

Exame Final Nacional de Física e Química A
Prova 715 | 2.ª Fase | Ensino Secundário | 2025

11.º Ano de Escolaridade

Decreto-Lei n.º 55/2018, de 6 de julho | Decreto-Lei n.º 62/2023, de 25 de julho

Duração da Prova: 120 minutos. | Tolerância: 30 minutos.

14 Páginas

VERSÃO 1

A prova inclui 15 itens, devidamente identificados no enunciado, cujas respostas contribuem obrigatoriamente para a classificação final. Dos restantes 8 itens da prova, apenas contribuem para a classificação final os 4 itens cujas respostas obtenham melhor pontuação.

Indique de forma legível a versão da prova.

Para cada resposta, identifique o item.

Utilize apenas caneta ou esferográfica de tinta azul ou preta.

Não é permitido o uso de corretor. Risque aquilo que pretende que não seja classificado.

É permitido o uso de régua, esquadro, transferidor e calculadora gráfica.

Apresente apenas uma resposta para cada item.

As citações dos itens encontram-se no final do enunciado da prova.

A prova inclui uma tabela de constantes, um formulário e uma tabela periódica.

Nas respostas aos itens de escolha múltipla, selecione a opção correta. Escreva, na folha de respostas, o número do item e a letra que identifica a opção escolhida.

Utilize os valores numéricos fornecidos no enunciado dos itens.

TABELA DE CONSTANTES

Capacidade térmica mássica da água líquida	$c = 4,18 \times 10^3 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$
Constante de Avogadro	$N_A = 6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
Constante de gravitação universal	$G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$
Índice de refração do ar	$n = 1,000$
Módulo da aceleração gravítica de um corpo junto à superfície da Terra	$g = 9,80 \text{ m s}^{-2}$
Módulo da velocidade de propagação da luz no vácuo	$c = 3,00 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$
Produto iónico da água (a 25 °C)	$K_w = 1,012 \times 10^{-14}$
Volume molar de um gás (PTN)	$V_m = 22,4 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1}$

FORMULÁRIO

• Quantidade, massa e volume

$$n = \frac{N}{N_A}$$

$$M = \frac{m}{n}$$

$$V_m = \frac{V}{n}$$

$$\rho = \frac{m}{V}$$

• Soluções

$$c = \frac{n}{V}$$

$$x_A = \frac{n_A}{n_{\text{total}}}$$

$$\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+],$$

com $[\text{H}_3\text{O}^+]$ expresso em mol dm^{-3}

• Energia

$$E_c = \frac{1}{2} m v^2$$

$$E_{\text{pg}} = m g h$$

$$E_m = E_c + E_p$$

$$P = \frac{E}{\Delta t}$$

$$W_{\vec{F}} = F d \cos \alpha$$

$$W_{\vec{F}_R} = \Delta E_c$$

$$W_{\vec{F}_g} = -\Delta E_{\text{pg}}$$

$$U = R I$$

$$P = U I$$

$$U = \varepsilon - r I$$

$$E = m c \Delta T$$

$$\Delta U = W + Q$$

$$E_r = \frac{P}{A}$$

• Mecânica

$$x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$$

$$v = v_0 + a t$$

$$a_c = \frac{v^2}{r}$$

$$\omega = \frac{2\pi}{T}$$

$$v = \omega r$$

$$\vec{F}_R = m \vec{a}$$

$$F_g = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

• Ondas e eletromagnetismo

$$\lambda = \frac{v}{f}$$

$$\Phi_m = B A \cos \alpha$$

$$|\varepsilon_i| = \left| \frac{\Delta \Phi_m}{\Delta t} \right|$$

$$n = \frac{c}{v}$$

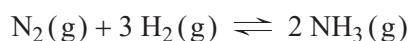
$$n_1 \sin \alpha_1 = n_2 \sin \alpha_2$$

TABELA PERIÓDICA DOS ELEMENTOS QUÍMICOS

1		18															
1	2																
3	4																
11	12																
19	20																
37	38																
55	56																
87	88																

1. A síntese de Haber-Bosch é um processo industrial de produção de amoníaco, $\text{NH}_3(\text{g})$, a partir de dinitrogénio, $\text{N}_2(\text{g})$, e di-hidrogénio, $\text{H}_2(\text{g})$.

Esta reação pode ser traduzida por



- 1.1. Com o objetivo de maximizar a produção de $\text{NH}_3(\text{g})$, a reação foi estudada em diferentes condições de pressão e de temperatura.

A tabela apresenta a fração molar do $\text{NH}_3(\text{g})$, em equilíbrio, em determinadas condições de pressão e de temperatura.

Pressão / atm Temperatura / °C			
	10	100	1000
400	0,04	0,25	0,80
500	0,01	0,11	0,57
600	0,005	0,05	0,31

- 1.1.1. A quantidade de $\text{NH}_3(\text{g})$, em equilíbrio, é maximizada quando se utiliza

- (A) maior pressão e maior temperatura.
- (B) maior pressão e menor temperatura.
- (C) menor pressão e menor temperatura.
- (D) menor pressão e maior temperatura.

- * 1.1.2. Num reator indeformável, no qual se criou previamente o vácuo, colocaram-se 0,880 mol de cada um dos reagentes.

Quando o equilíbrio foi atingido, existiam no reator 0,616 mol de $\text{H}_2(\text{g})$.

Conclua, considerando os dados da tabela, quais as condições de pressão e de temperatura em que foi realizada a experiência.

Apresente todos os cálculos efetuados.

- 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.

