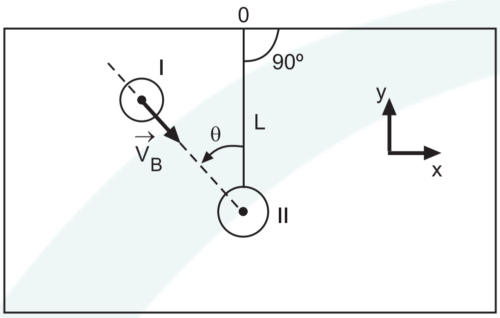
FÍSICA

Física — Questão 01

Sobre um plano liso e horizontal repousa um sistema constituído de duas partículas, I e II, de massas M e m, respectivamente. A partícula II é conectada a uma articulação O sobre o plano por meio de uma haste que inicialmente é disposta na posição indicada na figura. Considere a haste rígida de comprimento L, inextensível e de massa desprezível. A seguir, a partícula I desloca-se na direção de II com velocidade uniforme VB , que forma um ângulo θ com a haste. Desprezando qualquer tipo de resistência ou atrito, pode-se afirmar que, imediatamente após a colisão (elástica) das partículas,



A) a partícula II se movimenta na direção definida pelo vetor $\vec{V}_B$.

B) o componente y do momento linear do sistema é conservado.

C) o componente x do momento linear do sistema é conservado.

D) a energia cinética do sistema é diferente do seu valor inicial.

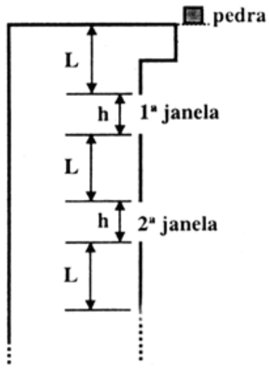
E) Nda.

RESOLUÇÃO:

Após a colisão pode-se afirmar que a única força externa que atuou no sistema foi a tração que tem a direção do eixo y. Logo, a componente x do momento linear do sistema é conservado devido à falta de forças externas nessa direção.

Gabarito: Letra **C**

A partir do repouso, uma pedra é deixada cair da borda no alto de um edifício. A figura mostra a disposição das janelas, com as pertinentes alturas **h** e distâncias **L** que se repetem igualmente para as demais janelas, até o térreo. Se a pedra percorre a altura **h** da primeira janela em **t** segundos, quanto tempo levará para percorrer, em segundos, a mesma altura **h** da quarta janela?(Despreze a resistência do ar).



A) $\left[\left(\sqrt{L+h}-\sqrt{L}\right)/\left(\sqrt{2L+2h}-\sqrt{2L+h}\right)\right]t$

B) $\left[\left(\sqrt{2L+2h}-\sqrt{2L+h}\right)/\left(\sqrt{L+h}-\sqrt{L}\right)\right]t$

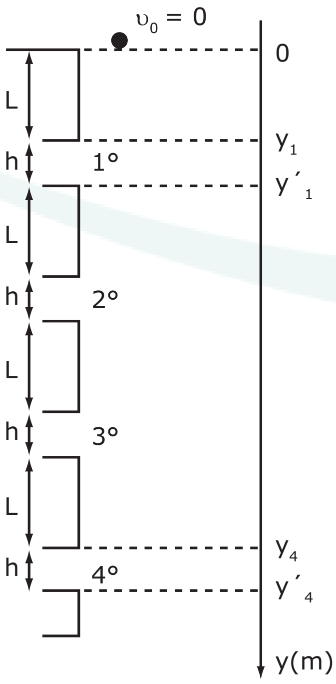
C) $\left[\left(\sqrt{4(L+h)}-\sqrt{3(L+h)+L}\right)/\left(\sqrt{L+h}-\sqrt{L}\right)\right]t$

D) $\left[\left(\sqrt{4(L+h)}-\sqrt{3(L+h)+L}\right)/\left(\sqrt{2L+2h}-\sqrt{2L+h}\right)\right]t$

E) $\left[\left(\sqrt{3(L+h)}-\sqrt{2(L+h)+L}\right)/\left(\sqrt{L+h}-\sqrt{L}\right)\right]t$

RESOLUÇÃO:

I.



$y_1 = L$

$y'_1 = L + h$

$y_4 = 4L + 3h$

$y'_4 = 4L + 4h = 4(L+h)$

II. Lembrando que para queda livre (a partir do repouso) podemos fazer:

$y = \dfrac{gt^2}{2}$ temos: $T = \sqrt{\dfrac{2y}{g}}$

III. t_1 = instante que a partícula chega ao início da 1ª janela ($y=y_1$)

$$t_1 = \sqrt{\frac{2y}{g}}$$

t'_1 = instante que a partícula chega ao fim da 1ª janela ($y=y'_1$):

$$t'_1 = \sqrt{\frac{2(L+h)}{g}}$$

$$t = t'_1 - t_1 = \sqrt{\frac{2(L+h)}{g}} - \sqrt{\frac{2L}{g}}$$

IV. t_4 = intante em que a partícula chega ao início da 4ª janela ($y=y_4$):

$$t_4 = \sqrt{\frac{2(4L+3h)}{g}}$$

t'_4 = instante que a partícula chega ao fim da 4ª janela ($y=y'_4$):

$$t'_4 = \sqrt{\frac{2(4L+4h)}{g}}$$

$$t' = t'_4 - t_4 = \sqrt{\frac{2(4L+4h)}{g}} - \sqrt{\frac{2(4L+3h)}{g}}$$

V. Onde **t** é gasto para passar pela 1ª janela e **t´** é o tempo gasto para passar pela 4ª janela:
Logo:

$$\frac{t'}{t} = \frac{\sqrt{\frac{2(4L+4h)}{g}} - \sqrt{\frac{2(4L+3h)}{g}}}{\sqrt{\frac{2(L+h)}{g}} - \sqrt{\frac{2L}{g}}}$$

$$\frac{t'}{t} = \frac{\sqrt{\frac{2}{g}} \cdot \left(\sqrt{4} + (L+h) - \sqrt{4L+3h}\right)}{\sqrt{\frac{2}{g}} \cdot \left(\sqrt{L+h} - \sqrt{L}\right)}$$

e daí:

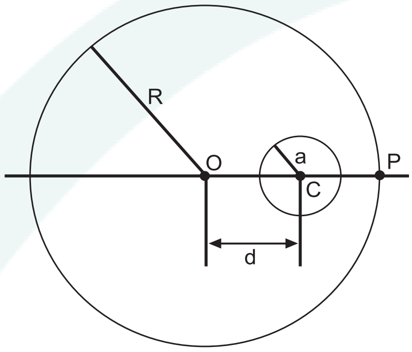
$$t' = \left[\frac{\sqrt{4(L+h)} - \sqrt{3(L+h)+L}}{\sqrt{L+h} - \sqrt{L}}\right] \cdot t$$

Gabarito: Letra **C**

Física — Questão 03

Variações no campo gravitacional na superfície da Terra podem advir de irregularidades na distribuição de sua massa. Considere a Terra como uma esfera de raio **R** e de densidade ρ, uniforme, com uma cavidade esférica de raio **a**, inteiramente contida no seu interior. A distância entre os centros **O**, da Terra, e **C**, da cavidade, é **d**, que pode variar de 0 (zero) até **R – a**, causando, assim, uma variação do campo gravitacional em um ponto P, sobre a superfície da Terra, alinhado com O e C. (Veja a figura). Seja $\mathbf{G_1}$ a intensidade do campo gravitacional em P sem a existência da cavidade na Terra, e $\mathbf{G_2}$, a intensidade do campo no mesmo ponto, considerando a existência da cavidade. Então, o valor máximo da variação relativa: $\mathbf{(G_1-G_2)/G_1}$, que se obtém ao deslocar a posição da cavidade, é

A) $a^3/[(R - a)^2 R]$
B) $(a/R)^3$
C) $(a/R)^2$
D) a/R.
E) nulo.



