



*Associação Portuguesa de
Professores de Física e de Química*

Proposta de resolução

Exame Final Nacional do Ensino Secundário

Prova de Física e Química A – 715

11.º ano de escolaridade

Época Especial

2024

Resolução comentada e explicada, dedicada a todos os alunos que se preparam para o

Exame.

Versão única.

Índice

ITEM 1.....	4
1.1.	4
1.2.	4
1.3.	5
1.4.	6
ITEM 2.....	7
2.1.	7
2.2.	8
ITEM 3.....	10
3.1.	10
3.2.	11
ITEM 4.....	12
4.1.	12
4.2.	13
4.3.	14
ITEM 5.....	14
5.1.	14
5.2.	14
ITEM 6.....	15
6.1.	15
6.2.	16

ITEM 7.....	16
7.1	16
7.2	17
7.3	17
ITEM 8.....	18
8.1	18
8.2	19
ITEM 9.....	19
9.1	19
9.2	20
9.3	20

Item 1.**1.1.**

(B)
4,17x10² ppm (em volume) ... igual, mas a massa de gás é diferente.

O teor de dióxido de carbono nessa amostra, em volume, e expresso em partes por milhão é de:

$$\text{ppm}(V/V) = \frac{V_{\text{CO}_2}}{V_{\text{ar}}} \times 10^6$$

$$\text{ppm}(V/V) = \frac{8,34 \times 10^{-2}}{200} \times 10^6$$

$$\text{ppm}(V/V) = 4,17 \times 10^2 \text{ ppm}$$

Como o enunciado refere que no local de recolha o ar é homogéneo e que as amostras são representativas do ar circundante, conclui-se que, nas mesmas condições de pressão e temperatura, o teor calculado da fração em volume do dióxido de carbono nesta amostra será igual ao do ar circundante.

1.2.

(C)
igual, mas a massa de gás é diferente.

Com base na Lei de Avogadro concluímos que os dois recipientes fechados contêm a mesma quantidade de matéria no estado gasoso, pois estão nas mesmas condições de pressão e temperatura e o seu volume é igual (recipientes iguais).

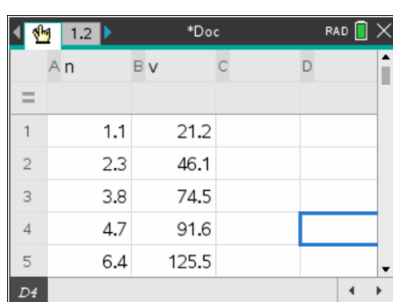
Tendo a mesma quantidade de matéria, o número de moléculas também será igual.

Contudo, como a massa molar de cada uma das substâncias é diferente, a massa contida em cada recipiente também será diferente (será, aliás, superior no caso do monóxido de carbono, CO, pois este gás apresenta uma massa molar superior).

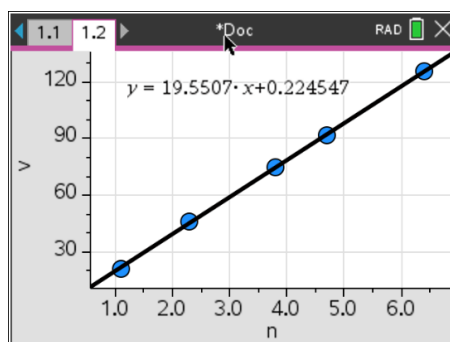
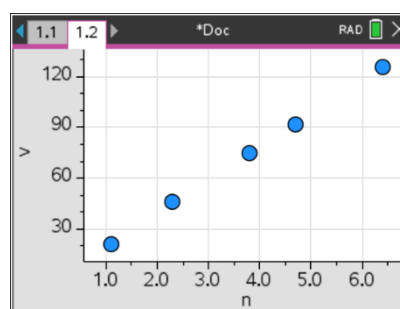
1.3.

Como a tabela fornece os dados relativos a diferentes quantidades de matéria do monóxido de dinitrogénio (N_2O) e o seu correspondente volume, medidos nas mesmas condições de pressão e temperatura, um modo de averiguar se estarão nas condições de pressão e temperatura normal é calcular o volume ocupado por cada unidade de quantidade de matéria (Volume molar).

Tal poderá ser obtido construindo-se o gráfico do volume ocupado em função da quantidade de matéria do recipiente: o volume molar corresponderá ao declive deste gráfico.



