

EXAME NACIONAL DO ENSINO SECUNDÁRIO

12.º Ano de Escolaridade (Decreto-Lei n.º 286/89, de 29 de Agosto)
Cursos Gerais e Cursos Tecnológicos

Duração da prova: 120 minutos
2004

2.ª FASE
VERSÃO 2

PROVA ESCRITA DE FÍSICA

VERSÃO 2

Na sua folha de respostas, indique claramente a versão da prova.

A ausência desta indicação implicará a anulação de todo o GRUPO I.

A prova é constituída por três Grupos: I, II e III.

- O Grupo I tem seis itens de escolha múltipla.
- Os Grupos II e III incluem questões de resposta aberta, envolvendo cálculos e/ou pedidos de justificação.
- O Grupo III inclui questões relativas a uma actividade experimental.

A ausência de unidades ou a indicação de unidades incorrectas, no resultado final, terá a penalização de um ponto.

GRUPO I

- Para cada um dos seis itens deste grupo são indicadas cinco hipóteses de resposta, A, B, C, D e E, das quais **só uma** está correcta.
- Escreva, na sua folha de respostas, a letra correspondente à alternativa que seleccionar como correcta para cada questão.
- A indicação de mais do que uma alternativa implicará a cotação de zero pontos no item em que tal se verifique.
- **Não apresente cálculos.**

1. Uma esfera é lançada sobre uma mesa horizontal, atingindo o solo no ponto P (figura 1). Considere desprezáveis a resistência do ar e o atrito entre a esfera e a mesa.

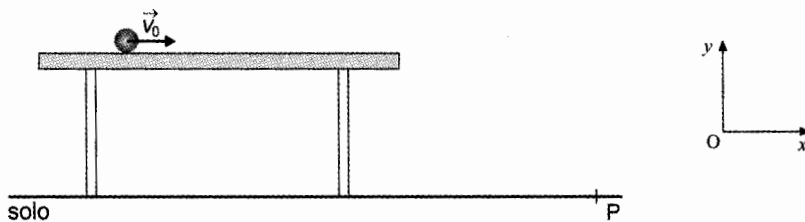
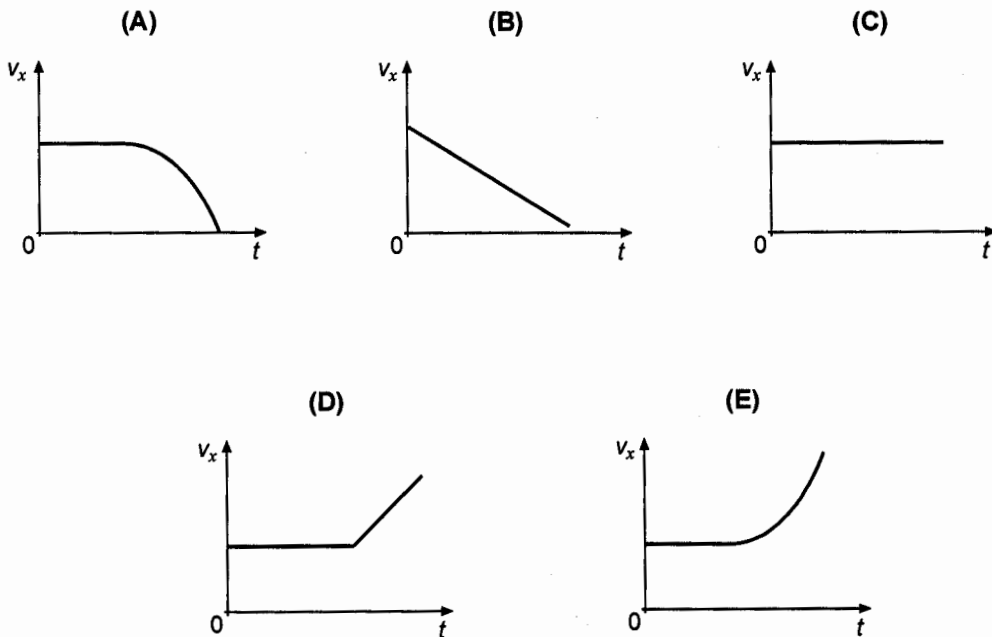


Fig. 1

Qual dos gráficos seguintes pode representar o módulo da componente horizontal da velocidade da esfera, v_x , em função do tempo decorrido desde o lançamento até a mesma atingir o ponto P?



