

Estuda FQ
Professor Marco Pereira



www.estudafq.pt



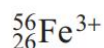
96 310 99 94

Ficha de Exames Nacionais

Química 10.º ano - Unidade I e II

Exame Nacional de 2025 - Época Especial

* 5.3. Considere o ião ferro(3+), representado por



Em relação ao átomo de ferro que lhe deu origem, o ião representado tem

- (A) mais três prótons.
- (B) menos três prótons.
- (C) mais três eletrões.
- (D) menos três eletrões.

5.4. O ferro apresenta quatro isótopos naturais, sendo o mais abundante o ferro-56, com uma abundância relativa de 91,754%. Qual das expressões permite calcular o número de átomos de ferro-56 presentes numa peça de ferro com a massa de 17,42 g?

- (A) $\frac{17,42 \times 91,754 \times N_A}{55,85 \times 100}$
- (B) $\frac{55,85 \times 17,42 \times 91,754}{100 \times N_A}$
- (C) $\frac{55,85 \times 91,754}{17,42 \times 100 \times N_A}$
- (D) $\frac{17,42 \times 55,85 \times 91,754 \times N_A}{100}$

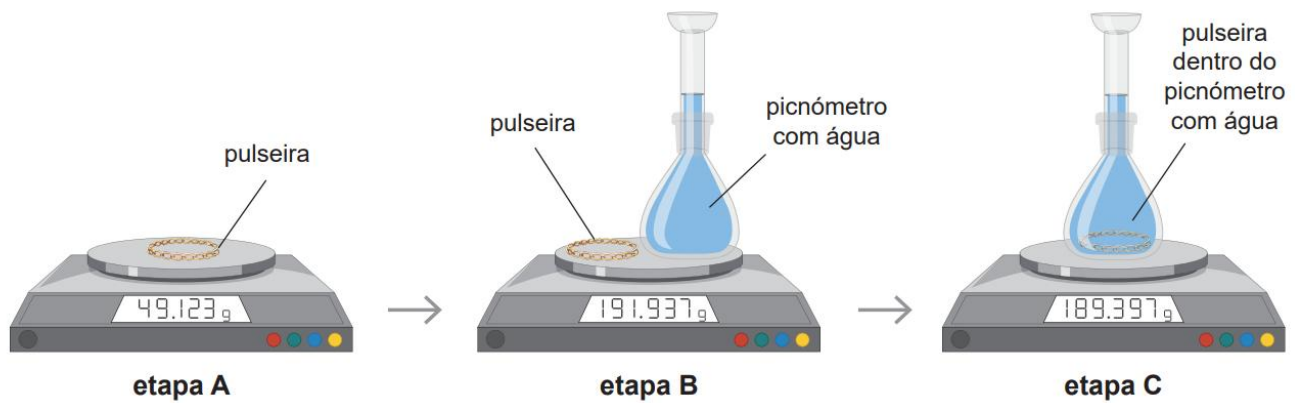
6. Junto a um navio naufragado encontrou-se uma pulseira. Depois de limpa, determinou-se a sua densidade relativa, através da técnica de picnometria.

Considere que, nesta experiência, a densidade relativa é determinada pelo quociente entre a massa volúmica de um material, ρ_{material} , e a massa volúmica da água, $\rho_{\text{água}}$, à mesma temperatura:

$$d_{\text{material}} = \frac{\rho_{\text{material}}}{\rho_{\text{água}}}$$

Na Figura 4, está representada a medição da massa, em gramas, em três etapas distintas, **A**, **B** e **C**, do procedimento experimental.

Considere a temperatura constante durante a realização da atividade.



*** 6.1.** Determine a densidade relativa da pulseira.

Na sua resposta, comece por deduzir a expressão matemática que relaciona a densidade relativa com as massas obtidas nas etapas **A**, **B** e **C**, m_A , m_B e m_C , respetivamente.

Mostre como chegou à sua resposta.

6.2. A determinação da densidade relativa pode ser afetada por erros sistemáticos ou acidentais.

Considere os seguintes erros procedimentais:

- não secar o exterior do picnómetro numa das etapas;
- utilizar uma balança mal calibrada.

Os erros identificados são

- (A) ambos aleatórios.
- (B) ambos sistemáticos.
- (C) aleatório e sistemático, respetivamente.
- (D) sistemático e aleatório, respetivamente.

8.2. Um dos problemas ambientais associados à dessalinização da água do mar é a descarga, em meio marinho, da salmoura, uma solução aquosa que resulta do processo de dessalinização e que contém todos os sais que, inicialmente, se encontravam dissolvidos na água do mar.

Considere que, por cada metro cúbico de água dessalinizada produzida, são também produzidos 2 m^3 de salmoura.

Comparativamente à água do mar, a concentração de sais na salmoura é maior por um fator de

- (A) 3,0
- (B) 2,5
- (C) 2,0
- (D) 1,5

Exame Nacional de 2025 - 2.ª fase

1.2. A molécula de NH_3 é estruturalmente semelhante à molécula de fosfina, PH_3 .

A elevada temperatura de ebulição do amoníaco, comparativamente à da fosfina, deve-se ao facto de o amoníaco apresentar, como dominantes, ligações

- (A) intramoleculares polares.
- (B) de Van der Waals.
- (C) de hidrogénio.
- (D) covalentes entre os átomos.

4. Os dirigíveis, utilizados como meio de transporte, sobretudo no início do século XX, usavam di-hidrogénio como gás de sustentação, que, por questões de segurança, foi sendo substituído por hélio.

Considere uma amostra de átomos de hidrogénio em que os eletrões mais energéticos da amostra se encontram no 3.º estado excitado.

4.1. Quantas riscas se podem obter no espectro de emissão desta amostra?

- (A) 2 (B) 3 (C) 5 (D) 6

* 4.2. Qual das espécies seguintes apresenta o mesmo número de eletrões que a espécie ${}^3_1\text{H}$?

- (A) ${}^3_2\text{He}$ (B) ${}^3_2\text{He}^+$ (C) ${}^4_2\text{He}$ (D) ${}^4_2\text{He}^{2+}$

6. A utilização do «hidrogénio verde» na produção de amoníaco, $\text{NH}_3(\text{g})$, tem incentivado a exploração do $\text{NH}_3(\text{g})$ como combustível ambientalmente mais sustentável do que os combustíveis fósseis.

A combustão do $\text{NH}_3(\text{g})$ pode ser traduzida por



- * 6.1. Associe cada uma das moléculas, indicadas na Coluna I, à geometria molecular correspondente, apresentada na Coluna II.

Escreva, na folha de respostas, cada letra da Coluna I seguida do número correspondente da Coluna II.

A cada letra corresponde apenas um número.

COLUNA I	COLUNA II
(a) NH_3	(1) Linear
(b) O_2	(2) Angular
(c) H_2O	(3) Triangular plana
	(4) Piramidal trigonal
	(5) Tetraédrica

- * 6.2. A configuração eletrónica do átomo de oxigénio no estado fundamental pode ser representada por

- (A) $1s^2 2s^2 2p_x^2 2p_y^2$
 (B) $1s^2 2s^2 2p_x^2 2p_y^1 2p_z^1$
 (C) $1s^2 2s^2 2p_x^1 2p_y^1 2p_z^1 3s^1$
 (D) $1s^2 2s^2 2p^2 3s^2$

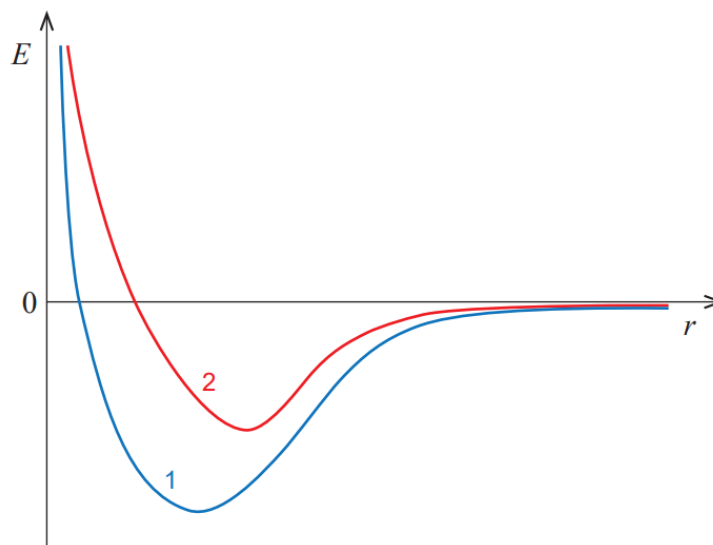
- * 6.3. Para estudar a reação de combustão do $\text{NH}_3(\text{g})$, colocaram-se, num motor de teste, 2,3 mol de $\text{NH}_3(\text{g})$, com excesso de $\text{O}_2(\text{g})$.

Considere que, nas condições em que se realizou a combustão, o volume molar é $24,1 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1}$ e o rendimento da reação é 30%.

Determine o volume de $\text{N}_2(\text{g})$ formado na combustão.

Apresente todos os cálculos efetuados.

- * 6.4. A Figura 8 apresenta o gráfico da energia potencial, E , em função da distância internuclear, r , para as moléculas de dióxigénio, O_2 , e de dinitrogénio, N_2 .



Identifique, justificando, qual das curvas, 1 ou 2, corresponde à molécula de N_2 .

Baseie a sua argumentação na comparação das energias de ligação e dos comprimentos de ligação.

Comece por apresentar as fórmulas de estrutura de Lewis das moléculas de O_2 e de N_2 .

Apresente um texto bem estruturado e utilize linguagem científica adequada.

Exame Nacional de 2025 - 1.ª fase

4. No início do século XIX, Sir Humphry Davy fez descobertas notáveis nos domínios da Química e da Física.

4.1. Este cientista isolou pela primeira vez, entre outros elementos, o sódio, Na, o potássio, K, e o magnésio, Mg.

* 4.1.1. Têm tendência para formar iões monopositivos os átomos de

- (A) Na e de Mg, pertencendo ambos os elementos ao mesmo grupo da tabela periódica.
- (B) Na e de Mg, pertencendo ambos os elementos ao mesmo período da tabela periódica.
- (C) Na e de K, pertencendo ambos os elementos ao mesmo grupo da tabela periódica.
- (D) Na e de K, pertencendo ambos os elementos ao mesmo período da tabela periódica.

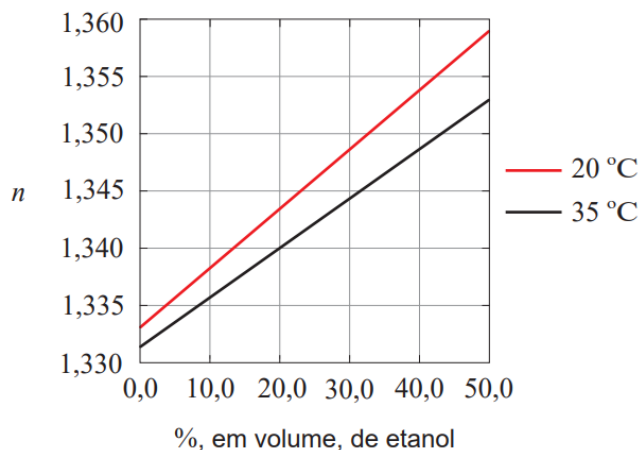
* 4.1.2. Ordene os átomos de Na, de K e de Mg, por ordem crescente do raio atómico, justificando a ordenação com base nas configurações eletrónicas desses átomos no estado fundamental e nas suas cargas nucleares.

Apresente um texto bem estruturado e utilize linguagem científica adequada.

6. O refratómetro é um aparelho laboratorial que mede o índice de refração de uma solução. Neste aparelho, faz-se aumentar o ângulo de incidência de uma radiação monocromática na superfície de separação entre um prisma de vidro e a amostra em análise, até que ocorra reflexão total da luz.

A concentração da solução é determinada pela sua relação com o índice de refração.

O gráfico da Figura 4 representa o índice de refração, n , de soluções aquosas de etanol em função da percentagem, em volume, de etanol, para duas temperaturas diferentes.



- 6.1. No gráfico, a ordenada na origem corresponde ao índice de refração

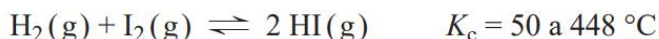
- (A) da água pura e é maior para a temperatura mais elevada.
- (B) do etanol puro e é maior para a temperatura mais elevada.
- (C) da água pura e é menor para a temperatura mais elevada.
- (D) do etanol puro e é menor para a temperatura mais elevada.

7. Antes da utilização da iluminação LED, os refratómetros usavam lâmpadas de vapor de sódio, com uma luz amarela característica.

* 7.1. A cor amarela característica da luz das lâmpadas de vapor de sódio deve-se à

- (A) emissão de radiação associada a uma desexcitação eletrónica.
- (B) absorção de radiação associada a uma desexcitação eletrónica.
- (C) emissão de radiação associada a uma excitação eletrónica.
- (D) absorção de radiação associada a uma excitação eletrónica.

9. A reação entre o di-hidrogénio, $\text{H}_2(\text{g})$, e o di-iodo, $\text{I}_2(\text{g})$, origina iodeto de hidrogénio, $\text{HI}(\text{g})$, num equilíbrio que pode ser traduzido por



- 9.1. Associe cada uma das moléculas, indicadas na Coluna I, à expressão que a descreve, apresentada na Coluna II.

Escreva, na folha de respostas, cada letra da Coluna I seguida do número correspondente da Coluna II.

A cada letra corresponde apenas um número.

COLUMNA I	COLUMNA II
(a) H_2	(1) Molécula polar, apenas com eletrões de valência ligantes.
(b) I_2	(2) Molécula apolar, apenas com eletrões de valência ligantes.
(c) HI	(3) Molécula polar, com seis eletrões de valência não ligantes.
	(4) Molécula apolar, com doze eletrões de valência não ligantes.
	(5) Molécula apolar, com seis eletrões de valência não ligantes.

Exame Nacional de 2024 - Época Especial

1. Portugal integra, desde 1979, um programa internacional de recolha de amostras de ar para análise dos gases com efeito de estufa. De entre esses gases, destacam-se o dióxido de carbono, CO_2 , o metano, CH_4 , o monóxido de carbono, CO , e o óxido de dinitrogénio, N_2O .

- 1.1. Considere que, no local de recolha, o ar é homogéneo e que as amostras são representativas do ar circundante.

Numa amostra de 200 cm^3 de ar seco, existem $8,34 \times 10^{-2} \text{ cm}^3$ de CO_2 .

