

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

16 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 citações 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** $E_{pg} = m g h$
 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** $W = -\Delta E_{pg}$
 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)** $T / K = t / ^\circ C + 273,15$
 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 $\omega = \frac{2\pi}{T}$
 v – módulo da velocidade $v = \omega r$
 r – raio da trajetória
 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

1		2										13										16										17		18					
1	H																																	2		He			
1,01	1,01																																	4,00		4,00			
3	Li	4	Be																																	9		F	
6,94	6,94	9,01	9,01																																	16,00		19,00	
11	Na	12	Mg																																	16		S	
22,99	22,99	24,31	24,31																																	32,07		35,45	
19	K	20	Ca	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	Ar																			
39,10	39,10	40,08	40,08	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	Kr																			
				Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br																					
				44,96	47,87	50,94	52,00	54,94	55,85	58,93	58,69	63,55	65,41	69,72	72,64	74,92	78,96	79,90	83,80																				
				Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe																				
				88,91	91,22	92,91	95,94	97,91	101,07	102,91	106,42	107,87	112,41	114,82	118,71	121,76	127,60	126,90	131,29																				
				57-71	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn																				
				Lantanídeos	178,49	180,95	183,84	186,21	190,23	192,22	195,08	196,97	200,59	204,38	207,21	208,98	[208,98]	[209,99]	[222,02]																				
				89-103	104	105	106	107	108	109	110	111																											
				Actínídeos	[261]	[262]	[266]	[264]	[277]	[268]	[271]	[272]																											
57	La	58	Ce	59	Pr	60	Nd	61	Pm	62	Sm	63	Eu	64	Gd	65	Tb	66	Dy																				
138,91	138,91	140,12	140,12	140,91	144,24	144,24	150,36	151,96	157,25	158,92	162,50	164,93	167,26	167,26	173,04	174,98																							
89	Ac	90	Th	91	Pa	92	U	93	Np	94	Pu	95	Am	96	Cm	97	Bk	98	Cf																				
[227]	[227]	232,04	232,04	231,04	238,03	238,03	[244]	[243]	[247]	[247]	[244]	[243]	[247]	[247]	[251]	[252]	[259]	103	Lr	[262]																			

GRUPO I

O ar seco é uma mistura gasosa constituída essencialmente por nitrogénio, $N_2(g)$, e por oxigénio, $O_2(g)$, na qual existem ainda componentes minoritários como o árgon, $Ar(g)$, e o dióxido de carbono, $CO_2(g)$.

1. Considere que o teor de $CO_2(g)$ no ar seco é, aproximadamente, 0,05 % (m/m).

1.1. O teor de $CO_2(g)$ no ar seco, em ppm, é, aproximadamente,

- (A) 5 ppm
- (B) 5×10^6 ppm
- (C) 5×10^4 ppm
- (D) 5×10^2 ppm

1.2. Qual das expressões seguintes permite calcular a quantidade de CO_2 que existirá numa amostra de 1 kg de ar seco?

- (A) $\left(\frac{0,05 \times 100}{44,01} \right) \text{ mol}$
- (B) $\left(\frac{0,05 \times 10}{44,01} \right) \text{ mol}$
- (C) $\left(\frac{0,05}{10 \times 44,01} \right) \text{ mol}$
- (D) $\left(\frac{0,05}{100 \times 44,01} \right) \text{ mol}$

2. Considere que em 100 g de ar seco existem 23,14 g de $O_2(g)$ e que, nas condições normais de pressão e de temperatura (PTN), a massa volúmica do ar seco é $1,30 \text{ g dm}^{-3}$.

Determine a percentagem em volume de $O_2(g)$ no ar seco.

Apresente todas as etapas de resolução.

3. A molécula de CO_2 apresenta geometria linear, porque

- (A) existem elétrons de valência não ligantes nos átomos de oxigênio.
- (B) não existem elétrons de valência não ligantes no átomo de carbono.
- (C) é uma molécula simétrica.
- (D) é uma molécula triatômica.

4. Explique, com base nas configurações eletrônicas dos átomos de carbono e de oxigênio no estado fundamental, porque é que o raio atômico do carbono é maior do que o raio atômico do oxigênio.

Apresente num texto a explicação solicitada.

