

# EXAME NACIONAL DO ENSINO SECUNDÁRIO

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

Duração da prova: 120 minutos  
2002

1.ª FASE  
2.ª CHAMADA

## PROVA ESCRITA DE QUÍMICA

---

- Apresente todos os cálculos que efectuar.
- Se a resolução de um item apresentar erros nos resultados das operações matemáticas, será atribuída a penalização de um ponto na cotação total do item.
- A ausência de unidades ou a indicação de unidades incorrectas, no resultado final, terá a penalização de um ponto.

V.S.F.F.

242/1

---

1. Nas figuras 1 e 2 representa-se esquematicamente o que acontece quando uma radiação ultravioleta, de comprimento de onda 198 nm, incide em duas placas metálicas:

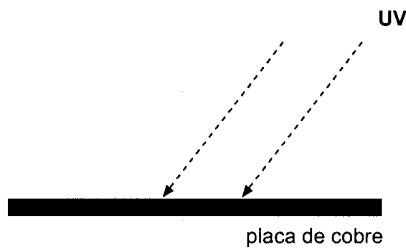


Fig. 1

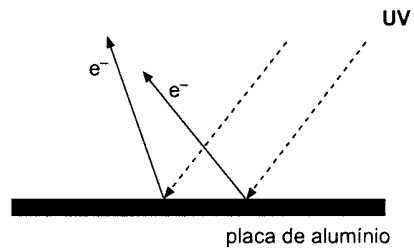


Fig. 2

- 1.1. Determine a energia de cada fóton incidente.

- 1.2. Considere os dados contidos na seguinte tabela:

Metal	Energia de ionização / J
Cobre	$1,24 \times 10^{-18}$
Alumínio	$9,58 \times 10^{-19}$

- 1.2.1. Explique o facto de a ejeção de electrões só ocorrer na placa de alumínio.

(se não resolveu 1.1., considere  $E_{\text{fóton}} = 9,90 \times 10^{-19}$  J)

- 1.2.2. Calcule a energia cinética dos electrões ejetados da placa de alumínio, em  $\text{kJ mol}^{-1}$ .

(se não resolveu 1.1., considere  $E_{\text{fóton}} = 9,90 \times 10^{-19}$  J)

- 1.2.3. Indique a energia do electrão mais externo do átomo de cobre.

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

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

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

2. A figura 3 representa um excerto da Tabela Periódica, em que se encontram assinalados, por letras que não correspondem a símbolos químicos, alguns elementos.

			T		U	V
X	W					Z

Fig. 3

2.1. De entre as afirmações que se seguem, selecione as **duas correctas**.

- (A) O elemento **T** tem um electrão de valência.
- (B) O elemento **W** tem menor carácter metálico do que o elemento **X**.
- (C) De todos os elementos representados, o elemento **Z** é o que tem menor energia de ionização.
- (D) O elemento **V** tem um valor de electronegatividade muito baixo.
- (E) O raio do átomo do elemento **T** é maior do que o do elemento **U**.

2.2. Compare, justificando, o raio do átomo do elemento **X** com o do ião **X<sup>+</sup>** que pode originar.

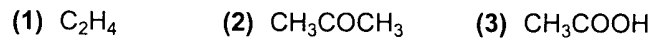
2.3. O elemento **U** pode formar as seguintes moléculas: **U<sub>2</sub>** e **X<sub>2</sub>U**.

Indique o tipo de ligação que predomina em cada uma dessas moléculas, justificando a sua resposta.

V.S.F.F.

242/3

3. Considere os compostos orgânicos representados pelas seguintes fórmulas químicas:



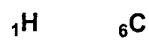
3.1. Indique o nome de cada um destes compostos.

3.2. Com base na teoria das orbitais moleculares (TOM), estabeleça a fórmula de estrutura do composto (1).

3.3. À pressão normal, as temperaturas de ebulição dos compostos (2) e (3) são, respectivamente, 56 °C e 141 °C.

Explique esta diferença de valores, com base no tipo de ligação intermolecular predominante em cada um dos compostos.

3.4. Qual dos compostos referidos é menos solúvel em água?



4. Em dois tubos de ensaio, **A** e **B**, coloca-se uma solução aquosa saturada de carbonato de cálcio,  $CaCO_3(aq)$ , em equilíbrio com  $CaCO_3(s)$ . Em seguida, adiciona-se à solução contida no tubo **A** algumas gotas de ácido clorídrico,  $HCl(aq)$ , enquanto que à solução contida no tubo **B** se adiciona uma solução aquosa de carbonato de sódio,  $Na_2CO_3(aq)$ , tal como se indica na figura 4.

