

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. As propriedades dos elementos estão relacionadas com a estrutura electrónica dos respectivos átomos. Selecciona a afirmação verdadeira.

- A** - Um dos electrões de valência do alumínio, ${}_{13}\text{Al}$, no estado fundamental, tem número quântico de momento angular $l = 2$.
- B** - O ião oxido, O^{2-} , tem raio iónico superior ao do ião fluoreto, F^- .
- C** - Os elementos de numero atómico 10 e 18 pertencem ao mesmo período da Tabela Periódica.
- D** - Existe um valor mínimo do comprimento de onda para a radiação que provoca efeito fotoeléctrico num dado metal.
- E** - Átomos de hidrogénio excitados emitem apenas radiações infravermelhas ao regressarem ao estado fundamental.

${}_{8}\text{O}$ ${}_{9}\text{F}$

2. O modo como os átomos se ligam para formar uma molécula caracteriza a geometria dessa molécula e condiciona as suas propriedades. Selecciona a afirmação verdadeira.

- A** - No ião peróxido, O_2^{2-} , o comprimento de ligação é menor do que na molécula de oxigénio, O_2 .
- B** - As moléculas BH_3 e NH_3 têm o mesmo tipo de geometria molecular.
- C** - A molécula do metano CH_4 , é polar, enquanto a do peróxido de hidrogénio, H_2O_2 , é apolar.
- D** - No ião NO_3^- , todas as ligações azoto-oxigenio são simples.
- E** - O ião amónio, NH_4^+ , e a molécula do tetraclorometano, CCl_4 , têm mesmo tipo de geometria molecular.

${}_{1}\text{H}$ ${}_{5}\text{B}$ ${}_{6}\text{C}$ ${}_{7}\text{N}$ ${}_{8}\text{O}$ ${}_{17}\text{Cr}$

3. Uma orbital atómica é caracterizada por um conjunto de três números quânticos (n, l, m_l). Selecciona a afirmação verdadeira.

- A** - Uma orbital do segundo nível de energia pode ser caracterizada pelo conjunto de números quânticos (2, 2, 1).
- B** - A orbital caracterizada pelo conjunto de números quânticos (3, 0, 0) apresenta simetria esférica.
- C** - A orbital caracterizada pelo conjunto de números quânticos (2, 1, 1) tem maior energia do que a orbital caracterizada pelo conjunto de números quânticos (2, 1, -1).
- D** - Quando o numero quântico de momento angular, l , é igual a 2, o número quântico magnético, m_l , pode assumir quatro valores.
- E** - A orbital caracterizada pelo conjunto de números quânticos (3, 2, 1) pode conter no máximo 10 electrões.

4. A elevação ebulioscópica e a depressão crioscópica são exemplos de propriedades coligativas das soluções. Selecciona a afirmação verdadeira.

- A** - Para a mesma massa de um dado solvente, e diferentes quantidades de um mesmo soluto, a elevação ebulioscópica é maior na solução que tiver menor quantidade de soluto.
- B** - Quanto mais concentrada for uma solução aquosa de cloreto de sódio, menor será a sua temperatura de solidificação.
- C** - A depressão crioscópica de uma solução é directamente proporcional à quantidade de solvente.
- D** - Quando se faz aumentar a molalidade de uma solução, a temperatura de ebulição da solução diminui em relação a do solvente.
- E** - A mesma temperatura, uma solução de soluto não volátil tem maior pressão de vapor do que o respectivo solvente.

5. Considere as reacções químicas entre compostos orgânicos. Selecciona a afirmação verdadeira.

- A - A reacção de um ácido carboxílico com um éter origina um éster.
- B - A oxidação moderada de um álcool primário origina uma cetona.
- C - As principais reacções em que os alcanos participam são reacções de adição.
- D - As reacções de substituição são características dos hidrocarbonetos insaturados.
- E - Os aldeídos podem originar, por oxidação, ácidos carboxílicos.

6. Um recipiente de capacidade fixa contém uma mistura de 11,0 g de dióxido de carbono, $\text{CO}_2(\text{g})$, e 7,00 g de azoto, $\text{N}_2(\text{g})$, à pressão de 1,0 atm. Adiciona-se, neste recipiente, 8,00 g de oxigénio, $\text{O}_2(\text{g})$, sem alteração de temperatura. Admitindo que não ocorre qualquer reacção química entre os três gases à temperatura considerada, selecciona a afirmação verdadeira.

