

# 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  
2001

1.ª FASE  
2.ª CHAMADA  
VERSÃO 1

## PROVA ESCRITA DE QUÍMICA

---

### VERSÃO 1

**Na sua folha de respostas, indique claramente a versão da prova.**

**A ausência desta indicação implicará a anulação de todo o GRUPO I.**

V.S.F.F.

142.V1/1

---

A Prova é constituída por três Grupos, I, II e III.

- O Grupo I inclui 6 itens de resposta fechada.
- O Grupo II inclui 4 questões de resposta aberta, envolvendo cálculos e/ou pedidos de justificação.
- O Grupo III inclui 3 questões de resposta aberta, relativos a uma actividade experimental.

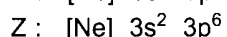
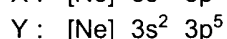
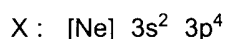
Nas respostas aos itens dos Grupos II e III serão aplicáveis as seguintes penalizações gerais:

- Um ponto, nos itens em que ocorram erros nos resultados das operações matemáticas.
- Um ponto, nos itens em que o resultado final não apresente unidades ou apresente unidades incorrectas.

## I

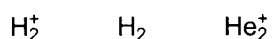
- Escreva na sua folha de respostas a(s) letra(s) correspondente(s) à(s) alternativa(s) correcta(s) que seleccionar para cada item.
- Nos itens de escolha múltipla, a indicação de mais do que uma alternativa implica cotação nula para o item em que tal se verifique.
- Não apresente cálculos e/ou justificações.

1. Considere as configurações electrónicas dos átomos, no estado de energia mínima, representados por X, Y e Z.



Entre as seguintes afirmações, seleccione a correcta.

- (A) Todos os electrões de valência do átomo X, no estado de energia mínima, têm a mesma energia.
- (B)  $[\text{Ne}] 3s^1 3p^7$  representa um estado excitado do átomo Z.
- (C) A energia de um electrão 3s do átomo X é superior à energia de um electrão 3s do átomo Z.
- (D) A 1.<sup>a</sup> energia de ionização do átomo Y é superior à 1.<sup>a</sup> energia de ionização do átomo Z.
- (E) O raio de qualquer um dos iões  $X^{2-}$  ou  $Y^-$  é menor que o raio do átomo Z, todos no estado de energia mínima.
2. Nas espécies químicas seguintes, a ligação química pode ser interpretada em termos de orbitais moleculares definidas a partir de orbitais atómicas 1s.



Entre as seguintes afirmações, seleccione a correcta.

- (A) A carga nuclear em  $H_2^+$  é maior que a carga nuclear em  $H_2$ .
- (B) A ordem de ligação em  $H_2^+$  é menor que a ordem de ligação em  $He_2^+$ .
- (C) O comprimento de ligação em  $H_2^+$  é menor que o comprimento de ligação em  $H_2$ .
- (D) A ligação química é reforçada se  $He_2^+$  aceitar um electrão.
- (E) O número de orbitais moleculares ligantes é igual em  $H_2^+$ ,  $H_2$  e  $He_2^+$ .



3. Considere as substâncias cujas fórmulas químicas se encontram agrupadas nas colunas I, II, III e IV.

I	II	III	IV
H <sub>2</sub>	HF	CCl <sub>4</sub>	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>4</sub> CH <sub>3</sub>
O <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> S	CHCl <sub>3</sub>	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>6</sub> CH <sub>3</sub>
Cl <sub>2</sub>	HCOOH	CH <sub>3</sub> Cl	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>8</sub> CH <sub>3</sub>

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

- (A) Das substâncias elementares da coluna I, nas mesmas condições de pressão, o hidrogénio é aquela que se liquefaz a temperatura mais baixa.
- (B) Das soluções aquosas dos compostos da coluna II, apenas a solução aquosa de fluoreto de hidrogénio apresenta ligações de hidrogénio entre soluto e solvente.
- (C) Em qualquer um dos compostos halogenados da coluna III, existem interações moleculares do tipo dipolo permanente – dipolo permanente.
- (D) Dos hidrocarbonetos da coluna IV, o *n*-decano é o que apresenta forças de dispersão de London de maior intensidade.



4. Na tabela seguinte indicam-se alguns valores das pressões de vapor dos líquidos X, Y e Z, a diferentes temperaturas.

Temperatura / °C	Pressão de vapor / atm		
	X	Y	Z
0	0,243	0,016	0,006
20	0,582	0,058	0,024
40	1,212	0,178	0,074
60	–	0,464	0,200
80	–	1,070	0,474
100	–	–	1,013

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

- (A) A temperatura de ebulição de X é 0 °C, à pressão exterior de 0,243 atm.
- (B) À temperatura de 40 °C, Y é mais volátil que X.
- (C) Para a transformação X(l) → X(g), ΔH < 0.
- (D) Para a transformação Z(g) → Z(l), a entropia do sistema diminui.

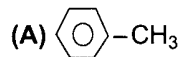
V.S.F.F.

142.V1/5

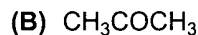
5. Compostos orgânicos com a mesma fórmula molecular podem ter comportamento químico muito diferenciado.

