FÍSICA

Caso necessário, use os seguintes dados:

Aceleração da gravidade g = 10 m/s^2.	Velocidade do som no ar c = 300 m/s.
1 atm = 1 x 10^5 N/m^2.	1 cal = 4,2 J.
Constante universal dos gases R = 8 J/mol.K.	Calor específico da água β = 1 cal/g^{o}C.
π = 3,14.	$\sqrt{5} = 2,24$.

1. Durante a apresentação do projeto de um sistema acústico, um jovem aluno do ITA esqueceu-se da expressão da intensidade de uma onda sonora. Porém, usando da intuição, concluiu ele que a intensidade média (I) é uma função da amplitude do movimento do ar (A), da freqüência (f), da densidade do ar (r) e da velocidade do som (c), chegando à expressão $I = A^x f^y r^z c$. Considerando as grandezas fundamentais: massa, comprimento e tempo, assinale a opção **correta** que representa os respectivos valores dos expoentes x, y e z.

A. ( ) –1, 2, 2 B. ( ) 2, –1, 2 C. ( ) 2, 2, –1
D. ( ) 2, 2, 1 E. ( ) 2, 2, 2

Alternativa: D

Temos que:

$$I = A^x f^y \rho^z c \;\therefore\; [I] = [A]^x [f]^y [\rho]^z [c]$$

Mas:

$$[I] = \frac{[\text{Potência}]}{[\text{Área}]} = \frac{ML^2T^{-3}}{L^2} = MT^{-3};\ [A] = L;\ [f] = T^{-1};\ [\rho] = ML^{-3};\ [c] = LT^{-1}$$

Logo:

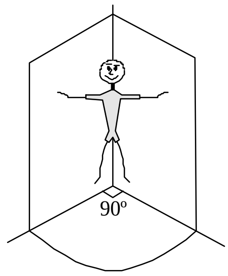
$$L^0M^1T^{-3} = L^x(T^{-1})^y(ML^{-3})^z(LT^{-1}) = L^xT^{-y}M^zL^{-3z}LT^{-1} = M^zL^{x-3z+1}T^{-y-1}$$

Então:

M: z = 1
L: x – 3z + 1 = 0 ⇒ x = 3z – 1 = 3 – 1 ⇒ x = 2
T: –y – 1 = –3 ⇒ y = 2
Portanto: $\boxed{(x; y; z) = (2; 2; 1)}$

---

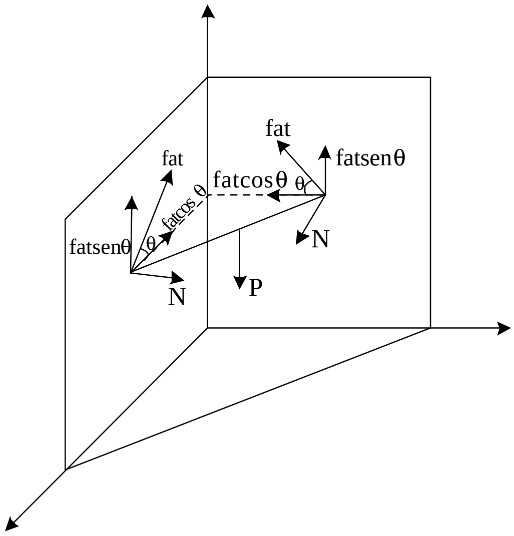
2. Um atleta mantém-se suspenso em equilíbrio, forçando as mãos contra duas paredes verticais, perpendiculares entre si, dispondo seu corpo simetricamente em relação ao canto e mantendo seus braços horizontalmente alinhados, como mostra a figura. Sendo m a massa do corpo do atleta e m o coeficiente de atrito estático interveniente, assinale a opção **correta** que indica o módulo mínimo da força exercida pelo atleta em cada parede.



A. ( ) $\frac{mg}{2}\left(\frac{m^2-1}{m^2+1}\right)^{\frac{1}{2}}$ B. ( ) $\frac{mg}{2}\left(\frac{m^2+1}{m^2-1}\right)^{\frac{1}{2}}$ C. ( ) $\frac{mg}{2}\left(\frac{m^2-1}{m^2+1}\right)$

D. ( ) $mg\left(\frac{m^2+1}{m^2-1}\right)$ E. ( ) n.d.a.

Alternativa: B



Como a força exercida é mínima: fat = μN (I)
Do equilíbrio de forças em y: P = 2.fat.senθ (II)
Do equilíbrio de forças em x ou z: fat.cosθ = N (III)

(I) em (III): $\mu N\cos\theta = N \Rightarrow \cos\theta = \dfrac{1}{\mu} \Rightarrow \text{sen}\theta = \sqrt{1-\dfrac{1}{\mu^2}} = \dfrac{\sqrt{\mu^2-1}}{\mu}$

(III) em (II): $P = 2.\dfrac{N}{\cos\theta}.\text{sen}\theta \Rightarrow N = \dfrac{mg}{2}.\dfrac{\cos\theta}{\text{sen}\theta} = \dfrac{mg}{2}.\dfrac{1}{\sqrt{\mu^2-1}}$

Assim, a força $\vec{R}$ exercida pela parede no atleta é dada por:

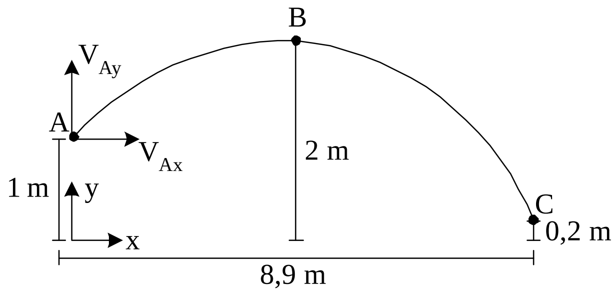
$$\vec{R} = \vec{fat} + \vec{N} \Rightarrow \left|\vec{R}\right| = \sqrt{\mu^2N^2 + N^2} = N\sqrt{\mu^2+1}$$

$$\left|\vec{R}\right| = \frac{mg}{2}.\frac{1}{\sqrt{\mu^2-1}}.\sqrt{\mu^2+1} \Rightarrow \boxed{\left|\vec{R}\right| = \frac{mg}{2}\left(\frac{\mu^2+1}{\mu^2-1}\right)^{\frac{1}{2}}}$$

3. Durante as Olimpíadas de 1968, na cidade do México, Bob Beamow bateu o recorde de salto em distância, cobrindo 8,9 m de extensão. Suponha que, durante o salto, o centro de gravidade do atleta teve sua altura variando de 1,0 m do início, chegando ao máximo de 2,0 m e terminando a 0,20 m no fim do salto. Desprezando o atrito com o ar, pode-se afirmar que o componente horizontal da velocidade inicial do salto foi de

A. ( ) 8,5 m/s B. ( ) 7,5 m/s C. ( ) 6,5 m/s
D. ( ) 5,2 m/s E. ( ) 4,5 m/s

Alternativa: A
Para o CG do atleta.



Na direção x, de A a C:

$8{,}9 = V_{Ax}.t \qquad (I)$

Na direção y, de A a B:

$$V_{By}^2 = V_{Ay}^2 - 2.g.h_{AB} \Rightarrow 0 = V_{Ay}^2 - 2.10.1 \Rightarrow V_{Ay} = \sqrt{20}\ \text{m/s}$$

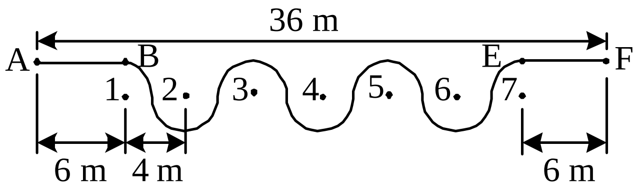
Na direção y, de A a C:

$$h_C = h_A + V_{Ay}.t - \frac{1}{2}.gt^2 \Rightarrow 0{,}2 = 1 + \sqrt{20}\ t - 5t^2 \Rightarrow 5t^2 - \sqrt{20}\ t - 0{,}8 = 0 \Rightarrow t = \frac{\sqrt{5}+3}{5}\text{s}$$

Em (I): $V_{Ax} = \dfrac{8{,}9}{\dfrac{\sqrt{5}+3}{5}} = \dfrac{44{,}5}{(3+\sqrt{5})} = 11{,}125 \cdot (3-\sqrt{5})\ \text{m/s} \Rightarrow \boxed{V_{Ax} \simeq 8{,}5\ \text{m/s}}$

---

4. A figura representa o percurso de um ciclista, num plano horizontal, composto de dois trechos retilíneos (**AB** e **EF**), cada um com 6,0 m de comprimento, e de um trecho sinuoso intermediário formado por arcos de circunferências de mesmo diâmetro, igual a 4,0 m, cujos centros se encontram numerados de 1 a 7. Considere pontual o sistema ciclista-bicicleta e que o percurso é completado no menor tempo, com velocidade escalar constante.

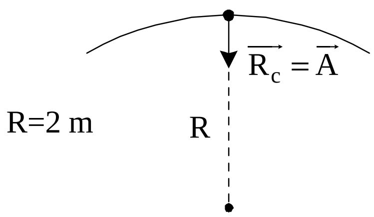


Se o coeficiente de atrito estático com o solo é μ = 0,80, assinale a opção **correta** que indica, respectivamente, a velocidade do ciclista, o tempo despendido no percurso e a freqüência de zigue-zague no trecho **BE**.

