

PROPOSTA DE RESOLUÇÃO
EXAME NACIONAL DE FÍSICA
12º ANO DE ESCOLARIDADE
PROVA 115 - 1ª FASE - 2006

Grupo I

	Versão 1	Versão 2
1.	(D)	(C)
2.	(E)	(B)
3.	(C)	(A)
4.	(A)	(D)
5.	(D)	(E)
6.	(B)	(C)

Grupo II

1.

1.1. Considerando a expressão matemática que exprime a conservação da energia cinética total do sistema na colisão, temos

$$\begin{aligned}\frac{1}{2}mv_A^2 &= \frac{1}{2}mv_A'^2 + \frac{1}{2}mv_B'^2 \Leftrightarrow \\ v_A^2 &= v_A'^2 + \frac{1}{4}v_A'^2 \Leftrightarrow \\ \left(\frac{v_A}{v_A'}\right)^2 &= \frac{5}{4}.\end{aligned}$$

1.2. Considerando $m_A = m_B = m$, as equações escalares que exprimem a conservação do momento linear segundo os eixos dos x e dos y do referencial indicado na figura, são:

$$\begin{cases} v_A = v_A' \cos\left(\frac{\pi}{2} - \theta\right) + v_B' \cos\theta \\ 0 = -v_A' \sin\left(\frac{\pi}{2} - \theta\right) + v_B' \sin\theta. \end{cases}$$

A segunda destas equações pode ser escrita na forma

$$v_A' \cos\theta = \frac{1}{2}v_A' \sin\theta,$$

de onde

$$\tan\theta = 2$$

e

$$\theta = 63,4^\circ.$$

Temos então

$$\begin{aligned}\sin 63,4^\circ &= 0,894 \\ \cos 63,4^\circ &= 0,448.\end{aligned}$$

1.3. Considerando que o somatório das forças externas aplicadas ao sistema é nulo, temos

$$\sum \vec{F}_{\text{ext}} = (m_A + m_B) \vec{a}_{\text{CM}} = \vec{0},$$

pelo que

$$\vec{a}_{\text{CM}} = \vec{0},$$

de onde

$$\vec{v}_{\text{CM}} = \text{constante},$$

o que significa que o movimento do sistema é retilíneo e uniforme.

2.

2.1. Considerando a expressão escalar da velocidade em função do tempo que descreve o movimento retilíneo uniformemente acelerado com velocidade inicial nula

$$v = at,$$

vem

$$\begin{aligned} a &= \frac{v}{t} \\ &= \frac{10}{2,0} \\ &= 5,0 \text{ m s}^{-1}. \end{aligned}$$

2.2. Utilizando a expressão da 2.^a Lei da Newton aplicada ao corpo X, temos

$$\vec{P} + \vec{T} = m\vec{a},$$

em que \vec{P} é o peso do corpo X, m a sua massa, \vec{a} a aceleração do corpo e \vec{T} a tensão do fio. Escolhendo como referencial um eixo vertical apontando para baixo, obtemos a equação escalar correspondente,

$$\begin{aligned} P - T &= ma \\ mg - T &= ma \\ T &= m(g - a) \\ &= 1,0(10 - 5,0) \\ &= 5,0 \text{ N}. \end{aligned}$$

2.3. O fio tem aceleração não nula. O sistema tambor+volante gira solidariamente com o fio, e portanto a aceleração linear, \vec{a} , de um ponto da periferia do tambor é também diferente de zero (é igual à do fio). Consequentemente, a aceleração angular, $\vec{\alpha}$, do sistema tambor+volante é também diferente de zero, porque $\alpha = \frac{a}{r}$, em que r é o raio do tambor.

2.4. Sendo I o momento de inércia do sistema tambor+volante+eixo em relação ao eixo de rotação e \vec{a} a aceleração angular deste sistema, verifica-se

$$\vec{M} = I\vec{\alpha},$$

em que \vec{M} é o momento da tensão do fio em relação ao eixo do tambor. A relação escalar correspondente é

$$\begin{aligned} M &= I\alpha \Leftrightarrow \\ Tr &= I\frac{a}{r}, \end{aligned}$$

de onde

$$\begin{aligned} I_{\text{tambor+volante+eixo}} &= T \frac{r^2}{a} \\ &= 5,0 \frac{0,15^2}{5} \\ &= 2,2 \times 10^{-2} \text{ kg m}^2 \end{aligned}$$

e

$$\begin{aligned} I_{\text{volante}} &= I_{\text{tambor+volante+eixo}} - I_{\text{tambor+eixo}} \\ &= 2,2 \times 10^{-2} - 2,0 \times 10^{-2} \\ &= 2,0 \times 10^{-3} \text{ kg m}^2. \end{aligned}$$

3.

