

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

2.ª 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. Em três ensaios sucessivos, uma esfera de aço é abandonada nos pontos I, II e III de uma calha curva e praticamente sem atrito (figura 1).

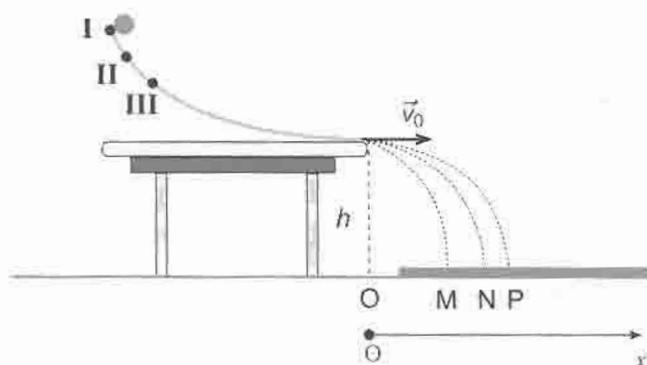


Fig. 1

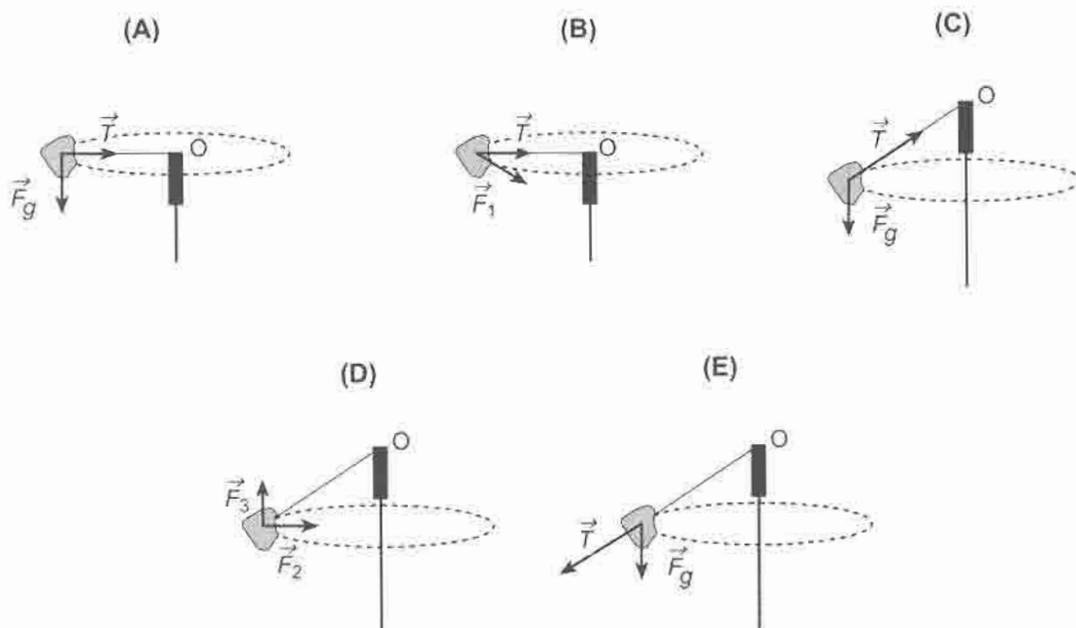
Os pontos M, N e P, onde a esfera bate no solo, ficam marcados numa folha de papel de carbono. A resistência do ar é desprezável.

A relação entre os tempos (t_I , t_{II} , t_{III}) gastos pela esfera, desde que abandonou a calha até ao solo, quando deixada cair pela ordem acima indicada (I, II e III), é

- (A) $t_{III} > t_{II} > t_I$
- (B) $t_{II} = t_{III} > t_I$
- (C) $t_I = t_{II} < t_{III}$
- (D) $t_I = t_{II} = t_{III}$
- (E) $t_I > t_{II} > t_{III}$

2. Um rapaz ata uma pedra, de massa m , a um cordel e fá-la girar num círculo horizontal acima da sua cabeça, com velocidade de módulo constante v . A resistência do ar pode ser ignorada.

