

BERNOULLI COLÉGIO E PRÉ-VESTIBULAR

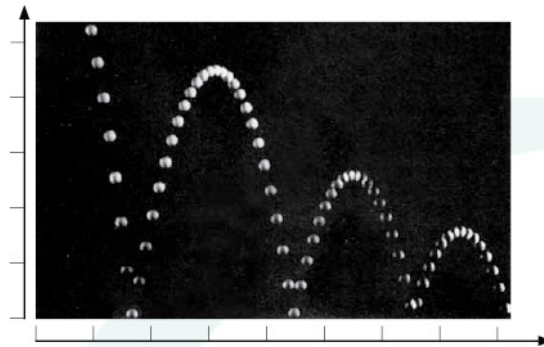


http://www.colegiobernoulli.com.br/bernoulli_resolve/

Física – Questão 01

Uma bola é lançada horizontalmente, de certa altura, e cai sobre uma superfície rígida, plana e horizontal.

Uma parte da trajetória dessa bola está mostrada nesta fotografia estroboscópica, que consiste na superposição de diversas imagens registradas em instantes consecutivos:



Nessa figura, tanto na escala horizontal quanto na vertical, cada divisão mede 10 cm.

A massa da bola é de 0,20 kg e, na foto, o intervalo de tempo entre uma exposição e outra é de 0,020 s.

Considerando essas informações,

1. **DETERMINE** o módulo da velocidade da bola no instante em que ela é lançada horizontalmente. **JUSTIFIQUE** sua resposta.
2. **CALCULE** a energia dissipada na segunda colisão da bola com a superfície. **JUSTIFIQUE** sua resposta.

RESOLUÇÃO:

1. Como somente forças na direção vertical atuam sobre a bola, inclusive nos instantes das colisões (desconsiderando a resistência do ar e os outros possíveis atritos), na horizontal o movimento da bola é uniforme.

De acordo com a figura, a cada distância horizontal de 10 cm = 0,10 m (uma divisão da escala) percorrida pela bola, temos cerca de 10 fotos separadas por intervalos de 0,020 s. Logo, teremos

$$v_{\text{HORIZONTAL}} = v_x = \frac{d_{\text{HORIZONTAL}}}{\Delta t} = \frac{0,10}{(10 \cdot 0,020)} = 0,50 \text{ m/s}$$

desprezando o tempo
de interação com o solo
na colisão.

* O módulo da velocidade de lançamento da bola é de, aproximadamente, 0,50 m/s.

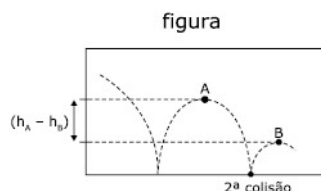
2. Nos pontos de altura máxima, como a componente vertical da velocidade da bola é nula, a energia cinética da bola tem o mesmo valor, pois se deve apenas à componente horizontal da velocidade, que é constante. Portanto, a energia dissipada na segunda colisão será igual à diferença entre a energia potencial gravitacional da bola na altura máxima que antecede essa colisão (ponto A da figura) e na altura máxima que sucede essa (ponto B da figura).

$$|E_{\text{DISSIPADA}}| = E_{PA} - E_{PB} = mgh_A - mgh_B$$

$$|E_{\text{DISSIPADA}}| = mg(h_A - h_B), \text{ onde } (h_A - h_B) \approx 20 \text{ cm} = 0,20 \text{ m}$$

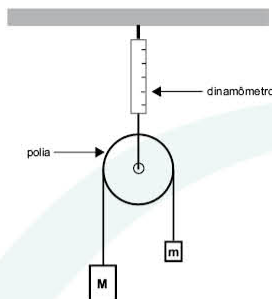
$$|E_{\text{DISSIPADA}}| = 0,20 \cdot 10 \cdot 0,20$$

$$|E_{\text{DISSIPADA}}| = 0,40 \text{ J}$$



Física – Questão 02

Considere que dois objetos de massas M e m estão pendurados nas extremidades de uma corda que passa por uma polia, como representado na figura seguinte:
O eixo da polia é sustentado por um dinamômetro.