O teor de CO_2 nessa amostra é _____ e é _____ ao teor de CO_2 no ar circundante, nas mesmas condições de pressão e de temperatura.

- (A) $4,17 \times 10^2$ ppm (em volume) ... inferior
 (B) $4,17 \times 10^2$ ppm (em volume) ... igual
 (C) $4,17 \times 10^{-4}$ ppm (em volume) ... igual
 (D) $4,17 \times 10^{-4}$ ppm (em volume) ... inferior

- 1.2. Considere dois recipientes iguais, fechados, um deles contendo CH_4 ($M = 16,05 \text{ g mol}^{-1}$) e o outro contendo CO ($M = 28,01 \text{ g mol}^{-1}$), ambos no estado gasoso e nas mesmas condições de pressão e de temperatura.

Dentro dos dois recipientes, o número de moléculas é

- (A) igual, e a massa de gás também é igual.
(B) diferente, mas a massa de gás é igual.
(C) igual, mas a massa de gás é diferente.
(D) diferente, e a massa de gás também é diferente.

- * 1.3. Na tabela, apresentam-se diferentes quantidades, n , de $\text{N}_2\text{O}(\text{g})$ e os respetivos volumes, V , medidos nas mesmas condições de pressão e de temperatura.

n / mol	V / dm^3
1,10	21,2
2,30	46,1
3,80	74,5
4,70	91,6
6,40	125,5

Averigue, justificando, se o $\text{N}_2\text{O}(\text{g})$ se encontra nas condições normais de pressão e de temperatura (condições PTN).

Na resposta, comece por apresentar a equação da reta de ajuste obtida.

1.4. Associe cada um dos átomos, no estado fundamental, apresentados na Coluna I, ao esboço do espectro fotoeletrónico correspondente, apresentado na Coluna II.

Escreva, na folha de respostas, cada letra da Coluna I seguida do número correspondente da Coluna II.

A cada letra corresponde apenas um número.

COLUNA I	COLUNA II
(a) Carbono (b) Nitrogénio (c) Oxigénio	(1) (2) (3) (4) (5)

2. O metano, $\text{CH}_4(\text{g})$, tem um potencial de efeito de estufa muito superior ao do dióxido de carbono. Por esse motivo, em aterros sanitários ou em refinarias de petróleo, é preferível realizar a sua combustão, originando a libertação de dióxido de carbono.

A reação de combustão pode ser traduzida por



- * 2.2. A energia libertada na combustão de 40,0 g de $\text{CH}_4(\text{g})$ ($M = 16,05 \text{ g mol}^{-1}$) permitiu aquecer até 35,0 °C uma amostra de água inicialmente a 10,0 °C.

Admita que a combustão foi realizada a pressão constante, com excesso de $\text{O}_2(\text{g})$ e com um rendimento de 100% em todos os processos envolvidos.

Considere as energias de ligação médias apresentadas na tabela seguinte.

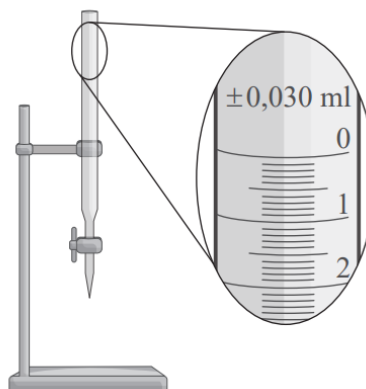
Ligação	$E(\text{C} - \text{H})$	$E(\text{C} = \text{O})$	$E(\text{O} = \text{O})$	$E(\text{O} - \text{H})$
$E / \text{kJ mol}^{-1}$	414	799	490	460

Determine a massa da amostra de água que foi aquecida.

Apresente todos os cálculos efetuados.

8. Numa aula laboratorial, pretende-se que os alunos efetuem medições de massas e de volumes e, posteriormente, determinem o número de iões hidróxido, OH^- , numa gota de água.

- * 8.1. Na Figura 3, apresentam-se os instrumentos usados por um grupo de alunos, dos quais apenas a bureta tem inscrita a indicação do fabricante relativa à sua sensibilidade.



As medidas registadas pelos alunos foram

$$m = (5,934 \pm 0,005) \text{ g}$$

$$V = (6,00 \pm 0,05) \text{ cm}^3$$

Que medidas estão corretamente registadas?

- (A) Apenas a medida da massa.
- (B) Apenas a medida do volume.
- (C) Ambas as medidas.
- (D) Nenhuma das medidas.

Exame Nacional de 2024 - 2.ª Fase

1. Os telescópios espaciais, que orbitam a Terra ou o Sol, permitem observar o espaço longínquo em diferentes comprimentos de onda.

Na Figura 1, está representado o Telescópio Espacial James Webb (cuja sigla corrente, JWST, designa o seu nome original, em inglês, *James Webb Space Telescope*), podendo observar-se o espelho principal, o escudo solar e os painéis fotovoltaicos.

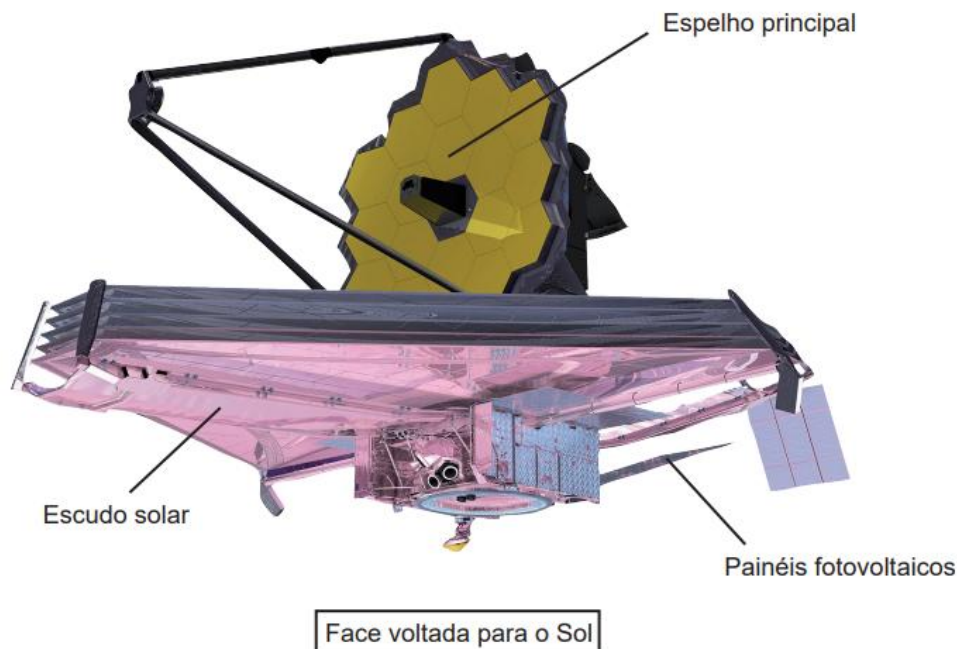


Figura 1

- * 1.2. O escudo solar do JWST impede que a luz proveniente do Sol, da Terra e da Lua atinja alguns dos seus equipamentos, permitindo que estes se mantenham à temperatura adequada ao seu funcionamento.

Complete o texto seguinte, selecionando a opção correta para cada espaço.

Escreva, na folha de respostas, cada uma das letras seguida do número que corresponde à opção selecionada.

A função do escudo solar do JWST é a) a energia que é transferida do Sol, da Terra e da Lua por b). Este telescópio já conseguiu identificar várias substâncias no Universo, entre as quais hidrocarbonetos saturados, como, por exemplo, c), e substâncias constituídas por moléculas apolares, como, por exemplo, d).

a)	b)	c)	d)
1. refratar	1. radiação	1. C_2H_2	1. CH_4
2. refletir	2. condução	2. C_2H_4	2. NH_3
3. difratar	3. convecção	3. C_2H_6	3. H_2O

1.4. Enquanto nos espelhos comuns, na Terra, se utiliza, como superfície refletora, o alumínio, Al, o espelho principal do JWST é revestido por uma camada de ouro, Au.

- * 1.4.1. Compare o número de átomos de ouro com o número de átomos de alumínio necessários para revestir espelhos de área igual com uma camada metálica de espessura igual.

Considere as massas volúmicas do ouro e do alumínio, respetivamente, $\rho_{\text{Au}} = 19,3 \text{ g cm}^{-3}$ e $\rho_{\text{Al}} = 2,7 \text{ g cm}^{-3}$.

Na sua resposta, estabeleça a razão entre o número de átomos de ouro e o número de átomos de alumínio, arredondada às unidades.

Mostre como chegou ao resultado solicitado.

5. Os óxidos de nitrogénio, essencialmente provenientes da combustão nos motores dos automóveis e nas centrais térmicas, contribuem para a formação de diversas espécies químicas com impacto no ambiente.

5.1. Os óxidos de nitrogénio são constituídos por átomos de nitrogénio e de oxigénio.

5.1.1. A energia de ionização do nitrogénio, isolado e em fase gasosa, é a energia mínima necessária para que, a partir de uma mole de átomos no estado fundamental, se forme uma mole de iões

(A) N^+ , tendo cada ião dois eletrões desemparelhados.

(B) N^- , tendo cada ião dois eletrões desemparelhados.

(C) N^+ , que não têm eletrões desemparelhados.

(D) N^- , que não têm eletrões desemparelhados.

- * 5.1.2. Comparando o átomo de nitrogénio com o de oxigénio, ambos no estado fundamental, verifica-se que a carga nuclear do átomo de nitrogénio é

(A) maior e que o seu raio atómico é maior.

(B) menor e que o seu raio atómico é menor.

(C) maior e que o seu raio atómico é menor.

(D) menor e que o seu raio atómico é maior.

- * 5.2. Na preparação de uma comunicação sobre o efeito da poluição automóvel na camada de ozono, um grupo de alunos recolheu a informação seguinte:

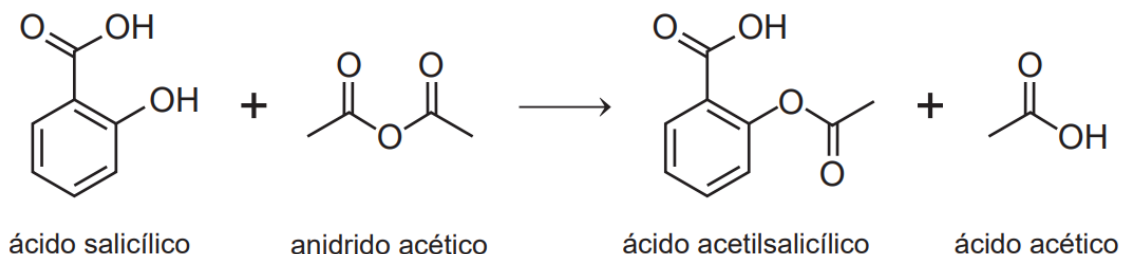
O gás monóxido de nitrogénio, NO, proveniente do escape dos automóveis, oxida-se facilmente na troposfera, formando o gás dióxido de nitrogénio, NO_2 . Ao chegar à estratosfera, o NO_2 decompõe-se, por ação da radiação UV, em dois radicais livres, o monóxido de nitrogénio e o oxigénio atómico. Por sua vez, o radical monóxido de nitrogénio pode reagir com o ozono estratosférico, O_3 , originando dióxido de nitrogénio e dióxigénio gasosos.

Apresente, num texto bem estruturado e utilizando linguagem científica adequada, uma proposta de comunicação que inclua:

- as três equações químicas que traduzem as reações descritas na informação recolhida pelos alunos;
- a fundamentação para o facto de a decomposição do NO_2 ocorrer predominantemente na estratosfera;
- a explicação para o facto de uma única molécula de NO conduzir à destruição de várias moléculas de ozono.

6. O ácido acetilsalicílico é uma das substâncias mais utilizadas na redução da inflamação, da dor e da febre.

Na síntese desta substância, o ácido salicílico, $C_7H_6O_3$ ($M = 138,13 \text{ g mol}^{-1}$), reage com o anidrido acético, $C_4H_6O_3$ ($M = 102,10 \text{ g mol}^{-1}$ e $\rho = 1,08 \text{ g cm}^{-3}$), dando origem ao ácido acetilsalicílico, $C_9H_8O_4$ ($M = 180,17 \text{ g mol}^{-1}$), e ao ácido acético. Esta reação é catalisada por ácido sulfúrico e pode ser traduzida por



* 6.1. Os grupos funcionais presentes no ácido salicílico são

- (A) carboxilo e hidroxilo.
- (B) carboxilo e amina.
- (C) carbonilo e hidroxilo.
- (D) carbonilo e amina.

Exame Nacional de 2024 - 1.ª Fase

1. As medalhas atribuídas nos Jogos Olímpicos de Tóquio, que decorreram em 2021, foram totalmente produzidas a partir de material reciclado de equipamentos eletrónicos.

A Figura 1 apresenta a massa de cada medalha, de ouro, de prata e de bronze, e a percentagem, em massa, dos elementos que as constituem.

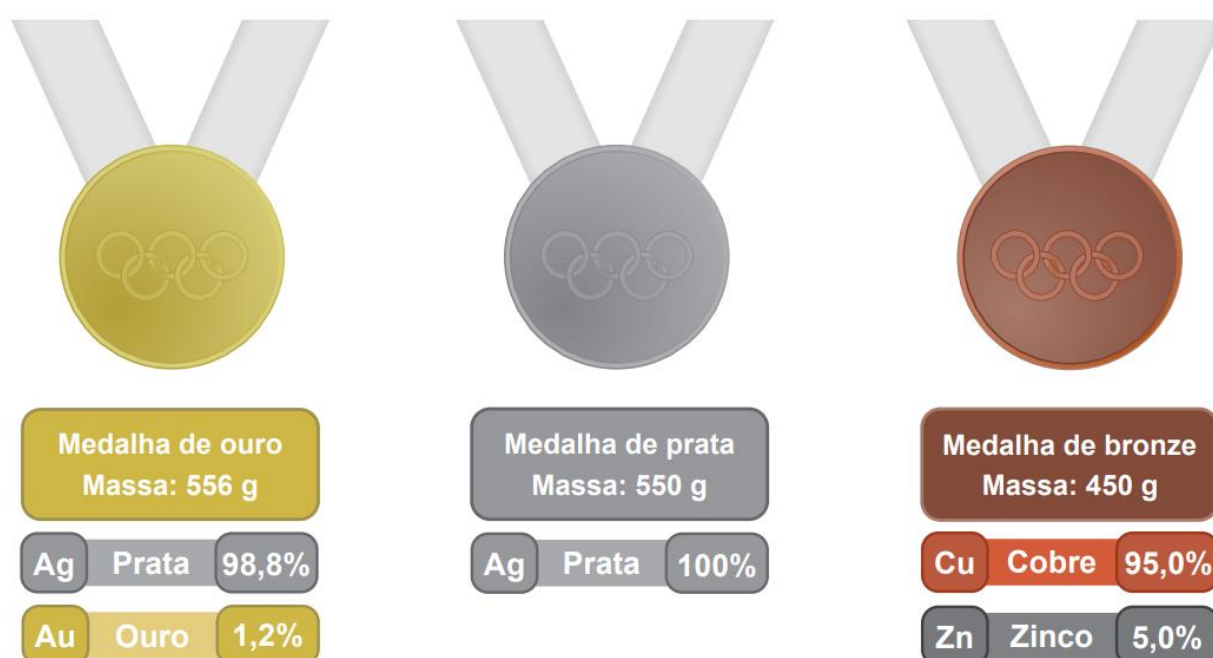


Figura 1

*** 1.1.** Complete o texto seguinte, selecionando a opção correta para cada espaço.

Escreva, na folha de respostas, cada uma das letras seguida do número que corresponde à opção selecionada.

