

Exame Final Nacional de Física e Química A
Prova 715 | 2.ª Fase | Ensino Secundário | 2022

11.º Ano de Escolaridade

Decreto-Lei n.º 55/2018, de 6 de julho | Decreto-Lei n.º 27-B/2022, de 23 de março

Entrelinha 1,5

Duração da Prova: 120 minutos. | Tolerância: 30 minutos.

17 Páginas

VERSÃO 1

A prova inclui 16 itens, devidamente identificados no enunciado, cujas respostas contribuem obrigatoriamente para a classificação final. Dos restantes 8 itens da prova, apenas contribuem para a classificação final os 4 itens cujas respostas obtenham melhor pontuação.

Indique de forma legível a versão da prova.

Para cada resposta, identifique o item.

Utilize apenas caneta ou esferográfica de tinta azul ou preta.

Não é permitido o uso de corretor. Risque aquilo que pretende que não seja classificado.

É permitido o uso de régua, esquadro, transferidor e calculadora gráfica.

Apresente apenas uma resposta para cada item.

As cotações dos itens encontram-se no final do enunciado da prova.

A prova inclui uma tabela de constantes, um formulário e uma tabela periódica.

Nas respostas aos itens de escolha múltipla, selecione a opção correta. Escreva, na folha de respostas, o número do item e a letra que identifica a opção escolhida.

Utilize os valores numéricos fornecidos no enunciado dos itens.

TABELA DE CONSTANTES

Capacidade térmica mássica da água líquida	$c = 4,18 \times 10^3 \text{ J kg}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$
Constante de Avogadro	$N_A = 6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
Constante de gravitação universal	$G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$
Índice de refração do ar	$n = 1,000$
Módulo da aceleração gravítica de um corpo junto à superfície da Terra	$g = 10 \text{ m s}^{-2}$
Módulo da velocidade de propagação da luz no vácuo	$c = 3,00 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$
Produto iónico da água (a 25 °C)	$K_w = 1,0 \times 10^{-14}$
Volume molar de um gás (PTN)	$V_m = 22,4 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1}$

FORMULÁRIO

• Quantidade, massa e volume

$$n = \frac{N}{N_A} \qquad M = \frac{m}{n} \qquad V_m = \frac{V}{n} \qquad \rho = \frac{m}{V}$$

• Soluções

$$c = \frac{n}{V} \qquad x_A = \frac{n_A}{n_{\text{total}}} \qquad \text{pH} = -\log \{[\text{H}_3\text{O}^+]/\text{mol dm}^{-3}\}$$

• Energia

$$E_c = \frac{1}{2} m v^2 \qquad E_{\text{pg}} = m g h \qquad E_m = E_c + E_p \qquad P = \frac{E}{\Delta t}$$

$$W = F d \cos \alpha \qquad \sum_i W_i = \Delta E_c \qquad W_{\vec{F}_g} = -\Delta E_{\text{pg}}$$

$$U = R I \qquad P = R I^2 \qquad U = \varepsilon - r I$$

$$E = m c \Delta T \qquad \Delta U = W + Q \qquad E_r = \frac{P}{A}$$

• Mecânica

$$x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a t^2 \qquad v = v_0 + a t$$

$$a_c = \frac{v^2}{r} \qquad \omega = \frac{2\pi}{T} \qquad v = \omega r$$

$$\vec{F} = m \vec{a} \qquad F_g = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

• Ondas e eletromagnetismo

$$\lambda = \frac{v}{f} \qquad \Phi_m = B A \cos \alpha \qquad |\varepsilon_i| = \frac{|\Delta \Phi_m|}{\Delta t}$$

$$n = \frac{c}{v} \qquad n_1 \sin \alpha_1 = n_2 \sin \alpha_2$$

1. O Sol emite luz, mas também fluxos de partículas que constituem o vento solar.

Estas partículas carregadas eletricamente, como prótons, elétrons e íons de hélio, interagem com o campo magnético terrestre, deformando-o.

* 1.1. A Figura 1 ilustra a deformação do campo magnético terrestre por interação com o vento solar.

