

# 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  
1.ª CHAMADA

## PROVA ESCRITA DE QUÍMICA

---

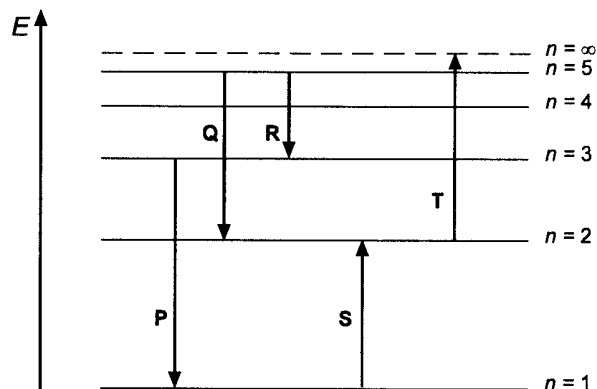
- Apresente todos os cálculos que efectuar.
- Se a resolução de um item apresentar erros nos resultados das operações matemáticas, será atribuída a penalização de um ponto na cotação total do item.
- A ausência de unidades ou a indicação de unidades incorrectas, no resultado final, terá a penalização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

V.S.F.F.

242/1

---

1. No diagrama seguinte, em que se representam alguns níveis de energia do átomo de hidrogénio, indicam-se algumas transições electrónicas, que podem ocorrer por absorção ou emissão de energia sob a forma de radiações electromagnéticas.



- 1.1. Classifique como verdadeira (V) ou falsa (F) cada uma das seguintes afirmações:

- (A) A transição P pode ocorrer com emissão de uma radiação ultravioleta.
- (B) A radiação associada à transição Q tem menor comprimento de onda do que a radiação associada à transição R.
- (C) A transição S pode ocorrer com absorção de uma radiação visível.
- (D) A frequência da radiação associada à transição Q é menor do que a da radiação associada à transição T.

- 1.2. Um átomo de hidrogénio num estado excitado tem o electrão no nível de energia  $n = 2$ . Fazendo incidir sobre esse átomo uma determinada radiação electromagnética, esse electrão é ejectado com uma velocidade de  $3,47 \times 10^6 \text{ m s}^{-1}$ .

- 1.2.1. Indique os conjuntos dos números quânticos ( $n$ ,  $\ell$ ,  $m_\ell$ ) que caracterizam as orbitais atómicas possíveis para o nível de energia  $n = 2$ .

- 1.2.2. Determine a frequência da radiação incidente.

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

$$m_e \text{ (massa do electrão)} = 9,11 \times 10^{-31} \text{ kg}$$

$n$  = número quântico principal

$$E_n = \frac{-2,18 \times 10^{-18}}{n^2} \text{ J}$$

2. Considere as seguintes espécies químicas:



2.1. Indique o nome de cada uma dessas espécies.

2.2. Relativamente às espécies **A** e **C**, indique em qual são predominantes as ligações intermoleculares do tipo ligações de hidrogénio. Justifique.

2.3. Com base na teoria das orbitais moleculares (TOM), estabeleça a fórmula de estrutura de **C**.

2.4. A estrutura de **B** pode ser descrita como um híbrido de ressonância.

Com base nesta afirmação, indique:

2.4.1. as fórmulas de estrutura contribuintes.

2.4.2. a ordem da ligação azoto-oxigénio.

2.5. Qual é o tipo de ligação química predominante em **D**?



Elemento	Electronegatividade (Pauling)
H	2,1
N	3,0
O	3,5
F	4,0
Na	0,9
S	2,5

V.S.F.F.

242/3

3. Considere dois recipientes indeformáveis A e B, à temperatura de 20 °C, contendo cada um determinado gás, conforme se indica no quadro seguinte:

Recipiente	Volume do recipiente / dm <sup>3</sup>	Gás contido no recipiente	Pressão exercida pelo gás / atm
A	4,00	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	0,500
B	3,00	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	1,00

- 3.1. Mantendo a temperatura constante, transferiu-se todo o gás contido no recipiente A para o recipiente B.

