

Exame Final Nacional de Física e Química A
Prova 715 | 2.ª Fase | Ensino Secundário | 2026

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.

15 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.

As respostas aos itens da prova são registadas no caderno de respostas.

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

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

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

Nas respostas aos itens de escolha múltipla, selecione a opção correta. Assinale, na folha de respostas, a opção selecionada.

Utilize os valores numéricos fornecidos no enunciado dos itens, na tabela de constantes e na tabela periódica dos elementos.

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)	$K_w = 1,0 \times 10^{-14}$
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

$$c = \frac{n}{V} \qquad x_A = \frac{n_A}{n_{\text{total}}} \qquad \text{pH} = -\log ([\text{H}_3\text{O}^+] / \text{mol dm}^{-3})$$

• Energia

$$\begin{aligned} E_c &= \frac{1}{2} m v^2 & E_{\text{pg}} &= m g h & E_m &= E_c + E_p & P &= \frac{E}{\Delta t} \\ W_{\vec{F}} &= F d \cos \alpha & W_{\vec{F}_R} &= \Delta E_c & W_{\vec{F}_g} &= -\Delta E_{\text{pg}} & W_{\vec{F}_{\text{NC}}} &= \Delta E_m \\ U &= R I & P &= U I & U &= \varepsilon - r I \\ E &= m c \Delta T & E &= m \Delta h & \Delta U &= W + Q & E_r &= \frac{P}{A} \end{aligned}$$

• Mecânica

$$\begin{aligned} x &= x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a t^2 & v &= v_0 + a t \\ a_c &= \frac{v^2}{r} & \omega &= \frac{2\pi}{T} & v &= \omega r \\ \vec{F}_R &= m \vec{a} & F_g &= G \frac{m_1 m_2}{r^2} \end{aligned}$$

• Ondas e eletromagnetismo

$$\begin{aligned} \lambda &= \frac{v}{f} & \Phi_m &= B A \cos \alpha & |\varepsilon_i| &= \frac{|\Delta \Phi_m|}{\Delta t} \\ n &= \frac{c}{v} & n_1 \sin \alpha_1 &= n_2 \sin \alpha_2 \end{aligned}$$

TABELA PERIÓDICA DOS ELEMENTOS QUÍMICOS

1		2										18									
1	H																				
2	He																				
3	Li	4	Be											13	14	15	16	17	18		
6,94	7,01	9,01											5	6	7	8	9	10,81			
														B	C	N	O	F	Ne		
11	Na	12	Mg											13	14	15	16	17	20,18		
22,99	23,31	24,31											Al	Si	P	S	Cl	Ar			
														26,98	28,09	30,97	32,06	35,45	39,95		
19	K	20	Ca	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12				36				
39,10	40,08	40,08	44,96	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	83,80			
				Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr			
				47,87	50,94	52,00	54,94	55,85	58,93	58,69	63,55	65,38	69,72	72,63	74,92	78,97	79,90				
37	Rb	38	Sr	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54			
85,47	87,62	87,62	88,91	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe			
				91,22	92,91	95,95		101,07	102,91	106,42	107,87	112,41	114,82	118,71	121,76	127,60	126,90	131,29			
55	Cs	56	Ba	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86			
132,91	137,33	137,33	137,33	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn			
				178,49	180,95	183,84	186,21	190,23	192,22	195,08	196,97	200,59	204,38	207,2	208,98						
87	Fr	88	Ra	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118			
				Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Cn	Nh	Fl	Mc	Lv	Ts	Og			

1. Em 1871, Dmitri Mendeleev publicou uma versão da sua Tabela Periódica, em que organizava os 65 elementos conhecidos à data numa tabela, segundo dois princípios:

- (1) cada elemento tinha uma massa atômica superior à do elemento à sua esquerda;
- (2) cada elemento tinha propriedades químicas semelhantes às dos outros elementos da mesma coluna.

