

**ELITE**  
**PRÉ-VESTIBULAR**  
**c a m p i n a s**

*Resolve*

**FUVEST 2010**

**2ª FASE**

**FÍSICA**

**[www.elitecampinas.com.br](http://www.elitecampinas.com.br)**

**QUESTÃO 01**

Segundo uma obra de ficção, o Centro Europeu de Pesquisas Nucleares, CERN, teria recentemente produzido vários gramas de antimatéria. Sabe-se que, na reação de antimatéria com igual quantidade de matéria normal, a massa total  $m$  é transformada em energia  $E$ , de acordo com a equação  $E = mc^2$ , onde  $c$  é a velocidade da luz no vácuo.

- Com base nessas informações, quantos joules de energia seriam produzidos pela reação de 1 g de antimatéria com 1 g de matéria?
- Supondo que a reação matéria-antimatéria ocorra numa fração de segundo (explosão), a quantas “Little Boy” (a bomba nuclear lançada em Hiroshima, em 6 de agosto de 1945) corresponde a energia produzida nas condições do item a)?
- Se a reação matéria-antimatéria pudesse ser controlada e a energia produzida na situação descrita em a) fosse totalmente convertida em energia elétrica, por quantos meses essa energia poderia suprir as necessidades de uma pequena cidade que utiliza, em média, 9 MW de potência elétrica?

NOTE E ADOTE:

$$1 \text{ MW} = 10^6 \text{ W}.$$

A explosão de “Little Boy” produziu  $60 \times 10^{12} \text{ J}$  (15 quilotons).

$$1 \text{ mês} \approx 2,5 \times 10^6 \text{ s}$$

velocidade da luz no vácuo,  $c = 3,0 \times 10^8 \text{ m/s}$ .

Indique a resolução da questão. Não é suficiente apenas escrever as respostas.

**Resolução**

- Na colisão, teremos  $2 \text{ g} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ kg}$  de matéria se convertendo em energia (1 g de matéria e 1 g de antimatéria):

$$E = m \cdot c^2 = 2 \cdot 10^{-3} \cdot (3 \cdot 10^8)^2 = 1,8 \cdot 10^{14} \text{ J}$$

- Como cada “Little Boy” produz  $6 \times 10^{13} \text{ J}$  de energia, o número equivalente de “Little Boy” da energia liberada na colisão do exercício é:

$$N = \frac{1,8 \cdot 10^{14}}{6 \cdot 10^{13}} = 3,0 \text{ Little Boys}$$

- Primeiro determinamos o tempo total de utilização de toda a energia convertida:

$$\Delta t = \frac{\text{Energia}}{\text{Potência}} = \frac{1,8 \cdot 10^{14}}{9 \cdot 10^6} = 2,0 \cdot 10^7 \text{ s}$$

Agora fazemos a conversão para meses de acordo com os dados do “note e adote”:

$$N = \frac{2,0 \cdot 10^7}{2,5 \cdot 10^6} = 8,0 \text{ meses}$$

**QUESTÃO 02**

Uma pessoa pendurou um fio de prumo no interior de um vagão de trem e percebeu, quando o trem partiu do repouso, que o fio se inclinou em relação à vertical. Com auxílio de um transferidor, a pessoa determinou que o ângulo máximo de inclinação, na partida do trem, foi  $14^\circ$ . Nessas condições,

- represente, na figura da página de resposta, as forças que agem na massa presa ao fio.
- indique, na figura da página de resposta, o sentido de movimento do trem.
- determine a aceleração máxima do trem.

NOTE E ADOTE:

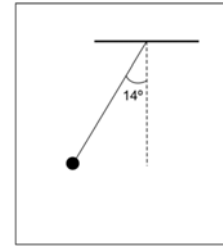
$$\text{tg } 14^\circ = 0,25.$$

aceleração da gravidade na Terra,  $g = 10 \text{ m/s}^2$ .