	A	n	B	V	C	D
=						
1		1.1		21.2		
2		2.3		46.1		
3		3.8		74.5		
4		4.7		91.6		
5		6.4		125.5		



A reta de ajuste obtida, tendo em conta as regras de cálculo aproximado (algarismos significativos) é:

$$V = 19,6 n + 0,2$$

Como o volume molar é $V_m = 19,6 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1}$, valor diferente do previsto no caso das amostras se encontrarem à temperatura de 0°C e a pressão de uma atmosfera (condições de pressão e temperatura normal, PTN), em que o $V_m = 22,4 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1}$, conclui-se que o N_2O não se encontra em condições PTN.

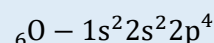
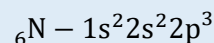
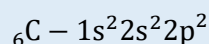
1.4.

(a) – (2)

(b) – (1)

(c) – (4)

A distribuição eletrónica dos elementos envolvidos é:



Como as orbitais p são degeneradas (isto é, apresentam todas o mesmo valor de energia), conclui-se que estes elementos apresentam todos três energias de remoção, correspondente aos três subníveis ocupados (1s, 2s e 2p).

Contudo, o Oxigénio possui 4 eletrões distribuídos pelas suas orbitais p, o dobro do número dos eletrões que ocupam as 2 orbitais s; assim sendo, ter-lhe-á de corresponder o esboço do espectro fotoeletrónico identificado com o número (4), em que o número relativo de eletrões da energia de remoção de menor valor (2p corresponde ao dobro do número eletrões removidos nas outras 2 orbitais (1s, 2s).

Igual raciocínio aplicado ao átomo de nitrogénio permite associar a este elemento químico o espectro fotoeletrónico identificado com o número (1) onde, por análise da escala correspondente, Se conclui a presença de 3 eletrões no conjunto das orbitais degeneradas 2 p ($1,5 \times 2 = 3$ eletrões).

Analisando-se apenas o número de eletrões de valência chega-se à conclusão de que haveria duas representações possíveis para o espectro fotoeletrónico do carbono, pois as configurações (3) e (2) possuem ambas 2 eletrões no conjunto das orbitais p. Contudo, dado que a carga nuclear do carbono é inferior à dos outros dois elementos, nitrogénio e oxigénio, pois o seu número atómico é inferior, conclui-se que os valores da energia de remoção correspondentes a cada um dos subníveis será inferior para o carbono, dado que a sua interação elétrica núcleo-eletrões é inferior. Assim, comparando os valores de cada uma das energias de remoção, conclui-se que o esboço (2) corresponderá ao Carbono, por apresentar valores inferiores.

Item 2.
2.1.

(B)
O₂, obtendo-se 3 mol de H₂O

Atendendo à estequiometria da reação química conclui-se que, para a reação completa de uma mole de metano, CH₄, são necessárias 2 moles de dióxigénio, O₂. Ou seja, a quantidade de matéria do oxigénio necessária é o dobro do valor da quantidade de matéria de metano que reagir.

Assim, para a reação completa de 2 moles de CH₄ seriam necessárias 4 moles de O₂.

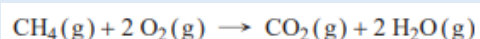
Como, no recipiente fechado, apenas foram inseridas 3 moles de O₂, conclui-se que não há dióxigénio suficiente para a reação de 2 moles de metano, **sendo então O₂ o reagente limitante** e encontrando-se o CH₄ em excesso.

[Tal poderia ser também concluído analisando-se a quantidade disponível de cada um dos reagentes na proporção em que são necessários à reação,

$$\frac{2 \text{ mol}}{1} > \frac{3 \text{ mol}}{2}$$

concluindo-se, de igual modo, que o dióxigénio é o reagente limitante por se encontrar na menor proporção relativa.]

Esta reação, se completa, conduz então aos seguintes valores no final, ocorrendo **a formação de 3 moles de água**



Quantidades iniciais/mol	2	3		0	0
Varição das quantidades durante a reação/mol	-1,5	-3		+1,5	+3
Quantidades no final/mol	0,5	0 (comp leta)		+1,5	+3

2.2.

