

EXAME FINAL NACIONAL DO ENSINO SECUNDÁRIO

Prova Escrita de Física e Química A

11.º Ano de Escolaridade

Decreto-Lei n.º 139/2012, de 5 de julho

Prova 715/1.ª Fase

16 Páginas

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

2016

VERSÃO 1

Indique de forma legível a versão da prova.

Utilize apenas caneta ou esferográfica de tinta azul ou preta.

É permitida a utilização de régua, esquadro, transferidor e calculadora gráfica.

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

Para cada resposta, identifique o grupo e o item.

Apresente as suas respostas de forma legível.

Apresente apenas uma resposta para cada item.

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

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

Nos termos da lei em vigor, as provas de avaliação externa são obras protegidas pelo Código do Direito de Autor e dos Direitos Conexos. A sua divulgação não suprime os direitos previstos na lei. Assim, é proibida a utilização destas provas, além do determinado na lei ou do permitido pelo IAVE, I.P., sendo expressamente vedada a sua exploração comercial.

TABELA DE CONSTANTES

Velocidade de propagação da luz no vácuo	$c = 3,00 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$
Módulo da aceleração gravítica de um corpo junto à superfície da Terra	$g = 10 \text{ m s}^{-2}$
Constante de Gravitação Universal	$G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$
Constante de Avogadro	$N_A = 6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
Constante de Stefan-Boltzmann	$\sigma = 5,67 \times 10^{-8} \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-4}$
Produto iónico da água (a 25 °C)	$K_w = 1,00 \times 10^{-14}$
Volume molar de um gás (PTN)	$V_m = 22,4 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1}$

FORMULÁRIO

- **Conversão de temperatura (de grau Celsius para kelvin)** $T = \theta + 273,15$
T – temperatura absoluta (temperatura em kelvin)
θ – temperatura em grau Celsius
- **Densidade (massa volúmica)** $\rho = \frac{m}{V}$
m – massa
V – volume
- **Efeito fotoelétrico** $E_{\text{rad}} = E_{\text{rem}} + E_c$
E_{rad} – energia de um fóton da radiação incidente no metal
E_{rem} – energia de remoção de um eletrão do metal
E_c – energia cinética do eletrão removido
- **Concentração de solução** $c = \frac{n}{V}$
n – quantidade de soluto
V – volume de solução
- **Relação entre pH e concentração de H₃O⁺** $\text{pH} = -\log \{[\text{H}_3\text{O}^+] / \text{mol dm}^{-3}\}$
- **1.ª Lei da Termodinâmica** $\Delta U = W + Q + R$
ΔU – variação da energia interna do sistema (também representada por *ΔE_i*)
W – energia transferida, entre o sistema e o exterior, sob a forma de trabalho
Q – energia transferida, entre o sistema e o exterior, sob a forma de calor
R – energia transferida, entre o sistema e o exterior, sob a forma de radiação
- **Lei de Stefan-Boltzmann** $P = e \sigma AT^4$
P – potência total irradiada pela superfície de um corpo
e – emissividade da superfície do corpo
σ – constante de Stefan-Boltzmann
A – área da superfície do corpo
T – temperatura absoluta da superfície do corpo
- **Energia ganha ou perdida por um corpo devido à variação da sua temperatura** $E = m c \Delta T$
m – massa do corpo
c – capacidade térmica mássica do material de que é constituído o corpo
ΔT – variação da temperatura do corpo
- **Taxa temporal de transferência de energia, sob a forma de calor, por condução** $\frac{Q}{\Delta t} = k \frac{A}{l} \Delta T$
Q – energia transferida, sob a forma de calor, por condução, através de uma barra, no intervalo de tempo *Δt*
k – condutividade térmica do material de que é constituída a barra
A – área da secção da barra, perpendicular à direção de transferência de energia
l – comprimento da barra
ΔT – diferença de temperatura entre as extremidades da barra

