

# PROVA COMENTADA PELOS PROFESSORES DO CURSO POSITIVO

Vestibular UFPR 2010/2011 - 2ª Fase

FÍSICA



## COMENTÁRIO DA PROVA DE FÍSICA

A prova da UFPR, apesar de apresentar questões tradicionais, foi marcada por irrepreensível correção e distribuição de assuntos.

Além disso, a banca examinadora soube dosar questões conceituais com outras envolvendo cálculos; questões fáceis, médias e difíceis; questões que necessitavam de deduções e outras com inferências de modalidades distintas.

Acreditamos ter sido uma prova adequada para selecionar os melhores candidatos a carreiras nas áreas de exatas.

Professores de Física do Curso Positivo.

# PROVA COMENTADA PELOS PROFESSORES DO CURSO POSITIVO

Vestibular UFPR 2010/2011 - 2ª Fase

FÍSICA



01 - Na cobrança de uma falta durante uma partida de futebol, a bola, antes do chute, está a uma distância horizontal de 27 m da linha do gol. Após o chute, ao cruzar a linha do gol, a bola passou a uma altura de 1,35 m do chão quando estava em movimento descendente, e levou 0,9 s neste movimento. Despreze a resistência do ar e considere  $g = 10 \text{ m/s}^2$ .

a) Calcule o módulo da velocidade na direção vertical no instante em que a bola foi chutada.

### Comentário:

Aplicando-se a equação horária dos espaços de um MUV para a projeção vertical do movimento, tem-se:

$$y = y_0 + v_{oy} \cdot t + \frac{g}{2} \cdot t^2$$

$$1,35 = 0 + v_{oy} \cdot 0,9 - \frac{10}{2} \cdot 0,9^2$$

$$1,5 = v_{oy} - 4,5$$

$$v_{oy} = 6 \text{ m/s}$$

b) Calcule o ângulo, em relação ao chão, da força que o jogador imprimiu sobre a bola pelo seu chute.

### Comentário:

Aplicando-se a equação horária dos espaços de um MU para a projeção horizontal do movimento, tem-se:

$$x = v_x \cdot t$$

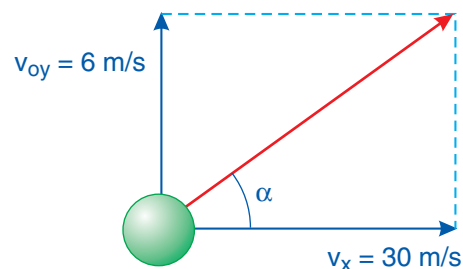
$$27 = v_x \cdot 0,9$$

$$v_x = 30 \text{ m/s}$$

Calculando-se a tangente de ângulo  $\alpha$ , tem-se:

$$\text{tg } \alpha = \frac{v_{oy}}{v_x} \longrightarrow \text{tg } \alpha = \frac{6}{30} \longrightarrow \text{tg } \alpha = 0,2$$

$$\therefore \alpha = \text{arc tg } 0,2$$



c) Calcule a altura máxima atingida pela bola em relação ao solo.

### Comentário:

Aplicando-se a equação de Torricelli para a projeção vertical do movimento, tem-se:

$$v_y^2 = v_{oy}^2 + 2 \cdot g \cdot y$$

$$0^2 = 6^2 - 2 \cdot 10 \cdot y$$

$$y = 1,8 \text{ m}$$

# PROVA COMENTADA PELOS PROFESSORES DO CURSO POSITIVO

Vestibular UFPR 2010/2011 - 2ª Fase

FÍSICA



- 02 - O trecho da BR 277 que liga Curitiba a Paranaguá tem sido muito utilizado pelos ciclistas curitibanos para seus treinos. Considere que um ciclista, antes de sair de Curitiba, calibrou os pneus de sua bicicleta com pressão de 30 libras por polegada ao quadrado ( $\text{lb/pol}^2$ ), a uma temperatura inicial de  $20^\circ\text{C}$ . Ao terminar de descer a serra, ele mediu a pressão dos pneus e constatou que ela subiu para 35 libras por polegada ao quadrado. Considerando que não houve variação do volume dos pneus, calcule o valor da temperatura dos pneus dessa bicicleta nesse instante.