A interação responsável pela formação de ligações químicas é de natureza a) .
Genericamente, uma interação deste tipo b) .

Nas medalhas, a ligação química ocorre c) e é designada ligação d) .

a)	b)	c)	d)
1. eletromagnética	1. apenas pode ser atrativa	1. por partilha localizada de eletrões	1. covalente
2. gravítica	2. apenas pode ser repulsiva	2. entre catiões e aniões	2. metálica
3. nuclear	3. pode ser atrativa ou repulsiva	3. entre catiões e eletrões livres	3. iónica

1.2. Na medalha de ouro, o número de átomos de prata, quando comparado com o número de átomos de ouro, é, aproximadamente,

- (A) 183 vezes superior.
- (B) 82 vezes superior.
- (C) 99 vezes superior.
- (D) 150 vezes superior.

*** 1.3.** O cobre tem dois isótopos naturais, o cobre-63 e o cobre-65.

A massa isotópica relativa do cobre-63 é 62,93, e existem 4,653 mol deste isótopo na medalha de bronze.

Determine a percentagem, em massa, do isótopo cobre-63 no cobre da medalha.

Apresente todos os cálculos efetuados.

*** 2.2.3.** O ouro pode originar um ião positivo, representado simbolicamente por $^{197}_{79}\text{Au}^{3+}$.

Este ião contém

- (A) 76 neutrões.
- (B) 79 neutrões.
- (C) 118 neutrões.
- (D) 197 neutrões.

4. A prova de 400 metros planos exige um esforço muscular intenso, o que pode levar à formação de ácido láctico, $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{COOH}$, que, em excesso, causa dores musculares e cansaço.

* 4.1. A Figura 3 representa um modelo tridimensional da molécula de ácido láctico, na qual todas as ligações são covalentes, simples ou duplas.

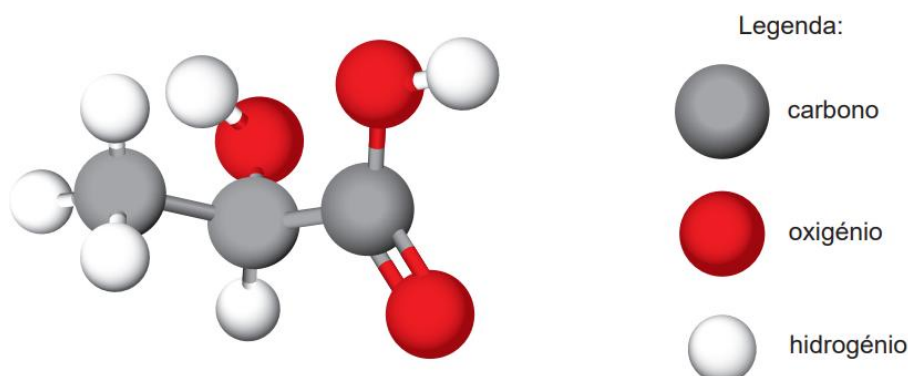


Figura 3

Comparada com a ligação $\text{C} - \text{O}$, a ligação $\text{C} = \text{O}$ apresenta

- (A) menor energia de ligação e maior comprimento de ligação.
- (B) menor energia de ligação e menor comprimento de ligação.
- (C) maior energia de ligação e maior comprimento de ligação.
- (D) maior energia de ligação e menor comprimento de ligação.

- 4.4. Associe cada um dos átomos, no estado fundamental, apresentados na Coluna I, à afirmação correspondente, apresentada na Coluna II.

Escreva, na folha de respostas, cada letra da Coluna I seguida do número correspondente da Coluna II.

A cada letra corresponde apenas um número.

COLONA I	COLONA II
(a) Carbono	(1) Possui três orbitais totalmente preenchidas.
(b) Oxigénio	(2) Tem quatro eletrões de valência.
(c) Hidrogénio	(3) Tende a formar iões dipositivos estáveis.
	(4) Adquire configuração de gás nobre ao ganhar um eletrão.
	(5) Apresenta todos os eletrões de valência emparelhados.

- * 5. As lesões desencadeiam processos inflamatórios que, geralmente, levam a um aumento localizado da temperatura. Em medicina desportiva, obtêm-se imagens com gradientes térmicos corporais, chamadas termografias, para diagnosticar lesões.

A Figura 4 apresenta uma imagem termográfica que revela um aumento da temperatura, θ , da região medial do joelho de um atleta.

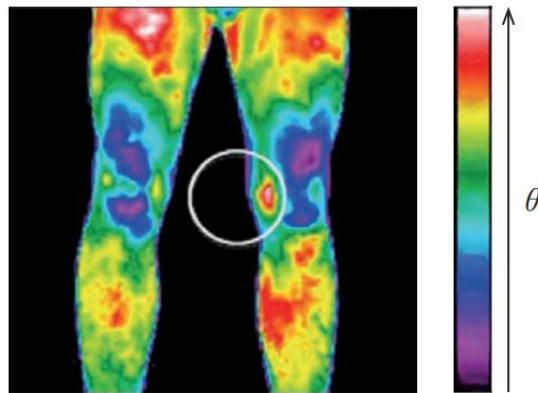


Figura 4

Fonte: www.intechopen.com/chapters/28453 (consultado em 17/10/2023). (Adaptado)

Na termografia, regista-se a intensidade

- (A) da radiação infravermelha emitida pelo atleta.
- (B) da radiação infravermelha absorvida pelo atleta.
- (C) dos raios X emitidos pelo atleta.
- (D) dos raios X absorvidos pelo atleta.

Exame Nacional de 2023 - Época Especial

1. O etanol, $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$, faz parte da composição de bebidas alcoólicas e pode ser utilizado como combustível.

O etanal, CH_3CHO , pode ser obtido a partir do etanol, e a sua principal utilização é a produção de ácido etanoico.

O ácido etanoico, CH_3COOH , tem utilizações variadas, destacando-se o fabrico de essências artificiais.

A Figura 1 representa modelos tridimensionais das moléculas de etanol, etanal e ácido etanoico.

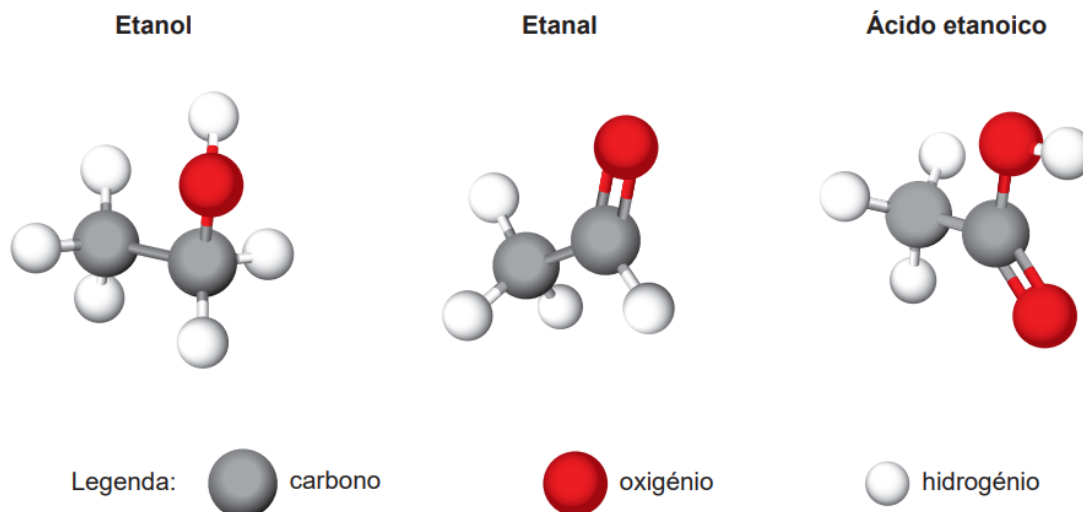


Figura 1

- * 1.1. Os grupos funcionais nas moléculas de etanol e de ácido etanoico são, respetivamente,

- (A) carbonilo e hidroxilo.
- (B) hidroxilo e carboxilo.
- (C) carbonilo e carboxilo.
- (D) hidroxilo e carbonilo.

- 1.2. Na molécula de etanal, os números de pares de eletrões ligantes e de pares de eletrões não ligantes são, respetivamente,

- (A) seis e um.
- (B) sete e um.
- (C) seis e dois.
- (D) sete e dois.

4. A presença de etanol, $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ ($M = 46,08 \text{ g mol}^{-1}$), num indivíduo pode ser detetada por diferentes métodos.

- * 4.2. Um condutor ingeriu duas canecas de cerveja contendo, cada uma, 0,50 L com 5,2%, em volume, de $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$.

Uma hora depois, o condutor foi submetido a uma análise laboratorial, tendo sido detetados 0,64 g de $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ por litro de sangue.

Considere que:

- nem todo o etanol ingerido chega à corrente sanguínea;
- o condutor tem 6,0 L de sangue, e o seu organismo removeu, na primeira hora, 8,5 g de $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ da corrente sanguínea;
- a massa volúmica do etanol é $0,789 \text{ g cm}^{-3}$, à temperatura e à pressão do organismo do condutor.

Mostre que 30%, em massa, do $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ ingerido chegou à corrente sanguínea durante a primeira hora, após a ingestão das duas canecas de cerveja.

8. Em 1814, um físico detetou, no espectro do Sol, uma série de riscas negras que viriam a ser conhecidas como riscas de Fraunhofer. Alguns anos depois, seria um químico, R. Bunsen, a identificar a causa destas riscas negras no espectro solar. No laboratório, Bunsen observou que certas substâncias, ao serem aquecidas no bico de Bunsen (testes de chama), originavam espectros de linhas brilhantes característicos e relacionou, para determinados elementos químicos, espectros de absorção com espectros de emissão.

Atualmente, a pesquisa de elementos químicos também é feita na atmosfera de exoplanetas. Na atmosfera do planeta WASP-121 b, foram inicialmente detetados dois elementos: o cálcio e um outro, aqui designado por X, letra que não corresponde ao símbolo do elemento químico. Recentemente, também foi detetada a presença de bário na atmosfera do exoplaneta.

- 8.1. Para determinar as energias de remoção dos eletrões dos átomos, utiliza-se a espectroscopia fotoeletrónica (PES). A Figura 9 mostra um excerto do espectro de dois elementos, do bloco s da Tabela Periódica, presentes na atmosfera do WASP-121 b, o Ca e o elemento X. No excerto, figuram as energias de remoção dos eletrões de valência destes dois elementos.

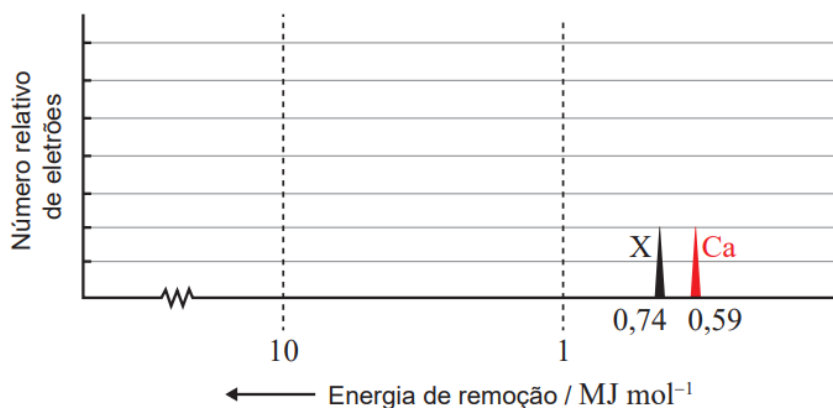


Figura 9

Os dois elementos pertencem ao mesmo _____ da Tabela Periódica, tendo o elemento X um número atómico _____ ao do cálcio.

- (A) período ... inferior
- (B) grupo ... inferior
- (C) período ... superior
- (D) grupo ... superior

*** 8.2.** Uma amostra de um sal desconhecido foi aquecida com uma chama. Com um espectroscópio, obteve-se o seu espectro na região do visível.

Na Figura 10, representam-se o espectro da amostra e os espectros atómicos de X e do bário.

