

GRUPO I

Um grupo de físicos conseguiu obter uma fotografia do funcionamento quântico dos eletrões num átomo de hidrogénio. Obter uma imagem do interior de um átomo não é fácil. A mecânica quântica torna-o impossível; em vez de ser possível descrever onde se encontram as partículas, a teoria quântica apenas permite descrever a função de onda. Estas ondas assemelham-se a ondas sonoras, mas, ao contrário destas últimas, descrevem a probabilidade de encontrar uma partícula.

Espera-se que o método também se possa aplicar átomos mais complexos e, assim, melhorar a compreensão da física atómica por detrás das reações químicas e da nanotecnologia.

A Figura 1 representa o espectro de emissão de um átomo de hidrogénio.

Baseado em news.sciencemag.org.



Figura 1

1. A carga do cerne do átomo de hidrogénio é

- (A) -2 .
- (B) -1 .
- (C) 0 .
- (D) $+1$.

2. Quando um átomo de hidrogénio, no estado fundamental, é excitado, e o seu eletrão passa para $n = 2$, ocorre

- (A) absorção de energia na zona do infravermelho.
- (B) emissão de energia na zona do infravermelho.
- (C) absorção de energia na zona do ultravioleta.
- (D) emissão de energia na zona do ultravioleta.

3. Considere um átomo cuja configuração eletrónica seja $[\text{He}] 2s^2 2p^2$. Este átomo apresenta _____ do que um átomo cuja configuração eletrónica seja _____.

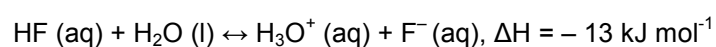
- (A) menor raio atómico (...) $[\text{He}] 2s^5$
- (B) maior raio atómico (...) $[\text{He}] 2s^2 2p^4$
- (C) maior energia de ionização (...) $[\text{He}] 2s^2 2p^6$
- (D) menor energia de ionização (...) $[\text{He}] 2s^2$

4. Embora seja o elemento mais abundante no universo, o hidrogénio é um elemento muito raro na atmosfera terrestre. Indique a propriedade do hidrogénio a que se deve esse facto.

GRUPO II

O ácido fluorídrico ($K_a = 5,6 \times 10^{-4}$, a $W^\circ\text{C}$) é uma substância perigosa, uma vez que, embora não atue sobre a pele, quando em contacto com esta, entra no corpo e ataca o cálcio dos ossos, enfraquecendo o osso e podendo mesmo degradá-lo. Este ácido é muito utilizado na produção de fármacos e na indústria petroquímica.

A reação do ácido fluorídrico com a água pode ser traduzida pela seguinte equação química:



A Figura 2 representa, graficamente, a evolução do equilíbrio da reação acima indicada.

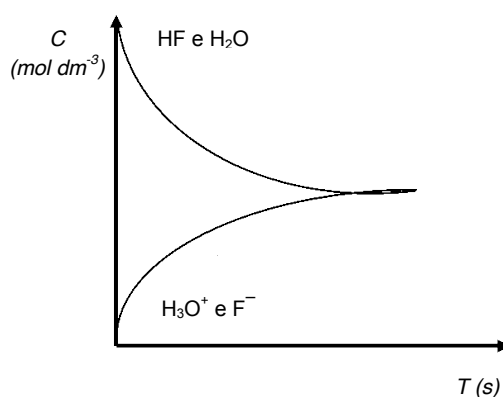


Figura 2

Baseado em www.infoescola.com.

1. De acordo com a descrição, o ácido fluorídrico deveria ser classificado como

- (A) Inflamável.
- (B) Nocivo.
- (C) Corrosivo.
- (D) Oxidante.

2. Na reação em questão, um exemplo de par ácido/base seria

- (A) $\text{HF} / \text{H}_3\text{O}^+$.
- (B) $\text{H}_3\text{O}^+ / \text{HF}^+$.
- (C) $\text{H}_2\text{O} / \text{H}_3\text{O}^+$.
- (D) $\text{H}_3\text{O}^+ / \text{H}_2\text{O}$.

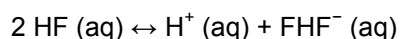
3. Numa situação em que a reação do ácido fluorídrico com a água, após atingir o estado de equilíbrio, fosse sujeita a intensa agitação durante um período de tempo considerável, verificar-se-ia que

- (A) a concentração de H_3O^+ aumentaria.
- (B) a reação evoluiria mais rapidamente no sentido direto.
- (C) a reação evoluiria mais lentamente no sentido direto.
- (D) a concentração de H_2O aumentaria.