Nessa tabela, existiam lugares por preencher, mas Mendeleev não tentou encaixar aí elementos já conhecidos e percebeu que esses lugares corresponderiam a elementos ainda por descobrir.

J. P. Leal, «Tabela Periódica dos Elementos», in *Revista de Ciência Elementar*, vol. 3, n.º 3, 2015, p. 194. (Texto adaptado)

- * 1.1. Em relação aos princípios enunciados no texto, e após a descoberta do protão por Rutherford, verifica-se que, na Tabela Periódica atual,

- (A) apenas se mantém o princípio (1).
- (B) apenas se mantém o princípio (2).
- (C) se mantêm os dois princípios, (1) e (2).
- (D) não se mantém o princípio (1) nem o (2).

- 1.2. Mendeleev previu as propriedades de alguns dos elementos não conhecidos à data e atribuiu-lhes um nome em função da posição ocupada na tabela. Por exemplo, deu o nome de eka-alumínio ao elemento situado imediatamente abaixo do alumínio.

Alguns anos após as suas previsões, o eka-alumínio foi descoberto por um químico francês, Paul de Boisbaudran, que lhe atribuiu o nome de gálio.

- * 1.2.1. A descoberta do gálio teve origem na análise espectral de uma amostra, na qual foram detetadas duas novas riscas na região do visível.

Explique como terá sido possível concluir, a partir da análise do espectro de emissão desta amostra, na região do visível, que esta continha um elemento químico que nunca tinha sido identificado.

Comece por referir o que se observa num espectro atômico de emissão, na região do visível, e identifique o fenómeno associado a essa emissão.

Apresente um texto bem estruturado e utilize linguagem científica adequada.

- 1.2.2. As duas novas riscas, I e II, que permitiram identificar o gálio, correspondem a radiações que apresentam, no vazio, comprimentos de onda de 403,1 nm e de 417,0 nm, respetivamente.

A risca que corresponde à radiação de maior energia é a risca

- (A) I, de frequência $7,44 \times 10^{14}$ Hz.
- (B) II, de frequência $7,44 \times 10^{14}$ Hz.
- (C) I, de frequência $7,19 \times 10^{14}$ Hz.
- (D) II, de frequência $7,19 \times 10^{14}$ Hz.

1.2.3. Paul de Boisbaudran conseguiu isolar 3,4 mg de gálio metálico, que apresentou na Academia de Ciências de Paris, em 1875.

O número de átomos de gálio na amostra pode ser calculado pela expressão

(A) $\frac{69,72}{3,4 \times 10^{-3} \times 6,02 \times 10^{23}}$

(B) $\frac{3,4 \times 10^{-3} \times 6,02 \times 10^{23}}{69,72}$

(C) $\frac{3,4 \times 10^{-3}}{69,72 \times 6,02 \times 10^{23}}$

(D) $\frac{69,72 \times 6,02 \times 10^{23}}{3,4 \times 10^{-3}}$

*** 1.2.4.** O ponto de fusão do metal gálio é 30 °C, o que lhe confere o comportamento peculiar de se fundir facilmente quando em contacto com a mão de uma pessoa.

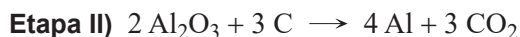
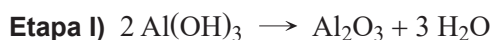
Descreva, à escala atômica, o que sucede quando este metal se funde em contacto com a mão.

Na sua resposta, comece por justificar que a transferência de energia da mão para o gálio ocorre, predominantemente, sob a forma de calor.

Apresente um texto bem estruturado e utilize linguagem científica adequada.

2. O alumínio é produzido, maioritariamente, a partir da bauxite, que é o principal minério que contém este elemento.

Uma das etapas iniciais do processo de obtenção do alumínio consiste no tratamento do minério para se obter tri-hidróxido de alumínio, $\text{Al}(\text{OH})_3$ ($M = 78,01 \text{ g mol}^{-1}$). Etapas posteriores, I e II, levam à obtenção do alumínio, podendo ser traduzidas por



- * 2.1. O uso de alumínio generalizou-se na produção de latas de bebida.

