

Exame Final Nacional de Física e Química A
Prova 715 | 1.ª Fase | Ensino Secundário | 2022

11.º Ano de Escolaridade

Decreto-Lei n.º 55/2018, de 6 de julho | Decreto-Lei n.º 27-B/2022, de 23 de março

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

14 Páginas

VERSÃO 1

A prova inclui 16 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	$c = 4,18 \times 10^3 \text{ J kg}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$
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	$g = 10 \text{ m s}^{-2}$
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

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

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

$$U = RI \qquad P = RI^2 \qquad U = \varepsilon - rI$$

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

• Mecânica

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

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

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

• Ondas e eletromagnetismo

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

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

TABELA PERIÓDICA DOS ELEMENTOS QUÍMICOS

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18																														
1 H 1,01	2 He 4,00	3 Li 6,94	4 Be 9,01	Número atômico Elemento Massa atômica relativa		11 Na 22,99	12 Mg 24,31	13 Al 26,98	14 Si 28,09	15 P 30,97	16 S 32,06	17 Cl 35,45	18 Ar 39,95	19 K 39,10	20 Ca 40,08	21 Sc 44,96	22 Ti 47,87	23 V 50,94	24 Cr 52,00	25 Mn 54,94	26 Fe 55,85	27 Co 58,93	28 Ni 58,69	29 Cu 63,55	30 Zn 65,38	31 Ga 69,72	32 Ge 72,63	33 As 74,92	34 Se 78,97	35 Br 79,90	36 Kr 83,80																
37 Rb 85,47	38 Sr 87,62	39 Y 88,91	40 Zr 91,22	41 Nb 92,91	42 Mo 95,95	43 Tc	44 Ru 101,07	45 Rh 102,91	46 Pd 106,42	47 Ag 107,87	48 Cd 112,41	49 In 114,82	50 Sn 118,71	51 Sb 121,76	52 Te 127,60	53 I 126,90	54 Xe 131,29	55 Cs 132,91	56 Ba 137,33	57-71 Lantanídeos	72 Hf 178,49	73 Ta 180,95	74 W 183,84	75 Re 186,21	76 Os 190,23	77 Ir 192,22	78 Pt 195,08	79 Au 196,97	80 Hg 200,59	81 Tl 204,38	82 Pb 207,2	83 Bi 208,98	84 Po	85 At	86 Rn												
87 Fr	88 Ra	89-103 Actinídeos	104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Cn	113 Nh	114 Fl	115 Mc	116 Lv	117 Ts	118 Og	119 U 238,03	120 Np 237,04	121 Pa 231,04	122 Th 232,04	123 Ac	124 Th 232,04	125 Pa 231,04	126 U 238,03	127 Np	128 Pu	129 Am	130 Cm	131 Bk	132 Cf	133 Es	134 Fm	135 Md	136 No	137 Lr											
137 La 138,91	138 Ce 140,12	139 Pr 140,91	140 Nd 144,24	141 Pm	142 Sm 150,36	143 Eu 151,96	144 Gd 157,25	145 Tb 158,93	146 Dy 162,50	147 Ho 164,93	148 Er 167,26	149 Tm 168,93	150 Yb 173,05	151 Lu 174,97	152 Yt	153 Hf	154 Ta	155 W	156 Re	157 Os	158 Ir	159 Pt	160 Au	161 Hg	162 Tl	163 Pb	164 Bi	165 Po	166 At	167 Rn	168 Fr	169 Ra	170 Ac	171 Th	172 Pa	173 U	174 Np	175 Pu	176 Am	177 Cm	178 Bk	179 Cf	180 Es	181 Fm	182 Md	183 No	184 Lr

1. Em 2020, foi enviada mais uma sonda espacial ao planeta Marte, integrada na missão *Mars 2020*. Essa sonda transportou, pela primeira vez na história da exploração espacial, um pequeno helicóptero.

Fazer voar um helicóptero em Marte foi um desafio. Os engenheiros sabiam que a aceleração gravítica de Marte, aproximadamente $\frac{1}{3}$ da terrestre, ajudaria na descolagem, mas a sua atmosfera rarefeita iria tornar mais difícil a sustentação. Assim, o pequeno helicóptero, de 1,8 kg de massa, foi construído com duas hélices de 1,2 m de diâmetro, que rodam, em direções opostas, a 2400 rotações por minuto.