Verifique se o diagrama foi impresso no espaço reservado para resposta.

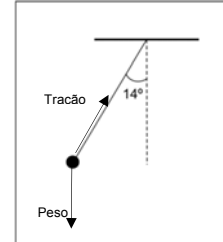
Indique a resolução da questão. Não é suficiente apenas escrever as respostas.

**FOLHA DE RESPOSTAS:**

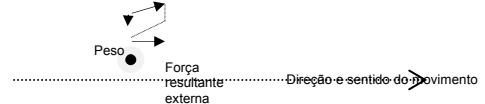


**Resolução**

- Há duas forças agindo na massa presa ao fio, a Tração do fio e o Peso desta massa:

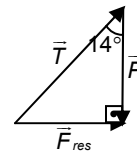


- Como o trem partiu do repouso, o sentido de seu movimento é o mesmo da sua aceleração, que de acordo com a segunda Lei de Newton é também a direção e sentido da força resultante externa atuante sobre a massa do fio de prumo.



Desta forma, no plano do papel, o trem se move para a direita.

- Montando um triângulo com as forças que agem na massa presa ao fio, temos:



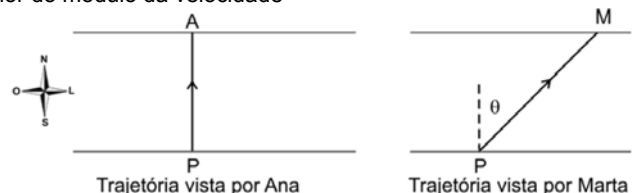
$$\text{tg } 14^\circ = \frac{F_{\text{res}}}{P} = \frac{m \cdot a}{m \cdot g} = \frac{a}{g} \Rightarrow a = g \cdot \text{tg } 14^\circ$$

Assim teremos:

$$a = 10 \cdot 0,25 = 2,5 \text{ m/s}^2$$

**QUESTÃO 03**

Pedro atravessa a nado, com velocidade constante, um rio de 60 m de largura e margens paralelas, em 2 minutos. Ana, que boia no rio e está parada em relação à água, observa Pedro, nadando no sentido sul-norte, em uma trajetória retilínea, perpendicular às margens. Marta, sentada na margem do rio, vê que Pedro se move no sentido sudoeste-nordeste, em uma trajetória que forma um ângulo  $\theta$  com a linha perpendicular às margens. As trajetórias, como observadas por Ana e por Marta, estão indicadas nas figuras abaixo, respectivamente por PA e PM. Se o ângulo  $\theta$  for tal que  $\cos \theta = 3/5$  ( $\text{sen } \theta = 4/5$ ), qual o valor do módulo da velocidade



- de Pedro em relação à água?
- de Pedro em relação à margem?
- da água em relação à margem?

NOTE:

Indique a resolução da questão. Não é suficiente apenas escrever as respostas.

**Resolução**

a) A velocidade de Pedro em relação à água é perpendicular às margens, com sentido de P para A, e tem módulo dado por:

$$|\vec{v}_{P/A}| = \frac{PA}{\Delta t} = \frac{60}{120} \Leftrightarrow |\vec{v}_{P/A}| = 0,50 \text{ m/s}$$

b) No triângulo PAM, vem que:

$$\cos \theta = \frac{PA}{PM} \Leftrightarrow \frac{3}{5} = \frac{60}{PM} \Leftrightarrow PM = 100 \text{ m}$$

O segmento  $\overline{PM}$  dá a direção da velocidade de Pedro em relação às margens, com sentido de P para M, e o módulo dessa velocidade é dado por:

$$|\vec{v}_{P/M}| = \frac{PM}{\Delta t} = \frac{100}{120} \Leftrightarrow |\vec{v}_{P/M}| \approx 0,83 \text{ m/s}$$

c) A velocidade de Pedro em relação às margens, obtida no item (b), é a composição (resultante) entre a velocidade de Pedro em relação à água, obtida no item (a) e a velocidade da água em relação às margens. Assim:

