

# 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  
1999

1.ª FASE  
1.ª CHAMADA  
VERSÃO 1

## PROVA ESCRITA DE FÍSICA

---

### VERSÃO 1

- DEVE INDICAR CLARAMENTE NA SUA FOLHA DE RESPOSTAS A VERSÃO DA PROVA.
- A AUSÊNCIA DESTA INDICAÇÃO IMPLICARÁ A ANULAÇÃO DE TODO O GRUPO I.

V.S.F.F.

115.V1/1

---

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

I

- As seis questões deste grupo são de escolha múltipla.
- 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 prova, a letra correspondente à hipótese que seleccionar como correcta para cada questão.
- Não apresente cálculos.

1. O pêndulo cónico da figura 1 é constituído por um corpo de massa  $m$  suspenso por um fio inextensível, de massa desprezável e comprimento  $l$ .  
O corpo executa um movimento circular no plano horizontal, fazendo o fio um ângulo  $\theta$  com a direcção vertical. Despreze a resistência do ar.

Nestas condições podemos afirmar:

- (A) A velocidade do corpo é constante.
- (B) A resultante das forças que actuam no corpo é centrípeta.
- (C) A aceleração do corpo é nula.
- (D) O módulo da velocidade do corpo depende do valor da massa do corpo.
- (E) O módulo da tensão do fio é inversamente proporcional à massa do corpo.

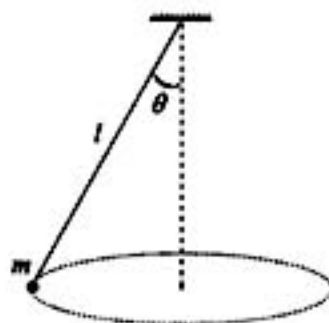


Fig. 1

2. Sobre uma mesa horizontal encontra-se um sistema constituído por dois ímanes ligados por um fio. O fio mantém os ímanes em repouso no referencial laboratório. Queima-se o fio e os ímanes passam a mover-se sem atrito.

Nestas condições, podemos afirmar:

- (A) A trajectória do centro de massa de cada um dos ímanes é curvilínea, em relação ao referencial laboratório.
- (B) A trajectória do centro de massa do sistema é rectilínea, em relação ao referencial do seu centro de massa.
- (C) O movimento do centro de massa do sistema é uniforme, em relação ao referencial do seu centro de massa.
- (D) O centro de massa do sistema está em repouso, em relação ao referencial do centro de massa de cada um dos ímanes.
- (E) O centro de massa do sistema está em repouso, em relação ao referencial laboratório.

3. Considere o binário de forças aplicado na haste AB, representado na figura 2. O módulo do momento deste binário é...

- (A) ...  $F \times \overline{AB}$
- (B) ...  $2F \times \overline{AB}$
- (C) ...  $F \times \overline{AC}$
- (D) ...  $2F \times \overline{AC}$
- (E) ...  $F^2 \times \overline{AC}$

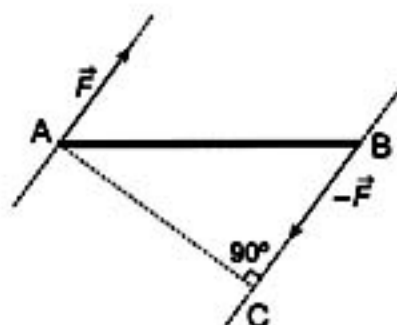
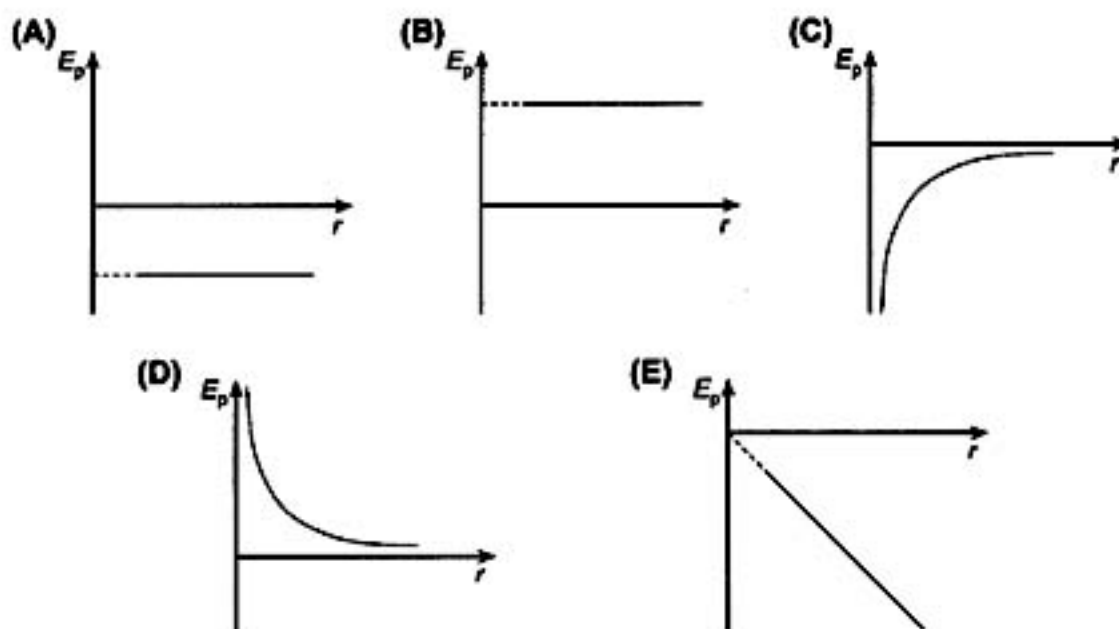