- A - A fracção molar do dióxido de carbono na mistura final é 11/26.
- B - Ao adicionar-se o oxigénio, a pressão parcial do azoto diminui.
- C - A pressão total da mistura final é 1,5 atm.
- D - Na mistura inicial, a pressão parcial do azoto é menor que a do dióxido de carbono.
- E - Na mistura final, o gás que está presente em menor quantidade (expressa em mol) é o azoto.

$$\begin{aligned}M(\text{N}_2) &= 28,0 \text{ g mol}^{-1} \\M(\text{O}_2) &= 32,0 \text{ g mol}^{-1} \\M(\text{CO}_2) &= 44,0 \text{ g mol}^{-1}\end{aligned}$$

Apresente todos os cálculos que efectuar
--

1. Uma determinada superfície fotoelétrica tem como limiar de frequência $9,7 \times 10^{14}$ Hz. Qual a velocidade máxima dos electrões emitidos, quando sobre ela incide uma radiação de frequência 3×10^{15} Hz?

$$h = 6,626 \times 10^{-34}$$

2. Considere a molécula do oxigénio O_2 .

2.1. Com base na teoria das orbitais moleculares, determine a ordem de ligação e a fórmula de estrutura desta molécula.

2.2. Compare, justificando, a energia de ligação em O_2 e em O_2^{2-} .

2.3. Estabeleça, baseado na regra do octeto, a fórmula de estrutura da molécula do ozono e caracterize as ligações.

2.4. O ozono pode ser considerado um híbrido de ressonância. Justifique esta afirmação.

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

Composto A	Composto B
Formula empírica: CH_2O	Formula molecular: C_3H_6
Massa molar: 60 g mol^{-1}	

3.1. Escreva a fórmula de estrutura do composto A, sabendo que se trata de um ácido carboxílico. Justifique com base na determinação da fórmula molecular.

3.2. Calcule a densidade (em g dm^{-3}) do composto B, a temperatura de 20°C e a pressão de $1,0 \text{ atm}$, admitindo que se comporta como um gás ideal.

3.3. Considere uma mistura do gás B e de um outro componente gasoso, contida num balão de 10 dm^3 de capacidade, a temperatura de 10°C . A quantidade total dos gases a $6,0 \text{ mol}$ e a fracção molar do gás B é $0,25$.

Calcule a pressão parcial exercida pelo gás B nas paredes do balão, admitindo que a mistura gasosa se comporta como um gás ideal.

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

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

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

2. Num ensaio crioscópico, a água congelou a $-0,080^\circ\text{C}$ e uma solução de $1,00 \text{ g}$ de certa substância orgânica, em 50 g de água come4ou a congelar a $-0,280^\circ\text{C}$. Esta substância orgânica é constituída por carbono, oxigénio e hidrogénio, e tem respectivamente $40,00\%$ e $53,33\%$ do primeiro e do segundo destes elementos. Calcule:

2.1. a massa molecular relativa do composto;

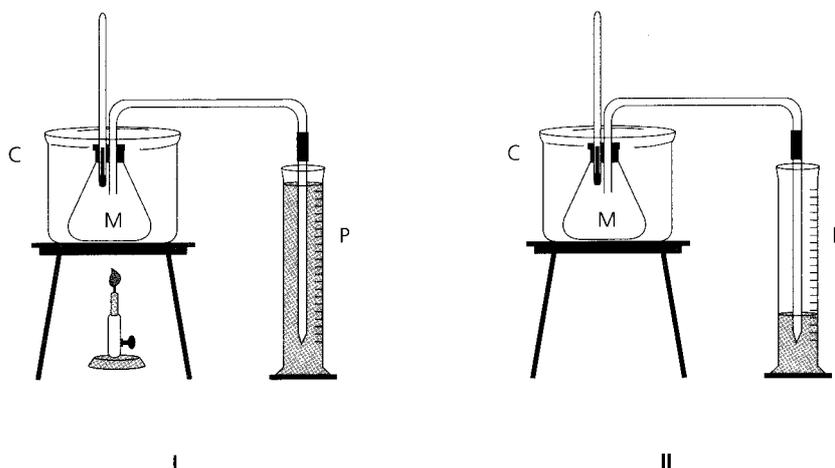
2.2. a sua fórmula empírica;

2.3. a sua fórmula molecular.

