

Olimpíadas de Química+

Semifinal 2018-03-10

Duração 1h 30min

Pergunta	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Total
Cotação	20	16	20	24	20	100
Classificação						

Escola

Nome

Nome

Nome

Nota: Apresente todos os cálculos que efetuar

Dados:

$$\rho_{\text{água}} = 1,0 \text{ g cm}^{-3}$$

$$\text{Volume molar} = 22,4 \text{ dm}^3$$

Valor paramétrico da $[\text{Na}^+]$ em água para
consumo humano – 200 mg/dm^3

$$k_{\text{CH}_4} = 3,36 \times 10^{-15} \text{ cm}^3 \text{ moléculas}^{-1} \text{ s}^{-1}$$

$$h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ J s}$$

$$c = 3,00 \times 10^8 \text{ m/s}$$

$$N_A = 6,022 \times 10^{23}$$

Questão1

A madeira é principalmente constituída por macromoléculas, como a celulose, as hemiceluloses e a lenhina, e em menor proporção, outros componentes de menor massa molecular de natureza orgânica e inorgânica (como o cálcio, o potássio ou o magnésio, entre outros elementos).

A celulose (Figura 1A) é o principal componente da parede celular, sendo uma biomolécula de massa molecular elevada, constituído por unidades de D-glucose (Figura 1B e 1C) ligadas entre si através de uma ligação covalente. A fórmula empírica é $(C_6H_{10}O_5)_n$ tipicamente com valores entre 300 e 700, mas podendo atingir 7000. Entre as várias fibras de celulose formam-se ligações por ponte de hidrogénio, responsáveis pela rigidez da celulose e pela manutenção da estrutura das plantas. A celulose é a biomolécula mais abundante à superfície da Terra.



Por outro lado, a D-glucose é igualmente um dos hidratos de carbono mais importantes em Biologia sendo um dos principais produtos da fotossíntese e a fonte de energia das células onde é oxidada numa sequência de reações bioquímicas.

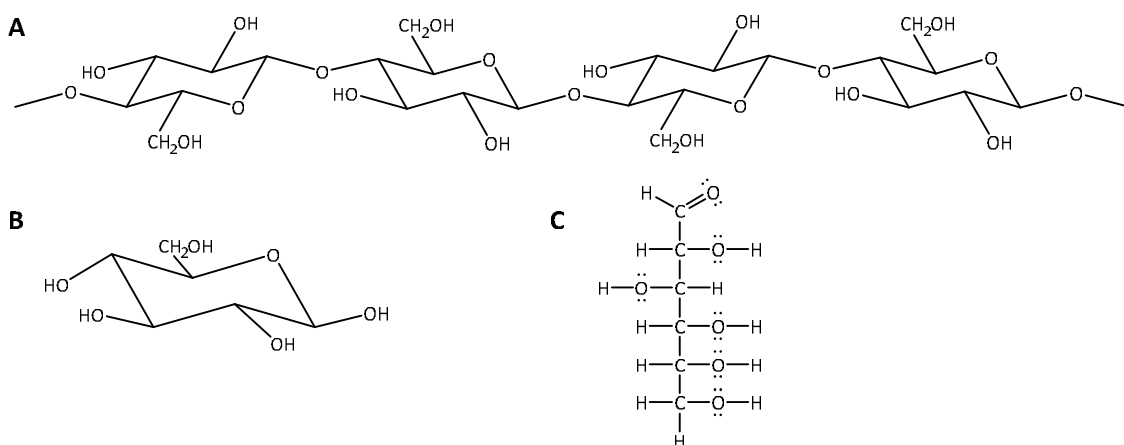


Figura 1. Estrutura molecular de um segmento de uma cadeia de celulose (A), da β -D-glucose na forma cíclica (B) e a estrutura de Lewis da D-glucose na forma aberta (C).

1.1. Identifique as famílias correspondentes aos grupos funcionais presentes na forma aberta da D-glucose (forma C). Assinale a opção correta.

- Aldeído e cetona
- Ácido carboxílico e álcool
- Álcool e aldeído
- Álcool e éster

1.2. Assinale a opção correta. A β -D-glucose (forma B), relativamente à celulose, é o:
(Assinale a opção correta)

- polímero
- isómero
- dímero
- monómero

1.3. Em caso de incêndio florestal um dos principais compostos para o qual ocorrerá a combustão será a D-glucose. Escreva a equação química, devidamente acertada, que traduz esta reação de combustão completa (fórmula molecular de C, $C_6H_{12}O_6$).

