

# 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  
2001

2.ª FASE  
VERSÃO 1

## PROVA ESCRITA DE FÍSICA

---

### 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.

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

### GRUPO I

- Para cada uma das seis questões 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 hipótese que seleccionar como correcta para cada questão.
- **Não apresente cálculos.**

1. Na figura 1 representam-se quatro das posições de um pêndulo gravítico simples, que oscila entre as posições extremas assinaladas pelas letras P e S. Na posição assinalada pela letra R o fio tem a direcção vertical.
- Considere desprezáveis os efeitos da resistência do ar e do atrito no ponto de suspensão.

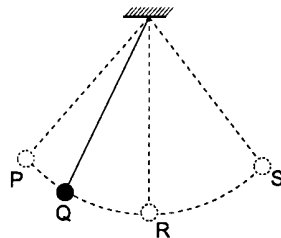
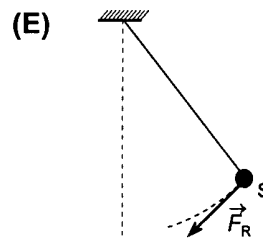
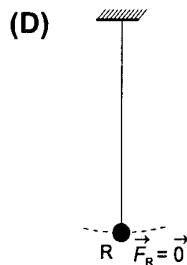
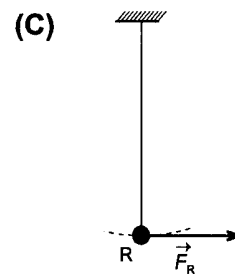
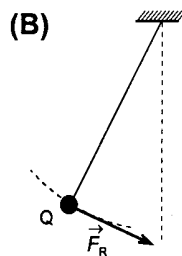
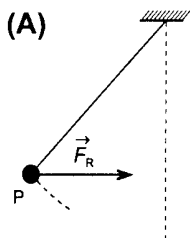


Fig. 1

Selecione o diagrama que, para cada uma das posições assinaladas (P, Q, R e S), representa correctamente, em direcção e sentido, a resultante,  $\vec{F}_R$ , das forças que actuam no pêndulo gravítico.



V.S.F.F.

115.V1/3

2. Um paralelepípedo homogêneo, de dimensões  $\ell \times \ell \times 2\ell$ , assente na superfície horizontal de uma mesa, fica na iminência de deslizar sobre esta, quando actuado sucessivamente pela força horizontal  $\vec{F}_1$  (situação da figura 2) e pela força horizontal  $\vec{F}_2$  (situação da figura 3). Considere  $\vec{F}_{a,1}$  e  $\vec{F}_{a,2}$  as forças de atrito estático que actuam no paralelepípedo nas condições das figuras 2 e 3, respectivamente.

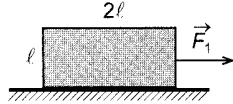


Fig. 2

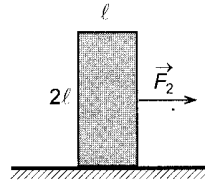


Fig. 3

Nestas condições, podemos afirmar:

- (A)  $F_1 > F_2$  e  $F_{a,1} > F_{a,2}$   
 (B)  $F_1 > F_2$  e  $F_{a,1} = F_{a,2}$   
 (C)  $F_1 < F_2$  e  $F_{a,1} < F_{a,2}$   
 (D)  $F_1 = F_2$  e  $F_{a,1} = F_{a,2}$   
 (E)  $F_1 < F_2$  e  $F_{a,1} = F_{a,2}$
3. A figura 4 representa três sistemas,  $S_1$ ,  $S_2$  e  $S_3$ , constituídos do seguinte modo:

- $S_1$  – uma barra rígida de comprimento  $\ell$  e massa desprezável, com um corpo, suposto pontual, de massa  $m$ , em cada extremidade.  
 $S_2$  – uma barra rígida de comprimento  $2\ell$  e massa desprezável, com um corpo, suposto pontual, de massa  $m$ , em cada extremidade.  
 $S_3$  – uma barra rígida de comprimento  $\ell$  e massa desprezável, com um corpo, suposto pontual, de massa  $m$ , numa extremidade.

Cada um dos sistemas pode rodar em torno de um eixo perpendicular à barra, passando pelo ponto O, que, em  $S_1$  e  $S_2$ , coincide com o ponto médio da barra.

