

**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  
2003

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 seis itens de resposta fechada.
- O Grupo II inclui quatro questões de resposta aberta, envolvendo cálculos e/ou pedidos de justificação.
- O Grupo III inclui três questões de resposta aberta e duas questões de resposta fechada, relativas 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.

V.S.F.F.

142.V1/1

---

### FORMULÁRIO

• **Massa molar ( $M$ )** .....  $M = \frac{m}{n}$

$m$  – massa

$n$  – quantidade de matéria

• **Massa volúmica ( $\rho$ )** .....  $\rho = \frac{m}{V}$

$m$  – massa

$V$  – volume

• **Concentração de solução ( $c$ )** .....  $c = \frac{n}{V}$

$n$  – quantidade de matéria (soluto)

$V$  – volume de solução

• **Frequência de uma radiação  
electromagnética ( $\nu$ )** .....  $\nu = \frac{c}{\lambda}$

$c$  – velocidade da luz no vazio

$\lambda$  – comprimento de onda

## I

- 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. Considere as radiações electromagnéticas  $R_1$ ,  $R_2$  e  $R_3$ , cujos valores de comprimento de onda estão registados na seguinte tabela:

Radiação	$\lambda / \text{nm}$
$R_1$	100
$R_2$	200
$R_3$	500

Relativamente a estas três radiações, seleccione a afirmação verdadeira.

- (A) A radiação com maior energia é a radiação  $R_3$ .
- (B) No vazio, a radiação com maior velocidade de propagação é a radiação  $R_1$ .
- (C) A frequência da radiação  $R_1$  é duas vezes maior do que a frequência da radiação  $R_2$ .
- (D) O período da radiação  $R_2$  é igual a  $\frac{5}{2}$  do período da radiação  $R_3$ .
- (E) A energia da radiação  $R_1$  é igual a  $\frac{1}{5}$  da energia da radiação  $R_3$ .
2. Os elementos químicos estão dispostos na Tabela Periódica de acordo com as suas propriedades, as quais estão relacionadas com a constituição dos respectivos átomos.

De entre as seguintes afirmações sobre vários elementos químicos, seleccione a verdadeira.

- (A) A 1.<sup>a</sup> energia de ionização do magnésio,  $_{12}\text{Mg}$ , é superior à do cálcio,  $_{20}\text{Ca}$ .
- (B) A configuração electrónica do cálcio,  $_{20}\text{Ca}$ , para o estado de menor energia, é  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^2$ .
- (C) O raio iónico do ião  $_{11}\text{Na}^+$  é inferior ao do ião  $_{12}\text{Mg}^{2+}$ .
- (D) O raio atómico do cálcio,  $_{20}\text{Ca}$ , é superior ao do potássio,  $_{19}\text{K}$ .
- (E) O sódio,  $_{11}\text{Na}$ , e o potássio,  $_{19}\text{K}$ , pertencem ao mesmo período da Tabela Periódica.

V.S.F.F.

142.V1/3

3. Os elementos azoto,  ${}_{7}\text{N}$ , e oxigénio,  ${}_{8}\text{O}$ , entram na constituição de diversos iões, tais como  $\text{NO}^+$ ,  $\text{NO}_2^-$  e  $\text{NO}_3^-$ .

Relativamente a estes iões, seleccione a afirmação verdadeira.

- (A) A energia da ligação azoto-oxigénio é menor no ião  $\text{NO}^+$ .
- (B) Os iões  $\text{NO}_2^-$  e  $\text{NO}_3^-$  têm o mesmo número de electrões de valência.
- (C) A ordem de ligação azoto-oxigénio é maior no ião  $\text{NO}_2^-$  do que no ião  $\text{NO}_3^-$ .
- (D) Em qualquer dos iões  $\text{NO}^+$ ,  $\text{NO}_2^-$  e  $\text{NO}_3^-$ , o átomo de azoto tem um par electrónico de valência não ligante.
- (E) O ião  $\text{NO}_2^-$  apresenta geometria linear.
4. Os compostos orgânicos podem ser agrupados de acordo com as suas estruturas e comportamento químico.

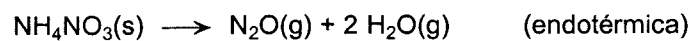
De entre as seguintes afirmações sobre compostos orgânicos, seleccione a verdadeira.

- (A) Os aldeídos podem ser obtidos por oxidação moderada dos ácidos carboxílicos.
- (B) Os compostos  $\text{CH}_3\text{COCH}_3$  e  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHO}$  são isómeros de cadeia.
- (C) O composto  $(\text{CH}_3)_2\text{C}=\text{CHCH}_3$  apresenta isomeria do tipo *cis-trans*.
- (D) Os álcoois primários e os ácidos carboxílicos reagem entre si formando ésteres.
- (E) Os compostos  $\text{CH}_3\text{CHO}$  e  $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$  são álcoois.
5. De entre as substâncias cujas fórmulas moleculares se indicam a seguir, seleccione aquela em que as ligações intermoleculares predominantes são do tipo dipolo permanente-dipolo permanente.

- (A)  $\text{CCl}_4$
- (B)  $\text{CH}_3\text{Cl}$
- (C)  $\text{C}_2\text{Cl}_2$
- (D)  $\text{C}_6\text{H}_6$
- (E)  $\text{CO}_2$

${}_{1}\text{H}$        ${}_{6}\text{C}$        ${}_{8}\text{O}$        ${}_{17}\text{Cl}$

6. O óxido de azoto  $\text{N}_2\text{O}(\text{g})$  pode ser obtido por aquecimento do nitrato de amónio sólido,  $\text{NH}_4\text{NO}_3(\text{s})$ , de acordo com a seguinte equação química:



Considerando esta reacção em sistema fechado, num recipiente de capacidade fixa, seleccione a afirmação verdadeira.

- (A) A reacção ocorre com variação negativa da entalpia.
- (B) Durante a reacção, a entropia do sistema aumenta.
- (C) Durante a reacção, o sistema realiza trabalho sobre o meio exterior.
- (D) Durante a reacção, a entropia do meio exterior não varia.
- (E) A soma das entalpias de formação dos produtos é inferior à entalpia de formação do reagente.

## II

Apresente todos os cálculos que efectuar.

1. Na combustão completa de uma determinada amostra de um álcool obtém-se 110 g de dióxido de carbono,  $\text{CO}_2(\text{g})$ . Através de uma análise quantitativa, baseada numa combustão completa, verificou-se que esse álcool contém 52,2% de carbono e 13,0% de hidrogénio (% *m/m*).