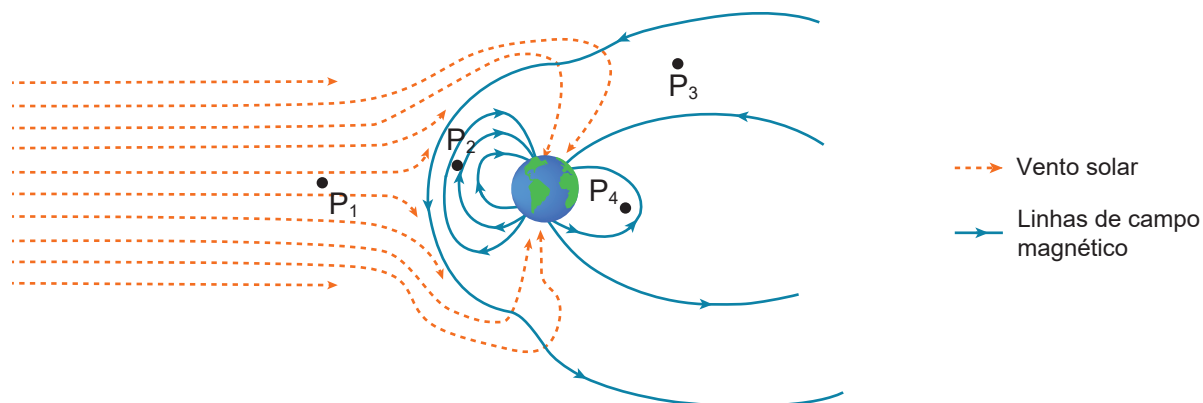


Figura 1

O módulo do campo magnético é maior

- (A) em P_1 do que em P_4 .
- (B) em P_3 do que em P_2 .
- (C) em P_2 do que em P_4 .
- (D) em P_1 do que em P_2 .

1.2. As partículas energéticas constituintes do vento solar, ao entrarem na alta atmosfera terrestre, provocam manifestações de luz conhecidas por auroras. As auroras mais comuns apresentam cor verde, o que se deve, essencialmente, à presença de oxigénio atómico.

1.2.1. Na alta atmosfera terrestre, encontra-se oxigénio atómico, mas raramente se encontra nitrogénio atómico, porque a ligação covalente _____ na molécula de dinitrogénio tem _____ energia de ligação do que a ligação covalente na molécula de dióxigénio.

- (A) dupla ... menor
- (B) dupla ... maior
- (C) tripla ... menor
- (D) tripla ... maior

* **1.2.2.** A cor observada nas auroras mais comuns deve-se à _____ de radiação, associada a transições eletrônicas para níveis de energia _____ do átomo de oxigênio.

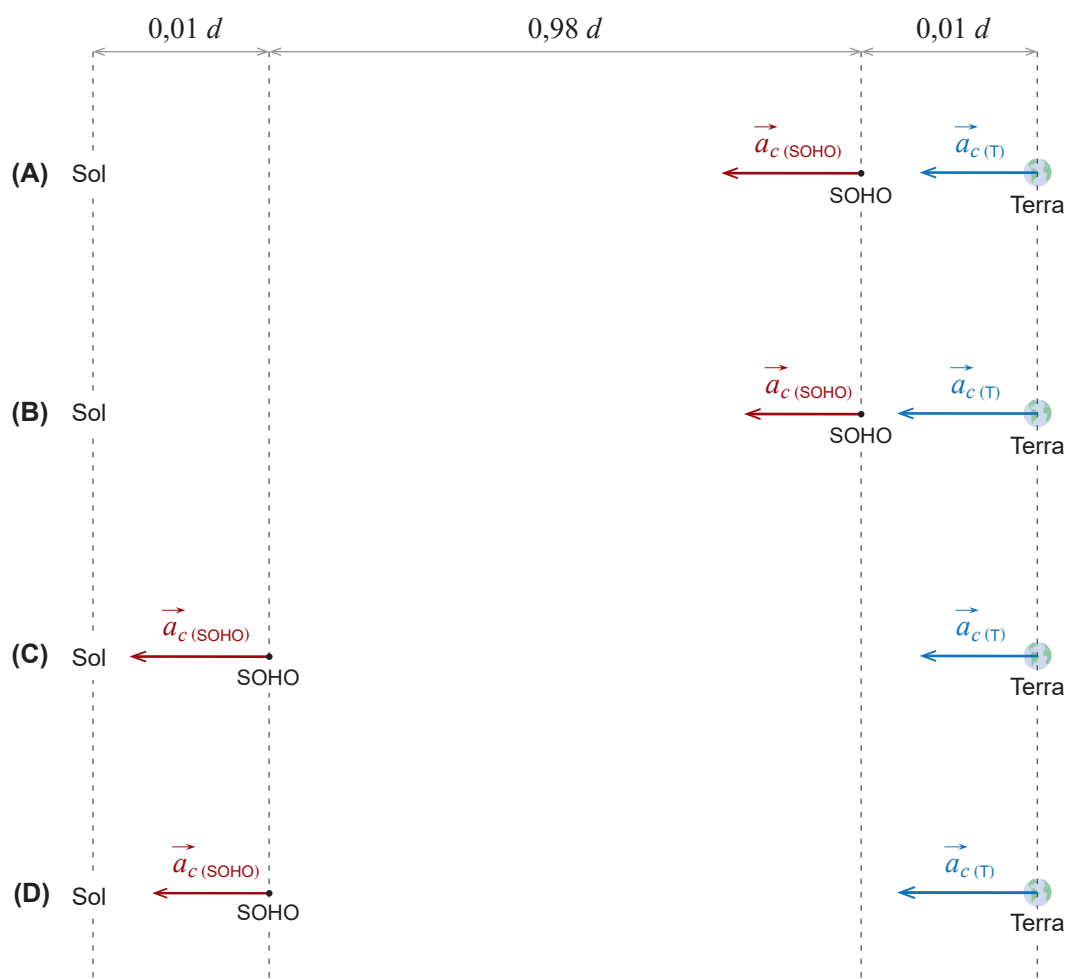
- (A) emissão ... inferiores
- (B) emissão ... superiores
- (C) absorção ... inferiores
- (D) absorção ... superiores