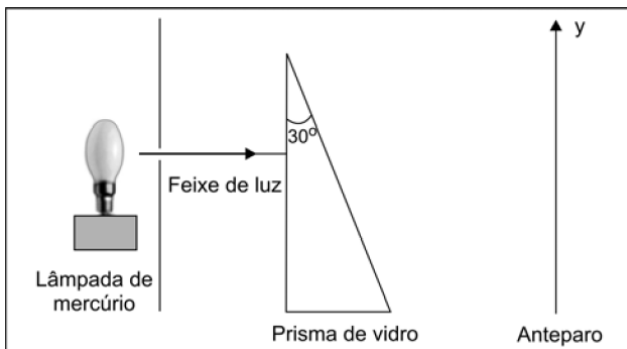
$$\text{tg} \theta = \frac{v_{A/M}}{v_{P/A}} \Leftrightarrow \frac{4}{3} = \frac{v_{A/M}}{0,50} \Leftrightarrow v_{A/M} \approx 0,67 \text{ m/s}$$

Poderíamos também resolver esse item percebendo que o deslocamento de Pedro na direção paralela às margens se deve exclusivamente à ação da correnteza, já que ele nada perpendicularmente à margem em relação à água. Assim:

$$|\vec{v}_{A/M}| = \frac{AM}{\Delta t} = \frac{80}{120} \Leftrightarrow |\vec{v}_{A/M}| \approx 0,67 \text{ m/s}$$

**QUESTÃO 04**

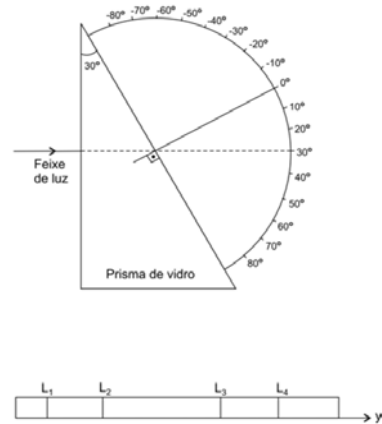
Luz proveniente de uma lâmpada de vapor de mercúrio incide perpendicularmente em uma das faces de um prisma de vidro de ângulos  $30^\circ$ ,  $60^\circ$  e  $90^\circ$ , imerso no ar, como mostra a figura ao lado. A radiação atravessa o vidro e atinge um anteparo. Devido ao fenômeno de refração, o prisma separa as diferentes cores que compõem a luz da lâmpada de mercúrio e observam-se, no anteparo, linhas de cor violeta, azul, verde e amarela. Os valores do índice de refração  $n$  do vidro para as diferentes cores estão dados abaixo.



- Calcule o desvio angular  $\alpha$ , em relação à direção de incidência, do raio de cor violeta que sai do prisma.
- Desenhe, na figura da página de respostas, o raio de cor violeta que sai do prisma.
- Indique, na representação do anteparo na folha de respostas, a correspondência entre as posições das linhas L1, L2, L3 e L4 e as cores do espectro do mercúrio.

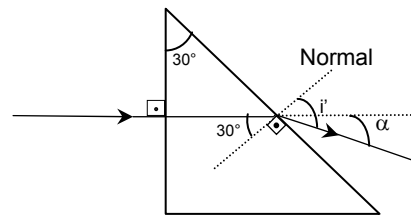
NOTE E ADOTE:			
$\theta$ (graus)	$\text{sen } \theta$	Cor	$n$ (vidro)
60	0,866	violeta	1,53
50	0,766	azul	1,52
40	0,643	verde	1,519
30	0,500	amarelo	1,515
lei de Snell: $n_1 \cdot \text{sen} \theta_1 = n_2 \cdot \text{sen} \theta_2$		$n = 1$ para qualquer comprimento de onda no ar.	
Verifique se a figura foi impressa no espaço reservado para resposta. Indique a resolução da questão. Não é suficiente apenas escrever as respostas.			