**Comentário:**

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$$

isovolumétrica  $\Rightarrow v = \text{cte}$

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$$

$$\frac{30}{(20 + 273)} = \frac{35}{T_2}$$

$$T_2 = 341,8 \text{ K}$$

# PROVA COMENTADA PELOS PROFESSORES DO CURSO POSITIVO

Vestibular UFPR 2010/2011 - 2ª Fase

FÍSICA



03 - A humanidade usa a energia dos ventos desde a antiguidade, através do uso de barcos a vela e moinhos de vento para moer grãos ou bombear água. Atualmente, a preocupação com o meio ambiente, a necessidade de energias limpas e renováveis e o desenvolvimento da tecnologia fizeram com que a energia eólica despertasse muito interesse, sendo considerada como parte da matriz energética de muitos países. Nesse caso, a energia cinética dos ventos é convertida em energia de movimentação das pás de uma turbina que está acoplada a um gerador elétrico. A partir da rotação da turbina a conversão de energia é semelhante à das usinas hidroelétricas. Considere uma turbina que gera a potência de 2MW e cujo rotor gira com velocidade constante de 60 rpm.

- a) Considerando que cada pá da turbina tem um comprimento de 30 m, calcule o módulo da velocidade tangencial de um ponto na extremidade externa da pá.

## Comentário:

Cálculo da velocidade tangencial de um ponto na extremidade externa da pá:

$$R = 30 \text{ m}$$

$$f = 60 \text{ rpm} = 1 \text{ Hz}$$

$$v = \omega \cdot R \quad \textcircled{1}$$

$$\omega = 2 \pi f \quad \textcircled{2}$$

Substituindo-se  $\textcircled{2}$  em  $\textcircled{1}$ , tem-se:

$$v = 2 \pi f \cdot R$$

$$v = 2 \cdot \pi \cdot 1 \cdot 30$$

$$v = 60 \pi \text{ m/s}$$

- b) Calcule o módulo aceleração centrípeta desse ponto.

$$v = 60 \pi \text{ m/s}$$

$$R = 30 \text{ m}$$

$$a_c = \frac{v^2}{R}$$

$$a_c = \frac{(60\pi)^2}{30}$$

$$a_c = 120 \pi^2 \text{ m/s}^2$$

- c) Se a energia gerada pela turbina for armazenada numa bateria, determine a energia armazenada em duas horas de funcionamento.

$$P = 2 \text{ MW} = 2 \cdot 10^6 \text{ W}$$

$$\Delta t = 2\text{h} = 7200 \text{ s}$$

$$E_n = P \cdot \Delta t$$

$$E_n = 2 \cdot 10^6 \cdot 7200$$

$$E_n = 1,44 \cdot 10^{10} \text{ J}$$

# PROVA COMENTADA PELOS PROFESSORES DO CURSO POSITIVO

Vestibular UFPR 2010/2011 - 2ª Fase

FÍSICA



04 - Considere a seguinte experiência: coloca-se, por um longo período de tempo, dois objetos de massas diferentes em contato entre si, de modo que suas temperaturas fiquem iguais. Em seguida, os objetos são separados e cada um deles é aquecido, de modo a receber uma mesma quantidade de calor  $Q$ .

A temperatura final dos dois objetos será a mesma? Justifique a sua resposta.