1.1. Verifique que a fórmula empírica desse álcool, obtida a partir da análise quantitativa, é a do etanol.

1.2. Calcule o volume ocupado por 110 g de dióxido de carbono, à pressão de 1,20 atm e à temperatura de 37 °C.

1.3. Escreva o nome e a fórmula de estrutura de um isómero funcional do etanol.

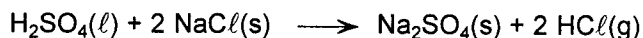
$$A_r(\text{H}) = 1,00$$

$$A_r(\text{C}) = 12,0$$

$$A_r(\text{O}) = 16,0$$

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

2. O ácido sulfúrico puro reage com o cloreto de sódio sólido, à temperatura ambiente, originando sulfato de sódio e cloreto de hidrogénio gasoso, de acordo com a equação química:



2.1. Fez-se reagir ácido sulfúrico puro em excesso com 6,25 g de cloreto de sódio com 20,0% (% *m/m*) de impurezas inertes.

Considerando que a reacção é completa, mostre que a quantidade de sulfato de sódio que se obteve foi  $4,27 \times 10^{-2}$  mol.

2.2. Secou-se o sulfato de sódio produzido, e dissolveu-se em água, obtendo-se 500  $\text{cm}^3$  de solução, à temperatura de 25 °C.

A esta solução vai-se adicionando nitrato de chumbo(II) sólido,  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2(\text{s})$ , provocando a precipitação de sulfato de chumbo(II),  $\text{PbSO}_4(\text{s})$ , sem alteração significativa do volume e da temperatura da solução (considere a dissociação completa do nitrato de chumbo(II) em solução aquosa).

2.2.1. Escreva a expressão do produto de solubilidade,  $K_s$ , de  $\text{PbSO}_4(\text{s})$ .

2.2.2. Verifique que a solução ficou saturada quando a quantidade de  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2(\text{s})$  adicionada à solução foi de  $1,48 \times 10^{-7}$  mol.

2.2.3. Prosseguindo a adição de  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2(\text{s})$ , ocorreu a precipitação de  $\text{PbSO}_4(\text{s})$ .

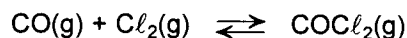
Determine a massa do precipitado de  $\text{PbSO}_4(\text{s})$  obtido, sabendo que todo o ião sulfato que existia em solução precipitou.

$$M(\text{NaCl}) = 58,5 \text{ g mol}^{-1}$$

$$M(\text{PbSO}_4) = 303,2 \text{ g mol}^{-1}$$

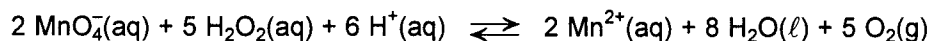
$$K_s(\text{PbSO}_4, \text{ a } 25 \text{ °C}) = 2,53 \times 10^{-8}$$

3. Na reacção de produção de fosgénio,  $\text{COCl}_2(\text{g})$ , a partir de monóxido de carbono,  $\text{CO}(\text{g})$ , e cloro,  $\text{Cl}_2(\text{g})$ , estabelece-se um equilíbrio químico, de acordo com a equação química:



Introduzem-se quantidades iguais de monóxido de carbono e cloro num recipiente, onde previamente se fez o vácuo, e aquece-se até  $850\text{ }^\circ\text{C}$ . A esta temperatura, estabelece-se um equilíbrio químico em que a pressão total é  $4,024\text{ atm}$  e a pressão parcial de  $\text{CO}(\text{g})$  é  $2,0\text{ atm}$ .

- 3.1. Mostre que as pressões parciais de  $\text{Cl}_2(\text{g})$  e de  $\text{COCl}_2(\text{g})$  no equilíbrio são, respectivamente,  $2,0\text{ atm}$  e  $0,024\text{ atm}$ .
- 3.2. Calcule o valor da constante de equilíbrio,  $K_p$ , a essa temperatura.
- 3.3. Indique se a quantidade de cloro presente no sistema **umenta**, **diminui** ou **permanece constante** em consequência das seguintes alterações ao sistema em equilíbrio:
- 3.3.1. adição de monóxido de carbono, sem variação de volume e de temperatura.
- 3.3.2. adição de fosgénio, sem variação de volume e de temperatura.
- 3.3.3. aumento da pressão a que está submetido o sistema, por variação de volume sem variação de temperatura.
4. Um processo laboratorial de preparar oxigénio consiste em fazer reagir permanganato de potássio com peróxido de hidrogénio em meio ácido, de acordo com a equação:



Num laboratório, um técnico utilizou  $9,0 \times 10^{-2}\text{ mol}$  de peróxido de hidrogénio em solução aquosa e  $50\text{ cm}^3$  de solução aquosa de permanganato de potássio de concentração  $0,80\text{ mol dm}^{-3}$  em excesso de ácido.

- 4.1. Verifique que o peróxido de hidrogénio é o reagente limitante.
- 4.2. Determine a quantidade de oxigénio,  $n(\text{O}_2)$ , produzida, supondo que o processo tem um rendimento de  $90\%$ .
- 4.3. A reacção acima representada é uma reacção de oxidação-redução que, em condições padrão, é espontânea e muito extensa no sentido directo. Com base nesta informação, e sabendo que os pares oxidante-redutor envolvidos são  $(\text{MnO}_4^-/\text{Mn}^{2+})$  e  $(\text{O}_2/\text{H}_2\text{O}_2)$ , escreva devidamente acertada, a equação da:
- 4.3.1. semi-reacção de oxidação.
- 4.3.2. semi-reacção de redução.

V.S.F.F.

142.V1/7

### III

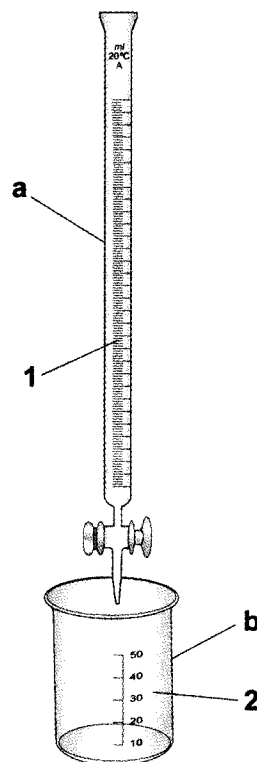
Apresente todos os cálculos que efectuar.