RESOLUÇÃO:

Sem a cavidade temos:

$$G_1 = \frac{GM}{R^2} = \frac{4\pi G\rho R^3}{3R^2} = \frac{4\pi G\rho R}{3}$$

Com a cavidade,temos:
A gravidade G_2 será dada por G_1 menos a parte de G_1,que seria criada pela massa que estivesse na cavidade:

$$G_2 = \frac{4\pi G\rho R}{3} - \frac{G\rho \frac{4}{3}\pi a^3}{(R-d)^2} = \frac{4\pi}{3} G\rho\left(R - \frac{a^3}{(R-d)^2}\right)$$

$$\text{Assim, } \frac{G_1 - G_2}{G_1} = \frac{4\pi G \frac{\rho}{3} \frac{a^3}{(R-d)^2}}{4\pi G \frac{\rho}{3} . R}$$

E logo:

$$\frac{G_1 - G_2}{G_1} = \frac{a^3}{R(R-d)^2}$$

Resulta que a variação será máxima, quando o valor de R-d for o mínimo. Ou seja, quando tivermos o maior valor possível para d:
Daí:

$$d = R - a \Rightarrow$$

$$\frac{G_1 - G_2}{G_1} = \frac{a^3}{R[R-(R-a)]^2} \Rightarrow \frac{G_1 - G_2}{G_1} = \frac{a}{R}$$

Gabarito: Letra **D**

Considerando um buraco negro como um sistema termodinâmico, sua energia interna U varia com a sua massa M de acordo com a famosa relação de Einstein: $\Delta U = \Delta Mc^2$. Stephen Hawking propôs que a entropia S de um buraco negro depende apenas de sua massa e de algumas constantes fundamentais da natureza. Desta forma, sabe-se que uma variação de massa acarreta uma variação de entropia dada por: $\Delta S/\Delta M = 8\pi GM\, k_B / \hbar\, c$. Supondo que não haja realização de trabalho com a variação de massa, assinale a alternativa que **MELHOR** representa a temperatura absoluta T do buraco negro.

A) $T = \hbar\, c^3/G\, M\, k_B$.
B) $T = 8\pi M\, c^2/k_B$.
C) $T = M\, c^2/8\pi\, k_B$.
D) $T = \hbar\, c^3/8\pi G\, M\, k_B$.
E) $T = 8\pi hc^3/G\, M\, k_B$.

RESOLUÇÃO:

Lembrando que para transformações isotérmicas fazemos $\Delta S = \frac{Q}{T}$, temos:

I) Se não há trabalho, pela 3ª lei da termodinâmica temos:

$$Q = \tau + \Delta U \text{ em que } \tau = 0 \Rightarrow$$
$$Q = \Delta U = \Delta\, M.c^2$$

II) $T = \frac{Q}{\Delta S}$, nos dará a temperatura absoluta T do buraco negro, considerada constante.

Logo:

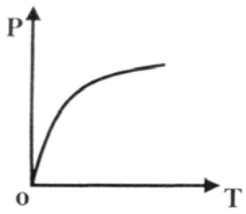
$$T = \frac{\Delta Mc^2}{\Delta S} = \frac{c^2}{\frac{\Delta S}{\Delta M}} \Rightarrow T = \frac{c^2}{8\pi GMK_B/\hbar c} = \frac{\hbar c^3}{8\pi GMK_B}$$

Gabarito: Letra **D**

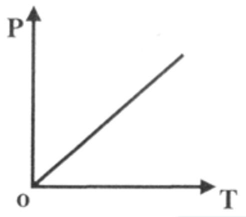
Física – Questão 05

Qual dos gráficos abaixo **MELHOR** representa a taxa **P** de calor emitido por um corpo aquecido, em função de sua temperatura absoluta **T**?

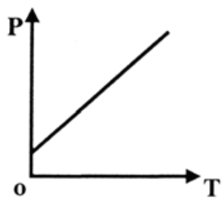
A)



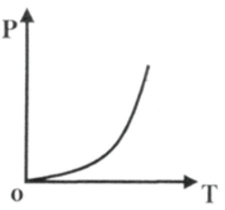
B)



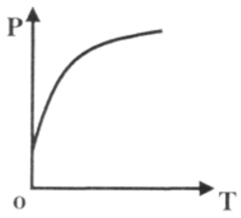
E)



C)



D)



RESOLUÇÃO:

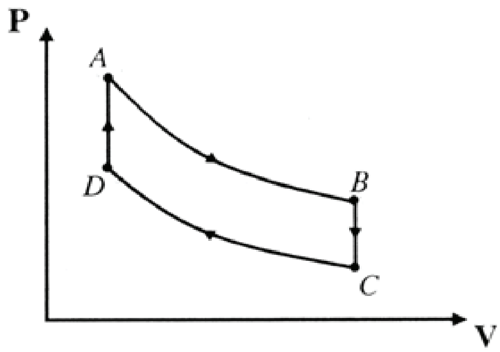
Pela Lei de Steffan–Boltzmann temos

$$E = \frac{P}{A} = \sigma T^4 \Rightarrow P = \sigma A T^4$$

De onde conclui-se que P é proporcional a T^4, relação que está corretamente esboçada no diagrama da letra **C**.

Gabarito: Letra **C**

Uma certa massa de gás ideal realiza no ciclo ABCD de transformações, como mostrado no diagrama pressão-volume da figura. As curvas AB e CD são isotermas. Pode-se afirmar que



A) o ciclo ABCD corresponde a um ciclo de Carnot.
B) o gás converte trabalho em calor ao realizar o ciclo.
C) nas transformações AB e CD, o gás recebe calor.
D) nas transformações AB e BC, a variação da energia interna do gás é negativa.
E) na transformação DA, o gás recebe calor, cujo valor é igual à variação da energia interna.

RESOLUÇÃO:

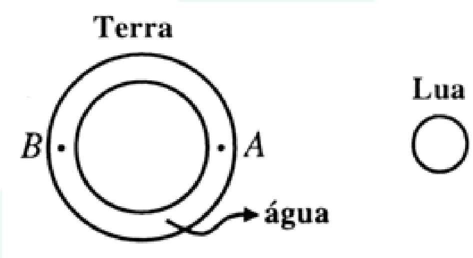
A transformação DA é isovolumétrica, logo o trabalho realizado pelo gás é nulo ($\tau = 0$).
Como $Q = \tau + \Delta U$, temos que : $\mathbf{Q = \Delta U}$, sendo que $\Delta U > 0$ no trecho DA do ciclo, pois o produto P.V aumenta nesse trecho, ou seja, $Q > 0$ (o gás recebe calor) na transformação DA.

Gabarito: Letra **E**

Física – Questão 07

Sabe-se que a tração gravitacional da lua sobre a camada de água é a principal responsável pelo aparecimento de marés oceânicas na Terra. A figura mostra a Terra, supostamente esférica, homogeneamente recoberta por uma camada de água. Nessas condições, considere as seguintes afirmativas:

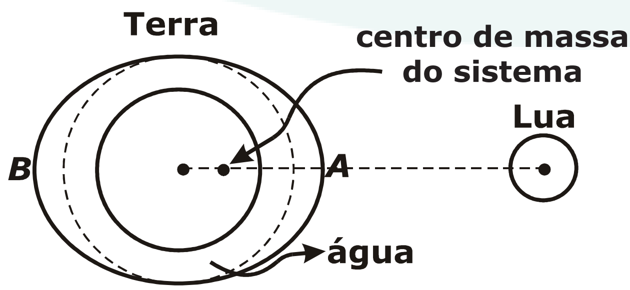
I. As massas de água próximas das regiões A e B experimentam marés altas simultaneamente.
II. As massas de água próximas das regiões A e B experimentam marés opostas, isto é, quando A tem maré alta, B tem maré baixa e vice-versa.
III. Durante o intervalo de tempo de um dia, ocorrem duas marés altas e duas marés baixas.



Então, está(ão) **CORRETA(S)**, apenas
A) a afirmativa I.
B) a afirmativa II.
C) a afirmativa III.
D) as afirmativas I e II.
E) as afirmativas I e III.

RESOLUÇÃO:

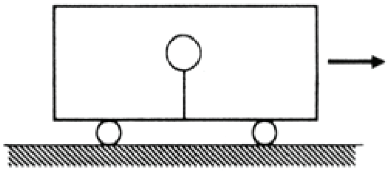
A Terra e a Lua giram em torno do centro de massa do sistema. Assim, por inércia, o ponto B experimenta maré alta e por atração gravitacional lunar, o ponto A também experimenta uma maré alta. Logo, em um dia (24 horas), cada ponto deverá experimentar duas marés altas e duas baixas.
Veja a figura:



Gabarito: Letra **E**

Física — Questão 08

Um balão contendo gás hélio é fixado, por meio de um fio leve, ao piso de um vagão completamente fechado. O fio permanece na vertical enquanto o vagão se movimenta com velocidade constante, como mostra a figura. Se o vagão é acelerado para frente, pode-se afirmar que, em relação a ele, o balão

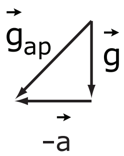


A) se movimenta para trás e a tração no fio aumenta.
B) se movimenta para trás e a tração no fio não muda.
C) se movimenta para frente e a tração no fio aumenta.
D) se movimenta para frente e a tração no fio não muda.
E) permanece na posição vertical.

