

CONSTANTES

- Constante de Avogadro = $6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
- Constante de Faraday (F) = $9,65 \times 10^4 \text{ C mol}^{-1} = 9,65 \times 10^4 \text{ A s mol}^{-1} = 9,65 \times 10^4 \text{ J V}^{-1} \text{ mol}^{-1}$
- Volume molar de gás ideal = $22,4 \text{ L (CNTP)}$
- Carga elementar = $1,602 \times 10^{-19} \text{ C}$
- Constante dos gases (R) = $8,21 \times 10^{-2} \text{ atm L K}^{-1} \text{ mol}^{-1} = 8,31 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1} = 62,4 \text{ mmHg L K}^{-1} \text{ mol}^{-1} = 1,98 \text{ cal K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$
- Constante gravitacional (g) = $9,81 \text{ m s}^{-2}$

DEFINIÇÕES

Pressão de 1 atm = 760 mmHg = $101\,325 \text{ N m}^{-2} = 760 \text{ Torr}$

$1 \text{ J} = 1 \text{ N m} = 1 \text{ kg m}^2 \text{ s}^{-2}$

Condições normais de temperatura e pressão (CNTP): 0°C e 760 mmHg

Condições ambientes: 25°C e 1 atm.

Condições-padrão: 25°C , 1 atm, concentração das soluções: 1 mol L^{-1} (rigorosamente: atividade unitária das espécies), sólido com estrutura cristalina mais estável nas condições de pressão e temperatura em questão.

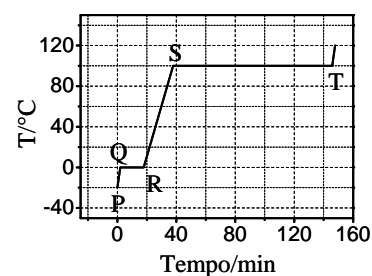
(s) = sólido. (ℓ) = líquido. (g) = gás. (aq) = aquoso. (CM) = circuito metálico. (conc) = concentrado.

(ua) = unidades arbitrárias. [A] = concentração da espécie química A em mol L^{-1} .

MASSAS MOLARES

Elemento Químico	Número Atômico	Massa Molar (g mol ⁻¹)	Elemento Químico	Número Atômico	Massa Molar (g mol ⁻¹)
H	1	1,01	Cr	24	52,00
B	5	10,81	Fe	26	55,85
C	6	12,01	Ni	28	58,69
N	7	14,01	Cu	29	63,55
O	8	16,00	Zn	30	65,40
Na	11	22,99	Sr	38	87,62
P	15	30,97	Ag	47	107,87
S	16	32,07	I	53	126,90
Cl	17	35,45	W	74	183,84
Ar	18	39,95	Pt	78	195,08
K	19	39,10	Au	79	196,97
Ca	20	40,08	Pb	82	207,2

Questão 1. A figura ao lado apresenta a curva de aquecimento de 100 g de uma substância pura genérica no estado sólido. Sabe-se que calor é fornecido a uma velocidade constante de 500 cal min^{-1} . Admite-se que não há perda de calor para o meio ambiente, que a pressão é de 1 atm durante toda a transformação e que a substância sólida apresenta apenas uma fase cristalina. Considere que sejam feitas as seguintes afirmações em relação aos estágios de aquecimento descritos na figura:



- I. No segmento PQ ocorre aumento da energia cinética das moléculas.
- II. No segmento QR ocorre aumento da energia potencial.
- III. O segmento QR é menor que o segmento ST porque o calor de fusão da substância é menor que o seu calor de vaporização.
- IV. O segmento RS tem inclinação menor que o segmento PQ porque o calor específico do sólido é maior que o calor específico do líquido.

Das afirmações acima, está(ão) ERRADA(S):

- A () apenas I.
- B () apenas I, II e III.
- C () apenas II e IV.
- D () apenas III.
- E () apenas IV.

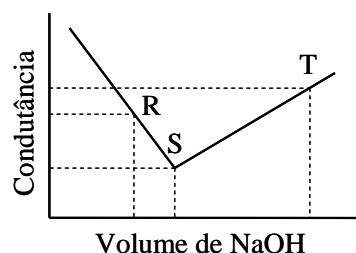
Questão 2. Historicamente, a teoria atômica recebeu várias contribuições de cientistas. Assinale a opção que apresenta, na ordem cronológica CORRETA, os nomes de cientistas que são apontados como autores de modelos atômicos.

