

Exame Final Nacional de Física e Química A
Prova 715 | Época Especial | Ensino Secundário | 2025
11.º Ano de Escolaridade

Decreto-Lei n.º 55/2018, de 6 de julho | Decreto-Lei n.º 62/2023, de 25 de julho

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

14 Páginas

A prova inclui 15 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.

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	$c = 4,18 \times 10^3 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$
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	$g = 9,80 \text{ m s}^{-2}$
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)	$K_w = 1,012 \times 10^{-14}$
Volume molar de um gás (PTN)	$V_m = 22,4 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1}$

FORMULÁRIO

• Quantidade, massa e volume

$$n = \frac{N}{N_A}$$

$$M = \frac{m}{n}$$

$$V_m = \frac{V}{n}$$

$$\rho = \frac{m}{V}$$

• Soluções

$$c = \frac{n}{V}$$

$$x_A = \frac{n_A}{n_{\text{total}}}$$

$$\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+],$$

com $[\text{H}_3\text{O}^+]$ expresso em mol dm^{-3}

• Energia

$$E_c = \frac{1}{2} m v^2$$

$$E_{\text{pg}} = m g h$$

$$E_m = E_c + E_p$$

$$P = \frac{E}{\Delta t}$$

$$W_{\vec{F}} = F d \cos \alpha$$

$$W_{\vec{F}_R} = \Delta E_c$$

$$W_{\vec{F}_g} = -\Delta E_{\text{pg}}$$

$$U = R I$$

$$P = U I$$

$$U = \varepsilon - r I$$

$$E = m c \Delta T$$

$$\Delta U = W + Q$$

$$E_r = \frac{P}{A}$$

• Mecânica

$$x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$$

$$v = v_0 + a t$$

$$a_c = \frac{v^2}{r}$$

$$\omega = \frac{2\pi}{T}$$

$$v = \omega r$$

$$\vec{F}_R = m \vec{a}$$

$$F_g = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

• Ondas e eletromagnetismo

$$\lambda = \frac{v}{f}$$

$$\Phi_m = B A \cos \alpha$$

$$|\varepsilon_i| = \left| \frac{\Delta \Phi_m}{\Delta t} \right|$$

$$n = \frac{c}{v}$$

$$n_1 \sin \alpha_1 = n_2 \sin \alpha_2$$

TABELA PERIÓDICA DOS ELEMENTOS QUÍMICOS

1		18															
1	2																
3	4																
11	12																
19	20																
37	38																
55	56																
87	88																

Número atômico		Elemento															
Massa atômica relativa																	

5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
B	C	N	O	F								
10,81	12,01	14,01	16,00	19,00								
13	14	15	16	17								
Al	Si	P	S	Cl								
26,98	28,09	30,97	32,06	35,45								
31	32	33	34	35								
Ga	Ge	As	Se	Br								
69,72	72,63	74,92	78,97	79,90								
49	50	51	52	53								
In	Sn	Sb	Te	I								
114,82	118,71	121,76	127,60	126,90								
81	82	83	84	85								
Tl	Pb	Bi	Po	At								
204,38	207,2	208,98										
113	114	115	116	117								
Nh	Fl	Mc	Lv	Ts								
112												
Cn												

57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71
La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
138,91	140,12	140,91	144,24		150,36	151,96	157,25	158,93	162,50	164,93	167,26	168,93	173,05	174,97

89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103
Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr
	232,04	231,04	238,03											

1. A navegação marítima é auxiliada por faróis de sinalização na costa.

- * 1.1. As lâmpadas dos faróis têm vindo a ser substituídas por lâmpadas LED, que, em relação às lâmpadas anteriores, têm menor potência e menor resistência elétrica para uma mesma intensidade luminosa.

Para o mesmo intervalo de tempo, as lâmpadas LED, comparativamente às lâmpadas anteriores, consomem

- (A) menos energia e dissipam mais energia por efeito Joule.
- (B) menos energia e dissipam menos energia por efeito Joule.
- (C) mais energia e dissipam menos energia por efeito Joule.
- (D) mais energia e dissipam mais energia por efeito Joule.

1.2. No passado, em dias de nevoeiro, com visibilidade reduzida, os sinais luminosos dos faróis poderiam ser complementados por sinais sonoros emitidos por sinos.

