

EXAME NACIONAL DO ENSINO SECUNDÁRIO

12.º Ano de Escolaridade — Via de Ensino
(1.º e 5.º cursos)

Duração da prova: 120 minutos
2001

1.ª FASE
2.ª CHAMADA

PROVA ESCRITA DE QUÍMICA

- Apresente todos os cálculos que efectuar.
- Se a resolução de um item apresentar erro(s) nos resultados das operações matemáticas, será atribuída a penalização de um ponto na cotação total do item.
- Se o resultado final de um item não apresentar unidades ou apresentar unidades incorrectas, será atribuída a penalização de um ponto na cotação total do item.

1. Na tabela seguinte indicam-se a configuração electrónica e a 1.ª energia de ionização dos elementos representados por X, Y e Z.

Elemento	Configuração electrónica	1.ª energia de ionização / kJ mol ⁻¹
X	[He] 2s ¹	520
Y	[Ne] 3s ¹	496
Z	[Ar] 4s ¹	419

- 1.1. Coloque os iões X⁺, Y⁺ e Z⁺ por ordem crescente de raio iónico.
- 1.2. Justifique, utilizando cálculos, a seguinte afirmação verdadeira: «Uma fonte de luz azul, de frequência igual a $6,50 \times 10^{14}$ Hz, não provoca a ionização de qualquer dos átomos de X, Y e Z».
- 1.3. Uma fonte de luz UV, de comprimento de onda 162 nm, incidiu numa amostra de átomos do elemento Z. Calcule a energia cinética máxima de cada electrão ejectado.

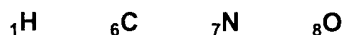
$$h \text{ (constante de Planck)} = 6,63 \times 10^{-34} \text{ J s}$$

$$N_A \text{ (constante de Avogadro)} = 6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$$

$$c \text{ (velocidade da luz no vazio)} = 3,00 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$$



2. O carbono participa numa ligação covalente tripla nas três espécies: CN⁻, CO e C₂H₂.
- 2.1. Escreva a fórmula de Lewis de cada uma das espécies.
- 2.2. Indique o número de electrões de valência em orbitais ligantes na espécie CN⁻.
- 2.3. Indique o número de electrões de valência em orbitais antiligantes na espécie CO.
- 2.4 Com base no número total de electrões de valência e no número total de orbitais moleculares, prove que na espécie C₂H₂ todas as orbitais moleculares antiligantes estão vazias.



V.S.F.F.

3. Considere os compostos orgânicos A e B, dos quais se conhecem os seguintes dados:

Composto A	Composto B
fórmula empírica: CH ₂ O	fórmula molecular: C ₃ H ₆
massa molar: 60 g mol ⁻¹	

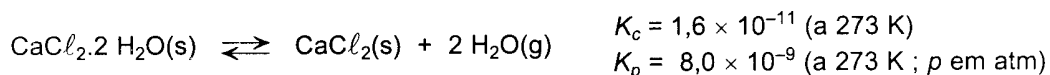
- 3.1. Escreva a fórmula de estrutura do composto A, sabendo que se trata de um ácido carboxílico. Justifique com base na determinação da fórmula molecular.
- 3.2. Calcule a densidade (em g dm⁻³) do composto B, à temperatura de 20 °C e à pressão de 1,0 atm, admitindo que se comporta como um gás ideal.
- 3.3. Indique o nome de dois isômeros com a fórmula molecular de B.
- 3.4. Considere uma mistura do gás B e de um outro componente gasoso, contida num balão de 10 L de capacidade, à temperatura de 10 °C. A quantidade total dos gases é 6,0 mol e a fracção molar do gás B é 0,25.
Calcule a pressão parcial exercida pelo gás B nas paredes do balão, admitindo que a mistura gasosa se comporta como um gás ideal.