Faça corresponder a cada composto, indicado por (x), (y) e (z), o respectivo isómero (A), (B), (C), (D), (E) ou (F).

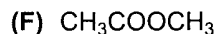
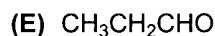
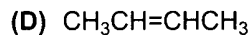
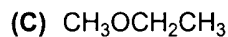
(x) ácido propanóico



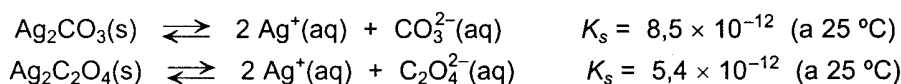
(y) metilciclopropano



(z) 2-propanol



6. O equilíbrio de solubilidade dos sais carbonato de prata e oxalato de prata traduz-se pelas seguintes equações químicas:



Ignorando eventuais associações iónicas em solução e reacções dos iões com a água, seleccione a alternativa que permite completar correctamente a seguinte afirmação:

«Comparando duas soluções saturadas dos sais Ag<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> e Ag<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub>, à temperatura de 25 °C, verifica-se que...

(A) ... a concentração dos iões Ag<sup>+</sup>(aq) é igual nas duas soluções.»

(B) ... a concentração dos iões CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>(aq) é superior à dos iões C<sub>2</sub>O<sub>4</sub><sup>2-</sup>(aq).»

(C) ... a solubilidade do carbonato de prata é inferior à do oxalato de prata.»

(D) ... o produto de solubilidade de cada um dos sais aumenta com a adição de iões Ag<sup>+</sup>(aq) a cada uma das soluções.»

II

**Apresente todos os cálculos que efectuar.**

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

Composto A	Composto B
fórmula empírica: CH <sub>2</sub> O	fórmula molecular: C <sub>3</sub> H <sub>6</sub>
massa molar: 60 g mol <sup>-1</sup>	

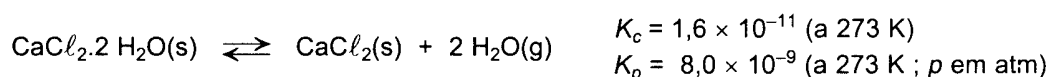
- 1.1. Escreva a fórmula de estrutura do composto A, sabendo que se trata de um ácido carboxílico. Justifique com base na determinação da fórmula molecular.
- 1.2. Calcule a densidade (em g dm<sup>-3</sup>) do composto B, à temperatura de 20 °C e à pressão de 1,0 atm, admitindo que se comporta como um gás ideal.
- 1.3. Considere uma mistura do gás B e de um outro componente gasoso, contida num balão de 10 dm<sup>3</sup> 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.

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

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

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

2. O cloreto de cálcio (CaCl<sub>2</sub>) é um sal higroscópico e por isso é utilizado como exsiccante de humidade. À temperatura de 273 K, introduz-se CaCl<sub>2</sub>·2 H<sub>2</sub>O(s) num reservatório fechado de capacidade fixa, estabelecendo-se o seguinte equilíbrio:



- 2.1. Calcule a concentração do vapor de água, no equilíbrio, a 273 K.
- 2.2. Calcule a pressão do vapor de água, no equilíbrio, a 273 K.
- 2.3. Explique a influência que terá um aumento de humidade dentro do reservatório, à temperatura de 273 K, relativamente às quantidades de CaCl<sub>2</sub>·2H<sub>2</sub>O(s) e CaCl<sub>2</sub>(s) em equilíbrio.

V.S.F.F.

142.V1/7

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

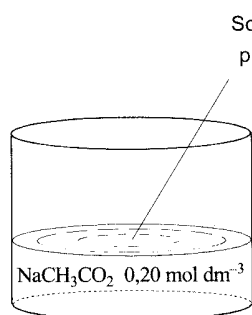


Fig. 1

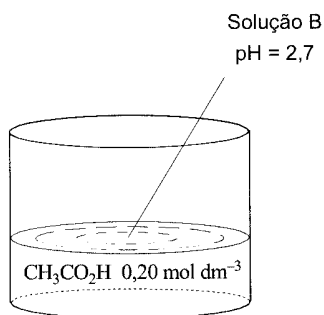


Fig. 2

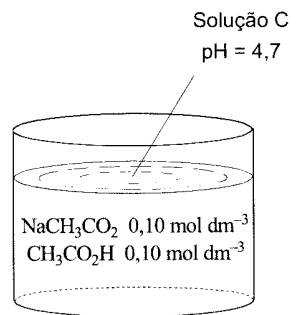


Fig. 3

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

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

Compare a força relativa dos ácidos HCN e CH<sub>3</sub>CO<sub>2</sub>H, com base na extensão de ionização de cada um deles.

3.3. 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 dm<sup>3</sup>.

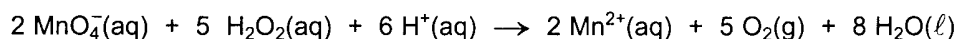
Identifique o par conjugado ácido-base que explica o efeito tampão da solução C.