## Comentário:

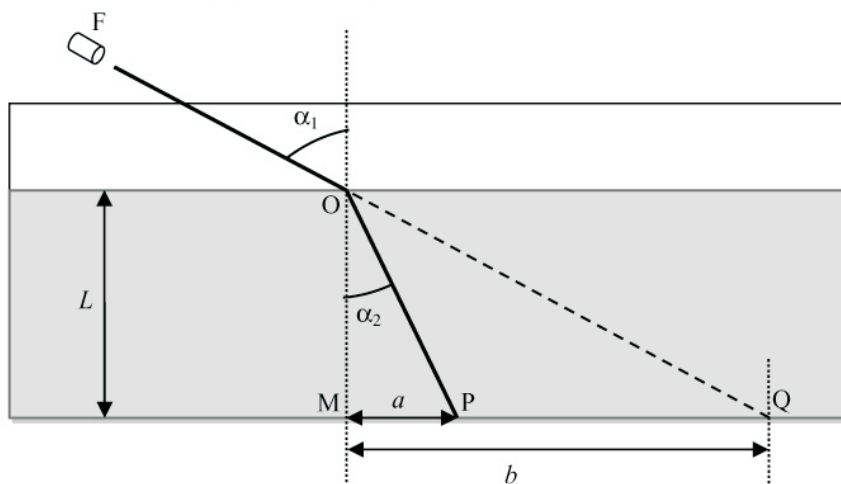
A temperatura final de cada objeto dependerá da sua respectiva capacidade térmica. Aquele que possuir maior capacidade térmica, sofrerá menor variação de temperatura e, se ambos possuírem mesma capacidade térmica, a temperatura final será a mesma.

# PROVA COMENTADA PELOS PROFESSORES DO CURSO POSITIVO

Vestibular UFPR 2010/2011 - 2ª Fase

FÍSICA

05 - O fenômeno da refração da luz está associado com situações corriqueiras de nossa vida. Uma dessas situações envolve a colocação de uma colher em um copo com água, de modo que a colher parece estar “quebrada” na região da superfície da água. Para demonstrar experimentalmente a refração, um estudante propôs uma montagem, conforme figura abaixo. Uma fonte de luz monocromática F situada no ar emite feixe de luz com raios paralelos que incide na superfície de um líquido de índice de refração  $n_2$ . Considere o índice de refração do ar igual a  $n_1$ . O ângulo de incidência é  $\alpha_1$ , e o de refração é  $\alpha_2$ . Por causa da refração, a luz atinge o fundo do recipiente no ponto P e não no ponto Q, que seria atingido se a luz se propagasse sem que houvesse refração.



a) Mostre que as distâncias  $a$  e  $b$  na figura valem, respectivamente.

$$a = \frac{n_1}{n_2} \frac{L \operatorname{sen} \alpha_1}{\sqrt{1 - \left(\frac{n_1}{n_2} \operatorname{sen} \alpha_1\right)^2}}, \quad b = L \tan \alpha_1$$

**Comentário:**

$$n_1 \cdot \operatorname{sen} \alpha_1 = n_2 \cdot \operatorname{sen} \alpha_2$$

$$\operatorname{sen} \alpha_2 = \frac{n_1}{n_2} \cdot \operatorname{sen} \alpha_1 \quad \textcircled{I}$$

$$\operatorname{sen}^2 \alpha_2 + \cos^2 \alpha_2 = 1$$

$$\cos^2 \alpha_2 = 1 - \operatorname{sen}^2 \alpha_2$$

$$\cos \alpha_2 = \sqrt{1 - \operatorname{sen}^2 \alpha_2} \quad \textcircled{II}$$

$$\operatorname{tg} \alpha_2 = \frac{a}{L} \rightarrow$$

$$\frac{\operatorname{sen} \alpha_2}{\cos \alpha_2} = \frac{a}{L} \rightarrow a = \frac{L \operatorname{sen} \alpha_2}{\cos \alpha_2} \quad \textcircled{III} \rightarrow \text{substituindo } \textcircled{II} \text{ em } \textcircled{III}:$$

$$a = \frac{L \operatorname{sen} \alpha_2}{\sqrt{1 - \operatorname{sen}^2 \alpha_2}} \rightarrow \text{substituindo } \textcircled{I} \text{ em } \textcircled{III}: \quad a = \frac{n_1}{n_2} \cdot \frac{\operatorname{sen} \alpha_1 L}{\sqrt{1 - \left(\frac{n_1}{n_2} \operatorname{sen} \alpha_1\right)^2}}$$

