



Proposta de resolução

Exame Final Nacional do Ensino Secundário

Prova de Física e Química A – 715

11.º ano de escolaridade

Época Especial

2026

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

Versão 1

Índice

ITEM 1.	3
1.1.	3
1.2.	4
1.3.	5
ITEM 2.	6
2.1.	6
2.2.	7
2.3.	8
ITEM 3.	8
3.1.	8
3.2.1.	9
3.2.2.	12
ITEM 4.	13
4.1.	13
4.2.	13
ITEM 5.	14
5.1.	14
5.2.	15
ITEM 6.	15
6.1.	15
6.2.	16
6.3.	17
6.4.	18
6.5.	19
ITEM 7.	19
7.1.	19
ITEM 8.	21
8.1.1.	21
8.1.2.	21
8.2.	22

Item 1.**1.1.**

O período de rotação do cilindro, isto é, o tempo que este demora a efetuar uma rotação completa, é $T = 7,8 \times 10^{-2}$ s.

A velocidade angular do cilindro pode ser determinada por:

$$\omega = \frac{2\pi}{T}$$
$$\omega = \frac{2\pi}{7,8 \times 10^{-2}} = 80,6 \text{ rad s}^{-1}$$

Se não houver escorregamento da corda e esta permanecer esticada, e como a espessura da corda é desprezável, em cada rotação completa do cilindro desenrola-se um comprimento de corda igual ao perímetro do cilindro. Assim, a velocidade linear com que a corda se desenrola pode ser calculada através da expressão:

$$v = r \times \omega$$

Sendo o raio do cilindro:

$$r = 6,0 \times 10^{-2} \text{ m}$$

obtém-se:

$$v = 80,6 \times 6,0 \times 10^{-2}$$
$$v = 4,84 \text{ m s}^{-1}$$

Isto significa que, em cada segundo, se desenrolam, aproximadamente 4,84 m de corda.

Durante os 30 s utilizados para medir o valor da velocidade da embarcação, que é constante, o comprimento de corda desenrolado é igual ao deslocamento sofrido pelo barco, pressupondo-se que a corda se mantém esticada.

Como a velocidade do barco é constante, a distância percorrida é diretamente proporcional aos tempos gastos a percorrê-la e:

$$d = v \times \Delta t$$
$$d = 4,84 \times 30$$
$$d = 145 \text{ m}$$

Dois nós consecutivos encontram-se separados por uma distância de 14,5 m. Assim, o número de nós que passa pelas mãos do marinheiro durante os 30 s é:

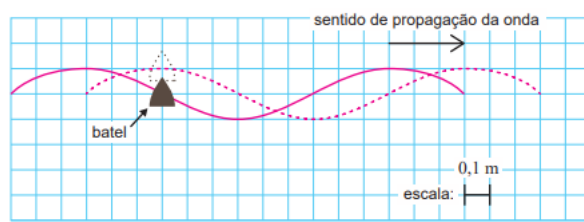
$$\text{Número de nós} = \frac{\text{comprimento de corda desenrolado}}{\text{espaçamento entre os nós}}$$
$$\text{Número de nós} = \frac{145}{14,5} = 10$$

De acordo com o enunciado, o valor da velocidade da embarcação, expressa em nós, corresponde ao número de nós da corda que passa pelas mãos do marinheiro durante 30 s. Portanto, a magnitude da velocidade da embarcação é de 10 nós.

1.2.

1,2 m e 1,25 Hz

(D)



O comprimento de onda, λ , corresponde à distância entre dois pontos consecutivos da onda que se encontram na mesma fase de vibração. Podemos, por exemplo, medir a distância entre duas cristas consecutivas da curva a cheio.

De acordo com a escala da figura, cada quadrícula corresponde a 0,10 m. Entre as duas cristas existem 12 quadrículas, pelo que:

$$\lambda = 12 \times 0,10 = 1,2 \text{ m}$$

A curva a tracejado representa a mesma onda 0,20 s depois. Admitindo que esse é o menor intervalo de tempo entre as duas configurações representadas (de facto, essa configuração repete-se no tempo a cada período), esse intervalo de tempo corresponde a um quarto do período (o batel deslocou-se da máxima elongação para a posição de equilíbrio):

$$\frac{1}{4}T = 0,2$$

$$T = 0,8 \text{ s}$$

Pelo que:

$$f = \frac{1}{T}$$

$$f = \frac{1}{0,8}$$

$$f = 1,25 \text{ Hz}$$

Resolução alternativa para o cálculo da frequência:

Para determinar a frequência, também se pode comparar a posição de uma crista nos dois instantes representados. Nesse intervalo de tempo, a uma crista deslocou-se três quadrículas no sentido de propagação da onda. Assim, a distância percorrida pela onda foi:

$$d = 3 \times 0,10 = 0,30 \text{ m}$$

A velocidade de propagação da onda é:

$$v = \frac{d}{\Delta t}$$

$$v = \frac{0,30}{0,20} = 1,5 \text{ m s}^{-1}$$

A velocidade de propagação de uma onda relaciona-se com o comprimento de onda e com a frequência através da expressão:

$$v = \lambda \times f$$

Isolando a frequência:

$$f = \frac{v}{\lambda}$$

$$f = \frac{1,5}{1,2} = 1,25 \text{ Hz}$$

1.3.