- Trabalho realizado por uma força constante, \vec{F} , que atua sobre um corpo em movimento retilíneo** $W = Fd \cos \alpha$
 d – módulo do deslocamento do ponto de aplicação da força
 α – ângulo definido pela força e pelo deslocamento
- Energia cinética de translação** $E_c = \frac{1}{2} mv^2$
 m – massa
 v – módulo da velocidade
- Energia potencial gravítica em relação a um nível de referência** $E_p = m g h$
 m – massa
 g – módulo da aceleração gravítica junto à superfície da Terra
 h – altura em relação ao nível de referência considerado
- Teorema da energia cinética** $W = \Delta E_c$
 W – soma dos trabalhos realizados pelas forças que atuam num corpo, num determinado intervalo de tempo
 ΔE_c – variação da energia cinética do centro de massa do corpo, no mesmo intervalo de tempo
- Lei da Gravitação Universal** $F_g = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$
 F_g – módulo da força gravítica exercida pela massa pontual m_1 (m_2) na massa pontual m_2 (m_1)
 G – constante de Gravitação Universal
 r – distância entre as duas massas
- 2.ª Lei de Newton** $\vec{F} = m \vec{a}$
 \vec{F} – resultante das forças que atuam num corpo de massa m
 \vec{a} – aceleração do centro de massa do corpo
- Equações do movimento retilíneo com aceleração constante** $x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$
 x – valor (componente escalar) da posição
 v – valor (componente escalar) da velocidade $v = v_0 + a t$
 a – valor (componente escalar) da aceleração
 t – tempo
- Equações do movimento circular com velocidade linear de módulo constante** $a_c = \frac{v^2}{r}$
 a_c – módulo da aceleração centrípeta
 v – módulo da velocidade linear $v = \frac{2\pi r}{T}$
 r – raio da trajetória
 T – período do movimento $\omega = \frac{2\pi}{T}$
 ω – módulo da velocidade angular
- Comprimento de onda** $\lambda = \frac{v}{f}$
 v – módulo da velocidade de propagação da onda
 f – frequência do movimento ondulatório
- Função que descreve um sinal harmónico ou sinusoidal** $y = A \sin(\omega t)$
 A – amplitude do sinal
 ω – frequência angular
 t – tempo
- Fluxo magnético que atravessa uma superfície, de área A , em que existe um campo magnético uniforme, \vec{B}** $\Phi_m = B A \cos \alpha$
 α – ângulo entre a direção do campo e a direção perpendicular à superfície
- Força eletromotriz induzida numa espira metálica** $|\varepsilon_{\text{ind}}| = \frac{|\Delta \Phi_m|}{\Delta t}$
 $\Delta \Phi_m$ – variação do fluxo magnético que atravessa a superfície delimitada pela espira, no intervalo de tempo Δt
- Lei de Snell-Descartes para a refração** $n_1 \sin \alpha_1 = n_2 \sin \alpha_2$
 n_1, n_2 – índices de refração dos meios 1 e 2, respetivamente
 α_1, α_2 – ângulos entre a direção de propagação da onda e a normal à superfície separadora no ponto de incidência, nos meios 1 e 2, respetivamente

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.

Nas respostas aos itens em que é pedida a apresentação de todas as etapas de resolução, explicita todos os cálculos efetuados e apresente todas as justificações ou conclusões solicitadas.

Utilize unicamente valores numéricos das grandezas referidas na prova (no enunciado dos itens, na tabela de constantes e na tabela periódica).

Utilize os valores numéricos fornecidos no enunciado dos itens.

GRUPO I

1. Uma bola move-se segundo uma trajetória retilínea.

Considere que a bola pode ser representada pelo seu centro de massa (modelo da partícula material).