4. Numa solução de 3 dm^3 em equilíbrio, a $W^\circ\text{C}$, em que K_w nessas condições seja $2,3 \times 10^{-3}$, a quantidade de água é (para efeitos de resposta, considere irrelevante o volume de ácido)

- (A) 0,2 mol.
- (B) 0,7 mol.
- (C) 1,0 mol.
- (D) 1,2 mol.

5. Considere que, quando a concentração de HF se aproxima de 100%, a acidez da solução decresce devido ao seguinte equilíbrio:



Calcule o pH da solução num determinado instante em que as concentrações de HF e FHF^- são $0,15 \text{ mol dm}^{-3}$ e $0,1 \text{ mol dm}^{-3}$, respetivamente, e Q é $6,7 \times 10^{-4}$.

GRUPO III

A balança é um instrumento muito útil no nosso dia-a-dia. Com o avanço da tecnologia, as balanças tornaram-se cada vez mais precisas, permitindo a medição cada vez mais rigorosa de massas em laboratório.

Quando se coloca um objeto sobre uma balança, este exerce sobre ela uma força e a balança exerce, sobre o objeto, uma força da mesma intensidade, que se anulam. A escala de uma balança é calibrada de forma a mostrar a décima parte do valor do módulo da força que o objeto exerce sobre ela.

A figura 3 representa a imagem de uma balança analógica e do seu mostrador, cuja unidade de massa é a unidade de massa do sistema internacional.

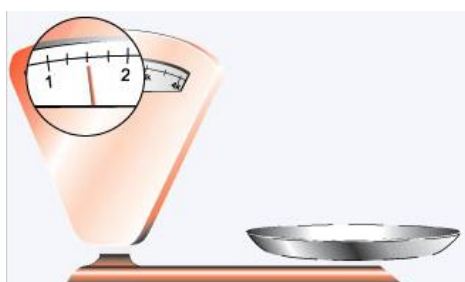


Figura 3

1. Por que motivo a “escala de uma balança é calibrada de forma a mostrar a décima parte do valor do módulo da força que o objeto exerce sobre ela”?

2. O valor correto que o indicador no mostrador da balança da figura 3 indica é

- (A) $1,500 \pm 0,125$ g.
- (B) $1,50 \pm 0,25$ g.
- (C) $1,50 \pm 0,25$ kg.
- (D) $1,500 \pm 0,125$ kg.

3. Um elevador de massa 700 kg que transporta uma pessoa cuja massa é 75 kg. Este elevador pode efetuar um movimento em ambos os sentidos, segundo um eixo yy .

3.1. Admita que o conjunto *elevador + passageiro* efetua um movimento ascendente, partindo de uma posição de repouso na origem do referencial e que o elevador percorre uma distância de 14 metros. Sabendo que apenas 75% da energia fornecida ao ascensor do elevador é utilizada no motor e que cada kWh tem um custo de € 0,21, calcule o custo associado a este movimento.

3.2. Considere, agora, que o elevador descreve um movimento ascendente com aceleração constante de 3 m s^{-2} . Calcule o erro relativo da massa do passageiro indicado pela balança, se este medir a sua massa enquanto o elevador efetua este movimento.

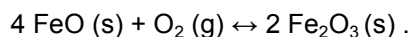
3.3. Numa situação em que o conjunto *elevador + passageiro + balança* esteja numa situação limite de queda livre, a massa indicada pela balança será

- (A) 0 kg.
- (B) 75 kg.
- (C) 100 kg.
- (D) 750 kg.

GRUPO IV

A maioria dos minerais constituintes das rochas gerados em profundidade torna-se instável nas condições superficiais, experimentando uma decomposição química. O oxigênio, por exemplo, é muito importante na meteorização química, através de reações de oxidação-redução. Muitos minerais, como as piroxenas e as olivinas, contêm ferro na sua constituição que, na presença de oxigênio, pode originar um mineral novo, de cor avermelhada, a hematite.

A equação que traduz esta reação química é



Dias da Silva, Amparo, et al. Terra, Universo de Vida (2012).

