

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

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

14 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

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

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

$$U = RI \qquad P = RI^2 \qquad U = \varepsilon - rI$$

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

• 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

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

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

TABELA PERIÓDICA DOS ELEMENTOS QUÍMICOS

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18																																																																																																		
1 H 1,01	2 He 4,00	3 Li 6,94	4 Be 9,01	Número atômico Elemento Massa atômica relativa		11 Na 22,99	12 Mg 24,31	13 Al 26,98	14 Si 28,09	15 P 30,97	16 S 32,06	17 Cl 35,45	18 Ar 39,95	19 K 39,10	20 Ca 40,08	21 Sc 44,96	22 Ti 47,87	23 V 50,94	24 Cr 52,00	25 Mn 54,94	26 Fe 55,85	27 Co 58,93	28 Ni 58,69	29 Cu 63,55	30 Zn 65,38	31 Ga 69,72	32 Ge 72,63	33 As 74,92	34 Se 78,97	35 Br 79,90	36 Kr 83,80	37 Rb 85,47	38 Sr 87,62	39 Y 88,91	40 Zr 91,22	41 Nb 92,91	42 Mo 95,95	43 Tc	44 Ru 101,07	45 Rh 102,91	46 Pd 106,42	47 Ag 107,87	48 Cd 112,41	49 In 114,82	50 Sn 118,71	51 Sb 121,76	52 Te 127,60	53 I 126,90	54 Xe 131,29	55 Cs 132,91	56 Ba 137,33	57-71 Lantanídeos	72 Hf 178,49	73 Ta 180,95	74 W 183,84	75 Re 186,21	76 Os 190,23	77 Ir 192,22	78 Pt 195,08	79 Au 196,97	80 Hg 200,59	81 Tl 204,38	82 Pb 207,2	83 Bi 208,98	84 Po	85 At	86 Rn	87 Fr	88 Ra	89-103 Actinídeos	104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Cn	113 Nh	114 Fl	115 Mc	116 Lv	117 Ts	118 Og	57 La 138,91	58 Ce 140,12	59 Pr 140,91	60 Nd 144,24	61 Pm	62 Sm 150,36	63 Eu 151,96	64 Gd 157,25	65 Tb 158,93	66 Dy 162,50	67 Ho 164,93	68 Er 167,26	69 Tm 168,93	70 Yb 173,05	71 Lu 174,97	89 Ac	90 Th 232,04	91 Pa 231,04	92 U 238,03	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr

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.

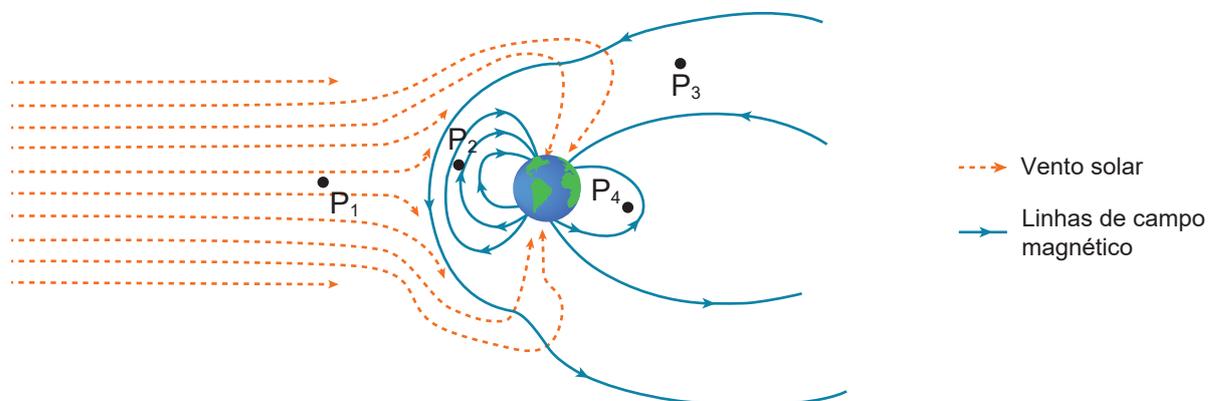


Figura 1

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 eletrónicas para níveis de energia _____ do átomo de oxigénio.

