

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
2006

1.ª FASE

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.

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. Na situação descrita na figura 1, o carrinho sobe de N até P, com atrito desprezável.

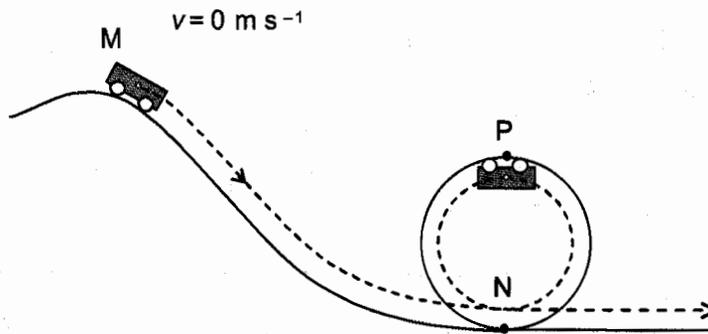


Fig. 1

De acordo com os elementos fornecidos pela figura, seleccione a alternativa que permite construir uma afirmação correcta.

Enquanto o carrinho sobe,

- (A) o módulo da velocidade do carrinho aumenta.
- (B) tanto a sua energia potencial como a sua energia cinética aumentam.
- (C) a intensidade da força centrípeta nele aplicada vai aumentando.
- (D) a sua energia potencial aumenta, e o módulo da sua velocidade diminui.
- (E) a intensidade da força centrípeta nele aplicada mantém-se constante.

2. Para determinar a massa volúmica de um metal, usou-se uma esfera maciça desse metal, suspensa por um fio, um dinamómetro e um copo com água.
A massa volúmica da água é igual a $1,0 \times 10^3 \text{ kg m}^{-3}$.

Valores lidos no dinamómetro:

$5,4 \times 10^{-1} \text{ N}$, quando a esfera está suspensa no ar;

$3,4 \times 10^{-1} \text{ N}$, quando a esfera está completamente mergulhada na água.

Qual é o valor da massa volúmica do metal?

- (A) $2,0 \times 10^3 \text{ kg m}^{-3}$
(B) $3,4 \times 10^3 \text{ kg m}^{-3}$
(C) $5,4 \times 10^3 \text{ kg m}^{-3}$
(D) $4,0 \times 10^3 \text{ kg m}^{-3}$
(E) $2,7 \times 10^3 \text{ kg m}^{-3}$
3. Um berlinde, de massa m , parte do repouso e do ponto P, deslizando sem atrito ao longo da linha PP', pertencente a uma superfície esférica côncava de raio r , representada na figura 2.

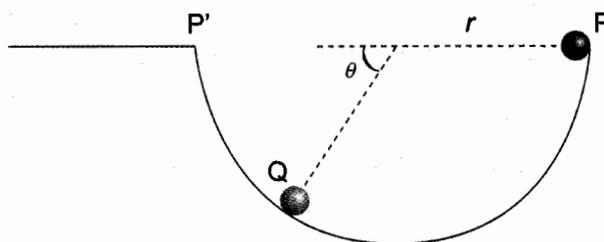


Fig. 2

Sendo g o módulo da aceleração da gravidade, o módulo da velocidade linear do berlinde no ponto Q, em função de r , g e θ , é

- (A) $\sqrt{2gr \cos \theta}$
(B) $\sqrt{gr \cos \theta}$
(C) $\sqrt{2gr \sin \theta}$
(D) $2\sqrt{gr \cos \theta}$
(E) $\sqrt{gr \sin \theta}$

4. O disco 1 gira com uma velocidade angular constante, $\vec{\omega}_1$, em torno do seu eixo de rotação, e o disco 2 gira com uma velocidade angular constante, $\vec{\omega}_2$, em sentido oposto ao do disco 1 (figura 3). Os momentos de inércia dos discos 1 e 2, em relação ao eixo comum de rotação, são, respectivamente, I_1 e I_2 .