Inicialmente, o sensor recebe uma potência elétrica de 2,0 W.

Após a oxidação dos terminais, a potência recebida pelo sensor diminui 10%. Assim, a potência final corresponde a 90% da potência inicial:

$$P_{\text{ox}} = 0,90 P_i$$

$$P_{\text{ox}} = 0,90 \times 2,0 = 1,8 \text{ W}$$

Como $P = U \times I$, a partir da definição de resistência, $R = \frac{U}{I}$, deduz-se a relação:

$$P = U \times I$$

$$P = U \times \frac{U}{R}$$

$$P = \frac{U^2}{R}$$

Antes da oxidação dos terminais, a potência recebida pelo sensor é:

$$P_i = \frac{U^2}{R_i}$$

Depois da oxidação, a potência recebida é:

$$P_{\text{ox}} = \frac{U^2}{R_{\text{ox}}}$$

A diferença de potencial elétrico aplicada ao sensor mantém-se constante durante a oxidação dos terminais. Assim, o valor de U é o mesmo antes e depois da oxidação, sendo possível estabelecer a seguinte relação entre as potências e as resistências:

$$\frac{P_i}{P_{\text{ox}}} = \frac{\frac{U^2}{R_i}}{\frac{U^2}{R_{\text{ox}}}}$$

Simplificando:

$$\frac{P_i}{P_{\text{ox}}} = \frac{R_{\text{ox}}}{R_i}$$

Substituindo os valores das potências:

$$\frac{2,0}{1,8} = \frac{R_{ox}}{R_i}$$

$$R_{ox} = 1,11 R_i$$

O aumento percentual da resistência elétrica é determinado através da expressão:

$$\text{Aumento percentual} = \frac{R_{ox} - R_i}{R_i} \times 100$$

Substituindo R_{ox} por $1,11 R_i$:

$$\text{Aumento percentual} = \frac{1,11 R_i - R_i}{R_i} \times 100$$

$$\text{Aumento percentual} = 0,11 \times 100$$

$$\text{Aumento percentual} = 11\%$$

Portanto, após a oxidação dos terminais do sensor, a resistência elétrica do circuito aumentou aproximadamente 11%.

Item 2.

2.1.

(a) – (2)

(b) – (1)

(c) – (3)

(d) – (3)

(a)

Para identificar a vitamina presente em menor massa num comprimido, devemos comparar todas as massas na mesma unidade. Expressando, por exemplo, todos os valores para microgramas (um miligrama corresponde a 1000 microgramas):

Vitamina A: 800 μg

Vitamina B₅: 7,5 mg = 7500 μg

Vitamina C: 80 mg = 80 000 μg

Vitamina D: 15 μg

A vitamina presente em menor massa é, portanto, a vitamina D.

No espaço (a), deve selecionar-se a opção (2).

(b)

Para determinar a razão entre as massas das vitaminas C e A, converte-se a massa da vitamina C para a mesma unidade da massa da vitamina A:

$$m(\text{vitamina C}) = 80 \text{ mg} = 80\,000 \mu\text{g}$$

Assim:

$$\frac{m(\text{vitamina C})}{m(\text{vitamina A})} = \frac{80\,000}{800}$$

$$\frac{m(\text{vitamina C})}{m(\text{vitamina A})} = 100$$

No espaço (b), deve selecionar-se a opção (1).

(c)

Cada molécula de vitamina C, $C_6H_8O_6$, é constituída por 6 átomos de carbono, 8 átomos de hidrogénio e 6 átomos de oxigénio. Portanto, o número total de átomos existente em cada molécula é $6 + 8 + 6 = 20$ átomos.

Como existem aproximadamente 10^{20} moléculas de vitamina C, o número total de átomos é:

$$N(\text{átomos}) = 20 \times 10^{20}$$

$$N(\text{átomos}) = 2 \times 10^{21} \text{ átomos}$$

No espaço (c), deve seleccionar-se a opção (3).

(d)

Dos elementos presentes na vitamina C, o oxigénio é o elemento cujos átomos apresentam maior massa atómica relativa:

$$A_r(H) = 1,01$$

$$A_r(C) = 12,01$$

$$A_r(O) = 16,00$$

Assim, o elemento que mais contribui para a massa de uma molécula de vitamina C é o oxigénio, pois existem em igual número do que o elemento carbono (seis átomos), mas possuem massa superior. Apesar de maioritário em número (oito átomos), os átomos de hidrogénio não compensam a diferença no valor da sua massa (a massa de um átomo de hidrogénio é cerca de 16 vezes inferior à massa de um átomo de oxigénio).

No espaço (d), deve seleccionar-se a opção (3).

2.2.