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

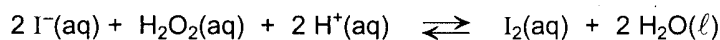
$$K_b(\text{CH}_3\text{CO}_2^-) = 5,8 \times 10^{-10} \text{ (a } 25 \text{ °C)}$$

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

4. Num laboratório, procedeu-se à análise de peróxido de hidrogénio,  $\text{H}_2\text{O}_2$ , 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:



- 4.1. Admita que se libertaram  $400 \text{ cm}^3$  de  $\text{O}_2(\text{g})$ , medidos à temperatura  $T$  e à pressão  $p$ , com um rendimento de 100%.
- 4.1.1. Determine a massa de  $\text{H}_2\text{O}_2$  existente na amostra analisada.
- 4.1.2. Calcule o volume de  $\text{O}_2$  que se teria libertado se o rendimento do processo fosse de 98%.
- 4.2. Escreva a equação de eléctrodo que traduz a oxidação do peróxido de hidrogénio ocorrida nesta análise.
- 4.3. 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:



Com base nos valores dos potenciais normais de eléctrodo (potenciais normais de redução) dos pares conjugados de oxidação-redução, justifique a seguinte afirmação verdadeira:

«Nas condições padrão, a constante de equilíbrio da reacção é superior a 1.»

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

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

$$E^0(\text{I}_2 / \text{I}^-) = 0,54 \text{ V}$$

$$E^0(\text{H}_2\text{O}_2 / \text{H}_2\text{O}) = 1,77 \text{ V}$$

V.S.F.F.

142.V1/9

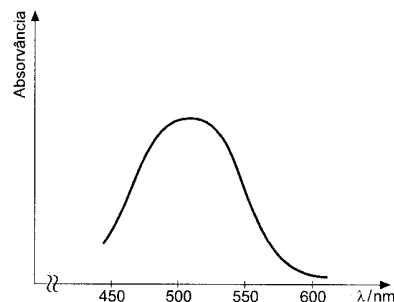
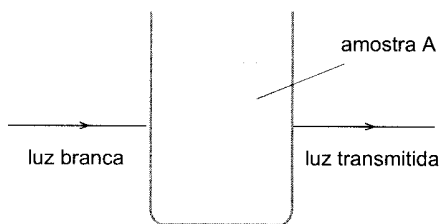


### III

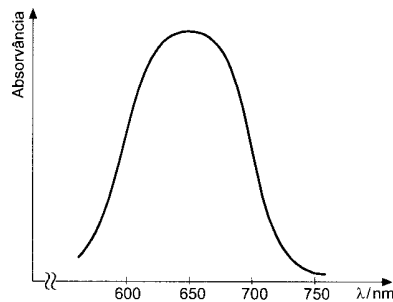
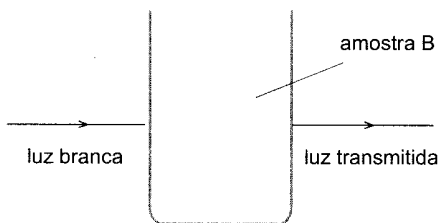
Apresente todos os cálculos que efectuar.

Um grupo de alunos estudou três amostras, A, B e C, de diferentes soluções coradas, utilizando um espectrofotômetro de visível. Com base nos valores obtidos nas medições de absorvância para vários comprimentos de onda, o grupo desenhou os espectros de absorção das três amostras. Os ensaios efectuados pelos alunos, bem como os espectros obtidos, estão esquematizados lado a lado, nas experiências 1, 2 e 3.

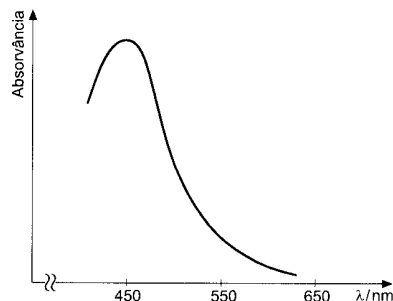
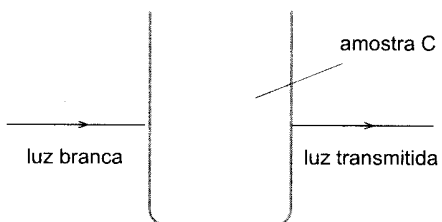
#### Experiência 1



#### Experiência 2



#### Experiência 3



Para resolver as questões 1., 2. e 3., utilize como referência os valores de comprimento de onda indicados, na tabela seguinte, para cada gama de radiações visíveis.

Radiação	$\lambda$ / nm
vermelho	> 605
laranja	595 – 605
amarelo	570 – 595
verde	490 – 570
azul	435 – 490
violeta	< 435

1. Identifique a radiação preferencialmente absorvida por cada uma das amostras A, B e C, nas experiências 1, 2 e 3.
2. Se nas experiências 2 e 3 tivesse sido utilizada luz vermelha em vez de luz branca, que cor apresentaria:
  - 2.1. a amostra B?
  - 2.2. a amostra C?
3. A amostra A foi retirada de uma solução aquosa de um sal de cobalto. Foram preparados  $50,0 \text{ cm}^3$  desta solução, num balão volumétrico de capacidade adequada, por diluição em água de  $10,0 \text{ cm}^3$  de uma solução aquosa do mesmo sal, de concentração  $1,0 \times 10^{-3} \text{ mol dm}^{-3}$ .