1.3. O satélite de observação solar SOHO contém instrumentos que permitem estudar distúrbios do vento solar.

1.3.1. O SOHO orbita o Sol com movimento circular uniforme e com o mesmo período orbital da Terra. Nos diagramas que se seguem, considere d a distância média da Terra ao Sol.

Admita que a distância do SOHO ao Sol é 99 vezes superior à distância do SOHO à Terra.

Qual dos diagramas (A, B, C ou D) pode representar as acelerações centrípetas, na mesma escala, no SOHO, $\vec{a}_{c(\text{SOHO})}$, e na Terra, $\vec{a}_{c(\text{T})}$?



1.3.2. O satélite SOHO está equipado com painéis fotovoltaicos.

Considere que a potência média da radiação solar por unidade de área, na órbita do satélite, é 1370 W m^{-2} e que o conjunto de painéis fotovoltaicos instalados no satélite tem um rendimento médio de 20%. Admita que a potência útil dos painéis é 1500 W.

Qual das expressões seguintes permite calcular a área total de painéis fotovoltaicos no SOHO?

(A) $\frac{1500 \times 0,20}{1370} \text{ m}^2$

(B) $\frac{1500}{1370 \times 0,20} \text{ m}^2$

(C) $\frac{1370 \times 0,20}{1500} \text{ m}^2$

(D) $\frac{1370}{1500 \times 0,20} \text{ m}^2$

2. Uma rapariga deixa-se baloiçar presa numa corda inextensível, que está atada a um coqueiro, como se representa na Figura 2 (que não está à escala).

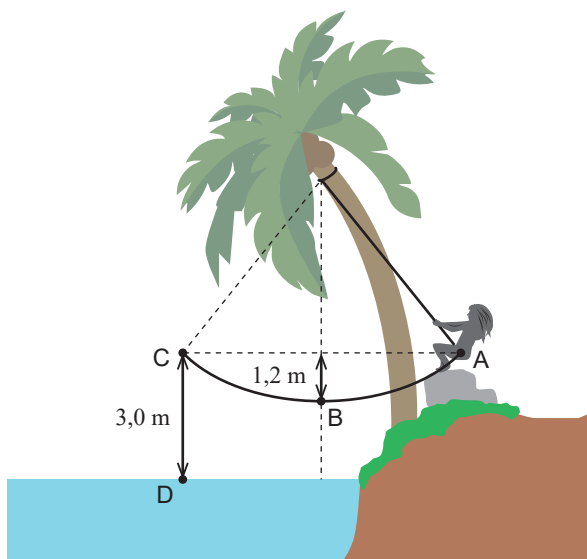


Figura 2

A rapariga parte do repouso em A e oscila presa à corda até C, passando pelo ponto intermédio, B. Em A e em C, a rapariga encontra-se à mesma altura, considerando-se como nível de referência a superfície da água.

Considere que a rapariga pode ser representada pelo seu centro de massa, CM (modelo da partícula material), e que a resistência do ar é desprezável.

Considere a superfície da água como o nível de referência da energia potencial gravítica.

