

Exame Final Nacional de Física e Química A
Prova 715 | 1.ª Fase | Ensino Secundário | 2019

11.º Ano de Escolaridade

Decreto-Lei n.º 139/2012, de 5 de julho | Decreto-Lei n.º 55/2018, de 6 de julho

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

14 Páginas

VERSÃO 1

Indique de forma legível a versão da prova.

Para cada resposta, identifique o grupo e 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 em modo de exame.

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 grupo, 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)	$K_w = 1,00 \times 10^{-14}$
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

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

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

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

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

• 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		5 B 10,81	6 C 12,01	7 N 14,01	8 O 16,00	9 F 19,00	10 Ne 20,18	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	Lantanídeos		57-71 La 138,91	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	Actinídeos		89-103 Ac	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	
101 Pa 231,04	102 Th 232,04	103 Ac	104 Th 232,04	105 Pa 231,04	106 U 238,03	107 Np	108 Pu	109 Am	110 Cm	111 Bk	112 Cf	113 Es	114 Fm	115 Md	116 No	117 Lr	118 Lu 174,97	119 Yb 173,05	120 Tm 168,93	121 Er 167,26	122 Ho 164,93	123 Dy 162,50	124 Tb 158,93	125 Eu 151,96	126 Gd 157,25	127 Sm 150,36	128 Eu	129 Pm	130 Sm	131 Hs	132 Mt	133 Ds	134 Rg	135 Cn	136 Nh	137 Fl	138 Mc	139 Lv	140 Ts	141 Og

GRUPO I

Uma tina de ondas é um tanque de pequena profundidade que contém água e onde é possível, utilizando um gerador adequado, produzir ondas na superfície da água. O gerador pode ser ajustado de modo a produzir ondas de frequências diferentes.

As imagens dessas ondas apresentam zonas mais claras, que correspondem a cristas, e zonas mais escuras, que correspondem a vales.

1. A Figura 1 apresenta uma imagem das ondas obtidas numa tina de ondas, numa determinada experiência. Na figura, estão ainda representados dois pontos, A e B, à superfície da água.

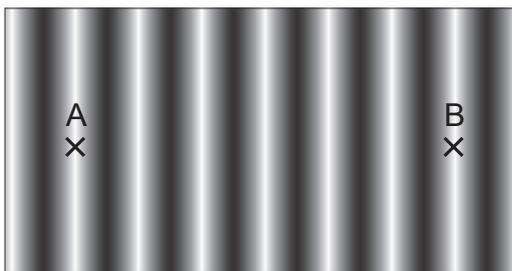


Figura 1

- 1.1. Considere que o gerador de ondas está ajustado para 5,0 Hz e que a imagem é obtida num instante t .

Quanto tempo decorrerá, no mínimo, entre o instante t e um instante no qual o ponto A se encontre num vale?

- (A) 0,15 s
- (B) 0,20 s
- (C) 0,050 s
- (D) 0,10 s

- 1.2. Se a distância entre os pontos A e B for 15,6 cm, o comprimento de onda das ondas que se propagam na superfície da água será

- (A) 1,30 cm
- (B) 2,23 cm
- (C) 2,60 cm
- (D) 3,12 cm

2. Com o objetivo de determinar a velocidade de propagação das ondas produzidas na superfície da água contida numa tina, mediu-se o comprimento de onda, λ , dessas ondas para várias frequências, f .

Na tabela seguinte, estão registados os valores de f e de λ medidos e ainda os inversos desses valores.

f / Hz	λ / cm	$\frac{1}{f} / \text{Hz}^{-1}$	$\frac{1}{\lambda} / \text{cm}^{-1}$
8,8	2,3	0,114	0,435
10,5	2,0	0,09524	0,500
12,7	1,6	0,07874	0,625
15,1	1,4	0,06623	0,714
20,3	1,0	0,04926	1,00

Determine a velocidade de propagação das ondas, em cm s^{-1} , nas condições em que decorreu a experiência, a partir da equação da reta de ajuste a um gráfico adequado.

Na sua resposta:

- identifique as variáveis independente e dependente a considerar nos eixos do gráfico;
- apresente a equação da reta de ajuste ao gráfico;
- obtenha o valor solicitado, com um número correto de algarismos significativos.

Apresente todas as etapas de resolução, explicitando todos os cálculos efetuados.

GRUPO II

1. Num ensaio laboratorial, adicionou-se uma amostra de água, a uma temperatura T , a uma outra amostra de água, de massa 350,0 g e inicialmente a 5,2 °C. Verificou-se que, após um determinado intervalo de tempo, o sistema resultante daquela adição ficou à temperatura de 27,9 °C.

