

QUIMENINAS – 2026 – MODALIDADE A

QUESTÃO 1 – OBJETIVA

A professora Érika Valente de Medeiros da Universidade Federal do Agreste de Pernambuco (UFAPE), desenvolve projetos na área de Microbiologia e Bioquímica do Solo, com ênfase em ecologia microbiana, desertificação, biotecnologia e agricultura sustentável no semiárido brasileiro. Em uma análise típica de um solo da Caatinga, a equipe da pesquisadora coletou uma amostra de solo arenoso. No laboratório, adicionou-se à amostra um volume conhecido de água destilada, e a mistura foi agitada durante determinado intervalo de tempo. Após o repouso, observou-se a sedimentação das partículas mais densas. O sobrenadante foi, então, submetido à filtração por membrana de porosidade adequada, obtendo-se um filtrado sem material particulado detectável.

Para verificar se, nas condições do experimento, componentes do solo haviam sido solubilizados pela água, analisaram-se o filtrado e uma amostra da água destilada utilizada, esta última empregada como branco experimental. Assinale a alternativa que descreve o procedimento mais adequado para evidenciar a presença de material dissolvido não volátil proveniente do solo.

A) Transferir volumes iguais do filtrado e da água destilada para cápsulas previamente secas e pesadas, evaporar os líquidos, secar os resíduos até massa constante e comparar as massas obtidas.

B) Incidir feixes de laser de mesma potência no filtrado e na água destilada, mantidos em recipientes idênticos, e comparar a intensidade da luz dispersa lateralmente.

C) Equilibrar o filtrado e a água destilada à mesma temperatura, determinar suas densidades com o mesmo picnômetro calibrado ou densímetro e comparar os valores obtidos.

D) Medir separadamente as temperaturas do filtrado e da água destilada com um termômetro de resolução de 0,1 °C e comparar as leituras registradas.

E) Determinar a cor aparente e a turbidez do filtrado e da água destilada, utilizando, respectivamente, um colorímetro e um turbidímetro devidamente calibrados.

QUESTÃO 2 – OBJETIVA

No laboratório de Química, a pesquisadora Ingrid Távora Weber da Universidade de Brasília, renomada por seus estudos na área de ciência de materiais, colocou dois sistemas bem diferentes diante da turma: a prata metálica e o cloreto de sódio fundido. Em seguida, fez uma provocação: “Quando a prata metálica é aquecida, sua condutividade elétrica diminui; já a condutividade elétrica do cloreto de sódio fundido aumenta com o aumento da temperatura.” Ao ver a expressão de dúvida dos estudantes, ela lançou o desafio: “Por que isso acontece?”. Acertou quem respondeu:

A) O calor específico do cloreto de sódio fundido é maior que o da prata metálica, por isso, o sal absorve mais energia térmica e passa a conduzir corrente elétrica com maior facilidade, enquanto a prata perde sua capacidade de condução ao ser aquecida.

B) O aumento da temperatura faz com que elétrons livres, na prata, e íons, no cloreto de sódio fundido, se movimentem mais rapidamente; consequentemente, a condutividade elétrica aumenta nos dois sistemas devido ao aumento da velocidade média das partículas carregadas.

C) Na prata, o aumento das vibrações da rede cristalina faz com que os elétrons de condução sofram mais colisões, reduzindo sua mobilidade. No NaCl fundido, o aumento da temperatura favorece o deslocamento dos íons, elevando a condutividade elétrica.

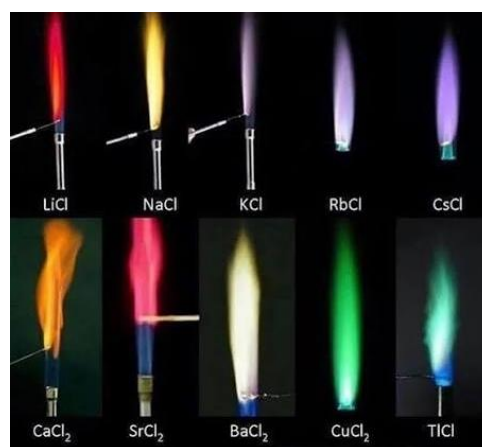
D) Como as partículas responsáveis pela condução elétrica na prata possuem densidade menor que os íons presentes no cloreto de sódio fundido, elas sofrem maior influência do aquecimento, o que explica a redução da condutividade elétrica do metal.

E) Quando o cloreto de sódio fundido é aquecido, o calor promove a formação de novos elétrons livres a partir dos íons presentes no líquido; esses elétrons passam a se movimentar pelo sal e se tornam os responsáveis pelo aumento da condutividade elétrica.

