



# REVISÃO

2023

## Sumário

1	Conceitos Fundamentais	3
2	Estrutura Atômica e Classificação Periódica	10
3	Ligações Químicas	15
4	Funções e Reações Inorgânicas	22
5	Cálculos Químicos e Gases	29
6	Soluções e Coligativas	34
7	Termodinâmica	39
8	Cinética Química	44
9	Equilíbrios Químicos	49
10	Eletroquímica	55
11	Radioatividade	60
12	Funções Orgânicas	63
13	Isomeria	70
14	Reações Orgânicas	74
15	Petróleo e Polímeros	80
16	Química Ambiental	84



QUÍMICA

Thiago Magalhães





## UNIDADE

## 1

# Conceitos Fundamentais

1. Os diversos compostos químicos apresentam uma série de propriedades que podem, de certo modo, fazer a distinção dos diferentes materiais usados no mundo da química. As propriedades da matéria dividem-se em geral, específica e funcional. Das três, somente as específicas são empregadas para identificar cada tipo de substância individualmente.

Abaixo são fornecidas algumas propriedades da matéria:

1. calor específico
2. massa
3. extensão
4. ponto de ebulição
5. coeficiente de solubilidade

As opções que contêm propriedades que poderiam diferenciar uma substância de outra são

- A** 1 e 3.  
**B** 1 e 5.  
**C** 2 e 4.  
**D** 3 e 4.  
**E** 3 e 5.

2. Um químico precisa identificar 3 blocos produzidos com plásticos de diferentes densidades (polipropileno:  $0,80 \text{ g/cm}^3$ , poliestireno:  $1,04 \text{ g/cm}^3$  e policarbonato:  $1,09 \text{ g/cm}^3$ ) empregando, para tanto, água (densidade:  $1,00 \text{ g/cm}^3$ ) e uma solução de NaCl:  $1,20 \text{ g/cm}^3$  (solução A). Isso não pode ser feito, usando-se somente a água e a solução A, pois é possível identificar o bloco de polipropileno (único que flutua em água), mas não se pode distinguir o bloco de poliestireno do de policarbonato (ambos afundam na água e flutuam na solução A). Para resolver o problema, o químico preparou duas outras soluções de NaCl menos densas: solução B (densidade:  $1,10 \text{ g/cm}^3$ ) e solução C (densidade:  $1,05 \text{ g/cm}^3$ ). A identificação dos 3 blocos pôde, então, ser efetuada, empregando-se

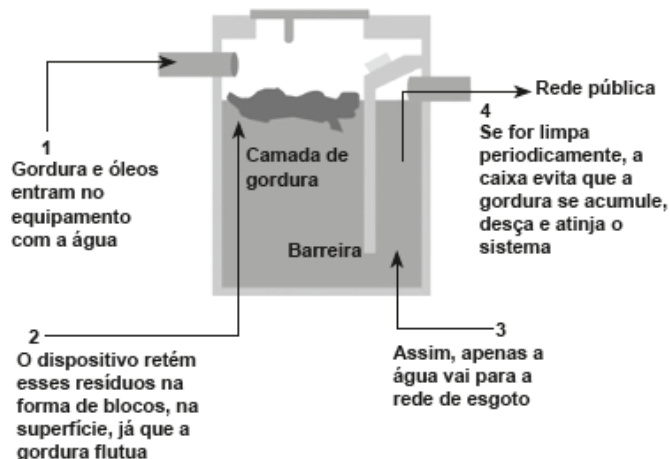
- A** água e solução B.                      **D** soluções A e C.  
**B** água e solução C.                      **E** soluções B e C.  
**C** soluções A e B.

3. Um limão foi espremido em um copo contendo água e as sementes ficaram no fundo do recipiente. A seguir, foi adicionado ao sistema um pouco de açúcar, que se dissolveu completamente. Em consequência dessa dissolução do açúcar, as sementes subiram e passaram a flutuar.

Assinale a alternativa em que se explica corretamente a flutuação das sementes após a adição do açúcar.

- A** A densidade do líquido aumentou.  
**B** O pH do sistema foi alterado.  
**C** A densidade das sementes diminuiu.  
**D** O número de fases do sistema aumentou.  
**E** A temperatura de fusão aumentou

4. [...] O óleo é ingrediente fundamental nas refeições, mas é também causa de um enorme problema para o sistema de esgoto da cidade. A ABNT recomenda o uso de caixas de gordura em todas as casas e prédios que tiverem esgoto com resíduos gordurosos, principalmente *shoppings*, restaurantes e bares. Essas caixas servem para impedir que a gordura que vem da cozinha, por exemplo, entre nos sistemas de esgoto e provoque entupimento.



Funcionamento de uma caixa de gordura

LOBEL, Fabrício. Óleo de cozinha é o vilão do esgoto no centro de SP, região líder em reparos. *Folha de S.Paulo*, São Paulo, 12 jul. 2016. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br>>. Acesso em: 26 jul. 2016. (adaptado)

Analisando o esquema anterior, que representa o funcionamento de uma caixa de gordura, a propriedade física que possibilita o processo de separação da gordura é o(a)

- A** viscosidade.                                      **D** massa específica.  
**B** massa molar.                                      **E** ponto de ebulição.  
**C** ponto de fusão.

5. A elevação da temperatura de um sistema produz, geralmente, alterações que podem ser interpretadas como sendo devidas a processos físicos ou químicos. Medicamentos, em especial na forma de soluções, devem ser mantidos em recipientes fechados e protegidos do calor para que se evite: (I) a evaporação de um ou mais de seus componentes; (II) a decomposição e consequente diminuição da quantidade do composto que constitui o princípio ativo; (III) a formação de compostos indesejáveis ou potencialmente prejudiciais à saúde. A cada um desses processos — (I), (II) e (III) — corresponde um tipo de transformação classificada, respectivamente, como:

- A** física, física e química.  
**B** física, química e química.  
**C** química, física e física.  
**D** química, física e química.  
**E** química, química e física.

6. A produção de queijos a partir de leite envolve as seguintes etapas:

- Pasteurização: tratamento térmico do leite à temperatura de  $75 \text{ }^\circ\text{C}$  por 20 segundos.
- Coagulação e corte: adição de fermentos lácticos – responsáveis pelo sabor, aroma e textura do queijo – e de coalho, que promove a coagulação do leite.



- Separação da massa coalhada do soro.
- Moldagem: garante o formato desejado à massa.
- Prensagem: retirada do excesso de soro da massa.
- Salga: pode ser feita com salmouras ou por aplicação de sal na superfície do queijo.
- Maturação: armazenamento dos queijos em câmaras até atingirem o ponto ideal de consumo.

(Veja, 10.07.2013. Adaptado.)

Essa descrição permite afirmar que, na produção de queijos, ocorrem transformações químicas nas etapas de

- A** prensagem e maturação.
- B** pasteurização, coagulação e maturação.
- C** moldagem, prensagem e salga.
- D** coagulação, corte e moldagem.
- E** pasteurização, coagulação e salga.

**7.** Nas águas residuais existem partículas de dimensões muito pequenas, da ordem de  $1\ \mu\text{m}$  ou até menores, denominadas partículas coloidais, que podem permanecer em suspensão no líquido por um período muito grande. Para realizar a separação, utiliza-se um processo que resulta de duas etapas distintas: (I) formação do agente coagulante e choques das partículas com as impurezas, que apresentam carga negativa, ocorrendo uma neutralização das cargas; e (II) formação de partículas de maior volume e densidade até que ocorra a sedimentação. Tal processo ocorre em um curto espaço de tempo, podendo variar de décimos de segundo a um período da ordem de 100 s.

As etapas I e II são, respectivamente, de natureza

- A** nuclear e física.
- B** física e química.
- C** química e física.
- D** biológica e física.
- E** química e nuclear.

**8.** As principais etapas envolvidas na produção industrial de etanol a partir da cana-de-açúcar são:

- I. Lavagem: processo realizado para remoção de sujidades da cana;
- II. Moagem: extração do caldo fazendo a cana passar entre dois rolos, com uma pressão preestabelecida aplicada a eles, para obtenção do melado com alto teor de sacarose;
- III. Eliminação de impurezas: remoção de resíduos do melado por peneiramento e decantação;
- IV. Fermentação: processo no qual microrganismos são adicionados ao caldo puro em biorreatores. Nele, as leveduras quebram as moléculas de glicose, formando gás carbônico e cerca de 10% de etanol;
- V. Desidratação: remoção do excesso de água por meio de evaporação. Nesse processo é obtido o etanol anidro, com aproximadamente 99,6% de etanol, que é misturado à gasolina.

A etapa em que se verifica a ocorrência de fenômeno químico é a

- A** I.
- B** II.
- C** III.
- D** IV.
- E** V.

**9.** O tradicional arroz com feijão é uma das principais combinações utilizadas na culinária brasileira. No entanto, preparar um arroz "bem soltinho" ainda é um desafio para alguns cozinheiros iniciantes. Nesse caso, acredita-se que, para testar se o arroz atingiu o ponto de cozimento adequado, basta gotejar um pouco de água fria do lado de fora da panela quente. Se a água passar do estado líquido para o vapor quase que instantaneamente, emitindo um ruído característico, o arroz está pronto para ser servido.

A mudança de estado físico descrita no texto é denominada

- A** ebulição.
- B** calefação.
- C** sublimação.
- D** evaporação.
- E** condensação.

**10.** Um técnico em Química, visando identificar a natureza de um líquido monofásico, incolor e bastante volátil, contido em um frasco sem rótulo, decidiu retirar uma alíquota e medir o valor referente ao seu ponto de ebulição. Após a análise, ele verificou que o ponto de ebulição não era constante e oscilava em uma faixa de temperatura compreendida entre  $65$  e  $80\ ^\circ\text{C}$ .

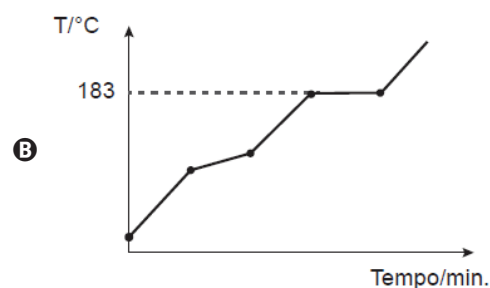
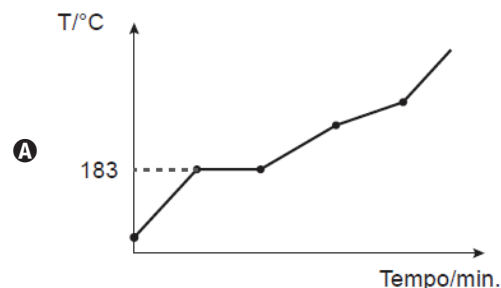
Considerando as informações, a amostra analisada deve ser uma

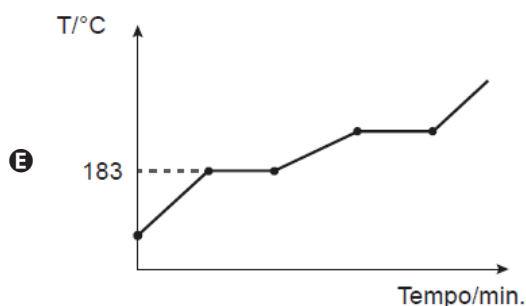
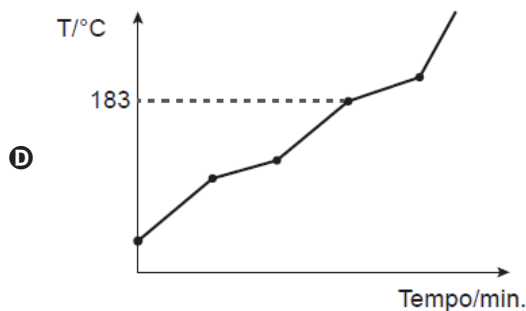
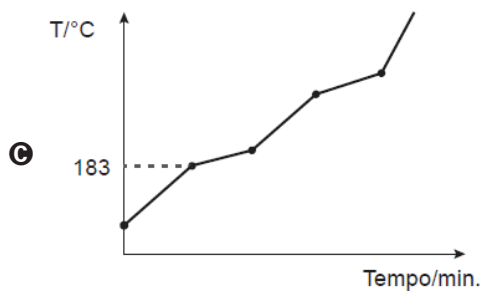
- A** substância simples.
- B** mistura azeotrópica.
- C** mistura homogênea.
- D** mistura heterogênea.
- E** substância composta.

**11.** Sistemas eutéticos são misturas homogêneas que apresentam ponto de fusão constante e menor do que a de seus constituintes individuais. Essas misturas são formadas por dois ou mais constituintes em proporções específicas.

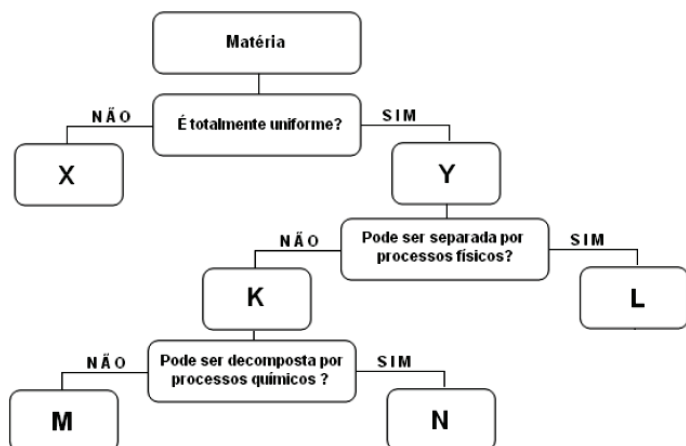
Um exemplo desse tipo de mistura é a solda, uma liga metálica constituída de 62% de estanho e 38% de chumbo. Nessas proporções, a solda possui ponto de fusão igual a  $183\ ^\circ\text{C}$ .

A curva que representa as mudanças de estado físico dessa liga metálica com o aquecimento é:





12. Considere a classificação de matéria apresentada no esquema abaixo:



Neste esquema, as soluções (misturas homogêneas) estão representadas pela letra:

- A** X      **B** Y      **C** K      **D** L      **E** N

13. Quando guardamos na geladeira, por exemplo, a sobra de uma comida muito temperada, é comum sentirmos um certo gosto desagradável quando bebemos a água que estava guardada nesse mesmo ambiente.

Um costume ainda visto em casas de pessoas mais velhas é o de colocar um pedaço de carvão na geladeira para “tirar o gosto da água”.



Essa prática apresenta certa efetividade, pois o carvão, normalmente um colóide,

- A** apresenta alta capacidade de adsorção de gases.
- B** atua como inibidor do processo de liberação gasosa dos alimentos.
- C** produz substâncias gasosas que eliminam o cheiro forte dos condimentos.
- D** reage com quase todas as espécies gasosas, produzindo novas substâncias inodoras.
- E** funciona como catalisador, favorecendo as reações de decomposição de substâncias de cheiro forte.

14.

**Descoberta nova técnica para dessalinização da água**

Cientistas desenvolveram um novo método de dessalinização da água que, além de eficiente, pode funcionar utilizando calor normalmente desperdiçado em outros processos industriais. Os pesquisadores criaram uma membrana com poros ultrafinos, que permite a passagem da água, mas retém o sal dissolvido. Aproveitando calor desperdiçado em outros processos industriais, ou mesmo a energia solar, a água salgada é aquecida até evaporar. O vapor passa através dos poros da membrana, condensando-se como água pura no outro lado, deixando o sal para trás. “Nosso processo funciona bem com salmouras contendo concentrações de sal acima de 5,5%”, afirma o cientista responsável pelo projeto.

O processo de separação por membrana, que faz funcionar essa tecnologia de dessalinização da água, é conhecido como:

- A** filtração.      **C** osmose.      **E** desidratação.
- B** destilação      **D** peneiração.

15. As tribos indígenas da América do Norte e as antigas civilizações da América Central fizeram uso da Mescalina. Este alcaloide é encontrado em um razoável número de espécies de cactos, principalmente no peyote. A seguir encontra-se sua tabela de solubilidade nos principais solventes.

Solvente	Solubilidade
H <sub>2</sub> O	Pouco solúvel
Éter etílico	Solúvel
Diclorometano	Solúvel

Para obter a mescalina a partir das folhas de peyote, inicialmente é necessário ferver em solução aquosa de HCl 5%, e a seguir neutralizar com solução aquosa de NaOH. Indique a alternativa que apresenta a sequência de procedimentos posteriores mais indicada para o isolamento da mescalina.



- A Filtrar; evaporar a água; destilar.
- B Centrifugar; extrair com água; filtrar.
- C Filtrar, extrair com água; decantar.
- D Extrair com éter; filtrar; evaporar o solvente.
- E Filtrar; extrair com diclorometano; evaporar o solvente.

16. Uma parcela significativa das águas residuais, depois de utilizadas para o abastecimento público e nos processos produtivos, retorna suja aos cursos-d'água, em muitos casos levando ao comprometimento de sua qualidade. Nessas águas existem partículas de dimensões muito pequenas, da ordem de 1  $\mu\text{m}$  ou até menores, que podem permanecer em suspensão no líquido por um grande período. Para remover tais partículas, pode-se utilizar um processo físico que se baseia na ocorrência de choques entre as partículas, de modo a produzir outras de muito maior volume e densidade que podem ser separados do meio aquoso posteriormente.

O processo descrito é denominado

- A flotação.
- B filtração.
- C floculação.
- D coagulação.
- E decantação.

17. O processo de separação das substâncias voláteis presentes no vinho foi introduzido, na Europa Ocidental, pelos árabes através do norte da África, despertando o interesse dos alquimistas e dos monges na época. Inicialmente, essas substâncias eram transformadas em vapor e depois condensadas, o que era possível por meio do aquecimento, necessário para evaporar, e do resfriamento, para condensar.

O método utilizado para separar as substâncias voláteis presentes no vinho é a

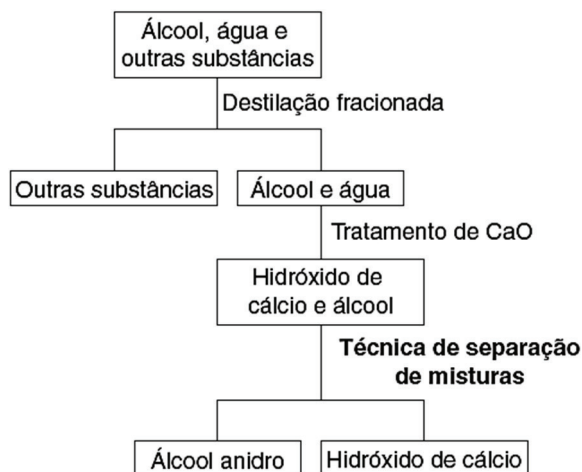
- A filtração.
- B flotação.
- C destilação.
- D centrifugação.
- E dissolução fracionada.

18. Uma das operações unitárias utilizadas no tratamento de minérios é denominada cominuição, que significa fragmentação. Um circuito desse tipo envolve etapas coordenadas de britagem e moagem, intercaladas por operações de classificação por tamanho, cujo objetivo é produzir, a partir do minério bruto, um material com grãos de tamanho adequado ao seu uso posterior. Na metodologia mais usada para classificar os fragmentos, são empregadas geralmente grelhas (grades entrelaçadas), nas quais os fragmentos de sólidos passam ou ficam retidos em função de seu diâmetro.

O método de separação de misturas utilizado na classificação dos minérios é o(a)

- A catação.
- B filtração.
- C levigação.
- D ventilação.
- E peneiração.

19. O etanol é obtido da cana-de-açúcar por fermentação anaeróbica. Os produtos dessa fermentação, além do álcool, são água e outras substâncias. O álcool é separado dos demais componentes por destilação fracionada. Esse álcool, porém, contém 4% de água, que não pode ser separada por destilação fracionada por se tratar de uma mistura azeotrópica. Para obter álcool anidro, a mistura é tratada com cal virgem ( $\text{CaO}$ ), que reage com a água, formando hidróxido de cálcio. O  $\text{Ca(OH)}_2$  apresenta baixa solubilidade em água e em álcool. Para finalizar o processo de separação do etanol, a mistura heterogênea deverá ser submetida a uma técnica de separação de misturas.



A técnica que permite separar a mistura heterogênea (álcool +  $\text{Ca(OH)}_2$ ) é a

- A flotação.
- B destilação simples.
- C filtração simples.
- D separação magnética.
- E dissolução fracionada.

20. Um técnico de laboratório encontrou sobre a bancada 20 g de uma mistura contendo areia, cloreto de sódio e pó de ferro. Após a retirada completa de um dos componentes por meio da metodologia adequada (procedimento P1), restaram 8 g da mistura inicial. Em seguida, ele acrescentou água em quantidade suficiente à mistura resultante, e esta foi submetida à agitação e posterior filtração (procedimento P2). O resíduo retido no papel de filtro foi lavado e seco, e sua massa obtida foi de 3,5 g. Sabendo-se que o resíduo retido não é, empregada no procedimento originalmente, uma substância pura, o nome da técnica P1 é

- A catação.
- B levigação.
- C filtração a vácuo.
- D destilação fracionada.
- E separação magnética.

21. O acetato de etila ( $\text{CH}_3\text{COOCH}_2\text{CH}_3$ ) é um éster simples, usado, no passado, como antiespasmódico e hoje como solvente industrial e removedor de esmalte de unha. A acetona ( $\text{CH}_3(\text{CO})\text{CH}_3$ ) também é usada como removedor de esmaltes, mas devido a sua elevada solubilidade em água, quando em contato com a pele, pode desidratá-la.

Sabe-se que estes solventes possuem cheiros parecidos, tornando difícil a identificação pelo olfato.



Considerando um frasco contendo acetato de etila e acetona em quantidades equimolares, assinale a alternativa que apresenta, corretamente, o procedimento para a separação da mistura.

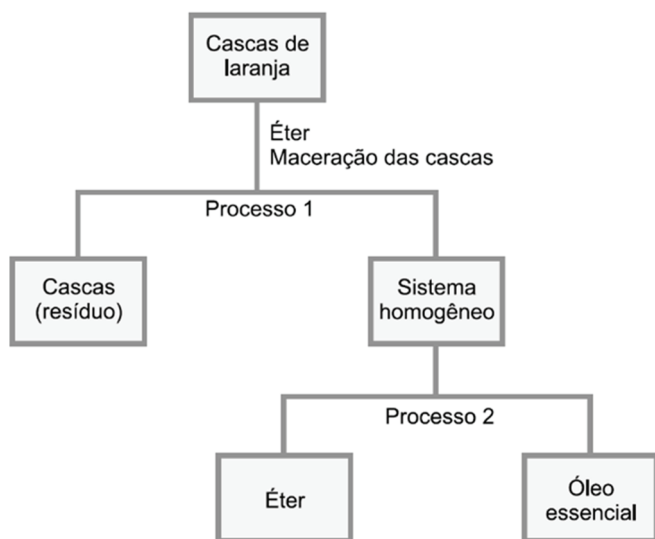
**Dados:**

Ponto de ebulição do acetato de etila a 1 atm = 77,1 °C e densidade = 902 Kg/m<sup>3</sup>

Ponto de ebulição da acetona a 1 atm = 56,0 °C e densidade = 784 Kg/m<sup>3</sup>

- A Empregar funil de separação, em que a acetona ficará na fase inferior do funil.
- B Empregar destilação simples, pois a diferença dos pontos de ebulição dos solventes é elevada.
- C Empregar destilação fracionada, em que o primeiro solvente a ser destilado será a acetona.
- D Empregar destilação simples, pois se trata de uma mistura eutética, em que os solventes são imiscíveis.
- E Empregar separação fracionada, aquecendo a mistura a 80 °C, sendo que o primeiro solvente a ser destilado será o acetato de etila.

22. O esquema a seguir representa o processo de extração do óleo essencial de cascas de laranja.



Os números 1 e 2 correspondem a processos de separação de misturas denominados, respectivamente,

- A dissolução fracionada e filtração.
- B decantação e centrifugação.
- C centrifugação e filtração.
- D destilação e decantação.
- E filtração e destilação.

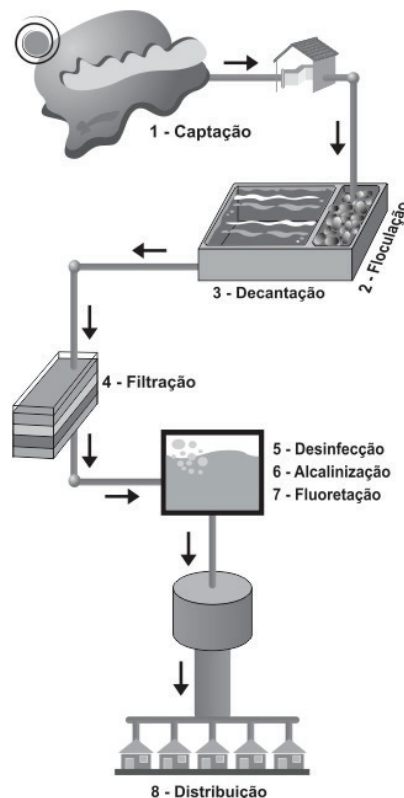
23. O ácido acetilsalicílico (AAS) é um dos medicamentos mais conhecidos no mundo. A sua preparação no laboratório é relativamente simples, sendo um dos temas dos experimentos de química orgânica no ensino médio. O AAS é formado no meio reacional a partir da redução da temperatura do meio com banho de água e gelo. A separação do AAS é feita utilizando as aparelhagens indicadas na figura. Após lavagem e secagem do AAS, um dos testes físicos empregados para sua caracterização é a medida da temperatura em que ocorre a mudança de fases de sólido para líquido.



O processo de separação indicado na figura e a propriedade física utilizada na caracterização do AAS são, respectivamente,

- A cristalização e temperatura de ebulição.
- B cristalização e temperatura de fusão.
- C filtração e temperatura de fusão.
- D filtração e temperatura de ebulição.
- E centrifugação e temperatura de fusão.

24. A figura é uma representação esquemática de uma estação de tratamento de água. Nela podem ser observadas as etapas que vão desde a captação em represas até a distribuição à população. No intuito de minimizar o custo com o tratamento, foi proposta a eliminação da etapa de adição de hipoclorito de sódio e o resultado foi comparado com o da água tratada em todas as etapas.

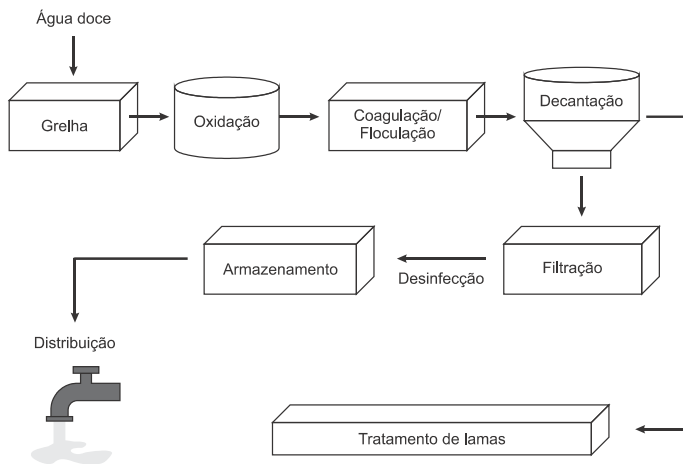


Caso fosse aceita a proposta apresentada, qual seria a mudança principal observada na qualidade da água que seria distribuída às residências?

- A Presença de gosto.
- B Presença de cheiro.
- C Elevação da turbidez.
- D Redução significativa do pH.
- E Elevação do teor de bactérias.



25. A figura representa a sequência de etapas em uma estação de tratamento de água.

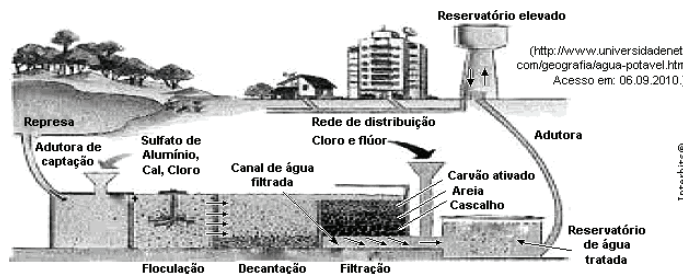


Qual etapa desse processo utiliza reações químicas como fator determinante?

- A Grelha.
- B Coagulação.
- C Decantação.
- D Filtração.
- E Armazenamento.

26. Durante qualquer atividade física ou esportiva, devemos tomar água para repor o que perdemos na transpiração. Por esse motivo, é muito importante a qualidade da água consumida.

Pensando nisso, observe o esquema de uma estação de tratamento de água.



Sobre os processos usados no tratamento de água, assinale a afirmação correta.

- A A floculação facilita o processo de decantação.
- B A fluoretação é necessária para termos água potável.
- C Na decantação, temos agitação do sistema para facilitar a filtração.
- D O processo de filtração serve para eliminar os germes patogênicos.
- E Após o tratamento da água, temos no reservatório uma substância pura.

27. As lâmpadas fluorescentes são mais eficientes e apresentam maior vida útil do que as lâmpadas convencionais.

Quando descartadas incorretamente, no entanto, poluem o ambiente com o mercúrio que as compõe. A contaminação do meio ambiente por mercúrio é muito prejudicial, devido à sua alta toxicidade e capacidade biocumulativa.

A respeito da utilização das lâmpadas fluorescentes e da sua relação com o ambiente é correto afirmar que:

- A o descarte das lâmpadas fluorescentes em lixões e aterros coloca o mercúrio em contato com o solo e lençóis freáticos, mas o ser humano não é afetado.
- B o mercúrio das lâmpadas fluorescentes não é absorvido pelos organismos, sendo facilmente excretado ou metabolizado.
- C devido à presença de mercúrio, as lâmpadas fluorescentes podem ser descartadas junto a metais, em postos de coleta seletiva.
- D a reciclagem do vidro das lâmpadas fluorescentes precisa de cuidado diferenciado em relação à reciclagem do vidro de objetos comuns, devido aos resíduos de mercúrio.
- E as lâmpadas fluorescentes podem contaminar o ambiente em razão da presença de mercúrio e flúor.

28. O processo de fabricação de uma garrafa PET pode ser iniciado pela extração do petróleo da jazida, o qual é levado a destilação. As frações obtidas são utilizadas como matéria-prima na produção de polímeros, como o polietileno tereftalato, o qual é moldado na forma de garrafa. Depois de utilizada, a garrafa é descartada, podendo ser reciclada ou não. Sobre o ciclo de existência deste material, pode-se afirmar que:

- A ele permanece na natureza por apenas alguns meses antes de ser degradado por algum agente.
- B ele pode ser reciclado pelo processo de compostagem.
- C seu processo de reciclagem não envolve a economia de recursos não renováveis.
- D ele é obtido mediante reações de polimerização por adição, na qual os monômeros se combinam sem que haja perda de massa.
- E por ser um material atóxico, ele pode ser utilizado como embalagem de medicamentos, bebidas e alimentos.

29. Os rios, mares e oceanos, além de abrigarem ecossistemas ricos em biodiversidade, não só garantem a sobrevivência dos seres vivos na Terra, como também regulam as condições climáticas do planeta. Por meio da manutenção do equilíbrio químico desses ecossistemas, disponibilizam recursos para suprir as necessidades de alimento de uma grande variedade de espécies de seres vivos, o que torna a preservação desses recursos um importante fator de manutenção da vida na Terra. Atividades humanas, como a pesca, a geração de energia, a mineração e a agropecuária, além do descarte inadequado do lixo, interferem diretamente nos ecossistemas aquáticos e podem gerar impactos ambientais.

Considerando-se as informações apresentadas e os conhecimentos sobre os temas, é correto afirmar:

- A A contaminação de rios por resíduos industriais e esgotos domésticos fica restrita à área onde esses materiais foram lançados.
- B Os defensivos agrícolas organoclorados, embora sejam considerados poluentes, não apresentam efeito residual, por serem decompostos por micro-organismos.
- C O descarte de materiais plásticos na areia da praia, por serem leves e de fácil decomposição, afeta apenas as espécies marinhas que vivem próximas da costa.





- Ⓓ O mercúrio utilizado nos garimpos, ao ser convertido em metilmercúrio por determinados micro-organismos, torna-se inócuo para os seres vivos.
- Ⓔ A água empregada no sistema de refrigeração de refinarias de petróleo e de usinas nucleares, lançada, ainda quente, nos rios e nos mares, ao diminuir a concentração de oxigênio na água, aumenta a mortalidade de peixes e de outros organismos aquáticos.

**30.** Estudos da Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e de Resíduos Especiais, ABRELPE, revela que das 62 milhões de toneladas de lixo gerados em 2011, mais de 23 milhões de toneladas seguiram para lixões e aterros controlados, outras 6,4 milhões sequer foram coletadas. Diante desses indicadores, gestores municipais e empresas privadas só terão sucesso na gestão do lixo com a participação de toda a sociedade. Entretanto, como o desafio do lixo é imediato, são necessários mais investimento e planejamento para uma gestão integrada de resíduos que leve em consideração a combinação de ações da saúde pública, da proteção ambiental e da gestão de recursos.

Tendo em vista os conhecimentos de química e a contribuição responsável de cada cidadão para manter a cidade limpa, é correto afirmar:

- Ⓐ A reutilização e o reaproveitamento são processos que visam reduzir a quantidade de lixo produzido e descartado diariamente pela sociedade.
- Ⓑ A queima de resíduos gerados em residências e em propriedades rurais contribui para a redução do volume de lixo sem riscos à saúde pública e impacto ao meio ambiente.
- Ⓒ O lançamento de resíduos biodegradáveis provenientes de fontes renováveis, em canais e esgotos, não causa obstrução nem alagamentos nas vias públicas.
- Ⓓ O descarte de pilhas e de baterias alcalinas não se limitam aos locais de coleta especiais porque são blindadas e não oferecem riscos ao meio ambiente.
- Ⓔ A colocação de líquidos, como restos de sucos e de gorduras, dentro do saco de lixo, deve ser feita desde que a embalagem de plástico seja lacrada.



## UNIDADE

## 2

# Estrutura Atômica

1. A primeira teoria atômica científica da matéria foi elaborada por John Dalton no início do século XX. A sua concepção sobre o átomo apresentava concordância com algumas constatações sobre experimentos realizados por outros cientistas durante esse século. Essa teoria foi importante para a ciência, pois introduziu os conceitos de átomo, elemento químico e reações químicas.

Após o enorme avanço das pesquisas sobre a estrutura do átomo, a teoria atômica de Dalton ainda permite explicar alguns comportamentos típicos da matéria, como:

- A A chama azulada produzida por um bico de Bunsen fica amarela quando cloreto de sódio sólido é aquecido.
- B As partículas alfa são fortemente desviadas quando incidem em uma lâmina muito fina de ouro.
- C Um gás a baixa pressão emite raios catódicos quando submetido a grande diferença de potencial elétrico.
- D Uma chapa fotográfica torna-se manchada quando em contato com amostras de óxidos de urânio.
- E Uma substância química pura apresenta composição fixa e definida em termos das massas dos elementos químicos que a constituem.

2. Mendeleev não criou a tabela periódica sozinho. Então, o que distinguiu Mendeleev de Meyer e dos outros quatro químicos que publicaram tabelas periódicas, ao menos sob o julgamento da história? Mais do que qualquer outro químico, Mendeleev entendeu que certas características dos elementos persistem, mesmo que isso não aconteça com outras. Por exemplo, ele percebeu que um composto como o óxido de mercúrio (um sólido cor de laranja) não “contém” um gás, o oxigênio, e um metal líquido, o mercúrio, como outros pensavam, o que mostra uma influência das ideias de Dalton em seu trabalho.

O postulado de Dalton que melhor explica o exemplo citado é:

- A A matéria é formada por átomos indivisíveis e indestrutíveis.
- B Os átomos de elementos diferentes possuem massas diferentes.
- C Os átomos de um elemento químico podem se converter em átomos de outro elemento.
- D Os átomos de um determinado elemento são idênticos quanto às suas propriedades químicas.
- E Os átomos de elementos diferentes se combinam em uma proporção fixa para originar um determinado composto

3. Thomson propôs seu modelo da estrutura de um átomo, segundo o qual os elétrons, carregados negativamente, estavam localizados no interior de uma distribuição uniforme de cargas positivas. Posteriormente, Rutherford propôs um modelo para a estrutura do átomo em que todas as suas cargas positivas e, portanto, essencialmente toda a sua massa, são tidas como concentradas em uma pequena região denominada núcleo.

Um fenômeno que mostra as limitações do modelo proposto por Thomson e que pode ser explicado pelo de Rutherford é o(a)

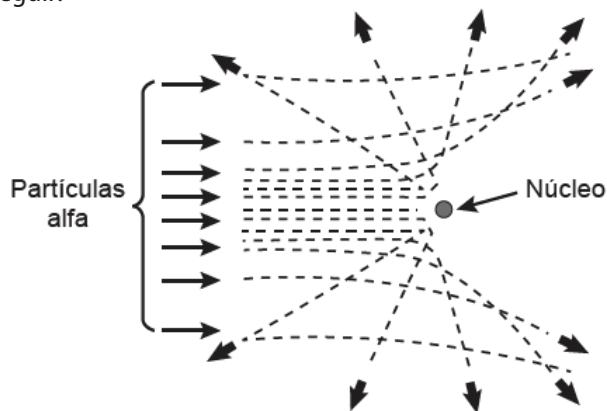
- A alteração da trajetória dos raios catódicos sob um campo magnético.
- B conservação das massas em uma reação química.
- C emissão de energia por partículas portadoras de carga elétrica em movimento.
- D espalhamento, por átomos, de partículas nucleares positivas.
- E movimento retilíneo dos elétrons no interior dos raios catódicos.

4. Rutherford, em 1911, propôs que a carga positiva, em vez de estar espalhada por todo o átomo, estava concentrada em uma região muito pequena, denominada núcleo, no centro do átomo. Esse foi um dos progressos mais importantes da física atômica e foi a base da física nuclear. Na época, a verificação experimental detalhada das previsões do modelo nuclear de Rutherford para o átomo deixou pouco espaço para dúvidas em relação à validade desse modelo. Contudo, mais tarde surgiram sérias questões a respeito da estabilidade de um átomo desse tipo.

A principal evidência experimental que fez com que o modelo descrito fosse questionado está relacionada à

- A eletrização da matéria.
- B conservação das massas.
- C existência da radioatividade.
- D obtenção de espectros descontínuos.
- E emissão de elétrons em tubos de raios catódicos.

5. Entre 1908 e 1909, o alemão Hans Geiger e o britânico Ernest Marsden, orientados por Ernest Rutherford, bombardearam uma fina folha de ouro com partículas alfa. Como era de se esperar, a maioria das partículas atravessava a folha, apresentando pequenos desvios. Algumas, no entanto, surpreendentemente, atingiam a folha e voltavam — era como se uma bala de revólver retornasse ao ser atirada contra uma folha de papel, conforme representado pelo esquema a seguir:



O comportamento das partículas alfa revelou qual característica do átomo?

- A a existência de partículas positivas aglomeradas na parte central do átomo.
- B a presença de elétrons no interior do núcleo, preenchendo a eletrosfera.



- Ⓒ a existência de orbitais estacionários para comportar os elétrons do átomo.
- Ⓓ a presença de cargas positivas e negativas distribuídas uniformemente no átomo.
- Ⓔ a existência de um átomo maciço, indivisível e indestrutível.

6. Os fogos de artifício são presença garantida em grandes celebrações desde que os chineses, há cerca de 1 000 anos, começaram a utilizar tiros coloridos de morteiros para anunciar suas vitórias em guerras. Os fogos de artifício são constituídos de uma mistura de pólvora e íons metálicos. A pólvora, ao ser queimada, fornece energia para os elétrons de valência do íon metálico passarem do estado fundamental para o estado excitado. Quando esses elétrons retornam para o estado fundamental ocorre emissão de energia, que pode acontecer sob a forma de luz. A cor observada depende da natureza do íon metálico e é uma consequência da distribuição dos elétrons em determinados níveis de energia ou camadas eletrônicas.

O nome do principal cientista que desenvolveu o modelo atômico que explica esse fenômeno é:

- Ⓐ Leucipo de Mileto.
- Ⓑ Ernest Rutherford.
- Ⓒ John Dalton.
- Ⓓ Niels Bohr.
- Ⓔ Joseph John Thomson.

7. Thomson recebeu o Prêmio Nobel de Física em 1906, em reconhecimento aos grandes méritos de suas investigações teóricas e experimentais sobre a condução de eletricidade em gases. O trabalho de Thomson com os raios catódicos levou à ideia de que todos os elementos químicos possuem um constituinte universal com uma massa mil vezes menor que a conhecida para o átomo de hidrogênio.

O constituinte universal mencionado no texto é o

- Ⓐ próton.
- Ⓑ elétron.
- Ⓒ nêutron.
- Ⓓ pósitron.
- Ⓔ neutrino.

8. Estrada que brilha no escuro é aberta na Holanda

Um trecho de uma estrada na Holanda recebeu uma pintura especial que brilha no escuro. A pintura contém um pó que é carregado durante o dia e, lentamente, libera um brilho verde à noite, eliminando a necessidade de iluminação pública. Uma vez carregada, a faixa pode brilhar por até oito horas no escuro.

A liberação do brilho verde à noite nessa estrada é decorrente do fenômeno de

- Ⓐ fluorescência.
- Ⓑ fosforescência.
- Ⓒ incandescência.
- Ⓓ quimiluminescência.
- Ⓔ radioatividade.

9. Aurora polar é um fenômeno luminoso observado com maior frequência nas regiões próximas aos polos do planeta. Ocorre quando partículas elétricas provenientes do Sol chegam às vizinhanças da Terra atraídas por seu campo magnético e colidem com os átomos dos gases nas camadas mais elevadas da atmosfera. Parte da energia dessas partículas é transferida aos átomos dos gases, que liberam elétrons que vão se chocar com outros átomos. Nesse processo de excitação e estabilização dos átomos, a luz é emitida em diversos comprimentos de onda, produzindo, assim, as cores características da aurora.

O modelo atômico que explica o fenômeno citado é o de

- Ⓐ Bohr.
- Ⓑ Thomson.
- Ⓒ Rutherford.
- Ⓓ Dalton.
- Ⓔ Demócrito.

10. Os métodos espectroscópicos atômicos são empregados na determinação qualitativa e quantitativa de mais de 70 elementos da tabela periódica. A determinação das espécies atômicas é feita somente em meio gasoso, no qual os átomos individuais ou íons elementares (como  $\text{Fe}^+$ ,  $\text{Mg}^+$  etc.) se encontram muito bem separados uns dos outros e prontos para absorver a radiação eletromagnética emitida pela fonte de radiação dos equipamentos, que pode ser uma lâmpada. A detecção do equipamento ocorre exatamente no momento em que este relaciona a quantidade de radiação absorvida pelo elemento com a sua concentração na mistura gasosa.

O funcionamento dos métodos espectroscópicos citados é baseado no(a)

- Ⓐ energia quântica liberada pelos íons gerados na fase gasosa, que é ionizante e bastante energética.
- Ⓑ troca de energia entre os átomos gasosos presentes na fonte, favorecendo a migração de elétrons de um elemento para o outro.
- Ⓒ salto quântico realizado pelos elétrons dos elementos, que ocorre de níveis de energia menos energéticos para níveis mais energéticos.
- Ⓓ movimento de elétrons de camadas mais energéticas para o exterior dos átomos, favorecendo a ionização destes na fonte do equipamento.
- Ⓔ emissão de energia em comprimentos de ondas específicos, que são característicos de cada elemento, o que torna a técnica mais precisa.

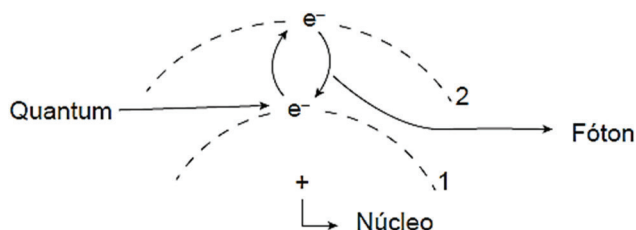
11. A pulseira neon, muito utilizada em festivais de música, brilha quando colocada no punho. Esse acessório contém, dentro do seu invólucro de plástico, uma solução constituída de uma substância derivada do éster de feniloxalato. Além disso, em seu interior, também estão presentes pequenas ampolas, dentro das quais há água oxigenada, que são rompidas quando a pulseira é dobrada e colocada ao redor do punho, fazendo com que a água oxigenada e a substância derivada do éster reajam, liberando dois compostos. Um destes é instável e se decompõe espontaneamente, gerando energia. Essa energia é absorvida por um composto presente na pulseira chamado de luminol, muito utilizado pela perícia criminal na revelação de manchas de sangue. Ao receber energia, o luminol libera luz através de um processo de fluorescência.



A luz vista nas pulseiras é decorrente

- A da propriedade do luminol de emitir luz indefinidamente, sem depender da energia liberada na reação.
- B da emissão de luz do gás nobre neônio, tal qual em letreiros luminosos utilizados para propaganda.
- C de um led que compõe a pulseira, o qual é ligado quando ela é dobrada e colocada no punho.
- D da liberação de luz que acontece diretamente após ocorrer a reação química entre a água oxigenada e o derivado do éster.
- E dos saltos quânticos dos elétrons do luminol ao retornarem do estado excitado resultante da absorção de energia.

12. O esquema a seguir representa o mecanismo de emissão de luz por um átomo, após absorção de um quantum de energia. Nessa transição eletrônica, o elétron passa de um estado estacionário de menor energia (1) para outro de maior energia (2) e, em seguida, esse elétron retorna ao estado (1), liberando energia na forma de um fóton.



O fenômeno descrito no texto ocorre com uma quantidade definida de energia, pois

- A os átomos de um elemento químico apresentam o mesmo raio atômico.
- B a energia absorvida ou emitida corresponde à diferença de energia entre os dois níveis.
- C o estado excitado apresenta maior energia, enquanto o estado fundamental possui menor energia.
- D a frequência da onda eletromagnética emitida é a mesma para os átomos de um mesmo elemento químico.
- E o átomo é uma esfera positiva e eletricamente neutra devido às cargas negativas espalhadas por toda a sua extensão.

13. O ferro utilizado pelo organismo é obtido a partir de alimentos ingeridos e de eritrócitos velhos. Ele pode ser encontrado de duas formas: a forma inorgânica e a forma heme. O ferro inorgânico, fornecido pelos vegetais e cereais, está geralmente presente na forma  $\text{Fe}^{3+}$ . O ferro heme é proveniente da quebra de mioglobina e hemoglobina presentes, principalmente, nas carnes vermelhas e se encontra na forma de íons  $\text{Fe}^{2+}$ .

O íon do ferro inorgânico se assemelha ao íon do ferro heme quanto ao (à)

- A Carga elétrica
- B Número de elétrons
- C Número de prótons
- D Raio iônico
- E Reatividade química

14. Cientistas descobriram uma nova substância simples de carbono capaz de suportar pressões tão altas quanto o diamante, o que pode levar à criação de materiais mais resistentes e baratos. A equipe de cientistas liderada por Wendy Mao iniciou a pesquisa com uma substância constituída de carbono, conhecida e sintetizada pela primeira vez na década de 1950, e descobriu que o novo material combina propriedades do vidro, da cerâmica e da grafita.

As duas substâncias mencionadas são variedades do carbono denominadas

- A isotópicas.
- B isobáricas.
- C isotônicas.
- D alotrópicas.
- E diatômicas.

15. O nióbio ( $Z = 41$ ) é um metal bastante raro no mundo, porém abundante no Brasil. É fundamental para a indústria de alta tecnologia, pois, ao ser adicionado na proporção de gramas por tonelada de aço, confere maior leveza na produção de ligas especiais. Entretanto, ele apresenta alguns concorrentes equivalentes no mercado, como o vanádio ( $Z = 23$ ) e o tântalo ( $Z = 73$ ).

A soma dos números que representam os níveis energéticos em que estão localizados os elétrons diferenciais das espécies concorrentes do nióbio é igual a

- A 7.
- B 8.
- C 9.
- D 10.
- E 11.

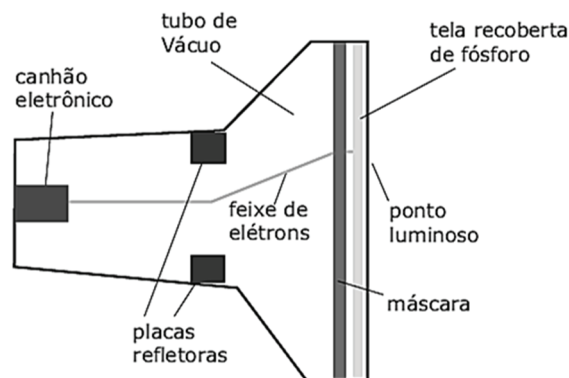
16. Minha mãe revelou-me outras maravilhas. Tinha um colar de âmbar, de contas amarelas polidas, e me mostrou que, quando as friccionava, pedacinhos de papel vinham voando e grudavam nelas. Ou então punha o âmbar eletrificado em meu ouvido, e eu escutava e sentia um estalido, uma faísca.