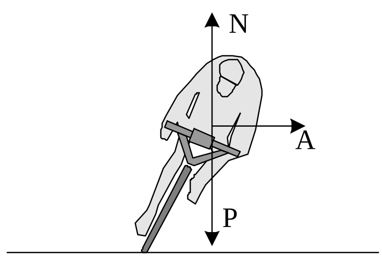
A. ( ) 6,0 m/s 6,0 s 0,17 s^{-1}
B. ( ) 4,0 m/s 12 s 0,32 s^{-1}
C. ( ) 9,4 m/s 3,0 s 0,22 s^{-1}
D. ( ) 6,0 m/s 3,1 s 0,17 s^{-1}
E. ( ) 4,0 m/s 12 s 6,0 s^{-1}

Alternativa: B

Velocidade máxima: iminência de escorregar



Vista superior



Vista frontal

$$\begin{cases} A = \mu N \\ A = R_c \end{cases} \quad \text{e } N = P$$

$$\cancel{m}\frac{v^2}{R} = \mu \cancel{m} g \Rightarrow v^2 = \mu R g$$

$v^2 = 0{,}8.2.10 \Rightarrow \boxed{v = 4\ \text{m/s}}$

Somando-se todos os arcos da circunferência temos 3 circunferências completas, logo:

$d_1 = 3(2\pi R) = 6.\pi.2 \Rightarrow d_1 = 12\ \pi m \cong 37{,}7$ m

$d_2 = 6 + 6 \Rightarrow d_2 = 12$ m

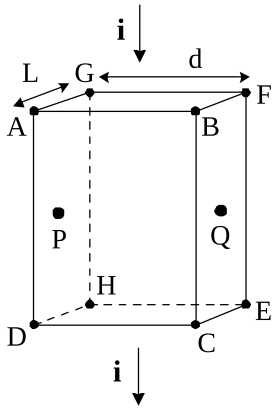
$\Delta s = d_1 + d_2 \Rightarrow \Delta s = 49{,}7$ m

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t},\ \Delta t = \frac{\Delta s}{v} \qquad \Delta t = \frac{49{,}7}{4} \Rightarrow \boxed{\Delta t \cong 12\ s}$$

Período de cada zigue-zague $\quad T = \frac{2\pi \cdot 2}{4} = 3{,}14$ s

$$f = \frac{1}{T} \qquad f = \frac{1}{3{,}14} \qquad \boxed{f = 0{,}32\ s^{-1}}$$

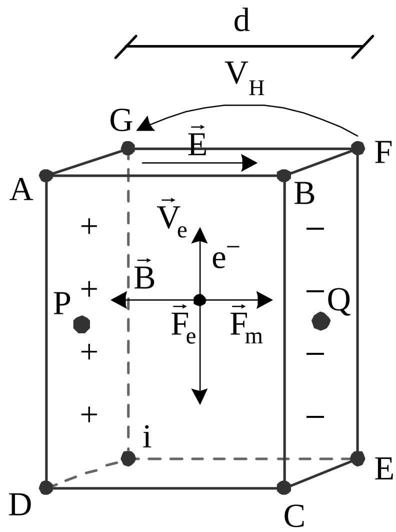
5. Em 1879, Edwin Hall mostrou que, numa lâmina metálica, os elétrons de condução podem ser desviados por um campo magnético, tal que no regime estacionário, há um acúmulo de elétrons numa das faces da lâmina, ocasionando uma diferença de potencial $\mathbf{V_H}$ entre os pontos **P** e **Q**, mostrados na figura. Considere, agora, uma lâmina de cobre de espessura ***L*** e largura ***d***, que transporta uma corrente elétrica de intensidade **i**, imersa no campo magnético uniforme $\vec{\mathbf{B}}$ que penetra perpendicularmente a face **ABCD**, no mesmo sentido de **C** para **E**. Assinale a alternativa **correta**.



A. ( ) O módulo da velocidade dos elétrons é $\mathbf{V_e = V_H/(BL)}$.
B. ( ) O ponto **Q** está num potencial mais alto que o ponto **P**.
C. ( ) Elétrons se acumulam na face **AGHD**.
D. ( ) Ao se imprimir à lâmina uma velocidade $\mathbf{V = V_H/(Bd)}$ no sentido indicado pela corrente, o potencial em **P** torna-se igual ao potencial em **Q**.
E. ( ) n.d.a.

Alternativa: D

A figura ao lado ilustra a situação do problema.
Observa-se que há um acúmulo de elétrons em Q. Porém, no equilíbrio tem-se que:



$$\vec{F}_e = -\vec{F}_m$$

$$\cancel{q}E = \cancel{q}V_eB$$

$$E = V_eB$$

$$\text{Mas } E = \frac{V_H}{d} \Rightarrow \frac{V_H}{d} = V_eB \Rightarrow \boxed{V_e = \frac{V_H}{Bd}}$$

Ao se movimentar a lâmina no sentido indicado pela corrente com a mesma velocidade $|\vec{V}_e|$, porém no sentido oposto, a velocidade dos elétrons em relação ao campo se anula, igualando os potenciais em P e Q.

6. Duas partículas carregadas com cargas opostas estão posicionadas em uma corda nas posições *x = 0* e *x = p*, respectivamente. Uma onda transversal e progressiva de equação *y(x, t) = (p/2) sen (x – w t)*, presente na corda, é capaz de transferir energia para as partículas, não sendo, porém, afetada por elas. Considerando *T* o período da onda, E_f, a energia potencial elétrica das partículas no instante t = T/4, e E_i essa mesma energia no instante t = 0, assinale a opção **correta** indicativa da razão E_f/E_i.

A. ( ) $\sqrt{2}/2\pi$
B. ( ) $\sqrt{2}/2$
C. ( ) $\sqrt{2}$
D. ( ) $\sqrt{2}\pi/2$
E. ( ) $\sqrt{2}\pi$

Alternativa: B

Elongação das partículas em t = 0

<u>x = 0</u> $y_1 = \frac{\pi}{2}\text{sen}0 \Rightarrow y_1 = 0$

<u>x = π</u> $y_2 = \frac{\pi}{2}\text{sen}(\pi - 0) \Rightarrow y_2 = 0$

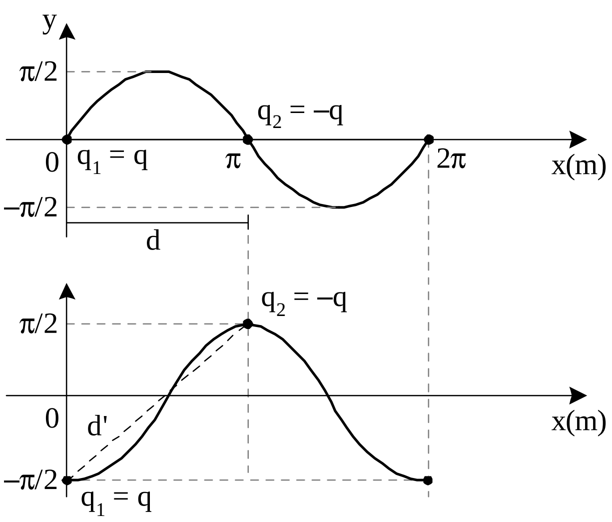
Elongação em $t = \frac{T}{4}$ com $T = \frac{2\pi}{\omega}$

<u>x = 0</u> $y'_1 = \frac{\pi}{2}\text{sen}\left(0 - \omega.\frac{2\pi}{4\omega}\right) \Rightarrow y'_1 = -\frac{\pi}{2}\text{m}$

<u>x = π</u> $y'_2 = \frac{\pi}{2}\text{sen}\left(\pi - \frac{\pi}{2}\right) \Rightarrow y'_2 = +\frac{\pi}{2}\text{m}$

<u>t = 0</u>

<u>t = T/4</u>



$d = \pi$

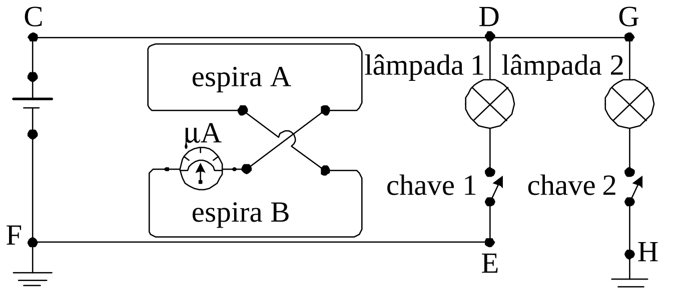
$(d')^2 = \pi^2 + \pi^2$

$d' = \pi\sqrt{2}$

$$E = \frac{Kq_1q_2}{r} \Rightarrow E_i = \frac{Kq(-q)}{d} \Rightarrow E_i = -\frac{Kq^2}{\pi} \quad \text{e} \quad E_f = -\frac{Kq^2}{\pi\sqrt{2}}$$

Logo: $\frac{E_f}{E_i} = -\frac{Kq^2}{\pi\sqrt{2}}.\frac{(-\pi)}{Kq^2} = \frac{1}{\sqrt{2}} \therefore \boxed{\frac{E_f}{E_i} = \frac{\sqrt{2}}{2}}$

7. A figura plana ao lado mostra os elementos de um circuito elétrico. Nesse mesmo plano encontram-se duas espiras interligadas, A e B, de comprimentos relativamente curtos em comparação aos dois fios condutores próximos (CD e EF). A deflexão do ponteiro do micro-amperímetro, intercalado na espira B, **só ocorre** instantaneamente no momento em que

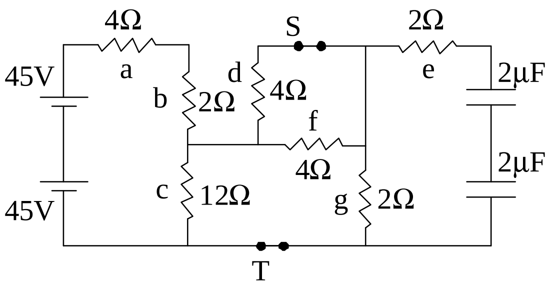


A. ( ) a chave 1 for ligada.
B. ( ) a chave 1 for ligada ou então desligada.
C. ( ) a chave 2 for ligada.
D. ( ) a chave 2 for ligada ou então desligada.
E. ( ) a chave 2 for desligada.

