

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 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

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

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

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

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

• 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

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

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

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	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
57 La 138,91	58 Ce 140,12	59 Pr 140,91	60 Nd 144,24	61 Pm	62 Sm 150,36	63 Eu 151,96	64 Gd 157,25	65 Tb 158,93	66 Dy 162,50	67 Ho 164,93	68 Er 167,26	69 Tm 168,93	70 Yb 173,05	71 Lu 174,97	89 Ac	90 Th 232,04	91 Pa 231,04	92 U 238,03	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr																																																		

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.

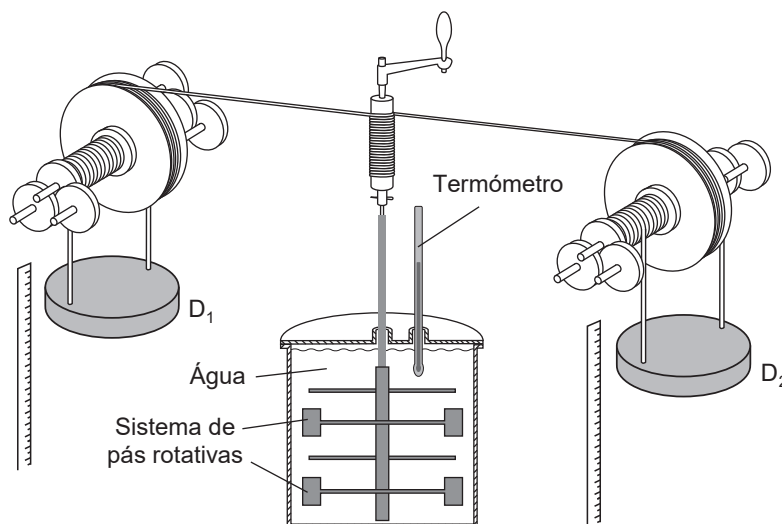


Figura 1

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).

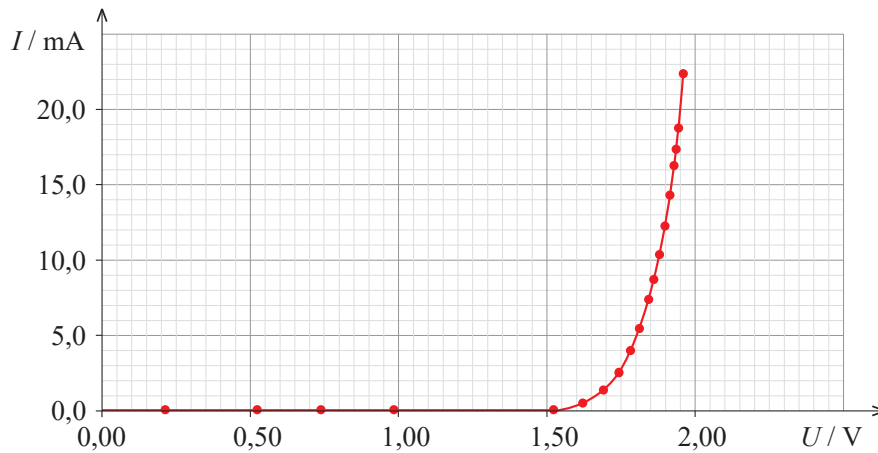
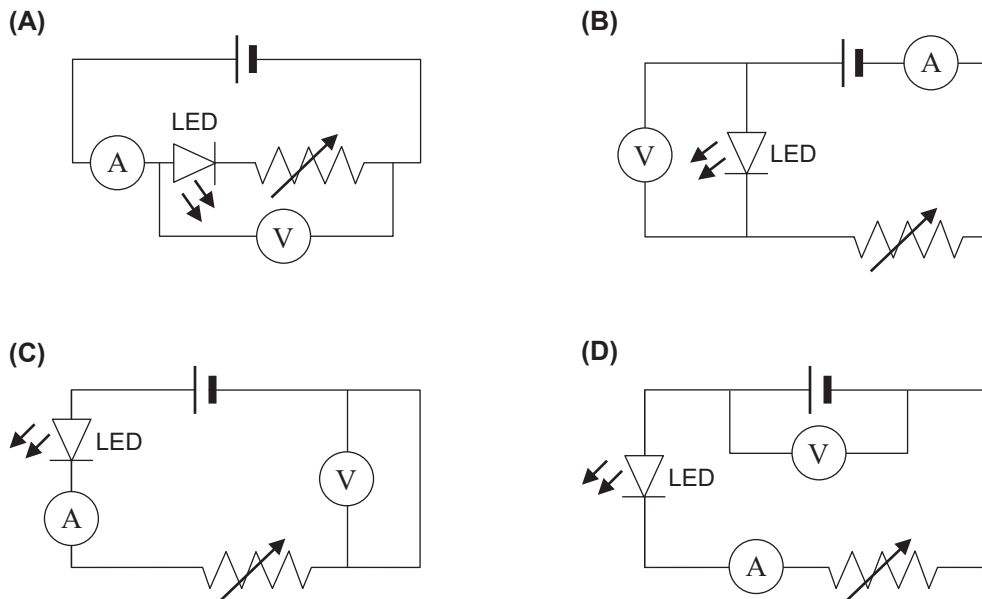


Figura 2

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.

