



## GABARITO QUIMENINAS 2º ANO

**Questão 1:** As professoras Marcela Baltazar e Denise Espinosa são reconhecidas especialistas em hidrometalurgia e tratamento de resíduos no cenário científico brasileiro. Ambas integram o renomado Laboratório de Reciclagem, Tratamento de Resíduos e Extração (LAREX) da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (POLI-USP), um centro de pesquisa com mais de três décadas de experiência na área que posiciona o Brasil na vanguarda da pesquisa em hidrometalurgia aplicada à reciclagem de dispositivos eletrônicos. A hidrometalurgia consiste na extração de metais através de um processo químico intensivo que utiliza soluções aquosas ou agentes lixivantes para dissolução seletiva dos metais de valor. As principais etapas dos processos hidrometalúrgicos incluem lixiviação (dissolução seletiva dos metais) e precipitação (recuperação seletiva dos metais da solução).

Com base no texto e nas técnicas de separação de misturas, assinale a opção que mostra quais processos de separação estão, principalmente, envolvidos na hidrometalurgia.

- a) Dissolução fracionada e cristalização fracionada.
- b) Flotação e decantação.
- c) Extração e destilação.
- d) Separação magnética e centrifugação.
- e) Separação magnética e decantação.

**Questão 2:** Nos últimos anos, a Profa. Mariana Helena Chaves, do Departamento de Química da Universidade Federal do Piauí, tem desenvolvido diversas pesquisas em Química de Produtos Naturais que empregam, por exemplo, cromatografia em coluna para isolamento e purificação de compostos bioativos. Uma das suas linhas de trabalho envolvem o fracionamento de extratos vegetais, o que envolve o uso de solventes orgânicos. Numa determinada separação cromatográfica, uma aluna de iniciação científica do grupo da professora necessitava verificar a viabilidade do uso de determinados solventes. Desse modo, ela encontrou uma tabela, reproduzida abaixo, com propriedades (pontos de fusão: PF e pontos de ebulição: PE) à temperatura ambiente (25°C) e pressão de 1 atm, de quatro substâncias disponíveis.

Substâncias	PF (°C)	PE (°C)
Pentano	-130	36,1
Fenol	43	182
Clorofórmio	- 63	61
Cloro	-101	-34,5

Observação: o clorofórmio, por exemplo, é hepatotóxico e potencialmente carcinogênico, devendo ser manuseado com extremo cuidado. Esta questão é apenas hipotética e não recomenda o uso prático dessas substâncias como solventes.

Com base nas informações do texto e nos dados da tabela, é correto afirmar que as substâncias

- a) pentano e clorofórmio podem ser usadas como solvente pois são líquidos a 1 atm e 25 °C.
- b) pentano e fenol podem ser usadas como solvente pois são líquidos a 1 atm e 25 °C.
- c) fenol e cloro podem ser usadas como solvente pois são líquidos a 1 atm e 25 °C.
- d) cloro e clorofórmio podem ser usadas como solvente pois são líquidos a 1 atm e 25 °C.
- e) fenol e clorofórmio podem ser usadas como solvente pois são líquidos a 1 atm e 25 °C.

**Questão 3:** A Profa. Dra. Vanessa Nascimento, professora do Departamento de Química Orgânica da Universidade Federal Fluminense, é reconhecida pelos estudos de moléculas contendo os elementos da família dos calcogênios, pertencentes à coluna 16 da tabela periódica. Ao longo da sua carreira, a professora estudou as propriedades farmacológicas desses compostos. Atualmente, seu grupo de pesquisa “Laboratório SupraSelen” leva o nome de um importante elemento desse grupo: o selênio. Esse elemento é essencial para a saúde em pequenas quantidades, ajudando na função da tireoide e na proteção contra o estresse oxidativo.

Com relação à família dos calcogênios, assinale a opção que correlaciona corretamente os elementos dessa família com as características I, II e III, a seguir.

I- Elemento de configuração eletrônica igual a  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^4$

II- Elemento com camada de valência igual a  $3s^2 3p^4$

III- Elemento de grande volume atômico e configuração eletrônica reduzida igual à  $[Kr] 4d^{10} 5s^2 5p^4$ .