Considere que $M > m$; que a massa da corda e a da polia são desprezíveis; que a corda é inextensível; e que a polia pode girar livremente em torno de seu eixo.

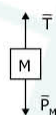
Considerando essas informações,

1. A) **DESENHE e NOMEIE**, diretamente na figura, as forças que atuam nos objetos M e m .
B) **DETERMINE** a aceleração do objeto de massa m em função de M , m e g .
2. **DETERMINE** a força indicada no dinamômetro em função de M , m e g .

RESOLUÇÃO:

1.

A) Na figura:



$\vec{P}_M \Rightarrow$ força peso sobre o objeto de massa M .

$\vec{P}_m \Rightarrow$ força peso sobre o objeto de massa m .

$\vec{T} \Rightarrow$ força de tensão aplicada pelo fio sobre os objetos.

B) Aplicando a 2ª Lei de Newton em cada um dos blocos:

* Objeto de massa M :

$$R_M = M \cdot a_M$$

$$\begin{aligned} \vec{P}_M - \vec{T} &= M \cdot a_M \\ \boxed{Mg - T = M \cdot a_M} \quad \text{I} \end{aligned}$$

* Objeto de massa m :

$$R_m = m \cdot a_m$$

$$\begin{aligned} \vec{T} - \vec{P}_m &= m \cdot a_m \\ \boxed{T - mg = m \cdot a_m} \quad \text{II} \end{aligned}$$

Somando as equações I e II, teremos:

$$\begin{cases} Mg - T = M \cdot a_M \\ T - mg = m \cdot a_m \end{cases}, \text{ em que } \boxed{a_M = a_m = a}$$

$$Mg - mg = Ma + ma$$

$$g(M - m) = (M + m) \cdot a$$

$$\boxed{a = \frac{(M - m) \cdot g}{(M + m)}}$$

2.

Analisando as forças que atuam na polia, teremos



$$\vec{R}_{\text{polia}} = 0 \text{ (Polia em repouso)}$$

$$\boxed{F = 2T} \quad \text{I}$$

Pela equação da força resultante no objeto de massa m (equação II do item anterior) e com a aceleração calculada, chega-se ao valor da tensão no fio:

$$T - mg = ma$$

$$T = ma + mg$$

$$T = m \left[\frac{(M - m)g}{(M + m)} \right] + mg$$

$$T = \frac{mg(M - m) + mg(M + m)}{(M + m)}$$

$$T = \frac{mg(M - \cancel{m} + M + \cancel{m})}{(M + m)}$$

$$\boxed{T = 2 \frac{Mmg}{(M + m)}} \quad \text{II}$$

No dinamômetro (considerado ideal), teremos



Força indicada no dinamômetro: módulo da força $\vec{F}$

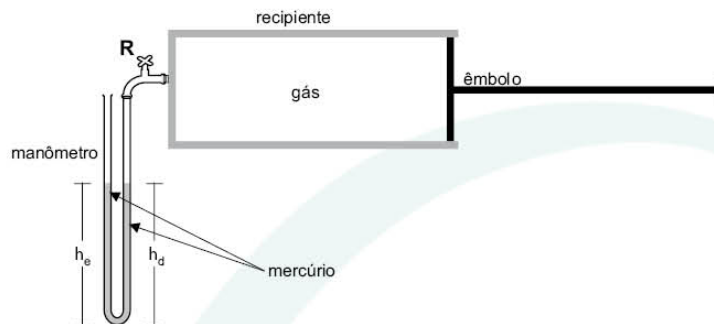
Substituindo II em I, teremos

$$F = 2T$$

$$\boxed{F = 4 \frac{Mmg}{(M + m)}}$$

Física — Questão 03

Para estudar o comportamento de um gás, um professor montou o sistema representado nesta figura.



