

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

2.ª FASE

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.

1. Na tabela seguinte, indicam-se os valores da energia do electrão em alguns níveis de energia do átomo de hidrogénio:

Energia / J	Nível de energia (n)
$-1,36 \times 10^{-19}$	$n = 4$
$-2,42 \times 10^{-19}$	$n = 3$
$-5,45 \times 10^{-19}$	$n = 2$
$-2,18 \times 10^{-18}$	$n = 1$

- 1.1. Com base nesta tabela, e considerando a transição electrónica que origina a linha de menor energia da série de Balmer do espectro de emissão do átomo de hidrogénio, calcule:
- 1.1.1. o comprimento de onda da radiação associada a esta transição.
- 1.1.2. a massa equivalente a 1 mol de fótons vermelhos de frequência $4,57 \times 10^{14}$ Hz.
- 1.2. Escreva os conjuntos de números quânticos (n, ℓ, m) que caracterizam as orbitais do nível de energia $n = 2$.
- 1.3. Determine o valor da energia de ionização do átomo de hidrogénio no seu estado de energia mínima.

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

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

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

2. Considere os elementos ${}_4\text{Be}$, ${}_5\text{B}$, ${}_6\text{C}$ e ${}_9\text{F}$ e as respectivas propriedades periódicas que constam da seguinte tabela:

Elemento	1.ª energia de ionização kJ mol ⁻¹	Electronegatividade (Escala de Pauling)
Be	899	1,5
B	801	2,0
C	1086	2,5
F	1680	4,0

- 2.1. Interprete a diferença entre os valores indicados para a 1.ª energia de ionização do carbono (C) e do flúor (F).
- 2.2. Coloque os elementos boro (B), carbono (C) e flúor (F) por ordem crescente de raio atómico.
- 2.3. Considere as espécies químicas F_2 e F_2^+ . Recorrendo à teoria das orbitais moleculares (T.O.M.), justifique qual deverá ter maior energia de ligação.
- 2.4. Indique o tipo de ligação predominante entre os elementos berílio (Be) e flúor (F). Justifique.

3. Considere os seguintes compostos orgânicos:

(A) 1,2-dibromopropeno (B) Etanol (C) Ácido metanóico (D) Fenilamina

3.1. Um dos compostos **B** ou **C** contém 26,09% de carbono e 69,56% de oxigénio (% em massa).

3.1.1. Estabeleça, por cálculo, a fórmula empírica desse composto.

3.1.2. A qual dos compostos **B** ou **C** pode corresponder essa fórmula empírica?

3.2. O composto **A** pode apresentar vários isómeros. Indique:

3.2.1. os nomes e as fórmulas de estrutura dos dois isómeros de cadeia do composto **A**.

3.2.2. as fórmulas de estrutura dos isómeros do tipo *cis-trans* do composto **A**.

3.3. Indique o tipo de ligação intermolecular predominante entre os compostos **B** e **D**.

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

4. A solubilidade do carbonato de cálcio, CaCO_3 , numa solução $0,010 \text{ mol dm}^{-3}$ de carbonato de sódio, Na_2CO_3 , é igual a $4,5 \times 10^{-7} \text{ mol dm}^{-3}$, a 25°C .

4.1. Escreva as equações químicas que traduzem a dissociação em água dos dois sais (considere a dissociação do carbonato de sódio como completa).