Fig. 2

4. Selecciona o gráfico que traduz como varia a energia potencial,  $E_p$ , de um sistema *Terra + satélite*, em função do raio,  $r$ , das possíveis órbitas circulares de um satélite.



5. Observe a figura 3 onde estão representadas três cargas eléctricas supostas pontuais  $q_1 > 0$ ,  $q_2 < 0$  e  $q_3 < 0$  e um ponto P.

O potencial eléctrico no ponto P...

- (A) ... criado pela carga eléctrica  $q_1$  depende do valor das cargas eléctricas  $q_2$  e  $q_3$ .
- (B) ... criado pelas três cargas eléctricas calcula-se somando vectorialmente os potenciais eléctricos devidos às cargas eléctricas  $q_1$ ,  $q_2$  e  $q_3$ .
- (C) ... criado pelas três cargas eléctricas calcula-se somando algebricamente os potenciais eléctricos devidos às cargas eléctricas  $q_1$ ,  $q_2$  e  $q_3$ .
- (D) ... criado pelas três cargas eléctricas calcula-se somando os módulos dos potenciais eléctricos devidos às cargas eléctricas  $q_1$ ,  $q_2$  e  $q_3$ .
- (E) ... criado pelas três cargas eléctricas é zero.

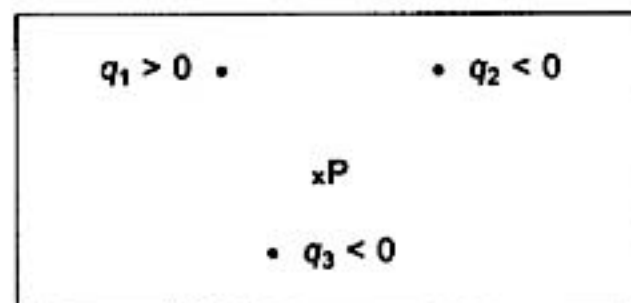


Fig. 3

6. Considere um condutor longo e filiforme percorrido por uma corrente eléctrica de intensidade  $I$ .

Num ponto P, à distância  $r$  do fio condutor, na sua vizinhança e afastado das suas extremidades, o campo magnético criado pela corrente eléctrica...

- (A) ... é directamente proporcional a  $r$ .
- (B) ... é directamente proporcional a  $I$ .
- (C) ... não depende da permeabilidade do meio.
- (D) ... é directamente proporcional a  $r \times I$ .
- (E) ... é directamente proporcional a  $\frac{r}{I}$ .

## II

Apresente todos os cálculos que efectuar.

1. A figura 4 representa um pêndulo gravítico simples ideal, constituído por um corpo de massa 300 g e por um fio de comprimento 60,0 cm. Os pontos A e D assinalam as posições extremas do pêndulo durante o movimento. O ponto B indica a posição em que o fio tem direcção vertical. Despreze o efeito da resistência do ar.