2. O di-hidrogénio, necessário para a produção de amoníaco, pode ser produzido por eletrólise da água.

A eletrólise da água, $\text{H}_2\text{O} (l)$, é uma reação de oxidação-redução provocada pela passagem de corrente elétrica contínua entre dois elétrodos mergulhados na água, formando di-hidrogénio, $\text{H}_2 (g)$, e dióxigénio, $\text{O}_2 (g)$, como se representa esquematicamente na Figura 1. Obtém-se «hidrogénio verde» quando, para a eletrólise da água, se recorre a energia elétrica proveniente de fontes renováveis.

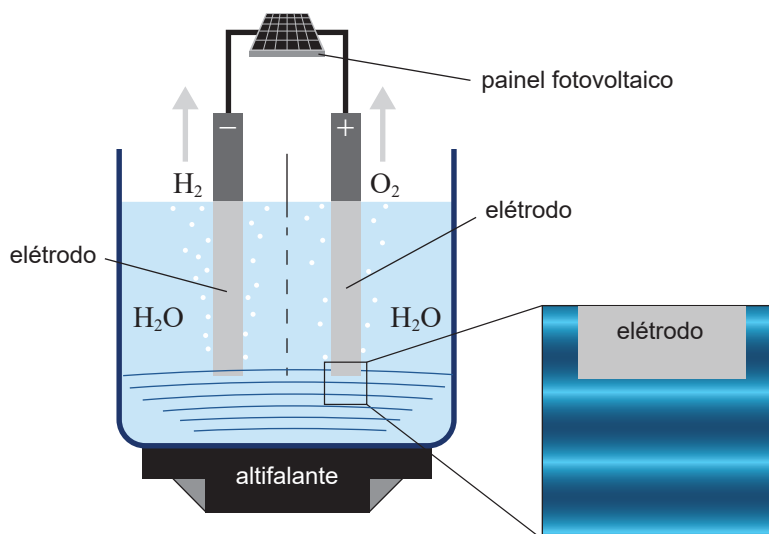


Figura 1

Investigações recentes mostram que a eficiência da produção de $\text{H}_2 (g)$ aumenta quando se submetem os elétrodos a ultrassons, uma vez que os gases formados são mais rapidamente removidos da superfície dos elétrodos.

No destaque lateral da Figura 1, representam-se as zonas de compressão e de rarefação da água, junto ao eletrodo positivo, formadas devido à propagação dos ultrassons emitidos pelo altifalante.

* 2.1. A eletrólise da água pode ser traduzida por



Nesta reação, o hidrogénio

- (A) reduz-se, pois o seu número de oxidação aumenta.
- (B) oxida-se, pois o seu número de oxidação aumenta.
- (C) reduz-se, pois o seu número de oxidação diminui.
- (D) oxida-se, pois o seu número de oxidação diminui.

* 2.2. Durante a eletrólise da água, estabelece-se um campo elétrico entre os dois elétrodos, cujas linhas de campo

- (A) nunca se cruzam e têm sentido do eletrodo positivo para o negativo.
- (B) nunca se cruzam e têm sentido do eletrodo negativo para o positivo.
- (C) se cruzam e têm sentido do eletrodo positivo para o negativo.
- (D) se cruzam e têm sentido do eletrodo negativo para o positivo.

2.3. A Figura 2 apresenta, numa dada escala, e num instante t , o destaque lateral da Figura 1.

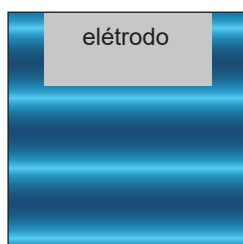
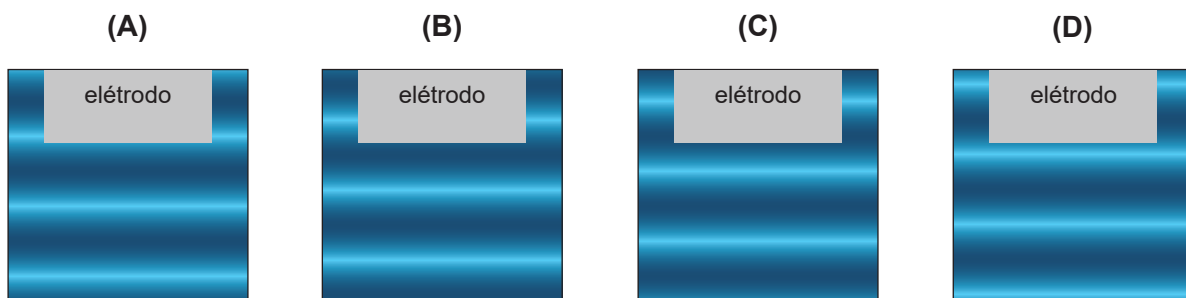


Figura 2

Qual das opções pode representar as zonas de compressão e de rarefação, na mesma região e na mesma escala, meio período depois do instante t ?



* 2.4. A eficiência da eletrólise também pode aumentar com a utilização de um agitador magnético. Este aparelho inclui uma barra magnética que gira dentro da solução, agitando-a.

A Figura 3 representa um agitador com a barra magnética, de comprimento ℓ , mergulhada na solução.