- a) I- selênio, II- enxofre, III- telúrio
- b) I- selênio, II- oxigênio, III- potássio
- c) I- silício, II- escândio, III- boro
- d) I- silício, II- enxofre, III- tecnécio
- e) I- hidrogênio, II- lítio, III- hélio

**Questão 4:** A pesquisadora Janaina Lima Borges, Mestre em Engenharia de Materiais pela Escola de Engenharia de São Carlos da USP (EESC-USP), tem se destacado nos últimos dez anos por seus estudos envolvendo o óxido de tungstênio ( $WO_3$ ). Em sua dissertação de 2021, intitulada “Síntese de nanoestruturas de  $WO_3$ : caracterização e investigação das propriedades sensoras” (EESC-USP), ela desenvolveu rotas sintéticas para obter filmes e pó de  $WO_3$  com morfologias específicas. Esse trabalho contribui para aplicações avançadas de tungstênio em sensores químicos e fotocatalise.

O tungstênio possui, majoritariamente, os seguintes isótopos na natureza (com as abundâncias naturais indicadas entre parênteses):  $^{182}W$  (26,50 %),  $^{183}W$  (14,31 %),  $^{184}W$  e  $^{186}W$ .

Com base nesses dados, assinale opção que mostra a abundância natural do isótopo tungstênio-186.

- a) 25,66 %
- b) 14,31 %
- c) 30,64 %
- d) 28,43 %
- e) 26,50 %

**Questão 5:** A professora Elena Vitalievna Goussevskaia, do Departamento de Química da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), orienta trabalhos há mais de uma década e possui vasta experiência em catálise homogênea. Um dos seus projetos mais recentes envolveu o desenvolvimento de complexos de um **elemento X** para reativos de hidroformilação, com ênfase na valorização de substratos biorrenováveis. A configuração eletrônica, com notação de cerne de gás nobre, do **elemento X** é dada a seguir:



Sobre o **elemento X** é correto afirmar que é um

- a) metal, está no 4° período, grupo 9, número atômico  $Z = 27$ .
- b) metal, está no 4° período, grupo 2, número atômico  $Z = 20$ .
- c) não-metal, está no 4° período, grupo 14, número atômico  $Z = 32$ .
- d) metal, está no 5° período, grupo 13, número atômico  $Z = 49$ .
- e) não-metal, está no 5° período, grupo 16, número atômico  $Z = 52$ .

**Questão 6:** A professora Cláudia Longo, do Instituto de Química da Unicamp, lidera pesquisas no desenvolvimento de reatores sustentáveis alimentados por energia solar, capazes de descontaminar água e converter gás carbônico ( $\text{CO}_2$ ) em etanol ( $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ ), utilizando combinações de processos eletroquímicos (envolvendo reações de oxidação e redução) e materiais fotocatalisadores (que compõem os eletrodos). As tecnologias representam alternativas ambientais para o tratamento de efluentes industriais, redução de emissões de gases do efeito estufa e produção sustentável de combustíveis, tudo utilizando energia solar como fonte limpa e renovável. Considerando o texto acima, assinale a opção correta abaixo.

- a) O gás carbônico é reduzido a etanol ( $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ ) no processo fotocatalítico, diminuindo o estado de oxidação do carbono de +4 para -2, utilizando energia solar, gerando combustíveis sustentáveis.
- b) A mistura de água com resíduos orgânicos em reatores fotocatalíticos é sempre uma mistura heterogênea, impossibilitando a reação química.
- c) O gás carbônico não pode ser convertido em compostos orgânicos devido à sua estabilidade química, mesmo sob irradiação de luz solar.
- d) A separação dos contaminantes da água baseia-se exclusivamente em processos físicos de filtração, sem envolvimento de reações químicas.
- e) O etanol produzido na conversão do  $\text{CO}_2$  é um subproduto indesejado, sem aplicação prática no mercado de combustíveis.