O fenômeno que ocorre entre o papel e o âmbar pôde ser justificado pela primeira vez com a ascensão do modelo atômico de

- A Dalton.
- B Demócrito.
- C Thomson.
- D Rutherford.
- E Bohr.

17. Os tubos de raios catódicos são dispositivos que geram imagens a partir da incidência de um feixe de elétrons (raios catódicos) numa tela recoberta de fósforo. O feixe de elétrons pode ser deflexionado por campos elétricos ou magnéticos, o que possibilita que ele se movimente e trace imagens na tela. Esse é o princípio de funcionamento dos cinescópios usados em monitores de vídeo, televisores e osciloscópios.

Na figura a seguir, temos uma vista em corte de um tubo de raios catódicos, mostrando-se o canhão eletrônico que dispara os elétrons em direção à tela.



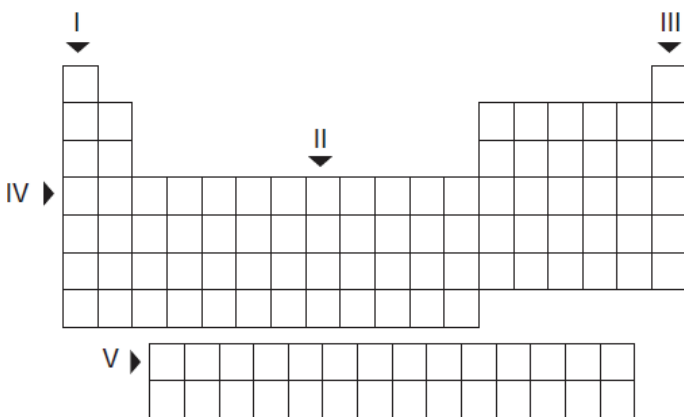


Com relação ao funcionamento de um monitor de televisão do tipo TRC (tubo de raios catódicos), é correto afirmar que

- A a substituição do vácuo por um gás inerte melhora a imagem gerada.
- B a tela recoberta de fósforo corresponde ao ânodo da televisão.
- C a colisão dos elétrons contra a tela gera raios-X de alta energia.
- D para a formação da imagem são necessários apenas defletores verticais.
- E a aproximação de um ímã da tela pode deformar a imagem gerada.

18. Em um átomo, os níveis se aninham de forma concêntrica uns dentro dos outros, e cada nível precisa de um certo número de elétrons para ser preenchido e se sentir satisfeito. Podemos enunciar metade da química numa sentença: os átomos que não têm elétrons suficientes em sua camada externa vão brigar, negociar, implorar, fazer e desfazer alianças ou qualquer outra coisa de que precisem para conseguir o número apropriado. Uma determinada família da tabela periódica possui todos os elementos com orbitais fechados, ou seja, níveis saciados de elétrons, e, por isso, nenhum deles tende a reagir com nenhum outro sob condições normais. É por essa razão que, a despeito das férvidas atividades para encontrar e rotular elementos nos anos 1800 — inclusive com o desenvolvimento da própria tabela periódica —, ninguém chegou a isolar os elementos dessa coluna até 1895.

Considere o seguinte esboço da tabela periódica:



A família à qual o texto se refere é aquela identificada por

- A I.
- B II.
- C III.
- D IV.
- E V.

19. Uma equipe de pesquisadores liderados por Felisa Wolfe-Simon, do Instituto de Astrobiologia da NASA, descobriu uma bactéria capaz de sobreviver em um meio recheado de arsênico, um composto historicamente conhecido por ser venenoso. Até então acreditava-se que os elementos básicos à vida de todos os seres vivos eram carbono, hidrogênio, oxigênio, nitrogênio, enxofre e fósforo. “Não há nenhum relato anterior da substituição de um dos seis grandes elementos essenciais à vida. Aqui apresentamos evidência de que arsênico pode substituir fósforo nas moléculas de uma bactéria que existe na natureza”, afirmou Felisa no artigo publicado na revista *Science*.

A bactéria, descoberta no lago Mono, na Califórnia (EUA), conseguiu também incorporar o arsênio em seu DNA. A escolha do arsênio para substituir o fósforo não foi por acaso. O arsênio é quimicamente similar ao fósforo.

A similaridade química entre o fósforo e o arsênio ocorre, pois

- A suas massas molares apresentam valores muito próximos.
- B suas substâncias simples são sólidos poliatômicos coloridos.
- C seus átomos apresentam configurações eletrônicas similares.
- D os núcleos de seus átomos apresentam igual número de partículas.
- E seus átomos são ametálicos e, por isso podem aderir a parede do DNA.

20. A distribuição eletrônica de um determinado elemento químico A, no estado fundamental, em de preenchimento eletrônico, é  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^1$ . Outra espécie química,  $B^{3+}$ , é isoeletrônica ao elemento A.

No fragmento da tabela periódica a seguir, estão destacados os números atômicos e a massa atômica de alguns elementos químicos.

IUPAC Periodic Table of the Elements

1 H 1.00794	2 He 4.002602											13 Al 26.981538	14 Si 28.085584	15 P 30.973762	16 S 32.06	17 Cl 35.45	18 Ar 39.948
3 Li 6.941	4 Be 9.012182	5 B 10.811	6 C 12.011	7 N 14.007	8 O 15.999	9 F 18.998	10 Ne 20.180	11 Na 22.990	12 Mg 24.305	13 Al 26.982	14 Si 28.086	15 P 30.974	16 S 32.065	17 Cl 35.453	18 Ar 39.948		
19 K 39.098	20 Ca 40.078	21 Sc 44.956	22 Ti 47.88	23 V 50.942	24 Cr 51.996	25 Mn 54.938	26 Fe 55.845	27 Co 58.933	28 Ni 58.693	29 Cu 63.546	30 Zn 65.38	31 Ga 69.723	32 Ge 72.63	33 As 74.922	34 Se 78.96	35 Br 79.904	36 Kr 83.798
37 Rb 85.468	38 Sr 87.62	39 Y 88.906	40 Zr 91.224	41 Nb 92.906	42 Mo 95.94	43 Tc 98.906	44 Ru 101.07	45 Rh 102.905	46 Pd 106.36	47 Ag 107.868	48 Cd 112.411	49 In 114.818	50 Sn 118.710	51 Sb 121.757	52 Te 127.6	53 I 126.905	54 Xe 131.29

Os elementos A e B são representados, respectivamente, pelos símbolos

- A Ar e Sc
- B Co e Ni
- C Mn e Tc
- D Ne e Mg
- E Sc e Cr

21. Em onze de julho de 1967, um helicóptero sobrevoava a região central do Pará, coberta pela densa floresta, procurando jazidas de manganês. De repente, a neblina tapa a visão. O piloto desce, aflito, na primeira clareira que aparece. [...] Só que a clareira não era uma qualquer. [...] A vegetação estranha e rala, quase inexistente, indicava, claramente, que ali estava uma “canga”, área com grande concentração de ferro perto da superfície. [...] Era uma concentração absolutamente incomum. Os pesquisadores acabavam de descobrir nada mais nada menos do que a mais rica reserva de minério de ferro do mundo. Mais tarde, no que depois veio a ser conhecida como a Província Mineral de Carajás, foram encontrados ouro, prata, manganês, cobre, alumínio, zinco, níquel, cromo, estanho e tungstênio. Enfim, um verdadeiro Eldorado [...]

SUPERINTERESSANTE, ano 11, número 7 (Adaptação).

A respeito dos metais citados no texto, pode-se afirmar que

- A pelo menos cinco são exemplos de metais de transição.
- B os átomos de cromo apresentam maior potencial de ionização que os átomos de cobre.
- C os átomos dos elementos cobre e zinco formam os seguintes íons  $Zn^{2+}$  e  $Cu^+$ . Esses íons são isoeletrônicos, e o  $Zn^{2+}$  é o que apresenta maior raio iônico.
- D os elementos ouro (Au), cobre (Cu) e prata (Ag) pertencem ao mesmo período da tabela periódica.
- E entre as espécies químicas citadas no texto, o alumínio é a que apresenta maior eletronegatividade



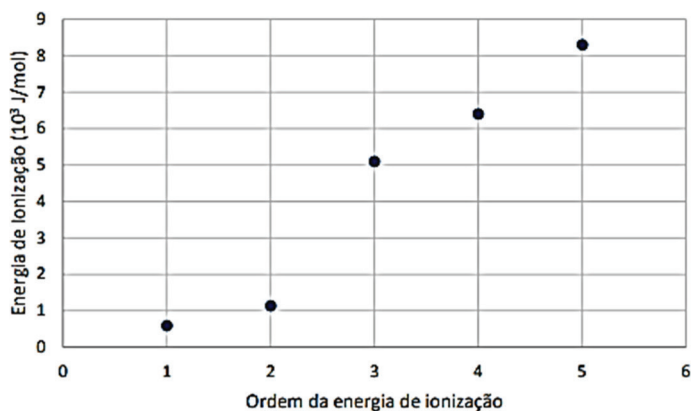
**22.** O famoso experimento realizado por Rutherford, que consistiu em bombardear uma fina lâmina de ouro (Au) com partículas alfa, fez com que algumas dessas partículas sofressem grandes desvios em suas trajetórias, pois elas eram repelidas pelo núcleo positivo dos átomos desse elemento. O ouro foi escolhido por conta da sua inusual ductibilidade, permitindo que a folha utilizada tivesse espessura de apenas 400 nm. No entanto, caso a ductibilidade dos metais fosse a mesma, ele poderia ter utilizado no experimento outros materiais metálicos para o mesmo fim, como a platina, o magnésio, o níquel, o ferro e o cobre.

Considere que Rutherford tivesse como objetivo atingir o maior número de átomos em uma folha metálica de mesma espessura da utilizada no experimento original, bombardeando-a com um único feixe de partículas. Nesse caso, o metal mais adequado seria o(a)

Dados: Raios atômicos em nm: Au = 144; Pt = 138; Mg = 160; Ni = 125; Fe = 124; Cu = 128.

- A** platina (Pt).
- B** magnésio (Mg).
- C** níquel (Ni).
- D** ferro (Fe).
- E** cobre (Cu).

**23.** Um elemento químico tem suas cinco primeiras e sucessivas energias de ionização apresentadas no gráfico abaixo:



Qual dos elementos a seguir poderia ser aquele apresentado no gráfico acima?

- A** Alumínio (Al)
- B** Boro (B)
- C** Carbono (C)
- D** Cálcio (Ca)
- E** Sódio (Na)

**24.** Baseado em experiências com cargas elétricas, o cientista inglês Joseph John Thomson, no final do século XIX, concluiu que o átomo não era exatamente como sugeriu John Dalton. A experiência que levou à elaboração do modelo atômico de Thomson consistiu na emissão de raios catódicos que eram atraídos pelo polo positivo de um campo elétrico externo.

Essa experiência realizada por Thomson descartou um dos postulados propostos por Dalton. Esse postulado considerava que o átomo era

- A** esférico.
- B** carregado.
- C** indivisível.
- D** radioativo.
- E** maciço.

**25.** Células fotovoltaicas podem ser confeccionadas com diferentes materiais e são utilizadas para produzir energia elétrica a partir da energia solar. Ao absorver a luz solar, as células fotovoltaicas ejetam elétrons, produzindo eletricidade. Quanto maior é a facilidade para os elétrons serem desprendidos dos átomos, maior é a geração de energia elétrica.

Célula fotovoltaica	Elemento principal do material	Período do elemento principal na tabela periódica	Família do elemento principal na tabela periódica
I	Enxofre	3 <sup>o</sup>	16
II	Sódio	3 <sup>o</sup>	1
III	Alumínio	3 <sup>o</sup>	13
IV	Potássio	4 <sup>o</sup>	1
V	Cobre	4 <sup>o</sup>	11

Considerando os dados mostrados na tabela, qual célula fotovoltaica e a característica do elemento principal do material utilizado para sua confecção, respectivamente, possibilitam a maior eficiência na geração de energia elétrica?

- A** V; maior densidade.
- B** II; menor raio atômico.
- C** I; maior eletronegatividade.
- D** III; alta afinidade eletrônica.
- E** IV; baixa energia de ionização.

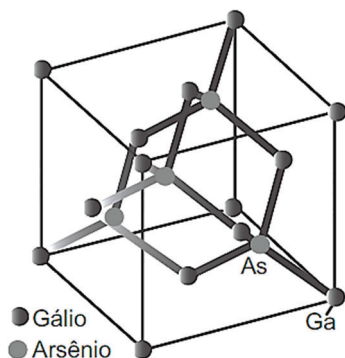


## UNIDADE

## 3

## Ligações Químicas

1. O arsenieto de gálio é um material semicondutor usado na fabricação de diodos emissores de luz, dispositivos que transformam energia elétrica em radiação eletromagnética. Sua rede cristalina é formada pelos elementos gálio (número atômico 31) e arsênio (número atômico 33), apresentada na figura abaixo.



Pode-se concluir, então, que a fórmula desta substância e o tipo de ligação química presente nesse material são, respectivamente

- A** GaAs e iônica. **D** GaAs<sub>3</sub> e iônica.  
**B** GaAs e covalente. **E** GaAs<sub>5</sub> e iônica.  
**C** GaAs e metálica.

2. A tabela fornece dados sobre as quatro primeiras energias de ionização de quatro elementos químicos representativos.

Elemento	Energia da ionização (kJ/mol)			
	1ª	2ª	3ª	4ª
I	496	4 563	6 913	9 541
II	738	1 450	7 731	10 545
III	418	3 069	4 600	5 879
IV	1 681	3 375	6 045	8 418

Devem unir-se, entre si, por ligações iônicas átomos

- A** do elemento I. **D** dos elementos III e IV.  
**B** dos elementos I e II. **E** do elemento IV.  
**C** dos elementos II e III.

3. O cloreto de sódio é constituído de íons que formam um retículo cristalino cúbico simples. A intensidade das forças entre os íons depende do produto entre as cargas e da distância entre eles. A natureza da ligação química presente nesse sólido é o que define as suas propriedades físicas.

O composto químico mencionado no texto, quando no estado sólido, caracteriza-se por

- A** conduzir eletricidade.  
**B** ser insolúvel em água.  
**C** possuir altas temperaturas de fusão.  
**D** resistir facilmente a choques mecânicos.  
**E** transformar-se facilmente em lâminas delgadas.

4. Líquidos iônicos é o termo utilizado para substâncias iônicas que possuem pontos de fusão próximo à temperatura ambiente. Embora outras substâncias iônicas também sofram fusão, como o sal de cozinha, que funde a 800 °C, o termo não é muito apropriado para ele, sendo que, nesses casos, falamos que o composto iônico está fundido. Por alterar diversas propriedades e terem custos cada vez mais acessíveis, esses compostos têm sido usados com mais frequência. Sobre os líquidos iônicos, pode-se afirmar que

- A** são bons condutores de eletricidade e calor em qualquer estado físico que se encontram.  
**B** possuem baixos pontos de fusão quando comparados aos demais compostos iônicos.  
**C** possuem as mesmas propriedades físicas e químicas dos demais compostos iônicos.  
**D** possuem alto valor econômico em sua produção, ficando mais viável fundir um sólido iônico.  
**E** mesmo líquidos não são bons condutores de eletricidades, pois a rede cristalina prende os íons.

5. Hotéis construídos de blocos de sal (NaCl) são bastante comuns no Salar de Uyuni, nos Andes, sudoeste da Bolívia, devido à baixíssima umidade que esse local apresenta. Com tanta disponibilidade de matéria-prima, foi fácil planejar a arquitetura do local, que tem tudo a ver com a paisagem. Nesses hotéis as paredes, camas, sofás e até mesmo o teto do hotel são constituídos de blocos de NaCl:

Apesar de esse composto ter sido utilizado nos blocos dessas construções, ele é conhecido por ser um sólido

- A** tenaz. **C** insolúvel. **E** quebradiço.  
**B** dúctil. **D** maleável.

6. O entendimento de como as ligações químicas se formam é um dos assuntos fundamentais da ciência. A partir desses fundamentos, pode-se entender como são desenvolvidos novos materiais. Por exemplo, de acordo com a regra do octeto, na formação de uma ligação covalente, os átomos tendem a completar seus octetos pelo compartilhamento de elétrons (atingir configuração de gás nobre,  $ns^2 np^6$ ). Porém, quando o átomo central de uma molécula tem orbitais d vazios, ele pode acomodar 10, 12 ou até mais elétrons. Os elétrons desta camada de valência expandida podem estar como pares isolados ou podem ser usados pelo átomo central para formar ligações.

A estrutura que representa uma molécula com o octeto expandido (exceção à regra do octeto) é

- A** BCl<sub>3</sub>. **B** NH<sub>3</sub>. **C** SF<sub>6</sub>. **D** H<sub>2</sub>S. **E** AlCl<sub>3</sub>.

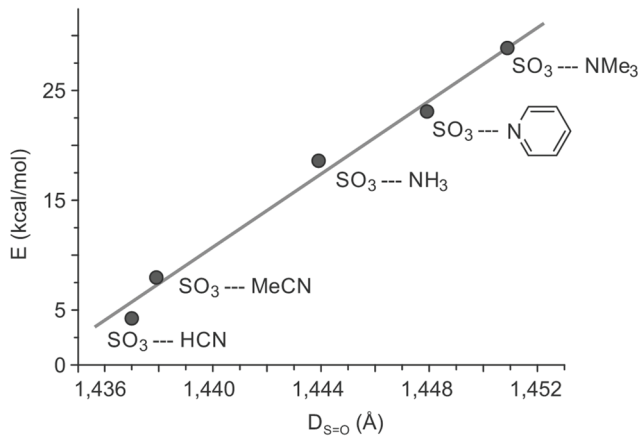
7. Resíduos de alimentos podem ser transformados em fonte de energia por meio de fermentação anaeróbia em biodigestores. Nesse processo ocorre a formação de uma mistura de gases rica em metano (CH<sub>4</sub>) que contém também vapor de água (H<sub>2</sub>O), amônia (NH<sub>3</sub>), sulfeto de hidrogênio (H<sub>2</sub>S) e dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>).

Dentre as moléculas gasosas formadas nesse processo, aquela que apresenta ângulo de ligação de 180° é a de

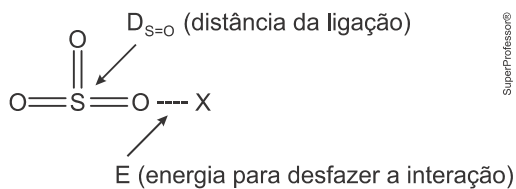
- A** água. **D** metano.  
**B** dióxido de carbono. **E** amônia.  
**C** sulfeto de hidrogênio.



8. Em um estudo, pesquisadores mostraram que a energia de interação ( $E$ ) de  $\text{SO}_3$  com diversas espécies tem relação com a distância da ligação  $\text{S}=\text{O}$  ( $D_{\text{S}=\text{O}}$ ), como representado na figura.



A energia de interação de uma espécie com outra pode ser entendida como a energia necessária para desfazer a interação entre o  $\text{SO}_3$  e os compostos estudados ( $X$ ), como representado na figura a seguir.



Considerando essas informações, é correto afirmar que

- A a interação mais forte ocorre entre  $\text{SO}_3$  e MeCN.
- B quanto mais forte a interação entre moléculas, mais longa é a ligação  $\text{S}=\text{O}$ .
- C a interação de  $\text{SO}_3$  e  $\text{NH}_3$  é a que faz com que a ligação  $\text{S}=\text{O}$  se alongue mais.
- D a ligação  $\text{S}=\text{O}$  se torna mais curta com o aumento da energia de interação entre moléculas.
- E a energia de interação do  $\text{SO}_3$  com uma molécula de HCN é do mesmo valor do que com uma molécula de  $\text{NH}_3$ .

9. As ligações iônicas e as covalentes são dois modelos distintos utilizados para explicar a ligação química. A ligação covalente é um bom modelo para representar e explicar as ligações entre os não metais, enquanto a ligação iônica costuma ser um bom modelo quando há ligações entre um metal e um não metal. Na tabela a seguir, estão representadas três substâncias e algumas de suas propriedades físicas:

Substância	TF(°C)	Te(°C)
Cloreto de sódio	801	1465
Cloreto de magnésio	714	1412
Cloreto de alumínio	—	180 (sublima)

As propriedades físicas do cloreto de alumínio são bastante distintas em relação às demais substâncias representadas, pois

- A o raio iônico das espécies envolvidas é menor.
- B a carga dos íons envolvidos na formação dessa substância é maior.

- C a diferença entre as afinidades eletrônicas dos elementos é menor.
- D a diferença entre as cargas nucleares efetivas dos elementos é maior.
- E a diferença entre as eletronegatividades dos elementos envolvidos é menor.

10. Pesquisas arqueológicas revelaram a ocorrência de objetos de cobre em diversos lugares do mundo que remontam há cerca de 6000 anos. Acredita-se que o cobre foi o primeiro metal a ser utilizado pela humanidade na fabricação dos mais diversos utensílios, desde armas a objetos ornamentais. Isso se deve às propriedades deste material, o qual apresenta fácil extração do minério, alta durabilidade, boa resistência à corrosão e boas maleabilidade e ductilidade.

A maleabilidade e a ductilidade são características que favorecem reciclagem dos metais. Essas características são explicadas a partir do modelo do mar de elétrons para a ligação metálica, no qual:

- A os átomos interagem entre si pelo compartilhamento de elétrons.
- B os elétrons da camada de valência não ficam restritos ao respectivo átomo, mas circulam por todo o material.
- C os elétrons são compartilhados entre os átomos de diferentes eletronegatividades.
- D os cátions se movimentam livremente em uma rede de elétrons.
- E os átomos se ligam por meio da interação eletrostática de íons de cargas opostas.

11. Há muitos anos, cientistas têm investigado o comportamento de substâncias não metálicas, conseguindo prever que, quando átomos ou moléculas são comprimidos, seus elétrons de ligação podem ser deslocalizados. Em 1996, físicos do Laboratório Lawrence Livermore fizeram um experimento utilizando gás hidrogênio, em condições elevadas de pressão e de temperatura, e descobriram um estado "metálico" para essa substância.

Uma propriedade exclusiva da amostra de hidrogênio do experimento que a diferenciaria do gás hidrogênio comum é a

- A tenacidade.
- B solubilidade.
- C elasticidade.
- D condutividade.
- E compressibilidade.

12. O ouro ocupa entre os metais uma posição inigualável. Desde a Antiguidade, é utilizado como forma de ostentar riqueza e poder. No mercado financeiro atual, é aplicado como capital pelos investidores, além de ser muito utilizado na fabricação de joias, ornamentos e moedas. É possível obter folhas de ouro de espessura dez mil vezes menor do que um milímetro e, partindo de um grama do metal, conseguir dois quilômetros de finíssimo fio.

As propriedades do ouro que permitem com que ele seja utilizado da maneira descrita são denominadas, respectivamente,

- A dureza e tenacidade.
- B condutividade e dureza.
- C densidade e ductibilidade.
- D tenacidade e condutividade.
- E maleabilidade e ductibilidade.





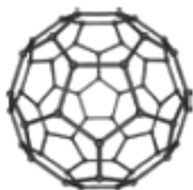
**13.** A dureza é uma das propriedades da matéria que a mineralogia utiliza para a identificação de minerais encontrados em diferentes tipos de rochas. Na geologia, essa propriedade está relacionada com a resistência que determinado mineral oferece ao ser riscado por outro material. Com base nos valores encontrados, é possível prever e compreender a facilidade ou dificuldade com que um mineral se desgasta quando submetido à ação externa, como a água e o vento.

A composição e a estrutura do cristal do mineral são fatores que influenciam a dureza do mineral, pois:

- A** elas estão principalmente relacionadas com as forças intramoleculares.
- B** quanto maior a distância entre os átomos constituintes do mineral, maior será a dureza do mineral.
- C** quanto maior a interação entre os átomos constituintes do mineral, maior será a dureza do mineral.
- D** quanto mais elementos o mineral possuir, mais duro ele será.
- E** quanto maior a intensidade das ligações iônicas, maior será a dureza do mineral.

**14.** Observe os cinco modelos de estruturas.

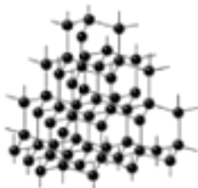
Modelo 1



fulereno, C<sub>60</sub>

(qnint.sbg.org.br)

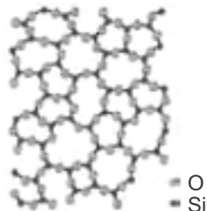
Modelo 2



diamante, C

(<https://gec.proec.ufabc.edu.br>)

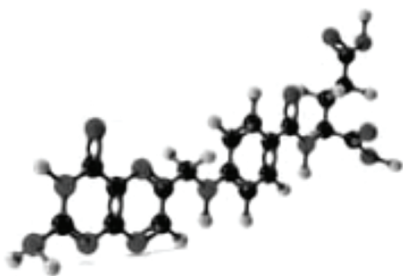
Modelo 3



quartzo, SiO<sub>2</sub>

(quimica.seed.pr.gov.br)

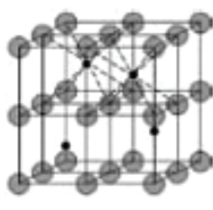
Modelo 4



● C ● N ● O ● H

ácido fólico, C<sub>19</sub>H<sub>19</sub>N<sub>7</sub>O<sub>6</sub>

Modelo 5



● Ca<sup>+2</sup> ● F<sup>-</sup>

fluorita, CaF<sub>2</sub>

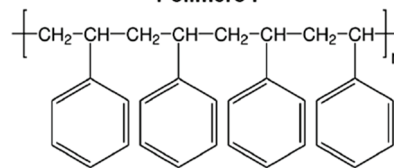
(<https://slideplayer.com.br>)

Representam uma molécula isolada de substância simples, uma rede covalente de substância composta e uma rede cristalina de composto iônico, respectivamente, os modelos

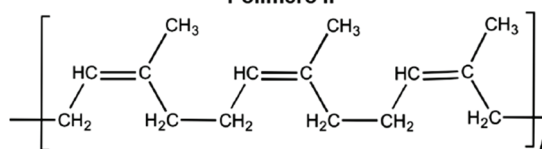
- A** 4, 3 e 5.
- B** 4, 5 e 3.
- C** 1, 2 e 5.
- D** 1, 3 e 5.
- E** 1, 2 e 3.

**15.** Um químico que trabalha em um laboratório de pesquisa recebeu a estrutura molecular de alguns polímeros como demonstrados abaixo:

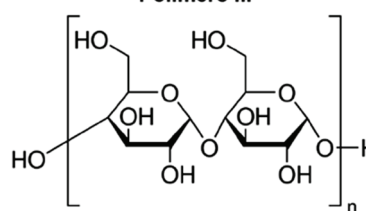
Polímero I



Polímero II



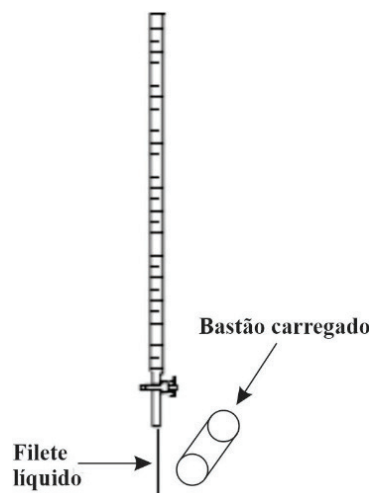
Polímero III



Após analisar as estruturas dessas substâncias, o químico concluiu que os polímeros I, II e III são solúveis, respectivamente, nos seguintes solventes:

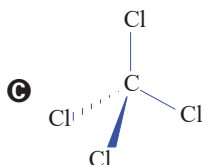
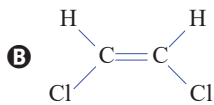
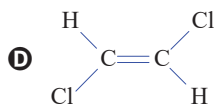
- A** tolueno – água – tolueno
- B** tolueno – água – água
- C** água – tolueno – água
- D** tolueno – tolueno – água
- E** água – água – tolueno

**16.** A polaridade de um líquido pode ser comprovada observando-se o comportamento do fluxo de um filete do líquido diante de um objeto carregado eletrostaticamente. O objeto utilizado no experimento pode ser uma régua de plástico, um pente ou um bastão de vidro que foram previamente friccionados em um pedaço de lã ou no cabelo.

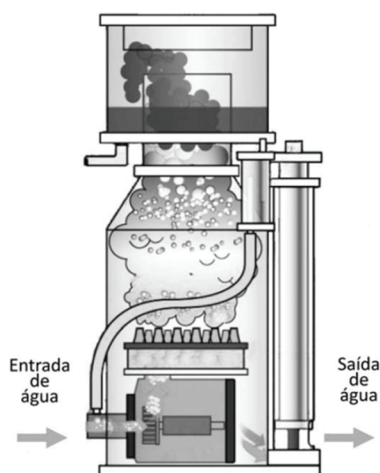


Filetes de líquidos polares são desviados por objetos eletrizados e filetes de líquidos apolares não sofrem desvios.

Considerando o exposto, qual dos líquidos sofrerá atração pelo bastão?



17.



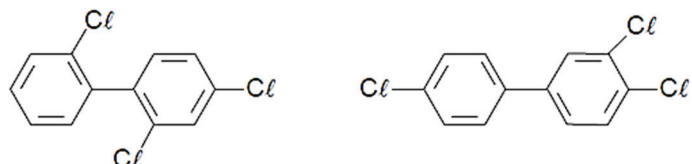
Em aquários de água marinha, é comum o uso do equipamento chamado "Skimmer", aparato em que a água recebe uma torrente de bolhas de ar, como representado na figura, levando a matéria orgânica até a superfície, onde pode ser removida. Essa matéria orgânica eliminada é composta por moléculas orgânicas com parte apolar e parte polar, enquanto as bolhas formadas têm caráter apolar. Esse aparelho, no entanto, tem rendimento muito menor em aquários de água doce (retira menos quantidade de material orgânico por período de uso).

Considerando que todas as outras condições são mantidas, o menor rendimento desse aparato em água doce do que em água salgada pode ser explicado porque

- A** a polaridade da molécula de água na água doce é maior do que na água salgada, tornando as partes apolares das moléculas orgânicas mais solúveis.
- B** a menor concentração de sais na água doce torna as regiões apolares das moléculas orgânicas mais solúveis do que na água salgada, prejudicando a interação com as bolhas de ar.
- C** a água doce é mais polar do que água salgada por ser mais concentrada em moléculas polares como a do açúcar, levando as partes polares das moléculas orgânicas a interagir mais com a água doce.
- D** a reatividade de matéria orgânica em água salgada é maior do que em água doce, fazendo com que exista uma menor quantidade de material dissolvido para interação com as bolhas de ar.

**E** a concentração de sais na água marinha é maior, o que torna as partes apolares das moléculas orgânicas mais propensas a interagir com os sais dissolvidos, promovendo menor interação com as bolhas de ar.

18. A produção industrial dos bifenilos policlorados, PCBs, começou no final da década de 1920, em que foram considerados ideais para serem utilizados como isolantes elétricos e líquidos refrigerantes, devido à grande estabilidade que apresentam em temperaturas elevadas. As moléculas a seguir representam dois diferentes bifenilos triclорados.



No entanto, os PCBs estão entre os mais perigosos compostos já sintetizados, pois, além de persistirem no ambiente, estão sujeitos ao processo de bioacumulação, no qual sua concentração aumenta ao longo da cadeia alimentar. Os seres humanos e outros animais que estão no topo das cadeias alimentares podem acumular altas concentrações de PCBs nas células de gordura de seus corpos.

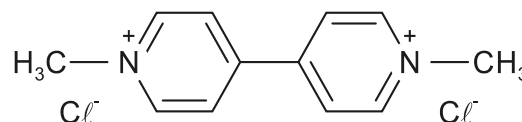
O processo de bioacumulação dos PCBs se deve à

- A** elevada massa molar desses compostos, o que dificulta a sua difusão para fora dos tecidos.
- B** elevada reatividade dos átomos de cloro, que se ligam às estruturas biológicas dos seres vivos.
- C** baixa densidade dessas substâncias, fazendo com que interajam preferencialmente com as gorduras.
- D** elevada aromaticidade desses compostos, o que faz com que sejam reativas na presença de enzimas.
- E** baixa polaridade de suas moléculas, fazendo com que a eliminação pelos processos de excreção seja dificultada.

19. A geometria molecular e a polaridade das moléculas são conceitos importantes para prever o tipo de força de interação entre elas. Dentre os compostos moleculares nitrogênio, dióxido de enxofre, amônia, sulfeto de hidrogênio e água, aqueles que apresentam o menor e o maior ponto de ebulição são, respectivamente,

- A**  $\text{SO}_2$  e  $\text{H}_2\text{S}$ .
- B**  $\text{N}_2$  e  $\text{H}_2\text{O}$ .
- C**  $\text{NH}_3$  e  $\text{H}_2\text{O}$ .
- D**  $\text{N}_2$  e  $\text{H}_2\text{S}$ .
- E**  $\text{SO}_2$  e  $\text{NH}_3$ .

20. O Paraquat ou dicloreto de 1,1'-dimetil-4,4'-bipiridínio, cuja estrutura é mostrada na figura abaixo, é um herbicida que foi amplamente utilizado na agricultura devido ao baixo custo e à grande eficácia. No entanto, o pesticida foi proibido no Brasil em 2020, mas o setor sojeiro vem pressionando para reverter essa decisão, alegando que a falta do produto compromete a produção do grão. O Paraquat foi proibido após a divulgação de pesquisas que comprovam a relação entre o pesticida e o desenvolvimento da doença de Parkinson e de mutações genéticas que podem causar câncer.





Esse composto químico contém em sua fórmula ligações:

- A iônicas apenas.
- B covalentes apenas.
- C covalentes e iônicas.
- D covalentes e de van der Waals.
- E iônicas e de van der Waals.

**21.** Desde os primórdios da humanidade, há uma busca por entender questões acerca da origem, do funcionamento e da organização do Universo. Na tentativa de propor explicações, os cientistas elaboram modelos. Considerando que as propriedades físico-químicas da matéria, os tipos de ligações e as geometrias moleculares podem ser explicados por meio de modelos atômicos, modelos de ligações e modelos de moléculas, relacione a coluna da esquerda com a da direita.

I. O NaCl é um sólido em temperatura ambiente.	A. Geometria linear, ligação covalente e forças intermoleculares do tipo dipolo-dipolo.
II. A água é uma substância molecular, polar e considerada solvente universal.	B. Geometria linear, molécula apolar e forças intermoleculares do tipo dipolo-induzido dipolo-induzido.
III. O benzeno é uma substância apolar e líquida em temperatura ambiente.	C. Composto aromático e forças do tipo dipolo-induzido dipolo-induzido.
IV. O HCl é um gás em temperatura ambiente.	D. Alto ponto de fusão e ebulição, composto formado por ligação iônica.
V. O CO <sub>2</sub> é um gás em temperatura ambiente.	E. Ligações de hidrogênio e geometria angular.

Assinale a alternativa que contém a associação correta.

- A I-B, II-A, III-C, IV-E, V-D.
- B I-B, II-A, III-E, IV-D, V-C.
- C I-D, II-C, III-E, IV-B, V-A.
- D I-D, II-E, III-C, IV-A, V-B.
- E I-C, II-E, III-B, IV-A, V-D.

**22.** Ao contrário do que muitos pensam, o colesterol é uma substância essencial ao organismo por participar da composição de membranas celulares, na fabricação da bile, na síntese de hormônios e no metabolismo de vitaminas lipossolúveis. Sua alta concentração, porém, pode causar obstrução nos vasos sanguíneos, aumentando a probabilidade de doenças cardíacas. Algumas substâncias, como o fosfolípido, são capazes de interferir na absorção do colesterol no intestino, podendo regular sua concentração no sangue. Isso é possível já que sua estrutura química possui uma parte hidrofílica, responsável pela sua solubilização no plasma sanguíneo, e outra parte hidrofóbica que interage bem com moléculas apolares como o colesterol. Essa substância é encontrada na gema do ovo, que há décadas é discriminado por aumentar o colesterol, prejudicando a saúde. Atualmente, o consumo do ovo vem crescendo devido a esse e outros benefícios descobertos.

A absorção do colesterol pela membrana celular é possibilitada, principalmente, pelo estabelecimento de interações intermoleculares do tipo

- A íon-dipolo.
- B ligações dissulfeto.
- C ligações de hidrogênio.
- D dipolo instantâneo-dipolo induzido.
- E dipolo permanente-dipolo permanente

**23.** Alguns insetos andam com facilidade sobre a água. Em rios poluídos com esgoto doméstico isso é mais difícil de acontecer, principalmente devido à presença de grandes quantidades de sabão e detergente provenientes de atividades como lavar louças e roupas e tomar banho. A água poluída dessa forma impede que os insetos caminhem sobre sua superfície devido

- A ao mal odor exalado pelas águas poluídas.
- B à redução da tensão superficial da água dos rios.
- C à fragilidade das moléculas de sabão e de detergente.
- D à mudança de pH observada na água poluída.
- E à baixa concentração de oxigênio dissolvido nestas águas.

**24.** Leia o texto a seguir:

### Tecidos Inteligentes

Os tecidos térmicos são formados por fibras poliméricas cujas forças de atração intermolecular são do tipo ligações de hidrogênio. Quando a temperatura está elevada, há uma ruptura de tais interações e a consequente absorção de energia, diminuindo a temperatura do meio (a pele do usuário). Quando a temperatura está baixa, as interações atrativas são restabelecidas, liberando energia.

Caso utilizássemos um tecido cujas unidades de repetição estivessem unidas por meio de dipolo induzido, o conforto térmico desse tecido

- A seria mais intenso do que se utilizássemos um tecido cujas unidades de repetição estivessem unidas por meio de dipolos permanentes.
- B seria mais intenso do que se utilizássemos um tecido cujas unidades de repetição estivessem unidas por meio de ligações de hidrogênio.
- C seria igualmente intenso do que se utilizássemos um tecido cujas unidades de repetição estivessem unidas por meio de ligações de hidrogênio.
- D seria menos intenso do que se utilizássemos um tecido cujas unidades de repetição estivessem unidas por meio de ligações covalentes.
- E seria menos intenso do que se utilizássemos um tecido cujas unidades de repetição estivessem unidas por meio de ligações de hidrogênio.



25.

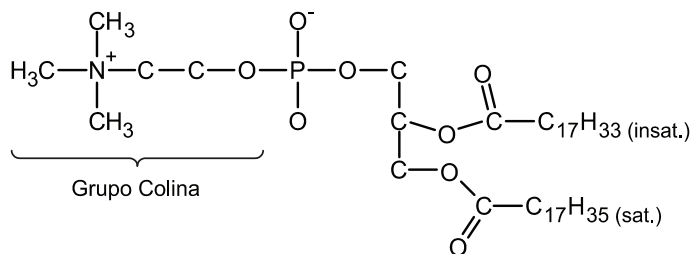
**Sprays de óleo**

Como funcionam aqueles “sprays” antiaderentes? O rótulo diz que o conteúdo não contém gordura e tem poucas calorias, mas quando o borrifo na minha frigideira, ele parece mesmo é com óleo. Existe óleo sem gordura? Ou será que o “spray” contém algum tipo de substância química que substitui o óleo?

Não, não existe tal coisa, um óleo comestível que não seja gordura. As gorduras são uma família de compostos químicos específicos, e o óleo não passa de uma gordura líquida.

...

Essas latinhas práticas, ótimas para revestir assadeiras e formas de bolinhos, em vez de untá-las, contém principalmente um óleo vegetal, em geral adicionado de lecitina e álcool. A lecitina é uma substância parecida com uma gordura (papo técnico: um fosfolipídio) encontrada na gema do ovo e na soja, entre outras fontes, e ajuda a evitar que a comida grude. Mas os sprays são quase integralmente óleo.



Apesar da lecitina de soja ser um dos componentes do spray antiaderente, sua utilização mais comum é como emulsificante. Isto se deve ao fato de sua estrutura

- A ser completamente apolar.
- B exibir propriedade anfifílica.
- C ser semelhante à dos terpenos.
- D apresentar longos grupos alquilas.
- E apresentar grupo colina na região hidrófoba.

**26.** Para cumprirem a função de reter grande quantidade de água, as fraldas descartáveis são confeccionadas com um polímero superabsorvente, que contém grande quantidade de íons carboxilato. A capacidade de retenção deve-se em parte às forças intermoleculares entre os grupos carboxilatos e a água. A interação mais forte que ocorre entre essas moléculas é do tipo:

- A dispersão de London-dipolo permanente.
- B ligações de hidrogênio.
- C ligações iônicas.
- D íon-dipolo permanente.
- E dipolo permanente-dipolo permanente.

**27.** Certamente muitas pessoas já observaram que, em determinadas situações, não se consegue fazer espuma ao tentar lavar as mãos. Será que o problema é com o sabão ou com a água? Acontece que o cálcio e o magnésio livres e presentes na água reagem com o sabão e formam compostos pouco solúveis, diminuindo sua concentração e seu poder de espumar.

A ligação formada no produto insolúvel da reação entre o cálcio presente na água e o sabão é do tipo

- A coordenada, uma vez que o cálcio atua como ácido de lewis quando em sua forma livre.
- B iônica, uma vez que ambas as espécies que se ligam apresentam cargas inteiras e opostas.
- C metálica, uma vez que o cálcio é um metal e esse é o tipo de ligação preferencial para metais alcalinos terrosos.
- D íon-dipolo, uma vez que a substância formada apresenta cadeia carbônica longa e as substâncias orgânicas têm natureza molecular.
- E covalente, uma vez que a substância formada é insolúvel e essa é uma característica intrínseca de espécies que realizam ligações fortes.

**28.** Uma forma simples de divertimento entre as crianças, as bolhas formadas a partir da mistura de água e sabão estão relacionadas a um fenômeno chamado de tensão superficial. Na água pura (sem sabão), esse fenômeno faz com que as moléculas localizadas na superfície (em contato com o ar) interajam entre si, produzindo uma fina película com fortes interações, as quais dificultam a formação de bolhas. A mistura dessa substância com sabão ou detergente ocasiona a redução da tensão superficial da água, facilitando, assim, a formação das bolhas.

Os sabões e detergentes reduzem a tensão superficial da água, pois

- A diminuem o contato das moléculas de água com o ar atmosférico, impedindo a evaporação dessas moléculas.
- B interagem suas partes apolares com as moléculas de água, fazendo com que as moléculas de água interajam mais entre si.
- C interagem suas partes apolares com as moléculas de água, fazendo com que as moléculas de água interajam menos entre si.
- D interagem suas partes polares com as moléculas de água, fazendo com que as moléculas de água interajam menos entre si.
- E interagem suas partes polares com as moléculas de água, fazendo com que as moléculas de água interajam mais entre si.

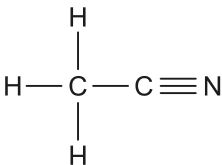
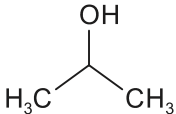
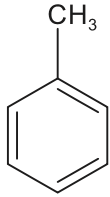


**29.** Poluentes orgânicos persistentes (POPs) são compostos que persistem no ambiente por longos períodos, ou seja, são pouco degradados naturalmente, magnificam-se ao longo da teia trófica e provocam efeitos adversos à saúde e ao meio ambiente. Entre eles estão alguns compostos orgânicos clorados utilizados como pesticidas e isolantes de chamas. Uma das características dos POPs é que são pouco hidrossolúveis, com elevada tendência de interagir com lipídeos. Uma forma padronizada de se medir essa tendência é pelo cálculo do coeficiente de partição octanol-água ( $K_{OW}$ ). Esse coeficiente representa a razão entre a concentração de um composto na fase de n-octanol e sua concentração na fase aquosa ( $K_{OW} = \frac{C_o}{C_w}$ ) após a mistura e separação das fases.

Com base nessas informações, assinale a alternativa correta.

- A** Por possuírem  $K_{OW}$  muito baixo, os POPs não se solubilizam nem na água nem no octanol.
- B** O  $K_{OW}$  não pode ser determinado para os POPs, pois octanol e água são completamente miscíveis.
- C** Uma vez que os POPs se magnificam ao longo da teia trófica, sua concentração é maior em produtores primários.
- D** Os compostos clorados são pouco solúveis em água, de forma que o NaCl pode ser considerado um POP.
- E** POPs possuem  $K_{OW}$  elevado, solubilizando-se mais facilmente na fase orgânica por serem substâncias lipossolúveis.

**30.** Analise o quadro que apresenta as fórmulas estruturais de substâncias líquidas, em temperatura ambiente, que são empregadas como solventes em sínteses orgânicas.

Substância	Fórmula estrutural
1	
2	$H_3C - NO_2$
3	
4	

Dentre as substâncias apresentadas no quadro, aquelas que, quando misturadas, apresentam interação por ligação de hidrogênio são as de números

- A** 2 e 3.
- B** 1 e 4.
- C** 1 e 2.
- D** 2 e 4.
- E** 3 e 4.



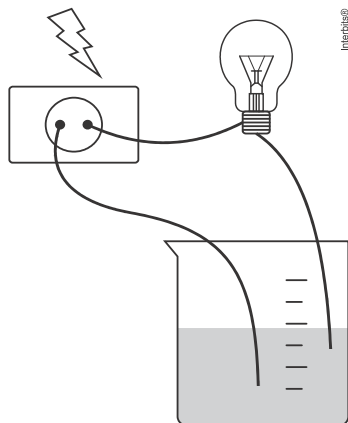
## UNIDADE

## 4

## Funções Inorgânicas

1. Realizou-se um experimento, utilizando-se o esquema mostrado na figura, para medir a condutibilidade elétrica de soluções. Foram montados cinco kits contendo, cada um, duas soluções de mesma concentração, sendo uma de ácido e outra de uma base. Os kits analisados pelos alunos foram:

Kit	Solução 1	Solução 2
1	H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	Mg(OH) <sub>2</sub>
2	HCl	Fe(OH) <sub>2</sub>
3	H <sub>2</sub> S	Ba(OH) <sub>2</sub>
4	HClO <sub>4</sub>	NaOH
5	H <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	KOH



Qual dos kits analisados provocou o acendimento da lâmpada com um brilho mais intenso nas duas soluções?

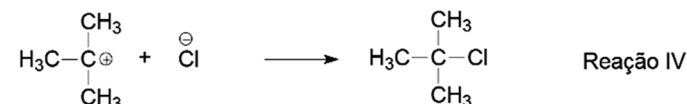
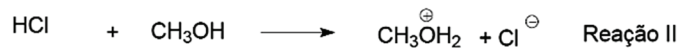
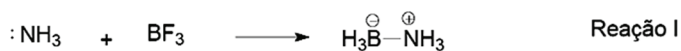
- A** Kit 1. **B** Kit 2. **C** Kit 3. **D** Kit 4. **E** Kit 5.

2. O estômago, na condição normal, apresenta pH entre 1,2 e 3,0. Entretanto, quando o pH está abaixo de 1,2, usa-se leite de magnésia. Esse medicamento é comercializado na forma de uma suspensão de hidróxido de magnésio, Mg(OH)<sub>2</sub>, com água.

Sobre o leite de magnésia, é correto afirmar:

- A** É classificado como uma mistura heterogênea que, em contato com a solução estomacal, aumenta a quantidade de água no meio.  
**B** É uma substância capaz de reagir com os íons hidrônio, H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>, presentes no estômago.  
**C** Diminui a acidez estomacal porque os íons magnésio hidrolisam, gerando hidroxila.  
**D** A função do leite de magnésia é neutralizar toda a acidez do estômago.  
**E** Torna a solução do estômago uma solução básica.

3. De modo geral, as moléculas apresentam um comportamento de um ácido ou uma base, dependendo do ambiente químico em que se encontram. Nesse contexto, abaixo são apresentadas quatro reações ácido-base.

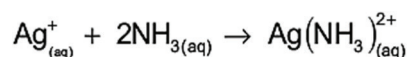


As equações químicas descritas, que representam reações ácido-base segundo a teoria de Brönsted-Lowry, são, respectivamente:

- A** I e II **B** I e IV **C** II e III **D** III e IV **E** I e III

4. Os complexos de coordenação são muito importantes e mostram que determinados metais de transição, por apresentarem orbitais d disponíveis para ligação, podem formar compostos em que eles se ligam às moléculas do solvente (como a água ou a amônia), de modo a apresentarem diferentes quantidades de moléculas de solvente ligadas. Por isso, podem formar mais do que um composto com o mesmo solvente, gerando complexos de coordenação com diferenças fundamentais, como a condutibilidade elétrica ou o coeficiente de solubilidade.