Calcule a concentração do sal de cobalto na solução da qual foi retirada a amostra A.

**FIM**

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

142.V1/11

## COTAÇÕES

	I .....	60 pontos
1.	.....	10 pontos
2.	.....	10 pontos
3.	.....	10 pontos
4.	.....	10 pontos
5.	.....	10 pontos
6.	.....	10 pontos

	II .....	110 pontos
1.	.....	29 pontos
1.1.	.....	10 pontos
1.2.	.....	10 pontos
1.3.	.....	9 pontos
2.	.....	22 pontos
2.1.	.....	5 pontos
2.2.	.....	5 pontos
2.3.	.....	12 pontos
3.	.....	32 pontos
3.1.	.....	21 pontos
3.2.	.....	6 pontos
3.3.	.....	5 pontos
4.	.....	27 pontos
4.1.	.....	10 pontos
4.1.1.	.....	6 pontos
4.1.2.	.....	4 pontos
4.2.	.....	9 pontos
4.3.	.....	8 pontos

	III .....	30 pontos
1.	.....	9 pontos
2.	.....	12 pontos
2.1.	.....	6 pontos
2.2.	.....	6 pontos
3.	.....	9 pontos

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

# 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  
2001

1.ª FASE  
2.ª CHAMADA  
VERSÃO 2

## PROVA ESCRITA DE QUÍMICA

---

### VERSÃO 2

**Na sua folha de respostas, indique claramente a versão da prova.**

**A ausência desta indicação implicará a anulação de todo o GRUPO I.**

V.S.F.F.

142.V2/1

---

A Prova é constituída por três Grupos, I, II e III.

- O Grupo I inclui 6 itens de resposta fechada.
- O Grupo II inclui 4 questões de resposta aberta, envolvendo cálculos e/ou pedidos de justificação.
- O Grupo III inclui 3 questões de resposta aberta, relativos a uma actividade experimental.

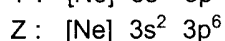
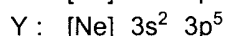
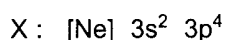
Nas respostas aos itens dos Grupos II e III serão aplicáveis as seguintes penalizações gerais:

- Um ponto, nos itens em que ocorram erros nos resultados das operações matemáticas.
- Um ponto, nos itens em que o resultado final não apresente unidades ou apresente unidades incorrectas.

## I

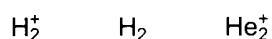
- Escreva na sua folha de respostas a(s) letra(s) correspondente(s) à(s) alternativa(s) correcta(s) que seleccionar para cada item.
- Nos itens de escolha múltipla, a indicação de mais do que uma alternativa implica cotação nula para o item em que tal se verifique.
- Não apresente cálculos e/ou justificações.

1. Considere as configurações electrónicas dos átomos, no estado de energia mínima, representados por X, Y e Z.



Entre as seguintes afirmações, seleccione a correcta.

- (A) Todos os electrões de valência do átomo X, no estado de energia mínima, têm a mesma energia.
- (B) A 1.<sup>a</sup> energia de ionização do átomo Y é superior à 1.<sup>a</sup> energia de ionização do átomo Z.
- (C) O raio de qualquer um dos iões  $X^{2-}$  ou  $Y^-$  é menor que o raio do átomo Z, todos no estado de energia mínima.
- (D)  $[\text{Ne}] 3s^1 3p^7$  representa um estado excitado do átomo Z.
- (E) A energia de um electrão 3s do átomo X é superior à energia de um electrão 3s do átomo Z.
2. Nas espécies químicas seguintes, a ligação química pode ser interpretada em termos de orbitais moleculares definidas a partir de orbitais atómicas 1s.



Entre as seguintes afirmações, seleccione a correcta.

- (A) A ordem de ligação em  $H_2^+$  é menor que a ordem de ligação em  $He_2^+$ .
- (B) O comprimento de ligação em  $H_2^+$  é menor que o comprimento de ligação em  $H_2$ .
- (C) A carga nuclear em  $H_2^+$  é maior que a carga nuclear em  $H_2$ .
- (D) O número de orbitais moleculares ligantes é igual em  $H_2^+$ ,  $H_2$  e  $He_2^+$ .
- (E) A ligação química é reforçada se  $He_2^+$  aceitar um electrão.



3. Considere as substâncias cujas fórmulas químicas se encontram agrupadas nas colunas I, II, III e IV.

I	II	III	IV
H <sub>2</sub>	HF	CCl <sub>4</sub>	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>4</sub> CH <sub>3</sub>
O <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> S	CHCl <sub>3</sub>	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>6</sub> CH <sub>3</sub>
Cl <sub>2</sub>	HCOOH	CH <sub>3</sub> Cl	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>8</sub> CH <sub>3</sub>

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

- (A) Das soluções aquosas dos compostos da coluna II, apenas a solução aquosa de fluoreto de hidrogénio apresenta ligações de hidrogénio entre soluto e solvente.
- (B) Das substâncias elementares da coluna I, nas mesmas condições de pressão, o hidrogénio é aquela que se liquefaz a temperatura mais baixa.
- (C) Dos hidrocarbonetos da coluna IV, o *n*-decano é o que apresenta forças de dispersão de London de maior intensidade.
- (D) Em qualquer um dos compostos halogenados da coluna III, existem interações moleculares do tipo dipolo permanente – dipolo permanente.

