

**EXAME NACIONAL DO ENSINO SECUNDÁRIO**  
**12.º Ano de Escolaridade (Decreto-Lei n.º 286/89, de 29 de Agosto)**  
**Cursos Gerais – Agrupamentos 1 e 2**

Duração da prova: 120 minutos  
 2003

1.ª FASE  
 2.ª CHAMADA

**PROVA ESCRITA DE QUÍMICA**

---

**COTAÇÕES**

	<b>I</b> .....	<b>60 pontos</b>
1.	.....	<b>10 pontos</b>
2.	.....	<b>10 pontos</b>
3.	.....	<b>10 pontos</b>
4.	.....	<b>10 pontos</b>
5.	.....	<b>10 pontos</b>
6.	.....	<b>10 pontos</b>
	<b>II</b> .....	<b>110 pontos</b>
1.	.....	<b>22 pontos</b>
1.1.	.....	2 pontos
1.2.	.....	7 pontos
1.3.	.....	7 pontos
1.4.	.....	6 pontos
2.	.....	<b>26 pontos</b>
2.1.	.....	5 pontos
2.2.	.....	9 pontos
2.3.	.....	12 pontos
2.3.1.	.....	4 pontos
2.3.2.	.....	8 pontos
3.	.....	<b>32 pontos</b>
3.1.	.....	6 pontos
3.2.	.....	6 pontos
3.3.	.....	12 pontos
3.4.	.....	8 pontos
4.	.....	<b>30 pontos</b>
4.1.	.....	11 pontos
4.2.	.....	13 pontos
4.3.	.....	6 pontos
	<b>III</b> .....	<b>30 pontos</b>
1.	.....	<b>16 pontos</b>
2.	.....	<b>7 pontos</b>
3.	.....	<b>7 pontos</b>
	<b>TOTAL</b> .....	<b>200 pontos</b>

**V.S.F.F.**

142/C/1

## CRITÉRIOS DE CLASSIFICAÇÃO

Os critérios de classificação, quer gerais quer específicos, em nenhuma circunstância podem ser alterados, nomeadamente quanto à subdivisão de cotações parcelares.

### 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.
- Nos itens de escolha múltipla, a indicação de mais do que uma alternativa implicará a cotação de zero pontos para o item em que tal se verifique.
- Nas respostas abertas, se o examinando responder mais do que uma vez a um mesmo item, sem eliminar clara e inequivocamente a(s) resposta(s) que considerar incorrecta(s), ser-lhe-á cotada a resposta que deu em primeiro lugar.
- Se a resolução de um item apresentar erro exclusivamente imputável à resolução numérica do item anterior, deverá atribuir-se ao item em questão a cotação integral.
- Se a resolução de um item apresentar erro(s) nos resultados das operações matemáticas, terá a penalização de um ponto.
- A ausência de unidades ou a indicação de unidades incorrectas, no resultado final, terá a penalização de um ponto.
- Na escrita de qualquer equação química, será atribuída a cotação de zero pontos se alguma das espécies químicas intervenientes estiver incorrecta em função da reacção química em causa, assim como se a equação estiver estequiometricamente errada.

### Critérios Específicos

#### I

VERSÃO 1	VERSÃO 2	
1. (B) .....	(D) .....	10 pontos
2. (A) .....	(C) .....	10 pontos
3. (D) .....	(E) .....	10 pontos
4. (D) .....	(B) .....	10 pontos
5. (E) .....	(A) .....	10 pontos
6. (B) .....	(D) .....	10 pontos
<b>A transportar .....</b>		<b>60 pontos</b>

Transporte ..... 60 pontos

II

1. .... 22 pontos

1.1. .... 2 pontos

Igual número de electrões de valência.

1.2. .... 7 pontos

Flúor ( ${}_{9}\text{F}$ ) – 72 pm  
Sódio ( ${}_{11}\text{Na}$ ) – 186 pm  
Magnésio ( ${}_{12}\text{Mg}$ ) – 160 pm

1.3. .... 7 pontos

Flúor ( ${}_{9}\text{F}$ ) –  $1680 \text{ kJ mol}^{-1}$   
Magnésio ( ${}_{12}\text{Mg}$ ) –  $738 \text{ kJ mol}^{-1}$   
Cálcio ( ${}_{20}\text{Ca}$ ) –  $590 \text{ kJ mol}^{-1}$

