

Exame Final Nacional de Física e Química A
Prova 715 | 1.ª Fase | Ensino Secundário | 2023

11.º Ano de Escolaridade

Decreto-Lei n.º 55/2018, de 6 de julho | Decreto-Lei n.º 22/2023, de 3 de abril

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

15 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	$c = 4,18 \times 10^3 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$
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	$g = 9,80 \text{ m s}^{-2}$
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)	$K_w = 1,012 \times 10^{-14}$
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

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

com $[\text{H}_3\text{O}^+]$ expresso em 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

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

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

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

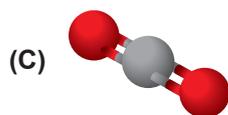
• Ondas e eletromagnetismo

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

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

1. O relatório *Nature's Solutions to Climate Change*, do Fundo Monetário Internacional, publicado em 2019, refere que uma baleia vale por milhares de árvores, no que diz respeito à captura de dióxido de carbono, CO_2 (g). As baleias alimentam-se de fitoplâncton, que é composto por seres microscópicos fotossintéticos que capturam o CO_2 da atmosfera; ao fazê-lo, as baleias incorporam muito carbono no seu organismo. Quando morrem, afundam-se no oceano, depositando, em média, o equivalente a 33 toneladas de CO_2 .

* 1.1. Em qual das opções seguintes está representado um modelo tridimensional da molécula de CO_2 ?



1.2. Qual das expressões seguintes permite calcular o volume ocupado por 33 toneladas de CO_2 ($M = 44,01 \text{ g mol}^{-1}$), em condições PTN?

(A) $\frac{44,01 \times 22,4}{33 \times 10^6} \text{ dm}^3$

(B) $\frac{33 \times 10^6 \times 22,4}{44,01} \text{ dm}^3$

(C) $\frac{44,01 \times 33 \times 10^6}{22,4} \text{ dm}^3$

(D) $\frac{22,4}{44,01 \times 33 \times 10^6} \text{ dm}^3$

2. As baleias produzem sons de frequências muito variadas.

* 2.1. O documentário *Descoberta 52: a busca da baleia mais solitária do mundo*, lançado em 2021, conta a procura de uma invulgar baleia que vocalizava a 52 Hz, frequência essa maior do que a das restantes baleias. Talvez por esse motivo não fosse «ouvida» pelas outras baleias, mesmo que se movimentassem nas mesmas águas e à mesma profundidade.

Pode concluir-se que, nessas condições, comparativamente ao som emitido pelas outras baleias, o som de 52 Hz

(A) é mais grave.

(B) se propaga com maior velocidade.

(C) apresenta igual período.

(D) tem menor comprimento de onda.

* 2.2. Os cientistas conseguem estimar o comprimento dos cachalotes através da análise dos ultrassons que estes emitem e do cálculo do comprimento do saco de espermacete, d .

A Figura 1 é uma representação de um cachalote, na qual se evidenciam o saco de espermacete, que contém gordura, e os sacos distal e frontal, que contêm ar.

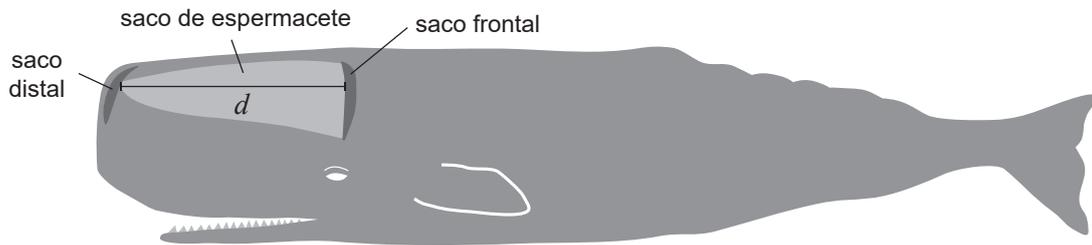


Figura 1

O som é produzido na parte da frente da cabeça, junto ao saco distal, e percorre a distância d . Ao chegar ao saco frontal, o som é refletido, percorrendo novamente a distância d . Quando chega ao saco distal, parte do som transmite-se para a água, formando o pulso p_1 , enquanto o restante é novamente refletido para o saco de espermacete, repetindo-se o processo, que acaba por formar outros pulsos (p_2, p_3, \dots).