Admita que a componente escalar da posição, x , da bola em relação a um determinado referencial unidimensional Ox varia com o tempo, t , de acordo com a equação

$$x = 2,4 - 2,0t + 0,60t^2 \quad (\text{SI})$$

1.1. A que distância se encontra a bola da origem do referencial Ox considerado, no instante $t = 0,0$ s?

1.2. A componente escalar, segundo o referencial Ox considerado, da velocidade, v_x , da bola varia com o tempo, t , de acordo com a equação

(A) $v_x = -2,0 + 1,2t$ (SI)

(B) $v_x = 2,4 - 2,0t$ (SI)

(C) $v_x = -2,0 + 0,60t$ (SI)

(D) $v_x = 2,4 - 4,0t$ (SI)

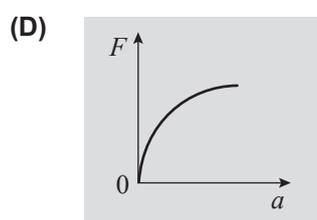
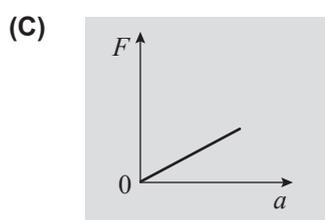
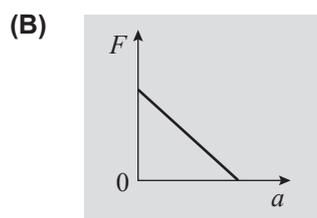
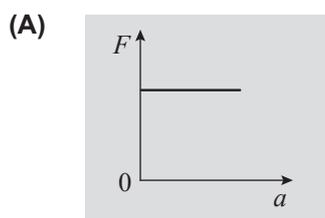
1.3. Determine a distância percorrida pela bola no intervalo de tempo $[0,0; 3,0]$ s, utilizando as potencialidades gráficas da calculadora.

Na sua resposta:

- apresente um esboço do gráfico da componente escalar da posição, x , da bola em função do tempo, t , desde o instante $t = 0,0$ s até, pelo menos, ao instante $t = 3,0$ s;
- indique, no esboço apresentado, os valores de x necessários ao cálculo daquela distância;
- apresente o valor da distância percorrida pela bola no intervalo de tempo considerado.

2. Uma bola, atada a uma corda, descreve trajetórias circulares num mesmo plano horizontal.
 Considere que a bola pode ser representada pelo seu centro de massa (modelo da partícula material).

2.1. Qual dos esboços de gráfico seguintes pode representar a intensidade da resultante das forças que atuam na bola, F , em função do módulo da aceleração, a , da bola?



2.2. Na Figura 1, está representada uma imagem estroboscópica de um movimento da bola, no qual a trajetória descrita pela bola é uma circunferência de raio 30 cm. Nessa imagem estroboscópica, as posições da bola foram registadas a intervalos de tempo de $4,0 \times 10^{-2}$ s.

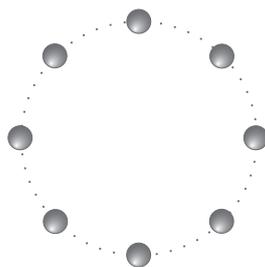


Figura 1

Determine o módulo da aceleração da bola no movimento considerado.

Apresente todas as etapas de resolução.

GRUPO II

1. Uma bobina, cujos terminais estão ligados a um osciloscópio, roda numa zona do espaço onde existe um campo magnético uniforme.

A Figura 2 representa o sinal registado no ecrã do osciloscópio quando este tem a base de tempo regulada para 5 ms/div e a escala vertical regulada para 2 V/div.

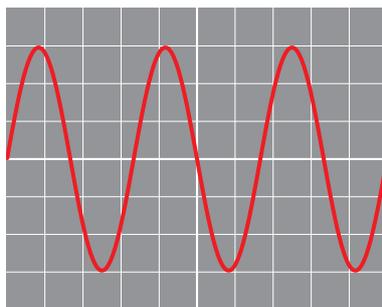


Figura 2

Qual das expressões seguintes pode traduzir a tensão, U , desse sinal em função do tempo, t ?

