

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 cotações 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

$$n = \frac{N}{N_A} \qquad M = \frac{m}{n} \qquad V_m = \frac{V}{n} \qquad \rho = \frac{m}{V}$$

• Soluções

$$c = \frac{n}{V} \qquad x_A = \frac{n_A}{n_{\text{total}}} \qquad \text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+],$$

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

• Energia

$$E_c = \frac{1}{2} m v^2 \qquad E_{\text{pg}} = m g h \qquad E_m = E_c + E_p \qquad P = \frac{E}{\Delta t}$$

$$W_{\vec{F}} = F d \cos \alpha \qquad W_{\vec{F}_R} = \Delta E_c \qquad W_{\vec{F}_g} = -\Delta E_{\text{pg}}$$

$$U = RI \qquad P = UI \qquad U = \varepsilon - rI$$

$$E = m c \Delta T \qquad \Delta U = W + Q \qquad E_r = \frac{P}{A}$$

• Mecânica

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

$$a_c = \frac{v^2}{r} \qquad \omega = \frac{2\pi}{T} \qquad v = \omega r$$

$$\vec{F}_R = m \vec{a} \qquad F_g = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

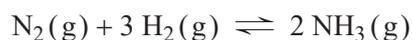
• Ondas e eletromagnetismo

$$\lambda = \frac{v}{f} \qquad \Phi_m = B A \cos \alpha \qquad |\varepsilon_i| = \frac{|\Delta \Phi_m|}{\Delta t}$$

$$n = \frac{c}{v} \qquad n_1 \sin \alpha_1 = n_2 \sin \alpha_2$$

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.

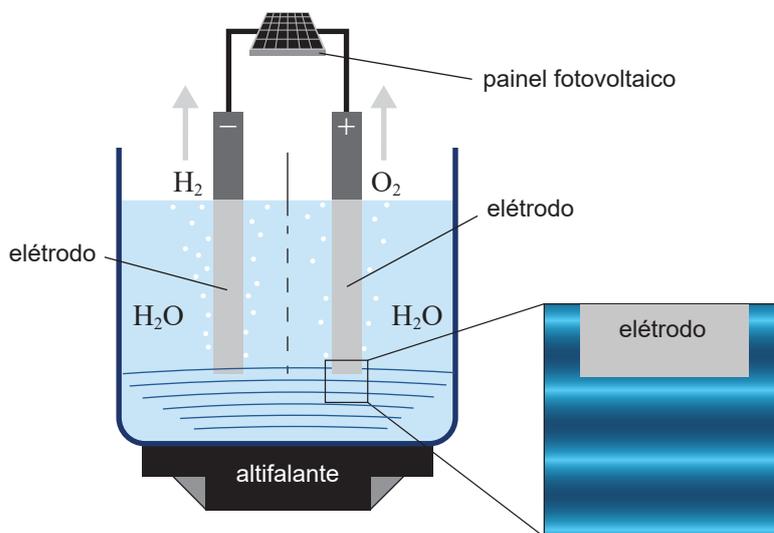


Figura 1

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.

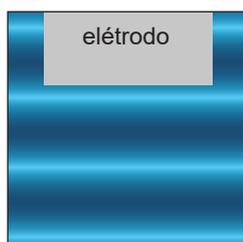
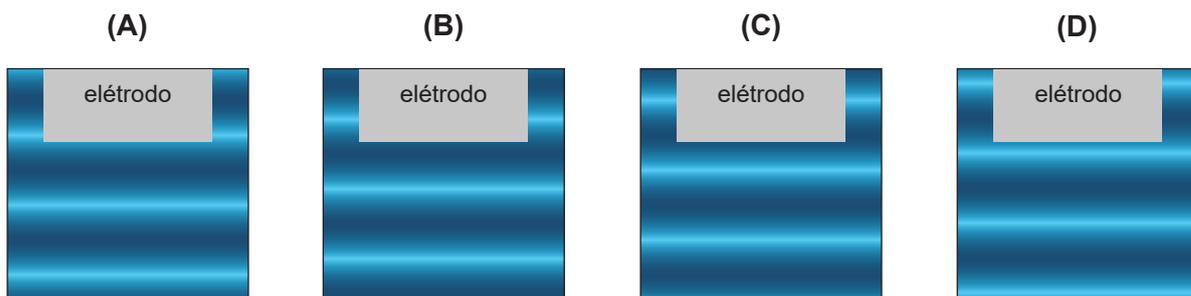


Figura 2

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.