<https://mars.nasa.gov> (consultado em 18/10/2021). (Texto adaptado)

- 1.1. Com os dados do altímetro, os engenheiros confirmaram o sucesso do primeiro voo de teste, em que o helicóptero apenas efetuou uma trajetória vertical.

Na Figura 1, encontra-se representado o gráfico da altitude do helicóptero, y , em função do tempo, t .

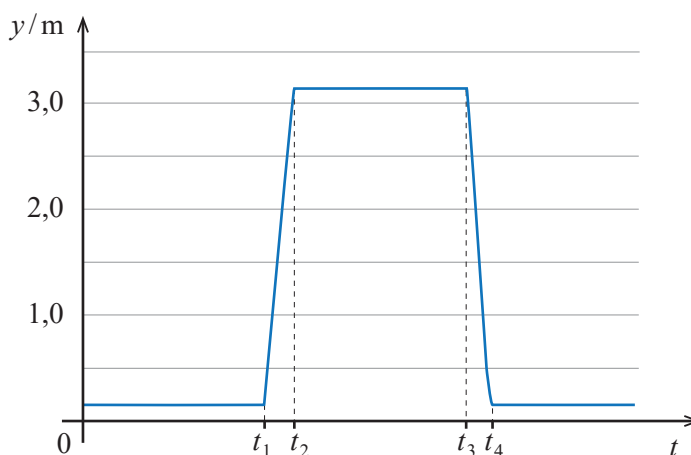


Figura 1

<https://mars.nasa.gov/resources/25820/altimeter-chart-for-ingenuitys-first-flight> (consultado em 01/05/2021). (Adaptado)

Considere que o helicóptero pode ser representado pelo seu centro de massa (modelo da partícula material).

* 1.1.1. O gráfico da Figura 1 permite concluir que,

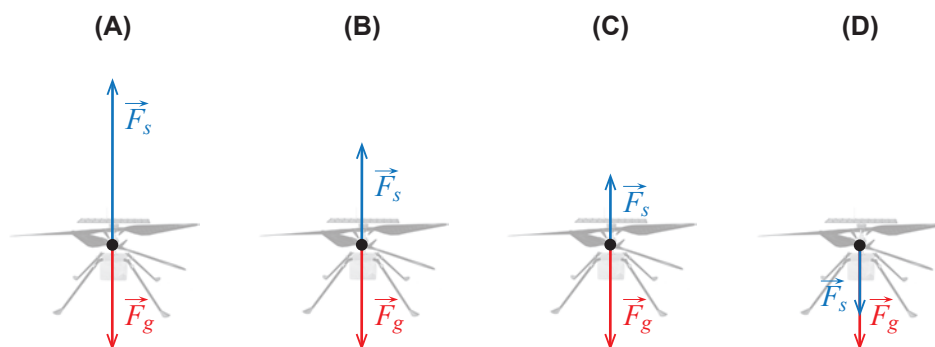
- (A) entre 0 e t_1 , o helicóptero se afastou do ponto de partida.
- (B) entre t_1 e t_2 , o movimento do helicóptero foi uniformemente acelerado.
- (C) entre t_2 e t_3 , o helicóptero descreveu uma trajetória retilínea.
- (D) entre 0 e t_4 , ocorreu uma inversão no sentido do movimento do helicóptero.

1.1.2. Em Marte, o trabalho realizado pela força gravítica que atua no helicóptero, no deslocamento entre a posição inicial e a altitude máxima, é

- (A) 54 J.
- (B) 18 J.
- (C) -18 J.
- (D) -54 J.

* 1.1.3. Considere uma parte do percurso em que o helicóptero se move com velocidade constante.

Qual das opções pode representar, na mesma escala, as forças que atuam no helicóptero: a força de sustentação gerada pela rotação das hélices, \vec{F}_s , e a força gravítica, \vec{F}_g ?



1.2. Qual das expressões seguintes permite calcular, em m s^{-1} , o módulo da velocidade de um ponto na extremidade de uma hélice do helicóptero?