1.4. Atendendo aos valores de energia de ligação que constam da Tabela 1, determine o ΔH da reação de combustão da D-glucose.

Tabela 1- Energias de ligação

Ligação	Energia (kJ/mol)	Ligação	Energia (kJ/mol)
C-H	413	O=O	498
C-C	347	C=O	745
C-O	358	C=O (no CO_2)	799
O-H	467		

1.5. Qual o número de moléculas que resultam da combustão completa de 20 g de glucose?

1.6. Admitindo que cerca de 30 % duma árvore viva é D-glucose, determine o volume de CO₂, em condições PTN, libertado na combustão da D-glucose de uma árvore de 800 kg. Apresente o resultado em m³.

1.7. Desenhe as estruturas de Lewis das moléculas de água e de dióxido de carbono, indicando em cada caso número de eletrões de valência, eletrões ligantes e pares isolados presentes.

Água	Dióxido de carbono
Nº eletrões de valência _____	Nº eletrões de valência _____
Nº eletrões ligantes _____	Nº eletrões ligantes _____
Nº eletrões não ligantes _____	Nº eletrões não ligantes _____

Questão 2

Na sequência de um pequeno fogo florestal, ocorreu o escoamento de matéria ardida para um lago na proximidade. Este escoamento alterou as propriedades físico-químicas da água, como o pH, e o teor em certos elementos como o cálcio, o potássio ou o magnésio.

Foi feita uma recolha de água para análise após o escoamento e os resultados foram comparados com uma análise efetuada antes do escoamento (Tabela 2).

O volume de água recolhida em cada uma das análises foi de 500 cm³.



Tabela 2- Resultados da análise da água do lago.

Parâmetro	Antes do escoamento	Depois do escoamento
pH	8,2	7,9
Teor de Ca ²⁺ (mg dm ⁻³)	88,1	110
Teor de K ⁺ (mg dm ⁻³)	7,05	12,0
Teor de Mg ²⁺ (mg dm ⁻³)	22,3	30,4

2.1. Calcule a concentração, em unidades do sistema internacional, de magnésio na amostra de água recolhida após o escoamento.

2.2. Calcule a fração molar de cálcio na amostra de água recolhida após o escoamento (considere apenas a presença dos elementos constantes da Tabela 2).

2.3. Considere que a água do lago faz parte de uma rede de captação de água para posterior tratamento de modo a torná-la apta para consumo humano.

A água bruta quando entra na estação de tratamento sofre diversos processos para remover poluentes e fazer o ajuste de certos parâmetros.



Por lei, os valores paramétricos para água de consumo humano para os iões de cálcio e magnésio não devem

ultrapassar os valores de 100 e 50 mg dm⁻³, respetivamente, e o pH deve estar compreendido entre 6,5 e 9,0.

Com base nesta informação, complete as seguintes afirmações com os termos adequados.

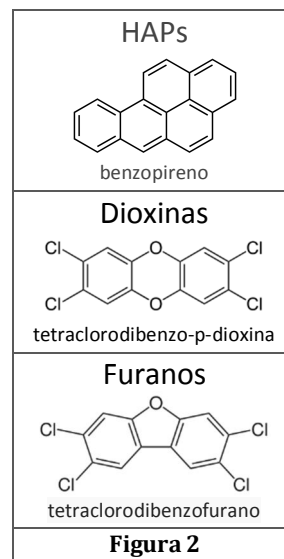
A- Considerando a água após o escoamento de matéria ardida, o elemento cujo teor não cumpre a legislação é o _____ .

B- Considerando o valor de pH da água antes e após o escoamento, pode concluir que o carácter da matéria ardida é _____ .

C- A estação de tratamento de água envolvida neste processo ajusta o pH da água de entrada ao valor de pH 8,5. Assim, o tratamento da água do lago após o escoamento implicaria a adição de _____ , em _____ quantidade que no caso da água antes do escoamento.

