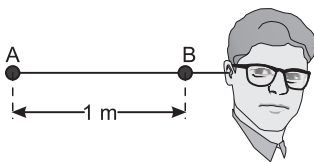
5. A figura abaixo representa as ondas produzidas por duas fontes **F** e **G**, que vibram na superfície de um líquido. **X**, **Y** e **Z** são pontos da superfície do líquido. As circunferências indicam cristas. Considere que na região indicada não há amortecimento das ondas.



Se x , y e z são as amplitudes de vibração da água nos pontos **X**, **Y** e **Z**, qual das seguintes relações está correta?

- $x = y = z$
- $x > y > z$
- $x = y > z$
- $x < z$ e $x < y$
- $x < y < z$

6. (MED. TAUBATÉ) – Nos pontos **A** e **B** da figura a seguir, estão dois alto-falantes que emitem sons de mesma frequência e em fase. Se a frequência for crescendo desde cerca de 30 Hz, atingirá um valor em que o observador deixará de ouvir o som. Qual é essa frequência?



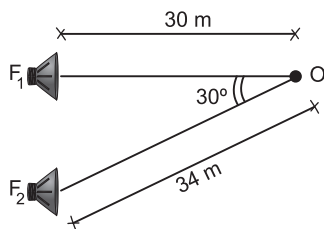
(módulo da velocidade do som no ar = 340m/s)

- a) 70Hz b) 85Hz c) 170Hz d) 340Hz e) 510Hz

7. (UFMG) – Duas fontes, F_1 e F_2 , emitem ondas sonoras de mesma frequência $f = 170$ hertz, que se propagam no ar com uma velocidade de módulo $V = 340$ m/s. As fontes estão permanentemente defasadas de 180° (isto é, quando uma delas emite uma crista, a outra emite um vale) e a distância entre elas é $d = 10$ m.

- a) **Determine** o comprimento de onda, λ , do som emitido pelas fontes.
b) Considere um ponto **P** situado entre as fontes (sobre a linha $F_1 F_2$) e a uma distância $L = 8,0$ m de F_1 . Nesse ponto, tem-se uma interferência construtiva ou destrutiva das duas ondas sonoras? **Justifique** sua resposta.

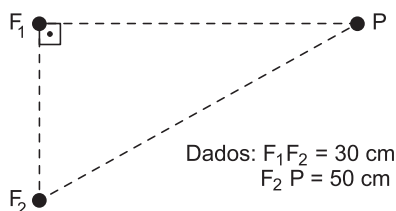
8. (UFU) – Um observador situado no ponto **O** da figura recebe ondas sonoras provenientes de duas fontes idênticas, F_1 e F_2 , que emitem, em oposição de fase, ondas de 2 metros de comprimento.



Qual deve ser a distância mínima percorrida por F_1 na direção do observador para que este ouça a máxima intensidade?

- a) 1m b) 2m c) 3m d) 4m e) zero

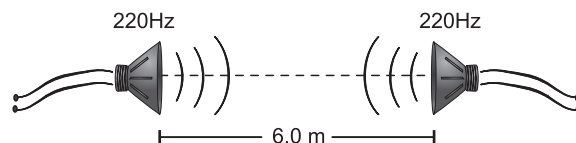
9. Na figura, F_1 e F_2 são dois pinos que batem cadenciadamente na superfície da água de um tanque, produzindo ondas que se propagam com velocidade de módulo 2,0 m/s. Os pinos operam com a mesma frequência e em concordância de fase.



Se no ponto **P** as ondas provenientes de F_1 e F_2 se reforçam (interferência construtiva), uma possível frequência de operação dos pinos é:

- a) 25Hz b) 30Hz c) 35Hz d) 40Hz e) 45Hz

10. (UNICAMP) – O módulo da velocidade do som no ar é de aproximadamente 330 m/s. Colocam-se dois alto-falantes iguais, um defronte ao outro, distanciados 6,0 m, conforme a figura abaixo.



Os alto-falantes são excitados simultaneamente por um mesmo amplificador com um sinal de frequência de 220 Hz.

Pergunta-se:

- a) Qual é o comprimento de onda do som emitido pelos alto-falantes?
b) Em que pontos do eixo, entre os dois alto-falantes, o som tem intensidade máxima?

11. (UNICAMP) – Uma piscina tem fundo plano horizontal. Um onda eletromagnética de frequência 100 MHz, vinda de um satélite, incide perpendicularmente sobre a piscina e é parcialmente refletida pela superfície da água e pelo fundo da piscina. Suponha que, para esta frequência, o módulo da velocidade da luz na água é $4,0 \cdot 10^7$ m/s.

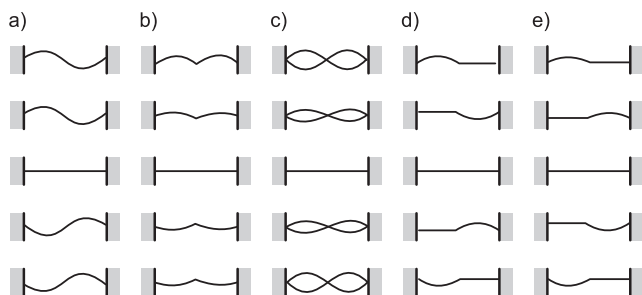
- a) Qual é o comprimento de onda na água?
b) Quais são as três menores alturas de água na piscina para as quais as ondas refletidas tendem a se cancelar mutuamente?

Módulo 26 – Fenômenos Ondulatórios

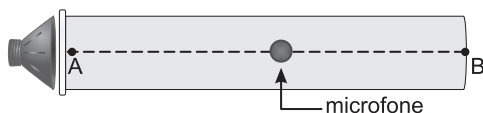
1. (CESGRANRIO) – A figura a seguir ilustra uma fotografia de múltipla exposição da onda estacionária estabelecida numa corda cujas extremidades são fixas.



Qual das opções pode representar corretamente sucessivas posições desta corda vibrante?

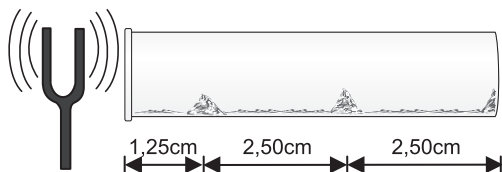


2. (UFPR) – Um alto-falante é colocado no ponto **A** da figura abaixo, emitindo um som de frequência constante e igual a 100 Hz. Ao longo do tubo **AB**, fechado em **B**, é deslocado um microfone ligado a um aparelho capaz de medir a intensidade sonora. Verifica-se que, a partir de **A**, e a cada 1,75 m, ouve-se uma intensidade máxima e a meia distância desses pontos nada se ouve.



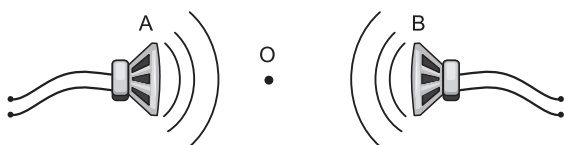
Determine o comprimento de onda do som emitido e o módulo da sua velocidade de propagação no meio considerado.

3. Diante da embocadura de uma proveta em cujo interior existe pó de cortiça, faz-se vibrar um diapasão, que emite um som puro de frequência 6800Hz. O pó de cortiça aglomera-se em montículos equiespaçados, conforme ilustra a figura.



- Explique sucintamente como se formam os montículos de pó de cortiça.
- Qual o módulo da velocidade do som no interior da proveta?

4. Dois alto-falantes, **A** e **B**, colocados próximos um do outro, conforme representa a figura abaixo, estão ligados em sistemas de amplificação diferentes e emitem sons simples de intensidades iguais, com frequências respectivamente iguais a 1490Hz e 1486Hz.



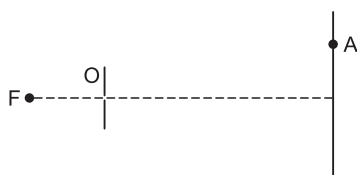
Um observador situado no ponto **O**, mais próximo de **A**,

- ouvirá apenas o som do alto-falante **A**.
- ouvirá apenas o som do alto-falante **B**.
- não ouvirá som algum.
- ouvirá um som de frequência e intensidade constantes.
- ouvirá um som de frequência igual a 1488Hz e de intensidade variável que passa por máximos quatro vezes por segundo.

5. Emitindo-se determinadas notas musicais, por exemplo, em um violino, é possível trincar-se à distância uma fina lâmina de cristal. O fenômeno que melhor se relaciona com o fato é

- batimentos.
- polarização.
- ressonância.
- difração.
- refração.

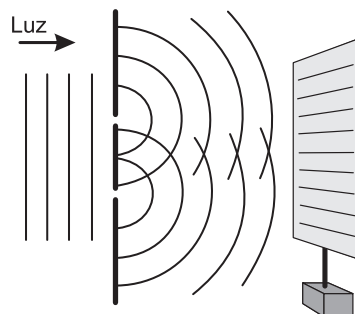
6. A figura abaixo mostra uma fonte luminosa puntiforme **F** colocada em frente a um anteparo opaco, no qual existe um orifício **O**, de diâmetro pequeno.



O ponto **A** não está alinhado com **O** e **F**. Nota-se, em **A**, a presença de luz. Este fenômeno se deve à

- refração;
- dispersão;
- interferência;
- difração;
- polarização.

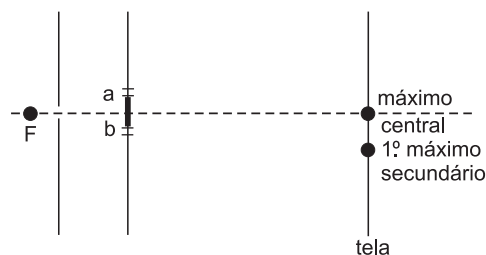
7. (PUC-RS) – A figura a seguir representa um feixe de luz propagando-se da esquerda para a direita, incidindo em dois anteparos: o primeiro com dois pequenos orifícios e o segundo opaco. Neste, forma-se uma série de franjas claras e escuras.



Os fenômenos responsáveis pelo aparecimento das franjas são, sucessivamente,

- a refração e a interferência;
- a polarização e a interferência;
- a reflexão e a difração;
- a difração e a polarização;
- a difração e a interferência.

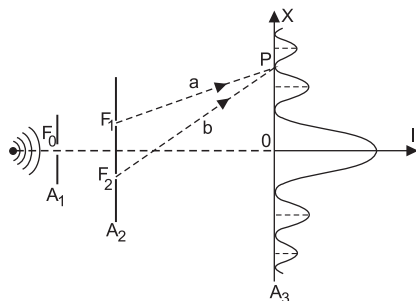
8. Na montagem da experiência de Young, esquematizada abaixo, **F** é uma fonte de luz monocromática de comprimento de onda igual a λ .



Na região onde se localiza o primeiro máximo secundário, a diferença entre os percursos ópticos dos raios provenientes das fendas **a** e **b** é:

- $\lambda/3$
- $\lambda/2$
- λ
- 2λ
- 3λ

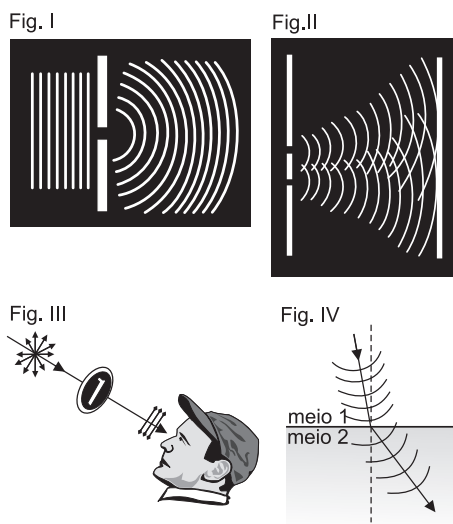
9. Na figura abaixo, está esquematizado um procedimento experimental para a obtenção de franjas de interferência projetadas num anteparo opaco **A₃** (Experiência de Thomas **Young**). Os anteparos **A₁** e **A₂** são dotados de fendas muito estreitas (**F₀**, **F₁** e **F₂**), nas quais a luz sofre expressiva difração. O gráfico anexo a **A₃** mostra a variação da intensidade luminosa (**I**) neste anteparo em função da posição (**x**).



Sabendo que a luz monocromática utilizada tem frequência igual a $5,0 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$ e que se propaga no local da experiência com velocidade de módulo $3,0 \cdot 10^8 \text{ m/s}$, calcule, em **angström** ($1 \text{ m} = 10^{10} \text{ \AA}$),

- o comprimento de onda da luz;
- a diferença entre os percursos ópticos ($b - a$) de dois raios que partem respectivamente de F_2 e F_1 e atingem A_3 em **P**.

10. (UFC) – Sabemos que a luz apresenta propriedades de polarização, interferência, refração e difração. Os diagramas ao lado identificam estas propriedades.



Dentre as opções apresentadas, indique aquela que contém as propriedades na seguinte ordem: difração, interferência, refração e polarização.

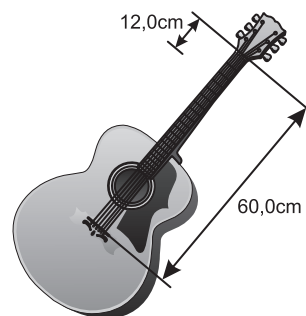
- I, II, IV e III
- II, I, IV e III
- IV, II, I e III
- III, IV, I e II
- IV, I, III e II

Módulo 27 – Cordas Sonoras

1. (FUVEST) – Uma corda, presa em ambas as extremidades, oscila apresentando uma onda estacionária de comprimento de onda igual a 60cm. Os três menores valores possíveis para o comprimento da corda, em cm, são:

- 30, 60 e 90;
- 30, 60 e 120;
- 60, 90 e 120;
- 60, 120 e 240;
- 120, 180 e 240.

2. (CESGRANRIO) – O comprimento das cordas de um violão (entre suas extremidades fixas) é de 60,0cm. Ao ser dedilhada, a 2.^a corda (**lá**) emite um som de frequência fundamental igual a 220Hz. Qual será a frequência do novo som fundamental emitido, quando o violonista, ao dedilhar esta mesma corda, fixar o dedo no traste a 12,0cm de sua extremidade (figura)?



3. (ITA) – Quando afinadas, a frequência fundamental da corda **lá** de um violino é de 440Hz e a frequência fundamental da corda **mi** deste mesmo instrumento é de 660Hz. A que distância da extremidade da corda **lá** se deve colocar o dedo para se obter o som correspondente ao da corda **mi**? O comprimento total da corda **lá** é igual a L e a distância pedida deve corresponder ao comprimento vibratório da corda.

- $4L/9$
- $L/2$
- $3L/5$
- $2L/3$
- Não é possível a experiência.

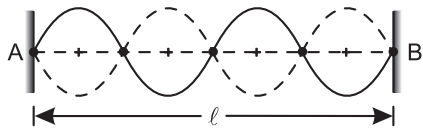
4. Um violinista deseja aumentar a frequência do som emitido por uma das cordas do seu instrumento. Isto poderá ser conseguido

- aumentando-se o comprimento vibratório e tracionando-se mais intensamente a corda;
- diminuindo-se o comprimento vibratório e tracionando-se menos intensamente a corda;
- diminuindo-se o comprimento vibratório e tracionando-se mais intensamente a corda;
- aumentando-se o comprimento vibratório e tracionando-se menos intensamente a corda;
- todas as sugestões são inadequadas para que o violinista consiga seu objetivo.

5. Uma corda de piano com 40,0cm de comprimento e massa 5,00g é distendida sob ação de uma força de tração de intensidade 320N. A frequência do modo fundamental de vibração é:

- 100Hz
- 200Hz
- 400Hz
- 800Hz
- 1200Hz

6. (FEI) – Uma corda vibrante tem massa $m = 10 \text{ g}$ e comprimento $\ell = 1,0 \text{ m}$ e possui ambas extremidades fixas nos pontos **A** e **B**. Quando a corda vibra na frequência de 100Hz, verifica-se a formação do estado estacionário indicado na figura a seguir. Determinar o comprimento de onda e a intensidade da força tensora na corda.



7. Uma corda homogênea AB, de comprimento ℓ e massa m , tem as duas extremidades fixas. Estabelece-se um estado estacionário com apenas um nó intermediário, por meio de um abalo transversal de frequência f . A força tensora na corda tem intensidade F . Mantendo-se a frequência do abalo, altera-se apenas a intensidade da força tensora na corda para F' , de modo a aparecerem dois nós entre A e B. Calcular a relação entre F e F' .

8. Duas cordas de mesma espessura foram construídas com um mesmo material, uma com comprimento $L_1 = 60\text{cm}$ e outra com comprimento $L_2 = 40\text{cm}$. A primeira é submetida a uma tensão $T_1 = 40\text{N}$ e a segunda, a uma tensão $T_2 = 90\text{N}$. Quando postas em oscilação, verifica-se que a de comprimento L_1 tem frequência fundamental de 36Hz . A partir desses dados, determine em Hz , para a corda L_2 , sua frequência fundamental.

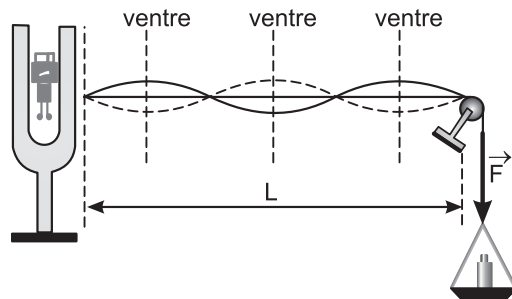
9. Um dos instrumentos musicais mais consagrados no Brasil é o violão, verdadeiro ícone da **MPB**. Dedilhando suas seis cordas, um músico pode conduzir um ouvinte do **chorinho** ao **samba**, da **bossa-nova** ao **pagode**.