Calcule a pressão parcial de C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>(g) na mistura gasosa obtida.

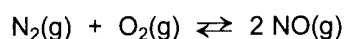
- 3.2. Indique o nome de cada um dos gases que estão contidos nos recipientes A e B.

- 3.3. Qual destes gases tem menor ponto de ebulição, à pressão atmosférica normal?

- 3.4. Indique duas fórmulas de estrutura possíveis para o composto C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>, identificando o tipo de isomeria.

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

4. Num recipiente fechado produz-se monóxido de azoto, NO(g), a partir da reacção endotérmica traduzida por:



À temperatura de 2000 K, atinge-se um estado de equilíbrio em que a quantidade de cada reagente é  $1,00 \times 10^{-1}$  mol e a do produto de reacção é  $2,00 \times 10^{-3}$  mol.

- 4.1. Calcule o valor da constante de equilíbrio,  $K_c$ , à temperatura considerada.

- 4.2. Adicionando  $1,26 \times 10^{-1}$  mol de oxigénio ao sistema em equilíbrio, sem alteração de temperatura, atinge-se um novo estado de equilíbrio em que a quantidade de NO(g) é  $3,00 \times 10^{-3}$  mol.

Determine, neste novo estado de equilíbrio, a quantidade de cada reagente.

- 4.3. Indique, justificando, se a quantidade de NO(g) em equilíbrio aumenta, diminui ou não varia, quando:

4.3.1. se diminui a temperatura do sistema, mantendo a pressão constante.

4.3.2. se aumenta a pressão no interior do recipiente, mantendo a temperatura constante.

5. Considere duas soluções aquosas A e B, ambas a 25 °C, caracterizadas por:

- Solução A – ácido fluorídrico, HF(aq), de concentração  $1,0 \times 10^{-1} \text{ mol dm}^{-3}$
- Solução B – ácido clorídrico, HCl(aq), de concentração  $1,0 \times 10^{-1} \text{ mol dm}^{-3}$

5.1. À temperatura de 25 °C, verifica-se que o valor da constante de acidez,  $K_a$ , é muito menor para o ácido fluorídrico do que para o ácido clorídrico.

Indique, justificando, qual das soluções A ou B apresenta maior valor de pH, a essa temperatura.

5.2. Determine o valor da constante de acidez,  $K_a$ , do ácido fluorídrico, à temperatura considerada, sabendo que nas condições da solução A o grau de ionização é de 7,9%.

5.3. Determine o volume de água desionizada que se deve adicionar a  $150 \text{ cm}^3$  da solução B para se obter uma solução de concentração  $2,5 \times 10^{-2} \text{ mol dm}^{-3}$ .

6. A reacção do ácido nítrico, HNO<sub>3</sub>(aq), com o cobre metálico, Cu(s), pode ser traduzida pela equação química não acertada



6.1. Indique os números de oxidação dos elementos N e Cu nos reagentes e nos produtos de reacção.

6.2. Indicando as equações das semi-reacções de oxidação e de redução, proceda ao acerto da referida equação.

6.3. Admitindo que esta reacção é muito extensa no sentido directo, indique, justificando, qual é o par conjugado oxidante-redutor que apresenta maior potencial normal de eléctrodo,  $E^0$ .