A Figura 2 mostra o registo de uma série de pulsos de um cachalote, detetados por um hidrofone, e a respetiva escala temporal.

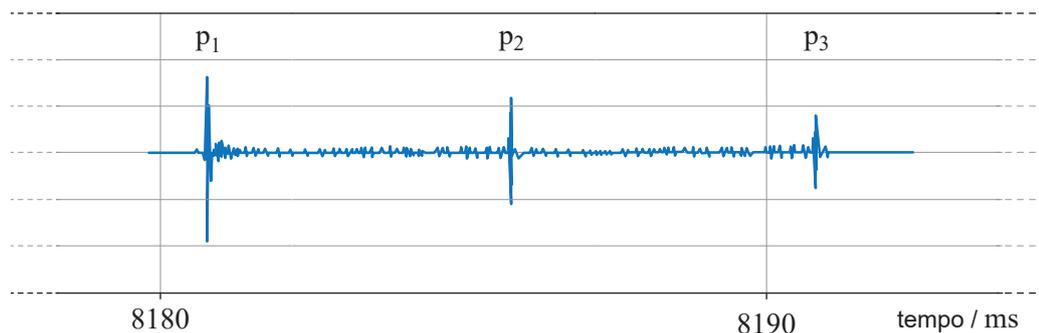


Figura 2

Considere que o módulo da velocidade de propagação do som no saco de espermacete é 1400 m s^{-1} .

Determine o comprimento do saco de espermacete, d .

Apresente todos os cálculos efetuados.

3. O aço é formado, essencialmente, por ferro, Fe, e carbono, C. Para melhorar algumas das propriedades do aço, como a resistência à corrosão ou ao calor, podem adicionar-se outros elementos.

Adicionando-se cromo, Cr, obtém-se uma liga bastante resistente à corrosão atmosférica. Este aço, em contacto com o dioxigénio, O_2 , presente no ar, forma uma película sólida protetora, não porosa e impermeável, maioritariamente de trióxido de dicromo, Cr_2O_3 .

* 3.1. Considere uma liga constituída por ferro, carbono e cromo. Destes elementos, são metais

- (A) Fe e C, que pertencem a diferentes períodos da tabela periódica.
- (B) Fe e C, que pertencem a diferentes grupos da tabela periódica.
- (C) Fe e Cr, que pertencem ao mesmo período da tabela periódica.
- (D) Fe e Cr, que pertencem ao mesmo grupo da tabela periódica.

* 3.2. Mesmo perante um dano na superfície do aço, a película de Cr_2O_3 autorrepara-se. Este comportamento dinâmico de autorreparação está esquematizado na Figura 3.

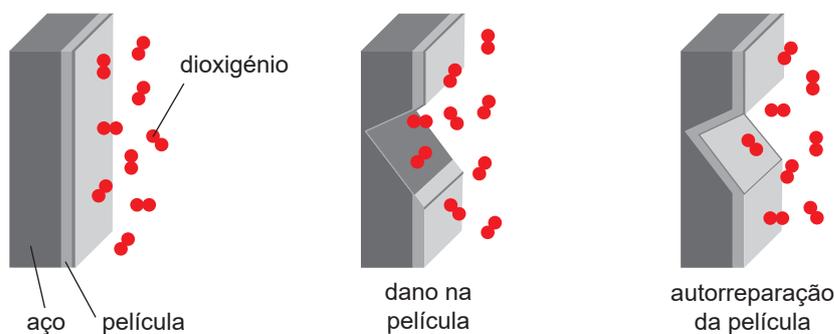


Figura 3

Explique a resistência à corrosão atmosférica deste aço.

Na sua resposta:

- apresente a razão pela qual a película torna o aço resistente à corrosão;
- fundamente o processo de autorreparação da película, comparando o poder redutor do Fe com o do Cr.

Apresente um texto estruturado, utilizando linguagem científica adequada.