1.4. .... 6 pontos

Reconhecer que são iões isoelectrónicos ..... 3 pontos  
Relacionar o raio iónico com a carga nuclear  
em iões isoelectrónicos ..... 3 pontos

2. .... 26 pontos

2.1. .... 5 pontos

Determinar o valor de  $n(\text{PbCl}_2)$  ..... 2 pontos

$$n(\text{PbCl}_2) = \frac{0,167}{278,1} \text{ mol} = 6,00 \times 10^{-4} \text{ mol}$$

Reduzir  $V$  (solução) a  $\text{dm}^3$  ..... 1 ponto

$$V(\text{solução}) = 0,100 \text{ dm}^3$$

Verificar o valor de  $[\text{PbCl}_2]$  ..... 2 pontos

$$[\text{PbCl}_2] = \frac{6,00 \times 10^{-4}}{0,100} \text{ mol dm}^{-3} = 6,00 \times 10^{-3} \text{ mol dm}^{-3}$$

2.2. .... 9 pontos

Determinar o valor de  $[\text{Pb}^{2+}]$  e de  $[\text{Cl}^-]$  ..... 4 pontos

$[\text{Pb}^{2+}] = 6,00 \times 10^{-3} \text{ mol dm}^{-3}$  ..... 2 pontos

$[\text{Cl}^-] = 1,20 \times 10^{-2} \text{ mol dm}^{-3}$  ..... 2 pontos

Identificar a expressão do quociente de reacção ..... 2 pontos

$$Q = [\text{Pb}^{2+}] \times [\text{Cl}^-]^2$$

Determinar o valor de  $Q$  ..... 1 ponto

$$Q = 8,64 \times 10^{-7}$$

Justificar o facto de ser uma solução não saturada ..... 2 pontos

$Q < K_s \Rightarrow$  solução não saturada

A transportar ..... 108 pontos

V.S.F.F.

142/C/3

**Transporte ..... 108 pontos**

**2.3.** ..... 12 pontos

**2.3.1.** ..... 4 pontos

Identificar a expressão de  $K_s$ ..... 2 pontos

$$K_s = [\text{Pb}^{2+}]_e \times [\text{Cl}^-]_e^2$$

Determinar o valor de  $[\text{Cl}^-]_e$ ..... 2 pontos

$$[\text{Cl}^-]_e = \sqrt{\frac{2,4 \times 10^{-4}}{6,00 \times 10^{-3}}} \text{ mol dm}^{-3} =$$

$$= 2,0 \times 10^{-1} \text{ mol dm}^{-3}$$

**2.3.2.** ..... 8 pontos

Determinar  $n_{\text{total}}(\text{Cl}^-)$ ..... 2 pontos

$$n_{\text{total}}(\text{Cl}^-) = 2,0 \times 10^{-1} \times 0,100 \text{ mol} =$$

$$= 2,0 \times 10^{-2} \text{ mol}$$

Determinar  $n_1(\text{Cl}^-)$  de  $\text{PbCl}_2(\text{aq})$  ..... 4 pontos

$$n_1(\text{Cl}^-) = 1,20 \times 10^{-2} \times 0,100 \text{ mol} =$$

$$= 1,20 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

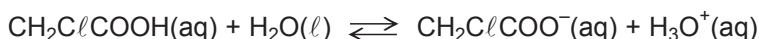
Determinar  $n_2(\text{Cl}^-)$  de  $\text{NaCl}(\text{s})$ ..... 2 pontos

$$n_2(\text{Cl}^-) = n_{\text{total}}(\text{Cl}^-) - n_1(\text{Cl}^-) =$$

$$= 1,88 \times 10^{-2} \text{ mol}$$

**3.** ..... **32 pontos**

**3.1.** ..... 6 pontos



**ou**



- Penalizar com 1 ponto a ausência e/ou incorrecção de um ou mais estados físicos.
- Penalizar com 1 ponto a utilização de  $\longrightarrow$  em vez de  $\rightleftharpoons$ .

