

**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**  
**2005**

**1.ª FASE**

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

Nas respostas às questões da prova, serão aplicáveis as seguintes penalizações gerais:

- Será atribuída cotação nula (0 pontos) a qualquer resposta que:
  - se apresente ilegível e não referenciada de forma a permitir a sua identificação inequívoca;
  - registre mais opções (escolha múltipla, associação e valor lógico) do que as que são solicitadas;
  - se limite a apresentar o resultado final, mesmo que correcto, sem explicitar cálculos e/ou raciocínios, nos grupos da prova em que tal for solicitado.
- Ocorrerá a penalização de um (1) ponto:
  - nos itens em que ocorram erros consequentes de operações matemáticas;
  - nos itens em que esteja omissa ou incorrecta a unidade associada ao resultado final.

## FORMULÁRIO

- **Massa molar ( $M$ )** .....  $M = \frac{m}{n}$   
 $m$  – massa  
 $n$  – quantidade de matéria
- **Número de partículas ( $N$ )** .....  $N = n \times N_A$   
 $n$  – quantidade de matéria  
 $N_A$  – constante de Avogadro
- **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 de propagação no vazio  
 $\lambda$  – comprimento de onda
- **Temperatura absoluta  
(ou termodinâmica) ( $T$ )** .....  $T / K = \theta / ^\circ\text{C} + 273,15$   
 $\theta$  – temperatura Celsius



## I

- Escreva na sua folha de prova a letra correspondente à alternativa que seleccionar como correcta para cada item.
- Não apresente cálculos e/ou justificações.

1. A luz visível corresponde a um intervalo de frequências compreendido, aproximadamente, entre  $4,4 \times 10^{14}$  Hz e  $7,9 \times 10^{14}$  Hz.

Seleccione a afirmação correcta.

- (A) A energia por fotão da radiação de frequência  $7,9 \times 10^{14}$  Hz é inferior à energia por fotão da radiação de frequência  $4,4 \times 10^{14}$  Hz.
- (B) A radiação de frequência  $4,4 \times 10^{14}$  Hz situa-se na zona do vermelho, no espectro electro-magnético.
- (C) O comprimento de onda da radiação de frequência  $4,4 \times 10^{14}$  Hz é menor do que o comprimento de onda da radiação de frequência  $7,9 \times 10^{14}$  Hz.
- (D) O período da radiação de frequência  $4,4 \times 10^{14}$  Hz é menor do que o período da radiação de frequência  $7,9 \times 10^{14}$  Hz.
- (E) O comprimento de onda da radiação de frequência  $7,9 \times 10^{14}$  Hz é da ordem de grandeza do milímetro.

$$c \text{ (velocidade da luz no vazio)} = 3,00 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$$

2. Relativamente ao comportamento dos gases ideais, seleccione a afirmação correcta.

- (A) Para qualquer gás ideal, o valor da constante,  $R$ , na equação  $PV = nRT$ , não depende das unidades da pressão,  $P$ , e do volume,  $V$ .
- (B) Mantendo o volume constante, a pressão de uma amostra de gás ideal é directamente proporcional à temperatura Celsius.
- (C) Mantendo a temperatura constante, o volume de uma amostra de gás ideal é directamente proporcional à quantidade de gás,  $n$ , na amostra, qualquer que seja a pressão do gás.
- (D) Mantendo a pressão e a temperatura constantes, o volume de uma amostra de gás ideal é directamente proporcional à quantidade de gás,  $n$ , na amostra.
- (E) À pressão de 1 atm, o volume ocupado por 1 mol de qualquer gás ideal é  $22,4 \text{ dm}^3$ , qualquer que seja a temperatura da amostra.

V.S.F.F.

142.V1/5

3. O gráfico seguinte (Fig. 1) traduz a variação das concentrações de tetróxido de diazoto,  $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g})$ , e de dióxido de azoto,  $\text{NO}_2(\text{g})$ , em função do tempo, a uma dada temperatura, para a reacção traduzida pela equação química:

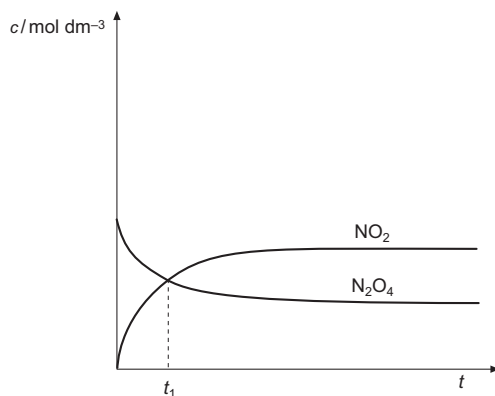
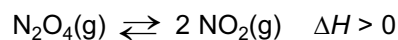


Fig. 1

Um dos gases tem cor castanha e o outro é incolor. Verifica-se que a cor acastanhada da mistura gasosa se torna mais intensa quando a temperatura do sistema aumenta.