$$A_r(\text{H}) = 1,0 \quad A_r(\text{C}) = 12,0 \quad A_r(\text{O}) = 16,0$$

$$R(\text{constante dos gases ideais}) = 0,082 \text{ atm dm}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ K}^{-1} = 8,3 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$$

$$1 \text{ atm} = 1,0 \times 10^5 \text{ Pa}$$

4. O cloreto de cálcio (CaCl₂) é um sal higroscópico e por isso é utilizado como exsicante de humidade. À temperatura de 273 K, introduz-se CaCl₂·2H₂O(s) num reservatório fechado de capacidade fixa, estabelecendo-se o seguinte equilíbrio:



- 4.1. Calcule a concentração do vapor de água, no equilíbrio, a 273 K.
- 4.2. Calcule a pressão do vapor de água, no equilíbrio, a 273 K.
- 4.3. Explique a influência que terá um aumento de humidade dentro do reservatório, à temperatura de 273 K, relativamente às quantidades de CaCl₂·2H₂O(s) e CaCl₂(s) em equilíbrio.

4.4. Além dos cloretos, o cálcio integra outros sais com diferentes aplicações, de que se dão alguns exemplos no quadro seguinte.

Sais de cálcio	Aplicações
① nitrato de cálcio	fertilizantes
② hidrogenossulfito de cálcio	pasta de madeira
③ sulfato de cálcio	gesso, estuque

Escreva as fórmulas químicas dos sais ①, ② e ③.

5. Considere as soluções aquosas A, B e C, contidas nos recipientes representados nas figuras 1, 2 e 3, à temperatura de 25 °C.

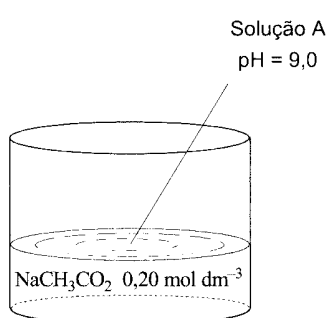


Fig. 1

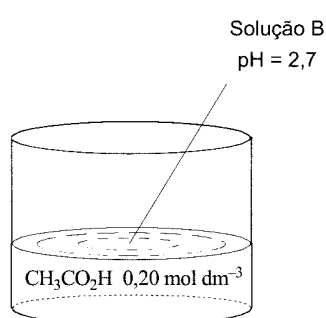


Fig. 2

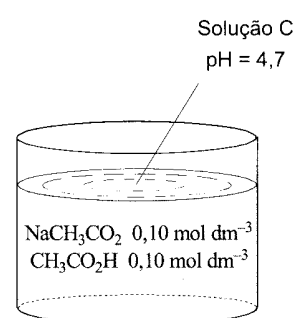


Fig. 3

5.1. Confirme, através de cálculos, o pH da solução A.

5.2. Uma solução aquosa do ácido HCN, equimolar da solução B, tem pH > 2,7.

Compare a força relativa dos ácidos HCN e CH₃CO₂H, com base na extensão de ionização de cada um deles.

5.3. Da mistura de volumes iguais das soluções A e B resulta a solução C, cujo pH não se altera significativamente quando se lhe adiciona 0,01 mol de um ácido ou base forte, por dm³.

Identifique o par conjugado ácido-base que explica o efeito tampão da solução C.

$$K_w = 1,0 \times 10^{-14} \text{ (a } 25 \text{ °C)}$$

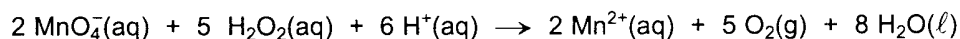
$$K_b(\text{CH}_3\text{CO}_2^-) = 5,8 \times 10^{-10} \text{ (a } 25 \text{ °C)}$$

$$9,0 = -\log 9,1 \times 10^{-10}$$

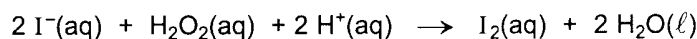
V.S.F.F.

