



## GABARITO QUIMENINAS 9º 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 lixiviantes 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 trata do 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 na família dos calcogênios 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:** O fósforo apresenta diversos alótropos com propriedades distintas decorrentes de suas diferentes organizações estruturais. O fósforo branco ( $P_4$ ) possui estrutura molecular tetraédrica com quatro átomos unidos por ligações simples P-P, apresentando alta reatividade, que o faz inflamar-se espontaneamente ao ar acima de 30 °C. Este alótropo exibe aparência cerosa translúcida, fosforescência no escuro, densidade de aproximadamente  $1,82 \text{ g cm}^{-3}$  e ponto de fusão de 44,1 °C. Em contraste, o fósforo vermelho ( $P_n$ ) apresenta estrutura polimérica em cadeia formada pela ligação de unidades  $P_4$ , conferindo-lhe maior estabilidade térmica e ausência de inflamação

espontânea. Este alótropo manifesta coloração vermelha escura em forma de pó amorfo, maior ponto de fusão (cerca de 597 °C) e menor reatividade química, quando comparado ao fósforo branco.

Com base nessas informações, assinale a opção correta.

- a) A maior estabilidade térmica do fósforo vermelho resulta das ligações intermoleculares mais fortes em sua estrutura de cadeia polimérica.
- b) O fósforo vermelho é mais reativo devido à sua estrutura polimérica que expõe mais átomos de fósforo ao ambiente.
- c) O fósforo branco é fosforescente porque seus átomos possuem maior número de elétrons de valência que o fósforo vermelho.
- d) A diferença de densidade entre os alótropos se deve à presença de impurezas metálicas no fósforo vermelho.
- e) As propriedades distintas resultam apenas de diferenças no empacotamento cristalino, mantendo-se idênticas as ligações químicas P-P.

**Questão 5:** A pesquisadora Janaina Lima Borges, Mestre em Engenharia de Materiais pela Escola de Engenharia de São Carlos da 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”, 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 fotocatálise.

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 6:** A professora Elena Vitalievna Goussevskaia, do Departamento de Química da Universidade Federal de Minas Gerais, 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:

|      |    |   |   |   |    |   |
|------|----|---|---|---|----|---|
| [Ar] | 1  | 1 | 1 | 1 | 1  | 1 |
|      | 3d |   |   |   | 4s |   |
|      |    |   |   |   |    |   |

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

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

**Questão 7:** 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 photocatalisadores (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 a seguir.

- a) O gás carbônico é reduzido a etanol ( $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ ) no processo photocatalítico, diminuindo o estado de oxidação do carbono de +4 para -2, utilizando energia solar e gerando combustíveis sustentáveis.
- b) A mistura de água com resíduos orgânicos em reatores photocatalíticos 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 8:** Poucos elementos químicos podem ser encontrados na natureza em estado líquido à temperatura ambiente, sendo a maioria encontrado no estado sólido e com pontos de fusão que variam amplamente e que possuem um valor constante e característico para cada elemento, como por exemplo os elementos Ga (29,76 °C); Cs (28,44 °C); Rb (40 °C); Br (-7,3 °C); Hg (-38,83 °C). Numa brincadeira, uma química deu à sua amiga uma colher de chá feita de um desses elementos para mexer uma xícara de café quente. Para surpresa da amiga a colher derreteu. Com base nas propriedades físico-químicas dos elementos químicos, de qual material era feita a colher?