Considere que:

- uma lata de bebida tem 20,0 g de alumínio;
- na etapa I, se dá a conversão completa do reagente em produtos e que, na etapa II, o rendimento na obtenção de Al é 90,0%.

Determine a massa de $\text{Al}(\text{OH})_3$ necessária para produzir o alumínio existente numa lata de bebida.

Apresente todos os cálculos efetuados.

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

Assinale, na folha de respostas, para cada letra, o número da opção selecionada.

Na etapa I, a massa de Al_2O_3 obtida é ____ (a) ____ massa inicial de $\text{Al}(\text{OH})_3$.

Na etapa II, a variação do número de oxidação do oxigénio é ____ (b) ____ e, por cada mole de alumínio produzida, ocorre uma transferência de ____ (c) ____ moles de eletrões.

O alumínio é reduzido ____ (d) ____.

(a)	(b)	(c)	(d)
(1) menor do que a	(1) -2	(1) 3	(1) na etapa I
(2) igual à	(2) 0	(2) 6	(2) na etapa II
(3) maior do que a	(3) +2	(3) 12	(3) em ambas as etapas

- * 2.3. Para produzir, a partir da bauxite, alumínio suficiente para uma lata de bebida, admita que é utilizada uma energia de $2,202 \times 10^5$ J.

Uma empresa divulgou um estudo no qual se refere que, na produção de uma mesma massa de alumínio, optando por reciclar latas de bebida usadas, se poupa entre 85% e 95% de energia. Nesse processo, as latas usadas são aquecidas até à sua fusão completa, obtendo-se, no estado líquido, o alumínio com o qual se fabricam novas latas.

Considere que, no processo descrito:

- cada lata usada tem 20,0 g de alumínio e está, inicialmente, a 20,0 °C;
- o ponto de fusão do alumínio é 660,3 °C;
- a capacidade térmica mássica do alumínio é $1050 \text{ J kg}^{-1} \text{ °C}^{-1}$;
- a entalpia de fusão de 1,00 kg de alumínio é $3,965 \times 10^5$ J.

Verifique se a informação referida no estudo é verdadeira.

Apresente todos os cálculos efetuados.

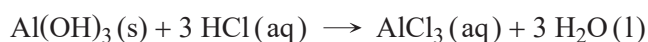
3. O tri-hidróxido de alumínio sólido, $\text{Al}(\text{OH})_3$ (s), é uma substância utilizada para combater a acidez no estômago.

- * 3.1. Ao adicionar-se uma pequena quantidade de $\text{Al}(\text{OH})_3$ (s) à água contida num gobelé, verifica-se que, mesmo após vigorosa agitação a temperatura constante, quase todo o $\text{Al}(\text{OH})_3$ (s) permanece no fundo do recipiente.

A mistura obtida no recipiente é

- (A) homogénea, e a solução está saturada.
- (B) homogénea, e a solução está insaturada.
- (C) heterogénea, e a solução está saturada.
- (D) heterogénea, e a solução está insaturada.

- * 3.2. O $\text{Al}(\text{OH})_3$ (s) ($M = 78,01 \text{ g mol}^{-1}$), uma vez ingerido, reage com o ácido clorídrico, HCl (aq), um ácido forte, presente no conteúdo gástrico, numa reação que pode ser traduzida por



Num laboratório farmacêutico, estuda-se a variação de pH do conteúdo gástrico após a toma de um comprimido com 240 mg de $\text{Al}(\text{OH})_3$ (s).

Para simular o conteúdo gástrico, utilizou-se uma solução de HCl (aq) de volume 800 cm^3 e de concentração $3,16 \times 10^{-2} \text{ mol dm}^{-3}$.