Alternativa: D

Observando o circuito, temos que ao ligar ou desligar a chave 1, o trecho de corrente afetado é o trecho FCDEF, tal que as ddp's induzidas na espira A e na espira B têm polaridades opostas, anulando-se.
Assim, ao se ligar ou desligar a chave 1, nada acontece no micro-amperímetro.
Já ao se ligar ou desligar a chave 2, o trecho de corrente afetado é o trecho FCDGHF. Assim, a ddp induzida na espira A será maior que a induzida na espira B.
Desta forma, haverá indicação no micro-amperímetro ao se ligar ou desligar a chave 2.

8. O circuito elétrico mostrado na figura é constituído por dois geradores ideais, com 45 V de força eletromotriz, cada um; dois capacitores de capacitâncias iguais a 2 mF; duas chaves **S** e **T** e sete resistores, cujas resistências estão indicadas na figura. Considere que as chaves **S** e **T** se encontram inicialmente fechadas e que o circuito está no regime estacionário.

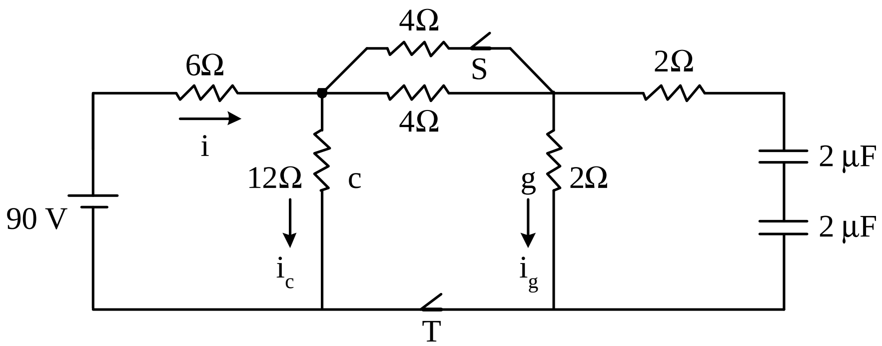


Assinale a opção **correta**.
A. ( ) A corrente através do resistor **d** é de 7,5 A.
B. ( ) A diferença de potencial em cada capacitor é de 15 V.
C. ( ) Imediatamente após a abertura da chave **T**, a corrente através do resistor **g** é de 3,75 A.
D. ( ) A corrente através do resistor **e**, imediatamente após a abertura simultânea das chaves **S** e **T**, é de 1,0 A.
E. ( ) A energia armazenada nos capacitores é de $6{,}4 \times 10^{-4}$ J.

Alternativa: C

Os capacitores são dispositivos que armazenam a energia no campo elétrico. Sendo assim, não aceitam variações bruscas de tensão e, portanto, as correntes são tais que mantêm, logo após as aberturas de chave, as ddp's estabelecidas nos capacitores.

O circuito equivalente pode ser assim representado



No regime estacionário tem-se que

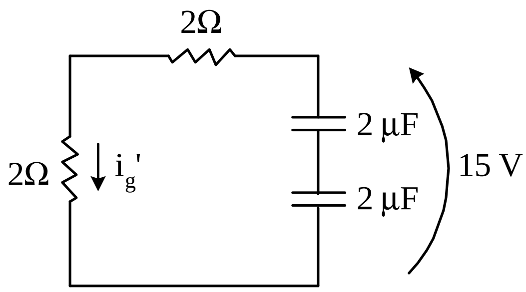
$i = \dfrac{90}{R_{eq}}$, onde R_{eq} é dado por: $R_{eq} = \left\{\left[\left(4//4\right)+2\right]//12\right\}+6 = 9\ \Omega$ e $i = \dfrac{90}{9} = 10$ A

A corrente i_g é obtida pelo divisor de corrente, tal que: $i_g = \dfrac{12\cdot 10}{16} = 7{,}5$ A

Assim a ddp sobre os capacitores que se encontram em paralelo com o resistor g é dada por:

$U_g = 2\cdot 7{,}5 = 15$ V

Ao se abrir a chave T, tem-se o seguinte circuito:



$i_g' = \dfrac{15}{4} = 3{,}75$A

---

9. Um painel coletor de energia solar para aquecimento residencial de água, com 50% de eficiência, tem superfície coletora com área útil de 10 m^2. A água circula em tubos fixados sob a superfície coletora. Suponha que a intensidade da energia solar incidente é de $1{,}0\times 10^3$ W/m^2 e que a vazão de suprimento de água aquecida é de 6,0 litros por minuto. Assinale a opção que indica a variação de temperatura da água.

A. ( ) 12ºC
B. ( ) 10ºC
C. ( ) 1,2ºC
D. ( ) 1,0ºC
E. ( ) 0,10ºC

Alternativa: A

A potência fornecida será:

$$P = \eta \cdot I \cdot A = 0{,}50 \cdot 10^3 \ \frac{W}{m^2} \cdot 10 \ m^2 = 5 \cdot 10^3 \ W$$

Mas:

$$P = \frac{Q}{\Delta t} = \frac{m \cdot c \cdot \Delta T}{\Delta t} \Rightarrow 5 \cdot 10^3 \ W = 6 \frac{kg}{min} \cdot 1 \frac{cal}{g^oC} \cdot \Delta T = \frac{6.000 \ g}{60 \ s} \cdot 4{,}2 \frac{J}{g^oC} \cdot \Delta T \Rightarrow \Delta T = \frac{5 \cdot 10^3 \cdot 60}{6.000 \cdot 4{,}2} \ ^\circ C$$

Portanto: $\boxed{\Delta T \cong 12^o C}$

---

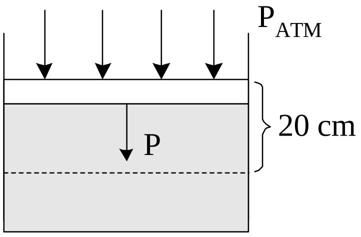
10. Um recipiente cilíndrico vertical é fechado por meio de um pistão, com 8,00 kg de massa e 60,0 cm^2 de área, que se move sem atrito. Um gás ideal, contido no cilindro, é aquecido de 30 ºC a 100 ºC, fazendo o pistão subir 20,0 cm. Nesta posição, o pistão é fixado, enquanto o gás é resfriado até sua temperatura inicial. Considere que o pistão e o cilindro encontram-se expostos à pressão atmosférica. Sendo Q_1 o calor adicionado ao gás durante o processo de aquecimento e Q_2, o calor retirado durante o esfriamento, assinale a opção **correta** que indica a diferença $Q_1 - Q_2$.

A. ( ) 136 J
B. ( ) 120 J
C. ( ) 100 J
D. ( ) 16 J
E. ( ) 0 J

Alternativa: A

1ª Lei da Termodinâmica: $Q = \tau + \Delta U$

A diferença entre o calor adicionado e o retirado será igual ao trabalho total realizado no processo somado à variação total de energia interna do gás. Como a temperatura do gás ao final do processo é igual à temperatura no início, a variação de energia térmica é nula. Assim: $Q_1 - Q_2 = \tau$



$$P_T = P_P + P_{ATM}$$

$$P_P = \frac{m \cdot g}{A} = \frac{8 \cdot 10}{60 \cdot 10^{-4}} = \frac{4}{3} \cdot 10^4 \ Pa$$

$$P_T = \frac{4}{3} \cdot 10^4 + 10^5 = \frac{34}{3} \cdot 10^4 \ Pa$$

$$\Delta V = A \cdot h = 60 \cdot 10^{-4} \cdot 0{,}2 = 12 \cdot 10^{-4} m^3$$

$$\tau = P_T \cdot \Delta V$$

$$\tau = \frac{34}{3} \cdot 10^4 \cdot 12 \cdot 10^{-4} = 136 \ J$$

$$\boxed{Q_1 - Q_2 = 136 \ J}$$

11. A linha das neves eternas encontra-se a uma altura h_0 acima do nível mar, onde a temperatura do ar é 0^oC. Considere que, ao elevar-se acima ao nível do mar, o ar sofre uma expansão adiabática que obedece à relação *Dp/p = (7/2)(DT/T)*, em que *p* é a pressão e *T*, a temperatura. Considerando o ar um gás ideal de massa molecular igual a 30 *u* (unidade de massa atômica) e a temperatura ao nível do mar igual a 30^oC, assinale a opção que indica aproximadamente a altura h_0 da linha das neves.