Nesse sistema, um recipiente de volume V , dotado de um êmbolo e de um registro R , contém um gás que se comporta como um gás ideal. Um manômetro, que consiste em um tubo de vidro, em forma de U, que contém mercúrio, tem uma de suas extremidades conectada ao recipiente, por intermédio do registro R , e a outra extremidade aberta.

Inicialmente, o registro está aberto e o gás está à pressão atmosférica p_0 e à temperatura ambiente T_0 . Sejam d a densidade do mercúrio e h_e e h_d a altura das colunas de mercúrio, nos ramos da esquerda e da direita do tubo, respectivamente.

1. A partir de certo instante, o professor comprime o êmbolo, lentamente, para que o gás se mantenha à temperatura ambiente, até reduzir à metade o volume ocupado, no recipiente, pelo gás.

Considerando essa situação, **DETERMINE** a diferença de altura ($h_e - h_d$) entre as duas colunas de mercúrio no tubo de vidro, em termos de p_0 , d e g .

2. Em seguida, o professor fecha o registro R e puxa o êmbolo, rapidamente, até este retornar à posição inicial.

Isso feito, ele abre o registro R e, ao mesmo tempo, observa o nível de cada uma das colunas de mercúrio no tubo de vidro.

Considerando essa nova situação, **RESPONDA**:

A altura h_e é menor, igual ou maior que a altura h_d ? **JUSTIFIQUE** sua resposta.

RESOLUÇÃO:

1. Quando o êmbolo comprime o gás, este sofre uma transformação isotérmica (temperatura constante). De acordo com a lei geral dos gases, temos

$$\frac{p \cdot V}{T} = \frac{p' \cdot V'}{T'} \rightarrow T = T'$$

$$p_0 \cdot V = p_1 \cdot \frac{V}{2}$$

$$p_1 = 2p_0 \quad (I) \quad p_1 \text{ é a pressão do gás após a compressão.}$$

Aplicando-se o Princípio de Stevin ao manômetro, temos que as pressões exercidas nas bases dos ramos esquerdo e direito são iguais. Assim,

$$p_e = p_d \rightarrow p_0 + d \cdot g \cdot h_e = p_{\text{gás}} + d \cdot g \cdot h_d \quad \left(\begin{array}{l} \text{Aplicando-se a equação (I)} \\ p_{\text{gás}} = p_1 = 2p_0 \end{array} \right)$$

$$p_0 + d \cdot g \cdot h_e = 2p_0 + d \cdot g \cdot h_d$$

$$d \cdot g \cdot h_e - d \cdot g \cdot h_d = 2p_0 - p_0$$

$$d \cdot g (h_e - h_d) = p_0$$

$$\boxed{h_e - h_d = \frac{p_0}{d \cdot g}}$$

2. Menor.

Ao puxar o êmbolo rapidamente, o gás no interior do recipiente sofre uma transformação adiabática (não ocorre trocas de calor com a vizinhança). De acordo com a 1ª Lei da Termodinâmica:

$$\Delta U = \Delta Q - W; \text{ como } \Delta Q = 0 \text{ (adiabática)}$$

$$\Delta U = -W$$

Como o gás sofre uma expansão, o trabalho é positivo ($W > 0$). Logo, $\Delta U < 0$. Como a temperatura é diretamente proporcional à energia interna ($T \propto U$), conclui-se que a temperatura do gás diminui (resfriamento). De acordo com a Lei geral dos gases perfeitos:

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2} \quad (\text{estado 2: estado final do gás})$$