Considere que a reação é completa, que a variação de pH da solução se deve exclusivamente à adição de $\text{Al}(\text{OH})_3$ (s), e que a variação de volume da solução é desprezável.

Determine o pH da solução após a adição de 240 mg de $\text{Al}(\text{OH})_3$ (s).

Apresente todos os cálculos efetuados.

4. O alumínio é um elemento químico muito usado na indústria aeroespacial.

- * 4.1. Muitos satélites, em fim de vida, reentram na atmosfera terrestre com uma velocidade elevada, incinerando-se devido à resistência do ar.

Considere uma parte dessa reentrada, durante a qual a altitude diminui, mas o módulo da velocidade se mantém constante.

Verifica-se que a energia mecânica do sistema *satélite + Terra*

- (A) se conserva, pois apenas atuam forças conservativas.
 - (B) se conserva, pois não atuam forças dissipativas.
 - (C) não se conserva, pois atuam forças dissipativas.
 - (D) não se conserva, pois não atuam forças conservativas.
- 4.2. Durante a entrada dos satélites na atmosfera, são produzidas nanopartículas contendo alumínio, que catalisam a reação de destruição do ozono, O_3 , pelos radicais cloro, $Cl^{\bullet}$, provenientes de clorofluorocarbonetos (CFC), como o triclorofluorometano, CCl_3F .

- * 4.2.1. O átomo de cloro é considerado um radical livre, porque, no estado fundamental,

- (A) possui um elétron desemparelhado, sendo uma espécie muito reativa.
- (B) não possui elétrons desemparelhados, sendo uma espécie muito reativa.
- (C) possui um elétron desemparelhado, sendo uma espécie pouco reativa.
- (D) não possui elétrons desemparelhados, sendo uma espécie pouco reativa.

4.2.2. A Figura 1 representa o processo cíclico de destruição do O_3 pelo CCl_3F com regeneração do $Cl^\bullet$. Na figura, destacam-se três etapas, **A**, **B** e **C**.