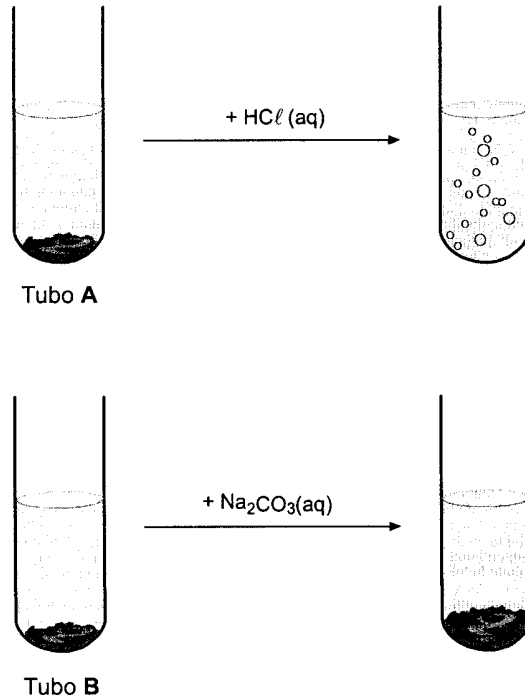


Fig. 4

4.1. Escreva a equação química que traduz o equilíbrio de solubilidade do carbonato de cálcio.

4.2. Com base no princípio de Le Chatelier, justifique:

4.2.1. a dissolução do precipitado e libertação de  $\text{CO}_2(\text{g})$ , no tubo **A**, por adição de  $\text{HCl}(\text{aq})$ .

4.2.2. o aumento da quantidade de precipitado, no tubo **B**, após adição de  $\text{Na}_2\text{CO}_3(\text{aq})$ .

4.3. Calcule o valor da solubilidade do carbonato de cálcio em água, a 25 °C.

$$K_s (\text{CaCO}_3, \text{ a } 25 \text{ }^\circ\text{C}) = 4,5 \times 10^{-9}$$

5. Considere três soluções aquosas, **A**, **B** e **C**, à temperatura de 25 °C, e com concentração igual a  $2,00 \times 10^{-2} \text{ mol dm}^{-3}$ :

**A** – Solução aquosa de metanoato de sódio,  $\text{NaHCOO}(\text{aq})$ .

**B** – Solução aquosa de hidróxido de sódio,  $\text{NaOH}(\text{aq})$ .

**C** – Solução aquosa de ácido metanóico,  $\text{HCOOH}(\text{aq})$ .

5.1. Escreva a equação química que traduz a hidrólise do ião metanoato,  $\text{HCOO}^-(\text{aq})$ , presente na solução **A**.

5.2. Calcule o valor aproximado do pH da solução **A**, à temperatura considerada (despreze a auto-ionização da água).

5.3. A solução resultante da adição de volumes iguais das soluções **B** e **C** tem  $\text{pH} > 7$ . Justifique esta afirmação, atendendo à solução aquosa resultante.

$$K_w (\text{ a } 25 \text{ }^\circ\text{C}) = 1,00 \times 10^{-14}$$

$$K_b (\text{HCOO}^-, \text{ a } 25 \text{ }^\circ\text{C}) = 5,5 \times 10^{-11}$$

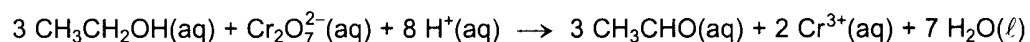
$$8,02 = -\log (9,52 \times 10^{-9})$$

V.S.F.F.