- * 1.2.1. Considere que os sinos emitiam sons fortes e graves.

Os sons fortes e graves apresentam

- (A) amplitudes elevadas e frequências baixas.
- (B) amplitudes elevadas e frequências elevadas.
- (C) amplitudes baixas e frequências baixas.
- (D) amplitudes baixas e frequências elevadas.

- * 1.2.2. Numa embarcação, a receção dos sinais sonoros emitidos simultaneamente por dois sinos, localizados na costa, em locais próximos, um dentro de água e outro fora, permitia estimar a distância da embarcação à costa.

Explique como este método permitia saber se a embarcação estava próxima ou distante da costa.

Comece por comparar os módulos das velocidades de propagação do som nos dois meios.

Apresente um texto bem estruturado e utilize linguagem científica adequada.

2. Na Berlenga Grande, uma ilha ao largo de Peniche, a ligação entre o cais e o farol faz-se por uma rampa. A Figura 1 representa uma pessoa que sobe um troço retilíneo dessa rampa, com 15° de inclinação, puxando uma caixa, na qual exerce uma força, \vec{F}_1 , que faz um ângulo de 30° com o deslocamento.

Considere que a caixa pode ser representada pelo seu centro de massa (modelo da partícula material) e que a resultante das forças de atrito que atuam na caixa não é desprezável.

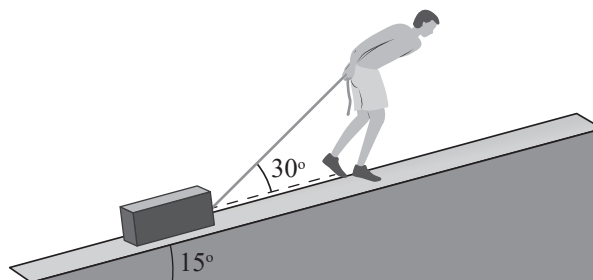
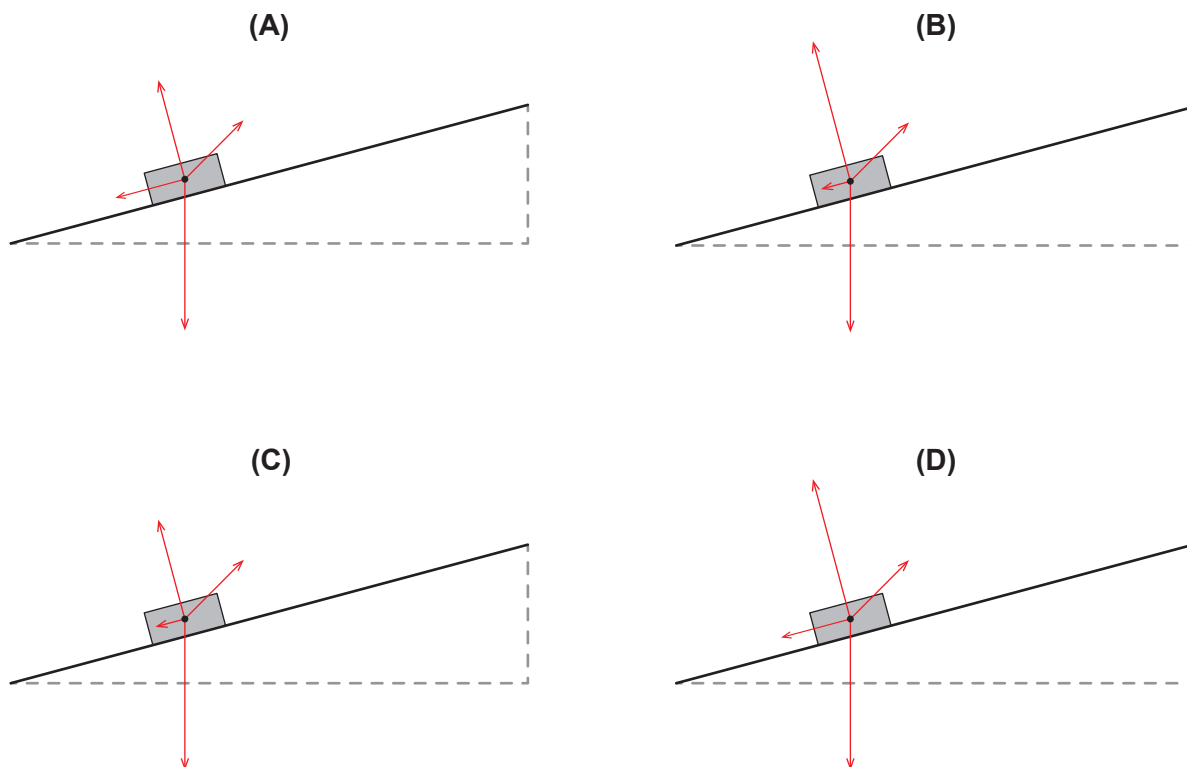