0,16 dm³

(A)

De acordo com o enunciado, cada 100 mL de sumo de laranja contém 0,050 g de vitamina C.

Um comprimido do suplemento contém 80 mg de vitamina C. Para comparar as duas massas, é necessário expressá-las na mesma unidade: $80 \text{ mg} = 0,080 \text{ g}$

Como 100 mL de sumo contém 0,050 g de vitamina C, o volume de sumo que conteria 0,080 g de vitamina C, teria de ser $\frac{0,08}{0,05} = 1,6$ vezes superior ao volume de 100 mL, ou seja, 160 mL:

$$\frac{0,08 \text{ g}}{0,05 \text{ g}} = \frac{V}{100 \text{ mL}}$$

$$V = 100 \times 1,6$$

$$V = 160 \text{ mL}$$

Como:

$$1 \text{ dm}^3 = 1000 \text{ mL}$$

então:

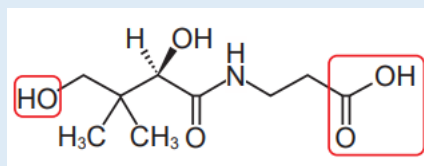
$$V = \frac{160}{1000} = 0,160 \text{ dm}^3$$

2.3.

álcoois e aos ácidos
carboxílicos

(B)

Na fórmula de estrutura da vitamina B₅ encontram-se destacados dois grupos funcionais.



O grupo destacado assinalado à esquerda na imagem, é constituído por um grupo hidroxilo, -OH . Este grupo funcional é característico dos álcoois.

O segundo grupo destacado apresenta a estrutura -COOH , onde o mesmo átomo de carbono encontra-se ligado, simultaneamente, a um átomo de oxigénio por uma ligação dupla e a um grupo -OH . Trata-se do grupo carboxilo, característico dos ácidos carboxílicos.

Assim, os grupos funcionais destacados estão associados aos álcoois e aos ácidos carboxílicos.

Item 3.

3.1.

E – B – D – A – C

Para preparar uma solução a partir de um soluto sólido, começa-se por medir a massa de soluto (ácido ascórbico) necessária (E. Medir a massa de ácido ascórbico necessária), num gobelé de massa conhecida (ou fazendo-se a sua tara). Em seguida, adiciona-se água destilada ao soluto e agita-se a mistura até ocorrer a sua dissolução completa (B. Adicionar água destilada e agitar até à dissolução completa). Depois de o soluto estar completamente dissolvido, transfere-se a solução para um balão volumétrico com o volume pretendido, sendo que o volume utilizado na dissolução efetuada terá obrigatoriamente de ser inferior ao volume pretendido no final (D.

Transferir a solução para um balão volumétrico de volume desejado.) Depois, adiciona-se água destilada ao balão volumétrico até que a parte inferior do menisco coincida com o traço de referência (A. Adicionar água destilada até ao traço de referência do balão volumétrico). Por fim, tapa-se o balão volumétrico e inverte-se várias vezes, de modo a garantir que a solução fica homogénea (C. Inverter várias vezes o balão volumétrico para homogeneizar a solução).

3.2.1.

A massa total da solução, constituída por 80,5 g de ácido ascórbico e 210 g de água, é de

$$m(\text{solução}) = m(\text{solute}) + m(\text{água})$$

$$m(\text{solução}) = 80,5 + 210 = 290,5 \text{ g}$$

Pelo que a solução apresentará o volume de:

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

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

$$V = \frac{290,5}{1,22} = 238 \text{ cm}^3$$

Como a concentração deve ser expressa em mol dm^{-3} , para o cálculo do pH, converte-se o volume para dm^3 , obtendo-se $V = 0,238 \text{ dm}^3$.

Determinando-se a quantidade de matéria de ácido ascórbico dissolvido,

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

$$n = \frac{80,5}{176,14}$$

$$n = 0,457 \text{ mol},$$

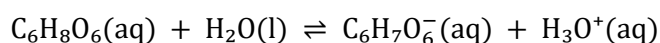
obtém-se concentração inicial de ácido ascórbico na solução:

$$c = \frac{n}{V}$$

$$c = \frac{0,457}{0,238}$$

$$c = 1,92 \text{ mol dm}^{-3}$$

A primeira ionização do ácido ascórbico em água é traduzida por:



A expressão da constante de acidez é:

$$K_{a1} = \frac{[\text{C}_6\text{H}_7\text{O}_6^-]_e [\text{H}_3\text{O}^+]_e}{[\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6]_e}$$

De acordo com a equação química, por cada mole de ácido ascórbico que se ioniza forma-se uma mole de $\text{C}_6\text{H}_7\text{O}_6^-$ e uma mole de H_3O^+ , e o volume é igual para todas as espécies intervenientes no equilíbrio.