# PROVA COMENTADA PELOS PROFESSORES DO CURSO POSITIVO



Vestibular UFPR 2010/2011 - 2ª Fase

FÍSICA

- b) Obtenha a distância  $D$  de separação entre os pontos  $P$  e  $Q$  se  $n_1 = 1$ ,  $n_2 = \sqrt{3}$ ,  $\alpha_1 = 60^\circ$ ,  $L = 2\sqrt{3}$  cm, sabendo que  $\text{sen } 60^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2}$  e  $\text{cos } 60^\circ = \frac{1}{2}$ . Sugere-se trabalhar com frações e raízes, e não com números decimais.

$$n_1 \cdot \text{sen } \alpha_1 = n_2 \cdot \text{sen } \alpha_2$$

$$1 \cdot \text{sen } 60^\circ = \sqrt{3} \cdot \text{sen } \alpha_2$$

$$\frac{\sqrt{3}}{2} = \sqrt{3} \cdot \text{sen } \alpha_2$$

$$\alpha_2 = 30^\circ$$

$$\text{tg } \alpha_2 = \frac{a}{L} \rightarrow \frac{\text{sen } \alpha_2}{\text{cos } \alpha_2} = \frac{a}{L} \rightarrow \frac{\text{sen } 30^\circ}{\text{cos } 30^\circ} = \frac{a}{2\sqrt{3}} \rightarrow \frac{1/2}{\sqrt{3}/2} = \frac{a}{2\sqrt{3}} \rightarrow a = 2 \text{ cm}$$

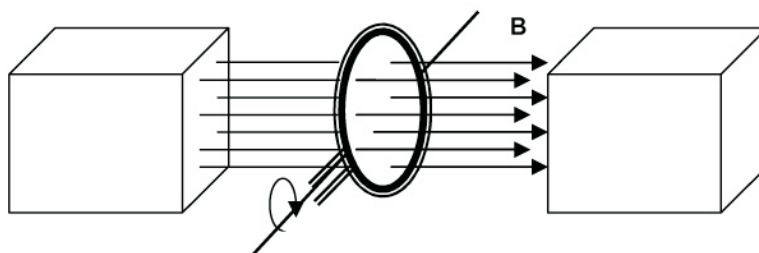
$$\text{tg } \alpha_1 = \frac{b}{L} \rightarrow \frac{\text{sen } \alpha_1}{\text{cos } \alpha_1} = \frac{b}{L} \rightarrow \frac{\text{sen } 60^\circ}{\text{cos } 60^\circ} = \frac{b}{2\sqrt{3}} \rightarrow \frac{\sqrt{3}/2}{1/2} = \frac{b}{2\sqrt{3}} \rightarrow b = 6 \text{ cm}$$

$$\overline{PQ} = D = b - a$$

$$D = 6 - 2 = 4 \text{ cm}$$

Resposta: 4 cm

- 06 - Uma das maneiras de gerar correntes elétricas é transformar energia mecânica em energia elétrica através de um gerador elétrico. Em uma situação simplificada, dispõe-se de ímãs para produzir o campo magnético e de uma bobina formada por 10 espiras circulares com 10 cm de diâmetro montados conforme a figura a seguir. A bobina está presa a um eixo que passa pelo seu diâmetro e gira com velocidade constante de 2 rotações por segundo. A bobina possui dois terminais que permitem o aproveitamento da energia elétrica gerada. Num dado instante, as linhas do campo magnético atravessam perpendicularmente o plano das espiras e o fluxo magnético é máximo; após a bobina girar 90° em torno do eixo, esse fluxo é zero. Considere que na região da bobina o campo magnético é uniforme, com módulo igual a 0,01 T e orientado conforme indicado na figura. Determine a força eletromotriz média induzida na bobina ao girar 90° a partir da situação de máximo fluxo.