- (A) $\frac{2\pi \times 0,6 \times 60}{2400} \text{ m s}^{-1}$
- (B) $\frac{2\pi \times 1,2 \times 60}{2400} \text{ m s}^{-1}$
- (C) $\frac{2\pi \times 0,6 \times 2400}{60} \text{ m s}^{-1}$
- (D) $\frac{2\pi \times 1,2 \times 2400}{60} \text{ m s}^{-1}$

* 1.3. A entrada da sonda na atmosfera de Marte foi uma das fases críticas da missão. A interação da sonda com a atmosfera provocou um aumento significativo da temperatura do seu revestimento.

Numa aproximação à situação real, esquematiza-se na Figura 2, que não está à escala, uma parte de um percurso retilíneo da sonda ao entrar na atmosfera marciana, entre a posição A e a posição B.

Admita que, sobre a sonda, atuam três forças constantes: a força gravítica, \vec{F}_g , uma força perpendicular à trajetória, \vec{F} , e a força de arrasto (força de atrito aerodinâmico), \vec{F}_a .

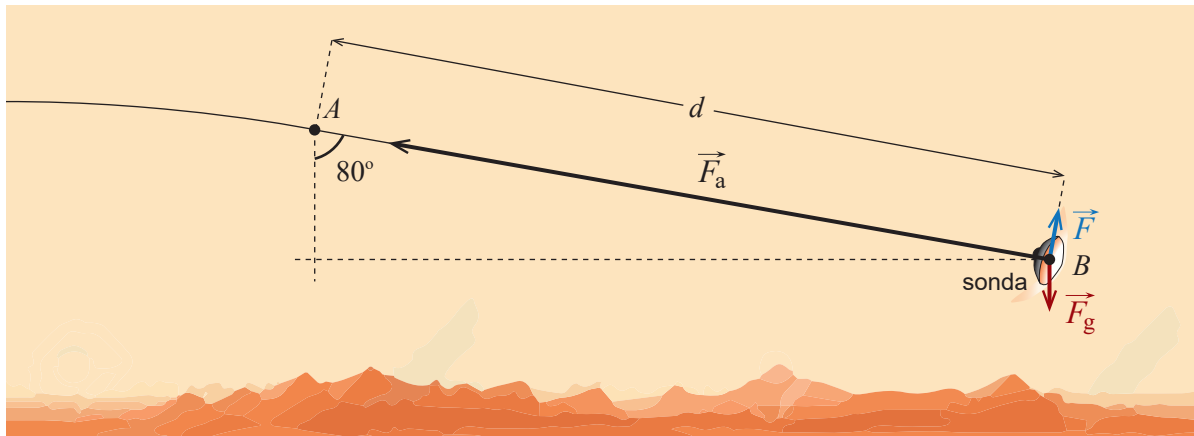


Figura 2

Admita que a sonda, de massa 1050 kg, passa pela posição A com uma velocidade de $16\,500\text{ km h}^{-1}$ e descreve uma trajetória que faz um ângulo de 80° com a vertical.

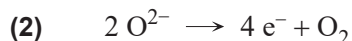
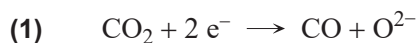
Considere que, no percurso entre A e B:

- a sonda perde 55% da sua energia cinética inicial;
- a intensidade da força de arrasto é, em média, 30 vezes superior à da força gravítica.

Determine a distância percorrida, d .

Apresente todos os cálculos efetuados.

2. Para preparar uma futura expedição a Marte, na missão *Mars 2020* seguiu o módulo MOXIE. Este dispositivo foi concebido para testar, pela primeira vez, a produção local de dióxigênio, O_2 , a partir do dióxido de carbono, CO_2 , existente na atmosfera marciana, de acordo com as semirreações traduzidas por



- * 2.1. Na semirreação representada em (1), a variação do número de oxidação do carbono é

- (A) +2, sendo o CO_2 a espécie oxidante.
- (B) -2, sendo o CO_2 a espécie oxidante.
- (C) +2, sendo o CO_2 a espécie redutora.
- (D) -2, sendo o CO_2 a espécie redutora.

- * 2.2. Calcule o número de módulos MOXIE necessários para produzir 1000 kg de O_2 em 365 dias.