Porto: Porto Editora. (Adaptado.)

1. A semiequação da oxidação do ferro é

- (A) $\text{Fe}^{2+} \text{ (s)} \rightarrow \text{Fe}^{3+} \text{ (s)} + 1 \text{ e}^-$
- (B) $\text{Fe}^{2+} \text{ (s)} \rightarrow 2 \text{Fe}^{3+} \text{ (s)} + 4 \text{ e}^-$
- (C) $\text{Fe}^{2+} \text{ (s)} + 1 \text{ e}^- \rightarrow \text{Fe}^{3+} \text{ (s)}$
- (D) $\text{Fe}^{2+} \text{ (s)} + 4 \text{ e}^- \rightarrow 2 \text{Fe}^{3+} \text{ (s)}$

2. Explique por que motivo, ao fim de algum tempo, é necessário substituir as cavilhas das pontes rodoviárias.

GRUPO V

Um grupo de alunos, com o objetivo de calcular, experimentalmente, o índice de refração do acrílico em relação ao ar, utilizou um ponteiro-*laser* para criar um feixe de luz, que se fez incidir sobre uma placa de acrílico. Registaram, para cada valor do ângulo de incidência, α_i , o ângulo de refração, α_r . Os resultados foram registados na tabela 1.

Ensaio	α_i	α_r
I	20°	26°
II	30°	41°
III	40°	54°

Tabela 1

1. Relativamente aos fenómenos que ocorrem quando a luz atinge outra superfície,

1.1. os alunos puderam verificar que, quando a luz incidia sobre a superfície de acrílico, era

- (A) refratada.
- (B) refratada e absorvida.
- (C) refratada, absorvida e refletida.
- (D) refratada, absorvida, refletida e difratada.

1.2. os alunos podem assumir, graças aos seus conhecimentos, que, quando a luz atinge a superfície de contacto entre o núcleo e o revestimento da fibra ótica,

- (A) a luz é refletida e refratada.
- (B) ocorre o fenómeno da reflexão total da luz.
- (C) a luz é absorvida pela superfície e ocorre, ainda, o fenómeno da reflexão total da luz.
- (D) ocorre o fenómeno da reflexão total da luz e a luz é difratada.

2. A luz, ao atravessar uma placa de vidro ($n = 1,5$), apresentará _____ do que na placa de acrílico, uma vez que o vidro é _____.

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

3. O mesmo grupo de alunos decidiu, depois, estudar a atenuação da luz. Para tal, utilizou de novo um ponteiro-*laser* e, usando um luxímetro, mediram a iluminação luminosa para diferentes distâncias do ponteiro emissor. Os resultados estão registados na tabela 2.

Distância (m)	Iluminação luminosa (lux)
1,2	184,00
2,4	71,50
3,6	34,00
4,8	12,50

Tabela 2

3.1. A intensidade da luz, num determinado ponto, depende

- (A) da sua iluminação.
- (B) da sua velocidade.
- (C) do ângulo que o raio incidente faz com a superfície de contacto.
- (D) do ângulo que o raio refratado faz com a superfície de contacto.

3.2. Admita que, quando a iluminação luminosa é inferior a 2 lux, não é recebida informação através da onda eletromagnética. Calcule, para o feixe luminoso em questão, a partir de que distância a transmissão de informação não seria possível. Utilize a sua calculadora gráfica para obter a equação da regressão linear dos resultados experimentais.

COTAÇÕES

GRUPO I

1.	.....	8
2.	.....	8
3.	.....	8
4.	.....	8

GRUPO II

1.	.....	8
2.	.....	8
3.	.....	8
4.	.....	8
5.	.....	12

GRUPO III

1.	.....	8
2.	.....	8
3.	3.1.	16
	3.2.	16
4.	.....	8

GRUPO IV

1.	.....	8
2.	.....	16

GRUPO V

1.	1.1.	8
	1.2.	8
2.	.....	8
3.	3.1.	8
	3.2.	12

Total **200**

CRITÉRIOS ESPECÍFICOS DE CLASSIFICAÇÃO

GRUPO I

1. (D) 8

O cerne do átomo é constituído pelo seu núcleo e eletrões mais internos. Os eletrões de valência não fazem parte do cerne de um átomo. O H tem 1 protão, 1 neutrão e 1 eletrão (de valência), pelo que apenas o protão (carga +1) e o neutrão (carga neutra) fazem parte do seu cerne. Como tal, a sua carga será +1.