5. Um dos íons mais abundantes na ionosfera é o íon $\text{O}^+(\text{g})$.

A configuração eletrônica de valência do íon $\text{O}^+(\text{g})$ no estado fundamental apresenta, no total,

- (A) três orbitais completamente preenchidas.
- (B) dois elétrons desemparelhados.
- (C) três elétrons desemparelhados.
- (D) duas orbitais completamente preenchidas.

GRUPO II

1. À pressão constante de 1 atm, a capacidade térmica mássica do ar é cerca de $\frac{1}{4}$ da capacidade térmica mássica da água.

Considere uma amostra de ar e uma amostra pura de água, de massas m_{ar} e $2m_{\text{ar}}$, respetivamente, às quais foi fornecida a mesma energia, como calor, à pressão constante de 1 atm.

A variação da temperatura da amostra de ar, comparada com a variação da temperatura da amostra de água, será, aproximadamente,

- (A) oito vezes maior.
- (B) oito vezes menor.
- (C) duas vezes menor.
- (D) duas vezes maior.

2. Quando se liga um aquecedor, estabelecem-se correntes de convecção no ar. Nestas correntes,

- (A) o ar quente, menos denso, desce e o ar frio, mais denso, sobe.
- (B) o ar quente, mais denso, sobe e o ar frio, menos denso, desce.
- (C) o ar quente, menos denso, sobe e o ar frio, mais denso, desce.
- (D) o ar quente, mais denso, desce e o ar frio, menos denso, sobe.

3. Foi realizado um trabalho de 240 J sobre uma amostra de ar, tendo a energia interna da amostra diminuído 500 J.

No processo termodinâmico considerado, a amostra

- (A) cedeu 740 J, como calor.
- (B) cedeu 260 J, como calor.
- (C) recebeu 740 J, como calor.
- (D) recebeu 260 J, como calor.

GRUPO III

1. Quando um sinal sonoro se propaga no ar, há variações da pressão em cada ponto.

O gráfico da Figura 1 representa a variação da pressão do ar, Δp , em relação à pressão de equilíbrio, em função do tempo, t , num ponto em que um som é detetado.

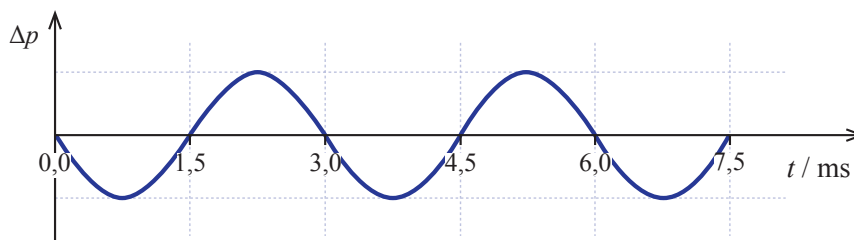


Figura 1

1.1. Qual é a frequência angular do sinal sonoro?

- (A) $4,2 \times 10^3 \text{ rad s}^{-1}$
- (B) $2,1 \times 10^3 \text{ rad s}^{-1}$
- (C) $3,3 \times 10^2 \text{ rad s}^{-1}$
- (D) $6,7 \times 10^2 \text{ rad s}^{-1}$

1.2. O gráfico mostra que, no intervalo de tempo $[0,0 ; 7,5] \text{ ms}$,

- (A) a onda sonora é complexa.
- (B) a onda sonora é transversal.
- (C) a velocidade de propagação do sinal sonoro é constante.
- (D) a amplitude da variação da pressão no ponto considerado é constante.

2. Um som emitido à superfície de um lago é detetado por um sensor, colocado dentro de água, e por um outro sensor, colocado no ar. Os dois sensores estão à mesma distância do local onde o som é emitido, mas o sensor que se encontra dentro de água deteta o som 1,14 s antes do sensor que se encontra no ar.

Considere que a velocidade de propagação do som na água do lago é $1,5 \times 10^3 \text{ m s}^{-1}$, que a velocidade de propagação do som no ar é $3,4 \times 10^2 \text{ m s}^{-1}$ e que $t_{\text{água}}$ e t_{ar} representam o tempo decorrido desde a emissão do som até à sua deteção pelo sensor que se encontra dentro de água e pelo sensor que se encontra no ar, respetivamente.