- A () Dalton, Thomson, Rutherford e Bohr.
 B () Thomson, Millikan, Dalton e Rutherford.
 C () Avogadro, Thomson, Bohr e Rutherford.
 D () Lavoisier, Proust, Gay-Lussac e Thomson.
 E () Rutherford, Dalton, Bohr e Avogadro.

Questão 3. $\text{HCl}(\text{g})$ é borbulhado e dissolvido em um solvente X. A solução resultante é não-condutora em relação à corrente elétrica. O solvente X deve ser necessariamente

- A () polar. B () não-polar. C () hidrofílico.
 D () mais ácido que HCl . E () menos ácido que HCl .

Questão 4. Uma solução aquosa de HCl $0,1 \text{ mol L}^{-1}$ foi titulada com uma solução aquosa de NaOH $0,1 \text{ mol L}^{-1}$. A figura ao lado apresenta a curva de titulação obtida em relação à condutância da solução de HCl em função do volume de NaOH adicionado.



Com base nas informações apresentadas nesta figura, assinale a opção ERRADA.

- A () Os íons responsáveis pela condutância da solução no ponto R são: H^+ , Cl^- e Na^+ .
 B () Os íons responsáveis pela condutância da solução no ponto S são: Na^+ e Cl^- .
 C () A condutância da solução no ponto R é maior que no ponto S porque a mobilidade iônica dos íons presentes em R é maior que a dos íons presentes em S.
 D () A condutância da solução em T é maior que em S porque os íons OH^- têm maior mobilidade iônica que os íons Cl^- .
 E () No ponto S, a solução apresenta neutralidade de cargas, no R, predominância de cargas positivas e, no T, de cargas negativas.

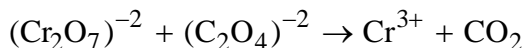
Questão 5. Uma barra de ferro e um fio de platina, conectados eletricamente a um voltímetro de alta impedância, são parcialmente imersos em uma mistura de soluções aquosas de FeSO_4 ($1,0 \text{ mol L}^{-1}$) e HCl isenta de oxigênio. Um fluxo de gás hidrogênio é mantido constante sobre a parte imersa da superfície da platina, com pressão nominal (P_{H_2}) de $1,0 \text{ atm}$, e a força eletromotriz medida a 25°C é igual a $0,292 \text{ V}$.

Considerando-se que ambos os metais são quimicamente puros e que a platina é o polo positivo do elemento galvânico formado, assinale a opção CORRETA que apresenta o valor calculado do pH desse meio aquoso.

Dados: $E^\circ_{\text{H}^+/\text{H}_2} = 0,000 \text{ V}$; $E^\circ_{\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}^0} = -0,440 \text{ V}$

- A () 0,75 B () 1,50 C () 1,75 D () 2,50 E () 3,25

Questão 6. A seguinte reação não-balanceada e incompleta ocorre em meio ácido:



A soma dos coeficientes estequiométricos da reação completa e balanceada é igual a

- A () 11. B () 22. C () 33. D () 44. E () 55.

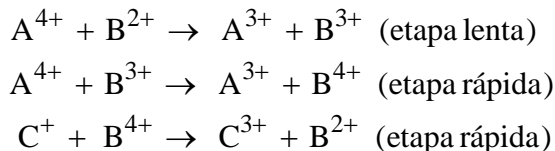
Questão 7. Considere os seguintes líquidos, todos a 25 °C:

- | | |
|--|---|
| I. $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2(\text{aq})$ | IV. $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{CH}_2\text{OH}(\ell)$ |
| II. $\text{CS}_2(\ell)$ | V. $\text{HCl}(\text{aq})$ |
| III. $\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}(\text{aq})$ | VI. $\text{C}_6\text{H}_6(\ell)$ |

Assinale a opção que indica o(s) líquido(s) solúvel(eis) em tetracloreto de carbono.

- | | | |
|-------------------------|--------------------------|------------------|
| A () Apenas I, III e V | B () Apenas II, IV e VI | C () Apenas III |
| D () Apenas IV | E () Apenas V | |

Questão 8. Considere o seguinte mecanismo de reação genérica:



Com relação a este mecanismo, assinale a opção ERRADA.