Considerando que x representa a concentração de ácido que se ioniza, no equilíbrio:

$$[\text{C}_6\text{H}_7\text{O}_6^-]_{\text{e}} = x$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{e}} = x$$

$$[\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6]_{\text{e}} = 1,92 - x$$



Concentração (mol dm^{-3})

Inicial	1,92	-	0	0
Variação	$-x$	-	$+x$	$+x$
Equilíbrio	$1,92 - x$	-	x	x

Substituindo as concentrações na expressão da constante de acidez:

$$K_{\text{a1}} = \frac{[\text{C}_6\text{H}_7\text{O}_6^-]_{\text{e}} [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{e}}}{[\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6]_{\text{e}}}$$

$$8,0 \times 10^{-5} = \frac{x^2}{1,92 - x}$$

Multiplicando ambos os membros por $(1,92 - x)$:

$$8,0 \times 10^{-5}(1,92 - x) = x^2$$

Desenvolvendo e reorganizando:

$$x^2 + 8,0 \times 10^{-5}x - 1,536 \times 10^{-4} = 0$$

Obtêm-se duas soluções, uma positiva e outra negativa. Como uma concentração não pode ser negativa, seleciona-se:

$$x = 1,24 \times 10^{-2} \text{ mol dm}^{-3}$$

Como $[\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{e}} = x$, $[\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{e}} = 1,24 \times 10^{-2} \text{ mol dm}^{-3}$.

Assim:

$$\text{pH} = -\log\left(\frac{[\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{e}}}{\text{mol dm}^{-3}}\right)$$

$$\text{pH} = -\log(1,24 \times 10^{-2})$$

$$\text{pH} = 1,91$$

Nota:

À temperatura indicada, a quantidade de ácido ascórbico considerada não é compatível com a sua solubilidade em 210 g de água, pelo que não seria possível obter, nas condições descritas, uma solução com os 80,5 g de soluto integralmente dissolvidos. Embora esta incorreção não impeça a execução matemática prevista pelos critérios, a situação descrita não é realizável.

Deixamos aqui o cálculo do verdadeiro valor do pH que se obteria numa situação como a descrita (cálculo que não seria possível de se realizar com os dados fornecidos na prova, pois carece da indicação do valor da solubilidade).

A 25 °C, a solubilidade do ácido ascórbico em água é aproximadamente

$$s = 335 \text{ mg g}^{-1} = 0,335 \text{ g g}^{-1}$$

Assim, a massa máxima de ácido ascórbico que se pode dissolver em 210 g de água é:

$$m_{\text{dissolvido}} = 0,335 \times 210$$

$$m_{\text{dissolvido}} = 70,35 \text{ g}$$

Como foram adicionados 80,5 g de ácido ascórbico, nem todo o sólido se dissolve:

$$m_{\text{não dissolvido}} = 80,5 - 70,35$$

$$m_{\text{não dissolvido}} = 10,15 \text{ g}$$

A solução obtida encontra-se, portanto, saturada, existindo ácido ascórbico sólido não dissolvido.

A massa da fase líquida é:

$$m_{\text{solução}} = 210 + 70,35$$

$$m_{\text{solução}} = 280,35 \text{ g}$$

Pelo que

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

$$V = \frac{280,35}{1,22}$$

$$V = 229,8 \text{ cm}^3$$

ou seja,

$$V = 0,2298 \text{ dm}^3$$

A quantidade de matéria de ácido ascórbico dissolvido é:

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

$$n = \frac{70,35}{176,14}$$

$$n = 0,3994 \text{ mol}$$

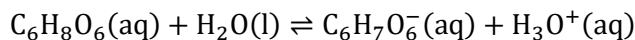
Assim, a concentração de ácido ascórbico na solução saturada é:

$$c = \frac{n}{V}$$

$$c = \frac{0,3994}{0,2298}$$

$$c = 1,738 \text{ mol dm}^{-3}$$

Considerando apenas a primeira ionização,



e sendo

$$K_{a1} = 8,0 \times 10^{-5}$$

se x representar a concentração de ácido que se ioniza:

$$[\text{C}_6\text{H}_7\text{O}_6^-]_e = x$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+]_e = x$$

$$[\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6]_e = 1,738 - x$$

Logo,

$$K_{a1} = \frac{[\text{C}_6\text{H}_7\text{O}_6^-]_e [\text{H}_3\text{O}^+]_e}{[\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6]_e}$$

$$8,0 \times 10^{-5} = \frac{x^2}{1,738 - x}$$

Da resolução da equação

$$x = 1,175 \times 10^{-2} \text{ mol dm}^{-3}$$

portanto,

$$[\text{H}_3\text{O}^+]_e = 1,175 \times 10^{-2} \text{ mol dm}^{-3}$$

e

$$\text{pH} = -\log\left(\frac{[\text{H}_3\text{O}^+]}{\text{mol dm}^{-3}}\right)$$

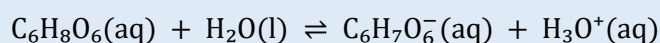
$$\text{pH} = -\log(1,175 \times 10^{-2})$$

$$\text{pH} = 1,93$$

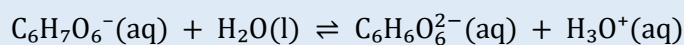
3.2.2.