2. Um *motard* percorre uma lomba com velocidade de módulo crescente (figura 2).



Fig. 2

Qual das seguintes representações vectoriais pode traduzir a velocidade e a aceleração no instante em que o *motard* passa na posição mais alta da lomba?

(A) \vec{v} \vec{a}

(B) \vec{v} \vec{a}

(C) \vec{v} \vec{a}

(D) \vec{v} \vec{a}

(E) \vec{v} \vec{a}

3. Uma esfera suspensa por um fio inextensível e de massa desprezável move-se com movimento uniforme, descrevendo uma trajetória circular num plano horizontal (figura 3).

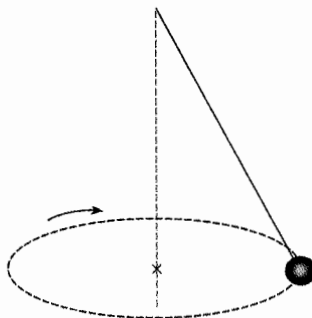


Fig. 3

Nestas condições, qual das seguintes afirmações é verdadeira?

- (A) A tensão do fio e o peso da esfera têm módulo igual.
 - (B) A resultante das forças que actuam na esfera tem módulo superior ao da tensão do fio.
 - (C) A resultante das forças que actuam na esfera é tangente à trajetória.
 - (D) A resultante das forças que actuam na esfera tem componente vertical nula.
 - (E) A esfera move-se com aceleração constante.
4. Duas esferas homogêneas, A e B, de igual massa m , estão fixas numa haste de comprimento ℓ (que se pode considerar de massa desprezável, quando comparada com a massa de cada esfera).

O sistema representado na figura 4 roda com velocidade angular constante, de módulo ω , em torno de um eixo que passa no ponto O e é perpendicular à haste. A distância do centro da esfera B ao ponto O é $\frac{\ell}{3}$.

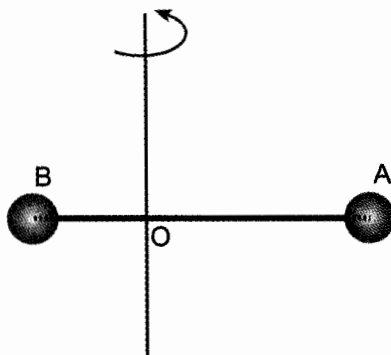


Fig. 4

O módulo do momento angular do sistema, em relação ao ponto O, é dado por

(A) $\frac{4}{9} m\ell^2\omega$

(B) $\frac{5}{9} m\ell^2\omega$

(C) $\frac{1}{3} m\ell^2\omega$

(D) $m\ell^2\omega$

(E) $3m\ell^2\omega$

5. Introduziu-se em água um tubo aberto nas duas extremidades e, cuidadosamente, verteu-se óleo para dentro dele até que a superfície de separação dos dois líquidos, plana e horizontal, se situou no extremo inferior do tubo, nas condições indicadas na figura 5.

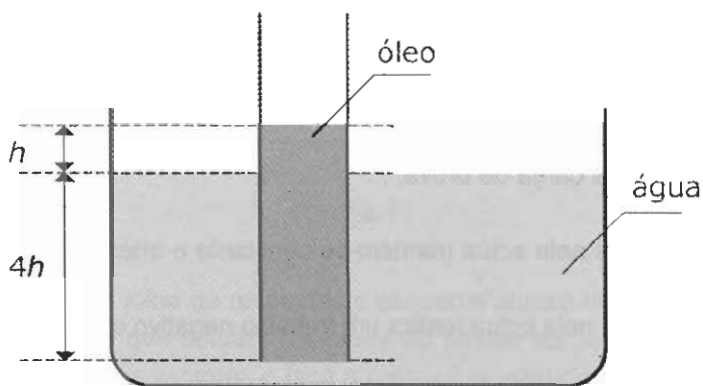


Fig. 5

A relação entre as massas volúmicas ρ , do óleo e da água, é

(A) $\frac{\rho_{\text{óleo}}}{\rho_{\text{água}}} = \frac{4}{5}$

(B) $\frac{\rho_{\text{óleo}}}{\rho_{\text{água}}} = \frac{1}{5}$

(C) $\frac{\rho_{\text{óleo}}}{\rho_{\text{água}}} = \frac{5}{4}$

(D) A relação não pode ser calculada por não ser conhecida a área da base do tubo.