242/5

6. O etanal pode ser preparado através da oxidação do etanol pelo dicromato de potássio,  $K_2Cr_2O_7$ , em meio ácido.

Esta reacção é traduzida pela seguinte equação química:



- 6.1. Determine a variação do número de oxidação médio do carbono, nesta reacção.
- 6.2. Escreva a equação da semi-reacção de redução.
- 6.3. Faz-se reagir 30,0 g de uma solução aquosa de etanol a 96% (% m/m) com excesso de solução aquosa de dicromato de potássio. O rendimento da reacção é de 80%.  
Calcule a quantidade química de etanal que se obtém.

$$M(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}) = 46,0 \text{ g mol}^{-1}$$

$$M(\text{CH}_3\text{CHO}) = 44,0 \text{ g mol}^{-1}$$

**FIM**

## COTAÇÕES

1.	.....	<b>34 pontos</b>
1.1.	.....	14 pontos
1.2.	.....	20 pontos
1.2.1.	.....	6 pontos
1.2.2.	.....	8 pontos
1.2.3.	.....	6 pontos
2.	.....	<b>34 pontos</b>
2.1.	.....	14 pontos
2.2.	.....	10 pontos
2.3.	.....	10 pontos
3.	.....	<b>32 pontos</b>
3.1.	.....	6 pontos
3.2.	.....	14 pontos
3.3.	.....	8 pontos
3.4.	.....	4 pontos
4.	.....	<b>34 pontos</b>
4.1.	.....	8 pontos
4.2.	.....	18 pontos
4.2.1.	.....	9 pontos
4.2.2.	.....	9 pontos
4.3.	.....	8 pontos
5.	.....	<b>32 pontos</b>
5.1.	.....	8 pontos
5.2.	.....	16 pontos
5.3.	.....	8 pontos
6.	.....	<b>34 pontos</b>
6.1.	.....	8 pontos
6.2.	.....	12 pontos
6.3.	.....	14 pontos
<b>TOTAL</b> .....		<b>200 pontos</b>

## EXAME NACIONAL DO ENSINO SECUNDÁRIO

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

Duração da prova: 120 minutos  
2002

1.ª FASE  
2.ª CHAMADA

---

**PROVA ESCRITA DE QUÍMICA**


---

**COTAÇÕES**

1.	.....	<b>34 pontos</b>
1.1.	.....	14 pontos
1.2.	.....	20 pontos
1.2.1.	.....	6 pontos
1.2.2.	.....	8 pontos
1.2.3.	.....	6 pontos
2.	.....	<b>34 pontos</b>
2.1.	.....	14 pontos
2.2.	.....	10 pontos
2.3.	.....	10 pontos
3.	.....	<b>32 pontos</b>
3.1.	.....	6 pontos
3.2.	.....	14 pontos
3.3.	.....	8 pontos
3.4.	.....	4 pontos
4.	.....	<b>34 pontos</b>
4.1.	.....	8 pontos
4.2.	.....	18 pontos
4.2.1.	.....	9 pontos
4.2.2.	.....	9 pontos
4.3.	.....	8 pontos
5.	.....	<b>32 pontos</b>
5.1.	.....	8 pontos
5.2.	.....	16 pontos
5.3.	.....	8 pontos
6.	.....	<b>34 pontos</b>
6.1.	.....	8 pontos
6.2.	.....	12 pontos
6.3.	.....	14 pontos
<b>TOTAL</b> .....		<b>200 pontos</b>

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 numérica 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. .... 34 pontos

1.1. .... 14 pontos

$c = \lambda \nu$  ..... 2 pontos

$\lambda = 198 \times 10^{-9} \text{ m}$  ..... 2 pontos

$\nu = \frac{3,00 \times 10^8}{198 \times 10^{-9}} = 1,52 \times 10^{15} \text{ s}^{-1}$  ..... 4 pontos

$E = h \nu$  ..... 2 pontos

$E = 6,63 \times 10^{-34} \times 1,52 \times 10^{15} = 1,00 \times 10^{-18} \text{ J}$  ..... 4 pontos

1.2. .... 20 pontos

1.2.1. .... 6 pontos

$E_{\text{incidente}} > E_{\text{ionização}}$ , no alumínio ..... 3 pontos

$E_{\text{incidente}} < E_{\text{ionização}}$ , no cobre ..... 3 pontos

1.2.2. .... 8 pontos

$E_{\text{inc}} = E_{\text{ion}} + E_{\text{cin}}$  ..... 2 pontos

$E_{\text{cin}} = 1,00 \times 10^{-18} - 9,58 \times 10^{-19} =$   
 $= 4,20 \times 10^{-20} \text{ J}$  ..... 3 pontos

Conversão para  $\text{kJ mol}^{-1}$

$E_{\text{cin}} = 4,20 \times 10^{-20} \times 6,02 \times 10^{23} =$   
 $= 25,3 \text{ kJ mol}^{-1}$  ..... 3 pontos

1.2.3.  $E = -1,24 \times 10^{-18} \text{ J}$  ..... 6 pontos

A transportar ..... 34 pontos

Transporte ..... 34 pontos

2. .... 34 pontos

2.1. (B) e (E) .....(7 + 7) ..... 14 pontos

- Se forem indicadas mais do que duas opções, cotar apenas as duas primeiras respostas.