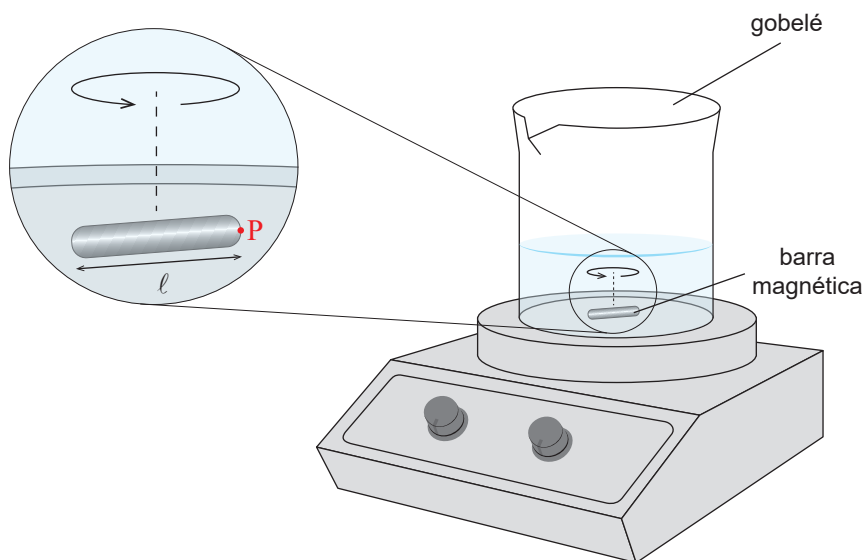


Figura 3

Considere que a barra magnética gira a 600 rotações por minuto e que o ponto P, situado na extremidade da barra, tem velocidade de módulo $0,628 \text{ m s}^{-1}$ e descreve uma trajetória circular de raio $\frac{\ell}{2}$.

Calcule o comprimento da barra magnética.

Apresente todos os cálculos efetuados.

- * 2.5. A passagem de corrente elétrica através da água pode ser facilitada adicionando-se, por exemplo, hidróxido de potássio, KOH ($M = 56,11 \text{ g mol}^{-1}$), uma base forte muito solúvel em água.

O pH da solução pode ser medido com um aparelho medidor de pH. Este possui dois eletrodos, entre os quais se estabelece uma diferença de potencial, U , que é função do pH da solução.

A Figura 4 apresenta o gráfico do módulo da diferença de potencial, $|U|$, em função do pH da solução em análise, a 25°C .

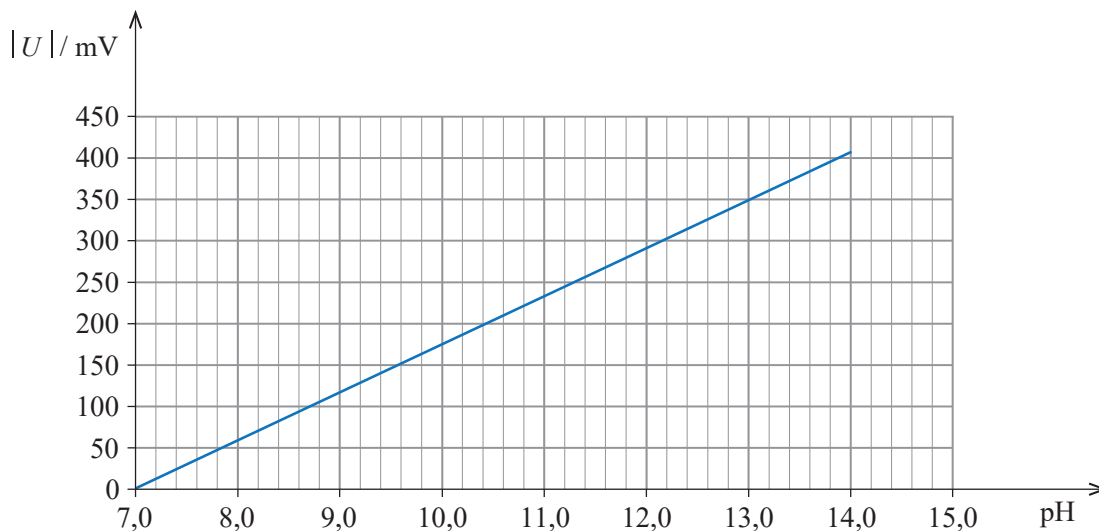


Figura 4

Admita que, ao medir o pH de uma solução de KOH , se estabelece uma diferença de potencial aos terminais dos eletrodos idêntica à que se obteria aos terminais de uma resistência de $2,0 \times 10^6 \Omega$ percorrida por uma corrente de $1,75 \times 10^{-7} \text{ A}$.

Determine a massa de KOH necessária para preparar 500 cm^3 dessa solução.

Apresente todos os cálculos efetuados.

- 2.6. Ao dissolver $\text{KOH}(s)$ em água, verifica-se um aumento da temperatura da solução.

A dissolução do $\text{KOH}(s)$ em água ocorre por

- (A) ionização e apresenta $\Delta H > 0$.
- (B) ionização e apresenta $\Delta H < 0$.
- (C) dissociação e apresenta $\Delta H > 0$.
- (D) dissociação e apresenta $\Delta H < 0$.

3. Para estudar alguns efeitos que afetam o rendimento de um painel fotovoltaico, montou-se um circuito elétrico constituído por um reóstato, um interruptor e um painel fotovoltaico iluminado por uma lâmpada de incandescência. Neste circuito, utilizaram-se ainda um voltímetro e um amperímetro.

3.1. Mantendo-se fixa a distância entre o painel fotovoltaico e a lâmpada, fez-se variar a resistência do reóstato, obtendo-se valores da diferença de potencial, U , em função da corrente elétrica, I .

* 3.1.1. Considere o visor do voltímetro esquematizado na Figura 5.

Atendendo à incerteza associada à medição, a diferença de potencial deve ser apresentada na forma

(A) $U = (1,15 \pm 0,05) \text{ V}$

(B) $U = (1,2 \pm 0,1) \text{ V}$

(C) $U = (1,25 \pm 0,05) \text{ V}$

(D) $U = (1,3 \pm 0,1) \text{ V}$

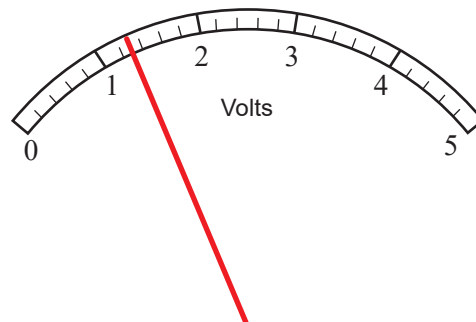


Figura 5

3.1.2. A Figura 6 apresenta o gráfico da corrente elétrica, I , em função da diferença de potencial, U , no qual se destacam os pontos A e B.