(E) A relação não pode ser calculada por não ser dado o valor da pressão atmosférica.

6. Na figura 6 estão indicados três pontos, L, M e N, do campo eléctrico criado por uma carga pontual e estacionária, q_c , assim como duas linhas de campo e parte de duas linhas equipotenciais desse campo. Uma carga de prova, q , positiva, abandonada em N, desloca-se por acção do campo.

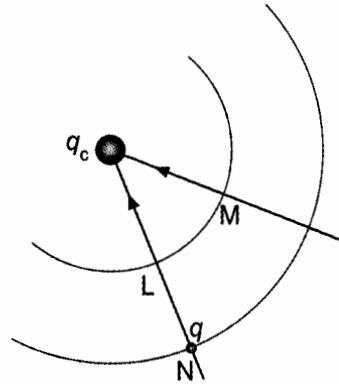


Fig. 6

Atendendo às condições dadas, seleccione a alternativa que permite construir uma afirmação correcta.

Durante o deslocamento da carga de prova, ...

- (A) ... a força eléctrica que nela actua mantém-se constante e orientada de N para L.
- (B) ... a força eléctrica que nela actua realiza um trabalho negativo quando se desloca de N para L.
- (C) ... a força eléctrica que nela actua realiza um trabalho positivo quando se desloca de N para L.
- (D) ... a energia potencial eléctrica do sistema constituído pelas duas cargas aumenta quando a carga de prova se desloca de N para L.
- (E) ... a energia potencial eléctrica do sistema constituído pelas duas cargas diminui quando a carga de prova se desloca de L para M.

GRUPO II

Utilize para módulo da aceleração da gravidade $g = 10 \text{ m s}^{-2}$

—•—

Apresente todos os cálculos que efectuar.

1. Uma esfera de massa 100 g desloca-se sobre uma calha contida num plano vertical (figura 7). A esfera passa na posição A a $4,8 \text{ m s}^{-1}$ e na posição D a $2,0 \text{ m s}^{-1}$. O atrito entre a esfera e a calha não é desprezável a partir de C. O ponto D está num troço circular da calha, de raio $2,00 \text{ m}$. Admita que se despreza a rotação da esfera na calha e que a resistência do ar é praticamente nula.

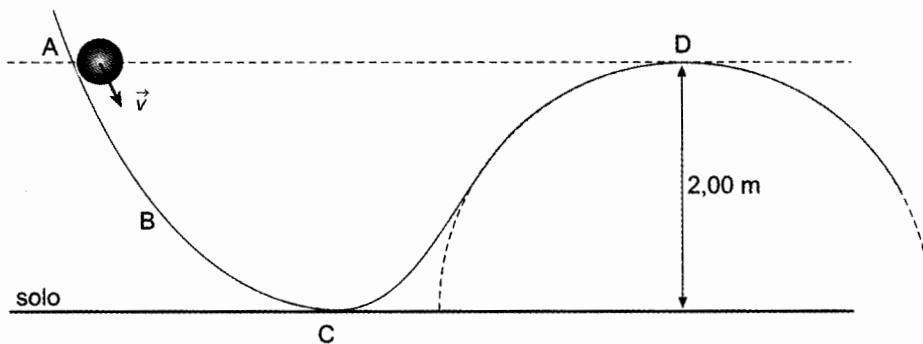
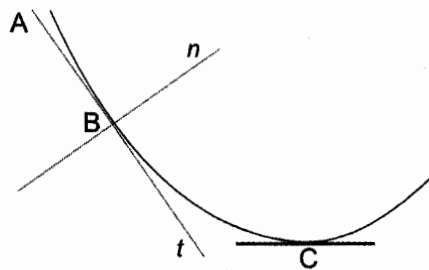


Fig. 7

- 1.1. Transcreva para a sua folha de respostas o esquema abaixo representado e complete-o com o diagrama das forças que actuam na esfera ao passar na posição B. Tenha em atenção o comprimento relativo dos vectores e faça a respectiva legenda.