- Em que porcentagem você aumentaria a intensidade da força de tração em uma das cordas do instrumento, atarrachando a correspondente cravelha, para aumentar a frequência do seu som fundamental em 10%?
- Em que porcentagem você reduziria o comprimento vibratório de uma das cordas do instrumento, pressionando-a num ponto do braço, para aumentar a frequência do seu som fundamental em 25%?

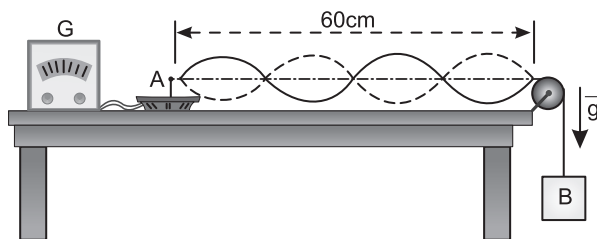
10. No esquema, representa-se a montagem da experiência de Melde para a obtenção de ondas estacionárias numa corda tensa. O diapasão elétrico, vibrando sempre com frequência f , perturba a corda, ao longo da qual se distinguem três ventres.

Sendo F a intensidade da força tensora na corda, L o comprimento vibratório e ρ a densidade linear (massa da corda por unidade de comprimento), pede-se:



- expressar a frequência f em função de L , F e ρ ;
- determinar o fator pelo qual se deve multiplicar F para que o número de ventres observados na corda dobre.

11. Na figura, está representado um aparato experimental para o estudo de ondas estacionárias num fio elástico. G é um gerador de frequências, A é um alto-falante em cujo cone está fixado um pino e B é um bloco de massa desconhecida. Ajustando-se G para 20Hz , o pino preso ao cone de A vibra na mesma frequência, provocando no fio de densidade linear $5,0 \cdot 10^{-1}\text{kg/m}$ o estado estacionário esquematizado.



Desprezando-se o atrito entre o fio e a polia e adotando-se $g = 10\text{m/s}^2$, pode-se afirmar que

- o comprimento de onda das ondas que se propagam através do fio vale 60cm ;
- a velocidade das ondas que se propagam através do fio tem intensidade de $3,0\text{m/s}$;
- a massa de B vale $1,8\text{kg}$;
- aumentando-se a frequência de G a partir de 20Hz , obter-se-á o próximo estado estacionário para 40Hz ;
- diminuindo-se a frequência de G a partir de 20Hz , obter-se-á o próximo estado estacionário para 10Hz .

Módulo 28 – Tubos Sonoros

1. O quinto harmônico emitido por um tubo sonoro aberto tem frequência de 1700Hz . Sendo o módulo da velocidade do som no ar que preenche o tubo igual a 340m/s , o comprimento útil do tubo é de:

- $0,20\text{m}$
- $0,50\text{m}$
- $1,0\text{m}$
- $1,5\text{m}$
- $2,0\text{m}$

2. Um tubo sonoro aberto é soprado com ar, verificando-se a formação de uma onda estacionária em seu interior. Essa onda possui dois ventres situados na região interna do tubo. Sabendo-se que a velocidade do som no ar tem módulo igual a 340m/s e que o som emitido pelo tubo tem frequência de 1020Hz , pedem-se:

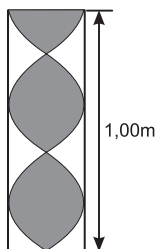
- o comprimento do tubo;
- a frequência do seu som fundamental.

3. (CESGRANRIO) – Ondas sonoras estacionárias podem ser estabelecidas em um tubo cilíndrico fechado em uma extremidade e aberto na outra. O módulo da velocidade de propagação do som no tubo é V e f é a frequência da onda estacionária de maior comprimento de onda possível de ser estabelecida no tubo. Nestas condições, o comprimento do tubo vale:

- $V/4f$
- $V/2f$
- V/f
- $2V/f$
- $4V/f$

4. (UFC) – Considere dois tubos sonoros, um aberto e outro fechado, ambos de mesmo comprimento e situados no mesmo ambiente. Se o som de frequência fundamental emitido pelo tubo aberto tem comprimento de onda de 34cm , qual o comprimento de onda, em centímetros, do som de frequência fundamental emitido pelo tubo fechado?

5. Um tubo sonoro, como o da figura abaixo, emite um som que se propaga no ar com velocidade de módulo 340m/s . Pode-se afirmar que o comprimento de onda e a frequência da onda sonora emitida são, respectivamente:



- $0,75\text{m}$ e 340Hz .
- $0,80\text{m}$ e 425Hz .
- $1,00\text{m}$ e 230Hz .
- $1,50\text{m}$ e 455Hz .
- $2,02\text{m}$ e 230Hz .

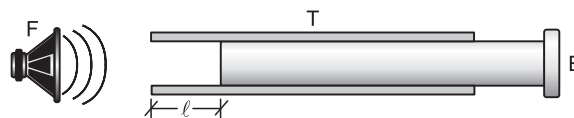
6. (VUNESP) – Um tubo de $1,0\text{m}$ de comprimento é fechado em uma das extremidades. Um fio esticado é colocado transversalmente próximo da extremidade aberta. O fio, de $0,40\text{m}$ de comprimento e massa de $8,0\text{g}$, está preso em ambas as extremidades e vibra no seu modo fundamental. Em consequência, a coluna de ar vibra em ressonância, também no seu modo fundamental. Determinar

- a frequência das vibrações da coluna de ar.
- a intensidade da tensão do fio (módulo da velocidade do som no ar = 340m/s).

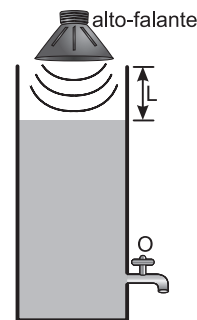
7. (CESGRANRIO) – O maior tubo do órgão de uma catedral tem comprimento 10m ; o tubo menor tem comprimento $2,0\text{cm}$. Os tubos são abertos e o som se propaga em seu interior com velocidade de módulo 340m/s . Quais são os valores extremos da faixa de frequências sonoras que o órgão pode emitir, sabendo-se que os tubos ressoam no modo fundamental?

8. Uma fonte sonora emitindo um som simples de frequência igual a 440Hz (nota **lá**) é colocada sucessivamente na embocadura de cinco tubos cilíndricos de vidro, **A**, **B**, **C**, **D** e **E**, fechados numa das extremidades, de comprimentos, respectivamente, iguais a $6,25\text{cm}$, $15,00\text{cm}$, $18,75\text{cm}$, $37,50\text{cm}$ e $93,75\text{cm}$. Sabendo que os tubos são preenchidos por ar e que o som se propaga neste meio com velocidade de módulo igual a 330m/s , determine que tubo(s) entrou (entraram) em ressonância com a fonte.

9. (UFC) – Considere o arranjo representado na figura a seguir, no qual vemos um tubo sonoro **T**, em que está ajustado o êmbolo **E**, que pode ser movido convenientemente, e uma fonte **F**, que emite som de frequência constante f . Utilizando esse arranjo, um estudante verificou que deslocando o êmbolo para a direita, desde a posição em que ℓ é igual a zero, a primeira ressonância ocorreu na posição em que $\ell_1 = 18\text{cm}$. Supondo que o estudante continue a deslocar o êmbolo para a direita, em que valor subsequente ℓ_2 , em centímetros, ocorrerá uma nova ressonância?



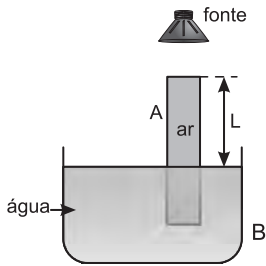
10. Um alto-falante emite som de frequência constante sobre o tubo sonoro da figura. A água escoá lentamente pela torneira **O** do tubo, inicialmente cheio. No instante em que o nível da água se encontra à distância $L_1 = 17\text{cm}$ da “boca” do tubo, ocorre um primeiro reforço do som (ressonância).



Se a velocidade do som no ar tem módulo de 340m/s , a frequência do som emitido pelo alto-falante e a distância L_2 da superfície livre da água à “boca” do tubo no instante em que ocorre a segunda ressonância valem, respectivamente:

- 500Hz e 34cm
- 500Hz e 51cm
- 1000Hz e 34cm
- 1000Hz e 51cm
- 2000Hz e 34cm

11. O dispositivo da figura abaixo permite determinar a frequência do som emitido por uma fonte sonora. A fonte é colocada na embocadura do tubo **A** e a altura da coluna de ar pode ser variada, mergulhando o tubo **A** mais ou menos no recipiente **B**, que contém água. Variando a altura L , foram encontrados dois pontos sucessivos de ressonância, distanciados entre si de 0,20m. Sendo de 340m/s o módulo da velocidade do som no ar, calcule a frequência do som emitido pela fonte.



Módulo 29 – Qualidades Fisiológicas do Som

1. Dois diapasões, **A** e **B**, emitem sons puros de frequências 400Hz e 800Hz, respectivamente. Aponte a alternativa correta:

- O som de **A** é mais agudo que o de **B**.
- O som de **A** é mais alto que o de **B**.
- O som de **A** é mais forte que o de **B**.
- O som de **A** está uma oitava acima do de **B**.
- O som de **A** está uma oitava abaixo do de **B**.

2. (**SANTA CASA**) – A escala musical proposta por *Zarlin* é construída de modo que, conhecendo-se a frequência de uma nota, pode-se obter a frequência de todas as demais, multiplicando-se esta por fatores bem definidos. Por exemplo: se conhecermos o **Dó** de uma oitava, as demais notas serão obtidas pelo produto da frequência do **Dó** pelo fator F dado na tabela seguinte:

	DÓ	RE	MI	FÁ	SOL	LÁ	SI	DÓ
	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
$F = 1$	$\frac{9}{8}$	$\frac{5}{4}$	$\frac{4}{3}$	$\frac{3}{2}$	$\frac{5}{3}$	$\frac{15}{8}$	2	oitava
seguinte								

Definem-se ainda como bemol e sustenido de uma nota os produtos da frequência dessa nota por $\frac{24}{25}$ ou $\frac{25}{24}$, respectivamente. Qual é a razão entre o **Lá** sustenido de uma oitava e o **Mi** bemol da oitava seguinte?

- $\frac{625}{864}$;
- $\frac{864}{625}$;
- $\frac{625}{432}$;
- $\frac{432}{625}$;
- depende da oitava adotada.

3. Considere os seguintes sons:

Som A: correspondente ao mugir de um boi.

Som B: correspondente ao relinchar de um cavalo.

É correto afirmar que

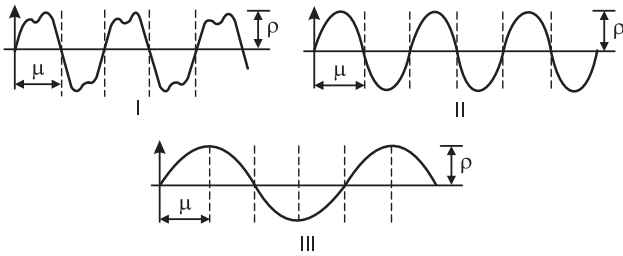
- o som **A** é mais forte que o som **B**.
- o som **A** tem a mesma forma de onda que o som **B**.
- o som **A** é mais baixo que o som **B**.
- o som **A** é constituído de ondas longitudinais, enquanto o som **B** é formado de ondas transversais.
- apenas o som **A** pode propagar-se no vácuo.

4. (**UEL**) – Considere a proposição a seguir: “A qualidade que mais diferencia a voz de um homem da de uma mulher é que, geralmente, a do homem é mais e forte que a da mulher, que é mais e fraca.”

A proposição acima torna-se fisicamente correta se as lacunas forem preenchidas, respectivamente, por

- máscula e feminil;
- grave e aguda;
- seca e timbrada;
- alta e baixa;
- máscula e musical.

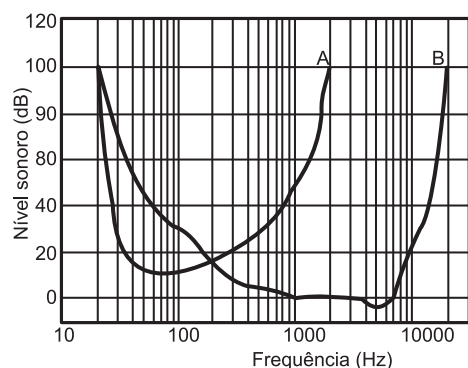
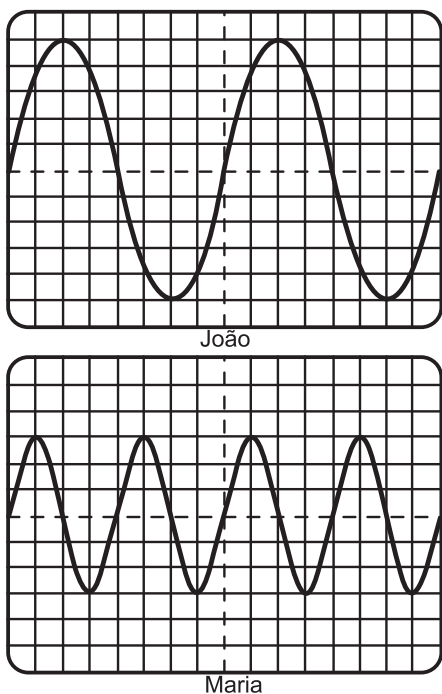
5. (**UFOP**) – As figuras representam ondas sonoras que se propagam no ar.



A afirmativa correta é:

- O som produzido pela onda I possui o mesmo timbre do produzido pela onda II.
- O som produzido pela onda III é mais alto que o produzido pela onda II.
- O som produzido pela onda II possui maior intensidade que o da onda III.
- As figuras I e II representam ondas de um mesmo instrumento.
- As velocidades de propagação das ondas I e II, no ar, são diferentes.

6. João assovia em um microfone ligado a um osciloscópio, e o perfil da onda sonora está representado a seguir. Maria assovia no mesmo microfone, e o perfil da onda sonora também está representado a seguir.



- Que frequências o indivíduo **A** consegue ouvir melhor que o indivíduo **B**?
- Qual a intensidade I mínima de um som (em W/m^2) que causa dor em um ser humano?
- Um beija-flor bate as asas 100 vezes por segundo, emitindo um ruído que atinge o ouvinte com um nível de 10dB. Quanto a intensidade I deste ruído precisa ser amplificada para ser audível para o indivíduo **B**?

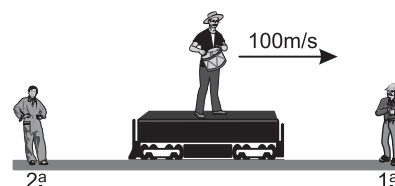
Módulo 30 – Efeito Doppler-Fizeau

- (PUC) – Uma fonte sonora em repouso, situada no ar em condições normais de temperatura e pressão, emite a nota la_1 (frequência de 440Hz). Um observador, movendo-se sobre uma reta que passa pela fonte, escuta a nota la_2 (frequência 880Hz). Supondo que a velocidade de propagação do som no ar tem módulo igual a 340m/s, podemos afirmar que o observador
 - aproxima-se da fonte com velocidade de módulo 340 m/s;
 - afasta-se da fonte com velocidade de módulo 340 m/s;
 - aproxima-se da fonte com velocidade de módulo 640 m/s;
 - afasta-se da fonte com velocidade de módulo 640 m/s;
 - aproxima-se da fonte com velocidade de módulo 880 m/s.

- (FUVEST) – Um vagão desloca-se sem atrito sobre trilhos retilíneos horizontais carregando um homem e um tambor. A velocidade do trem em relação ao solo tem módulo igual a 100m/s. O homem sobre o trem bate no tambor em intervalos regulares de um segundo. Duas outras pessoas paradas sobre os trilhos ouvem as batidas do tambor, a primeira situada diretamente no sentido em que se move o trem, e a segunda no sentido oposto.

Supondo ausência de vento, determine

- o intervalo de tempo em segundos entre duas batidas consecutivas ouvidas pela primeira pessoa;
- o número de batidas do tambor ouvidas por segundo pela segunda pessoa.



Dado: módulo da velocidade do som = 400m/s.

Supondo que durante a experiência os controles do osciloscópio foram mantidos inalterados, aponte a alternativa correta:

- João assoviou mais alto que Maria, porém mais fraco.
- João assoviou mais alto que Maria e também mais forte.
- João assoviou mais baixo que Maria, porém mais forte.
- João assoviou mais baixo que Maria e também mais fraco.
- João assoviou com a mesma altura e com a mesma amplitude do assovio de Maria.

7. Um observador portando um decibelímetro (aparelho para medir nível sonoro em decibel) observa que, estando a 5,0m de uma fonte sonora, recebe 80dB. A que distância esse observador deve ficar da fonte, para que o nível sonoro caia para 60dB? Supor a onda sonora propagando-se com potência constante.

8. (UNICAMP) – É usual medirmos o nível de uma fonte sonora em decibels (dB). O nível em dB é relacionado à intensidade I da fonte pela fórmula

$$\text{Nível sonoro (dB)} = 10 \log_{10} \frac{I}{I_0}$$

em que $I_0 = 10^{-12} \text{W/m}^2$ é um valor padrão de intensidade muito próximo do limite de audibilidade humana.

Os níveis sonoros necessários para uma pessoa ouvir variam de indivíduo para indivíduo. No gráfico a seguir, estes níveis estão representados em função da frequência do som para dois indivíduos, **A** e **B**. O nível sonoro acima do qual um ser humano começa a sentir dor é aproximadamente 120dB, independentemente da frequência.

3. (UNIP) – Uma fonte de ondas mecânicas (F) está emitindo infra-sons de frequência 17Hz.