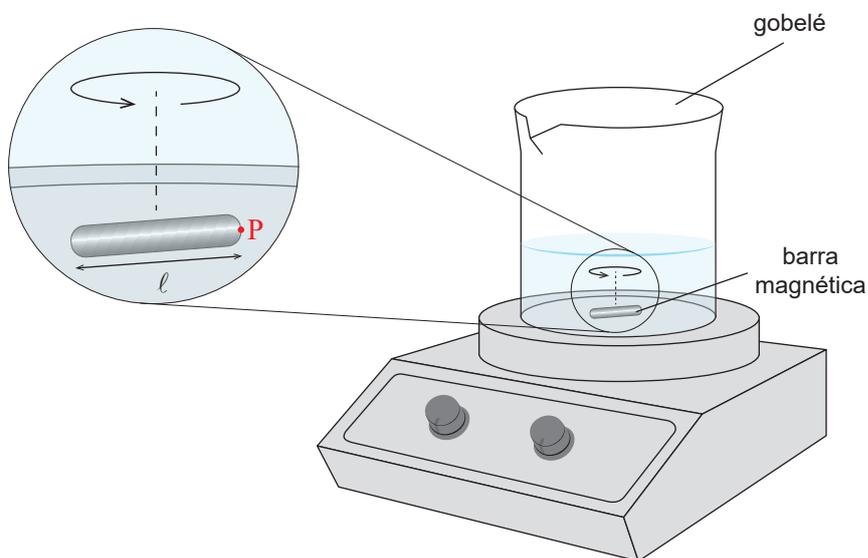


Figura 3

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 $25 \text{ }^\circ\text{C}$.

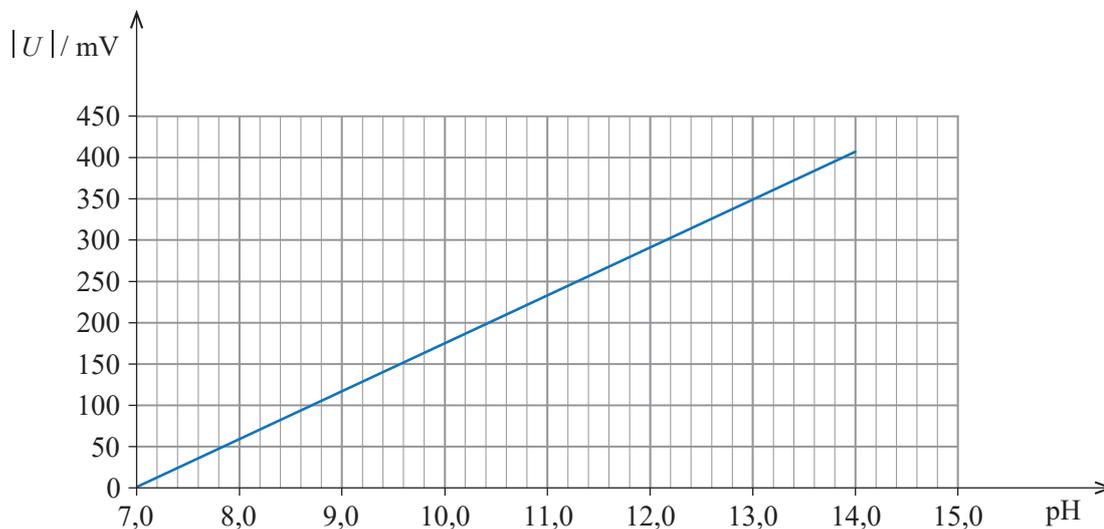


Figura 4

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 KOH(s) em água, verifica-se um aumento da temperatura da solução.

A dissolução do 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) $U = (1,3 \pm 0,1) \text{ V}$

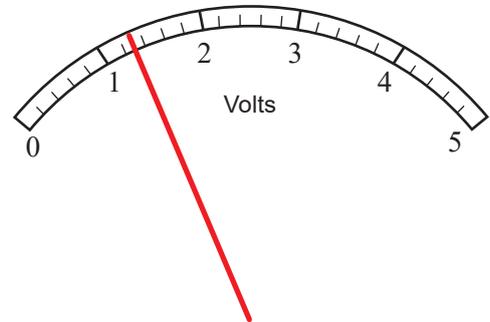


Figura 5

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.

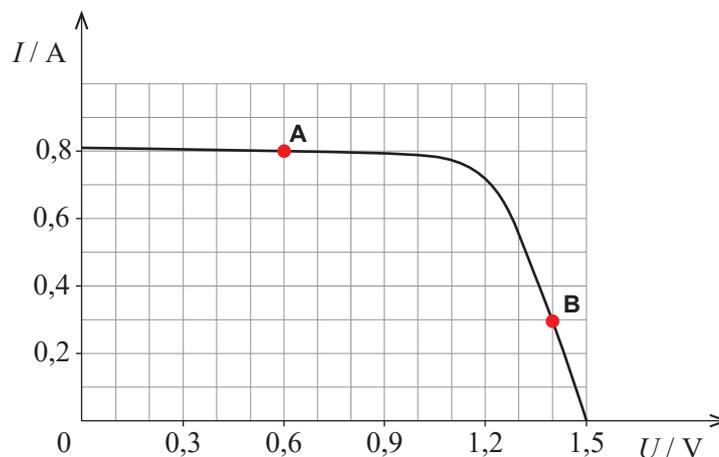


Figura 6

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.