2.1. No movimento da rapariga entre os pontos A e B,

- (A) a variação da energia cinética da rapariga é nula.
- (B) apenas atuam, no CM da rapariga, forças conservativas.
- (C) apenas atuam, no CM da rapariga, forças não conservativas.
- (D) a variação da energia mecânica do sistema *rapariga + Terra* é nula.

* 2.2. Ao atingir o ponto C, a rapariga larga a corda e cai verticalmente, atingindo a superfície da água no ponto D.

Mostre que a razão entre o módulo da velocidade da rapariga no ponto D, v_D , e o módulo da velocidade da rapariga no ponto B, v_B , ou seja, $\frac{v_D}{v_B}$, é 1,6.

3. No laboratório da escola, um grupo de alunos realizou uma atividade experimental que consistia na medição de volumes de água e das massas respectivas. Os alunos usaram uma bureta graduada, um gobelé e uma balança digital.

Considere a temperatura constante ao longo de toda a atividade e que a massa do gobelé, vazio e seco, é 68,82 g.

- 3.1. Os alunos mediram o volume de água escoada para um gobelé.

A Figura 3 ilustra parte da bureta, graduada em cm^3 , estando representado o nível de água observado no início (I) e no final (II) de um dos ensaios.

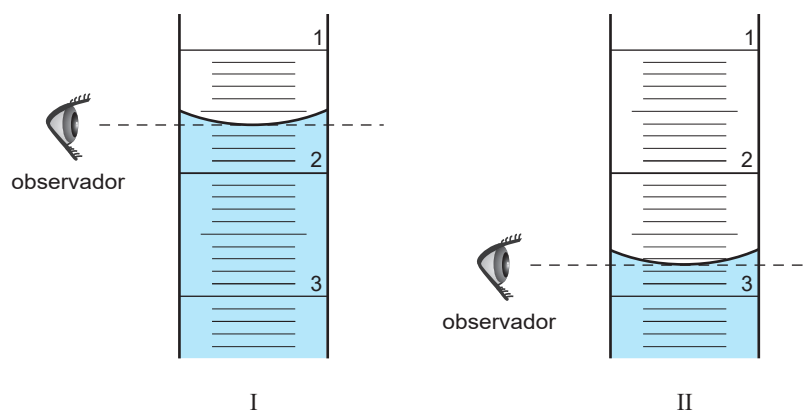


Figura 3

A incerteza da leitura é _____, e o volume de água escoada no ensaio é _____.

- (A) 0,05 cm^3 ... 1,15 cm^3
(B) 0,05 cm^3 ... 0,85 cm^3
(C) 0,10 cm^3 ... 1,15 cm^3
(D) 0,10 cm^3 ... 0,85 cm^3

- * 3.2. Na tabela estão registados os valores do volume, V , de água escoada para o gobelé e da massa, m , de água correspondente.

V / cm^3	m / g
17,30	15,69
32,83	33,54
50,25	49,85
69,71	67,13
84,04	82,24

Calcule a massa de água correspondente ao volume de $61,0 \text{ cm}^3$.

Na resposta:

- apresente a equação da reta de ajuste ao gráfico de m em função de V ;
- apresente o valor solicitado com três algarismos significativos.

Apresente todos os cálculos efetuados.

- * 3.3. Um outro grupo de alunos efetuou a mesma atividade experimental, utilizando o mesmo material, tendo cometido um erro que foi detetado aquando do traçado do gráfico da Figura 4.

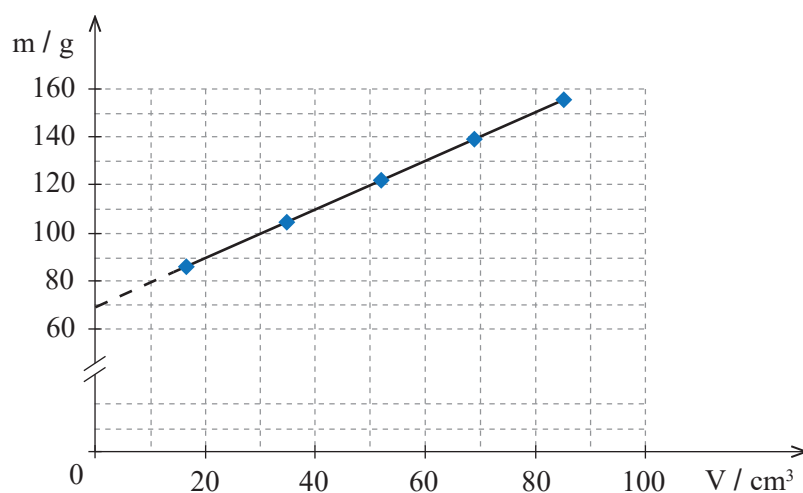


Figura 4

Identifique o erro sistemático cometido pelos alunos e justifique a sua resposta com base na análise do gráfico.