A fonte está em repouso, em relação ao solo, e um observador aproxima-se da fonte com velocidade constante de intensidade V_0 , em relação ao solo e direcionada para F.

Sabe-se que a velocidade dos infra-sons no ar tem módulo igual a 340m/s e que a faixa de frequências audíveis pelo observador é de 20Hz a 20000Hz. O mínimo valor de V_0 para que os infra-sons se transformem em som audível é de:

- a) 60km/h b) 216km/h c) 180km/h
d) 90km/h e) 16km/h

4. (EFOMM) – Um passageiro, parado à beira de um trecho retilíneo da estrada, observa um ônibus que se aproxima e ouve o som produzido pela sucessão das explosões do motor (ronco do motor). Ao passar pelo passageiro, a frequência do som que ele ouve passa a ser $7/8$ da frequência anterior. Se o módulo da velocidade de propagação do som no ar é de 345m/s, qual é o módulo da velocidade do ônibus?

5. Uma fonte sonora de frequência f , deslocando-se em linha reta com velocidade constante, passa por um observador parado. O observador verifica que as frequências f_1 , recebida quando a fonte se aproxima, e f_2 , recebida quando ela se afasta, apresentam um intervalo de duas oitavas na escala musical.

Análise as proposições:

- I. $f_1/f_2 = 16$
II. A fonte sonora tem velocidade igual $3/5$ da velocidade do som.

III. A fonte sonora tem velocidade supersônica.

Responda mediante o código:

- a) Se somente I for correta.
b) Se somente II for correta.
c) Se somente III for correta.
d) Se I, II e III forem corretas.
e) Se I, II e III forem incorretas.

6. No esquema abaixo, A é uma ambulância que se move a 108km/h e C é um carro que se move em sentido oposto ao da ambulância, com velocidade 36 km/h.

A ambulância, tocando sirena, emite um som de frequência 900Hz. Se a velocidade do som no ar (suposto parado) tem módulo igual a 330m/s, calcule a frequência aparente do som ouvido pelo motorista de C.



- a) antes do cruzamento de seu carro com a ambulância;
b) depois do cruzamento de seu carro com a ambulância.

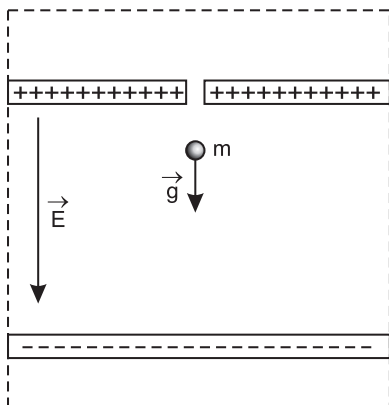
7. Um automóvel e uma ambulância movem-se numa estrada retilínea, lado a lado e no mesmo sentido, com velocidades constantes de módulos iguais a 72 km/h. A sirena da ambulância emite um som de frequência igual a 1280Hz. A partir de certo instante, o motorista do automóvel imprime ao seu veículo uma aceleração de intensidade $1,0 \text{ m/s}^2$ no sentido do movimento. Sabendo-se que a velocidade de propagação do som no ar tem módulo igual a 340 m/s, determinar a distância percorrida pelo automóvel até seu motorista ouvir um som de frequência igual a 1240Hz. Admite-se que o ar esteja em repouso em relação à Terra, à qual são referidas as velocidades mencionadas.

8. Uma fonte sonora de frequência igual a 440Hz oscila em movimento harmônico simples de amplitude 0,20m e pulsação 550rad/s. Considere um observador em repouso num ponto do prolongamento da trajetória da fonte. Supondo que o som se propague no meio com velocidade de módulo 330m/s, determine os limites da faixa de frequências percebidas pelo observador.

EXERCÍCIOS RESOLVIDOS

Módulos 49 e 50 – Campo Elétrico Uniforme

1. (UNESP) – Um dispositivo para medir a carga elétrica de uma gota de óleo é constituído de um capacitor polarizado no interior de um recipiente convenientemente vedado, como ilustrado na figura.

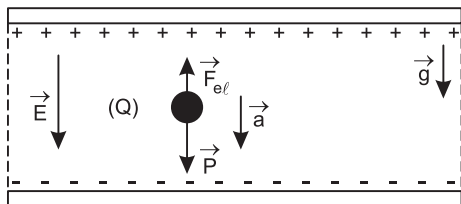


A gota de óleo, com massa m , é abandonada a partir do repouso no interior do capacitor, onde existe um campo elétrico uniforme $\vec{E}$. Sob ação da gravidade e do campo elétrico, a gota inicia um movimento de queda com aceleração $0,2g$, onde g é o módulo da aceleração da gravidade. O valor absoluto (módulo) da carga pode ser calculado através da expressão

- a) $Q = 0,8 \text{ mg/E}$.
 c) $Q = 1,2 \text{ m/gE}$.
 e) $Q = 0,8 \text{ E/mg}$.

- b) $Q = 1,2 \text{ E/mg}$.
 d) $Q = 1,2 \text{ mg/E}$.

Resolução



Como o módulo da aceleração da gota de óleo é menor que o módulo da aceleração da gravidade ($a = 0,2g$), concluímos que a força elétrica deve ter sentido oposto ao do peso. Logo, a carga deve ter sinal negativo ($Q < 0$).

Sendo $\vec{F}_{el}$ a força elétrica na partícula:

$$F_{el} = |Q| E$$

Na partícula, temos:

$$F_{res} = m a$$

$$P - F_{el} = m a$$

$$mg - |Q| E = m a$$

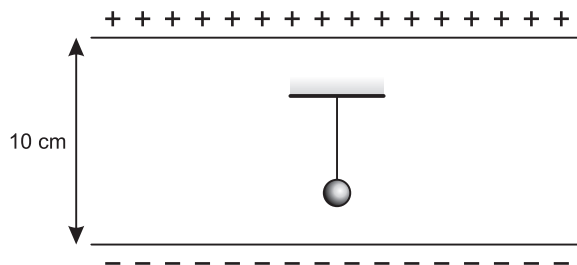
Isolando-se a carga elétrica, temos:

$$|Q| = \frac{mg - ma}{E} \Rightarrow |Q| = \frac{mg - m \cdot 0,2g}{E}$$

$$|Q| = \frac{0,8mg}{E}$$

Resposta: A

2. (VUNESP-FAMECA-Modificada) – Duas placas paralelas, planas e infinitas, distanciadas de 10cm, estão carregadas com cargas de mesma intensidade e sinais opostos, conforme mostra a figura. Uma pequena esfera de massa $m = 1\text{g}$ e carga de $+2\mu\text{C}$ encontra-se em equilíbrio entre as duas placas, presa a um fio isolante e inextensível, de tal forma a não encostar nas placas.



Sabendo que a força de tração T exercida pela esfera no fio vale $0,03\text{N}$ e que $g = 10\text{m/s}^2$, determine:

- a) a intensidade do campo elétrico E .
 b) a ddp entre as placas.

Resolução

a) Na esferinha agem:

$\vec{T}$ = força de tração do fio

$\vec{F}$ = força elétrica

$\vec{P}$ = peso

Temos:

$$F = q \cdot E$$

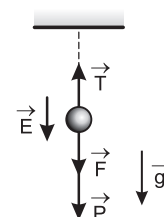
$$P = m \cdot g$$

No equilíbrio:

$$T = P + F$$

$$T = m \cdot g + q \cdot E$$

$$0,03 = (1 \cdot 10^{-3}) \cdot 10 + (2 \cdot 10^{-6}) \cdot E$$



$$3 \cdot 10^{-2} = 1 \cdot 10^{-2} + (2 \cdot 10^{-6}) \cdot E$$

$$E = \frac{2 \cdot 10^{-2}}{2 \cdot 10^{-6}} \text{ (V/m)} \Rightarrow \boxed{E = 1 \cdot 10^4 \text{ V/m}}$$

b) Cálculo da ddp

$$E \cdot d = U$$

$$U = (1 \cdot 10^4) \cdot (10 \cdot 10^{-2}) \Rightarrow \boxed{U = 1000 \text{ V}}$$

Respostas: a) $1 \cdot 10^4 \text{ V/m}$

b) $1 \cdot 10^3 \text{ V}$

3. **(CEFET-SP)** – Analise as afirmativas sobre o movimento de cargas elétricas sob a influência de campos elétricos e (ou) magnéticos, ambos uniformes.

I. Quando uma partícula eletrizada é lançada paralelamente às linhas de um campo elétrico uniforme isolado ela terá velocidade crescente;

II. Quando uma partícula eletrizada é lançada paralelamente às linhas de um campo magnético uniforme isolado ela terá movimento uniforme;

III. Quando uma partícula eletrizada é lançada perpendicularmente às linhas de um campo elétrico uniforme isolado ela terá trajetória parabólica;

IV. Quando uma partícula eletrizada é lançada perpendicularmente às linhas de um campo magnético uniforme isolado ela descreverá um arco de circunferência;

V. É impossível uma partícula eletrizada descrever MRU, se for lançada perpendicularmente em região onde haja presença de campo elétrico e magnético uniforme isolado ao mesmo tempo.

Sobre as afirmativas, podemos dizer:

a) São verdadeiras apenas as afirmativas II e III;

b) São verdadeiras apenas as afirmativas IV e V;

c) São verdadeiras apenas as afirmativas II, III e IV;

d) São verdadeiras apenas as afirmativas III, IV e V;

e) São verdadeiras apenas as afirmativas II e IV.

Resolução

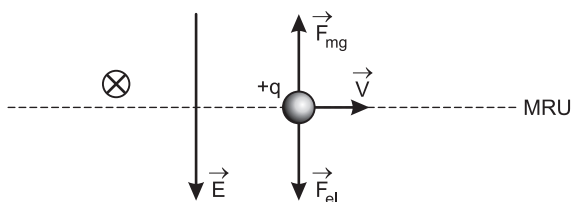
I. ERRADA. Pode ser acelerada ou freada pela força elétrica.

II. CORRETA. Não haverá força magnética.

III. CORRETA. A força elétrica permanece constante.

IV. CORRETA. A força magnética será centrípeta.

V. ERRADA. Eis um contra exemplo:



Basta fazer $|\vec{F}_{el}| = |\vec{F}_{mg}|$

Resposta: C

Módulo 51 – Capacitores

4. **(PUCC)** – O campo elétrico entre as armaduras de um capacitor plano eletrizado é uniforme.

Um capacitor plano a vácuo, cuja distância entre as suas armaduras é de 5,0cm, tem capacitância de $4,0 \cdot 10^{-10} \text{ F}$ e está carregado com carga de $6,0 \mu\text{C}$. O campo elétrico entre as armaduras desse capacitor, suposto constante, tem intensidade, em V/m, de

a) $1,0 \cdot 10^5$

b) $2,0 \cdot 10^5$

c) $3,0 \cdot 10^5$

d) $4,0 \cdot 10^5$

e) $5,0 \cdot 10^5$

Resolução

$$\left. \begin{array}{l} Q = C \cdot U \\ E \cdot d = U \end{array} \right\} Q = C \cdot E \cdot d$$

$$E = \frac{Q}{C \cdot d} = \frac{6,0 \cdot 10^{-6}}{4,0 \cdot 10^{-10} \cdot 5,0 \cdot 10^{-2}}$$

$$\boxed{E = 3,0 \cdot 10^5 \text{ N/C}}$$

Resposta: C

5. **(UESPI)** – Considere um capacitor de capacitância $60 \text{ fF} = 60 \cdot 10^{-15} \text{ F}$, utilizado num “chip” da memória RAM de um computador. Quando a diferença de potencial entre as placas do capacitor é de 3,2V, qual a ordem de grandeza do número de elétrons em excesso na placa negativa? Dado: o módulo da carga de um elétron é $1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$.

a) 10^2

b) 10^4

c) 10^6

d) 10^8

e) 10^{10}

Resolução

O símbolo fF significa femtofarad

$$1 \text{ femto} = 10^{-15}$$

$$Q = C \cdot U$$

$$Q = (60 \cdot 10^{-15}) \cdot (3,2) \text{ (coulomb)}$$

$$Q = 192 \cdot 10^{-15} \text{ C}$$

Sendo $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ o valor da carga elementar:

$$Q = n \cdot e$$

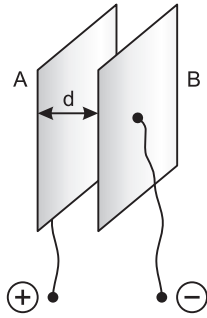
$$n = \frac{Q}{e} = \frac{192 \cdot 10^{-15}}{1,6 \cdot 10^{-19}} = 120 \cdot 10^4$$

$$n = 1,2 \cdot 10^6 \text{ elétrons}$$

$$\boxed{\text{OG} = 10^6}$$

Resposta: C

6. **(UEM)** – Considere um condensador plano com placas retangulares. Se as placas fossem mantidas paralelas uma a outra e, a seguir, afastadas por uma distância Δx , a capacitância



- a) diminuiria, pois a área das superfícies diminui.
- b) aumentaria, pois a área das superfícies aumenta.
- c) diminuiria, pois essa depende da distância entre as placas.
- d) aumentaria, pois essa depende da distância entre as placas.
- e) permaneceria a mesma, pois essa independe da distância entre as placas.

Resolução

A capacitância C é dada por:

$$C = \frac{\epsilon_0 \cdot A}{d}$$

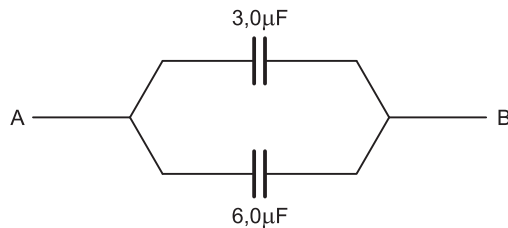
Aumentando-se a distância, aumentamos o denominador e diminuimos a fração.

A capacitância C diminuiria.

Resposta: C

Módulo 52 – Associação de Capacitores

7. Calcule a capacitância equivalente entre A e B, na figura.



Resolução

$$C_{eq} = 3,0 \mu F + 6,0 \mu F$$

$$C_{eq} = 9,0 \mu F$$

8. (MACKENZIE-SP) – Dois capacitores, de capacidades $C_1 = 3 \text{ nF}$ e $C_2 = 2 \text{ nF}$, são associados em série e o conjunto é submetido à d.d.p. de 5 V. A carga elétrica armazenada por essa associação é:

- a) $2,4 \cdot 10^{-10} \text{ C}$
- b) $6,0 \cdot 10^{-10} \text{ C}$
- c) $3,0 \cdot 10^{-10} \text{ C}$
- d) $6,0 \cdot 10^{-9} \text{ C}$
- e) $12 \cdot 10^{-9} \text{ C}$

Resolução

Numa associação em série de dois capacitores, a capacitância equivalente é dada por:

$$C_{eq} = \frac{C_1 \cdot C_2}{C_1 + C_2}$$

Sendo: $C_1 = 3 \text{ nF}$ e $C_2 = 2 \text{ nF}$, vem

$$C_{eq} = \frac{3 \cdot 2}{3 + 2} \text{ (nF)} = 1,2 \text{ nF} = 1,2 \cdot 10^{-9} \text{ F}$$

Aplicando-se à associação uma ddp de 5 V, ambos os capacitores, inicialmente descarregados, adquirem uma mesma carga elétrica Q , dada por:

$$Q = C_{eq} \cdot U$$

$$Q = 1,2 \cdot 10^{-9} \cdot 5 \text{ (C)}$$

$$Q = 6,0 \cdot 10^{-9} \text{ C}$$

Resposta: D

Módulo 53 – Densidade e Pressão

9. (UFES)



A **Embraer** (Empresa Brasileira de Aeronáutica S. A.), instalada no Polo Tecnológico de São José dos Campos-SP, é uma das maiores empresas fabricantes de aviões do mundo.

A velocidade do ar acima das asas de um avião é maior do que a velocidade do ar abaixo delas. Por isso, a pressão sobre a superfície inferior das asas é maior do que a pressão sobre a superfície superior. Considerando-se que a diferença de pressão seja ΔP e que a área efetiva das asas seja A , calcule o módulo do empuxo dinâmico (força ascensional). A resposta correta é

- a) $A\Delta P$
- b) $\Delta P/A$
- c) $A/\Delta P$
- d) $gA\Delta P$
- e) $g\Delta P/A$

Resolução

$$\Delta P = \frac{F}{A}$$

$$F = A \Delta P$$

Resposta: A

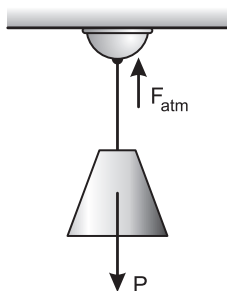
10. (UEPB) – Deseja-se utilizar uma ventosa, objeto similar a um desentupidor de uso doméstico, para pendurar um jarro com plantas ornamentais em uma sala, situada em uma casa ao nível do mar, cujo teto é bastante liso e resistente. Para realizar essa tarefa, considere as seguintes informações:

- $p_{\text{atm}} = 1,0 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ e $g = 10 \text{ m/s}^2$
- a massa do jarro com a planta é de, aproximadamente, 10kg;
- a ventosa tem massa desprezível e é esvaziada completamente (caso ideal)

Nesse contexto, para que a ventosa possa segurar esse jarro, a área mínima necessária dessa ventosa é de

- a) $1,0 \text{ cm}^2$ b) $5,0 \text{ cm}^2$ c) $10,0 \text{ cm}^2$
 d) $15,0 \text{ cm}^2$ e) $20,0 \text{ cm}^2$

Resolução



$$F_{\text{atm}} = P$$

$$p_{\text{atm}} \cdot A = m \cdot g$$

$$1,0 \cdot 10^5 \cdot A = 10 \cdot 10$$

$$A = 1,0 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$A = 1,0 \cdot 10^{-3} \cdot 10^4 \text{ cm}^2$$

$$A = 10,0 \text{ cm}^2$$

Resposta: C

Módulo 54 – Pressão Hidrostática e Lei de Stevin

11. (UFJF-MG) – O **mmHg** (milímetro de mercúrio) é uma unidade de medida de pressão porque

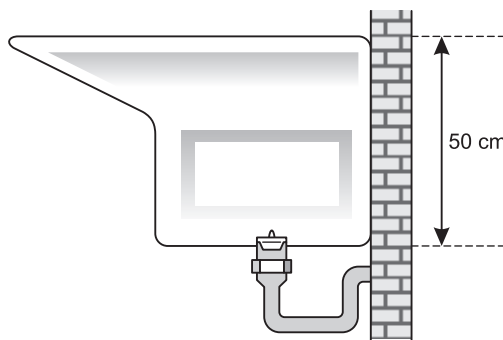
- a) equivale ao peso de uma coluna de mercúrio de 1 mm de diâmetro.
 b) equivale ao comprimento horizontal de 1 mm de mercúrio.
 c) equivale à pressão exercida por uma coluna de mercúrio de 1 mm de altura.
 d) equivale à pressão exercida por uma coluna de mercúrio de 1 mm de diâmetro.
 e) equivale ao peso de uma coluna de mercúrio de 1 mm de altura.

