

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
2005

1.º FASE

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. Um corpo C é lançado, a partir da superfície da Terra, obliquamente em relação à horizontal, com velocidade \vec{v}_0 . Admita que, no espaço onde o corpo descreve a sua trajectória, a aceleração da gravidade, \vec{g} , é constante. Em cada ponto da trajectória, designe por v_x e v_y , as componentes escalares horizontal e vertical da velocidade e considere desprezável a resistência do ar.

Ao passar no ponto mais alto da trajectória, a energia cinética do corpo C é

- (A) máxima.
- (B) mínima.
- (C) nula.
- (D) $\frac{1}{2} m v_y^2$.
- (E) $\frac{1}{2} m v_x^2$.

2. A figura representa, visto de trás, um ciclista que, deslocando-se numa bicicleta, curva para a direita. Ao fazer a curva num plano horizontal, o ciclista vai inclinado para o interior da curvatura.

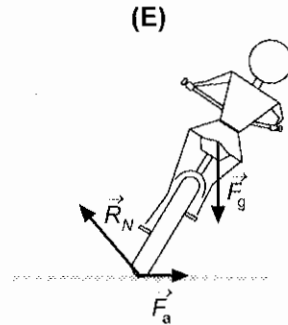
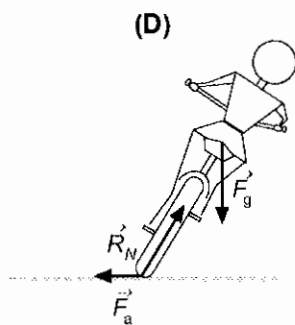
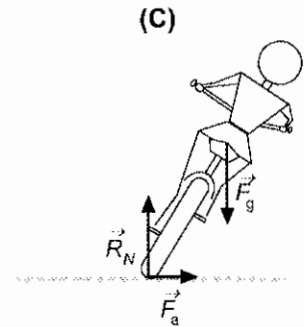
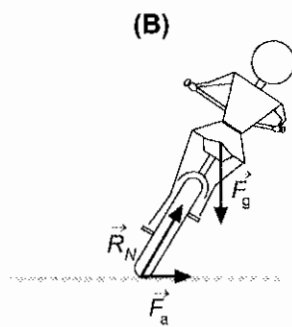
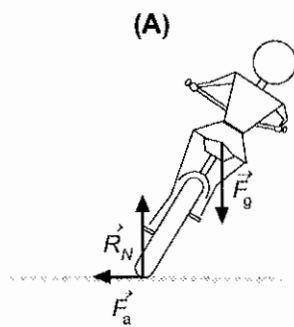
Seja:

\vec{R}_N – componente normal da força de reacção do solo sobre a roda

\vec{F}_a – força de atrito de escorregamento lateral do solo sobre a roda

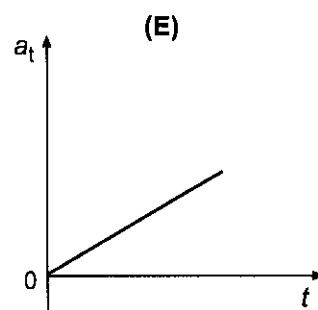
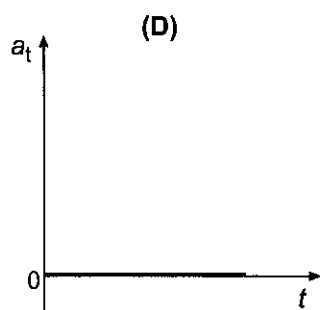
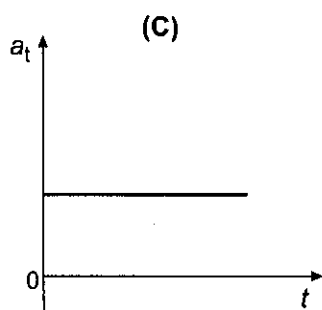
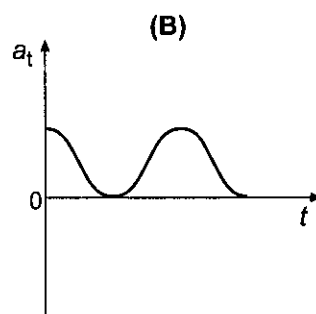
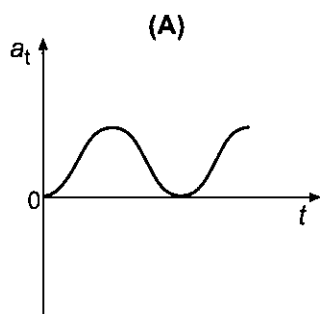
\vec{F}_g – peso do sistema *ciclista + bicicleta*