3.3. No estado fundamental, o átomo de oxigénio, comparativamente ao átomo de carbono, apresenta um número de energias de remoção eletrónica

- (A) igual e um maior número de orbitais de valência totalmente preenchidas.
- (B) igual e um menor número de orbitais de valência totalmente preenchidas.
- (C) diferente e um maior número de orbitais de valência totalmente preenchidas.
- (D) diferente e um menor número de orbitais de valência totalmente preenchidas.

* 4. Um objeto sólido, a uma dada temperatura, é introduzido num recipiente isolado termicamente, completamente cheio de água líquida a uma temperatura inferior à do objeto. Após um determinado intervalo de tempo, a água e o sólido atingem o equilíbrio térmico.

Esta experiência é repetida com um segundo objeto sólido, que apresenta a mesma massa.

Admita, para as duas experiências, que:

- não ocorrem mudanças de estado físico;
- as massas da água são iguais.

A Figura 4 representa os gráficos da temperatura, θ , dos objetos e da água, em função do tempo, t , para cada uma das experiências, numa mesma escala.

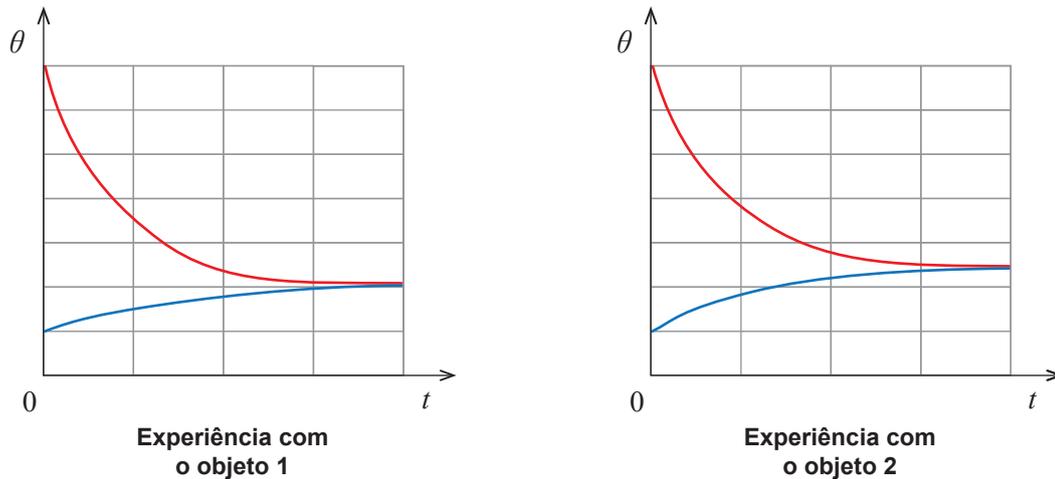


Figura 4

Conclua, justificando, qual dos dois objetos (1 ou 2) apresenta maior capacidade térmica mássica.

Apresente um texto estruturado, utilizando linguagem científica adequada.

5. A Figura 5 ilustra um prédio que tem três lanços de escadas, cada um com 2,80 m de altura, e um elevador cuja cabina tem 300 kg de massa. Para se deslocar do rés do chão (r/c) até ao 3.º andar, uma pessoa de massa 75 kg pode utilizar o elevador ou as escadas.

Admita que:

- a pessoa e o conjunto *pessoa + cabina* são sistemas redutíveis ao seu centro de massa (modelo da partícula material);
- o solo é o nível de referência da energia potencial gravítica.

Considere o referencial Oy representado na figura.

* 5.1. Qual é a razão entre as variações das energias potenciais gravíticas do conjunto *pessoa + cabina + Terra*, no trajeto pelo elevador, e do conjunto *pessoa + Terra*, no trajeto pelas escadas, do rés do chão até ao 3.º andar?