Os íons prata (Ag<sup>+</sup>), ao reagirem com solução aquosa de amônia (NH<sub>3</sub>), formam um complexo de coordenação de fórmula Ag(NH<sub>3</sub>)<sub>2</sub><sup>+</sup>, como mostra a reação:



Essa reação é considerada de ácido-base, na qual Ag<sup>+</sup> é classificado como

- A** ácido de Lewis, e NH<sub>3</sub> como base de Lewis.  
**B** base de Lewis, e NH<sub>3</sub> como ácido de Lewis.  
**C** ácido de Arrhenius, e NH<sub>3</sub> como base de Arrhenius.  
**D** ácido de Bronsted-Lowry, e NH<sub>3</sub> como base de Bronsted-Lowry.  
**E** base de Bronsted-Lowry, e NH<sub>3</sub> como ácido de Bronsted-Lowry

5. Na molécula da amônia, cada átomo de hidrogênio tem seu elétron comprometido na formação de uma ligação covalente com o nitrogênio. Por outro lado, o nitrogênio possui um par de elétrons não ligantes, representado por dois pontos (:). Existem várias teorias que definem substâncias como ácido e base. Uma delas é a teoria de Lewis que pode classificar o :NH<sub>3</sub> como base por causa da:

- A** liberação de três íons H<sup>+</sup> quando é dissolvido em água.  
**B** doação do par de elétrons não ligantes a se combinar.  
**C** aceitação de íons F<sup>-</sup> ao reagir com BF<sub>3</sub>.  
**D** liberação de íons OH<sup>-</sup> quando na forma gasosa reagir com gás O<sub>2</sub>.  
**E** formação de íons :NH<sub>2</sub><sup>-</sup> quando solubilizado e água ao aceitar um elétron não-ligante a mais.



6. Um químico precisa identificar as soluções armazenadas em três frascos A, B e C. Cada frasco contém uma das seguintes soluções:  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , NaCl e NaOH. Dispõe, para isso, dos indicadores ácido-base fenolftaleína (deixa a solução incolor em  $\text{pH} < 9$  e rosa em  $\text{pH} > 9$ ) e vermelho de metila (deixa a solução vermelha em  $\text{pH} < 5$  e amarela em  $\text{pH} > 5$ ). Para tanto, esse químico retirou duas amostras de cada uma das soluções e adicionou a uma delas três gotas de fenolftaleína e, à outra, três gotas de vermelho de metila. Os resultados dos experimentos estão mostrados na tabela.

Amostra do frasco	Com fenolftaleína	Com vermelho de metila
A	incolor	amarela
B	rosa	amarela
C	incolor	vermelha

Com base nos dados apresentados na tabela, pode-se concluir que os frascos A, B e C contêm, respectivamente, as soluções de

- A**  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , NaOH e NaCl.      **D** NaCl,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  e NaOH.  
**B**  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , NaCl e NaOH.      **E** NaCl, NaOH e  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .  
**C** NaOH,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  e NaCl.

7. O pH do solo depende de sua composição. Por exemplo, terrenos pantanosos têm pH por volta de 3,5, devido à presença de grande quantidade de ácidos provenientes do húmus; já terrenos sedimentares, formados por sílica ( $\text{SiO}_2$ ), devido à formação, em pequena quantidade, de ácido silícico ( $\text{H}_4\text{SiO}_4$ ), apresentam pH próximo de 6,0. Terrenos de origem vulcânica, ricos em silicatos de cálcio e magnésio, devido à sua hidrólise, apresentam pH superior a 7.

Para cultivo de determinadas espécies, faz-se necessário a correção do pH do solo, caso este não se encontre na faixa da planta cultivada.

A tabela a seguir apresenta exemplos de faixa de pH considerado ótimo para algumas plantas.

Maçã	5,0-6,5
Morango	5,0-6,5
Ervilha	6,0-7,5
Tomate	5,5-7,5
Feijão	6,0-7,5
Rosa	6,0-8,0

Com relação à maçã, pode-se inferir que

- A** o melhor solo para seu cultivo é o de origem vulcânica, que apresenta um pH menor que 7.  
**B** pode ser cultivado em solo pantanoso, desde que seu pH sofra um ajuste, tornando-se mais ácido.  
**C** o solo vulcânico deve sofrer um ajuste no pH para torná-lo apropriado para o cultivo, e tal procedimento pode ser feito com carbonato de cálcio ( $\text{CaCO}_3$ ).  
**D** o solo sedimentar deve sofrer um ajuste no pH para torna-lo apropriado para o cultivo, e tal procedimento pode ser feito com cloreto de sódio (NaCl).  
**E** o terreno pantanoso deve sofrer um ajuste no pH para torná-lo apropriado para o cultivo, e tal procedimento pode ser feito com carbonato de cálcio ( $\text{CaCO}_3$ ).

8. Ao tomar banho de piscina, uma criança queixou-se de ardor nos olhos e de cabelo endurecido. Ao medir o pH da água, foi verificado que o valor era de 4,2. Para solucionar o problema foi sugerido tratar a água utilizando barrilha, um produto capaz de promover uma diminuição da acidez da água.

O principal componente da barrilha é o

- A** nitrato de amônio.      **D** sulfato de cálcio  
**B** cloreto de potássio.      **E** cloreto de sódio.  
**C** carbonato de sódio.

9. Alterações de pH do solo podem ser danosas à agricultura, prejudicando o crescimento de alguns vegetais, como a soja. O solo pode tornar-se mais ácido, devido à alteração nas composições de alguns minerais e ao uso de fertilizantes, ou mais alcalino, pela ausência das chuvas. Os óxidos que, ao serem adicionados ao solo e entrarem em contato com a água, podem resolver os problemas de acidez e alcalinidade são, respectivamente,

- A** CO e  $\text{SO}_2$ .      **C**  $\text{Na}_2\text{O}$  e CO.      **E**  $\text{SO}_2$  e CaO.  
**B**  $\text{Na}_2\text{O}$  e  $\text{SO}_2$ .      **D** CaO e  $\text{Na}_2\text{O}$ .

10. O Carvão foi uma das primeiras fontes de energia e, em pleno século XXI, ainda é muito empregado, haja vista a possibilidade de instalação no Pará de uma termoelétrica alimentada por carvão mineral. Sua composição média varia muito, porém valores comuns são: 4% de umidade, 5% de matéria volátil, 81% de carbono e materiais minerais diversos que levam, após a combustão, à formação de aproximadamente 10% de cinzas. Estas cinzas ou "pó do carvão" são muito leves e, para que não levantem poeira, devem ser armazenadas em ambiente com umidade controlada. As cinzas são constituídas de uma série de elementos, normalmente expressos na forma de óxidos:  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , CaO, MgO,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$ ,  $\text{Mn}_3\text{O}_4$ , BaO. Além desses, outro óxido importante é o  $\text{SO}_3$ , produzido e liberado na forma gasosa durante o processo de combustão.

Um dos parâmetros utilizados para avaliar a qualidade de um carvão é o "índice de alcalinidade" de suas cinzas. A alternativa que apresenta dois dos óxidos responsáveis por esta propriedade é a

- A**  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  e BaO.      **C**  $\text{K}_2\text{O}$  e  $\text{TiO}_2$ .      **E**  $\text{P}_2\text{O}_5$  e MgO.  
**B**  $\text{Mn}_3\text{O}_4$  e CaO.      **D**  $\text{K}_2\text{O}$  e  $\text{Na}_2\text{O}$ .

11. Os aditivos alimentares são utilizados para conservação e melhora das características de alimentos industrializados. Na lista de ingredientes de um pacote de salgadinho, consta a presença de dióxido de silício e de urucum, além de diversos outros elementos. Sabendo-se que o dióxido de silício é uma substância que absorve água e que o urucum é uma planta utilizada no artesanato indígena, os aditivos mencionados podem ser classificados, respectivamente, como:

- A** umectante e corante.  
**B** umectante e edulcorante.  
**C** hidratante e edulcorante.  
**D** anti-umectante e antioxidante.  
**E** anti-umectante e corante.



12. Lavadores de gases são dispositivos de controle da poluição do ar concebidos para usar as propriedades alcalinas da soda cáustica. Tais sistemas neutralizam as emissões de gases ácidos de chaminés, contribuindo assim para tornar o meio ambiente mais limpo e livre de poluição.

A equação que representa corretamente uma reação de neutralização entre o hidróxido de sódio, principal componente da soda cáustica, e um gás responsável pelo efeito denominado chuva ácida é:

- A  $\text{SO}_3 + 2 \text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ ;
- B  $\text{S} + 2 \text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{S} + \text{H}_2\text{O}$ ;
- C  $\text{CO} + 2 \text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ ;
- D  $\text{N}_2\text{O} + 2 \text{NaOH} \rightarrow 2 \text{NaNO}_2 + \text{H}_2$ ;
- E  $\text{H}_2 + 2\text{NaOH} \rightarrow 2\text{Na} + 2\text{H}_2\text{O}$ .

13. A chuva ácida não é mais um problema pontual das áreas urbanas, os seus impactos se estendem até as áreas virgens das montanhas Adirondack e Apalaches. Também se tornou um grande problema na Escandinávia, no norte da Europa, e na Serra do Mar, no Brasil. Embora a construção de chaminés altas nas usinas que utilizam carvão mineral, como as termoelétricas, tenha reduzido a poluição atmosférica local, o problema foi agravado porque os óxidos de nitrogênio e de enxofre,  $\text{NO}_2(\text{g})$  e  $\text{SO}_2(\text{g})$ , provenientes da queima de combustíveis fósseis, perduram por mais tempo nas camadas de nuvens e formam maior quantidade de ácidos.

Considerando-se a problemática causada pelo fenômeno da chuva ácida, é correto afirmar:

- A A chuva ácida causa menor impacto a lagos e a riachos de águas alcalinas e a solos ácidos.
- B Os peixes e os micro-organismos de lagos e de rios não são afetados pelo aumento de pH causado pela chuva ácida.
- C A remoção de compostos de enxofre dos combustíveis e de suas emissões diminui os impactos causados pela chuva ácida.
- D O dióxido de nitrogênio,  $\text{NO}_2(\text{g})$ , mantém inalterado o pH do vapor de água das nuvens, o que provoca maior impacto da chuva ácida sobre as florestas e as montanhas de todo o Planeta.
- E O dióxido de enxofre, ao interagir com vapor de água das nuvens, é transformado no íon  $\text{SO}_4^{2-}(\text{aq})$ , base conjugada do ácido  $\text{H}_2\text{SO}_3(\text{aq})$ , responsável pelos efeitos danosos da chuva ácida.

14. O conceito de reação química está associado à idéia de transformação, ou seja, à produção de novos materiais, ou de novas substâncias químicas. As reações químicas são representadas por meio de equações químicas e podem ser definidas e classificadas segundo diferentes critérios.

De acordo com o tipo de substância envolvida na reação química, pode-se classificá-las em:

1. reações de síntese ou adição.
2. reações de análise ou decomposição.
3. reações de dupla troca.
4. reações de simples troca ou deslocamento.

Analise os exemplos de reações químicas dados a seguir, classificando-os de acordo com o critério acima.

I. O excesso de acidez estomacal (azia) pode ser combatido com o uso de leite de magnésia, que reage com o ácido clorídrico existente no suco gástrico do estômago, neutralizando esse ácido  $\text{Mg}(\text{OH})_2 + 2\text{HCl} \rightarrow \text{MgCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ .  
(\_\_\_\_\_)

II. O oxigênio e o hidrogênio liquefeitos são os combustíveis líquidos mais comuns usados para impulsionar os foguetes, pela expulsão dos gases de combustão, gerados pela reação entre o hidrogênio com o oxigênio  $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$ .  
(\_\_\_\_\_)

III. O ferro reage com o sulfato de cobre, formando o sulfato de ferro e o cobre  $\text{Fe} + \text{CuSO}_4 \rightarrow \text{FeSO}_4 + \text{Cu}$ .  
(\_\_\_\_\_)

IV. O fermento químico, também conhecido como carbonato ácido de amônio, quando misturado à massa de bolo e, depois de aquecido, reage produzindo gás dentro da massa, o que deixa o bolo fofo e crescido  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3(\text{s}) \rightarrow 2\text{NH}_3(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) + \text{CO}_2(\text{g})$ . (\_\_\_\_\_)

Assinale a alternativa que corresponde à seqüência **correta** de classificação das reações químicas, de cima para baixo.

- A análise ou decomposição; simples troca ou deslocamento; dupla troca; síntese ou adição
- B síntese ou adição; dupla troca; simples troca ou deslocamento; análise ou decomposição
- C síntese ou adição; análise ou decomposição; dupla troca; simples troca ou deslocamento
- D dupla troca; simples troca ou deslocamento; adição ou síntese; análise ou decomposição
- E dupla troca; síntese ou adição; simples troca ou deslocamento; análise ou decomposição

15. Num laboratório, foram feitos testes para avaliar a reatividade de três metais: cobre, Cu, magnésio, Mg, e zinco, Zn.

Para tanto, cada um desses metais foi mergulhado em três soluções diferentes: uma de nitrato de cobre,  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ , uma de nitrato de magnésio,  $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ , e uma de nitrato de zinco,  $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$ .

Neste quadro, estão resumidas as observações feitas ao longo dos testes:

	Metais		
Soluções	Cu	Mg	Zn
$\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$	Não reage	Reage	Reage
$\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$	Não reage	Não reage	Não reage
$\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$	Não reage	Reage	Não reage

Considerando-se essas informações, é **CORRETO** afirmar que a disposição dos três metais testados, segundo a **ordem crescente de reatividade** de cada um deles, é

- A Cu / Mg / Zn.
- B Cu / Zn / Mg.
- C Mg / Zn / Cu.
- D Zn / Cu / Mg.



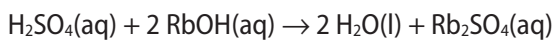


**16.** Mergulhando-se uma pastilha de zinco em uma solução aquosa de ácido clorídrico observa-se uma intensa formação de bolhas na superfície da pastilha, indicando liberação gasosa. Ao final deste processo, observa-se que todo o zinco foi consumido.

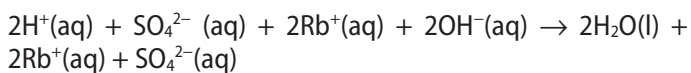
A equação química representativa deste processo, com os coeficientes ajustados, é:

- A  $Zn + 2 HCl \rightarrow ZnCl_2 + H_2$
- B  $Zn + HCl \rightarrow ZnCl + 1/2 H_2$
- C  $Zn + 2 HClO \rightarrow Zn(OH)_2 + Cl_2$
- D  $Zn + 2 HClO \rightarrow ZnCl_2 + H_2 + O_2$
- E  $Zn + 2 HCl \rightarrow ZnH_2 + Cl_2$

**17.** Quando ocorre uma reação química, e possível que, no meio aquoso, haja espécies químicas que não participam da reação sem sofrer qualquer alteração. Essas espécies são conhecidas como íons espectadores. Na reação, em meio aquoso, do ácido sulfúrico com hidróxido de rubídio representada pela equação



ou pela equação



os íons espectadores são:

- A  $H^+$  e  $OH^-$
- B  $SO_4^{2-}$  e  $H^+$
- C  $SO_4^{2-}$  e  $OH^-$
- D  $Rb^+$  e  $SO_4^{2-}$
- E  $Rb^+$  e  $OH^-$

**18.** Uma pessoa leu uma reportagem que falava sobre os malefícios do consumo de refrigerante a base de cola para os ossos do corpo humano. Diante disso, essa pessoa decidiu por conta própria realizar um experimento para verificar se a teoria era verdadeira.

Para isso, mergulhou um osso de galinha em água filtrada e outro osso de galinha dentro de um copo de refrigerante de cola mantendo ali por uma semana. Após esse período, observou os resultados: além de ter ficado mais escuro, o osso de galinha mergulhado no refrigerante de cola tornou-se mais maleável, enquanto o osso mergulhado em água filtrada não apresentou alterações significativas. Imediatamente essa pessoa postou em uma rede social a seguinte mensagem "Gente, eu testei. É verdade! Quando a gente toma refrigerante de cola os nossos ossos se corroem!".

Baseando-se no experimento realizado, a conclusão a que essa pessoa chegou e divulgou em sua publicação é:

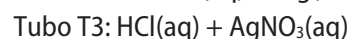
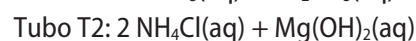
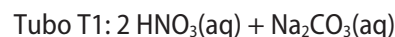
- A Errada, pois o refrigerante de cola não reage quimicamente nem com osso de galinha nem com osso humano.
- B Equivocada, pois o osso humano não tem os mesmos elementos químicos do osso de galinha.
- C Exagerada, pois apesar de haver reação com o corpo humano, o refrigerante não entra em contato direto com os ossos.
- D Correta, pois as observações do experimento podem ser diretamente extrapolados para o que ocorre no corpo humano.
- E Imprecisa, pois não ocorre corrosão dos ossos, mas uma dissolução pronunciada do carbonato de cálcio em água.

**19.** Em algum momento, durante o século I a.C.; a rainha egípcia Cleópatra apostou com seu amante Marco Antônio que podia convidá-lo para o jantar mais caro jamais servido. Marco Antônio havia participado de refeições bem elaboradas no seu tempo, e concordou com a aposta. Quando a hora chegou, ele sentou-se numa mesa servida com nada mais que uma taça cheia de um líquido claro. Enquanto a expectativa de Marco Antônio crescia, Cleópatra cuidadosamente removeu um dos seus brincos, feito de uma perola enorme, esmagou-o e colocou o pó na taça. O líquido, que na verdade era vinagre efervesceu de modo impressionante enquanto os pedaços de pérola desapareciam. A rainha tomou a taça e triunfante, bebeu a poção. Ela tinha consumido o jantar mais caro de todos os tempos: a pérola valia dois milhões de onças de prata. Ao cometer esse ato, Cleópatra pode ter se tornado a primeira mulher a fazer uso de suplementos de cálcio.

Sabendo que as pérolas são constituídas, essencialmente por carbonato de cálcio ( $CaCO_3$ ), a efervescência da bebida ingerida por Cleópatra ocorreu devido a produção de

- A Ca
- B  $CH_3COOH$
- C  $CO_2$
- D  $H_2$
- E  $O_2$

**20.** Algumas reações químicas apresentam diversas evidências de que estão ocorrendo, dependendo dos reagentes utilizados. Tais evidências são denominadas organolépticas, que significa que são percebidas pelos órgãos dos sentidos. Dentre esses fenômenos, pode-se citar a efervescência (liberação de gás), mudança de cor, formação de precipitado (substância pouco solúvel em água), entre outros. Assim, foram realizados os experimentos a seguir, em três tubos de ensaio.



Pode-se observar a solubilidade em água de alguns sais na tabela a seguir.

	Cátions de metais alcalinos	$Mg^{2+}$	Cátions de outros metais alcalinoterrosos	$NH_4^+$	$Ag^+$
Hidróxidos ( $HO^-$ )	Praticamente insolúveis	Dispersão coloidal	Praticamente insolúveis	Solúveis	Praticamente insolúveis
Nitratos ( $NO_3^-$ )	Solúveis	Solúveis	Solúveis	Solúveis	Solúveis
Cloretos ( $Cl^-$ )	Solúveis	Solúveis	Solúveis	Solúveis	Praticamente insolúveis

Considerando que as soluções aquosas iniciais são incolores, os efeitos observados nos tubos são

- A efervescência no T2 e mudança de odor no T3.
- B formação de precipitado no T1 e efervescência no T2.
- C efervescência no T1 e formação de precipitado no T3.
- D mudança de odor no T1 e formação de precipitado no T2.
- E formação de precipitado no T2 e mudança de odor no T3.



**21.** Um frasco sem rótulo armazena um sólido branco que pode ser um dos seguintes compostos:  $\text{PbCO}_3$ ,  $\text{AgNO}_3$ ,  $\text{Sr}_3(\text{PO}_4)_2$ ,  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  e  $\text{K}_2\text{CO}_3$ .

A tabela abaixo apresenta algumas regras de solubilidade em água e propriedades do sólido.

### Regras de Solubilidade e Água

1. todos os nitratos são solúveis
2. todos os cloretos são solúveis, exceto  $\text{AgCl}$ ,  $\text{Hg}_2\text{Cl}_2$  e  $\text{PbCl}_2$
3. todos os carbonatos e fosfatos são incolúveis, exceto os dos metais alcalinos e de amônio.

### Propriedades do Sólido

O sólido branco dissolve-se em água do para formar uma solução que produz um precipitado, quando a esta adiciona-se uma solução diluída de  $\text{HCl}$

Com base nas informações acima, conclui-se que o sólido branco é

- A**  $\text{PbCO}_3$                       **C**  $\text{K}_2\text{CO}_3$                       **E**  $\text{AgNO}_3$   
**B**  $\text{Sr}_3(\text{PO}_4)_2$                 **D**  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$

**22.** As estalactites e as estalagmites são formações constituídas de  $\text{CaCO}_3(\text{s})$  que levam milhares de anos para serem formadas no interior das cavernas. Podemos produzir estruturas semelhantes usando o  $\text{NaHCO}_3$  (bicarbonato de sódio) e o  $\text{MgSO}_4$  (sulfato de magnésio), como na montagem a seguir:



As soluções aquosas dos dois sais são absorvidas por um cordão de algodão preso a pesos que se encontram no fundo dos recipientes. Essas soluções difundem-se pelo cordão e acumulam-se na parte mais baixa, formando uma gota que cai no prato. Após dias do início do gotejamento, observam-se a formação e o crescimento de uma protuberância sólida esbranquiçada, semelhante a uma estalagmite.

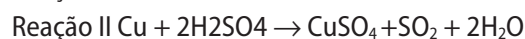
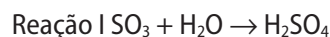
No processo descrito,

- A** o sólido esbranquiçado corresponde ao sal carbonato de sódio, principal constituinte das estalagmites.  
**B** ocorre apenas um processo físico de precipitação dos dois sais por evaporação do solvente, a água.  
**C** ocorreria a formação de  $\text{CaCO}_3(\text{s})$  caso o  $\text{MgSO}_4(\text{aq})$  fosse substituído por uma solução de cloreto de cálcio.  
**D** o bicarbonato de sódio sofre decomposição, formando gás carbônico, que originará o  $\text{CaCO}_3(\text{s})$ .  
**E** há a formação da protuberância esbranquiçada, pois os dois sais formados são insolúveis em água

**23.** A gasolina e o óleo diesel contêm compostos de enxofre que são os maiores responsáveis pela poluição nos grandes centros urbanos. Durante a queima destes combustíveis nos automóveis e indústrias, ocorre a formação de óxidos de enxofre que, em contato com a água da atmosfera, originam o ácido sulfúrico. O ácido sulfúrico é muito importante na indústria e no laboratório.

Quando concentrado, é um desidradante muito enérgico e ocasiona, em contato com a pele e tecidos vivos, sérias queimaduras.

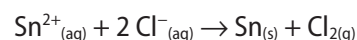
Algumas reações com este ácido estão representadas abaixo:



Considerando as reações dadas, é correto afirmar:

- A** As equações I e II representam reações de deslocamento e de síntese, respectivamente.  
**B** A reação I é uma reação de oxi-redução e de síntese.  
**C** A reação III não ocorre pois o  $\text{HCl}$  é um ácido volátil.  
**D** A equação II representa uma reação de oxiredução e de dupla troca.  
**E** As reações II e III exemplificam processos químicos de deslocamento e de dupla troca, respectivamente.

**24.** O estanho, utilizado como revestimento interno em embalagens de produtos alimentícios e na fabricação de ligas metálicas, como a solda e o bronze, pode ser obtido a partir da eletrólise do cloreto de estanho (II) dissolvido em água, conforme a equação:



A partir dessa equação, é correto afirmar que

- A** a redução do  $\text{Cl}^{-}_{(\text{aq})}$  a  $\text{Cl}_{2(\text{g})}$  ocorre no anodo.  
**B** a oxidação do  $\text{Sn}^{2+}_{(\text{aq})}$  a  $\text{Sn}_{(\text{s})}$  ocorre no catodo.  
**C** o  $\text{Cl}^{-}_{(\text{aq})}$  é o agente redutor e o  $\text{Sn}^{2+}_{(\text{aq})}$  é o agente oxidante.  
**D**  $\text{Sn}^{2+}_{(\text{aq})} + 2 \text{e}^{-} \rightarrow \text{Sn}_{(\text{s})}$  corresponde à semirreação de oxidação.  
**E**  $2\text{Cl}^{-}_{(\text{aq})} \rightarrow \text{Cl}_{2(\text{g})} + 2 \text{e}^{-}$  corresponde à semirreação de redução.

**25.** A solução aquosa de hipoclorito de sódio ( $\text{NaClO}$ ), conhecida popularmente como *cloro*, *água de lavadeira* ou *água sanitária*, e bastante utilizada no dia a dia para a desinfecção ou como alvejante. Antigamente, o hipoclorito de sódio era produzido pelo borbulhamento do cloro gasoso em um recipiente que possui solução aquosa de hidróxido de sódio ( $\text{NaOH}$ ). A reação que descreve o processo e representada pela equação a seguir:



A produção do hipoclorito de sódio descrita acima e uma reação de oxirredução, sobre a qual podemos afirmar que:

- A** o cloreto de sódio e o agente oxidante.  
**B** o hipoclorito de sódio e o agente redutor.  
**C** a água e o agente redutor.  
**D** o gás cloro e o agente oxidante e redutor.  
**E** o hidróxido de sódio e o agente oxidante.



**26.** O ferro é um micronutriente importante para o bom funcionamento do nosso organismo. Sua deficiência provoca anemia, que limita a entrega de oxigênio para as células, ocasionando fadiga e diminuição da imunidade. Esse elemento pode ser encontrado na natureza em diferentes estados de oxidação; entretanto, para que seja mais bem absorvido pelo organismo, ele deve estar na forma  $Fe^{2+}$ . Para que o  $Fe^{2+}$  encontrado nos alimentos não seja oxidado a  $Fe^{3+}$ , pode-se ingerir substâncias ricas em vitamina C junto aquelas ricas em ferro. Isso porque:

- A** a vitamina C comporta-se como um antioxidante, impedindo que o ferro(II) se transforme em ferro(III).
- B** a vitamina C comporta-se como um oxidante, impedindo a transformação de ferro(III) em ferro(II).
- C** a vitamina C comporta-se como um antioxidante, impedindo a conversão de ferro(III) em ferro(II).
- D** a vitamina C comporta-se como um oxidante, impedindo que o ferro(II) passe para ferro(III).
- E** a vitamina C se reduz, enquanto o ferro se oxida.

**27.** Um professor de Química propôs uma experiência a seus alunos. Ele utilizou um béquer contendo uma solução aquosa e, com um canudinho parcialmente mergulhado nessa solução, soprou até obter a formação de um sólido branco insolúvel. Contudo, ao continuar assoprando por um longo intervalo de tempo, percebeu que o sólido branco desapareceu, ficando a solução turva. Considerando a composição do ar expirado, é correto inferir que uma possível substância presente inicialmente na solução aquosa seria o:

- A** óxido férrico. **D** hidróxido de cálcio.
- B** ácido sulfúrico. **E** cloreto de potássio.
- C** monóxido de carbono.

**28.** Na temperatura ambiente, um hidróxido de metal alcalino (M) reage com um sal de amônio, com a liberação de um gás. Este, por sua vez, ao reagir com cloreto de hidrogênio, produz um sal que apresenta diversas aplicações em laboratório e na indústria química. Um professor de Química apresentou o texto anterior aos seus alunos e pediu-lhes que considerassem uma viagem hipotética entre duas cidades, na qual um caminhão que transportava ácido sulfúrico tombou na pista, espalhando essa substância pelo asfalto.

A partir dessa situação, o professor perguntou qual o gás citado no texto e se o referido sal com aplicações em laboratório e indústria química, em solução aquosa, poderia ser utilizado para reagir com o ácido derramado, na intenção de neutralizá-lo.

A tabela a seguir ilustra a resposta de cinco alunos.

Aluno	Nome do gás	A solução aquosa do sal poderá ser utilizada?
I	Oxigênio	Não
II	Cloro	Não
III	Amônia	Sim
IV	Amônia	Não
V	Oxigênio	Sim

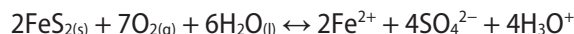
O aluno que respondeu corretamente ao questionamento do professor foi o

- A** I. **B** II. **C** III. **D** IV. **E** V.

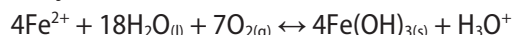
**29.** A acidificação de corpos hídricos devido a atividades de mineração é um grande problema ambiental. Em locais de exploração mineral a oxidação do mineral pirita, ou dissulfeto de ferro ( $FeS_2$ ), é apontado como o principal processo responsável pelo problema pois, nessas áreas, o contato com o ar e a água é facilitado.

O processo descrito pode ser representado por meio das 4 reações.

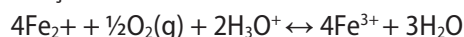
Reação 1:



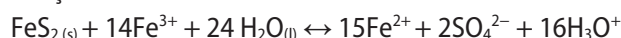
Reação 2:



Reação 3:



Reação 4:



Na Reação 1 do processo de oxidação da pirita ocorre a

- A** Oxidação do oxigênio.
- B** Precipitação do ferro.
- C** Oxidação do enxofre.
- D** Redução do ferro.
- E** Elevação do pH.

**30.**

1	H	2											13	14	15	16	17	18
2	Li	Be										B	C	N	O	F	Ne	
3	Na	Mg	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Al	Si	P	S	Cl	Ar
4	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
5	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
6	Cs	Ba	*	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
7	Fr	Ra	**	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Cn	Nh	Fc	Mc	Lv	Ts	Og

*	La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
**	Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr

Um experimento expôs uma barra de titânio (Ti) pura e ligas desse material com 0,01% de diferentes metais nobres a soluções de ácido sulfúrico em ebulição para entender o efeito anticorrosivo desses metais no titânio. O resultado é mostrado na tabela a seguir:

Metal presente na liga com o Ti (0,01%)	Taxa de corrosão do titânio em $H_2SO_4$ em ebulição (em quantidade por tempo)	
	$H_2SO_4$ 1%	$H_2SO_4$ 10%
Paládio (Pd)	< 2	26
Ródio (Rh)	< 2	145
Platina (Pt)	< 2	166
Rutênio (Ru)	< 2	187
Íridio (Ir)	< 2	359
Ósmio (Os)	5	480
Rênio (Re)	235	*
Cobre (Cu)	470	*
Ouro (Au)	1050	*
Ti Puro	460	3950

\*Não foi possível medir.

Com base nessas informações, é correto afirmar:



- Ⓐ O aumento na concentração de ácido sulfúrico nos experimentos fez com que o titânio puro fosse mais corroído e o titânio com Pd, Rh e Pt fosse menos corroído.
- Ⓑ Para Re, Cu e Au, espera-se que a reação com ácido sulfúrico mais concentrado demore muito para acontecer e, por isso, não foi possível medir.
- Ⓒ A escala de potencial anticorrosivo, segundo esse experimento, é dada por  $Au > Cu > Re > Os > Ir > Ru > Pt > Po > Rh$ .
- Ⓓ Pd, Rh, Pt e Ru apresentaram os melhores resultados como anticorrosivos, enquanto Cu e Au apresentaram os piores.
- Ⓔ O titânio puro é muito resistente ao ácido, e a adição de outros metais não faz nenhuma diferença para a taxa de corrosão.



## UNIDADE

## 5

## Cálculos Químicos e Gases

1. O resultado de uma análise laboratorial das amostras de água coletadas no Rio Doce, em Minas Gerais, apontou níveis de metais pesados, como mercúrio (Hg), arsênio (As), ferro (Fe) e chumbo (Pb), acima das concentrações aceitáveis. Para se ter uma ideia, a quantidade de arsênio encontrada na amostra foi de 0,65 mg e o aceitável é de no máximo 0,01 mg.

O número de átomos de arsênio presentes na amostra analisada que estão acima do limite aceitável é de, aproximadamente,

Dado: Massa molar do As = 75 g/mol.

- A**  $8,02 \cdot 10^{16}$       **C**  $5,21 \cdot 10^{18}$       **E**  $3,93 \cdot 10^{20}$   
**B**  $5,13 \cdot 10^{18}$       **D**  $3,85 \cdot 10^{20}$

2. O ácido valproico ( $C_8H_{16}O_2$ ) é um medicamento anticonvulsivante e estabilizador do humor que age aumentando os níveis do GABA – um tipo de neurotransmissor responsável por diminuir a atividade dos neurônios, necessário para o bom funcionamento do cérebro. Ele é comercializado na forma de cápsulas de 250 mg, e em comprimidos de 300 ou 500 mg.

O número aproximado de átomos de carbono, oriundos do ácido valproico, que são ingeridos por uma pessoa que toma duas cápsulas desse medicamento ao dia é:

Dados: Massas molares em  $g \cdot mol^{-1}$ : H = 1, C = 12 e O = 16.

- A**  $1,05 \cdot 10^{21}$       **C**  $8,36 \cdot 10^{21}$       **E**  $3,34 \cdot 10^{22}$   
**B**  $2,09 \cdot 10^{21}$       **D**  $1,67 \cdot 10^{22}$

3. A queda simbólica do poderoso general de Cartago, principal adversária política e econômica de Roma no século 3 a.C., encerrava um intenso e duradouro conflito. Após a derrota, sem escolhas, os cartagineses precisaram assumir uma dívida anual de 10 mil talentos de prata pelos próximos 50 anos para quitar as suas contas com Roma. Só para se ter uma ideia, um talento romano correspondia a um peso de aproximadamente 32 kg.

Considerando que a massa molar da prata é de  $108 g \cdot mol^{-1}$ , o valor, em mol, que corresponde à dívida a ser paga é de, aproximadamente,

- A**  $3,0 \cdot 10^4$       **C**  $3,0 \cdot 10^6$       **E**  $1,5 \cdot 10^8$   
**B**  $1,5 \cdot 10^6$       **D**  $1,5 \cdot 10^7$

4. Um técnico em química, ao analisar 1,5 kg de uma amostra de um determinado peixe, detectou a presença de mercúrio, Hg, uma substância tóxica e muito perigosa quando em contato com o organismo humano. Ele determinou que a concentração dessa substância era de 0,8 mg/kg, ou seja, o valor encontrado estava acima do valor permitido pelo Ministério de Saúde, que determina que esse valor seja de, no máximo, 0,5 mg/kg. O número de átomos de mercúrio encontrados na amostra analisada foi de, aproximadamente,

Dado: Massa molar do Hg =  $200 g \cdot mol^{-1}$ .

- A**  $2,5 \cdot 10^{-6}$       **C**  $2,2 \cdot 10^{18}$       **E**  $4,8 \cdot 10^{22}$   
**B**  $4,0 \cdot 10^{-6}$       **D**  $3,6 \cdot 10^{18}$

5. Nas farmácias, são vendidos comprimidos constituídos de carbonato de cálcio ( $CaCO_3$ ), utilizados como suplemento vitamínico mineral na prevenção do raquitismo durante a gravidez e lactação, e no tratamento auxiliar da desmineralização óssea. Cada comprimido contém 1.250 mg de  $CaCO_3$ , equivalentes a 500 mg de cálcio elementar (Ca). A necessidade diária desse elemento é de 800 a 1.200 mg, mas, durante a gravidez, aumenta para 1.500 mg.

A quantidade de matéria aproximada de carbonato de cálcio, em mol, consumida diariamente por uma gestante, caso todo o cálcio elementar ingerido por ela seja proveniente do uso desses comprimidos, é:

Dados: Massas molares em  $g \cdot mol^{-1}$ : C = 12; O = 16 e Ca = 40.

- A**  $3,75 \cdot 10^{-2}$       **C**  $9,37 \cdot 10^{-2}$       **E**  $1,25 \cdot 10^{-1}$   
**B**  $7,50 \cdot 10^{-2}$       **D**  $1,12 \cdot 10^{-1}$

6. O carbonato de sódio, também designado por soda calcinada ou soda sal, é um sal branco e translúcido que endurece e se agrega quando exposto ao ar devido à formação de hidratados. É produzido sinteticamente em larga escala a partir de sal de cozinha pelo Processo Solvay ou extraído de minérios de trona. É usado principalmente na produção de vidro, em sínteses químicas e em sabões e detergentes e como alcalinizante no tratamento de água. É um sal hidratado, o que significa que sua fórmula pode ser escrita como  $Na_2CO_3 \cdot xH_2O$ . Quando uma amostra de 5,72 g deste sal é aquecida, a  $125^\circ C$ , toda a água de cristalização se perde, deixando um resíduo de 2,12 g de  $Na_2CO_3$ . O grau de hidratação do carbonato de sódio (em termos de número de mols de moléculas de água) é:

Dados: Massa molar ( $g \cdot mol^{-1}$ ): H = 1; Na = 23; C = 12; O = 16.

- A** 11      **B** 12      **C** 9      **D** 8      **E** 10

7. O corpo humano é composto majoritariamente por água, cuja porcentagem, em massa, pode variar entre 80%, quando se nasce, e 50%, quando se morre, ou seja, perde-se água enquanto se envelhece. Considere que, aos 3 anos de idade, 75% do corpo humano é água, e que todo o oxigênio do corpo humano seja o da água aí presente. Nesse caso, pode-se afirmar que a proporção em massa de oxigênio no corpo é de aproximadamente

Massas molares em  $g \cdot mol^{-1}$ : H = 1 e O = 16

- A** 3/4.      **B** 2/3.      **C** 1/2.      **D** 3/5.      **E** 1/4.

8. O biodigestor é um equipamento utilizado para acelerar o processo de decomposição da matéria orgânica na ausência de gás oxigênio. O biodigestor de campânula flutuante, também conhecido como "Biodigestor Indiano", é constituído de uma câmara de digestão e de um depósito de gás móvel. Por exemplo, a tampa flutuante tende a deslocar-se verticalmente, sem atrito, aumentando ou reduzindo o volume do depósito de gás. Neste modelo, a massa de gás presente no interior do depósito sofre influência da temperatura, que varia entre  $25^\circ C$  e  $35^\circ C$ .

A transformação gasosa que ocorre nesse biodigestor é denominada

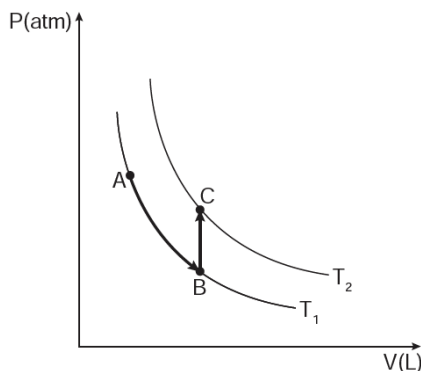
- A** isocórica.      **C** isomérica.      **E** isovolumétrica.  
**B** isobárica.      **D** isotérmica.



9. Você e seus amigos decidem fazer um passeio de balão de ar quente, que terá duração de vários dias. Para o passeio, você resolveu levar alguns pacotes de batatas chips. Dentro dos pacotes dessas batatas é colocado gás nitrogênio ( $N_2$ ), que tem a função de preencher o espaço vazio de cada pacote e manter toda a crocância e sabor do alimento, além de desacelerar a atividade microbiológica. A atmosfera interna de um pacote de batatas chips contém 0,600 g de gás nitrogênio, no início da viagem. Como você deseja ser um cientista, resolve fazer algumas medidas das grandezas envolvidas. Antes de o balão de ar quente levantar voo, o nitrogênio ocupa um volume de 591 mL, sob pressão de 0,900 atm e temperatura de 30 °C. Quando o balão sobe, o nitrogênio, dentro dos pacotes se expande e o pacote infla. Ansioso para explicar esse fenômeno, você faz outras medições e observa que a pressão caiu para 0,700 atm e a temperatura para 7 °C. Com base nessas informações, nos dados ( $R = 0,0820 \text{ atm L mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$ ;  $N = 14 \text{ u}$ ), e admitindo-se que a embalagem não oponha resistência à expansão, é possível inferir que o volume do gás nitrogênio, dentro do pacote expandiu para aproximadamente:

- A 650 mL
- B 678 mL
- C 595 mL
- D 703 mL
- E 696 mL

10. O gráfico a seguir ilustra transformações sofridas por um gás ideal do ponto A ao ponto C. Observe.



Sobre essas transformações, pode-se afirmar corretamente que:

- A a temperatura do gás em C é menor que em A.
- B a variação de B para C é isobárica.
- C a variação de A para B é isotérmica.
- D a temperatura de B é maior que em C.
- E a variação de A para B é isométrica.

11. A cromatografia gasosa é uma das técnicas mais utilizadas para a análise de misturas de hidrocarbonetos.

Para que a separação da mistura seja feita, é necessário que a amostra seja injetada na coluna a uma pressão específica, aproximadamente 2 atm. Em seguida, a coluna é aquecida a uma temperatura de, aproximadamente, 77 °C e um gás de arraste, como o hélio, atua como fase móvel e arrasta as substâncias mais voláteis. Dessa forma, os compostos orgânicos da amostra são separados uns dos outros.

Considerando a constante dos gases ideais igual a  $0,082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ , o volume da coluna cromatográfica igual a 5,74 mL e que o gás hélio se comporta como um gás ideal, nas condições de temperatura e pressão fornecidas, o número de mols de hélio necessário para preencher completamente a coluna cromatográfica descrita no texto é de

- A  $1,5 \cdot 10^{-4}$ .
- B  $4,0 \cdot 10^{-4}$ .
- C  $4,7 \cdot 10^{-4}$ .
- D  $9,4 \cdot 10^{-4}$ .
- E  $18,1 \cdot 10^{-4}$ .

12. A medicina hiperbárica dedica-se ao estudo e ao tratamento de doenças susceptíveis de regredirem ou de melhorarem com a exposição dos pacientes a elevadas pressões e a ambientes altamente oxigenados, o que ocorre por meio da inalação de ar ou de misturas gasosas respiráveis. Uma dessas misturas respiráveis é o nitrox, cuja massa molar é composta de cerca de 78% de nitrogênio ( $N_2$ ), 21% de oxigênio ( $O_2$ ) e 1% de argônio (Ar). A duração e a pressão máxima de trabalho das sessões rotineiras de oxigenoterapia hiperbárica estão limitadas a 120 minutos e a 3 atm, respectivamente.

Considere a massa molar dos gases, em g/mol, iguais a  $N_2 = 28$ ;  $O_2 = 32$ ;  $Ar = 40$ , o volume do pulmão de um paciente adulto igual a 6 L, a temperatura igual a 25 °C e a constante dos gases ideais igual a  $0,082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ .

A massa de nitrox, em grama, que precisa ser inalada por um paciente adulto para que a pressão interna do pulmão se iguale à pressão máxima de trabalho na oxigenoterapia hiperbárica é de, aproximadamente,

- A 0,74.
- B 8,78.
- C 15,19.
- D 21,33.
- E 254,28.

13. Dois balões de borracha iguais, denominados A e B, são inflados com He e  $CO_2$ , respectivamente, até adquirirem o mesmo volume, a mesma pressão interna e temperatura.

Considerando-se estas informações e sabendo-se que a massa molar aparente do ar é 28,96 g/mol, é correto afirmar:

- A Apenas o balão B subirá à atmosfera.
- B A quantidade de átomos de hélio no balão A será igual a quantidade de moléculas de  $CO_2$  no balão B.
- C A massa do balão A será maior do que a massa do balão B.
- D O balão A subirá à atmosfera e seu volume diminuirá com o aumento da altitude.
- E O balão B murchará antes do balão A.

14. Em um recipiente fechado, contendo moléculas de  $O_2$ ,  $N_2$ ,  $H_2$  e  $CO_2$ , nas mesmas condições de pressão e temperatura, é feito um minúsculo orifício, por onde os gases escapam. De acordo com a lei de efusão de gases, apresentam-se, em ordem crescente de suas velocidades de efusão, as moléculas:

- A  $O_2$ ,  $N_2$ ,  $H_2$  e  $CO_2$
- B  $CO_2$ ,  $O_2$ ,  $N_2$  e  $H_2$
- C  $H_2$ ,  $N_2$ ,  $O_2$  e  $CO_2$
- D  $H_2$ ,  $O_2$ ,  $N_2$  e  $CO_2$
- E  $H_2$ ,  $N_2$ ,  $CO_2$  e  $O_2$



**15.** Com o reflorestamento, é possível minimizar os efeitos do aquecimento global, tendo em vista que uma árvore consegue captar, em média, 15,6 kg do  $\text{CO}_2$  lançado na atmosfera por ano. Sabe-se que, na combustão completa da gasolina, todos os átomos de carbono são convertidos em moléculas de  $\text{CO}_2$ .

Admitindo que 1 litro de gasolina contém 600 g de isoctano ( $\text{C}_8\text{H}_{18}$ ) e 200 g de etanol ( $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ ), no período de 1 ano, uma árvore será capaz de captar o  $\text{CO}_2$  emitido na combustão completa de X litros de gasolina.

O valor de x corresponde, aproximadamente, a:

Dados: C = 12; H = 1; O = 16.

- A** 3      **B** 5      **C** 7      **D** 9      **E** 10

**16.** Em fevereiro de 2023, ocorreu, nos Estados Unidos, um acidente de trem que resultou no derramamento de cloreto de vinila ( $\text{C}_2\text{H}_3\text{Cl}$ ), um composto químico cancerígeno e com alto poder de combustão. O trem viajava da Pensilvânia para Illinois e, de seus 150 vagões de carga, cerca de um terço saiu dos trilhos. Entre os vagões que saíram dos trilhos, 20 deles carregavam o cloreto de vinila. Todo o conteúdo desses vagões foi derramado e sofreu combustão, formando produtos altamente tóxicos, como cloreto de hidrogênio (HCl), fosgênio ( $\text{COCl}_2$ ) e monóxido de carbono (CO), conforme representado a seguir:



Considerando que cada vagão carregava 10 toneladas do cloreto de vinila e que houve a reação de 100% desse composto, qual é a massa aproximada de fosgênio, em tonelada, que foi produzida?

Dados: Massas molares em  $\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$ : H = 1; C = 12; O = 16 e Cl = 35,5.

- A** 30,0      **B** 52,8      **C** 105,6      **D** 187,5      **E** 200,0

**17.** Resíduos de papel contribuem para que o clima mude mais do que a maioria das pessoas pensam. A Blue Planet Ink anunciou que sua tinta de impressora autoapagável Paper Saver® agora está disponível em cartuchos remanufaturados para uso em impressoras de uma determinada marca. A tinta autoapagável (economizadora de papel) é uma tinta roxa de base aquosa, que pode ser impressa em papel sulfite normal. Um cartucho rende a impressão de até 4.000 folhas. Com a exposição ao ar, ao absorver dióxido de carbono e vapor de água, o componente ativo (corante) da tinta perde sua cor, a impressão torna-se não visível e o papel fica branco, tornando possível sua reutilização.

A “pegada de carbono” — isto é, a quantidade de carbono gerada na produção, transporte e descarte — de 120 folhas de papel é a mesma de um carro a gasolina que se move por 16 km. O *Regulamento sobre Automóveis de Passageiros da Comissão Europeia* estabeleceu como meta que as emissões dos veículos leves não poderão ultrapassar 95 g  $\text{CO}_2/\text{km}$  a partir de 2020. Levando em conta a combustão completa da gasolina (considere a gasolina como sendo constituída unicamente por  $\text{C}_8\text{H}_{18}$ ) e as informações do texto de referência, o uso de um cartucho da tinta Paper Saver®, nas condições estabelecidas pela Comissão Europeia, permitiria reduzir a emissão de aproximadamente

Massas molares em  $\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$ : H = 1, C = 12, O = 16.

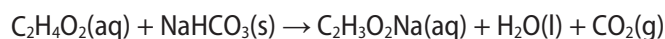
- A** 1,5 kg de  $\text{CO}_2$ , que é uma massa maior do que a massa de gasolina que foi queimada.  
**B** 50 kg de  $\text{CO}_2$ , que é uma massa menor do que a massa de gasolina que foi queimada.  
**C** 1,5 kg de  $\text{CO}_2$ , que é uma massa menor do que a massa de gasolina que foi queimada.  
**D** 50 kg de  $\text{CO}_2$ , que é uma massa maior do que a massa de gasolina que foi queimada.  
**E** 25 kg de  $\text{CO}_2$ , que é uma massa maior do que a massa de gasolina que foi queimada.

**18.** No Brasil, em 2016, foram consumidos, aproximadamente, 369 cigarros *per capita*, segundo informações publicadas pelo Instituto Nacional do Câncer (INCA). Assumindo que uma árvore adulta consiga absorver 140 kg de  $\text{CO}_2$  por ano, e que cada cigarro contenha 0,35 g do elemento químico carbono, quantas árvores seriam necessárias, aproximadamente, para absorver todo o  $\text{CO}_2$  gerado pela queima de todos os cigarros consumidos no Brasil em 2016? Assuma que, na combustão do carbono presente no cigarro, a conversão em  $\text{CO}_2$  seja igual a 100%.