Os valores das energias médias de ligação apresentadas na tabela permite calcular a variação de entalpia desta reação, onde a quebra de 4 moles de ligações simples carbono hidrogénio (correspondendo à energia necessária para a quebra das ligações de uma mole de moléculas de metano, CH₄) e de 2 moles de ligações covalentes duplas entre átomos de oxigénio (correspondendo à energia necessária para a quebra de 2 moles de moléculas de dióxido de oxigénio, O₂) é de

$$\sum E_{\text{reagentes}} = 4 \times 414 + 2 \times 490$$

$$\sum E_{\text{reagentes}} = 2636 \text{ kJ}$$

São necessários 2636 kJ de energia para quebrar todas as moléculas de reagentes.

Na formação de uma mole de moléculas de dióxido de carbono e de 2 moles de moléculas de água, liberta-se a energia correspondente à formação de 2 moles de ligações covalentes duplas entre o átomo de carbono e o oxigénio (para a formação de uma mole de moléculas de dióxido de carbono) e de 4 moles de ligações covalentes simples entre o oxigénio e o hidrogénio (correspondente à formação de 2 moles de moléculas de água, sendo que cada molécula de água contem 2 ligações covalentes simples oxigénio-hidrogénio).

$$\sum E_{\text{produtos}} = 2 \times 799 + 2 \times 2 \times 460$$

$$\sum E_{\text{produtos}} = 3438 \text{ kJ}$$

Libertam-se 3438 kJ de energia na formação das moléculas obtidas nos produtos da reação.

Como o sistema químico (sistema constituído por todas as espécies químicas envolvidas na reação) terá de absorver 2636 kJ para a quebra das ligações químicas dos reagentes, mas liberta 3438 kJ na formação dos produtos da reação, conclui-se que a ocorrência desta reação química liberta energia: é exotérmica (como teria que ser dado que permitiu aquecer uma certa amostra de água).

$$\Delta h = +\sum E_{\text{reagentes}} - \sum E_{\text{produtos}}$$

$$\Delta h = +2636 - 3438$$

$$\Delta h = +2636 - 3438 \text{ kJ}$$

$$\Delta h = -802 \text{ kJ}$$

A reação completa de uma mole de CH_4 conduz à libertação de 802 kJ de energia.

Como foi efetuada a combustão de 40 g de metano, reagiram

$$n = \frac{m}{M}$$

$$n = \frac{40,0}{16,05}$$

$$n = 2,49 \text{ mol de } \text{CH}_4$$

o que conduz à libertação de

$$\frac{1 \text{ mol de } \text{CH}_4}{\text{liberta } 802 \text{ kJ de energia}} = \frac{2,49 \text{ mol de } \text{CH}_4}{\text{libertam } E \text{ kJ de energia}}$$

$$E = \frac{2,49 \times 802}{1}$$

$$E = 1996,98$$

$$E = 2,00 \times 10^3 \text{ kJ}$$

$$E = 2,00 \times 10^6 \text{ J}$$

Como houve um rendimento de 100% em todos os processos envolvidos, toda esta energia foi utilizada para aquecer a amostra de água, permitindo calcular a sua massa:

$$E = m_{\text{água}} \times c \times \Delta\theta$$

$$2,00 \times 10^6 = m_{\text{água}} \times 104500$$

$$m_{\text{água}} \times 104500 = 2,00 \times 10^6$$

$$\frac{m_{\text{água}} \times 104500}{104500} = \frac{2,00 \times 10^6}{104500}$$

$$m_{\text{água}} \times 1 = \frac{2,00 \times 10^6}{104500}$$

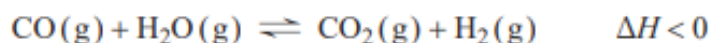
$$m_{\text{água}} = 19,1 \text{ kg}$$

Item 3.**3.1.**

(a)-(2)

(b)-(3)

(c)-(2)



No reator vazio, fechado e indeformável, apenas foram colocados inicialmente os reagentes: monóxido de carbono e vapor de água: no início apenas era possível ocorrer a reação direta.

À medida que a reação direta progride, formando produtos, dado que a reação é reversível, pode começar a ocorrer a reação inversa. Conclui-se, então, que até ser atingido o equilíbrio químico, a concentração dos reagentes diminui e a velocidade da reação direta é superior à velocidade da reação inversa.

Quando o equilíbrio químico for atingido, as concentrações de todas as espécies presentes permanecem constantes, dado que a velocidade da reação direta e inversa são iguais.