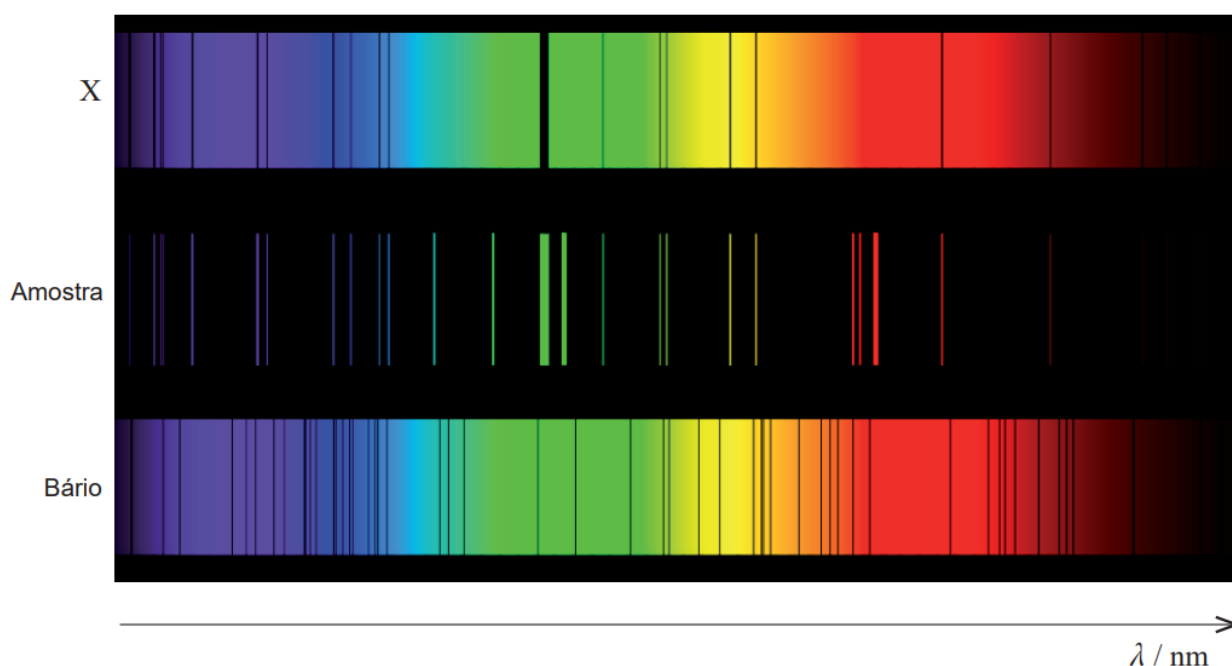


Figura 10

Complete o texto seguinte, seleccionando a opção adequada a cada espaço.

Escreva, na folha de respostas, cada uma das letras seguida do número que corresponde à opção seleccionada. A cada letra corresponde um só número.

De acordo com a informação da Figura 10, a amostra contém catiões de **a)**, uma vez que o seu espectro **b)** tem riscas que resultam da **c)** dos iões desse(s) elemento(s).

a)	b)	c)
1. bário	1. de emissão	1. excitação
2. X	2. de absorção	2. desexcitação
3. bário e de X	3. contínuo	3. ionização

* 8.3. No Quadro I, indicam-se as cores das chamas associadas à presença de alguns cátions.

Quadro I

	Cobre	Sódio	Bário	Cálcio	Potássio
Cor da chama	Azul-esverdeado	Amarelo	Verde-claro	Vermelho-tijolo	Lilás

Numa aula de laboratório, realizou-se uma atividade que visava a identificação de cátions metálicos em três amostras distintas de alguns sais. Os cátions são representados por M, N, O, T e W (que não correspondem a símbolos químicos) e estão contemplados no Quadro I.

Para a atividade, os alunos dispunham de:

- cloreto de M, cloreto de N, cloreto de O, cloreto de T e cloreto de W;
- sulfato de M, sulfato de N, sulfato de O, sulfato de T e sulfato de W.

Os alunos embeberam pedaços de algodão em etanol, que colocaram em três cadinhos de porcelana, e adicionaram a mesma quantidade de cada um dos sais aos cadinhos.

Depois de provocar a ignição do etanol, observaram as cores presentes na chama.

Os resultados obtidos pelos grupos 1 e 2 foram registados no Quadro II.

Quadro II

	Amostra	Cor
Grupo 1	Cloreto de N	Amarelo
	Cloreto de T	Verde-claro
	Cloreto de W	Azul-esverdeado
Grupo 2	Cloreto de O	Vermelho-tijolo
	Sulfato de M	Lilás-amarelado
	Cloreto de T	Verde-claro

Mostre, fundamentando, qual dos grupos não atingiu totalmente o objetivo da atividade.

Na sua resposta, explicita duas razões, uma relativa ao procedimento (controle de variáveis) e outra relativa à interpretação dos resultados obtidos.

Escreva um texto estruturado, utilizando linguagem científica adequada.

Exame Nacional de 2023 - 2.^a Fase

2. O cloreto de prata, AgCl , é um sal branco que, ao ser exposto a uma luz suficientemente energética, sofre uma reação fotoquímica, observando-se um escurecimento.

Para investigar experimentalmente o efeito de algumas radiações do espectro visível na reação fotoquímica do AgCl , um grupo de alunos preparou cinco tubos de ensaio da forma seguinte:

Tubo de ensaio A – Sem revestimento

Tubo de ensaio B – Revestimento transparente vermelho

Tubo de ensaio C – Revestimento transparente verde

Tubo de ensaio D – Revestimento transparente azul

Tubo de ensaio E – Revestimento opaco prateado

Em cada tubo de ensaio, os alunos colocaram 1,0 mL de solução aquosa de nitrato de prata, $\text{AgNO}_3(\text{aq})$, e 1,0 mL de solução aquosa de cloreto de sódio, $\text{NaCl}(\text{aq})$, para formar o precipitado de $\text{AgCl}(\text{s})$.

Após o mesmo tempo de exposição à luz visível, os alunos removeram os revestimentos dos tubos de ensaio B, C, D e E.

A Figura 2 esquematiza os tubos de ensaio, antes e após a remoção dos revestimentos.

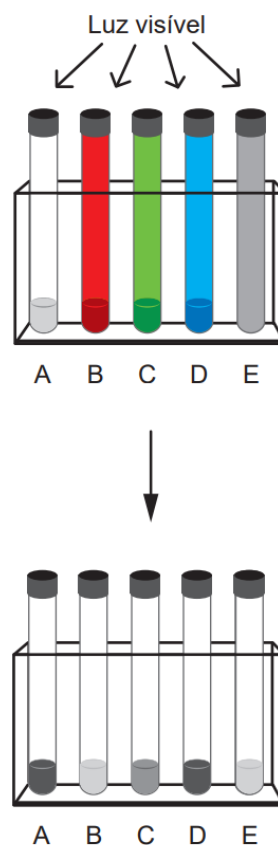


Figura 2

- 2.1. Analisados os resultados da experiência, conclui-se que as amostras de AgCl escurecem quando são expostas a _____ das radiações da luz visível e que, no tubo de ensaio E, sendo a luz visível _____ pelo revestimento, a amostra não escurece.

- (A) algumas ... refletida (B) algumas ... transmitida
(C) qualquer uma ... refletida (D) qualquer uma ... transmitida

- * 2.2. Qual é a opção em que se apresentam as radiações testadas por ordem crescente de energia?

- (A) Azul, vermelha e verde. (B) Azul, verde e vermelha.
(C) Vermelha, verde e azul. (D) Vermelha, azul e verde.

5. O modelo de Bohr do átomo de hidrogénio, proposto em 1913, baseando-se em órbitas estacionárias circulares, permite o cálculo da energia dos eletrões nos diferentes níveis de energia. A cada nível de energia do eletrão corresponde uma única órbita em torno do protão.

* 5.2.2. A Figura 6 representa as quatro primeiras riscas do espectro de emissão, na zona do visível, do átomo de hidrogénio em função do comprimento de onda, λ , da radiação.

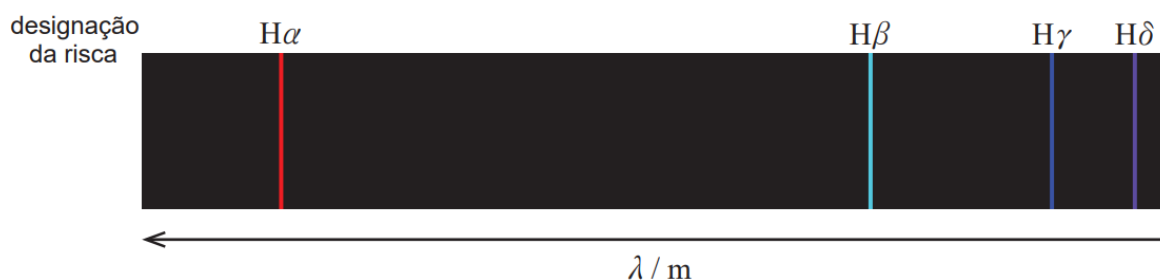


Figura 6

Qual é a risca correspondente à transição eletrónica com origem no nível 4?

- (A) $H\alpha$
- (B) $H\beta$
- (C) $H\gamma$
- (D) $H\delta$

7. As indústrias cimenteiras são grandes emissoras de dióxido de carbono, CO_2 .

Uma das estratégias para a redução e valorização do $\text{CO}_2(\text{g})$ consiste em fazê-lo reagir com di-hidrogénio, $\text{H}_2(\text{g})$, formando metano, $\text{CH}_4(\text{g})$, e água, $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$, o que permite armazenar energia na forma de CH_4 (gás natural sintético). A reação pode ser traduzida por



* 7.1. Determine a variação de entalpia da reação.

Considere as energias de ligação médias apresentadas na tabela.

Ligação	$E(\text{C} - \text{H})$	$E(\text{C} = \text{O})$	$E(\text{C} - \text{O})$	$E(\text{O} - \text{H})$	$E(\text{H} - \text{H})$
$E / \text{kJ mol}^{-1}$	414	799	354	460	436

Apresente todos os cálculos efetuados.

- * 7.3.** Associe as moléculas apresentadas na Coluna I às respetivas geometrias moleculares, que constam na Coluna II.

Escreva, na folha de respostas, cada letra da Coluna I, seguida do número correspondente da Coluna II. A cada letra corresponde apenas um número.

COLUNA I	COLUNA II
(a) CO_2	(1) Piramidal trigonal
(b) CH_4	(2) Linear
(c) H_2O	(3) Tetraédrica
	(4) Triangular plana
	(5) Angular

- 8.2.** Na monitorização do ar à saída do precipitador, é avaliada a concentração de material particulado, PM, constituído fundamentalmente por partículas em suspensão.

Considere que, a partir de uma amostra de 1 m^3 de gases de exaustão, se obtém, por filtração, uma massa de $5,00 \times 10^{-5} \text{ g}$ de material particulado.

Admita um valor médio de $2,62 \times 10^{-20} \text{ g}$ de massa para uma partícula de PM.

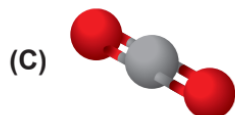
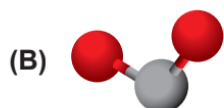
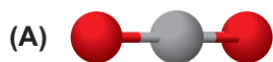
Qual é a quantidade de PM, em unidades SI, na amostra considerada?

- (A) $5,24 \times 10^{-6}$
(B) $3,15 \times 10^8$
(C) $1,91 \times 10^{15}$
(D) $3,17 \times 10^{-9}$

Exame Nacional de 2023 - 1.ª Fase

1. O relatório *Nature's Solutions to Climate Change*, do Fundo Monetário Internacional, publicado em 2019, refere que uma baleia vale por milhares de árvores, no que diz respeito à captura de dióxido de carbono, CO_2 (g). As baleias alimentam-se de fitoplâncton, que é composto por seres microscópicos fotossintéticos que capturam o CO_2 da atmosfera; ao fazê-lo, as baleias incorporam muito carbono no seu organismo. Quando morrem, afundam-se no oceano, depositando, em média, o equivalente a 33 toneladas de CO_2 .

* 1.1. Em qual das opções seguintes está representado um modelo tridimensional da molécula de CO_2 ?



- 1.2. Qual das expressões seguintes permite calcular o volume ocupado por 33 toneladas de CO_2 ($M = 44,01 \text{ g mol}^{-1}$), em condições PTN?

(A) $\frac{44,01 \times 22,4}{33 \times 10^6} \text{ dm}^3$

(B) $\frac{33 \times 10^6 \times 22,4}{44,01} \text{ dm}^3$

(C) $\frac{44,01 \times 33 \times 10^6}{22,4} \text{ dm}^3$

(D) $\frac{22,4}{44,01 \times 33 \times 10^6} \text{ dm}^3$

3. O aço é formado, essencialmente, por ferro, Fe, e carbono, C. Para melhorar algumas das propriedades do aço, como a resistência à corrosão ou ao calor, podem adicionar-se outros elementos.

Adicionando-se cromo, Cr, obtém-se uma liga bastante resistente à corrosão atmosférica. Este aço, em contacto com o dióxigénio, O_2 , presente no ar, forma uma película sólida protetora, não porosa e impermeável, maioritariamente de trióxido de dicromo, Cr_2O_3 .

* 3.1. Considere uma liga constituída por ferro, carbono e cromo. Destes elementos, são metais

- (A) Fe e C, que pertencem a diferentes períodos da tabela periódica.
- (B) Fe e C, que pertencem a diferentes grupos da tabela periódica.
- (C) Fe e Cr, que pertencem ao mesmo período da tabela periódica.
- (D) Fe e Cr, que pertencem ao mesmo grupo da tabela periódica.

- 3.3. No estado fundamental, o átomo de oxigénio, comparativamente ao átomo de carbono, apresenta um número de energias de remoção eletrónica

- (A) igual e um maior número de orbitais de valência totalmente preenchidas.
- (B) igual e um menor número de orbitais de valência totalmente preenchidas.
- (C) diferente e um maior número de orbitais de valência totalmente preenchidas.
- (D) diferente e um menor número de orbitais de valência totalmente preenchidas.

6. O ácido nítrico, $HNO_3(aq)$ ($M = 63,02 \text{ g mol}^{-1}$), é considerado um ácido forte, sendo bastante corrosivo. É um dos compostos químicos mais produzidos mundialmente. Desde 1902, é preparado industrialmente em três etapas sequenciais (processo de Ostwald):

* 6.1. Complete o texto seguinte, fazendo corresponder a cada letra o número da opção correta.

Escreva, na folha de respostas, cada uma das letras seguida do número que corresponde à opção selecionada. A cada letra corresponde um só número.

A molécula de NH_3 tem a) eletrões de valência, sendo b) o número de eletrões não-ligantes, o que lhe confere uma geometria c) .

a)	b)	c)
1. dez	1. dois	1. tetraédrica
2. oito	2. quatro	2. piramidal trigonal
3. seis	3. zero	3. triangular plana

Exame Nacional de 2022 - Época Especial

1. A água, H_2O , é uma substância que apresenta propriedades físicas e químicas particulares.

* 1.1. A molécula de água apresenta, no total,

- (A) oito eletrões, dos quais dois são não ligantes.
- (B) oito eletrões, dos quais quatro são não ligantes.
- (C) dez eletrões, dos quais dois são não ligantes.
- (D) dez eletrões, dos quais quatro são não ligantes.

* 1.4. Quando se coloca uma determinada massa de água líquida num congelador, observa-se um aumento do volume da água durante a sua solidificação. Comparativamente à água líquida, o gelo apresenta

- (A) maior massa volúmica e ligações de hidrogénio mais intensas.
- (B) maior massa volúmica e ligações de hidrogénio menos intensas.
- (C) menor massa volúmica e ligações de hidrogénio mais intensas.
- (D) menor massa volúmica e ligações de hidrogénio menos intensas.