$$\sin 37^\circ = 0,60; \cos 37^\circ = 0,80$$

$$\sin 45^\circ = \cos 45^\circ = 0,71$$

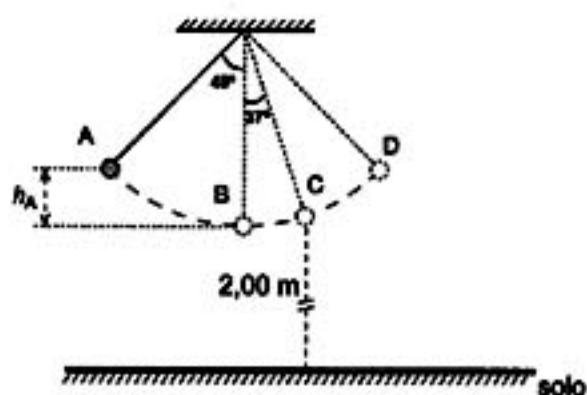


Fig. 4

- 1.1. Considere um instante em que o pêndulo atinge a posição A.
- 1.1.1. Passe a figura 4 para a sua folha de prova e represente o diagrama de forças que actuam no pêndulo nessa posição. Tenha em atenção o comprimento relativo dos vectores. Faça a legenda.
- 1.1.2. Calcule o módulo da resultante das forças, nesse instante.
- 1.2. Posteriormente, quando o pêndulo se deslocava de A para D, ao passar na posição C, que dista 2,00 m do solo, cortou-se o fio. Sabendo que  $h_A$  é 17,4 cm, calcule:
- 1.2.1. O módulo da velocidade do pêndulo na posição C, imediatamente antes de se cortar o fio.
- 1.2.2. A que distância do solo se encontra o corpo, 0,40 s depois de se ter cortado o fio. Se não resolveu 1.2.1. considere  $1,5 \text{ m s}^{-1}$  o módulo da velocidade do pêndulo na posição C.
2. Uma partícula de massa  $m$  é abandonada no ponto P do campo gravítico (figura 5). Despreze o efeito das forças resistentes.
- 2.1. Determine, em função das grandezas  $m$ ,  $g$  e  $d$ , o momento da força gravítica, em relação à origem O do referencial.
- 2.2. Determine, em função do tempo  $t$ , e de  $m$ ,  $g$  e  $d$ , o momento angular da partícula em relação ao ponto O.
- 2.3. Mostre que os resultados obtidos em 2.1. e em 2.2. verificam a Lei da Variação do Momento Angular da partícula.

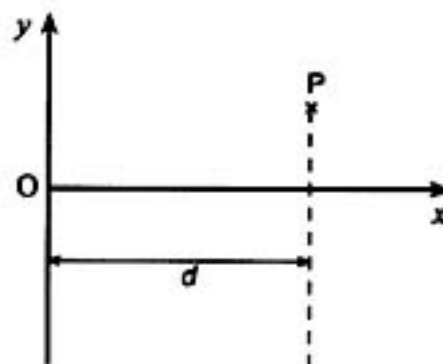


Fig. 5

V.S.F.F.

115.V1/5

3. Numa região, onde existe apenas um campo magnético  $\vec{B}$  uniforme, penetra um feixe de electrões com velocidade  $\vec{v} = 8,0 \times 10^7 \vec{e}_y$  (m s<sup>-1</sup>).  
O feixe descreve uma trajectória semicircular como representa a figura 6, sendo  $\overline{OA} = 20$  cm.

massa do electrão =  $9,1 \times 10^{-31}$  kg  
 massa do positrão =  $9,1 \times 10^{-31}$  kg  
 carga eléctrica do electrão =  $-1,6 \times 10^{-19}$  C  
 carga eléctrica do positrão =  $1,6 \times 10^{-19}$  C

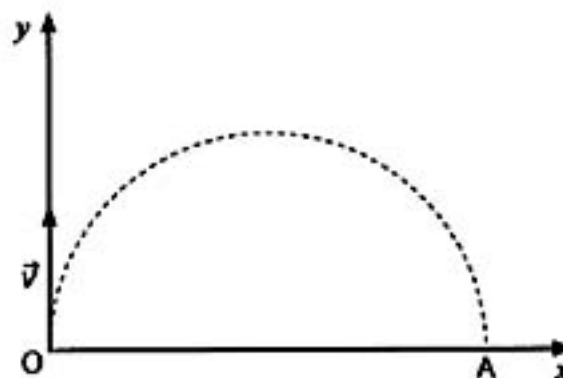


Fig. 6

- 3.1. Que relação existe entre o valor da energia cinética de um electrão no ponto O e no ponto A? Justifique.
- 3.2. Determine o campo magnético referido.
- 3.3. Calcule o tempo necessário para que um electrão se mova de O a A.  
Se não resolveu 3.2. considere  $6,0 \times 10^{-3}$  T o módulo do campo magnético.
- 3.4. Se em vez de um feixe de electrões fosse um feixe de positrões a penetrar com igual velocidade na mesma região, qual deveria ser a modificação no campo magnético para que se observasse a mesma trajectória?

### III

Apresente todos os cálculos que efectuar.

Um grupo de alunos realizou uma experiência baseada nos seus conhecimentos de hidrostática. Utilizaram o seguinte material:

- A – Tubo de plástico transparente de 2,0 cm de diâmetro, colocado na vertical.  
 B – Escala graduada.  
 C – Pequeno tubo de borracha flexível para ligar o tubo A ao manómetro.  
 D – Manómetro.

Procederam do seguinte modo:

Montaram o dispositivo esquematizado na figura 7.