(Dados: população brasileira igual a 207 milhões de habitantes)

- A** 100.000      **C** 500.000      **E** 900.000  
**B** 300.000      **D** 700.000

**19.** Um experimento realizado nas escolas para demonstrar aos alunos evidências de fenômenos químicos consiste em reagir uma solução de ácido acético,  $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$ , principal constituinte do vinagre, com bicarbonato de sódio,  $\text{NaHCO}_3$ . A rápida formação de bolhas de  $\text{CO}_2$ , provocada pela reação, pode ser utilizada para produzir um “vulcão químico”, como é popularmente conhecido o experimento. A equação química a seguir representa esse processo:



Na realização desse experimento em uma escola, foram adicionados 100 g de  $\text{NaHCO}_3$  em um béquer contendo 100 g de solução de vinagre, em que 60% da massa era de  $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$ .

A massa de gás carbônico liberado, considerando um rendimento de 90%, é

Dados: Massas molares em  $\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$ : H = 1; C = 12; O = 16; Na = 23.

- A** 22,00.      **B** 23,76.      **C** 39,60.      **D** 44,00.      **E** 47,10.

**20.** A produção de cimento Portland (cimento comum) é criticada por ambientalistas devido à grande emissão de poluentes atmosféricos que agravam o efeito estufa, principalmente, dióxido de carbono,  $\text{CO}_2$ . Parte dessa emissão é justificada pela decomposição de calcário,  $\text{CaCO}_3$ , na obtenção de óxido de cálcio,  $\text{CaO}$ , que é incorporado à mistura, conforme representado pela equação química a seguir:



O cimento comum apresenta um percentual de 67% de  $\text{CaO}$ , ao contrário do “cimento verde”, que utiliza outros compostos e, por isso, não produz  $\text{CO}_2$ .

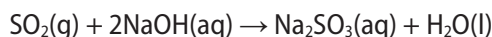


Considerando que o cimento comum fosse substituído pelo “cimento verde”, a quantidade de matéria de  $\text{CO}_2$ , em mol, que deixaria de ser emitida a cada tonelada de cimento produzida seria de, aproximadamente,

Dados: Massas molares em  $\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$ : C = 12, O = 16, Ca = 40.

- A**  $1,0 \cdot 10^4$ .      **C**  $1,5 \cdot 10^4$ .      **E**  $2,6 \cdot 10^4$ .  
**B**  $1,2 \cdot 10^4$ .      **D**  $2,0 \cdot 10^4$ .

**21.** A queima de combustíveis que contêm enxofre libera, juntamente com outros gases, dióxido de enxofre,  $\text{SO}_2(\text{g})$ , contribuindo, assim, para a ocorrência da chuva ácida. Uma alternativa para diminuir esse impacto ambiental, consiste em reagir esse gás com uma solução básica, como o hidróxido de sódio ( $\text{NaOH}$ ), conforme representado na equação balanceada a seguir:



Considere uma indústria que libera 5 m<sup>3</sup> de resíduos gasosos por hora, dos quais 5% correspondem ao  $\text{SO}_2$ . A massa de  $\text{NaOH}$ , em quilograma, que deve ser utilizada para neutralizar as emissões diárias desse gás é de, aproximadamente,

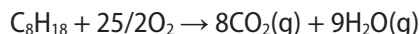
Dados: Massas molares em  $\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$ : H = 1; O = 16; Na = 23.

Volume molar nas condições da exaustão: 30 L/mol.

- A** 0,3.      **B** 0,7.      **C** 8,0.      **D** 8,3.      **E** 16,0.

**22.** Motor de combustão interna é uma máquina térmica que transforma a energia proveniente de uma reação química em energia mecânica. O processo de conversão se dá através de ciclos termodinâmicos que envolvem expansão, compressão e mudança de temperatura de gases. Quando o pistão está totalmente comprimido, o combustível é injetado em uma câmara de 60 mL. Sabe-se que, para o pistão mover-se, é necessária uma pressão de 10 atm.

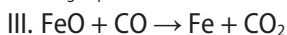
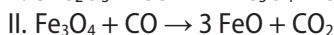
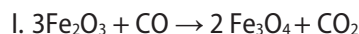
Considerando a reação abaixo:



Considerando também que as massas molares do carbono e do hidrogênio são, respectivamente, 12 g/mol e 1 g/mol, que R (constante universal dos gases) =  $0,082 \text{ L} \cdot \text{atm} \cdot \text{k}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$ , que os gases produzidos na combustão completa tenham comportamento de gás ideal e que a temperatura de operação seja de 150 °C, a massa, em gramas, de octano necessária para realizar esse movimento é:

- A** 0,032.      **C** 0,320.      **E** 1,026.  
**B** 0,114.      **D** 0,912.

**23.** O ferro é um metal utilizado pelo homem na produção de diversos utensílios desde a Pré-história. Esse elemento apresenta massa molar igual a 56 g/mol e encontra-se na natureza principalmente na forma do minério hematita ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), de massa molar igual a 160 g/mol. O método industrial mais utilizado para a obtenção do ferro a partir desse minério acontece em um alto-forno, no qual ocorrem as etapas balanceadas a seguir:

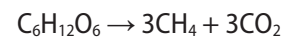


Uma amostra de 1 kg de hematita com 16% de pureza foi colocada no alto-forno, reagindo completamente com o CO, em excesso. Na etapa II, o  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  produzido na etapa I também reagiu completamente com o CO em excesso. Na etapa III, com o CO ainda em excesso, a reação apresentou rendimento de 100%.

A quantidade de ferro metálico produzida ao final da etapa III foi de

- A** 56 g.      **C** 112 g.      **E** 154,67 g.  
**B** 88 g.      **D** 144 g.

**24.** Biodigestores são equipamentos simples que possibilitam o reaproveitamento de detritos para gerar biogás (mistura de  $\text{CH}_4$  e  $\text{CO}_2$ ). Eles podem ser alimentados com restos de alimentos acrescidos de água, que entram em decomposição pela ação de bactérias anaeróbicas, conforme representado na equação a seguir:



O volume de biogás, em litro, produzido, nas CNTP, pela biodigestão de 9 kg de glicose é de, aproximadamente, Dados: Massas molares em  $\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$ : H = 1, C = 12, O = 16. Volume molar nas CNTP = 22,4 L/mol.

- A** 1.120.      **C** 3.360.      **E** 6.720.  
**B** 2.240.      **D** 4.480.

**25.** Um dos maiores desafios para a produção de biocombustíveis de segunda geração é identificar enzimas oriundas de microrganismos que, combinadas em um coquetel enzimático, viabilizem a hidrólise de biomassa.

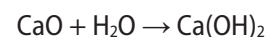
Por esse processo, as enzimas atuam em conjunto para degradar e converter carboidratos da palha e do bagaço da cana-de-açúcar, por exemplo, em açúcares simples, capazes de sofrer fermentação, como é o caso da sacarose ( $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ ).

A reação de hidrólise transforma a sacarose em glicose ( $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ) e frutose ( $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ), e a fermentação alcoólica, a glicose em etanol ( $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ) e  $\text{CO}_2$ .

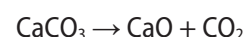
Uma planta industrial experimental que obtém 100 kg de sacarose (massa molar 342 g/mol) convertida a partir da palha e do bagaço da cana-de-açúcar, com um rendimento global de 80% no processo, obtém uma massa de etanol (massa molar 46 g/mol) de

- A** 10,76 kg.      **C** 21,52 kg.      **E** 32,28 kg.  
**B** 13,45 kg.      **D** 26,90 kg.

**26.** O hidróxido de cálcio, que é utilizado na agricultura para correção do pH do solo, pode ser obtido a partir da reação entre o óxido de cálcio (cal virgem ou cal viva) e água, conforme a equação abaixo.



A cal virgem, em condições ambientes, é um sólido branco e com caráter alcalino. Ela é utilizada na construção civil para elaboração de argamassas e pinturas. Sua obtenção, a nível do mar (1 atm), ocorre em aproximadamente, 900 °C, por meio da decomposição térmica do sal inorgânico carbonato de cálcio ( $\text{CaCO}_3$ ), conforme equacionado abaixo.







Em um processo laboratorial, mediu-se que o volume de  $\text{CO}_2$  ( $M = 44 \text{ g/mol}$ ) obtido na decomposição de meio quilograma de  $\text{CaCO}_3$  ( $M = 100 \text{ g/mol}$ ) era de 385 L. Nessas condições e sabendo que a constante universal dos gases tem unidade igual a  $0,082 \text{ atm}\cdot\text{L/mol}\cdot\text{K}$ , a pureza do  $\text{CaCO}_3$  utilizado e a massa de  $\text{Ca(OH)}_2$  ( $M = 74 \text{ g/mol}$ ) obtida na reação do  $\text{CaO}$  ( $M = 56 \text{ g/mol}$ ) resultante dessa reação com água em excesso devem ser, respectivamente,

- A 75% e 1 kg.
- B 75% e 200 g.
- C 80% e 0,3 kg.
- D 80% e 0,45 kg.
- E 100% e 450 g.

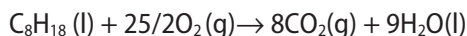
**27.** Um dos componentes do mármore é o carbonato de cálcio ( $\text{CaCO}_3$ ), mineral muito utilizado na fabricação de pias. Durante a limpeza desse material, deve-se atentar ao produto utilizado. Caso o produto seja feito à base de ácido clorídrico ( $\text{HCl}$ ,  $M = 36,5 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ ), pode-se observar a geração de efervescência na superfície devido à formação de gás carbônico ( $\text{CO}_2$ ,  $M = 44 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ ). Nessa situação, ocorre a seguinte reação química (não balanceada) entre o carbonato de cálcio e o ácido clorídrico:



Considerando que o volume molar nas CNTP é  $22,4 \text{ L}\cdot\text{mol}^{-1}$ , se, durante a limpeza de uma pia de mármore, foi consumido 1,825 g de ácido clorídrico, o volume (nas CNTP) de gás liberado foi

- A 0,025 L.
- B 0,560 L.
- C 1,100 L.
- D 1,120 L.
- E 2,240 L.

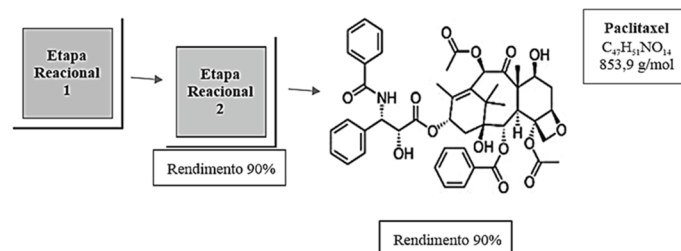
**28.** A gasolina é um combustível fóssil derivado do petróleo, uma mistura de hidrocarbonetos que é separada por sucessivas destilações fracionadas. Usada como combustível automotivo, a gasolina comum é composta basicamente de octano, de massa molar  $114 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ , e tem densidade igual a  $0,741 \text{ g}\cdot\text{mL}^{-1}$ . A combustão completa do octano pode ser representada pela seguinte equação química:



Considerando a massa molar do  $\text{CO}_2$  ( $44 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ ), na combustão com rendimento de 100% de 1 L de gasolina com pureza de 93%, a massa de  $\text{CO}_2$  liberada é de, aproximadamente,

- A 2,13 kg.
- B 2,29 kg.
- C 2,42 kg.
- D 2,66 kg.
- E 3,09 kg.

**29.** O medicamento genérico Paclitaxel, um diterpeno complexo da família dos taxanos, foi extraído em 1962 a partir de extratos de casca da árvore conhecida como *yem*, *Taxus brevifolia* Nutt. (*Taxaceae*). Esse medicamento mostrou excelente atividade anticancerígena in vitro e, em 1977, começaram os testes pré-clínicos pelo Instituto Nacional do Câncer dos Estados Unidos (NCI). O Paclitaxel está hoje na Lista Modelo de Medicamentos Essenciais da Organização Mundial de Saúde como medicamento citotóxico que combate células cancerosas, sendo indicado para tratar vários tipos de câncer, como, por exemplo, os de ovário e mama, certos tipos de tumores do pulmão e o sarcoma de Kaposi (associado com a Aids). Porém, para a síntese desse composto é necessária a realização de várias etapas. Observe a seguinte ilustração.



Tendo como base um caso hipotético para o Paclitaxel que envolva duas etapas reacionais, conforme a ilustração dada, e partindo-se de 1 mol de reagentes na etapa reacional 1, ao final de todo o processo de síntese do Paclitaxel, quantos gramas desse composto seriam sintetizados?

- A 853,9 g.
- B 768,51 g.
- C 691,6 g.
- D 426,9 g.
- E 135,7 g.

**30.** Em 1918 o prêmio Nobel de Química foi para Fritz Haber, pela produção de amônia, importante na formação dos nitratos e fertilizantes nitrogenados. Haber, além desse feito grandioso, usou seu conhecimento para produzir gás cloro para uso bélico, que cegou, asfixiou, queimou a pele e matou cerca de 5.000 soldados franceses, durante a Primeira Guerra Mundial. Sabe-se que o gás cloro ao reagir com a água produz imediatamente ácido clorídrico e ácido hipocloroso e que uma pessoa inspira em média de 6 L de ar por minuto. A massa, em gramas, de ácido hipocloroso formada nos pulmões, através da reação descrita, por uma hora de exposição, considerando que 90% do ar inalado contém gás cloro, é aproximadamente igual a:

(Dados, em  $\text{g/mol}$   $\text{H} = 1$ ,  $\text{O} = 16$ ,  $\text{Cl} = 35,5$  e volume molar nas condições descritas =  $25 \text{ L}$ )

- A 85
- B 340
- C 170
- D 680
- E 340



## UNIDADE

# 6 Soluções

1. Aerossóis são partículas sólidas ou líquidas que se encontram suspensas em um meio gasoso como o ar. Como exemplos de aerossol líquido, temos as nuvens, neblinas, desodorantes e purificadores de ar. Como exemplos de sólidos, podemos citar a fumaça, a fuligem e a poeira. O tamanho dessas partículas é medido em micrômetros ( $\mu\text{m}$ ), podendo variar de 0,001 a 100, em que 1  $\mu\text{m}$  equivale a  $10^{-6}$  metros. Após a emissão para a atmosfera, essas partículas podem ficar um longo período suspensas antes de se depositarem, podendo ser carregadas a longas distâncias por correntes de ar, causando danos por onde passar.

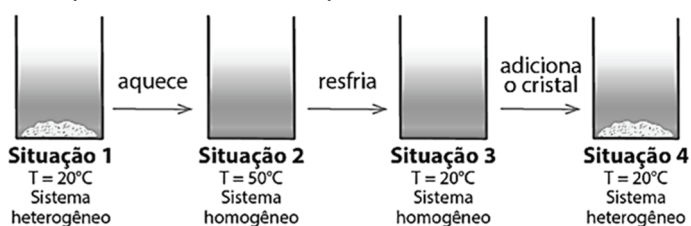
De acordo com as informações dadas no texto, podemos afirmar corretamente que os exemplos dados apresentam como características:

- A são misturas homogêneas apresentando uma única fase.
- B podem ser separadas por filtração.
- C são soluções gasosas.
- D são soluções líquidas.
- E possuem o efeito Tyndall.

2. Uma mistura é preparada adicionando-se 80 g de acetato de sódio a 100 g de água a uma temperatura de 20 °C. Essa mistura é, então, aquecida até 50 °C, obtendo-se a dissolução completa do sal.

A seguir, resfria-se a mistura, cuidadosamente, sem agitação, até 20 °C. Após, acrescenta-se um pequeno cristal de acetato de sódio à mistura.

Esses procedimentos são esquematizados abaixo:



(Dado: o coeficiente de solubilidade do acetato de sódio é de 46,5 g/ 100 g de  $\text{H}_2\text{O}$  a 20 °C.)

As soluções obtidas nas situações 1, 2, 3 e 4 são, respectivamente:

- A insaturada, concentrada, saturada e insaturada.
- B supersaturada, insaturada, saturada e concentrada.
- C saturada, diluída, supersaturada e concentrada.
- D supersaturada, diluída, concentrada e supersaturada.
- E saturada, insaturada, supersaturada e saturada.

3. É possível encontrar na literatura tabelas contendo valores para os coeficientes de solubilidade de diversos sais em diferentes temperaturas. A tabela a seguir apresenta as solubilidades de três sais em 100 g de água, respectivamente a 0 °C e a 50 °C:

Sal	Solubilidade / g	
	0 °C	50 °C
$\text{KNO}_3$	13,3	86,0
$\text{NaNO}_3$	75	112,5
$\text{Ce}_2(\text{SO}_4)_3$	19,1	4,8

Considere que em um experimento foram adicionados 80 g de cada um desses sais em 100 g de água, a 0 °C. Nesse caso, a solução em que se obteve maior massa de precipitado é a constituída de:

- A  $\text{KNO}_3$ , cuja dissolução é exotérmica.
- B  $\text{KNO}_3$ , cuja dissolução é endotérmica.
- C  $\text{NaNO}_3$ , cuja dissolução é exotérmica.
- D  $\text{Ce}_2(\text{SO}_4)_3$ , cuja dissolução é exotérmica.
- E  $\text{Ce}_2(\text{SO}_4)_3$ , cuja dissolução é endotérmica.

4. A utilização de animais em pesquisas requer, em determinado momento, a realização de eutanásia, que deve sempre visar ao não sofrimento do animal. O carbamato de etila, também conhecido como uretano, é muito utilizado como anestésico em procedimentos terminais realizados em ratos cobaias. A concentração da solução adotada nesse procedimento é de 28% m/V e a dose varia de 1.000 a 1.500 mg/kg do animal.

Considerando as informações, o volume máximo, em mL, que pode ser injetado em um animal cuja massa seja igual a 300 g é

- A 0,16.
- B 1,07.
- C 1,60.
- D 10,7.
- E 16,0.

5. Em geral, as soluções de cloreto de sódio são as mais utilizadas para essa finalidade, pois não apresentam efeitos adversos, sendo o procedimento simples, seguro e de baixo custo. Após a aplicação da solução, a secreção é naturalmente expelida pelo próprio nariz ou pela garganta. A limpeza nasal pode ser realizada mesmo quando as vias aéreas estiverem inflamadas, pois ajudará a diminuir a inflamação local, com melhora da respiração e do olfato.

Um laboratório farmacêutico pretende lançar no mercado uma solução aquosa para lavagem nasal, à base de cloreto de sódio. Após a realização de vários testes preliminares com diferentes formulações em voluntários que apresentavam quadro de rinite alérgica, o laboratório optou por comercializar uma solução hipertônica a 2,0% (m/v). Supondo que o cloreto de sódio utilizado pelo laboratório tenha uma pureza de 96%, pode-se concluir que a massa necessária desse reagente para preparar um lote de 3,0  $\text{m}^3$  dessa solução comercial será de

**Observação:** Considere, para fins de simplificação, que a densidade da solução hipertônica comercial seja de 1,0 g  $\text{mL}^{-1}$ .

- A 57,6 kg.
- B 60,0 kg.
- C 62,5 kg.
- D 64,2 kg.
- E 70,7 kg.

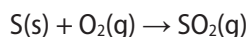


6. O revestimento de superfícies metálicas é realizado com o intuito de proporcionar maior durabilidade e resistência ao metal, evitando, assim, o processo corrosivo. Esse tratamento, além de oferecer maior durabilidade à peça tratada, proporciona um acabamento mais uniforme a ela, sendo, muitas vezes, realizado para fins puramente estéticos. Em uma indústria que realiza esse revestimento, é utilizada, em um dos banhos de deposição, uma solução contendo íons cobre, cuja concentração é igual a 3,1% m/V. A concentração dessa solução é de, aproximadamente, Dado: Massa molar do cobre = 63,5 g.mol<sup>-1</sup>.

- A 0,05 mol/L. C 0,5 mol/L. E 20 mol/L  
B 0,1 mol/L. D 2,0 mol/L.

7. Combustíveis fósseis, como o diesel, contém em sua composição uma fração de enxofre. Durante o processo de combustão, o enxofre é convertido em SO<sub>2</sub>, tornando-se um poluente ambiental. Em postos de combustível, normalmente são comercializados dois tipos de diesel, o Diesel S10 e o Diesel S500. O primeiro contém 10 ppm de enxofre, e o segundo, 500 ppm de enxofre.

Considere que na combustão do diesel, todo enxofre seja convertido em SO<sub>2</sub>, conforme reação a seguir:



Nesse caso, a diferença de massa de SO<sub>2</sub> emitido para a atmosfera por kg de diesel quando cada um dos dois tipos é queimado é de

Note e adote:

Massas molares (g/mol): O = 16; S = 32.

1 ppm de enxofre equivale a 1 mg de enxofre por kg de diesel.

- A 245 mg/kg. C 980 mg/kg. E 3.920 mg/kg.  
B 490 mg/kg. D 1.960 mg/kg.

8. A Organização Mundial da Saúde (OMS) recomenda que a ingestão de açúcar não ultrapasse 5% do total de calorias diárias, o que equivale a aproximadamente 25 gramas de açúcar diariamente. A fim de determinar se doses de refrigerante ultrapassam o limite diário de ingestão de açúcar estipulado pela OMS, quantificou-se os açúcares presentes em 5 marcas diferentes do produto. A tabela apresenta valores de concentração de açúcar determinada e a porção recomendada nas embalagens das 5 marcas de refrigerante.

Marca	Concentração	Porção (mL)
1	16 g/100 mL	150
2	85 g/500 mL	120
3	10,5 g/100 mL	250
4	60 g/500 mL	200
5	16 g/200 mL	300

Qual é a marca de refrigerante que ultrapassa o limite de ingestão diária de açúcar em uma única dose?

- A 1  
B 2  
C 3  
D 4  
E 5

9. Para determinar o teor de chumbo, como Pb<sup>2+</sup>, na água de um rio, foi coletada uma amostra de 2.000 mL, a qual, antes de ser analisada, foi concentrada para 20 mL por evaporação do solvente. O teor de chumbo encontrado na amostra concentrada foi 3,0 · 10<sup>-3</sup> mol/L. Portanto, é correto afirmar que a concentração de chumbo na água do rio é

- A 0,030 mol/L D 1,5 · 10<sup>-2</sup> mol/L mol/L  
B 3,0 mol/L E 0,0030 mol/L  
C 3,0 · 10<sup>-5</sup>

10. Diversos processos biológicos e industriais que ocorrem na atmosfera e em corpos d'água dependem da capacidade de dissolução de gases em água. Para a criação de peixes tropicais, a concentração de oxigênio dissolvido na água deve estar acima de 5,0 mg/L.

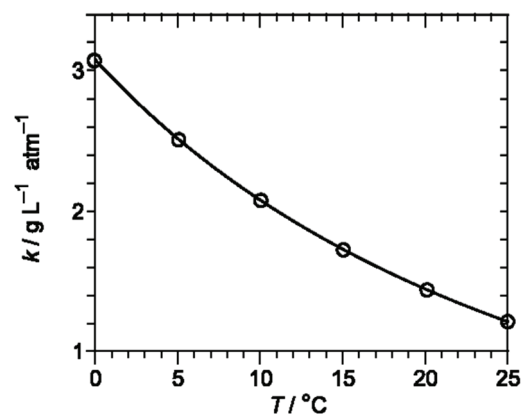
Assinale a alternativa que apresenta o valor da pressão parcial mínima de oxigênio na atmosfera, em atm, que forneceria a concentração de oxigênio de 5,0 mg/L na água, para permitir a vida dessas espécies aquáticas a 20 °C.

Dados:

- Densidade da água = 1,0 g/mL.
- Constante de Henry para o gás oxigênio em água a 20 °C:
- K<sub>H</sub> = 1,3 × 10<sup>-3</sup> mol · L<sup>-1</sup> · atm<sup>-1</sup>

- A 0,060 B 0,120 C 0,180 D 0,240 E 0,300

11. A efervescência observada, ao se abrir uma garrafa de champanhe, deve-se à rápida liberação, na forma de bolhas, do gás carbônico dissolvido no líquido. Nesse líquido, a concentração de gás carbônico é proporcional à pressão parcial desse gás, aprisionado entre o líquido e a rolha. Para um champanhe de determinada marca, a constante de proporcionalidade (k) varia com a temperatura, conforme mostrado no gráfico.



Uma garrafa desse champanhe, resfriada a 12 °C, foi aberta à pressão ambiente e 0,10 L de seu conteúdo foram despejados em um copo. Nessa temperatura, 20% do gás dissolvido escapou sob a forma de bolhas. O número de bolhas liberadas, no copo, será da ordem de

Gás carbônico:

- Pressão parcial na garrafa de champanhe fechada, a 12 °C = 6 atm
- Massa molar = 44 g/mol
- Volume molar a 12 °C e pressão ambiente = 24 L/mol
- Volume da bolha a 12 °C e pressão ambiente = 6,0 × 10<sup>-8</sup> L

- A 10<sup>2</sup> B 10<sup>4</sup> C 10<sup>5</sup> D 10<sup>6</sup> E 10<sup>8</sup>



**12.** Em determinado exame clínico utilizado para medir a intolerância a carboidratos, um adulto deve beber 200 mL de uma solução de glicose a 30% (70% de água e 30% de glicose). Quando uma criança é submetida a esse exame, a concentração de glicose deve ser reduzida para 20%. Quantos mililitros de água devem ser adicionados a 200 mL de uma solução de glicose a 30% para se preparar uma solução de glicose a 20%?

- A** 150    **B** 80    **C** 120    **D** 100    **E** 50

**13.** O permanganato de potássio ( $\text{KMnO}_4$ ) é uma substância vendida nas farmácias, sendo utilizado como antisséptico que possui ação antibacteriana em feridas, o que facilita a cicatrização das mesmas. O permanganato de potássio é encontrado no mercado na forma de comprimidos de 100 mg e seu modo de preparo é o seguinte: para cada 25 mg do permanganato, completa-se com água para 1 litro de solução, nesse caso, a concentração será 25 mg/L. Admita que um médico recomende para um indivíduo preparar uma solução de permanganato de potássio para utilizar em seus ferimentos e, na hora da preparação, em vez de o paciente colocar um comprimido e completar com água para 4 litros de solução, acabou adicionando três comprimidos de permanganato de potássio, de 100 mg cada, e completou com água para 4 litros de solução.

Admitindo que, para ajustar a concentração da solução de permanganato de potássio, deve-se acrescentar água, assinale a única alternativa que indica corretamente o volume de água, em litros, que deve ser acrescentado à solução já preparada para chegar à concentração correta, ou seja, 25 mg/L.

- A** 5    **B** 14    **C** 10    **D** 8    **E** 3

**14.** O vinagre é uma solução aquosa de ácido etanóico (ácido acético) largamente utilizada na culinária, em saladas e outros pratos.

Nos produtos comerciais, vem indicada, no rótulo, a porcentagem de ácido acético presente, em termos de massa do ácido por volume de vinagre.

Para verificar a qualidade de um vinagre comercial, um químico tomou uma amostra de 25 mL de vinagre e diluiu a 500 mL com água destilada. Da solução diluída, 50 mL foram neutralizados com 20 mL de  $\text{NaOH}$  0,1 mol.L<sup>-1</sup>. A massa de ácido acético por 100 mL de vinagre encontrado na análise foi

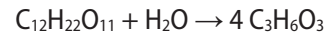
- A** 0,12 g    **B** 4,8 g    **C** 2,4 g    **D** 1,2 g    **E** 4800 g

**15.** Um técnico laboratorial, distraidamente, deixou derramar no chão um frasco de 20 mL de uma solução 0,2 mol/L de ácido sulfúrico. Na prateleira, ele dispunha de uma solução de hidróxido de sódio 0,6 mol/L.

Nessa situação, para neutralizar completamente o volume de ácido derramado, será necessário um volume de base igual a:

- A** 18,50 mL  
**B** 20,00 mL  
**C** 6,66 mL  
**D** 13,33 mL  
**E** 26,66 mL

**16.** A lactose é o açúcar presente no leite. Formada por dois monossacarídeos, a galactose e a glicose, a lactose é representada pela fórmula molecular  $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ . Algumas bactérias presentes no leite são capazes de fermentar a lactose, produzindo exclusivamente o ácido láctico ( $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3$ ), um ácido monoprotico.



Uma amostra de 20 mL de leite de vaca apresenta, inicialmente, 1,00 g de lactose. O leite dessa amostra foi fermentado e o ácido láctico gerado foi titulado utilizando-se uma solução aquosa de hidróxido de sódio ( $\text{NaOH}$ ) 0,20 mol.L<sup>-1</sup>. Foram necessários 35 mL da solução alcalina para neutralizar completamente o ácido. Considerando que o único ácido presente na amostra é o ácido láctico proveniente da fermentação do leite, a porcentagem de lactose ainda presente no leite é de aproximadamente

Dados: massa molar (g.mol<sup>-1</sup>):  $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11} = 342$ ;  $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3 = 90$ ;  $\text{NaOH} = 40$ .

- A** 20 %.  
**B** 30 %.  
**C** 40 %.  
**D** 50 %.  
**E** 10%

**17.** Ao nível do mar, a água entra em ebulição em 100 °C. É necessário que as bolhas formadas com vapor de água vençam a pressão atmosférica, e para tanto é preciso fornecer calor até que a bolha de vapor fique maior que a pressão externa e suba até a superfície.

Ao chegar à superfície do líquido, o vapor é então liberado, a partir daí, a energia fornecida serve para transformar o líquido em vapor e a temperatura permanece fixa.

Este ponto de ebulição não é fixo, podendo ser maior ou menor, o qual vai depender da pressão local.

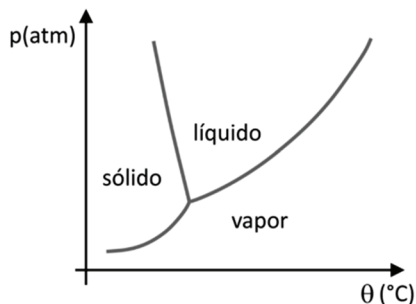
Para cozer os alimentos, uma das panelas que mais ajuda no tempo de cozimento e reduz o gasto de gás de cozinha é a Panela de Pressão. (...)

No cozimento dos alimentos, o papel da panela de pressão é para

- A** obter uma pressão menor que a atmosférica, para que o ponto de ebulição da água seja menor que 100 °C e os alimentos cozinhem mais rápido.  
**B** obter uma pressão maior que a atmosférica, para que chegue ao ponto de ebulição de 100 °C mais rápido, consequentemente cozinhando mais rápido os alimentos.  
**C** obter o ponto de ebulição da água a 100 °C.  
**D** obter uma pressão maior que a atmosférica, para que o ponto de ebulição da água seja maior que 100 °C e os alimentos cozinhem mais rápido.  
**E** obter uma pressão maior que a atmosférica, para que o ponto de ebulição da água seja menor que 100 °C e os alimentos cozinhem mais rápido.



**18.** Em supermercados, é comum encontrar alimentos chamados de liofilizados, como frutas, legumes e carnes. Alimentos liofilizados continuam próprios para consumo após muito tempo, mesmo sem refrigeração. O termo “liofilizado”, nesses alimentos, refere-se ao processo de congelamento e posterior desidratação por sublimação da água. Para que a sublimação da água ocorra, é necessária uma combinação de condições, como mostra o gráfico de pressão por temperatura, em que as linhas representam transições de fases.



Apesar de ser um processo que requer, industrialmente, uso de certa tecnologia, existem evidências de que os povos pré-colombianos que viviam nas regiões mais altas dos Andes conseguiam liofilizar alimentos, possibilitando estocá-los por mais tempo. Assinale a alternativa que explica como ocorria o processo de liofilização natural:

- A** A sublimação da água ocorria devido às baixas temperaturas e à alta pressão atmosférica nas montanhas.
- B** Os alimentos, após congelados naturalmente nos períodos frios, eram levados para a parte mais baixa das montanhas, onde a pressão atmosférica era menor, o que possibilitava a sublimação.
- C** Os alimentos eram expostos ao sol para aumentar a temperatura, e a baixa pressão atmosférica local favorecia a solidificação.
- D** As temperaturas eram baixas o suficiente nos períodos frios para congelar os alimentos, e a baixa pressão atmosférica nas altas montanhas possibilitava a sublimação.
- E** Os alimentos, após congelados naturalmente, eram pressionados para aumentar a pressão, de forma que a sublimação ocorresse.

**19.** Leia o texto a seguir.

Antônio chegou em casa e sentiu vontade de beber algo gelado. Aquele dia estava realmente muito quente e ele só precisava refrescar-se, mas, ao abrir a geladeira, não encontrou nenhuma bebida, estava tudo vazio. Ele parou por um instante e lembrou que havia se esquecido de colocar as bebidas na geladeira no dia anterior. E agora? — pensou Antônio. Foi quando ele olhou para a garrafa de suco em cima da mesa e teve uma ideia brilhante. Colocou a garrafa de suco em uma bacia pequena, e introduziu cubos de gelos nessa bacia até cobrir metade da garrafa.

Em seguida, ele adicionou um pouco de água sob os cubos e algumas colheres de sal de cozinha. Passados alguns minutos, o suco estava bem gelado, do jeito que ele queria!

O fenômeno descrito no texto pode ser explicado pela:

- A** tonoscopia.
- B** osmose.
- C** ebulioscopia.
- D** pressão de vapor.
- E** crioscopia.

**20.** A carne-seca surgiu porque nos tempos antigos não existiam métodos tão eficientes de conservação dos alimentos, como a geladeira. Para conservar a carne, era usado muito sal, e a carne, de diversas espécies de animais, era colocada para curar. Alguns pontos são essenciais na produção da carne-seca, entre eles, a quantidade de sal e o tempo de secagem. A baixa umidade do ar é indispensável para a obtenção de uma boa carne-seca, e esse é um dos motivos para o Sertão nordestino ser um grande produtor desse tipo de carne.

O método descrito se baseia no fenômeno denominado

- A** osmose.
- B** crioscopia.
- C** tonoscopia.
- D** solvatação
- E** ebulioscopia.

**21.** O etilenoglicol, de fórmula  $\text{CH}_2(\text{OH})\text{CH}_2(\text{OH})$ , é um aditivo muito utilizado em radiadores de automóveis em quase todo o mundo. Por ser bastante solúvel em água e pouco volátil (seu ponto de ebulição é igual a  $197^\circ\text{C}$ ), apresenta-se como soluto adequado para promover certos efeitos sobre a água de radiadores dos veículos.

As propriedades coligativas esperadas do etileno glicol em solução são diferentes em épocas de inverno em países muito frios, quando comparadas às épocas de verão em países quentes.

As propriedades coligativas do etilenoglicol esperadas em países frios, para evitar o

congelamento da água do radiador, e em países quentes, para aumentar o ponto de ebulição da mistura são, respectivamente,

- A** crioscopia e ebulioscopia.
- B** tonoscopia e crioscopia.
- C** osmose e ebulioscopia.
- D** crioscopia e osmose.
- E** osmose e tonoscopia.

**22.** Água é um recurso natural que, apesar de renovável, tem apresentado diminuição de oferta devido a uma crescente demanda. Considerando que 97% da água do mundo é salgada, novas usinas de dessalinização mais baratas poderiam expandir a oferta de água doce para os centros populacionais costeiros. Os esquemas a seguir mostram duas maneiras de se retirar o sal da água.

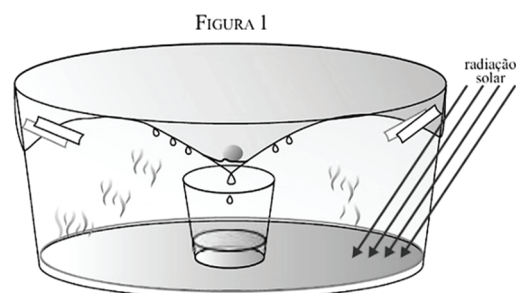
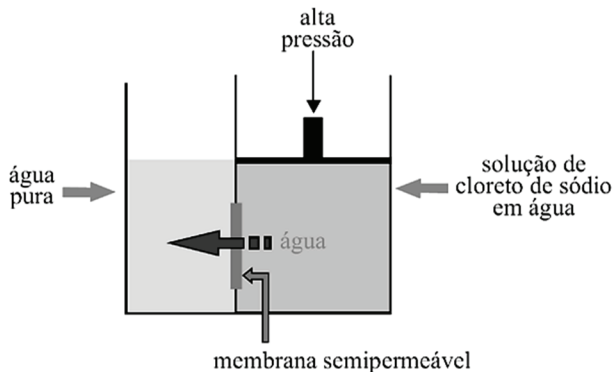




FIGURA 2

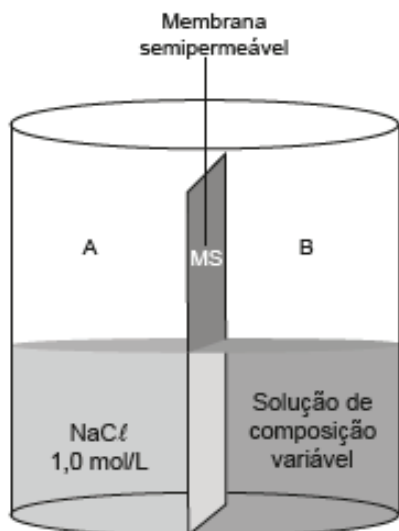


Os esquemas apresentados nas figuras 1 e 2 representam, respectivamente, processos de dessalinização conhecidos como

- A filtração e osmose reversa.
- B destilação e decantação.
- C decantação e evaporação.
- D filtração e decantação.
- E destilação e osmose reversa.

23. As propriedades coligativas dependem do número de partículas dissolvidas em solução, sendo o fator de correção de Van't Hoff,  $i$ , criado para mensurar quantas vezes o efeito coligativo iônico é maior do que o efeito coligativo molecular para soluções de mesma molaridade.

Considere o experimento a seguir, em que A e B são dois meios distintos unidos por uma membrana semipermeável (MS) ao solvente, com soluções de mesmo volume inicial, submetidas às mesmas condições de temperatura e pressão.



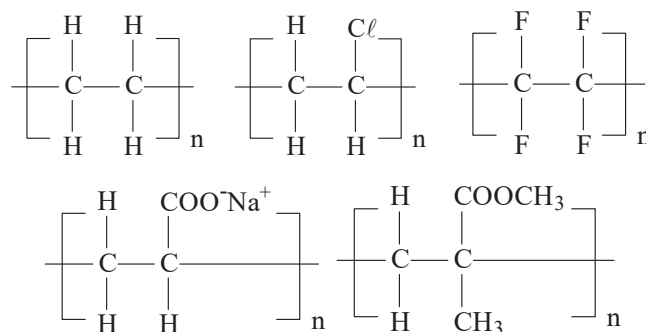
A maior diferença de pressão osmótica entre os meios irá ocorrer quando, no meio B, for inserida uma solução de

- A  $1,0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  de  $\text{NaNO}_3$ .
- B  $1,0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  de  $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ .
- C  $2,0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  de  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ .
- D  $2,0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  de  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ .
- E  $2,0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  de  $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ .

24. A osmose é o fluxo de solvente através de uma membrana (semipermeável) que separa duas soluções com concentrações diferentes. Este fenômeno é importante para manter a integridade das células sanguíneas, bem como para controlar a concentração de eletrólitos nos meios intra e extracelulares. Sobre a osmose e soluções aquosas, podemos afirmar que:

- A o fluxo de água por uma membrana semipermeável será da solução  $\text{NaCl}(\text{aq}) 0,010 \text{ mol L}^{-1}$  para a solução sacarose  $(\text{aq}) 0,010 \text{ mol L}^{-1}$ .
- B células vivas colocadas em água pura deionizada murcharão.
- C não há fluxo de água através de uma membrana semipermeável que separa as soluções  $\text{Na}_2\text{SO}_4(\text{aq}) 0,0010 \text{ mol L}^{-1}$  e  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2(\text{aq}) 0,0010 \text{ mol L}^{-1}$ .
- D a pressão osmótica exercida pela solução glicose  $(\text{aq}) 0,010 \text{ mol L}^{-1}$  é maior que a pela solução  $\text{NaCl}(\text{aq}) 0,010 \text{ mol L}^{-1}$ .
- E a osmose reversa é o fluxo de solvente de uma solução mais diluída através de uma membrana para uma solução mais concentrada.

25. Constituindo fraldas descartáveis, há um polímero capaz de absorver grande quantidade de água por um fenômeno de osmose, em que a membrana semi-permeável é o próprio polímero. Dentre as estruturas



aquela que corresponde ao polímero adequado para essa finalidade é a do:

- A polietileno.
- B poli(acrilato de sódio).
- C poli(metacrilato de metila).
- D poli(cloreto de vinila).
- E politetrafluoroetileno.



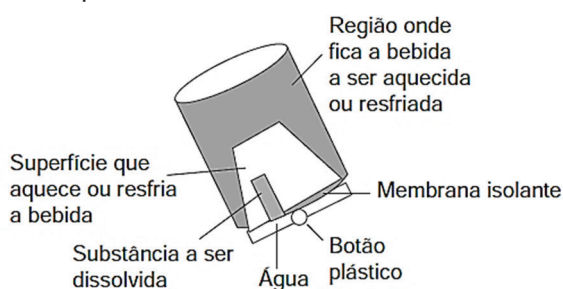
## UNIDADE

# 7 Termoquímica

1. A febre se caracteriza por um aumento da temperatura do corpo. Em caso de infecção, inflamação ou determinadas doenças, a temperatura do corpo pode aumentar. Trata-se, então, de uma reação de defesa do organismo frente aos agressores. Os efeitos do álcool (etanol) na pele intacta levaram muitos pais a usá-lo como um remédio caseiro rápido contra a febre em crianças pequenas. Isso ocorre porque

- A o álcool, por ser “frio”, ao entrar em contato com a pele, ajuda a reduzir a temperatura corporal.
- B o álcool, quando esfregado na pele, tem o poder de “gelar” a pele, devido à sua composição química, reduzindo a temperatura corporal.
- C o álcool, quando esfregado na pele, evapora, retirando calor da pele, o que reduz potencialmente a temperatura corporal.
- D o álcool, por ser bastante volátil, ao entrar em contato com a pele, evapora, liberando calor para o ambiente, o que facilita a redução da temperatura corporal.
- E o álcool é absorvido pela pele, interage com a água e facilita a perda de líquido, o que ajuda a reduzir a temperatura corporal.

2. As chamadas “latinhas inteligentes” são utilizadas para aquecer ou resfriar bebidas sem que haja a necessidade de uma fonte externa de calor. Essas latinhas diferem das demais existentes no mercado pelo fato de apresentarem um compartimento interno contendo água e uma substância química a ser dissolvida quando o botão localizado na base da latinha é pressionado.

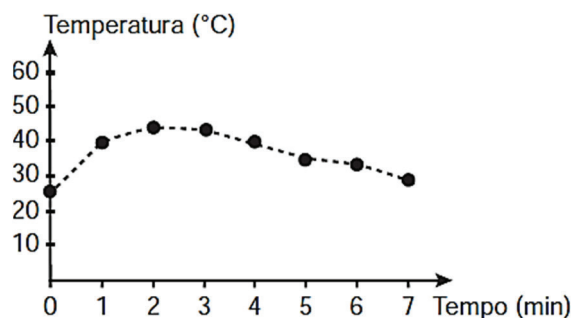


O cloreto de cálcio ( $\text{CaCl}_2$ ) é uma substância química que pode ser utilizada pelo fabricante quando a intenção for aquecer a bebida, já que, após a sua dissolução em água, a temperatura do sistema (água +  $\text{CaCl}_2$ ) aumenta. A variação de temperatura no processo de dissolução citado no texto pode ser explicada, pois

- A a água transfere calor para o  $\text{CaCl}_2$  e o aquece.
- B o  $\text{CaCl}_2$  transfere calor para a água e a aquece.
- C a dissolução do  $\text{CaCl}_2$  em água é um processo exotérmico.
- D a dissolução do  $\text{CaCl}_2$  em água é um processo que absorve calor.
- E a variação de entalpia do processo de dissolução do  $\text{CaCl}_2$  é maior que zero.

3. Um grupo de estudantes investigou experimentalmente a dissolução do hidróxido de potássio sólido –  $\text{KOH(s)}$  – em água. Na temperatura ambiente de  $25^\circ\text{C}$ , os estudantes misturaram, em um béquer, cerca de 100 mL de água destilada e uma colher de sobremesa de hidróxido de potássio sólido –  $\text{KOH(s)}$ . A temperatura do sistema foi monitorada durante sete minutos; a cada minuto, um dos estudantes aferia a temperatura da solução e a plotava em um gráfico.

Os resultados dessa experiência aparecem no diagrama a seguir:



O aumento da temperatura observado no início do experimento ocorre porque a dissolução do hidróxido em água é um processo

- A endotérmico, em que a energia potencial média das partículas aumenta graças à diminuição da energia cinética média.
- B endotérmico, em que a entalpia da solução é maior que a do  $\text{KOH(s)}$  e do  $\text{H}_2\text{O(l)}$ .
- C endotérmico, no qual o sistema absorve energia em forma de calor do ambiente.
- D exotérmico, em que a energia cinética média das partículas aumenta graças à diminuição da energia potencial média.
- E exotérmico, no qual o calor flui do ambiente para o sistema devido ao gradiente de temperatura que existe inicialmente (tempo zero).

4. O nitrato de amônio (massa molar  $80\text{ g/mol}$ ) é um sal inorgânico muito utilizado como fertilizante no Brasil, possui particular interesse na agronomia por ser uma possível fonte de nitrogênio ao solo de forma consistente, tanto na sua forma catiônica como aniônica. Seu uso não se restringe a esse aspecto, sendo também utilizado na aeronáutica como oxidante em sistemas de propulsão de foguetes.

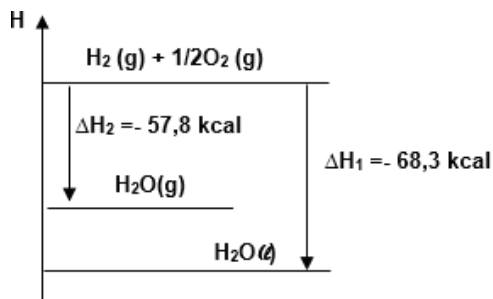
Para se estudar as propriedades térmicas do propelente em questão, adotou-se o método termoquímico da calorimetria. Uma amostra de  $0,64\text{ g}$  de nitrato de amônio foi dissolvida em  $31,11\text{ g}$  de água contida em um calorímetro, resultando em uma solução de densidade  $1\text{ g/cm}^3$  e calor específico  $4,2\text{ JK}^{-1}\text{g}^{-1}$ . Após a dissolução, a temperatura da água variou de  $25^\circ\text{C}$  para  $23,5^\circ\text{C}$ .

Nessas condições, a dissolução e calor de dissolução do nitrato de amônio são, respectivamente,

- A endotérmica e  $\Delta H = 25\text{ kJ/mol}$ .
- B exotérmica e  $\Delta H = -25\text{ kJ/mol}$ .
- C endotérmica e  $\Delta H = 0,2\text{ kJ/mol}$ .
- D endotérmica e  $\Delta H = -0,2\text{ kJ/mol}$ .
- E endotérmica e  $\Delta H = 4\text{ kJ/mol}$ .



5. Por se tratar de uma fonte de energia renovável, inesgotável e não poluente, o hidrogênio pode ser considerado o combustível do futuro. Ao ser queimado, o hidrogênio produz apenas água, e a quantidade de calor liberado varia de acordo com o estado físico do produto formado, como pode ser visualizado no diagrama a seguir:

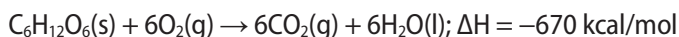


Desse modo, assinale a alternativa que apresenta as quantidades de calor liberadas ao se queimar 10 gramas de hidrogênio (massa molar  $2 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ).

- A 57,8 kcal (produto gasoso) e 68,3 kcal (produto líquido).
- B 578 kcal (produto gasoso) e 683 kcal (produto líquido).
- C 289 kcal (produto gasoso) e 341,5 kcal (produto líquido).
- D 683 kcal (produto gasoso) e 578 kcal (produto líquido).
- E 341,5 kcal (produto gasoso) e 289 kcal (produto líquido).

6. Os alimentos que ingerimos são decompostos ou metabolizados em uma série de etapas reacionais por um grupo de moléculas biológicas complexas chamadas enzimas. A maior parte da energia liberada em cada etapa é utilizada no crescimento e funcionamento do nosso corpo. Um aspecto interessante do metabolismo é que a variação total de energia é a mesma que

na combustão. Por exemplo, a variação total de entalpia para a conversão de glicose ( $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ) em dióxido de carbono e água é a mesma, quer a substância sofra combustão em um calorímetro, quer seja digerida no nosso corpo, cuja reação é dada por:



De acordo com os calorímetros utilizados para medir o valor calórico dos alimentos, têm-se os seguintes valores:

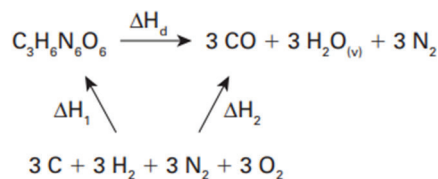
Alimento	$\Delta H$ de combustão (kcal/100 g de alimento)
Pão	-264
Manteiga	-820

Dessa forma, ingerir uma fatia de pão (25 gramas) com manteiga (5 gramas) equivale, aproximadamente, ao consumo de quantos gramas de glicose?

