



## GABARITO QUIMENINAS 1º 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 hidrometálgicos 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.

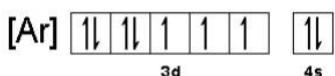
**Questão 4:** A pesquisadora Janaina Lima Borges, Mestre em Engenharia de Materiais pela Escola de Engenharia de São Carlos da USP, tem se destacado nos últimos dez anos por seus estudos envolvendo o óxido de tungstênio ( $WO_3$ ). Em sua dissertação de 2021, intitulada “Síntese de nanoestruturas de  $WO_3$ : 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 5:** 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:



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 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 a seguir.

- a) O gás carbônico é reduzido a etanol ( $C_2H_6O$ ) 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  $CO_2$  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 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 8:** 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.

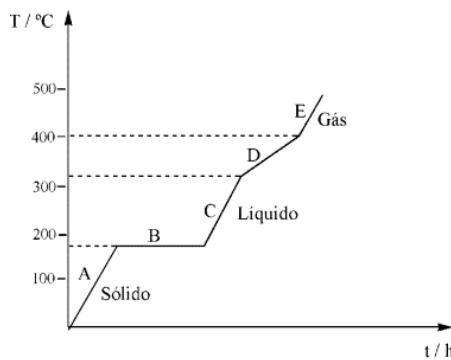
**Questão 9:** A longa trajetória da mineração no Brasil, desde os tempos coloniais, foi marcada, nos séculos XVII e XVIII, pela exploração de ouro e diamante, que correspondeu a cerca de 50 % de toda a produção mundial e foi responsável pela promoção da riqueza da coroa portuguesa (*Hist. cienc. Saúde-Manguinhos* 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 10:** 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 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 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 isoeletrônica, 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 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  $1,0 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ , 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 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.

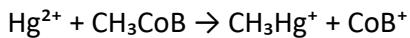
- a) Na geometria do  $\text{InCl}_5^{2-}$  não existem ângulos de  $90^\circ$  entre as ligações.
- b) Na geometria do  $\text{InCl}_5^{2-}$  existem cinco átomos coplanares (no mesmo plano).
- c) Há um par de elétrons isolado no átomo central do arranjo eletrônico do ânion  $\text{InCl}_5^{2-}$ .
- 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:** A Dra. Eliana Paula Fernandes Brasil é professora da Escola de Agronomia da Universidade Federal de Goiás. Seus estudos investigam a disponibilidade, mobilidade e eficiência agronômica do potássio e, além disso, focam na busca por fontes nacionais de potássio para fertilizantes. O potássio é essencial na agricultura para regular o equilíbrio hídrico das plantas, fortalecer talos, melhorar a floração e aumentar rendimento e qualidade de grãos e frutos. Este elemento tem número atômico  $Z = 19$  e participa de processos bioquímicos essenciais. Dentre os conjuntos de número quânticos abaixo, qual é possível para o elétron mais energético do potássio?

- a)  $n=4, \ell=0, m\ell=0, ms=+1/2$
- b)  $n=3, \ell=2, m\ell=1, ms=-1/2$
- c)  $n=4, \ell=1, m\ell=0, ms=+1/2$
- d)  $n=3, \ell=1, m\ell=-1, ms=-1/2$

e)  $n=4$ ,  $\ell=2$ ,  $m\ell=0$ ,  $ms=+1/2$

**Questão 18:** Nos sedimentos de rios poluídos, o mercúrio inorgânico ( $Hg^{2+}$ ) é biometilado por bactérias anaeróbias, numa reação que envolve a metilcobalamina (vitamina B12), formando  $CH_3Hg^+$ , 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 19:** O diagrama de fases da água apresenta características únicas que permitem compreender o comportamento das diferentes fases em condições variadas de temperatura e pressão. Considerando as propriedades termodinâmicas específicas da água, analise as afirmações a seguir.

- I - No ponto triplo, as três fases coexistem em equilíbrio termodinâmico.
- II - O ponto crítico representa as condições em que as propriedades intensivas das fases líquida e gasosa convergem, resultando em um fluido supercrítico homogêneo.
- III - A curva de fusão da água apresenta inclinação negativa, devido à menor densidade do gelo em relação à água líquida.
- IV - Acima da temperatura crítica, é impossível liquefazer a substância por compressão isotérmica, independentemente da pressão aplicada.
- V - O comportamento anômalo da água permite que, em certas condições, a compressão isotérmica transforme vapor em gelo e posteriormente em água líquida.