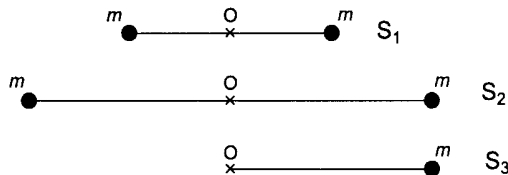


Fig. 4

Representando  $I_1$ ,  $I_2$  e  $I_3$  os momentos de inércia dos sistemas  $S_1$ ,  $S_2$  e  $S_3$  relativamente aos respectivos eixos de rotação, podemos afirmar:

- (A)  $I_2 = 2 I_1$   
 (B)  $I_2 = 4 I_3$   
 (C)  $I_1 = 2 I_3$   
 (D)  $I_1 = I_3$   
 (E)  $I_2 = 4 I_1$

4. Um planeta X considerado homogéneo, de forma esférica, de raio  $R$  e de massa  $m$ , cria, num ponto P à sua superfície, um campo gravitacional de valor  $\mathcal{G}$ .

Comparado com  $\mathcal{G}$ , o valor do campo gravitacional num ponto à superfície de outro planeta também esférico e homogéneo, ...

- (A) ... com a mesma massa e de raio  $2R$ , é duas vezes maior.
- (B) ... com a mesma massa e de raio  $\frac{R}{2}$ , é quatro vezes maior.
- (C) ... de massa  $\frac{m}{2}$  e de raio  $R$ , é duas vezes maior.
- (D) ... de massa  $2m$  e de raio  $2R$ , é igual.
- (E) ... qualquer que seja a massa e o raio, é igual.
5. Sobre um íman em barra, coloca-se uma placa de vidro que é polvilhada com limalha de ferro. Na figura 5 encontram-se representados:
- o íman, cujos pólos norte e sul estão assinalados com **N** e **S**, respectivamente;
  - algumas linhas, segundo as quais se orientam as partículas da limalha de ferro;
  - três pontos P, Q e R.

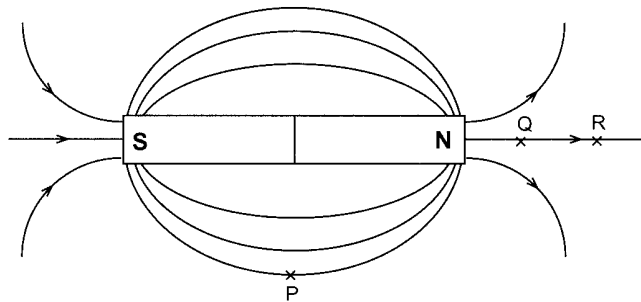


Fig. 5

Nestas condições, podemos afirmar que...

- (A) ... o campo magnético, no ponto P, tem direcção tangente à linha que o contém e sentido de **N** para **S**.
- (B) ... o campo magnético, no ponto P, tem direcção perpendicular à linha que o contém e sentido do ponto P para o íman.
- (C) ... o módulo do campo magnético, no ponto R, é maior do que no ponto Q.
- (D) ... o módulo do campo magnético é igual nos pontos Q e R.
- (E) ... as direcções do campo magnético, nos pontos P e Q, são perpendiculares entre si.

V.S.F.F.

115.V1/5

6. Observe a figura 6, onde **R** e **S** representam duas placas metálicas, paralelas e horizontais, entre as quais coexistem um campo eléctrico  $\vec{E}$ , uniforme, e um campo magnético  $\vec{B}$ , também uniforme. Num dado instante, uma partícula de carga eléctrica negativa atinge com velocidade  $\vec{v}_0$  o orifício P, situado na placa **S**, e descreve a trajectória T no plano  $xOy$ , com movimento uniformemente acelerado.

Considere desprezáveis os efeitos da resistência do ar e da acção gravitacional.

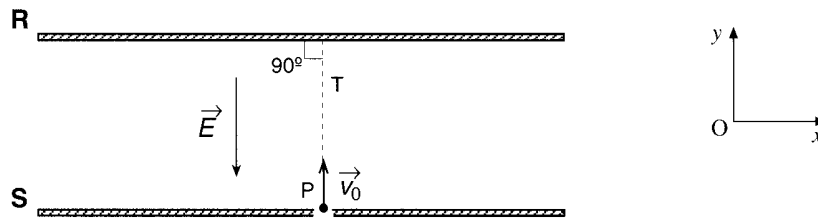


Fig. 6

Nestas condições, podemos afirmar que...

