

Exame Final Nacional de Física e Química A
Prova 715 | 1.ª Fase | Ensino Secundário | 2021

11.º Ano de Escolaridade

Decreto-Lei n.º 55/2018, de 6 de julho

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

15 Páginas

VERSÃO 2

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

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

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

$$U = R I \qquad P = R I^2 \qquad U = \varepsilon - r I$$

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

• 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 meados do século XIX, James Joule estabeleceu a equivalência entre trabalho e calor, comparando a energia transferida como trabalho, necessária para obter um determinado aumento de temperatura numa amostra de água, com a energia transferida como calor para obter o mesmo efeito.

Joule utilizou um dispositivo semelhante ao esquematizado na Figura 1, no qual dois discos de chumbo (D_1 e D_2) eram elevados a uma determinada altura. Quando os discos caíam, faziam rodar um sistema de pás mergulhado na água contida num recipiente. O movimento rotativo das pás provocava a agitação da água, o que conduzia a um aumento da sua temperatura.

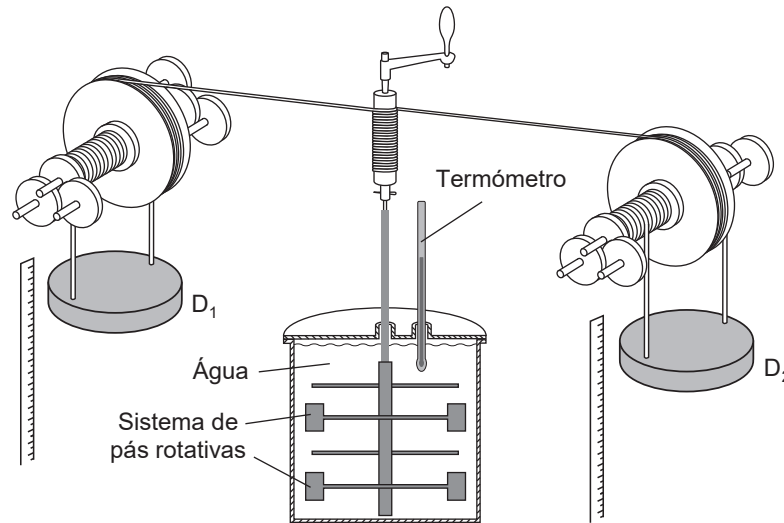


Figura 1

A massa total dos discos era 26,3 kg e a massa da água contida no recipiente era 6,04 kg.

A partir dos resultados obtidos numa série de experiências, Joule verificou que, após 20 quedas sucessivas de uma mesma altura de 1,60 m, o aumento de temperatura da água era, em média, 0,313 °C.

- * 1.1. Admita que, naquela série de experiências, o aumento da energia interna da água foi, em média, 95,2% da diminuição da energia potencial gravítica do sistema *discos + Terra* que resultou das 20 quedas sucessivas dos discos.

Considere que, no local onde foram realizadas as experiências, o módulo da aceleração gravítica era $9,81 \text{ m s}^{-2}$.

Determine, a partir dos resultados de Joule, a capacidade térmica mássica da água.

Apresente todos os cálculos efetuados.

- * 1.2. Considere que, durante uma parte do percurso, os discos caíram com velocidade constante.

Qual foi a soma dos trabalhos realizados pelas forças que atuaram nos discos, nessa parte do percurso?

2. Um LED (Light Emitting Diode) é um dispositivo que emite luz com elevada eficiência.

Na Figura 2, representa-se o gráfico da corrente elétrica, I , num LED, em função da diferença de potencial elétrico, U , nos seus terminais (curva característica do LED).

