

# 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

2.ª FASE  
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.**

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 2 questões de resposta aberta e 1 item de resposta fechada, 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.

- Escreva na sua folha de respostas a letra correspondente à alternativa correcta que seleccionar para cada item.
- 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. A estrutura electrónica dos átomos pode ser interpretada distribuindo os electrões por orbitais atómicas.

De acordo com esta afirmação, seleccione a alternativa correcta.

- (A) Um átomo de hidrogénio no 1.º estado excitado pode passar ao 2.º estado excitado se for submetido a radiações infravermelhas.
- (B) Nos átomos de hidrogénio, as transições electrónicas do nível  $n = 4$  para o nível  $n = 2$  originam emissão de radiações de maior frequência do que as transições electrónicas do nível  $n = 2$  para o nível  $n = 1$ .
- (C) Quanto mais energético for um electrão num átomo, tanto menor é a energia necessária para o remover.
- (D) A energia de um electrão na orbital 1s de um átomo tem sempre o mesmo valor, seja qual for o número atómico desse átomo.
- (E) A quantização das energias dos electrões nos átomos evidencia-se experimentalmente pelos espectros de absorção contínuos das espécies atómicas.
2. O elemento **X** tem a configuração electrónica  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^2$  no estado de energia mínima. Considere o seguinte extracto da Tabela Periódica, em que as letras não correspondem a símbolos químicos reais:

	<b>R</b>	
<b>Q</b>	<b>X</b>	<b>T</b>

Seleccione a alternativa que corresponde à conclusão correcta.

- (A) O elemento **T** tem menor raio atómico e menor energia de ionização do que o elemento **X**.
- (B) O elemento **R** tem maior raio atómico e maior energia de ionização do que o elemento **X**.
- (C) O ião  $Q^-$  e o átomo **X** têm o mesmo raio.
- (D) O elemento **Q** tem maior raio atómico e menor energia de ionização do que o elemento **X**.
- (E) Os elementos **R** e **X** têm dois electrões de valência.

3. O ião  $\text{CO}_3^{2-}$  é um dos iões do carbonato de cálcio.

Entre as afirmações seguintes, seleccione a que pode justificar correctamente a frase:

«A estrutura do ião  $\text{CO}_3^{2-}$  é descrita como um híbrido de ressonância porque...»

- (A) ... está de acordo com a regra do octeto.»
- (B) ... todas as ligações são de ordem entre 1 e 2.»
- (C) ... possui ligações simples e duplas.»
- (D) ... as suas ligações têm comprimentos diferentes.»
- (E) ... tem mais electrões ligantes do que antiligantes.»



4. Tendo em consideração as características de cada uma das substâncias referidas, seleccione a afirmação correcta.

- (A) As moléculas de metoximetano (éter dimetilico),  $\text{CH}_3\text{OCH}_3$ , são apolares.
- (B) À pressão normal, o octano,  $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_6\text{CH}_3$ , tem maior ponto de ebulição do que o pentano,  $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3\text{CH}_3$ .
- (C) À pressão normal,  $\text{CH}_3\text{COOH}$  tem menor ponto de ebulição do que  $\text{CH}_3\text{COCH}_3$ .
- (D) As moléculas  $\text{NF}_3$  e  $\text{NH}_3$  apresentam ambas geometria planar.
- (E) Na espécie  $\text{Br}_2$  predominam as ligações intermoleculares do tipo dipolo permanente-dipolo induzido.



5. Selecciona a alternativa que permite completar correctamente a frase:

«Uma solução de 18 g de glicose em 250 g de água...