Contudo, se for introduzida uma perturbação a este estado de equilíbrio, o sistema poderá reagir favorecendo a reação que contrariar a causa dessa perturbação (princípio de Le Chatelier).

Caso essa perturbação fosse uma variação da pressão nenhuma alteração iria acontecer ao sistema reacional dado que a quantidade gasosa total dos reagentes e dos produtos é igual.

Por outro lado, uma diminuição da concentração do monóxido de carbono, favorecerá a reação inversa (que é a que forma monóxido de carbono, contrariando a causa da perturbação).

Conclui-se então que a reação direta é favorecida pela diminuição da temperatura dado que esta diminuição irá favorecer a reação exoenergética (para, justamente, utilizar a energia libertada para produzir um aquecimento, contrariando a causa da perturbação).

Como a variação de entalpia desta reação é negativa, a reação direta é, efetivamente, exotérmica, sendo a favorecida pela diminuição da temperatura.

3.2.



Quantidades iniciais/mol	0,2	5,0		4,0	1,0
Varição das quantidades durante a reação/mol					
Quantidades no final/mol					

Dado que temos informação do valor da constante de equilíbrio desta reação à temperatura T a que ela ocorre, podemos saber se as quantidades iniciais correspondem, ou não, a um estado de equilíbrio, calculando o quociente da reação nesse instante:

$$Q = \frac{[\text{CO}_2\text{(g)}] \times [\text{H}_2\text{(g)}]}{[\text{CO(g)}] \times [\text{H}_2\text{O(g)}]}$$

$$Q = \frac{\frac{4,0}{V} \times \frac{1,0}{V}}{\frac{0,2}{V} \times \frac{5,0}{V}}$$

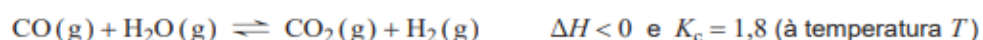
$$Q = \frac{4,0}{\frac{1,0}{V^2}}$$

$$Q = \frac{4,0}{V^2} \times \frac{V^2}{1,0}$$

$$Q = \frac{4,0 V^2}{1,0 V^2}$$

$$Q = 4,0$$

Como $Q > K_c$, Desde o momento inicial até se atingir o estado de equilíbrio químico, o valor do quociente da reação irá diminuir de 4,0 até atingir o valor de 1,8. Tal requer que aumentem as concentrações dos reagentes e que diminuam as concentrações dos produtos, onde se conclui que o sistema químico irá progredir no sentido inverso:



Quantidades iniciais/mol	0,2	5,0		4,0	1,0
Varição das quantidades durante a reação/mol	+0,15	+0,15		-0,15	-0,15
Quantidades no final/mol	0,35				

A quantidade de monóxido de carbono no reator quando se atinge o equilíbrio químico é de 0,4 mol.

Item 4.

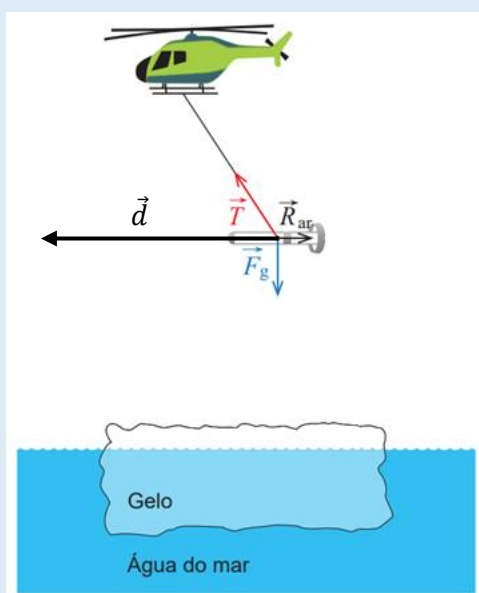
4.1.

(B) \vec{F}_g .

O trabalho realizado por uma força constante \vec{F} é definido como o produto escalar do vetor força pelo vetor deslocamento \vec{d} , correspondendo a

$$W_F = F \times d \times \cos \alpha$$

onde α é definido como o ângulo formado entre estes dois vetores. É possível existir uma força aplicada e um deslocamento do sistema onde ela atua sem que, no entanto, esta força realize trabalho. Tal acontece caso o coseno do ângulo formado entre a força e o deslocamento seja nulo, o que corresponde a um ângulo de 90° .



