

**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

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

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



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,  $t$ .

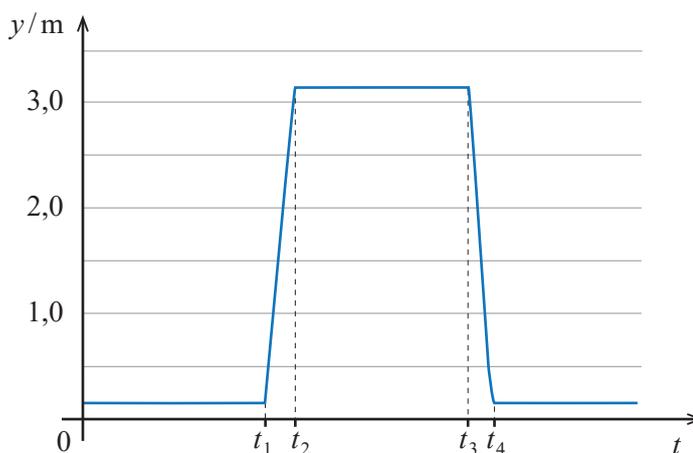


Figura 1

<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,

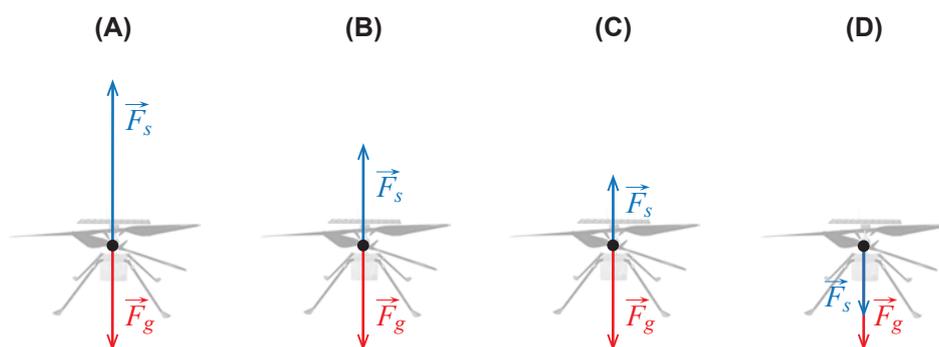
- (A) entre 0 e  $t_1$ , o helicóptero se afastou do ponto de partida.
- (B) entre  $t_1$  e  $t_2$ , o movimento do helicóptero foi uniformemente acelerado.
- (C) entre  $t_2$  e  $t_3$ , o helicóptero descreveu uma trajetória retilínea.
- (D) entre 0 e  $t_4$ , ocorreu uma inversão no sentido do movimento 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  $\text{m s}^{-1}$ , 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),  $\vec{F}_a$ .