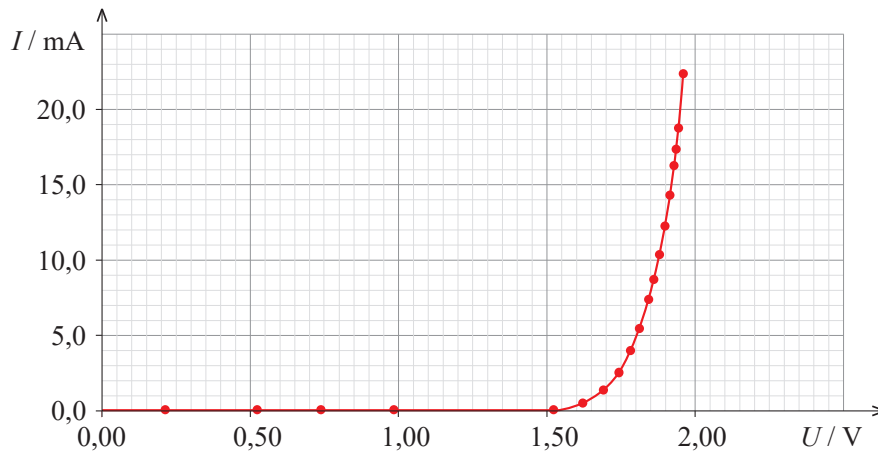
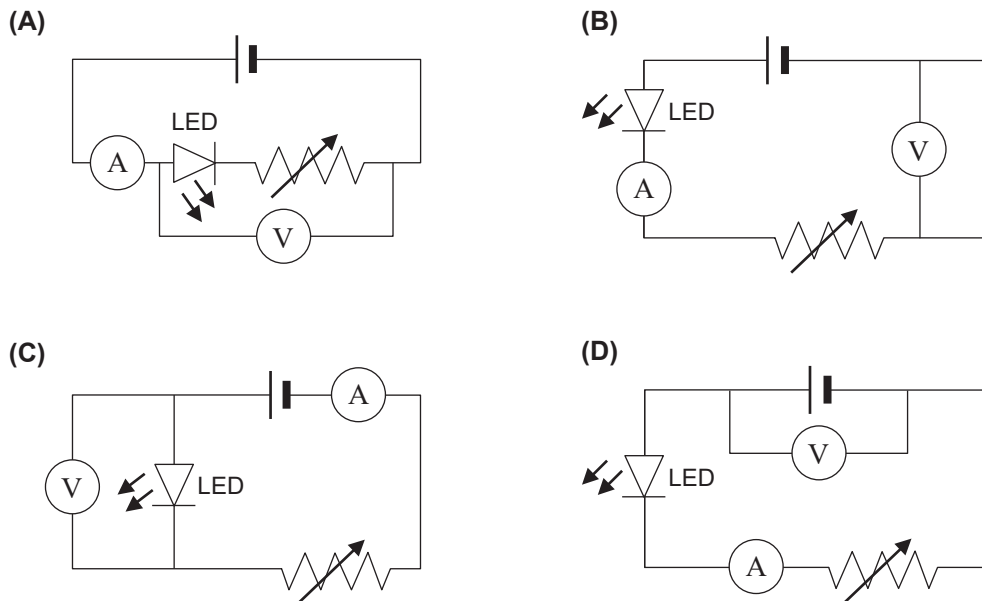


Figura 2

Para se obter a curva característica do LED, montou-se um circuito no qual o LED se encontrava ligado em série a um reóstato e a uma pilha ideal (pilha cuja resistência interna pode ser considerada nula) de força eletromotriz 4,50 V. Nesse circuito, introduziram-se ainda dois aparelhos de medida adequados.

* 2.1. Qual dos esquemas seguintes representa o circuito que permite obter a curva característica do LED?



* 2.2. Caso os terminais do LED tivessem sido ligados diretamente à pilha, a corrente elétrica seria superior à que o LED suporta e este acabaria por se queimar. Ao introduzir-se o reóstato em série no circuito, a corrente elétrica no LED pode ser controlada.