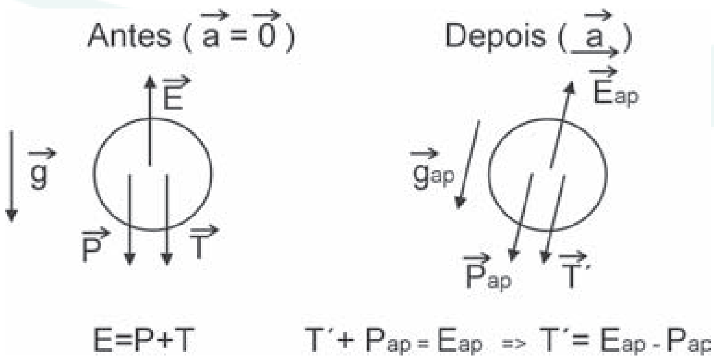
RESOLUÇÃO:

O balão sofre três forças: a tensão na corda, seu peso e o empuxo devido ao ar. Quando o vagão é acelerado, o balão reage como se houvesse uma gravidade aparente ($\vec{g}_{ap}$) dada por

$$\vec{g}_{ap} = \vec{g} + (-\vec{a}) \quad \text{e} \quad g_{ap}^2 = g^2 + a^2$$



Podemos considerar que as novas forças peso e empuxo se darão devido a essa gravidade. Como o balão continuará em repouso em relação ao vagão, se a aceleração for constante.



Desta forma, o balão se desloca para frente do vagão quando é acelerado para frente.
Assim,

$T = (\rho_{ar} - \rho_{He})\ V.\ g$ e $T' = (\rho_{ar} - \rho_{He}).\ V.\ g_{ap}$

Onde $g_{ap} > g$, e portanto: **T' > T**

Gabarito: Letra **C**

Durante uma tempestade, Maria fecha as janelas do seu apartamento e ouve o zumbido do vento lá fora. Subitamente o vidro de uma janela se quebra. Considerando que o vento tenha soprado tangencialmente à janela, o acidente pode ser **MELHOR** explicado pelo(a)

A) princípio da conservação de massa.
B) equação de Bernoulli.
C) princípio de Arquimedes.
D) princípio de Pascal.
E) princípio de Stevin.

RESOLUÇÃO:

Com o vento soprando tangencialmente à janela, pela equação de conservação da energia mecânica de **Bernoulli,** teremos

$$p_A + \frac{1}{2}\rho v_A^2 + \rho g h_A = p_B + \frac{1}{2}\rho v_B^2 + \rho g h_B \quad \text{(I)}$$

Esta equação compara a energia mecânica em um ponto A com outro ponto B de um mesmo fluido. Considere A um ponto interno ao quarto próximo à janela e B fora do quarto. Tomando pontos à mesma altura: $h_A=h_B$ (mesmo nível gravitacional) teremos $V_A \cong 0$ e $V_B > 0$, de onde pela equação I concluímos:

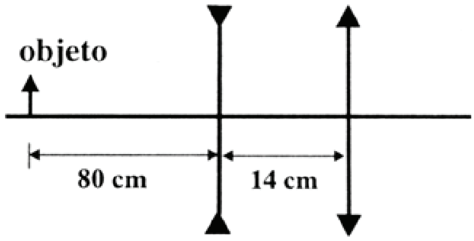
$$p_A > p_B$$

(pressão interna maior que pressão externa), sendo que essa diferença de pressão é responsável por quebrar a janela.

Gabarito: Letra **B**

Física — Questão 10

A figura mostra um sistema óptico constituído de uma lente divergente, com distância focal $f_1 = -20$ cm, distante 14 cm de uma lente convergente com distância focal $f_2 = 20$ cm. Se um objeto linear é posicionado a 80 cm à esquerda da lente divergente, pode-se afirmar que a imagem definitiva formada pelo sistema



A) é real e o fator de ampliação linear do sistema é –0,4.

B) é virtual, menor e direita em relação ao objeto.

C) é real, maior e invertida em relação ao objeto.

D) é real e o fator de ampliação linear do sistema é –0,2.

E) é virtual, maior e invertida em relação ao objeto.

RESOLUÇÃO:

Para a lente divergente, temos

$f_1 = -20$cm

$do_1 = 80$ cm

Pela equação dos pontos de Gauss,

$$\frac{i}{f} = -\frac{1}{20} = \frac{1}{80} + \frac{1}{d_i} \Rightarrow \frac{1}{d_i} = -\frac{1}{16}$$

$\boxed{d_i = -16 \text{ cm}}$ imagem direita

Para a lente convergente. A imagem da lente 1 que está à 16+14=30 cm da lente 2, funciona como objeto para a última:

$f_2 = 20$ cm e $d_{o2} = 30$ cm

$$\frac{1}{20} = \frac{1}{30} + \frac{1}{di} \Rightarrow \frac{1}{d} = \frac{1}{20} = \frac{1}{30} \Leftrightarrow \frac{1}{di} = \frac{3-2}{60} = \frac{1}{60}$$

$\boxed{di = +60 \text{ cm}}$

Cálculo do aumento linear transversal:

$$A = \left(-\frac{di_1}{do_1}\right)\left(-\frac{di_2}{do_2}\right) = \left(-\frac{16}{80}\right)\left(-\frac{60}{30}\right)$$

$A = -\frac{1}{5} \,.\, 2 = \frac{-2}{5} = -0{,}4$ (imagem menor e invertida)

Gabarito: Letra **A**

Num oftalmologista, constata-se que um certo paciente tem uma distância máxima e mínima de visão distinta de 5,0 m e 8,0 cm, respectivamente. Sua visão deve ser corrigida pelo uso de uma lente que lhe permita ver com clareza objetos no "infinito". Qual das afirmações é **VERDADEIRA**?

A) O paciente é míope e deve usar lentes divergentes, cuja vergência é 0,2 dioprias.
B) O paciente é míope e deve usar lentes convergentes, cuja vergência é 0,2 dioprias.
C) O paciente é hipermétrope e deve usar lentes convergentes, cuja vergência é 0,2 dioprias.
D) O paciente é hipermétrope e deve usar lentes divergentes, cuja vergência é –0,2 dioprias.
E) A lente corretora de defeito visual desloca a distância mínima da visão distinta para 8,1.

RESOLUÇÃO:

Ponto Remoto aquém do infinito significa paciente míope. A correção do defeito será conseguida com a utilização de uma lente divergente que produza uma imagem de um objeto colocado em seu ponto remoto, no infinito. Para isso:

I) Cálculo da vergência:

$C = 1/f = -1/d_{PR} \rightarrow C = -1/5{,}0 \text{ m} \rightarrow C = -0{,}2$ dioptrias

II) A distância mínima para visão distinta será deslocada de 8,0 cm:

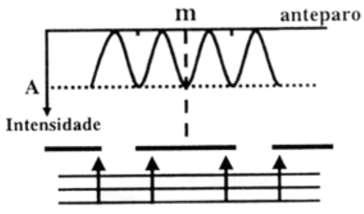
$$-\frac{1}{5{,}0} = \frac{1}{d_o} + \frac{1}{-0{,}08} \rightarrow \frac{1}{d_0} = -\frac{1}{5{,}0} + \frac{1}{0{,}08}$$

$$d_o = 0{,}081\,\text{m} = 8{,}1\,\text{cm}$$

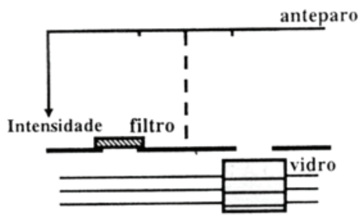
Gabarito: Letra **E**

Física — Questão 12

A figura 1 mostra o Experimento típico de Young de duas fendas, com luz monocromática, em que **m** indica a posição do máximo central. A seguir, esse experimento é modificado, inserindo uma pequena peça de vidro de faces paralelas em frente à fenda do lado direito, e inserindo um filtro sobre a fenda do lado esquerdo, como mostra a figura 2. Suponha que o único efeito da peça de vidro é alterar a fase da onda emitida pela fenda, e o único efeito do filtro é reduzir a intensidade da luz emitida pela respectiva fenda. Após essas modificações, a nova figura da variação da intensidade luminosa em função da posição das franjas de interferência é **MELHOR** representada por:

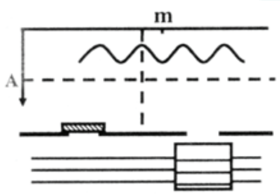


Experimento de Young
Figura 1

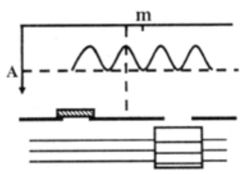


Experimento modificado
Figura 2

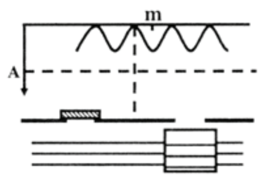
A)



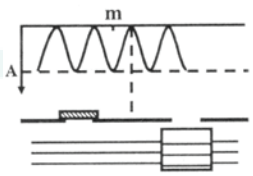
C)



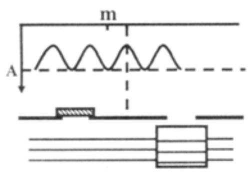
E)



B)



D)



RESOLUÇÃO:

Depois das alterações, teremos a amplitude máxima diminuída, já que as ondas não estão em fase e a emissão da fenda esquerda foi diminuída. Nunca teremos também interferência destrutita completa, já que as ondas não têm mesma amplitude. Por fim, o máximo m será deslocado para direita, já que a emissão da fenda direita está atrasada.