3.1

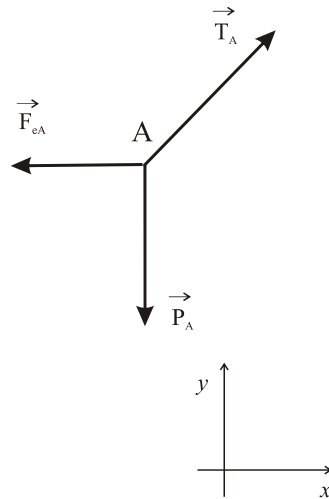


Figura 1: Problema 3.1.

Legenda

Forças que actuam na esfera A:

\vec{T}_A - Tensão do fio de que a esfera A está suspensa;

\vec{F}_{eA} - Força eléctrica que actua na esfera A devido ao campo criado pela esfera B;

\vec{P}_A - Peso da esfera A.

3.2 A expressão que exprime a segunda Lei de Newton aplicada à esfera A (que está em repouso) é

$$\vec{F}_{eA} + \vec{T}_A + \vec{P}_A = \vec{0}.$$

Utilizando o sistema de eixos de referência da figura, obtemos as seguintes equações escalares

$$\begin{cases} -F_{eA} + T_A \cos 45^\circ = 0 \\ T_A \sin 45^\circ - P_A = 0 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} -F_{eA} + T_A \cos 45^\circ = 0 \\ T_A \cos 45^\circ - P_A = 0 \end{cases},$$

visto que $\sin 45^\circ = \cos 45^\circ$. Eliminando $T_A \cos 45^\circ$ entre as duas equações, obtemos

$$\begin{aligned} F_{eA} &= P_A \\ &= m_A g \\ &= 5,0 \times 10^{-3} \times 10 \\ &= 5,0 \times 10^{-2} \text{ N.} \end{aligned}$$

\vec{F}_{eA} e \vec{F}_{eB} , constituem um par de interacção mútua, pelo que obteríamos o mesmo resultado para F_{eB} .

3.3. Em módulo, a força eléctrica que actua na esfera A é $F_{eA} = K \frac{Q^2}{d^2}$, em que Q é o valor da carga eléctrica em cada esfera. Desta expressão obtemos imediatamente

$$\begin{aligned} Q &= \sqrt{\frac{F_{eA} d^2}{K}} \\ &= \sqrt{\frac{5,0 \times 10^{-2} \times (0,42)^2}{9 \times 10^9}} \\ &= 9,9 \times 10^{-7} \text{ C.} \end{aligned}$$

3.4. O ponto de potencial nulo é o ponto médio entre as esferas.

O valor do potencial nesse ponto é

$$\begin{aligned} V &= 2K \frac{Q}{\frac{d}{2}} \\ &= \frac{2 \times 9 \times 10^9 \times 9,9 \times 10^{-7}}{0,21} \\ &= 8,5 \times 10^4 \text{ V.} \end{aligned}$$

Grupo III

1. Considerando que $\mu_e = \frac{F}{N}$, em que μ_e é o coeficiente de atrito estático entre o bloco de aço e a prancha de madeira, F é o módulo da força máxima de atrito estático e N o módulo da força com que a prancha actua no bloco. Como não existe aceleração segundo o eixo vertical, verifica-se $N = P$, em que P é o módulo do peso do bloco mais as sobrecargas. Consequentemente, $\mu_e = \frac{P}{N}$. Calculando o valor de μ_e para cada par de valores de P e de N , temos

Peso do bloco+sobrecargas (N)	Força (N)	μ_e
1,60	0,40	0,25
2,60	0,60	0,23
5,00	1,20	0,240
7,40	1,80	0,243
10,80	2,60	0,241

O coeficiente de atrito obtido nesta experiência é o valor médio dos valores de μ_e correspondentes a cada par de valores de P e de N , que é

$$\bar{\mu}_e = 0,24.$$

2. Como o número de ensaios não é suficiente para um tratamento estatístico, podemos tomar para incerteza absoluta o maior desvio dos resultados em relação ao valor médio, isto é, $\Delta\mu_e = \delta\mu_{e\text{ max}} = 0,01$.

3. Não, porque se verifica dos dados experimentais que os valores do coeficiente de atrito obtidos a partir de cada par de de P e de N se distribuem aleatoriamente em torno de um valor médio.

4.

4.1. O valor do coeficiente de atrito estático corresponde ao valor máximo de F no gráfico, que é $F = 2,4$ N. Consequentemente coeficiente de atrito é

$$\begin{aligned}\mu_e &= \frac{F}{N} \\ &= \frac{2,4}{10} \\ &= 0,24.\end{aligned}$$

4.2.

(A)	Falsa
(B)	Falsa
(C)	Verdadeira