2. (C) 8

Quando um eletrão é excitado e passa para um nível superior, absorve energia que, neste caso, corresponde a uma risca da série de Lyman (UV).

3. (B) 8

O raio atómico diminui à medida que se avança para a direita no período. A energia de ionização aumenta neste sentido.

4. 8

O hidrogénio é um elemento leve.

GRUPO II

1. (B) 8

O ácido fluorídrico, segundo o texto, não corrói a pele, os olhos nem as mucosas do nariz/garganta, nem os tecidos do vestuário, mas degrada os ossos. Atua como um veneno e, por isso, é nocivo.

2. (D) 8

H_3O^+ é um ácido, cuja base conjugada é H_2O (diferem numa partícula H^+).

3. (D) 8

Como a variação da entalpia é negativa, a reação é exotérmica e um aumento da temperatura favorece a reação no sentido inverso. Como tal, aumenta a quantidade de H_2O .

4. (B) 8

$$K_a = K_w \times [\text{H}_2\text{O}]$$

$$[\text{H}_2\text{O}] = K_a / K_w$$

$$[\text{H}_2\text{O}] = 0,24 \text{ mol dm}^{-3}$$

$$C_{\text{H}_2\text{O}} = n / V$$

$$n = c \times V$$

$$n = 0,24 \times 3$$

$$n = 0,72 \text{ mol}$$

5. 12

Na resposta, são apresentadas as seguintes etapas de resolução:

A) Cálculo da concentração de H^+ ($1,51 \times 10^{-4} \text{ mol dm}^{-3}$);

B) Cálculo do pH da solução (3,82).

A resposta a este item deve ser enquadrada num dos níveis de desempenho relacionados com a consecução das etapas, de acordo com a tabela seguinte.

Níveis	Descritores do nível de desempenho relacionados com a consecução das etapas	Pontuação
2	Na resposta, são apresentadas as duas das etapas de resolução consideradas.	12
1	Na resposta, é apresentada apenas uma das etapas de resolução consideradas.	6

GRUPO III

1. 8

[Como a balança mede o peso,] é necessário dividir o resultado por 10 para desconsiderar o efeito da aceleração gravítica no resultado final.

2. (D) 8

A unidade SI da massa é o kg. O ponteiro da balança indica 1,5 kg. Como a menor divisão da escala é 0,25 kg, a incerteza da balança, por ser analógica, é metade deste valor (0,125 kg). O resultado tem de ser apresentado com o número correto de algarismos significativos ($1,500 \pm 0,125 \text{ kg}$).

3.

3.1. 16

Na resposta, são apresentadas as seguintes etapas de resolução:

A) Cálculo do trabalho realizado pelo conjunto *elevador + passageiro* durante o percurso considerado ($1,1 \times 10^5 \text{ J}$).

B) Cálculo da energia que foi necessário fornecer ao motor para efetuar aquele movimento ($1,5 \times 10^5 \text{ J}$).

C) Cálculo do custo associado a este fornecimento de energia ($8,5 \times 10^{-3} \text{ €}$).

A resposta a este item deve ser enquadrada num dos níveis de desempenho relacionados com a consecução das etapas, de acordo com a tabela seguinte.

Níveis	Descritores do nível de desempenho relacionados com a consecução das etapas	Pontuação
3	Na resposta, são apresentadas as três etapas de resolução consideradas.	16
2	Na resposta, são apresentadas apenas duas das etapas de resolução consideradas.	11
1	Na resposta, é apresentada apenas uma das etapas de resolução consideradas.	5

3.2. 16

Na resposta, são apresentadas as seguintes etapas de resolução:

- A) Cálculo da força que a balança exerce sobre o passageiro (1200 N) e conclusão de que, por serem pares ação-reação, a força que o passageiro exerce sobre a balança é a mesma.*
- B) Cálculo da massa indicada pela balança (97,5 kg).
- C) Cálculo do erro relativo (0,3 OU 30,0 %).

A resposta a este item deve ser enquadrada num dos níveis de desempenho relacionados com a consecução das etapas, de acordo com a tabela seguinte.