QUESTÃO 3 – OBJETIVA

A pesquisadora Beate Saegesser Santos, do Departamento de Ciências Farmacêuticas da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), coordena desde 2023 o projeto **Meninas Nanotech**, voltado para incentivar meninas de escolas públicas a seguir carreiras científicas. Em uma das oficinas sobre estrutura atômica e espectroscopia, a pesquisadora apresentou às alunas o teste da chama utilizando dez sais inorgânicos e associou as cores diferentes à introdução de diferentes sais. Durante a explicação, ela destacou que a chama atua como fonte de energia térmica e que as espécies emissoras formadas nela, sofrem transições eletrônicas quantizadas para níveis de diferentes energias. Como consequência há emissão da radiação eletromagnética na região do visível com cores características. A figura do experimento e a tabela a seguir apresentam as cores emitidas e os comprimentos de onda de três dos dez sais analisados pelas alunas durante a atividade (LiCl, NaCl e CuCl₂):

Cátion Metálico	Cor Observada na Chama	Comprimento de Onda
Li ⁺	Vermelho	670 nm
Na ⁺	Amarelo	589 nm
Cu ²⁺	Verde-azulada	510 nm



Dado: $E = hc/\lambda$, onde E é a energia do fóton, h é a constante de Planck ($6,626 \times 10^{-34}$ J.s), c é a velocidade da luz no vácuo (3×10^8 m/s) e λ é o comprimento de onda. Com base nas teorias atômicas modernas e nas equações da mecânica quântica que regem a interação entre matéria e radiação, assinale a alternativa correta:

A) O salto quântico de absorção térmica de um elétron ocorre com a liberação simultânea de um fóton, sendo a energia do fóton emitido pela amostra com Li⁺ superior à energia do fóton emitido pela amostra com Cu²⁺, visto que $\lambda_{\text{Li}} > \lambda_{\text{Cu}}$

B) As cores observadas nos testes dos dez sais representam um espectro contínuo de radiação de corpo negro, uma vez que a chama atua aquecendo os cristais dos sais até a incandescência, tornando o fenômeno independente da variação do raio atômico ou do número de prótons de cada metal.

C) A transição eletrônica que gera a luz verde-azulada na amostra com Cu²⁺ envolve uma diferença de energia maior do que a transição que gera a luz amarela a partir da amostra com Na⁺, o que implica na emissão de um fóton de maior frequência e menor comprimento de onda.

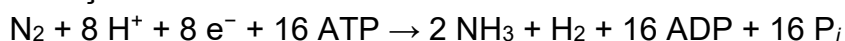
D) O amostra com o cátion Na^+ emite fótons de cor amarela porque seus elétrons das camadas internas são promovidos para a camada de valência. Por estar no 3º período da tabela periódica, a energia dessa transição é invariável em relação ao arranjo de subníveis eletrônicos.

E) Ao substituir o ânion Cl^- nos dez sais experimentados por SO_4^{2-} o comprimento de onda da radiação visível emitida por cada metal sofrerá um desvio significativo para o infravermelho, pois a maior massa molar do sulfato absorve a energia cinética dos elétrons.

QUESTÃO 4 – OBJETIVA

Johanna Döbereiner (1924–2000), nascida em Aussig, na então Tchecoslováquia, e naturalizada brasileira, dedicou sua carreira à microbiologia do solo e à fixação biológica de nitrogênio. Seus estudos sobre bactérias fixadoras de nitrogênio contribuíram para o desenvolvimento de tecnologias que permitem à soja obter grande parte de sua demanda de nitrogênio por meio da associação com bactérias do gênero *Bradyrhizobium*. Essa tecnologia reduziu a necessidade de fertilizantes nitrogenados minerais e teve papel decisivo na expansão sustentável da soja brasileira.

Na fixação biológica, a nitrogenase presente nas bactérias catalisa, de maneira simplificada, a reação:



Considere uma lavoura com produtividade de 3,5 toneladas de grãos de soja por hectare. Para produzir uma tonelada de grãos, a cultura necessita de aproximadamente 80 kg de nitrogênio. Admita que 80% dessa demanda seja suprida pela fixação biológica de N_2 (FBN). Dados: massas molares, $\text{N}_2 = 28 \text{ g mol}^{-1}$; $\text{NH}_3 = 17 \text{ g mol}^{-1}$.

Diante do exposto, analise as afirmativas, julgando-as em V (VERDADEIRA) ou F (FALSA):

- I. A demanda total de nitrogênio da lavoura é de 280 kg por hectare.
- II. A fixação biológica fornece 224 kg de nitrogênio por hectare.
- III. A massa de nitrogênio fornecida pela FBN corresponde a 8,0 kmol de N_2 .
- IV. A redução dessa quantidade de N_2 pode produzir, estequiometricamente, 272 kg de NH_3 .
- V. A fixação de 8,0 kmol de N_2 requer, segundo a equação apresentada, a hidrólise mínima de 16 kmol de ATP.

Assinale a alternativa que apresenta a sequência correta.

A) V; V; V; V; F

B) V; V; F; V; F

C) V; F; V; F; V

D) F; V; V; V; F

E) V; V; V; F; V

QUESTÃO 5 – OBJETIVA

A pesquisadora Maria Elisabeth Lopes Moreira, Professora do Programa de Pós-Graduação em Saúde da Criança e da Mulher do Instituto Fernandes Figueira publicou um trabalho que avalia a eficácia terapêutica de um sistema de fototerapia microprocessada que utiliza diodos emissores de luz (super LED) de alta intensidade no tratamento da hiperbilirrubinemia em recém-nascidos prematuros. A utilização de LED em aparelhos de fototerapia teve início na década de 1990. Esses aparelhos, alguns já disponíveis no mercado internacional, são compostos de 100 a 300 LEDs que utilizam o nitreto de gálio como elemento semicondutor. Essa classe de materiais revolucionou o mercado ao permitir a criação de LEDs azuis de alta eficiência e rendeu o Prêmio Nobel de Física, além de ser a base de carregadores rápidos modernos e potentes. Considerando que N_A representa a constante de Avogadro, um mol de íons nitreto ${}^{14}_7\text{N}^{3-}$ contém:



A) $10N_A$ elétrons.