242/3

6. Num laboratório, procedeu-se à análise de peróxido de hidrogénio, H_2O_2 , numa amostra de água oxigenada comercial, $\text{H}_2\text{O}_2(\text{aq})$. O método volumétrico que foi utilizado baseia-se na reacção de oxidação-redução, ocorrida em meio ácido, traduzida pela seguinte equação global:



- 6.1. Considerando a reacção química ocorrida, indique a qual dos pares conjugados de oxidação-redução, $\text{MnO}_4^- / \text{Mn}^{2+}$ ou $\text{O}_2 / \text{H}_2\text{O}_2$, corresponde o maior potencial de eléctrodo (potencial normal de redução), E^0 .
- 6.2. Escreva a equação de eléctrodo que traduz a oxidação do peróxido de hidrogénio ocorrida nesta análise.
- 6.3. Admita que se libertaram 400 cm^3 de $\text{O}_2(\text{g})$, medidos à temperatura T e à pressão p , com um rendimento de 100%.
- 6.3.1. Determine a massa de H_2O_2 existente na amostra analisada.
- 6.3.2. Calcule o volume de O_2 que se teria libertado se o rendimento do processo fosse de 98%.
- 6.4. Na análise do peróxido de hidrogénio, na água oxigenada comercial, pode utilizar-se outro método volumétrico de oxidação-redução, ocorrendo a reacção química traduzida pela seguinte equação:



Identifique, neste processo, as espécies oxidante e redutora.

$$M(\text{H}_2\text{O}_2) = 34,0 \text{ g mol}^{-1}$$

$$V_m \text{ (volume molar dos gases ideais)} = 24,0 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ (à temperatura } T \text{ e à pressão } p)$$

FIM

COTAÇÕES

1.	.....	35 pontos
1.1.	.....	10 pontos
1.2.	.....	10 pontos
1.3.	.....	15 pontos
2.	.....	35 pontos
2.1.	.....	12 pontos
2.2.	.....	4 pontos
2.3.	.....	4 pontos
2.4.	.....	15 pontos
3.	.....	35 pontos
3.1.	.....	10 pontos
3.2.	.....	10 pontos
3.3.	.....	6 pontos
3.4.	.....	9 pontos
4.	.....	31 pontos
4.1.	.....	5 pontos
4.2.	.....	5 pontos
4.3.	.....	12 pontos
4.4.	.....	9 pontos
5.	.....	32 pontos
5.1.	.....	21 pontos
5.2.	.....	6 pontos
5.3.	.....	5 pontos
6.	.....	32 pontos
6.1.	.....	5 pontos
6.2.	.....	9 pontos
6.3.	.....	10 pontos
6.3.1.	.....	6 pontos
6.3.2.	.....	4 pontos
6.4.	.....	8 pontos
TOTAL		200 pontos

EXAME NACIONAL DO ENSINO SECUNDÁRIO

12.º Ano de Escolaridade — Via de Ensino
(1.º e 5.º cursos)

Duração da prova: 120 minutos
2001

1.ª FASE
2.ª CHAMADA

PROVA ESCRITA DE QUÍMICA

COTAÇÕES

1.	.....	35 pontos
1.1.	.....	10 pontos
1.2.	.....	10 pontos
1.3.	.....	15 pontos
2.	.....	35 pontos
2.1.	.....	12 pontos
2.2.	.....	4 pontos
2.3.	.....	4 pontos
2.4.	.....	15 pontos
3.	.....	35 pontos
3.1.	.....	10 pontos
3.2.	.....	10 pontos
3.3.	.....	6 pontos
3.4.	.....	9 pontos
4.	.....	31 pontos
4.1.	.....	5 pontos
4.2.	.....	5 pontos
4.3.	.....	12 pontos
4.4.	.....	9 pontos
5.	.....	32 pontos
5.1.	.....	21 pontos
5.2.	.....	6 pontos
5.3.	.....	5 pontos
6.	.....	32 pontos
6.1.	.....	5 pontos
6.2.	.....	9 pontos
6.3.	.....	10 pontos
6.3.1.	.....	6 pontos
6.3.2.	.....	4 pontos
6.4.	.....	8 pontos

TOTAL 200 pontos

V.S.F.F.