4. Na Figura 5, está esquematizado um processo laboratorial destinado a estudar o aquecimento de uma amostra de água. Montou-se um circuito elétrico com uma pilha, um interruptor e uma resistência de imersão, R . Neste circuito, foram instalados dois aparelhos de medida, um voltímetro e um amperímetro.

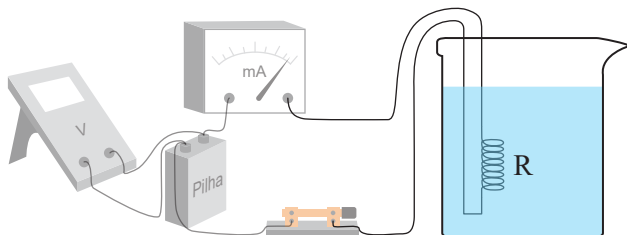
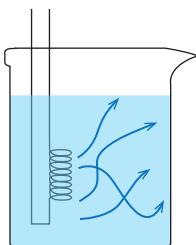


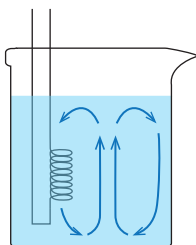
Figura 5

- * 4.1. Qual das opções seguintes pode representar o processo responsável pelo aquecimento da água nesta experiência?

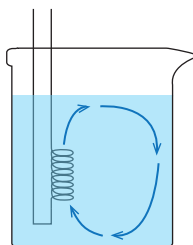
(A)



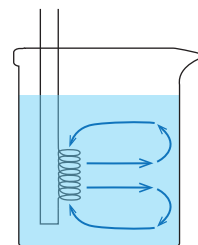
(B)



(C)



(D)



- * 4.2. Num ensaio, foi aquecida uma amostra de água durante 10 minutos, usando-se uma resistência elétrica de imersão. Mediu-se a diferença de potencial, U , de 8,17 V nos terminais da resistência e a corrente elétrica, I , de 700 mA no circuito. Admita que estes valores se mantiveram constantes ao longo do ensaio.

Qual a energia dissipada pela resistência, por efeito Joule, durante este ensaio?

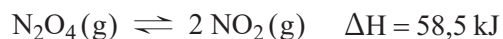
(A) 4,9 kJ

(B) 3,4 kJ

(C) 1,7 kJ

(D) 5,7 kJ

5. Considere o equilíbrio químico entre o tetróxido de dinitrogénio, N_2O_4 , e o dióxido de nitrogénio, NO_2 .



À temperatura de 25°C , a constante de equilíbrio, K_c , é $4,63 \times 10^{-3}$.

* 5.1. Num reator de $7,50 \text{ dm}^3$, introduziram-se $3,0 \text{ mol}$ de $N_2O_4(g)$, à temperatura de 25°C . Calcule a fração molar do $NO_2(g)$ quando o sistema atingiu o equilíbrio, àquela temperatura.

Apresente todos os cálculos efetuados.

* 5.2. Noutro reator, foi introduzido NO_2 . A Figura 6 mostra as variações das concentrações, em mol dm^{-3} , de $NO_2(g)$ e de $N_2O_4(g)$ até o equilíbrio ser atingido, à temperatura T .

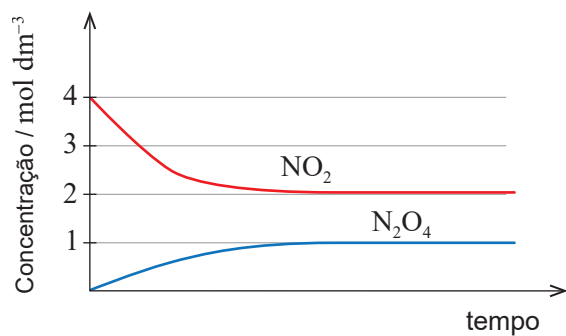


Figura 6

Conclua, justificando, se a temperatura T é maior, menor ou igual a 25°C .