Resolução

$$p_H = \mu_M \cdot g \cdot H$$

Resposta: C

12. (UFTM-MG) – Todo tanque de lavar roupas possui uma tampa que permite a drenagem da água no momento desejado. Quando o tanque está vazio, a tampa, de peso desprezível, apenas se apóia nas paredes do ralo, sem exercer compressões laterais.



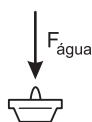
A força vertical para cima a ser aplicada sobre a tampa, a partir da qual é possível retirá-la do ralo que ela veda, quando o tanque está completamente cheio com apenas água, é, em N,

- a) 10 b) 15 c) 20 d) 30 e) 40

Considere:

- módulo da aceleração da gravidade, $g = 10 \text{ m/s}^2$
- densidade da água $= 1,0 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$
- pressão dentro da tubulação do esgoto igual à pressão atmosférica local
- área do disco que compõe a tampa $= 20 \text{ cm}^2$

Resolução



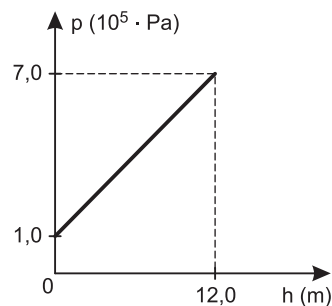
$$F_{\text{água}} = p_H \cdot A = \mu \cdot g \cdot H \cdot A$$

$$F_{\text{água}} = 1,0 \cdot 10^3 \cdot 10 \cdot 0,50 \cdot 20 \cdot 10^{-4} \text{ (N)}$$

$$F_{\text{água}} = 10 \text{ N}$$

Resposta: A

13. (VUNESP) – O gráfico a seguir ilustra os valores da pressão **p** medidos por um mergulhador no interior de certo líquido, em função da profundidade **h**.



Considerando-se a aceleração da gravidade com módulo igual a 10 m/s^2 , a massa específica desse líquido vale, em kg/m^3 ,

- a) $5,0 \cdot 10^2$. b) $2,5 \cdot 10^3$. c) $4,0 \cdot 10^3$.
 d) $5,0 \cdot 10^3$. e) $1,0 \cdot 10^4$.

Resolução

$$p = p_{\text{atm}} + \mu \cdot g \cdot h$$

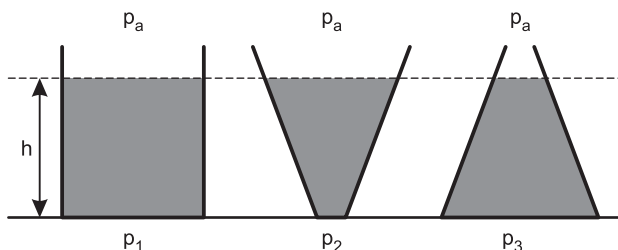
$$7,0 \cdot 10^5 = 1,0 \cdot 10^5 + \mu \cdot 10 \cdot 12,0$$

$$6,0 \cdot 10^5 = \mu \cdot 1,2 \cdot 10^2$$

$$\mu = 5,0 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$$

Resposta: D

14. (UFRGS-RS) – Na figura abaixo, estão representados, em corte lateral, três recipientes de base circular que foram preenchidos com o mesmo líquido até uma altura h . As superfícies do líquido em cada recipiente estão submetidas à pressão atmosférica p_a .



Na figura, p_1 , p_2 e p_3 indicam os valores da pressão no fundo dos recipientes. Nessa situação, pode-se afirmar que

- a) $p_1 > p_2 > p_3$. b) $p_1 = p_2 > p_3$. c) $p_1 = p_2 = p_3$.
d) $p_1 = p_2 < p_3$. e) $p_1 < p_2 < p_3$.

Resolução

A pressão no fundo de cada recipiente é dada por:

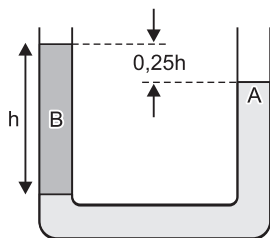
$$p = p_a + \mu g h$$

Como se trata do mesmo líquido (mesmo μ) e da mesma altura h , as pressões serão iguais. O fato de a pressão e, consequentemente, a força exercida no fundo do recipiente ($F = p A$) não dependerem do formato do recipiente nem da quantidade de líquido é chamado **paradoxo hidrostático**.

Resposta: C

Módulo 55 – Aplicações da Lei de Stevin

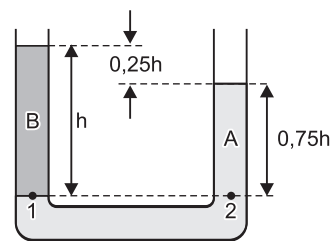
15. (UNIFESP) – Um fluido A, de massa específica ρ_A , é colocado em um tubo curvo aberto, onde já existe um fluido B, de massa específica ρ_B . Os fluidos não se misturam e, quando em equilíbrio, B preenche uma parte de altura h do tubo. Neste caso, o desnível entre as superfícies dos fluidos, que se encontram à pressão atmosférica, é de $0,25 h$. A figura ilustra a situação descrita.



Considerando-se que as interações entre os fluidos e o tubo sejam desprezíveis, pode-se afirmar que a razão ρ_B / ρ_A é

a) 0,75. b) 0,80. c) 1,0. d) 1,3. e) 1,5.

Resolução



Os pontos (1) e (2) pertencem ao mesmo líquido A e ao mesmo plano horizontal e, por isso, de acordo com a lei de Stevin, suportam a mesma pressão:

$$p_1 = p_2$$

$$p_{\text{atm}} + \rho_A g h_A = p_{\text{atm}} + \rho_B g h_B$$

$$\rho_A h_A = \rho_B h_B$$

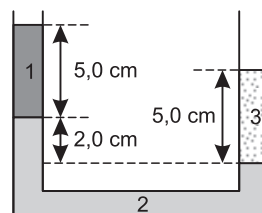
$$\rho_A \cdot 0,75 h = \rho_B \cdot h$$

Da qual:

$$\frac{\rho_B}{\rho_A} = 0,75$$

Resposta: A

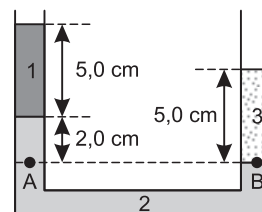
16. (AFA) – A figura mostra como três líquidos imiscíveis, de densidades diferentes, se dispõem em um tubo em U, em equilíbrio hidrostático.



Sendo dadas as densidades do líquido 1 igual a $0,5 \text{ g/cm}^3$ e a do líquido 3 igual a $2,5 \text{ g/cm}^3$, a densidade do líquido 2, em g/cm^3 , será igual a:

- a) 5,0 b) 6,5 c) 7,0 d) 8,0

Resolução



$$p_A = p_B$$

$$p_{\text{atm}} + \mu_1 g h_1 + \mu_2 g h_2 = p_{\text{atm}} + \mu_3 g h_3$$

$$\mu_1 h_1 + \mu_2 h_2 = \mu_3 h_3$$

$$0,5 \cdot 5,0 + \mu_2 \cdot 2,0 = 2,5 \cdot 5,0$$

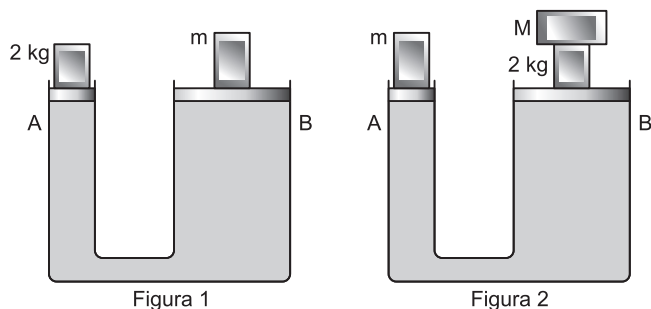
$$2,0\mu_2 = 12,5 - 2,5$$

$$\mu_2 = 5,0\text{g/cm}^3$$

Resposta: A

Módulo 56 – Lei de Pascal e Princípio de Arquimedes

17. (VUNESP-FMJ) – No sistema de vasos comunicantes da figura, a área da secção transversal do ramo B é cinco vezes maior que a do ramo A e ambos são fechados por dois êmbolos de massas desprezíveis. Um fluido incompressível está confinado na região limitada pelos êmbolos. Inicialmente, coloca-se sobre o êmbolo do ramo A uma caixa de massa 2 kg e, para mantê-la em equilíbrio, é necessário colocar sobre o êmbolo do ramo B uma caixa de massa m , desconhecida (Figura 1). Em seguida, inverte-se a posição das caixas e, nessa nova situação, para continuar mantendo o equilíbrio, é necessário colocar outra caixa de massa M sobre a de massa 2 kg (Figura 2).



A massa M , em kg, vale

- a) 4 b) 6 c) 12 d) 24 e) 48

Resolução

Lei de Pascal:

$$\Delta p_A = \Delta p_B$$

$$\frac{P_A}{S_A} = \frac{P_B}{S_B}$$

$$\frac{P_B}{P_A} = \frac{S_B}{S_A} = 5$$

$$P_B = 5 p_A \Rightarrow M_B = 5 M_A$$

Fig. 1: $m = 10\text{kg}$

Fig. 2: $M + 2\text{kg} = 5m = 50\text{kg}$

$$M = 48\text{kg}$$

Resposta: E

18. (UERJ) – Duas boias de isopor, B_1 e B_2 , esféricas e homogêneas, flutuam em uma piscina. Seus volumes submersos correspondem, respectivamente, a V_1 e V_2 , e seus raios obedecem à relação $R_1 = 2R_2$.

A razão $\frac{V_1}{V_2}$ entre os volumes submersos é dada por:

- a) 2 b) 3 c) 4 d) 8

Resolução

Na condição de equilíbrio:

$$E = P$$

$$\mu_a V_i g = m g$$

$$V_i = \frac{m}{\mu_a}$$

Como as boias são esféricas e homogêneas, temos:

$$m = \mu \frac{4}{3} \pi R^3$$

$$R_1 = 2 R_2 \Rightarrow m_1 = 8m_2 \Rightarrow V_1 = 8V_2$$

Resposta: D

Módulo 57 – Aplicação de Arquimedes

19. (UFABC-SP)

Aberta a temporada para avistar baleias na Praia do Forte, no litoral da Bahia

Balança horrores. Há momentos em que a gente pensa ter sido enganado: ‘Será que o antienjão era placebo?’ Olha-se para lá, olha-se para cá. De repente, uma fumacinha de água no meio da imensidão é a salvação da lavoura. Todos correm para aquela direção. Dá uma sensação de que o barco vai virar. Que nada. Quando menos se espera elas aparecem. Enormes, geralmente em dupla ou acompanhadas de um filhote. Sair para um ‘whale-whatching’ – em bom baianês, baleiada – é uma baita aventura. Não pense que a massa – elas chegam a atingir 40 toneladas, distribuídas em até 16 metros – seja um empecilho para essas danadas se exibirem.

(Revista da Folha, Ed. n.º 828, de 03.08.2008. Adaptado)

Considere que uma baleia, durante sua “exibição”, permaneça em repouso por alguns segundos, com 1/5 do volume de seu corpo fora da água.

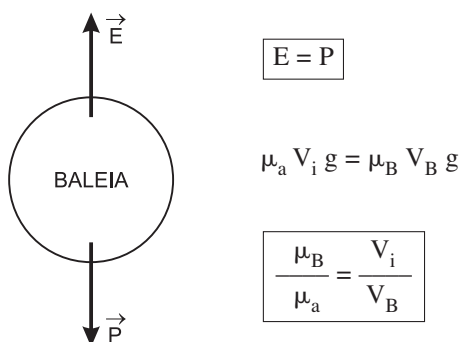


Admitindo-se que a densidade da água do mar seja $1,00\text{g/cm}^3$, a densidade da baleia, nessa situação, vale, em g/cm^3 ,

- a) 0,10. b) 0,20. c) 0,50. d) 0,80. e) 1,20.

Resolução

Na situação de repouso, a força resultante na baleia é nula e o empuxo aplicado pela água vai equilibrar o seu peso.



O volume emerso é $\frac{1}{5}$ do volume da baleia e, portanto, o

volume imerso é $\frac{4}{5}$ do volume da baleia.

$$\frac{\mu_B}{1,00} = \frac{4}{5}$$

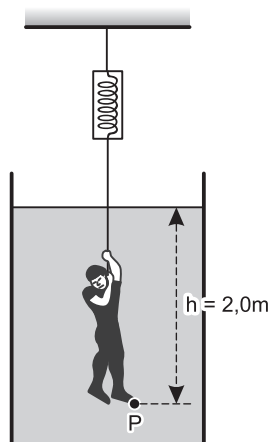
$$\mu_B = 0,80\text{g/cm}^3$$

Resposta: D

20. (UNIFESP) – Uma pessoa com massa de 80 kg, suspensa por um cabo de massa e volume desprezíveis, atado a um dinamômetro, é colocada em um tanque com água de tal forma que fique ereta, na posição vertical e completamente imersa. Considerando-se que a massa específica da água é de $1,0 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$, que a pressão atmosférica local é de $1,0 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$ e a aceleração da gravidade tem módulo $g = 10 \text{ m/s}^2$ e que a água e a pessoa estão em repouso em relação ao tanque, calcule:

- a) a pressão externa nos pés dessa pessoa, que se encontram 2,0 m abaixo do nível da água.
b) o volume da pessoa, se o peso aparente registrado pelo dinamômetro é de 40 N.

Resolução



a) $p_P = p_{\text{atm}} + \mu_a g h$

$$p_P = 1,0 \cdot 10^5 + 1,0 \cdot 10^3 \cdot 10 \cdot 2,0 \text{ (Pa)}$$

$$p_P = 1,2 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

b)



1) $F_{\text{din}} = P_{\text{ap}} = P - E$

$$40 = 800 - E$$

$$E = 760\text{N}$$

2) Lei de Arquimedes:

$$E = \mu_a V g$$

$$760 = 1,0 \cdot 10^3 \cdot V \cdot 10$$

$$V = 760 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$$

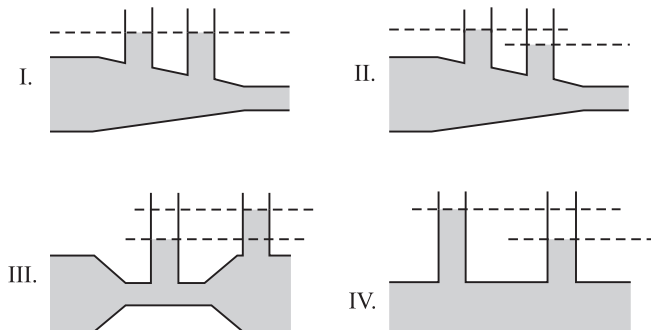
$$V = 7,6 \cdot 10^{-2} \text{ m}^3$$

Respostas: a) $1,2 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ ou $1,2 \text{ atm}$

b) $7,6 \cdot 10^{-2} \text{ m}^3$ ou 76 litros

Módulo 58 – Noções de Hidrodinâmica

21. (UFSM-RS) – As figuras representam seções de canalizações por onde flui, da esquerda para a direita, sem atrito e em regime estacionário, um líquido incompressível. Além disso, cada seção apresenta duas saídas verticais para a atmosfera, ocupadas pelo líquido até as alturas indicadas.



As figuras em acordo com a realidade física são

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

Resolução

De acordo com o Princípio de Bernoulli, para escoamentos horizontais, temos

$$p + \frac{\mu V^2}{2} = \text{constante}$$

Quando a secção diminui, a velocidade do fluido aumenta (equação da continuidade) e, portanto, a pressão diminui e a altura no medidor de pressão é menor (II correto).

Quando a secção aumenta, a velocidade diminui, a pressão aumenta e a altura no medidor é maior (III correto).

Resposta: A

22. (UFBA) – Um experimento interessante e de fácil execução pode ser realizado com uma fita de papel. Esse experimento consiste em aproximar a fita do lábio inferior e soprá-la, verificando-se, então, que ela se eleva.



Considerando-se que o papel utilizado tem a gramatura (massa por unidade de área) igual a $75,0\text{g/m}^2$ e espessura desprezível,

que o módulo da aceleração da gravidade local é igual a $10,0\text{m/s}^2$ e que a densidade do ar é de $1,30\text{kg/m}^3$,

- a) explique por que o papel se eleva;
b) calcule a intensidade da força resultante, por unidade de área, em um ponto do papel, quando alguém sopra a fita com velocidade de módulo $2,0\text{m/s}$.