- (A) 1 (B) 0,2 (C) 4 (D) 5

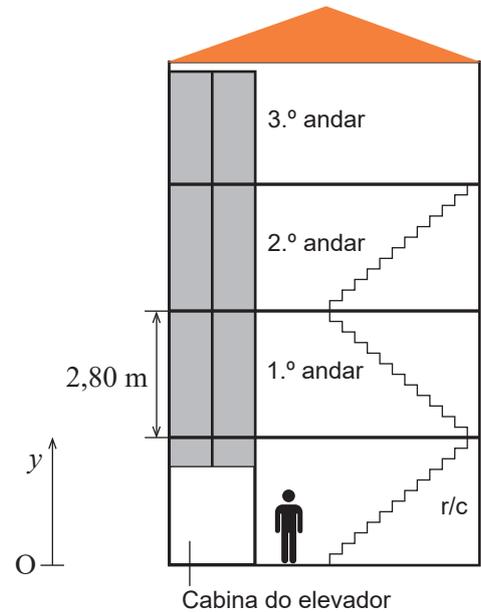


Figura 5

5.2. De elevador, o percurso do rés do chão até ao 3.º andar demora 10,0 s.

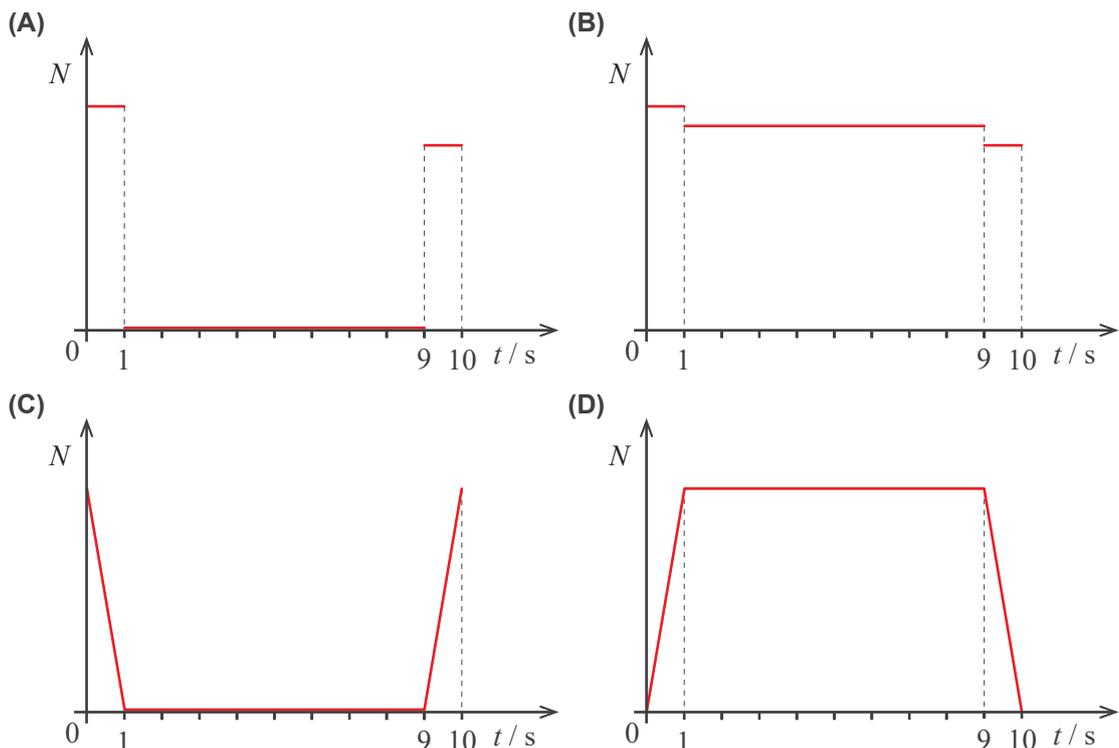
Admita que o elevador se desloca, durante o primeiro segundo de movimento, com uma aceleração cuja componente escalar é positiva. No instante 1,0 s, atinge a velocidade máxima, que mantém durante 8,0 s. Dos 9,0 s até aos 10,0 s, o elevador desloca-se com uma aceleração cuja componente escalar é negativa, até parar.

Considere que o módulo da aceleração é constante durante o primeiro e o último segundos de movimento.

* 5.2.1. Determine o módulo da velocidade máxima que o elevador atinge.

Apresente todos os cálculos efetuados.

5.2.2. Qual das opções seguintes corresponde ao esboço do gráfico da intensidade da força, N , que o elevador exerce sobre a pessoa, em função do tempo, t ?