- A () A reação global é representada pela equação $\text{C}^+ + 2\text{A}^{4+} \rightarrow \text{C}^{3+} + 2\text{A}^{3+}$.
- B () B^{2+} é catalisador.
- C () B^{3+} e B^{4+} são intermediários da reação.
- D () A lei de velocidade é descrita pela equação $v = k[\text{C}^+][\text{A}^{4+}]$.
- E () A reação é de segunda ordem.

Questão 9. A 25 °C e 1 atm, uma solução de água pura contendo algumas gotas de solução alcoólica de indicador ácido-base azul de bromotimol apresenta coloração azulada. Nestas condições, certa quantidade de uma substância no estado sólido é adicionada e a solução torna-se amarelada. Assinale a opção que apresenta a substância sólida adicionada.

- | | | |
|-------------------------|-------------------------|------------------|
| A () Iodo. | B () Sacarose. | C () Gelo seco. |
| D () Nitrato de prata. | E () Cloreto de sódio. | |

Questão 10. Em cinco béqueres foram adicionados 50 mL de uma solução de referência, que consiste de uma solução aquosa saturada em cloreto de prata, contendo corpo de fundo, a 25 °C e 1 atm. A cada béquer, foram adicionados 50 mL de uma solução aquosa diluída diferente, dentre as seguintes:

- I. Solução de cloreto de sódio a 25 °C.
- II. Solução de Glicose a 25 °C.
- III. Solução de Iodeto de sódio a 25 °C.
- IV. Solução de Nitrato de prata a 25 °C.
- V. Solução de Sacarose a 50 °C.

Considere que o corpo de fundo permanece em contato com as soluções após rápida homogeneização das misturas aquosas e que não ocorre formação de óxido de prata sólido. Nestas condições, assinale a opção que indica a(s) solução(ões), dentre as acima relacionadas, que altera(m) a constante de equilíbrio da solução de referência.

- | | | |
|--------------------------|---------------------|---------------------|
| A () Apenas I, III e IV | B () Apenas I e IV | C () Apenas II e V |
| D () Apenas III | E () Apenas V | |

Questão 11. A 25 °C e 1 atm, uma amostra de 1,0 L de água pura foi saturada com oxigênio gasoso (O₂) e o sistema foi mantido em equilíbrio nessas condições. Admitindo-se comportamento ideal para o O₂ e sabendo-se que a constante da Lei de Henry para esse gás dissolvido em água é igual a $1,3 \times 10^{-3} \text{ mol L}^{-1} \text{ atm}^{-1}$, nas condições do experimento, assinale a opção CORRETA que exprime o valor calculado do volume, em L, de O₂ solubilizado nessa amostra.

- A () $1,3 \times 10^{-3}$ B () $2,6 \times 10^{-3}$ C () $3,9 \times 10^{-3}$
 D () $1,6 \times 10^{-2}$ E () $3,2 \times 10^{-2}$

Questão 12. Um vaso de pressão com volume interno de 250 cm³ contém gás nitrogênio (N₂) quimicamente puro, submetido à temperatura constante de 250 °C e pressão total de 2,0 atm. Assumindo que o N₂ se comporta como gás ideal, assinale a opção CORRETA que apresenta os respectivos valores numéricos do número de moléculas e da massa específica, em kg m⁻³, desse gás quando exposto às condições de pressão e temperatura apresentadas.

- A () $3,7 \times 10^{21}$ e 1,1 B () $4,2 \times 10^{21}$ e 1,4 C () $5,9 \times 10^{21}$ e 1,4
 D () $7,2 \times 10^{21}$ e 1,3 E () $8,7 \times 10^{21}$ e 1,3

Questão 13. Um recipiente contendo gás hidrogênio (H₂) é mantido à temperatura constante de 0 °C. Assumindo que, nessa condição, o H₂ é um gás ideal e sabendo-se que a velocidade média das moléculas desse gás, nessa temperatura, é de $1,85 \times 10^3 \text{ m s}^{-1}$, assinale a alternativa CORRETA que apresenta o valor calculado da energia cinética média, em J, de uma única molécula de H₂.