$\text{C}_6\text{H}_6\text{O}_6^{2-}$ e H_3O^+
(C)

Na primeira ionização, o ácido ascórbico, $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$, cede um protão, H^+ , a uma molécula de água, formando $\text{C}_6\text{H}_7\text{O}_6^-$ e H_3O^+ :



Como o ácido ascórbico é um ácido diprótico, pode ceder um segundo protão. Na segunda ionização, a espécie $\text{C}_6\text{H}_7\text{O}_6^-$ cede um protão a uma molécula de água:



Assim, as duas espécies resultantes da segunda ionização são $\text{C}_6\text{H}_6\text{O}_6^{2-}$ e H_3O^+ .

Item 4.**4.1.**

Oersted observou que a agulha magnética de uma bússola colocada próximo de um fio condutor se desviava quando o fio era percorrido por uma corrente elétrica. Quando a corrente elétrica era interrompida, a agulha regressava à sua orientação inicial (orientação paralela à direção do campo magnético terrestre no local). A partir destas observações, concluiu que uma corrente elétrica produz um campo magnético na região envolvente (efeito magnético da corrente elétrica).

Uma descarga elétrica corresponde a uma corrente elétrica de elevada intensidade e de curta duração. Assim, uma descarga elétrica que ocorra próximo de uma bússola cria um campo magnético cuja interação com a agulha magnética altera temporariamente a sua orientação. Como o campo magnético associado à descarga varia rapidamente, a agulha pode desviar-se sucessivamente da sua posição de equilíbrio, originando as oscilações observadas pelos marinheiros.

Assim as observações dos marinheiros e de Oersted correspondem à observação do mesmo fenómeno: o efeito magnético da corrente elétrica. Os “raios” luminosos são descargas elétricas, correntes elétricas, em gases (ar) e, no caso da experiência realizada por Oersted, as correntes elétricas são produzidas em metais.

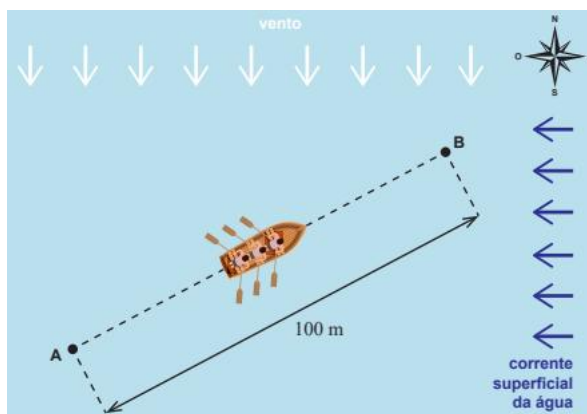
4.2.

(D)

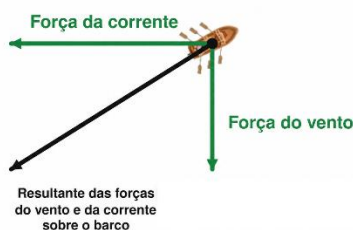
Faraday demonstrou experimentalmente que a variação do fluxo do campo magnético através de um circuito fechado origina uma força eletromotriz induzida. Para tal, não basta existir um campo magnético: é necessário que o fluxo magnético através do circuito varie: ou porque varia a magnitude do próprio campo magnético, ou porque varia a área do condutor atravessada pelas linhas do campo magnético, ou porque varia o ângulo formado entre o vetor campo magnético e a normal ao plano definido pelo condutor fechado. Assim, Faraday demonstrou que um campo magnético variável pode gerar uma corrente elétrica num condutor.

Item 5.

5.1.



O barco desloca-se com velocidade constante. Como a velocidade não varia, a sua aceleração é nula, $a = 0$. De acordo com a Segunda Lei de Newton, $F_R = m a$, será também nula a resultante das forças que atuam sobre o barco, $F_R = 0$. Consequentemente, a força exercida pelo conjunto dos remadores tem de anular a resultante das forças exercidas pelo vento e pela corrente superficial da água:



A força exercida pelo vento, $\vec{F}_V$, de intensidade 9,0 N, e a força exercida pela corrente, $\vec{F}_C$, de intensidade 20,0 N, têm direções perpendiculares. A intensidade da resultante destas duas forças pode ser determinada através do teorema de Pitágoras:

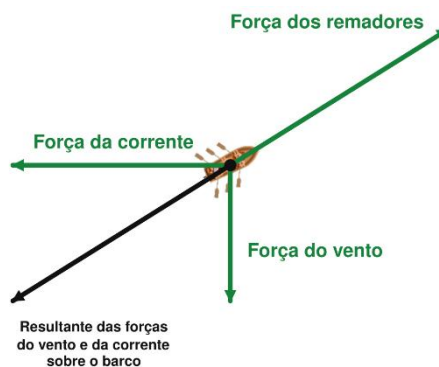
$$F_R = \sqrt{(F_V^2 + F_C^2)}$$

$$F_R = \sqrt{(9^2 + 20^2)}$$

$$F_R = 21,9 \text{ N}$$

Para que a resultante de todas as forças aplicadas ao barco seja nula, a magnitude da força $\vec{F}$ exercida pelos remadores, deve ter a mesma intensidade e a mesma direção da resultante das forças exercidas pelo vento e pela corrente, mas sentido oposto:

$$F = 21,9 \text{ N}$$



A força exercida pelos remadores tem a direção e o sentido do deslocamento do barco. Assim, o ângulo entre a força e o deslocamento é 0° .

