

Exame Final Nacional de Física e Química A
Prova 715 | Época Especial | Ensino Secundário | 2017

11.º Ano de Escolaridade

Decreto-Lei n.º 139/2012, de 5 de julho

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

14 Páginas

VERSÃO 2

Indique de forma legível a versão da prova.

Utilize apenas caneta ou esferográfica de tinta azul ou preta.

É permitida a utilização de régua, esquadro, transferidor e calculadora científica sem capacidades gráficas.

Não é permitido o uso de corretor. Risque aquilo que pretende que não seja classificado.

Para cada resposta, identifique o grupo e o item.

Apresente as suas respostas de forma legível.

Apresente apenas uma resposta para cada item.

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

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

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.

Nas respostas aos itens em que é pedida a apresentação de todas as etapas de resolução, explicita todos os cálculos efetuados e apresente todas as justificações ou conclusões solicitadas.

Utilize os valores numéricos fornecidos no enunciado dos itens.

Nos termos da lei em vigor, as provas de avaliação externa são obras protegidas pelo Código do Direito de Autor e dos Direitos Conexos. A sua divulgação não suprime os direitos previstos na lei. Assim, é proibida a utilização destas provas, além do determinado na lei ou do permitido pelo IAVE, I.P., sendo expressamente vedada a sua exploração comercial.

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	$g = 10 \text{ m s}^{-2}$
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)	$K_w = 1,00 \times 10^{-14}$
Volume molar de um gás (PTN)	$V_m = 22,4 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1}$

FORMULÁRIO

- **Quantidades, massas e volumes** $m = n M$
 m – massa $N = n N_A$
 n – quantidade de matéria $V = n V_m$
 M – massa molar $\rho = \frac{m}{V}$
 N – número de entidades
 N_A – constante de Avogadro
 V – volume
 V_m – volume molar
 ρ – massa volúmica
- **Soluções e dispersões** $c = \frac{n}{V}$
 c – concentração de solução $x_A = \frac{n_A}{n_{\text{total}}}$
 n – quantidade de matéria
 V – volume de solução
 x – fração molar
- **Relação entre pH e concentração de H_3O^+** $\text{pH} = -\log \{[\text{H}_3\text{O}^+] / \text{mol dm}^{-3}\}$
- **Energia cinética de translação** $E_c = \frac{1}{2} m v^2$
 m – massa
 v – módulo da velocidade
- **Energia potencial gravítica em relação a um nível de referência** $E_{\text{pg}} = m g h$
 m – massa
 g – módulo da aceleração gravítica junto à superfície da Terra
 h – altura em relação ao nível de referência considerado
- **Energia mecânica** $E_m = E_c + E_p$
- **Trabalho realizado por uma força constante, \vec{F} , que atua sobre um corpo em movimento retilíneo** $W = F d \cos \alpha$
 d – módulo do deslocamento do ponto de aplicação da força
 α – ângulo definido pela força e pelo deslocamento
- **Teorema da energia cinética** $W = \Delta E_c$
 W – soma dos trabalhos realizados pelas forças que atuam num corpo
 ΔE_c – variação da energia cinética do centro de massa do corpo
- **Trabalho realizado pela força gravítica** $W = -\Delta E_{\text{pg}}$
 ΔE_{pg} – variação da energia potencial gravítica
- **Potência** $P = \frac{E}{\Delta t}$
 E – energia
 Δt – intervalo de tempo