<sup>1</sup>H      <sup>6</sup>C      <sup>8</sup>O      <sup>9</sup>F      <sup>16</sup>S      <sup>17</sup>Cl

4. Na tabela seguinte indicam-se alguns valores das pressões de vapor dos líquidos X, Y e Z, a diferentes temperaturas.

Temperatura / °C	Pressão de vapor / atm		
	X	Y	Z
0	0,243	0,016	0,006
20	0,582	0,058	0,024
40	1,212	0,178	0,074
60	–	0,464	0,200
80	–	1,070	0,474
100	–	–	1,013

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

- (A) À temperatura de 40 °C, Y é mais volátil que X.
- (B) A temperatura de ebulição de X é 0 °C, à pressão exterior de 0,243 atm.
- (C) Para a transformação Z(g) → Z(l), a entropia do sistema diminui.
- (D) Para a transformação X(l) → X(g), ΔH < 0.

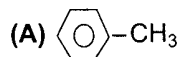
V.S.F.F.

142.V2/5

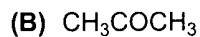
5. Compostos orgânicos com a mesma fórmula molecular podem ter comportamento químico muito diferenciado.

Faça corresponder a cada composto, indicado por (x), (y) e (z), o respectivo isómero (A), (B), (C), (D), (E) ou (F).

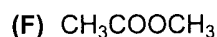
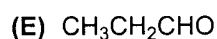
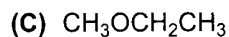
(x) 2-propanol



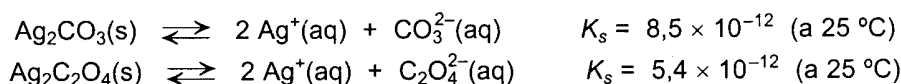
(y) ácido propanóico



(z) metilciclopropano



6. O equilíbrio de solubilidade dos sais carbonato de prata e oxalato de prata traduz-se pelas seguintes equações químicas:



Ignorando eventuais associações iónicas em solução e reacções dos iões com a água, seleccione a alternativa que permite completar correctamente a seguinte afirmação:

«Comparando duas soluções saturadas dos sais Ag<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> e Ag<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub>, à temperatura de 25 °C, verifica-se que...

(A) ... a concentração dos iões CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>(aq) é superior à dos iões C<sub>2</sub>O<sub>4</sub><sup>2-</sup>(aq).»

(B) ... a concentração dos iões Ag<sup>+</sup>(aq) é igual nas duas soluções.»

(C) ... a solubilidade do carbonato de prata é inferior à do oxalato de prata.»

(D) ... o produto de solubilidade de cada um dos sais aumenta com a adição de iões Ag<sup>+</sup>(aq) a cada uma das soluções.»



II

Apresente todos os cálculos que efectuar.

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

Composto A	Composto B
fórmula empírica: CH <sub>2</sub> O	fórmula molecular: C <sub>3</sub> H <sub>6</sub>
massa molar: 60 g mol <sup>-1</sup>	

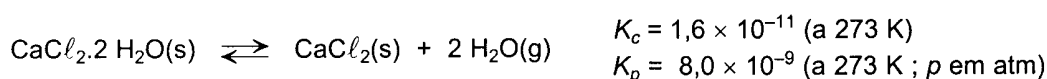
- 1.1. Escreva a fórmula de estrutura do composto A, sabendo que se trata de um ácido carboxílico. Justifique com base na determinação da fórmula molecular.
- 1.2. Calcule a densidade (em g dm<sup>-3</sup>) do composto B, à temperatura de 20 °C e à pressão de 1,0 atm, admitindo que se comporta como um gás ideal.
- 1.3. Considere uma mistura do gás B e de um outro componente gasoso, contida num balão de 10 dm<sup>3</sup> 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.

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

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

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

2. O cloreto de cálcio (CaCl<sub>2</sub>) é um sal higroscópico e por isso é utilizado como exsiccante de humidade. À temperatura de 273 K, introduz-se CaCl<sub>2</sub>·2 H<sub>2</sub>O(s) num reservatório fechado de capacidade fixa, estabelecendo-se o seguinte equilíbrio:



- 2.1. Calcule a concentração do vapor de água, no equilíbrio, a 273 K.
- 2.2. Calcule a pressão do vapor de água, no equilíbrio, a 273 K.
- 2.3. Explique a influência que terá um aumento de humidade dentro do reservatório, à temperatura de 273 K, relativamente às quantidades de CaCl<sub>2</sub>·2H<sub>2</sub>O(s) e CaCl<sub>2</sub>(s) em equilíbrio.

V.S.F.F.