- a) Ga
- b) Hg

- c) Rb
- d) Cs
- e) Br

**Questão 9:** A rainha Filistes, casada com o rei Hierão II de Siracusa, cidade da Sicília, mandou confeccionar uma coroa de ouro puro, entretanto ficou desconfiada do ourives ter misturado o ouro com prata. Mas como descobrir a fraude, já que a coroa era dourada e aparentava ser de ouro puro? Para isso, a rainha chamou Arquimedes, um sábio filósofo grego e, apresentando o problema, pediu que ele avaliasse a autenticidade da coroa de ouro, sem danificá-la. Arquimedes foi para casa e enquanto pensava no problema, resolveu tomar um banho de banheira. De repente ao ver a água que transbordava, ele teve uma inspiração e saiu correndo sem roupa pela rua gritando: - Eureka, eureka! (Descobri, descobri!). Para comprovar a sua teoria, Arquimedes pediu à rainha algumas barras de ouro puro e outras de prata pura, colocou a coroa num prato de balança e equilibrou o 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 submersas, derramaram menos água que a coroa e as barras de prata, quando submersas, derramaram mais água, comprovando a fraude.

Assinale a opção **INCORRETA**.

- a) A prata é mais densa que o ouro, logo derrama mais água.
- b) A coroa é menos densa que o ouro, logo derrama mais água.
- c) O ouro é mais denso que a prata, logo derrama menos água.
- d) A coroa é mais densa que a prata, logo derrama menos água.
- e) Se a coroa fosse de ouro puro derramaria a mesma quantidade de água que as barras de ouro.

**Questão 10:** 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 a seguir.

- 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 11:** O lítio é o vigésimo quinto elemento de maior abundância e o metal mais leve encontrado na crosta terrestre, sendo 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. As maiores reservas mundiais de lítio se encontram no Chile, Bolívia e Argentina, no chamado triângulo do lítio, que concentra 75 % das reservas mundiais. 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, como cloreto 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 12:** 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 (*Hist. cienc. Saúde-Manguinhos* 29 (3), 2022). Na mineração do ouro, o mercúrio é utilizado na separação de partículas finas de ouro através da amalgamação e posterior separação gravimétrica. O amálgama

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 13:** Cloro, enxofre e fósforo são elementos essenciais nos ciclos biogeoquímicos marinhos. Entre esses elementos do terceiro período, e com base nas propriedades periódicas, assinale a alternativa que apresenta corretamente o elemento de maior afinidade eletrônica e por qual motivo.

- a) Cl, pois está mais à direita na tabela periódica e tem maior tendência de ganhar elétrons.
- b) P, pois está, na tabela periódica, mais à esquerda no período.
- c) S, pois tem raio atômico intermediário entre Cl e P.
- d) Todos têm a mesma afinidade, pois são não metais.
- e) P, pois tem maior número de camadas eletrônicas.

**Questão 14:** O principal vulcão ativo na Espanha é o Cumbre Vieja, localizado na ilha de La Palma, nas Ilhas Canárias. A sua última erupção começou em setembro de 2021 e durou mais de 85 dias, cobrindo grandes áreas com lava e liberando para a atmosfera grandes quantidades de cinzas e gases como  $\text{SO}_2$ ,  $\text{SO}_3$ ,  $\text{HCl}$  e  $\text{CO}_2$ , o que reduziu a temperatura do planeta em  $0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$  durante 9 meses. Sobre os efeitos climáticos e ambientais causados por esta explosão, é **INCORRETO** afirmar que

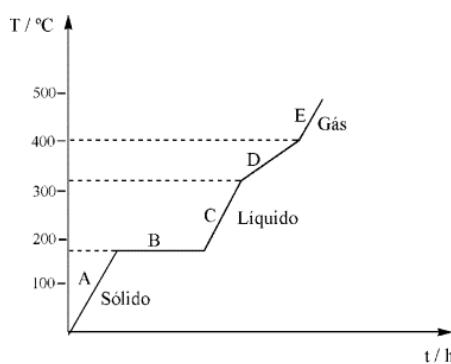
- a) a liberação de aerossóis de sulfato intensificou o efeito estufa ao aprisionar a radiação infravermelha, elevando a temperatura média global por vários anos após a erupção.
- b) a dispersão das partículas de cinzas e de ácido sulfúrico na estratosfera dificultou o aquecimento da superfície terrestre, pois parte da radiação solar foi refletida e parte espalhada em diferentes direções.
- c) a presença prolongada de aerossóis na estratosfera reduziu a incidência de radiação solar direta na superfície terrestre, aumentando a difusão da luz e afetando processos como a fotossíntese e a produtividade agrícola em algumas regiões.
- d) além de gerar precipitação ácida, os resíduos da erupção do vulcão também liberaram compostos de cloro na estratosfera, potencializando a destruição do ozônio em regiões tropicais e subtropicais, o que agravou o risco de exposição à radiação UV.
- e) embora o solo resultante da erupção do vulcão seja altamente fértil, devido ao depósito de minerais como ferro, magnésio e potássio, a rápida liberação de ácidos minerais no solo pode