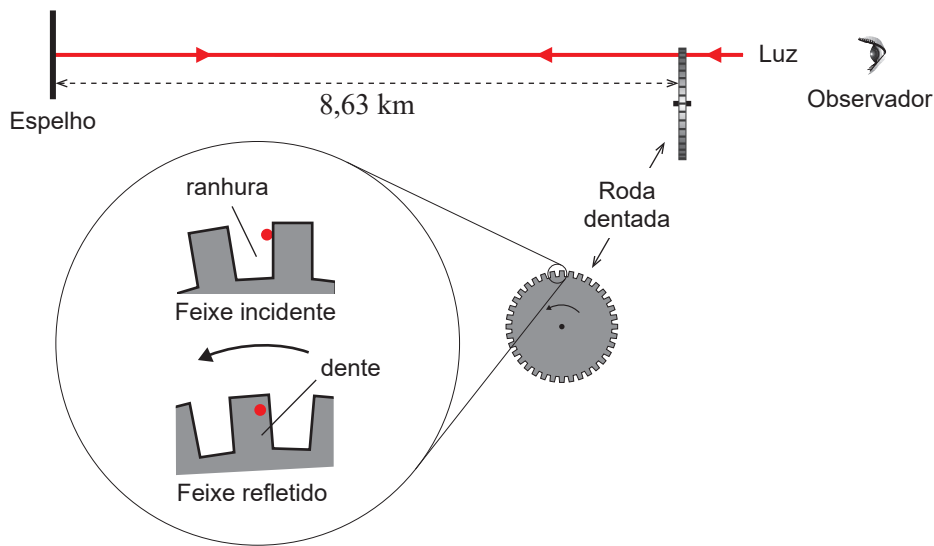


Figura 3

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) iguais ... iguais
- (B) iguais ... diferentes
- (C) diferentes ... 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 _____ .

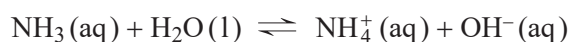
- (A) mais ... menor
- (B) mais ... maior
- (C) menos ... maior
- (D) menos ... menor

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.

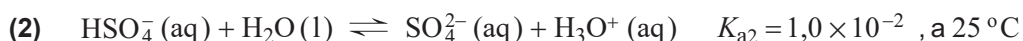
* 6.2. O amoníaco, $\text{NH}_3(\text{aq})$, é uma base fraca, cuja ionização em água pode ser traduzida por



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 $\text{NH}_4^+(\text{aq})$ aumenta.
- (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 $\text{NH}_4^+(\text{aq})$ diminui.

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



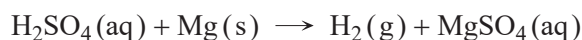
* 7.1. Numa solução de H_2SO_4 (aq) $1,00 \times 10^{-2}$ mol dm^{-3} , a 25 °C, a concentração de H_3O^+ (aq) é

- (A) superior à concentração de SO_4^{2-} (aq), sendo o pH da solução 2,0.
- (B) superior 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) igual 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) HSO_4^- (aq), comportando-se a água como base nas reações (1) e (2).
- (C) H_2SO_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 oxidante.
- (C) oxida-se, sendo o magnésio a espécie oxidante.
- (D) reduz-se, sendo o magnésio a espécie redutora.

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 ... igual
- (D) diferentes ... diferente

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

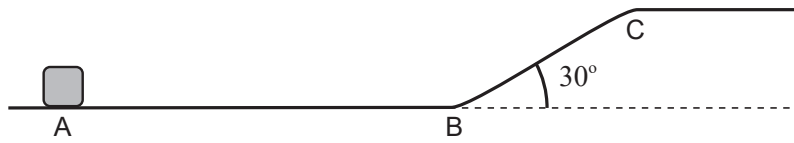


Figura 4

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 .