Qual dos sistemas de equações seguintes pode traduzir a situação física descrita?

$$(A) \begin{cases} 3,4 \times 10^2 t_{\text{água}} = 1,5 \times 10^3 t_{\text{ar}} & (\text{SI}) \\ t_{\text{ar}} - t_{\text{água}} = 1,14 & (\text{SI}) \end{cases}$$

$$(B) \begin{cases} 3,4 \times 10^2 t_{\text{água}} = 1,5 \times 10^3 t_{\text{ar}} & (\text{SI}) \\ t_{\text{ar}} + t_{\text{água}} = 1,14 & (\text{SI}) \end{cases}$$

$$(C) \begin{cases} 1,5 \times 10^3 t_{\text{água}} = 3,4 \times 10^2 t_{\text{ar}} & (\text{SI}) \\ t_{\text{ar}} + t_{\text{água}} = 1,14 & (\text{SI}) \end{cases}$$

$$(D) \begin{cases} 1,5 \times 10^3 t_{\text{água}} = 3,4 \times 10^2 t_{\text{ar}} & (\text{SI}) \\ t_{\text{ar}} - t_{\text{água}} = 1,14 & (\text{SI}) \end{cases}$$

GRUPO IV

1. A Figura 2 representa parte da trajetória de um balão meteorológico que sobe na atmosfera, com velocidade de módulo praticamente constante.

Considere que o balão pode ser representado pelo seu centro de massa (modelo da partícula material) e que a variação do módulo da aceleração gravítica com a altura em relação ao solo é desprezável.

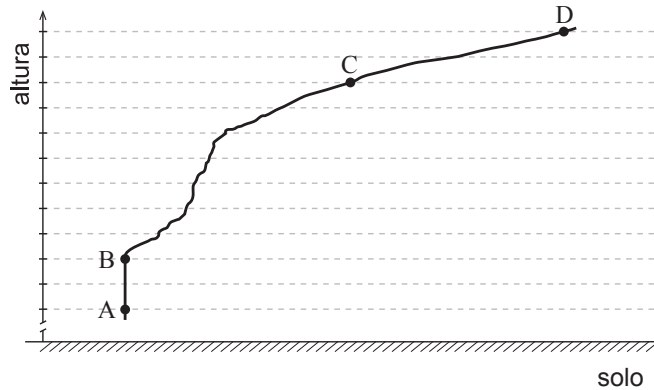
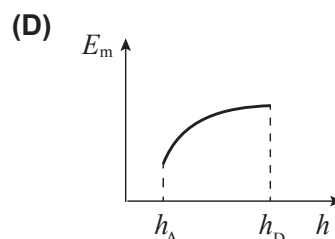
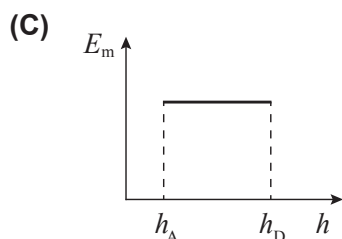
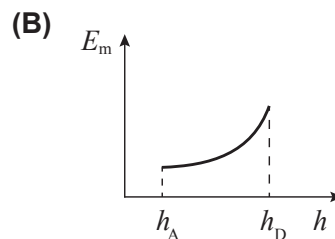
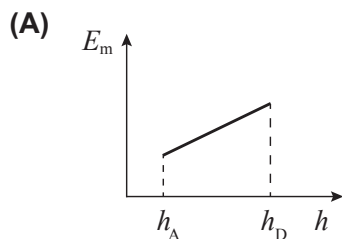


Figura 2

- 1.1. O trabalho realizado pelo peso do balão entre as posições C e D

- (A) é independente da massa do balão.
- (B) depende apenas da massa do balão.
- (C) é igual ao trabalho realizado pelo peso do balão entre as posições A e B.
- (D) é superior ao trabalho realizado pelo peso do balão entre as posições A e B.

- 1.2. Qual dos esboços de gráfico seguintes pode representar a energia mecânica, E_m , do sistema *balão + Terra*, em função da altura, h , do balão em relação ao solo, entre as posições A e D?



- 1.3. De acordo com o teorema da energia cinética, o trabalho que seria realizado pela resultante das forças que atuam no balão é igual à variação da energia cinética do balão.

Conclua, com base neste teorema, qual é a intensidade da resultante das forças que atuam no balão, no deslocamento entre as posições A e B.

