

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**DATA ESPECIAL**
JULHO**PROVA ESCRITA DE FÍSICA***Ex P₁ 2004***VERSÃO 1**

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.

- 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. Dois projecteis, A e B, foram lançados do mesmo ponto com velocidade inicial de igual módulo. A figura 1 representa as trajetórias dos projecteis quando a resistência do ar é desprezável.

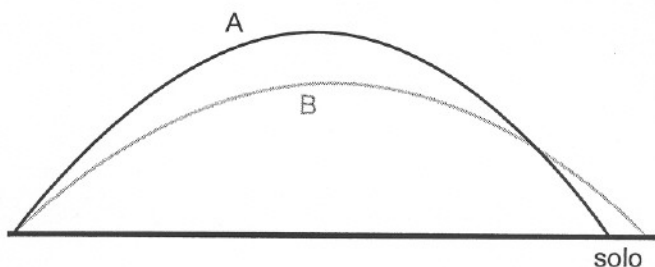


Fig. 1

Qual das seguintes afirmações é verdadeira?

- (A) A velocidade do projectil A é igual à velocidade do projectil B quando os projecteis atingem o solo.
- (B) O módulo da velocidade do projectil A é maior do que o módulo da velocidade do projectil B quando os projecteis atingem o solo.
- (C) O módulo da velocidade do projectil A é igual ao módulo da velocidade do projectil B quando os projecteis atingem o solo.
- (D) O módulo da componente horizontal da velocidade do projectil A é maior do que o módulo da componente horizontal da velocidade do projectil B quando os projecteis atingem a altura máxima das respectivas trajetórias.
- (E) O módulo da componente vertical da velocidade do projectil A é maior do que o módulo da componente vertical da velocidade do projectil B quando os projecteis atingem a altura máxima das respectivas trajetórias.

2. Um bloco desliza, ao longo de uma rampa, com movimento uniforme entre as posições P e Q, assinaladas na figura 2.

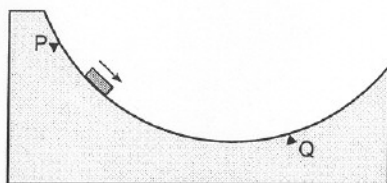


Fig. 2

Acerca do movimento do bloco, qual das seguintes afirmações é correcta?

- (A) Entre as superfícies de contacto do bloco e da rampa não existe atrito.
- ✓ (B) A resultante das forças que actuam no bloco é, em cada instante, perpendicular à velocidade.
- (C) A resultante das forças que actuam no bloco é nula.
- (D) A variação da energia cinética do bloco é simétrica da variação da energia potencial gravítica.
- (E) O trabalho realizado pela resultante das forças aplicadas no bloco é positivo.

3. Uma esfera está ligada a uma haste vertical rotativa, por meio de duas cordas inextensíveis e esticadas, de massa desprezável. A esfera descreve um movimento circular uniforme num plano horizontal (figura 3).

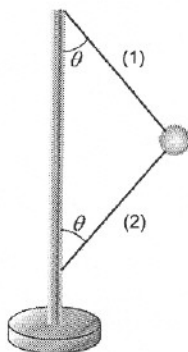
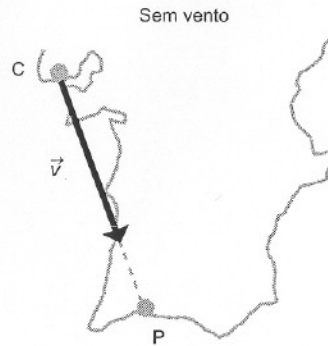


Fig. 3

Qual das seguintes afirmações é correcta?