Questão 3

Os problemas ambientais resultantes dos incêndios florestais vão muito para além do que é visível na floresta queimada pois durante os incêndios formam-se diversos poluentes entre os quais compostos orgânicos subprodutos da combustão de material orgânico. De entre os poluentes destacam-se os hidrocarbonetos aromáticos policíclicos (HAPs), as dioxinas e os furanos, que correspondem a um conjunto de mais de 300 compostos orgânicos distintos detetados em amostras de ar, solo, água, sedimentos, vegetação, organismos aquáticos e terrestres, bem como no corpo humano (tecido adiposo, leite materno e plasma sanguíneo). Estes poluentes são considerados pela Organização Mundial de Saúde como mutagénicos e cancerígenos para o Homem. A sua toxicidade é agravada pelo facto de serem compostos muito persistentes. Os HAPs uma vez dissolvidos em água, resistem a numerosos tratamentos de degradação, os quais em alguns casos originam derivados halogenados ainda mais nocivos que o composto original. Em particular as dioxinas são frequentemente mencionadas nos meios de comunicação.



3.1. As moléculas de dioxina e de furano que se representam na Figura 2 são exemplos de membros destas classes mais vulgarmente detetados e dos mais nocivos. Estes compostos têm na sua composição os elementos Carbono, Oxigénio, Hidrogénio e Cloro.

a) Preencha os espaços em branco e selecione as opções corretas.

A 1ª energia de ionização é a quantidade de energia necessária para _____

O Carbono e Oxigénio pertencem ao mesmo _____ da Tabela Periódica, sendo a 1ª energia de ionização, respetivamente, 1086,5 e 1313,9 kJ mol⁻¹.

O fator predominante que justifica a diferença observada é o _____ do Carbono para o Oxigénio. Consequentemente, no caso do Oxigénio a remoção eletrónica está

(dificultada/facilitada) _____ devido à (maior/menor)
_____ força de _____ núcleo-
_____ de _____.

b) Apresente a distribuição eletrônica do ião mais frequente do Oxigênio.

c) O Cloro tem dois isótopos Cloro-35 e Cloro-37.

i. Sabendo que a massa atômica relativa do cloro é 35,45 calcule as percentagens relativas de cada isótopo.

ii. Complete as frases seguintes:

^{35}Cl apresenta _____ protões _____ eletrões _____ neutrões

^{37}Cl apresenta _____ protões _____ eletrões _____ neutrões

3.2. A legislação nacional (Decreto-Lei nº 306/2007 de 27 de Agosto) impõe que o limite máximo admissível de benzopireno ($\text{C}_{20}\text{H}_{12}$) em águas para consumo humano seja 0,01 ppb. Expresse a concentração na unidade de concentração mol dm^{-3} .

3.3. A presença de cloro na estrutura molecular das dioxinas e dos furanos aumenta a toxicidade do composto mas tal não quer dizer que o cloro tenha sempre o mesmo efeito nocivo. Um exemplo é o caso do cloreto de sódio que ingerimos diariamente e que também pode ser usado a nível laboratorial por exemplo para despistar a presença de prata numa solução desconhecida. Qual o volume de uma solução de NaCl $0,2 \text{ mol dm}^{-3}$ que deve ser usada para preparar 50 cm^3 de uma solução $0,01 \text{ mol dm}^{-3}$.

Questão 4

O uso de águas subterrâneas contribui com cerca de um terço para o consumo total de água doce no mundo. A ocorrência de água doce geralmente é limitada a uma camada de cerca de cem metros no subsolo. Em maiores profundidades ocorre água salgada. A utilização econômica das águas subterrâneas para o abastecimento público de água, indústria e agricultura só é possível quando o seu teor salino não excede determinados limites. A água salgada pode, em casos extremos, levar ao abandono dos poços de abastecimento quando as concentrações de iões dissolvidos excedem os padrões de água potável, pois a sua remoção geralmente precisa de medidas de tratamento de água caras e tecnicamente avançadas.

A figura 3 mostra a relação entre água doce e água salgada num aquífero costeiro livre onde se encontra representada a posição da cunha salina, o nível freático original e a “zona de mistura” ou transição da região de água doce para água salgada.