**3.2.** ..... 6 pontos

Determinar a variação da concentração,  $\Delta c$ ,

de  $[\text{CH}_2\text{ClCOOH}]$  ..... 4 pontos

$$\Delta c = 1,00 \times 10^{-2} \times 0,311 \text{ mol dm}^{-3} = 3,11 \times 10^{-3} \text{ mol dm}^{-3}$$

Verificar o valor de  $[\text{CH}_2\text{ClCOOH}]_e$  ..... 2 pontos

$$[\text{CH}_2\text{ClCOOH}]_e = (1,00 \times 10^{-2} - \Delta c) \text{ mol dm}^{-3} =$$

$$= 6,89 \times 10^{-3} \text{ mol dm}^{-3}$$

**3.3.** ..... 12 pontos

Determinar o valor de  $[\text{H}_3\text{O}^+]_e$ ..... 2 pontos

$$[\text{H}_3\text{O}^+]_e = 1,00 \times 10^{-2} \times 0,311 \text{ mol dm}^{-3} = 3,11 \times 10^{-3} \text{ mol dm}^{-3}$$

Relacionar  $[\text{H}_3\text{O}^+]_e$  com  $[\text{OH}^-]_e$  ..... 3 pontos

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

Determinar o valor de  $[\text{OH}^-]_e$ ..... 2 pontos

$$[\text{OH}^-]_e = \frac{1,0 \times 10^{-14}}{3,11 \times 10^{-3}} \text{ mol dm}^{-3} = 3,2 \times 10^{-12} \text{ mol dm}^{-3}$$

Identificar a expressão  $\text{pOH} = -\log [\text{OH}^-]_e$ ..... 3 pontos

Verificar o valor de  $\text{pOH}$  ..... 2 pontos

$$[\text{OH}^-]_e = 3,2 \times 10^{-12} \text{ mol dm}^{-3} \Rightarrow \text{pOH} = 11,5$$

**A transportar ..... 140 pontos**

3.4. .... 8 pontos

Escrever a expressão de  $K_a$  ( $\text{CH}_2\text{C}\ell\text{COOH}$ ) ..... 3 pontos

$$K_a (\text{CH}_2\text{C}\ell\text{COOH}) = \frac{[\text{CH}_2\text{C}\ell\text{COO}^-]_e \times [\text{H}_3\text{O}^+]_e}{[\text{CH}_2\text{C}\ell\text{COOH}]_e}$$

Identificar o valor de  $[\text{CH}_2\text{C}\ell\text{COO}^-]_e$  e de  $[\text{H}_3\text{O}^+]_e$  ..... 2 pontos

$$\begin{aligned} [\text{CH}_2\text{C}\ell\text{COO}^-]_e &= [\text{H}_3\text{O}^+]_e = \\ &= (1,00 \times 10^{-2} - 6,89 \times 10^{-3}) \text{ mol dm}^{-3} = \\ &= 3,11 \times 10^{-3} \text{ mol dm}^{-3} \end{aligned}$$

Determinar o valor de  $K_a$  ( $\text{CH}_2\text{C}\ell\text{COOH}$ ) ..... 3 pontos

$$K_a (\text{CH}_2\text{C}\ell\text{COOH}) = \frac{(3,11 \times 10^{-3})^2}{6,89 \times 10^{-3}} = 1,40 \times 10^{-3}$$

4. .... 30 pontos

4.1. .... 11 pontos

Determinar os números de oxidação nos reagentes ..... 4 pontos

n.o. (N) = + 3 ..... 2 pontos

n.o. (Cr) = + 6 ..... 2 pontos

Determinar os números de oxidação nos produtos ..... 4 pontos

n.o. (N) = + 5 ..... 2 pontos

n.o. (Cr) = + 3 ..... 2 pontos

Relacionar a diminuição do número de oxidação

com o conceito de redução ..... 3 pontos

n.o. (Cr) diminui  $\Rightarrow \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$  é a espécie reduzida.

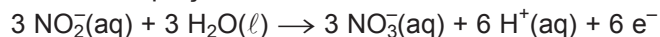
4.2. .... 13 pontos

Escrever a equação da outra semi-reação ..... 5 pontos

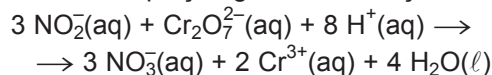


Transformar a equação para igualar o número de electrões

nas duas equações ..... 3 pontos



Escrever a equação global da reacção ..... 5 pontos



- Não penalizar a ausência e/ou incorrecção de um ou mais estados físicos.
- Não penalizar o uso de seta  $\rightleftharpoons$  em vez de  $\rightarrow$ .