- Energia ganha ou perdida por um corpo devido à variação da sua temperatura** $E = m c \Delta T$
 m – massa
 c – capacidade térmica mássica
 ΔT – variação da temperatura
- 1.ª Lei da Termodinâmica** $\Delta U = W + Q$
 ΔU – variação da energia interna
 W – energia transferida sob a forma de trabalho
 Q – energia transferida sob a forma de calor
- Conversão de temperatura (de grau Celsius para kelvin)** $T/\text{K} = t / ^\circ\text{C} + 273,15$
 T – temperatura absoluta (temperatura em kelvin)
 t – temperatura em grau Celsius
- Equações do movimento retilíneo com aceleração constante** $x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$
 x – componente escalar da posição
 v – componente escalar da velocidade $v = v_0 + a t$
 a – componente escalar da aceleração
 t – tempo
- Equações do movimento circular com velocidade de módulo constante** $a_c = \frac{v^2}{r}$
 a_c – módulo da aceleração centrípeta
 v – módulo da velocidade $\omega = \frac{2\pi}{T}$
 r – raio da trajetória $v = \omega r$
 ω – módulo da velocidade angular
 T – período
- 2.ª Lei de Newton** $\vec{F} = m \vec{a}$
 \vec{F} – resultante das forças que atuam num corpo de massa m
 \vec{a} – aceleração do centro de massa do corpo
- Lei da Gravitação Universal** $F_g = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$
 F_g – módulo da força gravítica exercida pela massa pontual m_1 (m_2)
na massa pontual m_2 (m_1)
 G – constante de gravitação universal
 r – distância entre as duas massas
- Comprimento de onda** $\lambda = \frac{v}{f}$
 v – módulo da velocidade de propagação da onda
 f – frequência
- Função que descreve um sinal harmónico ou sinusoidal** $y = A \sin(\omega t)$
 A – amplitude
 ω – frequência angular
 t – tempo
- Índice de refração** $n = \frac{c}{v}$
 c – módulo da velocidade de propagação da luz no vácuo
 v – módulo da velocidade de propagação da radiação no meio considerado
- Lei de Snell-Descartes para a refração** $n_1 \sin \alpha_1 = n_2 \sin \alpha_2$
 n_1, n_2 – índices de refração dos meios 1 e 2, respetivamente
 α_1, α_2 – ângulos entre a direção de propagação da onda e a normal
à superfície separadora no ponto de incidência, nos meios 1 e 2, respetivamente
- Fluxo magnético que atravessa uma superfície, de área A , em que existe um campo magnético uniforme, \vec{B}** $\Phi_m = B A \cos \alpha$
 α – ângulo entre a direção do campo e a direção perpendicular à superfície
- Força eletromotriz induzida numa espira metálica** $|E_i| = \frac{|\Delta \Phi_m|}{\Delta t}$
 $\Delta \Phi_m$ – variação do fluxo magnético
 Δt – intervalo de tempo

TABELA PERIÓDICA

												13	14	15	16	17	18																																				
1	2											5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18																												
		Número atômico												Elemento												Massa atômica relativa																											
1 H 1,01																																																					
3 Li 6,94	4 Be 9,01											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 65,41	31 Ga 69,72	32 Ge 72,64	33 As 74,92	34 Se 78,96	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 95,94	43 Tc 97,91	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								
11 Na 22,99	12 Mg 24,31											55 Cs 132,91	56 Ba 137,33	Lantanídeos 57-71										57 La 138,91	58 Ce 140,12	59 Pr 140,91	60 Nd 144,24	61 Pm [145]	62 Sm 150,36	63 Eu 151,96	64 Gd 157,25	65 Tb 158,92	66 Dy 162,50	67 Ho 164,93	68 Er 167,26	69 Tm 168,93	70 Yb 173,04	71 Lu 174,98	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 207,21	83 Bi 208,98	84 Po [208,98]	85 At [209,99]	86 Rn [222,02]
87 Fr [223]	88 Ra [226]											89-103 Actínideos	89 Ac [227]	90 Th 232,04	91 Pa 231,04	92 U 238,03	93 Np [237]	94 Pu [244]	95 Am [243]	96 Cm [247]	97 Bk [247]	98 Cf [251]	99 Es [252]	100 Fm [257]	101 Md [258]	102 No [259]	103 Lr [262]	104 Rf [261]	105 Db [262]	106 Sg [266]	107 Bh [264]	108 Hs [277]	109 Mt [268]	110 Ds [271]	111 Rg [272]																		

GRUPO I

As moedas de 10 cêntimos de euro são compostas por ouro nórdico, uma liga metálica constituída por cobre (Cu), alumínio (Al), zinco (Zn) e estanho (Sn).

1. O cobre e o zinco são elementos _____, que se situam no mesmo _____ da tabela periódica.

- (A) representativos ... período
- (B) representativos ... grupo
- (C) de transição ... período
- (D) de transição ... grupo

2. Um dos isótopos naturais do cobre é o cobre-63.

Quantos neutrões existem no núcleo de um átomo deste isótopo do cobre?

- (A) 34 neutrões.
- (B) 29 neutrões.
- (C) 92 neutrões.
- (D) 63 neutrões.