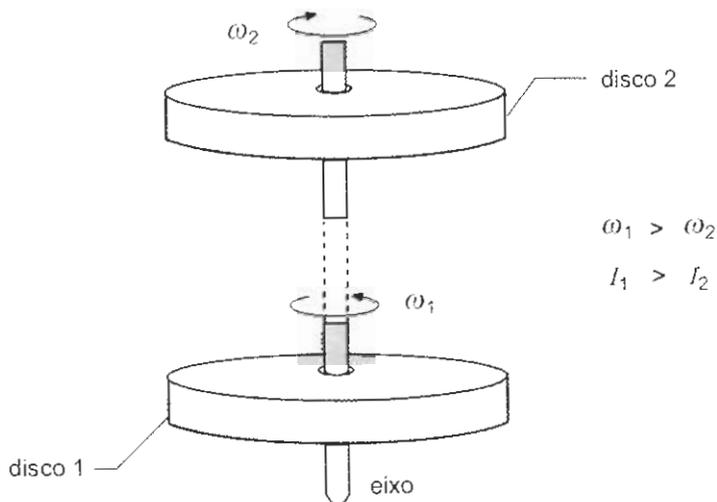


Fig. 3

Em dado momento, o disco 2 cai sobre o disco 1, passando os dois a girar em conjunto. Tendo em conta estas condições, seleccione a alternativa que permite construir uma afirmação correcta.

O módulo da velocidade angular do conjunto, após a colisão, é

(A) $\frac{I_1 \omega_1 - I_2 \omega_2}{I_1 + I_2}$

(B) $\frac{I_1 + I_2}{I_1 \omega_1 - I_2 \omega_2}$

(C) $\frac{I_1 \omega_1 + I_2 \omega_2}{I_1 + I_2}$

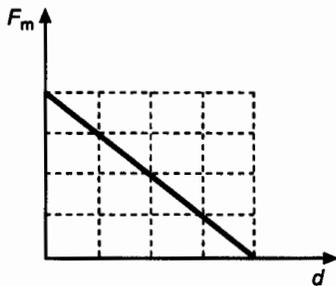
(D) $\frac{I_1 - I_2}{I_1 \omega_1 - I_2 \omega_2}$

(E) $\frac{I_1 + I_2}{I_1 \omega_1 + I_2 \omega_2}$

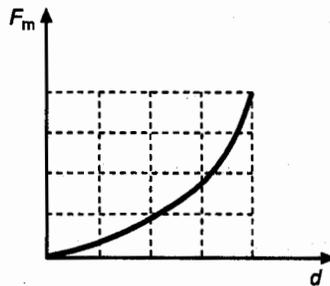
5. Dois fios condutores extensos, paralelos e de igual comprimento, são percorridos por correntes eléctricas do mesmo sentido, com intensidades constantes.

Qual é o gráfico que pode representar a variação da intensidade da força magnética de interacção entre os fios, F_m , em função da distância, d , que os separa?

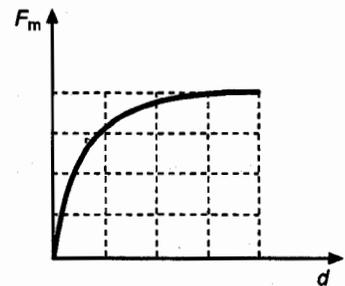
(A)



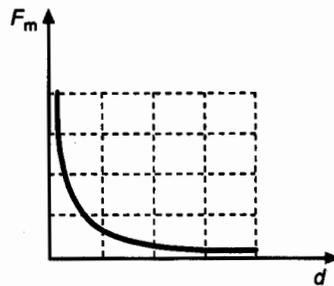
(B)



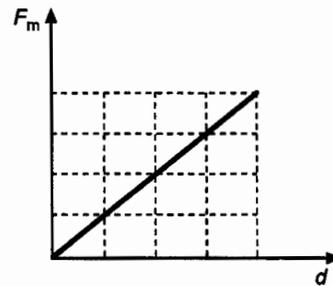
(C)



(D)



(E)



6. Uma partícula de massa m e carga eléctrica q entra numa região do espaço onde existe um campo magnético uniforme, de módulo B , com velocidade de módulo v , perpendicularmente ao campo magnético, \vec{B} .