Com base nas informações fornecidas, seleccione a afirmação correcta.

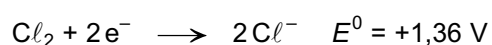
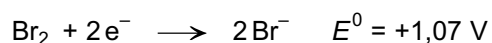
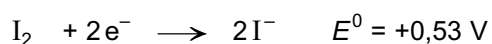
- (A) A partir do instante  $t_1$ , terminam as reacções no sentido directo e no sentido inverso.
- (B) O valor da constante de equilíbrio,  $K_c$ , é independente da temperatura a que se estabelece o equilíbrio.
- (C) A reacção traduzida por  $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g}) \rightarrow 2 \text{NO}_2(\text{g})$  é exotérmica.
- (D) De entre os dois gases, é o dióxido de azoto que tem cor castanha.
- (E) Qualquer que seja a temperatura, a concentração de  $\text{NO}_2(\text{g})$  presente no equilíbrio é sempre dupla da concentração de  $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g})$ .

4. Para confirmar o valor da concentração de uma solução aquosa de ácido clorídrico,  $\text{HCl}(\text{aq})$ ,  $0,010 \text{ mol dm}^{-3}$ , titula-se um volume  $V_1$  desta solução, gastando-se um volume  $V_2$  de uma solução aquosa de hidróxido de sódio,  $\text{NaOH}(\text{aq})$ ,  $0,10 \text{ mol dm}^{-3}$ , até atingir o ponto de equivalência, a  $25^\circ\text{C}$ . Seleccionam-se dois indicadores para usar nesta titulação: o azul de bromotimol e o azul de tornesol.

	Cor da forma ácida	Zona de viragem	Cor da forma básica
Azul de bromotimol	Amarelo	6,0 – 7,6	Azul
Azul de tornesol	Vermelho	5,0 – 8,0	Azul

Selecione a afirmação correcta.

- (A) O pH da solução, no ponto de equivalência, é maior do que 7.
- (B) Nesta titulação, usam-se um ácido forte e uma base fraca.
- (C) Nesta titulação,  $V_1 = 10 \times V_2$ .
- (D) No ponto de equivalência,  $[\text{OH}^-] = 10 \times [\text{H}_3\text{O}^+]$ .
- (E) De entre os indicadores seleccionados, apenas o azul de tornesol pode ser usado.
5. Atendendo às seguintes semiequações e aos valores dos respectivos potenciais normais de eléctrodo,  $E^0$ ,



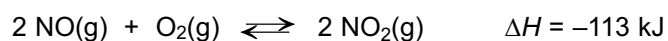
selecione a afirmação correcta.

- (A) A espécie  $\text{Br}_2$  oxida o ião  $\text{Cl}^-$ , mas não oxida o ião  $\text{I}^-$ .
- (B) A espécie  $\text{Br}_2$  reduz o ião  $\text{I}^-$ , mas não reduz o ião  $\text{Cl}^-$ .
- (C) Das espécies  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{Br}_2$  e  $\text{I}_2$ , a que tem maior poder oxidante é  $\text{Cl}_2$ .
- (D) O poder redutor de  $\text{Cl}^-$  é maior do que o poder redutor de  $\text{I}^-$ .
- (E) O poder oxidante de  $\text{Cl}_2$  é menor do que o poder oxidante de  $\text{Na}^+$ .

V.S.F.F.

142.V1/7

6. O monóxido de azoto, NO(g), pode ser transformado em dióxido de azoto, NO<sub>2</sub>(g), de acordo com a equação química:



Considerando a reacção, a temperatura e pressão constantes, num recipiente fechado de capacidade variável, seleccione a afirmação correcta.

- (A) No decorrer da reacção, não há realização de trabalho.
- (B) Por cada mole de NO<sub>2</sub>(g) formado, o sistema reaccional absorve 113 kJ, sob a forma de calor.
- (C) No decorrer da reacção, a entropia do exterior diminui.
- (D) No decorrer da reacção, a entropia do sistema reaccional aumenta.
- (E) Por cada mole de NO(g) consumido, libertam-se 56,5 kJ, sob a forma de calor.



## II

Apresente todos os cálculos que efectuar.

1. A incidência de radiação de energia suficiente sobre a superfície do metal sódio,  ${}_{11}\text{Na}$ , provoca a ejeção de fotoelectrões.