Qual dos seguintes esquemas pode representar as duas únicas forças que actuam sobre a pedra?



3. Sob a acção de uma força \vec{F}_1 , o sólido homogéneo da figura 2a), assente sobre uma placa rugosa, desloca-se rectilaneamente com velocidade de módulo constante.

Na figura 2 b), a área de contacto entre o mesmo sólido e a placa atrás referida é o dobro da área de contacto na figura 2 a). O sólido desloca-se com igual velocidade sob acção da força \vec{F}_2 .

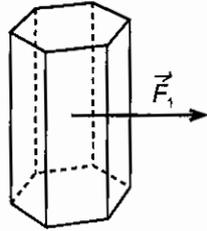


Fig. 2 a)

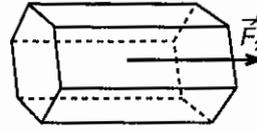
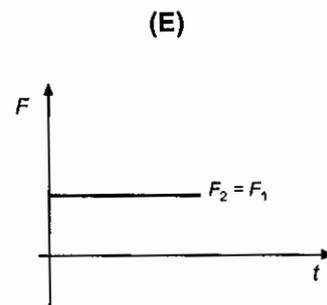
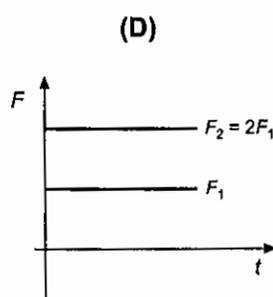
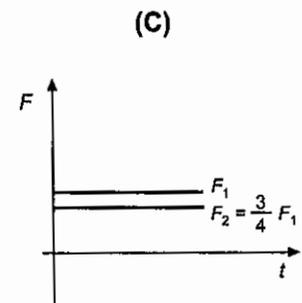
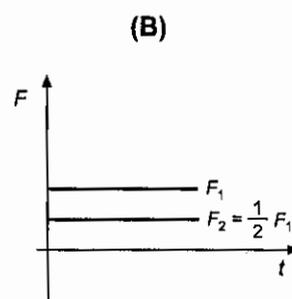
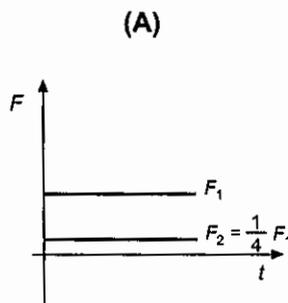


Fig. 2 b)

Qual dos seguintes gráficos pode representar a relação entre os módulos das forças, F_1 e F_2 , ao longo do tempo?



4. Uma régua homogénea, de comprimento ℓ , pode oscilar em torno de um eixo horizontal que passa pelo ponto P.

Na régua, estão aplicadas as forças \vec{F}_1 , \vec{F}_2 , \vec{F}_3 , e \vec{F}_4 , situadas no plano xOy e de módulos iguais a F . No instante em que ela se encontra na posição vertical, as direcções das forças são as indicadas na figura 3.

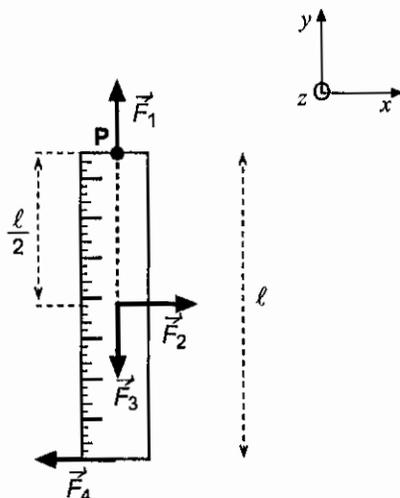


Fig. 3

No instante considerado, podemos afirmar que o momento resultante do sistema de forças, em relação ao ponto P, é

- (A) nulo.
- (B) $+\frac{1}{2} \ell F \vec{e}_z$
- (C) $-\frac{1}{2} \ell F \vec{e}_z$
- (D) $-\frac{3}{2} \ell F \vec{e}_z$
- (E) $-\ell F \vec{e}_z$

5. Na figura 4, P representa uma pedra, suspensa de um dinamómetro. Lentamente, a pedra vai sendo mergulhada na água contida num copo, colocado no prato de uma balança.