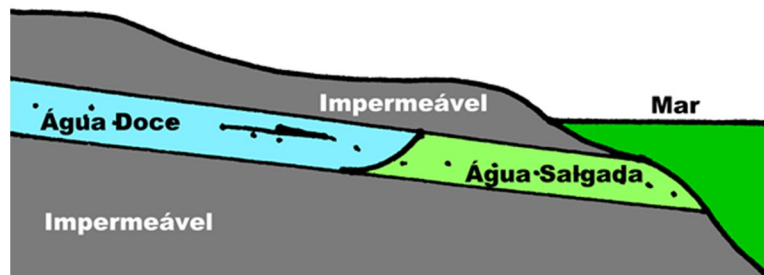


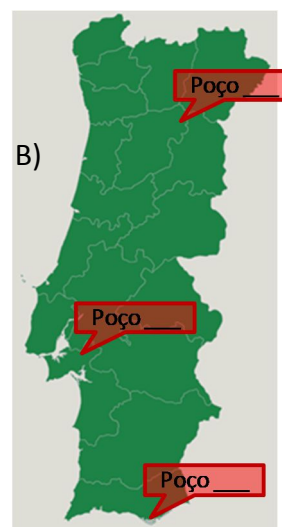
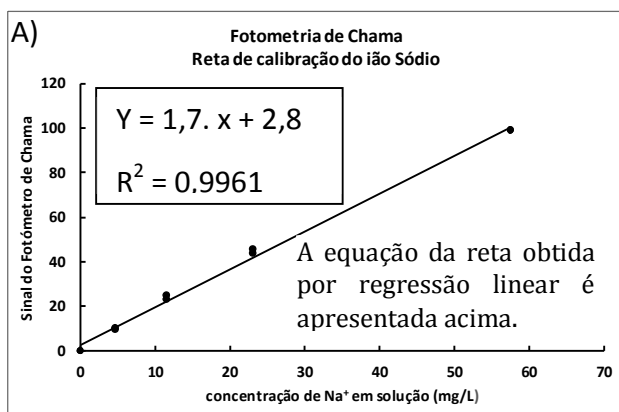
Figura 3

Se o potencial do aquífero é pequeno, ocorre o avanço de água salgada para o seu interior originando uma zona de transição mais ou menos bem desenvolvida (água doce – água salgada), dependendo do potencial de recarga de água doce.

4.1. Cada elemento tem um espectro de riscas característico. Esta propriedade pode ser usada para determinar a concentração de sódio na água usando um fotómetro de emissão de chama. A intensidade da radiação emitida por um dado elemento em estudo é proporcional à sua concentração na solução em análise.

O gráfico apresentado na figura 4A) mostra a relação entre a intensidade de luz emitida (I), a um comprimento de onda (λ) característico do átomo de Na, em função da concentração iónica deste elemento em soluções de NaCl (intervalo de concentrações de 4,6 a 57,5 mg/dm³ em Na⁺).

Posteriormente foram analisadas 3 amostras em triplicado provenientes de poços artesianos em localizações distintas (ver figura 4B)). Cada uma das amostras foi diluída 10 vezes e os resultados das leituras de emissão efetuadas encontram-se na tabela da figura 2 C). Paralelamente foi analisada uma amostra de água do mar previamente diluída 300 vezes.



C)

Amostra	Sinal Instrumental (I)		
Poço A	23,2	24,8	20,3
Poço B	40,3	43,4	42,7
Poço C	89,8	90,0	91,6
Água do mar	65,5	65,7	65,2

Figura 4

- a) A partir dos dados da equação de regressão linear obtida (ver gráfico), calcular a concentração em massa de NaCl nas amostras do Poço A, Poço C e Água do mar.

b) Diga porque foi necessário aplicar um fator de diluição superior à água do mar.

c) Tendo em atenção o texto de introdução à questão 4, identifique no mapa apresentado na figura 4B) a localização de cada poço de amostragem e verifique se alguma das amostras é própria para consumo humano (consultar valor paramétrico).

4.2. A Figura 5 mostra a variação da condutividade elétrica (grandeza diretamente proporcional à concentração salina) da água de um poço com a profundidade. Explique a diferença entre a curva do ano 2001 e a do ano 2004 e proponha uma possível explicação para esta alteração.

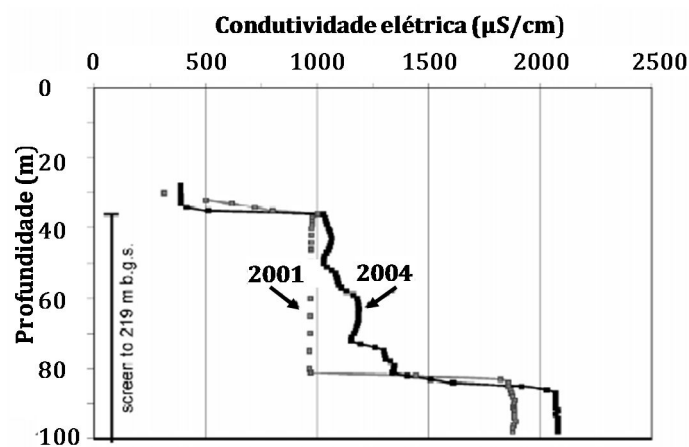


Figura 5

4.3. Sabendo que num aquífero a profundidade (z) da interface entre a água doce ($\rho = 1,000 \text{ g/cm}^3$) e a água salgada é 40 vezes superior à sua altura (h) acima do nível médio da água do mar, calcule a densidade da água salgada.