**Questão 7:** A professora Naise Caldas, do Departamento de Química da Universidade Federal do Piauí, participou de uma pesquisa que utilizou diferentes misturas de solventes para extrair compostos fenólicos do abacate. O trabalho avaliou como diferentes solventes (acetona, etanol, metanol e água) e suas combinações podem ser usados para extrair compostos antioxidantes tanto da polpa quanto da casca do abacate, que normalmente é jogada fora. A pesquisa utilizou técnicas de otimização para encontrar as melhores condições de extração e mostrou que a casca do abacate possui muito mais compostos fenólicos que a polpa, sugerindo seu uso como fonte natural de antioxidantes.

Com base no texto acima, assinale a opção correta abaixo:

a) Misturas de diferentes solventes apresentam polaridades diferentes daquelas dos solventes puros, o que explica a necessidade da otimização citada.

b) A extração de compostos fenólicos não depende do tipo de solvente usado, todos funcionam igualmente, devido às suas baixíssimas polaridades.

c) A mistura de acetona-água forma uma mistura heterogênea na qual a água forma a fase inferior, quando a mistura é colocada num funil de separação.

d) A extração dos compostos fenólicos é um processo químico, uma vez que há mudanças na natureza química das espécies durante o procedimento.

e) A solubilidade dos compostos fenólicos nos diferentes solventes não influencia o resultado da extração, pois esta depende da reatividade destes compostos.

**Questão 8:** O lítio é o vigésimo quinto elemento de maior abundância e o metal mais leve encontrado na crosta terrestre, tendo uma vasta aplicação de coloração prata esbranquiçada, altamente reativo com a água e com o ar. Por este motivo não é encontrado em sua forma metálica na natureza, e sim na forma de sais como cloreto e carbonato. Atualmente, o processo de extração de lítio consiste basicamente na evaporação de salinas, como na figura abaixo, um processo longo e de baixa eficiência.



Este método consiste no bombeamento da salmoura para lagoas rasas de evaporação pelo sol, ao ar livre, por um período de um a dois anos, cristalizando determinados sais, cloretos de sódio, potássio e magnésio, para finalmente, ser obtido o carbonato ou cloreto de lítio. Quando se atinge uma concentração ótima de lítio, o produto é bombeado para uma planta de tratamento, onde espécies indesejadas que não precipitaram anteriormente são removidas. O nome desta técnica de separação é

a) precipitação fracionada.

b) evaporação fracionada.

c) destilação fracionada.

d) decantação fracionada.

e) condensação fracionada.

**Questão 9:** A longa trajetória da mineração no Brasil, desde os tempos coloniais, foi marcada, nos séculos XVII e XVIII, pela exploração de ouro e diamante que correspondeu a cerca de 50 % de toda a produção mundial e foi responsável pela promoção da riqueza da coroa portuguesa (

). Na mineração do ouro, o mercúrio é utilizado na separação de partículas finas de ouro através da amalgamação e posterior separação gravimétrica. O amalgama separado é

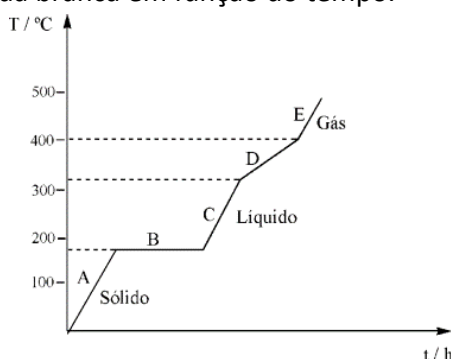
queimado, geralmente a céu aberto, para remover o mercúrio, liberando grandes quantidades de mercúrio para a atmosfera, restando o ouro puro. Quais os processos de separação envolvidos?

- a) Levigação e destilação.
- b) Decantação e destilação.
- c) Decantação e sublimação.
- d) Levigação e sublimação.
- e) Peneiração e destilação.

