

# 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  
2003

1.ª FASE  
2.ª CHAMADA  
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.

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

### GRUPO I

- Para cada um dos seis itens deste grupo são indicadas cinco hipóteses, 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 partícula de massa  $m$ , suspensa do ponto P por um fio inextensível de massa desprezável, descreve um movimento circular uniforme no plano horizontal, no sentido indicado na figura 1.

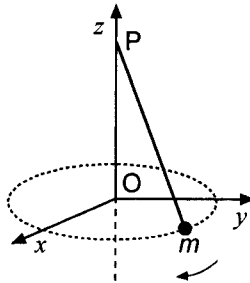
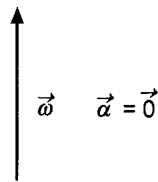
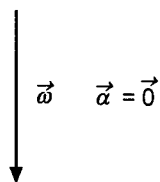


Fig. 1

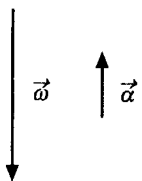
Qual dos seguintes pares de vectores pode representar a velocidade angular e a aceleração angular da partícula?



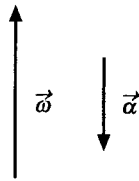
(A)



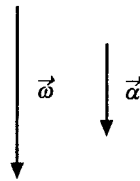
(B)



(C)



(D)



(E)

V.S.F.F.

115.V2/3

2. Um disco de massa  $m$  e velocidade  $\vec{v}_1$  de valor  $v$  (sendo  $v$  positivo) colide frontalmente, de forma perfeitamente inelástica, com outro disco de massa  $3m$  e velocidade  $\vec{v}_2$  de valor  $\frac{v}{3}$ , como está esquematizado na figura 2.

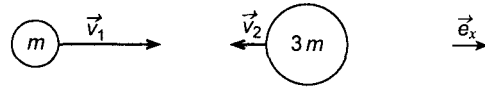


Fig. 2

Qual é a velocidade do centro de massa após a colisão?

- (A)  $-\frac{1}{2} v m \vec{e}_x$   
 (B)  $v m \vec{e}_x$   
 (C)  $\vec{0}$   
 (D)  $\frac{2}{3} v \vec{e}_x$   
 (E)  $-\frac{1}{3} v \vec{e}_x$
3. Quatro partículas de igual massa,  $m$ , estão ligadas por hastas rígidas, de massas desprezáveis e com igual comprimento,  $\ell$ . O sistema assim constituído pode rodar em torno de um eixo fixo, como mostra a figura 3.

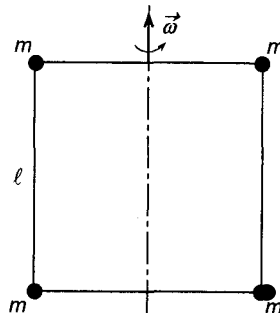


Fig. 3

Se a velocidade de rotação for  $\vec{\omega}$ , qual é o módulo da resultante dos momentos das forças que fazem parar o sistema, no intervalo de tempo  $\Delta t$ ?

- (A)  $4 m^2 \ell \frac{\omega}{\Delta t}$   
 (B)  $2 m \ell^2 \frac{\omega}{\Delta t}$   
 (C)  $m \ell^2 \frac{\omega}{\Delta t}$   
 (D)  $m^2 \ell \omega \Delta t$   
 (E)  $4 m \ell^2 \omega \Delta t$

4. Dois copos idênticos estão inicialmente cheios de água até à borda. Colocou-se em B um cubo de gelo, cuidadosamente, de forma a manter-se constante o nível da água, como a figura 4 ilustra.

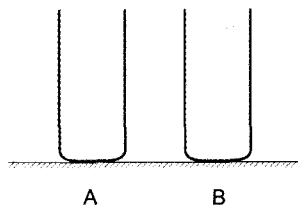


Fig. 4

Enquanto o gelo não funde, o peso de B

- (A) é menor que o de A.
  - (B) é igual ao de A.
  - (C) é maior que o de A.
  - (D) diminuiu de um valor igual à impulsão.
  - (E) aumentou de um valor igual à impulsão.
5. Um ião monopositivo  $C^+$  e um ião mononegativo  $A^-$ , suficientemente afastados para que não haja interacção entre eles, foram abandonados simultaneamente num campo eléctrico uniforme, criado entre duas placas electrizadas, extensas e paralelas (figura 5). A massa de  $C^+$  é maior que a massa de  $A^-$ . Considere desprezável o efeito da força gravítica.