**FIM**

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

242/5

## COTAÇÕES

1.	.....	<b>33 pontos</b>
1.1.	.....	12 pontos
1.2.	.....	21 pontos
1.2.1.	.....	4 pontos
1.2.2.	.....	17 pontos
2.	.....	<b>36 pontos</b>
2.1.	.....	8 pontos
2.2.	.....	6 pontos
2.3.	.....	12 pontos
2.4.	.....	8 pontos
2.4.1.	.....	6 pontos
2.4.2.	.....	2 pontos
2.5.	.....	2 pontos
3.	.....	<b>33 pontos</b>
3.1.	.....	16 pontos
3.2.	.....	4 pontos
3.3.	.....	4 pontos
3.4.	.....	9 pontos
4.	.....	<b>34 pontos</b>
4.1.	.....	10 pontos
4.2.	.....	12 pontos
4.3.	.....	12 pontos
4.3.1.	.....	6 pontos
4.3.2.	.....	6 pontos
5.	.....	<b>32 pontos</b>
5.1.	.....	8 pontos
5.2.	.....	15 pontos
5.3.	.....	9 pontos
6.	.....	<b>32 pontos</b>
6.1.	.....	8 pontos
6.2.	.....	16 pontos
6.3.	.....	8 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  
1.ª CHAMADA

---

**PROVA ESCRITA DE QUÍMICA**


---

**COTAÇÕES**

1.	.....	<b>33 pontos</b>
1.1.	.....	12 pontos
1.2.	.....	21 pontos
1.2.1.	.....	4 pontos
1.2.2.	.....	17 pontos
2.	.....	<b>36 pontos</b>
2.1.	.....	8 pontos
2.2.	.....	6 pontos
2.3.	.....	12 pontos
2.4.	.....	8 pontos
2.4.1.	.....	6 pontos
2.4.2.	.....	2 pontos
2.5.	.....	2 pontos
3.	.....	<b>33 pontos</b>
3.1.	.....	16 pontos
3.2.	.....	4 pontos
3.3.	.....	4 pontos
3.4.	.....	9 pontos
4.	.....	<b>34 pontos</b>
4.1.	.....	10 pontos
4.2.	.....	12 pontos
4.3.	.....	12 pontos
4.3.1.	.....	6 pontos
4.3.2.	.....	6 pontos
5.	.....	<b>32 pontos</b>
5.1.	.....	8 pontos
5.2.	.....	15 pontos
5.3.	.....	9 pontos
6.	.....	<b>32 pontos</b>
6.1.	.....	8 pontos
6.2.	.....	16 pontos
6.3.	.....	8 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. .... 33 pontos

1.1. .... 12 pontos

- (A) V ..... 3 pontos  
(B) V ..... 3 pontos  
(C) F ..... 3 pontos  
(D) V ..... 3 pontos

1.2. .... 21 pontos

1.2.1. .... 4 pontos

- (2, 0, 0) ..... 1 ponto  
(2, 1, -1) ..... 1 ponto  
(2, 1, 0) ..... 1 ponto  
(2, 1, 1) ..... 1 ponto

1.2.2. .... 17 pontos

$$E_{\text{inc}} = E_{\text{rem}} + E_{\text{cin}} \dots\dots\dots 2 \text{ pontos}$$

$$E_{\text{cin}} = \frac{1}{2} m v^2 \dots\dots\dots 1 \text{ ponto}$$

$$E_{\text{cin}} = 5,48 \times 10^{-18} \text{ J} \dots\dots\dots 3 \text{ pontos}$$

$$E_{\text{rem}} = E_{\infty} - E_2 \dots\dots\dots 2 \text{ pontos}$$

$$E_{\text{rem}} = 0 - \left( -\frac{2,18 \times 10^{-18}}{4} \right) = 5,45 \times 10^{-19} \text{ J} \dots\dots\dots 3 \text{ pontos}$$

$$E_{\text{inc}} = 6,02 \times 10^{-18} \text{ J} \dots\dots\dots 2 \text{ pontos}$$

$$E_{\text{inc}} = h \nu \dots\dots\dots 1 \text{ ponto}$$

$$\nu = 9,09 \times 10^{15} \text{ Hz (ou s}^{-1}\text{)} \dots\dots\dots 3 \text{ pontos}$$