4.2. Determine o produto de solubilidade, K_s , do CaCO_3 , à temperatura considerada.

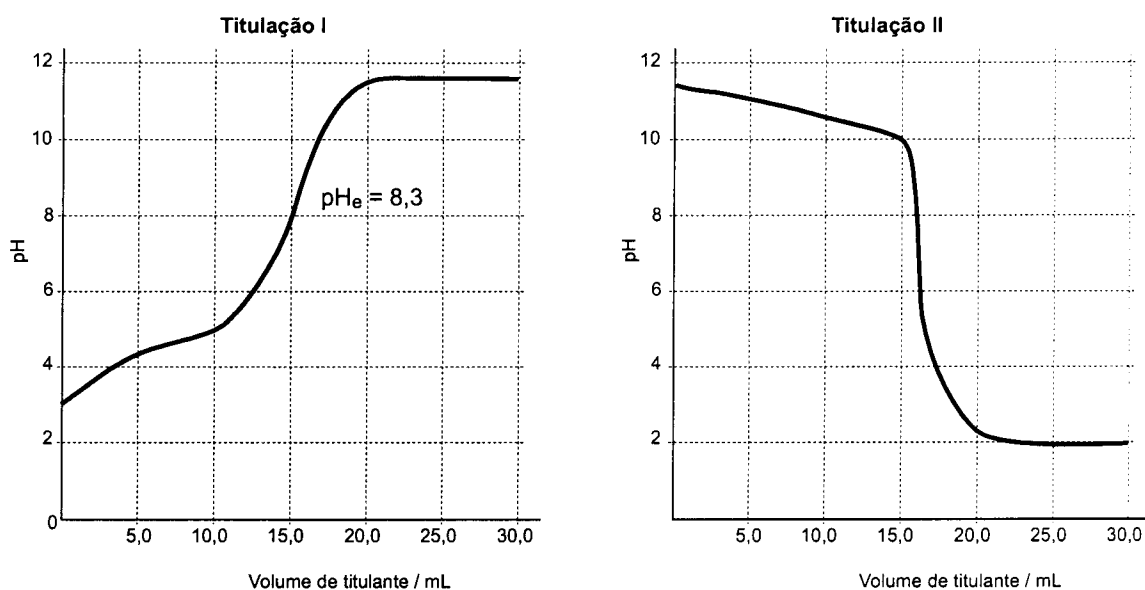
4.3. Entre as proposições que se seguem, escolha a verdadeira, justificando-a.

A – A solubilidade do CaCO_3 tem sempre o mesmo valor, qualquer que seja a temperatura considerada.

B – A solubilidade do CaCO_3 não depende da concentração da solução de Na_2CO_3 .

C – A solubilidade do CaCO_3 será maior numa solução de ácido clorídrico, HCl , do que na solução de Na_2CO_3 considerada.

5. A figura que se segue diz respeito a duas titulações ácido-base, realizadas à temperatura de 25 °C.



5.1. Apenas **duas** das seguintes afirmações estão correctas. Selecciona essas **duas** afirmações.

- A – A fenolftaleína (zona de viragem 8,3-10) poderá ser o indicador escolhido para detectar o ponto de equivalência na titulação I.
- B – Na titulação I, o pH no ponto de equivalência resulta exclusivamente dos iões provenientes da auto-ionização da água.
- C – Em relação à titulação II, a concentração em iões H_3O^+ é superior à concentração em iões OH^- , antes de ser atingido o ponto de equivalência.
- D – A curva de titulação II pode dizer respeito à determinação da concentração de uma solução de um hidróxido alcalino, usando como titulante uma solução de ácido nítrico (HNO_3).

Nota: se seleccionar mais do que duas afirmações, a sua resposta será anulada.

5.2. Procedeu-se à titulação de 10,0 ml de uma solução de ácido metanóico (HCOOH), usando como titulante uma solução de hidróxido de sódio (NaOH), de concentração $0,100 \text{ mol dm}^{-3}$. Até se atingir o ponto de equivalência, gastou-se 15,0 ml de titulante. A variação de pH ocorrida durante este processo é traduzida pelo gráfico relativo à titulação I.