B) $4N_A$ prótons.

C) $7N_A$ elétrons.

D) $14N_A$ nêutrons.

E) $4N_A$ elétrons.

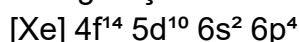
QUESTÃO 6 – OBJETIVA

As pesquisadoras Beatriz Fernanda da Silva, Karol Buttchewits, Patrícia Brondani e Keysy Solange Nogueira, da Universidade Federal de Santa Catarina, são autoras do trabalho que apresenta o desenvolvimento e a validação do jogo educativo *Quest: Mulheres cientistas e os elementos químicos*. O jogo busca dar visibilidade às contribuições de Harriet Brooks, Clarice Phelps, Ida Noddack, Lise Meitner, Darleane Hoffman, Júlia Lermontova, Marguerite Perey, Dawn Shaughnessy e Marie Curie para a identificação, a produção, a caracterização ou a organização de elementos químicos na Tabela Periódica. Além da dimensão histórica, as cartas do jogo exploram: configurações eletrônicas, propriedades periódicas, radioatividade e classificação dos elementos.



Durante uma rodada adaptada do jogo, cinco cartas associaram cientistas a elementos relacionados às suas trajetórias. Os elementos foram representados genericamente pelas letras **A**, **B**, **C**, **D** e **E**.

Elemento A — Marie Curie: um dos elementos descobertos por Marie e Pierre Curie. Sua configuração eletrônica no estado fundamental é:



Elemento B — Ida Noddack: elemento cuja descoberta contou com a participação de Ida Noddack. Seu cátion B^{3+} possui 72 elétrons.

Elemento C — Dawn Shaughnessy: elemento superpesado cuja identificação contou com a participação da equipe liderada por Dawn Shaughnessy. Sua configuração eletrônica prevista é: $[\text{Rn}] 5f^{14} 6d^{10} 7s^2 7p^4$

Elemento D — Marguerite Perey: elemento identificado como produto da emissão de uma partícula alfa (núcleo de um átomo de hélio) pelo actínio-227, de número atômico 89.

Elemento E — Lise Meitner: elemento cuja identificação contou com a participação de Lise Meitner. Sua configuração eletrônica no estado fundamental é: $[\text{Rn}] 5f^2 6d^1 7s^2$

Com base nas pistas e na organização da Tabela Periódica, julgue as afirmativas em V (VERDADEIRA) ou F (FALSA):

- I. Os elementos A e C apresentam configurações de valência do tipo ns^2np^4 e ocupam o grupo 16 da Tabela Periódica.
- II. O elemento B possui número atômico 75 e pertence ao bloco d do sexto período.
- III. Os íons D^+ e A^{2-} são isoeletrônicos entre si e com o radônio.

IV. O elemento E é um actínídeo do sétimo período, enquanto D é um metal alcalino desse mesmo período.

V. A ordem decrescente dos números atômicos dos elementos é $C > E > D > A > B$.

Assinale a alternativa que apresenta a sequência correta.

A) V; V; V; V; V

B) V; V; F; V; V

C) V; F; V; F; V

D) F; V; V; V; F

E) V; V; V; F; F

QUESTÃO 7 – OBJETIVA

A professora de química Raquel Berco Machado, coordenadora da olimpíada Quimeninas, iniciou uma aula sobre oxidação-redução debatendo o forte efeito da maresia nas praias cariocas, onde a névoa fina, úmida e salgada acelera a oxidação e a corrosão de portas, carros e estruturas metálicas. Em seguida, para testar a aplicação prática desses conceitos no laboratório, ela apresentou para as alunas a seguinte sequência, referente à posição de alguns metais na série eletroquímica, dispostos em ordem decrescente de tendência a oxidar: $\text{Mg} > \text{Al} > \text{Zn} > \text{Cu} > \text{Ag}$.

Durante a aula prática, uma aluna acidentalmente usou uma haste de cobre metálico para agitar uma solução aquosa de nitrato de alumínio. No entanto, lembrando da aula sobre a maresia carioca, a aluna temeu que ocorresse alguma reação na solução, então ela retirou a haste da solução e observou que:



- A) A haste de cobre sofreu corrosão gerando uma solução de $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$.
- B) Houve uma rápida deposição de alumínio metálico sobre a superfície do cobre.
- C) Nenhuma reação ocorreu entre o cobre metálico e os íons de alumínio.
- D) A haste começou a sofrer corrosão, liberando bolhas de gás na solução.
- E) Uma liga de Cu e Al foi formada e a solução ficou azul.