Gabarito: Letra **A**

Quando em repouso, uma corneta elétrica emite um som de frequência 512 Hz. Numa experiência acústica, um estudante deixa cair a corneta do alto de um edifício. Qual a distância percorrida pela corneta, durante a queda, até o instante em que o estudante detecta o som na frequência de 485 Hz? (Despreze a resistência do ar).

A) 13,2 m.

B) 15,2 m.

C) 16,1 m.

D) 18,3 m.

E) 19,3 m.

RESOLUÇÃO:

O estudante observa um fenômeno de Efeito Doppler onde a frequência observada **f** será dada por

$$f = f_0\left(\frac{V_s}{V_s + V_f}\right)$$

sendo V_S a velocidade do som e V_f velocidade da fonte. Assim, determinamos V_f:

$$485 = 512\left(\frac{340}{340 + V_f}\right) \rightarrow V_f = 18,9\ m/s$$

De onde é possível calcular a altura da queda até a emissão do som observado através da equação de Torricelli:

$$v_f^2 = 0^2 + 2.9,8.H \Rightarrow H = 18,3\ m$$

A partir desse instante, o som demora um tempo T para atingir o observador enquanto a corneta continua caindo e percorre mais uma altura ΔH.

Cálculo do tempo T

$$v_s = \frac{18,3}{T} \Rightarrow T = \frac{18,3}{340} = 0,56s$$

Cálculo da altura ΔH

$\Delta H = V_f T + gT^2/2 \Rightarrow \Delta H = 1,058 + 0,015 = 1,07$

Assim, a altura total de queda da corneta foi

$H + \Delta H = 18,3 + 1,07 = 19,3$ m

Física – Questão 14

Considere as alternativas

I. Os fenômenos de interferência, difração e polarização ocorrem com todos os tipos de onda.

II. Os fenômenos de interferência e difração ocorrem apenas com ondas transversais.

III. As ondas eletromagnéticas apresentam o fenômeno de polarização, pois são ondas longitudinais.

IV. Um polarizador transmite os componentes da luz incidente não polarizada, cujo vetor campo elétrico $\vec{E}$ é perpendicular à direção de transmissão do polarizador.

Então está(ao) **CORRETA(S)**

A) nenhuma das afirmativas.

B) apenas a afirmativa I.

C) apenas a afirmativa II.

D) apenas as afirmativas I e II.

E) apenas as afirmativas I e IV.

RESOLUÇÃO:

I. Falso – polarização não ocorre em ondas longitudinais.

II. Falso – ambos ocorrem com ondas longitudinais (Ex.: Som).

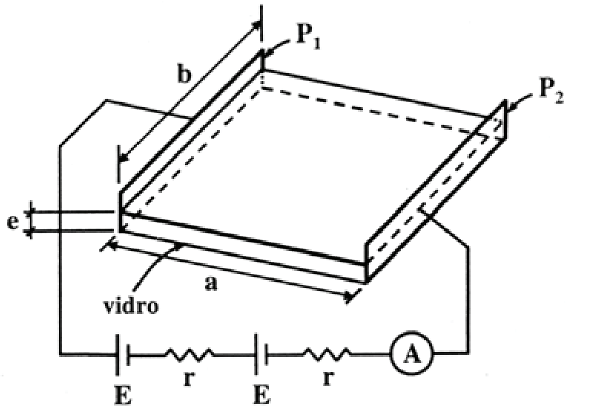
III. Falso – São ondas transversais.

IV. Falso – O campo incidente $\vec{E}$ perpendicular à direção de transmissão não atravessa o polarizador já que não possui componentes na direção de transmissão.

Gabarito: Letra **A**

No laboratório de Plasmas Frios do ITA, é possível obter filmes metálicos finos, vaporizado o metal e depositando-o por condensação sobre uma placa de vidro. Com o auxílio do dispositivo mostrado na figura, é possível medir a espessura e de cada filme. Na figura, os dois geradores são idênticos, de f.e.m. **E** = 1,0V e resistência **r** = 1,0Ω, estando ligados a dois eletrodos retangulares e paralelos, P_1 e P_2, de largura **b** = 1,0 cm e separados por uma distância **a** = 3,0 cm. Um amperímetro ideal **A** é inserido no circuito, como indicado. Supondo que após certo tempo de deposição é formada sobre o vidro uma camada uniforme de alumínio entre os eletrodos, e que o amperímetro acusa corrente i= 0,10A, qual deve ser a espessura **e** do filme? (resistividade do alumínio ρ = 2,6 x 10^{-8} Ω.m).

A) 4,1 x 10^{-9} cm.
B) 4,1 x 10^{-9}m.
C) 4,3 x 10^{-9} m.
D) 9,7 x 10^{-9}m.
E) N.d.a.



RESOLUÇÃO:

Na situação da experiência, podemos fazer

I) $i = \dfrac{\epsilon + \epsilon}{r + r + R}$ (ohm – Poullet)

em que R é a resistência da lâmina depositada.

Daí,

de $I: 0{,}10 = \dfrac{2}{2+R} \therefore R = 18\,\Omega$

E pela 2ª Lei de Ohm, teremos

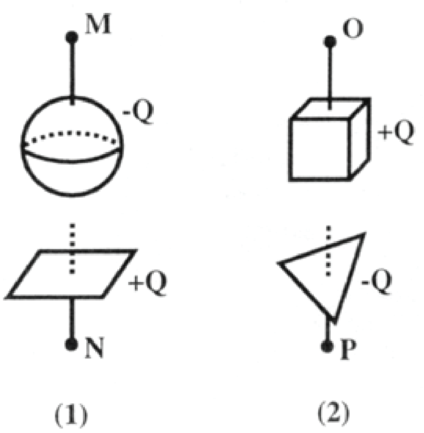
$$R = \rho\frac{\ell}{A} \Rightarrow R = \rho\frac{a}{e \cdot b} \quad \Rightarrow \quad 18 = 2{,}6 \cdot \frac{10^{-8} \cdot 3 \cdot 10^{-2}}{e \cdot 10^{-2}}$$

Resultando:

$$\boxed{e = 4{,}3 \,.\, 10^{-9}\text{m}}$$

Gabarito: Letra **C**

A figura mostra dois capacitores, **1** e **2**, inicialmente isolados um do outro, carregados com uma mesma carga **Q**. A diferença de potencial (ddp) do capacitor 2 é a metade da ddp do capacitor 1. Em seguida, as placas negativas dos capacitores são ligadas à Terra e, as positivas, ligadas uma a outra por um fio metálico, longo e fino. Pode-se afirmar que



A) antes das ligações, a capacitância do capacitor **1** é maior do que a do capacitor 2.
B) após as ligações as capacitâncias dos dois capacitores aumentam.
C) após as ligações, o potencial final em **N** é maior do que o potencial em **O**.
D) a ddp do arranjo final entre **O** e **P** é igual a 2/3 da ddp inicial do capacitor **1**.
E) a capacitância equivalente do arranjo final é igual a duas vezes à capacitância do capacitor **1**.