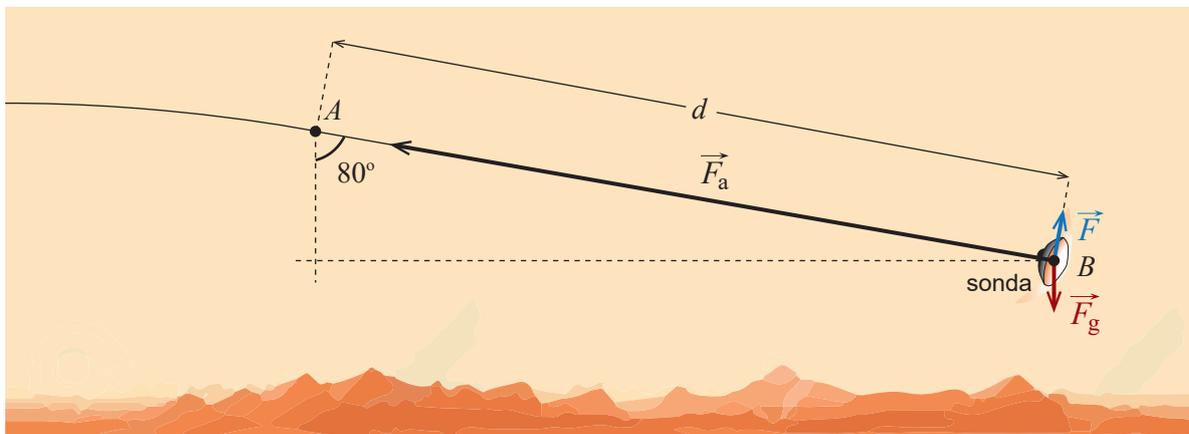


Figura 2

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  $80^\circ$  com a vertical.

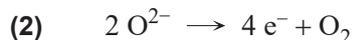
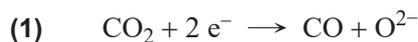
Considere que, no percurso entre A e B:

- 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,  $\text{CH}_4$  ( $M = 16,05 \text{ g mol}^{-1}$ ), em Marte irá, provavelmente, requerer medições isotópicas.

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

Calcule o número de átomos do isótopo carbono-13 presentes numa amostra de 1000 g de  $\text{CH}_4$  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.

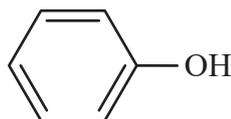


Figura 3

Esta substância pertence à família

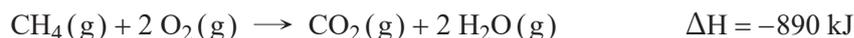
- (A) dos aldeídos.
- (B) das aminas.
- (C) das cetonas.
- (D) dos álcoois.

4. Um navio transporta metano,  $\text{CH}_4$  ( $M = 16,05 \text{ g mol}^{-1}$ ), acondicionado em tanques. Um tanque na sua capacidade máxima contém  $1,17 \times 10^5 \text{ kg}$  de  $\text{CH}_4$  liquefeito. O  $\text{CH}_4$  liquefeito tem massa volúmica de  $0,4241 \text{ g cm}^{-3}$ .

- \* 4.1. Calcule a massa máxima de  $\text{CH}_4$  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  $\text{CH}_4$  com o dióxigénio,  $\text{O}_2$ , em fase gasosa, é traduzida por

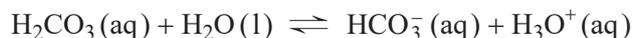


- 4.2.1. Na reação completa do  $\text{CH}_4$  proveniente do tanque do navio de transporte, são

- (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,  $\text{CO}_2$ , ao reagir com a água da chuva, origina um ácido fraco, o ácido carbónico,  $\text{H}_2\text{CO}_3$ .

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

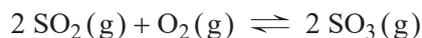


Quais são as duas espécies que resultam da segunda ionização do ácido carbónico em água?

- (A)  $\text{CO}_2$  e  $\text{OH}^-$
- (B)  $\text{H}_3\text{O}^+$  e  $\text{CO}_2$
- (C)  $\text{CO}_3^{2-}$  e  $\text{OH}^-$
- (D)  $\text{H}_3\text{O}^+$  e  $\text{CO}_3^{2-}$

5. Nas imediações de um lago, um vulcão entra em erupção, com libertação de grandes quantidades de dióxido de enxofre,  $\text{SO}_2$ . Este gás reage com o dioxigénio atmosférico,  $\text{O}_2$ , transformando-se em trióxido de enxofre,  $\text{SO}_3$ .

Em sistema fechado, esta reação pode ser traduzida por



- 5.1. O gráfico da Figura 4 representa o rendimento da reação de formação do  $\text{SO}_3$ , a diferentes temperaturas,  $\theta$ , em equilíbrio, à pressão de 1 atmosfera, em sistema fechado.