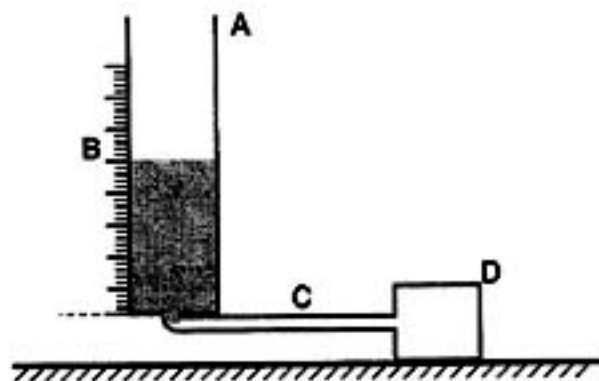


Fig. 7

De início, sem lançar água no tubo A, os alunos ajustaram o manómetro de modo a indicar o valor zero.

Deitaram água no tubo A até uma altura  $h$ . Mediram e registaram o valor de  $h$ . Leram o valor da pressão no manómetro.

Repetiram várias vezes esta operação, para diferentes alturas de água.

Representaram graficamente os valores medidos e traçaram a recta que melhor se ajustava a esses valores.

No gráfico da figura 8 está representada essa recta.

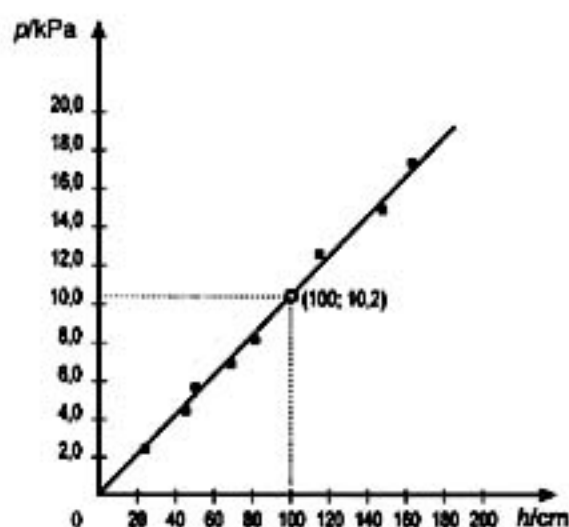


Fig. 8

1. Os valores lidos no manómetro são superiores, inferiores ou iguais ao valor da pressão no fundo do tubo A? Justifique.
2. Com base no gráfico, calcule:
  - 2.1. O valor da aceleração da gravidade, no SI, admitindo que a massa volúmica da água é  $1,0 \times 10^3 \text{ kg m}^{-3}$ .
  - 2.2. A incerteza do valor calculado em 2.1., em relação ao valor  $g = 9,8 \text{ m s}^{-2}$ .  
Apresente o valor da incerteza em percentagem.  
Se não resolveu 2.1. utilize o valor  $10,0 \text{ m s}^{-2}$ .
3. Se os alunos tivessem repetido a experiência, usando um tubo vertical A com 4,0 cm de diâmetro, o gráfico obtido seria idêntico ao da figura 8? Justifique.

**FIM**

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

115.V1/7



## COTAÇÕES

### I

|           |           |
|-----------|-----------|
| 1. ....   | 10 pontos |
| 2. ....   | 10 pontos |
| 3. ....   | 10 pontos |
| 4. ....   | 10 pontos |
| 5. ....   | 10 pontos |
| 6. ....   | 10 pontos |
| <hr/>     |           |
| 60 pontos |           |

### II

|             |           |            |
|-------------|-----------|------------|
| 1.          |           |            |
| 1.1.        |           |            |
| 1.1.1. .... | 6 pontos  |            |
| 1.1.2. .... | 10 pontos |            |
| 1.2.        |           |            |
| 1.2.1. .... | 10 pontos |            |
| 1.2.2. .... | 14 pontos |            |
| <hr/>       |           | 40 pontos  |
| 2.          |           |            |
| 2.1. ....   | 13 pontos |            |
| 2.2. ....   | 12 pontos |            |
| 2.3. ....   | 9 pontos  |            |
| <hr/>       |           | 34 pontos  |
| 3.          |           |            |
| 3.1. ....   | 8 pontos  |            |
| 3.2. ....   | 12 pontos |            |
| 3.3. ....   | 10 pontos |            |
| 3.4. ....   | 6 pontos  |            |
| <hr/>       |           | 36 pontos  |
|             |           | <hr/>      |
|             |           | 110 pontos |

### III

|             |           |            |
|-------------|-----------|------------|
| 1. ....     | 6 pontos  |            |
| 2. ....     | 18 pontos |            |
| 2.1. ....   | 12 pontos |            |
| 2.2. ....   | 6 pontos  |            |
| 3. ....     | 6 pontos  |            |
| <hr/>       |           | 30 pontos  |
|             |           | <hr/>      |
| 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  
1999

1.ª FASE  
1.ª CHAMADA  
VERSÃO 2

## PROVA ESCRITA DE FÍSICA

---

### VERSÃO 2

- DEVE INDICAR CLARAMENTE NA SUA FOLHA DE RESPOSTAS A VERSÃO DA PROVA.
- A AUSÊNCIA DESTA INDICAÇÃO IMPLICARÁ A ANULAÇÃO DE TODO O GRUPO I.