À medida que a pedra vai sendo mergulhada na água, até ficar completamente imersa, quais as variações que podem ser observadas quanto aos valores lidos no dinamómetro e na balança?

- (A) Diminuem no dinamómetro e diminuem na balança.
- (B) Aumentam no dinamómetro e aumentam na balança.
- (C) Aumentam no dinamómetro e diminuem na balança.
- (D) Diminuem no dinamómetro e aumentam na balança.
- (E) Diminuem no dinamómetro e não variam na balança.

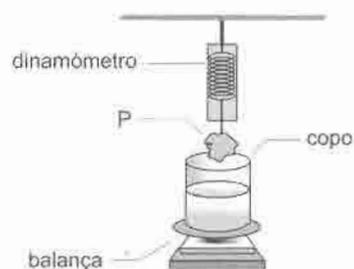


Fig. 4

6. Um ião monopositivo, de carga $+q$ e massa m , entra, com velocidade \vec{v} , num campo magnético \vec{B} . Este vector campo é perpendicular ao vector velocidade e está dirigido para trás da folha de prova; o ião descreve uma trajectória circular de raio r (figura 5). O efeito do campo gravítico é desprezável.

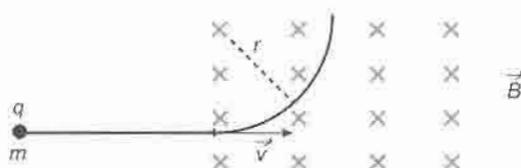


Fig. 5

Em qual das seguintes situações é possível obter uma trajectória com o mesmo raio?

- (A) Aumentando v para o dobro e aumentando B para o triplo.
- (B) Diminuindo v para metade e diminuindo B para $\frac{1}{3}$.
- (C) Aumentando v para o dobro e aumentando B para o dobro.
- (D) Aumentando v para o dobro e diminuindo B para metade.
- (E) Diminuindo v para metade e aumentando B para o dobro.

GRUPO II

Utilize para módulo da aceleração da gravidade $g = 10 \text{ ms}^{-2}$.
 Apresente todos os cálculos que efectuar.

1. Um automóvel, de massa m , move-se sem derrapar e com velocidade de módulo constante, v , numa pista circular com atrito, de raio $r = 250 \text{ m}$ e centro C. A inclinação da pista é de 25° (figura 6).

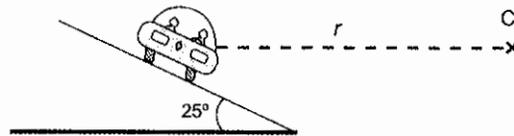


Fig. 6

$\text{sen } 25^\circ = 0,423$
 $\text{cos } 25^\circ = 0,906$

- 1.1. Analise o diagrama das forças aplicadas ao automóvel, representadas na figura 7.

O automóvel é considerado como ponto material.

Por meio de uma legenda, identifique cada uma das forças (\vec{F}_1 , \vec{F}_2 e \vec{F}_3) representadas.

nn' – recta normal ao plano

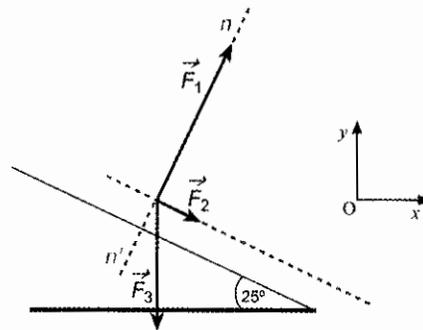


Fig. 7

- 1.2. Justifique que o trabalho da resultante das forças aplicadas ao automóvel é nulo.