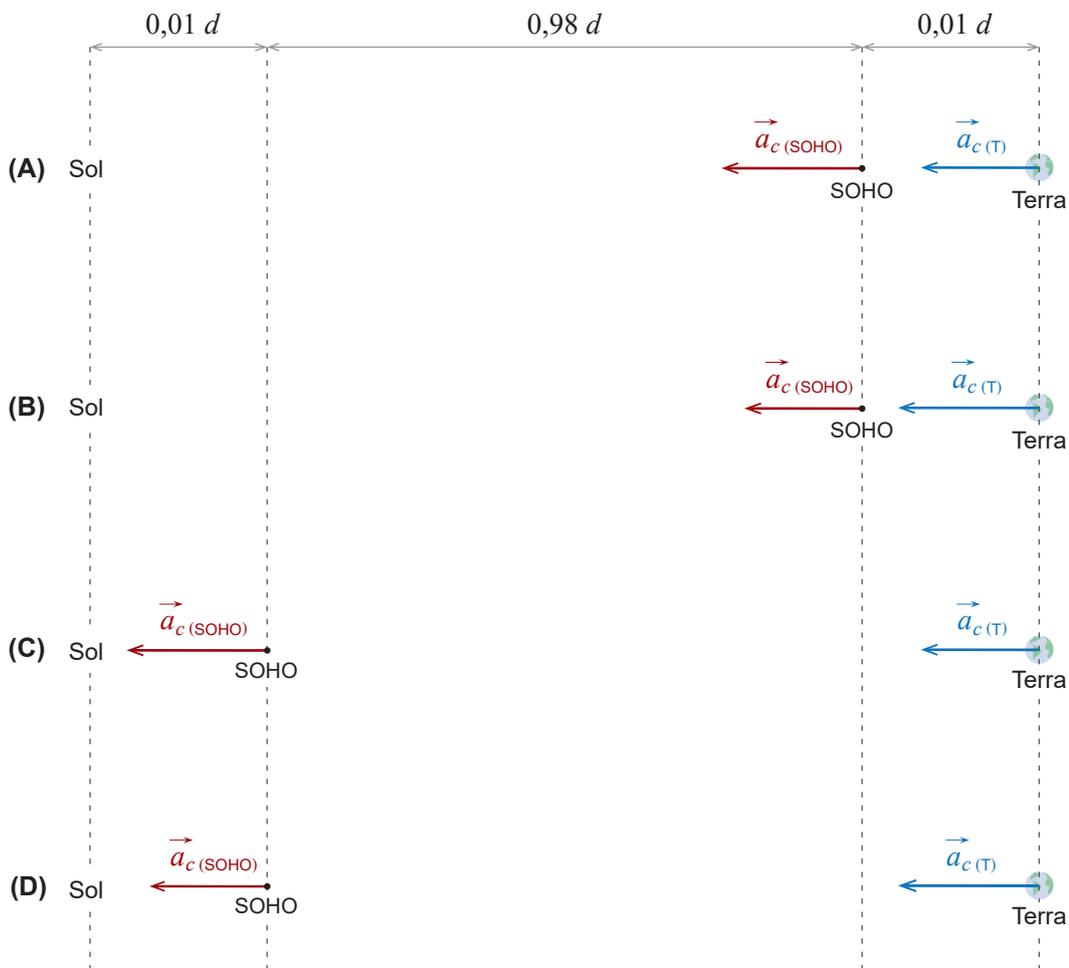
- (A) emissão ... inferiores
- (B) emissão ... superiores
- (C) absorção ... inferiores
- (D) absorção ... superiores

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).

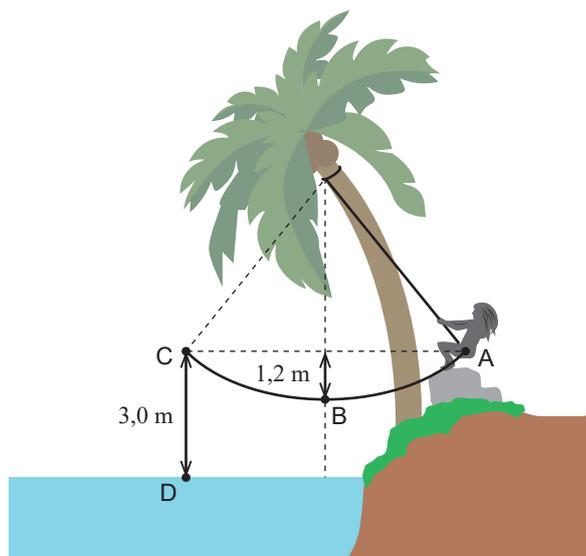


Figura 2

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.