Níveis	Descritores do nível de desempenho relacionados com a consecução das etapas	Pontuação
3	Na resposta, são apresentadas as três etapas de resolução consideradas.	16
2	Na resposta, são apresentadas apenas duas das etapas de resolução consideradas.	11
1	Na resposta, é apresentada apenas uma das etapas de resolução consideradas.	5

* Caso o aluno não conclua, explicitamente, que as intensidades das forças exercidas são as mesmas, a resolução deve ser desvalorizada em 2 pontos.

3.3. (A) 8

Numa situação limite de queda livre, o homem não exerce força sobre a balança nem esta sobre ele: estão ambos em queda livre com o elevador.

Pela segunda lei de Newton,

$$N - P = m(-a)$$

(sendo P a força que o passageiro exerce sobre a balança e N a força que a balança exerce sobre o passageiro)

Como está em queda livre, $a = g$

$$N - P = m(-g)$$

$$N - m(-g) = m(-g)$$

$$N = 0$$

Logo, a massa indicada pela balança é $0/10 = 0$ kg.

GRUPO IV

1. (A) 8

Em FeO, o Fe apresenta número de oxidação +2 e, em Fe₂O₃, o número de oxidação é +3. Por esse motivo, pode concluir-se que o Fe²⁺ cedeu 1 elétron e foi oxidado.

2. 16

Na resposta, são apresentados os seguintes tópicos:

A) As cavilhas das pontes rodoviárias contêm ferro na sua composição.

B) Na presença do oxigénio atmosférico, o Fe²⁺ é oxidado, dando origem a Fe³⁺, o que enfraquece as cavilhas das pontes.

OU

Na presença do oxigénio atmosférico, o Ferro enferruja, na consequência de reações de oxidação-redução, sendo enfraquecido.

C) [Perante o enfraquecimento das cavilhas,] é necessário substituí-las, como modo de prevenção contra o desabamento das pontes rodoviárias.

A classificação da resposta a este item é feita em função do enquadramento da mesma num dos níveis de desempenho, de acordo com a tabela seguinte.

Descritores do nível de desempenho no domínio da comunicação escrita em língua portuguesa			Níveis*		
			1	2	3
Descritores do nível de desempenho no domínio específico da disciplina					
Níveis	5	Na resposta, são apresentados os três tópicos de referência com: • organização coerente dos conteúdos; • linguagem científica adequada.	14	15	16
	4	Na resposta, são apresentados os três tópicos de referência com: • falhas na organização dos conteúdos e/ou na utilização da linguagem científica.	12	13	14
	3	Na resposta, são apresentados apenas dois dos tópicos de referência com: • organização coerente dos conteúdos; • linguagem científica adequada.	9	10	11
	2	Na resposta, são apresentados apenas dois dos tópicos de referência com: • falhas na organização dos conteúdos e/ou na utilização da linguagem científica.	7	8	9
	1	Na resposta, é apresentado apenas um dos tópicos de referência com: • linguagem científica adequada.	3	4	5

GRUPO V

1.
1.1. (C) 8

Sempre que a luz incide sobre uma superfície, é refletida, refratada e absorvida. A difração só ocorre quando a luz passa por fendas.

- 1.2. (B) 8

O material da fibra ótica é construído de modo a que ocorra o fenómeno da reflexão total da luz, mas não ocorra absorção (nem refração).

2. (B) 8

O valor mais provável do índice de refração do acrílico é 1,28. Como o índice de refração do vidro é 1,5, conclui-se que o vidro é um meio mais denso (mais refringente) e, por isso, a velocidade da radiação neste será menor.

- 3.

- 3.1. (A) 8

$$I = E/r^2$$

$$E = I \times r^2$$

Logo, a intensidade luminosa depende da iluminação luminosa (I).

- 3.2. 12

Na resposta, são apresentadas as seguintes etapas de resolução:

A) Obtenção da equação da regressão linear, a partir dos resultados experimentais obtidos

($I = -0,02d + 4,42$);

B) Cálculo da distância para a qual a iluminação luminosa é 2 (121 m).

A resposta a este item deve ser enquadrada num dos níveis de desempenho relacionados com a consecução das etapas, de acordo com a tabela seguinte.

Níveis	Descritores do nível de desempenho relacionados com a consecução das etapas	Pontuação
2	Na resposta, são apresentadas as duas das etapas de resolução consideradas.	12
1	Na resposta, é apresentada apenas uma das etapas de resolução consideradas.	6