- 1.3. Transponha, para a folha de prova, as seguintes equações e complete-as, em função dos módulos F_1 , F_2 e F_3 , aplicando a segunda lei de Newton

na direcção horizontal: _____ + _____ = ma_c

na direcção vertical: $F_2 \text{ sen } 25^\circ$ _____ - _____ = 0

em que a_c é o módulo da aceleração centrípeta do automóvel.

- 1.4. Para um determinado valor, v , do módulo da velocidade, o automóvel efectuará a curva sem recurso à força de atrito. Obtenha esse valor de v .

2. Uma sonda espacial, S, de massa $m_S = 374$ kg, descreve uma órbita aproximadamente circular de raio médio $r = 3,82 \times 10^7$ m, em torno do planeta Vénus, V (figura 8).

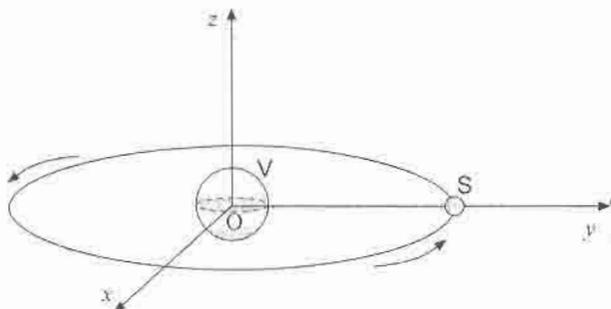


Fig. 8

A massa do planeta é $m_V = 4,87 \times 10^{24}$ kg, e o valor da Constante de Gravitação Universal é $G = 6,67 \times 10^{-11}$ N m² kg⁻².

2.1. Com base na Lei da Atracção Universal, calcule a aceleração a que a sonda está sujeita no seu movimento em torno do planeta Vénus.

2.2. Mostre que o módulo da velocidade orbital da sonda é dado pela expressão

$$v = \sqrt{\frac{G m_V}{r}}$$

2.3. Considerando a sonda como uma partícula material, caracterize o seu momento angular (módulo, direcção e sentido), em relação à origem O do referencial indicado na figura.

3. Duas placas metálicas eletrizadas, A e B, paralelas e horizontais, encontram-se à distância d uma da outra. Estabeleceu-se entre as placas uma diferença de potencial elétrico. Uma partícula de massa $m = 4,0 \times 10^{-26}$ kg e carga elétrica negativa entra pelo orifício R, com velocidade \vec{v}_R , perpendicularmente às placas. A partícula descreve uma trajetória retilínea e sai pelo orifício S, com velocidade \vec{v}_S (figura 9).

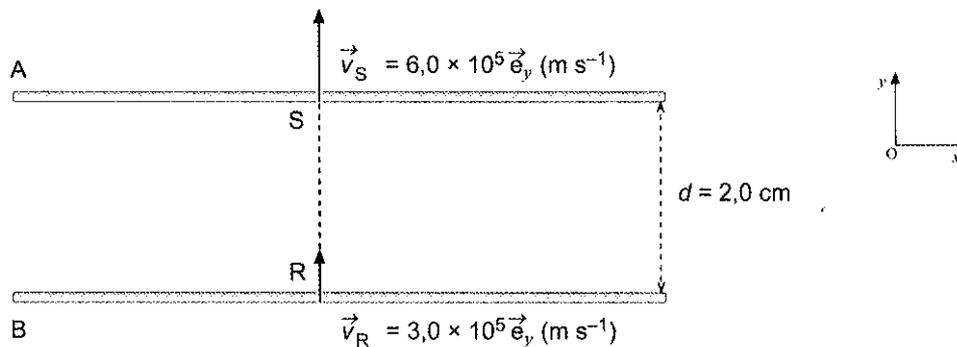


Fig. 9

Na região entre as placas, onde se movimenta a partícula, o campo elétrico é uniforme. Considere desprezável o efeito da ação gravitacional e de qualquer outra interação durante o movimento da partícula.