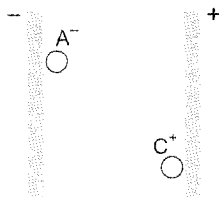


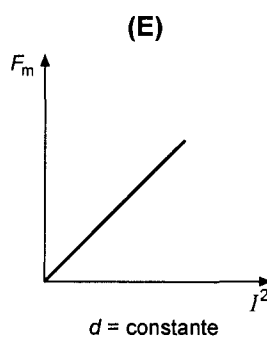
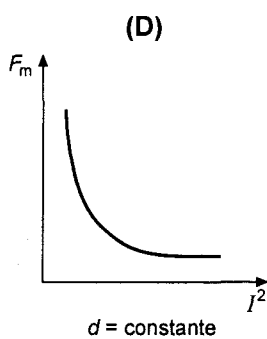
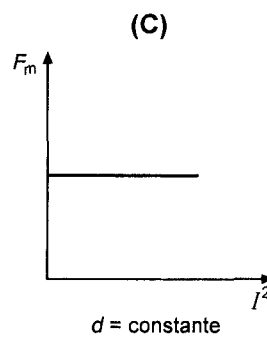
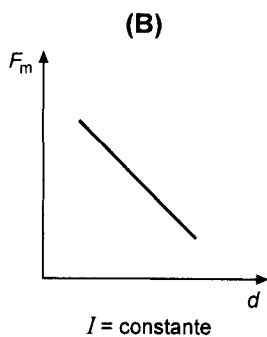
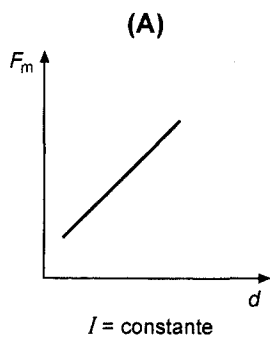
Fig. 5

Qual dos iões tem maior energia cinética quando, devido à aceleração adquirida, atinge a placa oposta?

- (A) O ião  $C^+$ , porque tem maior massa.
- (B) O ião  $A^-$ , porque tem menor massa.
- (C) Não é possível comparar a energia cinética sem conhecer a diferença de potencial entre as placas.
- (D) Não é possível comparar a energia cinética sem conhecer a carga de cada placa.
- (E) Nenhum, pois ambos adquirem a mesma energia cinética.

6. Dois fios condutores, rectilíneos e paralelos, com comprimento igual, colocados a uma distância  $d$  um do outro, são percorridos por uma corrente eléctrica estacionária. O valor da intensidade da corrente,  $I$ , é igual nos dois fios.  $F_m$  é o módulo da força magnética entre os dois fios, por unidade de comprimento destes.

Tendo em atenção as legendas dos gráficos, seleccione aquele que traduz uma relação correcta entre as grandezas representadas.



## GRUPO II

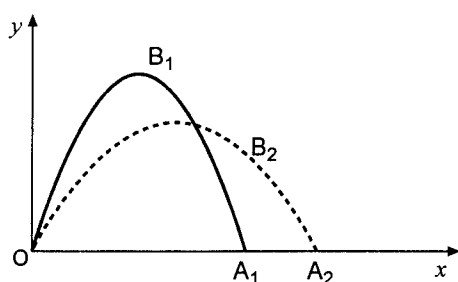
Apresente todos os cálculos que efectuar.

1. Duas balas,  $B_1$  e  $B_2$ , foram lançadas simultaneamente, a partir de um local  $O$  (origem de um referencial  $xOy$ ) para dois alvos,  $A_1$  e  $A_2$ , respectivamente. Ambas têm velocidade de módulo  $v_0 = 270 \text{ m s}^{-1}$ , no instante  $t_0 = 0,00 \text{ s}$ .

Os alvos encontram-se ao mesmo nível do local de lançamento, mas a distâncias diferentes, tal como se observa na figura 6.

A bala  $B_1$  é lançada com o ângulo de elevação de  $60^\circ$ .