- 5.3. No interior do elevador, uma pessoa observa-se ao espelho. Este encontra-se disposto numa posição inclinada, fazendo um ângulo de 80° com a base do elevador, como se representa na Figura 6. Dois raios luminosos são refletidos no espelho e atingem os olhos da pessoa.

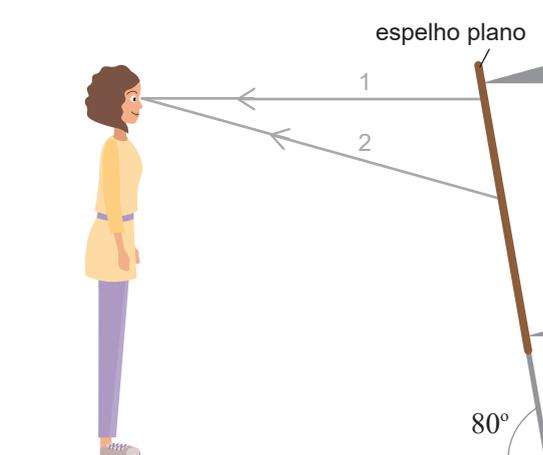


Figura 6

O ângulo de incidência do raio que dá origem ao raio refletido (1), paralelo ao solo, é de

- (A) 40° e é maior do que o ângulo de incidência do raio (2).
 - (B) 10° e é maior do que o ângulo de incidência do raio (2).
 - (C) 10° e é menor do que o ângulo de incidência do raio (2).
 - (D) 40° e é menor do que o ângulo de incidência do raio (2).
- 5.4. Durante uma falha de eletricidade no prédio, uma pessoa desce as escadas com uma lanterna a pilhas ligada.

* 5.4.1. No circuito elétrico da lanterna, o sentido real da corrente elétrica é do polo

- (A) positivo para o polo negativo da pilha, e a corrente é alternada.
- (B) positivo para o polo negativo da pilha, e a corrente é contínua.
- (C) negativo para o polo positivo da pilha, e a corrente é alternada.
- (D) negativo para o polo positivo da pilha, e a corrente é contínua.

5.4.2. O gráfico da Figura 7 traduz a curva característica da pilha usada na lanterna.

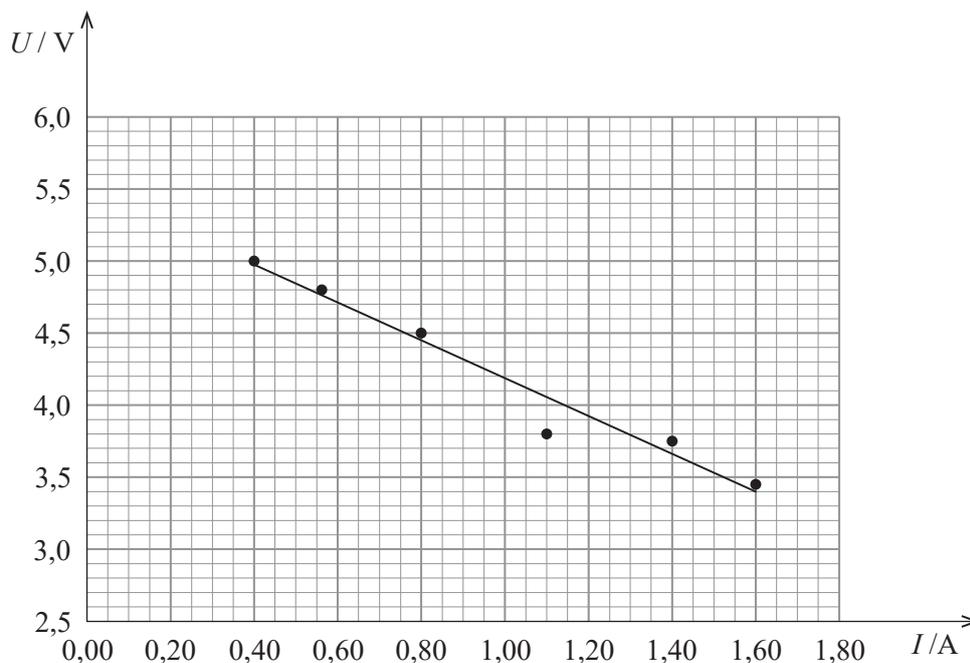


Figura 7

Qual das opções seguintes pode representar as características desta pilha (ϵ e r)?

