



Final

Prova Teórica

Nome:

Escola:

Questão	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6
Cotação	15	15	15	16	15	15	18	18	18	18	19	18

Classificação teórica (60%)	Classificação prática (40%)	Classificação final

Atenção: apresente todos os cálculos que tiver de efectuar e expresse o resultado com o número de algarismos significativos corretos.

Dados que poderão ser úteis:

Número de advogadro- $6,022 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

Massa do electrão- $9,109 \times 10^{-31} \text{ kg}$

Massa do protão- $1,673 \times 10^{-27} \text{ kg}$

Massa do neutrão- $1,675 \times 10^{-27} \text{ kg}$

Produto iónico da água (Kw) a 25°C – $1,01 \times 10^{-14}$

Produto iónico da água (Kw) a 18°C – $5,41 \times 10^{-15}$

Ks (CaF₂) = $3,9 \times 10^{-11}$

Ks (CaCO₃) = $8,7 \times 10^{-9}$

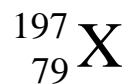
Potenciais padrão de redução (volt): $\mathcal{E}^\circ (\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}^+) = 0,15$; $\mathcal{E}^\circ (\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}) = 0,770$

Massas atómicas de alguns elementos:

Mr(F) = 18,998	Mr(O) = 15,999	Mr(H) = 1,008	Mr(Mg) = 24,305
Mr(Cl) = 35,453	Mr(S) = 32,066	Mr(Li) = 6,491	Mr(Ca) = 40,078
Mr(Br) = 79,904	Mr(N) = 14,006	Mr(Na) = 22,989	Mr(Fe) = 55,847
Mr(I) = 126,904	Mr(C) = 12,011	Mr(K) = 39,098	Mr(Cu) = 63,546



Considere o elemento X



1.1. Qual o número de neutrões, protões e electrões que possui o ião X^{3+} ?

Protões: 79

Neutrões: 118

Electrões: 76

1.2. Se o ião X^{3+} se combinar com o oxigénio qual a fórmula química mais provável para o composto formado?

O oxigénio forma preferencialmente iões $2-$, logo a fórmula mais provável será



1.3. Qual é a massa de um átomo de X? Expresse o resultado em quilograma.

$$\text{Massa do átomo X} = 79 * m_p + 79 * m_e + 118 m_N$$

$$\text{Massa do átomo X} = 79 * 1,673 \times 10^{-27} + 79 * 9,109 \times 10^{-31} + 118 * 1,675 \times 10^{-27}$$

$$\text{Massa do átomo X} = 3,299 \times 10^{-25} \text{ kg}$$

1.4. Qual é a massa, em grama, de um cm^3 de X, se o diâmetro do átomo X for $3,0 \times 10^{-8} \text{ cm}$?
(Considere que a massa do átomo é $3,5 \times 10^{-25} \text{ kg}$)

Se o átomo tem diâmetro $3,0 \times 10^{-8} \text{ cm}$, um cubo de 1 cm de aresta comporta

$$1 / 3,0 \times 10^{-8} \text{ cm} = 3,3 \times 10^7 \text{ de átomos lado a lado em cada aresta}$$

$$\text{Ou seja } 3,3 \times 10^7 \times 3,3 \times 10^7 \times 3,3 \times 10^7 = 3,6 \times 10^{22} \text{ átomos num cubo.}$$

Se cada átomo tem de massa $3,5 \times 10^{-22} \text{ g}$, então um cubo de 1 cm^3 com $3,6 \times 10^{22}$ átomos terá de massa

$$m_x = 3,5 \times 10^{-22} \text{ g/átomo} \times 3,6 \times 10^{22} \text{ átomos} = 13 \text{ g}$$

1.5. Compare o valor obtido na questão anterior com o valor da densidade do elemento X ($19,3 \text{ g/cm}^3$) e apresente a justificação mais relevante para a diferença encontrada.

13 g de massa de X num volume de $1 \text{ cm}^3 \Rightarrow$ Densidade 13 g/cm^3

Este valor é inferior ao indicado no enunciado principalmente por se ter considerado, no cálculo anterior, o átomo como uma esfera rígida quando na realidade a distância interatómica é menor que o considerado e por isso é maior o nº de átomos num cm^3 .

1.6. Escreva a configuração electrónica dos 17 electrões de menor energia do átomo X.

$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$

II

Numa garrafa de água mineral natural, o rótulo relativo à composição química da água está parcialmente transcrito na tabela seguinte.

Parâmetro	Valor
pH (a 18°C)	7,15
Ião Cloreto	25,3 mg/L
Ião Fluoreto	1,7 mg/L
Ião Bicarbonato	1547,0 mg/L
Ião sódio	506,0 mg/L
Ião Cálcio	54,0 mg/L
Ião Sulfato	16,8 mg/L
Ião Magnésio	10,5 mg/L

2.1 Se um indivíduo beber diariamente uma garrafa de 1,5 L desta água em quanto tempo vai ingerir uma dose equivalente a 7,5 g de cloreto de sódio?