Figura 1

2.1. Qual dos diagramas pode representar, na mesma escala, as forças que atuam na caixa, admitindo que esta sobe a rampa com velocidade constante?



2.2. Se o transporte da caixa for feito por ação de uma força \vec{F}_2 , com a mesma intensidade de \vec{F}_1 , mas com uma direção paralela à rampa, a energia transferida para a caixa pela força \vec{F}_2 , comparativamente à força \vec{F}_1 , no mesmo deslocamento, é

- (A) menor, pois o ângulo entre a força \vec{F}_2 e o deslocamento é maior.
- (B) maior, pois o ângulo entre a força \vec{F}_2 e o deslocamento é maior.
- (C) menor, pois o ângulo entre a força \vec{F}_2 e o deslocamento é menor.
- (D) maior, pois o ângulo entre a força \vec{F}_2 e o deslocamento é menor.

* 2.3. Num dado momento da subida, a corda parte-se, e a caixa, de massa $50,0 \text{ kg}$, inicia um movimento descendente. A caixa passa numa posição **A** com velocidade de módulo $1,00 \text{ m s}^{-1}$ e percorre 100 m até uma posição **B**, onde passa com velocidade de módulo $4,00 \text{ m s}^{-1}$.

Considere que a inclinação da rampa e a força de atrito são constantes entre os pontos **A** e **B** da rampa.

Determine, a partir de considerações energéticas, a razão entre a intensidade da força de atrito e a intensidade do peso da caixa, $\frac{F_a}{P}$.

Apresente todos os cálculos efetuados.

3. O ganso-patola, espécie protegida no âmbito do projeto LIFE Berlengas, captura peixes mergulhando de uma certa altura.

3.1. Um ganso-patola voa, acima da superfície do mar, quando, num dado instante, observa um peixe numa posição aparente, **A**, diferente da posição real, **B**, como se ilustra na Figura 2, que não se encontra à escala.

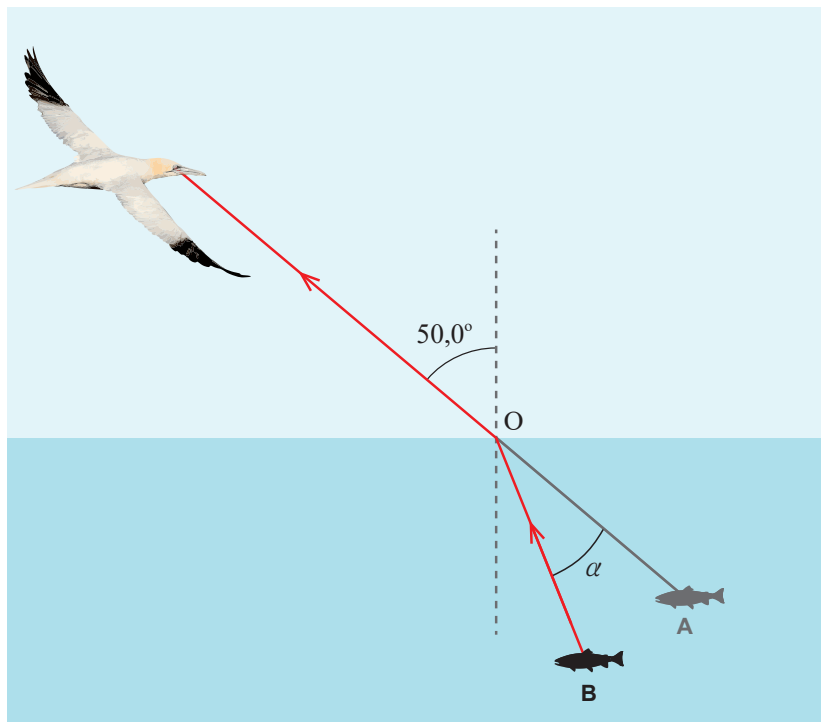


Figura 2

Nesse instante, a amplitude do ângulo entre o raio de luz que chega ao olho do ganso, proveniente do peixe, e a normal à superfície do mar é $50,0^\circ$.