- A () $3,1 \times 10^{-24}$ B () $5,7 \times 10^{-24}$ C () $3,1 \times 10^{-21}$
 D () $5,7 \times 10^{-21}$ E () $2,8 \times 10^{-18}$

Questão 14. Assinale a opção que apresenta a afirmação CORRETA sobre uma reação genérica de ordem zero em relação ao reagente X.

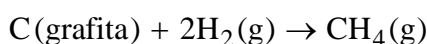
- A () A velocidade inicial de X é maior que sua velocidade média.
 B () A velocidade inicial de X varia com a concentração inicial de X.
 C () A velocidade de consumo de X permanece constante durante a reação.
 D () O gráfico do logaritmo natural de X versus o inverso do tempo é representado por uma reta.
 E () O gráfico da concentração de X versus tempo é representado por uma curva exponencial decrescente.

Questão 15. Uma solução aquosa saturada em fosfato de estrôncio [Sr₃(PO₄)₂] está em equilíbrio químico à temperatura de 25 °C, e a concentração de equilíbrio do íon estrôncio, nesse sistema, é de $7,5 \times 10^{-7} \text{ mol L}^{-1}$. Considerando-se que ambos os reagentes (água e sal inorgânico) são quimicamente puros, assinale a alternativa CORRETA com o valor do pK_{PS(25°C)} do Sr₃(PO₄)₂.

Dado: K_{PS} = constante do produto de solubilidade.

- A () 7,0 B () 13,0 C () 25,0 D () 31,0 E () 35,0

Questão 16. Sabe-se que a 25 °C as entalpias de combustão (em kJ mol⁻¹) de grafita, gás hidrogênio e gás metano são, respectivamente: -393,5; -285,9 e -890,5. Assinale a alternativa que apresenta o valor CORRETO da entalpia da seguinte reação:



- A () $-211,1 \text{ kJ mol}^{-1}$ B () $-74,8 \text{ kJ mol}^{-1}$ C () $74,8 \text{ kJ mol}^{-1}$
 D () $136,3 \text{ kJ mol}^{-1}$ E () $211,1 \text{ kJ mol}^{-1}$

Questão 17. Uma lâmpada incandescente comum consiste de um bulbo de vidro preenchido com um gás e de um filamento metálico que se aquece e emite luz quando percorrido por corrente elétrica.

Assinale a opção com a afirmação ERRADA a respeito de características que o filamento metálico deve apresentar para o funcionamento adequado da lâmpada.

- A () O filamento deve ser feito com um metal de elevado ponto de fusão.
- B () O filamento deve ser feito com um metal de elevada pressão de vapor.
- C () O filamento deve apresentar resistência à passagem de corrente elétrica.
- D () O filamento deve ser feito com um metal que não reaja com o gás contido no bulbo.
- E () O filamento deve ser feito com um metal dúctil para permitir a produção de fios finos.

Questão 18. Em um processo de eletrodeposição de níquel, empregou-se um eletrodo ativo de níquel e um eletrodo de cobre, ambos parcialmente imersos em uma solução aquosa contendo sais de níquel (cloreto e sulfato) dissolvidos, sendo este eletrólito tamponado com ácido bórico. No decorrer do processo, conduzido à temperatura de 55 °C e pressão de 1 atm, níquel metálico depositou-se sobre a superfície do eletrodo de cobre. Considere que as seguintes afirmações sejam feitas:

- I. Ocorre formação de gás cloro no eletrodo de cobre.
- II. A concentração de íons cobre aumenta na solução eletrolítica.
- III. Ocorre formação de hidrogênio gasoso no eletrodo de níquel.
- IV. O ácido bórico promove a precipitação de níquel na forma de produto insolúvel no meio aquoso.

Com relação ao processo de eletrodeposição acima descrito, assinale a opção CORRETA.

- A () Todas as afirmações são verdadeiras.
- B () Apenas a afirmação IV é verdadeira.
- C () Apenas a afirmação III é falsa.
- D () Apenas as afirmações II e IV são falsas.
- E () Todas as afirmações são falsas.

Questão 19. Considere duas reações químicas, mantidas à temperatura e pressão ambientes, descritas pelas equações abaixo:



Assinale a opção que apresenta a afirmação ERRADA sobre estas reações.