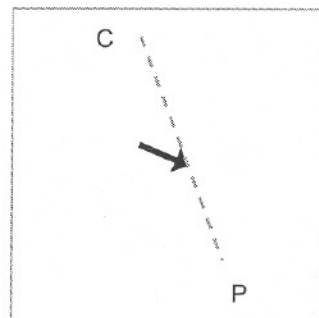
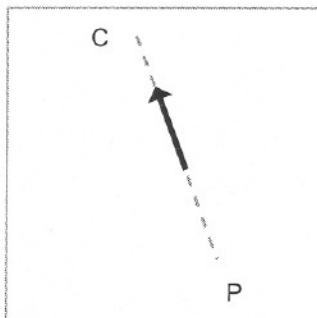
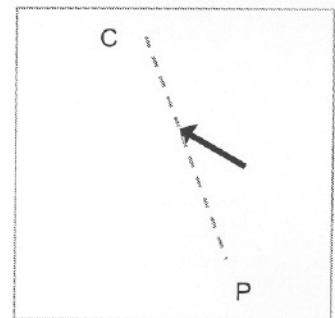
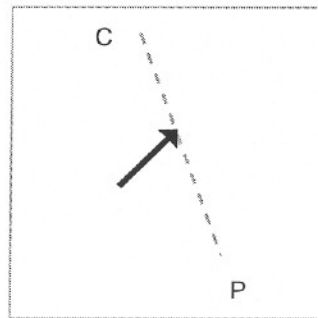
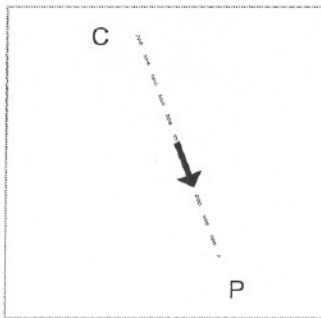
- (A) O módulo da tensão na corda 1 é igual ao módulo da tensão na corda 2.
- ✓ (B) O módulo da tensão na corda 1 é maior do que o módulo da tensão na corda 2.
- (C) Os módulos das tensões nas cordas 1 e 2 não dependem da massa da esfera.
- (D) A resultante das forças que actuam na esfera é nula.
- (E) A resultante das forças que actuam na esfera tem uma direcção tangente à trajectória descrita pela esfera.

4. Um monomotor descolou do Aeródromo Municipal de Cascais e rumou em direcção a Portimão, com uma velocidade em relação ao solo \vec{v} , como se indica no mapa:



A dado momento da viagem, surgiram ventos constantes. O piloto fez com que o avião mantivesse a mesma velocidade, modificando não só a orientação do avião como, também, a potência do motor, diminuindo-a.

Qual das alternativas seguintes pode representar a velocidade do vento?



5. Duas cargas eléctricas pontuais encontram-se fixas. P é um ponto situado sobre a recta que une as duas cargas, como se representa na figura 4.

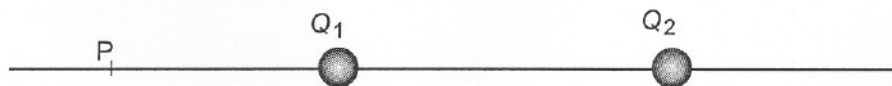


Fig. 4

O campo eléctrico criado pelas duas cargas é nulo no ponto P. Qual das seguintes afirmações está correcta?

- (A) As cargas têm o mesmo sinal e $|Q_1|$ igual a $|Q_2|$.
- (B) As cargas têm o mesmo sinal e $|Q_1|$ menor que $|Q_2|$.
- (C) As cargas têm sinais contrários e $|Q_1|$ igual a $|Q_2|$.
- ✓ (D) As cargas têm sinais contrários e $|Q_1|$ menor que $|Q_2|$.
- (E) As cargas têm sinais contrários e $|Q_1|$ maior que $|Q_2|$.

6. Um fio condutor LM, rígido e rectilíneo, está suspenso como mostra a figura 5. A porção de fio $\Delta\ell$, com 50 mm de comprimento, está situada entre os pólos de um íman onde o campo magnético tem a intensidade de $2,2 \times 10^{-2} \text{ T}$.

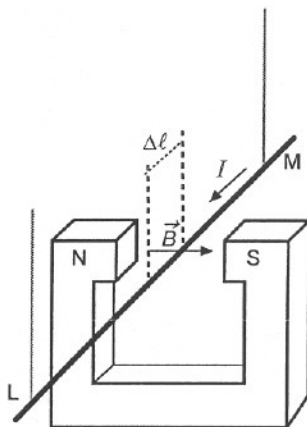


Fig. 5

Qual é a força que o campo magnético exerce naquela porção de fio quando este é percorrido por uma corrente de 3,0 A, no sentido indicado na figura?