QUESTÃO 8 – OBJETIVA

A pesquisadora Patrícia Bilotta, atualmente vinculada ao Centro Universitário Augusto Motta, desenvolve estudos sobre tratamento de efluentes, desinfecção e reúso de água na agricultura. Em uma de suas pesquisas, foi avaliado o uso sequencial de ajuste alcalino de pH e radiação ultravioleta (UV) para melhorar a qualidade sanitária de efluente secundário proveniente do tratamento de dejetos de suínos, visando seu reúso agrícola não potável.

No experimento, amostras do efluente foram submetidas ao ajuste de pH para 7,5, 9,0 ou 10,0 e mantidas em repouso por 30 ou 60 minutos. Em seguida, parte das amostras foi exposta à radiação UV durante 60 s. A eficiência da desinfecção foi avaliada pela redução das populações de coliformes totais, *Escherichia coli* e *Salmonella*.

A condição de maior eficiência foi observada em pH 10, com 60 min de sedimentação e 60 s de exposição à radiação UV. Nessa condição, foram obtidas reduções significativas para coliformes totais, *E. coli* e *Salmonella*.

Com base no procedimento experimental e nos princípios envolvidos, assinale a alternativa que explica corretamente por que o tratamento alcalino prévio contribuiu para aumentar a eficiência da desinfecção por radiação UV.

A) O aumento do pH transforma toda a matéria orgânica dissolvida em gases, tornando desnecessária a etapa de exposição à radiação UV.

B) A alcalinização provoca a evaporação da água do efluente e concentra a radiação UV em menor volume, aumentando obrigatoriamente sua energia.

C) O ajuste do pH favorece a sedimentação de sólidos suspensos; com menor interferência desses sólidos na passagem da luz, a radiação UV atinge mais eficientemente os microrganismos presentes no efluente.

D) A radiação UV promove a neutralização completa do pH da amostra e precipita todos os íons dissolvidos, formando água pura.

E) O tratamento alcalino converte diretamente coliformes e *Salmonella* em sais insolúveis, que são removidos pela radiação UV.

QUESTÃO 9 – OBJETIVA

As professoras Tânia Denise Miskinis Salgado, da UFRGS e Maria José de Filgueiras Gomes da UFRPE, realizaram uma atividade prática com seus alunos na disciplina de Química Geral para demonstrar os princípios da estrutura atômica. No experimento, diferentes sais metálicos foram submetidos à chama de um bico de Bunsen, resultando na emissão de luz com cores características para cada elemento. Por exemplo, os sais contendo os metais Na e Li apresentaram, na chama, as cores amarelo e vermelho.



Assinale a resposta que corresponde a configuração eletrônica na camada mais externa desses metais que pertencem ao mesmo grupo da Tabela Periódica e apresentam propriedades químicas semelhantes.

A) $(n-1)s^2p^6$; ns^2p^1

B) ns^1 ; $(n-1)s^1$

C) $(n-1)s^2p^6$; ns^1

D) $ns^2p^6d^1$; ns^2p^1

E) $(n-1)s^2p^6d^{10}$; ns^2p^1

QUESTÃO 10 – OBJETIVA

A professora de Química e coordenadora da Olimpíada Quiméninas, Valdenia Lima Gomes da Cruz, organizou em uma escola do Piauí, uma atividade teórica sobre segurança química. Durante a atividade, as estudantes analisaram o chamado *triângulo do fogo*, constituído por combustível, comburente e energia térmica suficiente para iniciar e manter a combustão, bem como diferentes estratégias de controle de incêndios.

A manutenção da maioria das combustões requer a presença simultânea desses três componentes. Por isso, o controle de um incêndio pode ocorrer por resfriamento, isolamento do combustível ou limitação do contato com o comburente. A escolha do agente extintor deve considerar a natureza do material em combustão, pois uma substância adequada para determinado tipo de incêndio pode ser ineficaz ou perigosa em outro.

Em incêndios envolvendo óleos e gorduras de cocção, podem ser empregados extintores de **classe K**, que liberam uma névoa de solução aquosa contendo sais alcalinos de potássio, como acetato, citrato ou carbonato de potássio. Em contato com o óleo aquecido, o agente forma uma camada de aspecto saponáceo sobre sua superfície. Essa camada dificulta o contato do combustível com o oxigênio e a liberação de vapores inflamáveis, enquanto a fase aquosa contribui para o resfriamento do óleo.



Com base no texto e nos conceitos químicos envolvidos, assinale a alternativa **INCORRETA**.

A) Um jato de água não deve ser aplicado diretamente sobre gasolina em chamas, pois esse combustível é menos denso e praticamente imiscível em água, podendo permanecer sobre ela e ser espalhado durante a aplicação.

B) Em qualquer tipo de incêndio, a água atua principalmente pela remoção do oxigênio, porque dissolve o dióxido de carbono produzido na combustão e, dessa forma, interrompe imediatamente o contato do combustível com o comburente.

C) Nos extintores de classe K, o agente alcalino reage com componentes do óleo aquecido e produz uma camada de aspecto saponáceo, que dificulta a liberação de vapores inflamáveis e contribui para impedir a reigitação.