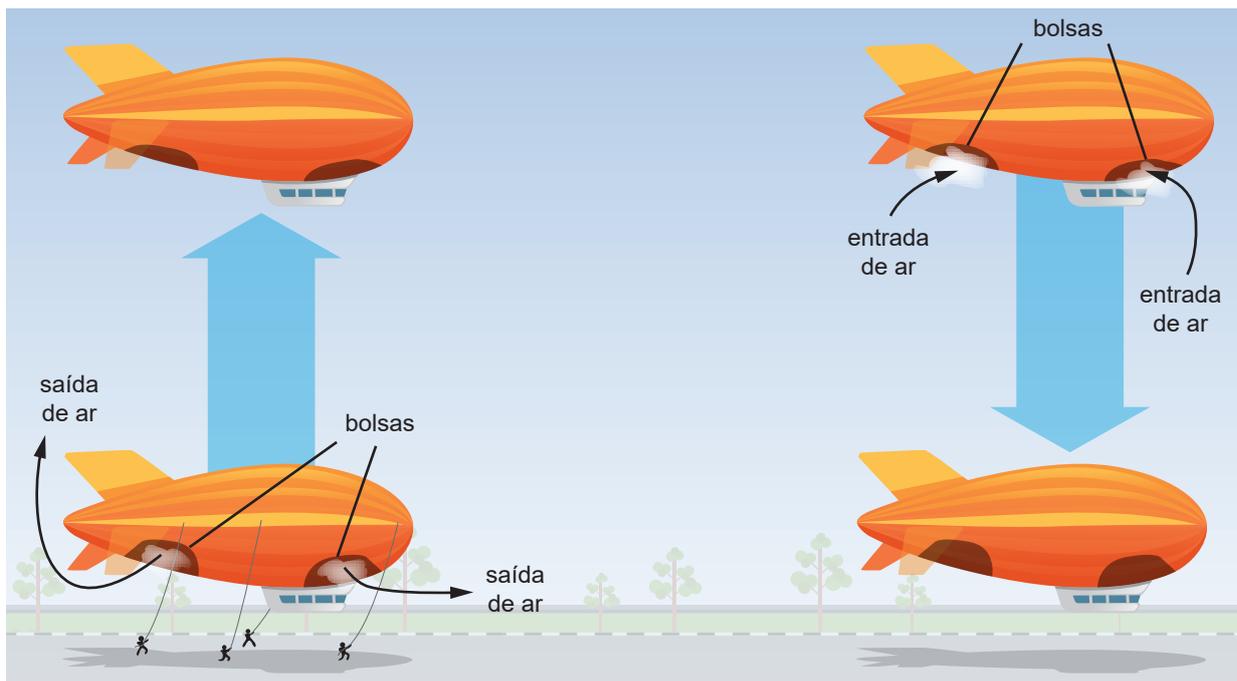


Figura 7

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



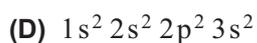
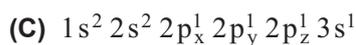
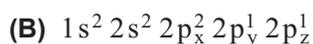
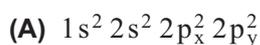
* 6.1. Associe cada uma das moléculas, indicadas na Coluna I, à geometria molecular correspondente, apresentada na Coluna II.

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 .

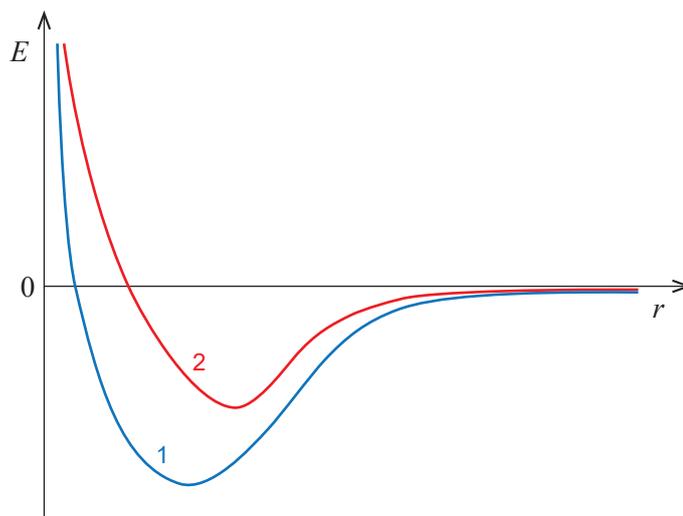


Figura 8

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