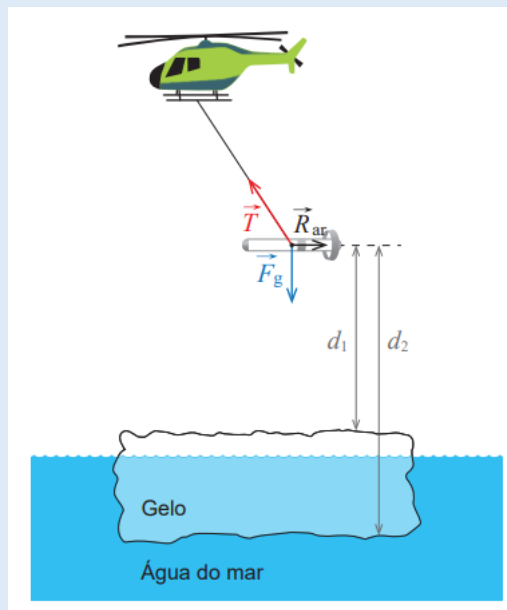
Como o deslocamento do *EM-Bird* é horizontal, apenas a força gravítica realiza trabalho nulo, pois ela é vertical, formando um ângulo reto com o deslocamento.

4.2.

(B) \vec{F}_g .

A distância d_2 é conhecida: 11,32 m.

Para se obter a espessura do gelo marinho neste local, será necessário conhecer a distância d_1 .



O pulso de luz laser viaja, no ar, a mesma velocidade com que viajaria no vazio (dado que o índice de refração no ar é de 1,000). Como a velocidade de propagação da luz do pulso é constante de $c = 3,00 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$, a luz percorre 300 mil quilómetros por segundo; em $6,08 \times 10^{-8} \text{ s}$ percorrerá, então, a distância total de 18,24 m:

$$d = 3,00 \times 10^8 \text{ m s}^{-1} \times 6,08 \times 10^{-8} \text{ s}$$

$$d = 18,24 \text{ m}$$

Como a distância d corresponde ao trajeto de ida e volta percorrido pela luz, após ser emitida pelo EM-Bird e refletida pelo gelo. A distância d_1 é, então, metade desse valor,

$$d_1 = 9,12 \text{ m.}$$

Conclui-se então que a espessura do gelo é de

$$11,32 - 9,12 = 2,20 \text{ m.}$$

4.3.

(D)
iões em solução ...
baixa

Os bons condutores elétricos apresentam uma baixa resistência elétrica. Assim, se a água do mar é boa condutora, é porque a sua resistência elétrica é baixa.

Ao contrário dos metais, onde os portadores de carga são os eletrões livres, nas soluções aquosas é a presença de iões que permite a condução da corrente elétrica.

Item 5.

5.1

Sal	Solubilidade em água / g dm ⁻³
Cloreto de sódio, NaCl	357
Dicloreto de magnésio, MgCl ₂	542
Sulfato de cálcio, CaSO ₄	2,1
Brometo de sódio, NaBr	946

A solubilidade em água de um determinado sal indica a massa máxima de soluto que se dissolve por volume de solução, onde o solvente é a água, a uma dada temperatura.

A evaporação da água faz com que o volume de água líquida vá diminuindo, dado que se encontra a passar para o estado gasoso.

A diminuição do volume do solvente conduz à diminuição do volume da solução. Como a massa do soluto dissolvido permanece constante, tal acarreta um aumento da concentração mássica da solução, para todos os solutos envolvidos. Quando a concentração mássica de um composto superar o seu valor de solubilidade, irá ocorrer a sua precipitação, começando a surgir um depósito sólido.

Assim se conclui que, dos sais apresentados, o sulfato de cálcio, CaSO₄, será o primeiro sal a precipitar, pois é o que apresenta menor valor de solubilidade.

5.2

Quanto menor for o pH de uma solução, maior vai ser a concentração de iões oxónio, H₃O⁺, dessa solução e menor será a sua concentração em iões hidróxido, OH⁻ (dado que o seu produto é constante, a uma mesma temperatura: $[H_3O^+][OH^-]=K_w$)

Aplicando-se o Princípio de Le Chatelier a esta alteração na concentração de um produto da reação, conclui-se que a diminuição da concentração dos iões hidróxido deslocam o equilíbrio de solubilidade no sentido direto, favorecendo a dissolução do hidróxido de magnésio sólido; ou seja, a solubilização do hidróxido de magnésio (reação direta) é favorecida.