resultar em uma alteração temporária de seu pH, afetando negativamente a biodiversidade local, até que o equilíbrio seja restabelecido.

**Questão 15:** Há 112 anos, o físico dinamarquês Niels Bohr publicava um dos mais importantes trabalhos da física do século 20, *On the Constitution of Atoms and Molecules*. 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 *quantum* 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 *quantum*.

**Questão 16:** 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 17:** 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 18:** A reação do ácido fosfórico ( $\text{H}_3\text{PO}_4$ ) com hidróxido de sódio ( $\text{NaOH}$ ) tem como produto fosfato de sódio ( $\text{Na}_3\text{PO}_4$ ) e água. Considerando que para essa reação foram usados  $3 \times 10^{23}$  moléculas de ácidos fosfórico, qual a massa (em gramas) do fosfato de sódio obtido?

- a) 82,0 g
- b) 92,0 g
- c) 72,0 g
- d) 62,0 g
- e) 50,0 g

**Questão 19:** 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 20:** A queima de biomassa florestal, popularmente conhecida como "queimada", é uma prática recorrente e antiga no país e se caracteriza como um dos principais contribuintes mundiais para a emissão de gases de efeito estufa. De acordo com estudos, cerca de 80 % da queima de biomassa ocorre nos trópicos e influencia química e fisicamente a atmosfera, produzindo espécies químicas que mudam significativamente o pH da água da chuva, afetando o balanço térmico pela interferência na quantidade de radiação solar refletida para o espaço (*Ciênc. saúde coletiva* 17 (6), 2012). Nas grandes queimadas, cerca de 50 % desta biomassa (7.500 toneladas) é transformada em vários gases, sendo os principais gases liberados CO<sub>2</sub>; CO; CH<sub>4</sub>; NO; NO<sub>2</sub> e SO<sub>2</sub>. Os gases liberados nas queimadas que podem contribuir para o efeito estufa são somente

a) CO<sub>2</sub> e CH<sub>4</sub>.

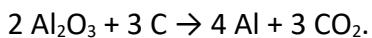
b) CO, NO e NO<sub>2</sub>.

c) SO<sub>2</sub> e NO.

d) CO<sub>2</sub> e NO<sub>2</sub>.

e) NO, NO<sub>2</sub> e SO<sub>2</sub>.

**Questão 21:** O alumínio pode ser considerado um elemento bastante "popular" pois está presente em quase todas as esferas da atividade humana, sendo a bauxita o minério de grande importância industrial para obtenção do alumínio metálico e de muitos compostos de alumínio (*Quím. Nova* 25 (3) 2002). A bauxita é uma mistura de óxido de alumínio (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), sílica (SiO<sub>2</sub>), óxidos de ferro (FeO, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>) e dióxido de titânio (TiO<sub>2</sub>), sendo necessários diversos processos físicos e químicos de separação de misturas para a obtenção do alumínio. Inicialmente, o minério é macerado e misturado a uma solução de soda cáustica a quente, que dissolve o Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> e, ao reagir, forma [Al(OH)<sub>4</sub>]<sup>-</sup>. Em seguida, o tanque é deixado em repouso e as impurezas vão para o fundo. O líquido é filtrado para eliminar partículas finas e mais soda cáustica é adicionada, precipitando hidróxido de alumínio, Al(OH)<sub>3</sub>. Esse hidróxido é calcinado, gerando alumina pura (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), que em seguida é submetida a eletrólise para separar o alumínio puro, de acordo com a equação:



Na ordem, quais processos de separação de mistura foram observados?

