

**EXAME NACIONAL DO ENSINO SECUNDÁRIO**

**12.º Ano de Escolaridade (Decreto-Lei n.º 286/89, de 29 de Agosto)**

**Cursos de Carácter Geral e Cursos Tecnológicos**

**Duração da prova: 90 min + 30 min de tolerância**  
**1997**

**2.ª FASE**

**PROVA ESCRITA DE FÍSICA**

- As respostas a todas as questões contidas neste enunciado terão de ser obrigatoriamente escritas na folha destinada à execução da prova.
- Nas questões dos grupos II e III que envolvam cálculos é necessária a sua apresentação.

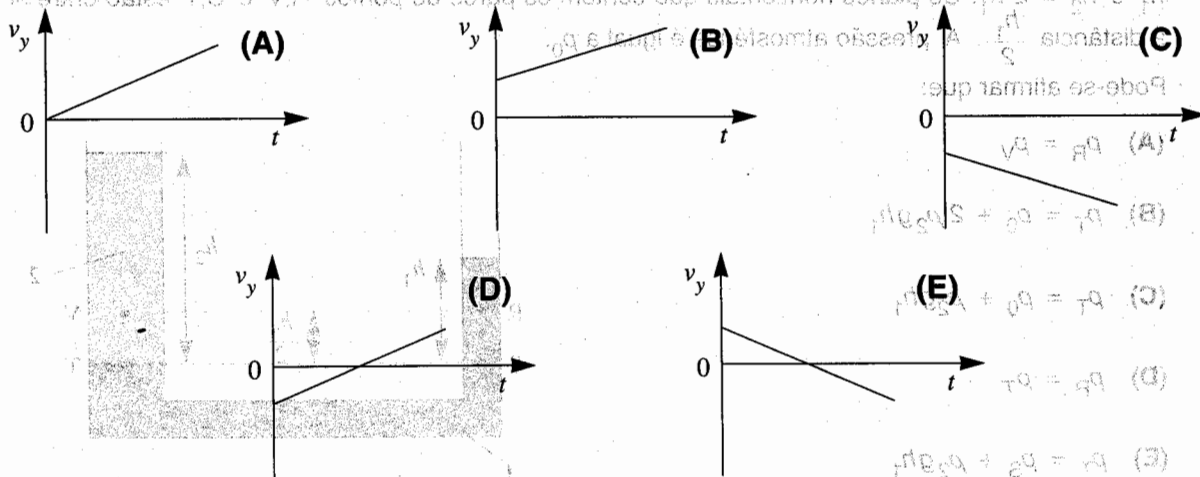
**Utilize para a aceleração da gravidade:  $g = 10 \text{ m s}^{-2}$**

As seis questões deste grupo são todas de escolha múltipla.

Para cada uma das seis questões deste grupo 1, 2, ..., 6, são indicadas cinco hipóteses A, B, C, D e E das quais **só uma** está correcta.

Escreva, na sua folha de prova, a letra correspondente à alternativa que seleccionou para cada questão.

1. Lança-se uma bola obliquamente para cima. Considere o movimento da bola no plano vertical  $xOy$  e que o semieixo  $Oy$  é positivo no sentido ascendente. Despreze a resistência do ar. O gráfico que pode traduzir a variação do valor da componente vertical da velocidade da bola  $v_y$  em função do tempo  $t$ , é:



2. Considere um pêndulo gravítico simples de massa  $m$  e comprimento  $l$  a oscilar com amplitude angular constante  $\theta_{\text{máx}}$  num local onde a aceleração da gravidade é  $g$ . O módulo da tensão máxima do fio é:

- (A)  $\frac{mg}{\cos \theta_{\text{máx}}}$   
 (B)  $mg \cos \theta_{\text{máx}}$   
 (C)  $mg(2 - 3 \cos \theta_{\text{máx}})$   
 (D)  $mg(3 - 2 \cos \theta_{\text{máx}})$   
 (E)  $mg$

3. Uma régua homogénea está suspensa num eixo fixo que passa pelo seu centro  $O$  e é perpendicular ao plano da régua. Se na régua forem aplicadas as forças  $\vec{F}_1$ ,  $\vec{F}_2$ ,  $\vec{F}_3$ , de iguais módulos e cujas linhas de acção pertencem ao plano da régua (figura 1), podemos afirmar que o sistema de forças:

- (A) provoca na régua movimentos de rotação e de translação.  
 (B) tem momento nulo e resultante nula.  
 (C) provoca na régua apenas movimento de rotação.  
 (D) tem momento nulo e resultante não nula.  
 (E) provoca na régua apenas movimento de translação.