2.2. .... 10 pontos

Raio de X > raio de X<sup>+</sup> ..... 2 pontos

Justificação ..... 8 pontos

X<sup>+</sup> tem menos um electrão do que X ..... 4 pontos

Mesma carga nuclear ⇒ menor raio para a  
espécie com menos electrões..... 4 pontos

2.3. .... 10 pontos

Na molécula U<sub>2</sub>

Ligação covalente apolar ..... 2 pontos

- Descontar um ponto se não for mencionado o termo apolar.

Ligação entre átomos iguais ..... 3 pontos

Na molécula X<sub>2</sub>U

Ligação predominantemente iónica ..... 2 pontos

Ligação entre átomos com grande diferença de  
electronegatividade ..... 3 pontos

3. .... 32 pontos

3.1. .... 6 pontos

(1) Eteno (ou etileno) ..... 2 pontos

(2) Propanona (ou dimetilcetona) ..... 2 pontos

(3) Ácido etanóico (ou ácido acético) ..... 2 pontos

3.2. .... 14 pontos

12 electrões de valência ..... 2 pontos

12 orbitais moleculares de valência ..... 2 pontos

6 OML com 12 electrões de valência ..... 2 pontos

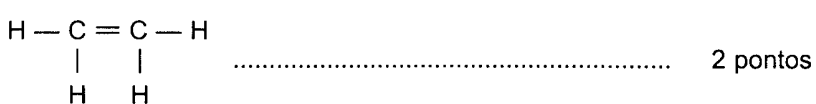
6 OMAL vazias ..... 2 pontos

6 pares de electrões ligantes ..... 2 pontos

4 pares para as ligações C — H ..... 1 ponto

2 pares para a ligação C = C ..... 1 ponto

Fórmula de estrutura



A transportar ..... 100 pontos

V.S.F.F.

242/C/3

**Transporte ..... 100 pontos**

**3.3. .... 8 pontos**

- Composto (2): dipolo permanente–dipolo permanente ..... 2 pontos  
Composto (3): ligações de hidrogénio ..... 2 pontos  
Ligações intermoleculares mais fortes  $\Rightarrow$  maior  
temperatura de ebulição ..... 4 pontos

**3.4. Composto (1) ..... 4 pontos**

**4. .... 34 pontos**

**4.1.  $\text{CaCO}_3(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Ca}^{2+}(\text{aq}) + \text{CO}_3^{2-}(\text{aq})$  ..... 8 pontos**

- Descontar 1 ponto pela ausência e/ou incorrecção de um ou mais estados físicos.
- Descontar 2 pontos se for utilizada a seta  $\rightarrow$  em vez da seta  $\rightleftharpoons$ .

**4.2. .... 18 pontos**

**4.2.1. .... 9 pontos**

- $\text{H}^+(\text{aq})$  reage com  $\text{CO}_3^{2-}(\text{aq}) \Rightarrow$   
libertação de  $\text{CO}_2(\text{g})$  ..... 3 pontos  
 $[\text{CO}_3^{2-}]$  diminui  $\Rightarrow$  evolução do equilíbrio  
de solubilidade no sentido directo ..... 3 pontos  
Evolução no sentido directo  $\Rightarrow$  dissolução  
de  $\text{CaCO}_3(\text{s})$  ..... 3 pontos

**4.2.2. .... 9 pontos**

- Adição de  $\text{Na}_2\text{CO}_3(\text{aq}) \Rightarrow$  aumento  
de  $[\text{CO}_3^{2-}]$  ..... 3 pontos  
Aumento de  $[\text{CO}_3^{2-}] \Rightarrow$  evolução do  
equilíbrio de solubilidade no sentido  
inverso ..... 3 pontos  
Evolução no sentido inverso  $\Rightarrow$  formação  
de  $\text{CaCO}_3(\text{s})$  ..... 3 pontos