**Questão 10:** Há 112 anos, o físico dinamarquês Niels Bohr publicava um dos mais importantes trabalhos da física do século 20, . Em 1913, a partir de uma série de postulados, Niels Bohr propôs um modelo atômico que fornecia uma explicação para a origem dos espectros atômicos. Sobre os postulados de Bohr é **INCORRETO** afirmar que

- a) é permitido a um elétron permanecer entre dois níveis de energia.
- b) o elétron se move em órbitas circulares e bem definidas (níveis de energia) em torno do núcleo do átomo.
- c) quando o elétron passa de uma órbita para outra superior, ele absorve uma quantidade de energia, definida como de energia.
- d) a energia do elétron só pode assumir certos valores discretos, ocupando níveis de energia permitidos ao redor do núcleo atômico.
- e) a energia total de um elétron (potencial + cinética) não pode apresentar qualquer valor, mas, apenas, valores múltiplos de um .

**Questão 11:** A solda branca é uma mistura de 63 % de Sn e 37 % de Pb, indicada para soldagem de uma ampla variedade de metais tais como o cobre, o zinco, o latão, a prata e o alumínio. É indicada para vários serviços: cadinhos de solda, conexões de tubulações e de encanamentos, reparos de telhados metálicos, de fiação elétrica residencial e industrial, automotiva, aparelhos eletroeletrônicos. Seu ponto de fusão é constante e igual a 183 °C. O ponto de fusão do Sn é 232 °C e do Pb é 327 °C. O gráfico abaixo representa a variação da temperatura da solda branca em função do tempo.



Com base nas informações dadas, assinale a afirmativa correta sobre a solda branca.

- a) É uma mistura eutética de mínimo.
- b) É uma substância pura.
- c) É uma mistura azeotrópica de mínimo.
- d) É uma mistura eutética de máximo.
- e) É uma mistura azeotrópica de máximo.

**Questão 12:** Arquimedes a fim de verificar a autenticidade de uma coroa de ouro, realizou um experimento com algumas barras de ouro puro e prata pura, colocando a coroa num prato de balança e equilibrando-a no outro prato primeiro com barras de ouro e em seguida com barras de prata. Ele então pegou uma bacia cheia até a borda de água e mergulhou a coroa, mediu a água transbordada. Repetiu o experimento com as barras de ouro e com as barras de prata. As barras de ouro quando imersas derramaram menos água que a coroa e as barras de prata imersas derramaram mais água, comprovando a fraude. Sabendo que as barras de ouro derramaram 248,40 mL, que as barras de prata derramaram 457,60 mL e que a coroa derramou 326,90 mL, qual o percentual de prata na coroa?

Dados: densidade do ouro =  $19,32 \text{ g mL}^{-1}$ ; densidade da prata =  $10,49 \text{ g mL}^{-1}$

- a) 37,5 %
- b) 12,5 %
- c) 25,0 %
- d) 50,0 %
- e) 62,5 %

**Questão 13:** Em uma estação de tratamento de água (ETA), o tratamento convencional da água se inicia por meio da captação da água a partir de uma fonte natural. Essa água é direcionada por meio de bombas até a estação. Algumas estações podem fazer alguns pré-tratamentos, como o gradeamento, que busca reter partículas sólidas grosseiras, além de aeração ou adsorção por carvão ativado, que busca reduzir substâncias voláteis que podem causar mau cheiro na água. Com relação ao tratamento da água e os processos de separação, analise os itens a seguir.

- I - Flotação: ocorre após a coagulação, agrupando os coágulos em flocos maiores. Tais flocos, uma vez formados, podem ser separados por decantação e filtração.
- II - Coagulação: ocasiona a desestabilização das partículas sólidas que estão em suspensão (partículas coloidais), eliminando as forças que as mantêm separadas com a formação de coágulos.
- III - Decantação: é um processo físico em que as partículas sólidas que estão suspensas (flocos) irão ao fundo por meio da atuação da força gravitacional, depositando-se.
- IV - Filtração: ocasiona a retenção de partículas sólidas suspensas que não foram retiradas durante a etapa de decantação, sendo empregadas geralmente camadas de areia, pedras e carvão.
- V - Fluoretação: empregada para matar os microrganismos que não foram eliminados nas etapas anteriores e reduzir os casos de cáries dentárias, sendo uma medida eficaz de saúde pública e uma tecnologia de baixo custo.