Para determinar a concentração de uma solução de ácido nítrico,  $\text{HNO}_3(\text{aq})$ , procedeu-se à titulação de  $20,0 \text{ cm}^3$  dessa solução com uma solução aquosa de hidróxido de potássio,  $\text{KOH}(\text{aq})$ , de concentração  $0,10 \text{ mol dm}^{-3}$ .

O volume de solução titulante gasto foi de  $5,00 \text{ cm}^3$ .

Utilizou-se para o efeito a montagem esquematizada na figura, adicionando à solução ácida algumas gotas de um indicador ácido-base colorimétrico. Durante a titulação a temperatura é de  $25 \text{ }^\circ\text{C}$ .

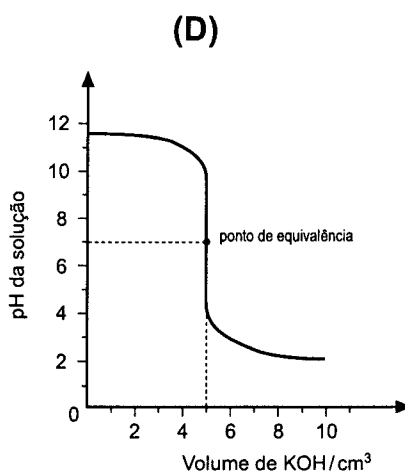
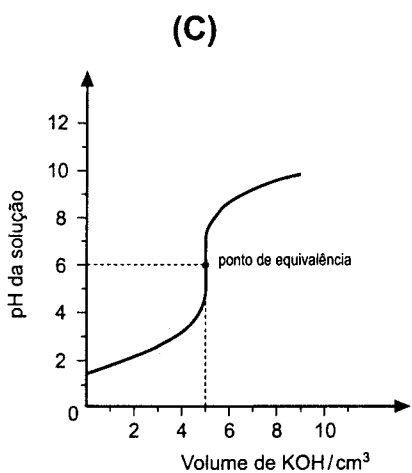
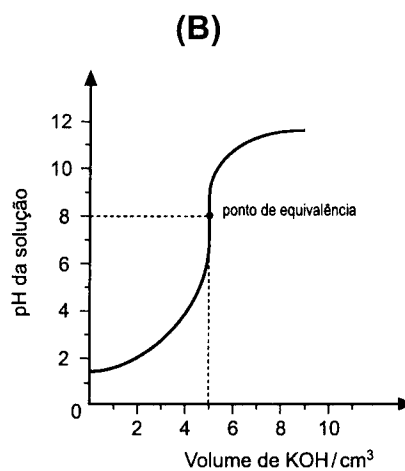
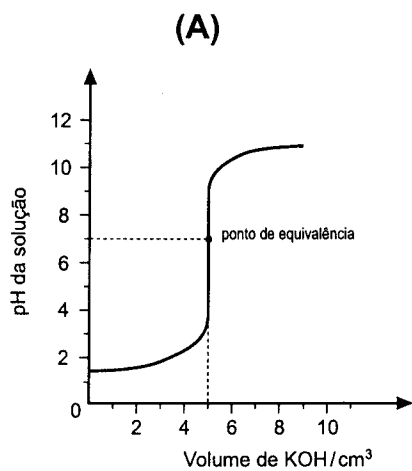
1. Faça a legenda da figura, indicando o nome dos materiais de vidro **a** e **b**, bem como dos reagentes **1** e **2** que devem, respectivamente, conter.
2. Determine a concentração da solução de ácido nítrico.
3. Considerando os volumes aditivos, determine a concentração do ião potássio na solução resultante após a titulação.
4. Dos indicadores abaixo apresentados seleccione o que seria mais apropriado para a titulação referida.



Indicador	Cor da forma ácida	Cor da forma básica	Zona de viragem
Laranja de metilo	Vermelho	Amarelo	3,2 – 4,4
Azul de bromotimol	Amarelo	Azul	6,0 – 7,6
Amarelo de alizarina	Amarelo	Vermelho	10,1 – 12,0



5. Selecciona, de entre as curvas de titulação abaixo esquematizadas, a que poderá aproximadamente corresponder à titulação efectuada.



FIM

V.S.F.F.

142.V1/9

## 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>31 pontos</b>
1.1.	.....	10 pontos
1.2.	.....	13 pontos
1.3.	.....	8 pontos
2.	.....	<b>30 pontos</b>
2.1.	.....	9 pontos
2.2.	.....	21 pontos
2.2.1.	.....	3 pontos
2.2.2.	.....	12 pontos
2.2.3.	.....	6 pontos
3.	.....	<b>21 pontos</b>
3.1.	.....	4 pontos
3.2.	.....	5 pontos
3.3.	.....	12 pontos
3.3.1.	.....	4 pontos
3.3.2.	.....	4 pontos
3.3.3.	.....	4 pontos
4.	.....	<b>28 pontos</b>
4.1.	.....	8 pontos
4.2.	.....	6 pontos
4.3.	.....	14 pontos
4.3.1.	.....	7 pontos
4.3.2.	.....	7 pontos

	<b>III</b> .....	<b>30 pontos</b>
1.	.....	<b>8 pontos</b>
1.	.....	<b>8 pontos</b>
3.	.....	<b>8 pontos</b>
4.	.....	<b>3 pontos</b>
5.	.....	<b>3 pontos</b>

**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  
2003

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 seis itens de resposta fechada.
- O Grupo II inclui quatro questões de resposta aberta, envolvendo cálculos e/ou pedidos de justificação.
- O Grupo III inclui três questões de resposta aberta e duas questões de resposta fechada, relativas 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.

### FORMULÁRIO

• **Massa molar ( $M$ )** .....  $M = \frac{m}{n}$

$m$  – massa  
 $n$  – quantidade de matéria

• **Massa volúmica ( $\rho$ )** .....  $\rho = \frac{m}{V}$

$m$  – massa  
 $V$  – volume

• **Concentração de solução ( $c$ )** .....  $c = \frac{n}{V}$

$n$  – quantidade de matéria (soluto)  
 $V$  – volume de solução

• **Frequência de uma radiação  
electromagnética ( $\nu$ )** .....  $\nu = \frac{c}{\lambda}$

$c$  – velocidade da luz no vazio  
 $\lambda$  – comprimento de onda

## I

- 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. Considere as radiações electromagnéticas  $R_1$ ,  $R_2$  e  $R_3$ , cujos valores de comprimento de onda estão registados na seguinte tabela:

Radiação	$\lambda / \text{nm}$
$R_1$	100
$R_2$	200
$R_3$	500

Relativamente a estas três radiações, seleccione a afirmação verdadeira.