RESOLUÇÃO:

I) Antes das ligações, temos o seguinte cálculo das capacitâncias:

$$C_1 = \frac{Q}{V_0} \quad \text{e} \quad C_2 = \frac{Q}{\frac{V_0}{2}} = \frac{2Q}{V_0}. \ \text{Assim, } C_2 = 2C_1$$

II) Depois da ligação, temos as placas M e P com potencial zero (já que foram aterradas).
- As capacitâncias continuam as mesmas já que esta propriedade é específica do capacitor.
- N e 0 são pontos de mesmo potencial, já que foram ligados por um condutor.
- No final os capacitores estão em série, e a capacitância equivalente será

$$C_E = \frac{C_1C_2}{C_1 + C_2} = \frac{C_1 2C_1}{C_1 + 2C_1} = \frac{2}{3}C_1$$

- No fim, teremos $V_2 = V_1 \Rightarrow \frac{Q_1}{C_1} = \frac{Q_2}{C_2} \therefore \frac{Q_1}{\cancel{C}_1} = \frac{Q_2}{2\cancel{C}_1} \therefore Q_2 = 2Q_1$

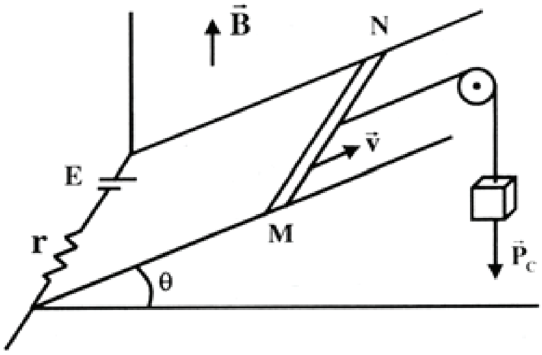
Ainda, considerando a conservação das cargas presas em N e O,

$$Q + Q = Q_1 + Q_2 \ \therefore \ 2Q = 3Q_1 \rightarrow Q_1 = \frac{2Q}{3} \ \text{e} \ Q_2 = \frac{4Q}{3}$$

$$\text{Assim}: V_{0P} = V_2 = \frac{Q_2}{C_2} = \frac{4\frac{Q}{3}}{2\frac{Q}{V_0}} = \frac{2}{3}V_0$$

Gabarito: Letra **D**

Na figura, uma barra condutora MN (de comprimento ℓ, resistência desprezível e peso $\vec{P}_b$ puxada por um peso $\vec{P}_c$ desloca-se com velocidade constante $\vec{v}$ apoiada em dois trilhos condutores retos, paralelos e de resistência desprezível, que formam um ângulo θ com o plano horizontal. Nas extremidades dos trilhos está ligado um gerador de força eletromotriz **E** com resistência **r**. Desprezando possíveis atritos, e considerando que o sistema está imerso em um campo de indução magnética constante, vertical e uniforme $\vec{B}$, pode-se afirmar que



A) o módulo da força eletromotriz induzida é $\varepsilon = B\,\ell\,v\,\text{sen}\,\theta$.

B) a intensidade i da corrente no circuito é dada por $P_c\,\text{sen}\,\theta/(B\,\ell)$.

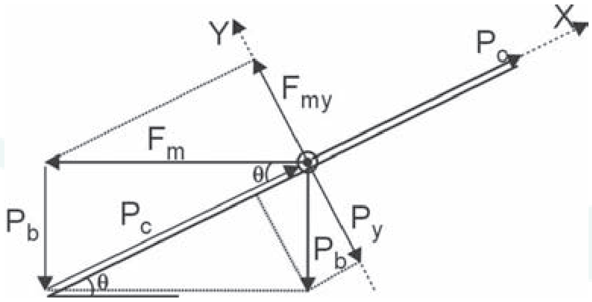
C) nas condições dadas, o condutor descola dos trilhos quando $i \geq P_b/(B\,\ell\,\text{tg}\theta)$.

D) a força eletromotriz do gerador é dada por $E = r\,P_c\,\text{sen}\,\theta/(B\,\ell) - B\,\ell\,v\cos\theta$.

E) o sentido da corrente na barra é de M para N.

RESOLUÇÃO:

Sistema de forças na barra, na situação em que o condutor descola dos trilhos (força normal nula):



Fazendo o equilíbrio da barra, determinaremos a corrente total no circuito.

i:

$$\text{tg}\theta = \frac{P_B}{Fm} \quad \therefore \quad Bi\ell \cdot \text{tg}\,\theta = P_b$$

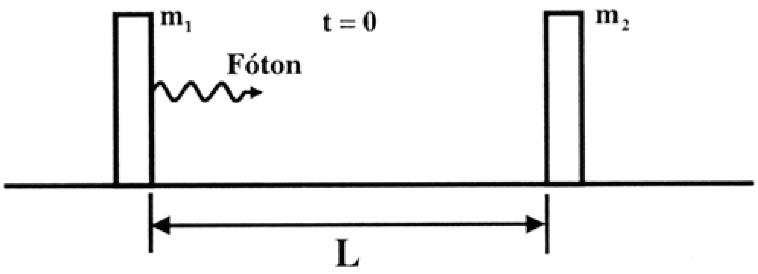
$$\Rightarrow (\text{I})\, i = \frac{P_B}{B\ell \cdot \text{tg}\theta} \quad \text{onde sen}\,\theta = \frac{P_B}{P_C}$$

$$\Rightarrow i = \frac{P_B}{B\ell \cdot P_B}\cos\theta \cdot P_c = \frac{P_c \cdot \cos\theta}{B\ell}$$

Assim, de (I) temos que para $i \geq \frac{P_B}{B\ell\text{tg}\theta}$ a componente de F_m normal ao trilho (F_{my}) se torna maior que P_y e então o condutor descola do trilho.

Gabarito: Letra **C**

Experimentos de absorção de radiação mostram que a relação entre a energia E e a quantidade de movimento P de um fóton é E = pc. Considere um sistema isolado formado por dois blocos de massas m_1 e m_2, respectivamente, colocados no vácuo, e separados entre si de uma distância L. No instante t = 0, o bloco de massa m_1 emite um fóton que é posteriormente absorvido inteiramente por m_2, não havendo qualquer outro tipo de interação entre os blocos (ver figura). Suponha que m_1 se torne m'_1 em razão da emissão do fóton e, analogamente, m_2 se torne m'_2 devido à absorção desse fóton. Lembrando que esta questão também pode ser resolvida com recursos da Mecânica Clássica, assinale a opção que apresenta a relação **CORRETA** entre a energia do fóton e as massas dos blocos.



A) $E = (m_2 - m_1)c^2$
B) $E = (m'_1 - m'_2)c^2$
C) $E = (m'_2 - m_2)c^2 / 2$
D) $E = (m'_2 - m_2)c^2$
E) $E = (m_1 + m'_1)c^2$

Resolução:
De acordo com a equação relativística de Einstein, parte da massa do corpo 1 foi transformada em energia (fóton emitido) e reabsorvida na forma de massa pelo corpo 2:

$$E = \Delta m \cdot c^2 \Rightarrow E = (m'_2 - m_2)c^2$$

(que é a energia absorvida pela massa m_2)

Gabarito: Letra **D**

Física – Questão 19

Considere as seguintes afirmações:

I. No efeito fotoelétrico, quando um metal é iluminado por um feixe de luz monocromática, a quantidade de elétrons emitidos pelo metal é diretamente proporcional à intensidade do feixe incidente, independentemente da frequência da luz.

II. As órbitas permitidas ao elétron em um átomo são aquelas em que o momento angular orbital é $nh/2\pi$, sendo $n=1,3,5...$

III. Os aspectos corpuscular e ondulatório são necessários para a descrição completa de um sistema quântico.

IV. A natureza complementar do mundo quântico é expressa, no formalismo da Mecânica Quântica, pelo princípio de incerteza de Heisenberg.

Quais estão **CORRETAS**?

A) I e II
B) I e III
C) I e IV
D) II e III
E) III e IV

RESOLUÇÃO:

I – O efeito fotoelétrico apresenta uma frequência de corte. Abaixo dessa frequência não temos elétrons emitidos independentemente da intensidade da luz incidente. (Falsa)

II – A lei de quantização das órbitas de Bohr nos diz que $L=n\hbar$ onde $\hbar=h/2\pi$ para $n=1,2,3,...$ (Falsa)

III – A dualidade partícula-onda é necessária para explicar os diferentes comportamentos da matéria (como onda ou como partícula). (Correta)

IV – Esse princípio expressa a impossibilidade de definir a posição exata de uma partícula com comportamento dual e, simultaneamente, sua velocidade exata. A natureza dual da matéria é confirmada pelo princípio da incerteza. (Correta)

Gabarito: Letra **E**

Utilizando o modelo de Bohr para o átomo, calcule o número aproximado de revoluções efetuadas por um elétron no primeiro estado excitado do átomo de hidrogênio, se o tempo de vida do elétron, nesse estado é de 10^{-8} s. São dados: o raio da órbita do estado fundamental é de $5{,}3\times10^{-11}$m e a velocidade do elétron nesta órbita é de $2{,}2\times10^{6}$ m/s.