Despreze a força gravitacional que actua na partícula.

De acordo com estes dados, seleccione a alternativa que permite construir uma afirmação correcta.

O valor do raio da trajectória da partícula naquela região do espaço é

- (A) directamente proporcional ao produto $v B$.
- (B) directamente proporcional a v e inversamente proporcional a B .
- (C) directamente proporcional a v e independente de B .
- (D) independente de v e directamente proporcional a B .
- (E) inversamente proporcional ao produto $v B$.

GRUPO II

Utilize para módulo da aceleração da gravidade $g = 10 \text{ ms}^{-2}$.

—•—

Apresente todos os cálculos que efectuar.

1. As figuras representam a colisão lateral de dois discos, A e B, considerados como partículas de massas iguais, $m_A = m_B = m$. Antes da colisão, o disco A deslocava-se horizontalmente, com velocidade de módulo v_A , e o disco B estava em repouso (figura 4 a)). Após a colisão, os discos deslocam-se nas direcções indicadas na figura 4 b)), sendo as suas velocidades \vec{v}'_A e \vec{v}'_B perpendiculares entre si, e $v'_B = \frac{1}{2} v'_A$. O atrito e a energia cinética associada à rotação dos discos são desprezáveis.

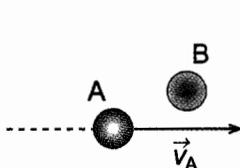


Fig. 4 a)

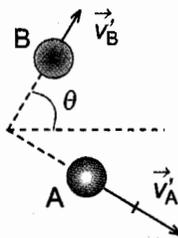
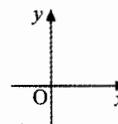


Fig. 4 b)



1.1. Se a colisão for elástica, mostre que $\left(\frac{v_A}{v'_A}\right)^2 = \frac{5}{4}$.

- 1.2. Verifique, aplicando a lei física adequada à colisão entre duas partículas que constituem um sistema isolado, que o ângulo θ da figura 4 b) é tal que

$$\text{sen } \theta = 0,894 \quad \text{e} \quad \text{cos } \theta = 0,448$$

(no final dos seus cálculos, considere, nas casas decimais, arredondamentos apenas às centésimas.)

- 1.3. O movimento do centro de massa deste sistema é rectilíneo e uniforme. Justifique esta afirmação.

2. Para determinar o momento de inércia de um volante, acoplou-se a este um tambor e montou-se o conjunto num eixo de rotação. Enrolou-se, no tambor, um fio inextensível e de massa desprezável, no qual se suspendeu um corpo X, de massa 1,0 kg (figura 5). O tambor, na zona de enrolamento do fio, tem um raio de 15 cm.

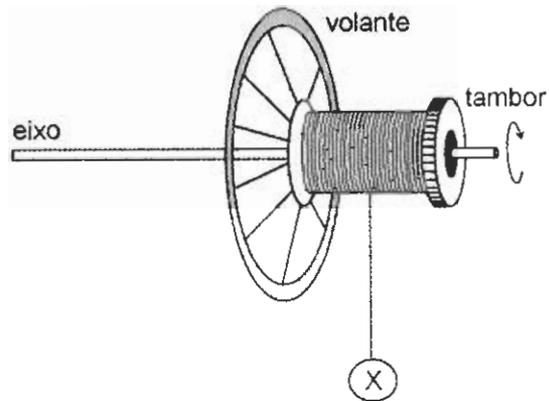


Fig. 5

O corpo X, partindo do repouso, apresenta no instante $t = 2,0$ s uma velocidade de módulo 10 m s^{-1} . O conjunto [*tambor* + *eixo*] tem momento de inércia de $2,0 \times 10^{-2} \text{ kg m}^2$. As forças de atrito no eixo e a resistência do ar são desprezáveis.