1.1. Calculou-se a energia total cedida pela amostra de água inicialmente à temperatura T , tendo-se obtido $3,85 \times 10^4$ J.

Conclua em que sentido terá ocorrido a transferência de energia entre o sistema resultante daquela adição e o exterior, até ser atingida a temperatura de 27,9 °C.

Mostre como chegou à conclusão solicitada.

1.2. As temperaturas foram medidas com um termómetro digital, cujo funcionamento se baseia na variação da resistência elétrica de um fio condutor (constituente do termómetro) com a temperatura. Para que o termómetro funcione adequadamente, a variação da potência dissipada por efeito Joule, no fio, deve ser desprezável.

Considere que a resistência elétrica do fio aumenta $3,85 \Omega$ por cada 10 °C de aumento de temperatura e que, na experiência realizada, o fio foi percorrido por uma corrente constante de $9,0 \times 10^{-4}$ A.

Verifique que, entre 5,2 °C e 27,9 °C, o aumento da potência dissipada naquele fio foi inferior a 10^{-5} W, sendo, por isso, desprezável.

Apresente todas as etapas de resolução, explicitando todos os cálculos efetuados.

2. Para determinar experimentalmente a variação de entalpia (mássica) de fusão do gelo, adicionou-se gelo fundente a água previamente aquecida.

2.1. Para minimizar o erro nesta determinação, o gelo adicionado deve estar dividido em

- (A) pequenos fragmentos e vir diretamente do congelador.
- (B) pequenos fragmentos e ter sido colocado previamente em água a 0 °C.
- (C) grandes fragmentos e vir diretamente do congelador.
- (D) grandes fragmentos e ter sido colocado previamente em água a 0 °C.

2.2. Na experiência realizada, mediu-se a massa do gelo fundente, a massa e a temperatura inicial da água, e a temperatura à qual o sistema resultante daquela adição atingiu o equilíbrio térmico.

O que é necessário ainda conhecer para calcular a variação de entalpia (mássica) de fusão do gelo, considerando que o sistema é isolado?

- (A) Apenas a capacidade térmica mássica da água líquida.
- (B) A capacidade térmica mássica da água líquida e a capacidade térmica mássica do gelo.
- (C) A energia necessária à fusão de 1 kg de gelo e a capacidade térmica mássica da água líquida.
- (D) Apenas a energia necessária à fusão de 1 kg de gelo.

GRUPO III

Considere a reação traduzida por



1. Na reação anterior, moléculas de água cedem

- (A) prótons a iões $\text{OH}^-(\text{aq})$.
- (B) prótons a moléculas de água.
- (C) eletrões a iões $\text{OH}^-(\text{aq})$.
- (D) eletrões a moléculas de água.

2. O produto iónico da água é $3,80 \times 10^{-14}$, a uma temperatura T .

Se, à temperatura T , o pH de uma água engarrafada for 6,90, essa água

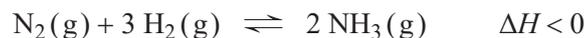
- (A) será neutra, uma vez que as concentrações de $\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$ e de $\text{OH}^-(\text{aq})$ serão iguais.
- (B) não será neutra, uma vez que o seu pH será diferente de 7.
- (C) não será neutra, uma vez que a concentração de $\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$ será inferior à de $\text{OH}^-(\text{aq})$.
- (D) será neutra, uma vez que o seu pH será próximo de 7.

3. Dissolvendo em água, a temperatura constante, uma certa quantidade de uma base, a concentração de $\text{OH}^-(\text{aq})$

- (A) diminui, e o produto iónico da água mantém-se constante.
- (B) aumenta, e o produto iónico da água não se mantém constante.
- (C) diminui, e o produto iónico da água não se mantém constante.
- (D) aumenta, e o produto iónico da água mantém-se constante.

GRUPO IV

A reação de síntese do amoníaco pode ser traduzida por



- Nesta reação, a variação do número de oxidação do elemento que se reduz é
(A) +3 (B) +1 (C) -3 (D) -1
- Que volume de $\text{H}_2(\text{g})$ terá de reagir, no mínimo, para se obter $35,0 \text{ dm}^3$ de $\text{NH}_3(\text{g})$, em condições de pressão e de temperatura constantes?
(A) $52,5 \text{ dm}^3$ (B) $35,0 \text{ dm}^3$ (C) $23,3 \text{ dm}^3$ (D) 105 dm^3
- Considere um sistema fechado onde se encontram, em equilíbrio, as espécies envolvidas na reação considerada.