- 3.1. Indique a direção e o sentido do vector campo elétrico na região entre as placas, utilizando o referencial de inércia xOy , da figura 9.
- 3.2. Verifique, através de cálculos, que o intervalo de tempo que a partícula carregada demora a fazer o percurso \overline{RS} (entre as placas) é de $4,4 \times 10^{-8}$ s.
- 3.3. Determine a força elétrica, \vec{F}_e , que actua na partícula durante o seu movimento.
- 3.4. Utilizando apenas considerações energéticas, calcule o trabalho realizado pela força elétrica no percurso \overline{RS} .

GRUPO III

Para o estudo experimental do campo magnético criado por uma corrente eléctrica ao passar num fio condutor rectilíneo longo, montou-se o circuito indicado na figura 10, onde se fez circular, durante um pequeno intervalo de tempo, uma corrente de intensidade I .

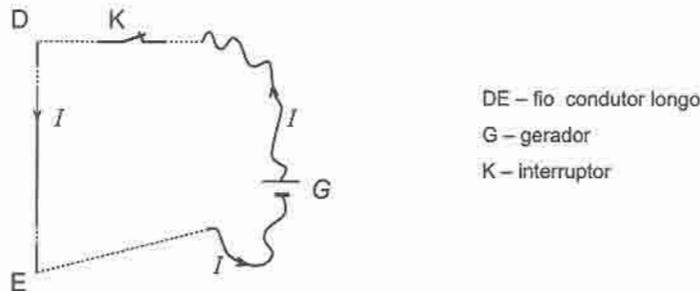


Fig. 10

1. Com o circuito desligado, colocou-se uma agulha magnética cujo eixo de rotação passa pelo ponto C, no plano perpendicular ao fio DE. A orientação de equilíbrio da agulha é a indicada na figura 11 a).

Ao ligar-se o circuito (figura 11 b)), a agulha magnética gira. Do ponto de vista do observador O, a agulha gira no sentido horário ou anti-horário?

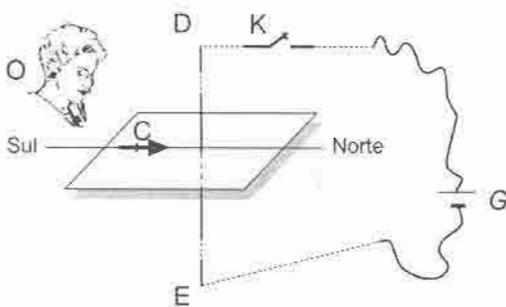


Fig. 11 a)

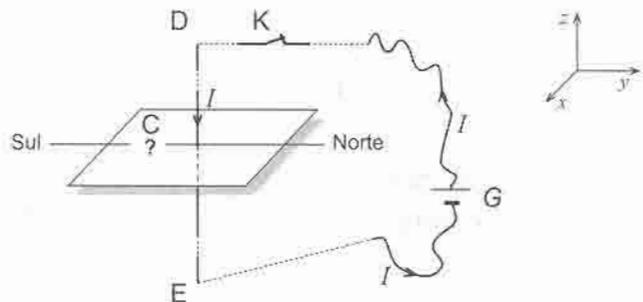


Fig. 11 b)

2. Retirou-se a agulha magnética e espalhou-se limalha de ferro no referido plano. Ligou-se novamente o circuito.
 - 2.1. Que forma tem a linha de campo magnético que passa por C e que a limalha de ferro permitiu visualizar?
 - 2.2. No referencial xyz da figura 11 b), qual é a direcção e qual é o sentido do campo magnético criado no ponto C pela corrente estacionária que percorre o fio?

3. De seguida, o fio condutor DE foi colocado sob a acção de um campo magnético criado por dois grandes ímanes, como ilustra a figura 12. A direcção do vector campo, \vec{B} , é perpendicular à direcção do fio DE.