- (A) ... o potencial eléctrico na placa **S** é maior do que na placa **R**.
- (B) ... as forças magnética e eléctrica que actuam na partícula têm a mesma direcção e sentido.
- (C) ... a força magnética que actua na partícula tem a direcção do eixo dos  $zz$ .
- (D) ... o campo magnético  $\vec{B}$  tem a direcção do eixo dos  $yy$ .
- (E) ... o campo magnético  $\vec{B}$  tem a direcção do eixo dos  $zz$ .

## GRUPO II

Apresente todos os cálculos que efectuar.

1. O movimento de um projectil, de massa 500 g, em relação a um sistema de eixos  $xOy$ , em que  $Ox$  é horizontal e está ao nível do solo, e  $Oy$  é vertical e orientado para cima, é descrito pelas seguintes equações:

$$x = 3,0 t \quad (\text{SI}) \qquad y = 3,0 + 4,0 t - 5,0 t^2 \quad (\text{SI})$$

Considere desprezável o efeito da resistência do ar.

- 1.1. Calcule o ângulo, ou uma função trigonométrica do ângulo, que a direcção da velocidade inicial do projectil faz com a direcção horizontal.
  - 1.2. Calcule o intervalo de tempo, a partir do instante do lançamento, que o projectil demora a atingir a posição em que a sua energia cinética tem valor mínimo.
  - 1.3. Calcule a energia mecânica do projectil em relação ao solo. Considere nula a energia potencial gravítica ao nível do solo.
2. Um sistema é constituído por três partículas A, B e C de massas  $m_A = m$ ,  $m_B = 3m$  e  $m_C = 2m$ . As partículas têm movimentos rectilíneos e uniformes num plano horizontal  $xOy$  com velocidades respectivamente:

$$\vec{v}_A = -v \vec{e}_x \qquad \vec{v}_B = v \vec{e}_x - v \vec{e}_y \qquad \vec{v}_C = v \vec{e}_y$$

Despreze o efeito das forças de atrito.

- 2.1. Num dado instante, as partículas encontram-se nas posições representadas na figura 7. Calcule, para esse instante e em função de  $\ell$ , as coordenadas de posição do centro de massa do sistema de partículas.
- 2.2. Determine:
  - 2.2.1. a velocidade do centro de massa do sistema, em função de  $v$ .
  - 2.2.2. o momento linear do sistema, em função de  $m$  e  $v$ .
- 2.3. Qual é a aceleração do centro de massa do sistema de partículas? Justifique.

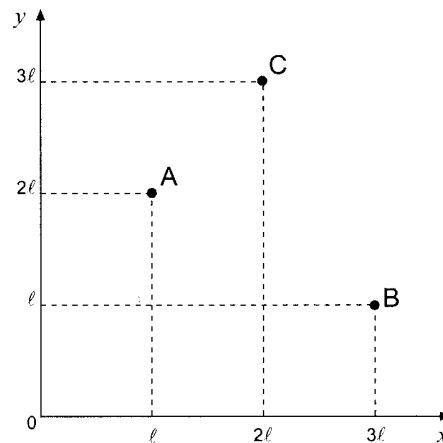


Fig. 7

V.S.F.F.

115.V1/7

3. Observe a figura 8.

Duas cargas eléctricas pontuais,  $q_1 = 1,0 \times 10^{-8} \text{ C}$  e  $q_2 = -2,0 \times 10^{-8} \text{ C}$ , encontram-se fixas no vazio, respectivamente, no ponto O e no ponto A.

O ponto O é o centro de uma circunferência, de raio 10 cm, e os pontos A, B, C e D pertencem à circunferência.