Dado: Massa molar da glicose:  $180 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ .

- A 58,6
- B 40,0
- C 28,7
- D 16,0
- E 11,2

7. Quando um explosivo é detonado, sua energia é liberada na forma de calor [...]. Usando esse esquema, o calor liberado na detonação ( $\Delta H_d$ ) do explosivo RDX (massa molar  $5.222 \text{ g/mol}$ ) pode ser calculado:



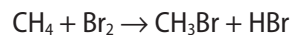
Calor de formação do RDX ( $\text{C}_3\text{H}_6\text{N}_6\text{O}_6$ )	$\Delta H_f$ (RDX)	+62,0 kJ/mol
Calor de formação do monóxido de carbono (CO)	$\Delta H_f$ (CO)	-110,0 kJ/mol
Calor de formação do vapor de água ( $\text{H}_2\text{O}_{(\text{v})}$ )	$\Delta H_f$ ( $\text{H}_2\text{O}_{(\text{v})}$ )	-242,0 kJ/mol

Qual a energia liberada na explosão de 444 g de RDX?

- A -2.236 kJ
- B -1.118 kJ
- C -828 kJ
- D +818 kJ
- E +2.236 kJ

8. O brometo de metila é um pesticida extremamente eficiente na esterilização do solo e como controlador de pragas. Ele mata muitos tipos de insetos e é particularmente útil no preparo de solos para culturas de morangos e tomates, por exemplo. Entretanto, diante de sua toxicidade e sua capacidade de atacar o ozônio estratosférico, seu uso foi proibido em 2005 pelo Protocolo de Montreal.

A equação química que representa a produção do brometo de metila ( $\text{CH}_3\text{Br}$ ) está representada abaixo, e o quadro indica as energias das ligações envolvidas no processo.

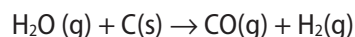


Ligação	Energia (kJ/mol)
C—H	413
Br—Br	193
C—Br	280
H—Br	366

A variação de entalpia da reação de formação do brometo de metila é

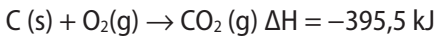
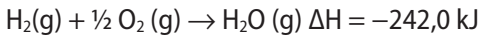
- A +1252 kJ/mol.
- B +40 kJ/mol.
- C -40 kJ/mol.
- D +47 kJ/mol.
- E -47 kJ/mol.

9. Atualmente, enfrentamos um desafio em termos energéticos, que se traduz por uma transição para fontes de energia renováveis e menos poluentes. Nesse contexto, o hidrogênio é uma alternativa válida, pois é muito abundante no universo, e a sua combustão libera apenas água e produz uma quantidade significativa de energia. A equação química a seguir representa uma maneira bastante eficiente de obtenção de gás hidrogênio nas indústrias:



Uma indústria deseja obter 1 tonelada de gás hidrogênio por meio da reação entre água no estado gasoso e carvão. Na determinação da variação de entalpia da reação química de obtenção do gás hidrogênio, são consideradas as seguintes equações termoquímicas a  $25^\circ\text{C}$  e 1 atm:



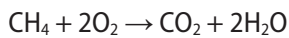


A quantidade de energia, em quilojoules, necessária para a obtenção da massa de gás hidrogênio desejada por essa indústria é aproximadamente igual a

Dado: massa molar do H = 1 g.mol<sup>-1</sup>

- A**  $3,25 \times 10^6$ .      **C**  $3,91 \times 10^7$ .      **E**  $8,70 \times 10^7$ .  
**B**  $4,35 \times 10^7$ .      **D**  $7,83 \times 10^6$ .

**10.** O metano é o hidrocarboneto mais simples, constituído apenas de carbono e hidrogênio. Essa substância é um combustível que pode ser obtido a partir da decomposição de matéria orgânica presente nos aterros sanitários. Sua combustão é dada pela reação:



Ligação	Energia de ligação (kJ/mol)
O=O	498
C—H	413
C—O	357
C=O	744
O—H	462

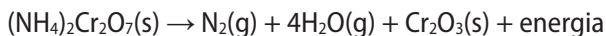
A variação de entalpia estimada para a reação de combustão do metano, em kJ/mol, é

- A** -688.      **B** -413.      **C** -295.      **D** +413.      **E** +688

**11.** Um dos experimentos mais apresentados em feiras de ciências consiste em um vulcão cuja lava é obtida por meio de reações químicas. Normalmente, utiliza-se a reação entre o ácido acético presente no vinagre e o bicarbonato de sódio. No entanto, há uma outra reação que visualmente representa melhor as erupções vulcânicas: a decomposição do dicromato de amônio, (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>. Nessa reação, inicialmente é necessário fornecer energia utilizando uma

chama, mas, uma vez que a reação se inicia, a própria energia do processo permite dar continuidade ao fenômeno.

Durante essa reação, é produzido óxido de cromo, Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>(s), um sólido que se assemelha às cinzas vulcânicas e que é lançado ao ar pelo nitrogênio molecular, liberado na seguinte reação:

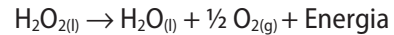


O aquecimento do meio reacional ocorre em virtude de a

- A** energia liberada no processo ser maior do que a energia absorvida.  
**B** decomposição do dicromato de amônio absorver entalpia da vizinhança.  
**C** variação de entalpia do processo de decomposição ser maior do que zero.  
**D** dissolução do dicromato de amônio ser endotérmica e absorver calor da chama.  
**E** transferência de energia ocorrer da vizinhança para o sistema até que seja atingido o equilíbrio térmico.

**12.** O peróxido de hidrogênio, ou água oxigenada como é popularmente conhecido, é um composto químico com vasta área de aplicação. Pode ser utilizado em indústrias têxteis para clarear tecidos, na área médica como desinfetante ou até como combustível de satélites.

A reação de decomposição do peróxido de hidrogênio resulta na formação de água, gás oxigênio e na liberação de energia, como expresso na equação.



A tabela apresenta os valores de entalpia de formação do peróxido de hidrogênio e da água.

Substância	$\Delta H_f^\circ$ (kJ/mol)
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	-191,0
H <sub>2</sub> O	-285,5

Considere as massas molares (g/mol): H=1; O=16.

A energia liberada, em kJ, na decomposição de 8,5 gramas de peróxido de hidrogênio é mais próxima de:

- A** 23,6      **B** 44,4      **C** 47,7      **D** 71,4      **E** 90,0

**13.** Um dos critérios para determinar a fonte de energia empregada em um projeto é a densidade energética, pois essa grandeza é inversamente proporcional aos custos logísticos do projeto. A densidade energética (de) pode ser definida da seguinte maneira:

$$d = \frac{\text{quantidade de energia liberada}}{\text{massa de matéria prima}}$$

A energia liberada na combustão de algumas matérias-primas está representada na tabela seguinte:

Matéria-prima	Calor de combustão / kJ/mol
Carvão (C)	-393,5
Metano (CH <sub>4</sub> )	-802
Propano (C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> )	-2 220
Etanol (C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> O)	-1 368
Octano (C <sub>8</sub> H <sub>18</sub> )	-5 471

Considerando as informações, a matéria-prima que resultará em menor custo logístico ao ser empregada em um projeto é o Dados: Massas molares em g.mol<sup>-1</sup>: H = 1; C = 12; O = 16.

- A** carvão.      **C** propano.      **E** octano.  
**B** metano.      **D** etanol.

**14.** Um professor deu para um grupo de alunos o seguinte problema: analisar se o processo de obtenção de cal viva (CaO) é poluente e, da reação química envolvida nele, determinar a natureza térmica e o valor de  $\Delta H$ , considerando a reação de obtenção da cal viva por decomposição do calcário:



e os valores de entalpia de formação registrados na tabela:

Substância	Entalpia padrão de formação $\Delta H_f^\circ$ (kJ/mol)
CaCO <sub>3</sub> (s)	-1.206,9
CaO(s)	-635,6
CO <sub>2</sub> (g)	-393,5



A conclusão correta a que o grupo de alunos deveria chegar é que o processo

- A** não contribui para a poluição do meio ambiente, pois o subproduto formado ( $\text{CO}_2$ ) não é poluente, e a natureza térmica da reação química é exotérmica, com liberação de 177,8 kJ/mol.
- B** não contribui para a poluição do meio ambiente, pois o subproduto formado ( $\text{CO}_2$ ) não é poluente, e a natureza térmica da reação química é endotérmica, com absorção de 177,8 kJ/mol.
- C** polui o meio ambiente, pois o subproduto formado ( $\text{CO}_2$ ) contribui para o agravamento do efeito estufa, e a natureza térmica da reação química é exotérmica, com liberação de 177,8 kJ/mol.
- D** polui o meio ambiente, pois o subproduto formado ( $\text{CO}_2$ ) contribui para o agravamento do efeito estufa, e a natureza térmica da reação química é endotérmica, com absorção de 177,8 kJ/mol.
- E** polui o meio ambiente, pois o subproduto formado ( $\text{CO}_2$ ) contribui para o agravamento do efeito estufa, e a natureza térmica da reação química é exotérmica, com liberação de 2.236 kJ/mol

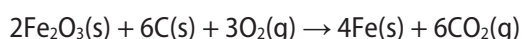
**15.** A reação de decomposição do peróxido de hidrogênio ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) é um processo exotérmico que acontece espontaneamente, mas que pode ter sua velocidade aumentada pelo uso de um catalisador. Essa reação pode ser representada pela seguinte equação química:  $\text{H}_2\text{O}_2(\text{l}) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{l}) + \frac{1}{2} \text{O}_2(\text{g})$  Na tabela a seguir, são apresentados os valores de energia de ligação das espécies envolvidas nessa reação:

Ligação	Energia de ligação / kJ.mol <sup>-1</sup>
O–H	463,5
O–O	146,0
O=O	498,0

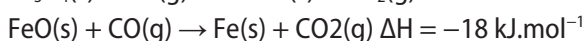
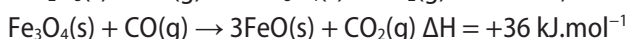
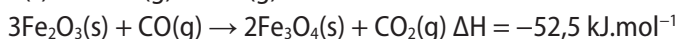
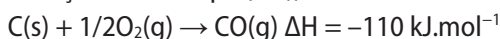
Considerando que a reação ocorreu nas CNTP e que foram liberados 6,72 L de gás oxigênio, a quantidade de energia liberada foi, aproximadamente, Dado: Volume molar nas CNTP = 22,4 L.mol<sup>-1</sup>.

- A** 61,8 kJ.      **C** 103,0 kJ.      **E** 211,2 kJ.
- B** 87,6 kJ.      **D** 146,0 kJ.

**16.** O minério de ferro é encontrado na natureza, principalmente, na forma de hematita ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) e magnetita ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ), dois óxidos. Assim, para que o ferro metálico (Fe) seja obtido industrialmente, é necessário reduzir essas substâncias na presença de carvão em um equipamento conhecido como alto forno. A equação a seguir representa o processo global descrito:



Considere as equações seguintes e as suas respectivas variações de entalpia ( $\Delta H$ ), em kJ.mol<sup>-1</sup>:

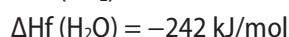
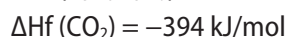
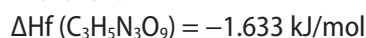
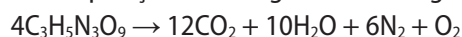


A variação de energia envolvida na produção industrial do ferro metálico é de

- A** -145 kJ/mol.
- B** -174 kJ/mol.
- C** -180 kJ/mol.
- D** -695 kJ/mol.
- E** -719 kJ/mol.

**17.** A nitroglicerina ( $\text{C}_3\text{H}_5\text{N}_3\text{O}_9$ ) foi preparada pela primeira vez pelo italiano Ascanio Sobrero em 1846 [...]. A nitroglicerina é um explosivo secundário muito poderoso [...] e é um dos componentes mais importantes e frequentemente usados para explosivos comerciais gelatinosos.

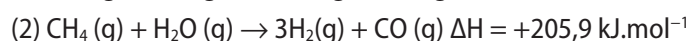
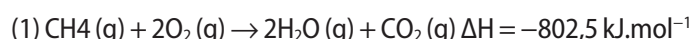
Representa-se a equação química da reação explosiva de decomposição da nitroglicerina da seguinte forma:



O calor liberado na explosão de 4 mol de nitroglicerina será

- A** 22.269 kJ/mol.
- B** 2.997 kJ/mol.
- C** 2.616 kJ/mol.
- D** 1.616 kJ/mol.
- E** 1.997 kJ/mol.

**18.** Na natureza, o metano ( $\text{CH}_4$ ) é produto da decomposição anaeróbia de matéria orgânica, encontrado, por exemplo, em pântanos e em depósitos fósseis (gás natural). O metano é um gás que contribui significativamente com o efeito estufa, pois é capaz de interceptar 20 vezes mais o calor que o  $\text{CO}_2$  (principal gás associado ao efeito estufa). Os principais usos do metano são como combustível (1) e como fonte de gás hidrogênio, por meio de processo conhecido como reforma catalítica (2):



A variação de entalpia ( $\Delta H$ ) das reações químicas representadas pelas equações 1 e 2 é diferente, uma vez que, na reação

- A** 1, a energia liberada na quebra de ligações dos reagentes é maior do que a energia absorvida na formação de ligações dos produtos.
- B** 1, são formadas moléculas de água, que resfriam o sistema e diminuem a temperatura do meio, tornando o  $\Delta h$  menor que zero.
- C** 1, a energia absorvida na ruptura das ligações dos reagentes é menor do que a liberada na formação dos produtos, diferentemente do que ocorre na reação 2.
- D** 2, os produtos são moléculas que estabelecem interações intermoleculares mais fracas do que aquelas estabelecidas pelas moléculas dos produtos da reação 1.
- E** 2, forma-se maior quantidade de gases do que na reação 1, e as mudanças de estado físico da matéria envolvem absorção de energia.



**19.** Combustível é toda substância que reage com um comburente, geralmente gás oxigênio, e libera energia e outras substâncias. As reações que envolvem esses dois materiais, ou seja, as combustões, são de extrema importância para a humanidade, contribuindo, de acordo com dados do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe), com cerca de 80% da energia produzida no mundo. Há diversos fatores que influenciam a escolha por um combustível, como o rendimento energético, a disponibilidade, os custos operacionais para sua produção/extração e sua utilização, o impacto ambiental, entre outros.

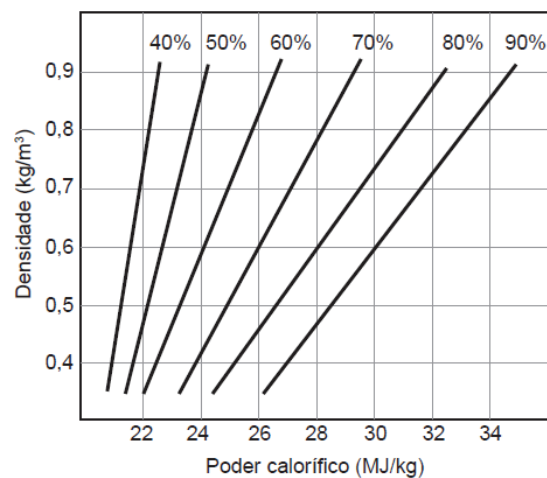
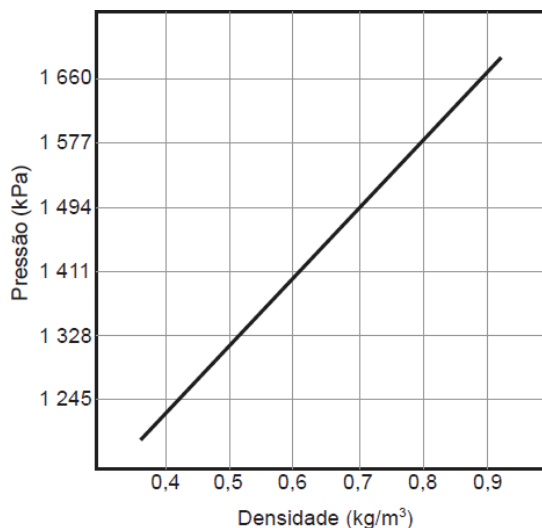
A tabela a seguir apresenta alguns dados sobre a entalpia de combustão padrão ( $\Delta H^\circ$ ) para diferentes combustíveis e sua fórmula molecular.

Combustível	Fórmula molecular	$\Delta H^\circ$ (kJ/mol)
Carbono (carvão)	$C_{(s)}$	-393,5
Metano (gás natural)	$CH_{4(g)}$	-802
Propano (gás de cozinha)	$C_3H_{8(g)}$	-2.220
Butano (gás de cozinha)	$C_4H_{10(g)}$	-2.878
Octano (gasolina)	$C_8H_{18(g)}$	-5.471
Etino (gás de maçarico)	$C_2H_{2(g)}$	-1.300
Etanol (álcool)	$C_2H_6O_{(l)}$	-1.368
Hidrogênio	$H_{2(g)}$	-286

Considerando a combustão completa de cada combustível citado na tabela, as melhores escolhas em relação ao rendimento energético e ao menor impacto ambiental — devido a emissão de poluentes na atmosfera — correspondem, respectivamente:

- A** ao butano e ao octano.
- B** ao etanol e ao metano.
- C** ao carvão e ao propano.
- D** ao octano e ao hidrogênio.
- E** ao acetileno e ao hidrogênio

**20.** O biogás (mistura de metano e dióxido de carbono) é um composto usado como combustível em motores de combustão interna. Sua principal característica é o poder calorífico (quantidade de energia por unidade de massa liberada na combustão), que depende da concentração de metano e da temperatura e pressão absolutas às quais ela está submetida. Os gráficos apresentam, para um mol, essas relações em função de sua densidade. Considere a constante universal dos gases como  $8,3 \text{ J}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$  e que o volume e a temperatura da câmara de combustão sejam de 2,0 L e  $67^\circ\text{C}$ , respectivamente.



O poder calorífico do biogás, composto por 70% de metano, é mais próximo de

- A** 24 MJ/kg.
- B** 25 MJ/kg.
- C** 26 MJ/kg.
- D** 27 MJ/kg.
- E** 28 MJ/kg.

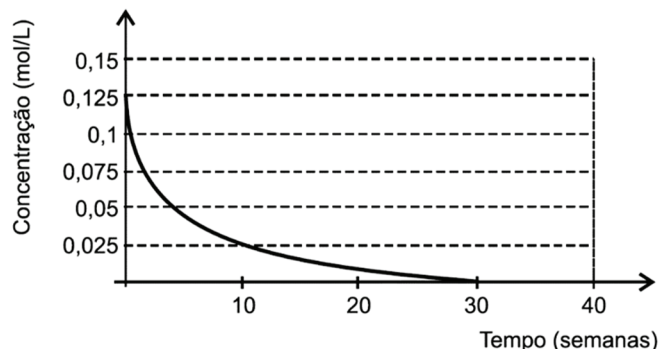


## UNIDADE

## 8

Cinética  
Química

1. Na administração de um antibiótico por um médico, durante uma enfermidade, observou-se a variação de concentração em  $\text{mol L}^{-1}$ , em função do tempo, por semana do medicamento, conforme representado no gráfico.



A análise do gráfico permite corretamente concluir:

- A** A velocidade média de decaimento da concentração do antibiótico entre as semanas 10 e 30 é  $0,025 \text{ mol L}^{-1}$  por semana.
- B** A velocidade média de decomposição do fármaco atinge o valor máximo ao final de 30 semanas.
- C** A curva decrescente indica que a velocidade de decomposição do medicamento entre zero e 10 semanas é, aproximadamente  $1,0 \times 10^{-2} \text{ mol L}^{-1} \text{ semana}^{-1}$ .
- D** A velocidade média no início do tratamento da enfermidade é menor que a velocidade média no final.
- E** A cada intervalo de 10 semanas, a velocidade de decaimento do efeito do antibiótico aumenta progressivamente.

2. Considere a reação:



Considere que essa reação foi realizada em condições tais que a velocidade de decomposição do dióxido de nitrogênio foi determinada como sendo  $3,2 \times 10^{-3} \text{ mol/s}$ . Neste caso, é correto afirmar que a velocidade de formação do oxigênio gasoso, em  $\text{mol/s}$ , é igual a

- A**  $1,6 \times 10^{-3}$ .      **C**  $3,2 \times 10^{-3}$ .      **E**  $10,2 \times 10^{-3}$ .
- B**  $4,8 \times 10^{-3}$ .      **D**  $6,4 \times 10^{-3}$ .

3. Admita que uma planta aquática exposta ao  $\text{CO}_2$  e luz solar fixa o dióxido de carbono pelo processo de fotossíntese, armazenando-o na forma polimérica, de acordo com a equação simplificada  $\text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \xrightarrow{\text{Luz}} (\text{CH}_2\text{O})_n + \text{O}_2(\text{g})$ . Sabe-se que 0,30 g da planta aquática absorve pela fotossíntese  $1 \times 10^{-2} \text{ mol}$  de  $\text{CO}_2$  /h, retendo os átomos de carbono sob a forma  $(\text{CH}_2\text{O})_n$ . Considere que a velocidade da reação de fotossíntese é constante. Em quanto tempo, a planta aquática terá sua massa triplicada?

**Dados:**  $m_a(\text{C}) = 12\text{u}$ ,  $m_a(\text{O}) = 16\text{u}$ ,  $m_a(\text{H}) = 1\text{u}$

- A** 3h      **B** 2h      **C** 1h      **D** 5h      **E** 4h

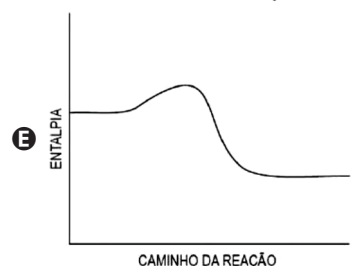
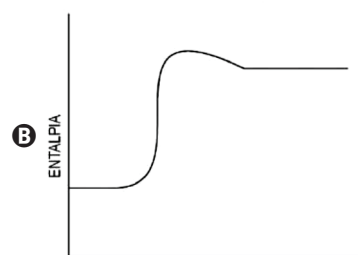
4. A reação de combustão do gás liquefeito de petróleo, ou GLP, que ocorre nos fogões diariamente, pode ser representada como:



Nela, o GLP age como o combustível, e o oxigênio, como agente oxidante; essa reação libera, além dos produtos indicados, a energia que será utilizada no cozimento dos alimentos.

Entretanto, essa reação não se inicia espontaneamente. Mesmo após o canal do GLP ser aberto, o fogão só se acende quando o botão de ignição é acionado, ou quando uma outra chama é colocada perto da saída do gás. Essa ação fornece a energia necessária para que a reação se inicie.

Qual gráfico representa corretamente a variação de entalpia da reação de combustão do GLP?





**5.** Mastigar os alimentos de forma lenta e correta e essencial para uma boa digestão. Um dos benefícios da mastigação adequada e a não ingestão de excesso de comida, pois possibilita que o hormônio da saciedade, a leptina, seja produzido a tempo e se comunique com o nosso cérebro. Outros benefícios estão relacionados a cinética das reações que englobam o processo de digestão.

A mastigação pode acelerar a digestão porque proporciona o aumento:

- A** da superfície de contato dos alimentos e da liberação da enzima amilase salivar.
- B** da concentração e da superfície de contato dos alimentos.
- C** da temperatura e da concentração dos alimentos.
- D** da liberação da enzima amilase salivar e da pressão sobre os alimentos.
- E** da liberação da enzima amilase salivar e da concentração dos alimentos.

**6.** A água oxigenada é o nome comercial para a solução líquida do peróxido de hidrogênio, sob a fórmula química  $H_2O_2$ , dissolvida em água. É muito conhecida e utilizada como um “remédio” contra feridas e outras escoriações causadas na superfície da pele humana. Molha-se um algodão ou gaze em uma solução do produto e aplica-se na área machucada.

No entanto, a água oxigenada pode ser utilizada para fins de limpeza, podendo substituir produtos mais tóxicos para a saúde e para o meio ambiente.

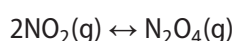
O fato de a água oxigenada borbulhar quando em contato com uma ferida ou área machucada é explicado pela

- A** decomposição do  $H_2O_2$  em H e O.
- B** absorção de calor na decomposição do  $H_2O_2$ .
- C** reação entre a água oxigenada e o sangue, liberando  $H_2$  (g).
- D** quebra das ligações de hidrogênio entre o H e o O pelo sangue.
- E** liberação de  $O_2$  (g) catalisada por enzimas presentes no sangue.

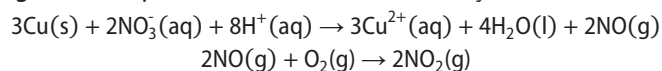
**7.** Para se acender uma fogueira em situações nas quais não estejam disponíveis instrumentos do cotidiano utilizados para esse fim, pode-se utilizar uma técnica que envolve cascas secas de coco, lascas e pedaços finos de madeira seca. Essa técnica consiste em se atritar os pedaços de madeira até que o fogo surja. A reação de combustão por meio dessa técnica se torna possível devido ao(à)

- A** fornecimento da energia de ativação obtida pelo atrito entre os pedaços de madeira.
- B** maior concentração, em grama por litro, de cascas, lascas e pedaços de madeira seca.
- C** ocorrência de uma reação não espontânea entre os pedaços de madeira presentes no meio.
- D** maior área de contato entre os pedaços de madeira, que absorvem energia ao serem atritados.
- E** fato de que as cascas e lascas secas são comburentes, e os pedaços de madeira, o combustível.

**8.** Uma maneira simples e bastante eficiente para esclarecer o conceito de equilíbrio químico é observando o equilíbrio do dióxido de nitrogênio com o tetróxido de dinitrogênio:



Ao adicionar ácido nítrico a fios de cobre cortados em uma garrafa de vidro, é possível notar um gás avermelhado (o dióxido de nitrogênio) se formando, que desaparece quando a garrafa é colocada sobre o gelo e reaparece quando a garrafa é aquecida, de acordo com as reações:



No experimento descrito, o cobre atua na produção do gás avermelhado:

- A** Aumentando a acidez do meio.
- B** Reagindo como agente redutor.
- C** Diminuindo a energia de ativação.
- D** Fornecendo energia para sua produção.
- E** Acelerando a reação de decomposição do ácido.

**9.** Os catalisadores automotivos são constituídos por uma colmeia de cerâmica ou de metal, composta de milhares de minúsculos canais que perfazem uma superfície total equivalente a quatro campos de futebol. Sobre essa colmeia, são impregnados em torno de 1,5 g de metais preciosos, os quais constituem o catalisador propriamente dito; emprega-se uma mistura de paládio-ródio, para veículos a gasolina, e uma de paládio-molibdênio, para veículos a álcool. Depois, o catalisador é enrolado em uma manta termoexpansiva, que fixa, veda, isola termicamente e dá proteção mecânica ao componente. Por fim, o catalisador é montado dentro de uma carcaça de aço inoxidável, formando, então, o conversor catalítico. Esse conjunto é instalado no cano de escape do automóvel.



Com relação aos catalisadores automotivos, compreende-se que

- A** apresentam a função de aumentar a velocidade das reações de combustão dos hidrocarbonetos, o que aumenta a produção de energia e de poluentes.
- B** promovem a transformação do dióxido de carbono, um dos principais responsáveis pela exacerbação do efeito estufa, em monóxido de carbono.
- C** são dispositivos antipoluição que aceleram a oxidação de monóxido de carbono e hidrocarbonetos ou a decomposição de óxidos de nitrogênio.
- D** devem ser constantemente trocados, pois os metais preciosos, que constituem o catalisador propriamente dito, são consumidos nas reações químicas.
- E** estão presentes principalmente nos carros a álcool, pois existe uma alta produção de óxidos de nitrogênio e dióxido de enxofre.



**10.** Os peroxissomos oxidam substratos orgânicos específicos, retirando átomos de hidrogênio e combinando-os com oxigênio molecular ( $O_2$ ). Essa reação resulta na produção de peróxido de hidrogênio ( $H_2O_2$ ), uma substância tóxica para as células. A catalase, encontrada no interior dessas organelas, é a enzima responsável pela decomposição do peróxido de hidrogênio em água e gás oxigênio.

Um experimento com peróxido de hidrogênio e pedaços de batata foi elaborado com o objetivo de verificar a ação da catalase. A seguir, são descritos dois procedimentos realizados nesse experimento:

**Tubo A** – adicionou-se um pedaço de batata crua em 100 mL de peróxido de hidrogênio;

**Tubo B** – adicionou-se um pedaço de batata cozida em 100 mL de peróxido de hidrogênio.

Com base nesses dados, deve-se prever que

- A** ocorrerá a liberação de gases nos dois tubos, devido à presença dos peroxissomos nas células da batata.
- B** ocorrerá liberação de  $O_2$  nos dois tubos, em virtude de o cozimento não alterar a estrutura primária da enzima.
- C** não ocorrerá nenhuma reação química em nenhum tubo, em decorrência da ausência de peroxissomos em células vegetais.
- D** ocorrerá quebra do peróxido de hidrogênio no tubo B, uma vez que as enzimas da batata foram ativadas durante o cozimento.
- E** ocorrerá decomposição do peróxido de hidrogênio no tubo A, já que as moléculas de catalase da batata do tubo B foram desnaturadas durante o cozimento.

**11.** Em um laboratório de química, dois estudantes realizam um experimento com o objetivo de determinar a velocidade da reação apresentada a seguir.



Sabendo que a reação ocorre em um sistema aberto, o parâmetro do meio reacional que deverá ser considerado para a determinação da velocidade dessa reação é

- A** a diminuição da concentração de íons  $Mg^{2+}$ .
- B** o teor de umidade no interior do sistema.
- C** a diminuição da massa total do sistema.
- D** a variação da concentração de íons  $Cl^-$ .
- E** a elevação da pressão do sistema.

**12.** A durabilidade do *bacon* defumado depende das condições em que é mantido. Considerando igual massa desse produto, é correto afirmar que, entre as condições indicadas nas alternativas, a que permite maior durabilidade é aquela em que o *bacon* se encontra

- A** exposto ao ar, na temperatura ambiente, fatiado.
- B** exposto ao ar, na temperatura ambiente, em peça.
- C** embalado a vácuo, na temperatura ambiente, em peça.
- D** embalado a vácuo, refrigerado, fatiado.
- E** embalado a vácuo, refrigerado, em peça.

**13.** A reação de escurecimento em frutas, vegetais e sucos de frutas é um dos principais problemas na indústria de alimentos. Estima-se que em torno de 50% da perda de frutas tropicais no mundo é devida à enzima polifenol oxidase – PFO, que provoca a oxidação dos compostos fenólicos naturais presentes nos alimentos, causa a formação de pigmentos escuros – frequentemente acompanhados de mudanças indesejáveis na aparência e nas propriedades organolépticas do produto – resultando na diminuição da vida útil e do valor de mercado. Várias maneiras de inibição da polifenol oxidase são conhecidas. Essa inibição é desejável e muitas vezes necessária para evitar o aparecimento de sabor desagradável e toxidez, como também por questões econômicas. Três componentes devem estar presentes para que a reação de escurecimento enzimático ocorra: enzima, substrato e oxigênio. No caso de ausência ou bloqueio da participação de um destes na reação química (seja por agentes redutores, diminuição de temperatura ou abaixamento de pH), a “velocidade” de reação diminui significativamente. O pH ótimo de atuação da PFO está entre 6 e 7, e abaixo de 3 não há nenhuma atividade enzimática.”

Adaptado de CARVALHO; LUPETTI; FATIBELLO-FILHO. *Química Nova na Escola*, n. 22, 2005.

A partir da leitura do texto acima e considerando as contribuições da ciência e tecnologia no campo da produção alimentícia, assinale a alternativa correta.

- A** Ao elevar a temperatura no processamento de sucos de frutas, a indústria está favorecendo o aumento da velocidade de escurecimento, pois a energia de ativação dessa reação também aumenta.
- B** A vitamina C (ácido ascórbico) é usada na indústria de sucos de frutas como aditivo alimentar para retardar a reação de escurecimento enzimático, pois o pH dos tecidos vegetais é diminuído.
- C** Como a enzima polifenol oxidase (PFO) é um dos reagentes da reação de escurecimento em frutas, após o seu consumo nessa reação, o processo de escurecimento é interrompido.
- D** O armazenamento de frutas, vegetais e sucos de frutas em geladeira é feito somente para evitar seu contato com o oxigênio do ar, retardando a reação de escurecimento.
- E** a enzima polifenol oxidase (PFO) atua acelerando o processo de escurecimento em frutas, pois aumenta a energia de ativação dessa reação.

**14.** Os dados empíricos para a velocidade de reação,  $v$ , indicados no quadro a seguir, foram obtidos a partir dos resultados em diferentes concentrações de reagentes iniciais para a combustão do gás **A**, em temperatura constante.

Experimento	[A](mol.L <sup>-1</sup> )	[O <sub>2</sub> ](mol.L <sup>-1</sup> )	v(mol.L <sup>-1</sup> .min <sup>-1</sup> )
1	1,0	4,0	$4,0 \times 10^{-4}$
2	2,0	4,0	$32 \times 10^{-4}$
3	1,0	2,0	$2,0 \times 10^{-4}$

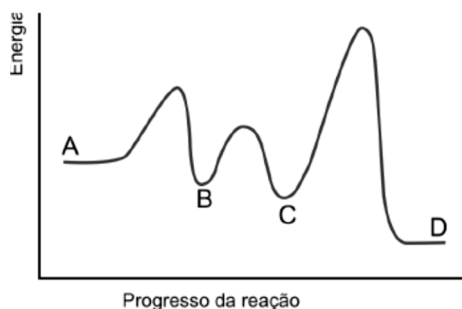
A equação de velocidade para essa reação pode ser escrita como  $v = k [A]^x \cdot [O_2]^y$ , em que  $x$  e  $y$  são, respectivamente, as ordens de reação em relação aos componentes A e  $O_2$ .

Assim, de acordo com os dados empíricos obtidos, os valores de  $x$  e  $y$  são, respectivamente,

- A** 1 e 3.
- B** 2 e 3.
- C** 3 e 1.
- D** 3 e 2.
- E** 2 e 1.



15. A investigação do mecanismo de reações tem contribuído na compreensão de muitos processos químicos desenvolvidos em laboratório de pesquisa. A reação genérica  $A \rightarrow D$  é uma reação não elementar e seu mecanismo está representado no gráfico a seguir:



Analise o gráfico e assinale a alternativa correta.

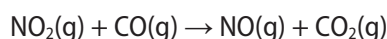
- Ⓐ A etapa  $C \rightarrow D$  é a determinante da velocidade da reação  $A \rightarrow D$ .
- Ⓑ Na reação  $A \rightarrow D$  estão envolvidas quatro reações elementares.
- Ⓒ No decorrer da reação ocorre a formação de seis substâncias intermediárias.
- Ⓓ A expressão da velocidade da reação  $A \rightarrow D$  é  $v = k[A]$ .
- Ⓔ As substâncias B e C são catalisadores da reação  $A \rightarrow D$ .

16. O catalisador veicular, tem como função reduzir a emissão de poluentes. Os catalisadores conservam suas atividades, em condições normais de operação, por cerca de 100.000 km. Seu envelhecimento se dá por degradação térmica, à temperatura de cerca de 1.000 °C, que pode ser atingida, caso haja grande quantidade de hidrocarbonetos não queimada ou por envenenamento. Os venenos principais dos catalisadores são: aditivos usados no passado à base de chumbo, que entopem seus poros e inibem sua ação catalítica; enxofre, que, além de inibir a ação catalítica do paládio (metal ativo), pode levar à formação de H<sub>2</sub>S.

Dessa forma, os chamados venenos agem

- Ⓐ inativando os catalisadores.
- Ⓑ ativando os catalisadores reacionais.
- Ⓒ reduzindo as energias de ativação das reações.
- Ⓓ diminuindo as variações de entalpia das reações.
- Ⓔ aumentando as variações de entalpia das reações.

17. O gás monóxido de carbono (CO), produzido pela queima incompleta de combustíveis que contêm carbono, pode reagir com óxidos de nitrogênio, formados durante a interação dos gases atmosféricos N<sub>2</sub> e O<sub>2</sub> em altas temperaturas. Neste processo, forma-se o CO<sub>2</sub>, que é menos agressivo ao meio ambiente e à saúde do ser humano que o CO. Essa transformação pode ser representada pela equação química



O mecanismo de reação é formado por duas etapas:

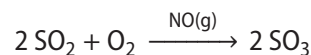
1ª Etapa:  $\text{NO}_2(\text{g}) + \text{NO}_2(\text{g}) \rightarrow \text{NO}_3(\text{g}) + \text{NO}(\text{g})$  (reação lenta)

2ª Etapa:  $\text{NO}_3(\text{g}) + \text{CO}(\text{g}) \rightarrow \text{NO}(\text{g}) + \text{CO}_2(\text{g})$  (reação rápida)

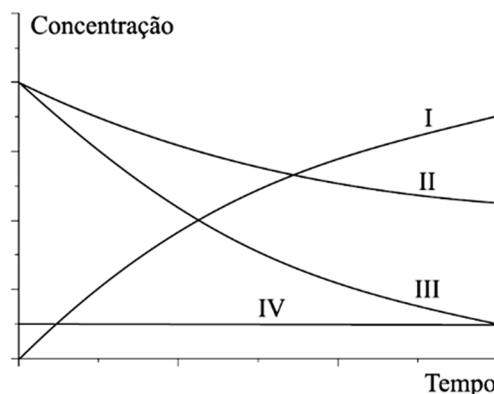
De acordo com o mecanismo proposto para a conversão de CO em CO<sub>2</sub>, a lei de velocidade da reação será

- Ⓐ  $V = k[\text{NO}_3] \cdot [\text{CO}]$
- Ⓑ  $V = k[\text{NO}] \cdot [\text{CO}_2]$
- Ⓒ  $V = k[\text{NO}_2]^2$
- Ⓓ  $V = k[\text{NO}_3] \cdot [\text{NO}]$
- Ⓔ  $V = k[\text{NO}_2] \cdot [\text{CO}]$

18. Um dos produtos envolvidos no fenômeno da precipitação ácida, gerado pela queima de combustíveis fósseis, envolve o SO<sub>2</sub> gasoso. Ele reage com o O<sub>2</sub> do ar, numa reação no estado gasoso catalisada por monóxido de nitrogênio, NO. No processo, é gerado SO<sub>3</sub>, segundo a reação global representada pela equação química balanceada



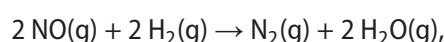
No gráfico a seguir estão representadas as variações das concentrações dos componentes da reação em função do tempo de reação, quando a mesma é estudada em condições de laboratório, em recipiente fechado contendo inicialmente uma mistura de SO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub> e NO gasosos.



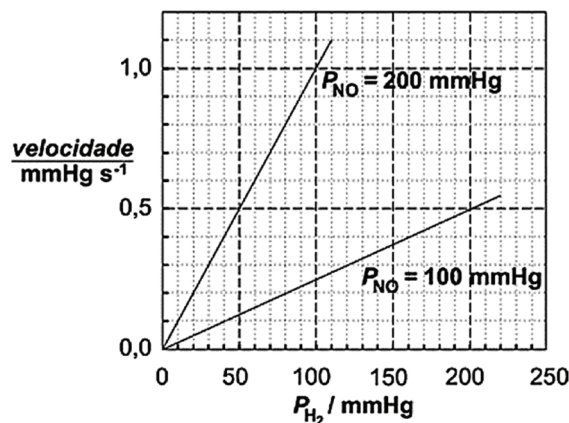
As curvas que representam as concentrações de SO<sub>2</sub>, SO<sub>3</sub>, O<sub>2</sub> e NO são, respectivamente:

- Ⓐ I, II, III, IV.
- Ⓑ II, I, III, IV.
- Ⓒ III, I, II, IV.
- Ⓓ III, II, I, IV.
- Ⓔ IV, III, II, I.

19. Para a transformação representada por



a velocidade da reação, em função da pressão de hidrogênio ( $P_{\text{H}_2}$ ), para duas diferentes pressões de óxido nítrico ( $P_{\text{NO}}$ ), à temperatura de 826 °C, está indicada no seguinte gráfico:

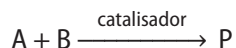


Examinando o gráfico, pode-se concluir que as ordens da reação, em relação ao óxido nítrico e em relação ao hidrogênio, são, respectivamente,

- Ⓐ 1 e 1
- Ⓑ 1 e 2
- Ⓒ 2 e 1
- Ⓓ 2 e 2
- Ⓔ 3 e 1



20. Um estudante desejava estudar, experimentalmente, o efeito da temperatura sobre a velocidade de uma transformação química. Essa transformação pode ser representada por:



Após uma série de quatro experimentos, o estudante representou os dados obtidos em uma tabela:

	Número do experimento			
	1	2	3	4
temperatura (°C)	15	20	30	10
massa de catalisador (mg)	1	2	3	4
concentração inicial de A (mol/L)	0,1	0,1	0,1	0,1
concentração inicial de B (mol/L)	0,2	0,2	0,2	0,2
tempo decorrido até que a transformação se completasse (em segundos)	47	15	4	18

Que modificação deveria ser feita no procedimento para obter resultados experimentais mais adequados ao objetivo proposto?

- A Manter as amostras à mesma temperatura em todos os experimentos.
- B Manter iguais os tempos necessários para completar as transformações.
- C Usar a mesma massa de catalisador em todos os experimentos.
- D Aumentar a concentração dos reagentes A e B.
- E Diminuir a concentração do reagente B.



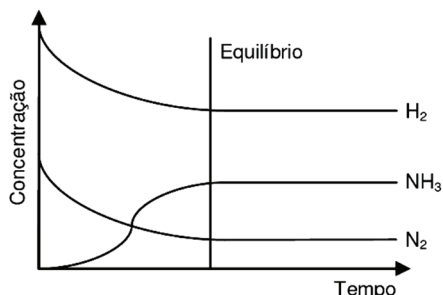


## UNIDADE

## 9

## Equilíbrios Químicos

1. A produção de amônia em escala industrial pode ser resumidamente descrita por meio do equilíbrio químico  $N_2(g) + 3H_2(g) \leftrightarrow 2NH_3(g)$ . Observando a figura a seguir, podemos afirmar que, quando o equilíbrio é atingido:



- A** as concentrações de reagentes e produtos permanecem constantes.  
**B** a concentração do produto é maior que a dos reagentes.  
**C** as concentrações de reagentes e produto são iguais.  
**D** as velocidades das reações direta e indireta são iguais a zero.  
**E**  $N_2$  e  $H_2$  são consumidos completamente.

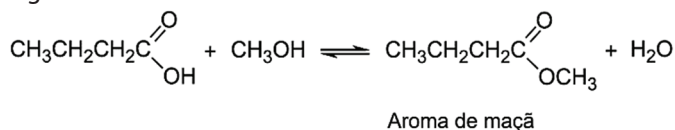
2. "O conceito de equilíbrio é fundamental na química, mas não é exclusivo da química. Vivemos em uma situação social e econômica que constitui equilíbrio dinâmico de forças competitivas. Na família e nos grupos sociais, comportamo-nos de maneira a manter as relações mais cordiais possíveis. Na realidade, procuramos atingir um equilíbrio".

(Kotz e Treichel, 1998)

Acerca do tema equilíbrio químico, podemos afirmar que:

- A** Quanto menor for a constante de equilíbrio, mais favorável será a formação dos produtos.  
**B** A constante de equilíbrio não é alterada quando são alterados os coeficientes estequiométricos da equação.  
**C** A adição de um catalisador altera o valor da constante de equilíbrio.  
**D** O estado físico das substâncias deve ser levado em consideração na expressão da constante de equilíbrio.  
**E** Quanto maior for a constante de equilíbrio, mais favorável será a regeneração dos reagentes.

3. Um indústria produz aromatizante artificial por um processo que é representado de acordo com a equação química seguinte:

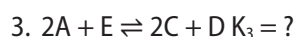


Em um teste de laboratório, foram adicionados 10 mol de  $CH_3CH_2CH_2COOH$  e  $n$  mol de  $CH_3OH$  a um reator de 1 L. O reator foi fechado e, ao se atingir o equilíbrio reacional, verificou-se a formação de 9 mol, da substância com aroma de maçã e 9 mol de  $H_2O$ .

Considerando que a constante de equilíbrio referente às condições de temperatura e pressão do processo é  $K_{eq} = 9$ , o valor correto da quantidade, em mol, de  $CH_3OH$  adicionado ao reator é

- A** 9.      **B** 10.      **C** 12.      **D** 18.      **E** 20.

4. Considere os equilíbrios químicos genéricos a seguir e suas respectivas constantes, sob temperatura de  $25^\circ C$ :

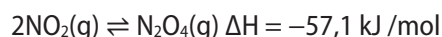


Baseado nos conceitos químicos e nas informações fornecidas, assinale a alternativa correta que contém o valor da constante  $K_3$ :

- A**  $6 \times 10^{-7}$     **B** 3.000    **C** 45    **D** 1.500    **E** 750

5. O dióxido de nitrogênio ou dióxido de azoto,  $NO_2$ , é formado nas reações de combustão dos motores a explosão, na queima de querosene, ou a partir da reação de óxido nítrico (NO) com oxigênio ( $O_2$ ).

Porém, em sua dimerização, forma um gás incolor chamado tetróxido de dinitrogênio,  $N_2O_4$ , conforme a reação em equilíbrio químico apresentada a seguir.



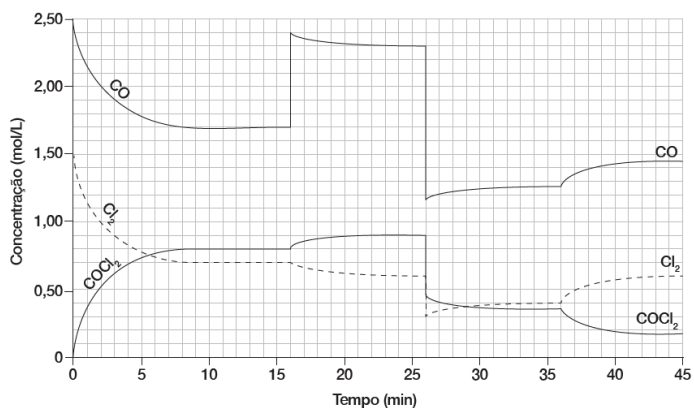
A fim de minimizar a concentração de  $NO_2$ , deve-se

- A** adicionar um catalisador.  
**B** manter a pressão total.  
**C** aumentar a temperatura do sistema.  
**D** diminuir a pressão total.  
**E** diminuir a temperatura do sistema.

6. O uso de armas químicas está no centro de grandes polêmicas e disputas internacionais. [...] Mas por que as armas químicas geram tanta comoção na comunidade internacional? [...] Uma arma química é utilizada para atacar e fazer sofrer uma população civil ou um inimigo externo. Um dos tipos de armas químicas são os sufocantes. Esses produtos agem causando o sufocamento no organismo afetado. O gás foscênio é um exemplo de arma química dessa categoria.

Segundo as organizações internacionais, esse gás tem sido altamente utilizado na Guerra da Síria. O foscênio ( $COCl_2$ ) pode ser sintetizado industrialmente por meio da reação exotérmica entre o monóxido de carbono e o cloro.

O gráfico a seguir, de concentração *versus* tempo, mostra eventos ocorridos durante a síntese do gás foscênio.





Os eventos acontecidos nos tempos de 16, 26 e 36 minutos são, respectivamente,

- A adição de  $\text{COCl}_2$ , aumento da temperatura e equilíbrio.
- B adição de  $\text{COCl}_2$ , redução no volume e aumento da temperatura.
- C adição de  $\text{CO}$ , redução no volume e redução na temperatura.
- D adição de  $\text{CO}$ , redução na pressão e redução na temperatura.
- E adição de  $\text{CO}$ , aumento do volume e aumento na temperatura.

7. Para a otimização dos processos industriais, é fundamental saber se uma reação atinge ou não o estado de equilíbrio, e até que ponto o rendimento dessa reação depende das condições experimentais em que é realizada. Por isso uma indústria deve possuir equipamentos e aparelhos de medição acoplados a mecanismos automáticos que acompanham e controlam a temperatura, pressão, concentração e outras variáveis das reações, a fim de manter valores adequados para eficiência na obtenção de um produto. As equações apresentadas a seguir representam equilíbrios químicos estabelecidos separadamente no interior de cilindros dotados de êmbolos móveis.

Considerando que cada cilindro terá seu volume reduzido à metade do valor inicial, mantida a temperatura constante, indique a alternativa que representa o equilíbrio afetado por essa alteração.