A) 1×10^{6}
B) 4×10^{7}
C) 5×10^{7}
D) 8×10^{6}
E) 9×10^{6}

RESOLUÇÃO:

Para o Modelo de Bohr, temos

$$E_n = V_n + K_n = -\frac{13{,}6\text{eV}}{n^2} \quad \text{(energia total do elétron)}$$

$$E_1 = \frac{-13{,}6}{1^2}\text{eV}$$

e

$$E_2 = \frac{-13{,}6}{2^2} = \frac{-13{,}6}{4}\text{eV}$$

$$\text{logo}: \boxed{\frac{E_1}{E_2} = 4}$$

Energias potenciais:

$$V_1 = -\frac{ke^2}{r_1} \quad \text{(estado fundamental)}, \quad V_2 = -\frac{ke^2}{r_2} \text{(estado excitado)}$$

Sendo a força coulombiana a resultante centrípeta:

$$\frac{mv^2}{R} = \frac{ke^2}{R^2} \rightarrow v^2 = \frac{ke^2}{mR} \text{,e logo:}$$

Energias cinéticas:

$$K_1 = \frac{1}{2}m\cdot\frac{ke^2}{mR_1} = \frac{ke^2}{2R_1} \quad \text{e} \quad K_2 = \frac{ke^2}{2R_2}$$

Para energia total do elétron teremos:

$$E_1 = -\frac{ke^2}{R_1} + \frac{ke^2}{2R_1} = -\frac{ke^2}{2R_1}, \quad \text{e} \quad E_2 = -\frac{ke^2}{R_2} + \frac{ke^2}{2R_2} = -\frac{ke^2}{2R_2}$$

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{R_2}{R_1} = 4 \rightarrow R_2 = 4R_1 \rightarrow v_2 = v_1/2 \text{ (velocidades de órbita)}$$

Portanto, temos

$v_2 = 1{,}1\times10^{6}$ m/s e $R_2 = 2{,}12 \times 10^{-10}$ m

E para o cálculo do número de revoluções n:

$d = v.\Delta t$ (distância percorrida pelo elétron) e,

$C = 2\pi R_2$ (comprimento de uma volta),

Portanto:

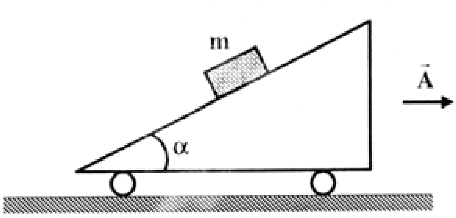
$$n = d/C = \frac{v \cdot \Delta t}{2\pi R_2} = \frac{1{,}1 \times 10^{6} \times 10^{-8}}{2 \times 3{,}14 \times 2{,}12 \times 10^{-10}}$$

$$\mathbf{n = 8{,}2x10^{6}\ voltas}$$

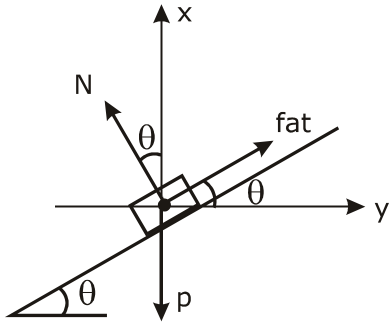
Gabarito: Letra **D**

Física — Questão 21

Na figura, o carrinho com rampa movimenta-se com uma aceleração $\vec{A}$. Sobre a rampa repousa um bloco de massa **m**. Se μ é o coeficiente de atrito estático entre o bloco e a rampa, **DETERMINE** o intervalo para o módulo de $\vec{A}$ no qual o bloco permanecerá em repouso sobre a rampa.



RESOLUÇÃO:



1) tomando $\vec{A}$ para direita teremos:

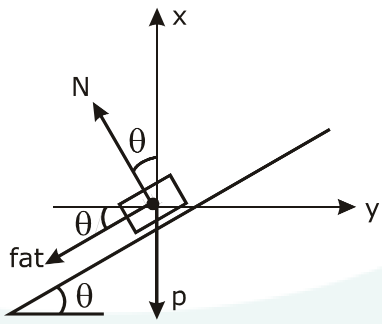
$P = N\cos\theta + \mu\, N \,\text{sen}\,\theta \Rightarrow mg = N(\cos\theta + \mu\,\text{sen}\,\theta)$

$$\Rightarrow N = \frac{mg}{(\cos\theta + \mu\,.\,\text{sen}\,\theta}$$

Por outro lado:

$m\,.\,A = F_{at}\cos\theta - N\,\text{sen}\,\theta \le \mu\,.\,N\cos\theta - N\,\text{sen}\,\theta$

$$\cancel{m}\,A \le \cancel{m}g\,.\,\frac{(\mu\cos\theta - \text{sen}\theta)}{(\cos\theta + \mu\,\text{sen}\theta)} \quad \Rightarrow \quad A \le g\frac{(\mu\cos\theta - \text{sen}\theta)}{(\cos\theta + \mu\,\text{sen}\theta)}$$



2) Tomando $\vec{A}$ para esquerda:

$P + \mu.\,N\,.\,\text{sen}\,\theta = N\cos\theta$

$mg = N\,(\cos\theta - \mu.\,\text{sen}\,\theta)$

$$\Rightarrow N = \frac{mg}{(\cos\theta - \mu\,\text{sen}\,\theta)}$$

Para a força horizontal resultada teremos:

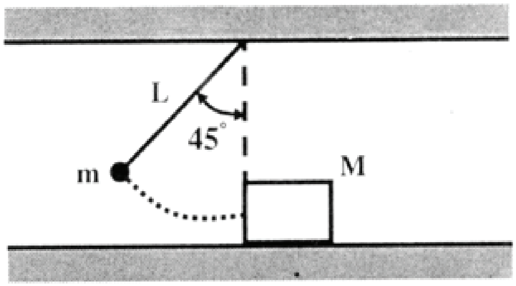
$mA = \text{fat.}\cos\theta + N\,\text{sen}\theta \le \mu\,.\,N\,.\cos\theta + N\,\text{sen}\,\theta$

$$\Rightarrow A \le g\,\frac{(\mu\cos\theta + \text{sen}\theta)}{\cos\theta - \mu\,\text{sen}\theta}$$

Logo: $$-g\frac{(\mu\cos\theta + \text{sen}\theta)}{(\cos\theta - \mu\,\text{sen}\theta)} \le A \le \frac{g(\mu\cos\theta - \text{sen}\theta)}{(\cos\theta + \mu\text{sen}\,\theta)}$$

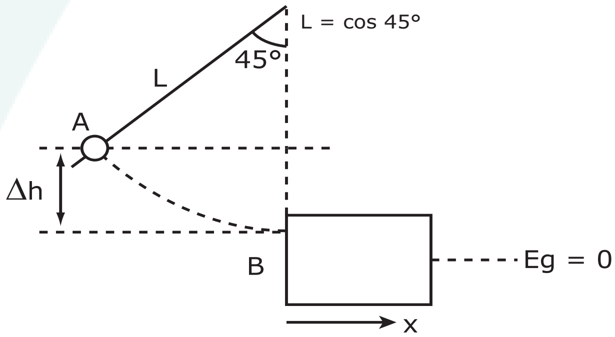
Obs. Para solução do problema consideremos que o bloco não desliza caso não haja aceleração.

Quando o solto na posição angular 45° (mostrada na figura), um pêndulo simples de massa **m** e comprimento **L** colide com um bloco de massa **M**. Após a colisão, o bloco desliza sobre uma superfície rugosa, cujo coeficiente de atrito dinâmico é igual a 0,3. Considere que, após a colisão, ao retornar, o pêndulo alcança uma posição angular máxima de 30°. **DETERMINE** a distância percorrida pelo bloco em função de **m, M e L.**



Resolução:

Observe a figura:



Considerando a resistência do ar desprezível, teremos

$E_{M^A} = E_{M^B}$

$mg\Delta h = 1/2 m v_B^2 \Rightarrow \Delta h = L - L\cos 45°$

$\Delta h = L\left(1 - \frac{\sqrt{2}}{2}\right)$

$\Delta h = \frac{L}{2}\left(2 - \sqrt{2}\right)$

$\boxed{V_B = \sqrt{gL(2-\sqrt{2})}}$ velocidade da bola antes do impacto

Após o impacto, a bola retorna até uma posição angular de 30°.