Determine qual deverá ser o valor da resistência elétrica mínima introduzida pelo reóstato, para que a corrente elétrica no LED não exceda 20 mA.

Apresente todos os cálculos efetuados.

3. Em 1849, Hippolyte Fizeau mediu a velocidade da luz no ar com base na experiência esquematizada na Figura 3 (que não está à escala). Nessa experiência, um feixe de luz passava numa ranhura, na periferia de uma roda dentada, e era, a seguir, refletido num espelho colocado a uma distância de 8,63 km da roda.

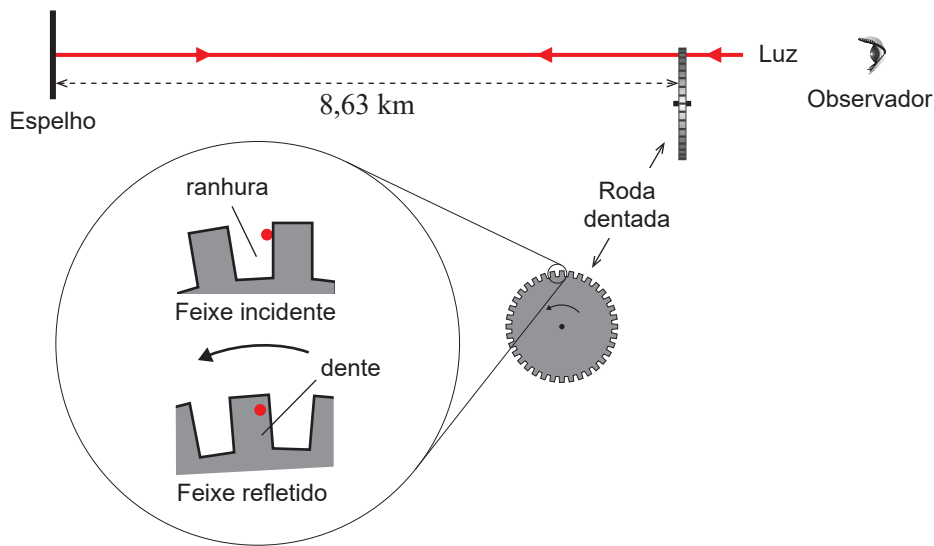


Figura 3

Com a roda parada, o feixe refletido no espelho voltava a passar na mesma ranhura.

Com a roda a girar com uma frequência de 12,6 Hz, o feixe refletido no espelho não voltava a passar pela ranhura, incidindo no dente imediatamente a seguir, deixando de ser detetado pelo observador. Nestas condições, a roda descrevia um ângulo de $0,250^\circ$ desde o instante em que o feixe incidente passava pela ranhura até ao instante em que o feixe refletido incidia no dente.

- * 3.1. Determine a velocidade da luz no ar, tal como é obtida a partir da experiência descrita.

Apresente todos os cálculos efetuados.

- * 3.2. Considere a roda dentada a girar e dois pontos da roda a diferentes distâncias do centro.

Os módulos das velocidades desses pontos são _____ e os módulos das suas velocidades angulares são _____ .

- (A) diferentes ... iguais
- (B) iguais ... diferentes
- (C) iguais ... iguais
- (D) diferentes ... diferentes

- * 4. Fez-se incidir um feixe de luz laser, que se propagava no ar, numa lâmina de um vidro, segundo cinco ângulos de incidência, α_{inc} . Para cada ângulo de incidência, mediu-se o correspondente ângulo de refração, α_{ref} . As amplitudes dos ângulos α_{inc} e α_{ref} estão registadas na tabela.

Determine o índice de refração daquele vidro.

Na resposta, apresente:

- uma tabela com os valores a utilizar na construção do gráfico, identificando as variáveis consideradas;
- a equação da reta de ajuste a um gráfico adequado;
- o cálculo do valor solicitado, a partir da equação da reta de ajuste.

Apresente todos os cálculos efetuados e o resultado com três algarismos significativos.