- (A) $U = 6,0 \sin(80\pi t)$ (SI)
(B) $U = 6,0 \sin(1,2 \times 10^2 \pi t)$ (SI)
(C) $U = 12,0 \sin(80\pi t)$ (SI)
(D) $U = 12,0 \sin(1,2 \times 10^2 \pi t)$ (SI)
2. Uma outra bobina, formada por 500 espiras quadradas de lado $8,0 \times 10^{-2}$ m, está em repouso numa zona do espaço onde existe um campo magnético uniforme, \vec{B} , perpendicular aos planos das espiras.

Admita que, num dado intervalo de tempo, a intensidade do campo magnético, B , varia com o tempo, t , de acordo com o gráfico representado na Figura 3.

Determine o módulo da força eletromotriz induzida nos terminais da bobina, no intervalo de tempo $[0,0; 2,0]$ s.

Apresente todas as etapas de resolução.

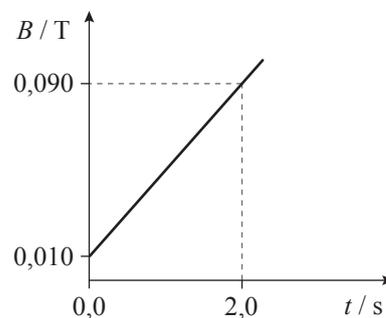


Figura 3

GRUPO III

Quando um corpo desliza ao longo de um plano inclinado, ocorre, geralmente, dissipação de parte da energia mecânica do sistema *corpo + Terra*.

Numa aula laboratorial de Física, pretendia-se investigar se a energia dissipada e a intensidade da resultante das forças de atrito que atuam num corpo que desliza ao longo de um plano inclinado dependem da distância percorrida pelo corpo e dos materiais das superfícies em contacto.

Na Figura 4, está representada uma montagem semelhante à utilizada nessa aula laboratorial.

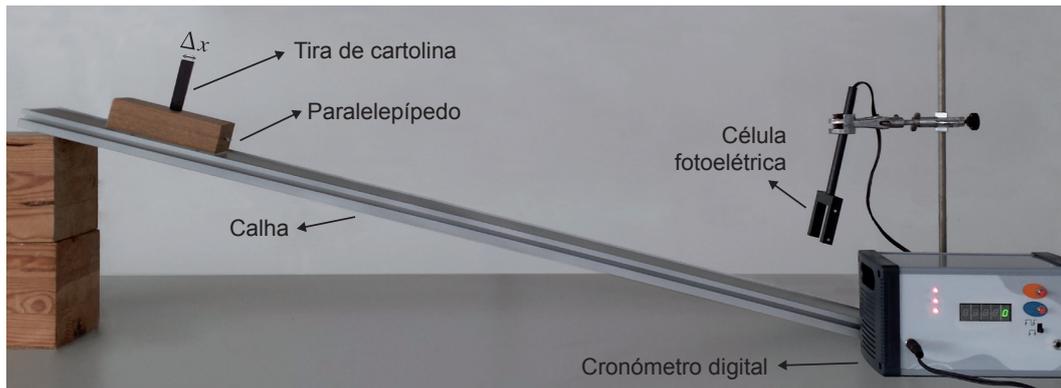


Figura 4

Nos ensaios efetuados, foi utilizado um paralelepípedo de madeira cujas faces laterais, de igual área, se encontravam revestidas por materiais diferentes. Em cada conjunto de ensaios, o paralelepípedo, deslizando sobre a calha sempre apoiado numa mesma face, foi abandonado em diversas posições, percorrendo assim distâncias diferentes até passar pela célula fotoelétrica.

O cronómetro digital ligado à célula fotoelétrica permitiu medir o intervalo de tempo que a tira de cartolina fixada no paralelepípedo demorava a passar em frente dessa célula.

No tratamento e na interpretação dos resultados experimentais obtidos, considerou-se desprezável a resistência do ar.

1. Para medir a largura, Δx , da tira de cartolina utilizou-se uma régua com uma escala cuja menor divisão é 1 mm.

Qual é a incerteza associada à escala dessa régua?