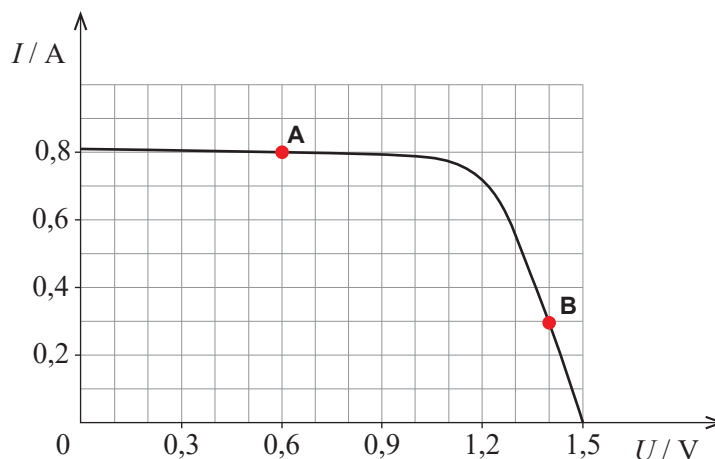


Figura 6

Em B, comparativamente a A, a potência fornecida pelo painel é

(A) superior, e a resistência do circuito é superior.

(B) superior, e a resistência do circuito é inferior.

(C) inferior, e a resistência do circuito é superior.

(D) inferior, e a resistência do circuito é inferior.

*** 3.1.3.** 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.

Acerca da potência fornecida pelo painel fotovoltaico, sensível a toda a radiação visível, podemos afirmar que:

- a potência é máxima se o ângulo dos raios luminosos com a normal à superfície do painel for **a)** ;
- ao colocar um filtro vermelho entre a lâmpada e o painel, a potência **b)** ;
- ao duplicar a área do painel, a potência **c)** .

a)	b)	c)
1. 90°	1. diminui	1. mantém-se
2. 45°	2. mantém-se	2. aumenta
3. 0°	3. aumenta	3. diminui

*** 3.2.** Num laboratório, realizou-se uma experiência para investigar a relação entre a irradiância (potência da radiação que chega a uma superfície, por unidade de área), E_r , num painel fotovoltaico e a distância, r , do painel a uma lâmpada de incandescência.

Admita que a luz emitida pela lâmpada se espalha por uma superfície esférica, cuja área pode ser calculada por $4\pi r^2$.

A tabela apresenta os dados de E_r e de r medidos e, ainda, a área da superfície esférica de raio r e o seu inverso.

$E_r / \text{W m}^{-2}$	r / m	$4\pi r^2 / \text{m}^2$	$\frac{1}{4\pi r^2} / \text{m}^{-2}$
3,7	0,500	3,14	0,318
9,8	0,320	1,29	0,778
20,3	0,220	0,608	1,64
67,5	0,120	0,181	5,53

Determine a potência da radiação emitida pela lâmpada.

Na sua resposta, comece por apresentar a equação da reta de ajuste a um gráfico adequado.

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) ${}^4_2\text{He}^{2+}$

5. A Figura 7 apresenta um esquema simplificado de um dirigível, cheio de hélio, no seu movimento de subida e de descida. Para o fazer subir ou descer, é bombeado ar atmosférico, mais denso que o hélio, para fora ou para dentro de bolsas que se encontram no seu interior. Desta forma, varia a massa total do dirigível, mas, como o seu volume se mantém constante, a força de ascensão que nele atua, designada por impulsão, $\vec{I}$, permanece constante durante todo o movimento.