Dado que a reação de solubilidade de hidróxido de magnésio se torna mais extensa, conclui-se a sua solubilidade aumenta com a diminuição do pH. (Este é um dos problemas que o aumento da acidez da água do mar poderá trazer para os organismos marinhos).

Item 6.

6.1

$$\begin{aligned}P_{\text{elétrica}} &= U \times I \\1,0 \times 10^{12} &= 3,0 \times 10^7 \times I \\I &= \frac{1,0 \times 10^{12}}{3,0 \times 10^7} \\I &= 3,33 \times 10^4 \text{ a}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}I &= \frac{Q}{\Delta t} \\3,33 \times 10^4 &= \frac{Q}{0,10} \\Q &= 3,33 \times 10^3 \text{ C}\end{aligned}$$

Como a carga de um eletrão é de $1,6 \times 10^{-19}$ C, conclui-se que são necessários para perfazer de $3,33 \times 10^3$ C de carga, um total de $2,1 \times 10^{22}$ eletrões:

$$\begin{aligned}\frac{1 \text{ eletrão}}{1,6 \times 10^{-19}} &= \frac{N \text{ eletrões}}{3,33 \times 10^3 \text{ C}} \\N &= \frac{3,33 \times 10^3}{1,6 \times 10^{-19}} \\N &= 2,1 \times 10^{22} \text{ eletrões}\end{aligned}$$

Nesta descarga elétrica a superfície da Terra é percorrida por um número da ordem dos 10^{22} eletrões.

6.2

Para ser induzida uma força eletromotriz na espira, terá de ocorrer uma variação do fluxo do campo magnético nessa espira. Como o campo magnético é sempre perpendicular ao plano da espira, e a área da espira também é constante, conclui-se que apenas será induzida uma força eletromotriz por variação do módulo do campo magnético. Pela análise do gráfico, conclui-se que a taxa temporal de variação do campo magnético é máxima para o intervalo de $[0;1]\mu\text{s}$.

Aplicando-se a Lei de Faraday, teremos:

$$\varepsilon = \frac{|\Delta\Phi|}{\Delta t}$$

$$\varepsilon = \frac{|\Phi_f - \Phi_i|}{\Delta t}$$

$$\varepsilon = \frac{|B_f \times A \times \cos \theta - B_i \times A \times \cos \theta|}{\Delta t}$$

$$\varepsilon = \frac{A \times \cos \theta \times |B_f - B_i|}{t_f - t_i}$$

$$\varepsilon = \frac{18 \times \cos 0^\circ \times |400 \times 400 \times 10^{-6} - 0|}{1,0 \times 10^{-6} - 0}$$

$$\varepsilon = \frac{18 \times 1 \times 400 \times 10^{-6}}{1,0 \times 10^{-6}}$$

$$\varepsilon = 18 \times 400$$

$$\varepsilon = 7,2 \times 10^3 \text{ V}$$

Item 7.**7.1****(B)***Acelerado e uniforme*

Antes de se atingir a velocidade terminal, o módulo da força de resistência do ar é crescente e sempre inferior ao módulo da força gravítica, considerada constante durante todo o movimento. Assim, existe uma força resultante, com direção vertical, sentido de cima para baixo, cujo valor vai diminuindo à medida que a força de resistência do ar aumenta em magnitude (pela maior velocidade da gota de ar). O movimento será, então, acelerado, mas não uniformemente acelerado, pois a força resultante não é constante.

A velocidade terminal atinge-se quando o módulo de resistência do ar é de igual valor a força gravítica, tornando a força resultante nula e o movimento uniforme.

7.2

(B)
sentido de baixo para cima e intensidade
 $4,1 \times 10^{-5}$ N

Quando se atinge a velocidade terminal, a força de resistência do ar tem uma intensidade igual à força gravítica, mas sentido oposto.

A resistência do ar terá então um sentido de baixo para cima (dado que a força gravítica é sempre de cima para baixo).

O seu valor pode ser calculado determinando-se a força gravítica que atua na gota: $F_g = m \times g$.