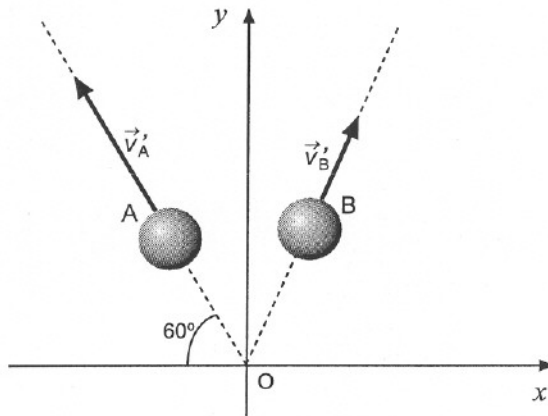
- (A) 3,3 N, horizontal para a esquerda.
- (B) 3,3 N, vertical para baixo.
- (C) 3,3 N, horizontal para a direita.
- ✓ (D) $3,3 \times 10^{-3}$ N, vertical para cima.
- (E) $3,3 \times 10^{-3}$ N, horizontal para a esquerda.

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



Apresente todos os cálculos que efectuar.

1. Uma partícula A move-se com velocidade $\vec{v}_A = 8 \vec{e}_y$ (m s^{-1}), colidindo com uma partícula B, que está em repouso num ponto considerado como origem de um referencial xOy (figura 6). Após a colisão, as partículas movem-se nas direcções e sentidos indicados. As massas das partículas A e B são, respectivamente, m e $2m$. O módulo da velocidade da partícula A, depois da colisão, é $v_A = 4,0 \text{ m s}^{-1}$. Admite-se que não há forças exteriores ao sistema.



$$\text{sen } 60^\circ = 0,87$$

$$\text{cos } 60^\circ = 0,50$$

Fig. 6

- 1.1. Determine a velocidade da partícula B, após a colisão.
- 1.2. Verifique que a velocidade do centro de massa do sistema antes da colisão é $\vec{v}_{CM} = 2,7 \vec{e}_y$ (m s^{-1}).
- 1.3. Qual é a velocidade do centro de massa do sistema depois da colisão?
Fundamente a resposta.
- 1.4. Mostre que o momento linear do sistema é nulo num referencial com origem no seu centro de massa.

2. Um cilindro, de massa $m = 200 \text{ kg}$ e raio $r = 30 \text{ cm}$, gira sem atrito, em torno de um eixo fixo EE' . À volta do cilindro está enrolado um cabo, inextensível e de massa desprezável, com o qual se pretende içar uma pedra maciça, não permeável, que está no fundo de um poço de água salobra (figura 7).

Despreze a resistência da água ao movimento da pedra.

O momento de inércia do cilindro em relação ao eixo EE' é dado por $\frac{1}{2} mr^2$.

A massa e o volume da pedra são, respectivamente, $42,5 \text{ kg}$ e $20,2 \text{ dm}^3$.

A massa volúmica da água salobra é $1,02 \times 10^3 \text{ kg m}^{-3}$.