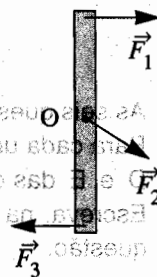


Figura 1

4. A figura 2 representa um sistema de vasos comunicantes que contém dois líquidos não miscíveis 1 e 2, em equilíbrio hidrostático. As densidades dos líquidos 1 e 2 são, respectivamente,  $\rho_1$  e  $\rho_2$ . As alturas dos dois líquidos, medidas a partir da superfície de separação, são respectivamente  $h_1$  e  $h_2 = 2h_1$ . Os planos horizontais que contêm os pares de pontos R,V e S,T estão entre si à distância  $\frac{h_1}{2}$ . A pressão atmosférica é igual a  $p_0$ .

Pode-se afirmar que:

- (A)  $p_R = p_V$   
 (B)  $p_T = p_0 + 2\rho_2gh_1$   
 (C)  $p_T = p_0 + \rho_2gh_1$   
 (D)  $p_R = p_T$   
 (E)  $p_T = p_S + \rho_2gh_1$

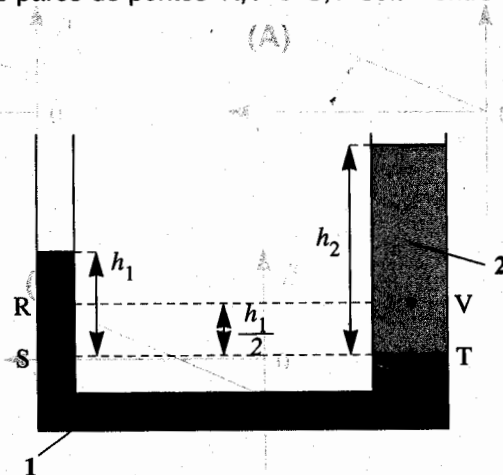


Figura 2

5. Duas cargas eléctricas pontuais,  $+Q$  e  $-Q$ , de igual módulo, encontram-se fixas no vazio à distância  $4d$  uma da outra (figura 3). Considere o ponto P entre as cargas e  $k_0$  a constante eléctrica do vazio.

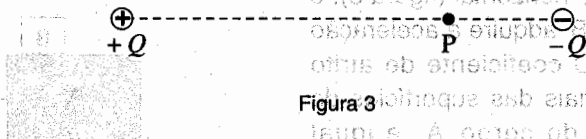


Figura 3

O potencial eléctrico no ponto P do campo eléctrico criado pelas duas cargas é:

- (A)  $-\frac{2}{3} k_0 \frac{Q}{d}$   
 (B)  $\frac{2}{3} k_0 \frac{Q}{d}$   
 (C)  $\frac{2}{3} k_0 \frac{Q}{d^2}$   
 (D)  $-\frac{2}{3} k_0 \frac{Q}{d^2}$   
 (E) zero

6. Uma partícula de massa  $m$  e carga  $Q < 0$  move-se com velocidade  $\vec{v} = -v \vec{e}_z$ . No ponto X penetra numa região R do espaço onde existe um campo eléctrico  $\vec{E} = -E \vec{e}_y$  e um campo gravitacional  $\vec{G} = -G \vec{e}_z$ , ambos uniformes.