Qual dos esquemas seguintes (A, B, C, D, E) poderia representar a direcção e o sentido das forças acima indicadas?



3. Um disco homogêneo, assente numa superfície plana e horizontal, roda em torno de um eixo vertical que passa pelo seu centro, com velocidade angular constante.

Qual dos seguintes gráficos pode representar o módulo da aceleração tangencial, a_t , em função do tempo, num ponto da periferia do disco?



4. Duas esferas, de massas iguais (m) e dimensões desprezáveis, estão ligadas por uma vara rígida e delgada, de comprimento ℓ . A massa da vara é também desprezável. O conjunto gira com velocidade angular constante, de módulo ω , em torno do eixo vertical (figura 1) que passa pelo ponto médio, O , da vara e que lhe é perpendicular. O sentido da rotação é contrário ao dos ponteiros do relógio, quando observado de cima para baixo.

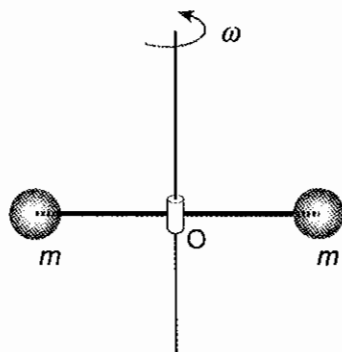


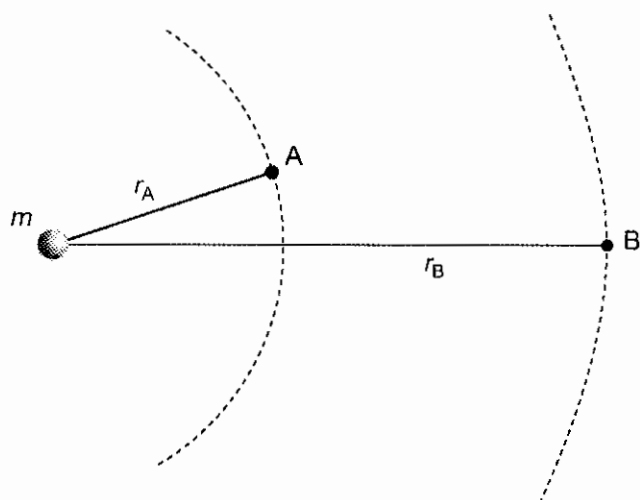
Fig. 1

O momento angular do conjunto das duas esferas, em relação ao ponto O , é um vector

- (A) vertical, dirigido para baixo, com módulo $\frac{1}{2} m \ell^2 \omega$.
- (B) vertical, dirigido para cima, com módulo $\frac{1}{2} m \ell^2 \omega$.
- (C) vertical, dirigido para baixo, com módulo $2 m \ell^2 \omega$.
- (D) vertical, dirigido para cima, com módulo $\frac{1}{4} m \ell^2 \omega$.
- (E) vertical, dirigido para baixo, com módulo $\frac{1}{4} m \ell^2 \omega$.

5. Considere o campo gravitacional criado por uma massa pontual m e considere também dois pontos, A e B, desse campo (figura 2).