5.2.1. Escreva a equação que traduz a reacção do ácido com a base.

5.2.2. Determine a concentração da solução de ácido metanóico.

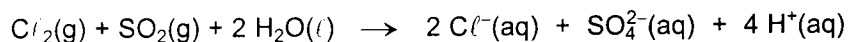
5.2.3. Tendo em consideração o sal obtido nesta reacção, justifique o seguinte facto:

«O pH no ponto de equivalência, a 25 °C, é superior a 7.»

$$K_b(\text{HCOO}^-) = 5,6 \times 10^{-11} \quad (\text{a } 25 \text{ }^\circ\text{C})$$

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

6. Um dos processos utilizados para purificar a água potável consiste em adicionar pequenas quantidades de cloro. Uma vez que este é prejudicial ao organismo humano, o excedente é removido por tratamento com dióxido de enxofre, SO_2 .
Esta reacção, considerada completa, é traduzida pela seguinte equação química:



- 6.1. Mostre que se trata de uma reacção de oxidação-redução, indicando:

- 6.1.1. a variação do número de oxidação do enxofre.
- 6.1.2. os agentes oxidante e redutor.
- 6.1.3. o par conjugado oxidante-redutor com maior potencial normal de eléctrodo.

- 6.2. Sabendo que no processo indicado o volume de cloro a ser removido é de $2,0 \text{ dm}^3$, à pressão normal e à temperatura de $20 \text{ }^\circ\text{C}$, calcule:

- 6.2.1. a quantidade mínima de dióxido de enxofre necessária à remoção do volume de cloro indicado.
- 6.2.2. a massa de água que reage.

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

$$M (\text{H}_2\text{O}) = 18,0 \text{ g mol}^{-1}$$

FIM

COTAÇÕES

1.	.....		33 pontos
1.1.	.....	21 pontos	
1.1.1.	.....	13 pontos	
1.1.2.	.....	8 pontos	
1.2.	.....	8 pontos	
1.3.	.....	4 pontos	
2.	.....		33 pontos
2.1.	.....	8 pontos	
2.2.	.....	5 pontos	
2.3.	.....	12 pontos	
2.4.	.....	8 pontos	
3.	.....		34 pontos
3.1.	.....	18 pontos	
3.1.1.	.....	14 pontos	
3.1.2.	.....	4 pontos	
3.2.	.....	12 pontos	
3.2.1.	.....	8 pontos	
3.2.2.	.....	4 pontos	
3.3.	.....	4 pontos	
4.	.....		34 pontos
4.1.	.....	10 pontos	
4.2.	.....	12 pontos	
4.3.	.....	12 pontos	
5.	.....		33 pontos
5.1.	.....	10 pontos	
5.2.	.....	23 pontos	
5.2.1.	.....	5 pontos	
5.2.2.	.....	9 pontos	
5.2.3.	.....	9 pontos	
6.	.....		33 pontos
6.1.	.....	18 pontos	
6.1.1.	.....	6 pontos	
6.1.2.	.....	8 pontos	
6.1.3.	.....	4 pontos	
6.2.	.....	15 pontos	
6.2.1.	.....	9 pontos	
6.2.2.	.....	6 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

2.ª FASE

PROVA ESCRITA DE QUÍMICA

COTAÇÕES

1.	.....		33 pontos
1.1.	.....	21 pontos	
1.1.1.	.....	13 pontos	
1.1.2.	.....	8 pontos	
1.2.	.....	8 pontos	
1.3.	.....	4 pontos	
2.	.....		33 pontos
2.1.	.....	8 pontos	
2.2.	.....	5 pontos	
2.3.	.....	12 pontos	
2.4.	.....	8 pontos	
3.	.....		34 pontos
3.1.	.....	18 pontos	
3.1.1.	.....	14 pontos	
3.1.2.	.....	4 pontos	
3.2.	.....	12 pontos	
3.2.1.	.....	8 pontos	
3.2.2.	.....	4 pontos	
3.3.	.....	4 pontos	
4.	.....		34 pontos
4.1.	.....	10 pontos	
4.2.	.....	12 pontos	
4.3.	.....	12 pontos	
5.	.....		33 pontos
5.1.	.....	10 pontos	
5.2.	.....	23 pontos	
5.2.1.	.....	5 pontos	
5.2.2.	.....	9 pontos	
5.2.3.	.....	9 pontos	
6.	.....		33 pontos
6.1.	.....	18 pontos	
6.1.1.	.....	6 pontos	
6.1.2.	.....	8 pontos	
6.1.3.	.....	4 pontos	
6.2.	.....	15 pontos	
6.2.1.	.....	9 pontos	
6.2.2.	.....	6 pontos	

TOTAL 200 pontos
V.S.F.F.