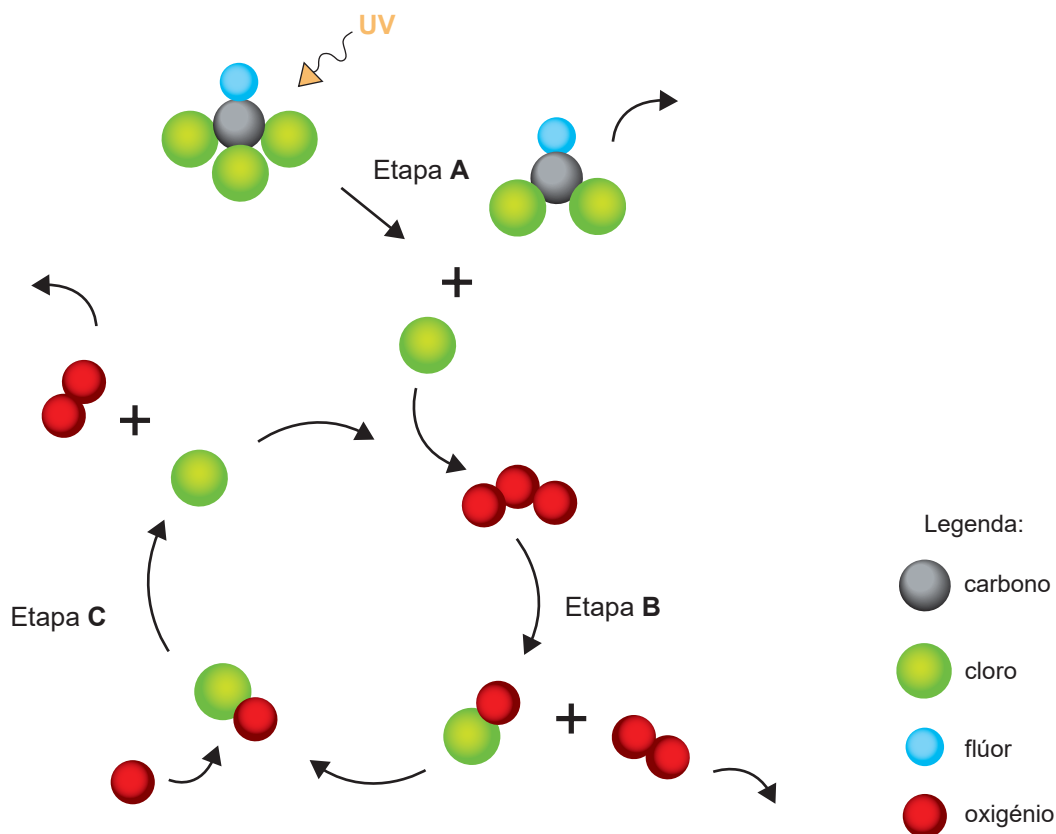


Figura 1

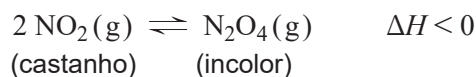
Associe cada etapa apresentada na Coluna I à sua descrição, apresentada na Coluna II.

Assinale, na folha de respostas, para cada letra da Coluna I, o número da opção selecionada da Coluna II.

A cada letra corresponde apenas um número.

COLUMNA I	COLUMNA II
(a) Etapa A	(1) Destruição do ozono pelo radical cloro.
(b) Etapa B	(2) Regeneração do radical cloro.
(c) Etapa C	(3) Formação natural do ozono.
	(4) Reação fotoquímica.
	(5) Reação de formação do CCl_3F .

5. O dióxido de nitrogénio, NO_2 (g), é um poluente atmosférico, de cor acastanhada, que, em sistema fechado, estabelece com o tetróxido de dinitrogénio, N_2O_4 (g), um gás incolor, um equilíbrio químico que pode ser traduzido por



- 5.1. Considere que se encerra uma determinada quantidade de NO_2 (g) num recipiente, mantendo-se a temperatura e o volume constantes.

Até ser atingido o equilíbrio químico, o quociente da reação é

- (A) superior a K_c , sendo favorecida a reação direta.
- (B) superior a K_c , sendo favorecida a reação inversa.
- (C) inferior a K_c , sendo favorecida a reação direta.
- (D) inferior a K_c , sendo favorecida a reação inversa.

- 5.2. Duas seringas, contendo, cada uma, uma mistura igual dos dois gases, em equilíbrio químico, apresentam, a 20 °C, a mesma cor acastanhada.

Considere duas experiências:

I – o êmbolo da primeira seringa é pressionado, comprimindo a mistura gasosa;

II – a segunda seringa é colocada num gobelé contendo gelo.

Prevê-se que, comparativamente com a cor inicial da mistura dos dois gases, a intensificação da cor castanha

- (A) ocorra na experiência I e ocorra na experiência II.
- (B) ocorra na experiência I, mas não ocorra na experiência II.
- (C) não ocorra na experiência I, mas ocorra na experiência II.
- (D) não ocorra na experiência I nem na experiência II.

6. Os satélites espaciais permitem monitorizar as rotas de navios, contribuindo para a segurança marítima.

Dois navios de carga, **A** e **B**, ambos com 300 m de comprimento, deslocam-se em trajetórias perpendiculares. A Figura 2, que não se encontra à escala, esquematiza uma vista aérea das posições dos navios em dois instantes: num instante t_0 , a cinzento, e num instante posterior, t_1 , a preto, em que a proa¹ do navio **A** atinge o ponto **X**.

No instante t_0 , as proas dos navios **A** e **B** distam 1500 m, numa direção que faz 25° com a direção do movimento do navio **A**, que se desloca com velocidade de módulo 10,0 m s⁻¹. A partir desse instante, para evitar a colisão, a velocidade do navio **A** é reduzida uniformemente, e a sua proa atinge a posição **X** 10,0 s após o navio **B** ter passado, completamente, por essa posição.