- (A) A energia da radiação  $R_1$  é igual a  $\frac{1}{5}$  da energia da radiação  $R_3$ .
- (B) A radiação com maior energia é a radiação  $R_3$ .
- (C) No vazio, a radiação com maior velocidade de propagação é a radiação  $R_1$ .
- (D) A frequência da radiação  $R_1$  é duas vezes maior do que a frequência da radiação  $R_2$ .
- (E) O período da radiação  $R_2$  é igual a  $\frac{5}{2}$  do período da radiação  $R_3$ .
2. Os elementos químicos estão dispostos na Tabela Periódica de acordo com as suas propriedades, as quais estão relacionadas com a constituição dos respectivos átomos.

De entre as seguintes afirmações sobre vários elementos químicos, seleccione a verdadeira.

- (A) O raio atómico do cálcio,  ${}_{20}\text{Ca}$ , é superior ao do potássio,  ${}_{19}\text{K}$ .
- (B) O sódio,  ${}_{11}\text{Na}$ , e o potássio,  ${}_{19}\text{K}$ , pertencem ao mesmo período da Tabela Periódica.
- (C) A 1.<sup>a</sup> energia de ionização do magnésio,  ${}_{12}\text{Mg}$ , é superior à do cálcio,  ${}_{20}\text{Ca}$ .
- (D) A configuração electrónica do cálcio,  ${}_{20}\text{Ca}$ , para o estado de menor energia, é  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^2$ .
- (E) O raio iónico do ião  ${}_{11}\text{Na}^+$  é inferior ao do ião  ${}_{12}\text{Mg}^{2+}$ .

V.S.F.F.

142.V2/3

3. Os elementos azoto,  ${}_{7}\text{N}$ , e oxigénio,  ${}_{8}\text{O}$ , entram na constituição de diversos iões, tais como  $\text{NO}^+$ ,  $\text{NO}_2^-$  e  $\text{NO}_3^-$ .

Relativamente a estes iões, seleccione a afirmação verdadeira.

- (A) A ordem de ligação azoto-oxigénio é maior no ião  $\text{NO}_2^-$  do que no ião  $\text{NO}_3^-$ .
- (B) Em qualquer dos iões  $\text{NO}^+$ ,  $\text{NO}_2^-$  e  $\text{NO}_3^-$ , o átomo de azoto tem um par electrónico de valência não ligante.
- (C) O ião  $\text{NO}_2^-$  apresenta geometria linear.
- (D) A energia da ligação azoto-oxigénio é menor no ião  $\text{NO}^+$ .
- (E) Os iões  $\text{NO}_2^-$  e  $\text{NO}_3^-$  têm o mesmo número de electrões de valência.
4. Os compostos orgânicos podem ser agrupados de acordo com as suas estruturas e comportamento químico.

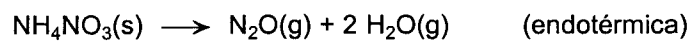
De entre as seguintes afirmações sobre compostos orgânicos, seleccione a verdadeira.

- (A) Os álcoois primários e os ácidos carboxílicos reagem entre si formando ésteres.
- (B) Os compostos  $\text{CH}_3\text{CHO}$  e  $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$  são álcoois.
- (C) Os aldeídos podem ser obtidos por oxidação moderada dos ácidos carboxílicos.
- (D) Os compostos  $\text{CH}_3\text{COCH}_3$  e  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHO}$  são isómeros de cadeia.
- (E) O composto  $(\text{CH}_3)_2\text{C}=\text{CHCH}_3$  apresenta isomeria do tipo *cis-trans*.
5. De entre as substâncias cujas fórmulas moleculares se indicam a seguir, seleccione aquela em que as ligações intermoleculares predominantes são do tipo dipolo permanente-dipolo permanente.

- (A)  $\text{C}_2\text{Cl}_2$
- (B)  $\text{C}_6\text{H}_6$
- (C)  $\text{CO}_2$
- (D)  $\text{CCl}_4$
- (E)  $\text{CH}_3\text{Cl}$

${}_{1}\text{H}$        ${}_{6}\text{C}$        ${}_{8}\text{O}$        ${}_{17}\text{Cl}$

6. O óxido de azoto  $\text{N}_2\text{O}(\text{g})$  pode ser obtido por aquecimento do nitrato de amónio sólido,  $\text{NH}_4\text{NO}_3(\text{s})$ , de acordo com a seguinte equação química:



Considerando esta reacção em sistema fechado, num recipiente de capacidade fixa, seleccione a afirmação verdadeira.

- (A) A soma das entalpias de formação dos produtos é inferior à entalpia de formação do reagente.
- (B) A reacção ocorre com variação negativa da entalpia.
- (C) Durante a reacção, a entropia do sistema aumenta.
- (D) Durante a reacção, o sistema realiza trabalho sobre o meio exterior.
- (E) Durante a reacção, a entropia do meio exterior não varia.

## II

Apresente todos os cálculos que efectuar.

1. Na combustão completa de uma determinada amostra de um álcool obtém-se 110 g de dióxido de carbono,  $\text{CO}_2(\text{g})$ . Através de uma análise quantitativa, baseada numa combustão completa, verificou-se que esse álcool contém 52,2% de carbono e 13,0% de hidrogénio (% *m/m*).

1.1. Verifique que a fórmula empírica desse álcool, obtida a partir da análise quantitativa, é a do etanol.

1.2. Calcule o volume ocupado por 110 g de dióxido de carbono, à pressão de 1,20 atm e à temperatura de 37 °C.

1.3. Escreva o nome e a fórmula de estrutura de um isómero funcional do etanol.

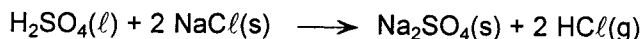
$$A_r(\text{H}) = 1,00$$

$$A_r(\text{C}) = 12,0$$

$$A_r(\text{O}) = 16,0$$

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

2. O ácido sulfúrico puro reage com o cloreto de sódio sólido, à temperatura ambiente, originando sulfato de sódio e cloreto de hidrogénio gasoso, de acordo com a equação química:



- 2.1. Fez-se reagir ácido sulfúrico puro em excesso com 6,25 g de cloreto de sódio com 20,0% (% *m/m*) de impurezas inertes.