- (A) 5,5 V e 1,3 Ω
- (B) 5,5 V e 2,3 Ω
- (C) 5,0 V e 1,3 Ω
- (D) 5,0 V e 2,3 Ω

5.5. No pátio do prédio, uma pessoa testa os ressaltos de uma bola de ténis.

A bola de ténis é abandonada de uma altura, h , relativamente ao solo, originando vários ressaltos.

Admita que:

- a trajetória da bola é retilínea;
- a resistência do ar é desprezável;
- a bola pode ser representada pelo seu centro de massa (modelo da partícula material);
- o solo é o nível de referência da energia potencial gravítica.

Considere que, em cada ressalto, 50% da energia cinética da bola é dissipada no impacto com o solo.

Qual das expressões seguintes permite calcular a altura máxima atingida pela bola após o segundo ressalto?

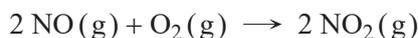
- (A) $\frac{h}{2}$
- (B) \sqrt{h}
- (C) $\frac{h}{4}$
- (D) $\sqrt{\frac{h}{2}}$

6. O ácido nítrico, $\text{HNO}_3(\text{aq})$ ($M = 63,02 \text{ g mol}^{-1}$), é considerado um ácido forte, sendo bastante corrosivo. É um dos compostos químicos mais produzidos mundialmente. Desde 1902, é preparado industrialmente em três etapas sequenciais (processo de Ostwald):

Etapa I) Combustão do amoníaco, NH_3 ($M = 17,04 \text{ g mol}^{-1}$), para formar monóxido de nitrogénio, NO.



Etapa II) Oxidação do NO a dióxido de nitrogénio, NO_2 .



Etapa III) Reação do NO_2 com água, para formação de HNO_3 .



- * 6.1. Complete o texto seguinte, fazendo corresponder a cada letra o número da opção correta.

Escreva, na folha de respostas, cada uma das letras seguida do número que corresponde à opção selecionada. A cada letra corresponde um só número.

A molécula de NH_3 tem a) eletrões de valência, sendo b) o número de eletrões não-ligantes, o que lhe confere uma geometria c) .

a)	b)	c)
1. dez	1. dois	1. tetraédrica
2. oito	2. quatro	2. piramidal trigonal
3. seis	3. zero	3. triangular plana

- * 6.2. Os números de oxidação do nitrogénio nos compostos NH_3 e HNO_3 são, respetivamente,

(A) 3 e 5. (B) 3 e 4. (C) -3 e 5. (D) -3 e 4.

- * 6.3. Considere que, nas duas primeiras etapas do processo de Ostwald, se dá a conversão completa dos reagentes em produtos e que a terceira etapa tem um rendimento de 75%.

Determine a massa de NH_3 , em kg, necessária para produzir 1200 toneladas de HNO_3 .

Apresente todos os cálculos efetuados.

- 6.4. De acordo com os princípios da química verde, que apela à sustentabilidade dos processos químicos industriais, na obtenção de HNO_3 pelo processo de Ostwald, seria vantajoso reutilizar o NO resultante da

(A) etapa III na etapa I. (B) etapa III na etapa II.
 (C) etapa I na etapa II. (D) etapa I na etapa III.

7. Numa titulação, a 25 °C, 10,00 mL de uma solução diluída de ácido nítrico, HNO_3 (aq) ($M = 63,02 \text{ g mol}^{-1}$), foram titulados com uma solução padrão de hidróxido de sódio, NaOH (aq), de concentração $0,100 \text{ mol dm}^{-3}$.