No gráfico da figura 2, está representada a energia cinética,  $E_c$ , dos fotoelectrões, em função da frequência,  $\nu$ , da radiação incidente sobre a superfície do metal sódio.

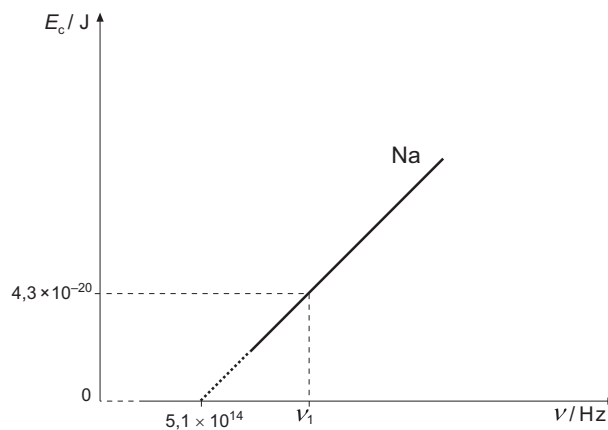


Fig. 2

- 1.1. Verifique que a energia mínima necessária à remoção de electrões do metal sódio é  $3,4 \times 10^{-19}$  J/electrão.
- 1.2. Qual é o valor da frequência abaixo do qual não ocorre ejeção de fotoelectrões?
- 1.3. Calcule o valor de  $\nu_1$  assinalado no gráfico.
- 1.4. Justifique a seguinte afirmação verdadeira:

«Fazendo incidir radiação de igual frequência sobre uma amostra de potássio,  $\text{K(g)}$ , e sobre uma amostra de  $\text{Na(g)}$ , a energia cinética dos fotoelectrões é maior no caso de  $\text{K(g)}$ .»

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

${}_{19}\text{K}$

V.S.F.F.

142.V1/9

2. O gráfico da figura 3 traduz a variação de temperatura de uma solução, por arrefecimento continuado, a pressão constante. A temperatura a que a solução começa a solidificar é 74,0 °C. Considere o soluto uma substância não iónica e involátil.

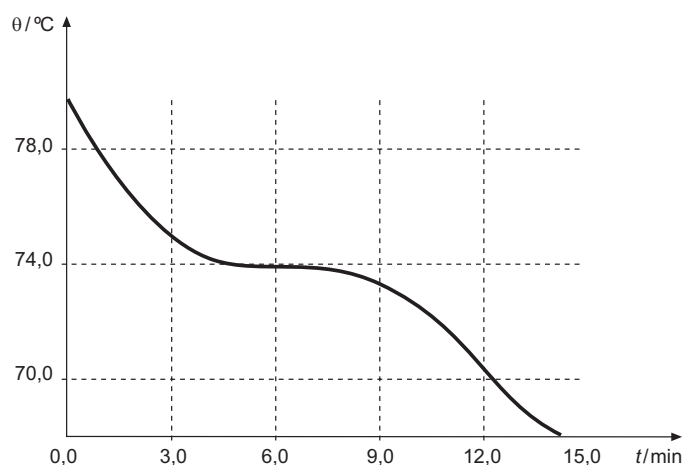


Fig. 3

- 2.1. Qual é o estado físico da mistura a que o gráfico da figura 3 diz respeito, à temperatura de 78,0 °C?
- 2.2. O solvente puro funde à temperatura de 353,7 K, à pressão considerada na experiência.
- 2.2.1. Verifique que a molalidade,  $\underline{m}$ , da solução é 0,95 mol kg<sup>-1</sup>.
- 2.2.2. Calcule a massa molar do soluto, admitindo que o quociente entre a massa do soluto e a massa de solvente é 160 g kg<sup>-1</sup>.
- 2.3. As frases seguintes referem-se ao abaixamento crioscópico de soluções (solvente + soluto não volátil), relativamente ao respectivo solvente puro.

Classifique como **Verdadeira** ou **Falsa** cada uma das afirmações.

- (A) Para o mesmo solvente e para o mesmo soluto, o abaixamento crioscópico da solução aumenta quando aumenta a quantidade de soluto, por kg de solvente.
- (B) Para a mesma quantidade de soluto, quanto maior for a massa do solvente maior é o abaixamento crioscópico da solução.
- (C) A mesma quantidade de soluto dissolvida em igual massa de diferentes solventes provoca iguais abaixamentos crioscópicos.
- (D) A temperatura de solidificação da solução é inferior à temperatura de solidificação do solvente puro.