Na Figura 2, apresentam-se os esboços dos gráficos da quantidade de equilíbrio, n , de uma daquelas espécies, em função da pressão, P , para duas temperaturas, T_A e T_B .

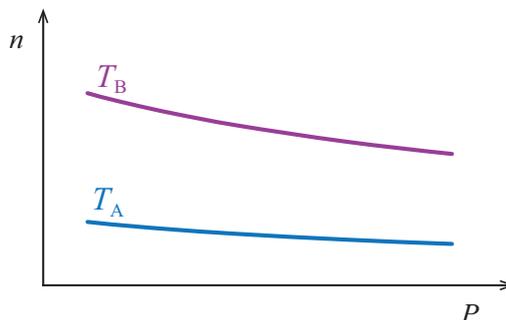


Figura 2

Conclua qual das temperaturas, T_A ou T_B , é menor, começando por verificar se a espécie a que o gráfico se refere é um reagente ou um produto da reação.

Apresente, num texto estruturado e com linguagem científica adequada, a fundamentação da conclusão solicitada.

- Num reator com a capacidade de $0,50 \text{ L}$, foram introduzidas $6,00 \text{ mol}$ de $\text{NH}_3(\text{g})$. Quando o sistema químico atingiu o estado de equilíbrio, à temperatura T , verificou-se que existia no reator $86,6\%$ da quantidade inicial daquele gás.

Calcule a constante de equilíbrio, K_c , da reação de decomposição do amoníaco, à temperatura T .

Apresente todas as etapas de resolução, explicitando todos os cálculos efetuados.

GRUPO V

A Figura 3 representa, à escala, um diagrama de níveis de energia do átomo de hidrogénio, no qual são apresentados apenas os três primeiros níveis de energia.

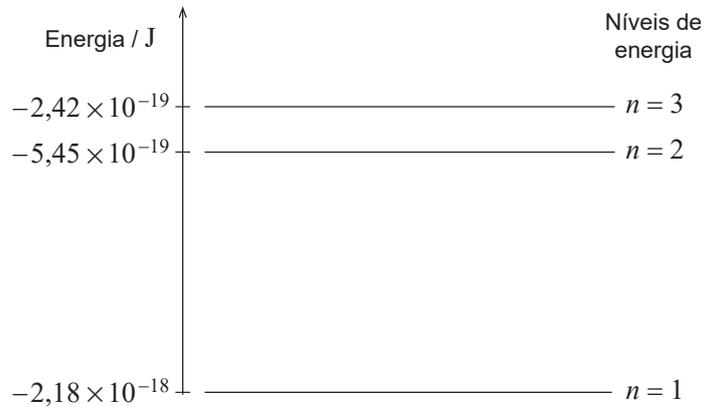


Figura 3

1. A energia do nível $n = 4$ é $-1,36 \times 10^{-19}$ J.

1.1. A que distância do nível $n = 3$ deveria estar o nível $n = 4$ no diagrama representado na figura?

Mostre como chegou ao valor solicitado.

1.2. As riscas do espectro de emissão do átomo de hidrogénio, na região do visível, são originadas por transições eletrónicas para o nível $n = 2$.

Conclua se, no espectro de emissão do átomo de hidrogénio, na região do visível, poderá existir uma risca a $3,45 \times 10^{-19}$ J.

Mostre como chegou à conclusão solicitada.

2. Qual é a energia mínima necessária para ionizar o átomo de hidrogénio no primeiro estado excitado?

Página em branco

GRUPO VI

A 14 de outubro de 2012, Felix Baumgartner (FB), um paraquedista austríaco, subiu num balão de hélio até à estratosfera. A partir desse balão, FB realizou um salto até à superfície da Terra.

1. Um balão, cheio com 0,750 mol de hélio (He), tem um volume de 70,0 dm³, a uma determinada altitude. A essa altitude recolheu-se uma amostra de 1,0 dm³ de ar, medido em condições de pressão e de temperatura idênticas às existentes no interior do balão.

A percentagem em volume de nitrogénio, N₂, na amostra de ar recolhida é 78%.

Determine a massa de nitrogénio nessa amostra de ar.

Apresente todas as etapas de resolução, explicitando todos os cálculos efetuados.

2. Na estratosfera existe uma camada de ozono, O₃ (g), que absorve parte da radiação ultravioleta proveniente do Sol.

- 2.1. Qual é a quantidade de ozono existente numa amostra de ar, de massa 5×10^2 g, numa zona da estratosfera na qual o ar contém 10 ppm (em massa) de ozono?