Admita que o índice de refração da água do mar é 1,35 para a luz considerada.

Qual é a amplitude do ângulo AOB, identificado por α na Figura 2?

(A) $15,4^\circ$

(B) $22,0^\circ$

(C) $28,0^\circ$

(D) $34,6^\circ$

- 3.2.** Quando o ganso-patola, de massa m_{ganso} , se encontra sobre a posição do peixe, inicia um voo vertical e retilíneo para o capturar.

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

- 3.2.1.** Num dado instante, o ganso-patola tem uma aceleração constante de módulo $8,0 \text{ m s}^{-2}$, atuando sobre ele apenas a força gravítica e a resistência do ar.

O módulo da força de resistência do ar que atua no ganso nesse instante, em função da massa m_{ganso} , é

- (A) $1,8 m_{\text{ganso}}$ (B) $8,0 m_{\text{ganso}}$ (C) $9,8 m_{\text{ganso}}$ (D) $17,8 m_{\text{ganso}}$

- * 3.2.2.** Considere que, imediatamente antes de atingir a superfície da água, o ganso-patola tem uma velocidade de módulo $16,0 \text{ m s}^{-1}$ e que, no impacto com a água, perde metade da sua energia cinética.

Após a entrada na água, o ganso desloca-se na vertical, com movimento retilíneo uniformemente retardado, com aceleração de módulo $18,0 \text{ m s}^{-2}$, atingindo a posição do peixe com velocidade de módulo $5,9 \text{ m s}^{-1}$.

Determine a profundidade a que o peixe se encontrava.

Apresente todos os cálculos efetuados.

- * 4.** Nas proximidades do arquipélago das Berlengas, existem vários navios naufragados.

Uma equipa de mergulhadores recolheu, junto a um desses navios, algumas moedas de cobre e de ouro, assim como algumas peças de ferro. A observação destes objetos permitiu constatar que as moedas de cobre apresentavam a sua superfície oxidada, mas mantinham a sua forma original, que as moedas de ouro não apresentavam vestígios de corrosão e que as peças de ferro se apresentavam bastante corroídas.

Ordene os metais cobre, ouro e ferro por ordem crescente do seu poder redutor, fundamentando a ordenação com base nas observações relatadas.

Apresente um texto bem estruturado e utilize linguagem científica adequada.

5. Os artefactos de ferro são fabricados desde a Antiguidade, sendo frequente encontrá-los em naufrágios de diferentes épocas.

Atualmente, a maior parte do ferro é obtida a partir de minério contendo elevada percentagem de trióxido de ferro, Fe_2O_3 (s), num alto-forno, tal como representado na Figura 3.

As reações químicas que ocorrem no alto-forno podem ser traduzidas, de forma simplificada, por

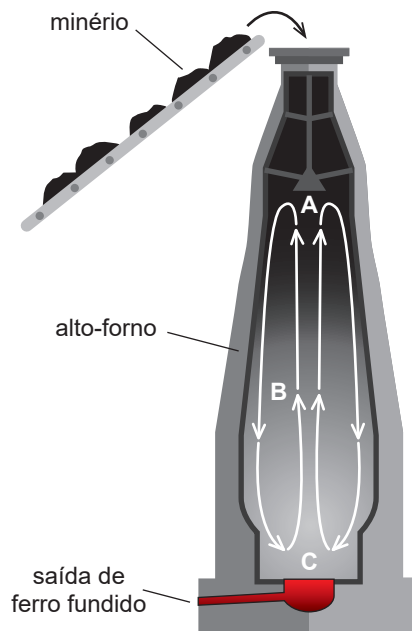
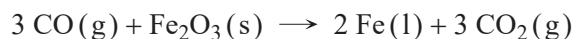


Figura 3

- * 5.1. Complete o texto seguinte, selecionando a opção correta para cada espaço.