**4.3. .... 8 pontos**

- $K_s(\text{CaCO}_3) = [\text{Ca}^{2+}]_e \times [\text{CO}_3^{2-}]_e$  ..... 3 pontos  
 $K_s = s \times s = s^2$  ..... 3 pontos  
 $s = \sqrt{K_s} = 6,7 \times 10^{-5} \text{ mol dm}^{-3}$  ..... 2 pontos

**A transportar ..... 134 pontos**

5. .... 32 pontos

5.1.  $\text{HCOO}^-(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\ell) \rightleftharpoons \text{HCOOH}(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq})$  ..... 8 pontos

- Descontar 1 ponto pela ausência e/ou incorrecção de um ou mais estados físicos.
- Descontar 2 pontos se for utilizada a seta  $\rightarrow$  em vez da seta  $\rightleftharpoons$ .

5.2. .... 16 pontos

$$[\text{HCOO}^-]_e = (2,00 \times 10^{-2} - c) \text{ mol dm}^{-3}; [\text{HCOOH}]_e = c \text{ mol dm}^{-3}; [\text{OH}^-]_e = c \text{ mol dm}^{-3} \dots\dots (1 + 1 + 1) \dots\dots 3 \text{ pontos}$$

$$K_b = \frac{[\text{HCOOH}]_e \cdot [\text{OH}^-]_e}{[\text{HCOO}^-]_e} \dots\dots 2 \text{ pontos}$$

$$5,5 \times 10^{-11} = \frac{c^2}{(2,00 \times 10^{-2} - c)} \dots\dots 2 \text{ pontos}$$

$$c = 1,05 \times 10^{-6} \text{ mol dm}^{-3} \dots\dots 2 \text{ pontos}$$

$$K_w = [\text{H}_3\text{O}^+]_e \cdot [\text{OH}^-]_e \dots\dots 2 \text{ pontos}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+]_e = \frac{1,00 \times 10^{-14}}{1,05 \times 10^{-6}} = 9,52 \times 10^{-9} \text{ mol dm}^{-3} \dots\dots 2 \text{ pontos}$$

$$\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+]_e \dots\dots 2 \text{ pontos}$$

$$\text{pH} = 8,02 \dots\dots 1 \text{ ponto}$$

5.3. .... 8 pontos

Solução resultante:  $\text{NaHCOO}(\text{aq})$  ..... 2 pontos

lão  $\text{Na}^+(\text{aq})$  não influi no carácter ácido-base da solução ... 2 pontos

lão  $\text{HCOO}^-(\text{aq})$  influi no carácter ácido-base da solução, tornando-a alcalina ..... 2 pontos

Solução resultante tem carácter alcalino ..... 2 pontos

A transportar ..... 166 pontos

V.S.F.F.

242/C/5

Transporte ..... 166 pontos

6. .... 34 pontos

6.1. .... 8 pontos

n.o. médio no etanol = - 2 ..... 3 pontos

n.o. médio no etanal = - 1 ..... 3 pontos

$\Delta$  n.o. = (- 1) - (- 2) = + 1 ..... 2 pontos

6.2.  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}(\text{aq}) + 14 \text{H}^+(\text{aq}) + 6 \text{e}^- \rightarrow 2 \text{Cr}^{3+}(\text{aq}) + 7 \text{H}_2\text{O}(\ell)$  ..... 12 pontos

$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}(\text{aq}) \rightarrow 2 \text{Cr}^{3+}(\text{aq})$  ..... 3 pontos

Acerto de O: 7  $\text{H}_2\text{O}(\ell)$  ..... 3 pontos

Acerto de H: 14  $\text{H}^+(\text{aq})$  ..... 3 pontos

Acerto de carga: 6  $\text{e}^-$  ..... 3 pontos

6.3. .... 14 pontos

$m$  (etanol) = 30,0 × 0,96 = 28,8 g ..... 3 pontos

$n$  (etanol) =  $\frac{28,8}{46,0} = 0,626$  mol ..... 2 pontos

3 mol (etanol) : 3 mol (etanal) ..... 2 pontos

$n_{\text{teórico}}$  (etanal) = 0,626 mol ..... 2 pontos

$\eta = \frac{n_{\text{real}}}{n_{\text{teórico}}}$  ..... 2 pontos

$n_{\text{real}}$  (etanal) = 0,626 × 0,80 = 0,501 mol ..... 3 pontos

TOTAL ..... 200 pontos