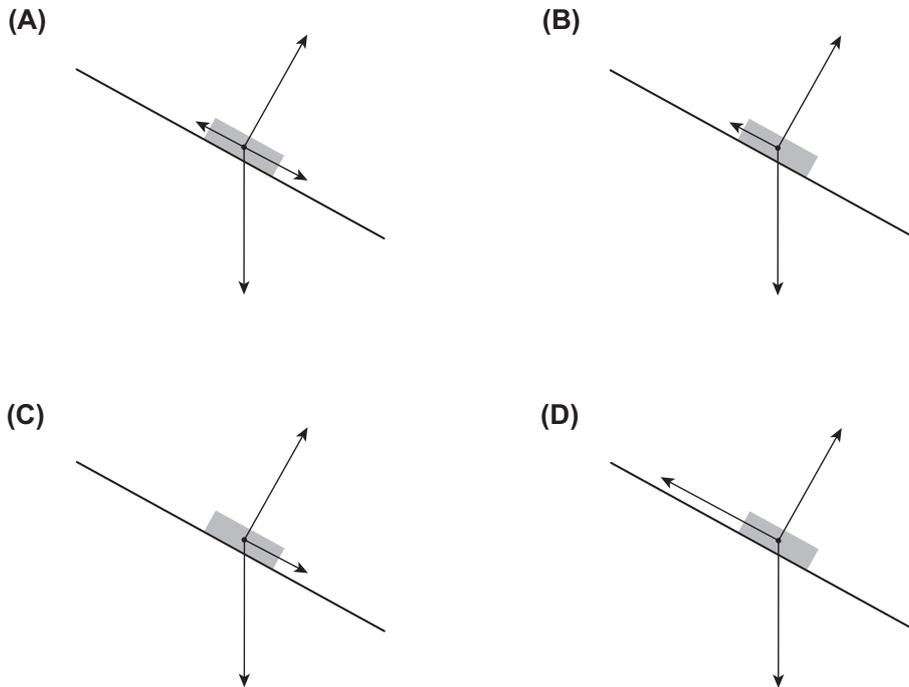
2. Num dos ensaios realizados, o paralelepípedo, de massa 90,48 g, foi abandonado numa determinada posição sobre a calha, tendo percorrido 0,870 m até a tira de cartolina passar em frente da célula fotoelétrica. Nesse deslocamento, a altura a que o paralelepípedo se encontrava em relação a um mesmo nível de referência diminuiu 0,420 m.

No ensaio realizado, a tira de cartolina, de largura $\Delta x = 1,50$ cm, demorou $1,08 \times 10^{-2}$ s a passar em frente da célula fotoelétrica.

Calcule a intensidade da resultante das forças de atrito que atuaram no paralelepípedo, naquele ensaio. Admita que essa resultante se manteve constante.

Apresente todas as etapas de resolução.

3. Em qual dos esquemas seguintes está representado um diagrama das forças que atuam no paralelepípedo quando este, depois de abandonado, desliza sobre a calha?

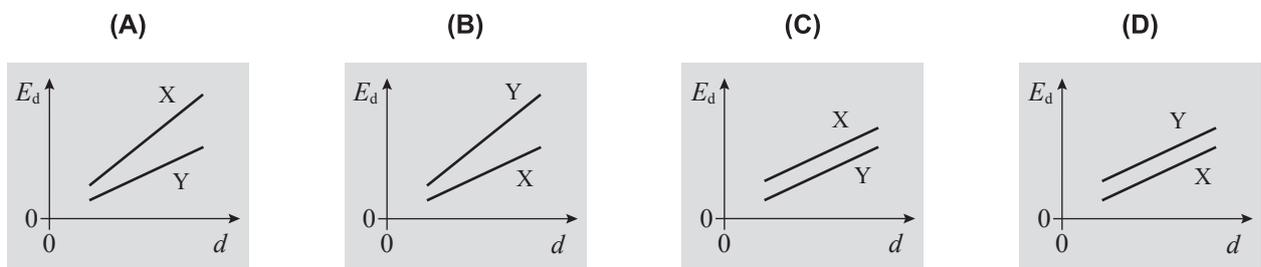


4. Num dos conjuntos de ensaios realizados, o paralelepípedo deslizou sobre a calha apoiado numa face revestida por um material X e, noutro conjunto de ensaios, deslizou sobre a calha apoiado numa face revestida por um material Y.