Escreva, na folha de respostas, cada uma das letras seguida do número que corresponde à opção selecionada.

A reação química apresentada é uma reação de a). Nessa reação, a substância que apresenta ligações metálicas é representada por b).

Tendo em conta as correntes de convecção, representadas no interior do forno, o ar que está a uma temperatura superior situa-se na zona c).

O ferro fundido obtido escorre para o exterior do forno, onde solidifica. Durante este processo de mudança de fase, e enquanto a temperatura se mantém constante, a energia interna do ferro d).

a)	b)	c)	d)
1. oxidação-redução	1. Fe_2O_3	1. A	1. diminui
2. ácido-base	2. Fe	2. B	2. mantém-se
3. precipitação	3. CO_2	3. C	3. aumenta

- * 5.2. Este processo de produção de ferro, Fe (l) , tem a desvantagem de produzir um gás com efeito de estufa, o dióxido de carbono, $\text{CO}_2 \text{ (g)}$.

Considere que o minério usado contém 80% de $\text{Fe}_2\text{O}_3 \text{ (s)}$ ($M = 159,70 \text{ g mol}^{-1}$) e que o rendimento da reação de produção de Fe (l) é 79%.

Calcule a massa de $\text{CO}_2 \text{ (g)}$ ($M = 44,01 \text{ g mol}^{-1}$) produzida na reação de 1,0 tonelada de minério, com excesso de CO (g) .

Apresente todos os cálculos efetuados.

- * 5.3. Considere o ião ferro(3+), representado por



Em relação ao átomo de ferro que lhe deu origem, o ião representado tem

- (A) mais três prótons.
 - (B) menos três prótons.
 - (C) mais três eletrões.
 - (D) menos três eletrões.
- 5.4. O ferro apresenta quatro isótopos naturais, sendo o mais abundante o ferro-56, com uma abundância relativa de 91,754%. Qual das expressões permite calcular o número de átomos de ferro-56 presentes numa peça de ferro com a massa de 17,42 g?

- (A) $\frac{17,42 \times 91,754 \times N_A}{55,85 \times 100}$
- (B) $\frac{55,85 \times 17,42 \times 91,754}{100 \times N_A}$
- (C) $\frac{55,85 \times 91,754}{17,42 \times 100 \times N_A}$
- (D) $\frac{17,42 \times 55,85 \times 91,754 \times N_A}{100}$

6. Junto a um navio naufragado encontrou-se uma pulseira. Depois de limpa, determinou-se a sua densidade relativa, através da técnica de picnometria.

Considere que, nesta experiência, a densidade relativa é determinada pelo quociente entre a massa volúmica de um material, ρ_{material} , e a massa volúmica da água, $\rho_{\text{água}}$, à mesma temperatura:

$$d_{\text{material}} = \frac{\rho_{\text{material}}}{\rho_{\text{água}}}.$$

Na Figura 4, está representada a medição da massa, em gramas, em três etapas distintas, **A**, **B** e **C**, do procedimento experimental.

Considere a temperatura constante durante a realização da atividade.