142.V2/7

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

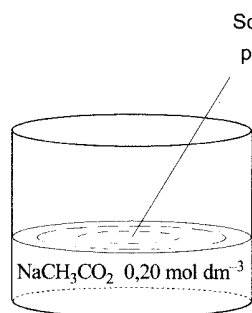


Fig. 1

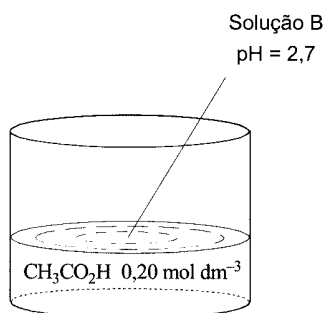


Fig. 2

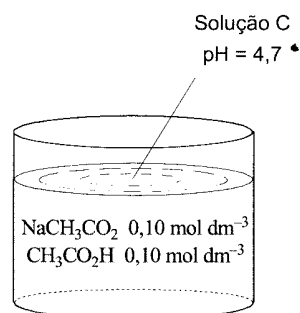


Fig. 3

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

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

Compare a força relativa dos ácidos HCN e CH<sub>3</sub>CO<sub>2</sub>H, com base na extensão de ionização de cada um deles.

3.3. 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 dm<sup>3</sup>.

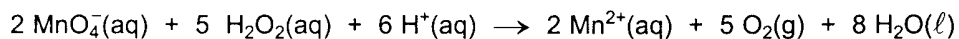
Identifique o par conjugado ácido-base que explica o efeito tampão da solução C.

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

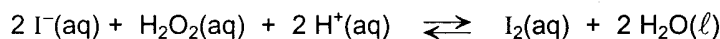
$$K_b(\text{CH}_3\text{CO}_2^-) = 5,8 \times 10^{-10} \text{ (a } 25 \text{ °C)}$$

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

4. Num laboratório, procedeu-se à análise de peróxido de hidrogénio,  $\text{H}_2\text{O}_2$ , 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:



- 4.1. Admita que se libertaram  $400 \text{ cm}^3$  de  $\text{O}_2(\text{g})$ , medidos à temperatura  $T$  e à pressão  $p$ , com um rendimento de 100%.
- 4.1.1. Determine a massa de  $\text{H}_2\text{O}_2$  existente na amostra analisada.
- 4.1.2. Calcule o volume de  $\text{O}_2$  que se teria libertado se o rendimento do processo fosse de 98%.
- 4.2. Escreva a equação de eléctrodo que traduz a oxidação do peróxido de hidrogénio ocorrida nesta análise.
- 4.3. 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:



Com base nos valores dos potenciais normais de eléctrodo (potenciais normais de redução) dos pares conjugados de oxidação-redução, justifique a seguinte afirmação verdadeira:

«Nas condições padrão, a constante de equilíbrio da reacção é superior a 1.»

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

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

$$E^0 (\text{I}_2 / \text{I}^-) = 0,54 \text{ V}$$

$$E^0 (\text{H}_2\text{O}_2 / \text{H}_2\text{O}) = 1,77 \text{ V}$$

V.S.F.F.

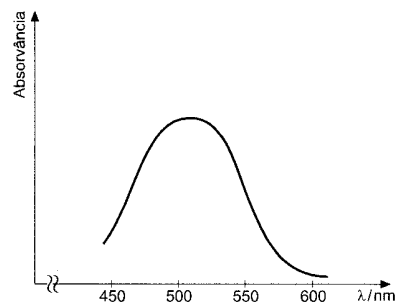
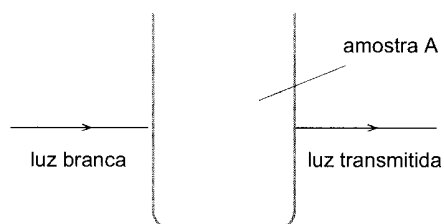
142.V2/9

### III

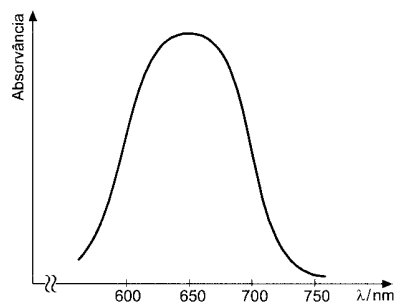
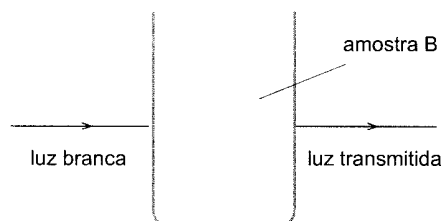
Apresente todos os cálculos que efectuar.

Um grupo de alunos estudou três amostras, A, B e C, de diferentes soluções coradas, utilizando um espectrofotômetro de visível. Com base nos valores obtidos nas medições de absorvância para vários comprimentos de onda, o grupo desenhou os espectros de absorção das três amostras. Os ensaios efectuados pelos alunos, bem como os espectros obtidos, estão esquematizados lado a lado, nas experiências 1, 2 e 3.