Considerando que a reacção é completa, mostre que a quantidade de sulfato de sódio que se obteve foi  $4,27 \times 10^{-2}$  mol.

- 2.2. Secou-se o sulfato de sódio produzido, e dissolveu-se em água, obtendo-se 500 cm<sup>3</sup> de solução, à temperatura de 25 °C.

A esta solução vai-se adicionando nitrato de chumbo(II) sólido,  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2(\text{s})$ , provocando a precipitação de sulfato de chumbo(II),  $\text{PbSO}_4(\text{s})$ , sem alteração significativa do volume e da temperatura da solução (considere a dissociação completa do nitrato de chumbo(II) em solução aquosa).

2.2.1. Escreva a expressão do produto de solubilidade,  $K_s$ , de  $\text{PbSO}_4(\text{s})$ .

2.2.2. Verifique que a solução ficou saturada quando a quantidade de  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2(\text{s})$  adicionada à solução foi de  $1,48 \times 10^{-7}$  mol.

2.2.3. Prosseguindo a adição de  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2(\text{s})$ , ocorreu a precipitação de  $\text{PbSO}_4(\text{s})$ .

Determine a massa do precipitado de  $\text{PbSO}_4(\text{s})$  obtido, sabendo que todo o ião sulfato que existia em solução precipitou.

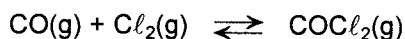
$$M(\text{NaCl}) = 58,5 \text{ g mol}^{-1}$$

$$M(\text{PbSO}_4) = 303,2 \text{ g mol}^{-1}$$

$$K_s(\text{PbSO}_4, \text{ a } 25 \text{ °C}) = 2,53 \times 10^{-8}$$

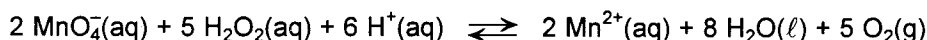


3. Na reacção de produção de fosgénio,  $\text{COCl}_2(\text{g})$ , a partir de monóxido de carbono,  $\text{CO}(\text{g})$ , e cloro,  $\text{Cl}_2(\text{g})$ , estabelece-se um equilíbrio químico, de acordo com a equação química:



Introduzem-se quantidades iguais de monóxido de carbono e cloro num recipiente, onde previamente se fez o vácuo, e aquece-se até 850 °C. A esta temperatura, estabelece-se um equilíbrio químico em que a pressão total é 4,024 atm e a pressão parcial de  $\text{CO}(\text{g})$  é 2,0 atm.

- 3.1. Mostre que as pressões parciais de  $\text{Cl}_2(\text{g})$  e de  $\text{COCl}_2(\text{g})$  no equilíbrio são, respectivamente, 2,0 atm e 0,024 atm.
- 3.2. Calcule o valor da constante de equilíbrio,  $K_p$ , a essa temperatura.
- 3.3. Indique se a quantidade de cloro presente no sistema **umenta**, **diminui** ou **permanece constante** em consequência das seguintes alterações ao sistema em equilíbrio:
- 3.3.1. adição de monóxido de carbono, sem variação de volume e de temperatura.
- 3.3.2. adição de fosgénio, sem variação de volume e de temperatura.
- 3.3.3. aumento da pressão a que está submetido o sistema, por variação de volume sem variação de temperatura.
4. Um processo laboratorial de preparar oxigénio consiste em fazer reagir permanganato de potássio com peróxido de hidrogénio em meio ácido, de acordo com a equação:



Num laboratório, um técnico utilizou  $9,0 \times 10^{-2}$  mol de peróxido de hidrogénio em solução aquosa e 50 cm<sup>3</sup> de solução aquosa de permanganato de potássio de concentração 0,80 mol dm<sup>-3</sup> em excesso de ácido.

- 4.1. Verifique que o peróxido de hidrogénio é o reagente limitante.
- 4.2. Determine a quantidade de oxigénio,  $n(\text{O}_2)$ , produzida, supondo que o processo tem um rendimento de 90%.
- 4.3. A reacção acima representada é uma reacção de oxidação-redução que, em condições padrão, é espontânea e muito extensa no sentido directo. Com base nesta informação, e sabendo que os pares oxidante-redutor envolvidos são ( $\text{MnO}_4^-/\text{Mn}^{2+}$ ) e ( $\text{O}_2/\text{H}_2\text{O}_2$ ), escreva devidamente acertada, a equação da:
- 4.3.1. semi-reacção de oxidação.
- 4.3.2. semi-reacção de redução.

V.S.F.F.

142.V2/7

### III

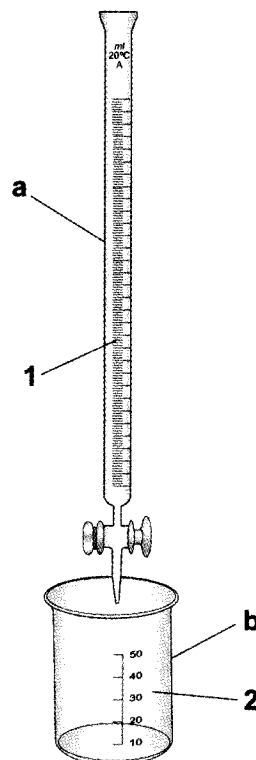
Apresente todos os cálculos que efectuar.

Para determinar a concentração de uma solução de ácido nítrico,  $\text{HNO}_3(\text{aq})$ , procedeu-se à titulação de  $20,0 \text{ cm}^3$  dessa solução com uma solução aquosa de hidróxido de potássio,  $\text{KOH}(\text{aq})$ , de concentração  $0,10 \text{ mol dm}^{-3}$ .

O volume de solução titulante gasto foi de  $5,00 \text{ cm}^3$ .