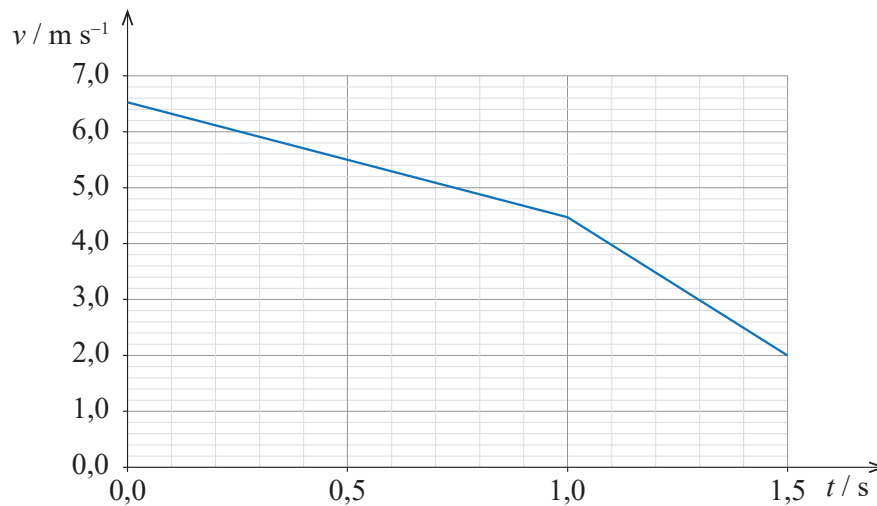
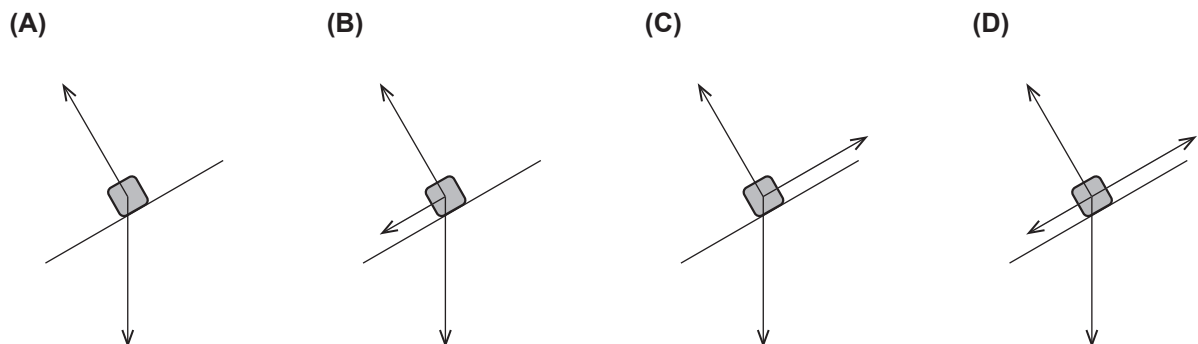


Figura 5

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

(A) 5,5 m (B) 4,5 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).

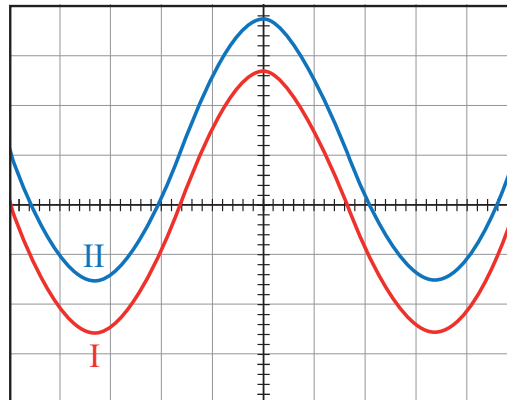


Figura 6

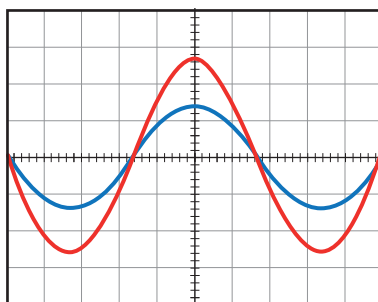
10.1. A frequência do sinal I é _____ e a amplitude desse sinal é _____ à amplitude do sinal II.

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

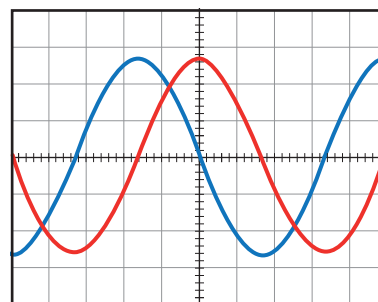
10.2. O microfone que originava o sinal II foi afastado do altifalante de uma distância igual a um quarto do comprimento de onda da onda sonora produzida pelo altifalante.

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

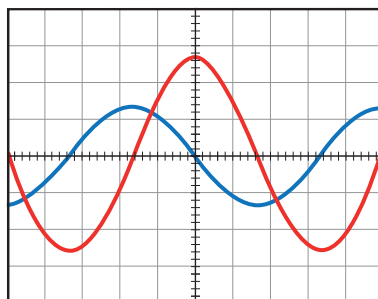
(A)



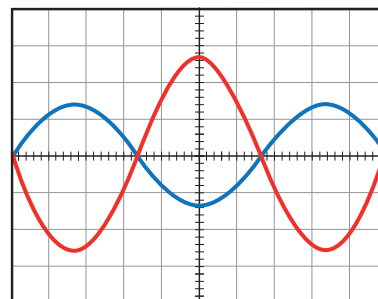
(B)



(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 1