Admita que a resistência do ar é desprezável.



$$\sin 60^\circ = 0,87$$

$$\cos 60^\circ = 0,50$$

Fig. 6

- 1.1. Considere o movimento da bala  $B_1$ .

1.1.1. Mostre que o valor da ordenada máxima atingida pela bala é

$$y = \frac{v_{0y}^2}{2g}$$

1.1.2. Calcule as coordenadas do alvo  $A_1$ .

1.1.3. Admita que não existe o alvo  $A_1$ , nem mais nada que impeça o movimento da bala. Calcule a sua velocidade no instante  $t = 50 \text{ s}$ .

- 1.2. Considere o movimento das balas  $B_1$  e  $B_2$ .

1.2.1. Qual das balas atingiu a altura máxima num menor intervalo de tempo?

Fundamente a sua resposta.

1.2.2. Qual o alvo que foi atingido em primeiro lugar?

Fundamente a sua resposta.

V.S.F.F.

115.V2/7

2. Uma moeda  $M$ , de massa  $5,0\text{ g}$ , foi colocada à distância de  $15\text{ cm}$  do centro  $O$  de uma mesa giratória horizontal, cujo momento de inércia é  $0,031\text{ kg m}^2$ . A moeda está em repouso em relação à mesa giratória, que executa  $10$  rotações em  $14\text{ s}$  com velocidade de módulo constante em torno do eixo vertical  $Oz$ .

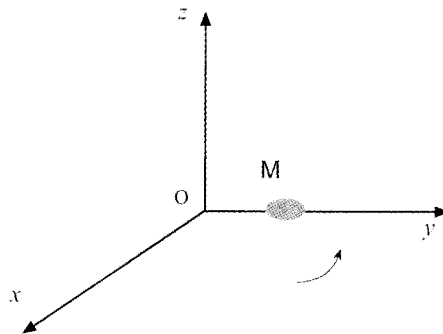
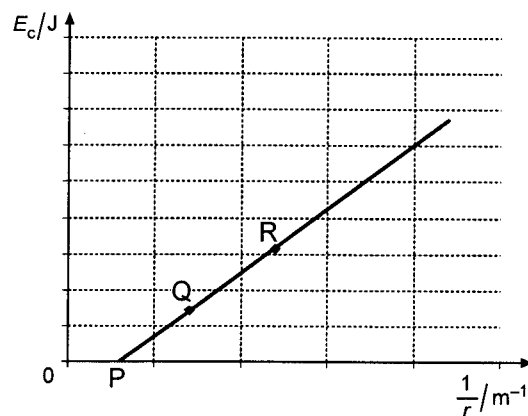


Fig. 7

- 2.1. Reproduza no seu papel de prova a figura 7 e represente vectores que possam corresponder à velocidade, à aceleração e ao momento angular da moeda quando ela passa pela posição indicada na figura.  
Faça a respectiva legenda.
- 2.2. Determine o módulo da velocidade da moeda.
- 2.3. Calcule o coeficiente de atrito mínimo entre as superfícies em contacto, da mesa giratória e da moeda, que permite a esta ainda manter-se em repouso sobre a mesa, naquela posição, quando o módulo da sua velocidade aumentar para  $0,8\text{ m s}^{-1}$ .
- 2.4. Calcule o módulo do momento angular do sistema, *mesa giratória + moeda*, em relação ao eixo de rotação da mesa, nas condições de 2.3. ( $|\vec{v}| = 0,8\text{ m s}^{-1}$ ).



3. Uma nave afasta-se da Terra. Os registos dos valores da velocidade da nave, medidos a diferentes distâncias  $r$ , do centro da Terra à nave, permitiram construir o gráfico que mostra a sua energia cinética em função de  $\frac{1}{r}$ . Considere a massa da nave constante e que os motores não foram usados.



- 3.1. Em qual dos pontos representados no gráfico, Q ou R, é maior a energia potencial do sistema nave + Terra?

Fundamente a sua resposta.

- 3.2. Tendo em conta a posição do ponto P, justifique se a energia cinética com que a nave foi lançada, foi, ou não, suficiente para esta escapar à atracção gravitacional da Terra.