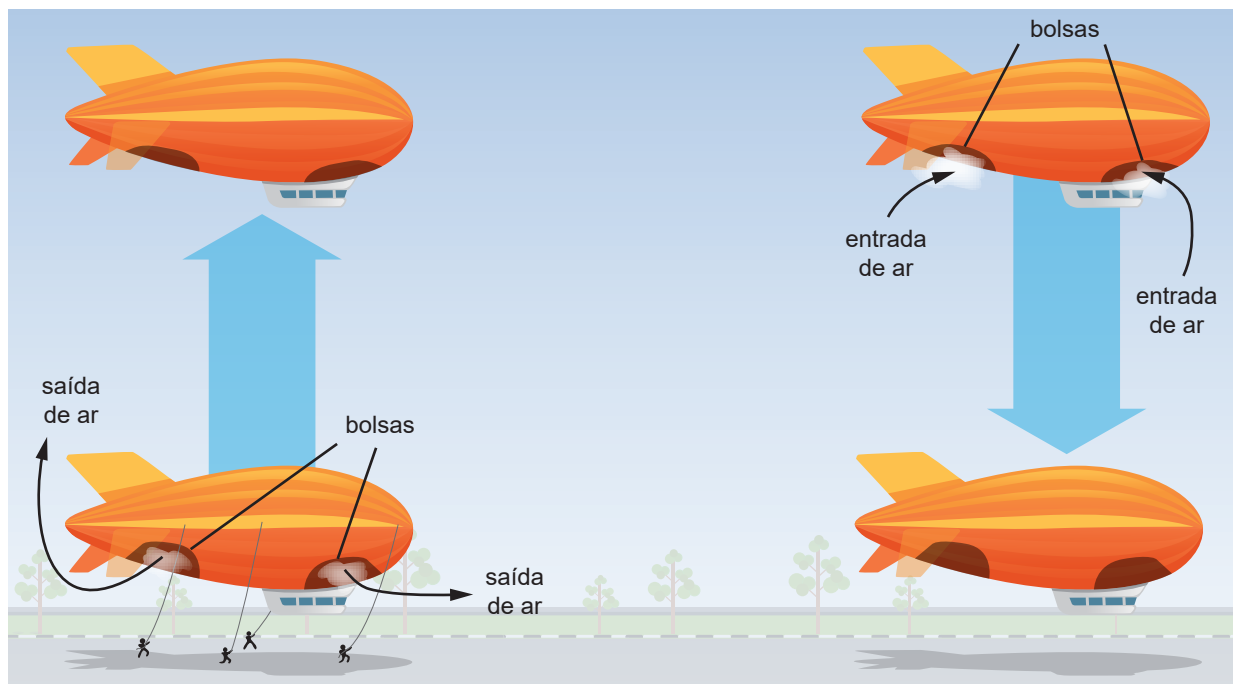


Figura 7

Considere que o dirigível pode ser representado pelo seu centro de massa (modelo da partícula material) e que a resistência do ar é desprezável.

5.1. Considere que o dirigível, inicialmente em repouso a 10 m do solo, sobe verticalmente até aos 210 m em 40,4 s, com aceleração constante.

5.1.1. Qual das opções seguintes pode representar equações do movimento do dirigível expressas em unidades do SI?

(A) $y(t) = 10 + \frac{g}{80} t^2$ $v(t) = -\frac{g}{40} t$

(B) $y(t) = 10 - \frac{g}{2} t^2$ $v(t) = -g t$

(C) $y(t) = 10 + \frac{g}{80} t^2$ $v(t) = +\frac{g}{40} t$

(D) $y(t) = 10 - \frac{g}{2} t^2$ $v(t) = +g t$

5.1.2. O trabalho realizado pela força gravítica que atua no dirigível durante a subida é

(A) negativo e simétrico da variação da energia potencial gravítica do sistema *dirigível + Terra*.

(B) positivo e simétrico da variação da energia potencial gravítica do sistema *dirigível + Terra*.

(C) negativo e igual à variação da energia potencial gravítica do sistema *dirigível + Terra*.

(D) positivo e igual à variação da energia potencial gravítica do sistema *dirigível + Terra*.

*** 5.2.** Numa outra situação, o dirigível sobe na vertical, com aceleração de módulo $0,10 \text{ m s}^{-2}$ e massa m constante.

Determine a massa de ar atmosférico, m_{ar} , em função da massa do dirigível, m , que é preciso introduzir nas bolsas do dirigível para que este passe a descer com uma aceleração de módulo $0,10 \text{ m s}^{-2}$.

Apresente todos os cálculos efetuados.

*** 5.3.** Considere uma parte do percurso descendente do dirigível em que este tem um movimento vertical, retilíneo e uniforme, sem alteração da sua massa.

Conclua se há, ou não, conservação da energia mecânica do sistema *dirigível + Terra* nessa parte do percurso.

Apresente, sem efetuar cálculos, a fundamentação que lhe permite obter a sua conclusão, redigindo um texto bem estruturado e utilizando linguagem científica adequada.

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



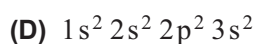
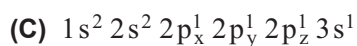
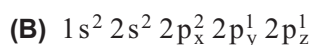
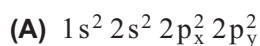
- * 6.1. Associe cada uma das moléculas, indicadas na Coluna I, à geometria molecular correspondente, apresentada na Coluna II.

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



- * 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 dióxigênio, O_2 , e de dinitrogênio, N_2 .

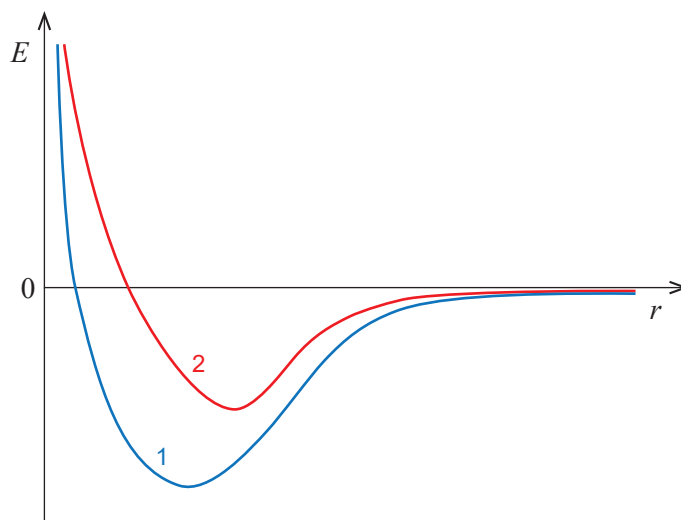


Figura 8

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.

FIM

COTAÇÕES

As pontuações obtidas nas respostas a estes 15 itens da prova contribuem obrigatoriamente para a classificação final.	1.1.2.	2.1.	2.2.	2.4.	2.5.	3.1.1.	3.1.3.	3.2.	4.2.	5.2.	5.3.	6.1.	6.2.	6.3.	6.4.	Subtotal
Cotação (em pontos)	12	10	10	10	12	10	10	10	10	12	12	10	10	10	12	160
Destes 8 itens, contribuem para a classificação final da prova os 4 itens cujas respostas obtenham melhor pontuação.	1.1.1.	1.2.	2.3.	2.6.	3.1.2.	4.1.	5.1.1.	5.1.2.	Subtotal							
Cotação (em pontos)	4 x 10 pontos															40
TOTAL																200

Prova 715
2.^a Fase
VERSÃO 1

Exame Final Nacional de Física e Química A Prova 715 | 2.ª Fase | Ensino Secundário | 2025

11.º Ano de Escolaridade

Decreto-Lei n.º 55/2018, de 6 de julho | Decreto-Lei n.º 62/2023, de 25 de julho

Critérios de Classificação

8 Páginas

CRITÉRIOS GERAIS DE CLASSIFICAÇÃO

A classificação a atribuir a cada resposta resulta da aplicação dos critérios gerais e dos critérios específicos apresentados para cada item e é expressa por um número inteiro.