- (A) ... entra em ebulição, à pressão normal, a uma temperatura de aproximadamente 100,2 °C.»
- (B) ... tem, à pressão normal, uma elevação ebulioscópica inferior à de uma solução de 18 g de sacarose em 250 g de água.»
- (C) ... tem um abaixamento crioscópico igual, em valor absoluto, à sua elevação ebulioscópica.»
- (D) ... tem, à pressão normal, um ponto de solidificação superior a 0 °C.»
- (E) ... tem, a qualquer temperatura, uma pressão de vapor mais elevada do que a da água à mesma temperatura.»

$$K_c \text{ (constante crioscópica molar) (H}_2\text{O)} = 1,86 \text{ K mol}^{-1} \text{ kg}$$

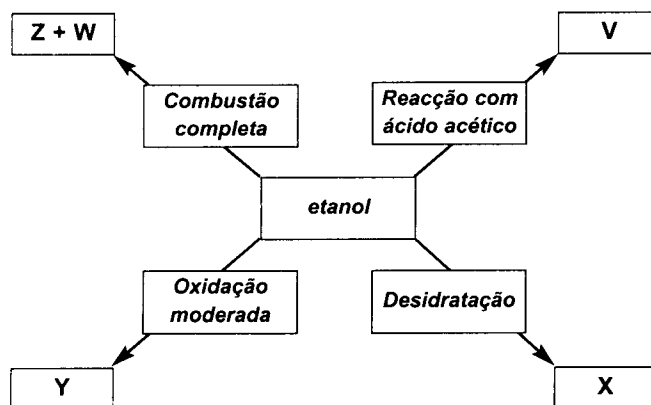
$$K_e \text{ (constante ebulioscópica molar) (H}_2\text{O)} = 0,512 \text{ K mol}^{-1} \text{ kg}$$

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

$$M(\text{glicose}) = 180 \text{ g mol}^{-1}$$

$$M(\text{sacarose}) = 342 \text{ g mol}^{-1}$$

6. O diagrama abaixo mostra que o etanol, através dos processos identificados, pode originar compostos diversos, representados por V, W, X, Y e Z.



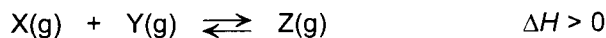
Entre as afirmações seguintes, selecciona a correcta.

- (A) O composto Y é o metanal.
- (B) O composto X é o metoximetano (éter dimetílico).
- (C) Os compostos Z e W são monóxido de carbono e água.
- (D) O composto X é um alceno.
- (E) O composto V é o acetato de etilo.