- 1.2. Calcule o trabalho realizado pela força de atrito no percurso entre C e D.
- 1.3. Calcule o módulo da reacção normal da calha sobre a esfera quando esta passa na posição D.
- 1.4. Mostre que, se não houvesse atrito, a esfera não estaria em contacto com a calha na posição D.

2. Numa pista de gelo plana e horizontal (figura 8), um bailarino de 65 kg e uma bailarina de 45 kg, enlaçados, deslizam a $2,0 \text{ m s}^{-1}$, movendo-se no sentido positivo do eixo Ox indicado na figura 8. Num dado instante, a bailarina empurra o seu par e este fica praticamente parado.

Considere desprezáveis todos os atritos e forças de resistência.



Fig. 8

- 2.1. Mostre, enunciando a lei que aplica, que a velocidade da bailarina, imediatamente após se ter separado do seu par, é $\vec{v} = 4,9 \vec{e}_x \text{ (m s}^{-1}\text{)}$.
- 2.2. Qual foi o impulso da força que a bailarina exerceu sobre o seu par?
- 2.3. Determine o deslocamento do centro de massa do par de bailarinos, durante os 2,0 s que se seguiram à separação.

3. A figura 9 representa duas placas paralelas e horizontais, A e B, entre as quais existe um campo eléctrico uniforme, \vec{E} , com uma intensidade $3,5 \times 10^3 \text{ NC}^{-1}$, dirigido de B para A.

Admita que um electrão entra no campo, na direcção e sentido indicados, com velocidade \vec{v}_0 de módulo $5,0 \times 10^6 \text{ ms}^{-1}$.

Considere desprezável a acção do campo gravítico.

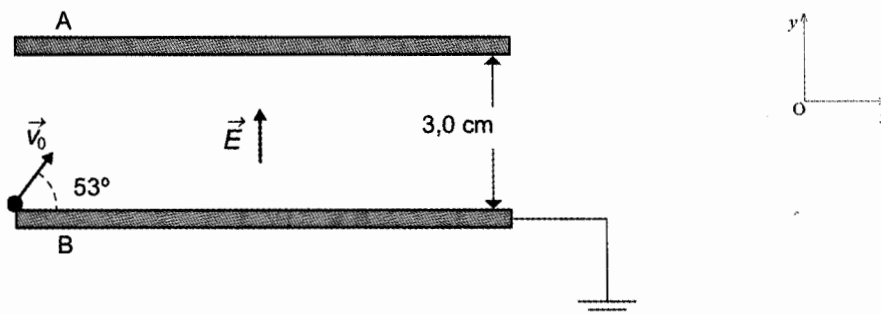


Fig. 9

Massa do electrão $m = 9,1 \times 10^{-31} \text{ kg}$

Carga do electrão $q = -1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$

$\text{sen } 53^\circ = 0,80$

$\text{cos } 53^\circ = 0,60$

- 3.1. Determine o potencial a que se encontra a placa A, tendo em atenção que a placa B está ligada à Terra.
- 3.2. Mostre que o módulo da aceleração do electrão no campo eléctrico é $a = \frac{|q|E}{m}$.
- 3.3. Verifique que o electrão não atinge a placa A.
- 3.4. Admita que, nas mesmas condições do electrão, entra no campo um protão. Esboce as trajetórias de cada uma das partículas. Não efectue cálculos.