D) A camada formada na superfície do óleo contribui para o abafamento porque dificulta o contato entre o combustível e o oxigênio presente no ar.

E) A fase aquosa do agente extintor absorve energia do óleo aquecido, contribuindo para reduzir sua temperatura e afastá-la da condição necessária à manutenção ou à retomada da combustão.

QUESTÃO 11 – OBJETIVA

Durante a Segunda Guerra Mundial, a física sino-americana Chien-Shiung Wu trabalhou no Projeto Manhattan, na Universidade de Columbia, desenvolvendo o processo de separação dos isótopos de urânio por difusão gasosa. O urânio natural é encontrado como uma mistura dos isótopos U-235 (cerca de 0,7%) e U-238 (cerca de 99,3%). Para separá-los, o urânio é convertido em hexafluoreto de urânio (UF_6), substância que sublima facilmente, e o gás resultante é forçado através de barreiras porosas, permitindo o enriquecimento gradual do U-235. Anos mais tarde, em 1957, o Prêmio Nobel de Física foi concedido a dois pesquisadores pela teoria da violação da paridade, teoria cuja confirmação experimental havia sido realizada por Wu, que não figurou entre os laureados.



Nesse contexto, assinale a alternativa correta:

- A) O urânio natural é uma mistura pura, pois é constituído por átomos de um único elemento químico.
- B) As diferentes velocidades de difusão gasosa permitem a separação, uma vez que os isótopos possuem diferentes massas.
- C) O hexafluoreto de urânio (UF_6) é uma mistura, pois contém dois elementos químicos diferentes (urânio e flúor).
- D) A sublimação do UF_6 é uma transformação química, que contribui para a separação dos isótopos.
- E) O urânio metálico e o U^{6+} são alótropos do urânio, pois são substâncias diferentes formadas pelo mesmo elemento.

QUESTÃO 12 – OBJETIVA

O banho-maria é uma técnica tradicionalmente atribuída à alquimista Maria, a Judia (Alexandria, séculos I–III d.C.) e cujo nome vem do latim *balneum Mariae*, "banho de Maria". Esse procedimento consiste em aquecer uma substância de forma indireta, mantendo-a imersa em água aquecida. Seu funcionamento se apoia em uma propriedade fundamental das mudanças de estado físico: durante a fusão ou a ebulição, a temperatura permanece constante enquanto a substância troca calor com o ambiente, desde que a pressão não varie.

Mais do que uma curiosidade da alquimia, o banho-maria é um marco na evolução da instrumentação científica, que abriu caminhos para a criação de técnicas mais avançadas. Diante disso, uma técnica de laboratório decidiu investigar uma substância X e mediu as temperaturas de suas mudanças de fase em diferentes pressões, conforme a tabela:

Equilíbrio	Pressão atm)	Temperatura K)	Observação
Sólido $\rightleftharpoons$ Líquido	1,0	150	Ponto de fusão normal
Sólido $\rightleftharpoons$ Líquido	5,0	152	-
Líquido $\rightleftharpoons$ Gás	1,0	280	Ponto de ebulição normal
Líquido $\rightleftharpoons$ Gás	5,0	310	-
Sólido $\rightleftharpoons$ Líquido $\rightleftharpoons$ Gás	0,4	145	Ponto Triplo
-	80,0	550	Ponto Crítico

Com base na análise da tabela, analise as seguintes afirmativas:

I. A fase sólida da Substância X é mais densa que a sua fase líquida, um comportamento análogo ao da maioria das substâncias conhecidas.

II. Em uma pressão de 0,2 atm, a Substância X, ao ser aquecida a partir de 100 K, sofrerá sublimação.

III. Uma amostra da Substância X, inicialmente no estado líquido a 200 K e 3,0 atm, sofrerá apenas uma transição de fase (vaporização) se for submetida a uma expansão isotérmica até 0,5 atm, seguida por um aquecimento isobárico até 300 K.

IV. A uma temperatura de 600 K, é possível liquefazer a Substância X aplicando-se uma pressão superior a 80,0 atm.

Estão corretas apenas as afirmativas:

A) I e IV.

B) II e III.

C) I, II e III.

D) II, III e IV.

E) Todas estão corretas.

QUESTÃO 13 – OBJETIVA

A nanotecnologia investiga e manipula a matéria em escalas nanométricas, nas quais o tamanho, a forma e a composição dos materiais podem modificar suas propriedades. No Brasil, a equipe liderada pela Profa. Dra. Mônica Alonso Cotta, do Instituto de Física Gleb Wataghin da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), desenvolve pesquisas sobre nanomateriais e nanofios semicondutores.

Nanofios são estruturas cristalinas alongadas, com diâmetros tipicamente da ordem de dezenas a centenas de nanômetros, isto é, muito menores que a espessura de um fio de cabelo. Eles podem ser produzidos com semicondutores III–V, como o arseneto de gálio (GaAs), o fosfeto de índio (InP) e ligas de InGaAsP. Técnicas de crescimento controlado permitem ajustar, em escala nanométrica, sua composição, estrutura e interfaces.

