

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 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.**

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) Quanto mais energético for um electrão num átomo, tanto menor é a energia necessária para o remover.
- (B) A energia de um electrão na orbital 1s de um átomo tem sempre o mesmo valor, seja qual for o número atómico desse átomo.
- (C) Um átomo de hidrogénio no 1.º estado excitado pode passar ao 2.º estado excitado se for submetido a radiações infravermelhas.
- (D) A quantização das energias dos electrões nos átomos evidencia-se experimentalmente pelos espectros de absorção contínuos das espécies atómicas.
- (E) 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 $n = 1$.
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:

	R	
Q	X	T

Seleccione a alternativa que corresponde à conclusão correcta.

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

3. O ião 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 CO_3^{2-} é descrita como um híbrido de ressonância porque...»

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



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

- (A) À pressão normal, CH_3COOH tem menor ponto de ebulição do que CH_3COCH_3 .
- (B) Na espécie Br_2 predominam as ligações intermoleculares do tipo dipolo permanente-dipolo induzido.
- (C) As moléculas NF_3 e NH_3 apresentam ambas geometria planar.
- (D) À pressão normal, o octano, $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_6\text{CH}_3$, tem maior ponto de ebulição do que o pentano, $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3\text{CH}_3$.
- (E) As moléculas de metoximetano (éter dimetílico), CH_3OCH_3 , são apolares.



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

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

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

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

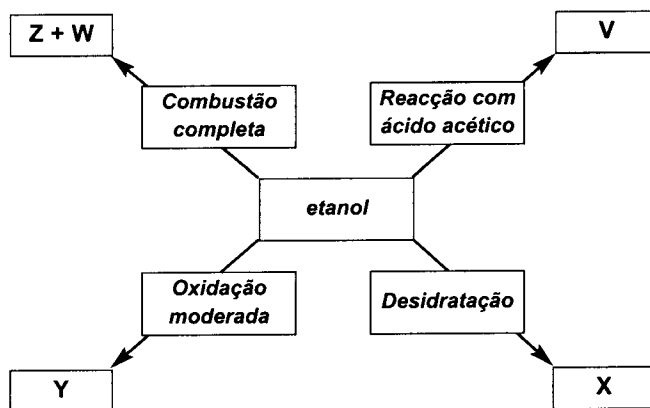
$$K_e \text{ (constante ebullioscópica molar) (H}_2\text{O)} = 0,512 \text{ K mol}^{-1} \text{ kg}$$

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

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

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

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



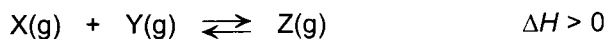
Entre as afirmações seguintes, selecciona a correcta.

- (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.

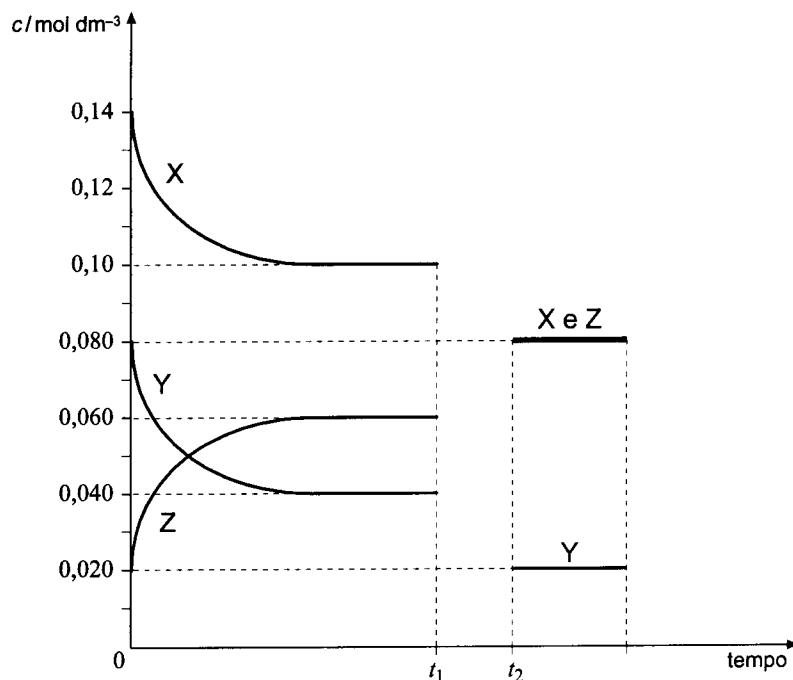
II

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 (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 cm³ de uma solução aquosa de CH₃COOH de concentração 0,020 mol dm⁻³, utilizou-se uma solução aquosa de NaOH de concentração 0,010 mol dm⁻³.

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.

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

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

3. À temperatura de 25 °C, um copo contém 50 cm³ de uma solução aquosa com iões chumbo(II) de concentração 0,020 mol dm⁻³ e com iões prata de concentração 0,0060 mol dm⁻³.

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.

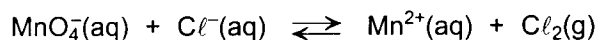
3.1. Escreva as equações químicas que traduzem os equilíbrios de solubilidade do cloreto de prata e do cloreto de chumbo(II).

3.2. Qual dos sais, PbCl₂ ou AgCl, começa a precipitar primeiro? Justifique com cálculos.

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

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

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 contém apenas ar, cujo volume total (balão + tubo em U) é de 155 cm³. Nesse instante, o volume de água em **P** é 50,0 cm³.