- 3.3. Sejam:

$m$  – massa da nave

$m_T$  – massa da Terra

$r_T$  – raio da Terra

$g_0$  – aceleração da gravidade à superfície da Terra

$v_e$  – velocidade de escape da nave

$F$  – força gravitacional

$G$  – constante universal de gravitação

$E_p$  – energia potencial da nave

$E_c$  – energia cinética da nave

Complete a equação seguinte:

$$\frac{1}{2} m v_e^2 = \frac{\dots}{r_T}$$

Fundamente a expressão que escrever e mostre que  $v_e = \sqrt{2g_0 r_T}$ .

### GRUPO III

Apresente todos os cálculos que efectuar.

1. A observação experimental de um campo electrostático criado por duas cargas eléctricas pontuais pode ser conseguida espalhando sêmola de trigo num recipiente com óleo de rícino e aplicando uma tensão adequada (por exemplo 6000 V) em dois eléctrodos de ponta aguçada mergulhados no óleo. A foto da esquerda ilustra a experiência realizada, e a imagem da direita representa o diagrama das respectivas linhas de campo (figura 8).

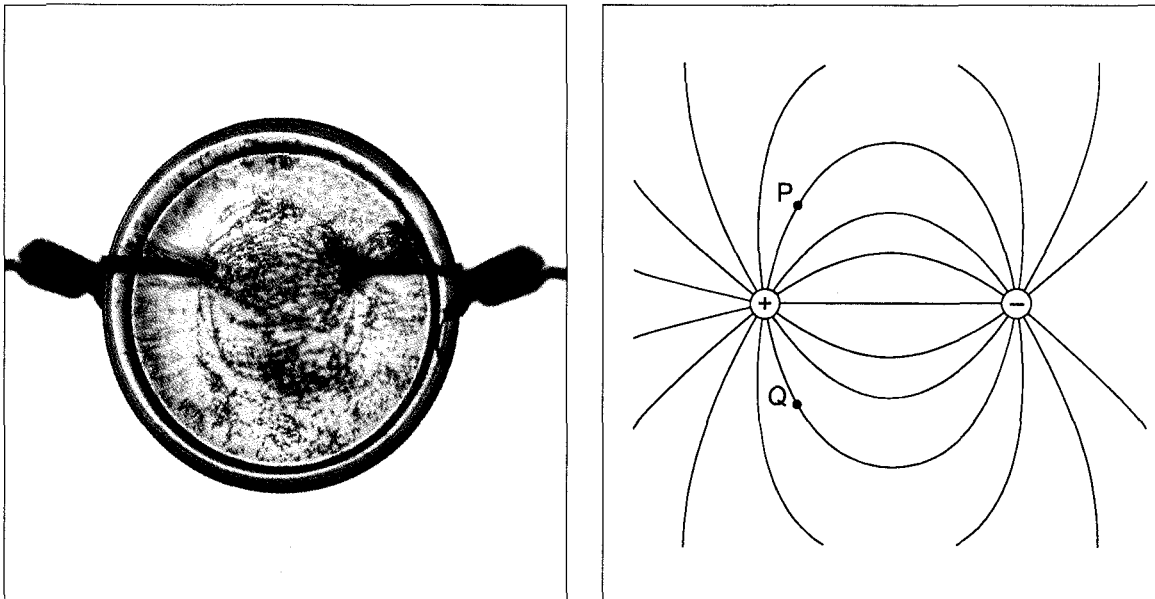


Fig. 8

- 1.1. Esquematize na sua folha de prova o espectro do campo electrostático observado. Considere que P e Q são dois pontos desse campo, pertencentes à mesma linha equipotencial. Faça um esboço dessa linha.
- 1.2. Represente, no ponto P do mesmo esquema, um esboço do vector campo eléctrico, numa escala arbitrária.
- 1.3. A distância de um determinado ponto R do campo à carga positiva é metade da distância desse mesmo ponto à carga negativa.
- Qual é a razão entre o módulo do campo criado em R devido à carga positiva e o módulo do campo criado no mesmo ponto R devido à carga negativa?

2. As imagens da figura 9 representam, respectivamente, várias agulhas magnéticas e limalha de ferro numa mesma região do espaço, na qual existe um campo magnético com dois pólos. A seta de cada uma das agulhas corresponde ao seu pólo norte.