Considere que o módulo MOXIE consegue retirar, por hora, 16,70 g de CO_2 da atmosfera marciana e que a transformação de CO_2 em O_2 tem um rendimento de 50%.

Admita que a duração de um dia em Marte é aproximadamente igual à de um dia terrestre.

Apresente todos os cálculos efetuados.

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

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

A molécula de CH_4 apresenta geometria

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

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

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

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

Apresente todos os cálculos efetuados.

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

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

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

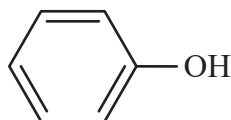


Figura 3

Esta substância pertence à família

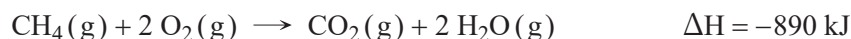
- (A) dos aldeídos.
- (B) das aminas.
- (C) das cetonas.
- (D) dos álcoois.

4. Um navio transporta metano, CH_4 ($M = 16,05 \text{ g mol}^{-1}$), acondicionado em tanques. Um tanque na sua capacidade máxima contém $1,17 \times 10^5 \text{ kg}$ de CH_4 liquefeito. O CH_4 liquefeito tem massa volúmica de $0,4241 \text{ g cm}^{-3}$.

- * 4.1. Calcule a massa máxima de CH_4 que seria possível transportar num tanque, caso esta substância se encontrasse no estado gasoso, em condições PTN.

Apresente todos os cálculos efetuados.

- 4.2. A reação do CH_4 com o dióxigénio, O_2 , em fase gasosa, é traduzida por



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

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

- 4.2.2. O dióxido de carbono, CO_2 , ao reagir com a água da chuva, origina um ácido fraco, o ácido carbónico, H_2CO_3 .

A primeira ionização do ácido carbónico em água pode ser traduzida por

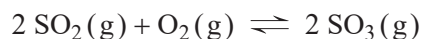


Quais são as duas espécies que resultam da segunda ionização do ácido carbónico em água?

- (A) CO_2 e OH^-
- (B) H_3O^+ e CO_2
- (C) CO_3^{2-} e OH^-
- (D) H_3O^+ e CO_3^{2-}

5. Nas imediações de um lago, um vulcão entra em erupção, com libertação de grandes quantidades de dióxido de enxofre, SO_2 . Este gás reage com o dióxigénio atmosférico, O_2 , transformando-se em trióxido de enxofre, SO_3 .

Em sistema fechado, esta reação pode ser traduzida por



- 5.1. O gráfico da Figura 4 representa o rendimento da reação de formação do SO_3 , a diferentes temperaturas, θ , em equilíbrio, à pressão de 1 atmosfera, em sistema fechado.

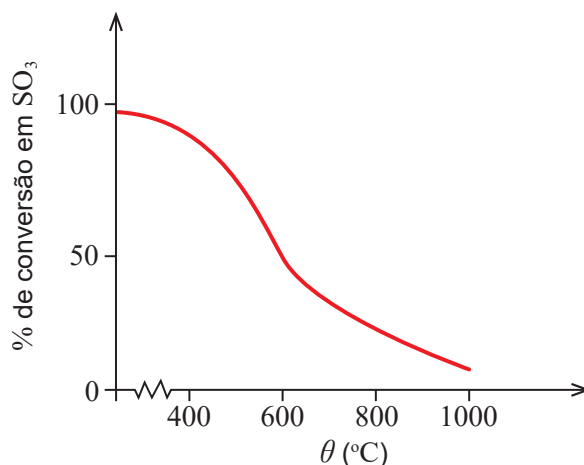
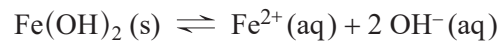


Figura 4

- * **5.1.1.** A reação considerada, no sentido direto, é _____, e a constante de equilíbrio à temperatura de 800 °C é _____ à constante de equilíbrio à temperatura de 400 °C.
- (A) exotérmica ... inferior
(B) endotérmica ... inferior
(C) exotérmica ... superior
(D) endotérmica ... superior
- * **5.1.2.** Preveja, de acordo com o princípio de Le Châtelier, o que aconteceria ao rendimento de formação de SO_3 se, a uma temperatura constante, a pressão aumentasse.
- * **5.2.** A erupção de um vulcão pode libertar energia suficiente para vaporizar a água de um lago. Calcule a energia, em unidades SI, necessária para vaporizar 59 400 m^3 de água no estado líquido, à pressão atmosférica normal. Admita que, nas condições indicadas:
- a massa volúmica da água é 1,00 g cm^{-3} ;
 - a temperatura inicial da água é 18,0 °C;
 - a entalpia de vaporização da água é $2,26 \times 10^3 \text{ kJ kg}^{-1}$.
- Apresente todos os cálculos efetuados.