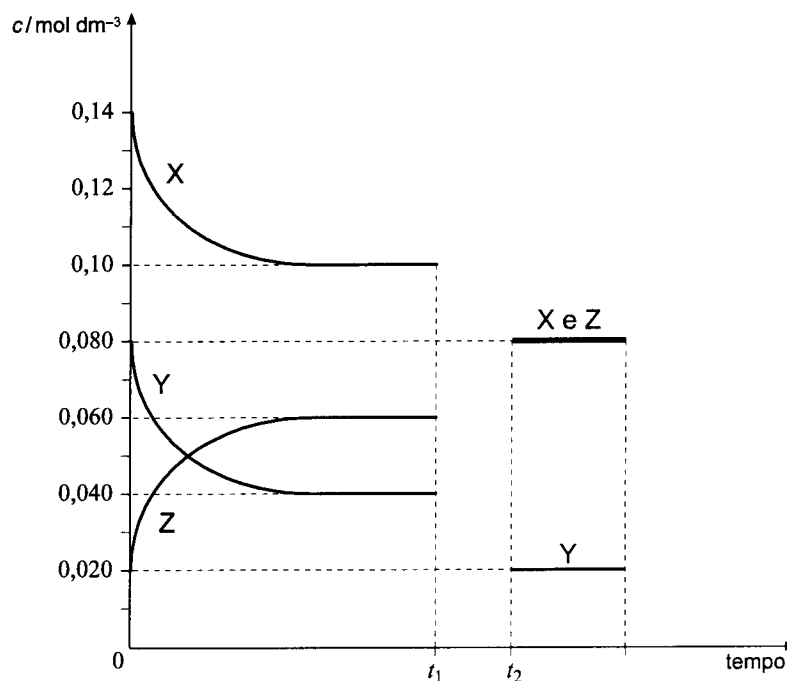
## II

**Apresente todos os cálculos que efectuar.**

1. Num sistema reaccional de volume constante e igual a  $0,50 \text{ dm}^3$  estabelece-se o equilíbrio traduzido por:



O gráfico abaixo representa a evolução no tempo das concentrações de X, Y e Z. No instante  $t_1$  houve uma alteração da temperatura, atingindo-se novo estado de equilíbrio no instante  $t_2$  à temperatura de  $400 \text{ }^\circ\text{C}$ .



- 1.1. Determine os valores da constante de equilíbrio,  $K_c$ , correspondentes aos dois estados de equilíbrio do sistema representados no gráfico.
- 1.2. A temperatura do 1.º estado de equilíbrio é superior ou inferior a  $400 \text{ }^\circ\text{C}$ ? Justifique a sua resposta.
- 1.3. Consideradas as condições iniciais, calcule o rendimento da reacção no instante  $t_1$ .
- 1.4. Introduzindo Y(g) no recipiente após  $t_2$  e mantendo a temperatura constante, atinge-se um estado de equilíbrio em que a concentração de Z é  $0,10 \text{ mol dm}^{-3}$ . Determine a pressão parcial de X neste novo estado de equilíbrio.

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

2. Num ensaio de titulação, a 25 °C, de 15 cm<sup>3</sup> de uma solução aquosa de CH<sub>3</sub>COOH de concentração 0,020 mol dm<sup>-3</sup>, utilizou-se uma solução aquosa de NaOH de concentração 0,010 mol dm<sup>-3</sup>.
- 2.1. Calcule o valor do pH do titulado antes de se iniciar a titulação.
- 2.2. Calcule o volume da solução de base que se gasta até se atingir o ponto de equivalência.
- 2.3. A solução resultante no ponto de equivalência será ácida, básica ou aproximadamente neutra? Justifique, considerando o sal obtido.

$$K_a(\text{CH}_3\text{COOH}) = 1,8 \times 10^{-5} \text{ (a } 25 \text{ }^\circ\text{C)}$$

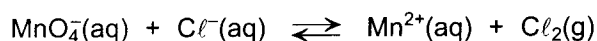
$$3,2 = -\log 6,0 \times 10^{-4}$$

3. À temperatura de 25 °C, um copo contém 50 cm<sup>3</sup> de uma solução aquosa com iões chumbo(II) de concentração 0,020 mol dm<sup>-3</sup> e com iões prata de concentração 0,0060 mol dm<sup>-3</sup>. A esta solução adiciona-se lentamente cloreto de potássio sólido, de forma a precipitar os cloretos de chumbo(II) e de prata. Considere que não há alteração de volume nem de temperatura.
- 3.1. Escreva as equações químicas que traduzem os equilíbrios de solubilidade do cloreto de prata e do cloreto de chumbo(II).
- 3.2. Qual dos sais, PbCl<sub>2</sub> ou AgCl, começa a precipitar primeiro? Justifique com cálculos.

$$K_s(\text{PbCl}_2) = 2,4 \times 10^{-4} \text{ (a } 25 \text{ }^\circ\text{C)}$$

$$K_s(\text{AgCl}) = 1,6 \times 10^{-10} \text{ (a } 25 \text{ }^\circ\text{C)}$$

4. Considere o equilíbrio redox em meio ácido representado pela seguinte equação não acertada:



- 4.1. Indique os números de oxidação dos elementos Mn e Cl, nos reagentes e nos produtos.
- 4.2. Proceda ao acerto da equação, indicando as semiequações de oxidação e de redução.
- 4.3. Qual é o sentido espontâneo desta reacção nas condições padrão? Justifique.

$$E^0(\text{MnO}_4^- / \text{Mn}^{2+}) = +1,51 \text{ V}$$

$$E^0(\text{Cl}_2 / \text{Cl}^-) = +1,36 \text{ V}$$

### III

Apresente todos os cálculos que efectuar.