Por convenção, o potencial gravitacional criado por qualquer massa é nulo num ponto situado no infinito ($r = \infty$).



Legenda:

r_A – distância da massa m ao ponto A

r_B – distância da massa m ao ponto B

Fig. 2

Qual é a diferença de potencial gravitacional $V_B - V_A$ entre esses dois pontos?

- (A) $Gm \left(\frac{1}{r_A - r_B} \right)$
- (B) $Gm \left(\frac{1}{r_A^2} - \frac{1}{r_B^2} \right)$
- (C) $Gm \left(\frac{1}{r_A} - \frac{1}{r_B} \right)$
- (D) $Gm \left(\frac{1}{r_B^2} - \frac{1}{r_A^2} \right)$
- (E) $Gm \left(\frac{1}{r_B} - \frac{1}{r_A} \right)$

6. Numa região em que existe um campo magnético uniforme \vec{B} , com a direcção do eixo dos yy e sentido positivo, entra com velocidade \vec{v} um electrão (cujá carga tem módulo q), na direcção do eixo dos xx e sentido positivo (figura 3).

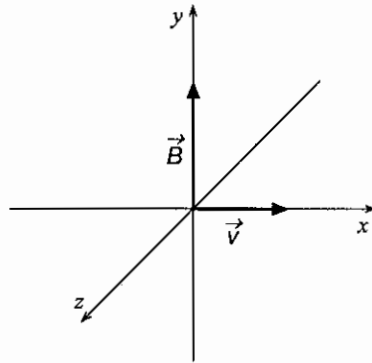


Fig. 3

Quais são as características da força magnética que actua sobre o electrão, no instante em que ele entra na região em que existe o campo \vec{B} ?

- (A) Módulo $q v B$, direcção do eixo dos zz e sentido negativo.
- (B) Módulo $q v B$, direcção do eixo dos zz e sentido positivo.
- (C) Módulo $\frac{qv}{B}$, direcção do eixo dos yy e sentido positivo.
- (D) Módulo $\frac{qB}{v^2}$, direcção do eixo dos xx e sentido positivo.
- (E) Módulo $\frac{qv}{B}$, direcção do eixo dos xx e sentido negativo.

GRUPO II

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

—•—
Apresente todos os cálculos que efectuar.

1. Uma pequena rolha de borracha, de massa $m = 20 \text{ g}$, está amarrada a um fio inextensível e de massa desprezável. Na outra extremidade do fio, que passa num tubo, estão suspensas massas marcadas.

Segura-se o tubo como indica a figura 4 e faz-se girar a rolha com movimento de frequência constante, comportando-se a rolha e o fio como um pêndulo cónico. O comprimento ℓ do pêndulo mantém-se constante durante o movimento.

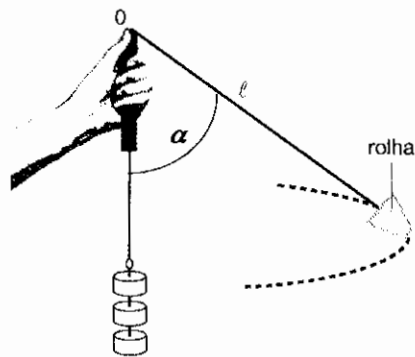


Fig. 4

- 1.1. Represente as forças aplicadas à rolha, tendo em atenção o comprimento relativo dos vectores. Como auxiliar da construção, decomponha a força de tensão nas suas componentes horizontal e vertical, apresentando-as a tracejado. Faça a legenda completa da figura.
- 1.2. Calcule o módulo da força de tensão do fio sobre a rolha, sabendo que $\alpha = 49^\circ$.
($\text{sen } 49^\circ = 0,75$; $\text{cos } 49^\circ = 0,66$).
- 1.3. Com base na definição de momento de uma força em relação a um ponto, mostre que o momento da força de tensão do fio em relação ao ponto O é nulo.
- 1.4. Mantendo o valor de ℓ , faz-se girar a rolha com maior frequência, f , e ela passa a descrever a sua trajetória num outro plano horizontal. O módulo da força de tensão, T , do fio que sustenta a rolha torna-se maior. Obtenha a equação que relaciona T com f , $T = 4 m \pi^2 \ell f^2$, que justifica este facto.