3. O ião Al^{3+} tem _____ eletrões, distribuídos por _____ orbitais.

- (A) dezasseis ... cinco
- (B) dezasseis ... nove
- (C) dez ... três
- (D) dez ... cinco

4. As moedas de 10 cêntimos de euro têm uma massa de 4,10 g. No ouro nórdico, a percentagem, em massa, de cobre é 89%.

Determine o número de átomos de cobre numa moeda de 10 cêntimos de euro.

Apresente todas as etapas de resolução.

GRUPO II

A Figura 1 representa parte de uma montagem utilizada na determinação experimental da capacidade térmica mássica do cobre. Nessa montagem, o sensor de temperatura estava ligado a um sistema de aquisição de dados, e a resistência de aquecimento estava inserida num circuito elétrico.

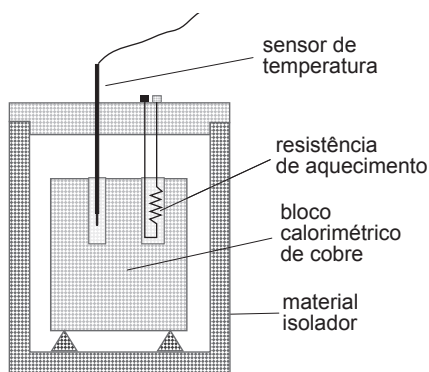


Figura 1

1. Com o objetivo de determinar indiretamente a potência fornecida pela resistência de aquecimento ao bloco de cobre, introduziram-se, no circuito elétrico, dois aparelhos de medida (multímetros).

Indique o nome das duas grandezas elétricas que, na experiência realizada, foram medidas com os multímetros.

2. Na experiência realizada, utilizou-se um bloco calorimétrico de cobre de massa 1,264 kg. Além das grandezas elétricas, mediu-se a temperatura do bloco, ao longo do processo de aquecimento.

Com os valores obtidos, foi possível traçar o gráfico da temperatura, t , do bloco de cobre em função da energia, E , que lhe foi fornecida, cujo esboço se representa na Figura 2. Determinou-se, seguidamente, a equação da reta que melhor se ajustava ao conjunto de pontos desse gráfico:

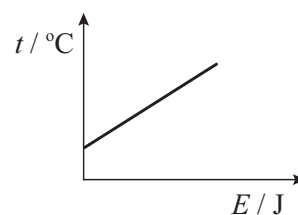


Figura 2

$$t = 1,91 \times 10^{-3} E + 22,1$$

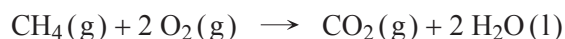
- 2.1. Qual era a temperatura do bloco de cobre antes de se iniciar o processo de aquecimento?
- 2.2. Determine o erro percentual (erro relativo, em percentagem) da capacidade térmica mássica do cobre obtida nesta experiência, tomando como referência o valor tabelado $385 \text{ J kg}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$.

Apresente todas as etapas de resolução.

GRUPO III

O metano, CH₄, é o principal constituinte do gás natural.

1. A combustão completa do metano pode ser traduzida por



Nesta reação, a variação de entalpia associada à combustão de 1 mol de CH₄(g) é -890 kJ.

Considere que a energia libertada nesta reação é usada num processo de aquecimento de água e que o rendimento desse processo é 100%.

1.1. O que significa um *rendimento do processo de aquecimento de 100%*?

1.2. Calcule o volume de metano, medido nas condições normais de pressão e de temperatura (PTN), que tem de reagir completamente para aumentar em 18 °C a temperatura de uma amostra pura de 5,0 kg de água.

Apresente todas as etapas de resolução.

1.3. A variação do número de oxidação do carbono, na reação considerada, é

(A) -8

(B) +8

(C) -4

(D) +4

2. Numa molécula de metano, há, no total, _____ elétrons de valência, _____ elétrons de valência não ligantes.

(A) quatro ... não existindo

(B) oito ... existindo

(C) oito ... não existindo

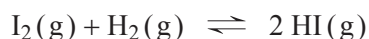
(D) quatro ... existindo

3. Qual é a geometria da molécula de metano?

GRUPO IV

1. O iodo, $I_2(g)$, reage com o hidrogénio, $H_2(g)$, em fase gasosa, formando-se iodeto de hidrogénio, $HI(g)$.

A reação pode ser traduzida por



Nesta reação, a variação de entalpia associada à formação de 2 mol de $HI(g)$ é $-9,2 \text{ kJ}$.