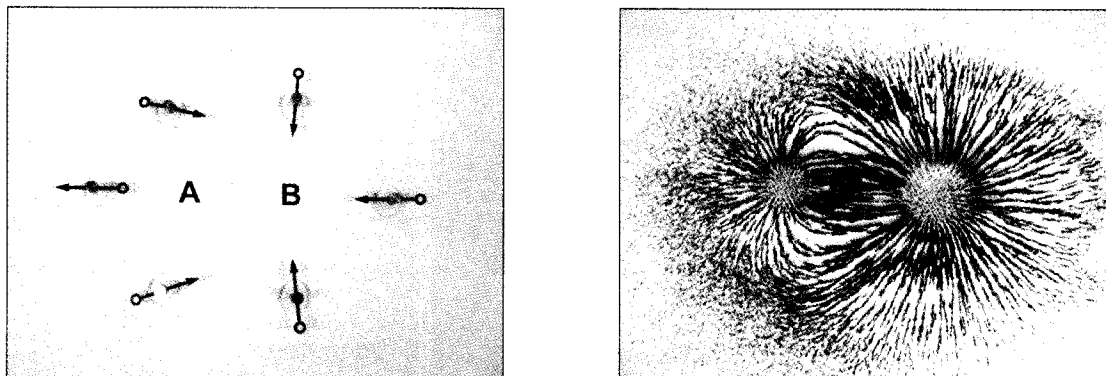


Fig. 9

- 2.1. Explique por que razão não se pode afirmar que se trata de pólos de um só íman, por exemplo, um íman em forma de U.
- 2.2. Qual é o pólo mais intenso do campo magnético observado? Fundamente a resposta.
- 2.3. Identifique os pólos A e B do campo com as letras N (norte) e/ou S (sul).
3. As imagens da figura 10 representam um dispositivo eléctrico e algumas agulhas magnéticas em duas situações distintas, uma sem passagem de corrente e outra com passagem de corrente.

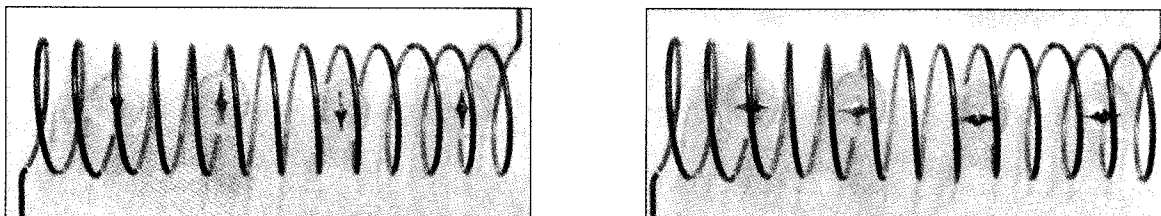


Fig. 10

- 3.1. Como se denomina o dispositivo representado?
- 3.2. Em que condições é que este dispositivo é equivalente a um íman? Explique.

**FIM**

**V.S.F.F.**

115.V2/11

## COTAÇÕES

<b>GRUPO I</b> .....		<b>60 pontos</b>
1.	.....	<b>10 pontos</b>
2.	.....	<b>10 pontos</b>
3.	.....	<b>10 pontos</b>
4.	.....	<b>10 pontos</b>
5.	.....	<b>10 pontos</b>
6.	.....	<b>10 pontos</b>

<b>GRUPO II</b> .....		<b>110 pontos</b>
1.	.....	<b>42 pontos</b>
1.1.	.....	<b>28 pontos</b>
1.1.1.	.....	<b>12 pontos</b>
1.1.2.	.....	<b>8 pontos</b>
1.1.3.	.....	<b>8 pontos</b>
1.2.	.....	<b>14 pontos</b>
1.2.1.	.....	<b>8 pontos</b>
1.2.2.	.....	<b>6 pontos</b>
2.	.....	<b>40 pontos</b>
2.1.	.....	<b>6 pontos</b>
2.2.	.....	<b>10 pontos</b>
2.3.	.....	<b>12 pontos</b>
2.4.	.....	<b>12 pontos</b>
3.	.....	<b>28 pontos</b>
3.1.	.....	<b>6 pontos</b>
3.2.	.....	<b>9 pontos</b>
3.3.	.....	<b>13 pontos</b>