A reação que ocorre pode ser traduzida por

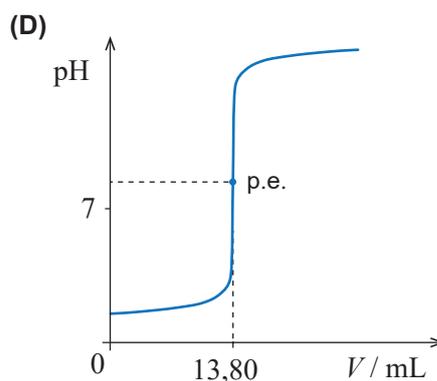
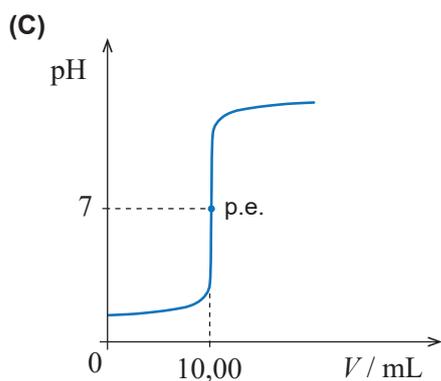
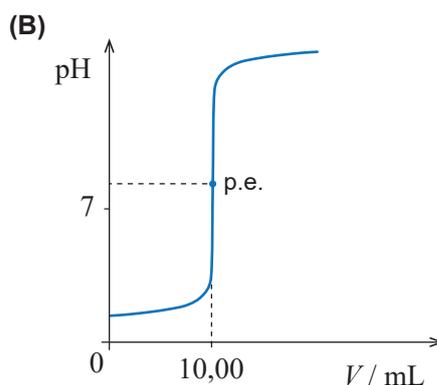
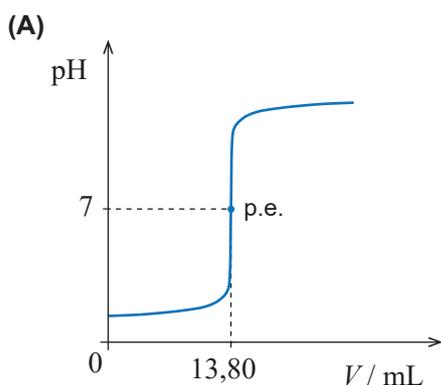


O volume de base gasto até se atingir o ponto de equivalência (p.e.) foi 13,80 mL.

* 7.1. A medição do volume gasto de NaOH foi realizada recorrendo a uma _____, tendo sido registada uma incerteza de leitura de _____.

- (A) bureta ... 0,05 mL
- (B) bureta ... 0,5 mL
- (C) pipeta volumétrica ... 0,05 mL
- (D) pipeta volumétrica ... 0,5 mL

7.2. Selecione a opção que apresenta o esboço do gráfico que representa a curva da titulação, a 25 °C.



* 7.3. A solução aquosa diluída de HNO_3 foi preparada a partir de uma solução concentrada do mesmo ácido ($\rho = 1,260 \text{ g cm}^{-3}$ e 35%, em massa).

Determine a razão entre as concentrações das duas soluções aquosas de HNO_3 , a concentrada e a diluída.

Apresente todos os cálculos efetuados.

* 8. Na Antártida, um meteorito de 12 kg, à temperatura de $3100 \text{ }^\circ\text{C}$, enterra-se num bloco de gelo de grandes dimensões com uma velocidade de 10 km s^{-1} , em módulo.