Resolução



De acordo com a lei de Bernoulli:

$$p_1 + \mu g h_1 + \mu \frac{V_1^2}{2} = p_2 + \mu g h_2 + \mu \frac{V_2^2}{2}$$

Como $h_1 = h_2$ (espessura do papel desprezível), vem:

$$p_1 + \mu \frac{V_1^2}{2} = p_2 + \mu \frac{V_2^2}{2}$$

$$p_2 - p_1 = \frac{\mu}{2} (V_1^2 - V_2^2)$$

Sendo $V_2 = 0$ e $V_1 = 2,0\text{m/s}$, vem:

$$p_2 - p_1 = \frac{1,30}{2} \cdot 4,0 \text{ (Pa)} = 2,60\text{Pa}$$

Esta diferença de pressão origina uma força vertical para cima que é responsável pela elevação do papel.

- b) 1) A massa da área A é dada por:

$$\sigma = \frac{m}{A}$$

$$m = \sigma \cdot A$$

- 2) A força resultante tem intensidade F_R dada por:

$$F_R = F_{\text{ar}} - P$$

$$F_R = (p_2 - p_1)A - \sigma A g$$

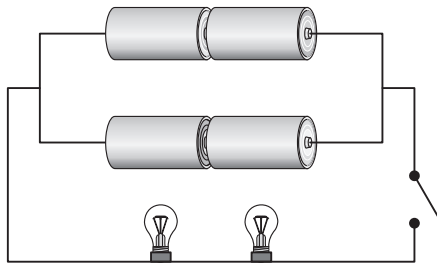
$$\frac{F_R}{A} = 2,60 \cdot 1,0 - 75,0 \cdot 10^{-3} \cdot 10,0$$

$$\frac{F_R}{A} = 2,60 - 0,75 \text{ (N)}$$

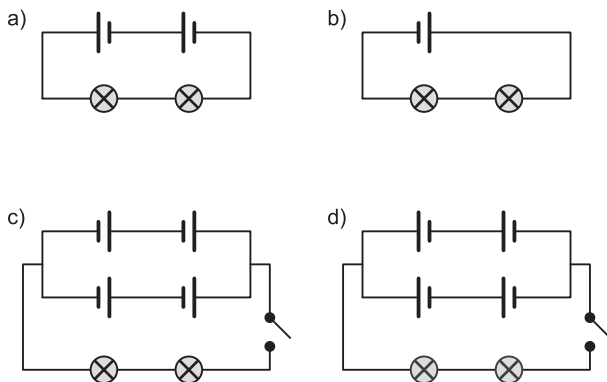
$$\frac{F_R}{A} = 1,85 \text{ N/m}^2$$

Módulo 59 – Circuitos residenciais

23. (MODELO ENEM) – Um conjunto de pilhas de lanterna é associado como ilustra a figura e alimenta um conjunto de pequenas lâmpadas.



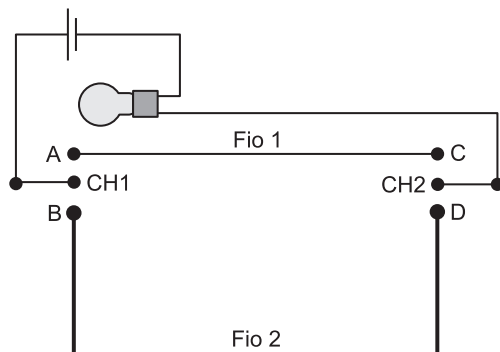
A representação esquemática desse circuito está corretamente apresentada em:



Resolução

O circuito está corretamente esquematizado na **alternativa C**.

24. (UFABC-MODELO ENEM) – Hoje é muito comum, em instalações elétricas residenciais, o uso de interruptores paralelos, aqueles que permitem ligar e desligar uma lâmpada quando colocados em paredes diferentes. A figura mostra um esquema com duas chaves, CH1 e CH2, representando esses interruptores, uma lâmpada e uma fonte de tensão constante, todos ideais. O fio 1 e o fio 2 são feitos do mesmo material, porém o comprimento do fio 2 e sua área de seção transversal são duas vezes maiores que os do fio 1. A chave CH1 pode ser conectada aos pontos A e B, e a chave CH2 pode ser conectada aos pontos C e D.



Para estudar o funcionamento desse circuito, foram feitos dois experimentos:

1º experimento: CH 1 ligada em A e CH 2 ligada em C.

2º experimento: CH 1 ligada em B e CH 2 ligada em D.

Pode-se afirmar, corretamente, que

- a) no 1º experimento, a lâmpada brilha mais que no 2º experimento.
- b) no 1º experimento, a lâmpada brilha da mesma forma que no 2º experimento.
- c) no 2º experimento, a intensidade de corrente elétrica que passa pela lâmpada é quatro vezes maior que no 1º experimento.
- d) no 2º experimento, a intensidade de corrente elétrica que passa pela lâmpada é duas vezes maior que no 1º experimento.
- e) no 1º experimento, a potência dissipada pela lâmpada é o dobro que no 2º experimento.

Resolução

Resistência elétrica do fio 1:

$$R_1 = \rho \frac{\ell}{A}$$

ρ – resistividade do fio

ℓ – comprimento do fio

A – Área da seção transversal.

Resistência elétrica do fio 2:

$$R_2 = \rho \frac{2\ell}{2A} = \frac{\rho\ell}{A} = R_1$$

Sendo $R_1 = R_2$ e a fonte de tensão de valor constante, concluímos que a lâmpada brilha da mesma forma nos dois experimentos.

Resposta: B

Módulo 60 – Exercícios Gerais de Eletrostática e Eletromagnetismo

25. (UEL-MODELO ENEM) – A definição do padrão digital para as transmissões televisivas e as novas tecnologias têm proporcionado a oferta de dois novos tipos de aparelhos televisores já adequados a sinais digitais: o modelo com tela de plasma e o com tela de cristal líquido. Para realizar uma comparação entre o consumo de energia elétrica das duas novas tecnologias, consultou-se a ficha técnica de dois aparelhos televisores, ambos de mesmo fabricante, com telas de 42 polegadas.

Os dados obtidos foram:

TV com tela de plasma:

Tensão 127V; frequência 50 ~ 60Hz; corrente 2,21A.

TV com tela de cristal líquido:

Tensão 127V; frequência 50 ~ 60Hz; corrente 1,65A.

Qual será o consumo de energia elétrica realizado, em kWh, no período de 30 dias de cada um dos aparelhos, supondo que cada um deles fique ligado durante 6 horas por dia?

a) TV com tela de plasma, 37,72kWh;
TV com tela de cristal líquido, 50,52 kWh.

b) TV com tela de plasma, 8,42 kWh;
TV com tela de cristal líquido, 6,28 kWh.

c) TV com tela de plasma, 6,28 kWh;
TV com tela de cristal líquido, 8,42 kWh.

d) TV com tela de plasma, 25,26 kWh;
TV com tela de cristal líquido, 18,86 kWh.

e) TV com tela de plasma, 50,52 kWh;
TV com tela de cristal líquido, 37, 72 kWh.

Resolução

TV de plasma: $E_{el_1} = P_1 \cdot \Delta t$

$$E_{el_1} = i_1 U \cdot \Delta t$$

$$E_{el_1} = \underbrace{\frac{2,21 \cdot 127}{1000}}_{\text{kW}} \cdot \underbrace{(30 \cdot 6)}_{\text{h}} \cong \boxed{50,52\text{kWh}}$$

TV de LCD: $E_{el_2} = P_2 \cdot \Delta t$

$$E_{el_2} = \underbrace{\frac{1,65 \cdot 127}{1000}}_{\text{kW}} \cdot \underbrace{(30 \cdot 6)}_{\text{h}} \cong \boxed{37,72\text{kWh}}$$

Resposta: E

26. (FATEC-MODELO ENEM) – Um fio de extensão está ligado numa tomada de 110V. Esse fio de extensão tem três saídas, nas quais estão ligados um aquecedor de 500W, uma lâmpada de 100W e um secador de cabelos de 200W. Esses aparelhos estão ligados em paralelo e permanecem funcionando por 5,0 minutos.

O valor aproximado da corrente elétrica que passa pelo fio e o gasto de energia com esses três aparelhos, quando funcionando simultaneamente, após 5,0 minutos, são, respectivamente:

a) 1A e $8,3 \cdot 10^5 \text{J}$

b) 2A e $7,2 \cdot 10^5 \text{J}$

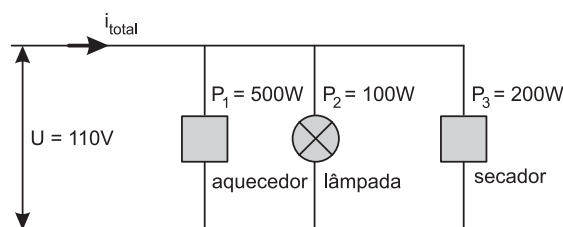
c) 4A e $5,4 \cdot 10^5 \text{J}$

d) 7A e $2,4 \cdot 10^5 \text{J}$

e) 10A e $1,2 \cdot 10^5 \text{J}$

e) 10A e $1,2 \cdot 10^5 \text{J}$

Resolução



$$P_{\text{total}} = U \cdot i_{\text{total}}$$

$$P_1 + P_2 + P_3 = U \cdot i_{\text{total}}$$

$$500 + 100 + 200 = 110 \cdot i_{\text{total}}$$

$$i_{\text{total}} = \frac{800}{110} (\text{A}) \Rightarrow i_{\text{total}} \cong 7,3\text{A} \Rightarrow \boxed{i_{\text{total}} \cong 7\text{A}}$$

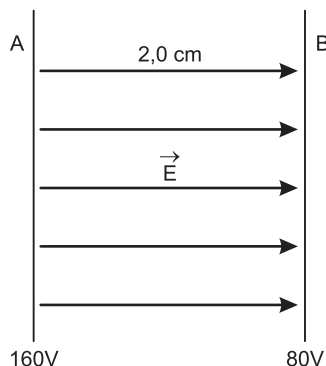
$$E_{el} = P_{\text{total}} \cdot \Delta t$$

$$E_{el} = 800 \cdot 5,0 \cdot 60 (\text{J}) \Rightarrow \boxed{E_{el} = 2,4 \cdot 10^5 \text{J}}$$

Resposta: D

Módulos 49 e 50 – Campo Elétrico Uniforme

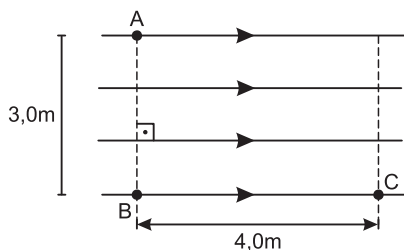
1. (PUC-RS) – Na figura abaixo, estão representadas as linhas de força de um campo elétrico $\vec{E}$. As placas paralelas A e B, de potenciais indicados, estão distanciadas de 2,0cm.



A intensidade do campo elétrico entre as placas é de:

- a) $2,0 \cdot 10^2 \text{ V/m}$
- b) $4,0 \cdot 10^2 \text{ V/m}$
- c) $4,0 \cdot 10^3 \text{ V/m}$
- d) $2,0 \cdot 10^4 \text{ V/m}$
- e) $4,0 \cdot 10^4 \text{ V/m}$

2. (UNIP-SP) – Considere um campo elétrico uniforme $\vec{E}$ cujas linhas de força estão representadas na figura.

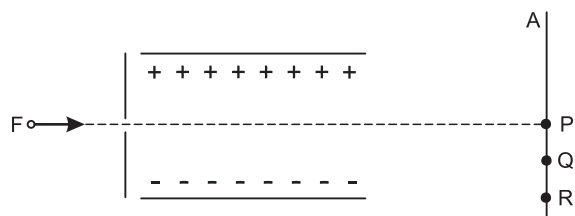


Sendo o potencial elétrico do ponto B igual a zero e $|\vec{E}| = 10 \frac{\text{V}}{\text{m}}$, podemos concluir que os potenciais elétricos de

A e C são, respectivamente, iguais a:

- a) $V_A = 0$ e $V_C = -50\text{V}$;
- b) $V_A = -30\text{V}$ e $V_C = -40\text{V}$;
- c) $V_A = 30\text{V}$ e $V_C = 40\text{V}$;
- d) $V_A = 0$ e $V_C = -40\text{V}$;
- e) $V_A = 0$ e $V_C = 50\text{V}$.

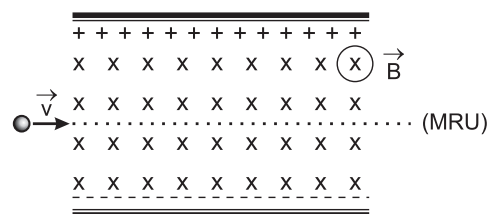
3. (FUVEST-SP) – Uma fonte F emite partículas (elétrons, prótons e nêutrons) que são lançadas no interior de uma região onde existe um campo elétrico uniforme.



As partículas penetram perpendicularmente às linhas de força do campo. Três partículas emitidas atingem o anteparo A nos pontos P, Q e R. Podemos afirmar que essas partículas eram, respectivamente:

- a) elétron, nêutron, próton.
- b) próton, nêutron, elétron.
- c) elétron, próton, próton.
- d) nêutron, elétron, elétron.
- e) nêutron, próton, próton.

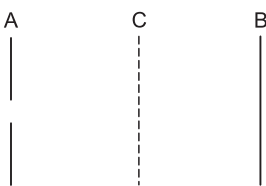
4. (MACKENZIE) – No estudo da Física de altas energias, duas partículas são bem conhecidas: a partícula alfa (α), de carga elétrica $+2e$ e massa 4 u.m.a. , e o elétron (β), de carga elétrica $-e$ e massa $5 \cdot 10^{-4} \text{ u.m.a.}$ Num equipamento de laboratório, temos entre as placas de um condensador plano a existência simultânea de um campo elétrico e de um campo de indução magnética, ambos uniformes e perpendiculares entre si, conforme mostra a figura abaixo.



Sabe-se que uma partícula alfa descreve a trajetória pontilhada, com velocidade $\vec{v}$, quando a intensidade do campo elétrico é E e a do campo de indução magnética é B. As ações gravitacionais são desprezadas. Para que um elétron descreva a mesma trajetória, separadamente da partícula alfa, com a mesma velocidade $\vec{v}$, deveremos

- a) inverter o sentido do campo elétrico e conservar as intensidades E e B.
- b) inverter o sentido do campo magnético e conservar as intensidades E e B.
- c) conservar os sentidos dos campos e mudar suas intensidades para $2 E$ e $4 B$.
- d) conservar os sentidos dos campos e mudar suas intensidades para $4 E$ e $2 B$.
- e) conservar os sentidos dos campos bem como suas respectivas intensidades.

5. (ITA-SP) – Seja o dispositivo esquematizado na figura:

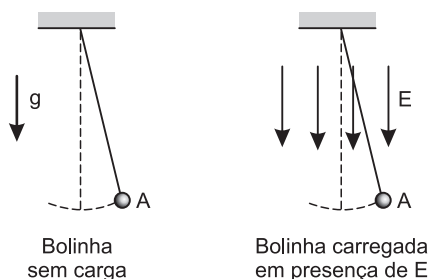


carga do elétron = $1,6 \cdot 10^{-19}\text{C}$

A e B são placas condutoras muito grandes e C é uma grade. Na placa A existe um pequeno orifício por onde é introduzido um feixe de elétrons com velocidade desprezível. Se os potenciais nas placas são respectivamente $V_A = 0\text{V}$, $V_C = -100\text{V}$ e $V_B = 5000\text{V}$ e sabendo-se que a placa C se encontra a meio caminho entre A e B, pode-se afirmar que

- os elétrons chegam a B com uma energia cinética de $1,6 \cdot 10^{15}\text{J}$.
- os elétrons chegam a B com uma energia cinética de $5,0 \cdot 10^3\text{J}$.
- os elétrons chegam a B com uma energia cinética de $8,0 \cdot 10^{-16}\text{J}$.
- os elétrons não chegam a B.
- os elétrons chegam a B com uma energia diferente das anteriores.

6. (FUVEST) – Um certo relógio de pêndulo consiste em uma pequena bola, de massa $M = 0,1\text{ kg}$, que oscila presa a um fio. O intervalo de tempo que a bolinha leva para, partindo da posição A, retornar a essa mesma posição é seu período T_0 , que é igual a 2s. Neste relógio, o ponteiro dos minutos completa uma volta (1 hora) a cada 1800 oscilações completas do pêndulo.



Estando o relógio em uma região em que atua um campo elétrico $\mathbf{E}$, constante e homogêneo, e a bola carregada com carga elétrica Q , seu período será alterado, passando a T_Q . Considere a situação em que a bolinha esteja carregada com carga $Q = 3 \times 10^{-5}\text{ C}$, em presença de um campo elétrico cujo módulo é $E = 1 \times 10^5\text{ V/m}$.

Então, determine

- a intensidade da força efetiva F_e , em N, que age sobre a bola carregada.

- a razão $R = T_Q/T_0$ entre os períodos do pêndulo, quando a bola está carregada e quando não tem carga.
- a hora que o relógio estará indicando, quando forem de fato três horas da tarde, para a situação em que o campo elétrico tiver passado a atuar a partir do meio-dia.

NOTE E ADOTE:

Nas condições do problema, o período T do pêndulo pode ser expresso por

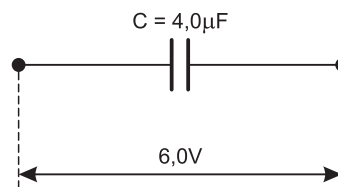
$$T = 2\pi \sqrt{\frac{\text{massa} \times \text{comprimento do pêndulo}}{F_e}}$$

em que F_e é a força vertical efetiva que age sobre a massa, sem considerar a tensão do fio.