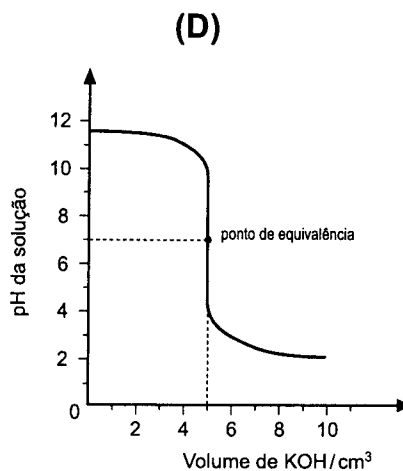
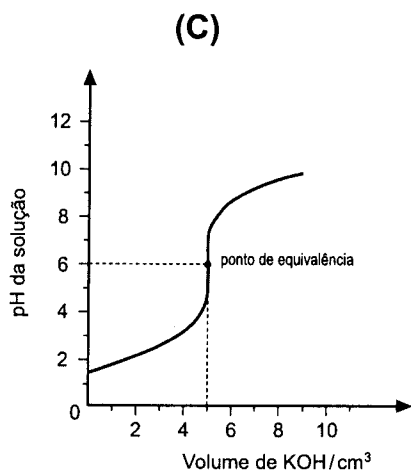
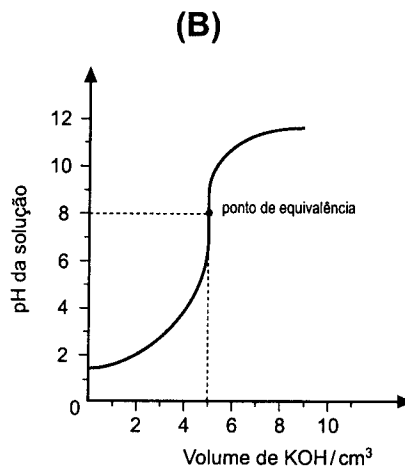
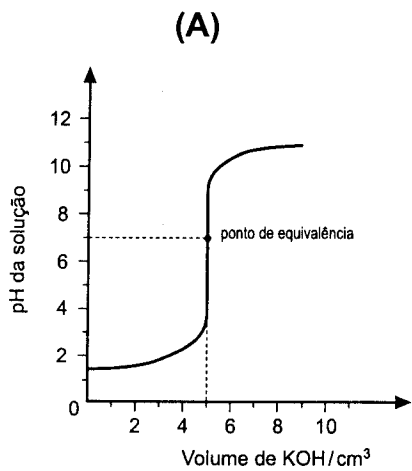
Utilizou-se para o efeito a montagem esquematizada na figura, adicionando à solução ácida algumas gotas de um indicador ácido-base colorimétrico. Durante a titulação a temperatura é de  $25 \text{ }^\circ\text{C}$ .

1. Faça a legenda da figura, indicando o nome dos materiais de vidro **a** e **b**, bem como dos reagentes **1** e **2** que devem, respectivamente, conter.
2. Determine a concentração da solução de ácido nítrico.
3. Considerando os volumes aditivos, determine a concentração do ião potássio na solução resultante após a titulação.
4. Dos indicadores abaixo apresentados seleccione o que seria mais apropriado para a titulação referida.



Indicador	Cor da forma ácida	Cor da forma básica	Zona de viragem
Laranja de metilo	Vermelho	Amarelo	3,2 – 4,4
Azul de bromotimol	Amarelo	Azul	6,0 – 7,6
Amarelo de alizarina	Amarelo	Vermelho	10,1 – 12,0

5. Selecciona, de entre as curvas de titulação abaixo esquematizadas, a que poderá aproximadamente corresponder à titulação efectuada.



**FIM**

V.S.F.F.

142.V2/9

## COTAÇÕES

	<b>I .....</b>	<b>60 pontos</b>
1.	.....	10 pontos
2.	.....	10 pontos
3.	.....	10 pontos
4.	.....	10 pontos
5.	.....	10 pontos
6.	.....	10 pontos

	<b>II .....</b>	<b>110 pontos</b>
1.	.....	<b>31 pontos</b>
1.1.	.....	10 pontos
1.2.	.....	13 pontos
1.3.	.....	8 pontos
2.	.....	<b>30 pontos</b>
2.1.	.....	9 pontos
2.2.	.....	21 pontos
2.2.1.	.....	3 pontos
2.2.2.	.....	12 pontos
2.2.3.	.....	6 pontos
3.	.....	<b>21 pontos</b>
3.1.	.....	4 pontos
3.2.	.....	5 pontos
3.3.	.....	12 pontos
3.3.1.	.....	4 pontos
3.3.2.	.....	4 pontos
3.3.3.	.....	4 pontos
4.	.....	<b>28 pontos</b>
4.1.	.....	8 pontos
4.2.	.....	6 pontos
4.3.	.....	14 pontos
4.3.1.	.....	7 pontos
4.3.2.	.....	7 pontos

	<b>III .....</b>	<b>30 pontos</b>
1.	.....	<b>8 pontos</b>
1.	.....	<b>8 pontos</b>
3.	.....	<b>8 pontos</b>
4.	.....	<b>3 pontos</b>
5.	.....	<b>3 pontos</b>

**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  
 2003

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>31 pontos</b>
1.1.	.....	10 pontos
1.2.	.....	13 pontos
1.3.	.....	8 pontos
2.	.....	<b>30 pontos</b>
2.1.	.....	9 pontos
2.2.	.....	21 pontos
2.2.1.	.....	3 pontos
2.2.2.	.....	12 pontos
2.2.3.	.....	6 pontos
3.	.....	<b>21 pontos</b>
3.1.	.....	4 pontos
3.2.	.....	5 pontos
3.3.	.....	12 pontos
3.3.1.	.....	4 pontos
3.3.2.	.....	4 pontos
3.3.3.	.....	4 pontos
4.	.....	<b>28 pontos</b>
4.1.	.....	8 pontos
4.2.	.....	6 pontos
4.3.	.....	14 pontos
4.3.1.	.....	7 pontos
4.3.2.	.....	7 pontos
	<b>III</b> .....	<b>30 pontos</b>
1.	.....	<b>8 pontos</b>
2.	.....	<b>8 pontos</b>
3.	.....	<b>8 pontos</b>
4.	.....	<b>3 pontos</b>
5.	.....	<b>3 pontos</b>
	<b>TOTAL</b> .....	<b>200 pontos</b>

V.S.F.F.

142/C/1

## CRITÉRIOS DE CLASSIFICAÇÃO

Os critérios de classificação, quer gerais quer específicos, em nenhuma circunstância podem ser alterados, nomeadamente quanto à subdivisão de cotações parcelares.

### 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.
- Nos itens de escolha múltipla, a indicação de mais do que uma alternativa implicará a cotação de zero pontos para o item em que tal se verifique.
- Nas respostas abertas, se o examinando responder mais do que uma vez a um mesmo item, sem eliminar clara e inequivocamente a(s) resposta(s) que considerar incorrecta(s), ser-lhe-á cotada a resposta que deu em primeiro lugar.
- 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.
- Se a resolução de um item apresentar erro(s) nos resultados das operações matemáticas, terá a penalização de um ponto.
- A ausência de unidades ou a indicação de unidades incorrectas, no resultado final, terá a penalização de um ponto.
- Na escrita de qualquer equação química, será atribuída a cotação de zero pontos se alguma das espécies químicas intervenientes estiver incorrecta em função da reacção química em causa, assim como se a equação estiver estequiometricamente errada.