- 1.1. Considere que, à temperatura T , se introduziu, num reator com a capacidade de $1,00 \text{ L}$, uma mistura de $H_2(g)$ e de $I_2(g)$, em diferentes concentrações, não existindo inicialmente $HI(g)$ no reator.

O gráfico da Figura 3 mostra a evolução, ao longo do tempo, t , das concentrações, c , dos reagentes.

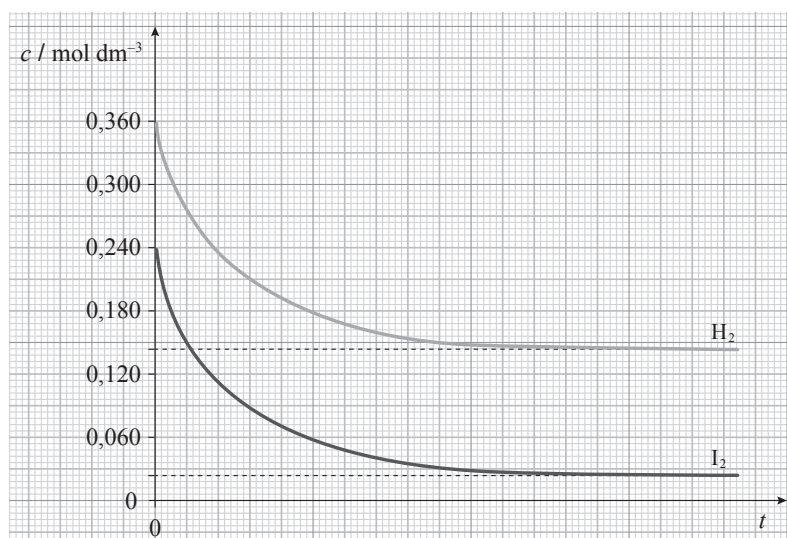


Figura 3

Determine a constante de equilíbrio, K_c , da reação considerada, à temperatura T .

Apresente todas as etapas de resolução.

- 1.2. Conclua como variará a composição do sistema se a temperatura diminuir, a volume constante.

Apresente num texto a fundamentação da conclusão solicitada.

- 1.3. A energia de ligação em H_2 ($H - H$) é $436,4 \text{ kJ mol}^{-1}$ e a energia de ligação em HI ($H - I$) é $298,3 \text{ kJ mol}^{-1}$.

Qual é a energia que se liberta quando se forma 1 mol de ligações $I - I$ em I_2 ?

- (A) $151,0 \text{ kJ}$ (B) $169,4 \text{ kJ}$ (C) $147,3 \text{ kJ}$ (D) $307,5 \text{ kJ}$

2. Quando o iodeto de hidrogénio gasoso se dissolve em água, origina uma solução aquosa de ácido iodídrico, HI (aq), um ácido forte.

Para determinar a concentração de uma solução de ácido iodídrico, titulou-se 25,00 cm³ de uma solução desse ácido com uma solução de hidróxido de sódio, NaOH (aq), de concentração 0,10 mol dm⁻³, usando um indicador apropriado.

A reação que ocorre na titulação considerada pode ser traduzida por



Na tabela seguinte, estão registados os volumes de titulante gastos, em três ensaios diferentes, até à mudança de cor do indicador.

Ensaio	1	2	3
Volume de titulante / cm ³	40,10	40,20	40,20

O valor mais provável do volume de titulante gasto até à mudança de cor do indicador é 40,17 cm³.

- 2.1. Qual é a incerteza absoluta de observação, na titulação realizada?

- 2.2. Calcule a concentração da solução de ácido iodídrico.

Comece por calcular a quantidade de NaOH adicionada até à mudança de cor do indicador.

Apresente todas as etapas de resolução.

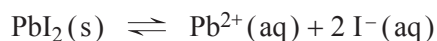
- 2.3. Para preparar 200 cm³ da solução de NaOH (aq) usada como titulante, utilizou-se uma solução de NaOH (aq) de concentração 0,50 mol dm⁻³.

Que volume desta solução foi utilizado na preparação da solução titulante?

- (A) 10 cm³
- (B) 20 cm³
- (C) 100 cm³
- (D) 40 cm³

3. O iodeto de chumbo, PbI_2 , é um sal pouco solúvel em água, cujo produto de solubilidade, K_s , é $9,8 \times 10^{-9}$, a 25°C .