- 2.1. Mostre que o módulo da aceleração do corpo X é $5,0 \text{ m s}^{-2}$.
- 2.2. Calcule o módulo da força de tensão exercida pelo fio sobre o corpo X.
- 2.3. O movimento de rotação do conjunto [*tambor* + *eixo* + *volante*] dá-se com aceleração angular nula ou diferente de zero?
Fundamente a resposta, sem efectuar cálculos.
- 2.4. Calcule o momento de inércia do volante.
(Se não resolveu 2.2., considere a força de tensão $T = 5,2 \text{ N}$.)

3. Um pêndulo duplo, situado no ar, é constituído por duas esferas condutoras, A e B, de igual massa e de igual tamanho, que estão suspensas de um ponto O por meio de fios isoladores e inextensíveis. Os comprimentos dos fios são iguais, e a massa de cada esfera é $m = 5,0 \times 10^{-3}$ kg. Por um processo adequado, carregaram-se as duas esferas com carga eléctrica positiva de igual valor. As esferas repelem-se, estabilizando na posição indicada na figura 6.

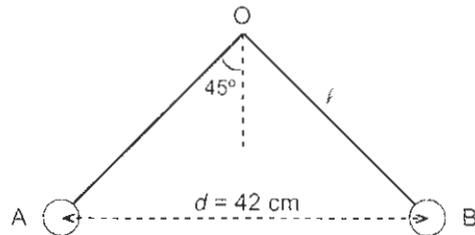


Fig. 6

$$\text{sen } 45^\circ = \text{cos } 45^\circ = 0,71$$

$$\text{Constante electrostática do ar: } k = 9,0 \times 10^9 \text{ N m}^2 \text{ C}^{-2}$$

- 3.1. Esboce o diagrama das forças aplicadas a uma das esferas e apresente a respectiva legenda.
- 3.2. Mostre que o módulo da força eléctrica de interacção entre as esferas é $5,0 \times 10^{-2}$ N.
- 3.3. Calcule o valor da carga eléctrica de cada uma das esferas.
- 3.4. Na linha que une as duas esferas, existe um ponto onde o campo eléctrico por elas criado é nulo.

Qual é o valor do potencial eléctrico nesse ponto?

(Se não resolveu 3.3., considere o valor de cada carga $q = +0,9 \mu\text{C}$.)

GRUPO III

Utilize para módulo da aceleração da gravidade $g = 10 \text{ ms}^{-2}$.

—•—
Apresente todos os cálculos que efectuar.

Um grupo de alunos realizou um trabalho experimental no âmbito do estudo do movimento de um corpo sujeito a forças de atrito.

O equipamento da experiência (figura 7) consistia de uma prancha de madeira, assente num plano horizontal, de um pequeno bloco de aço que os alunos colocaram sobre a prancha e de um dinamómetro. Com o auxílio de um fio, ligaram o bloco de aço ao dinamómetro, fazendo-o passar por uma roldana de momento de inércia e atrito desprezáveis.