<b>GRUPO III</b> .....		<b>30 pontos</b>
1.	.....	<b>15 pontos</b>
1.1.	.....	<b>5 pontos</b>
1.2.	.....	<b>5 pontos</b>
1.3.	.....	<b>5 pontos</b>
2.	.....	<b>9 pontos</b>
2.1.	.....	<b>3 pontos</b>
2.2.	.....	<b>3 pontos</b>
2.3.	.....	<b>3 pontos</b>
3.	.....	<b>6 pontos</b>
3.1.	.....	<b>2 pontos</b>
3.2.	.....	<b>4 pontos</b>

**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  
 2003

1.ª FASE  
 2.ª CHAMADA

**PROVA ESCRITA DE FÍSICA**

**COTAÇÕES**

	<b>GRUPO I</b> .....		<b>60 pontos</b>
1.	.....	<b>10 pontos</b>	
2.	.....	<b>10 pontos</b>	
3.	.....	<b>10 pontos</b>	
4.	.....	<b>10 pontos</b>	
5.	.....	<b>10 pontos</b>	
6.	.....	<b>10 pontos</b>	
	<b>GRUPO II</b> .....		<b>110 pontos</b>
1.	.....		<b>42 pontos</b>
1.1.	.....	<b>28 pontos</b>	
1.1.1.	.....	12 pontos	
1.1.2.	.....	8 pontos	
1.1.3.	.....	8 pontos	
1.2.	.....	<b>14 pontos</b>	
1.2.1.	.....	8 pontos	
1.2.2.	.....	6 pontos	
2.	.....		<b>40 pontos</b>
2.1.	.....	6 pontos	
2.2.	.....	10 pontos	
2.3.	.....	12 pontos	
2.4.	.....	12 pontos	
3.	.....		<b>28 pontos</b>
3.1.	.....	6 pontos	
3.2.	.....	9 pontos	
3.3.	.....	13 pontos	
	<b>GRUPO III</b> .....		<b>30 pontos</b>
1.	.....		<b>15 pontos</b>
1.1.	.....	5 pontos	
1.2.	.....	5 pontos	
1.3.	.....	5 pontos	
2.	.....		<b>9 pontos</b>
2.1.	.....	3 pontos	
2.2.	.....	3 pontos	
2.3.	.....	3 pontos	
3.	.....		<b>6 pontos</b>
3.1.	.....	2 pontos	
3.2.	.....	4 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

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

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. (42 pontos)

1.1. ....	<b>28 pontos</b>
1.1.1. ....	12 pontos
$y = v_{0y}t - \frac{1}{2}gt^2$ (1).....	2 pontos
Expressão de $v_{0y}$ :	
$v_{0y} = v_0 \sin 60^\circ$ .....	1 ponto
Expressão de $v_y$ :	
$v_y = v_{0y} - gt$ .....	2 pontos
<b>A transportar</b> .....	<b>88 pontos</b>

Para  $t = t_{\text{subida}}$ ,  $v_y = 0 \text{ m s}^{-1}$  ..... 2 pontos

Expressão de  $t_{\text{subida}} = \frac{v_{0y}}{g}$  ..... 2 pontos

Substituição em (1) e simplificação

$y_{\text{máx}} = \frac{v_{0y}^2}{2g}$  ..... 3 pontos

**1.1.2.** ..... 8 pontos

Expressão do alcance  $X = v_{0x} \cdot t_{\text{voo}}$  ..... 2 pontos

$v_{0x} = v_0 \cos 60^\circ$ ;  $v_{0x} = 135 \text{ m s}^{-1}$  ..... 2 pontos

$t_{\text{voo}} = 2 \times t_{\text{subida}}$  ..... 1 ponto

Substituição e cálculo ..... 3 pontos

$X = 6,3 \times 10^3 \text{ m}$  ou  $X = 6,3 \text{ km}$

$Y = 0,00 \text{ m}$

**1.1.3.** ..... 8 pontos

$\vec{v} = v_{0x} \vec{e}_x + (v_{0y} - g t) \vec{e}_y$  ..... 4 pontos

Substituição e cálculo para  $t = 50 \text{ s}$  ..... 4 pontos

$\vec{v} = 135 \vec{e}_x - 265 \vec{e}_y$

$\vec{v} = 1,4 \times 10^2 \vec{e}_x - 2,6 \times 10^2 \vec{e}_y \text{ (m s}^{-1}\text{)}$

**ou**

Se o examinando considerar como origem do movimento o ponto que representa o alcance calculado no item anterior:

$t = 3,0 \text{ s}$  e  $v_{0y} = -235 \text{ m s}^{-1}$  ..... 3 pontos

Cálculo de  $v_y = -265 \text{ m s}^{-1}$  ..... 2 pontos

Expressão da velocidade

$\vec{v} = 1,4 \times 10^2 \vec{e}_x - 2,6 \times 10^2 \vec{e}_y \text{ (m s}^{-1}\text{)}$  ..... 3 pontos

**1.2.** ..... 14 pontos

**1.2.1.** ..... 8 pontos

$B_2$  ..... 2 pontos

Justificação ..... 6 pontos

porque  $t_{\text{subida}}(B_1) = \frac{v_0 \sin \theta_1}{g}$  e  $t_{\text{subida}}(B_2) = \frac{v_0 \sin \theta_2}{g}$

Como  $\theta_2 < \theta_1$ , vem  $\sin \theta_2 < \sin \theta_1$  e, portanto,

$t_{\text{subida}B_2} < t_{\text{subida}B_1}$

**A transportar ..... 102 pontos**

**V.S.F.F.**

115/C/3

1.2.2. .... 6 pontos

B<sub>2</sub> ..... 2 pontos

Justificação ..... 4 pontos

O examinando deverá demonstrar que  $t_{vooB_2} < t_{vooB_1}$ .

Como  $\theta_2 < \theta_1$ , vem  $\sin \theta_2 < \sin \theta_1$  e, portanto,

$$t_{vooB_2} < t_{vooB_1}$$

$$\text{porque } t_{voo(B_1)} = \frac{2v_0 \sin \theta_1}{g} \text{ e } t_{voo(B_2)} = \frac{2v_0 \sin \theta_2}{g}$$

**ou**

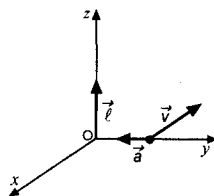
As duas balas são disparadas simultaneamente, com velocidades de igual valor, mas  $v_{0yB_2} < v_{0yB_1}$ , o que implica  $t_{B_2} < t_{B_1}$  e  $t_{vooB_2} < t_{vooB_1}$ .

**ou**

como o tempo de voo é o dobro do tempo de subida, será  $t_{vooB_2} < t_{vooB_1}$ .

2. (40 pontos)

2.1. .... 6 pontos



$\vec{v}$  – velocidade  
 $\vec{a}$  – aceleração  
 $\vec{l}$  – momento angular

Representação dos vectores ..... 3 pontos

Legenda ..... 3 pontos

2.2. .... 10 pontos

Cálculo do período do movimento da moeda,  $T = 1,4 \text{ s}$  ..... 2 pontos

$\omega = \frac{2\pi}{T}$  ..... 1 ponto

Substituição e cálculo do valor  $\omega = 4,48 \text{ rad s}^{-1}$  ..... 3 pontos

$v = \omega r$  ..... 1 ponto

Substituição e cálculo do valor  $v = 0,7 \text{ m s}^{-1}$  ..... 3 pontos

**ou**

$v = \frac{2\pi r}{T}$  ..... 10 pontos



Transporte ..... 118 pontos

2.3. .... 12 pontos

A força resultante que actua na moeda é a força centrípeta  $F_c = F_a$  .. 3 pontos

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

$F_a = \mu R_n$  ..... 1 ponto

Substituição e cálculo de  $\mu$  ..... 6 pontos

$m \frac{v^2}{r} = \mu mg \Rightarrow \mu = 0,43$

2.4. .... 12 pontos

$\vec{L}_{sist} = \vec{L}_{mesa} + \vec{\ell}_{moeda}$  ..... 2 pontos

$\vec{L}_{mesa} = I_{mesa} \vec{\omega}$  e  $\vec{\ell}_{moeda} = \vec{r} \times m \vec{v}$  ou  $\vec{\ell}_{moeda} = m r^2 \cdot \vec{\omega}$  ..... 4 pontos

$|\vec{\omega}|_{moeda} = |\vec{\omega}|_{mesa} = \frac{0,8}{0,15}$  ..... 2 pontos

$\vec{L}_{mesa} = 0,16 \vec{e}_z$  e  $\vec{\ell}_{moeda} = 0,6 \times 10^{-3} \vec{e}_z$  ..... 1 ponto

$\vec{L}_{sist} = 0,1606 \vec{e}_z \Rightarrow \vec{L}_{sist} = 0,16 \vec{e}_z$  ..... 1 ponto

$|\vec{L}_{sist}| = 0,16 \text{ kg m}^2 \text{ s}^{-1}$  ..... 2 pontos

3. (28 pontos)

3.1. .... 6 pontos

No ponto Q ..... 2 pontos

Justificação ..... 4 pontos

O sistema *nave + Terra* é um sistema isolado, logo a  $E_{mec}$  = constante.