- A () As reações I e II são exotérmicas.
- B () Na reação I, o valor, em módulo, da variação de entalpia é menor que o da variação de energia interna.
- C () O valor, em módulo, da variação de energia interna da reação I é menor que o da reação II.
- D () O valor, em módulo, da variação de entalpia da reação I é menor que o da reação II.
- E () A capacidade calorífica do produto da reação I é menor que a do produto da reação II.

Questão 20. Considere o composto aromático do tipo $\text{C}_6\text{H}_5\text{Y}$, em que Y representa um grupo funcional ligado ao anel.

Assinale a opção ERRADA com relação ao(s) produto(s) preferencialmente formado(s) durante a reação de nitração deste tipo de composto nas condições experimentais apropriadas.

- A () Se Y representar o grupo $-\text{CH}_3$, o produto formado será o m-nitrotolueno.
- B () Se Y representar o grupo $-\text{COOH}$, o produto formado será o ácido m-nitro benzóico.
- C () Se Y representar o grupo $-\text{NH}_2$, os produtos formados serão o-nitroanilina e p-nitroanilina.
- D () Se Y representar o grupo $-\text{NO}_2$, o produto formado será o 1,3-dinitrobenzeno.
- E () Se Y representar o grupo $-\text{OH}$, os produtos formados serão o-nitrofenol e p-nitrofenol.

AS QUESTÕES DISSERTATIVAS, NUMERADAS DE 21 A 30, DEVEM SER RESPONDIDAS NO CADERNO DE SOLUÇÕES.

AS QUESTÕES NUMÉRICAS DEVEM SER DESENVOLVIDAS ATÉ O FINAL E O VALOR ABSOLUTO DO RESULTADO DEVE SER APRESENTADO.

Questão 21. Determine o valor aproximado do pH no ponto de equivalência, quando se titula 25,0 mL de ácido acético 0,1000 mol L⁻¹ com hidróxido de sódio 0,1000 mol L⁻¹. Sabe-se que log 2 = 0,3 e Ka = 1,8 x 10⁻⁵.

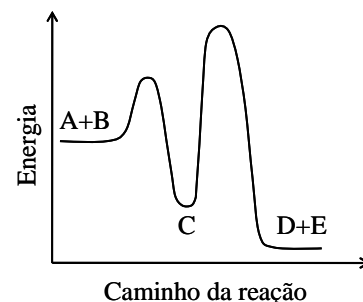
Questão 22. Proponha um método de obtenção de sulfato de cobre anidro a partir de uma reação de neutralização. Expresse as etapas para a sua obtenção por meio de equações químicas, indicando as condições necessárias para que cada etapa seja realizada.

Questão 23. A nitroglicerina, C₃H₅(ONO₂)₃(ℓ), é um óleo denso que detona se aquecido a 218 °C ou quando é submetido a um choque mecânico. Escreva a equação que representa a reação química do processo, sabendo que a reação de decomposição é completa, e explique porque a molécula é explosiva.

Questão 24. Foram realizadas duas experiências com dois ovos de galinha. Inicialmente, ambos foram imersos em vinagre até a dissolução total da casca, que pode ser considerada constituída prioritariamente por carbonato de cálcio. Os ovos envoltos apenas em suas membranas foram cuidadosamente retirados do vinagre e deixados secar por um breve período. A seguir, um ovo foi imerso em água pura e, o outro, numa solução saturada de sacarose, sendo ambos assim mantidos até se observar variação volumétrica de cada ovo.

- Escreva a equação química balanceada que descreve a reação de dissolução da casca de ovo.
- O volume dos ovos imersos nos líquidos deve aumentar ou diminuir? Explique sucintamente por que estas variações volumétricas ocorrem.

Questão 25. Considere a curva de variação da energia potencial das espécies A, B, C, D e E, envolvidas em uma reação química genérica, em função do caminho da reação, apresentada na figura ao lado. Suponha que a reação tenha sido acompanhada experimentalmente, medindo-se as concentrações de A, B e C em função do tempo.



- Proponha um mecanismo de reação para o processo descrito na figura, indicando a reação global.
- Indique a etapa lenta do processo e escreva a lei de velocidade da reação.
- Baseado na sua resposta ao item b) e conhecendo as concentrações de A, B e C em função do tempo, explique como determinar a constante de velocidade desta reação.