- 5.3. Para produzir o $\text{NO}_2(\text{g})$, recorreu-se a uma reação de oxidação-redução entre o ácido nítrico, HNO_3 , e o cobre, traduzida por



O número de oxidação do nitrogénio na molécula de HNO_3 é

- (A) +5, e esta é a espécie oxidante.
(B) +6, e esta é a espécie oxidante.
(C) +5, e esta é a espécie redutora.
(D) +6, e esta é a espécie redutora.
- 5.4. No laboratório, existe uma solução concentrada de HNO_3 ($M = 63,02 \text{ g mol}^{-1}$; K_a muito elevado), com 68% (em massa) de HNO_3 e massa volúmica $1,41 \text{ g cm}^{-3}$.

- * 5.4.1. Calcule o volume de solução concentrada que é necessário para preparar 250 cm^3 de uma solução diluída de HNO_3 com pH de 0,30.

Apresente todos os cálculos efetuados.

- * 5.4.2. Qual é o par ácido-base conjugado resultante da ionização do ácido nítrico em água?

- (A) $\text{HNO}_3 / \text{H}_2\text{O}$
(B) $\text{HNO}_3 / \text{NO}_3^-$
(C) $\text{H}_2\text{O} / \text{NO}_3^-$
(D) $\text{H}_3\text{O}^+ / \text{NO}_3^-$

6. Um avião a jato, de massa m (em kg), aterriza com pouco combustível na pista retilínea de um porta-aviões, de acordo com a Figura 7, que não está à escala.

No momento em que atinge a pista, o módulo da velocidade do avião é 65 m s^{-1} . Durante a aterragem, um cabo de retenção, CR, provoca uma desaceleração progressiva do avião, na secção horizontal da pista.

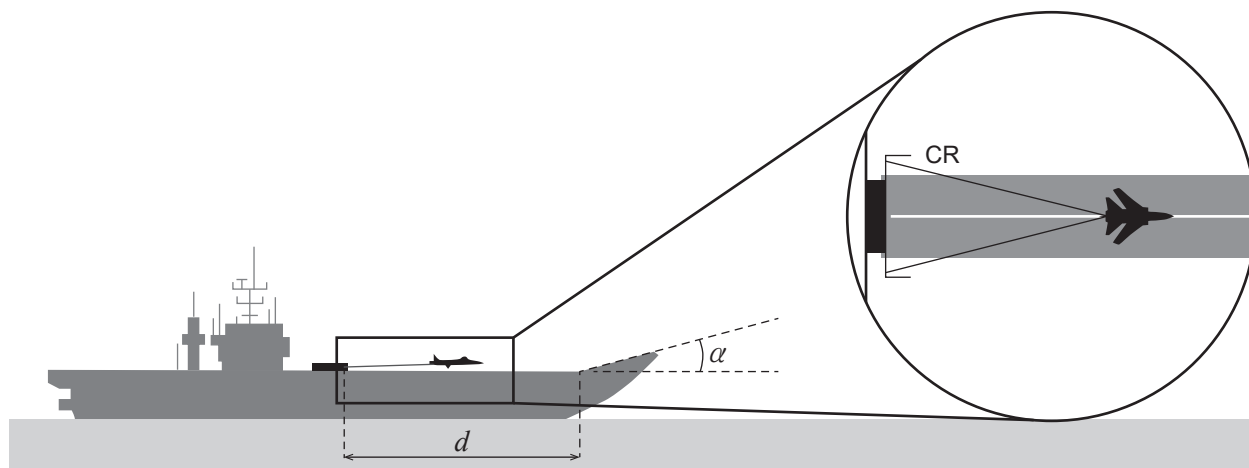


Figura 7

Admita que o cabo de retenção é responsável por uma diminuição de 91,5% da velocidade inicial do avião, mas sofre rotura ao fim de 3,5 s.

Aos 7,8 s, o avião acaba por se imobilizar na secção inclinada da pista.

Na Figura 8, apresenta-se o gráfico do módulo da resultante das forças que atuam no avião durante a aterragem, em função do tempo.