A. ( ) 2,5 km
B. ( ) 3,0 km
C. ( ) 3,5 km
D. ( ) 4,0 km
E. ( ) 4,5 km

Alternativa: C

Como é muito grande a variação de densidade do ar entre as alturas consideradas, vamos usar a expressão da atmosfera isotérmica.

Atmosfera isotérmica $P = P_0 \cdot e^{-\frac{Mgh}{RT}}$

Como $M = N_0.m$ e $\frac{R}{N_0} = k$ $\boxed{P = P_0 \cdot e^{-\frac{Mgh}{RT}}}$

$$|\Delta P| = |P - P_0| = P_0 - P_0 \cdot e^{-\frac{Mgh}{RT}}$$

$$|\Delta P| = P_0\left(1 - e^{-\frac{Mgh}{RT}}\right)$$

Pelo enunciado $\frac{|\Delta P|}{P_0} = \frac{7}{2} \cdot \frac{|\Delta T|}{T_0}$

Assim:

$$\cancel{P_0}\,\frac{7}{2} \cdot \frac{30}{303} = \cancel{P_0} \cdot \left(1 - e^{-\frac{Mgh}{RT}}\right)$$

$$\frac{105}{303} - 1 = -e^{-\frac{Mgh}{RT}}$$

$$-e^{-\frac{Mgh}{RT}} = \left(1 - \frac{105}{303}\right) = \frac{198}{303}$$

$$-\frac{Mgh}{RT} = \ell n\left(\frac{198}{303}\right) \Rightarrow h = \frac{RT}{Mg}\,\ell n\,\frac{303}{198}$$

$$\begin{cases} \text{para } T = 303K \Rightarrow h = 3.600 \text{ m (limite superior)} \\ \text{para } T = 273K \Rightarrow h = 3.279 \text{ m (limite inferior)} \end{cases}$$

Portanto, $\boxed{h = 3{,}5 \text{ km}}$

Se considerássemos a densidade do ar constante, pela Lei de Stevin obteríamos h = 2,9 km.

12. Uma estrela mantém presos, por meio de sua atração gravitacional, os planetas Alfa, Beta e Gama. Todos descrevem órbitas elípticas, em cujo foco comum se encontra a estrela, conforme a primeira lei de Kepler. Sabe-se que o semi-eixo maior da órbita de Beta é o dobro daquele da órbita de Gama. Sabe-se também que o período de Alfa é $\sqrt{2}$ vezes maior que o período de Beta. Nestas condições, pode-se afirmar que a razão entre o período de Alfa e o de Gama é

A. ( ) $\sqrt{2}$ B. ( ) 2 C. ( ) 4
D. ( ) $4\sqrt{2}$ E. ( ) $6\sqrt{2}$

Alternativa: C

Aplicando a lei dos períodos de Kepler para β e γ, temos:

$$\frac{T_\beta^{\ 2}}{R_\beta^{\ 3}} = \frac{T_\gamma^{\ 2}}{R_\gamma^{\ 3}} \therefore T_\gamma^{\ 2} = \left(\frac{R_\gamma}{R_\beta}\right)^3 .T_\beta^{\ 2}$$

$$T_\gamma = \sqrt{\left(\frac{R_\gamma}{R_\beta}\right)^3 .T_\beta^{\ 2}} = \sqrt{\left(\frac{1}{2}\right)^3 .T_\beta^{\ 2}}$$

$$T_\gamma = \frac{T_\beta}{2\sqrt{2}} \quad \text{(I)}$$

Encontrando a razão pedida, temos:

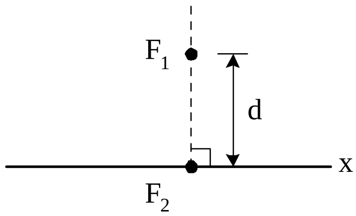
dado no problema

$$\frac{T_\alpha}{T_\gamma} = \frac{\sqrt{2}\cdot T_\beta}{\dfrac{T_\beta}{2\sqrt{2}}} = \sqrt{2}\cdot T_\beta \cdot \frac{2\sqrt{2}}{T_\beta} \quad \therefore \quad \boxed{\frac{T_\beta}{T_\gamma} = 4}$$

(I)

---

13. Na figura, $\mathbf{F_1}$ e $\mathbf{F_2}$ são fontes sonoras idênticas que emitem, em fase, ondas de freqüência *f* e comprimento de onda λ. A distância **d** entre as fontes é igual a 3 λ. Pode-se então afirmar que a menor distância não nula, tomada a partir de $\mathbf{F_2}$, ao longo do eixo **x**, para a qual ocorre interferência construtiva, é igual a

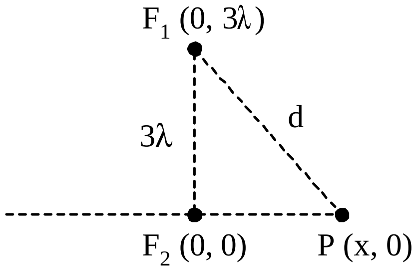


A. ( ) $4\,\lambda / 5$
B. ( ) $5\,\lambda / 4$
C. ( ) $3\,\lambda / 2$
D. ( ) $2\,\lambda$
E. ( ) $4\,\lambda$

Alternativa: B

Sendo as fontes em fase, as posições onde ocorre interferência construtiva são aquelas para as quais a diferença de caminho $\left(d_{F_1} - d_{F_2} = n_p \cdot \dfrac{\lambda}{2}\right)$, onde d_{F_1} e d_{F_2} são as distâncias das fontes F_1 e F_2 ao ponto considerado e n_p é um número par.

Tem-se a seguinte representação esquemática.



A diferença de caminho é dada por:

$$d - x = n_p \cdot \frac{\lambda}{2}$$

$$\sqrt{9\lambda^2 + x^2} - x = n_p \cdot \frac{\lambda}{2}$$

Portanto, tem-se que

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

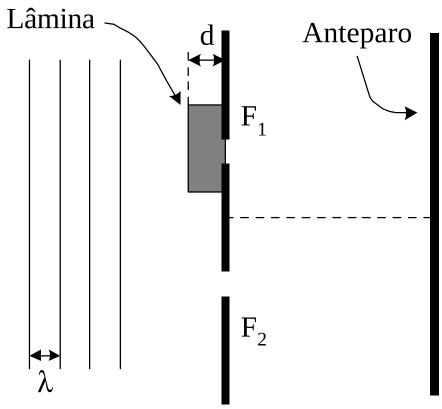
$$2x \cdot n_p \cdot \frac{\lambda}{2} = 9\lambda^2 - \left(n_p \cdot \frac{\lambda}{2}\right)^2 \Rightarrow x = \frac{9\lambda - n_p^2 \cdot \frac{\lambda}{4}}{n_p}$$

Daí:

$$n_p = 2 \;\Rightarrow\; x = 4\lambda;\; n_p = 4 \;\Rightarrow\; x = \frac{5\lambda}{4};\; n_p = 6 \;\Rightarrow\; x = 0;\; n_p > 6 \;\Rightarrow\; x < 0$$

Logo o mínimo valor de x não nulo é $\boxed{x = \frac{5\lambda}{4}}$.

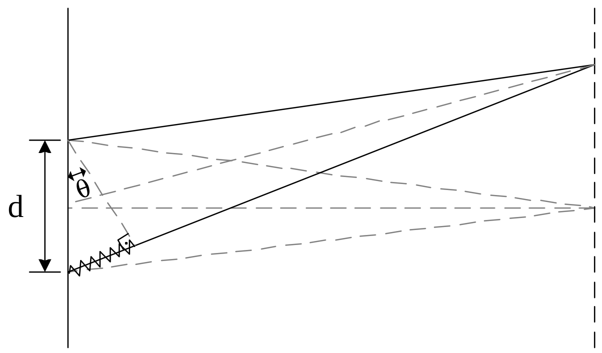
14. Num experimento de duas fendas de Young, com luz monocromática de comprimento de onda l, coloca-se uma lâmina delgada de vidro (n_v = 1,6) sobre uma das fendas. Isto produz um deslocamento das franjas na figura de interferência. Considere que o efeito da lâmina é alterar a fase da onda. Nestas circunstâncias, pode-se afirmar que a espessura **d** da lâmina, que provoca o deslocamento da franja central brilhante (ordem zero) para a posição que era ocupada pela franja brilhante de primeira ordem, é igual a