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.		33 pontos
1.1.		21 pontos
1.1.1.		13 pontos
	$n = 3 \rightarrow n = 2$	2 pontos
	$\Delta E = E_3 - E_2$	2 pontos
	$\Delta E = 3,03 \times 10^{-19} \text{ J}$	4 pontos
	$\Delta E = h \nu = h \frac{c}{\lambda}$	2 pontos
	$\lambda = 6,56 \times 10^{-7} \text{ m}$	3 pontos
1.1.2.		8 pontos
	$E = h \nu = 3,03 \times 10^{-19} \text{ J}$	2 pontos
	$E = m c^2$	1 ponto
	$m_{\text{fotão}} = 3,37 \times 10^{-36} \text{ kg}$	3 pontos
	$m_{\text{mol de fotões}} = 2,03 \times 10^{-12} \text{ kg}$	2 pontos
1.2.		8 pontos
	(2, 0, 0)	2 pontos
	(2, 1, -1)	2 pontos
	(2, 1, 0)	2 pontos
	(2, 1, 1)	2 pontos
1.3.		4 pontos
	$E_{\text{ion}} = E_{\infty} - E_1$	1 ponto
	$E_{\text{ion}} = 0 - E_1 = 2,18 \times 10^{-18} \text{ J}$	3 pontos
	A transportar	33 pontos

Transporte 33 pontos

2. 33 pontos

2.1. 8 pontos

O examinando deve referir a predominância do factor atracção nuclear sobre o factor repulsão electrónica.

2.2. F, C, B..... 5 pontos

2.3. 12 pontos

F_2^+ tem maior energia de ligação 2 pontos

Justificação 10 pontos

F_2 e F_2^+ têm 4 OML com 8 e.v. (2 + 2) 4 pontos

F_2 tem 4 OMAL com 6 e.v. 2 pontos

F_2^+ tem 4 OMAL com 5 e.v. 2 pontos

O.L. (F_2^+) = 1,5 > O.L. (F_2) = 1 2 pontos

2.4. 8 pontos

Predominantemente iónica ou iónica 4 pontos

Justificação: o elemento F é muito mais electronegativo do que o elemento Be 4 pontos

3. 34 pontos

3.1. 18 pontos

3.1.1. 14 pontos

% de hidrogénio = 4,35 % 4 pontos

Determinação da relação

1 mol C : 2 mol H : 2 mol O 8 pontos

Fórmula empírica CH_2O_2 2 pontos

3.1.2. Composto C 4 pontos

3.2. 12 pontos

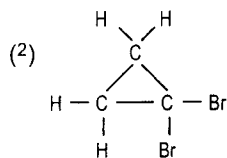
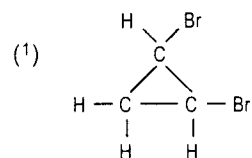
3.2.1. 8 pontos

1,2-dibromociclopropano 2 pontos

Fórmula de estrutura⁽¹⁾ 2 pontos

1,1-dibromociclopropano 2 pontos

Fórmula de estrutura⁽²⁾ 2 pontos



A transportar 100 pontos

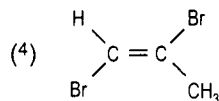
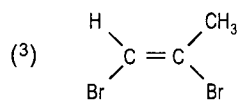
V.S.F.F.

242/C/3

3.2.2. 4 pontos

Fórmula de estrutura do isómero *cis*⁽³⁾.... 2 pontos

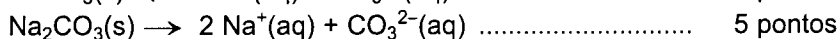
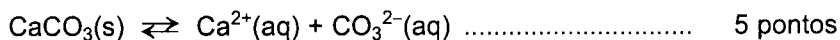
Fórmula de estrutura do isómero *trans*⁽⁴⁾... 2 pontos



3.3. Ligação de hidrogénio (ou pontes de hidrogénio) 4 pontos

4. 34 pontos

4.1. 10 pontos



- A ausência e/ou a incorrecção de um ou mais estados físicos terá a penalização de 1 ponto na cotação da equação em que tal ocorra.
- A utilização de seta (\rightarrow) na equação da dissociação do CaCO_3 terá a penalização de 1 ponto.
- Não será atribuída qualquer cotação a equações estequiometricamente erradas.