α_{inc}	α_{ref}
30,0°	17,5°
40,0°	23,0°
50,0°	27,5°
60,0°	30,5°
70,0°	34,5°

5. O pentacloreto de fósforo, PCl_5 , pode decompor-se, em fase gasosa, originando tricloreto de fósforo, PCl_3 , e cloro, Cl_2 . Esta reação pode ser traduzida por



- * 5.1. Considere que a variação de entalpia associada à decomposição de 1 mol de $\text{PCl}_5(\text{g})$ é 88 kJ. A energia média da ligação P–Cl na molécula PCl_5 é 257 kJ mol^{-1} , e a energia média da ligação Cl–Cl na molécula Cl_2 é 243 kJ mol^{-1} .

Conclua, a partir das energias fornecidas, se a ligação P–Cl é, em média, mais forte na molécula PCl_5 ou na molécula PCl_3 .

Mostre como chegou à conclusão solicitada, apresentando todos os cálculos.

- 5.2. Um reator de volume variável contém, inicialmente, apenas 3,00 mol de $\text{PCl}_5(\text{g})$ e 0,80 mol de $\text{PCl}_3(\text{g})$.

O sistema atinge o equilíbrio à temperatura T . Considere que o volume do reator é $2,5 \text{ dm}^3$ e que não reagiu 90% da quantidade inicial de $\text{PCl}_5(\text{g})$.

- * 5.2.1. Determine a constante de equilíbrio, K_c , da reação de decomposição considerada, à temperatura T .

Apresente todos os cálculos efetuados.

- * 5.2.2. Considere que, estando o sistema em equilíbrio, se provoca uma diminuição do volume do reator, à temperatura T .

Preveja, fundamentando, como variará a quantidade de PCl_5 .

Escreva um texto estruturado, utilizando linguagem científica adequada.

* 5.3. Represente a molécula de cloro na notação de Lewis.

* 5.4. Considere átomos de fósforo e de cloro no estado fundamental.

Prevê-se que, no átomo de fósforo, os elétrons de valência sejam, em média, _____ atraídos pelo respectivo núcleo e que o raio atômico do cloro seja _____ .

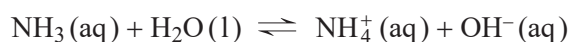
- (A) mais ... menor
- (B) mais ... maior
- (C) menos ... menor
- (D) menos ... maior

6. Dissolveu-se amoníaco, $\text{NH}_3(\text{g})$, em água, tendo-se obtido uma solução de concentração $2,27 \text{ mol dm}^{-3}$ e de densidade $0,98 \text{ g cm}^{-3}$, a 25°C .

* 6.1. Determine o número de moléculas de água que existem em 250 cm^3 de solução.

Apresente todos os cálculos efetuados.

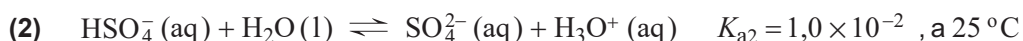
* 6.2. O amoníaco, $\text{NH}_3(\text{aq})$, é uma base fraca, cuja ionização em água pode ser traduzida por



Adicionando algumas gotas de um ácido forte concentrado a um dado volume da solução de amoníaco, a concentração de $\text{OH}^-(\text{aq})$

- (A) diminui e a concentração de $\text{NH}_4^+(\text{aq})$ diminui.
- (B) aumenta e a concentração de $\text{NH}_4^+(\text{aq})$ diminui.
- (C) aumenta e a concentração de $\text{NH}_4^+(\text{aq})$ aumenta.
- (D) diminui e a concentração de $\text{NH}_4^+(\text{aq})$ aumenta.