V.S.F.F.

115.V2/1

---

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

I

- As seis questões deste grupo são de escolha múltipla.
- 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 prova, a letra correspondente à hipótese que seleccionar como correcta para cada questão.
- Não apresente cálculos.

1. O pêndulo cónico da figura 1 é constituído por um corpo de massa  $m$  suspenso por um fio inextensível, de massa desprezável e comprimento  $l$ . O corpo executa um movimento circular no plano horizontal, fazendo o fio um ângulo  $\theta$  com a direcção vertical. Despreze a resistência do ar.

Nestas condições podemos afirmar:

- (A) O módulo da tensão do fio é inversamente proporcional à massa do corpo.
- (B) O módulo da velocidade do corpo depende do valor da massa do corpo.
- (C) A aceleração do corpo é nula.
- (D) A resultante das forças que actuam no corpo é centrípeta.
- (E) A velocidade do corpo é constante.

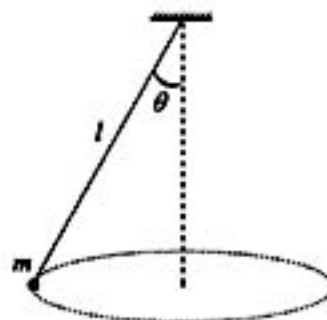


Fig. 1

2. Sobre uma mesa horizontal encontra-se um sistema constituído por dois ímanes ligados por um fio. O fio mantém os ímanes em repouso no referencial laboratório. Queima-se o fio e os ímanes passam a mover-se sem atrito.

Nestas condições, podemos afirmar:

- (A) A trajectória do centro de massa de cada um dos ímanes é curvilínea, em relação ao referencial laboratório.
- (B) A trajectória do centro de massa do sistema é rectilínea, em relação ao referencial do seu centro de massa.
- (C) O movimento do centro de massa do sistema é uniforme, em relação ao referencial do seu centro de massa.
- (D) O centro de massa do sistema está em repouso, em relação ao referencial do centro de massa de cada um dos ímanes.
- (E) O centro de massa do sistema está em repouso, em relação ao referencial laboratório.

3. Considere o binário de forças aplicado na haste AB, representado na figura 2. O módulo do momento deste binário é...

- (A) ...  $F \times \overline{AB}$
- (B) ...  $F \times \overline{AC}$
- (C) ...  $2F \times \overline{AB}$
- (D) ...  $2F \times \overline{AC}$
- (E) ...  $F^2 \times \overline{AC}$

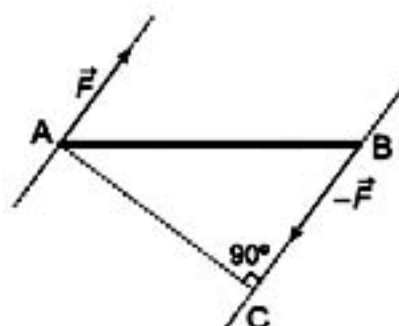
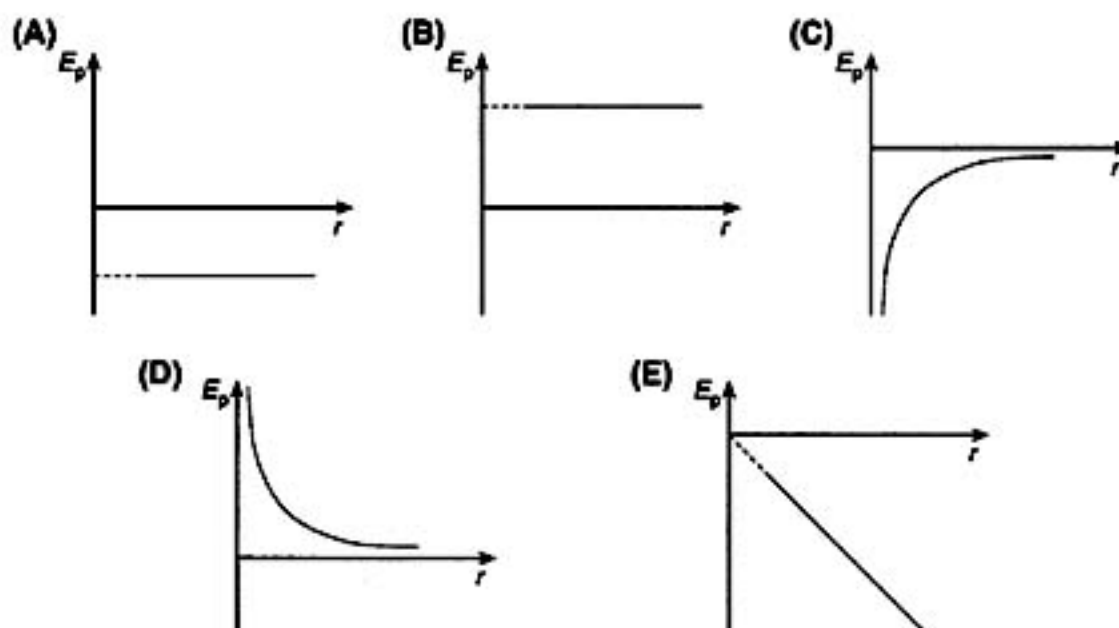