242/C/1

CRITÉRIOS DE CLASSIFICAÇÃO

Critérios Gerais

- A sequência de resolução apresentada para cada item deve ser interpretada como uma das sequências possíveis. Deverá ser atribuída a mesma cotação se, em alternativa, for apresentada outra, igualmente correcta.
- As cotações parcelares só deverão ser tomadas em consideração quando a resolução não estiver totalmente correcta.
- Se a resolução de um item apresentar erro exclusivamente imputável à resolução do item anterior, deverá atribuir-se ao item em questão a cotação integral.
- A ausência de unidades ou a indicação de unidades incorrectas, no resultado final, terá a penalização de um ponto.
- Se a resolução de um item apresentar erro(s) nos resultados das operações matemáticas, descontar um ponto na cotação total do item.

Critérios Específicos

1.	.....	35 pontos
1.1.	X^+, Y^+, Z^+	10 pontos
1.2.	.....	10 pontos
	$E = h\nu$	1 ponto
	E (luz azul) = $4,31 \times 10^{-19}$ J.....	2 pontos
	E (luz azul) = 259 kJ mol^{-1}	2 pontos
	E (luz azul) < $1.^{\text{a}} E_{\text{ionização}} (X / Y / Z)$	5 pontos
1.3.	.....	15 pontos
	$c = \lambda\nu$	1 ponto
	$\lambda = 1,62 \times 10^{-7}$ m	1 ponto
	$\nu = 1,85 \times 10^{15}$ Hz	3 pontos
	$E = h\nu$	1 ponto
	$E = 1,23 \times 10^{-18}$ J	2 pontos
	$E = E_{\text{ionização}} + E_c$	1 ponto
	$E_{\text{ionização}} = 419 \text{ kJ mol}^{-1} = 6,96 \times 10^{-19}$ J	3 pontos
	$E_c = 5,34 \times 10^{-19}$ J	3 pontos
2.	.....	35 pontos
2.1.	$|\text{C} \equiv \text{N}|^- ; |\text{C} \equiv \text{O}| ; \text{H} - \text{C} \equiv \text{C} - \text{H}$ (4 + 4 + 4)	12 pontos
2.2.	8 electrões em OML	4 pontos
2.3.	2 electrões em OMAL	4 pontos
	A transportar	70 pontos

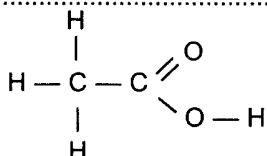
Transporte 70 pontos

2.4. 15 pontos

- n.º total de electrões de valência = 10 3 pontos
- n.º total de OM = 10 3 pontos
- n.º de OML = n.º de OMAL = 5 3 pontos
- n.º de electrões ligantes = 10 3 pontos
- n.º de electrões antiligantes = 0 3 pontos

3. 35 pontos

3.1. 10 pontos



4 pontos

- Não penalizar o examinando se este escrever a fórmula de estrutura condensada.

Justificação 6 pontos

$M(\text{CH}_2\text{O}) = 30 \text{ g mol}^{-1}$ 2 pontos

$M(\text{A}) = 2 \times M(\text{CH}_2\text{O})$ 2 pontos

$\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$ 2 pontos

3.2. 10 pontos

$M(\text{C}_3\text{H}_6) = 42,0 \text{ g mol}^{-1}$ 2 pontos

$\rho V = nRT$ 1 ponto

$\rho M = \rho RT$ 3 pontos

$T = 293 \text{ K}$ 1 ponto

$\rho = 1,7 \text{ g dm}^{-3}$ 3 pontos

3.3. propeno e ciclopropano (3 + 3) 6 pontos

3.4. 9 pontos

$x_B = n_B / n_t$ 1 ponto

$n_B = 1,5 \text{ mol}$ 3 pontos

$\rho_B V = n_B RT$ 1 ponto

$T = 283 \text{ K}$ 1 ponto

$\rho_B = 3,5 \text{ atm}$ 3 pontos

A transportar 105 pontos

V.S.F.F.