Por apresentarem propriedades eletrônicas e ópticas ajustáveis, esses nanomateriais são investigados para aplicações em dispositivos optoeletrônicos, conversão de energia solar e sensores de elevada sensibilidade.

Sobre os elementos e materiais citados, assinale a alternativa correta.

A) O gálio (Ga) e o índio (In) pertencem ao grupo 13 da Tabela Periódica, enquanto o arsênio (As) está localizado no segundo período da tabela.

B) O índio (In) é um metal representativo e o fósforo (P) é um ametal de transição.

C) O raio atômico do índio (In) é menor que o do gálio (Ga), pois o primeiro possui uma maior carga nuclear, o que resulta em uma atração mais forte sobre os elétrons da eletrosfera.

D) A eletronegatividade do gálio (Ga) é maior que a do arsênio (As), pois, por ter menos elétrons de valência, o gálio os segura com mais força para atingir a estabilidade.

E) A primeira energia de ionização do Arsênio (As) é maior que a do Gálio (Ga), pois, ao longo de um mesmo período, a tendência geral é o aumento da energia de ionização com o aumento do número atômico.

QUESTÃO 14 – OBJETIVA

A professora Nilce Viana G. P. Sousa Brasil, coordenadora do Programa Nacional Olimpíadas de Química (PNOQ), estava em seu laboratório de química orgânica quando precisou preparar uma amostra de glicose ($C_6H_{12}O_6$) para uma atividade experimental com seus alunos. Ao pesar 90 g do composto, ela aproveitou a ocasião para demonstrar a relação entre massa, quantidade de matéria (mol) e número de partículas.

Dados: massas atômicas: C = 12 u; H = 1 u; O = 16 u. Constante de Avogadro: $6,0 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$.

Com base nas informações, analise as afirmativas:

- I. Uma amostra de 90 g de glicose apresenta $1,8 \times 10^{24}$ átomos de oxigênio.
- II. Uma amostra de 90 g de glicose contém 0,5 mol de moléculas.
- III. Uma amostra de 90 g de glicose contém $3,0 \times 10^{23}$ moléculas de glicose.
- IV. Uma amostra de 90 g de glicose contém $1,8 \times 10^{24}$ átomos de hidrogênio.

Estão corretas apenas as afirmativas:

A) I e II.

B) II e III.

C) I, II e III.

D) II, III e IV.

E) Todas estão corretas.

QUESTÃO 15 – OBJETIVA

Mabel Purefoy FitzGerald foi uma cientista que, em 1910, estudou a origem do ácido clorídrico presente na mucosa gástrica. Para isso, aperfeiçoou um método químico que permitiu identificar o HCl nas células parietais do estômago.



Considerando esse estudo e as funções inorgânicas, assinale a alternativa correta.

- A) O HCl é uma base, pois libera íons OH^- em água, e reage com NaOH formando um sal.
- B) O HCl é um ácido, pois apresenta cloro e hidrogênio em sua composição, e sua reação com NaOH é chamada de ionização.
- C) O HCl é um hidrácido, e sua reação de neutralização com NaOH forma cloreto de sódio, que é um sal, e água, que é um óxido.
- D) O HCl é uma base, enquanto o NaOH é um óxido; quando reagem, formam sal e água.
- E) O HCl é um oxiácido, mas não pode reagir porque está presente no organismo.

QUESTÃO 16 – OBJETIVA

Em 1866, na comarca de Castro, no Paraná, Quitéria e Felícia, duas mulheres escravizadas, foram acusadas de tentar envenenar seu senhor, Joaquim Teixeira Cardozo Pimentel. Segundo os autos do processo, Quitéria teria colocado uma substância no café servido ao senhor, enquanto Felícia teria sido acusada de adicioná-la a um caldo de galinha. Durante a investigação, foram mencionadas entre os materiais encontrados substâncias que, à época, eram associadas a compostos de arsênio e mercúrio.

O episódio ocorreu em uma sociedade na qual pessoas escravizadas eram submetidas a violência, vigilância e restrição de sua liberdade. A utilização de substâncias tóxicas, nesse contexto, pode ser compreendida pela historiografia como uma das possíveis formas de resistência ao sistema escravista e como um recurso na luta pela liberdade. Entretanto, os autos do processo não permitem afirmar, com segurança, que a substância encontrada tenha sido responsável pela morte do senhor ou sequer que Quitéria e Felícia tenham cometido o crime.

Considere que uma das substâncias suspeitas no processo fosse o trióxido de diarsênio (As_2O_3), composto conhecido historicamente como “arsênico”. Uma amostra hipotética de 20,0 mg de As_2O_3 teria sido encontrada entre os materiais relacionados ao processo.

Dados: $M(\text{As}) = 75 \text{ g mol}^{-1}$, $M(\text{O}) = 16 \text{ g mol}^{-1}$ e $N_A = 6,0 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$.

A alternativa que apresenta corretamente a quantidade de matéria de As_2O_3 e o número aproximado de átomos de arsênio presentes na amostra é:

A) $1,2 \times 10^{-4} \text{ mol}$ e $6,0 \times 10^{19}$ átomos.

B) $1,0 \times 10^{-4} \text{ mol}$ e $1,2 \times 10^{20}$ átomos.