Como no ponto Q a  $E_c$  tem menor valor, então a  $E_p$  será maior.

ou

Como  $E_p = -G \frac{m_T m}{r}$  e como Q tem menor  $\frac{1}{r}$ ,  $E_p$  é maior.

3.2. .... 9 pontos

Não foi suficiente..... 2 pontos

Justificação ..... 7 pontos

Se a nave fosse lançada com uma velocidade de valor igual a  $v_e$ , a  $E_{c(f)}$  seria nula para  $r = \infty$ , ou seja, para  $\frac{1}{r} = 0$ . Ora, no gráfico  $E_{c(f)} = 0$  para um  $r$  finito.

A transportar ..... 157 pontos

V.S.F.F.

115/C/5

Transporte ..... 157 pontos

3.3. .... 13 pontos

$\frac{1}{2} m v_e^2 = G \frac{m_T m}{r_T}$  ..... 2 pontos

Justificação ..... 3 pontos

$E_m(\text{inicial}) = E_m(\text{final})$  ..... 1 ponto

$\frac{1}{2} m v_e^2 - G \frac{m_T m}{r_T} = 0 + 0$  ..... 2 pontos

Demonstração ..... 8 pontos

$F_g = G \frac{m_T m}{r_T^2}$  e  $F_g = m g_0$  ..... (2 + 2) ..... 4 pontos

$g_0 = G \frac{m_T}{r_T^2}$  e  $v_e^2 = 2 G \frac{m_T}{r_T}$  ..... (1 + 1) ..... 2 pontos

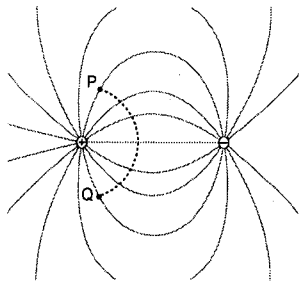
$v_e = \sqrt{2 g_0 r_T}$  ..... 2 pontos

### GRUPO III

1. .... 15 pontos

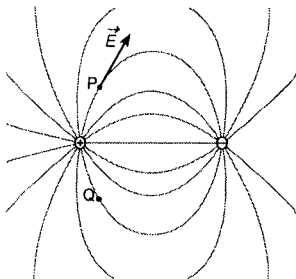
1.1. .... 5 pontos

Traçado da linha equipotencial perpendicular, em cada ponto, à linha de campo.



1.2. .... 5 pontos

Representação do vector  $\vec{E}$ , tangente à linha de campo no ponto P, apontando no sentido em que se moveria uma carga de prova positiva colocada nesse ponto.



A transportar ..... 185 pontos

Transporte ..... 185 pontos

1.3. .... 5 pontos

$$E = k \frac{|q|}{d^2}$$

$$|q_+| = |q_-|$$

$$\frac{E_{R,q_+}}{E_{R,q_-}} = 4$$

2. .... 9 pontos

2.1. .... 3 pontos

Se fosse um só íman, os pólos teriam a mesma intensidade e tanto as linhas de campo como as agulhas magnéticas distribuir-se-iam simetricamente.

2.2. .... 3 pontos

O pólo mais intenso é o B ..... 1 ponto  
Porque para ele convergem nitidamente as agulhas magnéticas, e as linhas de campo estão mais densas à sua volta .. 2 pontos

2.3. .... 3 pontos

B – pólo sul;  
A – pólo norte.

3. .... 6 pontos

3.1. Solenóide ..... 2 pontos

3.2. .... (2 + 2) ..... 4 pontos

Quando nele passa uma corrente eléctrica.  
A passagem da corrente cria um campo magnético em tudo semelhante ao campo criado por um íman em forma de barra.

---

TOTAL ..... 200 pontos