* 5.2. Nesta técnica, utilizam-se estações hidropónicas constituídas por várias unidades.

Uma determinada unidade hidropónica beneficia de um enriquecimento do ar em dióxido de carbono, CO_2 , para valores de 800 ppm (em volume). A percentagem de referência de CO_2 no ar é 0,038% (em volume).

Admita que o volume de ar da unidade hidropónica é $3,0 \text{ dm}^3$ e que, nas condições de pressão e temperatura desta unidade, o volume molar é $24,0 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1}$.

Calcule o aumento da quantidade de CO_2 , na unidade hidropónica, caso se proceda ao referido enriquecimento do ar em CO_2 , nas condições de pressão e temperatura indicadas.

Apresente todos os cálculos efetuados.

* 7.2. O sal cloreto de sódio é constituído pelos iões sódio, Na^+ , e cloreto, Cl^- .

Os iões Na^+ e Cl^- , no estado fundamental,

- (A) apresentam, ambos, sete eletrões de valência.
- (B) têm configurações eletrónicas iguais.
- (C) apresentam, ambos, cinco orbitais ocupadas.
- (D) têm igual número de orbitais de valência.

7.3. O sódio e o cloro situam-se no mesmo período da tabela periódica.

* 7.3.1. No estado fundamental, o átomo de sódio tem _____ raio atómico e _____ energia de ionização do que o átomo de cloro.

- (A) maior ... maior
- (B) menor ... maior
- (C) menor ... menor
- (D) maior ... menor

7.3.2. O elemento cloro apresenta dois isótopos estáveis, o cloro-35 (^{35}Cl) e o cloro-37 (^{37}Cl), de massas isotópicas relativas 34,97 e 36,97, respetivamente.

O isótopo cloro-35 é

- (A) mais abundante e tem menos dois neutrões do que o cloro-37.
- (B) mais abundante e tem menos dois protões do que o cloro-37.
- (C) menos abundante e tem menos dois neutrões do que o cloro-37.
- (D) menos abundante e tem menos dois protões do que o cloro-37.

Exame Nacional de 2022 - 2.ª Fase

1. O Sol emite luz, mas também fluxos de partículas que constituem o vento solar.

Estas partículas carregadas eletricamente, como protões, eletrões e iões de hélio, interagem com o campo magnético terrestre, deformando-o.

1.2. As partículas energéticas constituintes do vento solar, ao entrarem na alta atmosfera terrestre, provocam manifestações de luz conhecidas por auroras. As auroras mais comuns apresentam cor verde, o que se deve, essencialmente, à presença de oxigénio atómico.

1.2.1. Na alta atmosfera terrestre, encontra-se oxigénio atómico, mas raramente se encontra nitrogénio atómico, porque a ligação covalente _____ na molécula de dinitrogénio tem _____ energia de ligação do que a ligação covalente na molécula de dioxigénio.

- | | |
|----------------------|----------------------|
| (A) dupla ... menor | (B) dupla ... maior |
| (C) tripla ... menor | (D) tripla ... maior |

* 1.2.2. A cor observada nas auroras mais comuns deve-se à _____ de radiação, associada a transições eletrónicas para níveis de energia _____ do átomo de oxigénio.

- | | |
|-----------------------------|-----------------------------|
| (A) emissão ... inferiores | (B) emissão ... superiores |
| (C) absorção ... inferiores | (D) absorção ... superiores |

3. No laboratório da escola, um grupo de alunos realizou uma atividade experimental que consistia na medição de volumes de água e das massas respetivas. Os alunos usaram uma bureta graduada, um gobelé e uma balança digital.

Considere a temperatura constante ao longo de toda a atividade e que a massa do gobelé, vazio e seco, é 68,82 g.

- 3.1. Os alunos mediram o volume de água escoada para um gobelé.

A Figura 3 ilustra parte da bureta, graduada em cm^3 , estando representado o nível de água observado no início (I) e no final (II) de um dos ensaios.

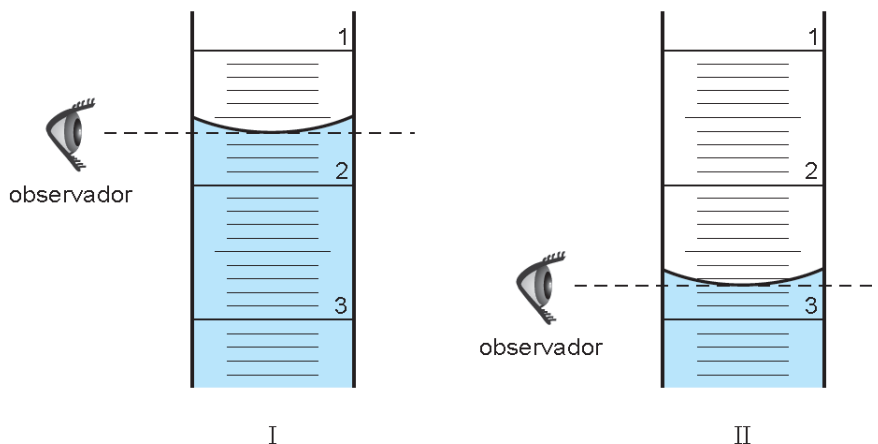


Figura 3

A incerteza da leitura é _____, e o volume de água escoada no ensaio é _____.

- (A) $0,05 \text{ cm}^3 \dots 1,15 \text{ cm}^3$
 (B) $0,05 \text{ cm}^3 \dots 0,85 \text{ cm}^3$
 (C) $0,10 \text{ cm}^3 \dots 1,15 \text{ cm}^3$
 (D) $0,10 \text{ cm}^3 \dots 0,85 \text{ cm}^3$

- * 3.2. Na tabela estão registados os valores do volume, V , de água escoada para o gobelé e da massa, m , de água correspondente.

Calcule a massa de água correspondente ao volume de $61,0 \text{ cm}^3$.

Na resposta:

- apresente a equação da reta de ajuste ao gráfico de m em função de V ;
- apresente o valor solicitado com três algarismos significativos.

Apresente todos os cálculos efetuados.

V / cm^3	m / g
17,30	15,69
32,83	33,54
50,25	49,85
69,71	67,13
84,04	82,24

- * 3.3. Um outro grupo de alunos efetuou a mesma atividade experimental, utilizando o mesmo material, tendo cometido um erro que foi detetado aquando do traçado do gráfico da Figura 4.

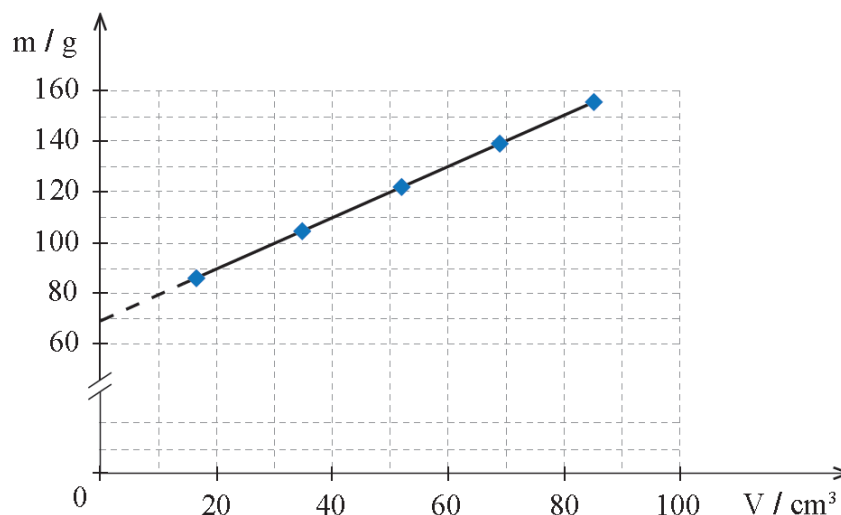


Figura 4

Identifique o erro sistemático cometido pelos alunos e justifique a sua resposta com base na análise do gráfico.

- 5.4. No laboratório, existe uma solução concentrada de HNO_3 ($M = 63,02 \text{ g mol}^{-1}$; K_a muito elevado), com 68% (em massa) de HNO_3 e massa volúmica $1,41 \text{ g cm}^{-3}$.

- * 5.4.1. Calcule o volume de solução concentrada que é necessário para preparar 250 cm^3 de uma solução diluída de HNO_3 com ~~pH de 0,30~~. *$C = 0,50 \text{ mol/dm}^3$*

Apresente todos os cálculos efetuados.

- 7.2. O composto TiX_4 é um composto molecular de geometria tetraédrica.

A Figura 9 apresenta o espectro do átomo do elemento representado pela letra X, obtido por espectroscopia fotoeletrónica (PES), contendo informação de todos os eletrões do átomo deste elemento.

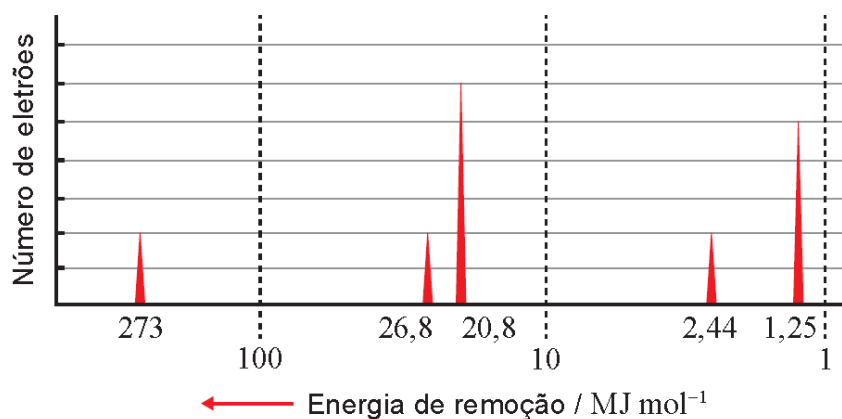


Figura 9

De acordo com o espectro apresentado, pode concluir-se que a primeira energia de ionização deste elemento é

- (A) 273 MJ mol^{-1} e o elemento é o flúor.
- (B) $1,25 \text{ MJ mol}^{-1}$ e o elemento é o flúor.
- (C) 273 MJ mol^{-1} e o elemento é o cloro.
- (D) $1,25 \text{ MJ mol}^{-1}$ e o elemento é o cloro.

Exame Nacional de 2022 - 1.ª Fase

3. A procura de vida extraterrestre envolve a deteção de substâncias cuja existência pode ser indicadora da presença de vida.

*** 3.1.** O metano, CH_4 , é uma dessas substâncias e já foi detetado em Marte.

A molécula de CH_4 apresenta geometria

- (A) piramidal trigonal e é polar.
- (B) tetraédrica e é polar.
- (C) piramidal trigonal e é apolar.
- (D) tetraédrica e é apolar.

*** 3.2.** A descoberta da origem do metano, CH_4 ($M = 16,05 \text{ g mol}^{-1}$), em Marte irá, provavelmente, requerer medições isotópicas.

No planeta Terra, o carbono apresenta dois isótopos estáveis, o carbono-12 (^{12}C) e o carbono-13 (^{13}C). A fração molar do isótopo ^{13}C no carbono é 0,0108.

Calcule o número de átomos do isótopo carbono-13 presentes numa amostra de 1000 g de CH_4 terrestre.

Apresente todos os cálculos efetuados.

- 3.3. Num átomo de carbono, no estado fundamental, existem

- (A) quatro eletrões de valência distribuídos por duas orbitais.
- (B) quatro eletrões de valência distribuídos por três orbitais.
- (C) dois eletrões de valência distribuídos por duas orbitais.
- (D) dois eletrões de valência distribuídos por uma orbital.

- * 3.4. Na Figura 3, está representada a fórmula de estrutura da molécula de uma substância presente no solo marciano.

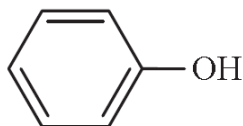
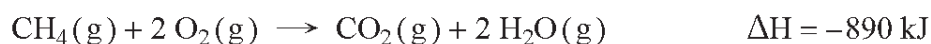


Figura 3

Esta substância pertence à família

- (A) dos aldeídos.
 - (B) das aminas.
 - (C) das cetonas.
 - (D) dos álcoois.
4. Um navio transporta metano, CH_4 ($M = 16,05 \text{ g mol}^{-1}$), acondicionado em tanques. Um tanque na sua capacidade máxima contém $1,17 \times 10^5 \text{ kg}$ de CH_4 liquefeito. O CH_4 liquefeito tem massa volúmica de $0,4241 \text{ g cm}^{-3}$.
- * 4.1. Calcule a massa máxima de CH_4 que seria possível transportar num tanque, caso esta substância se encontrasse no estado gasoso, em condições PTN.
- Apresente todos os cálculos efetuados.
- 4.2. A reação do CH_4 com o dioxigénio, O_2 , em fase gasosa, é traduzida por



4.2.1. Na reação completa do CH_4 proveniente do tanque do navio de transporte, são

- (A) libertados $6,49 \times 10^{12} \text{ J}$ de energia.
- (B) libertados $8,90 \times 10^5 \text{ J}$ de energia.
- (C) consumidos $8,90 \times 10^5 \text{ J}$ de energia.
- (D) consumidos $6,49 \times 10^{12} \text{ J}$ de energia.

Exame Nacional de 2021 - Época Especial

1. Os ácidos orgânicos apresentam um grupo funcional característico.

O ácido cítrico, $C_6H_8O_7$ ($M = 192,14 \text{ g mol}^{-1}$), cuja fórmula de estrutura da molécula se representa na Figura 1, é uma substância presente nos citrinos.

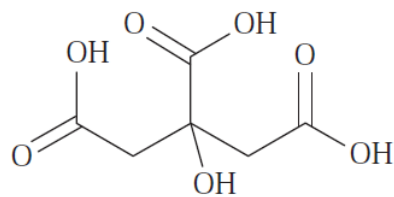


Figura 1

* 1.1. A molécula de ácido tartárico, $C_4H_6O_6$, presente no vinho, tem a fórmula de estrutura representada na Figura 2.