O navio **B** manteve, durante todo o percurso, velocidade constante de módulo 5,0 m s⁻¹.

Nota:

¹ Proa – parte dianteira do casco de um navio.

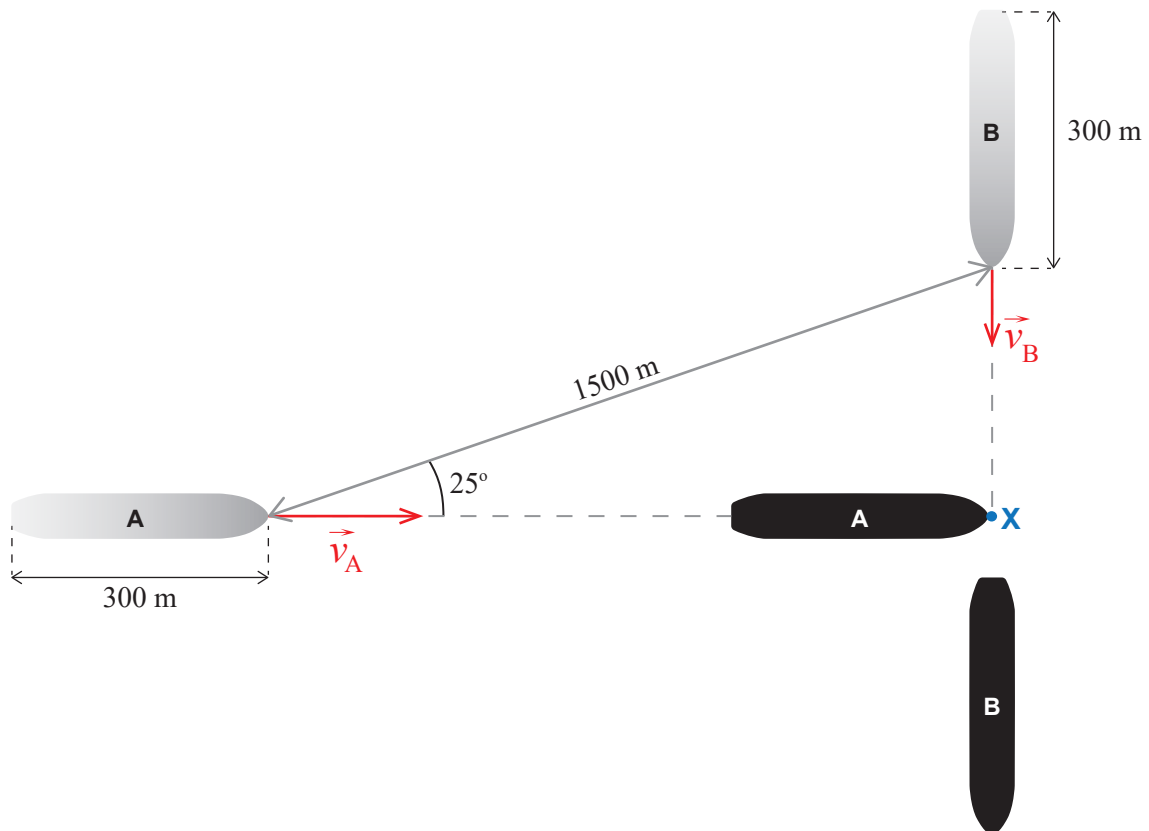
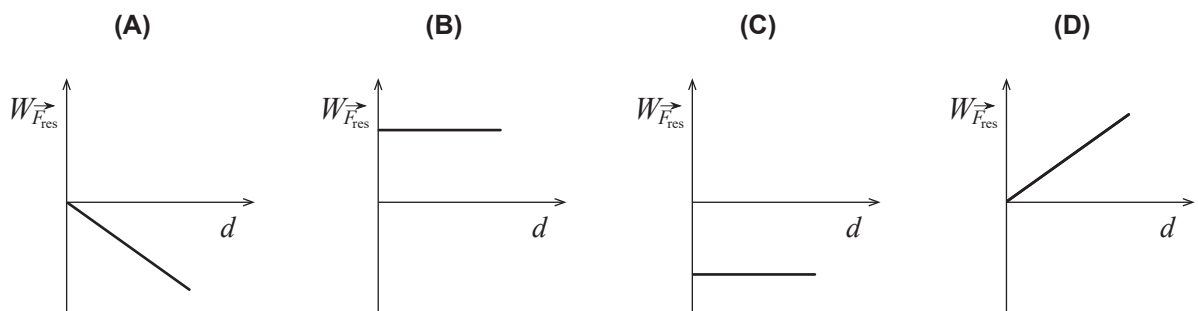