A. ( ) 0,38λ
B. ( ) 0,60λ
C. ( ) λ
D. ( ) 1,2λ
E. ( ) 1,7λ

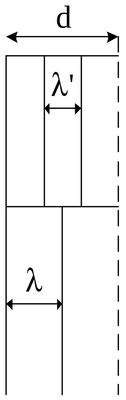
Alternativa: E

Na experiência de Young, estando as 2 fontes em fase, tem-se que:



d sen θ = m λ
Onde d sen θ é a diferença de caminho e
m = 0, 1, 2, …

Para o máximo central, a diferença de caminho é igual a 0 (m = 0) e para a 1ª franja brilhante, a diferença de caminho é igual a λ (m = 1).
Assim, para deslocarmos a franja central para a posição de 1ª franja brilhante, a lâmina de faces paralelas deve acrescentar uma diferença de fase igual a λ, tal que:



$$d = n\lambda$$

$$d = (n+1)\lambda' \quad \text{onde } \lambda' = \frac{\lambda}{1,6}$$

assim

$$n\lambda = (n+1)\frac{\lambda}{1,6}$$

$$1,6n\lambda = n\lambda + \lambda$$

$$0,6n\lambda = \lambda \quad \therefore \quad n \cong 1,7$$

$$\boxed{d = 1,7\lambda}$$

---

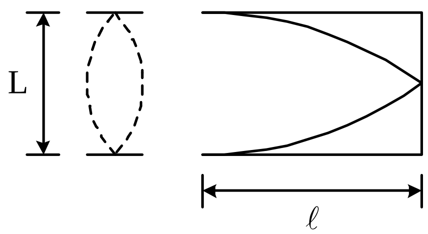
15. Um tubo sonoro de comprimento ℓ, fechado numa das extremidades, entra em ressonância, no seu modo fundamental, com o som emitido por um fio, fixado nos extremos, que também vibra no modo fundamental. Sendo **L** o comprimento do fio, **m** sua massa e **c**, a velocidade do som no ar, pode-se afirmar que a tensão submetida ao fio é dada por

A. ( ) $(c/2L)^2\, m\ell$ B. ( ) $(c/2\ell)^2\, mL$ C. ( ) $(c/\ell)^2\, mL$

D. ( ) $(c/\ell)^2\, m\ell$ E. ( ) n.d.a.

Alternativa: B

A situação do problema é mostrada na figura abaixo:



A freqüência fundamental da corda vibrante é dada por $f_{1C} = \frac{1v}{2L}$, onde v é a velocidade de propagação da onda na corda e vale $\sqrt{\frac{T}{\mu}}$, onda T é a tração aplicada na corda e μ é a sua densidade linear de massa.

A freqüência fundamental do tubo vibrante é dada por $f_{1T} = \frac{c}{4\ell}$, onde c é a velocidade do som. De acordo com o problema:

$$f_{1C} = f_{1T} \Rightarrow \frac{v}{2L} = \frac{c}{4\ell} \Rightarrow \sqrt{\frac{T}{\mu}} = \frac{cL}{2\ell} \Rightarrow T = \mu\frac{c^2L^2}{4\ell^2} = \frac{m}{L}\cdot\frac{c^2L^2}{4\ell^2} \Rightarrow \boxed{T = \left(\frac{c}{2\ell}\right)^2 mL}$$

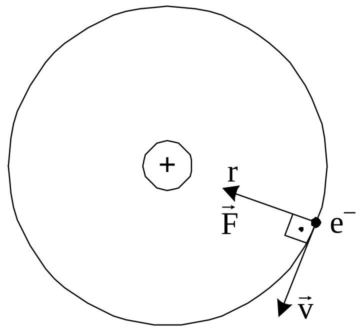
Vale observar que o ITA confundiu os conceitos de Tração com Tensão, e esta última não pode ser calculada sem sabermos a área da secção transversal do fio, que não foi fornecida. Se isso for considerado por um candidato rigoroso, este assinalaria a alternativa E.

16. O átomo de hidrogênio no modelo de Bohr é constituído de um elétron de carga ***e*** que se move em órbitas circulares de raio ***r***, em torno do próton, sob a influência da força de atração coulombiana. O trabalho efetuado por esta força sobre o elétron ao percorrer a órbita do estado fundamental é

A. ( ) $-e^2/(2e_0r)$
B. ( ) $e^2/(2e_0r)$
C. ( ) $-e^2/(4pe_0r)$
D. ( ) e^2/r
E. ( ) n.d.a.

Alternativa: E

No modelo de Bohr, as trajetórias do elétron no átomo de hidrogênio são circulares e, portanto, a força elétrica é sempre perpendicular ao deslocamento, sendo o seu trabalho nulo, pois
$\tau = F \cdot d \cdot \cos\theta \Rightarrow \tau = F \cdot d \cdot 0 \Rightarrow \tau = 0$



$\theta = 90^o$

---

17. Num experimento que usa o efeito fotoelétrico, ilumina-se sucessivamente a superfície de um metal com luz de dois comprimentos de onda diferentes, l_1 e l_2, respectivamente. Sabe-se que as velocidades máximas dos fotoelétrons emitidos são, respectivamente, ν_1 e ν_2, em que $\nu_1 = 2\nu_2$. Designando C a velocidade da luz no vácuo, e *h* constante de Planck, pode-se, então, afirmar que a função trabalho *f* do metal é dada por

A. ( ) $(2l_1 - l_2)hC/(l_1l_2)$ B. ( ) $(l_2 - 2l_1)hC/(l_1l_2)$ C. ( ) $(l_2 - 4l_1)hC/(3l_1l_2)$
D. ( ) $(4l_1 - l_2)hC/(3l_1l_2)$ E. ( ) $(2l_1 - l_2)hC/(3l_1l_2)$

Alternativa: D

Da teoria de Einstein para o efeito fotoelétrico, tem-se que:

$$\underbrace{E_{inc}}_{\text{Energia incidente}} = \underbrace{E_0}_{\text{Energia mínima ou função de trabalho}} + \underbrace{E_c}_{\text{Energia cinética}}$$

Onde a energia incidente é dada por: $E_{inc} = h \cdot f_{inc} = \dfrac{hc}{\lambda_{inc}}$

f = freqüência
h = constante de Planck
λ = comprimento de onda

e como $v_1 = 2v_2 \Rightarrow E_{c1} = 4E_{c2}$.

Podemos então escrever:

$$\frac{hc}{\lambda_1} = \phi + E_{c1} \Rightarrow \frac{hc}{\lambda_1} = \phi + 4E_{c2}$$

$$\frac{hc}{\lambda_2} = \phi + E_{c2}$$

Portanto: $\frac{hc}{\lambda_1} - \phi = 4\left(\frac{hc}{\lambda_2} - \phi\right) \Rightarrow 3\phi = \frac{4hc}{\lambda_2} - \frac{hc}{\lambda_1} \Rightarrow \boxed{\phi = \frac{hc(4\lambda_1 - \lambda_2)}{3\lambda_1\lambda_2}}$

---

18. Uma lente convergente tem distância focal de 20 cm quando está mergulhada em ar. A lente é feita de vidro, cujo índice de refração é n_v = 1,6. Se a lente é mergulhada em um meio, menos refringente do que o material da lente, cujo índice de refração é *n*, considere as seguintes afirmações:

I. A distância focal não varia se o índice de refração do meio for igual ao do material da lente.
II. A distância focal torna-se maior se o índice de refração *n* for maior que o do ar.
III. Neste exemplo, uma maior diferença entre os índices de refração do material da lente e do meio implica numa menor distância focal.

Então, pode-se afirmar que
A. ( ) apenas a II é correta.
B. ( ) apenas a III é correta.
C. ( ) apenas II e III são corretas.
D. ( ) todas são corretas.
E. ( ) todas são incorretas.

Alternativa: C

Da equação dos fabricantes de lentes $C = \frac{1}{f} = \left(\frac{n_L}{n_m} - 1\right)\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right)$ temos:

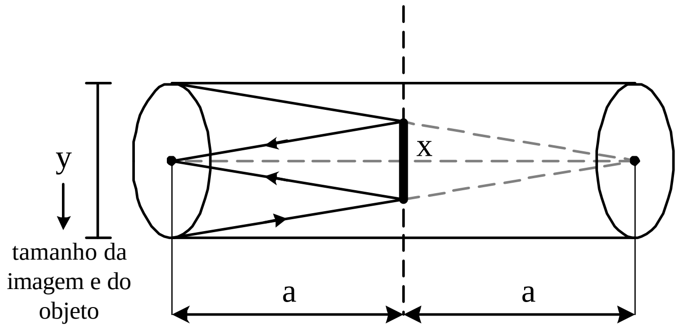
I. Falsa, pois se $n_m = n_L \Rightarrow C = 0$.
II. Verdadeira, pois, se aumentarmos n_m, C diminui e f aumenta.
III. Verdadeira, por acontecer o inverso do que ocorre no item anterior.

---

19. Ao olhar-se num espelho plano, retangular, fixado no plano de uma parede vertical, um homem observa a imagem de sua face tangenciando as quatro bordas do espelho, isto é, a imagem de sua face encontra-se ajustada ao tamanho do espelho. A seguir, o homem afasta-se, perpendicularmente à parede, numa certa velocidade em relação ao espelho, continuando a observar sua imagem. Nestas condições, pode-se afirmar que essa imagem

A. ( ) torna-se menor que o tamanho do espelho tal como visto pelo homem.
B. ( ) torna-se maior que o tamanho do espelho tal como visto pelo homem.
C. ( ) continua ajustada ao tamanho do espelho tal como visto pelo homem.
D. ( ) desloca-se com o dobro da velocidade do homem.
E. ( ) desloca-se com metade da velocidade do homem.