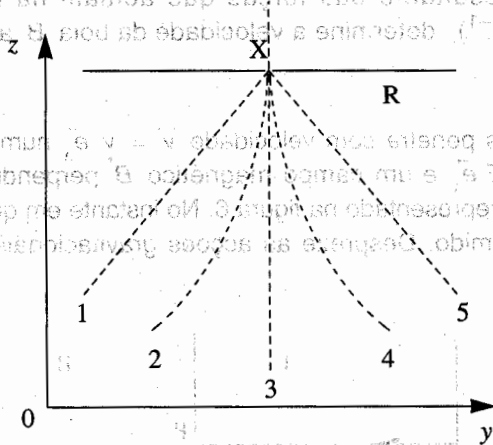


Figura 4

Observe a figura 4. A trajetória seguida pela partícula na região R pode ser:

- (A) o segmento de recta 1  
 (B) o ramo de parábola 2  
 (C) o segmento de recta 3  
 (D) o ramo de parábola 4  
 (E) o segmento de recta 5

5. Duas cargas eléctricas pontuais,  $+Q$  e  $-Q$ , de igual módulo, encontram-se fixas no vácuo à distância  $d$  de uma das vértices de um triângulo equilátero de lado  $d$ . Considere o ponto  $P$  entre as cargas e  $k_0$  a constante de Coulomb.

1. Sobre um corpo A, de massa 8,0 kg, assente numa mesa, coloca-se um outro corpo B, de massa 1,0 kg. Ao ser aplicada no corpo A uma força constante  $\vec{F}$ , horizontal (figura 5), o sistema de corpos A + B adquire a aceleração  $\vec{a} = 3,0 \vec{e}_x$  ( $\text{m s}^{-2}$ ). O coeficiente de atrito cinético entre os materiais das superfícies de contacto, da mesa e do corpo A, é igual a 0,20.

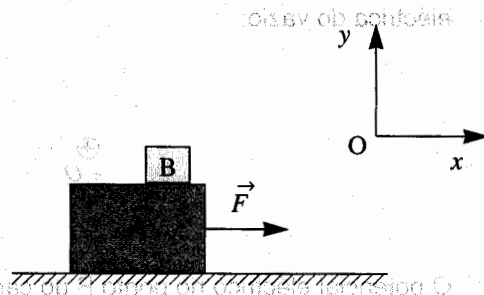


Figura 5

- 1.1. Determine a força de atrito que o corpo A exerce sobre o corpo B.
  - 1.2. Calcule o módulo da força  $\vec{F}$ . Se não resolveu 1.1. considere  $F_a = 4,0 \text{ N}$ .
2. Duas bolas, A e B, de massas  $m_A = 0,5 \text{ kg}$  e  $m_B = 1,0 \text{ kg}$ , moviam-se com velocidades  $\vec{v}_A = 1,2 \vec{e}_x$  ( $\text{m s}^{-1}$ ) e  $\vec{v}_B = -0,6 \vec{e}_x$  ( $\text{m s}^{-1}$ ) quando chocaram elasticamente uma com a outra. Considere desprezável o atrito.
    - 2.1. Para o sistema formado pelas duas bolas e após a colisão:
      - 2.1.1. determine a velocidade do centro de massa;
      - 2.1.2. calcule a energia cinética.
    - 2.2. Se o impulso da resultante das forças que actuam na bola A, durante o choque, for  $-1,2 \vec{e}_x$  ( $\text{kg m s}^{-1}$ ), determine a velocidade da bola B após a colisão.
3. Um feixe de iões positivos penetra com velocidade  $\vec{v} = v \vec{e}_x$  numa região I, onde existem um campo eléctrico  $\vec{E} = -E \vec{e}_y$  e um campo magnético  $\vec{B}$  perpendicular a  $\vec{E}$ , ambos uniformes; os iões seguem o trajecto representado na figura 6. No instante em que o feixe penetra na região II o campo eléctrico é suprimido. Despreze as acções gravitacionais e considere que os iões se movem no vácuo.