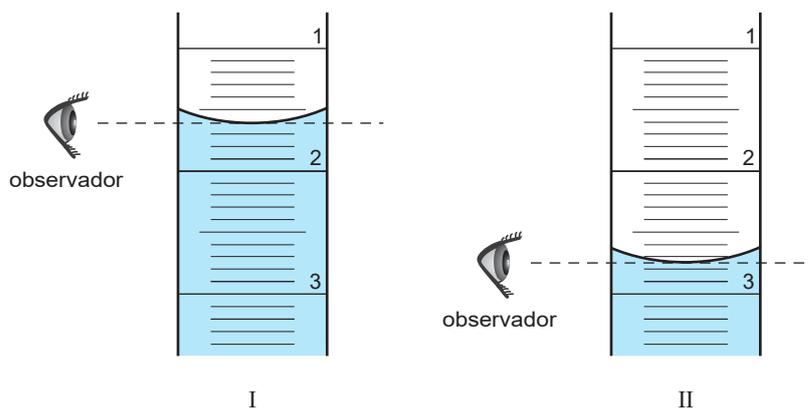


Figura 3

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

- (A) $0,05 \text{ cm}^3 \dots 1,15 \text{ cm}^3$
 (B) $0,05 \text{ cm}^3 \dots 0,85 \text{ cm}^3$
 (C) $0,10 \text{ cm}^3 \dots 1,15 \text{ cm}^3$
 (D) $0,10 \text{ cm}^3 \dots 0,85 \text{ cm}^3$

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

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.

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

- * 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.

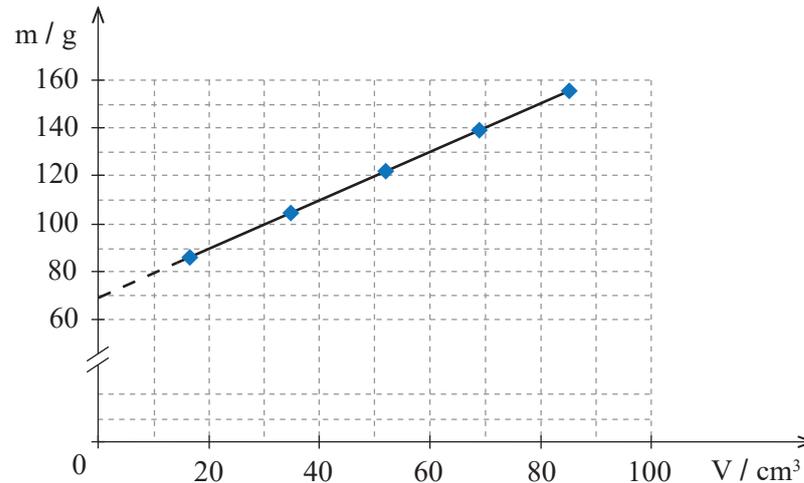


Figura 4

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.

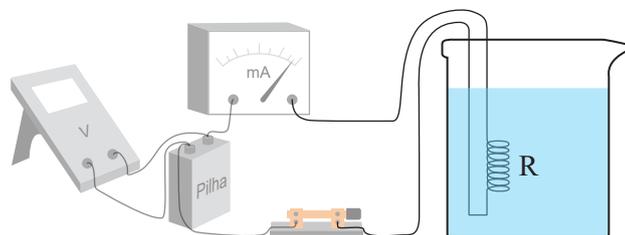
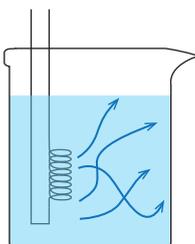