A transportar ..... 33 pontos



2. .... 36 pontos

2.1. .... 8 pontos

- A – Sulfureto de hidrogénio ..... 2 pontos
- B – Ião nitrato ..... 2 pontos
- C – Amónio ..... 2 pontos
- D – Fluoreto de sódio ..... 2 pontos

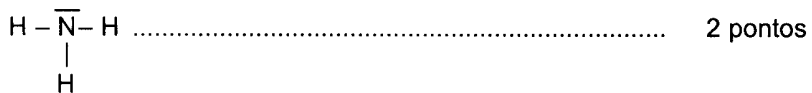
2.2. .... 6 pontos

- Em C ..... 2 pontos
- Justificação ..... 4 pontos

- O examinando deve referir a maior electronegatividade de N em relação a S.

2.3. .... 12 pontos

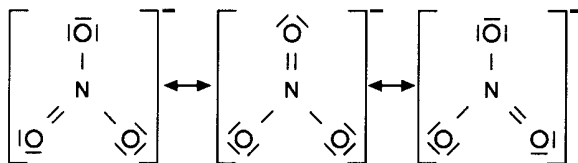
- 8 electrões de valência em 7 orbitais moleculares de valência ..... 2 pontos
- 1 orbital molecular não ligante com 2 electrões de valência ..... 2 pontos
- 3 orbitais moleculares ligantes com 6 electrões ..... 2 pontos
- 3 orbitais moleculares antiligantes sem electrões ..... 2 pontos
- Existem 6 electrões efectivamente ligantes ..... 2 pontos



- Descontar 1 ponto se não for indicado o par electrónico não ligante em N.

2.4. .... 8 pontos

2.4.1. .... (3 × 2) ..... 6 pontos



- Descontar 1 ponto no caso de omissão de um ou mais pares electrónicos não ligantes.

2.4.2. Ordem de ligação =  $\frac{4}{3}$  ..... 2 pontos

2.5. Iónica ..... 2 pontos

**A transportar ..... 69 pontos**

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

242/C/3

3. .... 33 pontos

3.1. .... 16 pontos

$pV = nRT$  ..... 1 ponto

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

$n(\text{C}_3\text{H}_8) = \frac{0,500 \times 4,00}{0,082 \times 293} = 8,32 \times 10^{-2} \text{ mol}$  ..... 2 pontos

$n(\text{C}_4\text{H}_{10}) = \frac{1,00 \times 3,00}{0,082 \times 293} = 1,25 \times 10^{-1} \text{ mol}$  ..... 2 pontos

$n(\text{total}) = 2,08 \times 10^{-1} \text{ mol}$  ..... 2 pontos

$p(\text{total}) = \frac{2,08 \times 10^{-1} \times 0,082 \times 293}{3,00} = 1,67 \text{ atm}$  ..... 2 pontos

$x(\text{C}_3\text{H}_8) = \frac{n(\text{C}_3\text{H}_8)}{n(\text{total})}$  ..... 1 ponto

$x(\text{C}_3\text{H}_8) = 0,400$  ..... 2 pontos

$p(\text{C}_3\text{H}_8) = x(\text{C}_3\text{H}_8) \times p(\text{total})$  ..... 1 ponto

$p(\text{C}_3\text{H}_8) = 0,400 \times 1,67 = 0,668 \text{ atm}$  ..... 2 pontos

3.2. .... 4 pontos

Recipiente A:  $\text{C}_3\text{H}_8$  (propano) ..... 2 pontos

Recipiente B:  $\text{C}_4\text{H}_{10}$  (butano) ..... 2 pontos

- Deverá ser atribuída a mesma cotação se para  $\text{C}_4\text{H}_{10}$  o examinando indicar metilpropano (ou 2-metilpropano).

3.3. Propano ( $\text{C}_3\text{H}_8$ ) ..... 4 pontos

3.4. .... 9 pontos



Isomeria de cadeia ..... 3 pontos

- Deverá ser atribuída a cotação integral se o examinando escrever as fórmulas condensadas  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$  e  $\text{CH}_3\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}_3$ , respectivamente.