### Comentário:

DADOS:  $n = 10$  (← número de espiras)

$$R = \frac{D}{2} = \frac{10}{2} = 5 \text{ cm} = 5 \cdot 10^{-2} \text{ m}$$

$$f = 2 \text{ Hz} \quad \rightarrow \quad T = \frac{1}{2} = 0,5 \text{ s}$$

$$B = 0,01 \text{ T}$$

$$\Phi_{\text{FINAL}} = 0$$

– Cálculo do Fluxo Máximo.

$$\Phi_{\text{INICIAL}} = B \cdot A \cdot \cos \alpha$$

$$\Phi_{\text{INICIAL}} = B \cdot \pi R^2 \cdot \cos \alpha$$

$$\Phi_{\text{INICIAL}} = 0,01 \cdot 3,14 \cdot (5 \cdot 10^{-2})^2 \cdot \underbrace{\cos 0^\circ}_1$$

$$\Phi_{\text{INICIAL}} = 7,85 \cdot 10^{-5} \text{ Wb}$$

– Cálculo da Força Eletromotriz Média Induzida.

$$\Delta t = \frac{T}{4} = \frac{0,5}{4} = 0,125 \text{ s}$$

$$\mathcal{E}_{\text{IND}} = - \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \cdot N$$

$$\mathcal{E}_{\text{IND}} = \frac{-(\Phi_{\text{FINAL}} - \Phi_{\text{INICIAL}})}{\Delta t} \cdot N$$

$$\mathcal{E}_{\text{IND}} = \frac{7,85 \cdot 10^{-5}}{0,125} \cdot 10$$

$$\mathcal{E}_{\text{IND}} = 6,28 \cdot 10^{-3} \text{ V}$$

- 07 - Sabemos que pessoas com hipermetropia e pessoas com miopia precisam utilizar lentes de contato ou óculos para enxergar corretamente. Explique o que é cada um desses problemas da visão e responda que tipo de lente deve ser utilizada para se fazer cada correção.

**Comentário:**

A hipermetropia consiste em um **encurtamento** do globo ocular, com imagem formando **após** a retina, o que causa dificuldade para a visão de **objetos próximos** aos olhos. A correção é feita com lentes **convergentes**.

A miopia é o defeito de visão oposto à hipermetropia, consistindo em um **alongamento** no globo ocular, com imagem formando **antes** da retina, o que causa dificuldade para a visão de **objetos distantes**. A correção é feita com lentes **divergentes**.