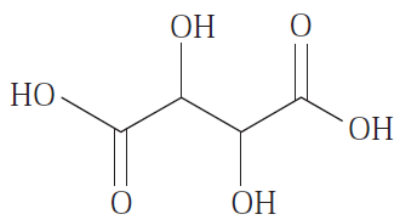


Figura 2

Nas moléculas de ácido cítrico e de ácido tartárico existem, respetivamente,

- (A) dois e três grupos funcionais carboxilo.
- (B) quatro e dois grupos funcionais hidroxilo.
- (C) um e quatro grupos funcionais hidroxilo.
- (D) três e dois grupos funcionais carboxilo.

* 1.2. Um sumo de limão, de massa volúmica $1,03 \text{ g cm}^{-3}$, contém 4,71%, em massa, de ácido cítrico.

Determine a quantidade de ácido cítrico que existe em $75,0 \text{ cm}^3$ desse sumo.

Apresente todos os cálculos efetuados.

* 8. Considere o átomo de carbono e o átomo de oxigénio no estado fundamental.

Compare a energia dos eletrões de valência mais energéticos do átomo de carbono com a energia dos eletrões de valência mais energéticos do átomo de oxigénio.

Explícite o seu raciocínio.

9. O metano é um composto constituído por átomos de hidrogénio e de carbono.

9.1. No espectro de emissão do átomo de hidrogénio, as energias dos fotões correspondentes às transições de menor energia para os níveis $n = 2$ e $n = 3$ são $3,0 \times 10^{-19}$ J e $1,1 \times 10^{-19}$ J, respetivamente.

Assim, pode concluir-se que a diferença de energia entre os níveis

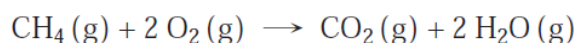
(A) $n = 3$ e $n = 2$ é $1,9 \times 10^{-19}$ J

(B) $n = 4$ e $n = 3$ é $1,9 \times 10^{-19}$ J

(C) $n = 4$ e $n = 2$ é $4,1 \times 10^{-19}$ J

(D) $n = 3$ e $n = 1$ é $4,1 \times 10^{-19}$ J

* 9.2. A combustão do metano pode ser traduzida por



A energia libertada na combustão de 50,0 g de CH_4 é 2500 kJ.

Considere as energias de ligação médias apresentadas na tabela.

Ligação	$E / \text{kJ mol}^{-1}$
$E(\text{C} - \text{H})$	414
$E(\text{C} = \text{O})$	799
$E(\text{O} - \text{H})$	460

Determine, em kJ mol^{-1} , a energia média de dissociação da molécula de O_2 .

Apresente todos os cálculos efetuados.

10. Em 1811, Amedeo Avogadro publicou um artigo em que admitia que volumes iguais de gases diferentes, nas mesmas condições de pressão e de temperatura, continham o mesmo número de moléculas.

Na Figura 8, representam-se quatro recipientes iguais (com o mesmo volume e a mesma massa). Posteriormente, encheram-se estes recipientes com gases, identificados pelas respetivas fórmulas químicas, nas mesmas condições de pressão e de temperatura.

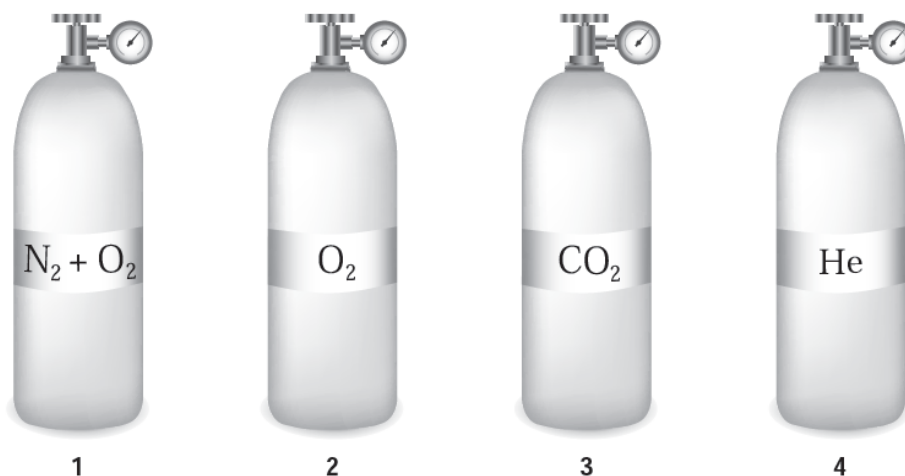


Figura 8

- 10.1. O número total de átomos contidos nos recipientes é igual em

- (A) 1 e 2.
- (B) 2 e 4.
- (C) 2 e 3.
- (D) 3 e 4.

- 10.2. Selecione a opção que ordena os recipientes 1, 2 e 3, tendo em conta os respetivos gases, por ordem crescente das suas massas.

- (A) $2 < 3 < 1$
- (B) $1 < 2 < 3$
- (C) $1 < 3 < 2$
- (D) $2 < 1 < 3$

Exame Nacional de 2021 - 2.^a Fase

1. Considere os elementos químicos cloro e bromo, que pertencem ao mesmo grupo da tabela periódica.

- * 1.1. Explique por que razão a energia de ionização dos átomos destes elementos tem tendência a diminuir ao longo do grupo.

Escreva um texto estruturado, utilizando linguagem científica adequada.

- * 1.2. Duas das riscas do espectro de emissão atómico do cloro são originadas por fótons de energias $14,7 \times 10^{-19} \text{ J}$ e $2,4 \times 10^{-19} \text{ J}$.

Desta afirmação pode concluir-se que, no átomo de cloro,

- (A) existe um nível cuja energia é $-12,3 \times 10^{-19} \text{ J}$.
- (B) existe um nível cuja energia é $-14,7 \times 10^{-19} \text{ J}$.
- (C) existem níveis cuja diferença de energia é $12,3 \times 10^{-19} \text{ J}$.
- (D) existem níveis cuja diferença de energia é $14,7 \times 10^{-19} \text{ J}$.

8. Dois átomos de nitrogénio ligam-se entre si por uma ligação covalente tripla, formando uma molécula de N_2 .

- 8.1. Os eletrões de valência do átomo de nitrogénio, no estado fundamental, apresentam _____ energias diferenciadas, _____ todos os eletrões emparelhados.

- (A) duas ... estando
- (B) duas ... não estando
- (C) três ... estando
- (D) três ... não estando

- 8.2. Qual é, em média, a massa de uma molécula de N_2 ?

- (A) $4,65 \times 10^{-23} \text{ g}$
- (B) $28,0 \text{ g}$
- (C) $14,0 \text{ g}$
- (D) $2,33 \times 10^{-23} \text{ g}$

9. A Figura 3 representa a molécula de tricloreto de fósforo, PCl_3 , utilizando a notação de Lewis.

Prevê-se que esta molécula apresente geometria

- (A) triangular plana e que seja apolar.
- (B) triangular plana e que seja polar.
- (C) piramidal trigonal e que seja apolar.
- (D) piramidal trigonal e que seja polar.

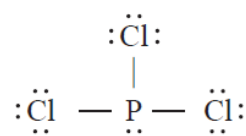


Figura 3

Exame Nacional de 2021 - 1.ª Fase

5. O pentacloreto de fósforo, PCl_5 , pode decompor-se, em fase gasosa, originando tricloreto de fósforo, PCl_3 , e cloro, Cl_2 . Esta reação pode ser traduzida por



- * 5.1. Considere que a variação de entalpia associada à decomposição de 1 mol de $\text{PCl}_5(\text{g})$ é 88 kJ. A energia média da ligação P–Cl na molécula PCl_5 é 257 kJ mol^{-1} , e a energia média da ligação Cl–Cl na molécula Cl_2 é 243 kJ mol^{-1} .

Conclua, a partir das energias fornecidas, se a ligação P–Cl é, em média, mais forte na molécula PCl_5 ou na molécula PCl_3 .

Mostre como chegou à conclusão solicitada, apresentando todos os cálculos.

- * 5.3. Represente a molécula de cloro na notação de Lewis.

- * 5.4. Considere átomos de fósforo e de cloro no estado fundamental.

Prevê-se que, no átomo de fósforo, os eletrões de valência sejam, em média, _____ atraídos pelo respetivo núcleo e que o raio atómico do cloro seja _____.

- (A) mais ... menor
- (B) mais ... maior
- (C) menos ... maior
- (D) menos ... menor

6. Dissolveu-se amoníaco, $\text{NH}_3(\text{g})$, em água, tendo-se obtido uma solução de concentração $2,27 \text{ mol dm}^{-3}$ e de densidade $0,98 \text{ g cm}^{-3}$, a 25°C .

- * 6.1. Determine o número de moléculas de água que existem em 250 cm^3 de solução.

Apresente todos os cálculos efetuados.

8. Os componentes maioritários do ar são o nitrogénio, $\text{N}_2(\text{g})$, e o oxigénio, $\text{O}_2(\text{g})$.

- 8.1. Considere uma amostra de $\text{N}_2(\text{g})$ e uma amostra de $\text{O}_2(\text{g})$, com massas iguais.

Nas mesmas condições de pressão e de temperatura, pode concluir-se que os volumes das amostras são _____ e que o número de moléculas de cada uma das amostras é _____.

- (A) iguais ... igual
- (B) iguais ... diferente
- (C) diferentes ... igual
- (D) diferentes ... diferente

8.2. Os eletrões do átomo de nitrogénio no estado fundamental distribuem-se por

- (A) três orbitais, sendo os eletrões da orbital 1s os de menor energia.
- (B) cinco orbitais, sendo os eletrões da orbital 1s os de menor energia.
- (C) três orbitais, sendo os eletrões das orbitais 2p os de menor energia.
- (D) cinco orbitais, sendo os eletrões das orbitais 2p os de menor energia.

Exame Nacional de 2020 - Época Especial

GRUPO IV

Os álcoois, muitos dos quais existentes na natureza, constituem uma família importante de compostos orgânicos. Na Figura 6, estão representados modelos tridimensionais de dois álcoois, o etanol e o propan-2-ol.

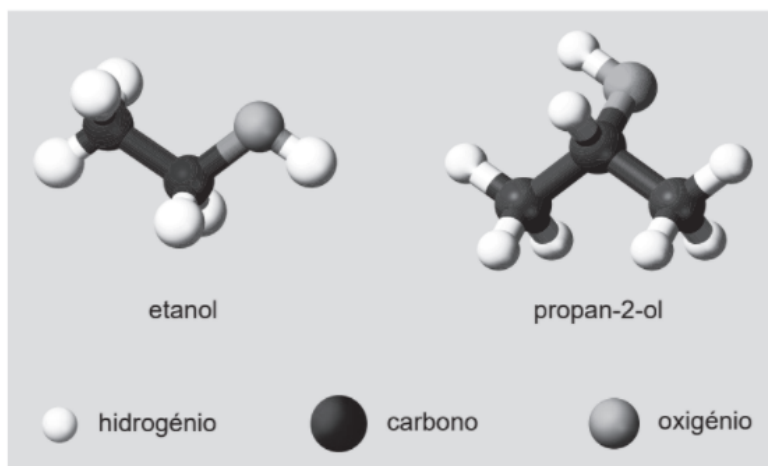


Figura 6

1. Qual é o grupo funcional característico dos álcoois?

2. A energia média da ligação C – C é 347 kJ mol^{-1} .

No estabelecimento de uma ligação C – C é, em média,

- (A) libertada uma energia de $5,76 \times 10^{-19} \text{ J}$.
- (B) absorvida uma energia de $5,76 \times 10^{-19} \text{ J}$.
- (C) absorvida uma energia de $5,76 \times 10^{-22} \text{ J}$.
- (D) libertada uma energia de $5,76 \times 10^{-22} \text{ J}$.

3. O etanol, $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ ($M = 46,08 \text{ g mol}^{-1}$), é um dos álcoois mais comuns, podendo ser usado, por exemplo, como biocombustível.

3.1. Na molécula de etanol existem, no total,

- (A) dezasseis eletrões de valência.
- (B) oito eletrões de valência ligantes.
- (C) quatro eletrões de valência não ligantes.
- (D) vinte eletrões.

- 3.2. Considere $14,0 \text{ cm}^3$ de uma mistura de etanol e água, que contém $8,51 \text{ g}$ de etanol. Essa mistura tem massa volúmica $0,868 \text{ g cm}^{-3}$, à temperatura a que se encontra.

Calcule a fração molar de etanol na mistura.

Explicite o seu raciocínio, indicando todos os cálculos efetuados.

GRUPO V

1. O cálcio, Ca, é o elemento metálico mais abundante no corpo humano, encontrando-se maioritariamente nos ossos.

- 1.1. No estado fundamental, os eletrões do átomo de cálcio apresentam _____ energias diferenciadas e distribuem-se por _____ orbitais.

- (A) seis ... dez
- (B) quatro ... dez
- (C) seis ... seis
- (D) quatro ... seis

- 1.2. Realizando um teste de chama com um sal de cálcio, observa-se que a chama adquire uma cor característica.

A cor observada deve-se à _____ de radiação associada a transições eletrónicas para níveis energéticos _____.

- (A) emissão ... superiores
- (B) emissão ... inferiores
- (C) absorção ... superiores
- (D) absorção ... inferiores

2.3. Qual das espécies químicas seguintes apresenta o mesmo número de eletrões que o ião Ca^{2+} ?

- (A) K^+
- (B) Mg^{2+}
- (C) Sc^+
- (D) Ti

Exame Nacional de 2020 - 2.ª fase

GRUPO I

A atmosfera terrestre, constituída maioritariamente por nitrogénio, N_2 , e oxigénio, O_2 , contém também outros gases, como o árgon, Ar, o dióxido de carbono, CO_2 , e a água, H_2O .

1. Na Terra, praticamente todos os átomos de nitrogénio têm número de massa 14 ou 15.

A massa de um átomo de nitrogénio será, em média, _____ vezes maior do que a massa de um átomo de carbono-12, sendo o isótopo mais abundante do nitrogénio o _____.

- (A) 14,01 ... ^{14}N
- (B) 1,17 ... ^{15}N
- (C) 1,17 ... ^{14}N
- (D) 14,01 ... ^{15}N

2. O raio atómico do oxigénio é menor do que o raio atómico do nitrogénio, uma vez que, comparando estes dois átomos, o de oxigénio tem _____ carga nuclear, distribuindo-se os seus eletrões, no estado fundamental, _____ número de níveis de energia.

- | | |
|----------------------------|--------------------------|
| (A) maior ... por um menor | (B) maior ... pelo mesmo |
| (C) menor ... por um menor | (D) menor ... pelo mesmo |

3. Qual é a geometria da molécula de CO_2 ?

4. Considere uma amostra de ar que contém, no total, 3,0 mol de moléculas. A fração molar de CO_2 nessa amostra é $4,2 \times 10^{-4}$.