O equilíbrio que se estabelece entre o sal sólido e os iões resultantes da dissolução do sal em água pode ser traduzido por



Qual é a solubilidade do iodeto de chumbo em água, a 25°C ?

- (A) $2,1 \times 10^{-3} \text{ mol dm}^{-3}$
(B) $9,9 \times 10^{-5} \text{ mol dm}^{-3}$
(C) $1,3 \times 10^{-3} \text{ mol dm}^{-3}$
(D) $4,9 \times 10^{-5} \text{ mol dm}^{-3}$

GRUPO V

Considere um sistema *paraquedista + paraquedas* em queda vertical.

1. Na Figura 4, está representado o gráfico do módulo da velocidade, v , desse sistema, de massa 100 kg , em função do tempo, t , de queda, nos primeiros 60 s do movimento.

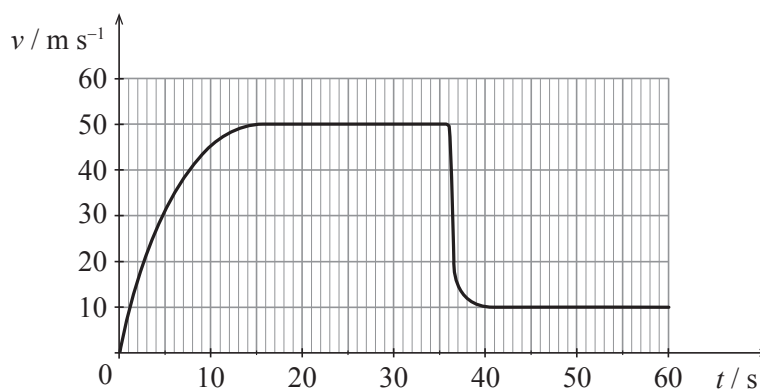


Figura 4

Considere que o sistema *paraquedista + paraquedas* pode ser representado pelo seu centro de massa (modelo da partícula material).

1.1. No modelo da partícula material, considera-se apenas um tipo de movimento do sistema *paraquedista + paraquedas*.

Que tipo de movimento se considera neste modelo?

1.2. Em qual dos intervalos de tempo seguintes, a resultante das forças que atuaram no sistema *paraquedista + paraquedas* teve o sentido contrário ao do movimento do sistema?

(A) [25; 35] s (B) [36; 39] s (C) [45; 60] s (D) [0; 10] s

1.3. Qual foi a variação da energia cinética do sistema *paraquedista + paraquedas*, no intervalo de tempo [35; 42] s?

(A) $-8,0 \times 10^4$ J (B) $8,0 \times 10^4$ J (C) $-1,2 \times 10^5$ J (D) $1,2 \times 10^5$ J

1.4. No intervalo de tempo [45; 60] s, o sistema *paraquedista + paraquedas*

- (A) não esteve sujeito à ação de forças.
- (B) esteve parado.
- (C) moveu-se com uma aceleração de módulo 10 m s^{-2} .
- (D) percorreu 150 m.

1.5. Conclua se o trabalho realizado pela força gravítica que atua no sistema *paraquedista + paraquedas* foi positivo, negativo ou nulo, no intervalo de tempo [20; 35] s.

Apresente num texto a fundamentação da conclusão solicitada.

1.6. Conclua sobre a variação da intensidade da força de resistência do ar que atuou no sistema *paraquedista + paraquedas*, no intervalo de tempo [0;15] s.

Apresente num texto a fundamentação da conclusão solicitada, abordando os aspetos seguintes:

- identificação e caracterização, quanto ao sentido, das forças que atuaram no sistema *paraquedista + paraquedas*, no intervalo de tempo considerado;
- explicação, com base no gráfico da Figura 4, da variação do módulo da aceleração do sistema, no intervalo de tempo considerado, e referência à conseqüente variação da intensidade da resultante das forças que atuaram no sistema;
- conclusão sobre a variação da intensidade da força de resistência do ar, no intervalo de tempo considerado.

2. Admita que o paraquedista dispunha de um sistema de comunicação que incluía um microfone de indução. Neste tipo de microfones, é induzida uma força eletromotriz nos terminais de uma bobina que oscila imersa num campo magnético.

O módulo da força eletromotriz induzida nos terminais da bobina

- (A) será tanto maior quanto maior for o número de espiras da bobina.
- (B) não depende da intensidade do campo magnético em que a bobina está imersa.
- (C) não depende da área de cada espira da bobina.
- (D) será tanto maior quanto menor for o fluxo magnético através da bobina.