2. Um aluno suspendeu, num dinamómetro, a pedra P, de granito e de massa 0,150 kg, como ilustra a figura 5.

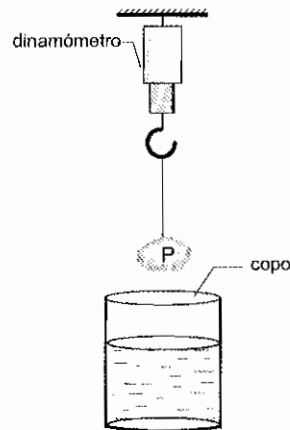


Fig. 5

- 2.1. Descreva as alterações observadas no valor lido no dinamómetro, à medida que a pedra é mergulhada lentamente no líquido contido no copo. Fundamente a sua resposta.

- 2.2. Quando a pedra está totalmente mergulhada, o dinamómetro marca 0,78 N.

Qual é o módulo, I , da força de impulsão?

- 2.3.

- 2.3.1. Mostre que a massa volúmica do líquido, $\rho_{\text{líquido}}$, pode ser calculada pela expressão

$$\rho_{\text{líquido}} = \frac{\rho_{\text{pedra}} \times I}{m_{\text{pedra}} \times g}$$

quando o corpo se encontra totalmente imerso.

- 2.3.2. Enuncie a lei que aplicou na resolução das alíneas anteriores.

3. Um feixe de electrões entra, com velocidade $6,0 \times 10^7 \vec{e}_x$ (m s^{-1}), num tubo de alto vácuo, onde existe um campo eléctrico uniforme $\vec{E} = -9,7 \times 10^4 \vec{e}_y$ (V m^{-1}). O campo é criado por duas placas horizontais, separadas de 45 mm e cujo comprimento é de 90 mm. O feixe entra paralelamente às placas e a meia distância entre elas (figura 6).

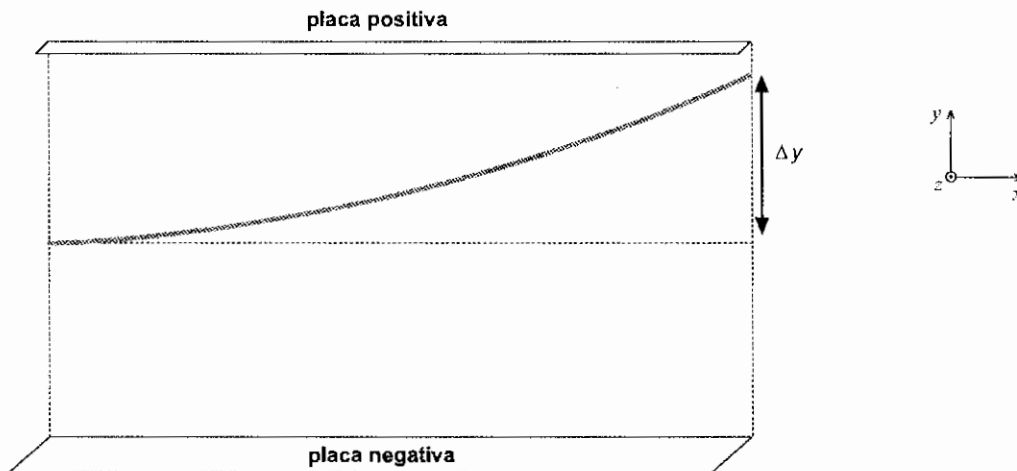


Fig. 6

Considere como constantes:

$$m_e = 9,1 \times 10^{-31} \text{ kg (massa do electrão)}$$

$$q_e = -1,6 \times 10^{-19} \text{ C (carga do electrão)}$$

- 3.1. Justifique que, no referido campo, o módulo da aceleração de um electrão do feixe é $a = 1,7 \times 10^{16} \text{ m s}^{-2}$.
- 3.2. Calcule o módulo do deslocamento vertical, Δy (figura 6), produzido pelo campo eléctrico na deflexão do feixe ao passar entre as placas.
- 3.3. Quais as características do vector campo magnético, \vec{B} , que se teria de aplicar, na mesma região onde existe o campo eléctrico, para manter o feixe horizontal?

GRUPO III

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

—•—
Apresente todos os cálculos que efectuar.

Para determinar experimentalmente um coeficiente de atrito estático, μ_0 , utilizaram-se duas placas polidas, uma de aço e outra de bronze, tendo sido montado o dispositivo esquematizado na figura 7.

Material utilizado: copos de plástico; fio inextensível; solução aquosa; prato de suporte para um dos copos; conta-gotas; placa de aço; placa de bronze colada a uma mesa; balança e rolamento ou roldana.

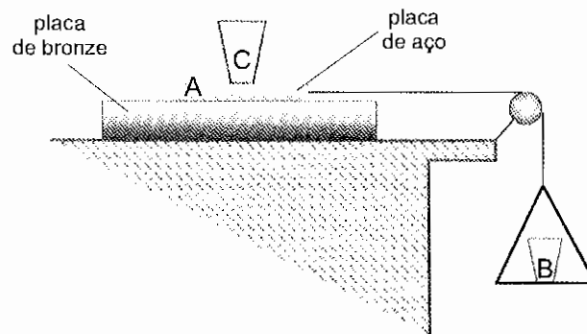


Fig. 7

Procedimento:

- P1. Com o auxílio de uma balança, determinou-se a massa, m_A , da placa de aço A, bem como a do copo C com a solução, m_C .
- P2. Na mesa, traçou-se um risco de referência, alinhado com uma extremidade da placa de aço, para melhor observar o início do movimento.
- P3. Com o conta-gotas, colocou-se solução no copo B, até o conjunto *placa A + copo C* iniciar o movimento, verificando-se que o copo C não deslizava sobre a placa de aço A.
- P4. Mediu-se a massa do conjunto *prato + copo B + solução*, que se designou por m_B .
- P5. Efectuaram-se mais quatro ensaios para diferentes volumes de solução no copo C.

Resultados obtidos:

Tabela 1

	1.º ensaio	2.º ensaio	3.º ensaio	4.º ensaio	5.º ensaio
$(m_A + m_C)$	106,75	178,99	244,22	281,29	315,44
m_B	25,21	42,85	59,84	67,88	74,63

Nota: a unidade em que estas massas estão expressas é o grama.

Despreze a resistência do rolamento por onde passa o fio e admita que o seu momento de inércia é desprezável. A massa do fio suspenso é também desprezável.

1. Atendendo às forças que actuam no sistema (figura 7), deduza a seguinte relação entre o coeficiente de atrito estático, μ_e , e as massas m_A , m_B e m_C :

$$\mu_e = \frac{m_B}{m_A + m_C}$$

2. Fazendo uso dos elementos de que dispõe, complete a seguinte tabela:

Tabela 2

	1.º ensaio	2.º ensaio	3.º ensaio	4.º ensaio	5.º ensaio
μ_e	0,2362		0,2450	0,2413	

3. Com base nos valores experimentalmente obtidos, calcule o coeficiente de atrito estático e determine a incerteza absoluta da medida.
4. Apresente o intervalo de valores no qual se deve situar o coeficiente de atrito estático em causa.
5. Exemplifique um tipo de erro associado a esta determinação do coeficiente de atrito estático.
6. Ao aumentar o volume do líquido em C, a força de atrito estático ainda será a mesma?
Fundamente a sua resposta.