Os resultados obtidos permitiram representar graficamente, num mesmo sistema de eixos, a energia dissipada, E_d , em função da distância percorrida, d , para cada um dos conjuntos de ensaios realizados.

A partir dos gráficos obtidos foi possível concluir que a intensidade da resultante das forças de atrito que atuaram no paralelepípedo foi maior quando este deslizou apoiado na face revestida pelo material X.

Qual das opções seguintes poderá representar os esboços dos gráficos obtidos?



GRUPO IV

1. Uma lata contendo uma amostra de um refrigerante sem gás foi exposta à luz solar.

Na Figura 5, está representado o gráfico da temperatura, θ , da amostra em função do tempo, t , de exposição da lata à luz solar, no intervalo de tempo em que os dados foram registados.

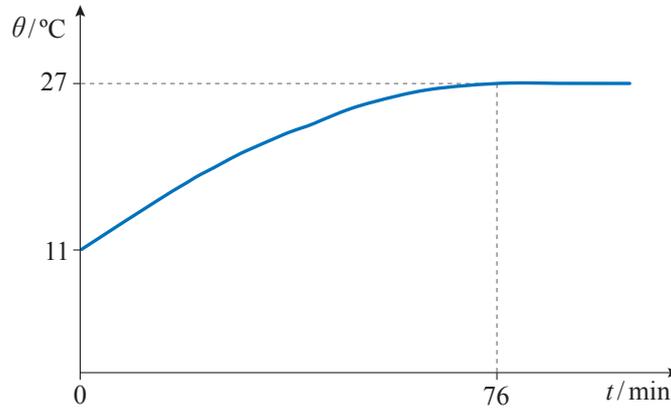


Figura 5

1.1. Considere que a capacidade térmica mássica do refrigerante é $4,2 \times 10^3 \text{ J kg}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ e que a massa da amostra é 0,34 kg.

Qual foi a variação da energia interna da amostra, no intervalo de tempo $[0; 76]$ min?

1.2. Admita que a potência da radiação incidente na superfície da lata se manteve constante no intervalo de tempo em que os dados foram registados.

No intervalo de tempo $[0; 76]$ min, terá ocorrido uma diminuição

- (A) da taxa temporal de absorção de energia pela superfície da lata.
- (B) da taxa temporal de emissão de energia pela superfície da lata.
- (C) da diferença entre as taxas temporais de absorção e de emissão de energia pela superfície da lata.
- (D) da soma das taxas temporais de absorção e de emissão de energia pela superfície da lata.

2. Considere a amostra do refrigerante, de massa 0,34 kg e à temperatura de 27 °C, e uma outra amostra do mesmo refrigerante, de massa 0,20 kg e à temperatura de 5 °C.

Admita que estas amostras foram misturadas num recipiente termicamente isolado e que a transferência de energia entre a mistura e o recipiente foi desprezável.

Qual das expressões seguintes permite calcular a temperatura, θ_e , à qual a mistura atingiu o equilíbrio térmico?

- (A) $(0,34 + 0,20) \times (\theta_e - 27) = (0,34 + 0,20) \times (\theta_e - 5)$
(B) $0,34 \times (\theta_e - 27) = 0,20 \times (\theta_e - 5)$
(C) $(0,34 + 0,20) \times (\theta_e - 27) = -(0,34 + 0,20) \times (\theta_e - 5)$
(D) $0,34 \times (\theta_e - 27) = -0,20 \times (\theta_e - 5)$

3. As latas de refrigerantes podem ser feitas de aço ou de uma liga de alumínio.

Na tabela seguinte, estão registados os valores de duas propriedades físicas do alumínio e de um determinado aço.