Como

$$\rho = \frac{m}{V}$$

$$m = \rho \times V$$

$$m = 1,0 \times 4,2 \times 10^{-3}$$

$$m = 4,2 \times 10^{-3} \text{g}$$

$$m = 4,1 \times 10^{-6} \text{kg}$$

$$F_g = m \times g$$

$$F_g = 4,1 \times 10^{-6} \times 9,8$$

$$F_g = 4,1 \times 10^{-5} \text{ N}$$

$$F_{\text{resistência do ar}} = 4,1 \times 10^{-5} \text{ N}$$

7.3

(B)
680 vezes superior

Se não atuasse a resistência do ar o sistema gota de água Terra seria conservativo. Assim sendo, a energia cinética da gota no instante imediatamente anterior a atingir o solo, seria igual à sua energia potencial gravítica do início da queda dado que, parte de

velocidade nula, e a sua energia potencial gravítica final também é nula.

Não havendo resistência do ar, a energia cinética no instante imediatamente anterior a se atingir o solo seria:

$$E_{m_{\text{solo}}} = E_{m_{\text{inicial}}}$$

$$E_{c_{\text{solo}}} + E_{p_{g_{\text{solo}}}} = E_{c_{\text{inicial}}} + E_{p_{g_{\text{inicial}}}}$$

$$E_{c_{\text{solo}}} = 0 + m \times g \times h_{\text{inicial}}$$

$$E_{c_{\text{solo}}} = m \times 9,8 \times 1700$$

Como há resistência do ar, a gota atinge a velocidade de 7 m s^{-1} , o que corresponde a uma energia cinética de

$$E_c = \frac{1}{2} \times m \times v^2$$

$$E_c = \frac{1}{2} \times m \times 7,0^2$$

Comparando os dois valores, conclui-se que, caso não houvesse a resistência do ar, a energia cinética no instante imediatamente anterior ao sol seria $\frac{m \times 9,8 \times 1700}{\frac{1}{2} \times m \times 7,0^2} = 680$ vezes superior à que que obtém na situação real.

Item 8.

8.1

(D)
Nenhuma das medidas

A balança utilizada é digital e a sua sensibilidade é de 0,001 g. A massa expressa está errada depois apresenta uma incerteza absoluta incorreta. Deveria estar $m = (5,934 \pm 0,001) \text{ g}$.

A bureta é um instrumento analógico e o fabricante indica que a sua sensibilidade é de 0,030 mL. Ou seja, permite a medição até a milionésima do mililitro. O volume expresso está incorreto pois não só a incerteza absoluta indica $0,05 \text{ cm}^3$, como o valor da medida não apresenta o número correto de algarismos significativos. Deveria estar $V = (6,000 \pm 0,030) \text{ cm}^3$.

8.2

À temperatura de 25°C o produto iónico da água é de $K_w = 1,012 \times 10^{-14}$.

Como se trata de água pura, $[H_3O^+] = [OH^-]$, pelo que

$$\begin{aligned}
 [H_3O^+][OH^-] &= K_w \\
 [OH^-]^2 &= K_w \\
 [OH^-] &= \sqrt{1,012 \times 10^{-14}} \\
 [OH^-] &= \sqrt{1,012 \times 10^{-14}} \\
 [OH^-] &= 1,006 \times 10^{-7} \text{ mol dm}^{-3}
 \end{aligned}$$

Dado que o volume das 120 gotas é conhecido, é possível calcular a quantidade de iões hidróxido nelas presentes:

$$\begin{aligned}
 [OH^-] &= \frac{n_{\text{hidróxido}}}{V} \\
 1,006 \times 10^{-7} &= \frac{n_{\text{hidróxido}}}{5,92 \times 10^{-3}} \\
 n_{\text{hidróxido}} &= 1,006 \times 10^{-7} \times 5,92 \times 10^{-3} \\
 n_{\text{hidróxido}} &= 5,956 \times 10^{-10} \text{ mol}
 \end{aligned}$$

O número de iões hidróxido presentes em 120 gotas é

$$\begin{aligned}
 N &= n \times N_A \\
 N &= 5,956 \times 10^{-10} \times 6,02 \times 10^{23} \\
 N &= 3,586 \times 10^{14} \text{ iões}
 \end{aligned}$$

O número de iões presentes em uma gota será 120 vezes inferior,

$$\begin{aligned}
 N &= \frac{3,606 \times 10^{14}}{120} \\
 N &= 2,99 \times 10^{12} \text{ iões}
 \end{aligned}$$