Está correto o que se afirma em

- a) II, III e IV apenas.
- b) I, II e IV apenas.
- c) I e III apenas.
- d) IV e V apenas.
- e) I, II, III, IV, V.

**Questão 14:** Os íons  $\text{Na}^+$  e  $\text{Mg}^{2+}$  são fundamentais para o corpo humano, com o sódio sendo essencial na regulação do volume de fluidos, impulsos nervosos e contração muscular, e o magnésio participando em mais de 300 reações enzimáticas, na função muscular, cardiovascular e na formação óssea. Estudos

recentes mostram que restrições na ingestão de  $\text{Na}^+$  e  $\text{Mg}^{2+}$  podem aumentar a resistência à insulina, especialmente em pacientes com diabetes mellitus tipo 2. Nesse sentido, as pesquisadoras Maria de Lourdes Lima da Universidade Federal da Bahia e Patricia Constante Jaime da Universidade de São Paulo, estudaram à associação entre o consumo de sódio e magnésio e a resistência à insulina. Considere as seguintes afirmações:

- I - As propriedades químicas do  $\text{Na}^+$  e  $\text{Mg}^{2+}$  diferem e o raio do Na é maior do que o raio do Mg;
- II - Os cátions  $\text{Na}^+$  e  $\text{Mg}^{2+}$  possuem um raio menor que seus respectivos átomos Na e Mg;
- III - As espécies  $\text{Na}^+$  e  $\text{Mg}^{2+}$  são isoeletrônicas;
- IV - Dentro de uma série isoeletrônica, à medida que a carga nuclear diminui, o tamanho do íon ou átomo também diminui.

Das afirmações acima, são CORRETAS

- a) apenas I, II e III.
- b) apenas I e II.
- c) apenas III e IV.
- d) I, II, III e IV.
- e) apenas IV.

**Questão 15:** Com a escassez da disponibilidade de água doce e o aumento da demanda de água potável, uma alternativa é o uso dos sistemas de dessalinização de água, que removem os sais das águas salobra ou salgada. A pesquisadora Giovana Katie Wiecheteck, da Universidade Estadual de Ponta Grossa (PR), realizou um estudo que teve como objetivo avaliar a eficiência de um sistema piloto de dessalinização de água salobra, a qual foi obtida a partir da mistura de águas do mar e de rio. O sistema piloto de dessalinização, com capacidade de  $1,0 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$ , é composto de ultrafiltração e abrandamento (diminuição da dureza da água) como pré-tratamento à osmose reversa. As análises de qualidade da água, como condutividade elétrica, turbidez, pH, cor aparente, alcalinidade, dureza total, cálcio, magnésio, cloreto, sulfato e temperatura, mostraram que o sistema piloto de tratamento removeu cerca de 74 % das substâncias dissolvidas na água.

Com base no texto, assinale a alternativa que contém a afirmação **INCORRETA**.

- a) A ultrafiltração é capaz de remover sais dissolvidos da água, sendo suficiente para dessalinização sem necessidade de osmose reversa.
- b) A condutividade elétrica mede a capacidade da água de conduzir corrente elétrica e está relacionada à concentração de íons dissolvidos.
- c) A turbidez é causada pela presença de partículas (orgânicas ou inorgânicas) em suspensão, que dispersam a luz, tornando a água opaca.
- d) O abrandamento diminui a concentração dos íons cálcio e magnésio da água, principais responsáveis pela dureza da água.
- e) Com capacidade de  $1,0 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$ , o sistema processa  $24 \text{ m}^3$  em 24 h, porém a quantidade de água por dia, pronta para consumo, é menor do que 24000 L.