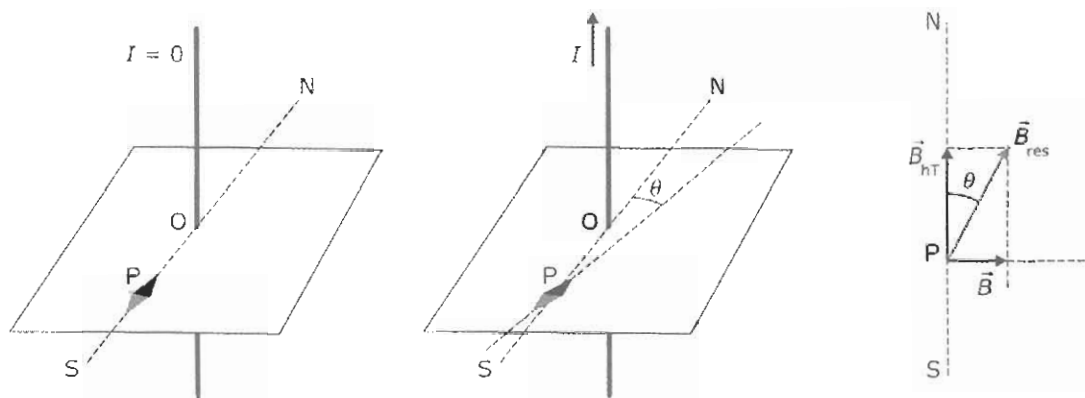
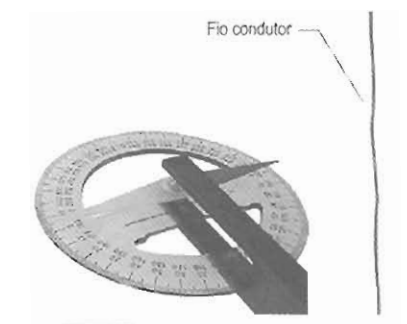
GRUPO III

Apresente todos os cálculos que efectuar.

Pretendia-se verificar, em laboratório, a Lei de Biot e Savart

$$B = \frac{\mu_0}{2\pi} \times \frac{I}{r}$$

no que respeita à relação do campo magnético com a intensidade da corrente eléctrica estacionária criadora desse campo. A foto e os esquemas apresentados sugerem os ensaios efectuados.



O – ponto onde o fio condutor encontra o plano que lhe é perpendicular
P – ponto onde o eixo de rotação da agulha magnética encontra o mesmo plano
 θ – ângulo de desvio da agulha magnética, devido à passagem da corrente no fio
 $B_{hT} = 1,7 \times 10^{-5} \text{ T}$ – componente horizontal do vector campo magnético terrestre
 $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ N C}^{-2} \text{ s}^2$

Registaram-se os seguintes resultados experimentais, todos eles obtidos no mesmo ponto P:

Quadro I

I / A	$\theta / ^\circ$
2,0	10
2,5	13
3,0	15
3,5	17
4,0	20

1. Que significado têm os símbolos B , μ_0 , I e r na expressão da Lei de Biot e Savart?
2. Transcreva o Quadro II para a sua folha de respostas e complete-o, tendo em conta os resultados experimentais obtidos e o diagrama vectorial apresentado na página anterior.

Quadro II

I / A	B / T
2,0	
2,5	$3,9 \times 10^{-6}$
3,0	
3,5	$5,2 \times 10^{-6}$
4,0	$6,2 \times 10^{-6}$

3. O ponto (0,0) poderá ser incluído neste Quadro II? Fundamente a resposta.
4. Tendo ainda em atenção o Quadro II, esboce o gráfico de B , em função de I , indicando variáveis e unidades.
5. Os resultados experimentais verificam a relação $\frac{B}{I} = \text{constante}$? Justifique.
6. Relembrando que todos os resultados experimentais foram obtidos no mesmo ponto P, considera que está confirmada, qualitativamente, a lei em estudo? Justifique.

FIM

V.S.F.F.

115.V2/11

COTAÇÕES

GRUPO I		60 pontos
1.....		10 pontos
2.....		10 pontos
3.....		10 pontos
4.....		10 pontos
5.....		10 pontos
6.....		10 pontos
GRUPO II		110 pontos
1.....		41 pontos
1.1.....	7 pontos	
1.2.....	11 pontos	
1.3.....	10 pontos	
1.4.....	13 pontos	
2.....		33 pontos
2.1.....	12 pontos	
2.2.....	12 pontos	
2.3.....	9 pontos	
3.....		36 pontos
3.1.....	8 pontos	
3.2.....	6 pontos	
3.3.....	14 pontos	
3.4.....	8 pontos	
GRUPO III		30 pontos
1.....		4 pontos
2.....		7 pontos
3.....		6 pontos
4.....		7 pontos
5.....		3 pontos
6.....		3 pontos
TOTAL.....		200 pontos