7. O ácido sulfúrico, H_2SO_4 (aq), ioniza-se de acordo com as reações traduzidas por



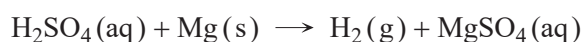
* 7.1. Numa solução de H_2SO_4 (aq) $1,00 \times 10^{-2} \text{ mol dm}^{-3}$, a $25 \text{ }^\circ\text{C}$, a concentração de H_3O^+ (aq) é

- (A) superior à concentração de SO_4^{2-} (aq), sendo o pH da solução 2,0.
- (B) igual à concentração de SO_4^{2-} (aq), sendo o pH da solução inferior a 2,0.
- (C) igual à concentração de SO_4^{2-} (aq), sendo o pH da solução 2,0.
- (D) superior à concentração de SO_4^{2-} (aq), sendo o pH da solução inferior a 2,0.

7.2. O ácido conjugado da espécie SO_4^{2-} (aq) é a espécie

- (A) HSO_4^- (aq), comportando-se a água como base apenas na reação (1).
- (B) H_2SO_4 (aq), comportando-se a água como base nas reações (1) e (2).
- (C) HSO_4^- (aq), comportando-se a água como base nas reações (1) e (2).
- (D) H_2SO_4 (aq), comportando-se a água como base apenas na reação (1).

7.3. A reação do ácido sulfúrico com o magnésio pode ser traduzida por



Nesta reação, o ião H^+

- (A) oxida-se, sendo o magnésio a espécie redutora.
- (B) reduz-se, sendo o magnésio a espécie redutora.
- (C) oxida-se, sendo o magnésio a espécie oxidante.
- (D) reduz-se, sendo o magnésio a espécie oxidante.

8. Os componentes maioritários do ar são o nitrogénio, $N_2(g)$, e o oxigénio, $O_2(g)$.

8.1. Considere uma amostra de $N_2(g)$ e uma amostra de $O_2(g)$, com massas iguais.

Nas mesmas condições de pressão e de temperatura, pode concluir-se que os volumes das amostras são _____ e que o número de moléculas de cada uma das amostras é _____ .

- (A) iguais ... igual
- (B) iguais ... diferente
- (C) diferentes ... diferente
- (D) diferentes ... igual

8.2. Os eletrões do átomo de nitrogénio no estado fundamental distribuem-se por

- (A) três orbitais, sendo os eletrões da orbital 1s os de menor energia.
- (B) cinco orbitais, sendo os eletrões das orbitais 2p os de menor energia.
- (C) três orbitais, sendo os eletrões das orbitais 2p os de menor energia.
- (D) cinco orbitais, sendo os eletrões da orbital 1s os de menor energia.

Página em branco

9. Na Figura 4 (que não está à escala), representa-se parte do percurso de um corpo que foi lançado da posição A, no instante $t = 0,0$ s, passando pela posição B, ao fim de 1,0 s, e atingindo a posição C, no instante $t = 1,5$ s.

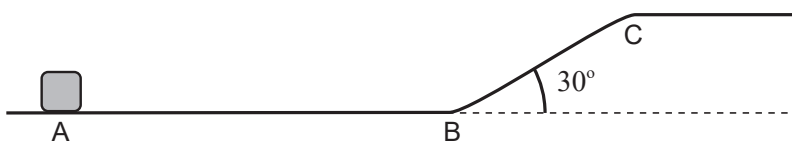


Figura 4

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

Na Figura 5, apresenta-se o gráfico do módulo da velocidade, v , do corpo em função do tempo, t .