- A  $\text{CaCO}_3(\text{s}) \rightleftharpoons \text{CaO}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$
- B  $\text{FeO}(\text{s}) + \text{CO}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$
- C  $\text{CH}_4(\text{g}) + 2 \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}_2(\text{g}) + 2 \text{H}_2\text{O}(\text{g})$
- D  $\text{H}_2(\text{g}) + \text{Br}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{HBr}(\text{g})$
- E  $\text{C}(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}_2(\text{g})$

8. Os ácidos são substâncias químicas que apresentam diversas aplicações no cotidiano. A tabela a seguir mostra algumas delas:

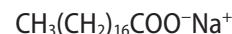
Ácido	Aplicação
Ácido sulfúrico	Fabricação de papel
Ácido fosfórico	Fertilizantes
Ácido carbônico	Refrigerantes
Ácido acético	Vinagre
Ácido acetilsalicílico	Medicamentos

Ao reagirem com a água, os ácidos sofrem ionização, reação em que há formação de íons. Essa reação, em alguns casos, pode caracterizar-se como equilíbrio iônico; em outros, não. Dos ácidos citados na tabela, o que apresenta menor probabilidade de formar equilíbrio iônico ao se dissolver em água é o

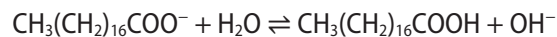
- A ácido sulfúrico.
- B ácido fosfórico.
- C ácido acético.
- D ácido carbônico.
- E ácido acetilsalicílico.

9. Uma dermatologista foi procurada por uma paciente para tratar de manchas na pele devido ao uso de drogas durante a juventude. A dermatologista usou da técnica do peeling químico um tratamento estético onde são aplicados sais de ácidos sobre a pele, que ajudam a retirar as camadas danificadas por meio da descamação e a promover o crescimento de uma camada lisa, mais elástica, suave e

fresca, por meio da renovação celular. Durante o processo foi usado um sal de ácido carboxílico:



Na pele, os ânions do sabão hidrolisam a água da pele, desse modo, forma o ácido carboxílico correspondente. Para o estearato de sódio usado, foi estabelecido o seguinte equilíbrio:

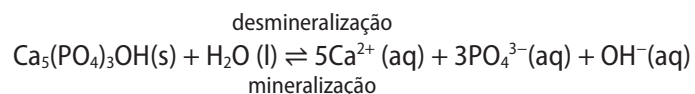


Ao se formar o ácido esteárico com pouca solubilidade em água, a técnica se torna pouco eficiente na remoção da pele morta e manchada, para controlar a eficiência da técnica faz-se necessário que a dermatologista controle o pH da solução.

Com base nessa informação, é correto concluir que o sabão atua de maneira

- A eficiente em qualquer faixa de pH
- B mais eficiente em pH ácido
- C mais eficiente em pH neutro para ácido
- D mais eficiente em pH neutro
- E mais eficiente em pH básico

10. A cárie é uma doença decorrente da atividade bacteriana localizada. Esse tipo de bactéria é capaz de produzir ácidos e de sobreviver em meio ácido, e aí reside sua cariogenicidade. A reação de equilíbrio de mineralização e desmineralização do esmalte dentário é dada a seguir:



Ao ser metabolizado pelas bactérias, o açúcar é transformado em ácidos orgânicos. Os ácidos mais comumente produzidos por essas bactérias são o acético, metanoico, o propiônico, láctico e glicólico.

A tabela a seguir contém as constantes de acidez dos ácidos anteriormente citados, a 25 °C

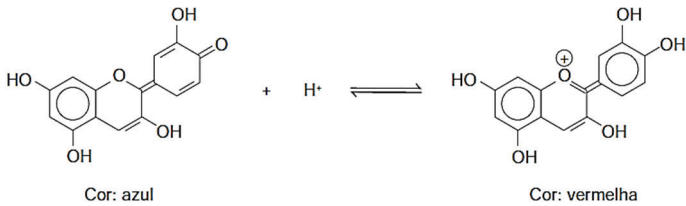
Ácido orgânico	pKa
Acético	4,75
Glicólico	3,82
Lático	3,86
Metanoico	3,74
Propiônico	4,88

O ácido que apresenta o maior efeito desmineralizante é o

- A acético.
- B glicólico.
- C láctico.
- D metanoico.
- E propiônico.

11. Os plásticos são um dos materiais mais utilizados em nosso cotidiano. Em aterros sanitários municipais, os filmes de cloreto de polivinila (PVC) são um dos plásticos mais encontrados, devido à sua ampla utilização em produtos domésticos variados. É interessante ressaltar que o PVC degrada a temperaturas relativamente baixas, com liberação de ácido clorídrico (HCl). Em solução, a presença desse ácido pode ser detectada utilizando sucros de frutas e vegetais, alimentos que contêm o indicador antocianina.

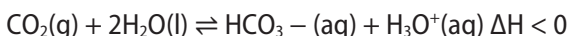
A equação química a seguir representa o equilíbrio de protonação da antocianina:



Considere que, na temperatura em que os gases são degradados, a constante de equilíbrio de protonação da antocianina é da ordem de  $10^{-4}$ . Sendo assim, quando o gás de combustão de PVC for borbulhado, a solução

- A** manterá a mesma coloração, uma vez que o HCl presente no gás de exaustão não participa do equilíbrio químico em questão.
- B** intensificará a cor azul, uma vez que o aumento da concentração de  $H^+$  pelo borbulhamento do gás de exaustão faz com que a concentração dos reagentes como um todo aumente.
- C** intensificará a cor vermelha, uma vez que o aumento da concentração de  $H^+$  pelo borbulhamento do gás de exaustão faz com que o equilíbrio seja ainda mais deslocado no sentido do produto.
- D** mudará de cor, passando de azul a vermelha, uma vez que o aumento da concentração de  $H^+$  pelo borbulhamento do gás de exaustão faz com que o equilíbrio seja deslocado no sentido do produto.
- E** mudará de cor, passando de vermelha a azul, uma vez que o aumento da concentração de  $H^+$  pelo borbulhamento do gás de exaustão faz com que a concentração dos reagentes como um todo aumente

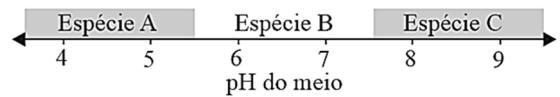
**12.** A grande maioria das reações que ocorrem nos seres vivos e os mantêm vivos estão em equilíbrio químico, ou seja, são processos reversíveis que tendem a permanecer nesse estado a menos que um fator externo provoque algum tipo de perturbação. Um equilíbrio químico muito comum é o que se estabelece entre o gás carbônico,  $CO_2(g)$ , a água,  $H_2O(l)$ , e as suas espécies iônicas em solução aquosa,  $HCO_3^-(aq)$  e  $H_3O^+(aq)$ . Esse sistema está representado pela seguinte equação química:



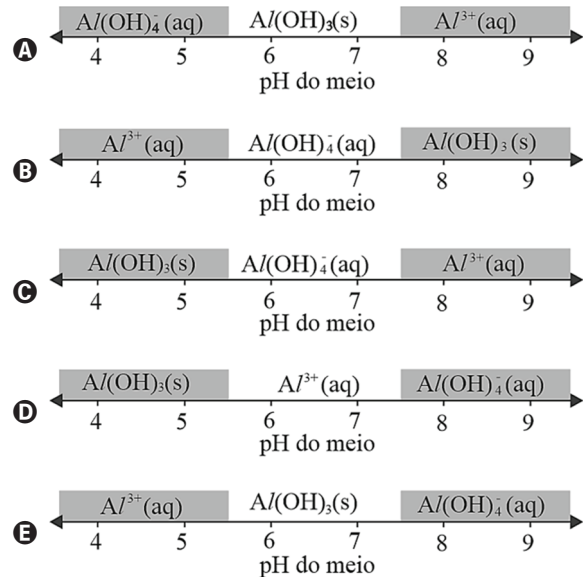
Considerando o sistema em equilíbrio, a formação das espécies iônicas é favorecida com o(a)

- A** aumento do pH.
- B** diminuição da pressão.
- C** adição de um gás inerte.
- D** aumento da temperatura.
- E** adição de um catalisador.

**13.** O hidróxido de alumínio  $Al(OH)_3$ , ao precipitar em solução aquosa, forma um sólido gelatinoso que pode ser usado como agente floculante no tratamento de água. Essa precipitação pode ocorrer pela adição de um hidróxido solúvel a uma solução aquosa ácida contendo um sal de alumínio solúvel, como o  $AlCl_3$ . Entretanto, adicionando-se excesso de hidróxido ao meio, há a formação de íons  $Al(OH)_4^-$ , espécie solúvel em água, e o precipitado se solubiliza novamente. Dessa forma, dependendo do pH do meio, uma dentre as espécies  $Al(OH)_4^-(aq)$ ,  $Al(OH)_3(s)$  e  $Al^{3+}(aq)$  estará presente na solução em quantidade maior que as demais, como exemplificado no esquema.



A alternativa que mostra corretamente qual das espécies estará em quantidade maior que as duas outras em cada faixa de pH é:



**14.** Considere as informações das substâncias.

Solução aquosa 0,1 mol/L	Substância	Fórmula molecular	Característica	Constante de ionização
I	Ácido bórico	$H_3BO_3$	Ácido monoprótico	$K_a \sim 10^{-9}$
II	Procaina	$C_5H_{15}NO$	Amina monobásica	$K_b \sim 10^{-5}$
III	Piridina	$C_5H_5N$	Amina monobásica	$K_b \sim 10^{-9}$

Devido aos baixos valores de suas constantes de ionização, nas soluções aquosas, as concentrações dos seus produtos de ionização são muito menores do que 0,1 mol/L.

Comparando-se os valores de pH das soluções aquosas 0,1 mol/L dessas substâncias, medidos sob as mesmas condições de temperatura, tem-se

- A**  $pH\ I > pH\ II > pH\ III$ .
- B**  $pH\ I < pH\ II < pH\ III$ .
- C**  $pH\ I > pH\ II < pH\ III$ .
- D**  $pH\ I < pH\ II = pH\ III$ .
- E**  $pH\ I < pH\ II > pH\ III$ .

**15.** Alex Atala defende uso de água alcalina para potencializar sabor dos preparados. Atala demonstrou a importância do pH da água contribuindo entre a plateia dos corpos distribuindo entre a plateia dois copos com água "normal" (ácida, entre 2 e 3), e água alcalina (acima de 7,5), pedindo para a plateia provar uma infusão a frio de orégano desidratado em cada uma delas. Quando infundido na água alcalina, notou-se um aroma mais adocicado, sabor herbal e coloração mais esverdeada na água. "A água alcalina extrai essas características verdes e notas herbáceas. Imagine a diferença que uso de uma água alcalina tem na produção de um caldo ou um cozido", indicou. [...]



Há alguns anos popularizou-se o uso das chamadas as águas alcalinas, em especial por supostamente trazer à saúde benefícios não verificados com a ingestão de águas mais ácidas. Apesar de muitas dessas alegações não terem base científica, é certo que as águas alcalinas apresentam características que distinguem das águas “normais”.

Pelo trecho da reportagem, sabe-se que o famoso chef de cozinha brasileiro Alex Atala provou para sua plateia, usando infusão de orégano que o tipo de água usado pode fazer diferença no sabor, aroma e aparência de um alimento.

Supondo que Atala tenha usado volumes iguais de ambas as águas e considerando que a água “normal” possui  $\text{pH} = 2,5$ ; e a única diferença entre ela e a alcalina é o valor do  $\text{pH}$ , a infusão que teve suas características potencializadas no experimento foi feita com uma água que continha, no mínimo, cerca de:

- A Cinco vezes menos íons  $\text{H}^+$  que a água mais ácida.
- B Cinco vezes menos íons  $\text{H}^+$  que a água mais ácida.
- C Cem mil vezes menos íons  $\text{H}^+$  que a água mais ácida.
- D Cem mil vezes mais íons  $\text{H}^+$  que a água mais ácida.
- E Três mil vezes menos íons  $\text{H}^+$  que a água mais ácida.

**16.** As betalaínas são pigmentos que apresentam uma coloração amarelo-alaranjado ou vermelho-violeta, encontrados num número limitado de espécies vegetais. Mais de setenta betalaínas de ocorrência natural já foram identificadas e estão divididas em dois grupos, as betacianinas (apresentando cor vermelho-violeta) e as betaxantinas (de cor amarela).

As betalaínas ocorrem principalmente na bunganvília, na beterraba, na pitaia, na acelga e no figo-da-Índia.

A betacianina mais comum é a betanina, o principal pigmento das beterrabas vermelhas.

Relativamente aos valores de  $\text{pH}$ , quando compreendidos no intervalo entre 3 e 7, não afetam a cor das betacianinas, de uma forma geral. Abaixo do  $\text{pH}$  3, a cor da betanina se altera para violeta e acima de  $\text{pH}$  7 a cor passa para azul. Acima de  $\text{pH}$  10, a betanina é degradada, originando um produto amarelo e um produto incolor.

Considere duas soluções aquosas preparadas da seguinte maneira:

Solução 1 – preparada pela diluição de 1,0 mL de  $\text{HCl}$  1,0 mol/L em água destilada até completar o volume de 100 mL.

Solução 2 – preparada pela diluição de 1,0 mL de  $\text{NaOH}$  0,01 mol/L em água destilada até completar o volume de 1,0 L.

Considerando que tanto o ácido quanto a base estejam 100% ionizados, pode-se afirmar que a betanina, em presença das soluções 1 e 2, apresentará, respectivamente, as cores

- A violeta e azul.
- B azul e amarela.
- C azul e violeta.
- D violeta e violeta.
- E violeta e amarela.

**17.** As algas zooxanthellae são também responsáveis pela intensa precipitação de carbonatos no esqueleto dos corais escleractíneos principais formadores dos recifes. Em  $\text{pH}$  próximo a 8,5, a maior parte do  $\text{CO}_2(\text{aq})$  disponível na água do mar se encontra na forma de íons bicarbonato,  $\text{HCO}_3^- (\text{aq})$ . Devido à intensa radiação solar, os corais e os invertebrados que possuem algas simbiotes, sensíveis a pequenas alterações de temperatura, capturam ativamente íons de cálcio,  $\text{Ca}^{2+}(\text{aq})$ , que reagem com íons bicarbonato. O bicarbonato de cálcio se decompõe em carbonato de cálcio, que se precipita sob forma de esqueleto, e ácido carbônico,  $\text{H}_2\text{CO}_3(\text{aq})$ , usado na fotossíntese. Trata-se de um processo bioquímico muito eficiente, porém sujeito às alterações das concentrações de  $\text{CO}_2(\text{g})$ , na atmosfera.

- I.  $\text{Ca}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{HCO}_3^- (\text{aq}) \rightleftharpoons \text{Ca}(\text{HCO}_3^-)_2(\text{aq})$
- II.  $\text{Ca}(\text{HCO}_3^-)_2(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{CaCO}_3(\text{s}) + \text{H}_2\text{CO}_3(\text{aq})$
- III.  $\text{H}_2\text{CO}_3(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}(\text{l}) + \text{CO}_2(\text{g})$

Uma análise do processo bioquímico de formação de esqueleto de carbonato de cálcio dos corais escleractíneos referidos no texto e de acordo com as equações químicas I, II e III permite afirmar:

- A O  $\text{pH}$  da água do mar igual a 8,5 é decorrência da reação de excesso de  $\text{CO}_2(\text{g})$  na água.
- B O aumento da acidez da água do mar é um fator condicionante do aumento da concentração de íons bicarbonato.
- C O aumento de  $\text{pH}$  da água do mar em função do aumento de dissolução de  $\text{CO}_2(\text{g})$ , proveniente da atmosfera, contribui para o crescimento dos corais.
- D A morte de algas simbiotes com o aumento prolongado de temperatura acarreta um colapso no sistema fotossintético desses organismos e, conseqüentemente, no depósito de carbonato de cálcio.
- E Os fatores externos capazes de acelerar o processo de fotossíntese de algas *zooxanthellae* repercutem negativamente na formação de esqueleto dos corais escleractíneos.

**18.** A tecnologia de construção de barragens utiliza métodos seguros de deposição de rejeitos, em especial, os lançamentos deles em barragens. A construção das barragens pode se dar por meio de processos tradicionais, pela utilização do próprio material resultante do beneficiamento ou, ainda, com o estéril. Tais estruturas devem atender às exigências de proteção ambiental e de segurança, além de inserir-se como parte integrante do processo produtivo, atendendo, por exemplo, as necessidades de recuperação e introdução da água nos circuitos da mina e da usina de concentração. Deve-se também ter como horizonte a possibilidade de, no futuro, reaproveitar esse rejeito como um bem mineral, pois o avanço tecnológico e a escassez de bens minerais poderão viabilizar esse empreendimento.

É conclusivo que um projeto de barragem de rejeitos abrange diversas áreas do conhecimento com igual índice de importância.

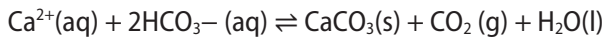
Para se construir uma barragem com concreto, temos de observar duas situações de risco: no início da construção, o concreto tem  $\text{pH}$  alcalino para proteger a ferrugem da oxidação. Após alguns anos, o  $\text{pH}$  se acidifica pela reação com  $\text{H}_2\text{CO}_3$ .



Para se testar essa acidificação, foi usada uma solução de  $\text{H}_2\text{CO}_3$ , de concentração  $0,025 \text{ mol/L}$ , a qual apresenta um grau de ionização de 2% à temperatura ambiente. De acordo com os dados, podemos afirmar, corretamente, que o valor do pH para a solução testada será de

- A** 1.      **B** 2.      **C** 3.      **D** 4.      **E** 5.

**19.** As estalactites são formações rochosas pontiagudas que se formam em cavernas devido à deposição de carbonato de cálcio presente na natureza. A reação química de equilíbrio que demonstra esse processo está descrita a seguir:



Devido ao aquecimento global, a pressão parcial de gás carbônico dentro das cavernas vai aumentando lentamente todos os anos e isso poderá interferir nessas formações rochosas.

Com o passar dos anos, as estalactites, possivelmente, irão

- A** aumentar, devido à deposição de  $\text{CaCO}_3$ .  
**B** aumentar, devido à dissolução do  $\text{CaCO}_3$ .  
**C** manter-se, devido à manutenção de  $\text{CaCO}_3$ .  
**D** desaparecer, devido à dissolução do  $\text{CaCO}_3$ .  
**E** desaparecer, devido ao consumo de  $\text{Ca}^{2+}(\text{aq})$ .

**20.** A agricultura de frutas cítricas requer que o valor do pH do solo esteja na faixa ideal entre 5,8 e 6,0. Em uma fazenda, o valor do pH do solo é 4,6. O agricultor resolveu testar três produtos de correção de pH em diferentes áreas da fazenda. O primeiro produto possui íons sulfato e amônio, o segundo produto possui íons carbonato e cálcio e o terceiro produto possui íons sulfato e sódio.

O íon que vai produzir o efeito desejado de correção no valor do pH é o

- A** cálcio, porque sua hidrólise produz  $\text{H}^+$ , que aumenta a acidez.  
**B** amônio, porque sua hidrólise produz  $\text{H}^+$ , que aumenta a acidez.  
**C** sódio, porque sua hidrólise produz  $\text{OH}^-$ , que aumenta a alcalinidade.  
**D** sulfato, porque sua hidrólise produz  $\text{OH}^-$ , que aumenta a alcalinidade.  
**E** carbonato, porque sua hidrólise produz  $\text{OH}^-$ , que aumenta a alcalinidade

**21.** O sulfato de bário ( $\text{BaSO}_4$ ) é um sal insolúvel em água e em gordura. É utilizado mundialmente como contraste em exames radiológicos, administrado por via oral ou retal. Os principais exames realizados com este contraste são o enema opaco, a radiografia de esôfago, estômago e intestino(s) e dos vasos da base do coração. A absorção desta substância, tanto por via oral quanto por via retal, pode levar a reações tóxicas, que surgem nas primeiras horas após o uso.

O produto de solubilidade (Kps) do sulfato de bário a  $25^\circ\text{C}$  é  $1 \cdot 10^{-10}$ . Qual a concentração de íons bário em uma solução aquosa de sulfato de bário a  $25^\circ\text{C}$ ?

- A**  $1 \cdot 10^{-10}$       **C**  $5 \cdot 10^{-9}$       **E**  $5 \cdot 10^{-5}$   
**B**  $5 \cdot 10^{-10}$       **D**  $1 \cdot 10^{-5}$

**22.** Observe os dados da tabela abaixo:

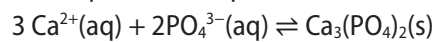
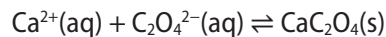
Substância	Cor	Kps
MnS	Salmão	$5,1 \times 10^{-15}$
FeS	Preto	$4,9 \times 10^{-18}$
CoS	Preto	$5,9 \times 10^{-21}$
ZnS	Branco	$1,1 \times 10^{-21}$

Uma determinada solução contém  $1,0 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  de cada uma das espécies  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Co}^{2+}$  e não contém íons  $\text{S}^{2-}$ . Dissolvem-se, na solução, pequenos cristais de  $\text{Na}_2\text{S}$ , de tal maneira que a  $[\text{S}^{2-}]$ , que, inicialmente, é nula, passe a aumentar vagarosa e continuamente.

Considerando que o volume da solução permanece constante durante a adição, o primeiro ppt formado,

- A** de cor preta, é o de FeS, que apresenta o maior Kps.  
**B** de cor salmão, é o de MnS, que apresenta o menor Kps.  
**C** de cor branca, é o de ZnS, que apresenta o menor Kps.  
**D** de cor preta, é o de CoS, que apresenta o maior Kps.  
**E** de cor branca, é o de ZnS, que apresenta o maior Kps.

**23.** Os cálculos renais, popularmente conhecidos como “pedras nos rins”, contêm com frequência compostos de oxalato de cálcio ( $\text{CaC}_2\text{O}_4(\text{s})$ ) ou fosfato de cálcio ( $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2(\text{s})$ ). A formação desses compostos pode ser representada pelas seguintes equações químicas:



De acordo com as reações representadas, espera-se que ocorra formação desses precipitados:

- A** Sempre que a concentração dos íons de cálcio ultrapassar a concentração dos íons de oxalato ou fosfato.  
**B** Todas as vezes que a concentração dos íons de cálcio for menor que a concentração dos íons de oxalato ou fosfato.  
**C** Quando o produto iônico das concentrações dos íons de cálcio e oxalato ou fosfato for menor que o produto de solubilidade dos compostos correspondentes.  
**D** Quando o produto iônico das concentrações dos íons de cálcio e oxalato ou fosfato for maior que o produto de solubilidade dos compostos correspondentes.  
**E** Quando o produto iônico das concentrações dos íons de cálcio e oxalato ou fosfato for igual ao produto de solubilidade dos compostos correspondentes.

**24.** O  $\text{BaSO}_4$  é utilizado como contraste para a realização de exames de raios X do trato intestinal, no lugar de outros sais de bário que também refletem esse tipo de radiação. Essa preferência deve-se ao fato de ele ser pouco solúvel em água, o que minimiza a exposição do paciente ao íon  $\text{Ba}^{2+}$ , que é tóxico.

Esse contraste pode ainda ser preparado em solução de sulfato de potássio,  $\text{K}_2\text{SO}_4$ , que está totalmente dissociado em água, o que resultará

- A** na diminuição da solubilidade do  $\text{BaSO}_4$ , minimizando ainda mais a exposição do paciente ao íon  $\text{Ba}^{2+}$ .  
**B** na diminuição de concentração dos íons  $\text{SO}_4^{2-}$  e em uma melhor resolução do exame.



- Ⓒ na solubilização completa do  $\text{BaSO}_4$  e em uma melhor resolução do exame.
- Ⓓ na precipitação completa do  $\text{K}_2\text{SO}_4$ , minimizando ainda mais a exposição do paciente ao íon  $\text{Ba}^{2+}$ .
- Ⓔ no aumento do produto de solubilidade do  $\text{BaSO}_4$  e em uma melhor resolução do exame.

**25.** Uma das formas de contaminação do solo que preocupa as autoridades ambientalistas se dá por meio do descarte de substâncias contendo metais pesados, como os comumente encontrados em pilhas e baterias. Uma vez presente no solo, a substância pode atingir o lençol freático, levada principalmente por água da chuva. Supondo que quantidades molares iguais de dois metais pesados  $\text{X}(\text{OH})_2$  e  $\text{Y}(\text{OH})_2$  tenham sido deixadas em um aterro sanitário, e sabendo que os respectivos  $K_s$  são iguais a  $1,3 \times 10^{-8}$  e  $1,0 \times 10^{-25}$ , é possível afirmar que:

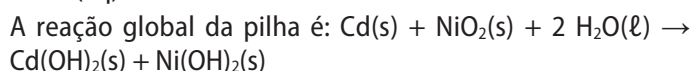
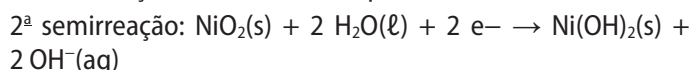
- Ⓐ o metal X contaminará primeiro o lençol freático.
- Ⓑ o metal Y contaminará primeiro o lençol freático.
- Ⓒ no início da contaminação, o metal X apresentará maiores concentrações no lençol freático.
- Ⓓ os metais X e Y não contaminarão o lençol freático, pois reagirão com sais presentes no solo.
- Ⓔ os metais X e Y não contaminarão o lençol freático, pois são muito pouco solúveis.



## UNIDADE

## 10 Eletroquímica

1. Um tipo comum de célula galvânica recarregável é a bateria “nicad” utilizada em pequenos aparelhos e calculadoras. As reações de descarga desta pilha são:



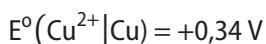
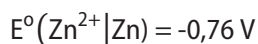
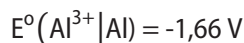
Os hidróxidos insolúveis de níquel e cádmio depositam-se nos eletrodos e por esta razão as semirreações são facilmente revertidas no recarregamento da bateria. O potencial padrão de cada semirreação acima, quando escrita na forma de redução, é:



Assinale a alternativa correta.

	Reação do ânodo	Espécie que reage no ânodo	Reação do cátodo	Espécie que reage no cátodo	Potencial padrão da pilha
A	1ª semirreação: redução	Cd	2ª semirreação: oxidação	Ni	+1,305 V
B	2ª semirreação: oxidação	NiO <sub>2</sub>	1ª semirreação: redução	Cd	-1,305 V
C	1ª semirreação: oxidação	Cd	2ª semirreação: redução	NiO <sub>2</sub>	+1,305 V
D	1ª semirreação: oxidação	Cd	2ª semirreação: redução	NiO <sub>2</sub>	-0,325 V
E	2ª semirreação: redução	NiO <sub>2</sub>	1ª semirreação: oxidação	Cd	+0,325 V

2. A pilha pode ser montada e usada para fornecer energia com materiais simples, como um limão, uma placa de cobre, um prego de zinco e fios de alumínio. A montagem da pilha, que gera aproximadamente 0,9V, está exemplificada no esquema. Considere os potenciais-padrão de redução:



Na pilha de limão, qual dos componentes atua como ânodo?

- A) Pregos
- B) Moeda
- C) Casca do limão
- D) Ácido do limão
- E) Fio de alumínio

3. Para que os computadores mantenham o controle do tempo que passa, mesmo quando estão desligados, foi criado o relógio em tempo real (*real-time clock* ou RTC). O RTC mantém o registro do tempo e envia dados para o computador, quando este é ligado. Como é necessária uma fonte de energia diferente da fonte geral, utiliza-se uma bateria como fonte de energia para o funcionamento do RTC.

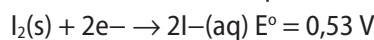
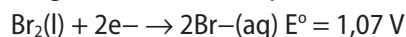
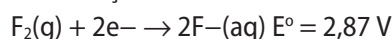
Em um experimento, pretende-se montar uma pilha para manter em funcionamento um RT, que deve ser submetido a uma diferença de potencial entre 2,9 V e 3,1 V.

Semirreação de redução	E° (V)
$\text{Mg(OH)}_2(\text{aq}) + 2\text{e}^{-} \rightarrow \text{Mg(s)} + 2\text{OH}^{-}(\text{aq})$	-2,69
$\text{Zn}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^{-} \rightarrow \text{Zn(s)}$	-0,76
$\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^{-} \rightarrow \text{Cu(s)}$	+0,34
$\text{Ce}^{4+}(\text{aq}) + \text{e}^{-} \rightarrow \text{Ce}^{3+}(\text{aq})$	+0,61

Qual é a equação global da pilha que proporciona uma diferença de potencial, nas contribuições-padrão, adequada para o funcionamento do RTC em questão?

- A)  $2 \text{Ce}^{4+}(\text{aq}) + \text{Cu(s)} \rightarrow 2 \text{Ce}^{3+}(\text{aq}) + \text{Cu}^{2+}(\text{aq})$
- B)  $2 \text{Ce}^{4+}(\text{aq}) + \text{Zn(s)} \rightarrow 2 \text{Ce}^{3+}(\text{aq}) + \text{Zn}^{2+}(\text{aq})$
- C)  $2 \text{Ce}^{4+}(\text{aq}) + \text{Mg(s)} + 2\text{OH}^{-}(\text{aq}) \rightarrow 2 \text{Ce}^{3+}(\text{aq}) + \text{Mg(OH)}_2(\text{aq})$
- D)  $\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + \text{Zn(s)} \rightarrow \text{Cu(s)} + \text{Zn}^{2+}(\text{aq})$
- E)  $\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + \text{Mg(s)} + 2\text{OH}^{-}(\text{aq}) \rightarrow \text{Cu(s)} + \text{Mg(OH)}_2(\text{aq})$

4. Os halogênios são agentes oxidantes de variadas aplicações. Por exemplo, o Flúor, como fluoreto, é adicionado à água de beber para redução da cárie dentária; o Cloro é utilizado no tratamento de água para o consumo humano, e como branqueador na indústria têxtil e de celulose; o Bromo é usado na síntese do dibromoetileno, um poderoso inseticida; e o Iodo encontra aplicação na dieta alimentar para prevenção de doenças da tireóide. O poder oxidante dos halogênios F<sub>2</sub>, Cl<sub>2</sub>, Br<sub>2</sub> e I<sub>2</sub> pode ser avaliado pelos potenciais de redução das semi-reações:



Dessa forma, pode-se afirmar que a adição de Cl<sub>2</sub>(g) a uma solução aquosa de NaF, NaBr e NaI, a 25 °C causará

- A) oxidação de Cl<sub>2</sub> e I<sup>-</sup>
- B) redução de F<sup>-</sup> e oxidação de Br<sup>-</sup>
- C) oxidação de Br<sup>-</sup> e I<sup>-</sup>
- D) redução de Cl<sub>2</sub> e I<sup>-</sup>
- E) oxidação de F<sup>-</sup>, Br<sup>-</sup> e I<sup>-</sup>

5. A contaminação de águas naturais tem sido um dos grandes problemas da sociedade moderna. Dentro desse contexto, o setor têxtil apresenta um especial destaque, devido ao seu grande parque industrial instalado gerar grandes volumes de efluentes, os quais, quando não corretamente tratados, podem causar sérios problemas de contaminação ambiental. Os efluentes têxteis caracterizam-se por serem altamente coloridos, devido à presença de corantes que não se fixam na fibra durante o processo de tingimento, o que torna necessária a oxidação desses durante o tratamento dos efluentes.



Tabela de potenciais-padrão de redução

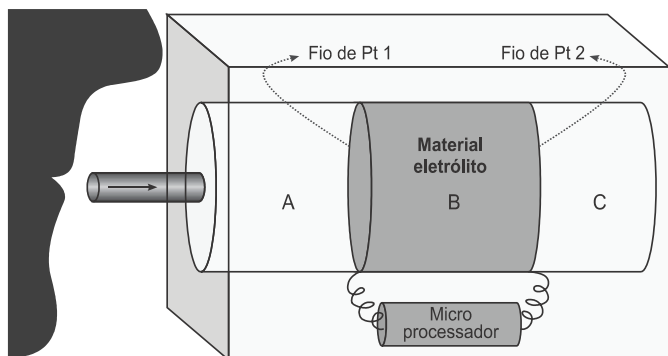
Meia-reação	E <sup>0</sup> /V
$\text{MnO}_4^- + 8 \text{H}^+ + 5\text{e}^- \rightarrow \text{Mn}^{2+} + \text{H}_2\text{O}$	+1,51
$\text{Ce}^{4+} + \text{e}^- \rightarrow \text{Ce}^{3+}$	+1,61
$\text{H}_2\text{O}_2 + 2 \text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O}$	+1,77
$\text{Co}^{3+} + \text{e}^- \rightarrow \text{Co}^{2+}$	+1,82
$\text{O}_3 + 2 \text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O}$	+2,07

Dos agentes oxidantes citados, o maior potencial oxidante é apresentado pelo

- A peróxido de hidrogênio em meio ácido.
- B íon permanganato em meio ácido.
- C cátion tetravalente do cério.
- D cátion trivalente do cobalto.
- E ozônio em meio ácido.

6. Desde a sua invenção, o etilômetro, vulgarmente conhecido com bafômetro, evoluiu muito e aumentou significativamente a sua precisão de medida.

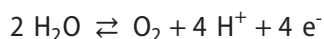
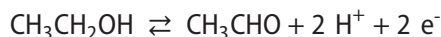
O esquema do bafômetro mais comum usado na atualidade é apresentado a seguir de forma simplificada:



Os fios de platina 1 e 2 servem como catalisadores da reação e como condutores de elétrons.

Dentro do equipamento, duas semirreações eletroquímicas acontecem: a oxidação do etanol e a redução do oxigênio. Existe uma relação entre a quantidade de etanol no ar expirado e a corrente elétrica gerada no equipamento que, após lida pelo microprocessador, é apresentada de forma digital com as devidas conversões.

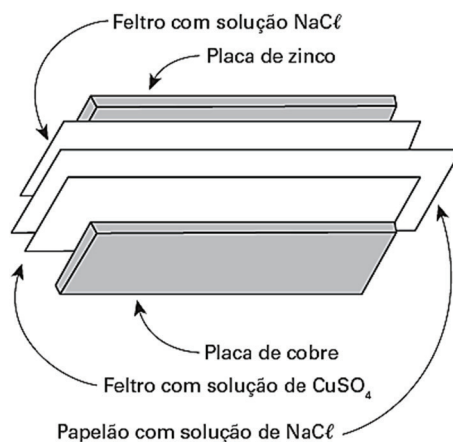
Dadas as semirreações:



Um dos fenômenos que ocorre durante a medição com este equipamento é

- A o desgaste parcial dos elétrodos metálicos.
- B o consumo de oxigênio nos compartimentos A e C.
- C uma reação química onde o etanol produz ácido acético.
- D o fluxo de íons do hidrogênio do compartimento A para o compartimento C.
- E um fluxo de elétrons do fio 2 para o fio 1 pelo circuito externo, passando pelo microprocessador.

7. Uma montagem diferente da pilha de Daniell pode ser feita substituindo as cubas com soluções eletrolíticas de cobre e zinco por papelões encharcados com soluções salinas em contato com placas de cobre e zinco, conforme mostra a figura:



As reações de redução dos metais envolvidos nessa pilha são as mesmas da pilha de Daniell:

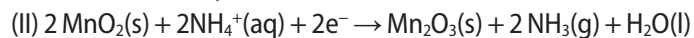


A associação, em série, de cinco pilhas como as esquematizadas no texto para acendimento de uma lâmpada LED produz diferença de potencial total de

- A 5,50 V, uma vez que cada pilha produz uma diferença de potencial de 1,10 V e numa ligação em série os potenciais individuais se somam.
- B 1,10 V, uma vez que cada pilha produz uma diferença de potencial de 1,10 V e numa ligação em série essa diferença de potencial se mantém.
- C 2,10 V, uma vez que cada pilha produz uma diferença de potencial de 0,42 V e numa ligação em série os potenciais individuais se somam.
- D 2 1,10 V, uma vez que cada pilha produz uma diferença de potencial de 1,10 V e numa ligação em série essa diferença de potencial se mantém.
- E 2 5,50 V, uma vez que cada pilha produz uma diferença de potencial de 1,10 V e numa ligação em série os potenciais individuais se somam.

8. A pilha comum de lanterna, conhecida como pilha seca, foi inventada em 1866 pelo engenheiro francês George Leclanché. A expressão pilha seca é apenas uma designação comercial que foi criada há muitos anos para diferenciar esse tipo de pilha (revolucionário, na época) das pilhas então conhecidas, que utilizavam recipientes com soluções aquosas, como a Pilha de Daniel.

As semirreações que ocorrem nessa pilha são:



É correto afirmar que

- A o Zn(s) é o polo positivo desta pilha.
- B os elétrons migram do cátodo para o ânodo.
- C o agente oxidante da célula será o Mn<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.
- D é um processo não-espontâneo.
- E no cátodo ocorre a redução do MnO<sub>2</sub>.





9. Muitos metais sofrem processos de corrosão durante a exposição ao ar, e, quando o metal é o ferro, ocorre a formação de ferrugem. Estratégias para diminuir a velocidade da corrosão são continuamente aplicadas, em razão de prejuízos associados a essas transformações químicas. Com o intuito de investigar a natureza do processo de formação de ferrugem, foram realizados experimentos, cada um com um tubo fechado, contendo um prego e uma substância com a qual o prego estava em contato direto. Abaixo, apresentam-se os resultados desses experimentos.

Tubo 1: água de torneira – o prego enferruja.

Tubo 2: ar atmosférico – o prego enferruja mais lentamente do que no tubo 1.

Tubo 3: ar seco – o prego não enferruja.

Tubo 4: água de torneira pela qual se borbulhou gás nitrogênio por um longo período – o prego não enferruja.

Tubo 5: água do mar – o prego enferruja rapidamente.

Tubo 6: água do mar pela qual se borbulhou gás nitrogênio por um longo período – o prego não enferruja.

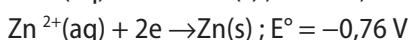
Conclui-se que, para ocorrer corrosão do prego, é necessária a presença de

- A água, somente.
- B oxigênio, somente.
- C oxigênio e água, somente.
- D oxigênio e sal, somente.
- E sal, oxigênio e água.

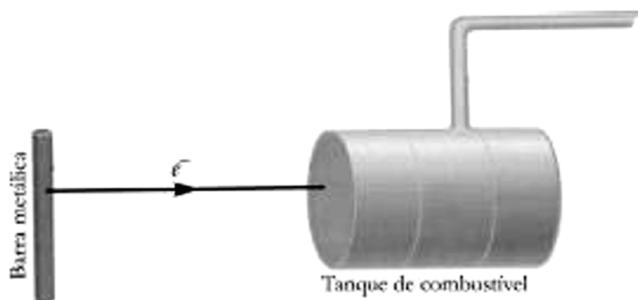
### TEXTO PARA AS QUESTÕES 10 E 11

O potencial padrão de redução é uma das propriedades que determina a reatividade dos elementos químicos, em particular, dos metais.

Nesse sentido, observe os potenciais padrão de redução dos seguintes metais:



10. A técnica de proteção catódica é um procedimento eletroquímico que atenua o processo de corrosão dos metais, sendo bastante usada na proteção de gasodutos e tanques de combustíveis. Nesse sentido, uma barra metálica que se oxida antes do metal de que é feito o tanque é a esse conectado, garantindo assim proteção catódica. A figura abaixo representa, esquematicamente, esse procedimento.



Com base nas informações sobre os potenciais padrão de redução, é correto afirmar que a combinação apropriada de metais, para a construção de um tanque de combustível com proteção catódica, corresponde a:

- A Tanque de ferro e barra de cobre
- B Tanque de ferro e barra de magnésio
- C Tanque de magnésio e barra de ferro
- D Tanque de zinco e barra de níquel
- E Tanque de níquel e barra de cobre

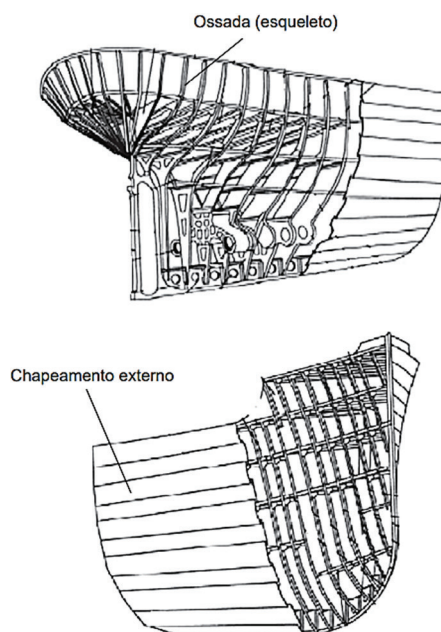
11. Os potenciais padrão de redução também são bastante úteis para se obter informações sobre o caminho de uma reação. Dentre as reações abaixo equacionadas, a que representa o sentido espontâneo da reação é:

- A  $\text{FeCl}_2(\text{aq}) + \text{Ni}(\text{s}) \rightarrow \text{NiCl}_2(\text{aq}) + \text{Fe}(\text{s})$
- B  $\text{MgCl}_2(\text{aq}) + \text{Cu}(\text{s}) \rightarrow \text{Mg}(\text{s}) + \text{CuCl}_2(\text{aq})$
- C  $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2(\text{aq}) + \text{Fe}(\text{s}) \rightarrow \text{Fe}(\text{NO}_3)_2(\text{aq}) + \text{Zn}(\text{s})$
- D  $\text{CuCl}_2(\text{aq}) + \text{Ni}(\text{s}) \rightarrow \text{Cu}(\text{s}) + \text{NiCl}_2(\text{aq})$
- E  $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2(\text{aq}) + \text{Zn}(\text{s}) \rightarrow \text{Mg}(\text{s}) + \text{Zn}(\text{NO}_3)_2(\text{aq})$

12. Existem compostos capazes de acelerar a velocidade das reações, como o cloreto de sódio, que acelera o processo de corrosão. Mas existem alguns metais que protegem outros da corrosão, o que pode ser observado na proteção de cascos de navios. Pelo fato de estar em constante contato com águas salinas, o processo de corrosão é acelerado, daí a necessidade de o casco ser substituído quando comprometido. Assim, para que se tenha um maior aproveitamento do material e, conseqüentemente, economia, utilizam-se algumas placas de O método de proteção contra a corrosão descrito é denominado

- A anodização.
- B galvanização.
- C proteção catódica.
- D metal de sacrifício.
- E redução eletrolítica.

13. A estrutura do casco do navio consta da ossada, ou esqueleto, e do forro exterior (chapeamento, nos navios metálicos). [...] O chapeamento é um conjunto de chapas que compõe um revestimento ou uma subdivisão qualquer do casco dos navios metálicos. Em geral, o esqueleto dos navios é feito de ferro, e o chapeamento é feito de zinco.



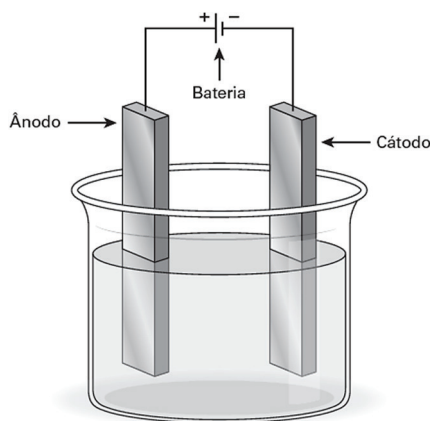


A utilização de chapas de zinco para proteção do esqueleto de ferro se deve ao fato de o zinco apresentar

- A densidade maior que a do ferro.
- B ponto de fusão maior que o do ferro.
- C energia de ionização menor que a do ferro.
- D potencial de redução menor que o do ferro.
- E reatividade com a água menor que a do ferro.

14. A eletrólise é uma técnica eletroquímica amplamente usada na indústria química, como no caso da galvanoplastia, em que uma fina camada de metal é empregada sobre a superfície de um objeto, metálico ou não. O funcionamento geral de uma célula eletrolítica tem em sua constituição dois eletrodos — o ânodo (potencial positivo) e o cátodo (potencial negativo) mergulhados em uma solução aquosa ou solvente contendo íons, conhecida como eletrólito, e ainda por uma fonte externa que fornecerá energia a essa célula, produzindo reações de oxidação e redução nos eletrodos.

Um esquema simplificado é mostrado na imagem.



Em uma célula eletrolítica em funcionamento

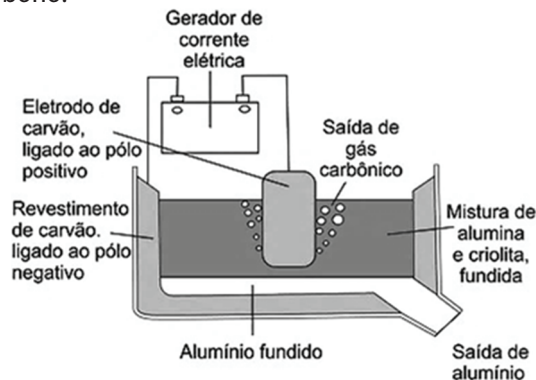
- A apenas eletrodos inertes são utilizados.
- B o processo químico global é espontâneo.
- C os cátions migrarão do cátodo em direção ao ânodo.
- D os elétrons fluem do cátodo para o ânodo por meio da solução.
- E a reação de redução acontece no cátodo e a reação de oxidação no ânodo.

15. O alumínio pode ser obtido a partir da eletrólise ígnea da alumina ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), presente no mineral bauxita. Nesse processo eletroquímico, que ocorre em temperaturas próximas a  $1.000^\circ\text{C}$ , o ânodo é formado por barras de grafite, que sofrem desgaste durante a eletrólise. Já o cátodo é constituído de uma cuba enorme feita de aço e coberta por grafite, não sofrendo desgaste durante o processo.

O desgaste das barras de grafite durante a eletrólise da alumina se dá pela

- A redução do  $\text{Al}^{3+}$  (aq) no cátodo.
- B reação do  $\text{O}_2(\text{g})$  com o grafite.
- C redução do  $\text{O}^{2-}$  (aq) com o grafite.
- D oxidação do  $\text{Al}^{3+}$  (aq) com o grafite.
- E reação do  $\text{Al}(\text{s})$  com o grafite.

16. A figura mostra um sistema de obtenção de alumínio metálico por meio da eletrólise da alumina ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ). O alumínio metálico produzido com a passagem da corrente elétrica decanta para o fundo do tanque, enquanto o oxigênio gerado reage com o eletrodo de carbono para formar dióxido de carbono.

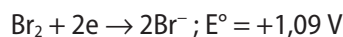
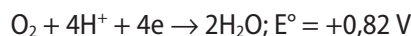
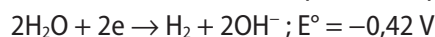


A mistura de alumina e criolita deve estar fundida, ao invés de sólida para que a eletrólise ígnea ocorra, pois isso

- A gera um produto mais puro.
- B auxilia a saída de gás carbônico.
- C facilita a decantação do alumínio.
- D melhora o contato dos reagentes.
- E permite a movimentação de íons no sistema.

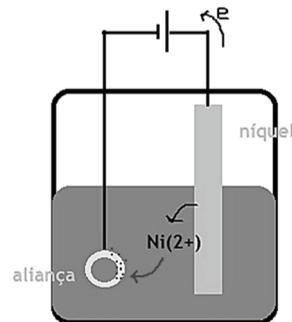
17. Uma solução aquosa de brometo de níquel ( $\text{NiBr}_2$ ) sofre eletrólise com eletrodos inertes. Qual é a substância produzida no cátodo?

Nesse sentido, observe os potenciais padrão de redução:



- A níquel metálico
- B bromo
- C gás oxigênio
- D gás hidrogênio
- E água

18. A galvanoplastia é uma técnica que permite dar um revestimento metálico a uma peça, como se mostra na figura abaixo:



No processo mostrado na figura,

- A o níquel metálico do anodo se reduz, enquanto os íons  $\text{Ni}^{2+}$  se oxidam, depositando-se, como níquel metálico, na superfície da chave.
- B o níquel metálico do anodo se oxida, enquanto os íons  $\text{Ni}^{2+}$  se reduzem, depositando-se, como níquel metálico, na superfície da chave.



- Ⓒ o fluxo de elétrons é de cátodo para anodo, fazendo com que os íons  $\text{Ni}^{2+}$  se reduzam e se depositem na peça metálica.
- Ⓓ o fluxo de elétrons é de cátodo para anodo, fazendo com que o Ni metálico se reduza e se deposite na peça metálica.
- Ⓔ o níquel metálico do cátodo se oxida, enquanto os íons  $\text{Ni}^{2+}$  se reduzem, depositando-se, como níquel metálico, na superfície da chave.