GRUPO VI

Considere uma corda muito comprida, esticada na horizontal e com uma extremidade fixa. A outra extremidade é posta a oscilar na vertical.

Na Figura 5, estão representados uma porção da corda, num instante t , e dois pontos da corda, P e Q.

Admita que o sinal produzido se propaga no sentido positivo do eixo dos xx , com velocidade de módulo $3,0 \text{ m s}^{-1}$.

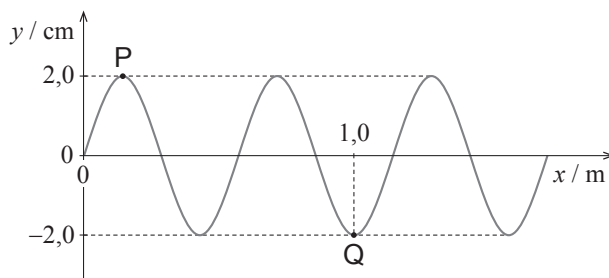


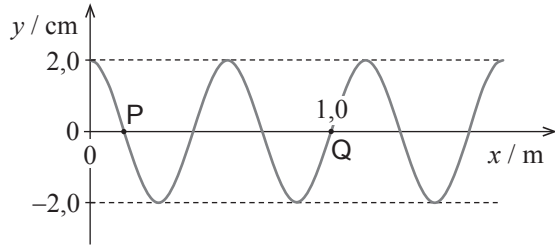
Figura 5

1. No movimento oscilatório considerado,

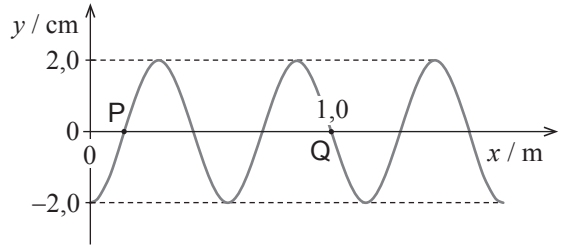
- (A) a amplitude da oscilação dos pontos P e Q é $4,0 \text{ cm}$.
- (B) os pontos P e Q oscilam com frequências angulares iguais.
- (C) os pontos P e Q movem-se no sentido positivo do eixo dos xx .
- (D) os pontos P e Q percorrem distâncias diferentes numa oscilação completa.

2. Qual das seguintes figuras pode representar a mesma porção da corda um quarto de período depois do instante t ?

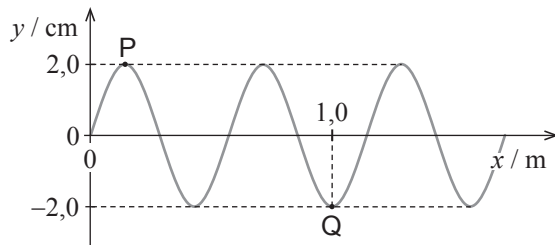
(A)



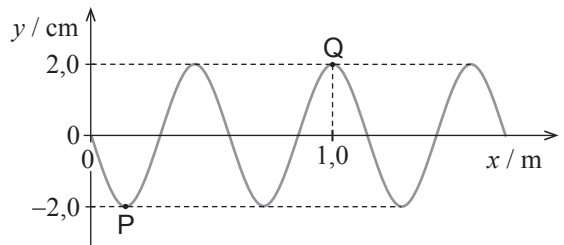
(B)



(C)



(D)



3. Determine o tempo que um ponto da corda demora a executar 5,0 oscilações completas.

Apresente todas as etapas de resolução.

FIM

COTAÇÕES

Grupo	Item							
	Cotação (em pontos)							
I	1.	2.	3.	4.				
	5	5	5	10				25
II	1.	2.1.	2.2.					
	5	5	10					20
III	1.1.	1.2.	1.3.	2.	3.			
	5	10	5	5	5			30
IV	1.1.	1.2.	1.3.	2.1.	2.2.	2.3.	3.	
	15	10	5	5	10	5	5	55
V	1.1.	1.2.	1.3.	1.4.	1.5.	1.6.	2.	
	5	5	5	5	10	15	5	50
VI	1.	2.	3.					
	5	5	10					20
TOTAL								200

Prova 715
Época Especial
VERSÃO 2