**Questão 16:** O modelo de Repulsão dos Pares de Elétrons da Camada de Valência (VSEPR) explica as geometrias moleculares assumindo que pares de elétrons ligantes e não ligantes se repelem eletrostaticamente e, portanto, organizam-se ao redor do átomo central para minimizar essas repulsões. Dessa forma, a VSEPR prevê de forma simples e eficaz diversos arranjos moleculares, além de suas variações, quando há pares isolados. Apesar disso, a VSEPR pode encontrar dificuldades quando há mais de um arranjo base com energias semelhantes. Por exemplo, com cinco regiões densas em elétrons ao redor do átomo central, uma disposição quadrado-piramidal (pirâmide de base quadrada) tem energia apenas ligeiramente maior que uma disposição bipiramidal trigonal, e há diversas espécies com arranjo



igual à primeira, como o ânion  $\text{InCl}_5^{2-}$ . A respeito do arranjo e da geometria do ânion citado (onde o índio é o átomo central), assinale a opção correta abaixo.

- a) Na geometria do  $\text{InCl}_5^{2-}$  não existem ângulos de  $90^\circ$  entre as ligações.
- b) Na geometria do  $\text{InCl}_5^{2-}$  existem cinco átomos coplanares (no mesmo plano).
- c) Há um par de elétrons isolado no átomo central do arranjo eletrônico do ânion  $\text{InCl}_5^{2-}$ .
- d) A hibridização ao redor do átomo central no  $\text{InCl}_5^{2-}$  é  $\text{sp}^3\text{d}^2$ .
- e) A geometria do  $\text{InCl}_5^{2-}$  tem como base o arranjo octaédrico.

**Questão 17:** Em estações de triagem de resíduos, garrafas PET (densidade =  $1,38 \text{ g cm}^{-3}$ ) são separadas de outros plásticos por sedimentação fracionada em tanques com soluções salinas. Para que o PET afunde enquanto o polipropileno (densidade =  $0,91 \text{ g cm}^{-3}$ ) flutue, a solução deve ter densidade intermediária. Cloreto de cálcio ( $\text{CaCl}_2$ ) é frequentemente usado para ajustar essa densidade.

Qual concentração mínima de  $\text{CaCl}_2$  (em  $\text{g L}^{-1}$ ) deve ser dissolvida em água pura ( $d = 1,00 \text{ g cm}^{-3}$ ) para que uma solução tenha densidade suficiente para afundar PET, considerando que a adição de 100 g de  $\text{CaCl}_2$  a 1 L de água aumenta a densidade em  $0,12 \text{ g cm}^{-3}$ ?

- a)  $317 \text{ g L}^{-1}$
- b)  $283 \text{ g L}^{-1}$
- c)  $350 \text{ g L}^{-1}$
- d)  $383 \text{ g L}^{-1}$
- e)  $417 \text{ g L}^{-1}$

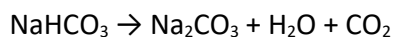
**Questão 18:** A pesquisadora Wanessa Melchert Mattos, professora da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” da USP, é responsável pelo Laboratório de Analítica e Química de Alimentos (LAQA) do Departamento de Ciências Exatas, na área da Química. Em seus estudos na avaliação da composição química de alimentos empregando instrumentação analítica, vem trabalhando com amostras de cafés especiais. Para as análises, as amostras de café são moídas e peneiradas em peneira granulométrica com abertura de 20 mesh (0,85 mm). Em suporte, 1 g de amostra é colocado sobre papel de filtro e 15 mL de água a  $90^\circ\text{C}$  são vertidos sobre a amostra.

Os extratos obtidos com os compostos não-voláteis são injetados para análises na cromatografia líquida de alta eficiência. Quais vidrarias de laboratório são empregadas para execução da extração?

- a) Funil e béquer.
- b) Balão volumétrico e proveta.
- c) Bureta e Erlenmeyer.
- d) Kitassato e balão de fundo chato.
- e) Tubo de Kjeldahl e bico de Bunsen.

**Questão 19:** O bicarbonato ( $\text{HCO}_3^-$ ) atua como tampão no sistema carbonato do oceano, ajudando a estabilizar o pH. Quando aquecido, sofre decomposição térmica, liberando  $\text{CO}_2$ , sendo um processo usado em laboratório para gerar gás.