Apresente num texto a fundamentação da conclusão solicitada.

- 1.4. Admita que o balão, de massa 600 g, movendo-se com uma velocidade de módulo $5,8 \text{ m s}^{-1}$, demora 45 s a deslocar-se da posição A até à posição B.

Calcule a soma dos trabalhos realizados pelas forças não conservativas que atuam no balão entre as posições A e B.

Apresente todas as etapas de resolução.

2. Geralmente, os balões meteorológicos transportam uma radiossonda que emite um sinal eletromagnético de determinada frequência.

Se a frequência desse sinal for 1680 MHz, o comprimento de onda, no ar, da radiação considerada será

- (A) 5,60 m
- (B) 0,560 m
- (C) 0,179 m
- (D) 179 m

3. O hidrogénio utilizado nos balões meteorológicos pode ser produzido a partir da reação entre o hidreto de cálcio sólido, $\text{CaH}_2(\text{s})$, e a água líquida, formando-se hidróxido de cálcio sólido, $\text{Ca}(\text{OH})_2(\text{s})$, e hidrogénio gasoso, $\text{H}_2(\text{g})$.

- 3.1. Escreva a equação química que traduz a reação acima descrita.

- 3.2. O número de oxidação do cálcio no hidreto de cálcio é

- (A) -2
- (B) -1
- (C) +1
- (D) +2

GRUPO V

A Figura 3 representa uma montagem que foi utilizada na determinação experimental do módulo da aceleração gravítica.

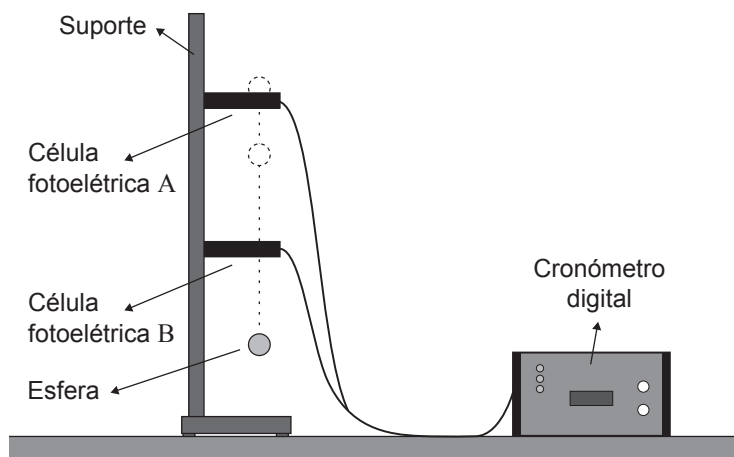


Figura 3

Nos vários ensaios realizados, abandonou-se uma esfera sempre da mesma posição inicial, imediatamente acima da célula fotoelétrica A.

1. Numa primeira experiência, mantendo as células fotoelétricas à mesma distância uma da outra, mediu-se o tempo que a esfera demorou a percorrer a distância entre as células A e B, $t_{A \rightarrow B}$, e o tempo que a esfera demorou a passar em frente da célula B, t_B .

- 1.1. Num conjunto de ensaios, realizados nas mesmas condições, obtiveram-se os valores de t_B apresentados na tabela seguinte.

Ensaio	t_B / ms
1.º	8,84
2.º	8,78
3.º	8,79

Qual é, para esse conjunto de ensaios, o resultado da medição de t_B ?

- (A) $t_B = (8,80 \pm 0,04) \text{ ms}$
- (B) $t_B = (8,80 \pm 0,05) \text{ ms}$
- (C) $t_B = (8,80 \pm 0,06) \text{ ms}$
- (D) $t_B = (8,80 \pm 0,01) \text{ ms}$

1.2. Dividindo o diâmetro da esfera por t_B , determina-se um valor aproximado do módulo da velocidade da esfera no instante em que esta se encontra em frente da célula fotoelétrica B, v_B .

1.2.1. Ao determinar v_B por este método, que aproximação se faz?

1.2.2. O cálculo de v_B pressupõe que a esfera interrompe o feixe luminoso da célula B pelo seu diâmetro. No entanto, um erro experimental frequente decorre de a esfera interromper, de facto, o feixe luminoso por uma dimensão inferior ao seu diâmetro.