- 5.3.** A cinza vulcânica é responsável pela adição de iões metálicos à água, em lagos e cursos de água. O hidróxido de ferro(II) é um sal pouco solúvel em água. O seu equilíbrio de solubilidade é expresso por



O produto de solubilidade, K_s , é $4,10 \times 10^{-15}$, à temperatura T .

A solubilidade do hidróxido de ferro(II), em água, à temperatura considerada, é

- (A) $1,27 \times 10^{-5} \text{ mol dm}^{-3}$.
(B) $6,40 \times 10^{-8} \text{ mol dm}^{-3}$.
(C) $1,01 \times 10^{-5} \text{ mol dm}^{-3}$.
(D) $3,20 \times 10^{-8} \text{ mol dm}^{-3}$.
- 5.4.** Para prever erupções vulcânicas, os cientistas monitorizam a atividade sísmica com sismógrafos. Os sismos geram, entre outros tipos de ondas, ondas transversais, S, e ondas longitudinais, P.

O epicentro de um sismo ocorre a 3220 km de uma estação sismográfica, sendo as ondas S detetadas 4,8 minutos depois das ondas P.

Admita uma propagação em linha reta e considere que as velocidades das ondas P e S se mantêm constantes durante o percurso.

A velocidade de propagação das ondas P é $8,0 \text{ km s}^{-1}$. Qual é a velocidade de propagação das ondas S?

- (A) $7,9 \text{ km s}^{-1}$
(B) $3,2 \text{ km s}^{-1}$
(C) $4,7 \text{ km s}^{-1}$
(D) $11,2 \text{ km s}^{-1}$

6. Num percurso pedestre no litoral algarvio, um rapaz encontra aos seus pés uma abertura na rocha. Ao olhar para o seu interior, observa que se trata de uma cavidade de desenvolvimento vertical, de profundidade elevada, sobre a água. Este tipo de cavidades designa-se algar.

Pela abertura do algar, o rapaz deixa cair verticalmente uma pedra, como se representa na Figura 5.

- * 6.1. O som da pedra a bater na água é ouvido 3,0 s depois de a pedra ser largada.

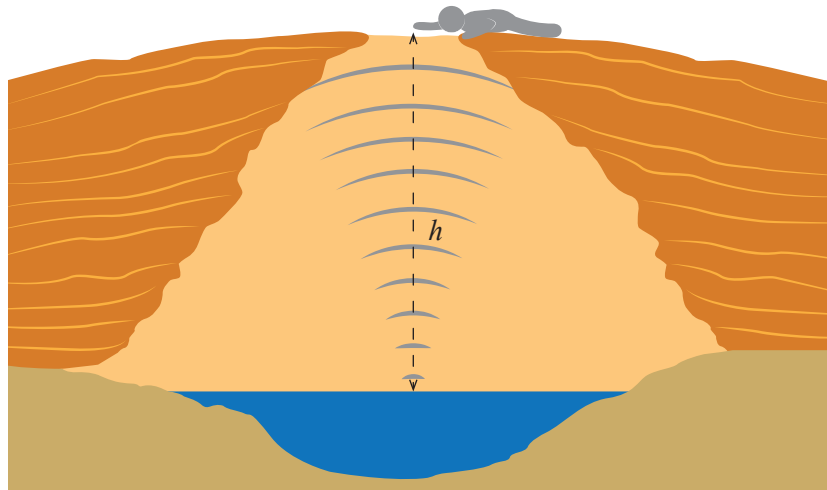


Figura 5

Admita que a velocidade do som no ar é 340 m s^{-1} e que a resistência do ar é desprezável.