- a) Extração com solvente ativo, decantação, filtração, precipitação fracionada.
- b) Maceração, dissolução fracionada, filtração.
- c) Dissolução fracionada, decantação, filtração, precipitação fracionada.
- d) Dissolução fracionada, decantação, filtração.
- e) Extração com solvente ativo, precipitação fracionada, filtração.

**Questão 22:** Joseph John Thomson teve uma rica carreira acadêmica, com grandes contribuições para a química. Nascido no ano de 1856, em Cheetham, uma pequena cidade próxima a Manchester, na Inglaterra, iniciou seus estudos precocemente, ao ingressar no Owens College em 1870, quando tinha apenas 14 anos. No Owens College, teve uma formação em física e matemática, mas também foi lá que teve o seu primeiro contato com ideias importantes para a química, graças a dois de seus professores, Henry Roscoe (1833-1915) e Balfour Stewart (1828-1887). O início de sua carreira é marcado por trabalhos relacionados ao eletromagnetismo, mas seu contato com a química durante a adolescência o deixou fascinado por questões relacionadas ao átomo. Logo passou a se dedicar a desenvolver um modelo de átomo que pudesse explicar tais questões (*Ciênc. Educ, 30, 2024*).

Sobre a teoria atômica de Thompson, qual das seguintes afirmativas é correta?

- a) Thompson demonstrou experimentalmente a existência do elétron.
- b) Thompson afirmou que átomos são compostos de prótons, nêutrons e elétrons.
- c) Toda a teoria de Thompson ainda é considerada válida atualmente.
- d) Thompson afirmou que os elementos são compostos por partículas minúsculas indivisíveis chamadas átomos.
- e) Para Thompson as órbitas dos elétrons são quantizadas.

**Questão 23:** 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 a 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 isoeletônica, à medida que a carga nuclear diminui, o tamanho do íon ou átomo também diminui.

Das afirmações de I a IV, 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 24:** 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  $1,0 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ , 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 25:** A pesquisadora Ana Cristina Oliveira da USP - Centro de Energia Nuclear na Agricultura em Piracicaba, realizou estudos com isótopos de carbono para a determinação da composição e o controle e inspeção de café e vinho, de diferentes marcas e procedências, comercializados no Brasil. A metodologia isotópica é especialmente útil quando a composição de bebidas se baseia em misturas de compostos produzidos a partir de plantas do tipo C3 e C4, que diferem no mecanismo de fotossíntese: as plantas C3 formam um composto de 3 carbonos no início da fixação do  $\text{CO}_2$ , enquanto as C4 produzem um composto de 4 carbonos. Estas plantas apresentam uma grande diferença entre as composições isotópicas.

O elemento químico carbono apresenta três isótopos naturais:  $^{12}\text{C}$ ,  $^{13}\text{C}$  e  $^{14}\text{C}$ .

Assinale a afirmativa correta a respeito desses isótopos.

- a) O isótopo  $^{14}\text{C}$  tem 6 prótons, 8 nêutrons e seu átomo neutro tem 6 elétrons.
- b) O isótopo  $^{12}\text{C}$  tem 6 prótons, 6 nêutrons e seu átomo neutro tem 12 elétrons.
- c) O isótopo  $^{13}\text{C}$  tem 6 prótons, 7 nêutrons e seu átomo neutro tem 7 elétrons.
- d) O isótopo  $^{13}\text{C}$  tem 7 prótons, 6 nêutrons e seu átomo neutro tem 6 elétrons.
- e) O isótopo  $^{14}\text{C}$  tem 8 prótons, 6 nêutrons e seu átomo neutro tem 8 elétrons.