4. .... 34 pontos

4.1. .... 10 pontos

$K_c = \frac{[\text{NO}]_e^2}{[\text{N}_2]_e \times [\text{O}_2]_e}$  ..... 3 pontos

$[\text{NO}]_e = 2,00 \times 10^{-3} / V \text{ mol dm}^{-3}$  ..... 1 ponto

$[\text{N}_2]_e = 1,00 \times 10^{-1} / V \text{ mol dm}^{-3}$  ..... 1 ponto

$[\text{O}_2]_e = 1,00 \times 10^{-1} / V \text{ mol dm}^{-3}$  ..... 1 ponto

$K_c = 4,00 \times 10^{-4}$  ..... 4 pontos

4.2. .... 12 pontos

$n_i(\text{N}_2) = 1,00 \times 10^{-1} \text{ mol}; n_i(\text{O}_2) = 2,26 \times 10^{-1} \text{ mol};$

$n_i(\text{NO}) = 2,00 \times 10^{-3} \text{ mol}$  ..... (1 + 1 + 1) ..... 3 pontos

$n_e(\text{N}_2) = (1,00 \times 10^{-1} - x) \text{ mol};$

$n_e(\text{O}_2) = (2,26 \times 10^{-1} - x) \text{ mol};$

$n_e(\text{NO}) = (2,00 \times 10^{-3} + 2x) \text{ mol}$  ..... (1 + 1 + 1) ..... 3 pontos

$2,00 \times 10^{-3} + 2x = 3,00 \times 10^{-3} \Rightarrow x = 5,00 \times 10^{-4} \text{ mol}$  ..... 2 pontos

$n_e(\text{N}_2) \approx 1,00 \times 10^{-1} \text{ mol}$  ..... 2 pontos

$n_e(\text{O}_2) \approx 2,26 \times 10^{-1} \text{ mol}$  ..... 2 pontos

4.3. .... 12 pontos

4.3.1. .... 6 pontos

Diminui ..... 2 pontos

Justificação ..... 4 pontos

Reacção endotérmica no sentido

directo ..... 2 pontos

Diminuição de temperatura  $\Rightarrow$

equilíbrio evolui no sentido

inverso ..... 2 pontos

4.3.2. .... 6 pontos

Não varia ..... 2 pontos

Justificação ..... 4 pontos

Aumento de pressão  $\Rightarrow$  equilíbrio

evolui no sentido em que se

formam menos moléculas de

gás ..... 2 pontos

Estequiometria da reacção  $\Rightarrow$

não há evolução em qualquer

dos sentidos ..... 2 pontos

A transportar ..... 136 pontos

V.S.F.F.

242/C/5

5. .... 32 pontos

5.1. .... 8 pontos

Solução A ..... 2 pontos

Justificação ..... 6 pontos

$K_a(\text{HF})$  menor  $\Rightarrow$  menor extensão  
da sua ionização ..... 2 pontos

Ionização menos extensa  $\Rightarrow$  menor  $[\text{H}_3\text{O}^+]$  ..... 2 pontos

Menor  $[\text{H}_3\text{O}^+]$   $\Rightarrow$  maior valor do pH ..... 2 pontos

5.2. .... 15 pontos

$$K_a = \frac{[\text{F}^-]_e \times [\text{H}_3\text{O}^+]_e}{[\text{HF}]_e} \dots\dots\dots 3 \text{ pontos}$$

$[\text{HF}]_i = 1,0 \times 10^{-1} \text{ mol dm}^{-3}$ ;  $[\text{F}^-]_i = 0 \text{ mol dm}^{-3}$ ;  
 $[\text{H}_3\text{O}^+]_i = 0 \text{ mol dm}^{-3}$  ..... (1 + 1 + 1) ..... 3 pontos