A reação de decomposição do bicarbonato de sódio **não balanceada** é:



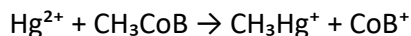
Quantos mols de  $\text{CO}_2$  são liberados ao decompor 336 g de  $\text{NaHCO}_3$ ?

Dado: Massa molar:  $\text{NaHCO}_3 = 84 \text{ g mol}^{-1}$



- a) 2,0 mol
- b) 1,0 mol
- c) 3,0 mol
- d) 4,0 mol
- e) 0,50 mol

**Questão 20:** Nos sedimentos de rios poluídos, o mercúrio inorgânico ( $\text{Hg}^{2+}$ ) é biometilado por bactérias anaeróbias, numa reação que envolve a metilcobalamina (vitamina  $\text{B}_{12}$ ), formando  $\text{CH}_3\text{Hg}^+$ , forma altamente tóxica e bioacumulativa. A reação pode ser representada por:



onde B é o ligante benzimidazol da cobalamina e Co é o cobalto.

Na reação mostrada, qual é a variação do número de oxidação do mercúrio?

- a) +2 para +1.
- b) +2 para 0.
- c) +2 para -1.
- d) +2 para +3.
- e) Não há variação.

**Questão 21:** O gelo marinho tem potencial de influenciar o clima da Terra por meio do balanço de energia, em função do albedo, na alteração do processo de formação das águas profundas afetando a circulação oceânica, e, conseqüentemente, na troca de calor, umidade e carbono (Simpkins, 2012). Além disto, o gelo marinho também atua como isolante térmico entre o oceano e a atmosfera e, sem o gelo, o oceano perderá calor para a atmosfera, podendo atingir uma temperatura de  $-30^\circ\text{C}$  e resultar em um oceano mais frio e, portanto, mais denso.

Sabendo que o ponto de fusão do gelo marinho é de aproximadamente  $-2^\circ\text{C}$  devido à presença de sais, esse abaixamento crioscópico ( $\Delta T_f$ ) pode ser calculado por  $\Delta T_f = K_f m i$ , onde  $K_f = 1,86^\circ\text{C}\cdot\text{kg mol}^{-1}$  para água,  $m$  é a molalidade e  $i$  o fator de Van't Hoff.

Qual é a concentração aproximada de NaCl (em  $\text{mol kg}^{-1}$ ) na água do mar, considerando que o fator de Van't Hoff para o NaCl é 1,8?

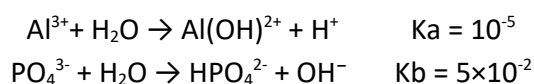
- a) 0,60  $\text{mol kg}^{-1}$
- b) 0,30  $\text{mol kg}^{-1}$
- c) 0,90  $\text{mol kg}^{-1}$
- d) 1,20  $\text{mol kg}^{-1}$
- e) 1,50  $\text{mol kg}^{-1}$

**Questão 22:** Em um estudo conduzido pela pesquisadora Marianne M. S. Melo, sob orientação da Dra. Marcia Foster Mesko, ambas da Universidade Federal de Pelotas, foi aplicada a determinação de proteína bruta em suplementos de whey protein pelo método de Kjeldahl. Um procedimento típico deste método envolve o tratamento da amostra com ácido sulfúrico concentrado e quente, para converter o nitrogênio organicamente ligado em íon amônio. Em seguida, adiciona-se hidróxido de sódio concentrado, e a amônia formada é destilada para dentro de ácido clorídrico de volume e concentração conhecidos. O excesso de ácido clorídrico é então retrotitulado com solução padrão de hidróxido de sódio, para determinar o nitrogênio na amostra. Considere uma amostra de whey protein de 0,3040 g

tratada com ácido sulfúrico. Após adição de hidróxido de sódio e destilação da amônia para dentro de 25,00 mL de HCl 0,05 mol L<sup>-1</sup>, o excesso de ácido é retrotitulado com 18,50 mL de NaOH 0,0400 mol L<sup>-1</sup>. Com base no texto, assinale a opção que mostra, aproximadamente, o teor de nitrogênio na amostra, em porcentagem em massa.