Fig. 2

4. Selecciona o gráfico que traduz como varia a energia potencial,  $E_p$ , de um sistema *Terra + satélite*, em função do raio,  $r$ , das possíveis órbitas circulares de um satélite.



5. Observe a figura 3 onde estão representadas três cargas eléctricas supostas pontuais  $q_1 > 0$ ,  $q_2 < 0$  e  $q_3 < 0$  e um ponto P.

O potencial eléctrico no ponto P...

- (A) ... criado pelas três cargas eléctricas é zero.
- (B) ... criado pelas três cargas eléctricas calcula-se somando os módulos dos potenciais eléctricos devidos às cargas eléctricas  $q_1$ ,  $q_2$  e  $q_3$ .
- (C) ... criado pelas três cargas eléctricas calcula-se somando algebricamente os potenciais eléctricos devidos às cargas eléctricas  $q_1$ ,  $q_2$  e  $q_3$ .
- (D) ... criado pelas três cargas eléctricas calcula-se somando vectorialmente os potenciais eléctricos devidos às cargas eléctricas  $q_1$ ,  $q_2$  e  $q_3$ .
- (E) ... criado pela carga eléctrica  $q_1$  depende do valor das cargas eléctricas  $q_2$  e  $q_3$ .

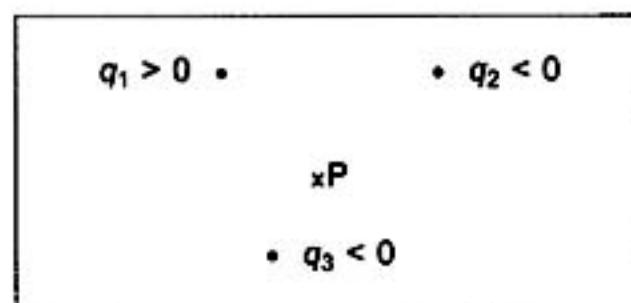


Fig. 3

6. Considere um condutor longo e filiforme percorrido por uma corrente eléctrica de intensidade  $I$ .

Num ponto P, à distância  $r$  do fio condutor, na sua vizinhança e afastado das suas extremidades, o campo magnético criado pela corrente eléctrica...

- (A) ... é directamente proporcional a  $r$ .
- (B) ... é directamente proporcional a  $r \times I$ .
- (C) ... é directamente proporcional a  $\frac{r}{I}$ .
- (D) ... é directamente proporcional a  $I$ .
- (E) ... não depende da permeabilidade do meio.

## II

**Apresente todos os cálculos que efectuar.**

1. A figura 4 representa um pêndulo gravítico simples ideal, constituído por um corpo de massa 300 g e por um fio de comprimento 60,0 cm. Os pontos A e D assinalam as posições extremas do pêndulo durante o movimento. O ponto B indica a posição em que o fio tem direcção vertical. Despreze o efeito da resistência do ar.

$$\sin 37^\circ = 0,60; \cos 37^\circ = 0,80$$

$$\sin 45^\circ = \cos 45^\circ = 0,71$$

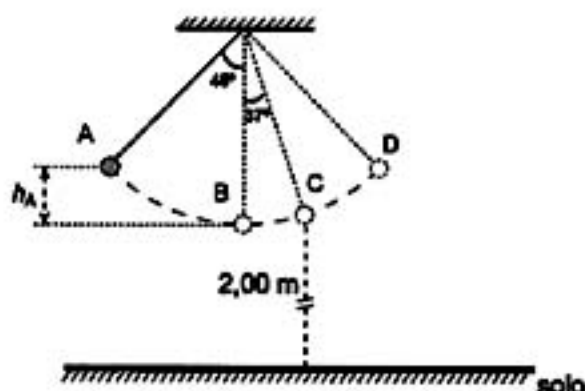


Fig. 4

- 1.1. Considere um instante em que o pêndulo atinge a posição A.