EXAME NACIONAL DO ENSINO SECUNDÁRIO
12.º Ano de Escolaridade (Decreto-Lei n.º 286/89, de 29 de Agosto)
Cursos Gerais e Cursos Tecnológicos

Duração da prova: 120 minutos
2004

2.ª FASE

PROVA ESCRITA DE FÍSICA

COTAÇÕES

	GRUPO I	60 pontos
1.	.....	10 pontos
2.	.....	10 pontos
3.	.....	10 pontos
4.	.....	10 pontos
5.	.....	10 pontos
6.	.....	10 pontos
	GRUPO II	110 pontos
1.	.....	41 pontos
1.1.	.....	7 pontos
1.2.	.....	11 pontos
1.3.	.....	10 pontos
1.4.	.....	13 pontos
2.	.....	33 pontos
2.1.	.....	12 pontos
2.2.	.....	12 pontos
2.3.	.....	9 pontos
3.	.....	36 pontos
3.1.	.....	8 pontos
3.2.	.....	6 pontos
3.3.	.....	14 pontos
3.4.	.....	8 pontos
	GRUPO III	30 pontos
1.	.....	4 pontos
2.	.....	7 pontos
3.	.....	6 pontos
4.	.....	7 pontos
5.	.....	3 pontos
6.	.....	3 pontos
	TOTAL.....	200 pontos

CRITÉRIOS DE CLASSIFICAÇÃO

Critérios Gerais

- A proposta de resolução apresentada para cada item pode não ser única. Também a sequência de resolução deve ser interpretada como uma das sequências possíveis. Deverá ser atribuída a mesma cotação se, em alternativa, for apresentada outra igualmente correcta.
- As cotações parcelares só deverão ser tomadas em consideração quando a resolução não estiver totalmente correcta.
- Se a resolução de um item apresentar erro exclusivamente imputável à resolução do item anterior, deverá atribuir-se a cotação integral ao item em questão.
- A ausência de unidades ou a indicação de unidades incorrectas, no resultado final, terá a penalização de um ponto.
- A penalização por erros de cálculo será feita em conformidade com as cotações parcelares.
- No caso das grandezas vectoriais, o examinando não será penalizado se trabalhar apenas com valores algébricos e só no final fizer a caracterização vectorial da grandeza pedida.

Critérios Específicos

			GRUPO I
VERSÃO 1	VERSÃO 2		
1. (A).....	(C)		10 pontos
2. (D).....	(B)		10 pontos
3. (C).....	(D)		10 pontos
4. (D).....	(B)		10 pontos
5. (B).....	(A)		10 pontos
6. (B).....	(C)		10 pontos
			<hr/>
			60 pontos

Se o examinando seleccionar mais do que uma hipótese em uma ou mais respostas, atribuir a cotação zero a essa ou a essas respostas.

GRUPO II

1. (41 pontos)

1.1.		7 pontos
Representação de duas forças	2 pontos	
Tamanho relativo dos vectores	3 pontos	
$R_n > F_{g,n}$		
Legenda .....(1 + 1).....	2 pontos	

A transportar **67 pontos**

1.2. 11 pontos

$W(\vec{F}_a) = \Delta E_m$; $W(\vec{F}_a)_{CD} = E_{m,D} - E_{m,C}$ 3 pontos

$E_{m,C} = E_{m,A}$ 2 pontos

$W(\vec{F}_a)_{CD} = \frac{1}{2} m v_D^2 - \frac{1}{2} m v_A^2$
 ou
 $W(\vec{F}_a)_{CD} = (mgh_D + \frac{1}{2} m v_D^2) - \frac{1}{2} m v_C^2$

} 3 pontos

Substituição e cálculo de $W(\vec{F}_a) = -0,95 \text{ J}$; $W(\vec{F}_a) = -1,0 \text{ J} \dots (1 + 2)$ 3 pontos

1.3. 10 pontos

$\vec{R}_n + \vec{F}_g = \vec{F}_c$ ou $\vec{F}_a + \vec{R}_n + \vec{F}_g = m\vec{a}$; $-R_n + F_g = \frac{mv_D^2}{r}$ 5 pontos