	Capacidade térmica mássica / J kg ⁻¹ °C ⁻¹	Condutividade térmica / W m ⁻¹ °C ⁻¹
Alumínio	897	237
Aço	486	52

Uma chapa de alumínio e uma chapa do aço considerado, de igual área, foram submetidas a uma mesma diferença de temperatura entre as respetivas faces.

Para que a potência transferida através das chapas seja a mesma, a espessura da chapa de alumínio deverá ser cerca de

- (A) 1,8 vezes menor do que a espessura da chapa de aço.
(B) 1,8 vezes maior do que a espessura da chapa de aço.
(C) 4,6 vezes maior do que a espessura da chapa de aço.
(D) 4,6 vezes menor do que a espessura da chapa de aço.

GRUPO V

As águas gaseificadas para consumo contêm dióxido de carbono, CO_2 , dissolvido.

A Figura 6 mostra a evolução ao longo do tempo, t , do pH, a $25\text{ }^\circ\text{C}$, de uma amostra de uma água gaseificada que foi posta em contacto com o ar.

Os dados foram registados durante um determinado intervalo de tempo, que teve início num instante muito próximo daquele em que a amostra, inicialmente fechada, foi posta em contacto com o ar.

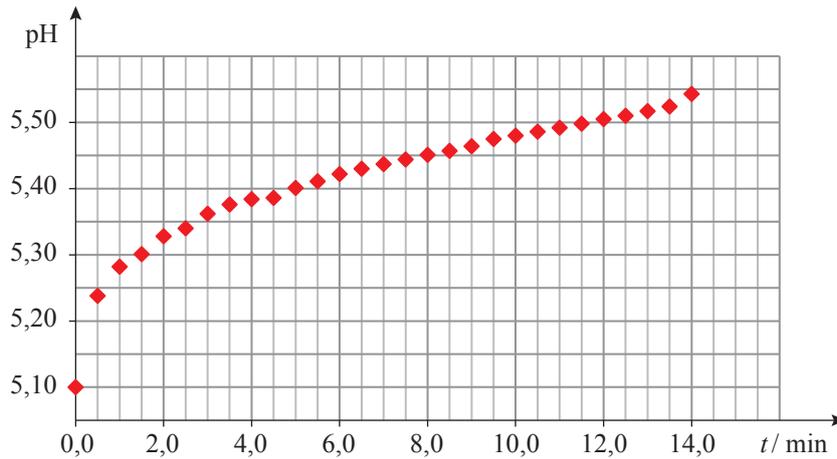


Figura 6

1. Na amostra da água gaseificada, a $25\text{ }^\circ\text{C}$, a concentração inicial de iões $\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$ é _____ a $1,00 \times 10^{-7} \text{ mol dm}^{-3}$ e é _____ à concentração de iões $\text{OH}^-(\text{aq})$.

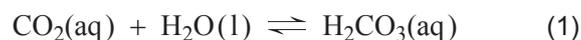
- (A) inferior ... igual
- (B) superior ... superior
- (C) inferior ... superior
- (D) superior ... igual

2. Qual foi a variação da concentração de iões $\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$ na amostra da água gaseificada nos primeiros $5,0 \text{ min}$ do intervalo de tempo em que os dados foram registados?

Apresente o resultado com dois algarismos significativos.

3. O dióxido de carbono reage com a água, dando origem ao ácido carbónico, $\text{H}_2\text{CO}_3(\text{aq})$.

Esta reação pode ser traduzida por



O ácido carbónico, $\text{H}_2\text{CO}_3(\text{aq})$, é um ácido diprótico fraco cuja reação de ionização global em água pode ser traduzida por



3.1. Quais das seguintes espécies constituem um par ácido-base conjugado?

- (A) $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ e $\text{CO}_3^{2-}(\text{aq})$
- (B) $\text{H}_2\text{CO}_3(\text{aq})$ e $\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$
- (C) $\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$ e $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$
- (D) $\text{H}_2\text{CO}_3(\text{aq})$ e $\text{CO}_3^{2-}(\text{aq})$

3.2. Durante o intervalo de tempo em que os dados foram registados, libertou-se $\text{CO}_2(\text{g})$.

Justifique, com base no Princípio de Le Châtelier, o aumento do pH da amostra da água gaseificada nesse intervalo de tempo.