O trabalho W realizado pela força exercida pelos remadores é:

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

$$W = 21,9 \times 100 \times \cos 0^\circ$$

$$W = 2,19 \times 10^3 \text{ J}$$

A energia transferida pelos remadores para o barco, por ação das forças que exercem, corresponde ao trabalho realizado pela resultante dessas forças, $E = 2,2 \times 10^3 \text{ J}$.

5.2.

(A)

A força gravítica que atua sobre o barco tem direção vertical e sentido de cima para baixo.

O deslocamento do barco ocorre no plano horizontal. Assim, a força gravítica é perpendicular ao deslocamento, pelo que o ângulo entre os dois vetores é 90° .

O trabalho realizado por uma força constante é dado por:

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

Neste caso:

$$W = F_g \times d \times \cos 90^\circ$$

Como:

$$\cos 90^\circ = 0$$

obtém-se:

$$W = 0 \text{ J}$$

Portanto, o trabalho realizado pela força gravítica é nulo.

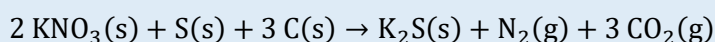
Item 6.

6.1.

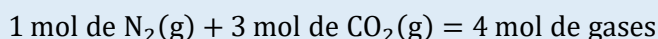
2,0 mol de gases

(A)

A reação química é traduzida por:



De acordo com a estequiometria da reação, por cada 2 mol de KNO_3 que reagem, formam-se:



Assim, por cada mole de KNO_3 que reage:

$$n_{\text{gases}} = \frac{4}{2}$$

$$n_{\text{gases}} = 2,0 \text{ mol}$$

6.2.

A fração em massa de enxofre na pólvora é:

$$\%(m/m) = \frac{m_S}{m_{\text{pólvora}}} \times 100$$

Substituindo os valores:

$$8,0 = \frac{m_S}{1,8} \times 100$$

A massa de enxofre presente em 1,8 kg de pólvora é:

$$m_S = 0,080 \times 1,8$$

$$m_S = 0,144 \text{ kg} = 144 \text{ g}$$

A quantidade de matéria de enxofre é:

$$n_S = \frac{m_S}{M_S}$$

$$n_S = \frac{144}{32,06}$$

$$n_S = 4,49 \text{ mol}$$

Como a combustão de 1 mol de S liberta 597,73 kJ, a energia libertada na combustão da pólvora é:

$$E_{\text{libertada}} = 4,49 \times 597,73$$

$$E_{\text{libertada}} = 2,68 \times 10^3 \text{ kJ}$$

Apenas 7,0% desta energia é transformada em energia cinética do projétil:

$$E_c = 0,070 \times 2,68 \times 10^3$$

$$E_c = 1,88 \times 10^2 \text{ kJ}$$

$$E_c = 1,88 \times 10^5 \text{ J}$$

A energia cinética do projétil à saída do canhão é:

$$E_c = \frac{1}{2}mv^2$$

Substituindo:

$$1,88 \times 10^5 = \frac{1}{2} \times 5,4 \times v^2$$

$$v^2 = \frac{2 \times 1,88 \times 10^5}{5,4}$$

$$v = 2,64 \times 10^2 \text{ m s}^{-1}$$

No movimento vertical ascendente, a aceleração tem sentido oposto ao da velocidade e módulo igual a g . No ponto de altura máxima:

$$v = 0$$

Recorrendo à lei das velocidades:

$$\begin{aligned}v &= v_0 + at \\0 &= 2,64 \times 10^2 - 9,80 \times t_{\text{subida}} \\t_{\text{subida}} &= \frac{2,64 \times 10^2}{9,80} \\t_{\text{subida}} &= 26,9 \text{ s}\end{aligned}$$

Como a resistência do ar é desprezável, o tempo de descida até à posição de partida é igual ao tempo de subida. Assim:

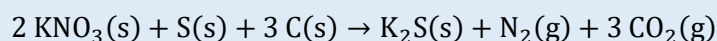
$$\begin{aligned}t_{\text{total}} &= 2 \times t_{\text{subida}} \\t_{\text{total}} &= 2 \times 26,9 \\t_{\text{total}} &= 53,8 \text{ s}\end{aligned}$$

O projétil demoraria, portanto, aproximadamente 54 s a regressar à posição de partida.

6.3.