$$z = \frac{\rho_f \cdot h}{\rho_s - \rho_f}$$

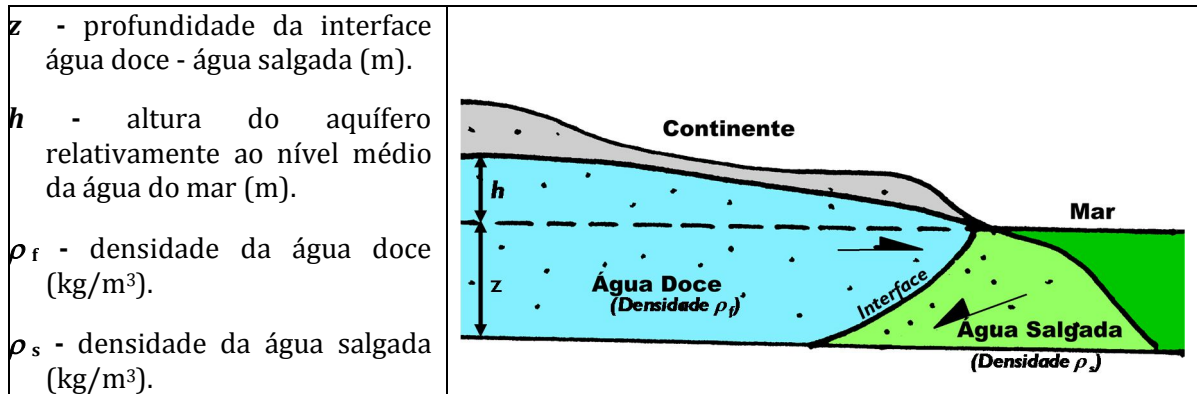


Figura 6

Questão 5

Para além dos efeitos socioeconómicos dos fogos florestais decorrentes da perda de fontes de rendimento de famílias, habitações ou mesmo de vidas humanas, existem também os efeitos causados no ambiente, em particular na atmosfera.

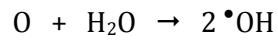
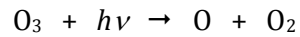
O fumo emitido pelos fogos florestais é composto maioritariamente por partículas em suspensão e por compostos de carbono, nitrogénio e enxofre. O metano, CH_4 , é um dos três principais compostos de carbono que são emitidos para a atmosfera, cuja quantidade anual proveniente da combustão da biomassa está estimada em 50×10^9 kg. Além desta, existem outras fontes de emissão que globalmente são responsáveis pela presença de CH_4 na atmosfera com uma concentração média de 1,8 ppm_v.



5.1. Exprima a concentração média de metano na atmosfera em moléculas cm^{-3} nas condições normais de pressão e temperatura.

5.2. O CH_4 é naturalmente removido da atmosfera através da sua reação com o radical hidroxilo, $\bullet\text{OH}$, na troposfera. A reação ocorre sem a intervenção de mais algum reagente e leva à formação de água e de um outro radical. Escreva a equação química, devidamente acertada, que traduz a reação entre o metano e o radical hidroxilo.

- 5.3. O radical hidroxilo é formado na troposfera em consequência da fotodecomposição do ozono troposférico.



Calcule o comprimento de onda máximo, expresso em *nanómetros*, da radiação incidente que permitirá decompor o ozono, sabendo que a quebra homolítica da sua ligação O-O requer uma energia mínima de 386 kJ/mol nas condições troposféricas.

- 5.4. A velocidade de perda de metano por reação com o radical $\bullet\text{OH}$ é expressa por:

$$v_{\text{perda } \text{CH}_4} = \frac{\Delta[\text{CH}_4]}{\Delta t} = k_{\text{CH}_4} [\text{CH}_4] [\bullet\text{OH}]$$

Calcule a velocidade de perda de metano quando a concentração de radical $\bullet\text{OH}$ é constante ao longo do tempo e igual a $[\bullet\text{OH}] = 1,1 \times 10^6$ moléculas cm^{-3} .