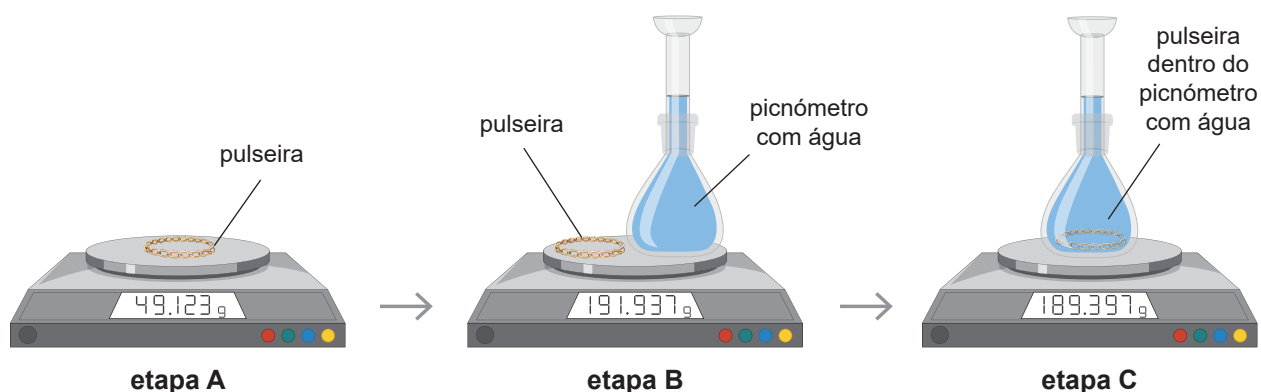


Figura 4

*** 6.1.** Determine a densidade relativa da pulseira.

Na sua resposta, comece por deduzir a expressão matemática que relaciona a densidade relativa com as massas obtidas nas etapas **A**, **B** e **C**, m_A , m_B e m_C , respetivamente.

Mostre como chegou à sua resposta.

6.2. A determinação da densidade relativa pode ser afetada por erros sistemáticos ou acidentais.

Considere os seguintes erros procedimentais:

- não secar o exterior do picnómetro numa das etapas;
- utilizar uma balança mal calibrada.

Os erros identificados são

- (A) ambos aleatórios.
- (B) ambos sistemáticos.
- (C) aleatório e sistemático, respetivamente.
- (D) sistemático e aleatório, respetivamente.

7. Uma das fases do processo de conservação de artefactos de ferro consiste em colocá-los em óleo mineral. Considere que uma peça de ferro foi mergulhada em óleo mineral que se encontrava a uma temperatura superior à da peça.

* 7.1. Até ser atingido o equilíbrio térmico, há transferência de energia sob a forma de

- (A) calor, do ferro para o óleo mineral.
- (B) trabalho, do ferro para o óleo mineral.
- (C) calor, do óleo mineral para o ferro.
- (D) trabalho, do óleo mineral para o ferro.

* 7.2. A Figura 5 apresenta o gráfico da temperatura, θ , da peça de ferro, de massa 2,25 kg, e do óleo mineral, em função do tempo, t , após serem postos em contacto.

Considere que a capacidade térmica mássica do óleo é $1850 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$ e que a capacidade térmica mássica do ferro é $444 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$.

Admita que, até ser atingido o equilíbrio térmico, todas as transferências de energia ocorrem no interior do sistema *ferro + óleo mineral* e que não se registaram mudanças de estado físico.

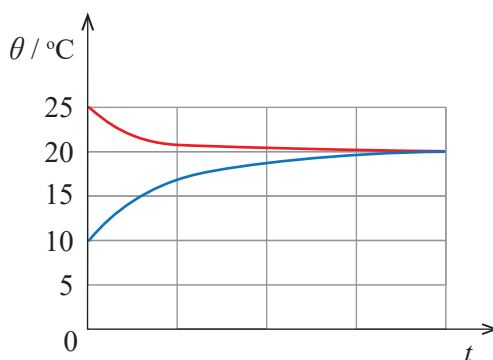


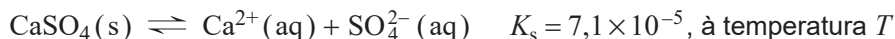
Figura 5

Determine a massa do óleo mineral.

Apresente todos os cálculos efetuados.

8. A dessalinização da água do mar permite obter água potável a partir de água salgada.

- 8.1. Neste processo, pode ser necessário acidificar a água do mar pela adição de uma solução aquosa de ácido sulfúrico, H_2SO_4 ($M = 98,08 \text{ g mol}^{-1}$). Os iões SO_4^{2-} podem conduzir à precipitação dos iões Ca^{2+} , existentes na água do mar, sob a forma de sulfato de cálcio, CaSO_4 . Entre o precipitado e os iões em solução estabelece-se um equilíbrio que pode ser traduzido por



* 8.1.1. A solubilidade, s , do sulfato de cálcio é dada por

- (A) K_s^2 (B) $\sqrt{K_s}$ (C) $4 K_s^5$ (D) $\sqrt[5]{\frac{K_s}{4}}$

* 8.1.2. Para estudar o efeito da adição de $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq})$ a uma solução contendo $\text{Ca}^{2+}(\text{aq})$, preparou-se 500 cm^3 de uma solução com a concentração $1,05 \times 10^{-2} \text{ mol dm}^{-3}$ deste ião, idêntica à que existe numa determinada água do mar.