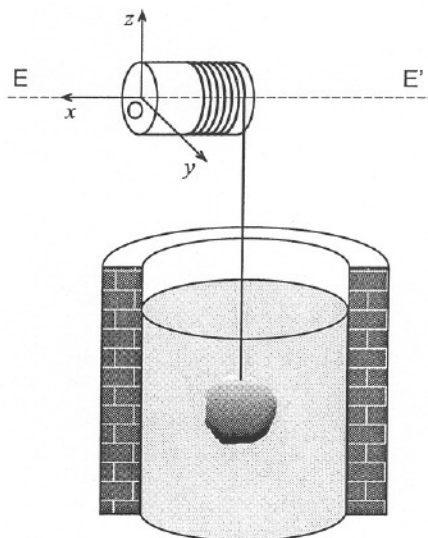


Fig. 7

- 2.1. Faz-se subir a pedra com velocidade constante de $0,50 \text{ ms}^{-1}$. Determine o momento angular do cilindro, em relação ao seu eixo de rotação, suposto eixo de simetria, enquanto a pedra está a ser içada.
- 2.2. Calcule o valor da tensão a que o cabo está sujeito durante o movimento de subida da pedra.
- 2.3. Em determinado instante, ainda com a pedra imersa, o cabo parte-se.
- 2.3.1. Esboce, na sua folha de prova, o diagrama das forças que actuam na pedra durante a queda, tendo em atenção o comprimento relativo dos vectores.
- 2.3.2. Calcule o módulo da aceleração do movimento da pedra durante a queda.

3. Uma gota de óleo colocada na posição P, de massa m e electrizada com carga q , encontra-se em repouso, numa zona onde existe um campo eléctrico uniforme criado por duas placas, A e B, paralelas e horizontais, a potenciais V_A e V_B diferentes (figura 8).

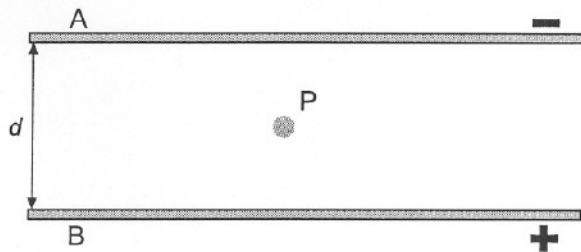


Fig. 8

3.1. Indique, justificando, o sinal da carga q .

3.2. Deduza a expressão $\frac{q}{m} = \frac{g d}{V_B - V_A}$ que lhe permite calcular a razão $\frac{q}{m}$ da gota em repouso, a partir da diferença de potencial entre as placas, da distância entre elas e da aceleração da gravidade g .

3.3. Reduziu-se a distância entre as placas, mantendo constante a diferença de potencial.

Caracterize, justificando, o movimento que a gota de óleo adquiriu.

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

—•—

Apresente todos os cálculos que efectuar.

Para determinar, experimentalmente, o coeficiente de atrito estático entre dois materiais, um grupo de alunos efectuou as experiências seguintes.

1. Sobre uma calha de alumínio, assente num plano horizontal, colocaram um bloco de madeira ao qual aplicaram uma força de intensidade crescente e de direcção paralela ao plano. Com um dinamómetro, conforme se observa na figura 9, mediram o valor da força que obrigou o bloco a iniciar o movimento.

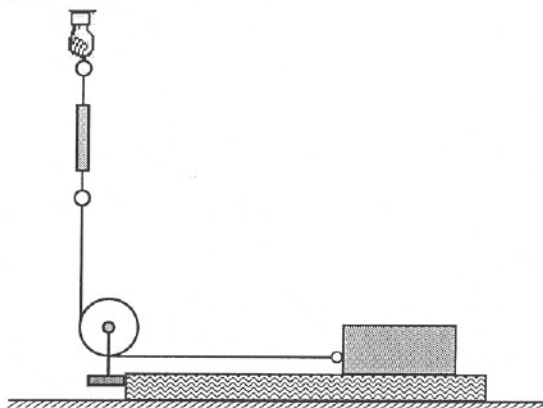


Fig. 9

Colocaram, em seguida, diferentes sobrecargas sobre o bloco e repetiram o procedimento, registando os valores obtidos:

Quadro I

massa do bloco + massa da sobrecarga (kg)	força (N)
$0,15 + 0 = 0,15$	0,4
$0,15 + 0,13 = 0,28$	0,6
$0,15 + 0,37 = 0,52$	1,2
$0,15 + 0,89 = 1,04$	2,4

- 1.1. Esboce o gráfico da força de atrito máxima em função da força de reacção normal exercida pela calha.
- 1.2. Calcule o coeficiente de atrito estático, μ_e , entre a madeira e o alumínio.

2. Uma segunda experiência consistiu na determinação, por um processo de tentativa e erro, do ângulo a partir do qual se inicia o movimento descendente do bloco de madeira, aumentando gradualmente o ângulo θ , de inclinação da calha em relação ao plano horizontal (figura 10).