1.1.1. Passe a figura 4 para a sua folha de prova e represente o diagrama de forças que actuam no pêndulo nessa posição. Tenha em atenção o comprimento relativo dos vectores. Faça a legenda.

1.1.2. Calcule o módulo da resultante das forças, nesse instante.

- 1.2. Posteriormente, quando o pêndulo se deslocava de A para D, ao passar na posição C, que dista 2,00 m do solo, cortou-se o fio. Sabendo que  $h_A$  é 17,4 cm, calcule:

1.2.1. O módulo da velocidade do pêndulo na posição C, imediatamente antes de se cortar o fio.

1.2.2. A que distância do solo se encontra o corpo, 0,40 s depois de se ter cortado o fio. Se não resolveu 1.2.1. considere  $1,5 \text{ m s}^{-1}$  o módulo da velocidade do pêndulo na posição C.

2. Uma partícula de massa  $m$  é abandonada no ponto P do campo gravítico (figura 5). Despreze o efeito das forças resistentes.

2.1. Determine, em função das grandezas  $m$ ,  $g$  e  $d$ , o momento da força gravítica, em relação à origem O do referencial.

2.2. Determine, em função do tempo  $t$ , e de  $m$ ,  $g$  e  $d$ , o momento angular da partícula em relação ao ponto O.

2.3. Mostre que os resultados obtidos em 2.1. e em 2.2. verificam a Lei da Variação do Momento Angular da partícula.

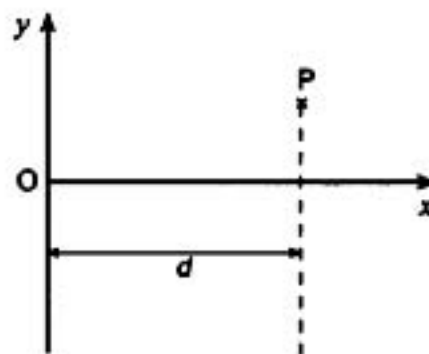


Fig. 5

V.S.F.F.

115.V2/5

3. Numa região, onde existe apenas um campo magnético  $\vec{B}$  uniforme, penetra um feixe de electrões com velocidade  $\vec{v} = 8,0 \times 10^7 \vec{e}_y$  (m s<sup>-1</sup>).  
O feixe descreve uma trajectória semicircular como representa a figura 6, sendo  $\overline{OA} = 20$  cm.

massa do electrão =  $9,1 \times 10^{-31}$  kg  
 massa do positrão =  $9,1 \times 10^{-31}$  kg  
 carga eléctrica do electrão =  $-1,6 \times 10^{-19}$  C  
 carga eléctrica do positrão =  $1,6 \times 10^{-19}$  C

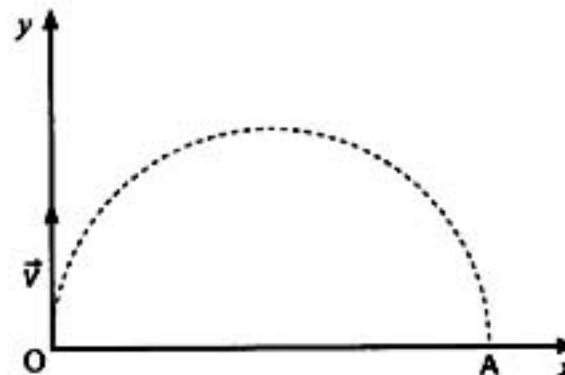


Fig. 6

- 3.1. Que relação existe entre o valor da energia cinética de um electrão no ponto O e no ponto A? Justifique.
- 3.2. Determine o campo magnético referido.
- 3.3. Calcule o tempo necessário para que um electrão se mova de O a A.  
Se não resolveu 3.2. considere  $6,0 \times 10^{-3}$  T o módulo do campo magnético.
- 3.4. Se em vez de um feixe de electrões fosse um feixe de positrões a penetrar com igual velocidade na mesma região, qual deveria ser a modificação no campo magnético para que se observasse a mesma trajectória?

### III

**Apresente todos os cálculos que efectuar.**

Um grupo de alunos realizou uma experiência baseada nos seus conhecimentos de hidrostática. Utilizaram o seguinte material:

- A – Tubo de plástico transparente de 2,0 cm de diâmetro, colocado na vertical.  
 B – Escala graduada.  
 C – Pequeno tubo de borracha flexível para ligar o tubo A ao manómetro.  
 D – Manómetro.

Procederam do seguinte modo:

Montaram o dispositivo esquematizado na figura 7.