Alternativa: C



$$\frac{x}{y} = \frac{\cancel{a}}{2\cancel{a}}$$

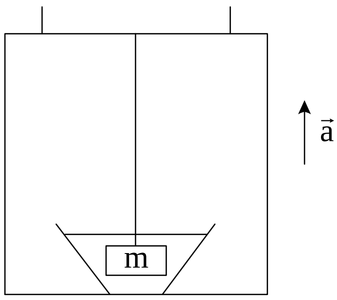
$$x = \frac{y}{2}$$

fixo
(tamanho do espelho)

Como o tamanho da imagem já está ajustado ao tamanho do espelho, assim permanecerão, pelo fato do processo independer da distância entre o rosto e o espelho.

---

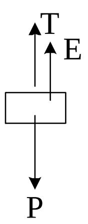
20. Um bloco homogêneo de massa **m** e densidade ***d*** é suspenso por meio de um fio leve e inextensível preso ao teto de um elevador. O bloco encontra-se totalmente imerso em água, de densidade r, contida em um balde, conforme mostra a figura. Durante a subida do elevador, com uma aceleração constante $\vec{\mathbf{a}}$, o fio sofrerá uma tensão igual a



A. ( ) $m(g + \text{a})\,(1 - r\,/\,d)$.
B. ( ) $m(g - \text{a})\,(1 - r\,/\,d)$.
C. ( ) $m(g + \text{a})\,(1 + r\,/\,d)$.
D. ( ) $m(g - \text{a})\,(1 + d\,/\,r)$.
E. ( ) $m(g + \text{a})\,(1 - d\,/\,r)$.

Alternativa: A

Isolando o bloco:



$$T + E - P = m \cdot a$$

Como $P = m \cdot g$ e $E = \rho \cdot V \cdot (g + a)$: $T = m \cdot a + m \cdot g - \rho \cdot V \cdot (g + a)$

Mas: $d = \dfrac{m}{V} \;\Rightarrow\; V = \dfrac{m}{d}$

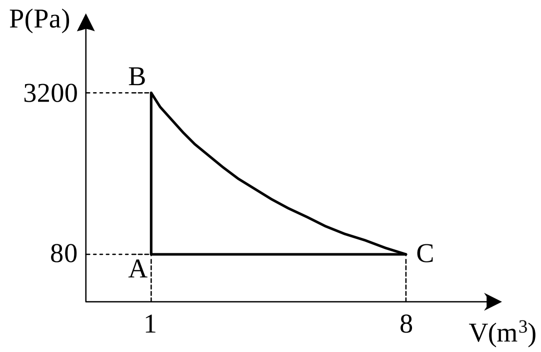
Logo: $T = m \cdot a + m \cdot g - \rho \cdot \dfrac{m}{d} \cdot (g + a) = m(g + a) - m \cdot \dfrac{\rho}{d} \cdot (g + a) \;\Rightarrow\; \boxed{T = m(g + a) \cdot (1 - \dfrac{\rho}{d})}$

Vale novamente observar que os conceitos de Tração e Tensão foram confundidos, sugerindo a anulação da questão.

21. Uma máquina térmica opera com um mol de um gás monoatômico ideal. O gás realiza o ciclo **ABCA**, representado no plano **PV**, conforme mostra a figura. Considerando que a transformação **BC** é adiabática, calcule:

a) a eficiência da máquina;

b) a variação da entropia na transformação **BC**.



Resolução:

Para os calores trocados, temos:

a) $Q_{CA} = nC_p\Delta T$, $C_p = \frac{5}{2}R$

Como $p\Delta V = nR\Delta T \Rightarrow \Delta T = \frac{p\Delta V}{nR}$

Assim:

$Q_{CA} = \cancel{n}.\frac{5}{2}\cancel{R}\cdot p\cdot\frac{\Delta V}{\cancel{nR}} = \frac{5}{2}p\Delta V$

$Q_{CA} = \frac{5}{2}\cdot 80\cdot(1-8) \Rightarrow Q_{CA} = -1400$ J

$Q_{AB} = nC_V\Delta T$, $C_V = \frac{3}{2}R$ (monoatômico)

$\Delta p\cdot V = nR\Delta T \Rightarrow \Delta T = \frac{\Delta p\cdot V}{nR}$

Assim:

$Q_{AB} = \cancel{n}\cdot\frac{3}{2}\cancel{R}\cdot\frac{\Delta p\cdot V}{\cancel{nR}}$

$Q_{AB} = 3\cdot\frac{(3200-80)\cdot 1}{2} = 4680$ J

$Q_{BC} = 0$ (adiabática)

$\Sigma Q = \Sigma\tau \Rightarrow \Sigma\tau = \tau_{ciclo} = 4680 - 1400$

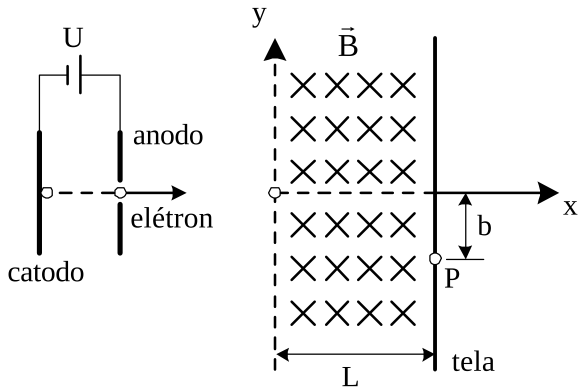
$\tau_{ciclo} = 3280$ J

$\eta = \frac{\tau}{Q_R} \Rightarrow \eta = \frac{3280}{4680}$

$\boxed{\eta = 70\%}$

b) A transformação BC é adiabática, logo $\boxed{\Delta S = 0}$

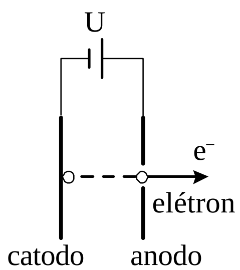
22. Tubos de imagem de televisão possuem bobinas magnéticas defletoras que desviam elétrons para obter pontos luminosos na tela e, assim, produzir imagens. Nesses dispositivos, elétrons são inicialmente acelerados por uma diferença de potencial **U** entre o catodo e o anodo. Suponha que os elétrons são gerados em repouso sobre o catodo. Depois de acelerados, são direcionados, ao longo do eixo **x**, por meio de uma fenda sobre o anodo, para uma região de comprimentos **L** onde atua um campo de indução magnética uniforme $\vec{B}$, que penetra perpendicularmente o plano do papel, conforme mostra o esquema. Suponha, ainda, que a tela delimita a região do campo de indução magnética.



Se um ponto luminoso é detectado a uma distância **b** sobre a tela, determine a expressão da intensidade de $\vec{B}$ necessária para que os elétrons atinjam o ponto luminoso **P**, em função dos parâmetros e constantes fundamentais intervenientes. (Considere **b** << **L**).

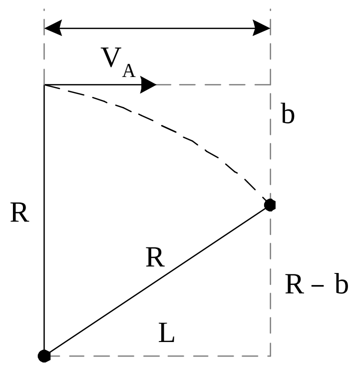
Resolução:

Pelo Teorema da Energia Cinética, tem-se que:



$$e \cdot U = \frac{1}{2} m V_A^2 \Rightarrow V_A = \left(\frac{2eU}{m}\right)^{\frac{1}{2}}$$

ao entrar no campo:



Por Pitágoras:

$$R^2 = (R-b)^2 + L^2 \Rightarrow \cancel{R^2} = \cancel{R^2} - 2Rb + b^2 + L^2 \Rightarrow 2Rb = b^2 + L^2$$

$$R = \frac{b^2 + L^2}{2b}$$

$$\text{mas } R = \frac{mV_A}{eB} \Rightarrow \frac{mV_A}{eB} = \frac{L^2 + b^2}{2b}$$

$$\text{Como } L >> b \Rightarrow \frac{mV_A}{eB} \approx \frac{L^2}{2b} \Rightarrow B = \frac{2b}{L^2 e} mV_A$$

$$\boxed{B = \frac{2b}{L^2}\left(\frac{2mU}{e}\right)^{\frac{1}{2}}}$$

23. Dois tubos sonoros A e B emitem sons simultâneos de mesma amplitude, de freqüências $f_A = 150$ Hz e $f_B = 155$ Hz, respectivamente.

a) Calcule a freqüência do batimento do som ouvido por um observador que se encontra próximo aos tubos e em repouso em relação aos mesmos.

b) Calcule a velocidade que o tubo B deve possuir para eliminar a freqüência do batimento calculada no item a), e especifique o sentido desse movimento em relação ao observador.