FIM

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.	.....	35 pontos
1.1.	.....	12 pontos
1.2.	.....	8 pontos
1.3.	.....	5 pontos
1.4.	.....	10 pontos
2.	.....	35 pontos
2.1.	.....	10 pontos
2.2.	.....	9 pontos
2.3.	.....	16 pontos
2.3.1.	.....	11 pontos
2.3.2.	.....	5 pontos
3.	.....	40 pontos
3.1.	.....	13 pontos
3.2.	.....	11 pontos
3.3.	.....	16 pontos
GRUPO III		30 pontos
1.	.....	6 pontos
2.	.....	4 pontos
3.	.....	6 pontos
4.	.....	4 pontos
5.	.....	4 pontos
6.	.....	6 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
 2005

1.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.		35 pontos
1.1.	12 pontos	
1.2.	8 pontos	
1.3.	5 pontos	
1.4.	10 pontos	
2.		35 pontos
2.1.	10 pontos	
2.2.	9 pontos	
2.3.	16 pontos	
2.3.1.	11 pontos	
2.3.2.	5 pontos	
3.		40 pontos
3.1.	13 pontos	
3.2.	11 pontos	
3.3.	16 pontos	
GRUPO III		30 pontos
1.	6 pontos	
2.	4 pontos	
3.	6 pontos	
4.	4 pontos	
5.	4 pontos	
6.	6 pontos	
TOTAL		200 pontos

V.S.F.F.

115/C/1

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 de 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.	..... (C)	..... (B)		10 pontos
2.	..... (D)	..... (C)		10 pontos
3.	..... (B)	..... (D)		10 pontos
4.	..... (D)	..... (B)		10 pontos
5.	..... (A)	..... (C)		10 pontos
6.	..... (E)	..... (A)		10 pontos

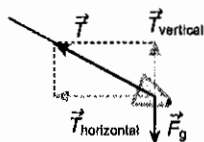
60 pontos

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. (35 pontos)

1.1. 12 pontos



Representação de \vec{T} e \vec{F}_g	(2 + 2).....	4 pontos
Decomposição de \vec{T} em $\vec{T}_{horizontal}$ e $\vec{T}_{vertical}$	(2 + 2).....	4 pontos
Legenda	(4 × 1)	4 pontos

- Se o examinando não respeitar os comprimentos relativos dos vectores, descontar 2 pontos.

A transportar 72 pontos

1.2. 8 pontos

$T_y = m g$ e $T_y = T \cos \alpha$ (2 + 2) .. 4 pontos

ou

$$T = \frac{m g}{\cos \alpha}$$

Substituição e cálculo de T ($T = 0,30 \text{ N}$; $T = 3,0 \times 10^{-1} \text{ N}$) ..(2 + 2).... 4 pontos

1.3. 5 pontos

Definição 2 pontos

$\sin \theta = 0$ na expressão $|\vec{M}| = r T \sin \theta$ 3 pontos

ou

O vector posição, \vec{r} , e o vector força de tensão, \vec{T} , são colineares.

1.4. 10 pontos

$T_x = m \frac{v^2}{r'}$ ou $T_x = m \omega^2 r'$ 3 pontos

$\omega = 2 \pi f$ e $r' = \ell \sin \alpha'$ (1 + 1) ... 2 pontos

$T_x = T \sin \alpha'$ (T_y constante) 2 pontos

Obtenção da relação de T com f ($T = 4 m \pi^2 \ell f^2$) 3 pontos

2. (35 pontos)

2.1. 10 pontos

I aumenta, porque V_{imerso} aumenta(3 + 1) ... 4 pontos

$T = F_g - I$ 2 pontos

$F_g = \text{constante}$ 1 ponto

T , leitura no dinamómetro, vai decrescendo até a pedra estar completamente imersa no líquido 3 pontos