$F_c = m \frac{v^2}{r}$ 2 pontos

Substituição e cálculo de $R_n = 0,8 \text{ N} \dots (1 + 2)$ 3 pontos

1.4. 13 pontos

Se não houvesse atrito, haveria conservação da energia mecânica e consequentemente $v_D = v_A = 4,8 \text{ m s}^{-1}$, pois $E_{p,A} = E_{p,D}$ 5 pontos

$\vec{R}_n + \vec{F}_g = m\vec{a}$; $R_n - F_g = -ma_n$ 4 pontos

$R_n = -0,15 \text{ N}$ 2 pontos

R_n (módulo) com valor negativo é impossível 2 pontos

ou

$E_{m,A} = E_{m,D}$ 1 ponto

$E_{p,A} = E_{p,D} \Rightarrow E_{c,A} = E_{c,D}$ 2 pontos

$v_D = v_A = 4,8 \text{ m s}^{-1}$ 2 pontos

Cálculo de $v_{\text{máx}}$ em D:

$v_{\text{máx},D} \Rightarrow \vec{R}_{n,D} = \vec{0}$ 2 pontos

$v_{\text{máx},D} = \sqrt{gr}$ 2 pontos

Substituição e cálculo de $v_{\text{máx},D} = 4,5 \text{ m s}^{-1}$ 2 pontos

$v_D > v_{\text{máx},D}$, a esfera não pode estar em contacto com a calha 2 pontos

2. (33 pontos)

2.1. 12 pontos

- Num sistema isolado, o seu momento linear mantém-se constante.... 3 pontos
 $(m_H + m_M)v_i = m_M v_f$ (movimento unidireccional) 3 pontos
 H – bailarino; M – bailarina.
 Substituição e cálculo de $v_f = 4,9 \text{ (m s}^{-1}\text{)}$ 2 pontos
 Direcção inicial 2 pontos
 Sentido da esquerda para a direita 2 pontos

ou

- A taxa de variação do momento linear de um sistema de partículas
 é igual à resultante das forças exteriores que actuam no sistema. 3 pontos
 $\Sigma \vec{F}_{\text{ext}} = \frac{d\vec{p}_{\text{sist}}}{dt}$ 2 pontos
 $\Sigma \vec{F}_{\text{ext}} = \vec{0} \Rightarrow \vec{p}_{\text{sist}} = \text{constante}$ 2 pontos
 $(m_H + m_M)\vec{v}_i = m_M\vec{v}_f$ 2 pontos
 Determinação de $\vec{v}_f = 4,9 \vec{e}_x \text{ (m s}^{-1}\text{)}$ 3 pontos

2.2. 12 pontos

- $\vec{I} = \Delta\vec{p}$; $\vec{I}_M = \Delta\vec{p}_H$ 5 pontos
 $\Delta\vec{p}_H = 0 - m_H \vec{v}_i$ 3 pontos
 Determinação de $\vec{I} = -130 \vec{e}_x \text{ (N.s)}$; $\vec{I} = -1,3 \times 10^2 \vec{e}_x \text{ (N.s)}$ 4 pontos
 • Descontar 2 pontos se o carácter vectorial não for referido.

ou

- $\vec{I} = \Delta\vec{p}$; $I_M = \Delta p_H$ 5 pontos
 $\Delta p_H = 0 - m_H v_i$ 3 pontos
 Módulo do impulso $1,3 \times 10^2 \text{ N.s}$ 2 pontos
 Direcção horizontal, segundo o eixo dos xx 1 ponto
 Sentido da direita para a esquerda 1 ponto

2.3. 9 pontos

$\Delta \vec{r}_{CM} = \vec{v}_{CM} t$ 2 pontos

$\vec{v}_{CM,f} = \vec{v}_{CM,i}$ e $\vec{v}_{CM,i} = 2,0 \vec{e}_x \text{ m s}^{-1}$ (do enunciado)(2 + 3)..... 5 pontos