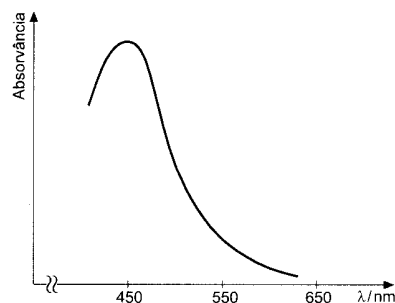
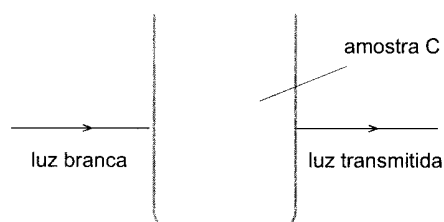
#### Experiência 1



#### Experiência 2



#### Experiência 3



Para resolver as questões 1., 2. e 3., utilize como referência os valores de comprimento de onda indicados, na tabela seguinte, para cada gama de radiações visíveis.

Radiação	$\lambda$ / nm
vermelho	> 605
laranja	595 – 605
amarelo	570 – 595
verde	490 – 570
azul	435 – 490
violeta	< 435

1. Identifique a radiação preferencialmente absorvida por cada uma das amostras A, B e C, nas experiências 1, 2 e 3.
2. Se nas experiências 2 e 3 tivesse sido utilizada luz vermelha em vez de luz branca, que cor apresentaria:
  - 2.1. a amostra B?
  - 2.2. a amostra C?
3. A amostra A foi retirada de uma solução aquosa de um sal de cobalto. Foram preparados  $50,0 \text{ cm}^3$  desta solução, num balão volumétrico de capacidade adequada, por diluição em água de  $10,0 \text{ cm}^3$  de uma solução aquosa do mesmo sal, de concentração  $1,0 \times 10^{-3} \text{ mol dm}^{-3}$ .

Calcule a concentração do sal de cobalto na solução da qual foi retirada a amostra A.

**FIM**

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

142.V2/11

## COTAÇÕES

I .....	60 pontos
1. ....	10 pontos
2. ....	10 pontos
3. ....	10 pontos
4. ....	10 pontos
5. ....	10 pontos
6. ....	10 pontos

II .....	110 pontos
1. ....	29 pontos
1.1. ....	10 pontos
1.2. ....	10 pontos
1.3. ....	9 pontos
2. ....	22 pontos
2.1. ....	5 pontos
2.2. ....	5 pontos
2.3. ....	12 pontos
3. ....	32 pontos
3.1. ....	21 pontos
3.2. ....	6 pontos
3.3. ....	5 pontos
4. ....	27 pontos
4.1. ....	10 pontos
4.1.1. ....	6 pontos
4.1.2. ....	4 pontos
4.2. ....	9 pontos
4.3. ....	8 pontos

III .....	30 pontos
1. ....	9 pontos
2. ....	12 pontos
2.1. ....	6 pontos
2.2. ....	6 pontos
3. ....	9 pontos

---

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

# 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  
2001

1.ª FASE  
2.ª CHAMADA

## PROVA ESCRITA DE QUÍMICA

### COTAÇÕES

	I .....	60 pontos
1.	.....	10 pontos
2.	.....	10 pontos
3.	.....	10 pontos
4.	.....	10 pontos
5.	.....	10 pontos
6.	.....	10 pontos
	II .....	110 pontos
1.	.....	29 pontos
1.1.	.....	10 pontos
1.2.	.....	10 pontos
1.3.	.....	9 pontos
2.	.....	22 pontos
2.1.	.....	5 pontos
2.2.	.....	5 pontos
2.3.	.....	12 pontos
3.	.....	32 pontos
3.1.	.....	21 pontos
3.2.	.....	6 pontos
3.3.	.....	5 pontos
4.	.....	27 pontos
4.1.	.....	10 pontos
4.1.1.	.....	6 pontos
4.1.2.	.....	4 pontos
4.2.	.....	9 pontos
4.3.	.....	8 pontos
	III .....	30 pontos
1.	.....	9 pontos
2.	.....	12 pontos
2.1.	.....	6 pontos
2.2.	.....	6 pontos
3.	.....	9 pontos
	<b>TOTAL</b> .....	<b>200 pontos</b>
		<b>V.S.F.F.</b>

## 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

#### I

#### VERSÃO 1

#### VERSÃO 2

1. C .....	1. E .....	10 pontos
2. E .....	2. D .....	10 pontos
3. A e D – Verdadeiras; B e C – Falsas .....	3. B e C – Verdadeiras; A e D – Falsas .....	10 pontos
4. A e D – Verdadeiras; B e C – Falsas .....	4. B e C – Verdadeiras; A e D – Falsas .....	10 pontos
5. $x - F$ ; $y - D$ ; $z - C$ .....	5. $x - C$ ; $y - F$ ; $z - D$ .....	10 pontos
6. B .....	6. A .....	10 pontos

Nas respostas aos itens 1., 2. e 6., se o examinando apresentar mais do que uma opção, atribuir a cotação zero.