### Critérios Específicos

#### I

VERSÃO 1	VERSÃO 2	
1. (C) .....	(D) .....	10 pontos
2. (A) .....	(C) .....	10 pontos
3. (C) .....	(A) .....	10 pontos
4. (D) .....	(A) .....	10 pontos
5. (B) .....	(E) .....	10 pontos
6. (B) .....	(C) .....	10 pontos
<b>A transportar .....</b>		<b>60 pontos</b>

II

1. .... 31 pontos

1.1. .... 10 pontos

Determinar a % de oxigénio ..... 4 pontos

$$\% (\text{O}) = 100 - (52,2 + 13,0) = 34,8\%$$

Determinar a fórmula empírica do álcool ..... 4 pontos

$$\frac{52,2}{12,0} \text{ mol (C)} : \frac{13,0}{1,00} \text{ mol (H)} : \frac{34,8}{16,0} \text{ mol (O)}$$

$$4,35 \text{ mol (C)} : 13,0 \text{ mol (H)} : 2,18 \text{ mol (O)}$$

$$\frac{4,35}{2,18} \text{ mol (C)} : \frac{13,0}{2,18} \text{ mol (H)} : \frac{2,18}{2,18} \text{ mol (O)}$$

$$2 \text{ mol (C)} : 6 \text{ mol (H)} : 1 \text{ mol (O)} \Rightarrow \text{C}_2\text{H}_6\text{O}$$

Verificar que C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>O corresponde ao etanol..... 2 pontos

C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>O corresponde a CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>OH

1.2. .... 13 pontos

Identificar a expressão  $pV = nRT$  ..... 2 pontos

Determinar  $M(\text{CO}_2)$ ..... 2 pontos

$$M(\text{CO}_2) = 44,0 \text{ g mol}^{-1}$$

Determinar  $n(\text{CO}_2)$  ..... 2 pontos

$$n(\text{CO}_2) = \frac{110}{44,0} \text{ mol} = 2,50 \text{ mol}$$

Converter °C em K ..... 3 pontos

$$37 \text{ °C} = 310 \text{ K}$$

Calcular  $V(\text{CO}_2)$ ..... 4 pontos

$$V(\text{CO}_2) = \frac{2,50 \times 0,082 \times 310}{1,20} \text{ dm}^3 = 53,0 \text{ dm}^3$$

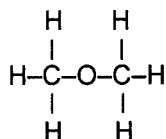
- Se o examinando utilizar 37 °C directamente na expressão  $pV = nRT$ , descontar 7 pontos.

1.3. .... 8 pontos

Escrever o nome do isómero ..... 4 pontos

Éter dimetilico (ou metoximetano)

Escrever a fórmula de estrutura ..... 4 pontos



- Atribuir a mesma cotação se o examinando escrever a fórmula condensada CH<sub>3</sub>OCH<sub>3</sub>.

A transportar ..... 91 pontos

V.S.F.F.

142/C/3

Transporte ..... 91 pontos

2. .... 30 pontos

2.1. .... 9 pontos

Determinar  $m(\text{NaCl})$  que reage ..... 3 pontos

$$m(\text{NaCl}) = (6,25 - 6,25 \times 0,20) \text{ g} = 5,00 \text{ g}$$

Determinar  $n(\text{NaCl})$  que reage ..... 3 pontos

$$n(\text{NaCl}) = \frac{5,00}{58,5} \text{ mol} = 8,55 \times 10^{-2} \text{ mol}$$

Verificar  $n(\text{Na}_2\text{SO}_4)$  que se forma ..... 3 pontos

$$n(\text{Na}_2\text{SO}_4) = \frac{1}{2} \times n(\text{NaCl}) = 4,27 \times 10^{-2} \text{ mol}$$

2.2. .... 21 pontos

2.2.1.  $K_s(\text{PbSO}_4) = [\text{Pb}^{2+}]_e \times [\text{SO}_4^{2-}]_e$  ..... 3 pontos

2.2.2. .... 12 pontos

Reduzir  $V(\text{solução})$  a  $\text{dm}^3$  ..... 1 ponto

$$V(\text{solução}) = 0,500 \text{ dm}^3$$

Determinar  $[\text{SO}_4^{2-}]_e$  ..... 3 pontos

$$[\text{SO}_4^{2-}]_e = \frac{4,27 \times 10^{-2} \text{ mol}}{0,500 \text{ dm}^3} =$$

$$= 8,54 \times 10^{-2} \text{ mol dm}^{-3}$$

Determinar  $[\text{Pb}^{2+}]_e$  ..... 3 pontos

$$[\text{Pb}^{2+}]_e = \frac{2,53 \times 10^{-8} \text{ mol}}{8,54 \times 10^{-2} \text{ dm}^3} =$$

$$= 2,96 \times 10^{-7} \text{ mol dm}^{-3}$$

Determinar  $n(\text{Pb}^{2+})$  ..... 3 pontos

$$n(\text{Pb}^{2+}) = 2,96 \times 10^{-7} \text{ mol dm}^{-3} \times 0,500 \text{ dm}^3 =$$

$$= 1,48 \times 10^{-7} \text{ mol}$$

Relacionar  $n(\text{Pb}^{2+})$  com  $n(\text{Pb}(\text{NO}_3)_2)$  ... 2 pontos

$$n(\text{Pb}^{2+}) = n(\text{Pb}(\text{NO}_3)_2)$$

2.2.3. .... 6 pontos

Relacionar  $n(\text{PbSO}_4)$  com  $n(\text{Na}_2\text{SO}_4)$  .. 3 pontos

$$n(\text{PbSO}_4) = n(\text{Na}_2\text{SO}_4)$$

Determinar  $m(\text{PbSO}_4)$  que precipita ..... 3 pontos

$$m(\text{PbSO}_4) = 4,27 \times 10^{-2} \text{ mol} \times 303,2 \text{ g mol}^{-1} =$$