Quando este erro ocorre, o valor de v_B calculado é _____ ao verdadeiro, o que determina um erro por _____ no valor experimental do módulo da aceleração gravítica.

- (A) inferior ... excesso
- (B) superior ... excesso
- (C) inferior ... defeito
- (D) superior ... defeito

1.3. No cálculo do módulo da aceleração gravítica, que valor deverá ser considerado para o módulo da velocidade da esfera no instante em que esta se encontra em frente da célula fotoelétrica A?

2. Numa segunda experiência, variando a distância entre as células A e B, foi possível determinar o módulo da aceleração gravítica a partir do gráfico do quadrado do tempo que a esfera demorou a percorrer a distância entre as células, $t_{A \rightarrow B}^2$, em função da distância percorrida, Δy .

A partir dos valores obtidos, determinou-se a equação da reta que melhor se ajusta ao conjunto de pontos do gráfico:

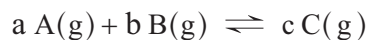
$$t_{A \rightarrow B}^2 = 0,198 \Delta y - 0,001 \quad (\text{SI})$$

Determine o erro percentual (erro relativo, em percentagem) do módulo da aceleração gravítica obtido nesta experiência, tomando como referência o valor $9,8 \text{ m s}^{-2}$.

Apresente todas as etapas de resolução.

GRUPO VI

Considere uma reação química em fase gasosa traduzida pelo esquema



em que a , b e c são os coeficientes estequiométricos das substâncias A, B e C, respetivamente.

1. Admita que, num reator com a capacidade de 1,00 L, se introduziram, à temperatura T , 0,400 mol de A (g) e 0,400 mol de B (g).

- 1.1. Considere que A e B são substâncias moleculares.

Quantas moléculas foram, no total, inicialmente introduzidas no reator?

(A) $1,93 \times 10^{24}$

(B) $9,63 \times 10^{23}$

(C) $2,41 \times 10^{23}$

(D) $4,82 \times 10^{23}$

- 1.2. No quadro seguinte, estão registadas as quantidades das substâncias A, B e C que existem no reator, num mesmo estado de equilíbrio do sistema, à temperatura T .

Substância	A	B	C
n / mol	0,344	0,232	0,112

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

Comece por determinar os coeficientes estequiométricos a , b e c .

Apresente todas as etapas de resolução.

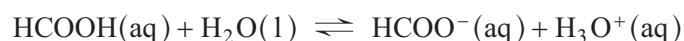
2. Admita que a reação considerada ocorre em sistema fechado, sendo a variação de entalpia do sistema negativa.

Conclua, com base no princípio de Le Châtelier, como variará a constante de equilíbrio, K_c , da reação se a temperatura aumentar.

Apresente num texto a fundamentação da conclusão solicitada.

GRUPO VII

O ácido metanoico, HCOOH ($M = 46,03 \text{ g mol}^{-1}$), também conhecido por ácido fórmico, é um ácido monoprotico fraco (a sua constante de acidez é $1,7 \times 10^{-4}$, a 25°C) cuja ionização em água pode ser traduzida por



1. Quantos elétrons de valência existem, no total, na molécula de ácido metanoico?
2. Naquela reação, estão envolvidos dois pares conjugados ácido-base, segundo Brønsted-Lowry.

Segundo Brønsted-Lowry, o que é um par conjugado ácido-base?

3. Admita que quer preparar $250,0 \text{ cm}^3$ de uma solução aquosa de ácido metanoico cujo pH, a 25°C , deverá ser 3,20.

Calcule a massa de ácido metanoico que terá de ser utilizada para preparar aquela solução.

Apresente todas as etapas de resolução.

FIM

COTAÇÕES

Grupo	Item							
	Cotação (em pontos)							
I	1.1. 5	1.2. 5	2. 10	3. 5	4. 10	5. 5		40
II	1. 5	2. 5	3. 5					15
III	1.1. 5	1.2. 5	2. 5					15
IV	1.1. 5	1.2. 5	1.3. 15	1.4. 10	2. 5	3.1. 5	3.2. 5	50
V	1.1. 5	1.2.1. 5	1.2.2. 5	1.3. 5	2. 10			30
VI	1.1. 5	1.2. 10	2. 10					25
VII	1. 5	2. 5	3. 15					25
TOTAL								200