Resolução

a) A freqüência de batimento f_{bat} é dada por $f_{bat} = |f_A - f_B| \Rightarrow \boxed{f_{bat} = 5\text{ Hz}}$ onde f_A e f_B são as freqüências das fontes A e B, respectivamente.

b) Para eliminar a freqüência de batimento, o tubo B deve ter a mesma freqüência do tubo A. Portanto:

$$150 = 155 \cdot \frac{300}{300 + V_B} \Rightarrow 310 = 300 + V_B \Rightarrow \boxed{V_B = 10\text{ m/s}}$$

Como a freqüência aparente é menor que a freqüência real, a fonte deve estar se afastando do observador.

---

24. Atualmente, vários laboratórios, utilizando vários feixes de laser, são capazes de resfriar gases a temperaturas muito próximas do zero absoluto, obtendo moléculas e átomos ultrafrios. Considere três átomos ultrafrios de massa *M*, que se aproximam com velocidades desprezíveis. Da colisão tripla resultante, observada de um referencial situado no centro de massa do sistema, forma-se uma molécula diatômica com liberação de certa quantidade de energia **B**. Obtenha a velocidade final do átomo remanescente em função de *B* e *M*.

Resolução:

Como as velocidades são desprezíveis, a E_c do sistema é nula. Estando o centro de massa do sistema em repouso, tem-se que, após a colisão:

$$\overset{2Mv'}{\longleftarrow} \bullet \overset{Mv}{\longrightarrow}$$

$$2M\vec{v}' + M\vec{v} = 0 \Rightarrow v' = \frac{v}{2} \quad (I)$$

$$\text{e } B = \underbrace{\frac{1}{2}2Mv'^2}_{E_c\text{ molécula}} + \underbrace{\frac{1}{2}Mv^2}_{E_c\text{ átomo}} \quad (II)$$

Substituindo I em II, vem:

$$B = \frac{1}{2}2M.\frac{v^2}{4} + \frac{1}{2}Mv^2$$

$$B = \frac{Mv^2}{4} + \frac{Mv^2}{2} \Rightarrow 4B = 3Mv^2$$

$$\boxed{v = 2\sqrt{\frac{B}{3M}}}$$

25. As duas faces de uma lente delgada biconvexa têm um raio de curvatura igual a 1,00 m. O índice de refração da lente para luz vermelha é 1,60 e, para luz violeta, 1,64. Sabendo que a lente está imersa no ar, cujo índice de refração é 1,00, calcule a distância entre os focos de luz vermelha e de luz violeta, em centímetros.

Resolução

Da equação dos fabricantes de lentes:

$$C = \frac{1}{f} = \left(\frac{n_L}{n_m} - 1\right).\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right)$$

$$C = \left(\frac{n_L - n_m}{n_m}\right).\frac{2}{R}$$

$$C_1 = 0{,}6.\frac{2}{1} \qquad C_2 = 0{,}64.2$$

$$C_1 = \boxed{1{,}20\ \text{di}}\ \text{(vermelho)} \qquad C_2 = \boxed{1{,}28\ \text{di}}\ \text{(violeta)}$$

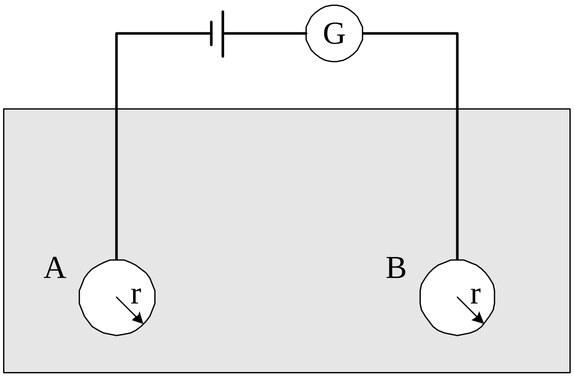
Mas $f_1 = \frac{1}{C_1} = \frac{1}{1{,}2} = 0{,}83\ \text{m}$ $\qquad f_2 = \frac{1}{C_2} = 0{,}78\ \text{m}$

$f_1 = 0{,}83$ m $\qquad f_2 = 0{,}78$ m

$|\Delta f| = |0{,}83 - 0{,}78|.10^2 \Rightarrow \boxed{|\Delta f| = 5\ \text{cm}}$

---

26. Na prospecção de jazidas minerais e localização de depósitos subterrâneos, é importante o conhecimento da condutividade elétrica do solo. Um modo de medir a condutividade elétrica do solo é ilustrado na figura. Duas esferas metálicas **A** e **B**, idênticas, de raio **r**, são profundamente enterradas no solo, a uma grande distância entre as mesmas, comparativamente a seus raios. Fios retilíneos, isolados do solo, ligam as esferas a um circuito provido de bateria e um galvanômetro **G**. Conhecendo-se a intensidade da corrente elétrica e a força eletromotriz da bateria, determina-se a resistência *R* oferecida pelo solo entre as esferas.

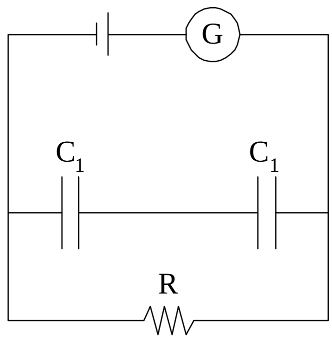


Sabendo que $RC = e / s$, em que σ é a condutividade do solo, *C* é a capacitância do sistema e *e* a constante dielétrica do solo, pedem-se:

a) Desenhe o circuito elétrico correspondente do sistema esquematizado e calcule a capacitância do sistema.
b) Expresse s em função da resistência *R* e do raio **r** das esferas.

Resolução

a) O circuito pode ser simplificado de acordo com o diagrama



$$C_1 = C_2 = \frac{r}{K}$$

Onde r é o raio da esfera e K é constante eletrostática do meio e vale $\frac{1}{4\pi\varepsilon}$

$$C_{eq} = \frac{C_1}{2} = \frac{r}{2K} \Rightarrow \boxed{C_{eq} = 2\pi\varepsilon r}$$

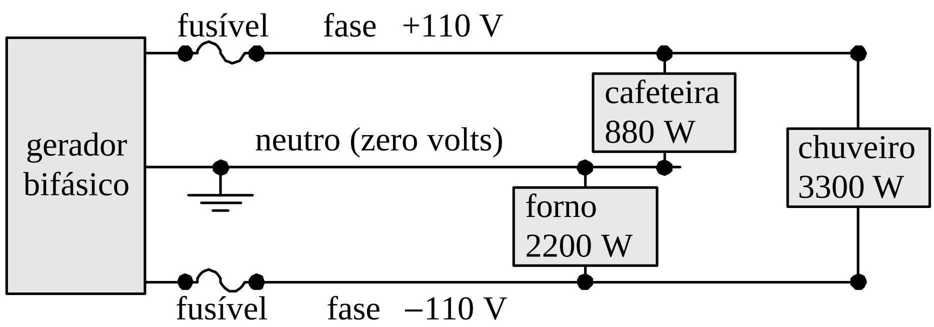
b) Como $RC = \frac{\varepsilon}{\sigma}$

$$R.\frac{r}{2K} = \frac{\varepsilon}{\sigma} \Rightarrow \sigma = \frac{\varepsilon 2K}{Rr} = \frac{2\varepsilon}{4\pi\varepsilon Rr} \Rightarrow \boxed{\sigma = \frac{1}{2\pi Rr}}$$

Observação: Na equação apresentada ε é pernistividade elétrica e não a constante dielétrica, que é a colação entre a permitividade do meio e a do vácuo.

---

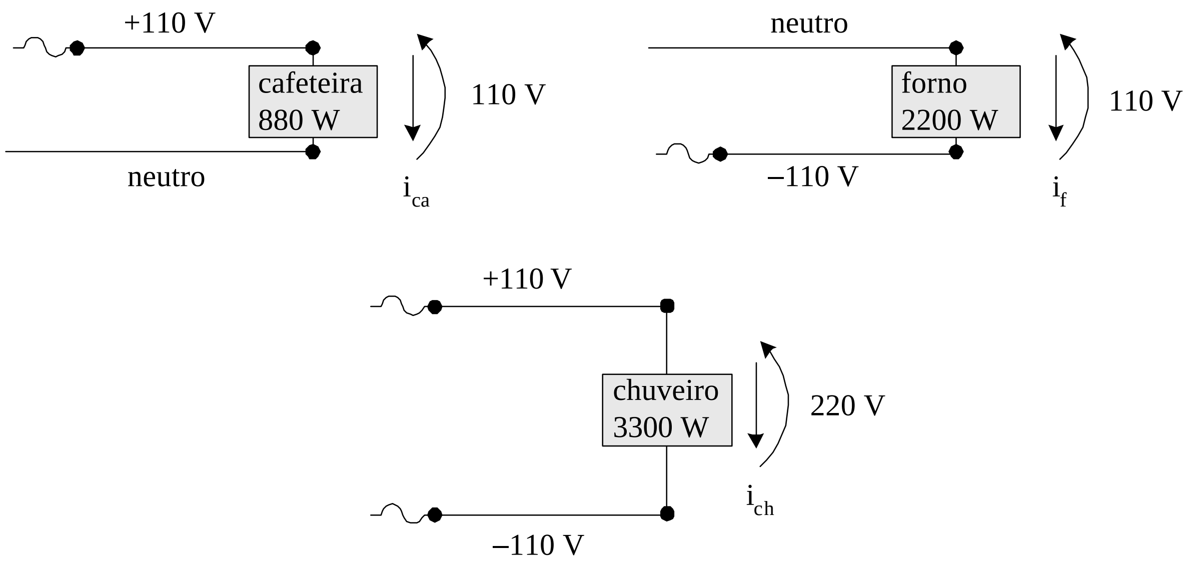
27. A figura representa o esquema simplificado de um circuito elétrico em uma instalação residencial. Um gerador bifásico produz uma diferença de potencial (d.d.p) de 220 V entre as fases (+110 V e –110 V) e uma ddp de 110 V entre o neutro e cada uma das fases. No circuito estão ligados dois fusíveis e três aparelhos elétricos, com as respectivas potências nominais indicadas na figura.