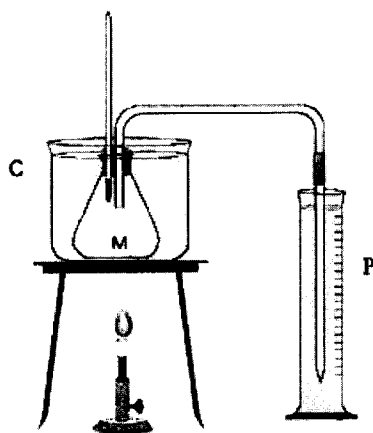


Figura 1

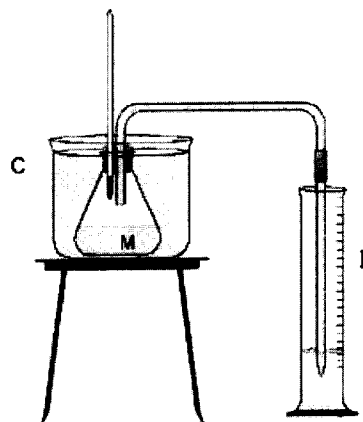


Figura 2

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 ³
90	50,0
60	37,2
20	20,0

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

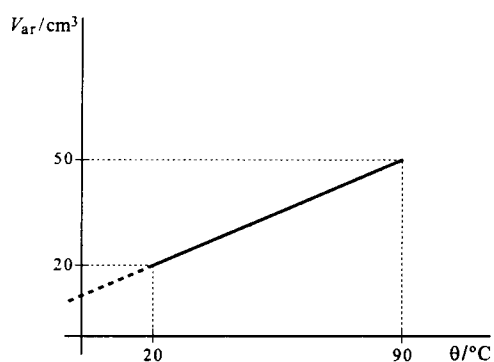
1. Por que motivo é indispensável garantir que o tubo em U esteja sempre mergulhado na água da proveta durante o arrefecimento?

2. De acordo com os valores registados:

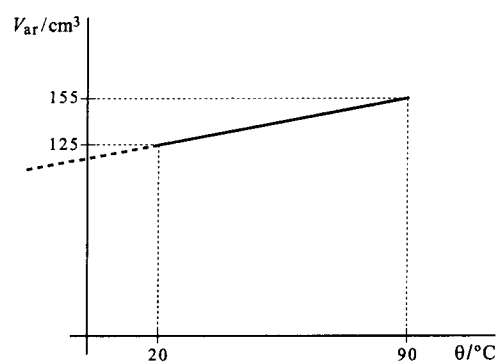
2.1. calcule o volume do ar no conjunto (balão + tubo em U) a cada uma das temperaturas referidas na tabela.

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

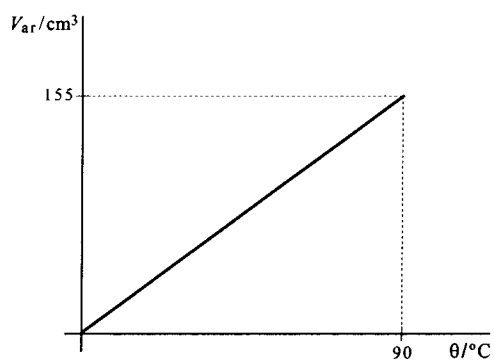
3. Escolha, dos gráficos abaixo esquematizados, o que melhor traduz a variação do referido volume de ar com a temperatura.



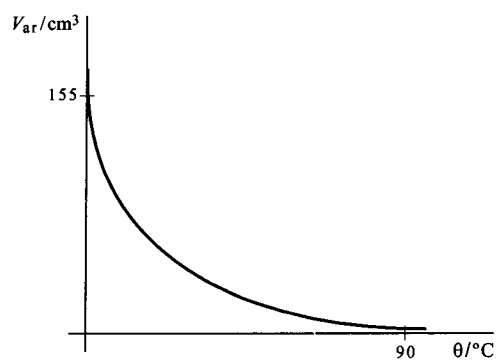
(A)



(B)



(C)



(D)

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
	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

2.ª FASE

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.	.....	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
	TOTAL	200 pontos

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	
A transportar			101 pontos

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 NaCH_3COO 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

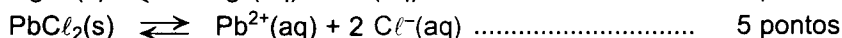
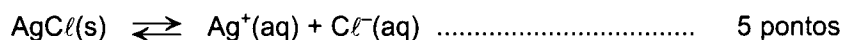
A transportar 127 pontos

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 AgCl 2 pontos

$[\text{Cl}^-] > 1,1 \times 10^{-1} \text{ mol dm}^{-3}$ para se iniciar a precipitação de PbCl_2 2 pontos

AgCl precipita primeiro do que 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

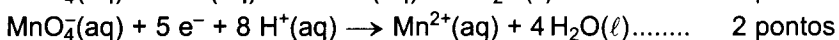
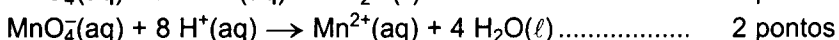
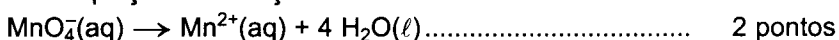
Nos produtos, n.o. de Cl = 0 1 ponto

4.2. 13 pontos

Semiequação de oxidação:

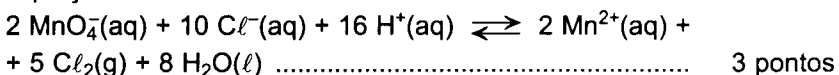


Semiequação de redução:



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 cm³ 1 ponto
- V (a 60 °C) = 155 – (50,0 – 37,2) = 142,2 cm³ 3 pontos
- V (a 20 °C) = 155 – (50,0 – 20,0) = 125 cm³ 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**