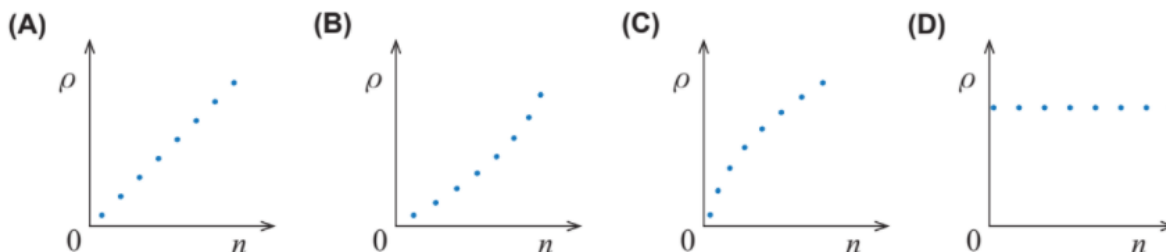
Quantas moléculas de CO_2 existem nessa amostra?

- | | |
|--------------------------|--------------------------|
| (A) $8,4 \times 10^{19}$ | (B) $7,6 \times 10^{20}$ |
| (C) $4,8 \times 10^{26}$ | (D) $4,3 \times 10^{27}$ |

5. Considere várias amostras retiradas de uma mesma mistura gasosa constituída apenas por N_2 (g) e por O_2 (g). As amostras têm massas diferentes, apresentando todas um teor de 21,2%, em volume, de O_2 (g).

5.1. Admita que as amostras estão nas mesmas condições de pressão e de temperatura.

Qual dos esboços de gráfico pode representar a massa volúmica, ρ , das amostras em função da quantidade de matéria, n , existente nessas amostras?



5.2. Uma das amostras tem massa 4,0 g.

Determine a massa de N_2 nessa amostra.

Explícite o seu raciocínio, indicando todos os cálculos efetuados.

6. A água, presente nos estados sólido, líquido e gasoso na atmosfera terrestre, é uma substância peculiar, pois as propriedades que a caracterizam, como a variação de entalpia de vaporização e a capacidade térmica mássica, apresentam valores muito diferentes dos que seriam expectáveis.

6.1. A condensação de vapor de água envolve _____ de energia, uma vez que ocorre com _____ de ligações intermoleculares.

- (A) libertação ... formação
(B) libertação ... quebra
(C) absorção ... formação
(D) absorção ... quebra

Exame Nacional de 2020 - 1.ª fase

GRUPO I

3. Os tempos de descida da esfera sobre o plano inclinado foram medidos indiretamente a partir dos volumes de água vertidos por uma bureta. Assim, em cada ensaio realizado, abriu-se a torneira da bureta no instante em que a esfera foi largada sobre o plano inclinado e fechou-se a torneira da bureta no instante em que a esfera atingiu a base do plano.
- 3.2. Considere que, nos ensaios realizados, a bureta vertia, aproximadamente, $1,6 \text{ cm}^3$ de água em cada segundo.

A massa volúmica da água, nas condições em que foram realizados esses ensaios, é $1,0 \text{ g cm}^{-3}$.

3.2.1. Quantas moléculas de água foram, aproximadamente, vertidas pela bureta em cada segundo?

- (A) $6,8 \times 10^{24}$
- (B) $9,6 \times 10^{23}$
- (C) $3,8 \times 10^{23}$
- (D) $5,3 \times 10^{22}$

GRUPO IV

A concentração de dióxido de carbono, CO_2 , na atmosfera terrestre tem aumentado de forma muito significativa desde meados do século XIX. Para esse aumento têm contribuído, entre outros fatores, a crescente utilização de combustíveis fósseis e a desflorestação.

1. Na natureza, existem três isótopos de carbono: ^{12}C , ^{13}C e ^{14}C .

Átomos destes isótopos têm o mesmo número de

- (A) prótons e massas diferentes.
- (B) prótons e massas iguais.
- (C) neutrões e massas iguais.
- (D) neutrões e massas diferentes.

2. Compare o átomo de oxigénio com o átomo de carbono, ambos no estado fundamental.

Os eletrões de valência do átomo de oxigénio são, em média, _____ atraídos pelo núcleo, tendo este átomo _____ raio atómico.

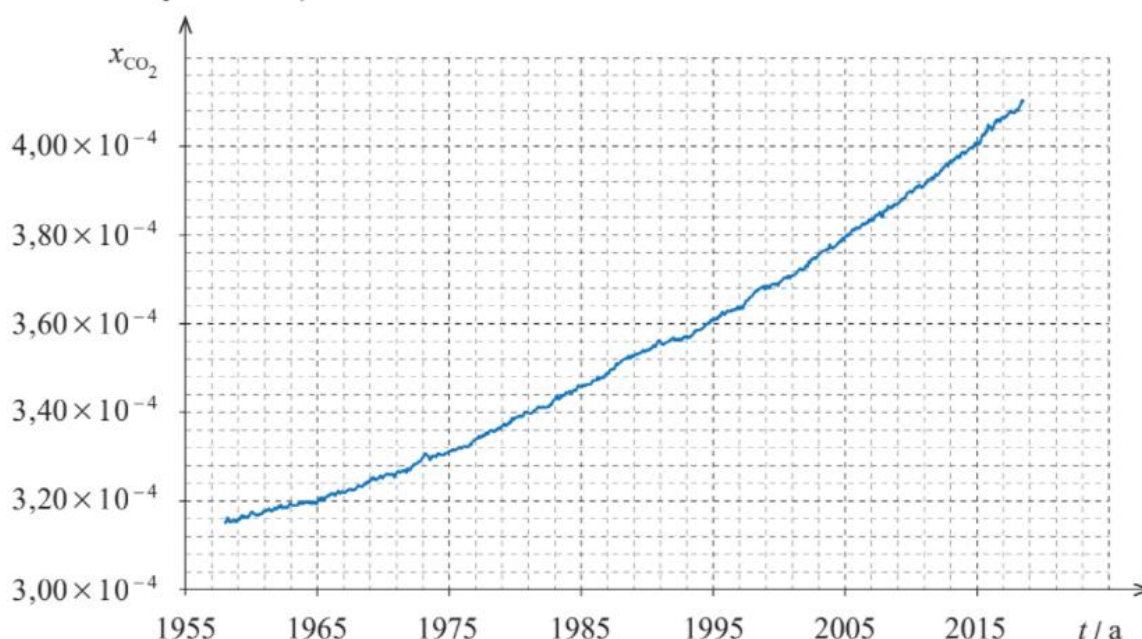
- (A) mais ... maior
- (B) menos ... maior
- (C) mais ... menor
- (D) menos ... menor

3. A molécula de CO_2 apresenta _____ eletrões de valência ligantes e _____ eletrões de valência não ligantes.

- (A) quatro ... quatro
- (B) quatro ... oito
- (C) oito ... quatro
- (D) oito ... oito

5. A curva de Keeling, obtida a partir de medidas rigorosas efetuadas no observatório de Mauna Loa, no Havai, evidencia o aumento da concentração de CO_2 na troposfera, nas últimas décadas.

A curva de Keeling representada na Figura 6 traduz a fração molar média de CO_2 , x_{CO_2} , em amostras de ar seco, em função do tempo, t , em anos, a , entre 1958 e 2018.



5.1. Qual foi o teor médio de CO_2 nas amostras recolhidas em 1965, em partes por milhão em volume?

- | | |
|-------------------------------|----------------------------|
| (A) $3,20 \times 10^{-4}$ ppm | (B) $3,20 \times 10^2$ ppm |
| (C) $3,20 \times 10^{-2}$ ppm | (D) $3,20 \times 10^6$ ppm |

5.2. Determine, a partir da curva de Keeling representada na Figura 6, a taxa temporal média, entre 1999 e 2015, de variação da massa de CO_2 por dm^3 de ar seco (medido em condições PTN), em $\text{g dm}^{-3} \text{ a}^{-1}$.

Explicite o seu raciocínio, indicando todos os cálculos efetuados.

Exame Nacional de 2019 - Época Especial

GRUPO IV

1. Os dois isótopos mais abundantes do enxofre, S, são o enxofre-32 e o enxofre-34.

Os átomos destes isótopos têm

- (A) número atómico diferente.
- (B) número de eletrões diferente.
- (C) o mesmo número de neutrões.
- (D) o mesmo número de protões.

2. A partir da configuração eletrónica do átomo de enxofre, S, indique quantas energias de remoção eletrónica apresentará o átomo de enxofre no estado fundamental.

Mostre como chegou ao valor solicitado.

3. No estado gasoso, a maior energia de remoção eletrónica do enxofre é 239 MJ mol^{-1} , e a menor energia de remoção eletrónica do enxofre é $1,0 \text{ MJ mol}^{-1}$.

A energia de ionização do enxofre é

- (A) $1,0 \times 10^{-6} \text{ J mol}^{-1}$
- (B) $2,39 \times 10^8 \text{ J mol}^{-1}$
- (C) $1,0 \times 10^6 \text{ J mol}^{-1}$
- (D) $2,39 \times 10^{-4} \text{ J mol}^{-1}$

5. No âmbito de um estudo sobre poluição, recolheu-se, numa zona da troposfera, uma amostra de ar. Verificou-se que, por cada $1,0 \times 10^{12}$ moléculas existentes na amostra, $4,0 \times 10^2$ moléculas eram de SO_2 ($M = 64,06 \text{ g mol}^{-1}$).

Determine a concentração em massa (em g dm^{-3}) de SO_2 na amostra, nas condições normais de pressão e de temperatura (PTN).

Apresente todas as etapas de resolução, explicitando todos os cálculos efetuados.

GRUPO V

1. A água, H_2O , é um líquido à pressão de 1 atm e a 25°C . Nas mesmas condições de pressão e de temperatura, o sulfureto de hidrogénio, H_2S , é um gás.

- 1.1. As moléculas de H_2O e de H_2S _____ o mesmo número de eletrões de valência ligantes, _____ a mesma geometria.

- (A) não têm ... apresentando
- (B) têm ... não apresentando
- (C) não têm ... não apresentando
- (D) têm ... apresentando

1.2. As ligações que se estabelecem entre moléculas de H_2S resultam predominantemente de _____, sendo mais _____ do que as ligações que se estabelecem entre moléculas de H_2O .

- (A) forças de van der Waals ... fortes
- (B) forças de van der Waals ... fracas
- (C) ligações de hidrogénio ... fortes
- (D) ligações de hidrogénio ... fracas

Exame Nacional de 2019 - 2.ª fase

GRUPO I

Considere a hexametilenodiamina (substância A) e o ácido adípico (substância B).

1. A Figura 1 representa um modelo tridimensional da molécula da substância A, na qual todas as ligações são covalentes simples.

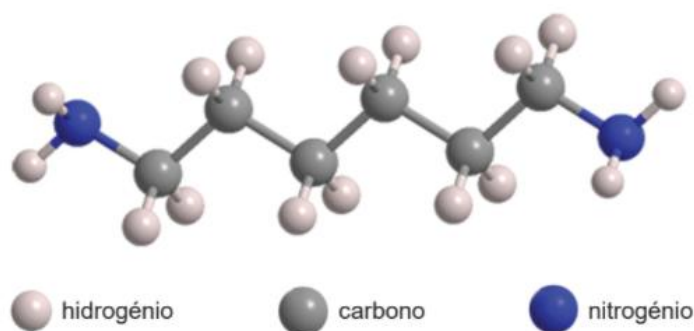


Figura 1

1.1. Quantos eletrões de valência não ligantes existem na molécula da substância A?

1.2. A substância A é solúvel em água,

- (A) uma vez que, nas moléculas desta substância, todos os átomos de carbono estão ligados entre si.
- (B) uma vez que, nas moléculas desta substância, todas as ligações são covalentes simples.
- (C) uma vez que as moléculas desta substância podem estabelecer ligações de hidrogénio.
- (D) uma vez que as moléculas desta substância contêm átomos de hidrogénio.

3. A $25\text{ }^\circ\text{C}$, a massa volúmica da substância B ($M = 146,16\text{ g mol}^{-1}$) é 1,5 vezes superior à massa volúmica da substância A ($M = 116,24\text{ g mol}^{-1}$).

Considere uma amostra pura da substância B com o dobro do volume de uma amostra pura da substância A, a $25\text{ }^\circ\text{C}$.

Determine o quociente entre o número de moléculas da substância B e o número de moléculas da substância A existentes nas respetivas amostras.

Apresente todas as etapas de resolução, explicitando todos os cálculos efetuados.

GRUPO II

3. O ião SCN^- é constituído por enxofre, carbono e nitrogénio.

3.1. Os átomos de carbono e de enxofre, no estado fundamental, têm _____ número de orbitais de valência totalmente preenchidas e _____ número de eletrões desemparelhados.

- (A) o mesmo ... o mesmo
- (B) o mesmo ... diferente
- (C) diferente ... diferente
- (D) diferente ... o mesmo

3.2. Considere que as energias necessárias para remover um eletrão das orbitais 2p dos átomos de carbono e de nitrogénio, no estado fundamental, são E_C e E_N , respetivamente.

A energia E_C será _____ do que a energia E_N , sendo a energia dos eletrões das orbitais 2p _____ no átomo de carbono.

- (A) menor ... maior
- (B) maior ... menor
- (C) menor ... menor
- (D) maior ... maior

GRUPO V

5. Considere que em cada ciclo respiratório, o atleta inspira $0,50 \text{ dm}^3$ de ar e expira o mesmo volume de ar, medidos em condições em que o volume molar de um gás é $25 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1}$.

Considere ainda que as percentagens em volume de oxigénio, $\text{O}_2(\text{g})$, no ar inspirado e no ar expirado são 21% e 16%, respetivamente.

Qual é a quantidade de $\text{O}_2(\text{g})$ consumida num ciclo respiratório?

- (A) $1,0 \times 10^{-3} \text{ mol}$
- (B) $7,4 \times 10^{-3} \text{ mol}$
- (C) $3,2 \times 10^{-3} \text{ mol}$
- (D) $4,2 \times 10^{-3} \text{ mol}$

GRUPO V

A Figura 3 representa, à escala, um diagrama de níveis de energia do átomo de hidrogénio, no qual são apresentados apenas os três primeiros níveis de energia.