2.2. 9 pontos

$T + I - F_g = 0$ 3 pontos

Reconhecer que 0,78 N é o valor da tensão 2 pontos

Substituição e cálculo de $I = 0,72 \text{ N}$ (2 + 2).... 4 pontos

2.3. 16 pontos

2.3.1. 11 pontos

$I = \rho_{\text{líquido}} V_{\text{pedra}} g$ 3 pontos

$\rho_{\text{pedra}} = \frac{m_{\text{pedra}}}{V_{\text{pedra}}}$ 3 pontos

Substituição e resultado (2 + 3) 5 pontos

2.3.2. 5 pontos

Enunciado da Lei de Arquimedes.

3. (40 pontos)

3.1. 13 pontos

$\vec{F}_{\text{res}} = m \vec{a}$ 2 pontos

\vec{F}_g desprezável $\Rightarrow \vec{F}_{\text{res}} = \vec{F}_e$ 3 pontos

$\vec{F}_e = q \vec{E}$ 2 pontos

Substituição e cálculo de $|\vec{a}| = 1,7 \times 10^{16} \text{ m s}^{-2}$ (3 + 3) 6 pontos

- Não penalizar a ausência de tratamento vectorial.

3.2. 11 pontos

$\Delta y = v_{0y} t + \frac{1}{2} a_y t^2$ 4 pontos

$\Delta x = v_{0x} t$ 2 pontos

Substituição e cálculo de $\Delta y = 1,9 \times 10^{-2} \text{ m}$ (3 + 2) 5 pontos

3.3. 16 pontos

$\vec{F}_e = -\vec{F}_m$ 4 pontos

$\vec{F}_m = q \vec{v} \wedge \vec{B}$ 4 pontos

Determinação de $\vec{B} = -1,6 \times 10^{-3} \vec{e}_z \text{ (T)}$ 8 pontos

$(B = \frac{E}{v} = 1,6 \times 10^{-3} \text{ (T)}; (2 + 2); \text{ direcção e sentido de } -\vec{e}_z; (2 + 2))$

ou

$\vec{F}_{\text{magnética}}$ com a direcção de \vec{F}_e e sentido oposto (2 + 2) 4 pontos

$|\vec{F}_m| = |\vec{F}_e|$ 2 pontos

$|\vec{F}_m| = q v B \text{ sen } 90^\circ$ 2 pontos

Substituição e cálculo de $B = 1,6 \times 10^{-3} \text{ T}$ (2 + 2) 4 pontos

Direcção do eixo dos zz e sentido negativo desse eixo .. (2 + 2) 4 pontos

GRUPO III

1. **6 pontos**
 Como $F_{a \text{ máximo}} = \mu_e R_N$ 1 ponto
 Sendo $F_{a \text{ máximo}} = m_B g$ e $R_N = (m_A + m_C) g$ (2 + 1) 3 pontos
 Obtenção de $\mu_e = \frac{m_B}{m_A + m_C}$ 2 pontos
2.(2 + 2) **4 pontos**
 (2.º ensaio $\mu_e = 0,2394$; 5.º ensaio $\mu_e = 0,2366$)
3. **6 pontos**
 Cálculo de $\mu_e = 0,2397$ 2 pontos
 Cálculo dos desvios nos cinco ensaios 2 pontos
 Cálculo da incerteza absoluta Δ 2 pontos
- $$\left(\Delta = |\delta_i|_{\text{máx}} \text{ ou } \Delta = \frac{\sum_{i=1}^5 |\delta_i|}{5} \right)$$
4. **4 pontos**
5. **4 pontos**
6. **6 pontos**
 Não é a mesma..... 2 pontos
 Justificação 4 pontos
 Aumenta o módulo da força de reacção, R_N , logo também aumenta o módulo, F_a , da força de atrito ($F_{a \text{ máximo}} = \mu_e R_N$, onde μ_e é constante em virtude de as superfícies em contacto serem as mesmas).

TOTAL 200 pontos