$K_c$  (constante crioscópica molal do solvente envolvido na experiência) = 6,9 K mol<sup>-1</sup> kg

3. O cromato de prata,  $\text{Ag}_2\text{CrO}_4$ , é um sal pouco solúvel em água, sendo o seu produto de solubilidade,  $K_s$ , à temperatura de 25 °C, igual a  $1,12 \times 10^{-12}$ .

3.1. Escreva a equação química que traduz o equilíbrio de solubilidade do cromato de prata em água, indicando os estados das espécies químicas que nela figuram.

3.2. Calcule, explicitando a expressão de  $K_s$ , a concentração de  $\text{Ag}^+$  numa solução saturada de cromato de prata em água, a 25 °C.

3.3. Explique, com base no efeito do ião comum, se o cromato de prata é mais ou é menos solúvel numa solução aquosa de cromato de sódio,  $0,020 \text{ mol dm}^{-3}$ , do que em água.

3.4. Considere uma solução aquosa de cromato de sódio,  $0,020 \text{ mol dm}^{-3}$ . Adicionam-se a essa solução umas gotas de uma solução aquosa saturada de cromato de prata, verificando-se a ocorrência de precipitação.

Calcule a concentração de  $\text{Ag}^+$  na solução resultante e explicita as aproximações que efectuar.

3.5. Quais são os valores da solubilidade do cromato de prata em água pura e numa solução aquosa de cromato de sódio,  $0,020 \text{ mol dm}^{-3}$ ?

$$\sqrt[3]{2,80 \times 10^{-13}} = 6,54 \times 10^{-5}$$

4. À temperatura de 20 °C, preparam-se três soluções aquosas: uma de ácido metanóico,  $K_a = 1,80 \times 10^{-4}$ , outra de ácido etanóico,  $K_a = 1,74 \times 10^{-5}$ , e outra de ácido cianídrico,  $K_a = 6,20 \times 10^{-10}$ .

4.1. Justifique a seguinte afirmação verdadeira:

«Apenas com o conhecimento dos valores de  $K_a$  não é possível dispor as três soluções por ordem crescente do seu valor de pH.»

4.2. A solução aquosa de ácido metanóico,  $\text{HCOOH}$ , tem  $\text{pH} = 3,0$ .

4.2.1. Escreva a equação química que traduz a ionização do ácido metanóico em água, indicando os estados das espécies químicas que nela figuram.

4.2.2. Calcule a concentração inicial,  $c$ , de ácido metanóico na solução aquosa preparada.

4.3. De entre as bases conjugadas dos três ácidos considerados, qual é a mais forte, em solução aquosa?

### III

Um grupo de alunos realiza várias experiências que têm etanol,  $C_2H_6O$ , como ponto de partida. Utilizando processos e condições diferentes, obtêm um hidrocarboneto, um aldeído e um ácido.

Observe a figura 4, constituída por quatro esquemas de montagens.