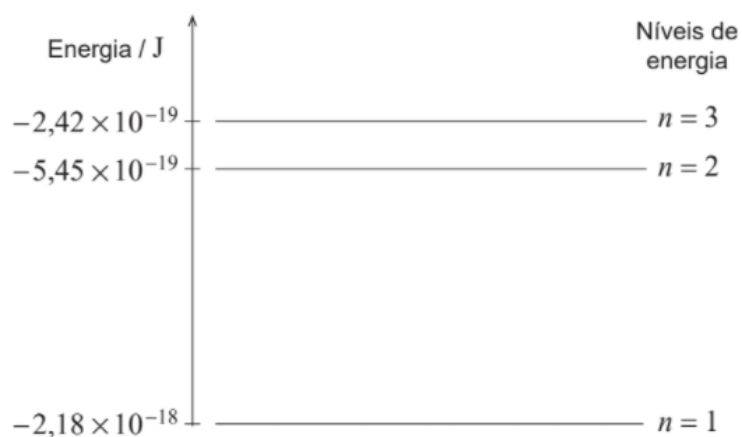


Figura 3

1. A energia do nível $n = 4$ é $-1,36 \times 10^{-19}$ J.

1.1. A que distância do nível $n = 3$ deveria estar o nível $n = 4$ no diagrama representado na figura?

Mostre como chegou ao valor solicitado.

1.2. As riscas do espectro de emissão do átomo de hidrogénio, na região do visível, são originadas por transições eletrónicas para o nível $n = 2$.

Conclua se, no espectro de emissão do átomo de hidrogénio, na região do visível, poderá existir uma risca a $3,45 \times 10^{-19}$ J.

Mostre como chegou à conclusão solicitada.

2. Qual é a energia mínima necessária para ionizar o átomo de hidrogénio no primeiro estado excitado?

GRUPO VI

A 14 de outubro de 2012, Felix Baumgartner (FB), um paraquedista austríaco, subiu num balão de hélio até à estratosfera. A partir desse balão, FB realizou um salto até à superfície da Terra.

1. Um balão, cheio com 0,750 mol de hélio (He), tem um volume de $70,0 \text{ dm}^3$, a uma determinada altitude. A essa altitude recolheu-se uma amostra de $1,0 \text{ dm}^3$ de ar, medido em condições de pressão e de temperatura idênticas às existentes no interior do balão.

A percentagem em volume de nitrogénio, N_2 , na amostra de ar recolhida é 78%.

Determine a massa de nitrogénio nessa amostra de ar.

Apresente todas as etapas de resolução, explicitando todos os cálculos efetuados.

2. Na estratosfera existe uma camada de ozono, O_3 (g), que absorve parte da radiação ultravioleta proveniente do Sol.

- 2.1. Qual é a quantidade de ozono existente numa amostra de ar, de massa $5 \times 10^2 \text{ g}$, numa zona da estratosfera na qual o ar contém 10 ppm (em massa) de ozono?

(A) $1 \times 10^{-5} \text{ mol}$

(B) $1 \times 10^{-4} \text{ mol}$

(C) $5 \times 10^{-3} \text{ mol}$

(D) $5 \times 10^{-4} \text{ mol}$

- 2.2. A molécula de ozono, O_3 , é menos estável do que a molécula de oxigénio, O_2 .

Na Figura 4, está representado um modelo tridimensional da molécula de ozono.

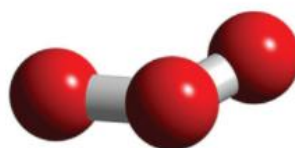


Figura 4

Na molécula de ozono, o átomo central _____ eletrões de valência não ligantes, e o comprimento da ligação oxigénio-oxigénio é _____ do que na molécula de oxigénio.

(A) apresenta ... menor

(B) apresenta ... maior

(C) não apresenta ... maior

(D) não apresenta ... menor

GRUPO IV

Um dos seis elementos mais abundantes, em massa, no corpo humano é o oxigénio (O), existindo cerca de 46 kg desse elemento numa pessoa de massa 70 kg. Desses seis elementos mais abundantes, o fósforo (P) foi o único cuja descoberta resultou de experiências com um fluido fisiológico humano.

1. No corpo humano, os átomos de oxigénio estão maioritariamente ligados a átomos de hidrogénio, formando moléculas de água.

1.1. Se todos os átomos de oxigénio existentes em 46 kg desse elemento estivessem ligados a átomos de hidrogénio (H), formando água, teriam de existir, no mínimo,

- (A) 1,4 kg de hidrogénio. (B) 5,8 kg de hidrogénio.
(C) 2,9 kg de hidrogénio. (D) 15,3 kg de hidrogénio.

1.2. A água pode ser decomposta em hidrogénio e oxigénio, de acordo com



A variação de energia associada à decomposição de 2 mol de $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$, segundo a reação considerada, é 572 kJ.

As energias das ligações $\text{H} - \text{H}$ e $\text{O} = \text{O}$ são, respetivamente, 436 kJ mol⁻¹ e 498 kJ mol⁻¹.

Determine a energia que é necessário fornecer, em média, para quebrar uma mole de ligações $\text{O} - \text{H}$ na molécula de água.

Apresente todas as etapas de resolução.

2.3. À semelhança do nitrogénio, que se liga ao hidrogénio para formar NH_3 , um dos produtos da reação (I), também o fósforo se liga ao hidrogénio para formar PH_3 , um composto chamado fosfina.

As moléculas de fosfina e de amoníaco têm _____ número de eletrões de valência não ligantes, apresentando a molécula de fosfina geometria _____.

- (A) diferente ... triangular plana
(B) diferente ... piramidal trigonal
(C) igual ... triangular plana
(D) igual ... piramidal trigonal

4. Admita que a quantidade total de fosfato numa amostra de urina é a soma das quantidades dos iões H_2PO_4^- (aq) e HPO_4^{2-} (aq).

Considere uma amostra de $50,0 \text{ cm}^3$ de urina na qual a concentração total de fosfato é 29 mmol dm^{-3} , sendo a concentração de HPO_4^{2-} (aq) 3,0 vezes maior do que a concentração de H_2PO_4^- (aq).

Calcule o número de iões HPO_4^{2-} (aq) que existem na amostra de urina.

Apresente todas as etapas de resolução.

GRUPO VI

A identificação de alguns elementos químicos em amostras de sais pode ser realizada usando um teste de chama.

Nesse teste, uma amostra do sal é colocada numa colher de combustão que se põe em contacto com a chama de uma lamparina, ou de um bico de Bunsen.

A cor que é conferida à chama permite, em determinadas condições, identificar o catião do sal constituinte da amostra.

1. Para realizar o teste de chama com amostras de diferentes sais, deve colocar-se o sal na parte

- (A) mais quente da chama, usando a mesma colher para todas as amostras.
- (B) menos quente da chama, usando a mesma colher para todas as amostras.
- (C) mais quente da chama, usando colheres diferentes para cada uma das amostras.
- (D) menos quente da chama, usando colheres diferentes para cada uma das amostras.

2. O teste de chama, ainda que corretamente realizado, apresenta várias limitações na identificação dos elementos químicos em amostras de sais.

Indique uma dessas limitações.

3. O nitrato de cobre(II) é um sal formado pelo ião cobre(II), Cu^{2+} , e pelo ião nitrato, NO_3^- .

- 3.1. Realizando o teste de chama com este sal, observa-se que a chama adquire uma cor verde característica do cobre.

A cor observada deve-se à _____ de radiação, associada a transições eletrónicas para níveis de energia _____.

- (A) absorção ... superiores
- (B) absorção ... inferiores
- (C) emissão ... superiores
- (D) emissão ... inferiores

Exame Nacional de 2018 - 2.ª fase

GRUPO V

2. Considere uma solução de ácido nítrico cuja concentração é $3,94 \text{ mol dm}^{-3}$, contendo 22,0 %, em massa, de HNO_3 ($M = 63,02 \text{ g mol}^{-1}$).

2.1. Calcule a massa volúmica da solução.

Apresente todas as etapas de resolução.

2.2. A partir daquela solução, preparou-se uma solução mais diluída, de concentração $7,88 \times 10^{-3} \text{ mol dm}^{-3}$.

2.2.1. Quantos iões provenientes da ionização do ácido nítrico existirão, no total, em 250 cm^3 da solução mais diluída?

- (A) $1,90 \times 10^{22}$ (B) $4,74 \times 10^{21}$ (C) $1,19 \times 10^{21}$ (D) $2,37 \times 10^{21}$

GRUPO VI

- 1.4. Pretende-se preparar 500 cm^3 de uma solução de HF(aq) , de concentração em massa $4,0 \times 10^{-2} \text{ g dm}^{-3}$, a partir da solução de concentração $0,080 \text{ mol dm}^{-3}$.

Determine o volume da solução de concentração $0,080 \text{ mol dm}^{-3}$ que é necessário medir para preparar a solução pretendida.

Apresente todas as etapas de resolução.

GRUPO VII

1. Na molécula HF , existem, no total, _____ pares de eletrões de valência, dos quais _____ pares são não ligantes.

- (A) oito ... três
(B) oito ... dois
(C) quatro ... três
(D) quatro ... dois

2. Os átomos de flúor e de cloro, no estado fundamental, têm o mesmo número de

- (A) eletrões em orbitais s.
- (B) eletrões em orbitais do cerne do átomo.
- (C) orbitais completamente preenchidas.
- (D) orbitais semipreenchidas.

3. O espectro de emissão do átomo de hidrogénio, na região do visível, apresenta uma primeira risca a $3,0 \times 10^{-19}$ J, uma segunda risca a $4,1 \times 10^{-19}$ J, e outras riscas a valores superiores de energia.

Qual é a variação de energia do átomo de hidrogénio quando o eletrão transita do nível $n = 4$ para o nível $n = 3$?

- (A) $-7,1 \times 10^{-19}$ J
- (B) $-4,1 \times 10^{-19}$ J
- (C) $-3,0 \times 10^{-19}$ J
- (D) $-1,1 \times 10^{-19}$ J

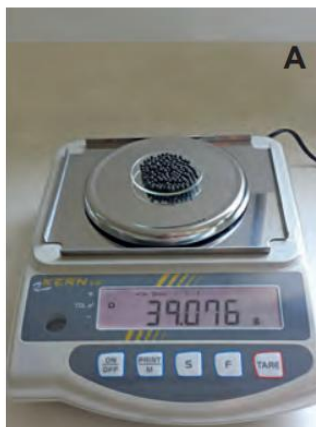
4. Numa mistura gasosa constituída por HF(g), N₂(g) e He(g), $\frac{1}{5}$ das moléculas presentes são de N₂(g) e $\frac{1}{4}$ das moléculas presentes são de He(g).

Nessa mistura, a fração molar de HF(g) é

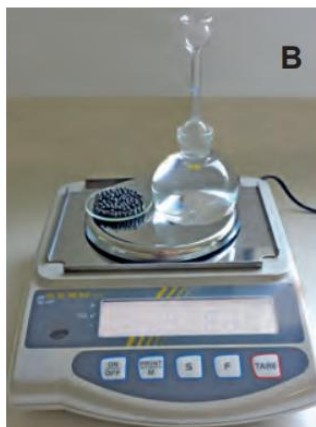
- (A) 0,55
- (B) 0,45
- (C) 0,20
- (D) 0,89

GRUPO IV

A densidade relativa de um metal foi determinada experimentalmente por picnometria de sólidos. O procedimento experimental incluiu as pesagens **A**, **B** e **C**, efetuadas a 20 °C, que estão representadas na Figura 5.



Massa da amostra do metal
($m_A = 39,076$ g)



Massa da amostra do metal
e do picnómetro com água até
ao traço de referência (m_B)



Massa do picnómetro com a
amostra do metal e com água
até ao traço de referência (m_C)

Figura 5

Fez-se a tara da balança, de modo a descontar a massa do vidro de relógio nas pesagens **A** e **B**.

1. Indique a incerteza de leitura da balança utilizada.
2. Explique como se pode obter a densidade relativa do metal constituinte da amostra a partir das determinações efetuadas (m_A , m_B e m_C).

Apresente, num texto estruturado e com linguagem científica adequada, a explicação solicitada. No texto, deverá incluir a definição de densidade relativa de um metal.

3. O valor da densidade relativa do metal constituinte da amostra, obtido experimentalmente, foi 12,4. O valor tabelado da densidade relativa desse metal é 11,3 (a 20 °C).

Qual das expressões seguintes permite calcular o erro percentual (erro relativo, em percentagem) que afeta o valor experimental da densidade relativa do metal constituinte da amostra?

- (A) $\frac{12,4 - 11,3}{12,4} \times 100\%$ (B) $\frac{12,4}{11,3} \times 100\%$
- (C) $\frac{12,4 - 11,3}{11,3} \times 100\%$ (D) $\frac{11,3}{12,4} \times 100\%$

GRUPO V

A formação de $\text{SO}_3(\text{g})$, um dos reagentes utilizados na última etapa da preparação industrial do ácido sulfúrico, pode ser traduzida por



3. Considere uma amostra de 10 cm^3 de uma qualquer mistura de $\text{SO}_2(\text{g})$, $\text{O}_2(\text{g})$ e $\text{SO}_3(\text{g})$, nas condições normais de pressão e de temperatura (PTN).

O número total de moléculas na amostra é

- (A) $2,7 \times 10^{23}$
 (B) $2,7 \times 10^{20}$
 (C) $1,3 \times 10^{27}$
 (D) $1,3 \times 10^{24}$

GRUPO VI

3. O vinagre é uma solução aquosa de ácido acético que contém também vestígios de outros componentes.

O grau de acidez de um vinagre pode ser expresso pela massa de ácido acético, em gramas, dissolvido em 100 cm^3 do vinagre.

- 3.1. A concentração de ácido acético num determinado vinagre comercial é $1,3 \text{ mol dm}^{-3}$.

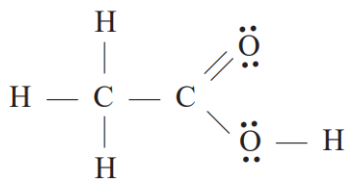
Determine o grau de acidez desse vinagre comercial.

Apresente todas as etapas de resolução.

- 3.2. Para determinar a percentagem, em massa, de ácido acético num vinagre, a partir do grau de acidez desse vinagre, tem ainda de ser conhecida

- (A) a massa volúmica do vinagre.
 (B) a massa molar da água.
 (C) a massa molar do ácido acético.
 (D) a massa de ácido acético em 100 cm^3 do vinagre.

4. A molécula de CH_3COOH pode ser representada através da notação de Lewis por



Quantos eletrões de valência ligantes existem, no total, na molécula?

- (A) 16 (B) 8 (C) 24 (D) 12