Sobre uma pequena porção $\Delta\ell$ do fio DE, na região que a figura ilustra, actua uma força magnética cujo módulo, de acordo com a Lei de Laplace, é dado por:

$$F = I \Delta\ell B$$

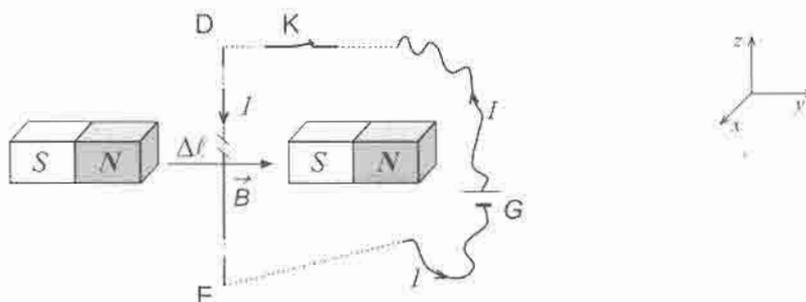


Fig. 12

- 3.1. No Sistema Internacional de Unidades (SI), quais são as unidades de medida das grandezas representadas por B , I e $\Delta\ell$?
- 3.2. Qual é a direcção e qual é o sentido da força magnética referida na Lei de Laplace?
4. Em função do objectivo da experiência descrita, classifique em Verdadeiras ou Falsas cada uma das seguintes afirmações.
- (X) O fio condutor percorrido por uma corrente estacionária é fonte de um campo magnético.
 - (Y) Na situação da figura 11 b), a nova orientação tomada pela agulha magnética resulta da sobreposição do campo magnético criado pela corrente eléctrica com o campo magnético inicial, o campo magnético terrestre.
 - (Z) Na situação da figura 12, a Lei de Biot-Savart permite calcular a intensidade B do campo criado pelos dois grandes ímanes.

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.	.....	38 pontos
1.1.	.....	6 pontos
1.2.	.....	6 pontos
1.3.	.....	14 pontos
1.4.	.....	12 pontos
2.	.....	35 pontos
2.1.	.....	10 pontos
2.2.	.....	8 pontos
2.3.	.....	17 pontos
3.	.....	37 pontos
3.1.	.....	4 pontos
3.2.	.....	10 pontos
3.3.	.....	13 pontos
3.4.	.....	10 pontos
GRUPO III		30 pontos
1.	.....	4 pontos
2.	.....	7 pontos
2.1.	.....	3 pontos
2.2.	.....	4 pontos
3.	.....	10 pontos
3.1.	.....	6 pontos
3.2.	.....	4 pontos
4.	.....	9 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

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.		38 pontos
1.1.	6 pontos	
1.2.	6 pontos	
1.3.	14 pontos	
1.4.	12 pontos	
2.		35 pontos
2.1.	10 pontos	
2.2.	8 pontos	
2.3.	17 pontos	
3.		37 pontos
3.1.	4 pontos	
3.2.	10 pontos	
3.3.	13 pontos	
3.4.	10 pontos	
GRUPO III		30 pontos
1.		4 pontos
2.		7 pontos
2.1.	3 pontos	
2.2.	4 pontos	
3.		10 pontos
3.1.	6 pontos	
3.2.	4 pontos	
4.		9 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. (E).....	(D) .....	.....	10 pontos	
2. (D).....	(C) .....	.....	10 pontos	
3. (B).....	(E) .....	.....	10 pontos	
4. (E).....	(C) .....	.....	10 pontos	
5. (C).....	(D) .....	.....	10 pontos	
6. (A).....	(C) .....	.....	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. (38 pontos)

- 1.1. (3 × 2 pontos) **6 pontos**
- 1.2. **6 pontos**
- Justificação:
- Expressão do trabalho de uma força 2 pontos
- A resultante das forças tem, em cada instante e em cada ponto da trajectória, direcção perpendicular à trajectória 4 pontos

A transportar 72 pontos

Transporte 72 pontos

1.3. 14 pontos

Na direcção horizontal:

Sinal 2 pontos

Expressões (2 × 2)..... 4 pontos

Na direcção vertical:

Sinais (2 × 2)..... 4 pontos

Expressões (2 × 2)..... 4 pontos

1.4. 12 pontos

$R_N \sin 25^\circ = m \frac{v^2}{r}$ 3 pontos

$R_N \cos 25^\circ - F_g = 0$ 3 pontos

Resolução do sistema $\left(\operatorname{tg} 25^\circ = \frac{v^2}{g r} \right)$ 3 pontos