Considere a montagem representada nas figuras 1 e 2. O balão **M** contém ar, e o copo **C** e a proveta **P** contêm água, inicialmente à temperatura ambiente, lida no termómetro.

Feita a montagem esquematizada, aqueceu-se o banho-maria em **C** até 90 °C (figura 1). A esta temperatura, o balão **M** e o tubo em U contêm apenas ar, cujo volume total (balão + tubo em U) é de 155 cm<sup>3</sup>. Nesse instante, o volume de água em **P** é 50,0 cm<sup>3</sup>.

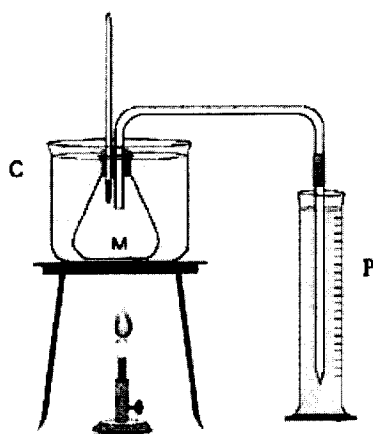


Figura 1

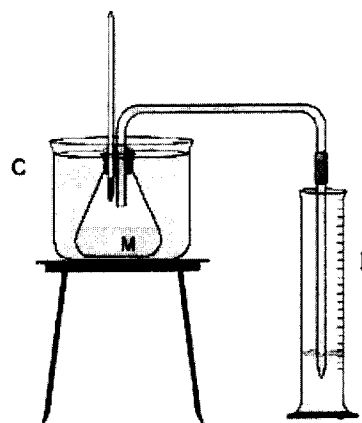


Figura 2

Retirou-se então o bico de gás e verificou-se que, à medida que o ar contido em **M** arrefecia, alguma água passava de **P** para **M**. A extremidade do tubo em U manteve-se sempre mergulhada na água da proveta **P** (figura 2).

Fizeram-se algumas leituras do volume de água na proveta e da temperatura, cujos valores se registaram na tabela seguinte.

Temperatura / °C	Volume de água lido em P / cm <sup>3</sup>
90	50,0
60	37,2
20	20,0

À temperatura de 20 °C deu-se por concluída a experiência.

1. Por que motivo é indispensável garantir que o tubo em U esteja sempre mergulhado na água da proveta durante o arrefecimento?

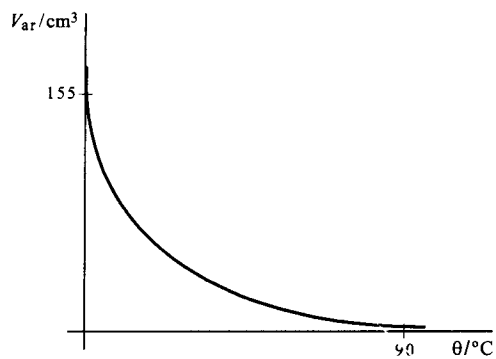
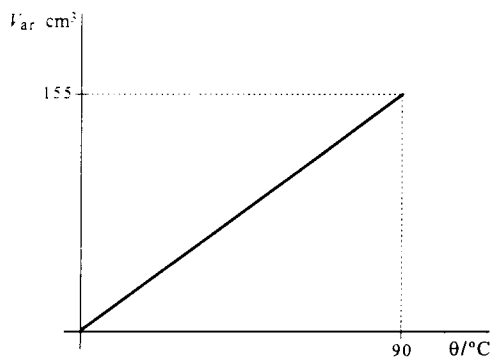
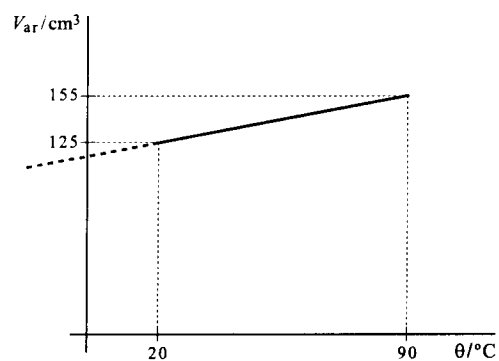
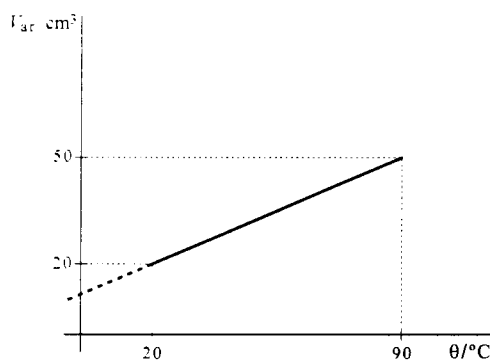