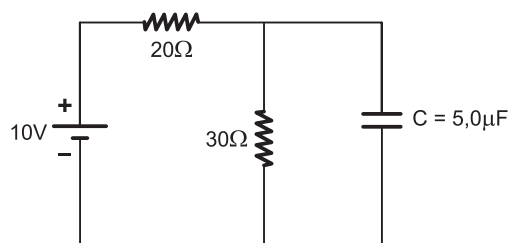
$$g = 10\text{m/s}^2$$

Módulo 51 – Capacitores

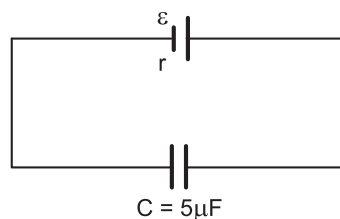
- Determine a carga do capacitor e a energia eletrostática nele armazenada.



- (PUC-SP) – A carga no capacitor do circuito abaixo vale:
a) $10\mu\text{C}$ b) $20\mu\text{C}$ c) $30\mu\text{C}$ d) $40\mu\text{C}$ e) $50\mu\text{C}$



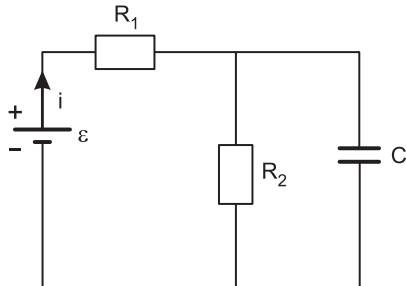
- (MACKENZIE-SP) – No circuito abaixo, o capacitor está carregado com carga $Q = 100\mu\text{C}$. Substituindo-se esse capacitor por um resistor de $9,0\Omega$, a corrente que atravessa o gerador tem intensidade de 2A.



A resistência interna do gerador vale:

- a) $5,0\Omega$ b) $4,0\Omega$ c) $3,0\Omega$ d) $2,0\Omega$ e) $1,0\Omega$.

4. (ITA-SP) – No circuito esquematizado, considere dados ε , R_1 , R_2 e C . Podemos afirmar que a corrente i constante que irá circular pelo circuito e a tensão V_C no capacitor medem, respectivamente:



- a) $i = 0$ $V_C = 0$
 b) $i = \frac{\varepsilon}{R_1}$ $V_C = \varepsilon$
 c) $i = \varepsilon/(R_1 + R_2)$ $V_C = \varepsilon R_2/(R_1 + R_2)$
 d) $i = \varepsilon/(R_1 + R_2)$ $V_C = \varepsilon$
 e) $i = \varepsilon/R_2$ $V_C = \frac{R_1 \varepsilon}{R_2}$

5. Para um capacitor plano, a capacidade eletrostática C e a energia eletrostática armazenada E são dadas por:

$$C = \frac{A\varepsilon}{e} \quad \text{e} \quad E = \frac{QU}{2}$$

em que:

A = área das placas.

ε = constante dielétrica do meio entre as placas.

e = distância entre as placas.

Q = módulo da carga armazenada em cada placa.

U = tensão elétrica entre as placas.

O capacitor está carregado e desligado de qualquer gerador. Se aumentarmos a distância e entre as placas:

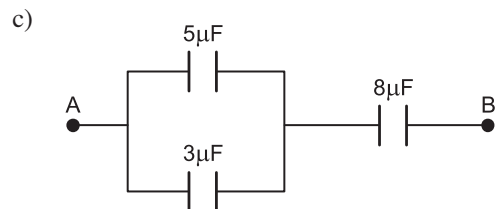
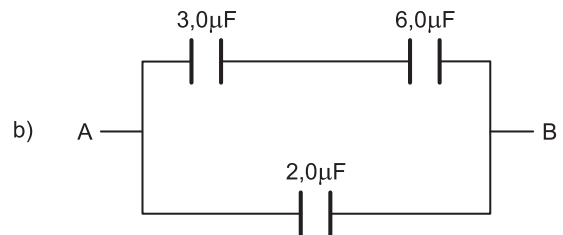
- a) C e E vão aumentar.
 b) C diminui e E aumenta.
 c) C diminui e E permanece constante.
 d) C e E vão diminuir.
 e) C e E permanecem constantes.

6. (FUVEST-SP) – Um capacitor é feito de duas placas condutoras, planas e paralelas, separadas pela distância de $0,50\text{mm}$ e com ar entre elas. A diferença de potencial entre as placas é de 200V .

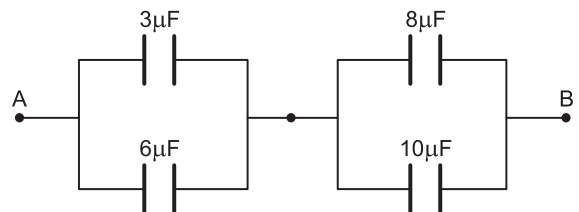
- a) Substituindo-se o ar contido entre as placas por uma placa de vidro, de constante dielétrica 5 vezes maior do que a do ar, e permanecendo constante a carga das placas, qual será a diferença de potencial nessa nova situação?
 b) Sabendo-se que o máximo campo elétrico que pode existir no ar seco sem produzir descarga é de $0,80 \times 10^6$ volt/metro, determine a diferença de potencial máxima que o capacitor pode suportar, quando há ar seco entre as placas.

Módulo 52 – Associação de Capacitores

1. Determine a capacitância equivalente entre A e B:

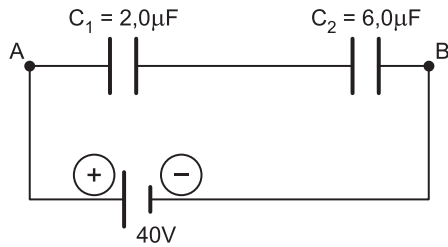


2. Determinar a capacitância equivalente entre A e B.



3. (UNISA-SP) – Dois capacitores são ligados em série, estando ambos inicialmente descarregados. A associação é conectada aos terminais de um gerador ideal de 40V , como mostra a figura.

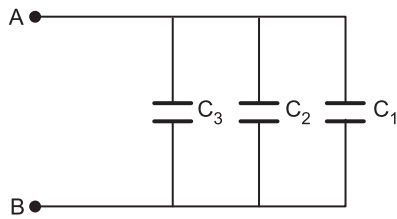
Módulo 53 – Densidade e Pressão



As cargas adquiridas pelos capacitores de $2,0\mu\text{F}$ e $6,0\mu\text{F}$ valem, respectivamente:

- $60\mu\text{C}$ e $20\mu\text{C}$
- $20\mu\text{C}$ e $60\mu\text{C}$
- $60\mu\text{C}$ e $60\mu\text{C}$
- $20\mu\text{C}$ e $20\mu\text{C}$
- $26,7\mu\text{C}$ e $26,7\mu\text{C}$

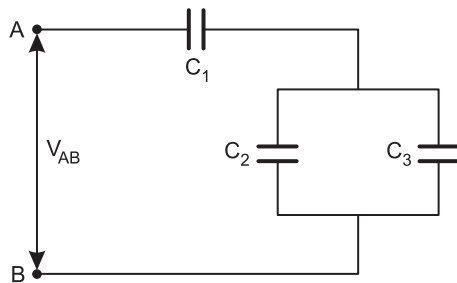
4. (INATEL-MG) – Considere a seguinte associação de condensadores, com $C_1 = 2,0\mu\text{F}$, $C_2 = 5,0\mu\text{F}$ e $C_3 = 10\mu\text{F}$, sendo $U = 8,0\text{V}$ a diferença de potencial entre os terminais A e B da associação.



Calcule

- o valor da capacitância equivalente à associação;
- a carga total da associação.

5. (ENG. ITAJUBÁ-MG) – Calcular a energia armazenada na associação de capacitores indicada na figura abaixo.



Sabe-se que: $V_{AB} = 100\text{V}$ $C_1 = 2,5\mu\text{F}$
 $C_2 = 7,0\mu\text{F}$ $C_3 = 3,0\mu\text{F}$

- $2,0 \cdot 10^{-4}\text{J}$
- $4,6 \cdot 10^{-4}\text{J}$
- $1,0 \cdot 10^{-2}\text{J}$
- $2,3 \cdot 10^{-2}\text{J}$
- $6,3 \cdot 10^{-2}\text{J}$

1. (FUVEST) – Admitindo-se que a massa específica do chumbo seja 11g/cm^3 , qual o valor da massa de um tijolo de chumbo cujas arestas medem 22cm , 10cm e $5,0\text{cm}$?

2. (FUVEST) – Os chamados “Buracos Negros”, de elevada densidade, seriam regiões do Universo capazes de absorver matéria, que passaria a ter a densidade desses Buracos. Se a Terra, com massa da ordem de 10^{27}g , fosse absorvida por um “Buraco Negro” de densidade 10^{24}g/cm^3 , ocuparia um volume comparável ao

- de um nêutron.
- de uma gota-d’água.
- de uma bola de futebol.
- da Lua.
- do Sol.

3. (FUND.CARLOS CHAGAS) – Misturamos $8,00$ litros de um líquido de densidade $1,20\text{g/cm}^3$ com $2,00$ litros de um outro líquido, de densidade $2,20\text{g/cm}^3$. Sabendo que há uma contração de volume de 20% , qual a densidade da mistura?

4. (EFOMM) – Para lubrificar um motor, misturam-se massas iguais de dois óleos miscíveis de densidades $d_1 = 0,60\text{g/cm}^3$ e $d_2 = 0,85\text{g/cm}^3$. A densidade do óleo lubrificante resultante da mistura é, aproximadamente, em g/cm^3 :

- $0,72$
- $0,65$
- $0,70$
- $0,75$
- $0,82$

5. Um tijolo de peso 32N tem dimensões $16\text{cm} \times 8,0\text{cm} \times 4,0\text{cm}$.



Quando apoiado em sua face de menor área, qual a pressão, em atm, que ele exerce na superfície de apoio?

6. (UNICAMP) – A pressão atmosférica no nível do mar é, aproximadamente, igual a $1 \cdot 10^5\text{N/m}^2$.

- A que se deve a existência desta pressão?
- Considerando que a Terra é uma esfera de raio, aproximadamente, igual a $6 \cdot 10^6\text{m}$, faça uma estimativa da massa da atmosfera terrestre.

Não considere a variação da aceleração da gravidade com a distância à superfície terrestre.

Módulo 54 – Pressão Hidrostática e Lei de Stevin

1. Um oceanógrafo construiu um aparelho para medir profundidades no mar. Sabe-se que o aparelho suporta uma pressão de até $2,0 \cdot 10^6 \text{ N/m}^2$. Qual a máxima profundidade que o aparelho pode medir?

Dados: Pressão atmosférica: $1,0 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$

Densidade da água do mar: $1,0 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$

Aceleração da gravidade local: 10 m/s^2

2. (UNIP) – Uma coluna de água de altura 10m exerce pressão de 1,0 atm. Considere um líquido X cuja densidade é duas vezes maior que a da água.

Uma piscina, exposta à atmosfera, tem profundidade de 5,0m e está totalmente cheia com o líquido X. Sabe-se que a piscina está localizada na cidade de Santos.

Qual a pressão total no fundo da piscina?

3. (VUNESP) – Um fazendeiro manda cavar um poço e encontra água a 12m de profundidade. Ele resolve colocar uma bomba de sucção muito possante na boca do poço, isto é, bem no nível do chão. A posição da bomba é

- a) ruim, porque não conseguirá tirar água alguma do poço.
- b) boa, porque não faz diferença o lugar onde se coloca a bomba.
- c) ruim, porque gastará muita energia e tirará pouca água.
- d) boa, apenas terá de usar canos de diâmetro maior.
- e) boa, porque será fácil consertar a bomba se quebrar, embora tire pouca água.

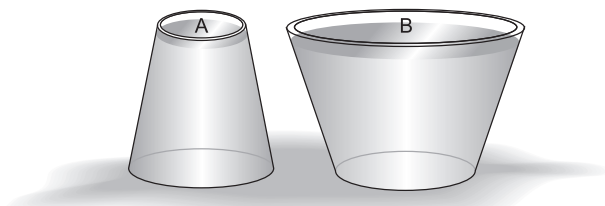
4. (FUVEST) – O organismo humano pode ser submetido, sem consequências danosas, a uma pressão de, no máximo, $4,0 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$ e a uma taxa de variação de pressão de, no máximo, $1,0 \cdot 10^4 \text{ N/m}^2$ por segundo. Nestas condições,

a) qual a máxima profundidade recomendada a um mergulhador?

Adote pressão atmosférica igual a $1,0 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$.

b) qual a máxima velocidade de movimentação na vertical recomendada para um mergulhador?

5. (UEPB) – Dois recipientes, A e B, abertos, de alturas iguais e áreas de base iguais, estão completamente cheios do mesmo líquido, conforme a figura a seguir.



Sejam p_A e p_B , F_A e F_B as pressões e os módulos das forças exercidas pelo líquido nas bases dos recipientes A e B, respectivamente, pode-se afirmar que:

- a) $p_B > p_A$ e $F_B > F_A$
- b) $p_B > p_A$ e $F_B = F_A$
- c) $p_B < p_A$ e $F_B < F_A$
- d) $p_B = p_A$ e $F_B > F_A$
- e) $p_B = p_A$ e $F_B = F_A$

6. (UNIP) – Considere as seguintes informações:

- (1) pressão atmosférica em Santos: 76cm de Hg;
- (2) pressão atmosférica em São Paulo: 70cm de Hg;
- (3) $1 \text{ atm} = 1,0 \cdot 10^5 \text{ Pa}$;
- (4) $g = 10 \text{ m/s}^2$;
- (5) densidade média do ar: $1,0 \text{ kg/m}^3$.

Com os dados apresentados, calcule a altitude da cidade de São Paulo.

7. (UNICAMP) – Uma bolha de ar com volume de $1,0 \text{ (mm)}^3$ forma-se no fundo de um lago de 5,0m de profundidade e sobe à superfície. A temperatura no fundo do lago é 17°C e na superfície é 27°C .

- a) Qual é a pressão no fundo do lago?
- b) Admitindo-se que o ar seja um gás ideal, calcule o volume da bolha quando ela atinge a superfície do lago.

Dados: Pressão atmosférica: $p_0 = 1 \text{ atm} \approx 1,0 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$.

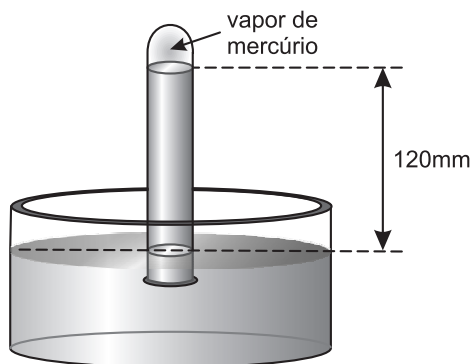
Densidade da água: $\mu_a = 1,0 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$.

Módulo 55 – Aplicações da Lei de Stevin

1. (FUVEST) – Quando você toma um refrigerante em um copo com um canudo, o líquido sobe pelo canudo, porque

- a) a pressão atmosférica cresce com a altura, ao longo do canudo.
- b) a pressão no interior da sua boca é menor que a atmosférica.
- c) a densidade do refrigerante é menor que a densidade do ar.
- d) a pressão em um fluido se transmite integralmente a todos os pontos do fluido.
- e) a pressão hidrostática no copo é a mesma em todos os pontos de um plano horizontal.

2. (UNIP) – A experiência com o barômetro de Torricelli é feita em um local situado a 15km acima da superfície terrestre e o resultado é apresentado a seguir.

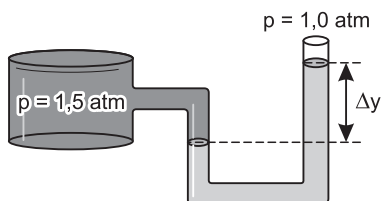


Qual a pressão do vapor de mercúrio, contido no interior do tubo e acima do líquido?

Pressão atmosférica em diferentes altitudes.

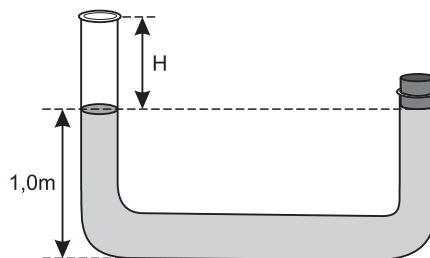
h(km)	p(mmHg)	h (km)	p(mmHg)
0	760	5,0	417
0,1	750	6,0	370
0,2	742	7,0	328
0,3	733	8,0	291
0,4	724	9,0	258
0,5	716	10	229
1,0	674	15	124
1,5	635	20	68
2,0	598	30	20
3,0	530	40	6,0
4,0	470	50	1,0

3. (UFPE) – O recipiente da figura abaixo contém um gás a uma pressão de 1,5 atm e está ligado ao tubo recurvado contendo mercúrio. Se a extremidade aberta do tubo está submetida a uma pressão de 1,0 atm, qual a diferença Δy , em centímetros, entre as alturas das duas colunas de mercúrio?



(Considere 1 atm equivalente a 76cm de Hg.)

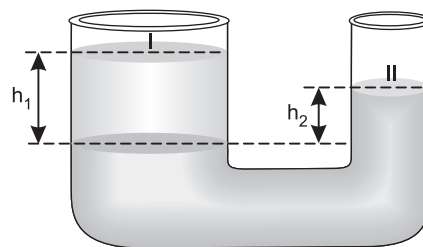
4. (FUVEST) – A figura ilustra um tubo cilíndrico em U contendo água, de 4,0cm de diâmetro, fechado em uma de suas extremidades por uma rolha que, para ser removida, requer a aplicação de uma força mínima de 6,28N.