**FOLHA DE RESPOSTAS:**



**Resolução**

a) Esquematisando o trajeto do raio de luz:



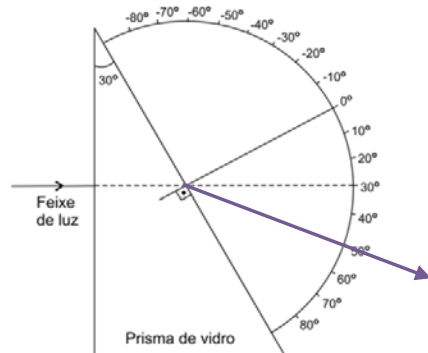
Pela figura acima, e usando os dados da tabela, temos:

$$n_{\text{prisma}} \cdot \text{sen} 30^\circ = n_{\text{ar}} \cdot \text{sen} i' \Leftrightarrow 1,532 \cdot \frac{1}{2} = 1,0 \cdot \text{sen} i'$$

$$\text{sen} i' = 0,766 \Rightarrow i' = 50^\circ$$

Podemos ver pela figura que  $i' - \alpha = 30^\circ \Rightarrow \alpha = 50^\circ - 30^\circ \Rightarrow \alpha = 20^\circ$

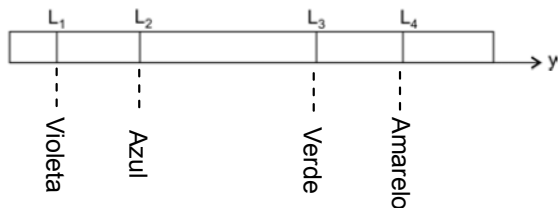
b) Utilizando o esquema da folha de respostas, o desenho do raio de luz violeta que sai do prisma é o seguinte (lembrando que  $i' = 50^\circ$  e que a Normal indicada na figura acima coincide com a marcação de  $0^\circ$  do transferidor):



c) Ao utilizarmos a lei de Snell na 2ª face do prisma obtemos:

$$\text{sen} i' = \frac{n_{\text{prisma}} \cdot \text{sen} 30^\circ}{n_{\text{ar}}} = \frac{1}{2} \cdot n_{\text{prisma}}$$

Considerando (pelo enunciado)  $n_{ar} = 1$  para todos os tipos de luz, e sabendo que  $n_{prisma}$  varia de acordo com o comprimento de onda da luz incidente (cresce do amarelo para o violeta), verificamos que o desvio é maior para o violeta, e diminui em direção ao amarelo. Com isso teremos:



**QUESTÃO 05**

Um balão de ar quente é constituído de um envelope (parte inflável), cesta com três passageiros, queimador e tanque de gás. A massa total do balão, com três passageiros e com o envelope vazio, é de 400 kg. O envelope totalmente inflado tem um volume de 1500 m<sup>3</sup>.

- Que massa de ar  $M_1$  caberia no interior do envelope, se totalmente inflado, com pressão igual à pressão atmosférica local ( $P_{atm}$ ) e temperatura  $T = 27^\circ\text{C}$ ?
- Qual a massa total de ar  $M_2$ , no interior do envelope, após este ser totalmente inflado com ar quente a uma temperatura de  $127^\circ\text{C}$  e pressão  $P_{atm}$ ?
- Qual a aceleração do balão, com os passageiros, ao ser lançado nas condições dadas no item b) quando a temperatura externa é  $T = 27^\circ\text{C}$ ?

NOTE E ADOTE:

Densidade do ar a  $27^\circ\text{C}$  e à pressão atmosférica local =  $1,2\text{ kg/m}^3$ .  
Aceleração da gravidade na Terra,  $g = 10\text{ m/s}^2$ .  
Considere todas as operações realizadas ao nível do mar.  
Despreze o empuxo acarretado pelas partes sólidas do balão.  
 $T(\text{K}) = T(^{\circ}\text{C}) + 273$

Indique a resolução da questão. Não é suficiente apenas escrever as respostas.