Analogamente,

$$V_B' = \sqrt{2g\Delta h'}$$

$$\Delta h' = L - L\cos 30°$$

$$\Delta h' = L\left(1 - \frac{\sqrt{3}}{2}\right) \Rightarrow \Delta h' = L/2\left(2 - \sqrt{3}\right)$$

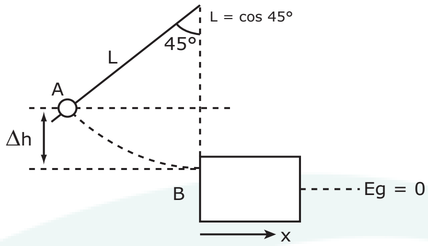
$$v_{B'} = \sqrt{2g\frac{L}{2}\left(2-\sqrt{3}\right)} \Rightarrow v_{B'} = \sqrt{gL\left(2-\sqrt{3}\right)}$$

Aplicando o princípio de conservação da quantidade de movimento imediatamente antes e depois do choque, teremos

$$mv_B + M \cdot 0 = mv_B' + MV$$
$$m(v_B + v_B') = MV$$
$$V = \frac{m}{M}\left(V_B + V_B'\right)$$

Quando o bloco estiver em movimento. $F_r = f_c = -\mu Mg$

$$F_r = Ma \quad \Rightarrow \quad a = -\mu g$$



Aplicando a equação de Torricelli:

$$V_f^2 = V_0^2 + 2ad$$
$$0^2 = V^2 + 2(-\mu g)d$$
$$2\mu g d = V^2 \quad d = \frac{V^2}{2\mu g}$$
$$d = \frac{m^2}{2\mu g M^2}(v_B + v_B')^2 = \frac{m^2}{2\mu g M^2}\left(v_B^2 + v_B^2{}' + 2v_B^2 v_B^2{}'\right)$$

$$d = \frac{m^2}{2\mu g M^2}(gL(2-\sqrt{2}) + gL(2-\sqrt{3}) + 2gLv\sqrt{(2-\sqrt{2})(2-\sqrt{3})}$$
$$d = \frac{m^2 gL}{2\mu g M^2}(4-\sqrt{2}-\sqrt{3}+2\sqrt{(2-\sqrt{2})(2-\sqrt{3})})$$

$$\boxed{d = \frac{m^2 L}{M^2}(\underbrace{4-\sqrt{2}-\sqrt{3}+2\sqrt{(2-\sqrt{2})(2-\sqrt{3})})}_{0,6}}$$

CALCULE a variação de entropia quando, num processo à pressão constante de 1,0 atm, se transforma integralmente em vapor 3,0 kg de água que se encontra inicialmente no estado líquido, à temperatura de 100 ºC.

Dado: calor de vaporização da água: $L_v = 5{,}4 \times 10^5$ cal/kg.

RESOLUÇÃO:

Fazendo para o processo $\Delta S = \frac{Q}{T}$ temos :

Como a vaporização da água pura se dá à temperatura constante, teremos

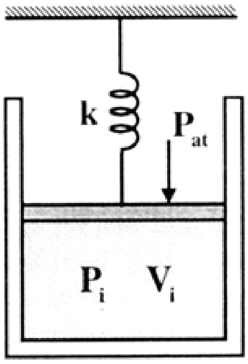
$Q = mL_v = 3{,}0 \text{ kg} \,.\, 5{,}4 \,.10^5 \text{cal / kg}$

$Q = 1,\ 62 \times 10^6$ cal

Sabemos que para a transformação mencionada T = 100 ºC = 373 K, o que resulta

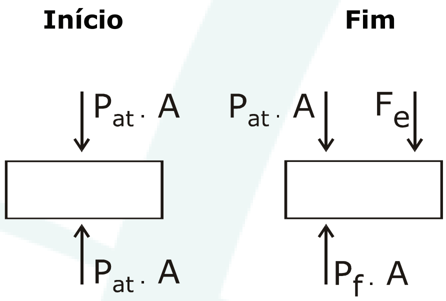
$\Delta S = \frac{1{,}62 \cdot 10^6 \text{cal}}{373\text{k}}$ $\boxed{\Delta S = 4{,}34 \times 10^3 \text{ cal/K}}$

A figura mostra um recipiente, com êmbolo, contendo um volume inicial Vi de gás ideal, inicialmente sob uma pressão Pi igual à pressão atmosférica, Pat. Uma mola não deformada é fixada no êmbolo e num anteparo fixo. Em seguida de algum modo é fornecida ao gás uma certa quantidade de calor Q. Sabendo que a energia interna do gás é U = (3/2)PV, a constante da mola é K e a área da seção transversal do recipiente é A, **DETERMINE** a variação do comprimento da mola em função dos parâmetros intervenientes. Despreze os atritos e considere o êmbolo sem massa, bem como sendo adiabáticas as paredes que confinam o gás.



RESOLUÇÃO:

Observe a figura:



O sistema recebeu uma quantidade de calor Q e um trabalho externo da atmosfera $\tau = P_i \cdot A \cdot x$, então seu aumento de energia foi

$$\tau + Q = E_f - E_0 \text{ (I)} \qquad \text{onde :}$$

$$E_0 = V_0 = \frac{3}{2} P_i V_i \quad \text{e} \quad E_f = V_f + E_{elástica} = \frac{3}{2} P_f \cdot V_f + \frac{kx^2}{2}$$

Logo, de (I) resulta:

$$-P_i \cdot X\, A + Q = \frac{3}{2} P_f V_f + \frac{kx^2}{2} - \frac{3}{2} P_i V_i$$

$$-P_i \cdot x \cdot A + Q = \frac{3}{2}\left(P_i + \frac{Kx}{A}\right)(V_i + xA) + \frac{kx^2}{2} - \frac{3}{2} P_i V_i$$

$$\frac{4x^2}{3}\left(+\frac{5}{3} P_i .A + \frac{3}{3A} kV_i\right) . x - \frac{2}{3} Q = 0$$

Daí:

$$4kx^2 + \left(5P_iA + \frac{3kV_i}{A}\right)x - 2\,Q = O$$

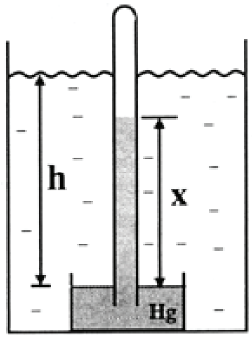
e por fim, $$x = -\frac{\left(5P_iA + \frac{3kV_i}{A}\right) \pm \sqrt{\left(5P_iA + \frac{3kV_i}{A}\right)^2 - 32Qk}}{8K}$$

onde o valor negativo não convém.

Resultando:

$$\boxed{x = \frac{\sqrt{\left(5P_iA + \frac{3kV_i}{A}\right)^2 - 32Qk} - (5P_iA + \frac{3kV_i}{A})}{8K}}$$

Num barômetro elementar de Torricelli, a coluna de mercúrio possui uma altura H, que se altera para **X** quando este barômetro é mergulhado num líquido de densidade **D**, cujo nível se eleva a uma altura **h**, como mostra a figura. Sendo **d** a densidade do mercúrio, **DETERMINE** em função de **H,D** e d a altura do líquido, no caso de esta coincidir com a altura X da coluna de mercúrio.



RESOLUÇÃO:

Da experiência de Torricelli, temos $p_{atm} = dgH$ (I) e aplicando o princípio de Stevin, podemos fazer $p' = p_{atm} + Dgh$ (II), substituindo (I) em (II) temos

$p' = (dH + Dh)g$

Mas $p' = dgx$, e daí vem que

$(dH + Dh)g = dgx$

$dH + Dh = dx$

Para haver coincidência entre a altura do líquido e do mercúrio, teremos $h = x$, e para isso

$dH + Dh = dh \Rightarrow h\,(d - D) = dH \therefore$

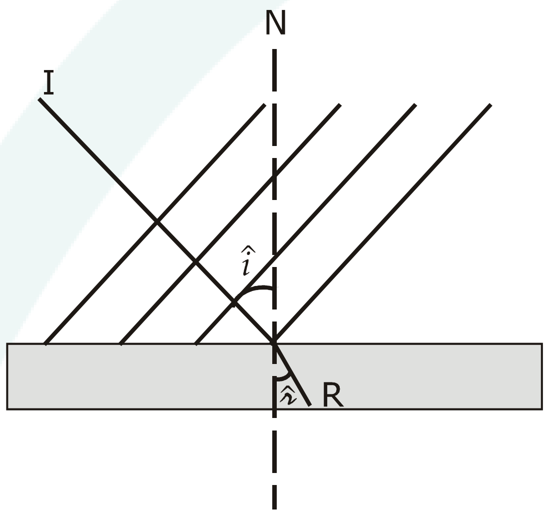
$$h = \frac{d}{d - D}H$$

Uma onda plana de 6,0 kHz, propagando-se no ar a uma velocidade de 340 m/s, atinge uma película plana com um ângulo de incidência de 60°. Suponha que a película separa o ar de uma região que contém o gás CO_2, no qual a velocidade de propagação do som é de 280 m/s. Calcule o valor aproximado do ângulo de refração e **INDIQUE** o valor da frequência do som no CO_2.

Resolução:

I) O ângulo entre a direção de propagação da onda e a normal ao plano de incidência será $\hat{i}$ = 60°.
Aplicando a lei de Snell para o cálculo do ângulo de refração $\hat{r}$, temos

$$\operatorname{sen}\hat{i}\cdot n_1 = \operatorname{sen}\hat{r}\cdot n_2$$



em que n_1 e n_2 são os índices de refringência dos meios de incidência e refração, respectivamente. Esses são calculados da forma

$$n_1 = \frac{v_0}{v_1} \quad \text{e} \quad n_2 = \frac{v_0}{v_2} \text{ onde,}$$

v_0 = velocidade no meio padrão
v_1 = velocidade em 1
v_2 = velocidade em 2

Assim,

$$\operatorname{sen} 60^\circ \cdot \frac{v_0}{340} = \operatorname{sen}\hat{r}\,\frac{v_0}{280} \rightarrow \operatorname{sen}\hat{r} = \operatorname{sen}60^\circ\,\frac{280}{340} = 0{,}713$$

$$\hat{r} = \operatorname{arcsen} 0{,}713$$

A frequência no CO_2 continua sendo 6,0 kHz, já que esta não varia com a mudança de meio.