- Qual é a pressão total exercida no fundo do tubo?
- Qual a altura H da água que deve ser adicionada no tubo para remover a rolha?
- Reduzindo-se o diâmetro do tubo da esquerda à metade, como varia a quantidade de água a ser adicionada?

Dados: Densidade da água $\mu = 1,0\text{g/cm}^3$;
 Aceleração da gravidade $g = 10\text{m/s}^2$;
 Pressão atmosférica: $1,0 \cdot 10^5 \text{ Pa}$.

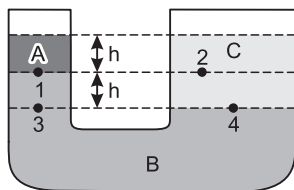
5. (ITA) – Dois vasos comunicantes contêm dois líquidos imiscíveis, I e II, de massas específicas d_1 e d_2 , sendo $d_1 < d_2$, como mostra a figura.



Qual é a razão entre as alturas das superfícies livres desses dois líquidos, contadas a partir da sua superfície de separação?

- $h_1 = \frac{d_2}{h_2 d_1}$
- $\frac{h_1}{h_2} = \left(\frac{d_2}{d_1} \right) - 1$
- $\frac{h_1}{h_2} = \frac{d_2}{d_1}$
- $\frac{h_1}{h_2} = \left(\frac{d_2}{d_1} \right) + 1$
- $\frac{h_1}{h_2} = \frac{d_1}{d_2}$

6. Na figura, os líquidos **A**, **B** e **C** são homogêneos e de densidades d_A , d_B e d_C , respectivamente.



Para o equilíbrio do sistema, na posição indicada, devemos ter:

a) $d_C = d_A + d_B$; $p_3 = p_4$ e $p_1 = p_2$

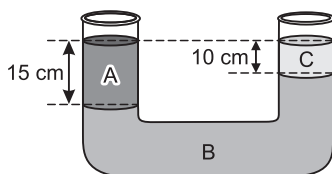
b) $d_C = \frac{d_A - d_B}{2}$; $p_3 = p_4$

c) $d_C = \frac{d_B + d_A}{2}$; $p_1 = p_2$

d) $d_C = \frac{d_A + d_B}{2}$; $p_3 = p_4$

e) $d_C = d_A - d_B$; $p_1 = p_2$

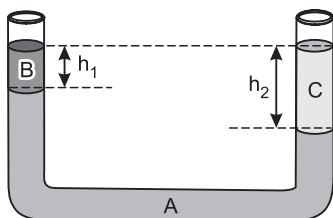
7. O sistema de líquidos imiscíveis está em equilíbrio. As densidades dos líquidos **A** e **B** são, respectivamente, $d_A = 1,0 \text{ g/cm}^3$ e $d_B = 1,4 \text{ g/cm}^3$.



Pode-se afirmar que a densidade do líquido **C** (d_C) é, em g/cm^3 :

- a) 0,80 b) 1,25 c) 1,2 d) 0,50 e) 1,0

8. Três líquidos imiscíveis, **A**, **B** e **C**, acham-se em um tubo em U dispostos conforme figura abaixo, em equilíbrio hidrostático.

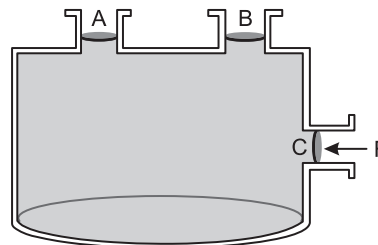


O nível superior é o mesmo nos dois ramos e $h_1 < h_2$. Sendo $5,0 \text{ g/cm}^3$, $2,0 \text{ g/cm}^3$ e $3,0 \text{ g/cm}^3$ as densidades de **A**, **B** e **C** respectivamente, a relação h_1/h_2 vale:

- a) 2/3 b) 3/5 c) 2/5 d) 1/5 e) 7/8

Módulo 56 – Lei de Pascal e Princípio de Arquimedes

1. (VEST-RIO) – O reservatório da figura abaixo, completamente cheio de um líquido homogêneo e incompressível, está fechado por 3 pistões **A**, **B** e **C**. Aplica-se uma força **F** no pistão **C**.



A relação entre os acréscimos de pressão Δp_A , Δp_B e Δp_C , respectivamente nos pistões **A**, **B** e **C**, é:

a) $\Delta p_A + \Delta p_B = \Delta p_C$

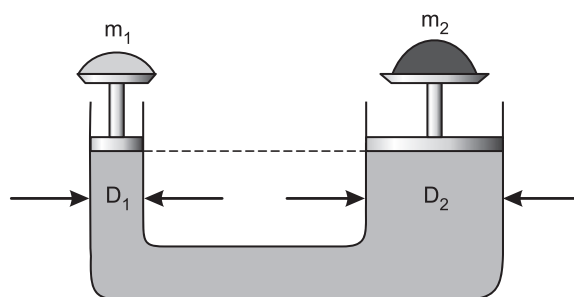
b) $\Delta p_A = \Delta p_B + \Delta p_C$

c) $\Delta p_A = \Delta p_B = \Delta p_C$

d) $\sqrt{\Delta p_A \cdot \Delta p_B} = \Delta p_C$

e) $\frac{\Delta p_A + \Delta p_B}{2} = \Delta p_C$

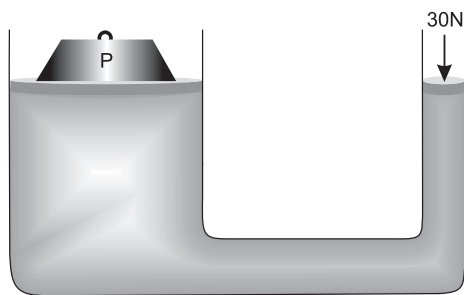
2. (UFMG) – As massas m_1 e m_2 , colocadas nos pratos de balança, nos dois vasos comunicantes (figura), estão em equilíbrio. O diâmetro D_2 é o dobro de D_1 . Os êmbolos têm massas desprezíveis.



a) Qual a vantagem mecânica do sistema?

b) Qual o valor da razão m_1/m_2 ?

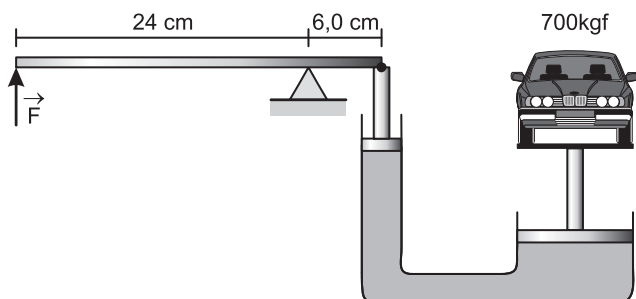
3. (VUNESP) – As áreas dos pistões do dispositivo hidráulico da figura mantêm a relação 50 : 2. Verifica-se que um peso **P**, quando colocado sobre o pistão maior, é equilibrado por uma força de 30N no pistão menor, sem que o nível do fluido nas duas colunas se altere.



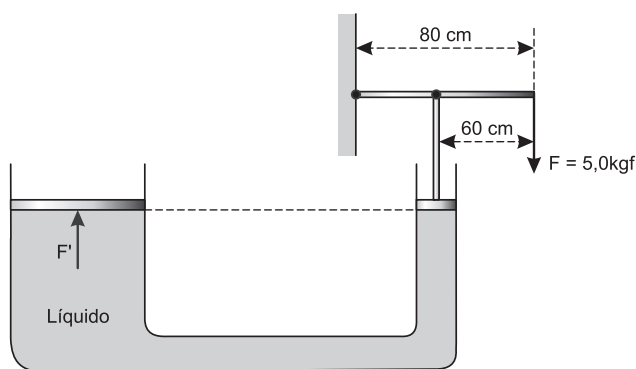
De acordo com o Princípio de Pascal, o peso **P** vale

- a) 20N b) 30N c) 60N d) 500N e) 750N

4. O macaco hidráulico representado na figura está em equilíbrio. Os êmbolos têm áreas iguais a **2a** e **5a**. Qual a intensidade da força **F**?



5. Em uma prensa hidráulica, os êmbolos têm 5,0cm e 50cm de diâmetro, respectivamente. O êmbolo menor é acionado por uma alavanca de 80cm de comprimento, conforme a figura.



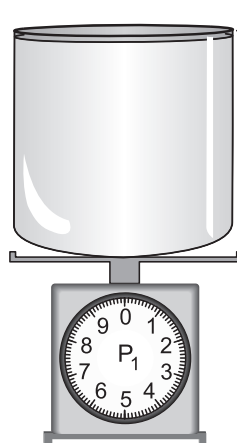
Uma força de intensidade **F** = 5,0kgf é aplicada na extremidade da alavanca, de modo a transmitir para o êmbolo maior uma força de intensidade **F'**. Desprezando os pesos dos êmbolos e admitindo o líquido incompressível, calcule

- a) as vantagens mecânicas da alavanca, da prensa hidráulica e do sistema alavanca–prensa hidráulica.
b) o valor de **F'**.

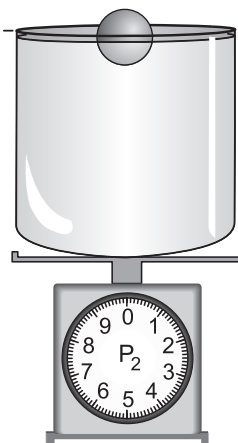
6. (FUVEST) – Um corpo de massa 100g e densidade $0,50\text{g/cm}^3$ flutua na água contida num recipiente. Admita $g = 10\text{m/s}^2$.

- a) Qual é o valor do empuxo neste corpo, considerando-se que a densidade da água vale $1,0\text{g/cm}^3$?
b) O que ocorre com o valor do empuxo ao se adicionar no recipiente um outro líquido miscível com densidade $0,80\text{g/cm}^3$? Justifique sua resposta.

7. Um recipiente, cheio de água até a borda, pesa **P₁** = 120N de acordo com a leitura de uma balança (figura 1). Uma esfera maciça de peso **P** = 10N é colocada dentro desse recipiente de tal forma que, ao flutuar, a superfície livre da água que permanece no recipiente fica no mesmo nível inicial (figura 2). A densidade da água é de $1,0\text{kg/ℓ}$.



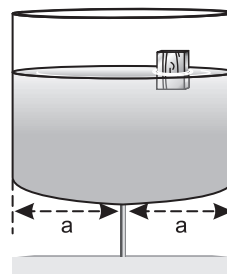
(Figura 1)



(Figura 2)

- a) Qual é a leitura **P₂** da balança?
b) Que volume de água transbordou, quando a esfera foi colocada no recipiente?

8. Um vaso homogêneo, com formato cilíndrico, é apoiado em seu centro em uma haste vertical, conforme mostra a figura.



O recipiente contém água e um bloco de madeira flutua na superfície da água na situação indicada.

Assinale a opção correta.

- a) O vaso tomba no sentido horário.
b) O vaso tomba no sentido anti-horário.
c) O sistema mantém-se em equilíbrio, pois o peso do bloco tem intensidade igual ao peso da água que ocuparia o volume do bloco que está imerso.

- d) O sistema mantém-se em equilíbrio e isto é justificado pela Lei de Stevin;
 e) O sistema mantém-se em equilíbrio e isto é justificado pela Lei de Pascal.

9. (UFPE) – Qual a área do menor bloco de gelo, de 50cm de espessura, que pode flutuar na água, sem afundar, suportando um elefante marinho de massa igual a 800kg? (Considere as densidades da água e do gelo, respectivamente, iguais a $1,0\text{g/cm}^3$ e $0,92\text{g/cm}^3$.)

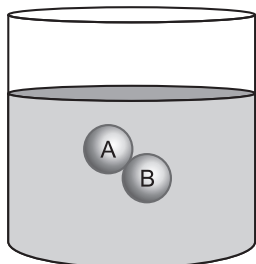
Módulo 57 – Aplicação de Arquimedes

1. (FUVEST) – Um bloco cúbico de isopor, com 1,0m de aresta, flutua na água mantendo 10% de seu volume submerso. Qual a fração submersa de um bloco de isopor de 2,0m de aresta? Justifique sua resposta.

2. (UFES) – Um sólido flutua em repouso, com $\frac{2}{3}$ do seu volume submerso, quando colocado em um líquido de densidade $\rho_\ell = 6,0\text{ g/cm}^3$. A densidade do sólido, em g/cm^3 , vale:

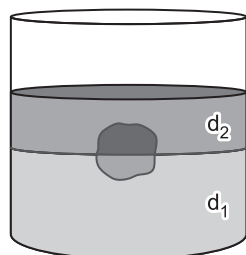
- a) 4,0 b) 5,0 c) 6,0 d) 9,0 e) 18

3. (FUVEST) – As esferas maciças **A** e **B**, que têm o mesmo volume e foram coladas, estão em equilíbrio, imersas na água. Quando a cola que as une se desfaz, a esfera **A** sobe e passa a flutuar, com metade do seu volume fora da água. A densidade da água é $1,0\text{g/cm}^3$.



- a) Qual a densidade da esfera **A**?
 b) Qual a densidade da esfera **B**?

4. Sobre um líquido de densidade d_1 se encontra outro de densidade d_2 , que não se mistura com o primeiro.



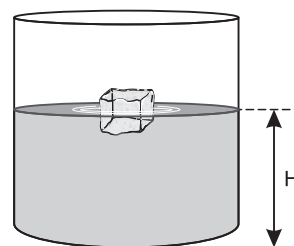
Um sólido de densidade d , tal que $d_2 < d < d_1$, está em equilíbrio totalmente imerso nos líquidos, conforme mostra a figura. A fração do sólido que está imersa no líquido mais denso é:

- a) $\frac{d - d_1}{d_1 - d_2}$ b) $\frac{d - d_1}{d_1 + d_2}$ c) $\frac{d - d_2}{d_1 - d_2}$
 d) $\frac{d - d_1}{d_2 - d_1}$ e) $\frac{d + d_2}{d_1 + d_2}$

5. Considere um bloco de gelo flutuando na água contida em um recipiente.

Seja **H** a altura de água medida a partir da base do recipiente, conforme indica a figura. Seja **F** a intensidade da força que o líquido exerce na base do recipiente.

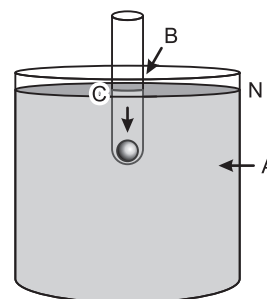
Quando o gelo tiver derretido, a altura da água passa a ser **H'** e a força aplicada na base do recipiente passa a ter intensidade **F'**.



Assinale a opção correta:

- a) $H' = H$ e $F' > F$
 b) $H' = H$ e $F' < F$
 c) $H' = H$ e $F' = F$
 d) $H' < H$ e $F' = F$
 e) $H' > H$ e $F' > F$

6. Na figura, está representada uma proveta **A**, contendo um líquido **L**, na qual flutua um recipiente **B** que contém uma esfera **C**.



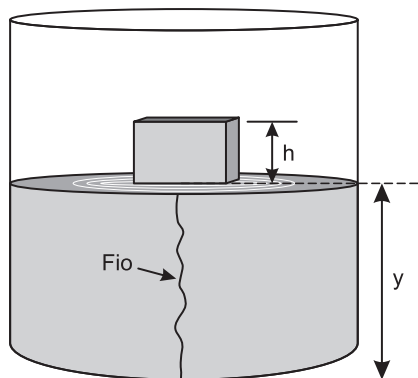
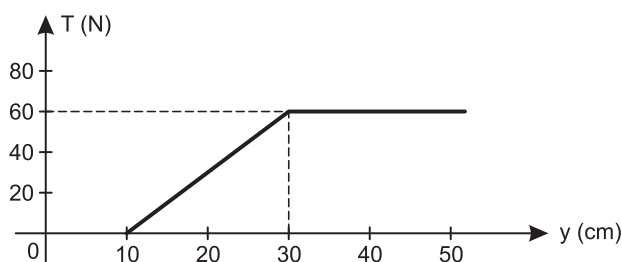
Retira-se a esfera do recipiente **B** e coloca-se na água da proveta.

Indiquemos por d_L a densidade do líquido e por d_C a densidade da esfera **C**.

A respeito do nível **N** do líquido na proveta **A**, assinale a opção correta:

- N sobe.
- N desce.
- N não se altera.
- N desce se $d_C > d_L$ e não se altera se $d_C \leq d_L$.
- N não se altera somente se $d_C = d_L$.

7. (UNICAMP) – Um bloco de isopor, de massa desprezível, é preso por um fio ao fundo de um recipiente, que está sendo preenchido com água. Uma das figuras mostra como varia a tração **T** do fio em função da altura **y** da água no recipiente.



- Qual a altura h do bloco de isopor?
 - Qual a área da base do bloco de isopor?
- Dados: (1) densidade da água: $1,0 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$;
(2) valor da aceleração da gravidade: 10 m/s^2 .

8. (UFMT) – Uma esfera pesa $0,70 \text{ N}$ no ar e $0,40 \text{ N}$ quando imersa na água. Qual a densidade da esfera? (Considere $g = 10 \text{ m/s}^2$.)

9. (UFMG) – Uma esfera, de volume $V = 100 \text{ cm}^3$ e peso $P = 2,5 \text{ N}$, é totalmente mergulhada na água de uma piscina e abandonada em uma posição próxima à superfície do líquido. Considerando a aceleração da gravidade $g = 10 \text{ m/s}^2$ e sabendo que a densidade da água vale $1,0 \text{ g/cm}^3$,

- determine o valor do empuxo que atua na esfera.
- Considere desprezíveis as forças de resistência que atuam na esfera. Que tipo de movimento ela irá adquirir? Justifique sua resposta.
- Considere que a profundidade da piscina é $h = 6,0 \text{ m}$. Quanto tempo a esfera gastará para chegar ao fundo?