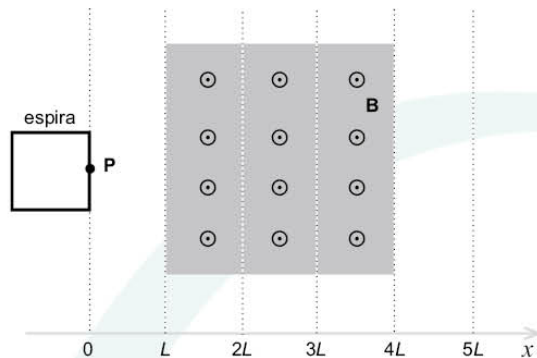
$$\frac{\cancel{2p_0} \cdot \cancel{\frac{V}{2}}}{T_1} = \frac{p_2 \cdot V}{T_2} \Rightarrow p_2 = \frac{T_2}{T_1} \cdot p_0$$

$$\text{com } T_2 < T_1 \Rightarrow \frac{T_2}{T_1} < 1; \text{ conclui-se que } p_2 < p_0$$

Portanto, a pressão do gás, ao final desse processo, será menor que a pressão atmosférica. Logo, para que a pressão do gás no interior do recipiente se iguale a pressão atmosférica a altura h_e deverá ser maior que a altura h_d .

Física – Questão 04

Em um Laboratório de Física, um estudante puxa uma espira condutora, quadrada, sobre uma superfície horizontal, onde há um campo magnético B , uniforme e perpendicular ao plano da espira, como representado nesta figura:

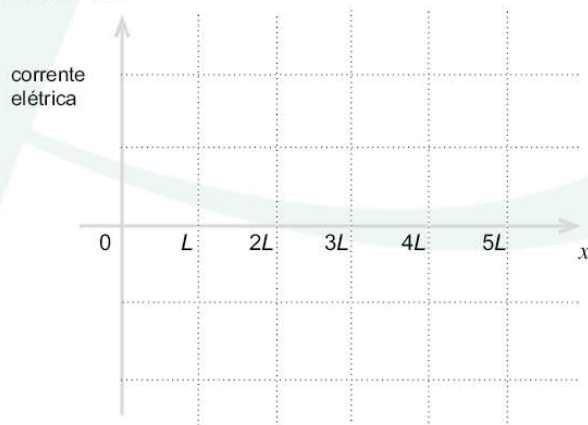


A espira, cujo lado mede L , move-se para a direita, sobre a superfície, paralelamente ao eixo x e com velocidade constante, através do campo magnético, representado pelo símbolo $\odot$.

Na figura, também está indicado o ponto P , localizado no lado direito da espira.

Considerando essas informações,

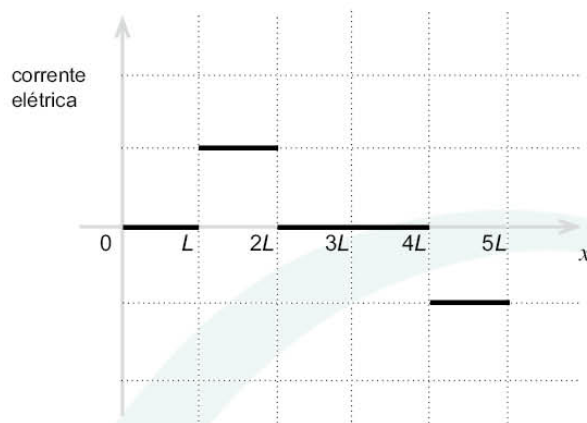
1. **ESBOCE**, no gráfico seguinte, a corrente elétrica na espira em função da posição x do ponto P , desde $x = 0$ até $x = 5L$.



2. **JUSTIFIQUE** sua resposta.

RESOLUÇÃO:

1.



2. Para $0 < x < L \rightarrow$ O fluxo magnético no interior da espira é nulo, então, pela lei de Faraday, não haverá corrente induzida.