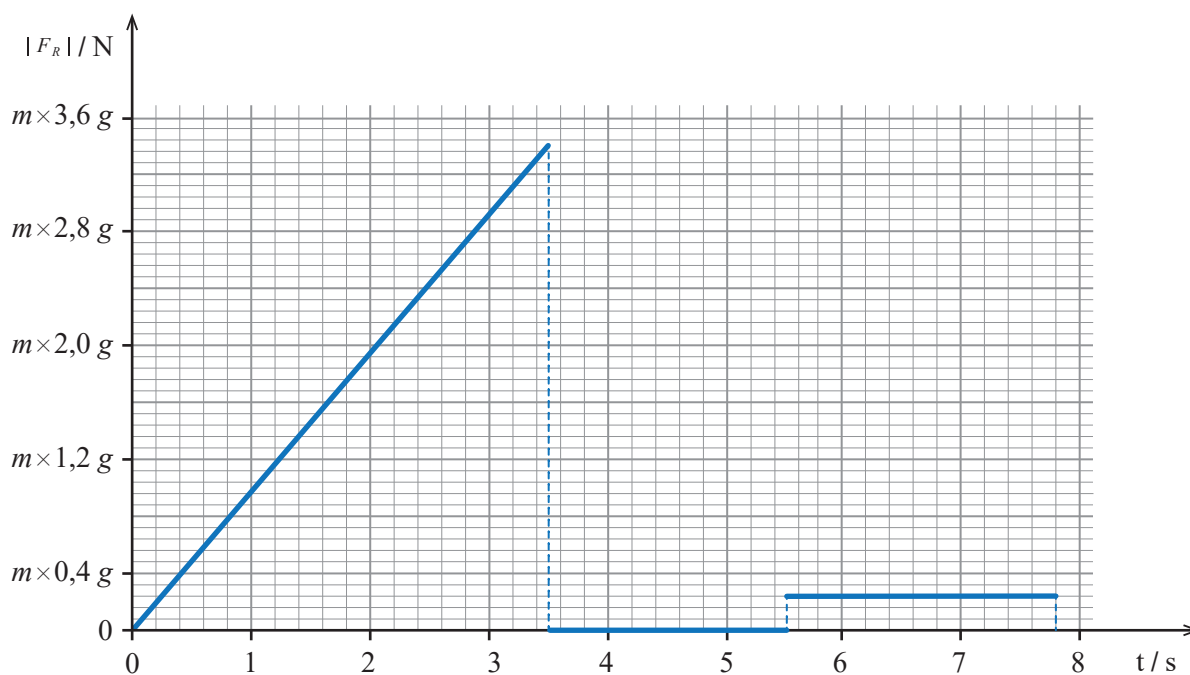


Figura 8

Considere que o avião pode ser representado pelo seu centro de massa (modelo da partícula material) e que as forças de atrito e de resistência do ar são desprezáveis.

6.1. O gráfico da Figura 8 permite concluir que o avião apresenta, entre

- (A) 0 s e 3,5 s, movimento uniformemente retardado e, entre 3,5 s e 5,5 s, movimento uniforme.
- (B) 0 s e 3,5 s, movimento uniformemente retardado e, entre 5,5 s e 7,8 s, movimento uniforme.
- (C) 3,5 s e 5,5 s, velocidade constante e, entre 5,5 s e 7,8 s, aceleração de módulo constante.
- (D) 3,5 s e 5,5 s, aceleração de módulo constante e, entre 5,5 s e 7,8 s, velocidade constante.

* 6.2. Na aterragem, o avião percorre, na secção horizontal da pista retilínea, uma distância, d , de 169 m.

No intervalo de tempo $]0,0; 3,5[$ s, o avião percorre _____ do percurso horizontal retilíneo.

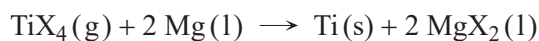
- (A) 73%
- (B) 82%
- (C) 89%
- (D) 93%

* 6.3. Entre 5,5 s e 7,8 s, o avião, sujeito a uma força resultante não nula, percorre uma trajetória retilínea com uma inclinação α em relação à direção horizontal da pista, tal como se representa na Figura 7.

Calcule, a partir da leitura dos valores do gráfico, a amplitude do ângulo α .

Apresente todos os cálculos efetuados.

7. Na construção de aviões a jato, é utilizado titânio, $\text{Ti}(s)$, que pode ser obtido pela reação entre o composto TiX_4 (em que X representa genericamente um elemento não metálico) e o magnésio fundido, $\text{Mg}(l)$. A reação é expressa por



* 7.1. Para obtenção de titânio, fez-se reagir $1,85 \times 10^5$ mol de TiX_4 com $1,72 \times 10^3$ kg de Mg.

Determine o rendimento da reação ao obter-se $1,21 \times 10^3$ kg de $\text{Ti}(s)$.

Apresente todos os cálculos efetuados.