Apresente todos os cálculos que efectuar

Considere a montagem representada nas figuras I e II. 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 $90\text{ }^{\circ}\text{C}$ (figura I). 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^3 . Nesse instante o volume de água em P é $50,0\text{ cm}^3$.



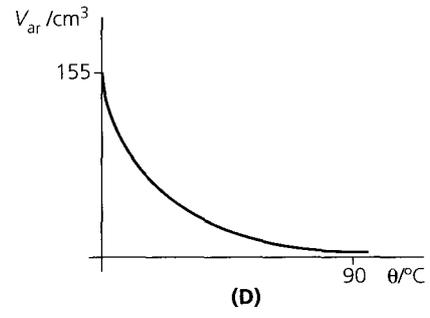
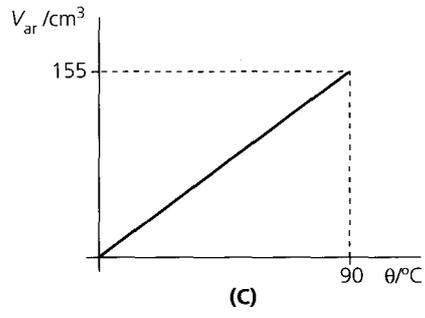
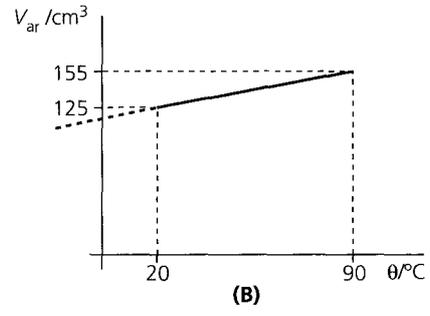
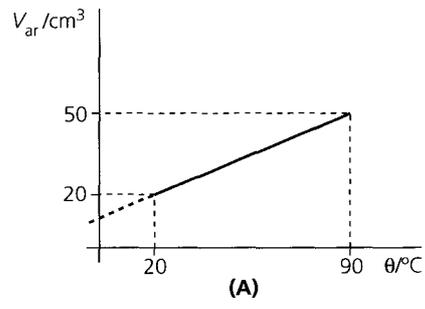
Retirou-se então o bico de gás e verificou-se que, à medida que o ar contido em M arrefecia, alguma água passava de P para M. A extremidade do tubo em U manteve-se sempre mergulhada na água da proveta P (figura II).

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

Temperatura / $^{\circ}\text{C}$	Volume da água lido em P / cm^3
90	50,0
60	37,2
20	20,0

A temperatura de $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 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

Resolução

Grupo I

- 1 – B
- 2 – E
- 3 – B
- 4 – B
- 5 – E
- 6 – C

Grupo II

1.

$$E_c = E_{inc} - E_i$$

$$E_i = h\nu_{inc} - h\nu_i$$

$$E_c = mv^2/2, \text{ logo } mv^2/2 = h\nu_{inc} - h\nu_i$$

$$V^2 = 2(h\nu_{inc} - h\nu_i)/m$$

$$V^2 = 2(6,626 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^{15} - 6,626 \times 10^{-34} \times 9,7 \times 10^{14}) / 9,11 \times 10^{-31}$$

$$V = 1,7 \times 10^6 \text{ m/s}$$

2.

2.1. ${}_8\text{O}$ $1s^2 2s^2 2p^4$ 6 el. valência 4 O.A. de valência.

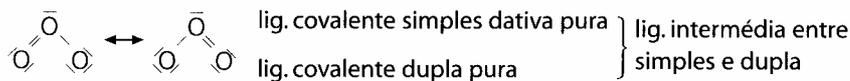
$$\text{O}_2 \Rightarrow 8 \text{ O.M. (12 el.)} \begin{cases} 4 \text{ O.M. ligantes (8)} \\ 4 \text{ O.M. antiligantes (4)} \end{cases} \quad \text{O.L.} = \frac{8-4}{2} = 2$$

$\overline{\text{O}} = \overline{\text{O}}$ (ligação dupla)

$$2.2. \text{O}_2^{2-} \quad 8 \text{ O.M. (14 el.)} \begin{cases} 4 \text{ O.M. ligantes (8)} \\ 4 \text{ O.M. antiligantes (6)} \end{cases} \quad \text{O.L.} = \frac{8-6}{2} = 1$$

energia de lig. $\text{O}_2 >$ energia lig O_2^{2-} $[\overline{\text{O}} - \overline{\text{O}}]^{2-}$ (ligação simples)

2.3. O_3 el. de valência: 18 el.



2.4. É uma molécula cuja fórmula de estrutura admite várias representações equivalentes. Ligação intermédia entre simples e dupla.