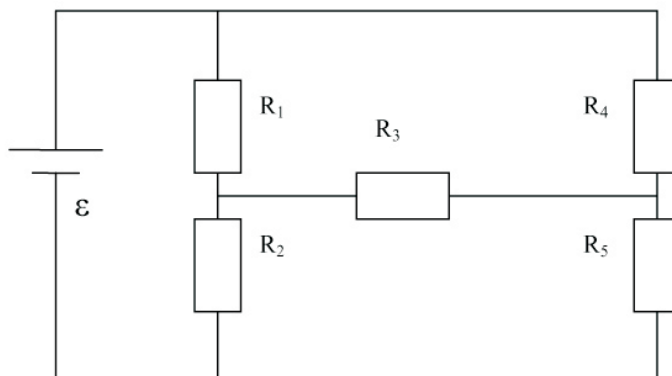
# PROVA COMENTADA PELOS PROFESSORES DO CURSO POSITIVO

Vestibular UFPR 2010/2011 - 2ª Fase

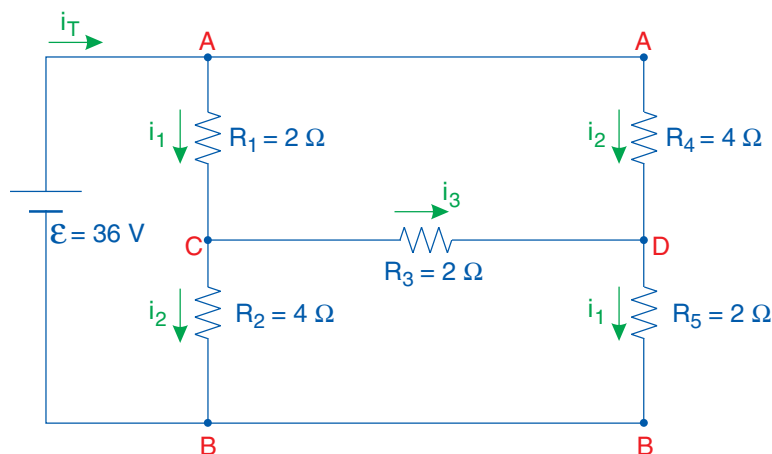
FÍSICA

08 - A figura ao lado mostra um circuito formado por uma fonte de força eletromotriz e cinco resistores. São dados:  $\varepsilon = 36 \text{ V}$ ,  $R_1 = 2 \Omega$ ,  $R_2 = 4 \Omega$ ,  $R_3 = 2 \Omega$ ,  $R_4 = 4 \Omega$  e  $R_5 = 2 \Omega$ . Com base nessas informações determine:

- a) A corrente elétrica que passa em cada um dos resistores.



**Comentário:**



– NÓ c

$$i_1 = i_2 + i_3 \quad (1)$$

–  $U_{AB}$

$$U_{AB} = R_1 i_1 + R_2 i_2$$

$$U_{AB} = 2i_1 + 4i_2$$

$$36 = 2i_1 + 4i_2$$

$$18 = i_1 + 2i_2 \quad (2)$$

– MALHA ACDA

$$\sum E = \sum R_i$$

$$0 = 2i_1 + 2i_3 - 4i_2$$

$$i_1 + i_3 = 2i_2 \quad (3)$$

Resolvendo o sistema de equações (1), (2) e (3), temos:

$$i_1 = \frac{54 \text{ A}}{7}$$

$$i_2 = \frac{36 \text{ A}}{7}$$

$$i_3 = \frac{18 \text{ A}}{7}$$

- b) A resistência equivalente do circuito formado pelos resistores  $R_1$  a  $R_5$ .

$$i_r = i_1 + i_2 = \frac{54}{7} + \frac{36}{7} = \frac{90}{7} = 12,85 \text{ A}$$

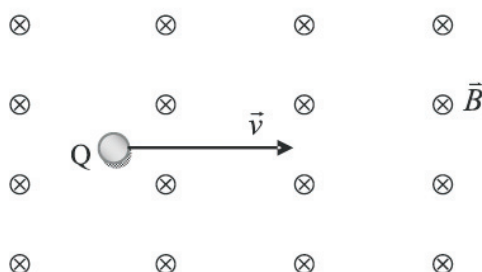
$$U_T = R_{EQ} \cdot i_T$$

$$36 = R_{EQ} \cdot 12,85$$

$$R_{EQ} = 2,80 \Omega$$

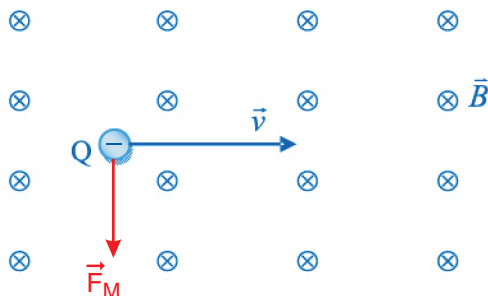
09 - Uma experiência interessante, que permite determinar a velocidade  $\vec{v}$  com em que partículas elementares se movem, consiste em utilizar um campo magnético  $\vec{B}$  em combinação com um campo elétrico  $\vec{E}$ . Uma partícula elementar com carga  $Q$  negativa move-se com velocidade  $\vec{v}$  paralelamente ao plano do papel (referencial inercial) e entra em uma região onde há um campo magnético  $\vec{B}$  uniforme, constante e orientado para dentro do plano do papel, como mostra a figura. Ao se deslocar na região do campo magnético, a partícula fica sujeita a uma força magnética  $\vec{F}_M$ .

- a) Obtenha uma expressão literal para o módulo de  $\vec{F}_M$  e represente na figura o vetor  $\vec{F}_M$  para a posição indicada da partícula.