-2
(D)

Na reação considerada:



o enxofre encontra-se inicialmente na forma de substância elementar, $\text{S}(\text{s})$. Assim, o seu número de oxidação é:

$$\text{n. o. (S)} = 0$$

No composto K_2S , o potássio apresenta número de oxidação +1. Como o composto é eletricamente neutro:

$$2 \times (+1) + \text{n. o. (S)} = 0$$

$$\text{n. o. (S)} = -2$$

A variação do número de oxidação do enxofre é, portanto:

$$\Delta \text{n. o.} = (-2) - 0$$

$$\Delta \text{n. o.} = -2$$

O enxofre sofre, assim, uma redução, pois o seu número de oxidação diminui de 0 para -2.

Consequentemente, a opção correta é a (D).

6.4.

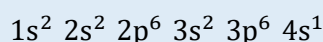
(a) – (5)

(b) – (2)

(c) – (4)

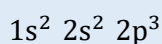
A tabela periódica mostra os elementos químicos organizados por grupos (1 a 18) e períodos (1 a 7). Os elementos Potássio (K), Nitrogénio (N) e Enxofre (S) estão destacados com cores vermelha, azul e laranja, respetivamente.

(a) O potássio, K, apresenta número atómico 19 e, no estado fundamental, a configuração eletrónica:

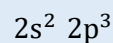


O eletrão de maior energia ocupa uma orbital do subnível s, pelo que o potássio pertence ao bloco s da Tabela Periódica. Esta conclusão também poderia ser obtida diretamente pela sua posição na Tabela Periódica: o K encontra-se no grupo 1, cujos elementos pertencem ao bloco s. Assim, (a) – (5).

(b) O nitrogénio, N, apresenta número atómico 7 e, no estado fundamental, a configuração eletrónica:



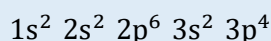
Apresenta cinco eletrões de valência:



pelo que pertence ao grupo 15 da Tabela Periódica, como também se verifica diretamente pela sua posição na tabela.

Assim, (b) – (2).

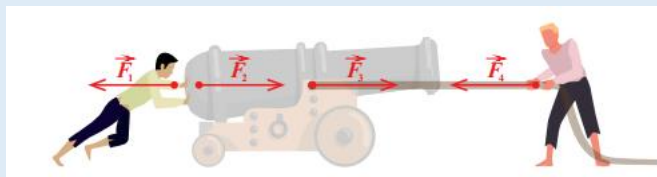
(c) O enxofre, S, apresenta número atómico 16 e, no estado fundamental, a configuração eletrónica:



Os eletrões do átomo ocupam níveis de energia até ao nível de número quântico principal $n = 3$. O enxofre pertence, portanto, ao 3.º período da Tabela Periódica, o que também se observa diretamente pela sua posição na tabela. Assim, (c) – (4).

6.5.

(A)



Analisando a situação e as forças representadas, teremos:

- A força $\vec{F}_2$ é a força exercida pelo marinheiro (situado à esquerda) sobre o canhão. A força $\vec{F}_1$ corresponde à força exercida pelo canhão sobre esse marinheiro. Assim, as forças $\vec{F}_1$ e $\vec{F}_2$ constituem um par ação-reação (é um par de forças da mesma da mesma interação, a que surge entre o canhão e o marinheiro).

- A força $\vec{F}_3$ é a força exercida pela corda sobre o canhão. Por sua vez, a força $\vec{F}_4$ é a força exercida pela corda sobre o marinheiro (situado à direita). Como traduzem interações distintas, não constituem um par ação-reação (uma interação é entre a corda e o canhão e a outra é entre a corda e o marinheiro).

Conclui-se, portanto, que as forças $\vec{F}_1$ e $\vec{F}_2$ constituem um par ação-reação, porque traduzem a interação recíproca entre dois corpos, o que não acontece com $\vec{F}_3$ e $\vec{F}_4$.

Item 7.

7.1.

Como foram encerradas massas iguais de CO(g) , $\text{H}_2\text{O(g)}$, $\text{CO}_2\text{(g)}$ e $\text{H}_2\text{(g)}$, representando essa massa por m , as respetivas quantidades de matéria são dadas por:

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

Sendo o recipiente indeformável, todas as espécies ocupam o mesmo volume, V , pelo que:

$$[\text{CO}] = \frac{m}{28,01 \times V}$$

$$[\text{H}_2\text{O}] = \frac{m}{18,02 \times V}$$

$$[\text{CO}_2] = \frac{m}{44,01 \times V}$$

$$[\text{H}_2] = \frac{m}{2,02 \times V}$$

O quociente da reação, no instante inicial, é:

$$Q_c = \frac{[\text{CO}_2] [\text{H}_2]}{[\text{CO}] [\text{H}_2\text{O}]}$$

Substituindo as concentrações:

$$Q_c = \frac{\frac{m}{44,01 \times V} \times \frac{m}{2,02 \times V}}{\frac{m}{28,01 \times V} \times \frac{m}{18,02 \times V}}$$

Efetuada primeiro as multiplicações no numerador e no denominador:

$$Q_c = \frac{\frac{m^2}{44,01 \times 2,02 \times V^2}}{\frac{m^2}{28,01 \times 18,02 \times V^2}}$$