7.2. O composto TiX_4 é um composto molecular de geometria tetraédrica.

A Figura 9 apresenta o espectro do átomo do elemento representado pela letra X, obtido por espectroscopia fotoeletrônica (PES), contendo informação de todos os elétrons do átomo deste elemento.

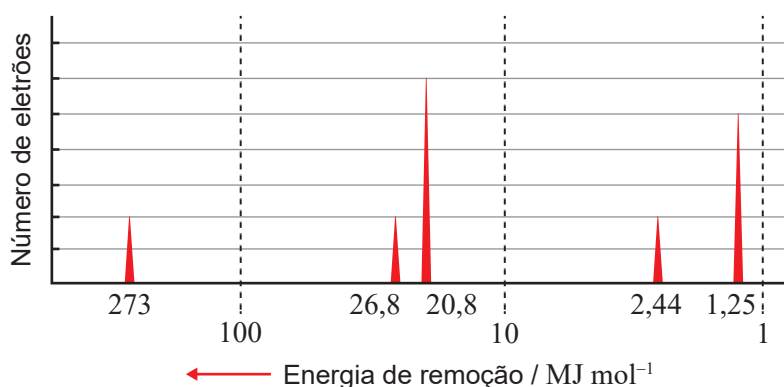


Figura 9

De acordo com o espectro apresentado, pode concluir-se que a primeira energia de ionização deste elemento é

- (A) 273 MJ mol^{-1} e o elemento é o flúor.
- (B) $1,25 \text{ MJ mol}^{-1}$ e o elemento é o flúor.
- (C) 273 MJ mol^{-1} e o elemento é o cloro.
- (D) $1,25 \text{ MJ mol}^{-1}$ e o elemento é o cloro.

8. A Figura 10, que não está à escala, representa uma montagem laboratorial que inclui um espelho e um pentaprisma de vidro transparente.

Um feixe de luz laser, propagando-se inicialmente no ar, é refletido no espelho, entrando no pentaprisma perpendicularmente a uma das suas faces.

Na figura, representa-se ainda parte dos trajetos dos feixes resultantes das sucessivas reflexões e refrações nas faces do prisma.

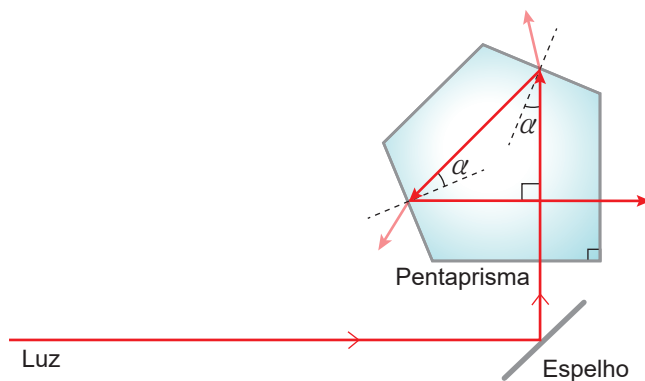


Figura 10

* 8.1. Quando o feixe de luz passa do ar para o pentaprisma,

- (A) mantém-se a frequência, mas o módulo da velocidade de propagação diminui.
- (B) diminui a frequência, mas o módulo da velocidade de propagação mantém-se.
- (C) diminui a frequência e diminui o módulo da velocidade de propagação.
- (D) mantém-se a frequência e mantém-se o módulo da velocidade de propagação.

* 8.2. A luz no interior do pentaprisma incide com um mesmo ângulo α em duas faces, refletindo-se tal como se representa na Figura 10.

Considere que o índice de refração do vidro que constitui o pentaprisma é 1,52.

Demonstre que, nestas condições, não ocorre reflexão total da luz no pentaprisma, apresentando todos os cálculos efetuados.

FIM

COTAÇÕES

As pontuações obtidas nas respostas a estes 16 itens da prova contribuem obrigatoriamente para a classificação final.	1.1.	1.2.2.	2.2.	3.2.	3.3.	4.1.	4.2.	5.1.	5.2.	5.4.1.	5.4.2.	6.2.	6.3.	7.1.	8.1.	8.2.	Subtotal
Cotação (em pontos)	16 x 10 pontos																160
Destes 8 itens, contribuem para a classificação final da prova os 4 itens cujas respostas obtenham melhor pontuação.	1.2.1.	1.3.1.	1.3.2.	2.1.	3.1.	5.3.	6.1.	7.2.	Subtotal								
Cotação (em pontos)	4 x 10 pontos																40
TOTAL																	200