Física — Questão 27

Uma flauta doce, de 33 cm de comprimento, à temperatura ambiente de 0 °C, emite sua nota mais grave numa frequência de 251 Hz. Verifica-se experimentalmente, que a velocidade do som no ar aumenta de 0,60 m/s para cada 1 °C de elevação da temperatura. **CALCULE** qual deveria ser o comprimento da flauta a 30 °C para que ela emitisse a mesma frequência de 251 Hz.

RESOLUÇÃO:

Considerando a flauta doce um tubo aberto nas duas extremidades,

1) A 0 ºC, temos

$V_0 = \lambda_0.f$ e $\lambda_0 = 2L=0,66$ m , em que L é o tamanho da flauta.

Logo,

$V_0 = \lambda_0.f \Rightarrow v_0=0,66.251=165,66$ m/s

$f_0 = 251$ Hz

2) A 30 °C teremos

Som: $V_{30} = 165,66 + (0,6 \cdot 30) = 183,66$ m/s

$f_{30} = 251$ Hz

Assim,

$$f_0 = f_{30} \Rightarrow \frac{v_0}{2L_0} = \frac{v_{30}}{2L_{30}}$$

$$L_{30} = \frac{L_0 \cdot V_{30}}{v_0} = \frac{33 \cdot 183,66}{165,66} = 36,58\,\text{cm}$$

$$\boxed{L_{30} = 37\,\text{cm}}$$

Em sua aventura pela Amazônia, João porta um rádio para comunicar-se. Em caso de necessidade, pretende utilizar células solares de silício, capazes de converter a energia solar em energia elétrica, com eficiência de 10%. Considere que cada célula tenha 10 cm^2 de área coletora, sendo capaz de gerar uma tensão de 0,70 V, e que o fluxo de energia solar médio incidente é da ordem de $1{,}0 \times 10^3 W/m^2$. **PROJETE** um circuito que deverá ser montado com as células solares para obter uma tensão de 2,8V e corrente mínima de 0,35 A, necessárias para operar o rádio.

RESOLUÇÃO:

Dados: Para cada célula: $\eta = 10\%$ (rendimento)

$V = 0{,}70V$

$A = 10cm^2$

Para uma célula, podemos calcular as potências envolvidas:

$P_{total} = IA$

$P_{útil} = Ptotal\ .\eta \Rightarrow Pútil = \eta\ IA$

Para n células, teríamos

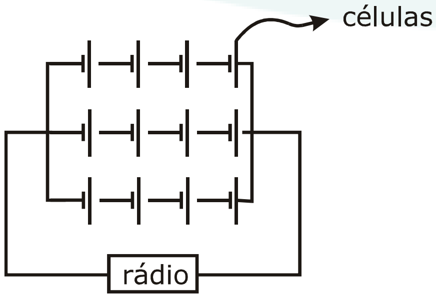
$P_{útil} = n\eta\ IA \Rightarrow P_{útil} = Vi = 2{,}8\ .\ 0{,}35 = 0{,}98\ W$

$$n = \frac{P_{útil}}{\eta IA} = \frac{0{,}98W}{0{,}10 \cdot 1{,}0 \cdot 10^3 \frac{W}{m^2} \cdot 10 \cdot 10^4 m^2}$$

$N = 9{,}8 \Rightarrow n_{mínimo} = 10$ células

Para obter uma tensão de 2,8 V, precisamos de **p** grupos em paralelo de 4 células em série. Já que as células em série darão 2,8 V. E os **p** grupos em paralelo darão maior corrente total. A solução mínima é p = 3.

Assim, no circuito final, teremos

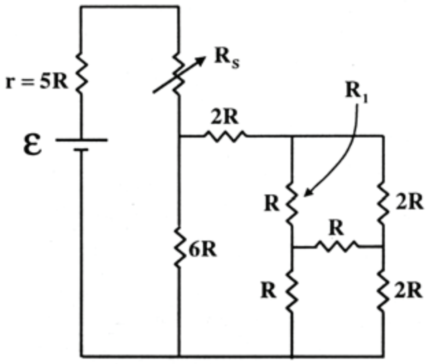


$P = 12.0{,}10.1.10^3.10.10^{-4}W=1{,}2\ W$

$V = 2{,}8\ V$

$I = 0{,}42A$

Um gerador de força eletromotriz ε e resistência interna **r=5R** está ligado a um circuito conforme mostra a figura. O elemento $\mathbf{R_S}$ é um reostato, com resistência ajustada para que o gerador transfira máxima potência. Em um dado momento, o resistor $\mathbf{R_1}$ é rompido, devendo a resistência do reostato ser novamente ajustada para que o gerador continue transferindo máxima potência. **DETERMINE** a variação da resistência do reostato, em termos de **R**.

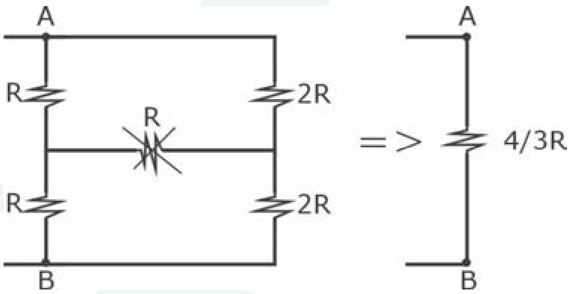


Resolução:

Para que o gerador forneça potência máxima devemos ter a resistência externa R_e igual à resistência interna r = 5R.

Início:

Na direita do circuito, observamos uma ponte de Wheatstone.



Logo:

$$\frac{10}{3}r \cdot 6R$$

$$R_e = R_s + \frac{\frac{10}{3}R \cdot 6R}{\frac{10}{3}R + 6R}$$

$$R_e = 5R = R_s + \frac{20R}{\frac{28}{3}} = R_s + \frac{15}{7}R$$

$$R_s = \frac{20}{7}R$$

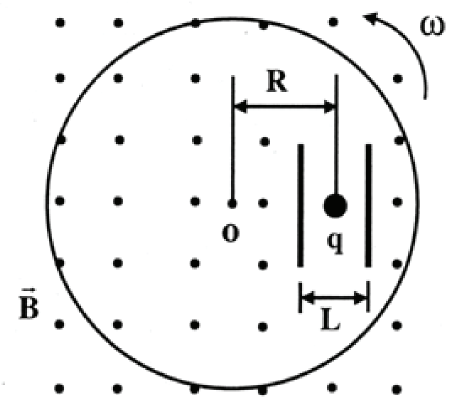
Depois de romper R_2,

$$R_e = R_s + \frac{5R \cdot 6R}{5R + 6R} = 5R \Rightarrow R_s + \frac{30}{11}R = 5R \quad R_s = \frac{25}{11}R$$

Assim, a variação de Rs foi

$$\Delta R_s = \frac{25}{11}R - \frac{20}{7}R \Rightarrow \boxed{\Delta R_s = -\frac{45}{77}R}$$

Situado num plano horizontal, um disco gira com velocidade angular ω constante, em torno de um eixo que passa pelo seu centro 0. O disco encontra-se imerso numa região do espaço onde existe um campo magnético constante $\vec{B}$, orientado para cima, paralelamente ao eixo de rotação. A figura mostra um capacitor preso ao disco (com placas planas, paralelas, separadas entre si de uma distância **L**) onde, na posição indicada, se encontra uma partícula de massa **m** e carga **q>0**, em repouso em relação ao disco, a uma distância **R** do centro. **DETERMINE** a diferença de potencial elétrico entre as placas do capacitor, em função dos parâmetros intervenientes.



RESOLUÇÃO:

Observamos, na figura, que força elétrica e magnética estão sempre na direção radial (perpendiculares ao vetor velocidade da carga), o que sugere uma resultante centrípeta dessas forças atuantes que garante o M.C.U.

Devemos ter, assim, $F_e > F_m$ já que F_e aponta para o centro de curvatura e F_m tem sentido contrário à primeira:

$F_{cp} = F_e - F_m$
$m\omega^2R = qE - q\omega R.B$
em que entre as placas, temos

$V = E.L$ (V = d.d.p.)
$m\omega^2R = qV/L - q\omega RB$, portanto:

$$\boxed{V = L\omega R / q(m\omega + qB)}$$