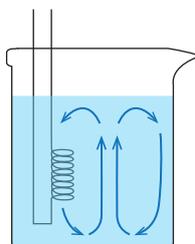
Figura 5

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

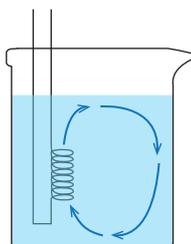
(A)



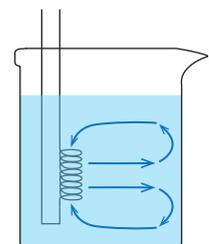
(B)



(C)



(D)

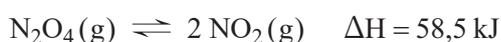


- * 4.2. Num ensaio, foi aquecida uma amostra de água durante 10 minutos, usando-se uma resistência elétrica de imersão. Mediu-se a diferença de potencial, U , de 8,17 V nos terminais da resistência e a corrente elétrica, I , de 700 mA no circuito. Admita que estes valores se mantiveram constantes ao 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 dinitrogênio, N_2O_4 , e o dióxido de nitrogênio, 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.

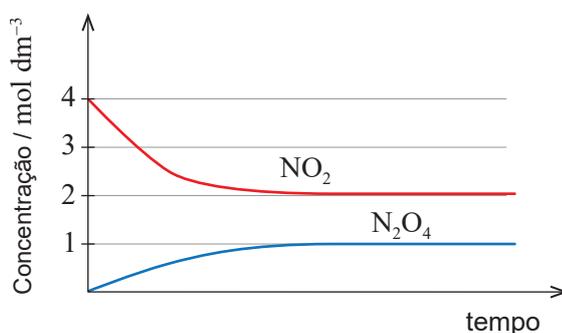


Figura 6

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), aterra 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.

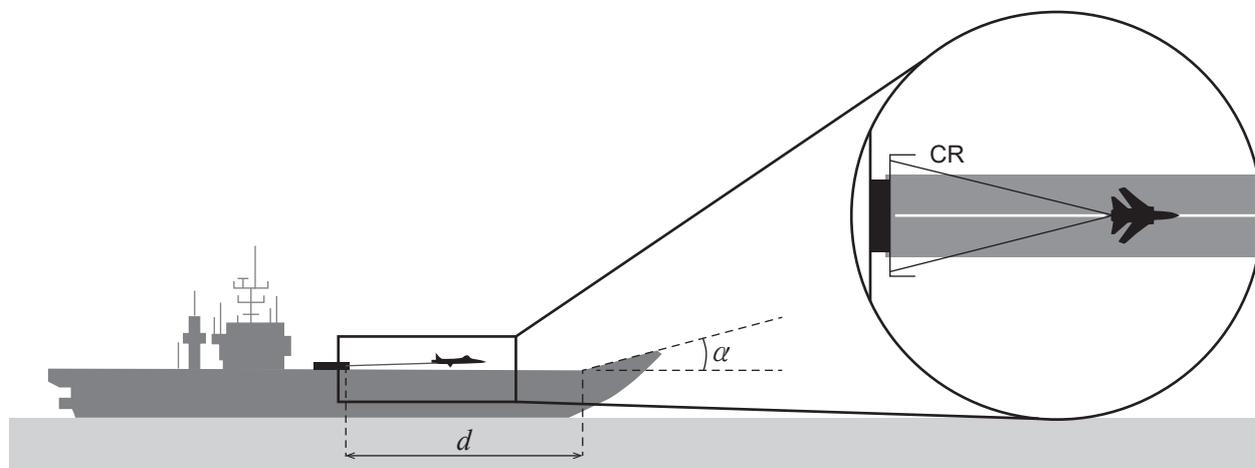


Figura 7

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.