Considere desprezáveis as acções gravitacionais.

$$K_0 = 9,0 \times 10^9 \text{ N m}^2 \text{ C}^{-2}$$

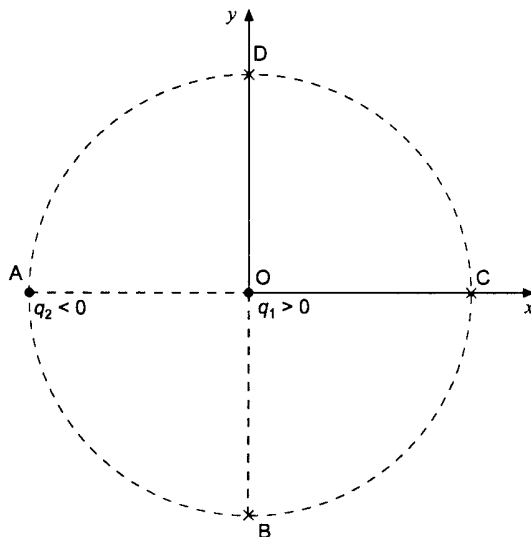


Fig. 8

3.1. Determine o campo eléctrico criado pelas cargas  $q_1$  e  $q_2$  no ponto C.

3.2. Calcule o potencial eléctrico que as cargas  $q_1$  e  $q_2$  criam no ponto B.

3.3. Uma terceira carga eléctrica  $q_3 = 3,0 \times 10^{-12} \text{ C}$ , suposta pontual, descreve o arco  $\widehat{BCD}$ . Qual é o trabalho realizado, neste deslocamento, pela força eléctrica que actua na carga eléctrica  $q_3$  devido à acção das cargas eléctricas  $q_1$  e  $q_2$ ? Justifique.



### GRUPO III

Apresente todos os cálculos que efectuar.

Um grupo de alunos pretende verificar experimentalmente a lei da conservação do momento angular. Utilizam um dispositivo constituído por dois discos **A** e **B** que podem rodar em torno de um eixo comum, vertical, que passa pelos seus centros, e podem ser acoplados de modo a rodarem juntos (figura 9). Os momentos de inércia dos discos, indicados pelo fabricante do dispositivo, são respectivamente:

$$I_A = 8,56 \times 10^{-3} \text{ kg m}^2 \quad \text{e} \quad I_B = 3,51 \times 10^{-3} \text{ kg m}^2$$

Para verificar esta lei da conservação, os alunos realizaram 3 ensaios independentes. Em cada um dos ensaios, o disco **A** é posto a rodar, tendo os alunos medido o módulo da velocidade  $\omega$ . Num dado instante, os discos são acoplados e os alunos medem o módulo da velocidade  $\omega_s$  do sistema constituído pelos discos **A** e **B**.

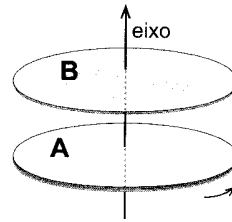


Fig. 9

Os valores medidos nos três ensaios encontram-se registados na seguinte tabela:

	ensaio 1	ensaio 2	ensaio 3
$\omega$ (rad s <sup>-1</sup> )	6,79	5,31	5,26
$\omega_s$ (rad s <sup>-1</sup> )	4,78	3,82	3,81

- Com base nos valores registados na tabela, calcule:
  - a razão  $\frac{\omega}{\omega_s}$  para cada um dos ensaios.
  - o valor da razão  $\frac{\omega}{\omega_s}$  e a respectiva incerteza absoluta que os alunos devem apresentar como resultado.
- Enuncie a lei da conservação do momento angular.
- Verifique se o resultado apresentado em **1.2.** está de acordo com o que se obteria quando se utilizam os valores dos momentos de inércia dos discos fornecidos pelo fabricante do dispositivo.

**FIM**

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

115.V1/9

## COTAÇÕES

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

<b>GRUPO II</b> .....	<b>110 pontos</b>
1. ....	38 pontos
1.1. ....	9 pontos
1.2. ....	15 pontos
1.3. ....	14 pontos
2. ....	37 pontos
2.1. ....	12 pontos
2.2. ....	15 pontos
2.2.1. ....	9 pontos
2.2.2. ....	6 pontos
2.3. ....	10 pontos
3. ....	35 pontos
3.1. ....	16 pontos
3.2. ....	12 pontos
3.3. ....	7 pontos

<b>GRUPO III</b> .....	<b>30 pontos</b>
1. ....	12 pontos
1.1. ....	6 pontos
1.2. ....	6 pontos
2. ....	5 pontos
3. ....	13 pontos

---

**TOTAL** ..... **200 pontos**