Item 9.
9.1
(B)

$$\frac{24 \times 3600 \times 9,25 \times 10^{-3}}{2\pi}$$

O tempo que, em média, irá decorrer desde que o Sol “toca” no horizonte até que “desaparece” completamente, corresponde ao tempo que irá demorar à Terra rodar o ângulo correspondente

ao tamanho aparente do Sol, visto à distância em que a Terra se encontra dele, $9,25 \times 10^{-3}$ rad (aproximadamente meio grau). Considerando que a Terra efetua uma rotação completa (2π rad) em 24 horas ($24 \times 60 \times 60$ s), o tempo, em segundos, que demora realizar rotação procurada é de:

$$\frac{2\pi \text{ rad}}{24 \times 60 \times 60 \text{ s}} = \frac{9,25 \times 10^{-3} \text{ rad}}{\Delta t}$$

$$\Delta t = \frac{24 \times 3600 \times 9,25 \times 10^{-3}}{2\pi}$$

9.2

A existência de brisa marítima nas tardes quentes de verão mostra que a areia aquece mais rapidamente do que a água do mar. De facto, sobre a areia, o ar aquece, torna-se menos denso e sobe, originando uma corrente de convecção ascendente. Sobre o mar, o ar mantém-se relativamente mais frio, mais denso, e desce, estabelecendo-se aí uma corrente descendente. À superfície, o ar desloca-se então do mar para a terra.

Como se considera que a energia absorvida, por unidade de tempo e por unidade de massa, é igual para a areia e para a água, a diferença de comportamento térmico deve-se às respetivas capacidades térmicas mássicas. Pela relação $E = m c \Delta T$, para a mesma energia absorvida por unidade de massa, a substância com menor capacidade térmica mássica sofre maior variação de temperatura.

Assim, conclui-se que a areia da praia tem menor capacidade térmica mássica do que a água do mar, pois atinge temperaturas mais elevadas com a mesma energia absorvida por unidade de massa. A água do mar, tendo maior capacidade térmica mássica, sofre menor variação de temperatura, nas mesmas condições. É esta diferença que explica o sentido das correntes de convecção e, conseqüentemente, a formação da brisa marítima.

9.3

(A)
refração da luz

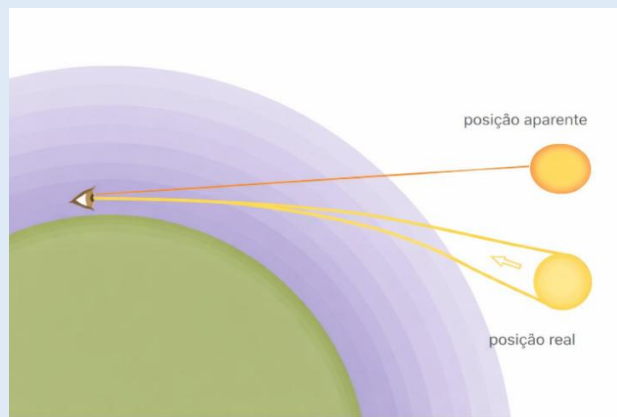
O fenómeno apresentado é compreensível pela refração da luz na atmosfera.

A luz propaga-se mais rapidamente no vázio do que no ar, o que faz com que a atmosfera tenha um índice de refração superior ao do vázio. O índice de refração, n , relaciona-se com a velocidade de propagação da luz no vázio, c , pela expressão $n = \frac{c}{v}$, pelo que, quanto menor é a velocidade de propagação da radiação, maior será o n nesse meio.

Como a atmosfera é mais densa junto à superfície terrestre, o seu índice de refração é superior nas camadas inferiores, quando comparado com as suas camadas mais altas. Assim, a radiação proveniente do Sol atravessa sucessivas camadas de ar com índices de refração diferentes. De acordo com a Lei de Snell-Descartes,

$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$$

quando a radiação se propaga de um meio de menor índice de refração para outro meio, de maior índice de refração, aproxima-se da normal. Deste modo, os raios solares vão sofrendo sucessivas refrações ao atravessar a atmosfera, aproximando-se da normal em cada transição de camadas, formando uma trajetória curva.



Um observador interpreta a direção da propagação da luz como retilínea. Prolongando os raios luminosos em linha reta, percebe o Sol numa posição aparente mais alta do que a sua posição real. Por isso, no pôr do sol, o Sol ainda pode ser visualmente observado mesmo quando já se encontra geometricamente abaixo da linha do horizonte.