(A) 1×10^{-5} mol

(B) 1×10^{-4} mol

(C) 5×10^{-3} mol

(D) 5×10^{-4} mol

- 2.2. A molécula de ozono, O₃, é menos estável do que a molécula de oxigénio, O₂.

Na Figura 4, está representado um modelo tridimensional da molécula de ozono.

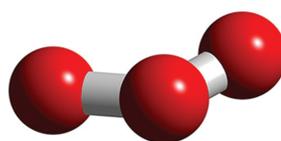


Figura 4

Na molécula de ozono, o átomo central _____ eletrões de valência não ligantes, e o comprimento da ligação oxigénio-oxigénio é _____ do que na molécula de oxigénio.

(A) apresenta ... menor

(B) apresenta ... maior

(C) não apresenta ... maior

(D) não apresenta ... menor

3. No salto que realizou desde a estratosfera até à Terra, Felix Baumgartner (FB) foi o primeiro homem a quebrar a barreira do som sem qualquer veículo propulsor.

Considere que a queda de FB em direção à Terra foi aproximadamente vertical.

Na Figura 5, apresentam-se, para os primeiros 100 s de queda, os gráficos do módulo da velocidade, v_{FB} , e da altitude, h , de FB, em função do tempo, t . Na figura, está também representada uma linha a tracejado, que traduz o modo como variou o módulo da velocidade do som, v_{som} , ao longo da trajetória percorrida, durante aquele intervalo de tempo.