Tenha em consideração as reações (1) e (2) acima representadas.

4. A concentração de iões $\text{Ca}^{2+}(\text{aq})$ na amostra da água gaseificada é $2,54 \times 10^{-3} \text{ mol dm}^{-3}$, e o produto de solubilidade do carbonato de cálcio, CaCO_3 , é $4,5 \times 10^{-9}$, a 25°C .

Qual é a concentração mínima de iões carbonato, $\text{CO}_3^{2-}(\text{aq})$, na amostra da água gaseificada, a 25°C , a partir da qual poderá ocorrer a precipitação de CaCO_3 ?

- (A) $1,8 \times 10^{-6} \text{ mol dm}^{-3}$
- (B) $6,7 \times 10^{-5} \text{ mol dm}^{-3}$
- (C) $1,3 \times 10^{-3} \text{ mol dm}^{-3}$
- (D) $2,5 \times 10^{-3} \text{ mol dm}^{-3}$

GRUPO VI

O dióxido de carbono, CO_2 , reage com o hidrogénio, H_2 , formando-se monóxido de carbono, CO , e vapor de água. A reação em fase gasosa pode ser traduzida pela equação química



1. Nesta reação, a variação do número de oxidação do hidrogénio (H) é

- (A) -1
- (B) +1
- (C) +2
- (D) -2

2. Num reator com a capacidade de 10,00 L, foi introduzida, à temperatura de 700 °C, uma mistura gasosa inicialmente constituída por 0,300 mol de $\text{CO}(\text{g})$ e por 0,300 mol de $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$.

2.1. Qual é a quantidade total de átomos existente na mistura gasosa?

- (A) 1,50 mol
- (B) 1,20 mol
- (C) 0,900 mol
- (D) 0,600 mol

2.2. Calcule a densidade da mistura gasosa no reator.

Apresente todas as etapas de resolução.

2.3. Quando o sistema químico atingiu um estado de equilíbrio à temperatura de 700 °C, existia no reator uma quantidade de $\text{CO}(\text{g})$ igual a 42,3% da quantidade inicial deste gás.

Determine a constante de equilíbrio, K_c , a 700 °C, da reação traduzida pela equação química acima apresentada, a partir das concentrações de equilíbrio de cada uma das espécies envolvidas na reação.

Apresente todas as etapas de resolução.

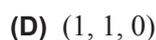
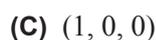
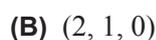
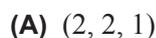
GRUPO VII

1. Em qual das opções seguintes está representada na notação de Lewis a molécula de dióxido de carbono?



2. Qual é o ângulo de ligação, em graus, na molécula de CO_2 ?

3. Uma das orbitais de valência do átomo de carbono no estado fundamental pode ser caracterizada pelo conjunto de números quânticos



4. A energia de ionização do oxigénio é $1,31 \times 10^3 \text{ kJ mol}^{-1}$.

A energia mínima necessária para remover um eletrão de um átomo de oxigénio no estado fundamental, isolado e em fase gasosa é



5. Explique porque é que o raio atómico do oxigénio é menor do que o raio atómico do carbono.

Tenha em consideração as configurações eletrónicas destes átomos no estado fundamental.

FIM

COTAÇÕES

Grupo	Item					Cotação (em pontos)
	Cotação (em pontos)					
I	1.1.	1.2.	1.3.	2.1.	2.2.	35
	5	5	10	5	10	
II	1.	2.				15
	5	10				
III	1.	2.	3.	4.		30
	5	15	5	5		
IV	1.1.	1.2.	2.	3.		20
	5	5	5	5		
V	1.	2.	3.1.	3.2.	4.	35
	5	5	5	15	5	
VI	1.	2.1.	2.2.	2.3.		35
	5	5	10	15		
VII	1.	2.	3.	4.	5.	30
	5	5	5	5	10	
TOTAL						200