Considere que, nesta situação, a concentração de $\text{SO}_4^{2-}(\text{aq})$ é igual à concentração de $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq})$.

Determine o volume máximo de solução aquosa de H_2SO_4 ($\rho = 1,28 \text{ g cm}^{-3}$), com 30% em massa de H_2SO_4 , que pode ser adicionado àquela solução sem que ocorra precipitação de CaSO_4 , à temperatura T .

Admita que é desprezável a variação de volume devido à adição de $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq})$.

Apresente todos os cálculos efetuados.

- 8.2. Um dos problemas ambientais associados à dessalinização da água do mar é a descarga, em meio marinho, da salmoura, uma solução aquosa que resulta do processo de dessalinização e que contém todos os sais que, inicialmente, se encontravam dissolvidos na água do mar.

Considere que, por cada metro cúbico de água dessalinizada produzida, são também produzidos 2 m^3 de salmoura.

Comparativamente à água do mar, a concentração de sais na salmoura é maior por um fator de

- (A) 3,0 (B) 2,5 (C) 2,0 (D) 1,5

9. Uma das etapas da produção de ácido sulfúrico, H_2SO_4 , envolve um equilíbrio químico, em fase gasosa, entre as substâncias $\text{SO}_3(\text{g})$, $\text{SO}_2(\text{g})$ e $\text{O}_2(\text{g})$.

Num reator fechado e indeformável, a uma determinada temperatura, estudou-se a evolução da concentração, c , de cada uma das substâncias ao longo do tempo, t , tendo-se obtido o gráfico representado na Figura 6.

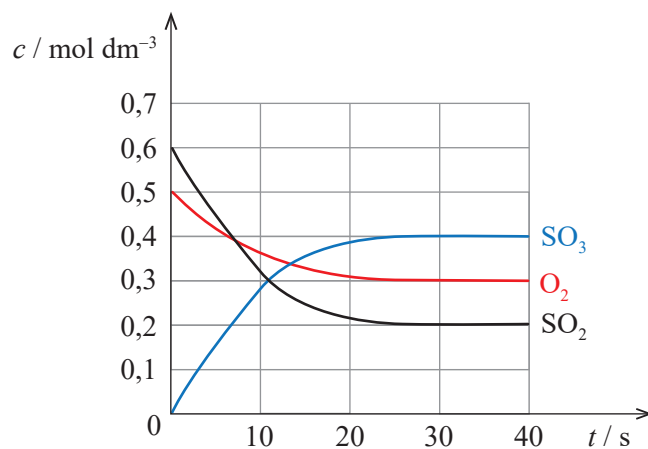


Figura 6

* 9.1. Inicialmente, foram colocados no reator

- (A) SO_2 e SO_3
- (B) SO_2 e O_2
- (C) SO_3 e O_2
- (D) SO_3 , SO_2 e O_2

9.2. A expressão da constante de equilíbrio, K_c , é

- (A) $\frac{[\text{SO}_3]_e}{[\text{SO}_2]_e [\text{O}_2]_e}$
- (B) $\frac{[\text{SO}_2]_e^2 [\text{O}_2]_e}{[\text{SO}_3]_e^2}$
- (C) $\frac{[\text{SO}_3]_e^2}{[\text{SO}_2]_e^2 [\text{O}_2]_e}$
- (D) $\frac{[\text{SO}_2]_e [\text{O}_2]_e}{[\text{SO}_3]_e}$

FIM

COTAÇÕES

As pontuações obtidas nas respostas a estes 15 itens da prova contribuem obrigatoriamente para a classificação final.	1.1.	1.2.1.	1.2.2.	2.3.	3.2.2.	4.	5.1.	5.2.	5.3.	6.1.	7.1.	7.2.	8.1.1.	8.1.2.	9.1.	Subtotal
Cotação (em pontos)	10	10	10	12	12	10	12	12	10	10	10	10	10	12	10	160
Destes 8 itens, contribuem para a classificação final da prova os 4 itens cujas respostas obtenham melhor pontuação.	2.1.		2.2.		3.1.		3.2.1.		5.4.		6.2.		8.2.		9.2.	Subtotal
Cotação (em pontos)	4 x 10 pontos															40
TOTAL																200