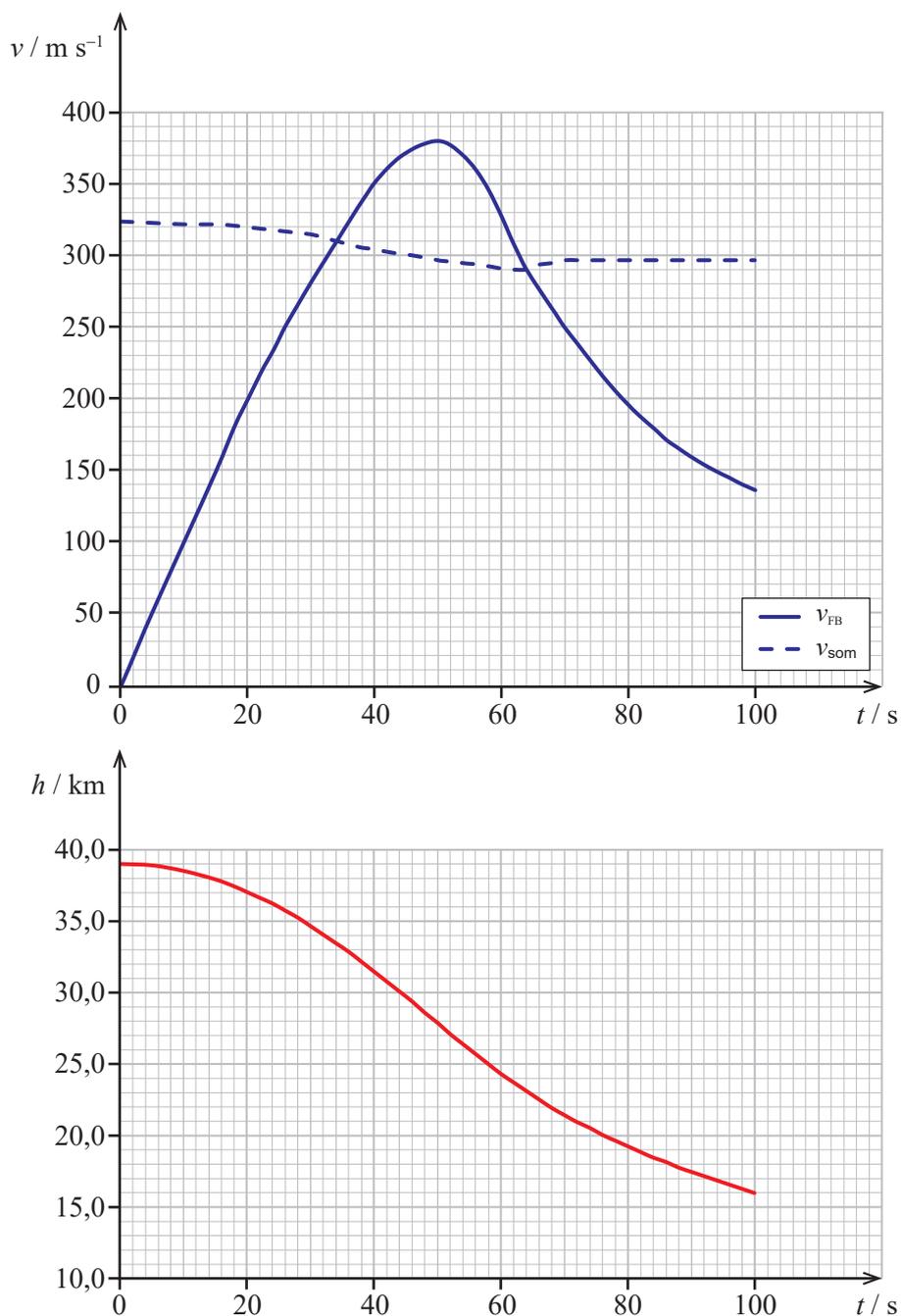


Figura 5

Considere que o conjunto *FB + equipamento* pode ser representado pelo seu centro de massa (modelo da partícula material) e que a variação da aceleração gravítica com a altitude é desprezável.

3.1. Qual foi o sentido da resultante das forças que atuaram sobre o conjunto $FB + equipamento$, nos primeiros 40 s de queda?

3.2. Qual foi, aproximadamente, a distância percorrida pelo conjunto $FB + equipamento$, no intervalo de tempo em que o módulo da sua velocidade aumentou?

- (A) 19 km (B) 11 km (C) 23 km (D) 28 km

3.3. No intervalo de tempo $[50, 60]$ s, o módulo da aceleração do conjunto $FB + equipamento$ _____, e a intensidade da resultante das forças que nele atuaram _____.

- (A) aumentou ... aumentou (B) aumentou ... diminuiu
(C) diminuiu ... diminuiu (D) diminuiu ... aumentou

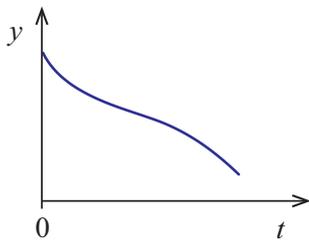
3.4. No intervalo de tempo $[50, 100]$ s, a energia potencial gravítica do sistema $FB + equipamento + Terra$ _____, e a energia mecânica do sistema _____.

- (A) aumentou ... diminuiu (B) aumentou ... permaneceu constante
(C) diminuiu ... diminuiu (D) diminuiu ... permaneceu constante

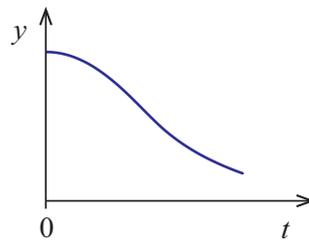
3.5. Considere um referencial unidimensional Oy vertical, com sentido de cima para baixo.

Qual dos esboços de gráfico seguintes poderá representar a componente escalar da posição, y , do conjunto $FB + equipamento$, em relação ao referencial Oy , em função do tempo, t , nos primeiros 100 s de queda?

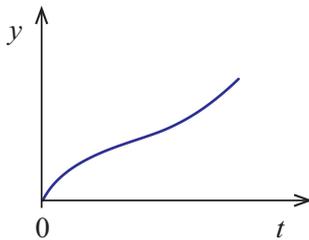
(A)



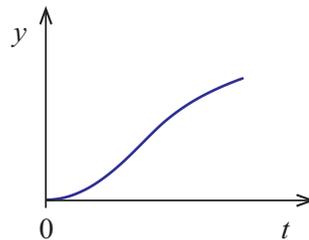
(B)



(C)



(D)



3.6. Considere que a massa do conjunto $FB + equipamento$ era 118 kg.

Determine o trabalho realizado pela força de resistência do ar que atuou sobre o conjunto, no intervalo de tempo em que este se moveu com velocidade superior à velocidade do som.

Apresente todas as etapas de resolução, explicitando todos os cálculos efetuados.

FIM

COTAÇÕES

Grupo	Item									Cotação (em pontos)
	Cotação (em pontos)									
I	1.1.	1.2.	2.							24
	7	7	10							
II	1.1.	1.2.	2.1.	2.2.					31	
	7	10	7	7						
III	1.	2.	3.							21
	7	7	7							
IV	1.	2.	3.	4.					34	
	7	7	10	10						
V	1.1.	1.2.	2.							21
	7	7	7							
VI	1.	2.1.	2.2.	3.1.	3.2.	3.3.	3.4.	3.5.	3.6.	69
	10	7	7	7	7	7	7	7	10	
TOTAL										200

Prova 715
1.^a Fase
VERSÃO 1