A ausência de indicação inequívoca da versão da prova implica a classificação com zero pontos das respostas aos itens de seleção.

As respostas ilegíveis ou que não possam ser claramente identificadas são classificadas com zero pontos.

Em caso de omissão ou de engano na identificação de uma resposta, esta pode ser classificada se for possível identificar inequivocamente o item a que diz respeito.

Se for apresentada mais do que uma resposta ao mesmo item, só é classificada a resposta que surgir em primeiro lugar.

ITENS DE SELEÇÃO

As respostas aos itens de seleção podem ser classificadas de forma dicotómica ou por níveis de desempenho, de acordo com os critérios específicos. No primeiro caso, a pontuação só é atribuída às respostas corretas, sendo todas as outras respostas classificadas com zero pontos. No caso da classificação por níveis de desempenho, a cada nível corresponde uma dada pontuação, de acordo com os critérios específicos.

Nas respostas aos itens de seleção, a transcrição do texto da opção escolhida é considerada equivalente à indicação da letra ou do número correspondente.

ITENS DE CONSTRUÇÃO

Nos itens de resposta restrita, os critérios específicos de classificação apresentam-se organizados por níveis de desempenho ou por etapas.

Os itens cujos critérios de classificação se apresentam organizados por **níveis de desempenho** requerem a apresentação de um texto estruturado ou a demonstração de como se chega, por exemplo, a uma dada conclusão ou a um dado valor (o que poderá, ou não, incluir a realização de cálculos).

A classificação das respostas aos itens cujos critérios se apresentam organizados por níveis de desempenho corresponde à pontuação do nível de desempenho em que as respostas forem enquadradas. Qualquer resposta que não atinja o nível 1 de desempenho é classificada com zero pontos.

Os elementos apresentados na resposta que evidenciem contradições não devem ser considerados para efeito de classificação.

Itens que requerem a apresentação de um texto:

A classificação das respostas aos itens que requerem a apresentação de um texto estruturado tem por base os descritores de desempenho definidos nos critérios específicos de classificação. Estes descritores têm em consideração o conteúdo e a estruturação das respostas, bem como a utilização de linguagem científica adequada.

Um texto estruturado deve evidenciar uma ligação conceptualmente consistente entre os elementos apresentados, independentemente da sequência em que esses elementos surjam na resposta.

A utilização de linguagem científica adequada corresponde à utilização dos conceitos científicos mobilizados na resposta, tendo em consideração os documentos curriculares de referência. A utilização de abreviaturas e de siglas não claramente identificadas corresponde a falhas na utilização da linguagem científica.

Itens que requerem demonstração/verificação:

A classificação das respostas aos itens que requerem a demonstração de como se chega, por exemplo, a uma dada conclusão ou a um dado valor tem por base os descritores de desempenho definidos nos critérios específicos de classificação.

Na classificação das respostas a este tipo de itens, a utilização de abreviaturas e de siglas não constitui, em geral, fator de desvalorização.

Os itens cujos critérios de classificação se apresentam organizados por **etapas** requerem a realização de cálculos.

A classificação das respostas aos itens cujos critérios se apresentam organizados por etapas resulta da soma das pontuações atribuídas às etapas que constituem a resposta, podendo ser subtraídos pontos em função dos erros cometidos.

Na classificação das respostas aos itens cujos critérios de classificação se apresentam organizados por etapas, consideram-se dois tipos de erros:

Erros de tipo 1 – erros de cálculo numérico, transcrição incorreta de valores numéricos, arredondamentos de valores fornecidos na tabela de constantes e conversão incorreta de unidades, desde que coerentes com a grandeza calculada.

Erros de tipo 2 – erros de cálculo analítico, ausência de conversão de unidades (qualquer que seja o número de conversões não efetuadas, contabiliza-se apenas como um erro de tipo 2), ausência de unidades no resultado final, apresentação de unidades incorretas no resultado final e outros erros que não possam ser considerados de tipo 1.

À soma das pontuações atribuídas às etapas apresentadas, deve(m) ser subtraído(s):

- 1 ponto se forem cometidos apenas erros de tipo 1, qualquer que seja o seu número;
- 2 pontos se for cometido apenas um erro de tipo 2, qualquer que seja o número de erros de tipo 1 cometidos;
- 4 pontos se forem cometidos mais do que um erro de tipo 2, qualquer que seja o número de erros de tipo 1 cometidos.

Os erros cometidos só são contabilizados nas etapas que não sejam pontuadas com zero pontos.

As etapas que evidenciem contradições devem ser pontuadas com zero pontos.

No quadro seguinte, apresentam-se os critérios de classificação a aplicar, em situações específicas, nas respostas aos itens de resposta restrita cujos critérios se apresentam organizados por etapas.