C) $1,0 \times 10^{-4} \text{ mol}$ e $1,2 \times 10^{21}$ átomos.

D) $1,2 \times 10^{-4} \text{ mol}$ e $1,4 \times 10^{20}$ átomos.

E) $2,0 \times 10^{-4} \text{ mol}$ e $2,4 \times 10^{20}$ átomos.

QUESTÃO 17 – OBJETIVA

Este texto aparecerá em diferentes questões ao longo da avaliação, uma vez que descreve o contexto experimental abordado nas questões.

Alice Ball: a química que transformou um óleo em esperança

Alice Augusta Ball (1892–1916) foi uma química norte-americana que, aos 23 anos, desenvolveu um método para modificar quimicamente o óleo de chaulmoogra (gênero *Hydnocarpus*), utilizado havia séculos na medicina asiática e que, no início do século XX, era uma das principais alternativas empregadas contra a hanseníase.

Naquela época, a hanseníase era acompanhada por intenso estigma social, e muitas pessoas diagnosticadas eram afastadas de suas famílias e obrigadas a viver em colônias de isolamento. O óleo de chaulmoogra apresentava atividade contra a doença, mas sua utilização era limitada, entre outros fatores, por suas propriedades físico-químicas, como a baixa solubilidade em água e a elevada viscosidade, que dificultavam sua administração por injeção.

Ball, então professora e pesquisadora de química no *College of Hawai'i*, desenvolveu um procedimento para isolar os ácidos graxos do óleo e convertê-los em ésteres etílicos, aumentando sua adequação para administração por injeção. O procedimento posteriormente ficou conhecido como Método de Ball e tornou-se um dos tratamentos mais importantes disponíveis para a hanseníase até a introdução das sulfonas, na década de 1940.

O desenvolvimento realizado por Alice Ball envolveu uma sequência de operações de separação e transformações químicas que envolviam a separação do óleo de chaulmoogra em quatro frações, seguida da esterificação dessas frações. Inicialmente, o óleo era saponificado com uma solução etanólica de hidróxido de potássio, após isso a maior parte do álcool era destilada. O sabão de potássio era então diluído em um grande volume de água e acidificado com ácido clorídrico. Os ácidos graxos assim separados eram lavados com água quente, secos e dissolvidos em álcool a 92%. Após permanecerem em repouso durante a noite sob refrigeração, uma grande quantidade de ácidos graxos cristalizava e era removida por filtração e, adicionalmente, novas recristalizações e tratamentos das diferentes frações eram realizados antes de sua conversão em ésteres etílicos.

No trecho: “Os ácidos graxos assim separados eram lavados com água quente, secos e dissolvidos em álcool a 92%. Após permanecerem em repouso durante a noite sob refrigeração, uma grande quantidade de ácidos graxos cristalizava e era removida (...).”

O trecho descreve o processo de separação conhecido como:

- A) Cromatografia
- B) Gelificação
- C) Solidificação
- D) Cristalização fracionada**
- E) Decantação

QUESTÃO 18 – OBJETIVA

Após a saponificação e acidificação do óleo de chaulmoogra, obtém-se uma mistura de ácidos graxos. No método desenvolvido por Alice Ball, essa mistura era dissolvida em etanol 92% e submetida a resfriamento promovendo separação preferencial de determinados componentes.

Considere os dados experimentais hipotéticos fornecidos na tabela a seguir:

Ácido graxo	Fórmula molecular	M* (g mol ⁻¹)	Massa na mistura (g)	Solubilidade em etanol 92% a 25 °C (g/100 mL)	Solubilidade em etanol 92% a 0 °C (g/100 mL)
Chaulmoógrico	C ₁₈ H ₃₂ O ₂	280	2,80	4,00	0,80
Hidnocárpico	C ₁₆ H ₂₈ O ₂	252	2,52	5,00	2,00
Górlico	C ₁₈ H ₃₀ O ₂	278	2,78	4,00	1,50
Palmítico	C ₁₆ H ₃₂ O ₂	256	1,28	8,00	6,00

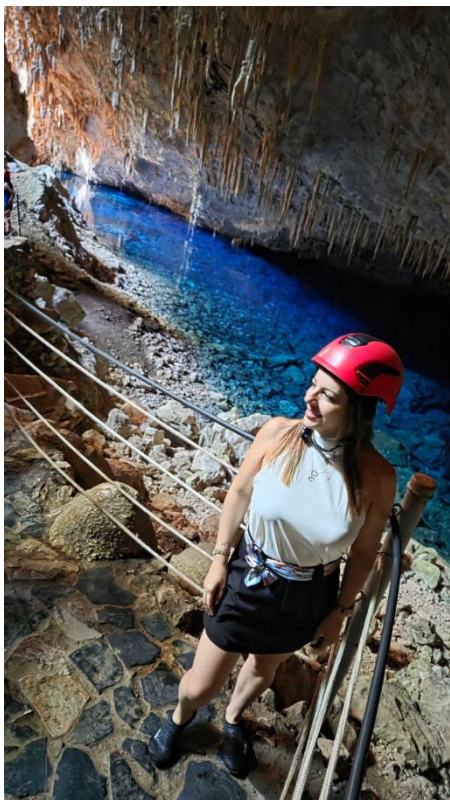
* M = massa molar.