Figura 2

- * 6.1. Determine o módulo da velocidade do navio **A** no instante em que atinge a posição **X**.
Apresente todos os cálculos efetuados.
- * 6.2. O módulo da resultante das forças que atuam sobre o navio **B** durante o percurso representado é
- (A) constante e diferente de zero.
 - (B) constante e igual a zero.
 - (C) variável e decrescente.
 - (D) variável e crescente.
- 6.3. Considere constante a resultante das forças resistivas, $\vec{F}_{\text{res}}$, que atuam no navio **A**.
Qual dos esboços de gráfico seguintes representa o trabalho realizado pela resultante das forças resistivas, $W_{\vec{F}_{\text{res}}}$, que atuam no navio **A**, em função do deslocamento, d , durante o seu movimento até ao ponto **X**?



7. O alumínio é um metal usado também na construção de componentes para aerogeradores.

7.1. Na Figura 3, está representado um aerogerador com as pás em rotação.

Considere dois pontos, **A** e **B**, localizados numa das pás, que distam r_A e r_B do centro de rotação, com velocidades de módulo v_A e v_B , respetivamente.

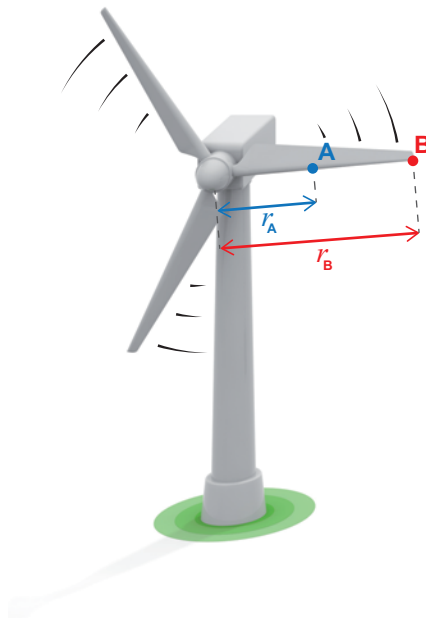


Figura 3

A relação entre v e r , para os pontos **A** e **B**, pode ser expressa pela igualdade

(A) $\frac{v_A^2}{r_A} = \frac{v_B^2}{r_B}$

(B) $v_A^2 \times r_A = v_B^2 \times r_B$

(C) $v_A \times r_A = v_B \times r_B$

(D) $\frac{v_A}{r_A} = \frac{v_B}{r_B}$

* 7.2. Os aerogeradores convertem a energia cinética do ar em movimento em energia elétrica.

Admita que, em cada segundo, uma massa de ar homogêneo ($\rho_{\text{ar}} = 1,2 \text{ kg m}^{-3}$), em condições PTN, com $9,0 \times 10^4 \text{ mol}$ de moléculas, se desloca com velocidade constante, de módulo 10 m s^{-1} .

Considere que o aerogerador converte 40% da energia cinética do ar que o atravessa em energia elétrica.

Determine a potência elétrica fornecida pelo aerogerador nestas condições.

Apresente todos os cálculos efetuados.