Situação	Classificação
1. Apresentação apenas do resultado final.	A resposta é classificada com zero pontos.
2. Utilização de processos de resolução não previstos nos critérios específicos de classificação.	É aceite qualquer processo de resolução cientificamente correto, desde que respeite as instruções dadas. Os critérios específicos serão adaptados, em cada caso, ao processo de resolução apresentado.
3. Utilização de processos de resolução que não respeitem as instruções dadas.	Se a instrução dada se referir ao processo global de resolução do item, a resposta é classificada com zero pontos. Se a instrução dada se referir apenas a uma etapa de resolução, essa etapa é pontuada com zero pontos.
4. Utilização de valores numéricos não fornecidos no enunciado dos itens, na tabela de constantes ou na tabela periódica.	As etapas em que esses valores forem utilizados são pontuadas com zero pontos.
5. Utilização de valores numéricos diferentes dos fornecidos no enunciado dos itens ou de valores que não se enquadrem nas condições definidas no enunciado dos itens.	As etapas em que esses valores forem utilizados são pontuadas com zero pontos.
6. Utilização de expressões ou de equações incorretas.	As etapas em que essas expressões ou essas equações forem utilizadas são pontuadas com zero pontos.
7. Obtenção ou utilização de valores numéricos que careçam de significado físico.	As etapas em que esses valores forem obtidos ou utilizados são pontuadas com zero pontos.
8. Omissão dos cálculos correspondentes a uma ou mais etapas de resolução.	As etapas nas quais os cálculos não sejam apresentados são pontuadas com zero pontos. As etapas subsequentes que delas dependam são pontuadas de acordo com os critérios de classificação, desde que sejam apresentados, pelo menos, os valores das grandezas a obter naquelas etapas.
9. Omissão de uma ou mais etapas de resolução.	Essas etapas e as etapas subsequentes que delas dependam são pontuadas com zero pontos.
10. Resolução com erros (de tipo 1 ou de tipo 2) de uma ou mais etapas necessárias à resolução das etapas subsequentes.	Essas etapas e as etapas subsequentes são pontuadas de acordo com os critérios de classificação.
11. Ausência de explicitação dos valores numéricos a calcular em etapas de resolução intermédias.	A não explicitação desses valores não implica, por si só, qualquer desvalorização, desde que seja dada continuidade ao processo de resolução.
12. Ausência de unidades ou apresentação de unidades incorretas nos resultados obtidos em etapas de resolução intermédias.	Estas situações não implicam, por si só, qualquer desvalorização.
13. Apresentação, no resultado final, de uma unidade correta diferente daquela que é considerada nos critérios específicos de classificação.	Esta situação não implica, por si só, qualquer desvalorização, exceto se houver uma instrução explícita relativa à unidade a utilizar, caso em que será considerado um erro de tipo 2.
14. Apresentação de cálculos que omitem a grandeza cujo cálculo foi solicitado.	A etapa correspondente a esse cálculo é pontuada com zero pontos.
15. Apresentação de valores calculados com arredondamentos incorretos ou com um número incorreto de algarismos significativos.	A apresentação desses valores não implica, por si só, qualquer desvalorização. Constituem exceção situações decorrentes da resolução de itens de natureza experimental e situações em que haja uma instrução explícita relativa a arredondamentos ou a algarismos significativos.

CRITÉRIOS ESPECÍFICOS DE CLASSIFICAÇÃO

1.1.1. 10 pontos
Versão 1 – (B); Versão 2 – (A)

1.1.2. 12 pontos

Determina o valor solicitado, percorrendo as etapas seguintes:

- Calcula a quantidade de N_2 consumida até ser atingido o equilíbrio (0,088 mol) 4 pontos
- Calcula as quantidades de N_2 e NH_3 presentes no equilíbrio (0,792 mol e 0,176 mol, respetivamente) 3 pontos
- Calcula a fração molar do NH_3 no equilíbrio (0,111) 3 pontos
- Indica as condições de pressão e de temperatura a que foi realizada a experiência (100 atm e 500 °C, respetivamente) 2 pontos

1.2. 10 pontos

Versão 1 – (C); Versão 2 – (D)

2.1. 10 pontos

Versão 1 – (C); Versão 2 – (B)

2.2. 10 pontos

Versão 1 – (A); Versão 2 – (C)

2.3. 10 pontos

Versão 1 – (B); Versão 2 – (C)

2.4. 10 pontos

Determina o valor solicitado, percorrendo as etapas seguintes:

- Calcula o período de rotação da barra magnética (0,1000 s)
OU
Calcula a frequência de rotação da barra magnética (10,00 Hz) 3 pontos
- Calcula a velocidade angular da barra magnética (62,83 rad s⁻¹) 3 pontos
- Calcula o comprimento da barra magnética (2,00 × 10⁻² m) 4 pontos

2.5. 12 pontos

Determina o valor solicitado, percorrendo as etapas seguintes:

- Calcula a diferença de potencial aos terminais dos elétrodos (0,350 V) 4 pontos
- Obtém, por leitura do gráfico, o pH da solução aquosa de KOH (13,0) 2 pontos
- Calcula a concentração de OH^- em solução ($1,01 \times 10^{-1} \text{ mol dm}^{-3}$) 3 pontos
- Calcula a massa de KOH que se dissolveu (2,8 g) 3 pontos

2.6. 10 pontos

Versão 1 – (D); Versão 2 – (A)

3.1.1. 10 pontos

Versão 1 – (D); Versão 2 – (B)

3.1.2. 10 pontos

Versão 1 – (C); Versão 2 – (D)

3.1.3. 10 pontos

Versão 1 – (a) – (3); (b) – (1); (c) – (2).

Versão 2 – (a) – (1); (b) – (2); (c) – (3).

Nível	Descritor de desempenho	Pontuação
3	Completa o texto com as três opções corretas.	10
2	Completa o texto apenas com duas opções corretas.	7
1	Completa o texto apenas com uma opção correta.	4

3.2. 10 pontos

Elementos de resposta:

- a equação da reta de ajuste ao gráfico de E_r em função de $\frac{1}{4\pi r^2}$ é $y = 12,2x + 0,12$ (SI);
- a potência da radiação emitida pela lâmpada é 12,2 W.