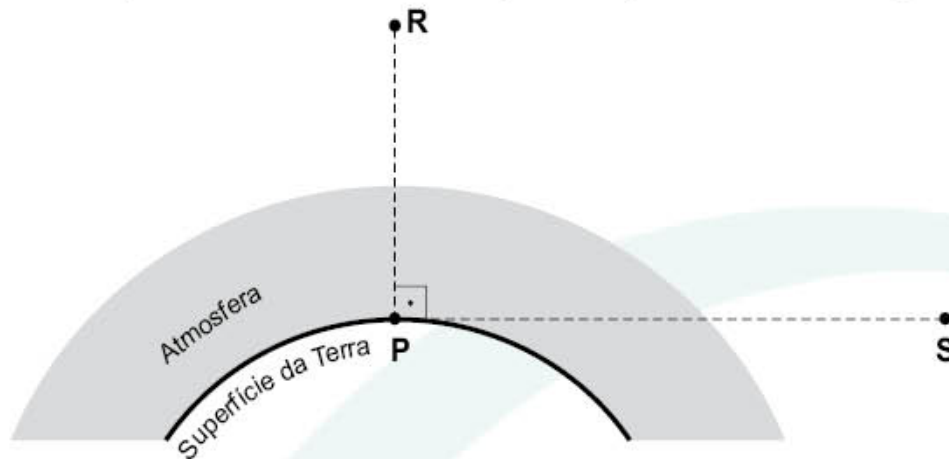
Para $L < x < 2L \rightarrow$ A espira está entrando na região de campo. Como a velocidade da espira é constante, a área da espira dentro do campo magnético cresce linearmente, acarretando crescimento também linear do fluxo magnético. Então, pela lei de Faraday, a corrente induzida será constante. Pela lei de Lenz, tem-se que essa corrente flui no sentido horário.

Para $2L < x < 4L \rightarrow$ O fluxo é constante e não-nulo. Como não há variação de fluxo, também não haverá corrente induzida (lei de Faraday).

Para $4L < x < 5L \rightarrow$ A espira está saindo da região de campo. Pela mesma explicação usada para o intervalo $L < x < 2L$, a corrente induzida será constante. Entretanto, o sentido da corrente, nessa situação, será anti-horário (lei de Lenz).

Física – Questão 05

Nesta figura, estão representadas duas estrelas – R e S –, que, em relação a um ponto P localizado na superfície da Terra, estão a 90° uma da outra, como representado nesta figura:



Nessa figura, os elementos não estão representados em escala.

A estrela R está a pino em relação a uma pessoa, na Terra, parada no ponto P.

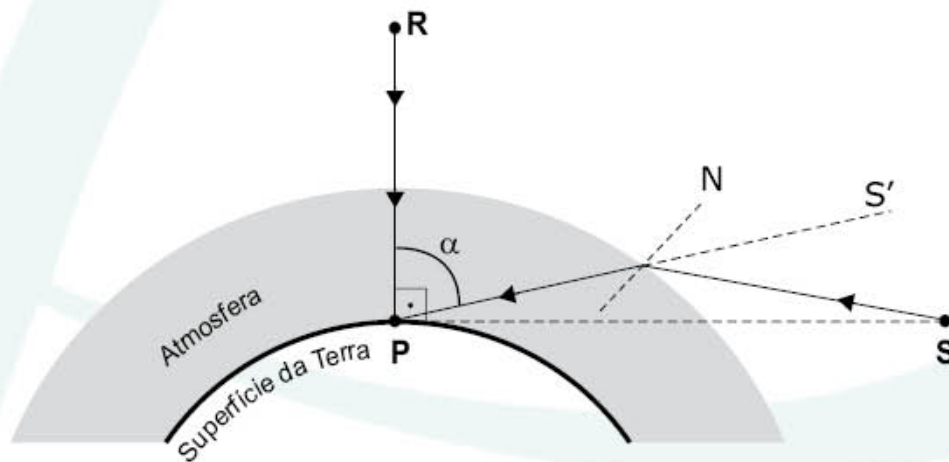
Considerando essas informações, **RESPONDA**:

Visto por essa pessoa, o ângulo formado pelas linhas de visada que apontam para as estrelas **R** e **S** é **menor**, **igual** ou **maior** que 90° ?

Observação: A linha de visada corresponde à direção em que o observador vê a estrela.

JUSTIFIQUE sua resposta. Se necessário, **DESENHE** sobre a figura.