- a) 2,35 %
- b) 5,76 %
- c) 3,41 %
- d) 9,17 %
- e) 1,34 %

**Questão 23:** A Dra. Marciana Cristina da Silva, professora da Universidade Federal de Goiás, desenvolveu, em 2014, a tese “Termofosfato de alumínio nas culturas do feijão, soja e sorgo em solos de Cerrado”, na qual testou fosfato de alumínio calcinado como fonte alternativa de fósforo. Esse “termofosfato” é útil pois fornece fósforo de liberação gradual, melhorando a disponibilidade do nutriente em solos de baixa fertilidade. O fosfato de alumínio tem uma “solubilidade esperada”, ou seja, a solubilidade que ele teria se os íons Al<sup>3+</sup> e PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> não fossem hidrolisados. Porém, devido à hidrólise desses íons, a “solubilidade real” do fosfato de alumínio é maior, com um valor calculado de aproximadamente 7,1×10<sup>-7</sup> mol L<sup>-1</sup>. As hidrólises citadas ocorrem conforme as reações:



Sabendo que o AlPO<sub>4</sub> possui K<sub>ps</sub> = 10<sup>-20</sup>, assinale a opção que mostra quantas vezes a “solubilidade real” do fosfato de alumínio é maior do que a “solubilidade aparente”, a 25 °C.

Dado: K<sub>w</sub> = 10<sup>-14</sup>.

- a) 7100
- b) 4500
- c) 1800
- d) 6000
- e) 5800

**Questão 24:** A Dra. Ana Luísa Almeida Lage é química formada pela Universidade Federal de Minas Gerais, onde realizou seu mestrado sob a orientação da Prof. Dra. Cynthia Lopes Martins Pereira. Em sua dissertação, ela desenvolveu novos compostos supramoleculares baseados em complexos organometálicos de transição, investigando rotas sintéticas e caracterização estrutural por técnicas espectroscópicas e cristalográficas. Esse trabalho é relevante por ampliar o entendimento das interações metal-ligante em sistemas moleculares avançados, com potencial aplicação em catálise homogênea e materiais funcionais. Um dos complexos organometálicos estudados dissocia-se em íons em éter dietílico (solvente complexante não prótico), mas em um solvente não polar, como benzeno, não se dissocia. Uma solução de 1,5 g desse complexo em 36 g de benzeno apresenta ponto de congelamento de 4,35 °C. O ponto de congelamento do benzeno puro é 5,5 °C e sua constante criscópica é K<sub>f</sub> = 5,12 °C Kg mol<sup>-1</sup>. O ponto de ebulição de uma solução de éter dietílico contendo 0,48 g do complexo em 10 g do solvente é 36,05 °C. O ponto de ebulição do éter dietílico puro é 34,5 °C e a sua constante ebulioscópica é K<sub>b</sub> = 2,02 °C Kg mol<sup>-1</sup>.

Com base nas informações do texto, assinale a opção que mostra o número de íons em que o complexo se dissocia quando dissolvido no solvente complexante.

- a) 3
- b) 2
- c) 4
- d) 1
- e) 5

**Questão 25:** A Prof. Dra. Eliane Aparecida Benato, pesquisadora do Instituto Agronômico (IAC-SP), desenvolveu em 2010 um método de vaporização de ácido acético para controle pós-colheita de fungos em uvas. O estudo mostrou que vapor de ácido acético glacial em câmaras herméticas foi eficaz contra   
 , oferecendo uma alternativa sustentável ao dióxido de enxofre na conservação de frutas. Na fase vapor, as moléculas de ácido acético se associam até certo ponto para formar dímeros. A 50 °C, a pressão de um certo vapor de ácido acético é 0,0150 atm em um frasco de 820 mL. O vapor é condensado e neutralizado com 13,00 mL de NaOH 0,06 M. Assinale a opção que mostra o grau de associação do ácido acético na fase de vapor (ou seja, a porcentagem do ácido acético que está associado na forma de dímeros).

- a) 81 %
- b) 45 %
- c) 62 %
- d) 58 %
- e) 95 %