**Resolução**

- Se a densidade  $\rho$  do ar, a  $27^\circ\text{C}$ , igual a  $1,2\text{ kg/m}^3$ , temos:

$$\rho = \frac{M_1}{V} \Leftrightarrow 1,2 = \frac{M_1}{1500} \Leftrightarrow M_1 = 1800\text{ kg}$$

- Considerando pressão e volume constantes, e sendo  $m_M$  a massa molar do gás, escrevemos:

$$P_1 \cdot V_1 = P_2 \cdot V_2 \Leftrightarrow n_1 \cdot R \cdot T_1 = n_2 \cdot R \cdot T_2 \Leftrightarrow \frac{M_1}{m_M} \cdot T_1 = \frac{M_2}{m_M} \cdot T_2 \Leftrightarrow$$

$$M_1 \cdot T_1 = M_2 \cdot T_2 \Leftrightarrow 1800 \cdot 300 = M_2 \cdot 400 \Leftrightarrow M_2 = 1350\text{ kg}$$

- As forças que atuam no balão (com os passageiros) são o peso (vertical para baixo) e o empuxo aplicado pelo ar (vertical para cima), cujas intensidades são dadas por:

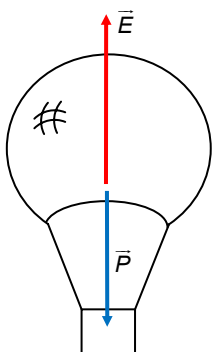
$$|\vec{P}| = M_{TOTAL} \cdot |\vec{g}| = (400 + 1350) \cdot 10 = 17500\text{ N}$$

$$|\vec{E}| = \rho \cdot |\vec{g}| \cdot V = 1,2 \cdot 10 \cdot 1500 = 18000\text{ N}$$

Assim, sendo  $|\vec{E}| > |\vec{P}|$ , a força resultante e, portanto, a aceleração vetorial  $\vec{a}$ , terá sentido vertical para cima, sendo que o módulo de  $\vec{a}$  é dado por:

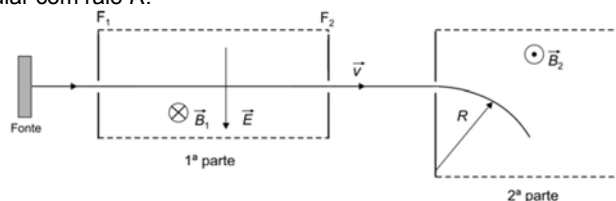
$$\vec{F}_{RES} = M_{TOTAL} \cdot \vec{a} \Rightarrow |\vec{E}| - |\vec{P}| = M_{TOTAL} \cdot |\vec{a}|$$

$$18000 - 17500 = (400 + 1350) \cdot |\vec{a}| \Leftrightarrow |\vec{a}| \approx 0,29\text{ m/s}^2$$



**QUESTÃO 06**

A figura abaixo mostra o esquema de um instrumento (espectrômetro de massa), constituído de duas partes. Na primeira parte, há um campo elétrico  $\vec{E}$ , paralelo a esta folha de papel, apontando para baixo, e também um campo magnético  $\vec{B}_1$  perpendicular a esta folha, entrando nela. Na segunda, há um campo magnético  $\vec{B}_2$ , de mesma direção que  $\vec{B}_1$ , mas em sentido oposto. Íons positivos, provenientes de uma fonte, penetram na primeira parte e, devido ao par de fendas  $F_1$  e  $F_2$ , apenas partículas com velocidade  $\vec{v}$ , na direção perpendicular aos vetores  $\vec{E}$  e  $\vec{B}_1$ , atingem a segunda parte do equipamento, onde os íons de massa  $m$  e carga  $q$  têm uma trajetória circular com raio  $R$ .