**19.** O cobre refinado por meio de processos convencionais possui pureza em torno de 99%. Para que apresente condutividade elétrica adequada para aplicação em sistemas elétricos, o cobre refinado deve passar por uma etapa de purificação eletrolítica em que sejam atingidos níveis de pureza muito próximos de 100%. Nesse processo, o cobre refinado é colocado como o ânodo de uma célula eletrolítica e, a partir desse ponto, o cobre puro é depositado no cátodo; no ânodo, algumas impurezas metálicas presentes no cobre impuro são oxidadas e dissolvidas na solução, enquanto outras simplesmente se desprendem, à medida que o ânodo é consumido, e se depositam no fundo da célula eletrolítica, formando o que se chama de "lama de ânodo". O entendimento dos diferentes comportamentos dos metais se dá a partir de seus potenciais elétricos de redução/oxidação. A tabela a seguir mostra potenciais padrões de redução ( $E^\circ$ ) correspondentes à semirreação de alguns metais.

semirreação	$E^\circ$ (V)
$\text{Pt}^{2+} + 2e^- \rightarrow \text{Pt}$	1,20
$\text{Ag}^+ + e^- \rightarrow \text{Ag}$	0,80
$\text{Cu}^{2+} + 2e^- \rightarrow \text{Cu}$	0,34
$\text{Ni}^{2+} + 2e^- \rightarrow \text{Ni}$	-0,23
$\text{Co}^{2+} + 2e^- \rightarrow \text{Co}$	-0,28

Na referida etapa de purificação eletrolítica do cobre, as impurezas que apresentam potencial de oxidação

- Ⓐ maior que o do cobre, como a prata e a platina, são depositadas como "lama de ânodo".
- Ⓑ menor que o do cobre, como a prata e a platina, são depositadas como "lama de ânodo".
- Ⓒ maior que o do cobre, como o cobalto e o níquel, são depositadas como "lama de ânodo".
- Ⓓ menor que o do cobre, como o cobalto e o níquel, são dissolvidas na solução.
- Ⓔ maior que o do cobre, como a prata e a platina, são dissolvidas na solução.

**20.** A eletrodeposição ou galvanoplastia é um processo eletroquímico que consiste no recobrimento de superfícies com metais. A eletrodeposição de prata, Ag, é muito utilizada para o recobrimento de joias e apresenta diversas utilidades, como a decoração, o aumento da durabilidade e a proteção contra a corrosão. Nesse processo, íons  $\text{Ag}^+$ , em solução, são atraídos para o objeto a ser recoberto devido à diferença de potencial aplicada por uma bateria externa que fornece uma corrente de 10 A.

O tempo, em minutos, que uma peça deve permanecer imersa na solução de íons prata, considerando que se deseja depositar 1,08 g desse metal, é de, aproximadamente,

Dados: Massa molar:  $\text{Ag} = 108 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ ;

Constante de Faraday:  $96.500 \text{ C}\cdot\text{mol}^{-1}$ .

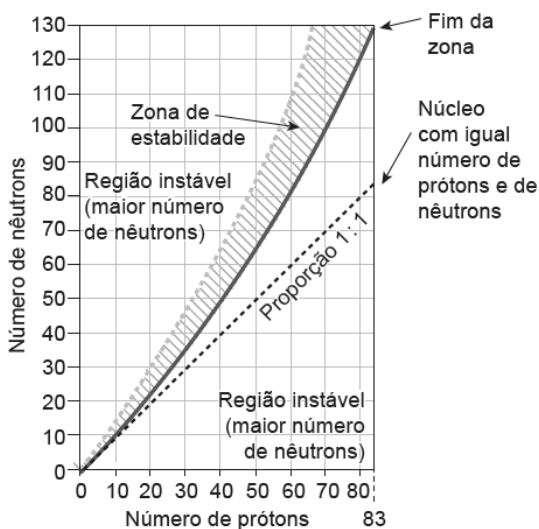
- Ⓐ 1,6.
- Ⓑ 2,8.
- Ⓒ 3,2.
- Ⓓ 4,8.
- Ⓔ 5,6.



## UNIDADE

# 11 Radioatividade

1. A estabilidade nuclear está diretamente relacionada ao número de nêutrons (N) e ao número de prótons (Z) que um nuclídeo possui. Existe uma relação ideal entre essas espécies para que um determinado núcleo seja estável. Quando essa relação não ocorre, o núcleo fica energeticamente instável e sofre o chamado decaimento radioativo, em que busca alterar a relação nêutron: próton até que ela se situe dentro de uma faixa conhecida como zona de estabilidade, conforme mostrado no gráfico a seguir:



Analisando o gráfico, o elemento cujo número atômico é igual a 60 deve apresentar isótopos estáveis com número de massa (A) dentro do intervalo

- A**  $80 < A < 110$ .    **C**  $120 < A < 140$ .    **E**  $140 < A < 170$ .  
**B**  $100 < A < 120$ .    **D**  $120 < A < 170$ .

2. Em relação à exposição às radiações por fontes naturais, o radônio merece destaque. Trata-se de um gás que pertence à família dos gases nobres e tende a se concentrar em ambientes fechados como minas subterrâneas, residências ou locais de trabalho. Uma vez inalado, ele é depositado no trato respiratório e está associado ao câncer de pulmão, sendo a segunda causa deste depois do tabagismo. Uma forma de se proteger dele é a manutenção de ambientes ventilados, evitando a concentração desse gás, que sofre decaimento natural emitindo partículas alfa, beta e radiação gama.

Considerando os tipos de emissões radioativas mencionados, a mais perigosa delas é a

- A** alfa, devido à maior velocidade média.  
**B** beta, devido ao maior poder de ionização.  
**C** beta, devido ao menor valor de frequência.  
**D** gama, devido ao maior poder de penetração.  
**E** gama, devido ao maior comprimento de onda

3. Os hospitais usam radiação nuclear para destruir tecidos indesejáveis, como as células cancerosas. Porém, os mesmos efeitos poderosos que facilitam o diagnóstico e a cura de doenças podem também provocar danos em tecidos saudáveis. Esses danos dependem da intensidade da fonte, do tipo de radiação e do tempo de exposição.

A intensidade da destruição dos tecidos depende da natureza das emissões, pois elas apresentam diferentes

- A** tempos de meia-vida.  
**B** valores de carga elétrica.  
**C** velocidades de desintegração.  
**D** capacidades de ionizar os átomos.  
**E** comportamentos ao desviar de placas carregadas.

4. No dia 13 de setembro de 1987, dois catadores de recicláveis acharam um aparelho de radioterapia abandonado. Eles desmontaram e venderam o aparelho a um ferro-velho de Goiânia, no entanto, não tinham a noção de que no equipamento havia, sob a forma de um pó de coloração azul, o elemento beta emissor césio-137, altamente radioativo. Esse fato causou quatro mortes, além de contaminar, pelo menos, 249 pessoas.

As consequências enfrentadas pelas pessoas que entraram em contato com a radiação mencionada no texto se devem ao fato de ela

- A** apresentar velocidade média de emissão, igual à da velocidade da luz.  
**B** provocar ionização de forma direta, por colisão com átomos e elétrons.  
**C** ter alto poder de penetração, sendo menos penetrante que as partículas alfas.  
**D** possuir grandes comprimentos de onda, capazes de atravessar até mesmo o chumbo.  
**E** dispor de uma massa muito grande, e, como consequência, de maior energia cinética.

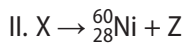
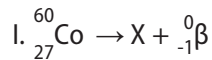
5. Irène Joliot Curie foi uma cientista, filha de Marie Curie, e teve sua contribuição para a ciência na descoberta da radioatividade artificial. Essa descoberta resultou na formação de isótopos radioativos instáveis a partir de elementos estáveis. Essa pesquisa possibilitou mudanças no campo da biomedicina, como no tratamento de câncer da tireoide com o iodo-131. Esse isótopo libera radiação na forma de partículas beta, capazes de destruir células carcinogênicas.

As partículas emitidas pelo isótopo citado são

- A** detidas por uma folha de papel.  
**B** dotadas de massa desprezível e carga positiva.  
**C** capazes de retirar elétrons de outras espécies.  
**D** penetrantes, na mesma intensidade que os raios x.  
**E** desviadas em direção a uma placa eletrizada negativamente.



6. A irradiação é um método utilizado para esterilização de produtos e descontaminação ou redução de carga microbiana nos segmentos de alimentação, embalagens, fármacos e cosméticos. Esse processo consiste na exposição dos produtos à ação de ondas eletromagnéticas curtas e ionizantes, geradas a partir de fontes de cobalto-60, em um ambiente especialmente preparado para esse procedimento, conforme representado pelas equações nucleares a seguir:



Com base nas reações nucleares apresentadas, z corresponde a

- A** alfa. **C** gama. **E** infravermelho.  
**B** beta. **D** visível.

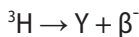
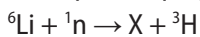
7. Muitas pessoas se assustam com a radioatividade, mas a verdade surpreendente é que a radioatividade pode salvar vidas. Um excelente exemplo disso são os detectores de fumaça que contêm amerício ( ${}_{95}^{241}\text{Am}$ ), que serve como fonte de radiação para o detector, já que esse radioisótopo sofre decaimento e se transforma em netúnio ( ${}_{93}^{237}\text{Np}$ ). A radiação emitida ioniza as moléculas de ar presentes no ambiente, resultando em uma corrente constante que é mensurada pelo equipamento.

O decaimento radioativo nos detectores de fumaça leva à emissão de

- A** próton. **C** nêutron. **E** partícula beta  
**B** elétron. **D** partícula alfa.

8. O metal lítio pode ser obtido pela eletrólise ígnea de uma mistura eutética de cloreto de lítio e cloreto de potássio, composta por 45% em massa de LiCl e 55% em massa de KCl. Uma das aplicações do lítio é a produção artificial de trítio, em reatores nucleares, pelo bombardeio do isótopo  ${}^6\text{Li}$  com nêutrons. O trítio, isótopo radioativo do hidrogênio, é um emissor de partículas  $\beta^-$ , empregado como traçador para estimar a recarga de aquíferos.

As transformações nucleares citadas no texto são representadas pelas equações:

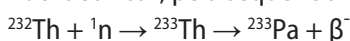


Nessas equações, X e Y correspondem, respectivamente, a

- A**  ${}^4_2\text{He}$  e  ${}^3_2\text{He}$ . **C**  ${}^4_2\text{He}$  e  ${}^4_2\text{He}$ . **E**  ${}^3_2\text{He}$  e  ${}^3_2\text{He}$ .  
**B**  ${}^4_2\text{He}$  e  ${}^2_1\text{H}$ . **D**  ${}^2_1\text{H}$  e  ${}^3_1\text{H}$ .

9. No que diz respeito aos ciclos de combustíveis nucleares empregados nos reatores, a expressão “fértil” refere-se ao material que produz um nuclídeo fissil após captura de nêutron, sendo que a expressão “fissil” refere-se ao material cuja captura de nêutron é seguida de fissão nuclear.

Assim, o nuclídeo Th-232 é considerado fértil, pois produz nuclídeo fissil, pela sequência de reações nucleares:



O nuclídeo fissil formado nessa sequência de reações é o

- A**  ${}^{234}_{92}\text{U}$ . **B**  ${}^{233}_{92}\text{Pu}$ . **C**  ${}^{234}_{91}\text{Pa}$ . **D**  ${}^{233}_{92}\text{U}$ . **E**  ${}^{234}_{94}\text{Pu}$ .

10. A energia nuclear é responsável pelo fornecimento de quase 15% da energia mundial, sendo obtida, atualmente, apenas a partir da fissão nuclear. O professor Ricardo Magnus Osorio Galvão, do Laboratório de Física de Plasmas do Instituto de Física da USP, explica que as reações de fusão liberam “muito mais energia” que as de fissão. Porém, é mais fácil produzir fissão do que fusão, já que o primeiro processo é autossuficiente, porque ocorre através de reações em cadeia. O mecanismo utilizado atualmente nessas usinas para se produzir energia ocorre por meio do(a)

- A** junção de átomos que possuem massas atômicas pequenas, originando átomos de números atômicos maiores.  
**B** fragmentação de átomos que possuem massas atômicas elevadas, originando átomos de números atômicos menores.  
**C** bombardeamento, com nêutrons, de átomos de números atômicos pequenos, liberando partículas alfa e radiação gama.  
**D** liberação de uma partícula beta, originando outro elemento químico com número atômico maior e mesmo número de massa.  
**E** absorção de uma partícula que possui dois prótons e dois nêutrons, originando outro elemento químico com número atômico maior.

11. O carbono 14, um isótopo radioativo com meia-vida de 5.700 anos, é gerado de forma constante na atmosfera a partir da interação de nêutrons com o nitrogênio atmosférico. Esse  ${}^{14}\text{C}$  reage com o  $\text{O}_2$  e produz  ${}^{14}\text{CO}_2$ . Em função de seu decaimento e de suas taxas de deposição e formação, a proporção de  ${}^{14}\text{CO}_2$  e de  ${}^{12}\text{CO}_2$  na atmosfera é razoavelmente constante ao longo da história geológica da Terra. Esses gases são absorvidos por produtores primários pela fotossíntese, e os isótopos de C são transferidos aos organismos heterotróficos pela teia alimentar.

Com a queima de combustíveis fósseis, produzidos há milhões de anos, quantidades significativas de  $\text{CO}_2$  têm sido lançadas na atmosfera, aumentando a concentração desse gás.

Com base no exposto, o  $\text{CO}_2$  emitido a partir da queima de combustíveis fósseis

- A** mantém constante a proporção  ${}^{12}\text{C}/{}^{14}\text{C}$  na atmosfera em relação à encontrada no período pré-industrial.  
**B** apresenta maior concentração de  ${}^{14}\text{CO}_2$  em relação à concentração de  $\text{CO}_2$  atmosférico encontrado no período pré-industrial.  
**C** contém quantidades iguais de  ${}^{14}\text{C}$  e  ${}^{12}\text{C}$ , dado que as taxas de formação e deposição de ambos são as mesmas.  
**D** aumenta a proporção  ${}^{12}\text{C}/{}^{14}\text{C}$  na atmosfera em relação à encontrada no período pré-industrial.  
**E** contém apenas  ${}^{14}\text{CO}_2$ , que é o real causador do aquecimento global por ser um gás de efeito estufa mais eficiente que o  ${}^{12}\text{CO}_2$ .



**12.** Rutherford, embora seja reconhecido como um grande físico, apresentou uma importante contribuição científica em um campo sobre o qual pouco conhecia: a geologia. A datação radiométrica permitiu tratar numericamente o tempo. Assim, fundou-se uma nova ciência, a geocronologia. O princípio básico dessa técnica reside no fato de os átomos radioativos desintegrarem a taxas constantes, que são comumente expressas em termos de meia-vida, ou seja, o tempo necessário para que metade dos núcleos radioativos se desintegre.

Considerando que todo estrôncio-87 é proveniente da desintegração de rubídio-87 e que a massa de estrôncio na amostra é três vezes maior do que a de rubídio, qual é a idade desse material?

Dado: Meia-vida do rubídio-87 =  $4,8 \cdot 10^{10}$  anos.

- A**  $1,2 \cdot 10^{10}$  anos.
- B**  $1,6 \cdot 10^{10}$  anos.
- C**  $2,4 \cdot 10^{10}$  anos.
- D**  $9,6 \cdot 10^{10}$  anos.
- E**  $1,4 \cdot 10^{11}$  anos.

**13.** A medicina nuclear utiliza, para fins de diagnóstico e de tratamento, compostos químicos marcados com radionuclídeos. Uma técnica muito usada na detecção de alguns tipos de câncer é a tomografia por emissão de pósitrons (PET). Nessa técnica, é usualmente administrado em pacientes um radiofármaco que contém 0,001 grama de um radionuclídeo cujo período de meia-vida é de 110 minutos.

A massa, em miligramas, do radionuclídeo restante no organismo do paciente, após 11 horas da ingestão do radiofármaco, é de aproximadamente

- A** 0,125.
- B** 0,062.
- C** 0,031.
- D** 0,016.
- E** 0,008.

**14.** Compostos constituídos de átomos de Po-210 são muito difíceis de serem manipulados, mesmo em escala de micrograma, devido à intensa emissão de partículas alfa e à temperatura a que chega o recipiente que o contém. Por isso, equipamentos e meios de proteção especiais são adotados nos trabalhos com esse isótopo. Entretanto, quando o polônio está fora do corpo, o risco diminui, pois as partículas alfa têm baixo poder de penetração (inclusive pela epiderme). Ao contrário, a sua introdução no organismo é um grave problema. Calcula-se que 90% do polônio ingerido é eliminado pelas fezes, ficando o restante acumulado principalmente nos rins (60%), fígado, baço e medula óssea. A meia-vida do polônio no organismo humano é de cerca de 50 dias.

Considerando que uma pessoa tenha ingerido acidentalmente 2,1 mg do polônio, qual é o tempo gasto, em dia, até que a quantidade de polônio absorvida por ela seja de, aproximadamente,  $6,56 \cdot 10^{-3}$  mg?

- A** 50
- B** 100
- C** 150
- D** 200
- E** 250

**15.** O Sol é a principal estrela do nosso Sistema Solar. No centro do Sol, por causa das altas temperaturas, a pressão é milhares de vezes maior que no centro da Terra.

Pressionados, isótopos de hidrogênio se unem, formando hélio e liberando um nêutron e grande quantidade de energia. O fenômeno descrito no texto ocorre com os isótopos do hidrogênio devido à

- A** absorção de radiações eletromagnéticas ionizantes e de baixos comprimentos de onda.
- B** emissão de um elétron em alta velocidade a partir da desintegração de um nêutron do núcleo desses átomos.
- C** fragmentação dos seus núcleos atômicos a partir da colisão com um nêutron, formando dois núcleos menores.
- D** formação de um núcleo mais estável a partir da reunião de dois núcleos que apresentam baixos valores de massa atômica.
- E** liberação de partículas alfa, constituídas de dois prótons e dois nêutrons, emitidas pelos núcleos radioativos dessa espécie.



## UNIDADE

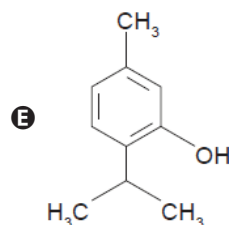
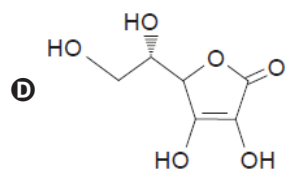
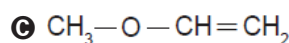
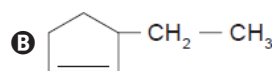
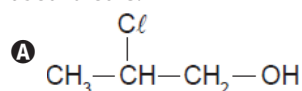
## 12

## Funções Orgânicas

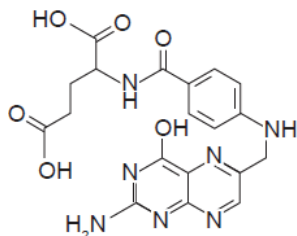
1. O ácido ascórbico é uma vitamina que não é sintetizada pelo corpo humano, sendo necessário consumi-la por meio da ingestão de alimentos ou suplementos alimentares.

É um composto químico que apresenta em sua estrutura cadeia mista, insaturada e heterogênea e que, além de sua funcionalidade nutricional, é bastante utilizado na indústria para conservação de alimentos.

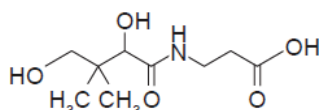
A fórmula estrutural que representa a molécula do ácido ascórbico é:



2. O espinafre é uma hortaliça que possui propriedades anti-inflamatórias, auxilia na prevenção de anemia, de câncer de cólon e ajuda a controlar e a regular o trânsito intestinal. É uma verdura rica em sais minerais, como ferro, fósforo e cálcio, além de algumas vitaminas do complexo B, representadas a seguir:



Ácido fólico (B9)

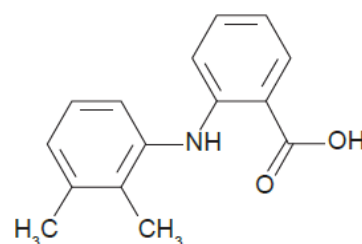


Ácido pantotênico (B5)

As estruturas químicas apresentadas no texto possuem o mesmo número de

- A insaturações.
- B heteroátomos.
- C átomos de hidrogênio.
- D carbonos assimétricos.
- E carbonos trigonais.

3. O ácido mefenâmico é o princípio ativo de um fármaco que inibe a produção de prostaglandinas, sinais químicos celulares lipídicos, diminuindo inflamações provocadas por artrite reumatoide e dores provenientes de contrações uterinas. No entanto, a ingestão desse medicamento pode causar dores no estômago dos pacientes e, por isso, os médicos recomendam que se faça uso das doses prescritas juntamente com alimentos. A estrutura química do princípio ativo desse fármaco está representada a seguir:



Com base nas informações, a estrutura química do ácido mefenâmico apresenta

- A carbonos terciários e quaternários.
- B ângulos de  $180^\circ$  entre ligações C–C.
- C carbonos assimétricos e tetraédricos.
- D geometria trigonal plana entre carbonos  $sp^3$ .
- E cadeia carbônica polinucleada não condensada.

4. A preocupação com o bem-estar e a saúde é uma das características da sociedade moderna. Um dos recentes lançamentos que evidenciam essa preocupação no setor de alimentos é o leite com *omega-3*. Essa substância não é produzida pelo nosso organismo, e estudos revelam que sua ingestão é importante para evitar problemas cardiovasculares. A estrutura química do *omega-3* pode ser assim representada:



Com relação à estrutura química do *omega-3*, é correto afirmar que essa substância possui cadeia carbônica

- A alifática, homogênea, saturada e ramificada.
- B alicíclica, heterogênea, insaturada e ramificada.
- C alifática, homogênea, insaturada e normal.
- D homocíclica, heterogênea, saturada e normal.
- E alicíclica, homogênea, saturada e normal.

5. As propostas feitas por Kekulé em relação à estrutura da molécula de benzeno ofereceram dificuldades, já que ele sugeria que o composto deveria possuir alto grau de insaturação. Albert Ladenburg questionou essa proposição, argumentando que uma estrutura hexagonal cíclica implicaria a existência de isômeros de posição para moléculas dissubstituídas, dependendo da posição das três duplas alternadas, o que não se verificava experimentalmente.

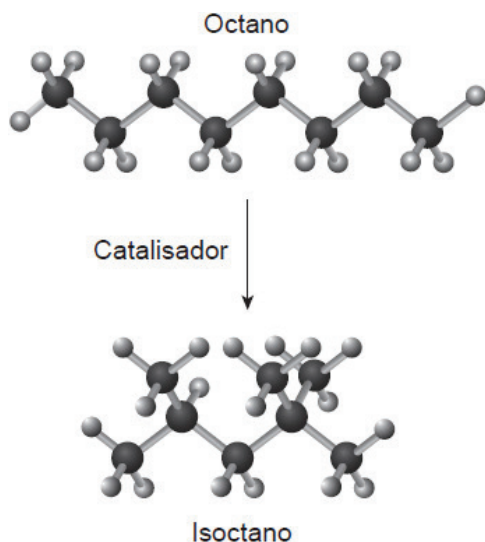


Em 1872, Kekulé publicou, então, uma complementação à sua proposição original, indicando um mecanismo oscilatório entre as duplas valências do anel que fazia com que todas as posições dos seis átomos de carbono fossem equivalentes, o que resolvia o problema da inexistência dos isômeros.

A teoria descrita está relacionada ao fenômeno conhecido como

- A isomeria.
- B alotropia.
- C tautomeria.
- D hibridização.
- E ressonância.

6. A indústria petroquímica busca otimizar a obtenção das frações mais valiosas do petróleo, produzindo compostos específicos para os quais há uma demanda em particular. Um processo muito utilizado é a reforma catalítica, que consiste em uma reação química de isomerização conduzida em elevadas temperaturas e na presença de catalisadores específicos, a fim de transformar hidrocarbonetos em seus isômeros, conforme representado a seguir:

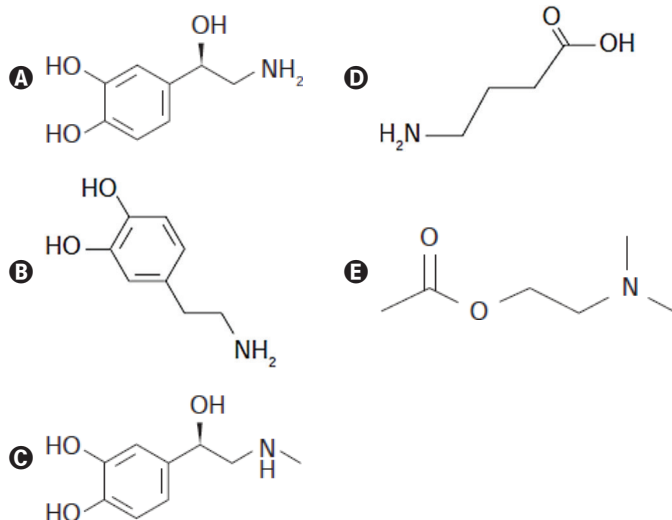


Considerando a reação química descrita, observa-se no produto o surgimento de

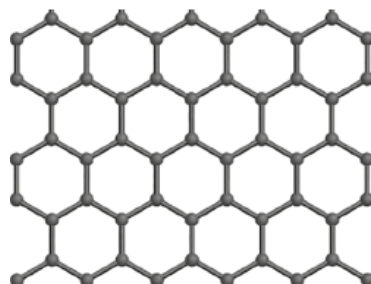
- A carbonos assimétricos.
- B insaturações na cadeia.
- C carbonos com hibridização  $sp^3$ .
- D carbonos terciários e quaternários.
- E ligações  $\pi$  entre átomos de carbono.

7. A adrenalina, também conhecida como epinefrina, é um hormônio produzido em situações de alto estresse ou emocionantes. Estimula o aumento da frequência cardíaca, contrai os vasos sanguíneos e dilata as vias aéreas, para aumentar o fluxo sanguíneo para os músculos e o oxigênio para os pulmões. Isso leva a um aumento da força física e melhora o estado de alerta. A molécula da adrenalina apresenta cadeia carbônica ramificada, insaturada, heterogênea e possui um carbono quiral.

Entre as estruturas a seguir, a que melhor representa a molécula da adrenalina é:



8. O grafeno é um material constituído por uma camada extremamente fina de grafite, o mesmo encontrado em qualquer lápis comum usado para escrever. A diferença é que o grafeno possui uma estrutura hexagonal cujos átomos individuais estão distribuídos, gerando uma fina camada de carbono.



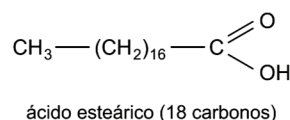
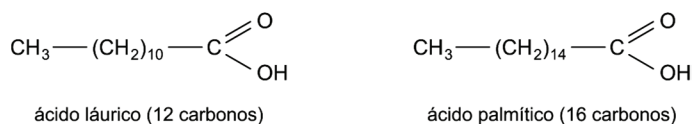
A estrutura do grafeno apresenta

- A cadeia saturada.
- B carbonos primários.
- C hidrogênios primários.
- D ligações duplas alternadas.
- E carbonos com hibridização  $sp^3$ .

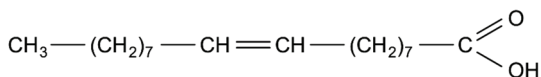
9. Ácidos graxos são ácidos carboxílicos com cadeias carbônicas lineares relativamente longas. Essas cadeias podem ser saturadas (não apresentam duplas ligações entre átomos de carbono) ou insaturadas (apresentam duplas ligações entre átomos de carbono).

Sabe-se que o ponto de fusão de um ácido graxo é tanto maior quanto maior sua massa molar e menor o seu grau de insaturação.

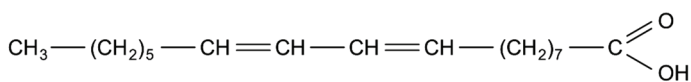
Considere os seguintes ácidos graxos:







ácido oleico (18 carbonos)

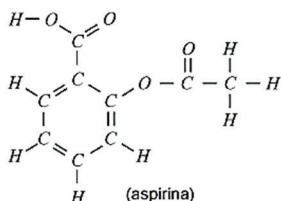
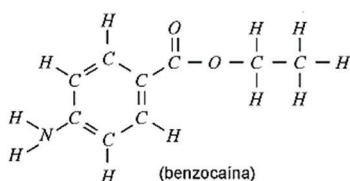


ácido linoleico (18 carbonos)

Dentre esses, o ácido que apresenta o maior ponto de fusão é o:

- A** láurico.                      **C** esteárico.                      **E** linoleico.  
**B** palmítico.                      **D** oleico.

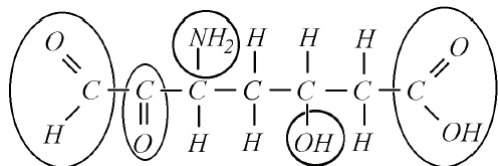
**10.** Os anestésicos e os analgésicos são compostos químicos usados na medicina para combater a dor. Os primeiros causam inconsciência e, conseqüentemente, insensibilidade à dor. Os segundos combatem a dor sem causar inconsciência. Dentre esses compostos são conhecidos a benzocaína e a aspirina, apresentados abaixo:



Considerando as estruturas destas duas drogas, é correto afirmar:

- A** A benzocaína e a aspirina apresentam cadeias ramificadas, heterogêneas com dois heteroátomos em cada uma.  
**B** A benzocaína apresenta uma cadeia aromática, heterogênea com três heteroátomos.  
**C** A aspirina apresenta uma cadeia aromática, ramificada e heterogênea com apenas um heteroátomo.  
**D** Os dois compostos têm cadeias abertas, ramificadas e heterogêneas com a benzocaína apresentando um heteroátomo e a aspirina, dois heteroátomos.  
**E** A benzocaína e a aspirina, ambas de cadeia heterogênea e ramificada, possuem, respectivamente, três e quatro heteroátomos.

**11.** Considere o composto representado pela estrutura abaixo e numere os carbonos da cadeia conforme a IUPAC.

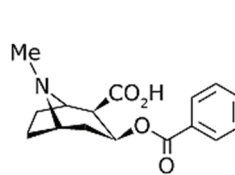


Segundo a ordem crescente dessa numeração, a nomenclatura dos grupos funcionais (radicais orgânicos) demarcados obedece à seqüência:

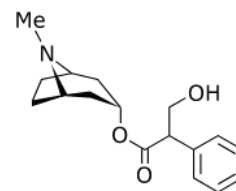
- A** carboxila, amino, hidroxila, carbonila e aldóxila.  
**B** carboxila, hidroxila, amino, carbonila e aldóxila.  
**C** aldóxila, carbonila, hidroxila, amino e carboxila.  
**D** hidroxila, carboxila, carbonila, amino e aldóxila.  
**E** carbonila, hidroxila, amino, carboxila e aldóxila.

**12.** Alcaloides são compostos orgânicos heterocíclicos, que possuem um ou mais nitrogênios em seu esqueleto carbônico, possuem origem vegetal e são aplicados principalmente na produção de fármacos naturais.

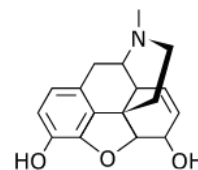
A seguir estão representados alguns alcaloides:



Cocaína



Hyoscina

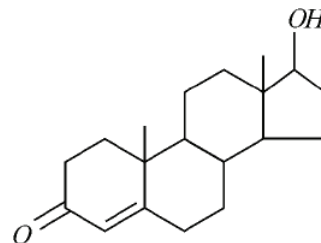


Morfina

A função orgânica presente nesses alcaloides que é responsável pelo comportamento alcalino desses compostos é

- A** fenol                      **C** éter                      **E** amida  
**B** amina                      **D** éster

**13.** A testosterona, o hormônio masculino produzido nos testículos, é responsável pelos efeitos observados no corpo dos jovens durante a adolescência, tais como desenvolvimento dos órgãos sexuais, mudança de voz, aparecimento de pelos no rosto, no púbis e nas axilas. É responsável também pela maior massa muscular dos homens em relação às mulheres. A fórmula estrutural da testosterona é assim representada:

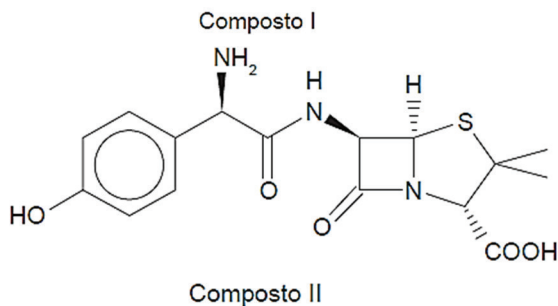
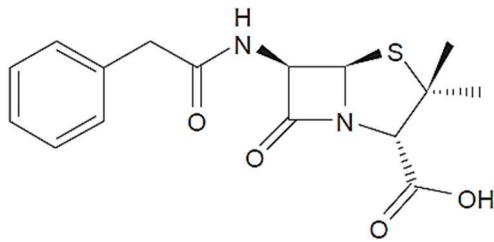


Observa-se que este composto apresenta grupos característicos das funções:

- A** ácido carboxílico e fenol.  
**B** ácido carboxílico e álcool.  
**C** aldeído e álcool.  
**D** cetona e aldeído.  
**E** cetona e álcool.

**14.** A penicilina (composto I) é um antibiótico natural derivado de um fungo, o bolor do pão *Penicillium chrysogenum*, e está disponível como fármaco desde 1941, sendo o primeiro antibiótico a ser utilizado com sucesso. A penicilina foi o fármaco precursor na produção, na síntese e na comercialização de muitos outros antibióticos presentes no mercado farmacêutico atualmente. Existem muitos antibióticos derivados da penicilina produzidos por semissíntese, entre os quais a amoxicilina (composto II), que é bastante importante na clínica médica.

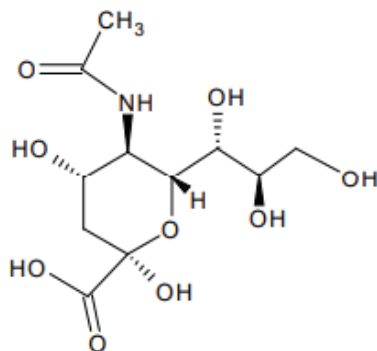
Considere as estruturas dos compostos I e II:



As funções orgânicas presentes na amoxicilina que foram adquiridas após a semissíntese são

- A fenol e amina.
- B éster e cetona.
- C amida e álcool.
- D tioéter e haleto.
- E ácido e sal carboxílico.

15. Os coronavírus são um grande grupo de vírus que vêm causando surtos de pneumonia severa em seres humanos desde o começo do século XXI. No fim de 2019, a COVID-19 (SARS-CoV-2) se alastrou pelo mundo, se tornando uma pandemia. Pesquisadores descobriram que o início da infecção por esse vírus se inicia através da ligação entre glicoproteínas presentes no envelope do vírus e a membrana extracelular, e que essa ligação é mediada por moléculas de ácido siálico (9-O-Ac-Sia) presentes nas células humanas. A estrutura dessa substância está representada a seguir:



O grupo funcional que confere características de um ácido a esse composto é denominado

- A oxi.
- B carboxi.
- C hidroxila.
- D carbonila.
- E carboxila.

16. Tradicionalmente, a indústria de combustíveis realiza a conversão de alquenos e alquinos alifáticos em compostos saturados, processo conhecido como hidrogenação. Isso é feito com a intenção de estabilizar as diferentes misturas de hidrocarbonetos derivadas do petróleo. Assim como nos óleos e gorduras, a presença de ligações duplas aumenta a reatividade dos hidrocarbonetos frente ao oxigênio do ar,

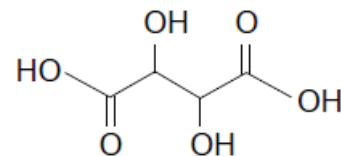
produzindo compostos oxigenados indesejáveis. Esses compostos alteram a cor, a viscosidade, a densidade e a acidez do combustível, levando também à formação de depósitos nos tanques de armazenamento.

A hidrogenação de óleos e gorduras e suas aplicações industriais.

Um hidrocarboneto que deveria ser submetido ao processo descrito para evitar a formação de compostos indesejados em combustíveis derivados do petróleo é:

- A Etanol.
- B Metano.
- C Benzeno.
- D Pent-2-eno.
- E 2,2,4-trimetilpentano.

17. A cárie é uma doença decorrente da atividade bacteriana localizada cujo tratamento restaurador é responsável por substituir a estrutura dentária perdida. Os cimentos de ionômero de vidro (CIV) têm sido largamente utilizados com essa finalidade restauradora, devido a suas propriedades, tais como: adesão à estrutura dentária, estética razoável, biocompatibilidade e liberação de flúor. Os CIV estão disponíveis no mercado em versões diferentes. O CIV convencional é utilizado na forma de pó e líquido. O pó contém sílica ( $\text{SiO}_2$ ), alumina ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) e fluoreto de cálcio ( $\text{CaF}_2$ ), e o líquido possui um ácido policarboxílico, representado a seguir:

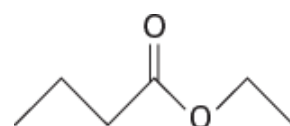


Quando misturados, pó e líquido formam um sal hidratado, que atua na ligação entre as partículas de vidro.

A nomenclatura IUPAC da substância que corresponde ao líquido presente no CIV convencional é

- A ácido butanoico.
- B ácido butano-2,3-diólico.
- C ácido 2,3-dihydroxidietânico.
- D ácido 2,3-dihydroxibutanodiólico.
- E ácido 1,2,3,4-tetrahydroxibutanóico.

18. Na indústria alimentícia, os ésteres são muito utilizados como flavorizantes, ou seja, são adicionados aos alimentos para conferir-lhes aromas e sabores. Um exemplo disso é o  $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_2\text{CO}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ , um flavorizante que apresenta odor e sabor característicos do abacaxi, cuja estrutura está mostrada a seguir. Esse composto pode ser obtido por meio de uma reação de esterificação, e é muito utilizado na produção de refrescos artificiais.



A síntese do flavorizante apresentado pode ser realizada utilizando etanol e ácido

- A etanoico.
- B butanoico.
- C hexanoico.
- D metanoico.
- E propanoico.



19. Em 1895, Fischer e Speier constataram que era possível obter ésteres por meio do aquecimento de um ácido carboxílico e um álcool na presença de catalisador ácido. Essa reação ficou conhecida como esterificação, sendo um dos principais métodos utilizados na produção de ésteres. Em geral, os ésteres, principalmente os de baixa massa molar, apresentam aromas agradáveis, estando presentes em frutas e flores.

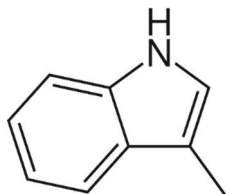
A tabela a seguir apresenta a estrutura de alguns dos ésteres mais utilizados na indústria de alimentos e o aroma a eles associado.

Éster	Aroma
	Maçã
	Laranja
	Abacaxi
	Banana

A nomenclatura IUPAC do álcool e do ácido carboxílico utilizados na preparação do éster que apresenta aroma de laranja é

- A etanol e ácido nonanóico.
- B metanol e ácido octanóico.
- C octan-1-ol e ácido etanóico.
- D nonan-2-ol e ácido etanóico.
- E nonan-1-ol e ácido metanóico.

20. O escatol, cuja fórmula estrutural é dada a seguir, é dos compostos de cheiro extremamente desagradável presente nas fezes de seres humanos e de outros animais.



Como também está presente em outros animais, o escatol pode apresentar um problema aos seres humanos que consomem carne. A carne suína, por exemplo, sobretudo o toucinho, pode teor elevado dessa substância, e seu odor desagradável pode ser percebido quando a carne é aquecida. Para remover o escatol da carne de porco, uma solução adequada seria reagir essa substância com:

- A Benzeno, presente em produtos próprios para esse uso.
- B Amônia, presente em produtos de limpeza.
- C Água, preferencialmente água mineral.
- D Metano, substância neutralizadora de odores.
- E Ácido acético, presente em vinagres.

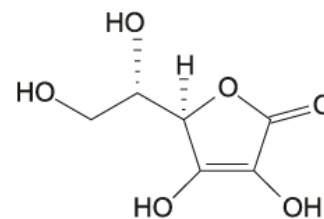
21. A necessidade de se fazer o "teste do pezinho" em recém-nascidos permite saber se a criança é portadora da doença genética denominada *fenilcetonúria*. Esta doença ocorre devido à ausência ou à diminuição da enzima *fenilalanina hidroxilase*, responsável pela transformação da *fenilalanina* em *tirosina*, cujas estruturas estão representadas abaixo:



Com respeito à *fenilalanina*, afirma-se que é

- A dificilmente solúvel em água, tendo em vista que é completamente apolar.
- B dificilmente solúvel em água, tendo em vista que polar.
- C solúvel em água, apesar de apresentar um anel aromático polar e um grupo substituinte apolar.
- D solúvel em água, apesar de apresentar um anel aromático apolar e um grupo substituinte polar.
- E insolúvel em água, porque este solvente é apolar.

22. O ácido ascórbico (AA), também conhecido como vitamina C, é produzido sinteticamente e é extensivamente usado na indústria de alimentos pela ação antioxidante. Em muitos alimentos, é adicionado como suplemento (sucos de frutas, por exemplo), sendo usado na Medicina na forma de pílulas como componente de tabletes multivitamínicos. O AA é um agente redutor em solução

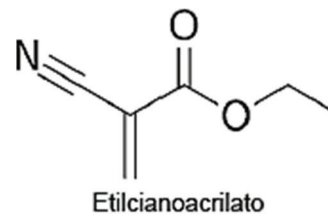


Fórmula estrutural da vitamina C

O caráter ácido e a ação redutora da vitamina C são atribuídos à função orgânica

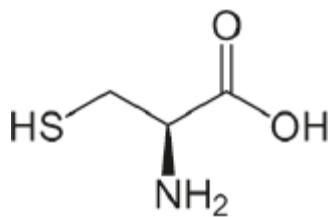
- A álcool.
- B aldeído.
- C enol.
- D éster.
- E fenol.

23. O etilcianoacrilato faz parte da composição química das colas usadas para fixar unhas sintéticas. Essas colas são muito resistentes e possuem efeitos de longa duração.



Etilcianoacrilato

As unhas naturais são constituídas basicamente por queratina — uma proteína formada por quinze aminoácidos diferentes, sendo a cisteína presente em maior quantidade.



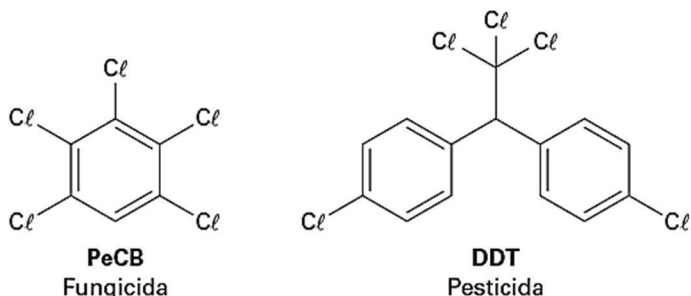
Cisteína

A força atrativa entre as moléculas de etilcianoacrilato e de cisteína, a qual mantém as unhas sintéticas fixadas às unhas naturais, é do tipo

- A** íon-dipolo.
- B** dipolo-dipolo.
- C** forças de London.
- D** ligação covalente.
- E** ligação de hidrogênio.

**24.** Os Poluentes Orgânicos Persistentes (POPs) são substâncias químicas que têm sido utilizadas como agrotóxicos, para fins industriais ou liberados de modo não intencional em atividades antropogênicas, e que possuem características de alta persistência (não são facilmente degradadas), são capazes de serem transportadas pelo ar, água e solo, e de se acumularem em tecidos dos organismos vivos, sendo toxicologicamente preocupantes para a saúde humana e o meio ambiente.

Grande parte dos POPs utilizados como agrotóxicos tiveram seu uso proibido ou muito limitado, por exemplo:



**PeCB**  
Fungicida

**DDT**  
Pesticida

A eficácia do uso dessas substâncias como agrotóxicos se dá porque

- A** são altamente solúveis em água, por isso são persistentes no solo, e, quando ingeridas, se acumulam nos tecidos gordurosos de animais.
- B** são muito pouco solúveis em água, por isso são persistentes no solo, e, quando ingeridas, se acumulam nos tecidos gordurosos de animais.
- C** são altamente solúveis em água, por isso são transportadas por longas distâncias, e, quando ingeridas, se degradam dentro dos tecidos gordurosos de animais.
- D** são muito pouco solúveis em água, por isso se degradam apenas na presença de sais no solo, e, quando ingeridas, se acumulam nos tecidos gordurosos de animais.
- E** são moderadamente solúveis em água, por isso são transportadas por longas distâncias, e, quando ingeridas, se degradam dentro dos tecidos gordurosos de animais.

**25.** Os insetos são considerados “excelentes químicos”, pois desenvolveram a capacidade de se comunicar por meio de feromônios, usados para se defenderem, encontrarem parceiros, acharem comida, entre outras funções. A tabela a seguir apresenta as fórmulas estruturais condensadas de algumas dessas substâncias e suas respectivas funções biológicas em algumas espécies de formigas.

Fórmula estrutural condensada	Função biológica
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CHO}$	Alerta ao pressentir perigo de morte
$\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CO}(\text{CH}_2)_5\text{CH}_3$	Defesa em presença de predadores
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_5\text{CH}_3$	Marcação de trilha em jardins
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$	Alerta no caso de disputa por alimento

Considere as estruturas dos feromônios apresentadas na tabela. As funções orgânicas oxigenadas que estão presentes nos casos de alerta ao pressentir perigo de morte e de defesa em presença de predadores são, respectivamente,

- A** cetona e álcool.
- B** álcool e aldeído.
- C** aldeído e cetona.
- D** hidrocarboneto e éter.
- E** fenol e hidrocarboneto.

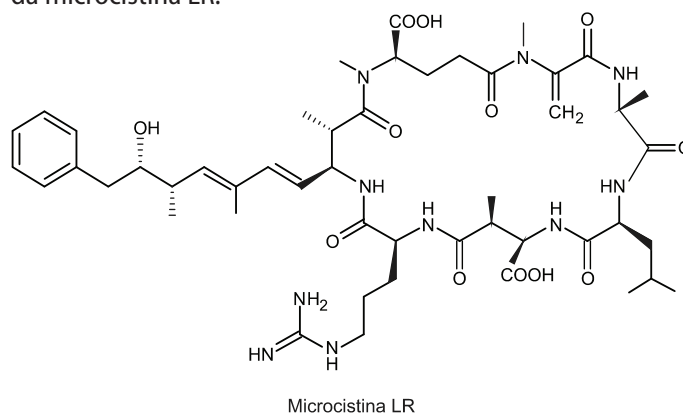
**26.** O buteno ( $\text{C}_4\text{H}_8$ ) apresenta quatro isômeros: o but-1-eno, o cis-but-2-eno, o trans-but-2-eno e o metilpropeno. A Teoria da Repulsão dos Pares Eletrônicos da Camada de Valência afirma que, nessas moléculas, os átomos são arranjados no espaço na orientação mais estável dos pares eletrônicos ao redor do átomo central.

Dessa forma, dependendo da conformação espacial, cada isômero apresentará geometria molecular diferente.

Qual é o ângulo formado entre os átomos de hidrogênio ligados ao carbono  $\text{sp}^2$  em uma molécula de metilpropeno?

- A**  $90^\circ$
- B**  $104,5^\circ$
- C**  $107^\circ$
- D**  $109,5^\circ$
- E**  $120^\circ$

**27.** As cianotoxinas compõem um grupo de toxinas produzidas por algumas cianobactérias que podem estar presentes em águas de corpos hídricos na natureza. A microcistina LR é uma das principais cianotoxinas, devendo ser monitorada sua presença em águas naturais devido ao seu efeito tóxico. Abaixo é apresentada a representação estrutural da molécula da microcistina LR.



Microcistina LR

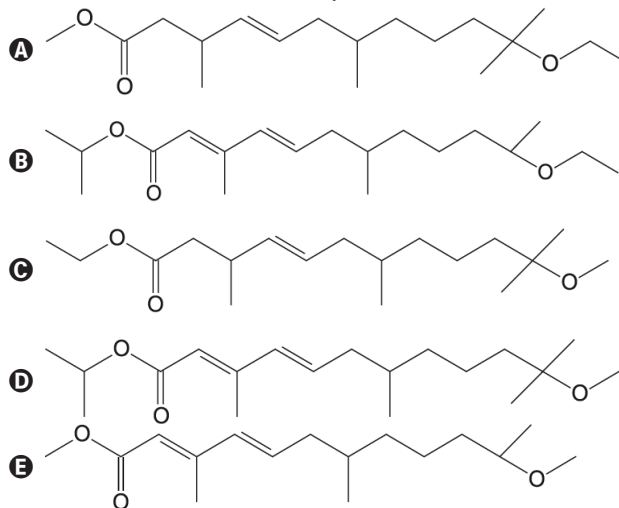
São funções orgânicas que estão presentes na microcistina LR

- A** álcool, amida terciária e ácido carboxílico.
- B** álcool, amida terciária e éster.
- C** álcool, amida primária e ácido carboxílico.
- D** amida terciária, amida secundária e cetona.
- E** amida terciária, álcool e fenol.



28. Na seleção de substâncias que atuam no controle do mosquito *Aedes*, uma substância importantíssima é o metopreno. Ele atua na fase de desenvolvimento do mosquito, impedindo que seu ciclo seja concluído. Esse composto é um larvicida utilizado em larga escala. A estrutura do metopreno possui um grupamento éster conjugado com ligação dupla, um grupo metoxi ligado a um carbono terciário e cinco carbonos trigonais.