2. De acordo com os valores registados:

2.1. calcule o volume do ar no conjunto (balão + tubo em U) a cada uma das temperaturas referidas na tabela.

2.2. prove, através de cálculos, que o referido volume de ar é directamente proporcional à temperatura absoluta.

3. Escolha, dos gráficos abaixo esquematizados, o que melhor traduz a variação do referido volume de ar com a temperatura.



**FIM**

## 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.	.....	41 pontos
1.1.	.....	8 pontos
1.2.	.....	11 pontos
1.3.	.....	10 pontos
1.4.	.....	12 pontos
2.	.....	26 pontos
2.1.	.....	10 pontos
2.2.	.....	6 pontos
2.3.	.....	10 pontos
3.	.....	20 pontos
3.1.	.....	10 pontos
3.2.	.....	10 pontos
4.	.....	23 pontos
4.1.	.....	4 pontos
4.2.	.....	13 pontos
4.3.	.....	6 pontos
	III .....	30 pontos
1.	.....	6 pontos
2.	.....	14 pontos
2.1.	.....	7 pontos
2.2.	.....	7 pontos
3.	.....	10 pontos
	<b>TOTAL</b> .....	<b>200 pontos</b>

## 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

2.ª FASE

---

**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>41 pontos</b>
1.1.	.....	8 pontos
1.2.	.....	11 pontos
1.3.	.....	10 pontos
1.4.	.....	12 pontos
2.	.....	<b>26 pontos</b>
2.1.	.....	10 pontos
2.2.	.....	6 pontos
2.3.	.....	10 pontos
3.	.....	<b>20 pontos</b>
3.1.	.....	10 pontos
3.2.	.....	10 pontos
4.	.....	<b>23 pontos</b>
4.1.	.....	4 pontos
4.2.	.....	13 pontos
4.3.	.....	6 pontos
	<b>III</b> .....	<b>30 pontos</b>
1.	.....	<b>6 pontos</b>
2.	.....	<b>14 pontos</b>
2.1.	.....	7 pontos
2.2.	.....	7 pontos
3.	.....	<b>10 pontos</b>
	<b>TOTAL</b> .....	<b>200 pontos</b>

V.S.F.F.

142/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

		I	
VERSÃO 1	VERSÃO 2		
1. (A) .....	(C) .....		10 pontos
2. (B) .....	(D) .....		10 pontos
3. (E) .....	(B) .....		10 pontos
4. (D) .....	(B) .....		10 pontos
5. (C) .....	(A) .....		10 pontos
6. (E) .....	(E) .....		10 pontos

Se o examinando apresentar mais do que uma opção na resposta a qualquer destes itens, a cotação do item será zero.