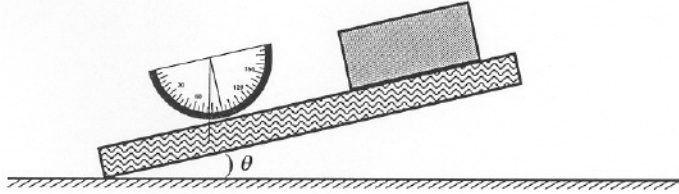


Fig. 10

Tal como na experiência anterior, os alunos colocaram diferentes sobrecargas sobre o bloco e repetiram o procedimento, registando os valores obtidos:

Quadro II

massa do bloco + massa da sobrecarga (kg)	ângulo da calha com o plano (θ°)
$0,15 + 0 = 0,15$	13,5
$0,15 + 0,13 = 0,28$	13,0
$0,15 + 0,37 = 0,52$	12,5
$0,15 + 0,89 = 1,04$	13,5

- 2.1. Esboce o diagrama das forças que se exercem no bloco para qualquer dos ensaios efectuados, cujos valores estão registados no Quadro II.

Tenha em atenção o comprimento relativo dos vectores e faça a respectiva legenda.

- 2.2. Um aluno afirma que o coeficiente de atrito estático, μ_e , depende do peso do conjunto *bloco + sobrecarga*.

Mostre que essa afirmação está incorrecta, utilizando a relação matemática adequada e tendo em conta os resultados da experiência.

- 2.3. Calcule agora o valor mais provável do coeficiente de atrito estático, μ_e , com base nos resultados desta segunda experiência.

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.	.....	36 pontos
1.1.	.....	11 pontos
1.2.	.....	10 pontos
1.3.	.....	9 pontos
1.4.	.....	6 pontos
2.	.....	41 pontos
2.1.	.....	11 pontos
2.2.	.....	14 pontos
2.3.	.....	16 pontos
2.3.1.	.....	6 pontos
2.3.2.	.....	10 pontos
3.	.....	33 pontos
3.1.	.....	10 pontos
3.2.	.....	11 pontos
3.3.	.....	12 pontos
	GRUPO III	30 pontos
1.	.....	13 pontos
1.1.	.....	7 pontos
1.2.	.....	6 pontos
2.	.....	17 pontos
2.1.	.....	9 pontos
2.2.	.....	5 pontos
2.3.	.....	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
2004DATA ESPECIAL
JULHO

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.	.....	36 pontos
1.1.	.....	11 pontos
1.2.	.....	10 pontos
1.3.	.....	9 pontos
1.4.	.....	6 pontos
2.	.....	41 pontos
2.1.	.....	11 pontos
2.2.	.....	14 pontos
2.3.	.....	16 pontos
2.3.1.	.....	6 pontos
2.3.2.	.....	10 pontos
3.	.....	33 pontos
3.1.	.....	10 pontos
3.2.	.....	11 pontos
3.3.	.....	12 pontos
GRUPO III		30 pontos
1.	.....	13 pontos
1.1.	.....	7 pontos
1.2.	.....	6 pontos
2.	.....	17 pontos
2.1.	.....	9 pontos
2.2.	.....	5 pontos
2.3.	.....	3 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 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. (C).....	(B).....		10 pontos
2. (B).....	(C).....		10 pontos
3. (B).....	(C).....		10 pontos
4. (E).....	(D).....		10 pontos
5. (D).....	(E).....		10 pontos
6. (D).....	(A).....		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. (36 pontos)