Substituição e cálculo de $v = 34 \text{ m s}^{-1}$ (1 + 2) 3 pontos

2. (35 pontos)

2.1. 10 pontos

$F = G \frac{m_V m_S}{r^2}$ 2 pontos

$G \frac{m_V m_S}{r^2} = m_S g_S$ 3 pontos

Substituição e cálculo de $g_S = 2,23 \times 10^{-1} \text{ m s}^{-2}$ (2 + 3) 5 pontos

2.2. 8 pontos

$F_C = F_g$ 2 pontos

$m_s \frac{v^2}{r} = G \frac{m_s m_V}{r^2} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{G m_V}{r}}$ (2 + 2 + 2) 6 pontos

2.3. 17 pontos

$\vec{L} = \vec{r} \wedge m \vec{v}$ 5 pontos

Direcção segundo o eixo dos zz 2 pontos

Sentido positivo do eixo 2 pontos

$L = r m v \sin 90^\circ$ 3 pontos

Substituição e cálculo de $L = 4,17 \times 10^{13} \text{ kg m}^2 \text{ s}^{-1}$ (2 + 3) 5 pontos

A transportar 133 pontos

V.S.F.F.

115/C/3

Transporte 133 pontos

ou

$L = I \omega$	4 pontos
Direcção e sentido (+ \vec{e}_z) (2 + 2)	4 pontos
$\omega = \frac{v}{r}$	2 pontos
$I = m r^2$	2 pontos
Substituição e cálculo de $L = 4,17 \times 10^{13} \text{ kg m}^2 \text{ s}^{-1}$ (2 + 3)	5 pontos

3. (37 pontos)

3.1. 4 pontos

Direcção vertical, segundo o eixo dos yy	2 pontos
Sentido de cima para baixo (sentido negativo do eixo)	2 pontos

3.2. 10 pontos

$\Delta y = v_0 \Delta t + \frac{1}{2} a_y \Delta t^2$	3 pontos
$a_y = \frac{v_S - v_R}{\Delta t}$	2 pontos
Substituição e cálculo (verificação)	5 pontos

3.3. 13 pontos

$\vec{F}_e = m \vec{a}_y$ (porque $F_g \ll F_e$)	4 pontos
Substituição e cálculo de $F_e = 2,7 \times 10^{-13} \text{ N}$ (3 + 2)	5 pontos
Direcção e sentido de \vec{F}_e (2 + 2)	4 pontos
– Direcção vertical e sentido de baixo para cima.	
ou	
– Direcção do eixo dos yy e sentido positivo desse eixo.	
ou	
– Direcção e sentido do vector \vec{e}_y .	

3.4. 10 pontos

$W(\vec{F}_e) = \Delta E_C$	4 pontos
$\Delta E_C = \frac{m v_S^2}{2} - \frac{m v_R^2}{2}$	2 pontos
Substituição e cálculo de $W(\vec{F}_e) = 5,4 \times 10^{-15} \text{ J}$ (2 + 2)	4 pontos

A transportar 170 pontos

Transporte 170 pontos

GRUPO III

1. Sentido anti-horário 4 pontos
2. 7 pontos
- 2.1. Forma de uma circunferência 3 pontos
- 2.2. 4 pontos
- Direcção de \vec{B} : direcção do eixo dos xx 2 pontos
- Sentido de \vec{B} : sentido negativo do mesmo eixo 2 pontos
3. 10 pontos
- 3.1. Unidades SI das grandezas (3 × 2) 6 pontos
- 3.2. (2 + 2) 4 pontos
- Direcção de \vec{F} : direcção do eixo dos xx 2 pontos
- Sentido de \vec{F} : sentido positivo do mesmo eixo 2 pontos
4. 9 pontos
- (X) Verdadeira 3 pontos
- (Y) Verdadeira 3 pontos
- (Z) Falsa 3 pontos

TOTAL 200 pontos