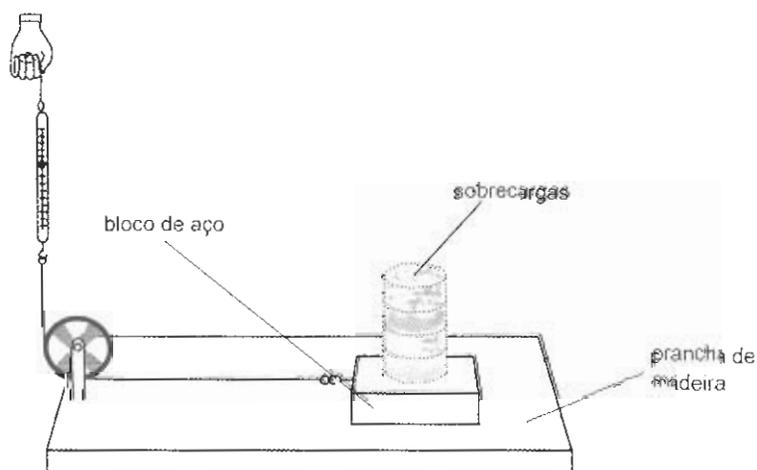


Fig. 7

Os alunos aplicaram uma força de intensidade crescente e leram, no dinamómetro, o valor que colocava o bloco na condição de iminência de entrar em movimento.

Sob proposta do professor, repetiram o procedimento adicionando sucessivamente sobrecargas (que não deslizavam sobre o bloco de aço, durante os ensaios), tendo registado os seguintes valores no Quadro I:

Quadro I

Peso do conjunto [bloco + sobrecargas] (N)	Força (N)
1,60	0,40
2,60	0,60
5,00	1,20
7,40	1,80
10,80	2,60

1. Obtenha o valor médio do coeficiente de atrito estático entre o bloco de aço e a prancha de madeira.
2. Calcule a incerteza absoluta dessa medida.

3. O coeficiente de atrito estático depende do peso do conjunto?

Justifique a sua resposta, em função dos resultados da experiência.

4. Posteriormente, os alunos efectuaram um ensaio suplementar, no qual aumentaram sucessivamente a força com que puxavam o bloco de aço, com sobrecargas (peso do conjunto [bloco + sobrecargas] = 10 N). Num dado instante, o bloco de aço iniciou um movimento rectilíneo uniforme.

Com os dados obtidos a partir de um sistema automático de aquisição de dados, traçaram um esboço do gráfico da variação do módulo, F , da força, ao longo do tempo (figura 8).

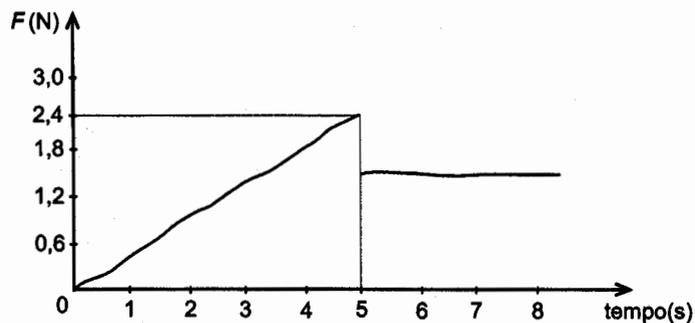


Fig. 8

- 4.1. De acordo com as indicações deste gráfico, calcule novamente o valor do coeficiente de atrito estático entre as superfícies em contacto.
- 4.2. Classifique como Verdadeira ou Falsa cada uma das conclusões inferidas pelos alunos.
 - (A) No instante $t = 0$ s, o gráfico traduz uma situação de atrito cinético.
 - (B) O valor 2,4 N corresponde ao valor máximo do módulo da força de atrito cinético.
 - (C) O módulo da força de atrito cinético é inferior ao valor máximo do módulo da força de atrito estático.

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.	.....	33 pontos
1.1.	.....	13 pontos
1.2.	.....	12 pontos
1.3.	.....	8 pontos
2.	.....	37 pontos
2.1.	.....	7 pontos
2.2.	.....	8 pontos
2.3.	.....	6 pontos
2.4.	.....	16 pontos
3.	.....	40 pontos
3.1.	.....	9 pontos
3.2.	.....	11 pontos
3.3.	.....	10 pontos
3.4.	.....	10 pontos
GRUPO III		30 pontos
1.	.....	7 pontos
2.	.....	5 pontos
3.	.....	5 pontos
4.	.....	13 pontos
4.1.	.....	4 pontos
4.2.	.....	9 pontos
TOTAL		200 pontos