**Transporte ..... 170 pontos**

- 4.3.** ..... 6 pontos
- Relacionar o sentido em que a reacção é mais extensa com o valor de  $\Delta E^0$  ..... 3 pontos  
 Reacção mais extensa no sentido directo  $\Rightarrow \Delta E^0 > 0$
- Justificar que  $E^0(\text{NO}_3^- / \text{NO}_2^-) < 1,33 \text{ V}$  ..... 3 pontos  
 $\Delta E^0 > 0 \Rightarrow 1,33 - E^0(\text{NO}_3^- / \text{NO}_2^-) > 0 \Rightarrow$   
 $\Rightarrow E^0(\text{NO}_3^- / \text{NO}_2^-) < 1,33 \text{ V}$
- ou**
- Relacionar o sentido em que a reacção é mais extensa com o poder oxidante de  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$  e  $\text{NO}_3^-$  ..... 3 pontos  
 Reacção mais extensa no sentido directo  $\Rightarrow \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$  é mais oxidante do que  $\text{NO}_3^-$
- Relacionar o poder oxidante com o valor de  $E^0$  ..... 3 pontos  
 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$  é mais oxidante do que  $\text{NO}_3^- \Rightarrow$   
 $\Rightarrow E^0(\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} / \text{Cr}^{3+}) > E^0(\text{NO}_3^- / \text{NO}_2^-)$
- ou**
- Relacionar o sentido em que a reacção é mais extensa com o poder redutor de  $\text{Cr}^{3+}$  e  $\text{NO}_2^-$  ..... 3 pontos  
 Reacção mais extensa no sentido directo  $\Rightarrow \text{NO}_2^-$  é mais redutor do que  $\text{Cr}^{3+}$
- Relacionar o poder redutor com o valor de  $E^0$  ..... 3 pontos  
 $\text{NO}_2^-$  é mais redutor do que  $\text{Cr}^{3+} \Rightarrow$   
 $\Rightarrow E^0(\text{NO}_3^- / \text{NO}_2^-) < E^0(\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} / \text{Cr}^{3+})$

**III**

- 1.** ..... **16 pontos**
- Converter °C em K ..... 6 pontos
- 30 °C = 303 K ( $T_1$ ) ..... 2 pontos
- 50 °C = 323 K ( $T_2$ ) ..... 2 pontos
- 60 °C = 333 K ( $T_3$ ) ..... 2 pontos
- Identificar o volume do gás a cada temperatura ..... 6 pontos
- A 30 °C,  $V_1 = (50 + 1,8) \text{ cm}^3 = 51,8 \text{ cm}^3$  ..... 2 pontos
- A 50 °C,  $V_2 = (51,8 + 3,5) \text{ cm}^3 = 55,3 \text{ cm}^3$  ..... 2 pontos
- A 60 °C,  $V_3 = (55,3 + 1,6) \text{ cm}^3 = 56,9 \text{ cm}^3$  ..... 2 pontos
- Verificar que  $\frac{V}{T} = \text{constante}$  ..... 4 pontos
- $$\frac{V_1}{T_1} = 0,171 \text{ cm}^3 \text{ K}^{-1} \quad \frac{V_2}{T_2} = 0,171 \text{ cm}^3 \text{ K}^{-1} \quad \frac{V_3}{T_3} = 0,171 \text{ cm}^3 \text{ K}^{-1}$$
- Não penalizar a ausência de  $\text{cm}^3 \text{ K}^{-1}$  nesta relação.
  - Penalizar um ponto se for apresentado apenas um dos cálculos  $\frac{V_i}{T_i}$

**A transportar ..... 186 pontos**

Transporte ..... **186 pontos**

---

2. Gráfico (A) ..... **7 pontos**

3. .... **7 pontos**

Identificar a expressão  $pV = nRT$  ..... 2 pontos

Converter  $\text{cm}^3$  em  $\text{dm}^3$  ..... 1 ponto

A  $20\text{ }^\circ\text{C}$ ,  $V = 0,050\text{ dm}^3$

Determinar o valor de  $n$  ( $\text{CO}_2$ ) ..... 2 pontos

$$n(\text{CO}_2) = \frac{1,0 \times 0,050}{0,082 \times 293} \text{ mol} = 2,1 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

Determinar o valor de  $m$  ( $\text{CO}_2$ ) ..... 2 pontos

$$m(\text{CO}_2) = 2,1 \times 10^{-3} \times 44,0 \text{ g} = 9,2 \times 10^{-2} \text{ g}$$

**TOTAL** ..... **200 pontos**

---

**V.S.F.F.**

142/C/7