$[\text{HF}]_e = (1,0 \times 10^{-1} - c) \text{ mol dm}^{-3}$ ;  $[\text{F}^-]_e = c \text{ mol dm}^{-3}$ ;  
 $[\text{H}_3\text{O}^+]_e = c \text{ mol dm}^{-3}$  ..... (1 + 1 + 1) ..... 3 pontos

$c = 0,079 \times 1,0 \times 10^{-1} = 7,9 \times 10^{-3} \text{ mol dm}^{-3}$  ..... 3 pontos

$K_a = 6,8 \times 10^{-4}$  ..... 3 pontos

5.3. .... 9 pontos

$$c = \frac{n}{V} \dots\dots\dots 1 \text{ ponto}$$

$V = 1,50 \times 10^{-1} \text{ dm}^3$  ..... 2 pontos

$n(\text{HCl}) = 1,0 \times 10^{-1} \times 1,50 \times 10^{-1} = 1,5 \times 10^{-2} \text{ mol}$  ..... 2 pontos

$$V(\text{solução}) = \frac{1,5 \times 10^{-2}}{2,5 \times 10^{-2}} = 6,0 \times 10^{-1} \text{ dm}^3 \dots\dots\dots 2 \text{ pontos}$$

$V(\text{água}) = 6,0 \times 10^{-1} - 1,50 \times 10^{-1} = 4,5 \times 10^{-1} \text{ dm}^3$  ..... 2 pontos

6. .... 32 pontos

6.1. .... 8 pontos

Nos reagentes:

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

n.o. (Cu) = 0 ..... 2 pontos

Nos produtos de reacção:

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

n.o. (Cu) = +2 ..... 2 pontos

6.2. .... 16 pontos

Equação da semi-reacção de oxidação:

$\text{Cu(s)} \rightarrow \text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{e}^{-}$  ..... 2 pontos

Equação da semi-reacção de redução:

$\text{NO}_3^{-}(\text{aq}) \rightarrow \text{NO}(\text{g}) + 2 \text{H}_2\text{O}(\ell)$  ..... 2 pontos

$\text{NO}_3^{-}(\text{aq}) + 4 \text{H}^{+}(\text{aq}) \rightarrow \text{NO}(\text{g}) + 2 \text{H}_2\text{O}(\ell)$  ..... 2 pontos

$\text{NO}_3^{-}(\text{aq}) + 4 \text{H}^{+}(\text{aq}) + 3 \text{e}^{-} \rightarrow \text{NO}(\text{g}) + 2 \text{H}_2\text{O}(\ell)$  ..... 2 pontos

Acerto de electrões ..... 4 pontos

$2 \text{NO}_3^{-}(\text{aq}) + 3 \text{Cu(s)} + 8 \text{H}^{+}(\text{aq}) \rightarrow 2 \text{NO}(\text{g}) +$   
 $+ 3 \text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + 4 \text{H}_2\text{O}(\ell)$  ..... 4 pontos

- A ausência de um ou mais estados físicos não deverá ser penalizada.
- Não deverá ser atribuída cotação a equações estequiometricamente erradas.

6.3. .... 8 pontos

$\text{NO}_3^{-}(\text{aq}) / \text{NO}(\text{g})$  ..... 2 pontos

- Atribuir a mesma cotação se não forem referidos os estados físicos.

Justificação ..... 6 pontos

Reacção mais extensa no sentido directo  $\Rightarrow$

$\Rightarrow \text{Cu(s)}$  oxida-se em maior extensão do que

$\text{NO}(\text{g})$  ..... 3 pontos

$\text{Cu(s)}$  é mais redutor do que  $\text{NO}(\text{g}) \Rightarrow \text{NO}_3^{-}(\text{aq})$

é mais oxidante do que  $\text{Cu}^{2+}(\text{aq})$  ..... 3 pontos

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