1.1. 11 pontos

$$\Sigma \vec{F}_{\text{ext}} = \vec{0} \Rightarrow \frac{d\vec{p}_{\text{sist}}}{dt} = \vec{0} \Rightarrow \vec{p}_{\text{sist}} = \text{constante} \dots\dots\dots 2 \text{ pontos}$$

$$m_A \vec{v}_A = m_A \vec{v}'_A + m_B \vec{v}'_B \dots\dots\dots 2 \text{ pontos}$$

$$\vec{v}'_A = -4 \cos 60^\circ \vec{e}_x + 4 \sin 60^\circ \vec{e}_y \text{ (m s}^{-1}\text{)} \dots\dots\dots 3 \text{ pontos}$$

$$\text{Determinação de: } \vec{v}'_B = 1,0 \vec{e}_x + 2,3 \vec{e}_y \text{ (m s}^{-1}\text{)} \dots\dots\dots 4 \text{ pontos}$$

A transportar **71 pontos**

1.2. 10 pontos

- $\vec{p}_{\text{sist}} = \vec{p}_{\text{CM}}$ 3 pontos
- $\vec{p}_{\text{sist}} = \text{constante} = m_A \vec{v}_A$ 2 pontos
- $\vec{p}_{\text{CM}} = (m_A + m_B) \vec{v}_{\text{CM}}$ 2 pontos
- $m_A \vec{v}_A = (m_A + m_B) \vec{v}_{\text{CM}} \Rightarrow \vec{v}_{\text{CM}} = 2,7 \vec{e}_y \text{ (m s}^{-1}\text{)}$ 3 pontos

1.3. 9 pontos

- $\vec{v}_{\text{CM}} = 2,7 \vec{e}_y \text{ (m s}^{-1}\text{)}$ 2 pontos
- $\Sigma \vec{F}_{\text{ext}} = m_{\text{sist}} \vec{a}_{\text{CM}}$ 3 pontos
- $\Sigma \vec{F}_{\text{ext}} = \vec{0} \Rightarrow \vec{a}_{\text{CM}} = \vec{0}$ 2 pontos
- $\vec{v}_{\text{CM}} = \text{constante}$ 2 pontos

1.4. 6 pontos

- $\vec{p}_{\text{sist}} = m_{\text{sist}} \vec{v}_{\text{CM}}$ 2 pontos
- $\vec{p}_{\text{sist/CM}} = m_{\text{sist}} \vec{v}_{\text{CM/CM}}$ 2 pontos
- $\vec{v}_{\text{CM/CM}} = \vec{0} \Rightarrow \vec{p}_{\text{sist/CM}} = \vec{0}$ 2 pontos

2. (41 pontos)

2.1. 11 pontos

- $\vec{L} = I\vec{\omega}$ ou $L = I\omega$ 2 pontos
- $v = \omega r$ 1 ponto
- $L = \frac{1}{2} mrv$ 2 pontos
- Cálculo do módulo $L = 1,5 \times 10 \text{ kg m}^2 \text{ s}^{-1}$ 2 pontos
- $\vec{L} = 1,5 \times 10 \vec{e}_x \text{ (kg m}^2 \text{ s}^{-1}\text{)}$ (2 + 2) 4 pontos

2.2. 14 pontos

- $\Sigma \vec{F} = \vec{0}$ 1 ponto
- $\vec{T} + \vec{I} + \vec{F}_g = \vec{0}$; $T = F_g - I$ (2 + 2) 4 pontos
- $F_g = mg$; $F_g = 4,25 \times 10^2 \text{ N}$ (1 + 1) 2 pontos
- $I = \rho_{\text{liq}} g V$; $V = 2,02 \times 10^{-2} \text{ m}^3$; $I = 2,06 \times 10^2 \text{ N}$... (2 + 1 + 1) 4 pontos
- $T = 2,2 \times 10^2 \text{ N}$ 3 pontos

2.3. 16 pontos

2.3.1. 6 pontos

- \vec{I} Mesma direcção (vertical) 2 pontos
- \vec{F}_g Sentidos contrários (\vec{F}_g para baixo e \vec{I} para cima). 2 pontos
- $|\vec{F}_g| > |\vec{I}|$ 2 pontos

2.3.2. 10 pontos

- $\vec{I} + \vec{F}_g = m \vec{a}$; $F_g - I = m a$ (3 + 3) 6 pontos
 - $a = 5,2 \text{ m s}^{-2}$ 4 pontos
- ; a = 5 m s⁻²*

3. (33 pontos)