242/C/3

Transporte 105 pontos

4. 31 pontos

4.1. 5 pontos

$K_c = [\text{H}_2\text{O}]_e^2$ 2 pontos

$[\text{H}_2\text{O}]_e = 4,0 \times 10^{-6} \text{ mol dm}^{-3}$ 3 pontos

4.2. 5 pontos

$K_p = (p_{\text{H}_2\text{O}})_e^2$ 2 pontos

$(p_{\text{H}_2\text{O}})_e = 8,9 \times 10^{-5} \text{ atm}$ 3 pontos

4.3. 12 pontos

Se aumenta a humidade, aumenta a concentração de $\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \Rightarrow$ o sistema evolui no sentido inverso até atingir um novo estado de equilíbrio 6 pontos

A quantidade de $\text{CaCl}_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}(\text{s})$ aumenta e a quantidade de $\text{CaCl}_2(\text{s})$ diminui (3 + 3) 6 pontos

4.4. 9 pontos

$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 3 pontos

$\text{Ca}(\text{HSO}_3)_2$ 3 pontos

CaSO_4 3 pontos

5. 32 pontos

5.1. 21 pontos



$[\text{CH}_3\text{CO}_2^-]_i = 0,20 \text{ mol dm}^{-3}$; $[\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}]_i = 0$;

$[\text{OH}^-]_i \approx 0$ (1 + 1 + 1) 3 pontos

$[\text{CH}_3\text{CO}_2^-]_e = (0,20 - c) \text{ mol dm}^{-3}$; $[\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}]_e = c$;

$[\text{OH}^-]_e \approx c$ (1 + 1 + 1) 3 pontos

$K_b = \frac{[\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}]_e [\text{OH}^-]_e}{[\text{CH}_3\text{CO}_2^-]_e}$ 2 pontos

$[\text{OH}^-]_e = c = 1,1 \times 10^{-5} \text{ mol dm}^{-3}$ 3 pontos

$K_w = [\text{OH}^-]_e [\text{H}_3\text{O}^+]_e$ 1 ponto

$[\text{H}_3\text{O}^+]_e = 9,1 \times 10^{-10} \text{ mol dm}^{-3}$ 3 pontos

$\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+]_e$ 1 ponto

$\text{pH} = 9,0$ 2 pontos

5.2. 6 pontos

$\text{pH} > 2,7 \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{HCN}} < [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{HAc}}$ 2 pontos

Menor $[\text{H}_3\text{O}^+] \Rightarrow$ ionização menos extensa 2 pontos

HCN é o mais fraco dos dois ácidos 2 pontos

5.3. $\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H} / \text{CH}_3\text{CO}_2^-$ 5 pontos

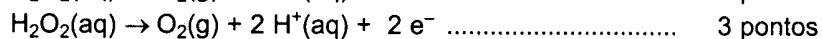
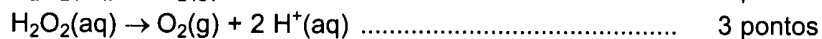
A transportar 168 pontos

Transporte 168 pontos

6. 32 pontos

6.1. $\text{MnO}_4^- / \text{Mn}^{2+}$ 5 pontos

6.2. 9 pontos



Não deverá ser penalizada a ausência de um ou mais símbolos de estado.

6.3. 10 pontos

6.3.1. 6 pontos

Estequiometria: (5 mol H_2O_2 : 5 mol O_2) 2 pontos

$V(\text{O}_2) = 0,400 \text{ dm}^3$ 1 ponto

$m(\text{H}_2\text{O}_2) = 0,567 \text{ g}$ 3 pontos

6.3.2. 4 pontos

$\eta = \frac{V_{\text{exp}}(\text{O}_2)}{V_{\text{teo}}(\text{O}_2)} \times 100 \%$ 1 ponto

$V_{\text{exp}}(\text{O}_2) = 392 \text{ cm}^3$ 3 pontos

6.4. oxidante: H_2O_2 ; redutor: I^- (4 + 4) 8 pontos

TOTAL **200 pontos**