Nas respostas às questões 3. e 4., atribuir a:

uma classificação correcta .....	1 ponto
duas classificações correctas .....	3 pontos
três classificações correctas .....	6 pontos
quatro classificações correctas .....	10 pontos

Na resposta à questão 5., atribuir a:

uma correspondência correcta .....	3 pontos
duas correspondências correctas .....	6 pontos
três correspondências correctas .....	10 pontos

**A transportar .....** 60 pontos

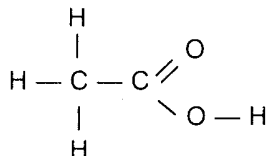


Transporte ..... 60 pontos

II

1. .... 29 pontos

1.1. .... 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

1.2. .... 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

1.3. .... 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

2. .... 22 pontos

2.1. .... 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

2.2. .... 5 pontos

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

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

A transportar ..... 111 pontos

V.S.F.F.

142/C/3

**Transporte ..... 111 pontos**

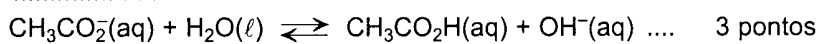
**2.3.** ..... 12 pontos

Se aumenta a humidade, aumenta a concentração de  $H_2O(g) \Rightarrow$  o sistema evolui no sentido inverso até atingir um novo estado de equilíbrio ..... 6 pontos

A quantidade de  $CaCl_2 \cdot 2 H_2O(s)$  aumenta e a quantidade de  $CaCl_2(s)$  diminui ..... (3 + 3) ..... 6 pontos

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

**3.1.** ..... 21 pontos



$[CH_3CO_2^-]_i = 0,20 \text{ mol dm}^{-3}; [CH_3CO_2H]_i = 0;$

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

$[CH_3CO_2^-]_e = (0,20 - c) \text{ mol dm}^{-3}; [CH_3CO_2H]_e = c;$

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

$K_b = \frac{[CH_3CO_2H]_e [OH^-]_e}{[CH_3CO_2^-]_e} \dots\dots\dots$  2 pontos

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

$K_w = [OH^-]_e [H_3O^+]_e \dots\dots\dots$  1 ponto

$[H_3O^+]_e = 9,1 \times 10^{-10} \text{ mol dm}^{-3} \dots\dots\dots$  3 pontos

$pH = -\log [H_3O^+]_e \dots\dots\dots$  1 ponto

$pH = 9,0 \dots\dots\dots$  2 pontos

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

$pH > 2,7 \Rightarrow [H_3O^+]_{HCN} < [H_3O^+]_{HAc} \dots\dots\dots$  2 pontos

Menor  $[H_3O^+] \Rightarrow$  ionização menos extensa ..... 2 pontos

HCN é o mais fraco dos dois ácidos..... 2 pontos

**3.3.**  $CH_3CO_2H / CH_3CO_2^-$  ..... 5 pontos

**4.** ..... **27 pontos**

**4.1.** ..... 10 pontos

**4.1.1.** ..... 6 pontos

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

$V(O_2) = 0,400 \text{ dm}^3 \dots\dots\dots$  1 ponto

$m(H_2O_2) = 0,567 \text{ g} \dots\dots\dots$  3 pontos

**4.1.2.** ..... 4 pontos

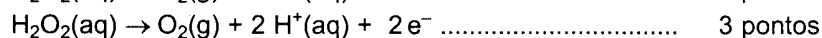
$\eta = \frac{V_{exp}(O_2)}{V_{teo}(O_2)} \times 100 \% \dots\dots\dots$  1 ponto

$V_{exp}(O_2) = 392 \text{ cm}^3 \dots\dots\dots$  3 pontos

**A transportar ..... 170 pontos**

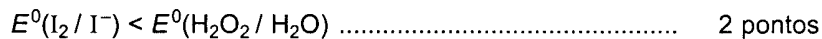
Transporte ..... 170 pontos

4.2. .... 9 pontos



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

4.3. .... 8 pontos



A redução de  $\text{H}_2\text{O}_2$  a  $\text{H}_2\text{O}$  é mais extensa do que a redução de  $\text{I}_2$  a  $\text{I}^-$  ..... 3 pontos

A reacção é mais extensa no sentido directo  $\Rightarrow K > 1$  ..... 3 pontos

III

1. A – verde ; B – vermelho ; C – azul ..... (3 + 3 + 3) ..... 9 pontos

2. .... 12 pontos

2.1. Negra. .... 6 pontos

2.2. Vermelha. .... 6 pontos

3. .... 9 pontos

$c = \frac{n}{V}$  ..... 1 ponto

$V(\text{solução})_{\text{antes da diluição}} = 10,0 \times 10^{-3} \text{ dm}^3$  ..... 1 ponto

$n(\text{sal}) = 1,0 \times 10^{-5} \text{ mol}$  ..... 3 pontos

$V(\text{solução})_{\text{após diluição}} = 50,0 \times 10^{-3} \text{ dm}^3$  ..... 1 ponto

$c(\text{sal})_{\text{após diluição}} = 2,0 \times 10^{-4} \text{ mol dm}^{-3}$  ..... 3 pontos

TOTAL ..... 200 pontos

V.S.F.F.

142/C/5