**Comentário:**

Utilizando a “regra da mão esquerda”, obtemos força magnética vertical para baixo.



$$F_M = |Q| \cdot B \cdot V \cdot \text{sen } \alpha$$

$$F_M = |Q| \cdot B \cdot V \cdot \underbrace{\text{sen } 90^\circ}_1$$

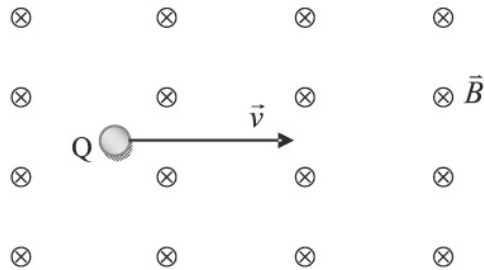
$$F_M = |Q| \cdot B \cdot V$$

# PROVA COMENTADA PELOS PROFESSORES DO CURSO POSITIVO

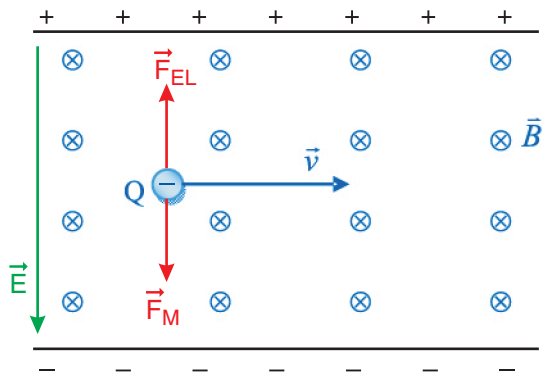
Vestibular UFPR 2010/2011 - 2ª Fase

FÍSICA

- b) Dispõe-se de um sistema que pode gerar um campo elétrico  $\vec{E}$  uniforme, constante e paralelo ao plano do papel, que produz uma força elétrica  $\vec{F}_E$  sobre a partícula. Represente na figura o vetor  $\vec{E}$  necessário para que a partícula de carga  $Q$  mova-se em movimento retilíneo uniforme. Em seguida, obtenha uma expressão literal para o módulo da velocidade  $\vec{v}$  da partícula quando ela executa esse movimento, em função das grandezas apresentadas no enunciado.



Comentário:



$$F_{EL} = F_M$$

$$E \cdot |Q| = |Q| \cdot B \cdot v$$

$$v = \frac{E}{B}$$

# PROVA COMENTADA PELOS PROFESSORES DO CURSO POSITIVO

Vestibular UFPR 2010/2011 - 2ª Fase

FÍSICA



10 - Com o objetivo de analisar a deformação de uma mola, solta-se, a partir do repouso e de uma certa altura, uma esfera de massa  $m = 0,1 \text{ kg}$  sobre essa mola, de constante elástica  $k = 200 \text{ N/m}$ , posicionada em pé sobre uma superfície. A deformação máxima causada na mola pela queda da esfera foi  $10 \text{ cm}$ . Considere a aceleração da gravidade igual a  $10 \text{ m/s}^2$  e despreze a massa da mola e o atrito com o ar.

a) Determine o módulo e a orientação das forças que atuam sobre a esfera no instante de máxima deformação da mola.

Comentário:



$$P = m \cdot g$$

$$P = 0,1 \cdot 10$$

$$P = 1 \text{ N}$$

(vertical; p/ baixo)

$$F_{el} = K \cdot x$$

$$F_{el} = 200 \cdot 0,1$$

$$F_{el} = 20 \text{ N}$$

(vertical; p/ cima)

b) Determine o módulo e a orientação da força resultante sobre a esfera no instante de máxima deformação da mola.

$$F_R = F_{el} - P = 20 - 1 = 19 \text{ N}$$

direção: vertical

sentido: p/ cima

c) Determine o módulo e o sentido da máxima aceleração sofrida pela esfera.

$$F_R = m \cdot a$$

$$19 = 0,1 \cdot a$$

$$a = 190 \text{ m/s}^2$$

direção: vertical

sentido: p/ cima

Obs.: Força resultante e aceleração sempre possuem a mesma direção e sentido.

d) Determine a força normal exercida pelo solo sobre a mola no instante de sua máxima deformação.

A interação da mola com o chão tem módulo igual ao da força elástica.

Assim:  $N = F_{el} = 20 \text{ N}$