Estão corretas

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

**Questão 20:** O uso de bioplásticos derivados de polissacarídeos marinhos, como alginato de algas, apresenta várias vantagens ambientais em relação aos polímeros petroquímicos. Esses bioplásticos são degradados em ambiente marinho por hidrolases microbianas específicas, que clivam suas ligações glicosídicas, reduzindo a persistência de fragmentos microparticulados. Assim, liberam produtos de degradação assimiláveis na cadeia trófica aquática, minimizando o acúmulo de microplásticos, e têm pegada de carbono menor, pois seu carbono de origem biológica faz parte do ciclo natural de carbono, em contraste com o carbono fóssil dos plásticos convencionais.

Com base nesse cenário, qual das seguintes afirmações descreve corretamente a principal vantagem ambiental dos bioplásticos de algas em comparação aos plásticos petroquímicos?

- a) Reduzem o acúmulo de microplásticos em ecossistemas marinhos, ao serem totalmente degradados por enzimas microbianas, evitando a formação de fragmentos persistentes.
- b) Têm maior resistência química à água do mar, prolongando sua vida útil e diminuindo a necessidade de substituição frequente.
- c) Apresentam densidade elevada, que promove sua sedimentação imediata, evitando dispersão pela coluna de água.
- d) Não interagem com sais dissolvidos no oceano, mantendo sua integridade estrutural e evitando liberações de íons.
- e) São produzidos sem consumo de energia, tornando seu processo de fabricação completamente neutro em carbono.

**Questão 21:** O número de Bohr magnetônico ( $\mu_{\text{eff}}$ ) quantifica o momento magnético efetivo de um átomo ou íon em unidades do magneton de Bohr ( $\mu_B$ ). É calculado por:  $\mu_{\text{eff}} = \sqrt{n(n+2)} \mu_B$ , onde  $n$  é o número de elétrons desemparelhados na espécie. Em um campo magnético, espécies paramagnéticas (com  $\mu_{\text{eff}} > 0$ ) são atraídas pelo campo, enquanto espécies diamagnéticas (com  $\mu_{\text{eff}} \approx 0$ ) são levemente repelidas. No caso de metais ferromagnéticos, como o ferro metálico, os momentos magnéticos atômicos se alinham espontaneamente em grandes regiões (domínios), resultando em magnetização mesmo sem aplicação externa de campo.

Calcule o número de Bohr magnetônico do íon ferroso ( $\text{Fe}^{2+}$ ), no estado em que ele obedeça a regra de Hund, e assinale a alternativa correta.

- a)  $4,90 \mu_B$
- b)  $5,92 \mu_B$
- c)  $3,87 \mu_B$
- d)  $2,83 \mu_B$
- e)  $6,93 \mu_B$

**Questão 22:** O fósforo apresenta diversos alótropos com propriedades distintas decorrentes de suas diferentes organizações estruturais. O fósforo branco ( $\text{P}_4$ ) 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  $30^\circ\text{C}$ . Este alótropo exibe aparência cerosa translúcida, fosforescência no escuro, densidade de aproximadamente  $1,82 \text{ g cm}^{-3}$  e ponto de fusão de  $44,1^\circ\text{C}$ . Em contraste, o fósforo vermelho ( $\text{P}_n$ ) apresenta estrutura polimérica em cadeia formada pela ligação de unidades  $\text{P}_4$ , 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  $597^\circ\text{C}$ ) 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 23:** Indústrias costeiras buscam substituir solventes sintéticos por alternativas verdes, como óleos essenciais de algas, que são menos tóxicos e mais biodegradáveis, alinhando-se aos princípios da Química Verde. Uma indústria substituiu um solvente com rendimento de 60 % no processo por um solvente verde com rendimento de 90 % no mesmo processo. Se antes eram usados 150 kg do solvente antigo para produzir 90 kg de produto, quantos kg do solvente verde são necessários para produzir a mesma quantidade deste produto?

- a) 100 kg
- b) 60 kg
- c) 90 kg
- d) 120 kg
- e) 150 kg

**Questão 24:** 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 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 °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 25:** 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