Determinação de $\Delta r = 4,0 \text{ m}$ 2 pontos

ou

$\Delta r_{CM} = v_{CM} t$ 2 pontos

$v_{CM,f} = \frac{m_M \times v_{f,M} + m_H \times v_{f,H}}{m_M + m_H}$; $v_{CM,f} = 2,0 \text{ m s}^{-1}$ 3 pontos

Cálculo de $\Delta r = 4,0 \text{ m}$ 2 pontos

Direcção horizontal, segundo o eixo dos xx 1 ponto

Sentido da esquerda para a direita (sentido positivo do eixo) 1 ponto

3. (36 pontos)

3.1. 8 pontos

$V_B = 0$ 2 pontos

$|\vec{E}| = \frac{|V_A - V_B|}{d}$ 2 pontos

Substituição e cálculo de $V_A = -105 \text{ V}$; $V_A = -1,1 \times 10^2 \text{ V}$ 4 pontos
(2 pontos para a identificação do valor negativo).

3.2. 6 pontos

$F_{el} = |q|E$ 2 pontos

$F_{res} = ma$ 2 pontos

$F_{res} = F_{el}$; $ma = |q|E$ 2 pontos

3.3. 14 pontos

$y = v_{0y}t - \frac{1}{2} a t^2$ 2 pontos

$v_y = v_{0y} - at$ e $v_y = 0$; 2 pontos

ou

$y_{m\acute{a}x.} = \frac{v_{0y}^2}{2a}$ 4 pontos

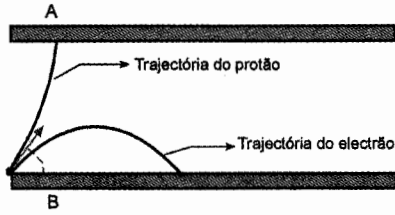
$v_{0y} = v_0 \text{ sen } 53^\circ$ 2 pontos

Substituição e cálculo de $y_{m\acute{a}x.} = \frac{mv_{0y}^2}{2|q|E} = 1,3 \times 10^{-2} \text{ m}$ (3 + 3) 6 pontos

$y_{m\acute{a}x.} = 1,3 \text{ cm} < d = 3,0 \text{ cm}$ (a partícula não atinge a placa)..... 2 pontos

Transporte 162 pontos

3.4. (4 + 4) 8 pontos



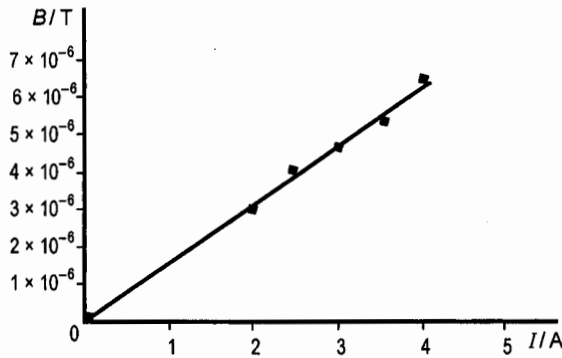
GRUPO III

1. (4 × 1) 4 pontos
Significado dos símbolos.

2. 7 pontos
 $B = B_{hT} \text{tg}\theta$ 5 pontos
 $B_1 = 3,0 \times 10^{-6} \text{ T}$ 1 ponto
 $B_2 = 4,6 \times 10^{-6} \text{ T}$ 1 ponto

3. 6 pontos
 Pode 2 pontos
 Justificação 4 pontos
 $I = 0 \Rightarrow \theta = 0, \text{tg}\theta = 0$ e $B_{hT} \times \text{tg}\theta = 0$
 ou
 $I = 0 \Rightarrow B = \frac{\mu_0}{2\pi} \times \frac{I}{r} = 0$

4. 7 pontos



• Se o examinando indicar as variáveis nos eixos errados, descontar dois pontos.

A transportar 194 pontos

Transporte 194 pontos

5. **3 pontos**

Sim 1 ponto

Justificação 2 pontos

O gráfico é uma recta que passa pela origem, portanto $\frac{B}{I} = \text{constante}$.

6. **3 pontos**

Sim 1 ponto

Justificação 2 pontos

Com r constante, $\frac{\mu_0}{2\pi r} = k$. Logo, $B = k \cdot I$ ou $\frac{B}{I} = k$.

TOTAL **200 pontos**