- Obtenha a expressão do módulo da velocidade  $\vec{v}$  em função de  $E$  e de  $B_1$ .
- Determine a razão  $m/q$  dos íons em função dos parâmetros  $E$ ,  $B_1$ ,  $B_2$  e  $R$ .
- Determine, em função de  $R$ , o raio  $R'$  da trajetória circular dos íons, quando o campo magnético, na segunda parte do equipamento, dobra de intensidade, mantidas as demais condições.

NOTE E ADOTE:

$F_{elétrica} = qE$  (na direção do campo elétrico).

$F_{magnética} = qvB \sin \theta$  (na direção perpendicular a  $\vec{v}$  e a  $\vec{B}$ ;  $\theta$  é o ângulo formado por  $\vec{v}$  e  $\vec{B}$ ).

Indique a resolução da questão. Não é suficiente apenas escrever as respostas.

**Resolução**

Embora o enunciado não deixe claro em que direção atua a gravidade, desconsideraremos sua ação, pois caso contrário teríamos uma trajetória não retilínea da carga na primeira parte e uma trajetória não circular na segunda.

- Se a partícula de carga positiva, as forças que atuam sobre ela, na 1ª parte, são a força elétrica, para baixo (mesmo sentido do campo elétrico), e a força magnética, para cima (usando, por exemplo, a regra da mão esquerda).

Como a partícula não sofre deflexão na direção dessas forças, então a resultante nessa direção é zero, isto é, essas duas forças se equilibram, sendo ainda o vetor velocidade  $\vec{v}$  perpendicular ao campo magnético  $\vec{B}_1$ .

Assim:

$$|\vec{F}_E| = |\vec{F}_M| \Leftrightarrow |q| \cdot |\vec{E}| = |q| \cdot |\vec{v}| \cdot |\vec{B}_1| \cdot \sin 90^\circ \Leftrightarrow |\vec{v}| = \frac{|\vec{E}|}{|\vec{B}_1|}$$

- Na 2ª parte, não havendo mais campo elétrico, a partícula fica submetida exclusivamente ao campo magnético  $\vec{B}_2$ , de modo que a força magnética será a força resultante, de natureza centrípeta, agindo sobre a partícula, sendo novamente o vetor velocidade perpendicular ao campo magnético. Assim:

$$\vec{F}_M = \vec{F}_{cp} \Leftrightarrow |q| \cdot |\vec{v}| \cdot |\vec{B}_2| \cdot \sin 90^\circ = \frac{m \cdot |\vec{v}|^2}{R} \Leftrightarrow |q| \cdot |\vec{B}_2| = \frac{m}{R} \cdot |\vec{v}|$$

Substituindo a expressão para o módulo da velocidade obtido no item anterior, e sendo a carga positiva ( $|q| = q$ ), vem que:

$$q \cdot |\vec{B}_2| = \frac{m}{R} \cdot \frac{|\vec{E}|}{|\vec{B}_1|} \Leftrightarrow \frac{m}{q} = \frac{R \cdot |\vec{B}_1| \cdot |\vec{B}_2|}{|\vec{E}|}$$

- Do item anterior, o raio  $R$  é dado por:

$$q \cdot |\vec{B}_2| = \frac{m}{R} \cdot \frac{|\vec{E}|}{|\vec{B}_1|} \Leftrightarrow R = \frac{m \cdot |\vec{E}|}{q \cdot |\vec{B}_1| \cdot |\vec{B}_2|}$$

Se o campo magnético  $\vec{B}_2$  dobrar a sua intensidade, ficamos com:

$$R' = \frac{m \cdot |\vec{E}|}{q \cdot |\vec{B}_1| \cdot (2|\vec{B}_2|)} = \frac{1}{2} \cdot \frac{m \cdot |\vec{E}|}{q \cdot |\vec{B}_1| \cdot |\vec{B}_2|} \Leftrightarrow R' = \frac{R}{2}$$