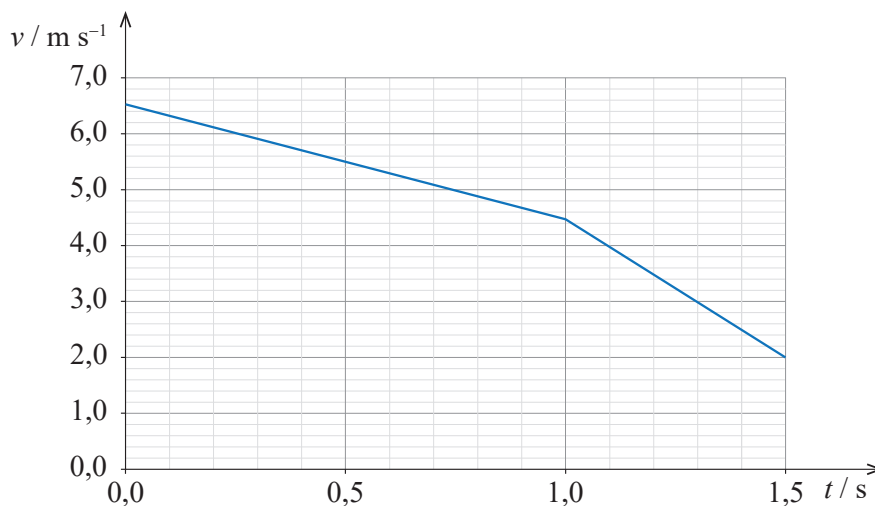
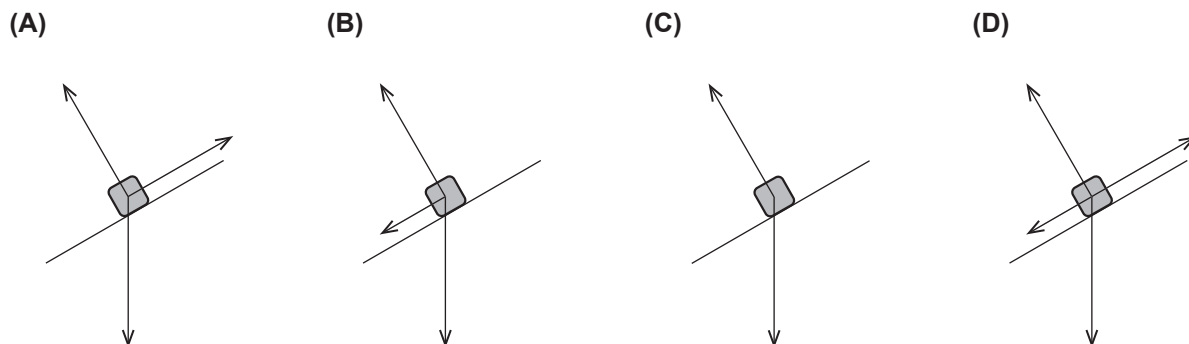


Figura 5

- 9.1. Qual é a distância entre as posições A e B?

(A) 4,5 m (B) 5,5 m (C) 6,5 m (D) 7,5 m

- * 9.2. Qual dos diagramas pode representar, numa mesma escala, as forças que atuam no corpo, na subida da rampa, entre as posições B e C?



9.3. Considere:

- ΔE_c a variação de energia cinética do corpo;
- ΔE_{pg} a variação de energia potencial gravítica do sistema *corpo + Terra*;
- $\sum_i W_i$ a soma dos trabalhos realizados pelas forças que atuam no corpo;
- $W_{\vec{F}_g}$ o trabalho realizado pela força gravítica que atua no corpo.

Pode afirmar-se que no percurso do corpo entre as posições A e C

(A) $|\Delta E_c| > |\Delta E_{pg}|$ e $|\sum_i W_i| > |W_{\vec{F}_g}|$

(B) $|\Delta E_c| < |\Delta E_{pg}|$ e $|\sum_i W_i| > |W_{\vec{F}_g}|$

(C) $|\Delta E_c| > |\Delta E_{pg}|$ e $|\sum_i W_i| < |W_{\vec{F}_g}|$

(D) $|\Delta E_c| < |\Delta E_{pg}|$ e $|\sum_i W_i| < |W_{\vec{F}_g}|$

10. Dois microfones idênticos, ligados a um osciloscópio, foram colocados à mesma distância de um altifalante.

A Figura 6 apresenta os sinais I e II, visualizados no ecrã do osciloscópio, quando a base de tempo foi regulada para 0,5 ms por divisão e o amplificador vertical foi regulado para 0,5 V por divisão (para os dois sinais).