RESOLUÇÃO:



Menor.

O ângulo formado pelas linhas de visada que apontam para as estrelas é menor que 90° (ângulo α da figura).

A luz proveniente da estrela R não sofre desvio ao entrar na atmosfera, uma vez que incide formando um ângulo nulo com a normal à superfície que separa o vácuo da atmosfera no ponto de incidência.

A luz proveniente da estrela S sofre desvio, pois incide obliquamente em relação à normal. Esse desvio aproxima o raio da normal, uma vez que nessa refração há redução na velocidade da luz que passou do vácuo para a atmosfera. Na figura foi representado um desvio único do raio de luz, pois a atmosfera foi considerada homogênea.

As linhas de visada são dadas pelas direções dos raios que atingem o observador em P e o ângulo entre elas vale α .

Física – Questão 06

1. No modelo de Niels Bohr para o átomo de hidrogênio, um elétron gira em torno de um próton, em órbitas circulares, sob a ação de uma força atrativa. Nesse caso, somente certos valores de raios de órbita são permitidos.

Sejam m a massa e q o módulo da carga do elétron.

Com base nas leis da Mecânica Clássica e da Eletrostática, bem como considerando as grandezas mencionadas e as constantes físicas necessárias, **DETERMINE** a velocidade do elétron quando este se encontra em uma órbita de raio R no átomo de hidrogênio.

2. Posteriormente à formulação do modelo de Bohr, Louis de Broglie propõe que elétrons, assim como outras partículas, têm propriedades ondulatórias e, também, que o comprimento de onda λ associado a uma partícula em movimento é dado por

$$\lambda = h/p,$$

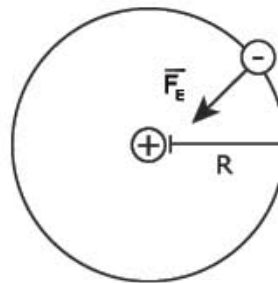
em que h é a constante de Planck e p é a quantidade de movimento (momento linear) do elétron.

As órbitas de raios quantizados do modelo de Bohr podem ser explicadas com base na consideração de que o perímetro de uma órbita permitida deve conter um número inteiro N de comprimentos de onda da onda associada ao elétron.

Considerando essas informações, **DETERMINE** os raios permitidos para as órbitas de Bohr em termos de N , m e q e, também, das constantes físicas necessárias.

RESOLUÇÃO:

1. Como as órbitas são circulares, teremos a seguinte configuração.



A força elétrica que atua no elétron é a força centrípeta, logo, teremos

$$F_e = F_c \rightarrow \frac{Kq \cdot q}{R^2} = \frac{mv^2}{R} \rightarrow v = \sqrt{\frac{Kq^2}{mR}}$$

Obs: O módulo da carga elétrica do elétron é igual ao módulo da carga do próton ($|q_e| = |q_p| = q$).

2. Conforme o enunciado, podemos escrever

$$2\pi R = N\lambda \quad (I)$$

Usando $\lambda = \frac{h}{mv}$ e fazendo essa substituição na equação I, teremos

$$2\pi R = \frac{Nh}{mv} \rightarrow 2\pi Rmv = Nh \quad (II)$$

Usando $v = \sqrt{\frac{Kq^2}{mR}}$ do item anterior e fazendo essa substituição em II, teremos

$$2\pi Rm\sqrt{\frac{Kq^2}{mR}} = Nh \rightarrow 4\pi^2 R^2 m^2 \frac{Kq^2}{mR} = N^2 h^2 \rightarrow R = \frac{N^2 h^2}{4\pi^2 m K q^2}$$

Cursos que Indicamos

Conheça os cursos e dê o próximo passo na sua preparação.

Clique na imagem ou no botão para acessar.



Código Matemática 2.0

Conhecer o curso



Curso Preparatório ENEM

Conhecer o curso



Curso Preparatório Redação ENEM

Conhecer o curso