10. (FUVEST) – Um pequeno objeto de massa m e volume V é abandonado no ar, de uma altura h , acima da superfície de um líquido. Observa-se que, após penetrar no líquido, o objeto atinge uma profundidade $2h$ abaixo da superfície do líquido. A massa específica do líquido vale $\rho_\ell = 1,0 \text{ g/cm}^3$. Qual o valor da massa específica ρ_O do objeto?

Desprezar os efeitos decorrentes da viscosidade do ar e do líquido, bem como a massa específica do ar.

Sugestão: considere a conservação da energia.

Módulo 58 – Noções de Hidrodinâmica

1. (UFR-RJ) – Um jardineiro dispõe de mangueiras de dois tipos, porém com a mesma vazão. Na primeira, a água sai com velocidade de módulo V e, na segunda, sai com velocidade de módulo $2V$. A primeira mangueira apresenta

- a metade da área transversal da segunda.
- o dobro da área transversal da segunda.
- um quarto da área transversal da segunda.
- o quádruplo da área transversal da segunda.
- dois quintos da área transversal da segunda.

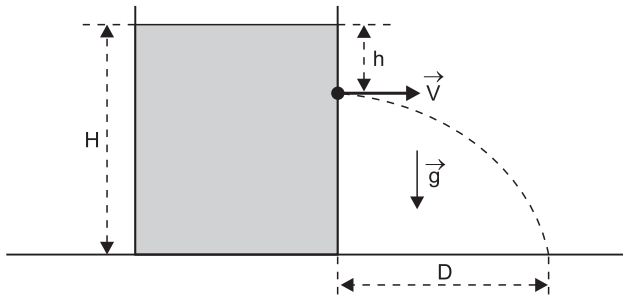
2. Analise as proposições que se seguem e classifique-as como verdadeiras (V) ou falsas (F).

- Considere uma janela fechada e um vento forte externo. A pressão interna é maior do que a externa e a força devida à diferença de pressão pode quebrar a janela de dentro para fora.
- Com um vento muito forte, telhados planos são arrancados em virtude da diferença entre a pressão interna e externa do ar. A diferença de pressão provoca uma força dirigida para cima.
- A asa de um avião é projetada de forma que o ar percorra uma distância maior na parte superior da asa em comparação com a parte inferior. Acima da asa, a velocidade do ar é maior, a pressão é menor e por isso existe uma força dirigida para cima responsável pela sustentação do avião.
- Dois barcos a remo, que se movem paralelamente e no mesmo sentido, são atraídos um para o outro. Esse fenômeno pode ser explicado pelo princípio de Bernoulli.
- Um jato de água que cai de uma torneira torna-se mais estreito à medida que cai.

3. Um tanque contém água até uma altura **H**. Considere um pequeno orifício na sua parede lateral, a uma profundidade **h** abaixo da superfície da água.

A água emerge do orifício com uma velocidade horizontal de módulo **V** e percorre uma distância horizontal **D** até atingir o solo.

Despreze o efeito do ar e admita que o nível da água no tanque desce com velocidade muito pequena, praticamente nula. A aceleração da gravidade tem módulo igual a **g**.



Calcule

- o valor de **V** em função de **g**, **H** e **h**.
- o valor de **D** em função de **H** e **h**.

4. O ar de um furacão sopra sobre o telhado de uma casa com velocidade de módulo igual a 108km/h.

A densidade do ar vale 1,2kg/m³.

A diferença entre a pressão do lado interno e do lado externo do telhado vale:

- zero
- 500Pa
- 520Pa
- 540Pa
- 560Pa

5. O ar escoa na parte superior da asa de um avião com velocidade de módulo **V₁** e na parte de baixo da asa com velocidade de módulo **V₂**. A área da secção reta da asa vale **A**. Sendo **μ** a densidade do ar, calcule a intensidade da força de sustentação do avião.

6. (UnB) – Considere as seguintes afirmações.

- Animais como coelhos e toupeiras constroem suas tocas com mais de uma abertura, cada abertura localizada a uma altura diferente, conforme ilustrado na figura I adiante.
- Nas proximidades do solo, o módulo da velocidade do vento aumenta com a altitude, conforme ilustra a figura II a seguir.
- O Princípio de Bernoulli estabelece que a pressão que o ar em movimento exerce sobre superfícies ao longo das quais ele escoar varia com a velocidade de escoamento. Assim, na situação ilustrada na figura I, devido à velocidade do ar, as pressões **p₁** e **p₂** e as velocidades **V₁** e **V₂** nas aberturas 1 e 2, respectivamente, são relacionadas de forma aproximada pela

equação $p_1 + \frac{1}{2} \rho V_1^2 = p_2 + \frac{1}{2} \rho V_2^2$, em que **ρ** é a

densidade do ar, supostamente constante. A análise dessa equação permite afirmar que, em regiões onde a velocidade do ar é alta, a pressão é baixa, e, onde a velocidade é baixa, a pressão é alta.

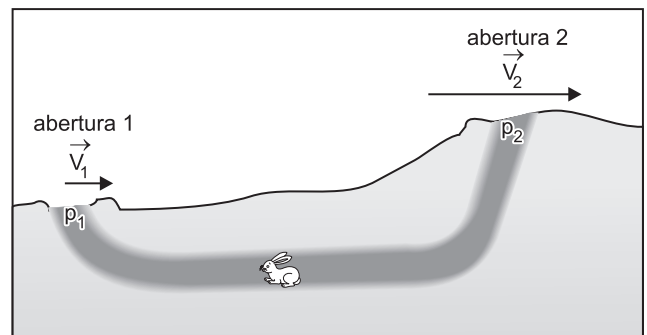


Figura I.

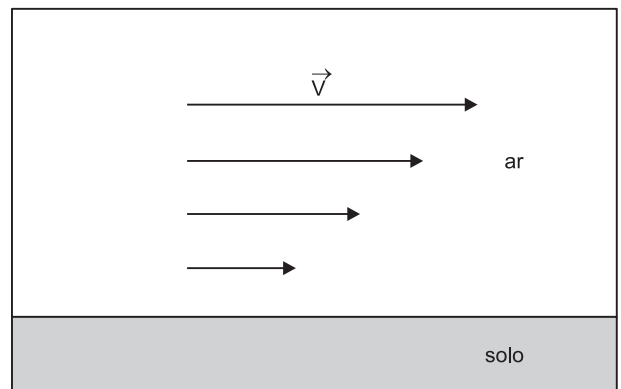
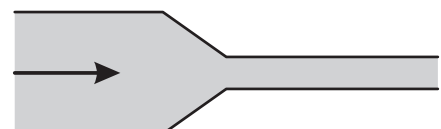


Figura II.

Com base nas afirmações anteriores, julgue os itens a seguir.

- Uma toca com duas aberturas no mesmo nível terá melhor ventilação que a apresentada na figura I, sob as mesmas condições de vento.
- Se um arbusto crescer nas proximidades da abertura 1, de forma a dificultar a passagem do vento, sem bloquear a abertura, então a ventilação na toca será melhorada.
- $\Delta p = p_1 - p_2$ é diretamente proporcional à diferença dos módulos das velocidades **V₂** e **V₁**.
- A circulação de ar no interior da toca mostrada na figura I ocorre da abertura 1 para a abertura 2.

7. (UFMS) – Em um tubo cilíndrico horizontal, no qual o líquido escoar no sentido mostrado na figura ao lado, a pressão estática no eixo central da tubulação de maior diâmetro é (**p₁**), enquanto no eixo central da tubulação de menor diâmetro a pressão estática é (**p₂**). A densidade do líquido escoante é (**ρ**).



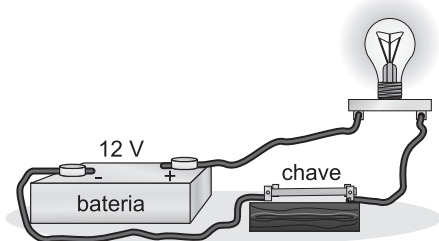
É correto afirmar que

- (001) a pressão cinética na tubulação de maior diâmetro é menor do que na tubulação de menor diâmetro.
- (002) a pressão estática na tubulação de maior diâmetro é menor do que na tubulação de menor diâmetro.
- (004) a vazão na tubulação de maior diâmetro é igual à da tubulação de menor diâmetro.
- (008) a velocidade de escoamento na tubulação de maior diâmetro é maior do que na tubulação de menor diâmetro.
- (016) a vazão na tubulação de maior diâmetro é maior do que a da tubulação de menor diâmetro.

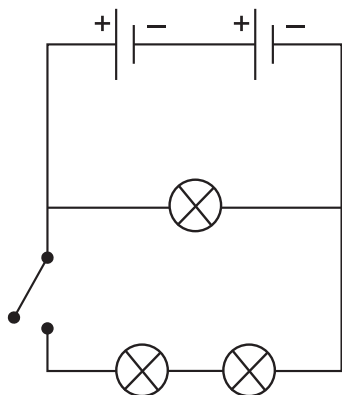
Dê como resposta a soma dos números associados aos itens corretos.

Módulo 59 – Circuitos residenciais

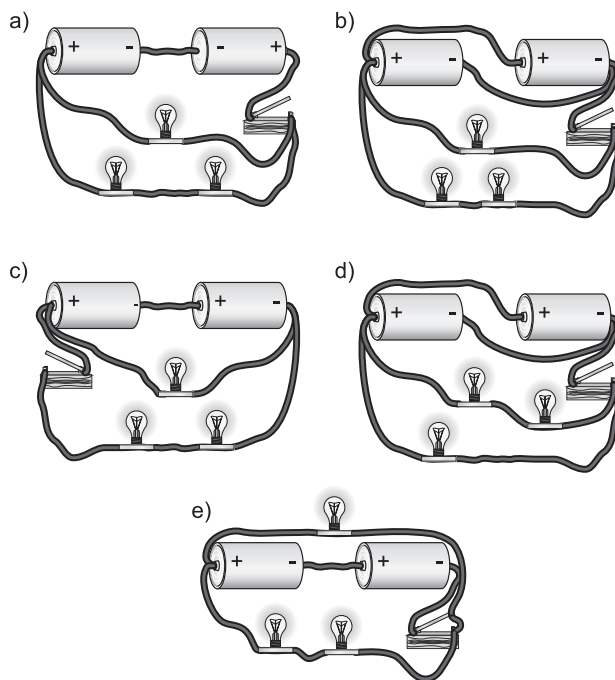
1. Faça o circuito esquemático da montagem abaixo e indique o sentido da corrente, quando a chave estiver fechada.



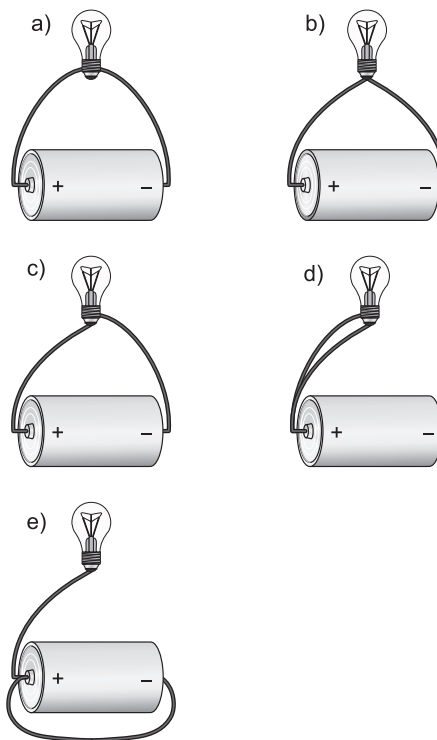
2. **(MODELO ENEM)** – Você dispõe de duas pilhas de lanterna idênticas, três lâmpadas idênticas, fios de ligação e um interruptor (chave). O professor pede para montar um circuito, cujo esquema está representado na figura.



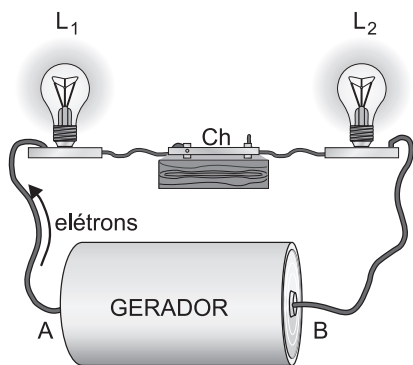
Nos desenhos a seguir, preste bastante atenção à polaridade das pilhas. Assinale o circuito montado corretamente:



3. **(MODELO ENEM)** – Uma lâmpada foi ligada a uma pilha e acendeu. Qual a figura correta?



4. Considere o circuito elétrico constituído de duas lâmpadas, L_1 e L_2 , ligadas a um gerador e a uma chave interruptora Ch. O sentido de movimento dos elétrons está indicado na figura. Sabe-se que o gerador fornece 30J de energia elétrica para cada carga elétrica igual a 1,0C que o atravessa.

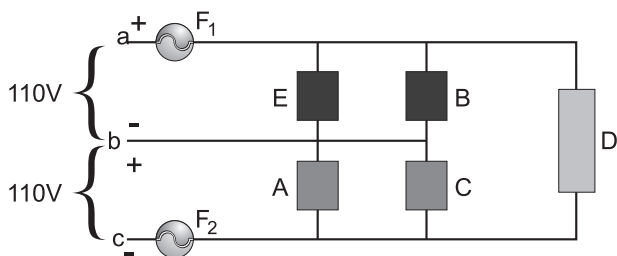


Pode-se afirmar que

- A é o polo positivo e B é o polo negativo do gerador.
- o sentido do movimento dos elétrons é o sentido convencional da corrente elétrica.
- qualquer carga elétrica que atravessa o gerador recebe 30J de energia elétrica.
- supondo que as lâmpadas L_1 e L_2 estejam acesas, ao abrir a chave Ch somente a lâmpada L_2 apaga.
- a ddp nos terminais do gerador é de 30V.

(MODELO ENEM) – Texto para responder às questões 5 a 8:

No esquema abaixo, os fios a, b e c são os três fios de entrada de energia elétrica numa residência. As tensões estão indicadas na figura. F_1 e F_2 são dois fusíveis.



A seguir, damos uma relação de alguns aparelhos e suas características normais:

aparelhos	I	U
lâmpada	1A	110V
refrigerador	4A	110V
ferro elétrico	2A	110V
televisor	2A	110V
chuveiro elétrico	15A	220V

5. As tensões elétricas U_{ab} , U_{bc} e U_{ac} são, respectivamente:

- 110V, zero, 110V
- 110V, zero, 220V
- 220V, zero, 220V
- 110V, 110V, zero
- 110V, 110V, 220V

6. Dos aparelhos apresentados, o aparelho D é, necessariamente,

- o televisor.
- a lâmpada.
- o refrigerador.
- o chuveiro.
- o ferro elétrico.

7. Sendo B e E os aparelhos de mesma corrente elétrica, então a intensidade total de corrente em F_1 será de:

- 4A
- 5A
- 19A
- 15A
- 20A

8. Considerando que A e C são os dois outros possíveis aparelhos, então a corrente total em F_2 será de:

- 20A
- 19A
- 15A
- 5A
- 1A

Módulo 60 – Exercícios Gerais de Eletrostática e Eletromagnetismo

1. (UFES) – Um fusível de 30A foi instalado em uma rede alimentada por uma tensão de 120V. Quantas lâmpadas de 110W poderão ser ligadas simultaneamente nesta rede, sem perigo de queimar o fusível?

- 4
- 25
- 30
- 33
- 32

2. (CESGRANRIO) – O fusível de entrada de uma casa alimentada em 110V queima-se, se a intensidade da corrente total ultrapassar 20A. Qual é o número máximo de lâmpadas de 100W que poderão estar ligadas, sem que o fusível se queime? (Supõe-se que nenhum outro aparelho elétrico esteja funcionando.)

- 2
- 5
- 11
- 22
- 60

3. (MACKENZIE-MODELO ENEM) – Um chuveiro elétrico apresenta a inscrição

2200W / 4400W – 220V
verão inverno

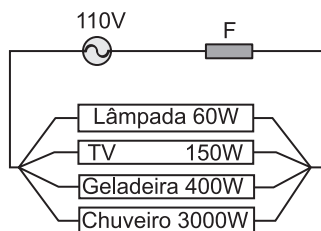
e, ligado corretamente, está protegido, na rede que o alimenta, por um fusível com tolerância de até 30A.

Se ligarmos, em paralelo ao chuveiro, sob a mesma d. d. p. de 220V, uma torneira elétrica com a inscrição **2000W – 220V**, poderemos afirmar:

- O fusível queimar-se-á somente se o chuveiro estiver ligado no “verão”.

- b) O fusível queimar-se-á somente se o chuveiro estiver ligado no “inverno”.
- c) O fusível queimar-se-á de qualquer forma, ou seja, tanto se o chuveiro estiver ligado no “verão” como no “inverno”.
- d) O fusível não se queimará de maneira alguma.
- e) O fusível queimar-se-á mesmo sem ser ligada a torneira.

4. (FUVEST-MODELO ENEM) – No circuito elétrico residencial esquematizado abaixo, estão indicadas, em watts, as potências dissipadas pelos seus diversos equipamentos. O circuito está protegido por um fusível, F, que se funde quando a corrente ultrapassa 30A, interrompendo o circuito.



Que outros aparelhos podem estar ligados ao mesmo tempo que o chuveiro elétrico sem “queimar” o fusível?

- a) geladeira, lâmpada e TV.
- b) geladeira e TV.
- c) geladeira e lâmpada.
- d) geladeira.
- e) lâmpada e TV.