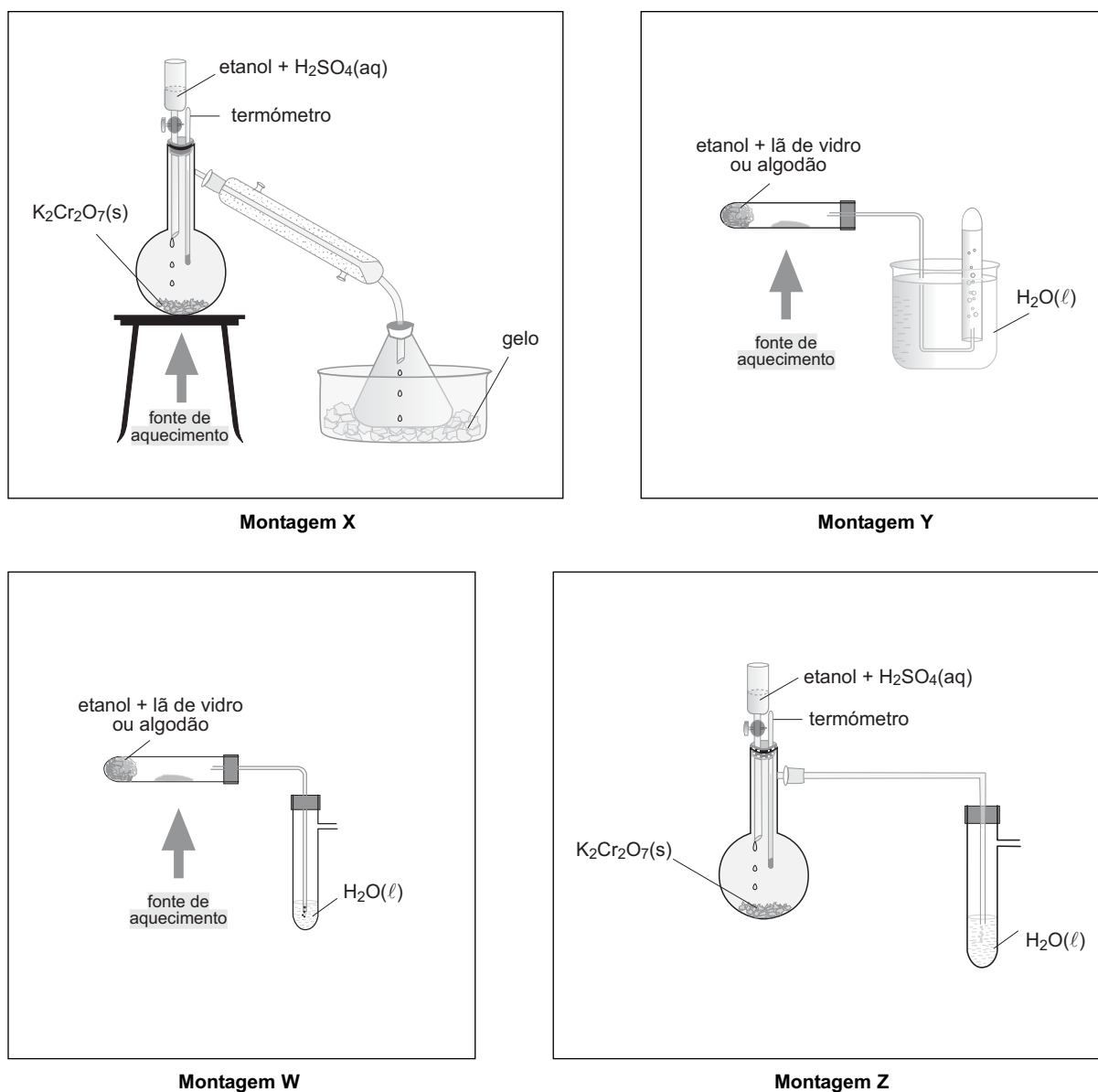
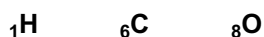


Fig. 4

1. Classifique como **Verdadeira** ou **Falsa** cada uma das afirmações.
- (A) O hidrocarboneto não se dissolve na água, por isso pode ser recolhido após preparação, como na montagem **Y**.
  - (B) O hidrocarboneto pode ser recolhido, após preparação, como na montagem **W**.
  - (C) A experiência representada pela montagem **X** utiliza-se na preparação e recolha do aldeído.
  - (D) A experiência representada pela montagem **Z**, processando-se sem aquecimento, permite a obtenção de um ácido em solução aquosa.
2. Identifique, pelo nome, o hidrocarboneto que se obtém a partir do etanol.
3. Escreva a equação química que traduz a reacção de desidratação do etanol por acção do calor.
4. Calcule o número de oxidação médio do carbono, no etanol.
5. Identifique, pelo nome, o aldeído que se pode obter a partir do etanol.
6. Na preparação do aldeído a partir do etanol, pode também obter-se, em determinadas circunstâncias, o ácido etanóico,  $C_2H_4O_2$ .
- Represente a fórmula de estrutura do ácido etanóico. Não omita a escrita de qualquer símbolo químico dos átomos na molécula, nem de qualquer ligação entre eles.



**FIM**

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

142.V1/13

## 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>24 pontos</b>
1.1.	.....	5 pontos
1.2.	.....	4 pontos
1.3.	.....	8 pontos
1.4.	.....	7 pontos
2.	.....	<b>28 pontos</b>
2.1.	.....	4 pontos
2.2.	.....	16 pontos
2.2.1.	.....	8 pontos
2.2.2.	.....	8 pontos
2.3.	.....	8 pontos
3.	.....	<b>30 pontos</b>
3.1.	.....	6 pontos
3.2.	.....	6 pontos
3.3.	.....	7 pontos
3.4.	.....	7 pontos
3.5.	.....	4 pontos
4.	.....	<b>28 pontos</b>
4.1.	.....	7 pontos
4.2.	.....	15 pontos
4.2.1.	.....	6 pontos
4.2.2.	.....	9 pontos
4.3.	.....	6 pontos

	<b>III .....</b>	<b>30 pontos</b>
1.	.....	<b>8 pontos</b>
2.	.....	<b>4 pontos</b>
3.	.....	<b>6 pontos</b>
4.	.....	<b>4 pontos</b>
5.	.....	<b>4 pontos</b>
6.	.....	<b>4 pontos</b>

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