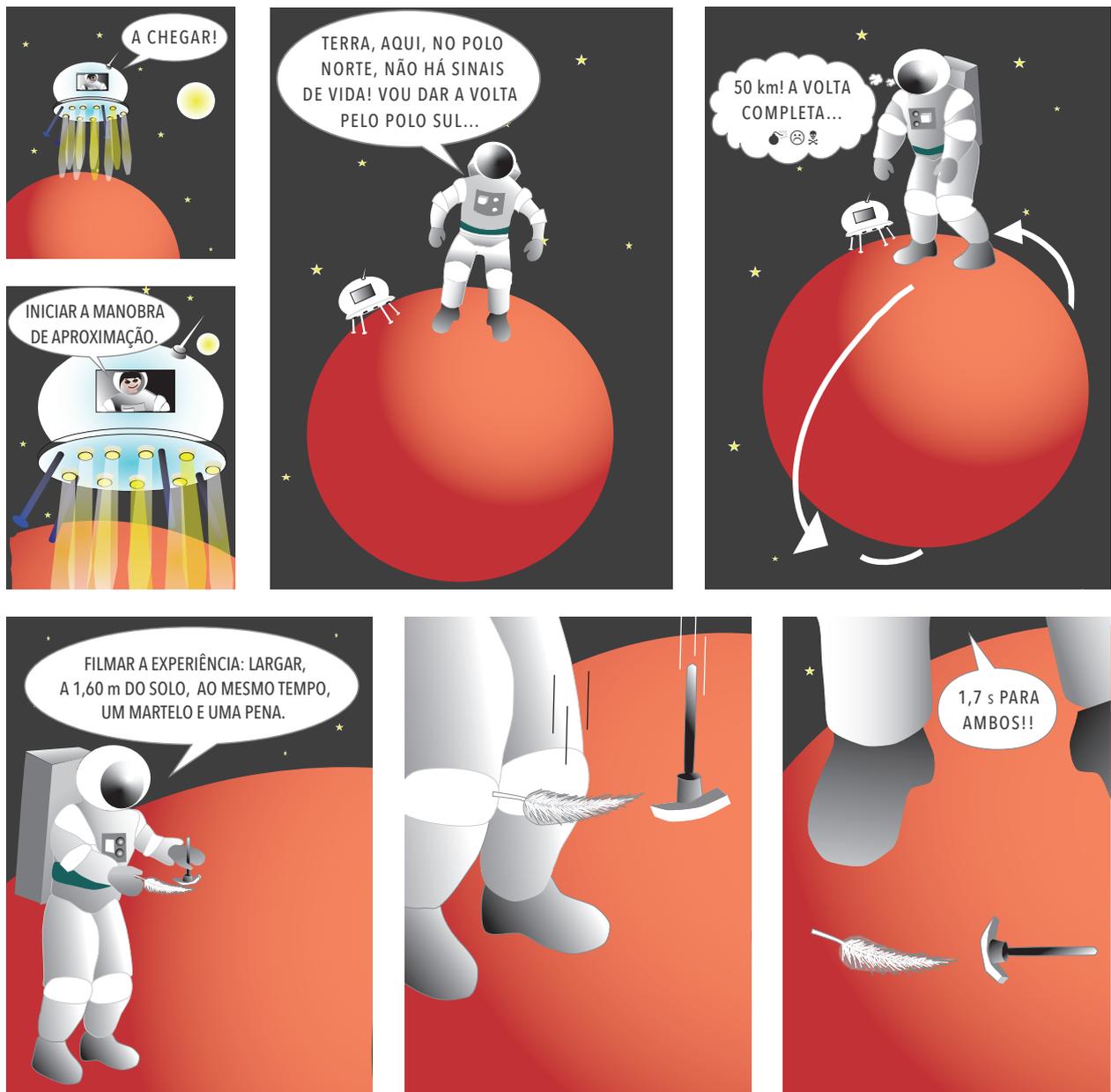
Admita que:

- o bloco de gelo se encontra à temperatura de $0 \text{ }^\circ\text{C}$;
- toda a energia cinética do meteorito é utilizada para fundir gelo do bloco;
- a capacidade térmica mássica do material que constitui o meteorito é $830 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$;
- a temperatura de fusão do gelo é $0 \text{ }^\circ\text{C}$;
- a variação de entalpia (mássica) de fusão do gelo é $3,34 \times 10^5 \text{ J kg}^{-1}$.

Determine a massa de gelo que se funde, considerando que, no final, o sistema *meteorito + bloco de gelo* se encontra a $0 \text{ }^\circ\text{C}$.

Apresente todos os cálculos efetuados.

* 9. Considere a informação dada nas seguintes tiras de uma banda desenhada de ficção científica.



Admita que o planeta é esférico e de densidade uniforme.

Determine, a partir dos dados fornecidos na banda desenhada, a massa do planeta.

Apresente 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.	2.1.	2.2.	3.1.	3.2.	4.	5.1.	5.2.1.	5.4.1.	6.1.	6.2.	6.3.	7.1.	7.3.	8.	9.	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.	3.3.			5.2.2.			5.3.	5.4.2.			5.5.			6.4.	7.2.	Subtotal
Cotação (em pontos)	4 x 10 pontos																40
TOTAL																	200

Prova 715
1.^a Fase
VERSÃO 1