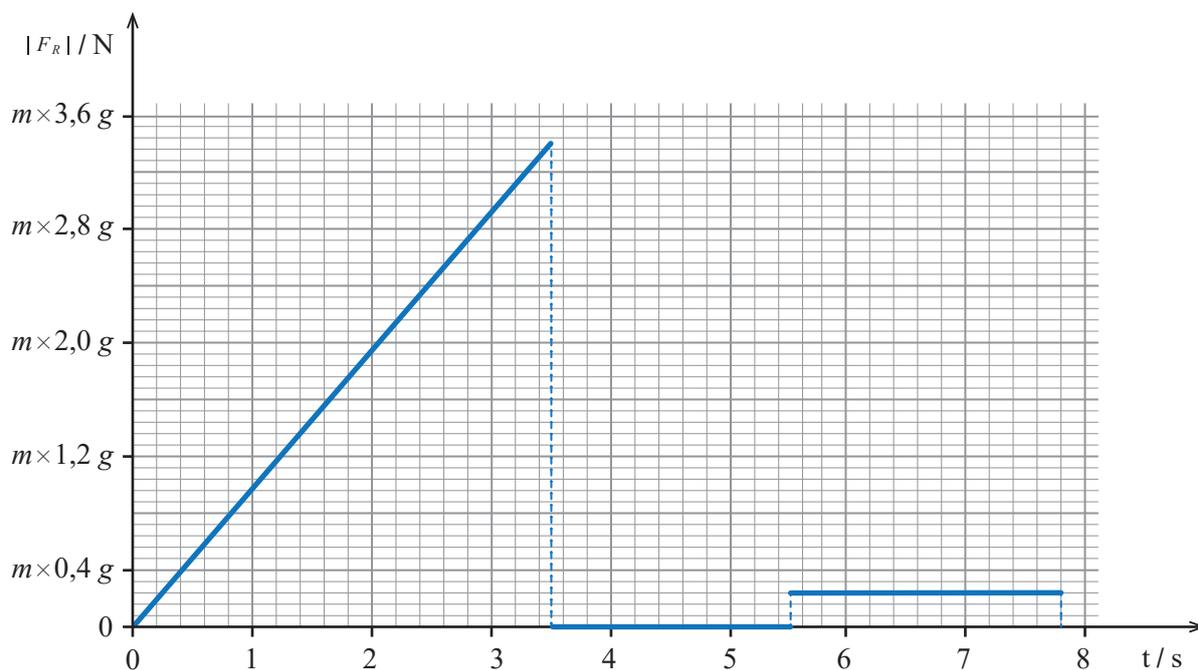


Figura 8

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.

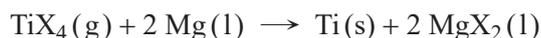
- (A) 73% (B) 82% (C) 89% (D) 93%

* 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.

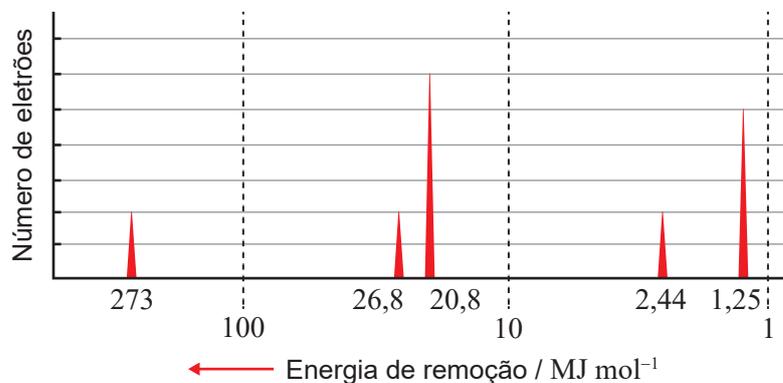


Figura 9

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.

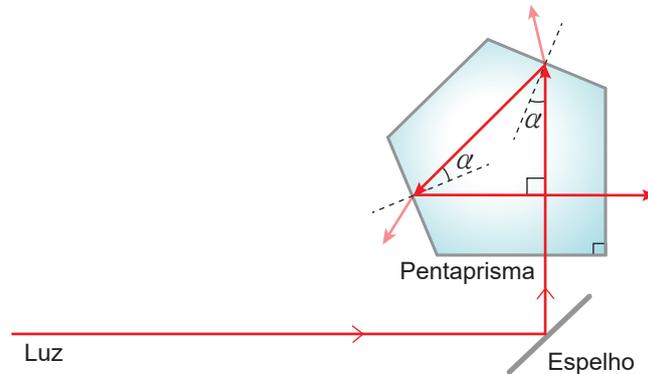


Figura 10

- * 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																

Prova 715
2.ª Fase
VERSÃO 1