Questão 26. Dada a fórmula molecular C₃H₄Cl₂, apresente as fórmulas estruturais dos compostos de cadeia aberta que apresentam isomeria geométrica e dê seus respectivos nomes.

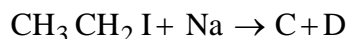
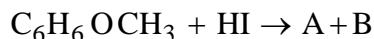
Questão 27. Considere que certa solução aquosa preparada recentemente contém nitratos dos seguintes cátions: Pb²⁺, Cu²⁺, Fe²⁺ e Ag⁺.

Descreva um procedimento experimental para separar esses íons, supondo que você dispõe de placas polidas dos seguintes metais puros: zinco, cobre, ferro, prata, chumbo e ouro e os instrumentos de vidro adequados. Descreva cada etapa experimental e apresente todas as equações químicas balanceadas.

Dados:

$$\begin{array}{ll}
 E^{\circ}_{\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}} = -0,76 \text{ V} & E^{\circ}_{\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}} = -0,44 \text{ V} \\
 E^{\circ}_{\text{Pb}^{2+}/\text{Pb}} = -0,13 \text{ V} & E^{\circ}_{\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}} = 0,34 \text{ V} \\
 E^{\circ}_{\text{Ag}^{+}/\text{Ag}} = 0,80 \text{ V} & E^{\circ}_{\text{Au}^{3+}/\text{Au}} = 1,40 \text{ V}
 \end{array}$$

Questão 28. Considere que as reações químicas representadas pelas equações não balanceadas abaixo ocorram em condições experimentais apropriadas e que as espécies A, B, C, D, E e F representam os produtos destas reações.



Apresente as equações químicas balanceadas e os respectivos produtos.

Questão 29. Uma chapa metálica de cobre recoberta com uma camada passiva de óxido de cobre (I) é imersa em um recipiente de vidro contendo água destilada acidificada ($\text{pH} = 4$) e gás oxigênio (O_2) dissolvido, sendo a temperatura e a pressão deste sistema iguais a 25°C e 1 atm , respectivamente. Admitindo-se que a concentração inicial de equilíbrio dos íons de cobre (II) na solução aquosa é de $10^{-6}\text{ mol L}^{-1}$ e, considerando que, nessas condições, a camada de óxido que envolve o metal pode ser dissolvida:

- Escreva a equação química balanceada da reação que representa o processo de corrosão do $\text{Cu}_2\text{O}(\text{s})$ no referido meio líquido com o $\text{O}_2(\text{g})$ dissolvido.
- Determine o valor numérico da pressão de oxigênio, expresso em atm, a partir do qual o $\text{Cu}_2\text{O}(\text{s})$ apresenta tendência termodinâmica de sofrer corrosão espontânea no meio descrito acima.

Dados: $E^\circ_{\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}_2\text{O}} = 0,20\text{ V}$; $E^\circ_{\text{O}_2/\text{H}_2\text{O}} = 1,23\text{ V}$

Questão 30. Cobre metálico exposto à atmosfera ambiente úmida sofre corrosão, com formação de cuprita (Cu_2O) sobre a sua superfície. Este fato é comprovado em laboratório com a aplicação de corrente elétrica, proveniente de um gerador de corrente contínua, em um eletrodo de cobre (isento de óxido) imerso numa solução aquosa neutra de cloreto de potássio ($\text{pH} = 7$) contendo oxigênio gasoso (O_2) dissolvido. Considere que esse procedimento é realizado nas seguintes condições:

- Eletrodos metálicos empregados: catodo de platina e anodo de cobre.
- Área imersa do anodo: $350,0\text{ cm}^2$.
- Densidade de corrente aplicada: $10,0\text{ }\mu\text{A cm}^{-2}$.
- Tempo de eletrólise: 50 s .

Baseado no procedimento experimental acima descrito:

- Escreva as equações químicas balanceadas que representam as reações envolvidas na formação da cuprita sobre cobre metálico.
- Calcule o valor numérico da massa de cuprita, expressa em g, formada sobre a superfície do anodo.
- Sabendo que a massa específica média da cuprita é igual a $6,0\text{ g cm}^{-3}$, calcule o valor numérico da espessura média, expressa em μm , desse óxido formado durante a eletrólise.