Mostre que, para a distância percorrida, h , a razão entre o tempo de queda, t_q , da pedra e o tempo de propagação do som, t_s , é $24 \left(\frac{t_q}{t_s} = 24 \right)$.

- 6.2. A queda vertical da pedra na superfície da água origina uma onda circular, tal como se representa na Figura 6. Na imagem, as zonas mais claras correspondem a cristas, e as zonas mais escuras correspondem a vales.

Admita um diâmetro, D , de 3,0 m.

Entre o instante em que a pedra atinge a água e o instante em que a frente de onda atinge a margem, o intervalo de tempo decorrido é 3,0 s.

A onda que se propaga na água tem

- (A) uma frequência de 3,3 Hz.
- (B) um comprimento de onda de 0,6 m.
- (C) uma frequência de 1,7 Hz.
- (D) um comprimento de onda de 1,0 m.

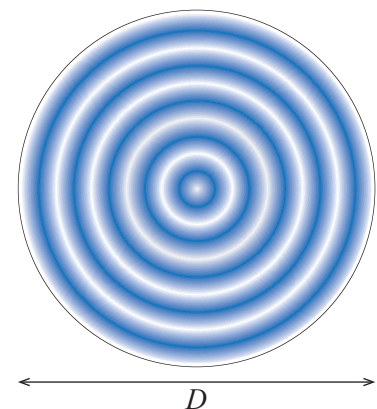


Figura 6

7. Com o objetivo de determinar as características de uma pilha, um grupo de alunos montou um circuito elétrico, constituído por uma pilha, uma resistência variável e um interruptor. Foram também instalados dois aparelhos de medida (um voltmímetro e um amperímetro), tal como se esquematiza na Figura 7.

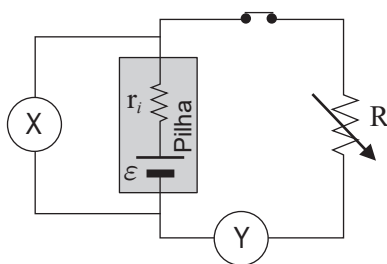


Figura 7

- * 7.1. O voltmímetro é o aparelho de medida representado por

- (A) X e está instalado em paralelo com a pilha.
 (B) X e está instalado em série com a pilha.
 (C) Y e está instalado em paralelo com a pilha.
 (D) Y e está instalado em série com a pilha.

- * 7.2. A força eletromotriz da pilha pode ser determinada antes da montagem do circuito, através de uma única medição direta.

Descreva esse procedimento e explique o seu fundamento.

- * 7.3. Na tabela seguinte, estão registados os valores da diferença de potencial, U , e da corrente elétrica, I , medidos para cada valor de resistência elétrica introduzida no circuito.

Ensaio	1.º	2.º	3.º	4.º	5.º	6.º
U / V	8,41	8,05	7,58	6,01	6,31	5,70
I / A	0,10	0,21	0,32	0,38	0,61	0,74

Ao traçar o gráfico de U , em função de I , os alunos perceberam que um dos pares de valores experimentais não acompanhava a tendência linear dos restantes. Na determinação das características da pilha, decidiram eliminar esse par de valores.

Apresente as características da pilha, com dois algarismos significativos.

Na resposta:

- identifique o par de valores experimentais que os alunos eliminaram;
- apresente a equação da reta de ajuste ao gráfico de U , em função de I (para os cinco ensaios considerados).

FIM

COTAÇÕES

As pontuações obtidas nas respostas a estes 16 itens da prova contribuem obrigatoriamente para a classificação final.	1.1.1.	1.1.3.	1.3.	2.1.	2.2.	3.1.	3.2.	3.4.	4.1.	5.1.1.	5.1.2.	5.2.	6.1.	7.1.	7.2.	7.3.	Subtotal	
Cotação (em pontos)	16 x 10 pontos																160	
Destes 8 itens, contribuem para a classificação final da prova os 4 itens cujas respostas obtenham melhor pontuação.	1.1.2.	1.2.	3.3.	4.2.1.	4.2.2.	5.3.	5.4.	6.2.	Subtotal									
Cotação (em pontos)	4 x 10 pontos									40								
TOTAL																	200	

Prova 715
1.^a Fase
VERSÃO 1