7.3. A indução eletromagnética é o princípio físico que explica a produção de energia elétrica pelos aerogeradores.

A Figura 4 esquematiza uma espira que roda com velocidade angular constante, em torno de um eixo, numa região do espaço em que existe um campo magnético constante e uniforme, $\vec{B}$.

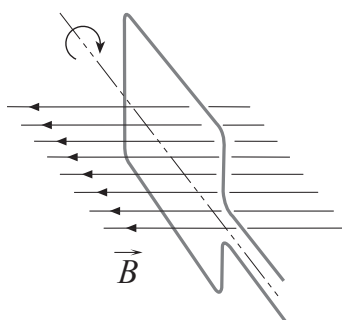


Figura 4

Quando a espira roda 180° , partindo da posição indicada na Figura 4, em que $\vec{B}$ tem uma direção perpendicular ao plano da espira, o módulo do fluxo magnético que a atravessa

- (A) diminui sempre.
- (B) diminui e depois aumenta.
- (C) aumenta e depois diminui.
- (D) aumenta sempre.

8. A Figura 5 esquematiza um circuito elétrico composto por uma pilha, por três resistências, R_1 , R_2 e R_3 , e por um amperímetro ideal.

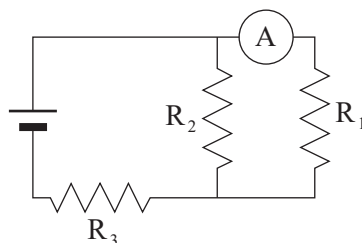


Figura 5

A curva característica da pilha instalada neste circuito elétrico é a que se apresenta no gráfico da Figura 6.

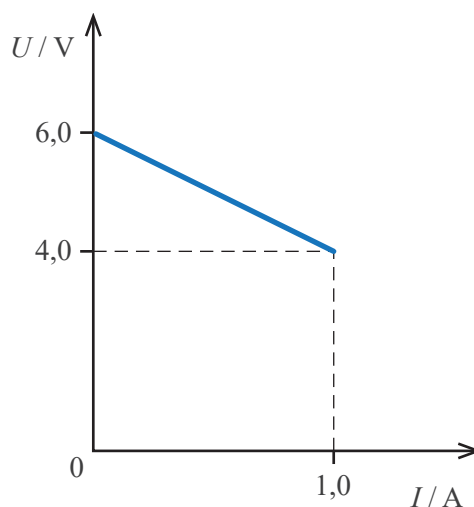


Figura 6

- * 8.1. Antes da montagem do circuito, ligou-se um voltímetro aos terminais da pilha, tendo sido lido o valor

- (A) 0,0 V.
- (B) 2,0 V.
- (C) 4,0 V.
- (D) 6,0 V.

- * 8.2. Considere que, no circuito representado na Figura 5, o amperímetro registra uma corrente elétrica de 0,40 A e que R_1 e R_2 apresentam, cada uma, uma resistência elétrica de $8,0 \, \Omega$.

Determine a resistência elétrica de R_3 .

Comece por determinar a resistência interna da pilha.

Apresente todos os cálculos efetuados.

FIM

COTAÇÕES

As pontuações obtidas nas respostas a estes 15 itens da prova contribuem obrigatoriamente para a classificação final.	1.1.	1.2.1.	1.2.4.	2.1.	2.2.	2.3.	3.1.	3.2.	4.1.	4.2.1.	6.1.	6.2.	7.2.	8.1.	8.2.	Subtotal
Cotação (em pontos)	10	10	10	12	10	10	10	12	10	10	12	10	12	10	12	160
Destes 8 itens, contribuem para a classificação final da prova os 4 itens cujas respostas obtenham melhor pontuação.	1.2.2.		1.2.3.		4.2.2.		5.1.		5.2.		6.3.		7.1.		7.3.	Subtotal
Cotação (em pontos)	4 x 10 pontos															40
TOTAL																200

Prova 715
2.ª Fase
VERSÃO 1