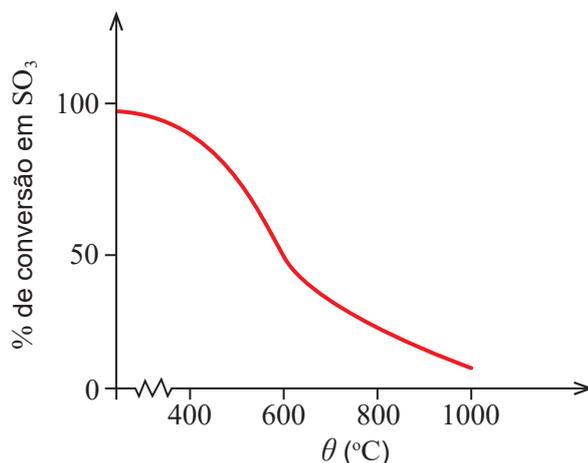
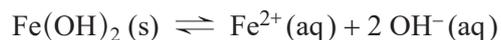


Figura 4

- \* **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  $\text{SO}_3$  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  $\text{m}^3$  de água no estado líquido, à pressão atmosférica normal. Admita que, nas condições indicadas:
- a massa volúmica da água é 1,00  $\text{g cm}^{-3}$ ;
  - 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.

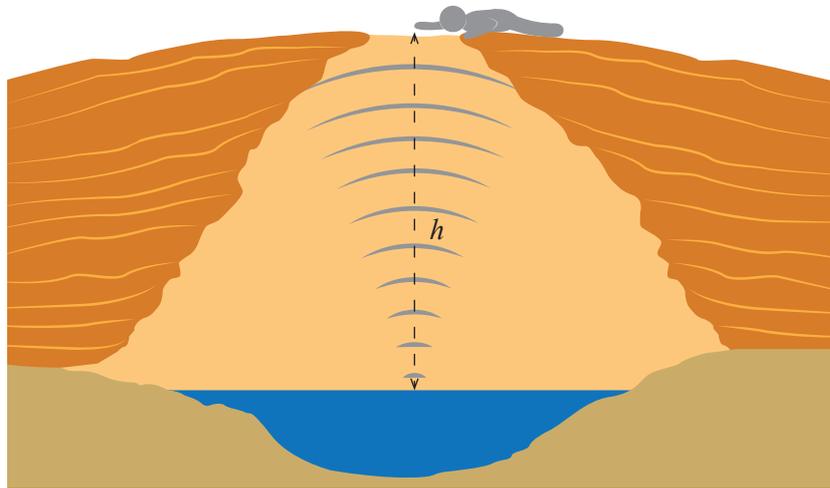


Figura 5

Admita que a velocidade do som no ar é  $340 \text{ m s}^{-1}$  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.

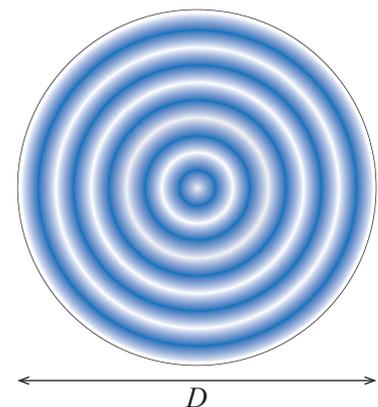


Figura 6

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 volímetro e um amperímetro), tal como se esquematiza na Figura 7.

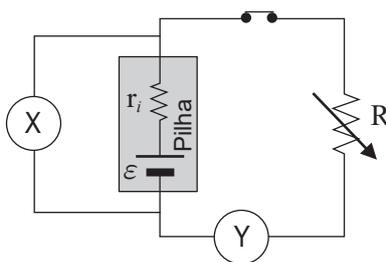


Figura 7

- \* 7.1. O volímetro 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							
<b>TOTAL</b>																	<b>200</b>



**Prova 715**  
1.<sup>a</sup> Fase  
**VERSÃO 1**