Admitindo que os aparelhos funcionam simultaneamente durante duas horas, calcule a quantidade de energia elétrica consumida em quilowatt-hora (kWh) e, também, a capacidade mínima dos fusíveis, em ampére.

Resolução

Pelo circuito observa-se que a cafeteira e o forno estão ligados em 110 V e o chuveiro esta ligado em 220 V, tal como se vê na figura a seguir:



As correntes na cafeteira i_{ca}, no forro i_f e no chuveiro i_{ch} são dadas por $i = \dfrac{\text{Potência}}{\text{Tensão}}$

$i_{ca} = \dfrac{880}{110} = 8\ \text{A} \qquad i_{ch} = \dfrac{2200}{110} = 20\ \text{A} \qquad i_{cn} = \dfrac{3300}{220} = 15\ \text{A}$

Pelo fusível F_1 passam i_{ca} e i_{ch}, tal que F_1 deve suportar no mínimo $\boxed{23\ \text{A}}$.

Pelo fusível F_2 passam i_{ch} e i_f, tal que F_2 deve suportar no mínimo $\boxed{35\ \text{A}}$.

A quantidade de energia consumida é dada por

$E = P \cdot t = (0{,}88 + 2{,}2 + 3{,}3)\,\text{kW} \cdot 2\text{h} \Rightarrow \boxed{E = 12{,}76\ \text{kWh}}$

---

28. Um elétron é acelerado a partir do repouso por meio de uma diferença de potencial *U*, adquirindo uma quantidade de movimento *p*. Sabe-se que, quando o elétron está em movimento, sua energia relativística é dada por $E = \left[(m_0C^2)^2 + p^2C^2\right]^{1/2}$, em que m_0 é a massa de repouso do elétron e *C* a velocidade da luz no vácuo. Obtenha o comprimento de onda de De Broglie do elétron em função de *U* e das constantes fundamentais pertinentes.

Resolução:

Utilizando o teorema da energia cinética tem-se que:

$$q.U = \left[(m_0C^2)^2 + p^2C^2\right]^{1/2} - \left[[m_0C^2]^2\right]^{1/2}$$

$$(q \cdot U + m_0C^2)^2 = (m_0C^2)^2 + p^2C^2$$

$$(qU)^2 + 2qUm_0C^2 + \cancel{(m_0C^2)^2} = p^2C^2 + \cancel{(m_0C^2)^2}$$

$$\left[(qU)^2 + 2qUm_0C^2\right] = p^2C^2 \therefore p = \left(\frac{(qU)^2 + 2qUm_0C^2}{C^2}\right)^{1/2}$$

Pela dualidade partícula onda de De Broglie, tem-se que: $\lambda = \dfrac{h}{p} \Rightarrow \boxed{\lambda = \dfrac{hC}{[(qU)^2 + 2qUm_0C^2]^{1/2}}}$

Onde λ é o comprimento de onda do elétron.

29. Duas salas idênticas estão separadas pr uma divisória de espessura $L = 5{,}0$ cm, área $A = 100\ m^2$ e condutividade térmica $k = 2{,}0\ W / m\ K$. O ar contido em cada sala encontra-se, inicialmente, à temperatura $T_1 = 47$ºC e $T_2 = 27$ºC, respectivamente. Considerando o ar como um gás ideal e o conjunto das duas salas um sistema isolado, calcule:

a) O fluxo de calor através da divisória relativo às temperaturas iniciais T_1 e T_2.

b) A taxa de variação de entropia $\Delta S / \Delta t$ no sistema no início da troca de calor, explicando o que ocorre com a desordem do sistema.

Resolução

Lei de Fourier

$$\phi = \frac{k}{\ell} \cdot \Delta T \cdot S$$

a) $$\phi = \frac{2.(47-27).100}{5.10^{-2}} \therefore \boxed{\phi = 8 \cdot 10^4 W}$$

b) $$\frac{\Delta S}{\Delta t} = \frac{\sum \frac{\Delta Q}{T}}{\Delta t}$$

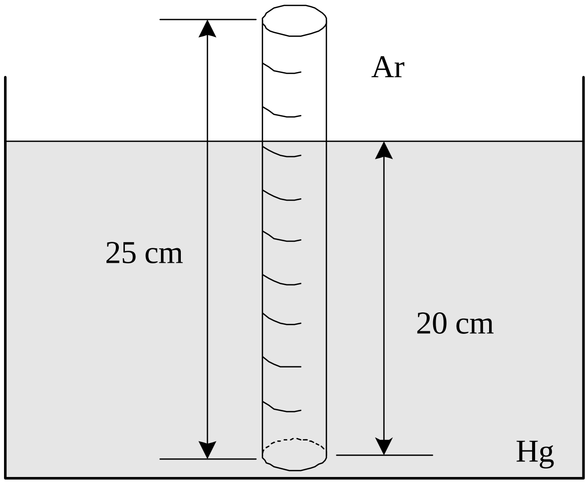
$$\frac{\Delta S}{\Delta t} = \frac{Q_1}{T_1} + \frac{Q_2}{T_2} \qquad Q_1 = -Q_2$$

$$\frac{\Delta S}{\Delta t} = \left(\frac{-1}{320} + \frac{1}{300}\right) \cdot 8 \cdot 10^4$$

$$\frac{\Delta S}{\Delta t} = \frac{20}{320.300} \cdot 8 \cdot 10^4 = \frac{1600}{32 \cdot 3} \therefore \boxed{\frac{\Delta S}{\Delta t} = \frac{50}{3} \frac{W}{K}}$$

$\Delta S > 0 \Rightarrow$ A desordem aumenta.

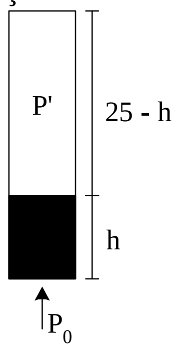
30. Na figura, uma pipeta cilíndrica de 25 cm de altura, com ambas as extremidades abertas, tem 20 cm mergulhados em um recipiente com mercúrio. Com sua extremidade superior tapada, em seguida a pipeta é retirada lentamente do recipiente.



Considerando uma pressão atmosférica de 75 cm Hg, calcule a altura da coluna de mercúrio remanescente no interior da pipeta.

Resolução

Na situação inicial, tem-se 5 cm de coluna de ar à pressão atmosférica.
A pipeta, então tapada, é retirada e na situação final tem-se que:



Para que haja equilíbrio, a pressão exercida pelo gás P' mais a pressão exercida pela coluna de mercúrio, deve ser igual à pressão atmosférica.

$P_0 = P' + h$ onde h é a pressão do mercúrio em cmHg.

O gás dentro da pipeta sofreu uma transformação isotérmica, tal que

$P_0.V_0 = PV \Rightarrow P_0.5.A = P'(25 - h).A$

$$P' = \frac{5.P_0}{25 - h}$$

Onde A é a área da secção da pipeta.
Assim:

$$P_0 = \frac{5.P_0}{25 - h} + h$$

Onde P_0 foi dado igual a 75 cmHg

$$75 = \frac{5.75}{25 - h} + h$$

$h^2 - 100h + 1500 = 0$

Tomando-se somente o valor de h menor do que 25 cm, tem-se que:

$\boxed{h \cong 18{,}4 \text{ cm}}$

Comentários

A prova do ITA de Física do vestibular de 2004 apresentou um ligeiro retrocesso em relação ao ano anterior. Algumas questões com excesso de complexidade numérica, tais como as questões 11 e 30. Houve falta de rigor no uso da terminologia nas questões 15 e 20, onde o termo Tensão foi utilizado equivocadamente no lugar de Tração. Na questão 26, o termo correto seria permissividade e não constante dielétrica. Ademais, o ITA voltou a utilizar a opção n.d.a. (nenhuma das anteriores), o que prejudica a resolução das questões.

Apesar das observações anteriores, há que se destacar o elevado número de questões altamente originais, tais como as questões 3 e 14 e as de física moderna. A prova exigiu extremo preparo conceitual dos alunos e certamente selecionará os mais bem preparados.

Professores responsáveis:	**Coordenação:**	**Digitação e diagramação:**
Alex Sander Schroeder de Barros	*Alex Sander Schroeder de Barros*	*Anderson Flávio Correia*
Arnaldo Bohn Nobre (Thunder)	*André Oliveira de Guadalupe*	*Antonio José Domingues da Silva*
Marcílio Alberto de Faria Pires	*Nicolau Arbex Sarkis*	*Kleber de Souza Portela*
Nicolau Arbex Sarkis		*Marcio Antonio Ferreira Lima*
Osvaldo Guimarães		