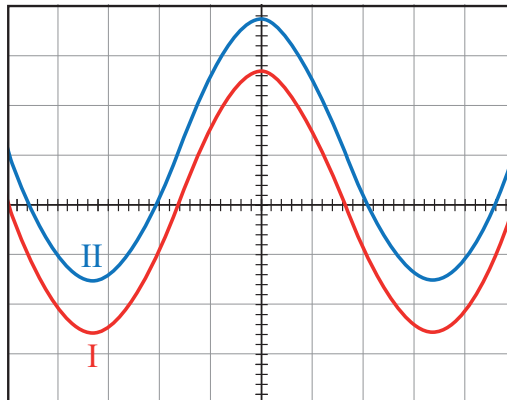


Figura 6

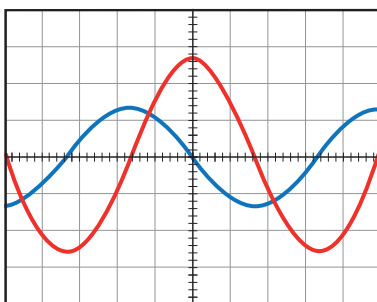
10.1. A frequência do sinal I é _____ e a amplitude desse sinal é _____ à amplitude do sinal II.

- (A) $3,3 \times 10^3$ Hz ... igual (B) $3,0 \times 10^2$ Hz ... igual
 (C) $3,0 \times 10^2$ Hz ... inferior (D) $3,3 \times 10^3$ Hz ... inferior

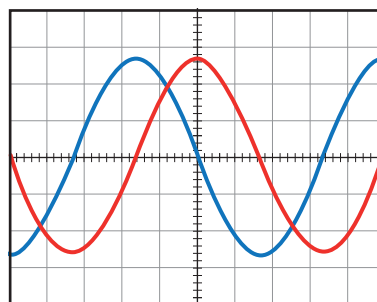
10.2. O microfone que originava o sinal II foi afastado do altifalante de uma distância igual a um quarto do comprimento de onda da onda sonora produzida pelo altifalante.

Qual das opções seguintes apresenta os sinais que seriam observados no ecrã do osciloscópio, após o ajuste do sinal II ao ecrã do osciloscópio?

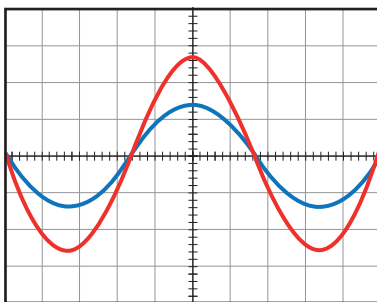
(A)



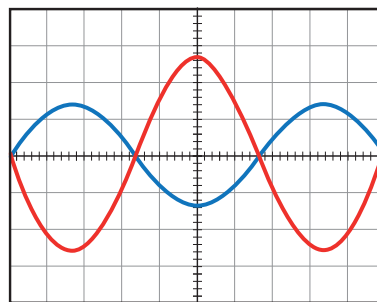
(B)



(C)



(D)



FIM

COTAÇÕES

As pontuações obtidas nas respostas a estes 16 itens da prova contribuem obrigatoriamente para a classificação final.	1.1.	1.2.	2.1.	2.2.	3.1.	3.2.	4.	5.1.	5.2.1.	5.2.2.	5.3.	5.4.	6.1.	6.2.	7.1.	9.2.	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.	7.2.	7.3.	8.1.	8.2.	9.1.	9.3.	10.1.	10.2.	Subtotal								
Cotação (em pontos)	4 x 10 pontos																40
TOTAL																	200

Prova 715
1.^a Fase
VERSÃO 2