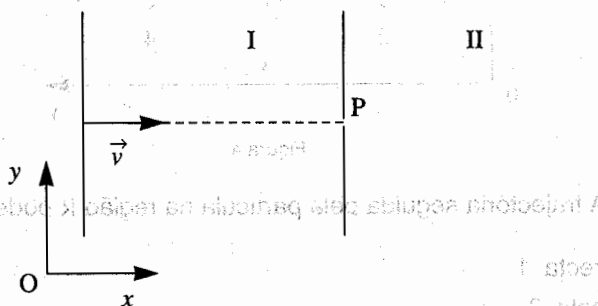


Figura 6

- 3.1. Indique a direcção e o sentido do campo magnético na região I.
- 3.2. Tendo em conta o sistema de eixos da figura caracterize a trajectória dos iões na região II.

Um grupo de alunos, para verificar experimentalmente a lei da conservação do momento angular, usou o seguinte material:

- dois discos iguais (de madeira com orifício central);
- dois suportes com haste e noz;
- balança;
- réguas;
- cronómetros.

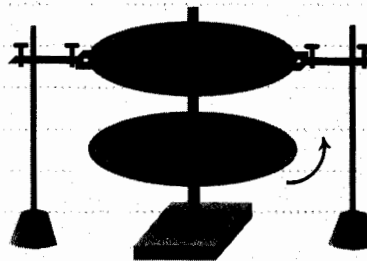


Figura 7

Mediram a massa e o diâmetro dos discos.

Calcularam os valores mais prováveis dessas grandezas e obtiveram:

diâmetro: 24,0 cm

massa: 380 g

Consultaram uma tabela e verificaram que a expressão do momento de inércia de um disco de massa  $m$  e raio  $r$ , em relação ao eixo de rotação perpendicular ao disco, é  $I = \frac{1}{2} m r^2$ .

Colocaram um dos discos de modo a poder rodar com o mínimo de atrito possível em torno do eixo vertical.

Fixaram, através dos suportes, o outro disco na posição horizontal, acima do primeiro, sem tocar no eixo de rotação (figura 7).

Aplicaram um impulso ao disco inferior e mediram o intervalo de tempo  $\Delta t_1$  que corresponde a dez voltas. Mantendo o disco inferior a rodar, retiraram os suportes do disco superior, inicialmente em repouso, que caiu sobre o disco inferior. Mediram o intervalo de tempo  $\Delta t_2$  que corresponde a dez voltas do conjunto dos dois discos.

Registaram os resultados experimentais no quadro seguinte:

	$\Delta t_1 / s$	$\Delta t_2 / s$
4 pontos	3,4	7,0
10 pontos	3,6	7,0
8 pontos	3,5	6,8
6 pontos	3,4	6,9
10 pontos	3,6	6,9

1. Indique um motivo que justifique o facto de os alunos terem medido a duração de dez voltas, em vez de a duração de uma volta.
2. Calcule o módulo do momento angular do sistema imediatamente antes da colisão, e imediatamente após a colisão.
3. Tendo em conta os resultados obtidos poder-se-á afirmar que o objectivo do trabalho foi atingido? Justifique.
4. Enuncie a lei da conservação do momento angular.

FIM

V.S.F.F.

## COTAÇÕES

- I**
- |                  |                  |
|------------------|------------------|
| 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>60 pontos</b> |                  |

- II**
- |                   |                  |
|-------------------|------------------|
| 1.1. ....         | <b>10 pontos</b> |
| 1.2. ....         | <b>20 pontos</b> |
| <b>30 pontos</b>  |                  |
| 2.1. ....         |                  |
| 2.1.1. ....       | <b>17 pontos</b> |
| 2.1.2. ....       | <b>15 pontos</b> |
| <b>32 pontos</b>  |                  |
| 2.2. ....         | <b>18 pontos</b> |
| <b>50 pontos</b>  |                  |
| 3.1. ....         | <b>15 pontos</b> |
| 3.2. ....         | <b>15 pontos</b> |
| <b>30 pontos</b>  |                  |
| <b>110 pontos</b> |                  |

- III**
- |                         |                  |
|-------------------------|------------------|
| 1. ....                 | <b>4 pontos</b>  |
| 2. ....                 | <b>10 pontos</b> |
| 3. ....                 | <b>8 pontos</b>  |
| 4. ....                 | <b>8 pontos</b>  |
| <b>30 pontos</b>        |                  |
| <b>TOTAL 200 pontos</b> |                  |