Nível	Descritor de desempenho	Pontuação
4	A resposta apresenta os dois elementos (ver notas 1 e 2).	10
3	A resposta apresenta os dois elementos com omissão ou incorreção de unidades no resultado final ou com um declive positivo diferente do esperado (ver notas 1 e 2).	8
2	A resposta apresenta os dois elementos com omissão ou incorreção de unidades no resultado final e com um declive positivo diferente do esperado (ver notas 1 e 2). OU A resposta apresenta apenas o primeiro elemento (ver notas 1 e 2).	5
1	A resposta apresenta apenas o primeiro elemento com um declive positivo diferente do esperado (ver notas 1 e 2).	3

Notas:

1. O arredondamento às unidades do declive da reta de ajuste não implica qualquer desvalorização.
2. Na equação da reta de ajuste, a omissão da ordenada na origem não implica qualquer desvalorização.

4.1. 10 pontos

Versão 1 – (D); Versão 2 – (A)

4.2. 10 pontos

Versão 1 – (B); Versão 2 – (D)

5.1.1. 10 pontos

Versão 1 – (C); Versão 2 – (B)

5.1.2. 10 pontos

Versão 1 – (A); Versão 2 – (C)

5.2. 12 pontos

Determina o valor solicitado, percorrendo as etapas seguintes:

- Obtém as expressões que relacionam I , P e F_R , na subida e na descida ($F_R = I - P$ e $F_R = P - I$, respetivamente) 4 pontos
- Obtém a expressão $(ma + mg = (m + m_{ar})g - (m + m_{ar})a)$ 4 pontos
- Determina a massa de ar atmosférico, m_{ar} , em função da massa m do dirigível ($m_{ar} = 0,021 m$) 4 pontos

5.3. 12 pontos

Elementos de resposta:

- a energia cinética do dirigível mantém-se constante, uma vez que a velocidade do dirigível se mantém constante (ou equivalente);
- a energia potencial [gravítica] do sistema [*dirigível* + *Terra*] diminui, uma vez que a altura a que o dirigível se encontra está a diminuir (ou equivalente);
- sendo a energia mecânica a soma das energias cinética e potencial [gravítica], conclui-se que não há conservação da energia mecânica do sistema (ou equivalente).

Nível	Descritor de desempenho	Pontuação
5	A resposta: • apresenta os três elementos; • é bem estruturada e apresenta linguagem científica adequada.	12
4	A resposta: • apresenta os três elementos; • apresenta falhas de estrutura e/ou na linguagem científica.	10
3	A resposta: • apresenta apenas os dois primeiros elementos; • é bem estruturada e apresenta linguagem científica adequada.	8
2	A resposta: • apresenta apenas os dois primeiros elementos; • apresenta falhas de estrutura e/ou na linguagem científica.	6
1	A resposta: • apresenta apenas um dos dois primeiros elementos; • é bem estruturada e apresenta linguagem científica adequada.	4

Nota – a ordem dos dois primeiros elementos de resposta é arbitrária.

6.1. 10 pontos

Versão 1 – (a) – (4); (b) – (1); (c) – (2).

Versão 2 – (a) – (2); (b) – (4); (c) – (5).

6.2. 10 pontos

Versão 1 – (B); Versão 2 – (C)

6.3. 10 pontos

Determina o valor solicitado, percorrendo as etapas seguintes:

- Calcula a quantidade de $N_2(g)$ formado de acordo com a estequiometria da reação (1,15 mol) 4 pontos
- Calcula a quantidade de $N_2(g)$ formado de acordo com o rendimento da reação (0,345 mol) 3 pontos
- Calcula o volume de $N_2(g)$ formado (8,3 dm³) 3 pontos

6.4. 12 pontos

Elementos de resposta:

- as fórmulas de estrutura de Lewis das moléculas de O_2 e de N_2 são, respetivamente, $\ddot{O} = \ddot{O}:$ e $:N \equiv N:$ (ou equivalente);
- [como a ligação entre os átomos de nitrogénio é covalente tripla,] o N_2 apresenta maior energia de ligação e menor comprimento de ligação (ou equivalente);
- a curva correspondente à molécula de N_2 é a curva 1 [pois é a que apresenta um menor comprimento de ligação para um mínimo de energia potencial] (ou equivalente).

Nível	Descritor de desempenho	Pontuação
5	A resposta: • apresenta os três elementos; • é bem estruturada e apresenta linguagem científica adequada.	12
4	A resposta: • apresenta os três elementos; • apresenta falhas de estrutura e/ou na linguagem científica.	10
3	A resposta: • apresenta apenas os dois primeiros elementos; • é bem estruturada e apresenta linguagem científica adequada.	8
2	A resposta: • apresenta apenas os dois primeiros elementos; • apresenta falhas de estrutura e/ou na linguagem científica.	6
1	A resposta: • apresenta apenas um dos dois primeiros elementos; • é bem estruturada e apresenta linguagem científica adequada.	4

COTAÇÕES

As pontuações obtidas nas respostas a estes 15 itens da prova contribuem obrigatoriamente para a classificação final.	1.1.2.	2.1.	2.2.	2.4.	2.5.	3.1.1.	3.1.3.	3.2.	4.2.	5.2.	5.3.	6.1.	6.2.	6.3.	6.4.	Subtotal
Cotação (em pontos)	12	10	10	10	12	10	10	10	10	12	12	10	10	10	12	160
Destes 8 itens, contribuem para a classificação final da prova os 4 itens cujas respostas obtenham melhor pontuação.	1.1.1.	1.2.	2.3.	2.6.	3.1.2.	4.1.	5.1.1.	5.1.2.	Subtotal							
Cotação (em pontos)	4 x 10 pontos															40
TOTAL																200