$$= 12,9 \text{ g}$$

A transportar ..... 121 pontos



3. .... 21 pontos

3.1. .... 4 pontos

Determinar o valor de  $p(\text{Cl}_2)_e$  ..... 2 pontos

$$p(\text{Cl}_2)_e = p(\text{CO}_2)_e = 2,0 \text{ atm}$$

Determinar o valor de  $p(\text{COCl}_2)_e$  ..... 2 pontos

$$p(\text{COCl}_2)_e = (4,024 - (2,0 + 2,0)) \text{ atm} = 0,024 \text{ atm}$$

3.2. .... 5 pontos

Escrever a expressão de  $K_p$  ..... 3 pontos

$$K_p = \frac{p(\text{COCl}_2)_e}{p(\text{CO})_e \times p(\text{Cl}_2)_e}$$

Calcular o valor de  $K_p$  ..... 2 pontos

$$K_p = \frac{0,024}{2,0 \times 2,0} = 6,0 \times 10^{-3}$$

3.3. .... 12 pontos

3.3.1. diminui ..... 4 pontos

3.3.2. aumenta ..... 4 pontos

3.3.3. diminui ..... 4 pontos

4. .... 28 pontos

4.1. .... 8 pontos

Determinar  $n(\text{MnO}_4^-)$  ..... 3 pontos

$$n(\text{MnO}_4^-) = 0,80 \times 0,050 \text{ mol} = 4,0 \times 10^{-2} \text{ mol}$$

Verificar que  $\text{H}_2\text{O}_2$  é o reagente limitante ..... 5 pontos

$$\frac{n(\text{MnO}_4^-)}{2} > \frac{n(\text{H}_2\text{O}_2)}{5}$$

**ou**

$n(\text{H}_2\text{O}_2)$  para reagir com  $n(\text{MnO}_4^-) = 1,0 \times 10^{-1} \text{ mol}$ ,  
valor maior do que o disponível.

**ou**

$n(\text{MnO}_4^-)$  para reagir com  $n(\text{H}_2\text{O}_2) = 3,6 \times 10^{-2} \text{ mol}$ ,  
valor menor do que o disponível.

4.2. .... 6 pontos

Determinar  $n(\text{H}_2\text{O}_2)$  que reage ..... 3 pontos

$$n(\text{H}_2\text{O}_2) = 9,0 \times 10^{-2} \times 0,90 \text{ mol} = 8,1 \times 10^{-2} \text{ mol}$$

Determinar  $n(\text{O}_2)$  que se forma ..... 3 pontos

$$n(\text{H}_2\text{O}_2) = n(\text{O}_2) = 8,1 \times 10^{-2} \text{ mol}$$

A transportar ..... 170 pontos

V.S.F.F.

142/C/5

**4.3. .... 14 pontos**

**4.3.1.**  $\text{H}_2\text{O}_2(\text{aq}) \rightarrow \text{O}_2(\text{g}) + 2 \text{H}^+(\text{aq}) + 2 \text{e}^-$  ..... 7 pontos

- Não penalizar a ausência e/ou incorrecção de um ou mais estados físicos.
- Não penalizar a utilização de  $\rightleftharpoons$  em vez de  $\rightarrow$ .

**4.3.2.**  $\text{MnO}_4^-(\text{aq}) + 8 \text{H}^+(\text{aq}) + 5 \text{e}^- \rightarrow \text{Mn}^{2+}(\text{aq}) + 4 \text{H}_2\text{O}(\ell)$  7 pontos

- Não penalizar a ausência e/ou incorrecção de um ou mais estados físicos.
- Não penalizar a utilização de  $\rightleftharpoons$  em vez de  $\rightarrow$ .

**III**

**1. .... 8 pontos**

- a** – bureta ..... 2 pontos
- b** – copo ou gobelé ..... 2 pontos
- 1** – hidróxido de potássio ( $\text{KOH}(\text{aq})$ ) ..... 2 pontos
- 2** – ácido nítrico ( $\text{HNO}_3(\text{aq})$ ) ..... 2 pontos

**2. .... 8 pontos**

- Determinar  $n(\text{OH}^-)$  proveniente da base ..... 2 pontos  
 $n(\text{OH}^-) = 5,00 \times 10^{-3} \times 0,10 \text{ mol} = 5,0 \times 10^{-4} \text{ mol}$
- Determinar  $n(\text{H}_3\text{O}^+)$  proveniente do ácido ..... 3 pontos  
 $n(\text{H}_3\text{O}^+) = n(\text{OH}^-) = 5,0 \times 10^{-4} \text{ mol}$
- Determinar  $[\text{HNO}_3]$  ..... 3 pontos  

$$[\text{HNO}_3] = \frac{5,0 \times 10^{-4}}{20,0 \times 10^{-3}} \text{ mol dm}^{-3} = 2,5 \times 10^{-2} \text{ mol dm}^{-3}$$

**3. .... 8 pontos**

- Determinar  $n(\text{K}^+)$  ..... 2 pontos  
 $n(\text{K}^+) = 5,00 \times 10^{-3} \times 0,10 \text{ mol} = 5,0 \times 10^{-4} \text{ mol}$
- Identificar o volume da solução ..... 2 pontos  
 $V(\text{solução}) = 25,0 \text{ cm}^3$
- Reduzir o  $V(\text{solução})$  a  $\text{dm}^3$  ..... 1 ponto  
 $V(\text{solução}) = 25,0 \times 10^{-3} \text{ dm}^3$
- Determinar  $[\text{K}^+]$  ..... 3 pontos  

$$[\text{K}^+] = \frac{5,0 \times 10^{-4}}{25,0 \times 10^{-3}} \text{ mol dm}^{-3} = 2,0 \times 10^{-2} \text{ mol dm}^{-3}$$

**4. Azul de bromotimol ..... 3 pontos**

**5. Gráfico (A) ..... 3 pontos**

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

Código Confidencial da Escola	Número Convencional da Prova	Grupo I						T <sub>I</sub> (60)	Grupo II											T <sub>II</sub> (110)	Grupo III				TOTAL da PROVA (200)													
		1. (10)	2. (10)	3. (10)	4. (10)	5. (10)	6. (10)		1.1. (10)	1.2. (13)	1.3. (8)	2.1. (9)	2.2.1. (3)	2.2.2. (12)	2.2.3. (6)	3.1. (4)	3.2. (5)	3.3.1. (4)	3.3.2. (4)		3.3.3. (4)	4.1. (8)	4.2. (6)	4.3.1. (7)		4.3.2. (7)	1. (8)	2. (8)	3. (8)	4. (3)	5. (3)	T <sub>III</sub> (30)						

Data \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

O Professor Classificador \_\_\_\_\_