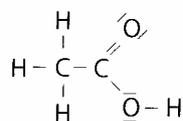
3.

3.1

$$M(\text{CH}_2\text{O}) = 12,0 + 2,0 + 16,0 = 30 \text{ g mol}^{-1}$$

Massa molar: 60 g mol^{-1}

$$\frac{60}{30} = 2 \text{ Fórmula molecular: } \text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$$



3.2

$$PV = nRT \quad n = \frac{m}{M} \quad M(\text{CH}_6) = 42 \text{ g mol}^{-1}$$

$$PM = \rho RT \quad \rho = \frac{MP}{RT} = \frac{1,0 \times 42}{0,082 \times 293} = 1,7 \text{ g dm}^{-3}$$

3.3

$$Pv = nRT \quad v = 10 \text{ dm}^3$$

$$n_{\text{total de mol}} = 6 \text{ mol}$$

$$x_B = 0,25$$

$$P \times 10 = 6 \times 0,082 \times 283 \quad T = 10 \text{ }^\circ\text{C} + 273 = 283 \text{ K}$$

$$P = 13,9 \text{ atm}$$

$$P_B = x_B \times P$$

$$P_B = 0,25 \times 13,9 = 3,5 \text{ atm}$$

4.

4.1

$$\Delta T_c = K_c m \quad m = \frac{n_{\text{soluto}}}{m_{\text{solvente}}} = \frac{m_s/M}{m_{\text{solvente}}} \quad \Delta T_c = K_c \frac{m_{\text{soluto}}}{m_{\text{solvente}} M}$$

$$M = K_c = \frac{m_{\text{soluto}}}{m_{\text{solvente}} \Delta T_c} \quad M = 1,86 \times 10^3 \frac{1,00}{50 \times 0,200}$$

$$M \approx 185$$

4.2

$$40,00 \text{ g C} + 53,33 \text{ g O} + 6,67 \text{ g H}$$

$$\frac{40,00}{12,01} \text{ mol C} + \frac{53,33}{10,00} \text{ mol O} + \frac{6,67}{1,001} \text{ mol H}$$

$$3,33 \text{ mol C} + 3,33 \text{ mol O} + 6,66 \text{ mol H}$$

$$1 \text{ mol C} + 1 \text{ mol O} + 2 \text{ mol H}$$



4.3

$$M(\text{CH}_2\text{O}) = 12 + 2 + 16 = 30 \quad \frac{185}{30} \approx 6 \quad \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$$

Grupo III

1. Se a extremidade do tubo em U não estivesse mergulhada em água, a quantidade de ar não seria constante (balão + tubo em U).

2.1. Volume de ar (balão + tubo em U)

$$T = 90\text{ }^{\circ}\text{C} \quad 155\text{ cm}^3$$

$$T = 60\text{ }^{\circ}\text{C} \quad 155 - 12,8 = 142,2\text{ cm}^3$$

$$T = 20\text{ }^{\circ}\text{C} \quad 155 - 30 = 125\text{ cm}^3$$

2.2. $T = 90\text{ }^{\circ}\text{C} + 273 = 363\text{ K}$ $V/T = \frac{155}{363} = 0,427\text{ cm}^3/\text{K}$

$$T = 60\text{ }^{\circ}\text{C} + 273 = 333\text{ K} \quad V/T = \frac{142,2}{333} = 0,427\text{ cm}^3/\text{K}$$

$$T = 20\text{ }^{\circ}\text{C} + 273 = 293\text{ K} \quad V/T = \frac{125}{293} = 0,427\text{ cm}^3/\text{K}$$

Atendendo a que o quociente entre V/T é constante pode-se concluir que o volume de ar é directamente proporcional à temperatura absoluta.

3. **B**