4.2. 12 pontos

$K_s (\text{CaCO}_3) = [\text{Ca}^{2+}]_e \times [\text{CO}_3^{2-}]_e$ 2 pontos

$[\text{Ca}^{2+}]_e = s = 4,5 \times 10^{-7} \text{ mol dm}^{-3}$ 2 pontos

$[\text{CO}_3^{2-}]_e = (0,010 + s) \text{ mol dm}^{-3}$ 4 pontos

$K_s = 4,5 \times 10^{-9}$ 4 pontos

4.3. 12 pontos

Afirmção verdadeira: **C** 4 pontos

Referência à reacção do ião H_3O^+ com o ião CO_3^{2-} 4 pontos

Referência ao efeito do ião comum CO_3^{2-} 4 pontos

5. 33 pontos

5.1. 10 pontos

Afirmção **A** 5 pontos

Afirmção **D** 5 pontos

- Se o examinando seleccionar mais do que duas afirmações, será atribuída cotação nula a este item.

	Transporte	167 pontos
5.2.		23 pontos
5.2.1. $\text{HCOOH}(\text{aq}) + \text{NaOH}(\text{aq}) \rightarrow \text{NaHCOO}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\ell)$	5 pontos	
• A ausência e/ou a incorrecção de um ou mais estados físicos terá a penalização de 1 ponto.		
• A utilização da seta \rightleftharpoons em vez de \rightarrow terá a penalização de 1 ponto.		
5.2.2.	9 pontos	
$n(\text{OH}^-) = n(\text{NaOH}) = 1,50 \times 10^{-3} \text{ mol}$...	3 pontos	
$n(\text{OH}^-) = n(\text{H}_3\text{O}^+)$	3 pontos	
$[\text{HCOOH}] = 1,50 \times 10^{-1} \text{ mol dm}^{-3}$	3 pontos	
5.2.3.	9 pontos	
Identificação do sal NaHCOO	3 pontos	
Solução de $\text{Na}^+(\text{aq})$ é neutra	2 pontos	
Solução de $\text{HCOO}^-(\text{aq})$ é básica	2 pontos	
Solução do sal é básica	2 pontos	
6.		33 pontos
6.1.		18 pontos
6.1.1.	6 pontos	
Número de oxidação de S em $\text{SO}_2 = +4$	2 pontos	
Número de oxidação de S em $\text{SO}_4^{2-} = +6$	2 pontos	
Variação do n.º de oxidação de S = +2	2 pontos	
6.1.2.	8 pontos	
Agente redutor: SO_2	4 pontos	
Agente oxidante: Cl_2	4 pontos	
6.1.3. Par $\text{Cl}_2 / \text{Cl}^-$	4 pontos	
6.2.		15 pontos
6.2.1.	9 pontos	
$pV = nRT$	1 ponto	
$T = 293 \text{ K}$	1 ponto	
$n(\text{Cl}_2) = 8,3 \times 10^{-2} \text{ mol}$	3 pontos	
Relação molar 1 mol Cl_2 : 1 mol SO_2 ...	2 pontos	
$n(\text{Cl}_2) = n(\text{SO}_2) = 8,3 \times 10^{-2} \text{ mol}$	2 pontos	
6.2.2.	6 pontos	
Relação molar 1 mol Cl_2 : 2 mol H_2O ...	2 pontos	
$n(\text{H}_2\text{O}) = 2 \times n(\text{Cl}_2) = 1,7 \times 10^{-1} \text{ mol}$..	2 pontos	
$m(\text{H}_2\text{O}) = 3,0 \text{ g}$	2 pontos	
	TOTAL	200 pontos