A amostra (mistura de ácidos graxos com massas descritas na tabela) contendo as quatro substâncias é dissolvida em 70,0 mL de etanol 92% a 25 °C e, posteriormente, resfriada a 0 °C. Considere que a presença de um ácido graxo não altere a solubilidade dos demais e que todo o material que exceder a solubilidade a 0 °C seja cristalizado. Após o resfriamento, a fração cristalizada é separada por filtração e considerada como o produto de interesse. Diante disso, assinale a opção que mostra qual dos ácidos permanece integralmente dissolvido, qual é a massa total da fração cristalizada e qual é a porcentagem em massa de ácido chaulmoógrico nessa fração, respectivamente?

- A) Ácido hidnocárpico / 4,09 g e 48,0%
- B) Ácido palmítico / 5,09 g e 44,0%
- C) Ácido palmítico / 5,83 g e 48,0%
- D) Ácido górlico / 5,09 g e 55,6%
- E) Ácido palmítico / 4,20 g e 66,7%

QUESTÃO 19 – DISCURSIVA

A professora Franciellen Kuball, da UNISUL, visitou a Gruta do Lago Azul, em Bonito (MS), uma das formações mais impressionantes do Brasil. A coloração azulada das águas da gruta está associada às rochas ricas em calcita, um mineral de fórmula química CaCO_3 .



A calcita é um composto iônico formado por íons cálcio (Ca^{2+}) e íons carbonato (CO_3^{2-}), mantidos juntos por atração eletrostática. Ao estudar essa estrutura, Franciellen aproveitou a ocasião para analisar a constituição dos íons presentes no mineral.

Qual é o número total de elétrons presentes no íon carbonato?

Dados: números atômicos: C = 6; O = 8; Ca = 20.

Gabarito: 32

QUESTÃO 20 – DISCURSIVA

A primeira etapa do Método de Ball consistia na saponificação dos triacilgliceróis presentes no óleo de chaulmoogra utilizando uma solução etanólica de hidróxido de potássio. Considere, de forma simplificada, que o principal triacilglicerol analisado seja formado exclusivamente por resíduos de ácido chaulmoógrico ($C_{18}H_{32}O_2$). A fórmula molecular desse triacilglicerol é, portanto, $C_{57}H_{98}O_6$.

Na saponificação, o triacilglicerol reage com hidróxido de potássio, formando glicerol ($C_3H_8O_3$) e três mols de sais de potássio (os sais são carboxilatos derivados do ácido chaulmoógrico). Posteriormente, a acidificação desses sais com ácido clorídrico produz o ácido chaulmoógrico.

Considere uma amostra contendo 9,15 g de $C_{57}H_{98}O_6$ e admita que a saponificação ocorra com rendimento de 80%. Além disso, considere que a etapa de acidificação é quantitativa. Dentre isso, determine a massa de ácido chaulmoógrico obtida ao final do processo.

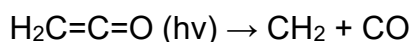
Dados: C = 12 u; H = 1 u; O = 16 u; K = 39 u; $M(C_{18}H_{32}O_2) = 280 \text{ g mol}^{-1}$.

Gabarito: 7,00 g

QUESTÃO 21 – DISCURSIVA

A professora Nanci Câmara de Lucas Garden integra o grupo do Laboratório de Fotoquímica Orgânica David Ernest Nicodem do Instituto de Química da Universidade Federal do Rio de Janeiro (IQ - UFRJ). A pesquisadora dedicou sua pesquisa de doutorado à análise da eletrofilicidade e fotoquímica de cetenos e seus produtos, gerados através de fotólise por rearranjo de Wolff. As cetenos apresentam a unidade estrutural $C=C=O$ e podem sofrer transformações químicas devido à absorção de radiação. A ceteno mais simples possui fórmula molecular C_2H_2O e fórmula estrutural condensada $H_2C=C=O$.

Sob determinadas condições, a absorção de radiação pode provocar a fotólise simplificada da ceteno segundo a reação:



Nessa representação, CH_2 é um carbeno, espécie neutra e deficiente em elétrons, e CO é o monóxido de carbono.

Em uma situação experimental hipotética, 10,08 g de ceteno foram introduzidos em uma câmara fotoquímica fechada com volume interno de 20,0 L. Após a incidência de radiação, toda a ceteno foi decomposta de acordo com a equação apresentada. Considere que não ocorreram reações secundárias, que nenhum produto escapou da câmara e que o monóxido de carbono se distribuiu uniformemente em todo o seu volume.

Determine a quantidade de matéria de monóxido de carbono produzida por metro cúbico da câmara, expressa em mol de CO por m^3 .

Dados: massas atômicas: $C = 12 \text{ g mol}^{-1}$; $H = 1 \text{ g mol}^{-1}$; $O = 16 \text{ g mol}^{-1}$; $1 \text{ m}^3 = 1\,000 \text{ L}$.

Resposta: 12 mol de CO por m^3