### II

1. ....			41 pontos
1.1. ....			8 pontos
$K_c = \frac{[Z]_e}{[X]_e \cdot [Y]_e}$ .....		2 pontos	
Em $t_1$ , $K_c = \frac{0,060}{0,10 \times 0,040} = 15$ .....		3 pontos	
Em $t_2$ , $K_c = \frac{0,080}{0,080 \times 0,020} = 50$ .....		3 pontos	
<b>A transportar</b> .....			<b>101 pontos</b>

Transporte ..... 101 pontos

1.2. .... 11 pontos

- Inferior a 400 °C ..... 2 pontos  
 Justificação ..... 9 pontos  
 Reacção endotérmica no sentido directo ..... 3 pontos  
 Entre  $t_1$  e  $t_2$  o equilíbrio desloca-se no sentido directo ..... 3 pontos  
 Entre  $t_1$  e  $t_2$  verifica-se um aumento de temperatura ..... 3 pontos

1.3. .... 10 pontos

- Reagente limitante: Y ..... 3 pontos  
 $n_Z$  produzido (para reacção completa) = 0,040 mol ..... 2 pontos  
 $n_Z$  produzido (real) = 0,020 mol ..... 3 pontos  
 $\eta = \frac{0,020}{0,040} = 0,50$  ..... 2 pontos

1.4. .... 12 pontos

- Deslocamento do equilíbrio no sentido directo ..... 3 pontos  
 No novo estado de equilíbrio:  
 $[Z]_e = (0,080 + c) = 0,10 \text{ mol dm}^{-3} \Rightarrow c = 0,020 \text{ mol dm}^{-3}$  ..... 3 pontos  
 $[X]_e = (0,080 - c) = 0,060 \text{ mol dm}^{-3}$  ..... 2 pontos  
 $pV = nRT$  ..... 1 ponto  
 $p = \frac{nRT}{V} = 0,060 \times 0,082 \times 673 = 3,3 \text{ atm}$  ..... 3 pontos

2. .... 26 pontos

2.1. .... 10 pontos

- $K_a = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-]_e \times [\text{H}_3\text{O}^+]_e}{[\text{CH}_3\text{COOH}]_e}$  ..... 2 pontos  
 $[\text{CH}_3\text{COOH}]_e = (0,020 - c) \text{ mol dm}^{-3}$   
 $[\text{CH}_3\text{COO}^-]_e = [\text{H}_3\text{O}^+]_e = c \text{ mol dm}^{-3}$  ..... (1 + 1 + 1) ..... 3 pontos  
 $[\text{H}_3\text{O}^+]_e = 6,0 \times 10^{-4} \text{ mol dm}^{-3}$  ..... 3 pontos  
 $\text{pH} = 3,2$  ..... 2 pontos

2.2. .... 6 pontos

- $n(\text{H}_3\text{O}^+) = n(\text{OH}^-)$  ..... 2 pontos  
 $n(\text{H}_3\text{O}^+) = 0,020 \times 15 \times 10^{-3} = 3,0 \times 10^{-4} \text{ mol}$  ..... 2 pontos  
 $V_{\text{base}} = \frac{3,0 \times 10^{-4}}{0,010} = 3,0 \times 10^{-2} \text{ dm}^3$  ..... 2 pontos

2.3. .... 10 pontos

- Solução básica ..... 2 pontos  
 Justificação ..... 8 pontos  
 Identificação do sal  $\text{NaCH}_3\text{COO}$  ..... 2 pontos  
 Solução de  $\text{Na}^+(\text{aq})$  é neutra ..... 3 pontos  
 Solução de  $\text{CH}_3\text{COO}^-(\text{aq})$  é básica ..... 3 pontos

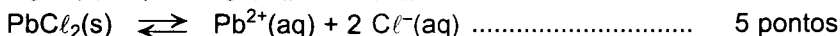
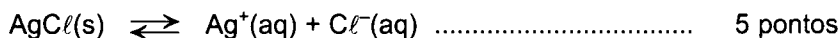
A transportar ..... 127 pontos

V.S.F.F.