3.1. 10 pontos

- $\vec{F}_e + \vec{F}_g = \vec{0}$ 3 pontos
- \vec{F}_e e \vec{E} com o mesmo sentido 2 pontos
- $\vec{F}_e = q\vec{E}$ 3 pontos
- q é positiva 2 pontos

ou

- O sentido da força eléctrica é oposto ao sentido da força gravítica;
a gota é atraída pela placa negativa 8 pontos
- q é positiva 2 pontos

3.2. 11 pontos

- $F_e = F_g$ 2 pontos
- $F_e = qE$ 2 pontos
- $F_g = mg$ 1 ponto
- $E = \frac{V_B - V_A}{d}$ 3 pontos
- Obtenção de $\frac{q}{m} = \frac{g d}{V_B - V_A}$ 3 pontos

3.3. 12 pontos

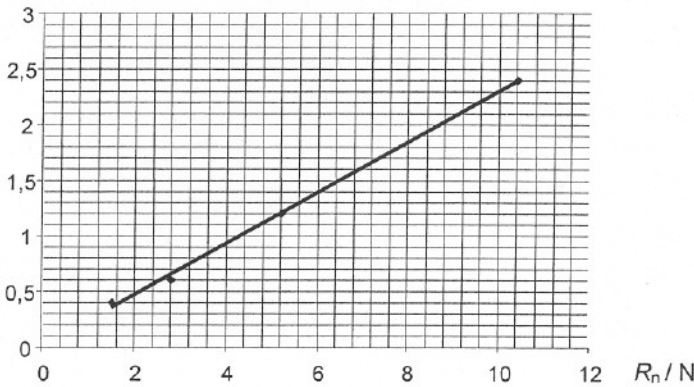
- $E = \frac{V_B - V_A}{d}$; logo, E aumenta 3 pontos
- $\vec{F}_e = \vec{E} q$; logo, F_e aumenta 3 pontos
- $F_g = \text{constante}$ 1 ponto
- $\vec{F}_e + \vec{F}_g = m \vec{a}$ 1 ponto
- Movimento rectilíneo uniformemente acelerado,
no sentido de B para A (1 + 2 + 1) 4 pontos

GRUPO III

1. 13 pontos

1.1. 7 pontos

$F_{a_{\max}} / N$



- escolha correcta dos eixos 2 pontos
- marcação dos pontos 3 pontos
- traçado da recta que «melhor» se ajusta 2 pontos
- Se o examinando não levar em conta que a recta deve passar pela origem, descontar 1 ponto.

1.2. 6 pontos

$\mu_e = \frac{F_{a_{\max}}}{R_n}$ 2 pontos

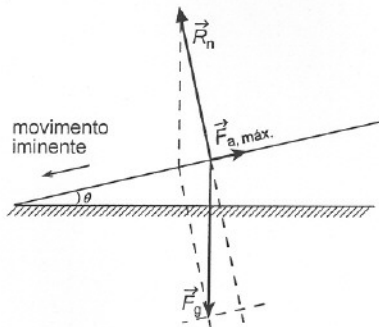
$R_n = (m_{\text{bloco}} + m_{\text{sobrecarga}}) \times g$ 2 pontos

Cálculo do declive da recta, $\mu = 0,23$
ou
Cálculo de μ para cada ensaio, seguido do cálculo do valor médio 2 pontos

A transportar 183 pontos

2. 17 pontos

2.1. 9 pontos



representação das forças (3 × 2) 6 pontos

legenda (3 × 1) 3 pontos

2.2. 5 pontos

$\mu_e = \text{tg } \theta$ 2 pontos

$\theta \approx$ constante (conforme os valores do Quadro II)

$\Rightarrow \mu_e =$ constante 3 pontos

2.3. 3 pontos

$\mu_1 = \text{tg } \theta_1 = 0,240$

$\mu_2 = \text{tg } \theta_2 = 0,231$

$\mu_3 = \text{tg } \theta_3 = 0,222$

$\mu_4 = \text{tg } \theta_4 = 0,240$

valor mais provável $\bar{\mu}_e = 0,233 = 0,23$