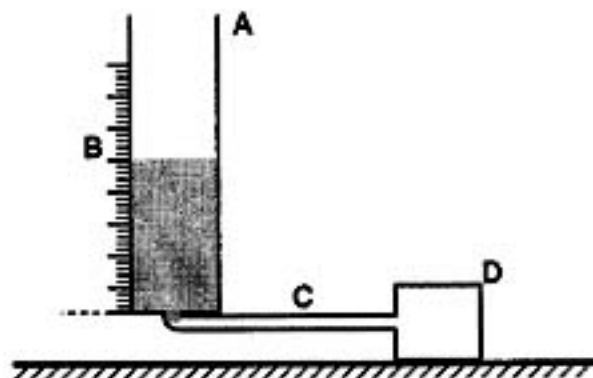


Fig. 7

De início, sem lançar água no tubo A, os alunos ajustaram o manômetro de modo a indicar o valor zero.

Deitaram água no tubo A até uma altura  $h$ . Mediram e registaram o valor de  $h$ . Leram o valor da pressão no manômetro.

Repetiram várias vezes esta operação, para diferentes alturas de água.

Representaram graficamente os valores medidos e traçaram a recta que melhor se ajustava a esses valores.

No gráfico da figura 8 está representada essa recta.

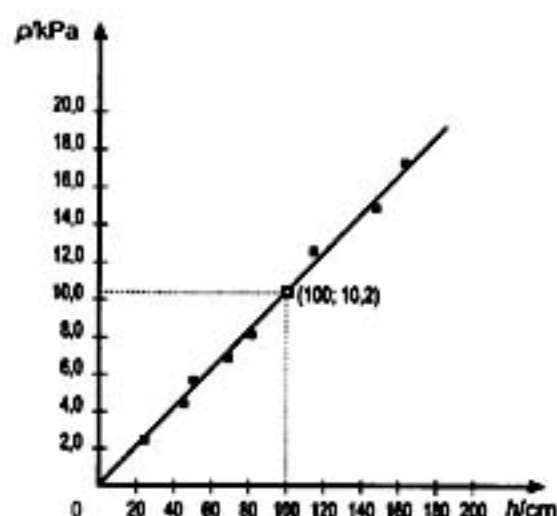


Fig. 8

1. Os valores lidos no manômetro são maiores, menores ou iguais ao valor da pressão no fundo do tubo A? Justifique.
2. Com base no gráfico, calcule:
  - 2.1. O valor da aceleração da gravidade, no SI, admitindo que a massa volúmica da água é  $1,0 \times 10^3 \text{ kg m}^{-3}$ .
  - 2.2. A incerteza do valor calculado em 2.1., em relação ao valor  $g = 9,8 \text{ m s}^{-2}$ . Apresente o valor da incerteza em percentagem.  
Se não resolveu 2.1. utilize o valor  $10,0 \text{ m s}^{-2}$ .
3. Se os alunos tivessem repetido a experiência, usando um tubo vertical A com 4,0 cm de diâmetro, o gráfico obtido seria idêntico ao da figura 8? Justifique.

**FIM**

V.S.F.F.

115.V2/7



## COTAÇÕES

### I

|           |           |
|-----------|-----------|
| 1. ....   | 10 pontos |
| 2. ....   | 10 pontos |
| 3. ....   | 10 pontos |
| 4. ....   | 10 pontos |
| 5. ....   | 10 pontos |
| 6. ....   | 10 pontos |
| <hr/>     |           |
| 60 pontos |           |

### II

|             |           |            |
|-------------|-----------|------------|
| 1.          |           |            |
| 1.1.        |           |            |
| 1.1.1. .... | 6 pontos  |            |
| 1.1.2. .... | 10 pontos |            |
| 1.2.        |           |            |
| 1.2.1. .... | 10 pontos |            |
| 1.2.2. .... | 14 pontos |            |
| <hr/>       |           | 40 pontos  |
| 2.          |           |            |
| 2.1. ....   | 13 pontos |            |
| 2.2. ....   | 12 pontos |            |
| 2.3. ....   | 9 pontos  |            |
| <hr/>       |           | 34 pontos  |
| 3.          |           |            |
| 3.1. ....   | 8 pontos  |            |
| 3.2. ....   | 12 pontos |            |
| 3.3. ....   | 10 pontos |            |
| 3.4. ....   | 6 pontos  |            |
| <hr/>       |           | 36 pontos  |
|             |           | <hr/>      |
|             |           | 110 pontos |

### III

|             |           |            |
|-------------|-----------|------------|
| 1. ....     | 6 pontos  |            |
| 2. ....     | 18 pontos |            |
| 2.1. ....   | 12 pontos |            |
| 2.2. ....   | 6 pontos  |            |
| 3. ....     | 6 pontos  |            |
| <hr/>       |           | 30 pontos  |
|             |           | <hr/>      |
| TOTAL ..... |           | 200 pontos |