142/C/3

3. .... 20 pontos

3.1. .... 10 pontos



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

3.2. .... 10 pontos

$K_s(\text{AgCl}) = [\text{Ag}^+]_e \times [\text{Cl}^-]_e$  ..... 2 pontos

$K_s(\text{PbCl}_2) = [\text{Pb}^{2+}]_e \times [\text{Cl}^-]_e^2$  ..... 2 pontos

$[\text{Cl}^-] > 2,7 \times 10^{-8} \text{ mol dm}^{-3}$  para se iniciar a precipitação de  $\text{AgCl}$  ..... 2 pontos

$[\text{Cl}^-] > 1,1 \times 10^{-1} \text{ mol dm}^{-3}$  para se iniciar a precipitação de  $\text{PbCl}_2$  ..... 2 pontos

$\text{AgCl}$  precipita primeiro do que  $\text{PbCl}_2$  ..... 2 pontos

4. .... 23 pontos

4.1. .... 4 pontos

Nos reagentes, n.o. de Mn = +7 ..... 1 ponto

Nos reagentes, n.o. de Cl = -1 ..... 1 ponto

Nos produtos, n.o. de Mn = +2 ..... 1 ponto

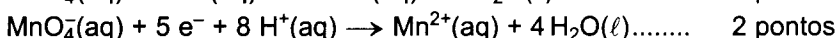
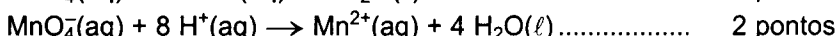
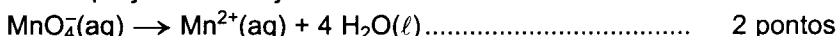
Nos produtos, n.o. de Cl = 0 ..... 1 ponto

4.2. .... 13 pontos

Semiequação de oxidação:

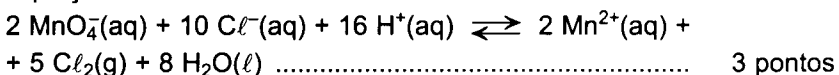


Semiequação de redução:



Acerto de electrões ..... 2 pontos

Equação acertada:



- Não deverá ser penalizada a ausência de um ou mais estados físicos.
- Não deverá ser penalizada a utilização de setas  $\rightarrow$  ou  $\rightleftharpoons$ .
- Não deverá ser atribuída qualquer cotação a equações estequiometricamente erradas.

Transporte ..... 170 pontos

- 4.3. .... 6 pontos
- Sentido directo ..... 2 pontos
  - Justificação ..... 4 pontos
  - Reacção espontânea no sentido em que  $\Delta E^0 > 0$  2 pontos
  - $\Delta E^0 = + 0,15$  V no sentido directo ..... 2 pontos

### III

1. Para impedir a entrada de ar, o que faria variar a sua quantidade ..... 6 pontos

2. .... 14 pontos

2.1. .... 7 pontos

- $V$  (a 90 °C) = 155 cm<sup>3</sup> ..... 1 ponto
- $V$  (a 60 °C) = 155 – (50,0 – 37,2) = 142,2 cm<sup>3</sup> ..... 3 pontos
- $V$  (a 20 °C) = 155 – (50,0 – 20,0) = 125 cm<sup>3</sup> ..... 3 pontos

2.2. .... 7 pontos

Conversão de °C em K ..... (1 + 1 + 1) ..... 3 pontos

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{155}{363} = 0,427 \text{ cm}^3 \text{ K}^{-1} \dots\dots\dots 1 \text{ ponto}$$

$$\frac{V_2}{T_2} = \frac{142,2}{333} = 0,427 \text{ cm}^3 \text{ K}^{-1} \dots\dots\dots 1 \text{ ponto}$$

$$\frac{V_3}{T_3} = \frac{125}{293} = 0,427 \text{ cm}^3 \text{ K}^{-1} \dots\dots\dots 1 \text{ ponto}$$

$$\frac{V}{T} = \text{constante} \dots\dots\dots 1 \text{ ponto}$$

3. Gráfico (B) ..... 10 pontos

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