$[\text{Na}^+] = 506,0 \text{ mg/L}$

$$[\text{Na}^+] = \frac{506,0 \times 10^{-3}}{22,989} = 2,201 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

$[\text{Cl}^-] = 25,3 \text{ mg/L}$

$$[\text{Cl}^-] = \frac{25,3 \times 10^{-3}}{35,453} = 7,136 \times 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1} \quad \text{Cl- limitante}$$

Assim, ingerir um litro desta água corresponde a ingerir $7,136 \times 10^{-4} \text{ mol NaCl}$

M (NaCl) = 58,442 g/mol

$$m_{NaCl} = 7,136 \times 10^{-4} \text{ mol} * 58,442 \text{ g mol}^{-1} = 4,170 \times 10^{-2} \text{ g NaCl}$$

Se 1 L de água corresponde a ingerir $4,170 \times 10^{-2}$ g de NaCl, para ingerir 7,5 g de NaCl terá que beber 180 L de água

$$Volume_{H_2O} = \frac{7,5 \text{ g}}{4,170 \times 10^{-2}} = 180 \text{ L} \qquad Dias = \frac{180 \text{ L}}{1,5 \text{ L}} = 120 \text{ dias}$$

2.2 Como classifica esta água em termos de acidez? Comprove a sua resposta através de cálculos.

$$pH = -\log[H^+] \qquad 7,15 = -\log[H^+] \qquad [H^+] = 10^{-7,15} = 7,08 \times 10^{-8} \text{ mol.dm}^{-3}$$

A 18°C $K_w = 5,41 \times 10^{-15}$

$$[H^+][OH^-] = 5,41 \times 10^{-15}$$

$$7,08 \times 10^{-8} \times [OH^-] = 5,41 \times 10^{-15}$$

$$[OH^-] = 7,64 \times 10^{-8} \text{ mol.dm}^{-3}$$

$$[OH^-] \geq [H^+] \Rightarrow$$

Água alcalina

2.3 Calcule a concentração de ião fluoreto mínima necessária para que a precipitação de fluoreto de cálcio ocorresse. Expresse o resultado em g/cm³.



$$[Ca^{2+}] = \frac{54,0 \times 10^{-3}}{40,078} = 1,35 \times 10^{-3} \text{ mol.dm}^{-3}$$

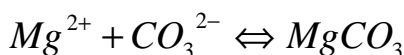
$$K_s = [Ca^{2+}][F^-]^2 = 3,9 \times 10^{-11}$$

$$1,35 \times 10^{-3} \times [F^-]^2 = 3,9 \times 10^{-11}$$

$$[F^-] = \sqrt{\frac{3,9 \times 10^{-11}}{1,35 \times 10^{-3}}} = \sqrt{2,9 \times 10^{-8}} = 1,7 \times 10^{-4} \text{ mol.dm}^{-3} = 1,7 \times 10^{-4} \times 18,998 / 1000 = 3,2 \times 10^{-6} \text{ g.cm}^{-3}$$

2.4 Calcule a massa de MgCO₃ (em mg) que se poderá formar por reacção completa do magnésio existente em 200 mL desta água com uma solução de Na₂CO₃.

M (MgCO₃) = 84,313 g/mol



Em 200 mL desta água

$$m(Mg^{2+}) = 10,5 \text{ mg.L}^{-1} \times 0,200 \text{ L} = 2,1 \text{ mg}$$

$$mol(Mg^{2+}) = \frac{2,1 \times 10^{-3} \text{ g}}{24,305} = 8,6 \times 10^{-5} \text{ mol} = mol(MgCO_3)$$

$$massa(MgCO_3) = 8,6 \times 10^{-5} \text{ mol} \times 84,313 \text{ g.mol}^{-1} = 7,2 \times 10^{-3} \text{ g} = 7,2 \text{ mg}$$

2.5 Embora não indicado na tabela, a água em causa também apresenta na sua composição iões metálicos dissolvidos. De entre os iões da seguinte lista diga qual ou quais os que não poderiam coexistir com os restantes na mesma água. Justifique a sua resposta. (considere que todos os iões existem em quantidades molares idênticas).

Fe²⁺, Fe³⁺, Cu⁺, Cu²⁺

De entre os pares redox deste sistema o Fe³⁺/Fe²⁺ é o que tem maior potencial de redução pelo que o Fe³⁺ se vai reduzir a Fe²⁺ enquanto o Cu⁺ será obrigado a oxidar-se em quantidades molares iguais.

Assim, neste sistema o Fe³⁺ e o Cu⁺ se transformarão e deixarão de existir em solução pelo que não podem coexistir.

2.6 Calcule o número de iões bicarbonato (HCO₃⁻) que existem num litro desta água.

M (HCO₃⁻) = 61,016 g/mol

$$[HCO_3^-] = \frac{1547,0 \times 10^{-3} \text{ g} \cdot L^{-1}}{61,016 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 2,535 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot L^{-1}$$

$$n_{iões}^{\circ} = 2,535 \times 10^{-2} \text{ mol} \times 6,022 \times 10^{23} \text{ iões} \cdot \text{mol}^{-1} = 1,527 \times 10^{22} \text{ iões}$$