Dividir por uma fração equivale a multiplicar pelo seu inverso. Assim:

$$Q_c = \frac{m^2}{44,01 \times 2,02 \times V^2} \times \frac{28,01 \times 18,02 \times V^2}{m^2}$$

Como m^2 e V^2 aparecem simultaneamente no numerador e no denominador, simplificam-se

$$Q_c = \frac{28,01 \times 18,02}{44,01 \times 2,02}$$
$$Q_c = 5,68$$

Como:

$$Q_c > K_c$$
$$5,68 > 5,1$$

a mistura apresenta, inicialmente, uma proporção de produtos superior à correspondente ao estado de equilíbrio. Assim, o sistema evolui no sentido da reação inversa, com consumo de $\text{CO}_2(\text{g})$ e $\text{H}_2(\text{g})$ e formação de $\text{CO}(\text{g})$ e $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$, até ser atingido o equilíbrio químico.

7.2.

A reação direta é exotérmica, como indica o valor negativo da variação de entalpia, $\Delta H < 0$.

Uma diminuição da temperatura constitui uma perturbação do estado de equilíbrio. De acordo com o Princípio de Le Châtelier, o sistema evolui no sentido que contraria essa diminuição, isto é, no sentido em que ocorre libertação de energia. Assim, é favorecida a reação exotérmica que, neste caso, é a reação direta, com formação de $\text{CO}_2(\text{g})$ e $\text{H}_2(\text{g})$ e consumo de $\text{CO}(\text{g})$ e $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$.

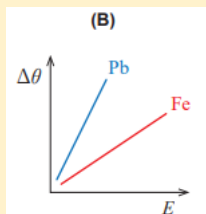
A constante de equilíbrio pode ser expressa por:

$$K_c = \frac{[\text{CO}_2]_e [\text{H}_2]_e}{[\text{CO}]_e [\text{H}_2\text{O}]_e}$$

No novo estado de equilíbrio, estabelecido a uma temperatura inferior, a proporção entre as concentrações dos produtos e as dos reagentes é maior, como consequência da formação de $\text{CO}_2(\text{g})$ e $\text{H}_2(\text{g})$ e consumo de $\text{CO}(\text{g})$ e $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$. Consequentemente, o valor da constante de equilíbrio aumenta. Assim, para esta reação, a diminuição da temperatura provoca um aumento de K_c

Item 8.

8.1.1.



A energia, E , fornecida a cada amostra relaciona-se com o aumento de temperatura, $\Delta\theta$, por:

$$E = m c \Delta\theta$$

pelo que

$$\Delta\theta = \frac{E}{m c}$$

Assim, num gráfico de $\Delta\theta$ em função de E , o declive é dado por

$$\text{declive} = \frac{1}{m c}$$

Como as duas amostras têm a mesma massa e a capacidade térmica mássica do chumbo é inferior à do ferro, $c_{\text{Pb}} < c_{\text{Fe}}$, o declive correspondente ao chumbo é superior ao correspondente ao ferro. Além disso, para $E = 0$, tem-se $\Delta\theta = 0$, pelo que ambas as retas passam pela origem.

Consequentemente, o gráfico correto é o (B).

8.1.2.

17,3

(D)

A energia necessária para elevar a temperatura de uma amostra, sem mudança de estado físico, é dada por:

$$E = m c \Delta\theta$$

Para a amostra de ferro:

$$\Delta\theta_{\text{Fe}} = 1538 - 25$$

$$\Delta\theta_{\text{Fe}} = 1513^\circ\text{C}$$

Para a amostra de chumbo:

$$\Delta\theta_{\text{Pb}} = 327 - 25$$

$$\Delta\theta_{\text{Pb}} = 302^\circ\text{C}$$

Como as duas amostras têm a mesma massa,

$$\frac{E_{\text{Fe}}}{E_{\text{Pb}}} = \frac{m \times c_{\text{Fe}} \times \Delta\theta_{\text{Fe}}}{m \times c_{\text{Pb}} \times \Delta\theta_{\text{Pb}}}$$

$$\frac{E_{\text{Fe}}}{E_{\text{Pb}}} = \frac{450 \times 1513}{130 \times 302}$$

$$\frac{E_{\text{Fe}}}{E_{\text{Pb}}} = 17,3$$

Logo, a opção correta é (D).

8.2.

$-E_1 + E_2$
(C)

De acordo com a Primeira Lei da Termodinâmica, a variação da energia interna de um sistema é dada por:

$$\Delta U = W + Q$$

Durante a moldagem, o objeto cede ao ambiente uma energia de módulo E_1 , por transferência de energia sob a forma de calor. Assim,

$$Q = -E_1$$

Por outro lado, o objeto recebe uma energia de módulo E_2 por ação do martelo, isto é, é realizado trabalho sobre o objeto:

$$W = E_2$$

Logo,

$$\Delta U = E_2 - E_1$$

ou, equivalentemente,

$$\Delta U = -E_1 + E_2$$

Consequentemente, a opção correta é a (C).