De acordo com as características apresentadas no texto, a fórmula estrutural do metopreno é:

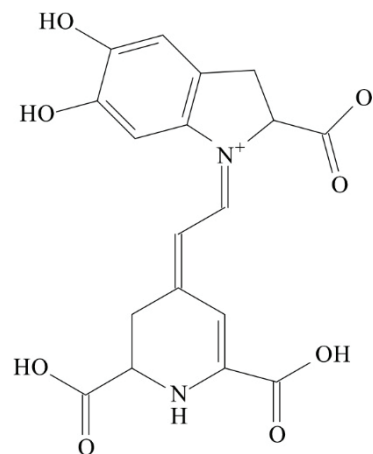


29. Em junho deste ano, foi noticiado que um caminhão transportando cilindros do composto *t*-butil mercaptana (2-metil-2-propanotiol) tombou na Marginal Pinheiros — cidade de São Paulo. Devido ao acidente, ocorreu o vazamento da substância. Quando adicionada ao gás de cozinha, tal substância fornece-lhe um odor desagradável.

Assinale a opção que indica a fórmula molecular **CORRETA** desse composto.

- A  $(\text{CH}_3)_3\text{CNH}_2$   
B  $(\text{CH}_3)_3\text{CSH}$   
C  $(\text{CH}_3)_3\text{CNHCH}_3$   
D  $(\text{CH}_3)_3\text{CCH}_2\text{NH}_2$   
E  $(\text{CH}_3)_3\text{CSCH}_2\text{OH}$

30. Uma das propriedades mais fascinantes da Química é a cor, que está diretamente relacionada aos fenômenos de absorção e emissão de luz. Por exemplo, as *betalainas* são pigmentos naturais responsáveis pela cor da beterraba e das flores. Um composto colorido da classe das *betalainas* é a *betanidina*, cuja coloração está diretamente relacionada com sua estrutura química, apresentada na figura.



Qual das alternativas melhor explica a cor da *betanidina*?

- A A presença de um centro positivo em função de um nitrogênio quaternário.  
B A formação de ligações de hidrogênio intermolecular que estabilizam a molécula.  
C O elevado número de ligações conjugadas presente na estrutura da *betanidina*.  
D O grande número de átomos de oxigênio permite que a *betanidina* seja colorida.  
E A presença de radicais hidroxilas no anel aromático é o principal fator relacionado à cor.

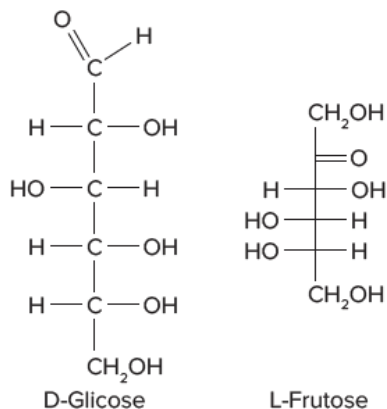


## UNIDADE

## 13 Isomeria

1. Moléculas que desviam a luz incidida sobre elas para a direita são denominadas dextrógiras (D), e quando o desvio é para a esquerda, elas são denominadas levógiras (L).

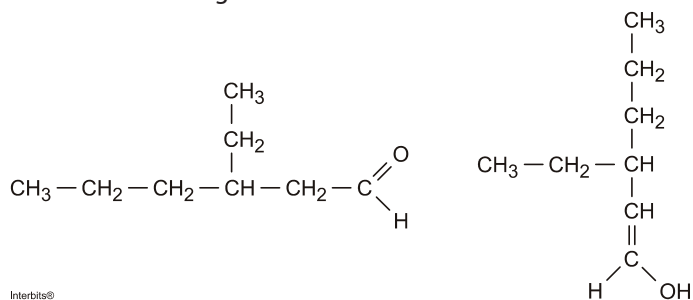
O açúcar invertido é um ingrediente utilizado pela indústria alimentícia e produzido a partir da quebra do açúcar comum (D-sacarose). A inversão do açúcar provoca a quebra da sacarose em dois açúcares: D-glicose e L-frutose, cujas estruturas químicas estão demonstradas nas imagens.



Os componentes do açúcar invertido apresentam entre si

- A tautomeria.                       D isomeria de função.  
 B metameria.                       E isomeria de posição.  
 C isomeria óptica.

2. Considere as seguintes substâncias:



Assinale a alternativa que apresenta o tipo de isomeria apresentado por essas substâncias.

- A Funcional.                       C Posição.                       E Tautomeria.  
 B Cadeia.                       D Metameria.

3. O xilol (xileno ou dimetilbenzeno) é um líquido incolor, insolúvel em água, e apresenta aspecto límpido e odor característico. A sua composição comercial resulta de uma mistura isomérica composta dos hidrocarbonetos orto, meta e paraxileno, sendo o segundo, o componente principal em sua composição. O xilol é obtido a partir do petróleo e amplamente usado na indústria, principalmente como solvente de uma série de compostos como tintas, vernizes, borracha, adesivos, tintíres e colas.

Disponível em: Acesso em: 14 jun. 2018. [Fragmento]  
Os compostos químicos constituintes do xilol apresentam isomeria de

- A cadeia.  
 B função.  
 C posição.  
 D tautomeria.  
 E compensação

4. Um técnico de um laboratório de química se deparou com um frasco de vidro fechado contendo um líquido incolor e com o rótulo ilegível, sendo possível identificar apenas a fórmula molecular do composto,  $C_3H_6O_2$ . Ao consultar a lista de reagentes do laboratório, ele identificou que a substância poderia ser o ácido propanoico ou a hidroxiacetona. A substância desconhecida pode ser qualquer uma das citadas no texto, pois o ácido propanoico e a hidroxiacetona apresentam entre si

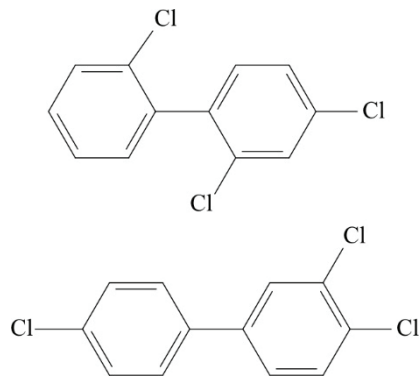
- A tautomeria.                       D isomeria de cadeia.  
 B metameria.                       E isomeria de função.  
 C isomeria óptica.

5. A química orgânica apresenta diversas funções. Entre elas, é possível citar as cetonas, das quais a mais comum é a propanona (conhecida como acetona), utilizada, entre outros, como solvente de esmaltes. A propanona é um líquido incolor, inflamável e solúvel em água. Das substâncias mostradas a seguir, a que contém o isômero da propanona e o tipo de isomeria é

- A o ácido propanoico, isômero de função.  
 B 2-propanona, isômero de posição.  
 C o 2-propanol, isômero de função.  
 D o propano, isômero de posição.  
 E o propanal, isômero de função.

6. Em 1968 no Japão, mais de mil pessoas adoeceram após comerem óleo de farelo de arroz que havia sido contaminado com bifenilas policloradas. Estes compostos são utilizados na fabricação de tintas, ceras, adesivos, lubrificantes e estão entre os mais perigosos já sintetizados, pois podem provocar danos aos sistemas imunológico, nervoso, endócrino e reprodutivo.

Analisar as estruturas de duas bifenilas tricloradas escritas a seguir:



Os compostos apresentados são isômeros de:

- A cadeia;  
 B função;  
 C posição;  
 D conformação;  
 E compensação.

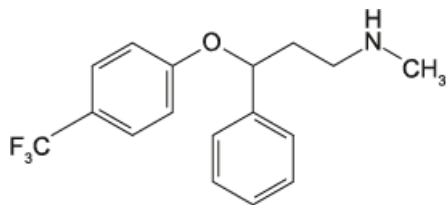


7. Alguns compostos orgânicos têm ampla aplicação principalmente na indústria alimentícia, na qual são utilizados com a finalidade de conceder sabores e aromas artificiais a diversos produtos. Como por exemplo o butanoato de etila e o etanoato de butila, que são responsáveis respectivamente pelo aroma artificial de abacaxi e maçã verde. Ambos possuem a fórmula molecular ( $C_6H_{12}O_2$ ).

Qual o tipo de isomeria existente entre dois compostos?

- A Isomeria de compensação.
- B Isomeria conformacional.
- C Isomeria geométrica.
- D Isomeria de posição.
- E Isomeria de função.

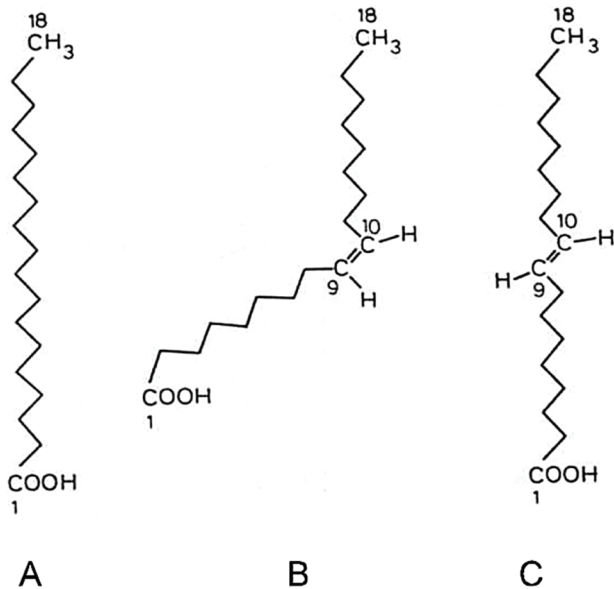
8. Um medicamento utilizado como antidepressivo, contra obsessão e antibulímico apresenta como princípio ativo a substância fluoxetina, que apresenta a estrutura a seguir:



Esse composto apresenta isomeria óptica e apenas um dos enantiômeros tem atividade no organismo. Isso ocorre porque a fluoxetina

- A exibe carbono quiral, que pode gerar dois isômeros cis e trans.
- B contém funções orgânicas que interferem em sua atividade óptica.
- C possui dois carbonos quirais, que geram dois enantiômeros diferentes.
- D apresenta isômeros com propriedades físico-químicas pouco similares.
- E tem apenas um carbono quiral e, portanto, dois enantiômeros diferentes.

9. Observe as estruturas dos ácidos graxos abaixo denominados A, B e C.



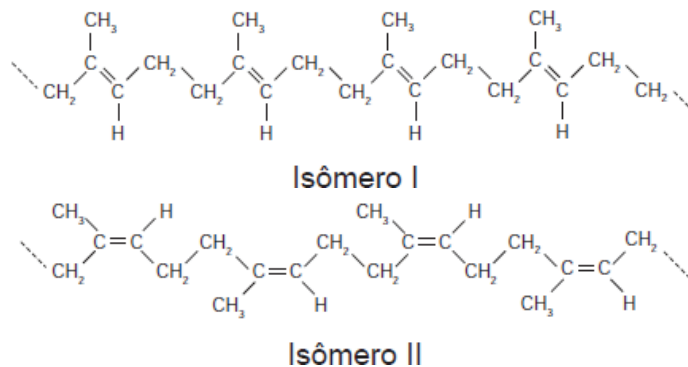
Considerando a estrutura dos três ácidos graxos acima (A, B e C), pode-se afirmar que

- A o ácido graxo "A" tem o ponto de fusão mais alto e, por isso, encontra-se no estado líquido a temperatura ambiente.
- B o ácido graxo "B" apresenta estrutura trans e é o mais saudável para a dieta humana, sendo comumente encontrado em azeite de oliva.
- C os ácidos graxos A e C são estruturalmente semelhantes, portanto têm exatamente os mesmos efeitos sobre o organismo humano.
- D o ácido graxo "B" apresenta ponto de fusão mais baixo que o ácido graxo "C" e apresentam impactos diferentes sobre a saúde humana.
- E o ácido graxo "C" apresenta estrutura cis e pode ser encontrado em produtos alimentícios como margarinas, gordura vegetal hidrogenadas e sorvetes.

10. A borracha natural é um polímero de isopreno (2-metilbuta-1,3-dieno). As propriedades elásticas da borracha são um resultado direto de sua estrutura química.

As cadeias aleatoriamente enroscadas do polímero poliisopreno, ao serem esticadas, se endireitam e alinham na direção do esticamento. Assim que cessa a força responsável pelo esticamento, as moléculas voltam a se enroscar.

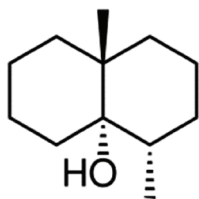
Os dois isômeros do poliisopreno estão representados a seguir:



O isômero que confere elasticidade à borracha natural é o

- A I, pois realiza interações do tipo dipolo instantâneo - dipolo induzido.
- B I, pois sua conformação trans permite um empacotamento mais eficiente.
- C I, pois sua conformação cis apresenta ligações cruzadas menos intensas que favorecem a elasticidade.
- D II, pois sua conformação cis permite que a cadeia polimérica forme uma estrutura enroscada em espiral.
- E II, pois sua conformação trans possibilita que as cadeias deslizem mais facilmente umas sobre as outras.

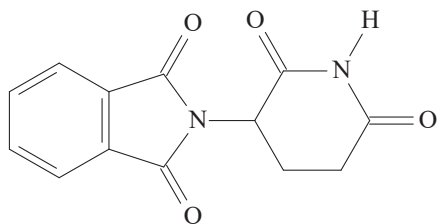
11. O cheiro de "terra molhada" que sentimos logo após uma chuva deve-se à presença de uma substância conhecida como geosmina, cuja estrutura é mostrada abaixo. Esta substância é liberada na atmosfera por bactérias que vivem no solo conhecidas como Actinomicetos. O olfato humano possui alta sensibilidade para geosmina, por isso consegue captar sua presença no meio na concentração de  $5\text{ng L}^{-1}$ .



De acordo com a estrutura da geosmina, representada acima, quantos possíveis estereoisômeros esta molécula pode formar, teoricamente, tendo como base o número de carbonos assimétricos?

- A** 2      **B** 4      **C** 5      **D** 6      **E** 8

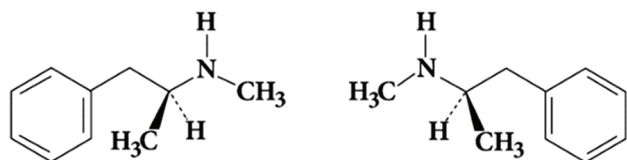
**12.** A talidomida, cuja estrutura química encontra-se representada abaixo, foi comercializada pela primeira vez na Alemanha em 1957. A indústria farmacêutica que a desenvolveu acreditou que a mesma era tão segura que a prescreveu para mulheres grávidas para combater enjoos matinais. Infelizmente, várias gestantes que a utilizaram tiveram bebês com mãos, braços, pés e pernas atrofiadas (efeito teratogênico). Posteriormente, verificou-se que a talidomida apresentava quiralidade e que apenas a (-) talidomida era teratogênica, enquanto a (+) talidomida é que minimizava o enjoo matinal.



A (-) talidomida e a (+) talidomida são

- A** isômeros de cadeia.  
**B** tautômeros.  
**C** isômeros de função.  
**D** enantiômeros.  
**E** isômeros de compensação.

**13.** A metanfetamina, N-metil-1-fenilpropano-2-amina, fórmula  $C_{10}H_{15}N$ , apresenta os isômeros representados pelas fórmulas estruturais:

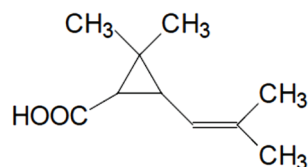


A análise das estruturas nos permite concluir, corretamente, que os compostos são isômeros

- A** de cadeia.      **C** de função.      **E** ópticos.  
**B** de posição.      **D** geométricos.

**14.** Entre os inseticidas de uso doméstico, encontram-se aqueles à base de compostos orgânicos extraídos de flores de crisântemo. Hoje em dia, esses compostos idênticos aos produtos naturais são sintetizados em laboratórios. Alguns produtos comercializados nos supermercados contêm ésteres do ácido crisantêmico.

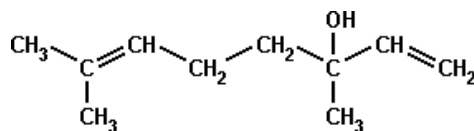
A partir da estrutura deste ácido, representada a seguir, assinale a afirmativa correta.



Ácido crisantêmico

- A** O ácido crisantêmico não apresenta isomeria geométrica.  
**B** O ácido crisantêmico possui isomeria geométrica devido à presença da dupla ligação.  
**C** O ácido crisantêmico possui isomeria geométrica devido à presença do cicloalcano.  
**D** A função alcino explica a isomeria geométrica encontrada no ácido crisantêmico.  
**E** O cicloalcano não permite explicar a isomeria geométrica do ácido crisantêmico

**15.** A alfazema, flor silvestre do Oriente Médio aclimatada na Península Ibérica, é empregada, desde a Antiguidade, como matéria-prima na fabricação de perfumes. A estrutura da substância chamada linalool, responsável pelo cheiro agradável do óleo de alfazema, encontra-se representada a seguir.

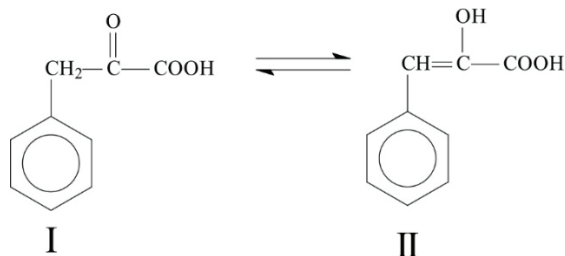


linalool

Quanto à posição do grupo funcional e ao tipo de isomeria espacial, pode-se classificar o linalool como um álcool

- A** primário, com isomeria geométrica.  
**B** terciário, com isomeria ótica.  
**C** primário, com isomeria ótica.  
**D** terciário, com isomeria ótica e geométrica.  
**E** secundário, com isomeria ótica.

**16.** A fenilcetonúria é uma doença que pode causar retardamento mental se não for diagnosticada no tempo certo. O diagnóstico pode ser feito por meio de um teste simples, em que gotas de solução diluída de cloreto férrico são adicionadas à fralda molhada de urina de uma criança. Dependendo da coloração desenvolvida, identifica-se o ácido fenilpirúvico, que se encontra sob as seguintes formas, de acordo com o equilíbrio:



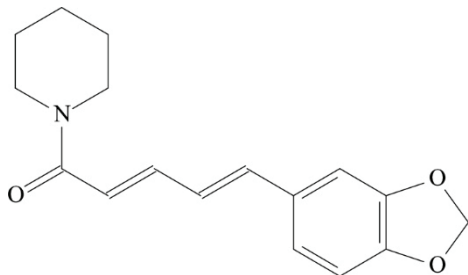
Pode-se afirmar que as estruturas I e II desse equilíbrio constituem um par de:

- A** estereoisômeros óticos.  
**B** estereoisômeros geométricos.  
**C** estruturas de ressonância.  
**D** tautômeros.  
**E** oligômeros





17. A pimenta do reino é um fruto obtido de plantas da família Piperaceae. A substância responsável pelo sabor picante da pimenta é a piperina, cuja fórmula está escrita a seguir:



Essa substância tem propriedades digestivas, estimula o apetite e tem sido utilizada como inseticida.

Os isômeros espaciais que a piperina pode apresentar são denominados:

- A diastereoisômeros
- B enantiomorfos
- C enantiômeros
- D racêmicos
- E mesógiros

18. A atividade óptica foi um mistério fundamental da matéria durante a maior parte do século XIX. O físico francês, Jean Baptist Biot, em 1815, descobriu que certos minerais eram opticamente ativos, ou seja, desviavam o plano de luz polarizada. Em 1848, Louis Pasteur foi além e, usando um polarímetro, percebeu que o fenômeno está associado à presença de dois tipos de substâncias opticamente ativas: as dextrógiras (desvio do plano de luz para a direita) e as levógiras (desvio do plano de luz para a esquerda). As observações de Pasteur começaram a se conectar com outras anteriores, como as de Schelle que, em 1770, isolou o ácido láctico (Figura 4) opticamente inativo do leite fermentado e Berzelius que, em 1807, isolou a mesma substância de músculos, porém com atividade óptica.

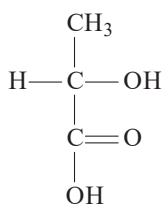
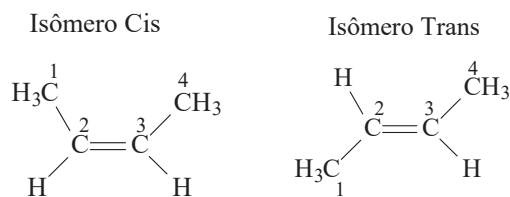


Figura 4: Fórmula estrutural do ácido láctico.

Com base no texto e nos conhecimentos sobre isomeria óptica, assinale a alternativa correta.

- A Os isômeros ópticos do ácido láctico possuem propriedades físico-químicas diferentes, como pontos de fusão e ebulição.
- B O ácido láctico isolado do músculo por Berzelius era opticamente ativo porque possuía plano de simetria.
- C O ácido láctico possui dois carbonos quirais e dois isômeros ópticos que são diastereoisômeros.
- D O ácido láctico, do leite fermentado, isolado por Schelle, pode formar até duas misturas racêmicas.
- E O ácido láctico, do leite fermentado, isolado por Schelle, tinha os dois enantiômeros em quantidades iguais, a mistura racêmica.

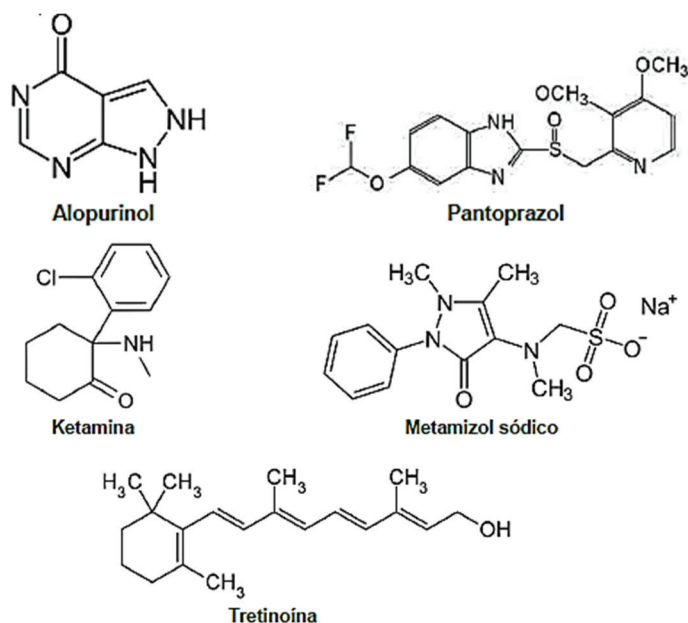
19. Para separar os compostos de uma mistura de cis-but-2-eno e trans-but-2-eno, utilizou-se a destilação fracionada:



Em relação a esses dois compostos, é CORRETO afirmar que

- A o isômero cis-but-2-eno apresenta forças intermoleculares mais intensas.
- B o cis-but-2-eno e o trans-but-2-eno são isômeros ópticos.
- C o composto trans-but-2-eno apresenta maior ponto de ebulição.
- D o isômero mais volátil, cis-but-2-eno, destilará primeiro.
- E o isômero menos volátil, cis-but-2-eno, destilará primeiro.

20. Uma substância apresenta isomeria óptica quando possui carbono quiral, chamado também de assimétrico. Os isômeros ópticos de uma molécula apresentam características físicas idênticas, como ponto de fusão, ponto de ebulição e densidade, porém, podem reagir de forma diferente em sistemas biológicos. Isso porque seus átomos estão arranjados de formas diferentes no espaço. Muitos remédios comercializados apresentam isomeria óptica, sendo necessário, antes de sua comercialização, a identificação da configuração espacial que é responsável pelo efeito farmacológico desejado. Abaixo estão representadas as estruturas de cinco princípios ativos e os medicamentos nos quais são encontrados.



Qual dos medicamentos apresentados possui um princípio ativo que apresenta isomeria óptica?

- A Alopurinol.
- B Ketamina.
- C Metamizol sódico.
- D Pantoprazol.
- E Tretinoína.



## UNIDADE

## 14

## Reações Orgânicas

1. Gorduras e óleos contêm em suas composições ácidos graxos, formados por uma cadeia longa de átomos de carbono e um grupo ácido carboxílico em uma extremidade.

À medida em que há um aumento no número de ligações duplas na cadeia carbônica de um ácido graxo, aumenta-se também a tendência do óleo a oxidar — ficar rançoso. Com a finalidade de melhorar a estabilidade de óleos, um procedimento em que há eliminação de algumas

ligações duplas, usado para converter óleos vegetais em margarina, tornando-os com maior temperatura de fusão é empregado nas indústrias.

O procedimento que aumenta a estabilidade e, consequentemente, a durabilidade de óleos é a

- A nitração.
- B oxidação.
- C eliminação.
- D esterificação.
- E hidrogenação.

2. Entende-se por manteiga de garrafa, ou manteiga da terra, o produto gorduroso obtido a partir do creme de leite pela eliminação quase total da água, mediante um processo tecnologicamente adequado. Um estudo foi realizado para se obter as características físico-químicas das manteigas de garrafa produzidas na região de Salinas, norte de Minas Gerais, comparando os dados obtidos com a legislação vigente para este produto. Verificou-se variação dos teores de acidez nas manteigas de garrafa analisadas, sendo que 50% delas apresentaram valores acima do limite estabelecido. As diferenças de acidez encontradas podem ter ocorrido devido a diferenças no estado de rancificação de cada manteiga ou a falhas durante o processamento.

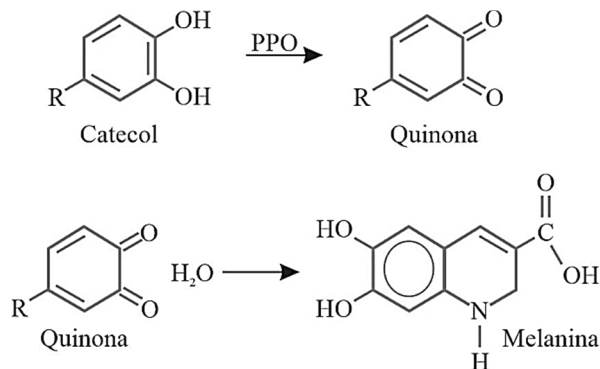
Em relação ao grau de rancificação, o teste de qualidade das manteigas de garrafa pode ser feito por meio de uma reação de

- A adição.
- B acidificação.
- C neutralização.
- D hidrogenação.
- E transesterificação.

3. Diversas empresas vêm utilizando o chamado “plástico verde” em seus produtos. Esse plástico é obtido a partir do etanol de cana-de-açúcar, contribuindo desse modo para a redução do uso do petróleo. A conversão do etanol em plástico ocorre na seguinte sequência de reações:

- A adição e eliminação
- B adição e polimerização
- C eliminação e polimerização
- D polimerização e substituição
- E substituição e adição

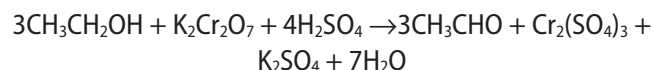
4. Quando vegetais, como batatas, maçãs, bananas e abacate, são expostos ao ar, pela remoção da casca e do corte em pedaços, há danificação do tecido vegetal e do compartimento celular no qual se encontra a enzima polifenoloxidase (PPO), o que faz com que a enzima entre em contato com compostos fenólicos, como o catecol, dando origem ao composto denominado quinona. A quinona, por sua vez, reage com a água, formando a melanina, um composto que fornece a cor escura (reações químicas descritas abaixo).



Considerando as informações apresentadas, é CORRETO afirmar que a reação química de conversão do catecol em quinona é de

- A redução.
- B oxidação.
- C metilação.
- D adição.
- E condensação.

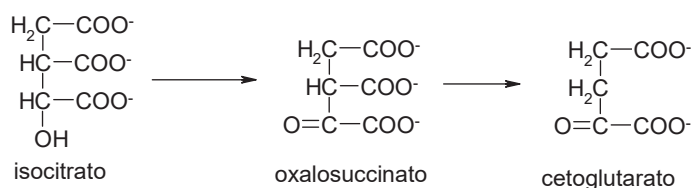
5. Um dos primeiros bafômetros usados comercialmente, cujo princípio continua ainda a ser empregado nos dias de hoje, foi desenvolvido por R. F. Borkenstein em 1958. De acordo com a concepção de Borkenstein, o ar soprado pelo suspeito é bombeado em uma solução de dicromato de potássio fortemente acidulada com ácido sulfúrico, e o etanol introduzido na solução reage com os íons dicromato, produzindo acetaldeído e íons Cr (III). Conforme o etanol reage, há uma mudança da coloração laranja característica dessa solução para um tom esverdeado.



A mudança de cor verificada no teste do bafômetro é explicada pelo fato de

- A a reação que ocorre ser de oxirredução.
- B o carbono do etanol sofrer oxidação.
- C o NO<sub>x</sub> do carbono oxidado no acetaldeído ser igual a +1.
- D o H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> atuar como agente oxidante.
- E o cromo do K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> sofrer redução.

6. No Ciclo do ácido cítrico, a conversão do isocitrato em cetoglutarato ocorre em duas etapas, como mostrado no esquema abaixo.

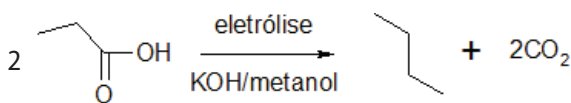




Verifica-se que, na conversão do isocitrato em oxalosuccinato e na conversão do oxalosuccinato em cetoglutarato ocorrem, respectivamente,

- A uma redução e uma descarboxilação.
- B uma oxidação e uma desidratação.
- C uma redução e uma desidratação.
- D uma desidratação e uma descarboxilação.
- E uma oxidação e uma descarboxilação.

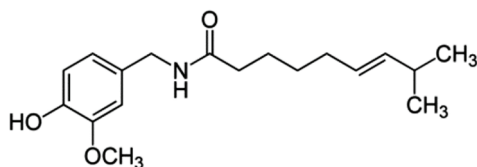
7. Eletrólise de Kolbe ou reação de Kolbe é uma reação orgânica nomeada em relação a Hermann Kolbe. A reação de Kolbe é formalmente uma dimerização decarboxilativa e ocorre por um mecanismo de reação de radicais. Essa reação é utilizada na síntese de hidrocarbonetos diversos, a partir de óleos vegetais, os quais podem ser empregados como fontes alternativas de energia, em substituição aos hidrocarbonetos fósseis. A reação abaixo ilustra a eletrólise de Kolbe.



Com base na reação acima, o hidrocarboneto produzido na eletrólise do ácido 3,3-dimetil-butanoico é o:

- A 3,3,6,6-tetrametil-octano
- B 3,3,4,4-tetrametil-hexano
- C 2,2,4,4-tetrametil-hexano
- D 2,2,5,5-tetrametil-hexano
- E 2,2,7,7-tetrametil-octano

8. A capsaicina é o componente ativo das pimentas conhecidas internacionalmente como pimentas chili, que são plantas pertencentes ao gênero *Capsicum*. Geralmente é obtida com o extrato de pimenta natural e acondicionada em sprays ou bombas de efeito moral utilizadas pelas forças policiais em dispersão de aglomerações humanas. Atua nas mucosas dos olhos, do nariz e da boca, causando irritação, ardor e sensação de pânico. A capsaicina no organismo dos pássaros funciona como um anestésico natural, enquanto que, em humanos, causa o ardor. Na fabricação do gás de pimenta, a capsaicina é misturada a uma espécie de óleo sintético, para dificultar a remoção do produto. Por isso, é inútil que a vítima lave a área atingida com água. A capsaicina é um agente de baixo grau de periculosidade, mas pode causar a morte em casos raros. A União das Liberdades Civis Americanas afirma ter documentado 40 mortes pelo uso de sprays de gás pimenta.



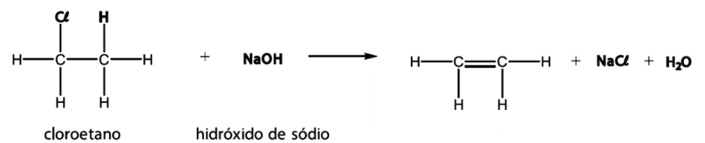
Em relação à capsaicina, a reação de **oxidação branda** da **dupla ligação - E** - leva à formação de

- A um diálcool vicinal.
- B uma cetona e um aldeído.
- C uma cetona e um ácido carboxílico.
- D um aldeído e gás carbônico.
- E um alceno.

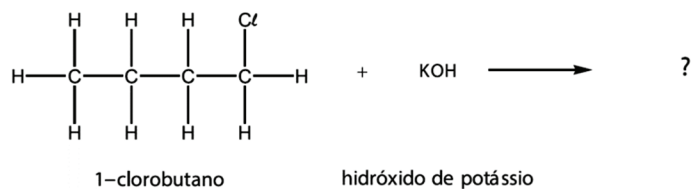
9. As reações de eliminação são reações orgânicas em que alguns átomos ou grupos de átomos são retirados de compostos orgânicos produzindo moléculas com cadeias carbônicas insaturadas, que são muito usadas em diversos ramos da indústria.

A dehidrohalogenação é um exemplo de reação de eliminação que ocorre entre um composto orgânico e uma base forte. Nesse processo químico, retira-se um átomo de halogênio ligado a um dos átomos de carbono. O átomo de carbono adjacente ao átomo de carbono halogenado “perde” um átomo de hidrogênio, estabelecendo entre os dois átomos de carbono considerados uma ligação dupla.

A reação entre o hidróxido de sódio e o cloroetano ilustrada é um exemplo de dehidrohalogenação.



Agora, considere a reação entre o 1-clorobutano e o hidróxido de potássio.



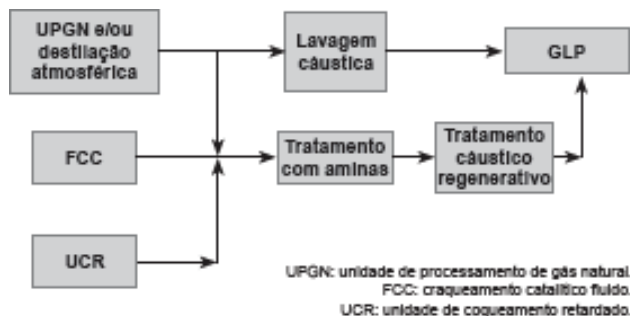
Assinale a alternativa que apresenta a fórmula estrutural correta do composto orgânico obtido na reação entre o 1-clorobutano e o hidróxido de potássio, representada na figura.

- A
- B
- C
- D
- E



**10.** Define-se como gás liquefeito de petróleo (GLP) a mistura formada, em quase sua totalidade, por hidrocarbonetos de três e quatro átomos de carbono, que, embora gasosa nas condições ambiente, pode ser liquefeita por pressurização. O GLP é incolor e, desde que tenha baixo teor de enxofre, é inodoro.

A produção de GLP pode ser representada pelo fluxograma a seguir.

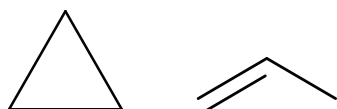


O GLP é uma das frações mais leves do petróleo e sua queima é limpa, ou seja, com baixa emissão de poluentes.

Uma das etapas para obtenção do GLP é o tratamento com aminas, cuja principal função é a remoção de

- A** monóxido de carbono.
- B** ácido sulfídrico.
- C** óxido nítrico.
- D** propano.
- E** água.

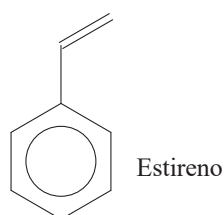
**11.** Os hidrocarbonetos alifáticos representados a seguir têm a mesma fórmula molecular, no entanto, apresentam propriedades físicas e químicas diferentes. Nas mesmas condições de temperatura e pressão, o composto cíclico é termodinamicamente menos estável que o composto de cadeia aberta.



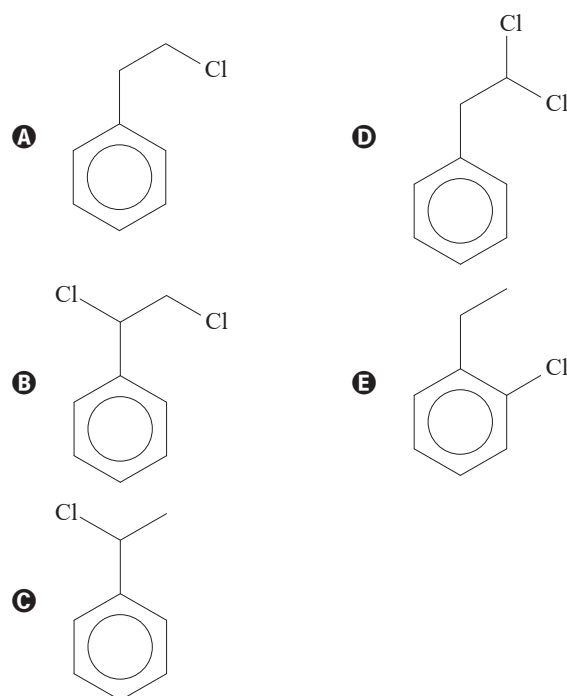
A diferença de estabilidade desses hidrocarbonetos se deve ao fato de o composto cíclico apresentar

- A** átomos de carbono.
- B** elétrons livres.
- C** Ligações covalentes tensionadas.
- D** Massa maior
- E** Ressonância eletrônica.

**12.** O estireno é um hidrocarboneto obtido a partir da destilação fracionada do petróleo, tem odor característico e seu ponto de ebulição é baixo, a ele conferindo uma volatilidade elevada. É empregado industrialmente como isolante térmico e nas reações de polimerização para a fabricação de plásticos e borrachas.



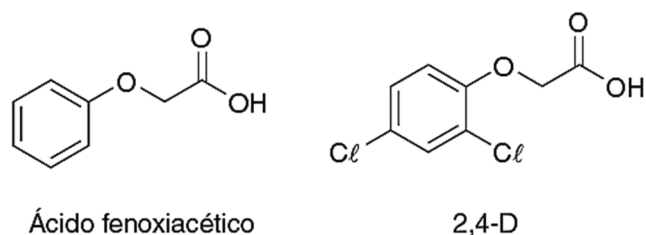
O produto da reação de adição do ácido clorídrico à parte alifática do estireno está representado em



**13.** Os eliminadores de ervas daninhas do tipo fenóxi foram introduzidos no final da Segunda Guerra Mundial.

O grande problema ambiental causado por este tipo de herbicida relaciona-se aos subprodutos gerados em sua utilização. Os fenóis ( $C_6H_5OH$ ) são levemente ácidos e geram os fenóxidos ( $C_6H_5O^-$ ) que são convertidos em ácido fenoxiacético. Da cloração do ácido fenoxiacético se obtém o composto denominado comercialmente por 2,4-D (ácido 2,4-diclorofenoxiacético),

herbicida usado para matar ervas de folhas grandes em gramados e campos agrícolas.



Conclui-se que o 2,4-D é obtido pela

- A** cloração por substituição meta dirigente do ácido fenoxiacético.
- B** dicloração por substituição orto dirigente do ácido fenoxiacético.
- C** dicloração por substituição para dirigente do ácido fenoxiacético.
- D** cloração por substituição de um hidrogênio do ácido fenoxiacético.
- E** dicloração por substituição orto-para dirigente do ácido fenoxiacético.

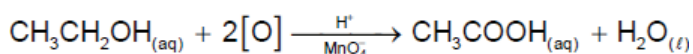


**14.** Uma pessoa diabética poderá ter acesso à informação sobre sua condição glicêmica, utilizando um dispositivo sensor semelhante ao bafômetro. Pesquisadores desenvolveram um dispositivo contendo tungstato de prata  $[\alpha -Ag_2WO_4]$ , que é sensível à determinada substância orgânica ( $C_3H_6O$ ). O tungstato de prata permite detectar e mensurar o vapor dessa substância exalado no hálito. Todas as pessoas exalam esse vapor, mas a quantidade exalada por pessoas diabéticas é aproximadamente o dobro daquela exalada por não diabéticas. No dispositivo, nanopartículas de tungstato de prata são depositadas sobre um eletrodo. A reação química entre o vapor de  $C_3H_6O$  e a superfície do material sensor produz um álcool secundário e resulta na diminuição da resistência elétrica da superfície. Depois, a resistência retorna ao valor inicial. Esse processo permite estabelecer uma relação entre a variação da resistência elétrica e a concentração da substância.

O dispositivo citado no texto quantifica o vapor de

- A** acetona.
- B** propanol.
- C** um enol.
- D** um epóxido ramificado.
- E** um éter.

**15.** A oxidação de álcoois é um processo muito antigo que é utilizado até hoje para a produção de produtos diversos, como o vinagre. Nesse processo, o etanol é convertido a ácido etanoico pela ação de bactérias fermentadoras. Apesar de a oxidação de álcoois ser uma técnica já dominada, foram desenvolvidos, ao longo dos anos, processos mais rápidos e que permitem obter os mesmos produtos partindo-se dos mesmos reagentes. Um exemplo disso é a oxidação de etanol catalisada por permanganato de potássio em meio ácido.



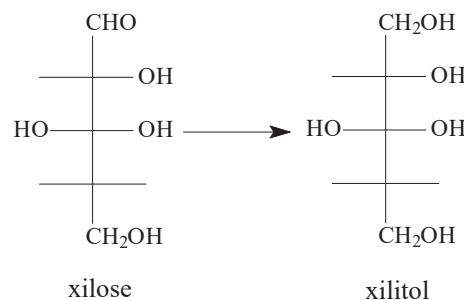
Considerando a reação representada, o produto obtido pela oxidação do 3-etil-4-metilpentan-1-ol é o

- A** ácido pentanoico.
- B** ácido pentan-1-oico.
- C** ácido 3-etil-4-metilpentanoico.
- D** ácido 3-etil-2-metilpentanoico.
- E** ácido 4-etil-3-metilpentan-1-oico.

**16.** Em um ácido graxo, à medida que se aumenta a razão C/H na estrutura do óleo, verifica-se um aumento na tendência dele a se oxidar, ou seja, de ficar rançoso. Esses ácidos podem ser representados pela nomenclatura CX:Y, em que X indica o tamanho da cadeia carbônica e Y indica o número de ligações duplas entre carbonos na molécula. Por exemplo, sabe-se que a proporção de ácidos graxos poli-insaturados no azeite é muito mais baixa do que em outros óleos, em geral menos de 10%, o que lhe confere durabilidade mais longa que a de quase qualquer outro óleo. O ácido graxo mais resistente à oxidação é o representado pela nomenclatura

- A** C16:0.
- B** C16:1.
- C** C18:1.
- D** C18:2.
- E** C18:3.

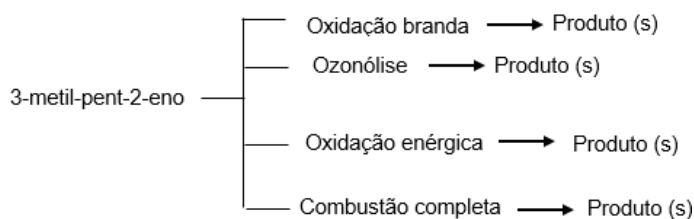
**17.** O xilitol, um substitutivo do açúcar em alimentos, é obtido a partir da xilose, um carboidrato, como mostrado na reação abaixo.



A conversão da xilose em xilitol é um exemplo de reação de

- A** redução.
- B** oxidação.
- C** hidratação.
- D** isomerização.
- E** epimerização.

**18.** As reações de oxidação que envolvem alcenos, podem ser classificadas em quatro grupos: oxidação branda, ozonólise, oxidação enérgica e combustão. Conforme esquema a seguir, a molécula de 3-metil-pent-2-eno quando submetida a estas reações separadamente, irá formar produtos distintos.



Os produtos formados pela oxidação branda, ozonólise, oxidação enérgica e combustão completa, são respectivamente:

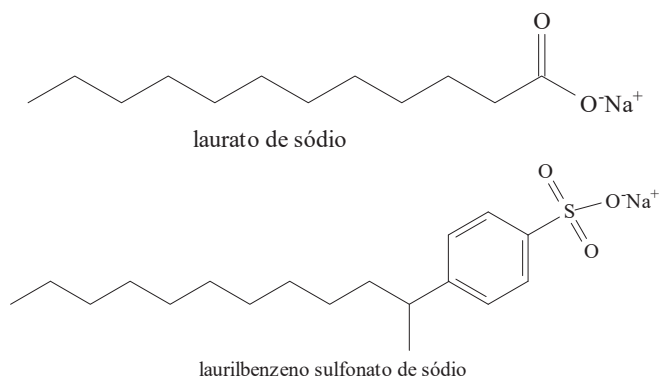
- A** 3-metil-pentan-2,3-diol; etanal e butanona; ácido etanoico e butanona; dióxido de carbono e água.
- B** 3-metil-pentan-3-ol; propanona e ácido etanoico; ácido etanoico e ácido butanoico; monóxido de carbono e água.
- C** etanoato de etila e ácido metanoico; 3-metil-pentan-2-ol; ácido metanoico e pentan-2-ona; dióxido de carbono e água.
- D** 3-metil-pentanal; etanal e butanona; ácido metanoico e pentan-2-ona; dióxido de carbono e água.
- E** 3-metil-pentan-2-ona; etanal e butanal; ácido metanoico e ácido-pentanoico; dióxido de carbono e água.

**19.** Tecnicamente, a indústria do sabão nasceu muito simples, e os primeiros processos exigiam muito mais paciência do que perícia. Tudo o que tinham a fazer, segundo a História, era misturar dois ingredientes: cinza vegetal, rica em carbonato de potássio, e gordura animal. Então, era só esperar por um longo tempo até que eles reagissem entre si. A utilização das cinzas no processo descrito se deu em função de elas serem constituídas de uma substância

- A** secante, ajudando no processo de solidificação do sabão.
- B** abrasiva, favorecendo a dispersão das moléculas da gordura.
- C** alcalina, propiciando a hidrólise básica dos reagentes utilizados.
- D** anfipática, apresentando características hidrofílicas e hidrofóbicas.
- E** catalítica, promovendo um caminho de menor energia de ativação.



**20.** Evitar ou controlar o impacto causado pelas atividades humanas no meio ambiente é uma preocupação mundial. Como em muitas outras atividades, a fabricação de produtos químicos envolve riscos. Mas a indústria química, apontada por muitos anos como vilã nas agressões à natureza, tem investido em equipamentos de controle, em novos sistemas gerenciais e em processos tecnológicos para reduzir ao mínimo o risco de acidentes ecológicos. Quando se utilizam sabões e detergentes nos processos de lavagem — industriais ou domésticos —, os resíduos vão para o sistema de esgoto. Após algum tempo, os resíduos são decompostos por microorganismos existentes na água. Diz-se, então, que esses compostos são biodegradáveis. As estruturas apresentadas a seguir são exemplos dessas substâncias:



Com base nas estruturas observadas, pode-se afirmar que

- A** os sabões são produtos de hidrólise ácida de éteres.
- B** os detergentes são compostos orgânicos obtidos a partir da hidrólise de gorduras animais e óleos vegetais.
- C** os detergentes mais comuns são sais de ácidos sulfônicos de cadeias curtas.
- D** tanto os sabões quanto os detergentes derivados de ácidos sulfônicos são denominados catiônicos.
- E** na estrutura do sabão, a parte apolar interage com a gordura e a parte polar com a água.

**21.** Os flavorizantes são ésteres artificiais, substâncias que dão, a alguns alimentos, o “flavor” (sabor mais aroma) característico, como é o caso dos aromas das frutas. O butanoato de etila é o éster que confere o cheiro característico do abacaxi e é obtido pela reação de esterificação do ácido butílico com o etanol em presença de um ácido mineral forte como catalisador, que pode ser o ácido sulfúrico ou o ácido fosfórico. A reação de obtenção do éster é

- A** de simples troca.                      **D** de precipitação.
- B** de dupla troca.                        **E** de precipitação.
- C** de decomposição.

**22.** A pior forma de descartar o óleo de cozinha usado é jogando-o na pia. A melhor opção, nesse caso, é a reciclagem. O mais comum nos dias de hoje é a sua reutilização na fabricação de sabão, mas a tecnologia agora nos oferece novas possibilidades. Uma delas é um processador de diesel caseiro que, através de uma reação química, transforma o óleo de cozinha em biodiesel no ambiente doméstico. O óleo é aquecido e agitado através de uma manivela. Em seguida, basta adicionar soda cáustica e metanol puro para obter biodiesel e glicerina.

O nome da reação química que ocorre no processador e uma característica desse tipo de combustível são, respectivamente

- A** Adição; o custo de produção deste combustível é bastante elevado, tornando-a inviável.
- B** Hidrólise alcalina; pode ser empregado em veículos movidos a álcool, gasolina e diesel.
- C** Eliminação; sua produção contribui para a diminuição da contaminação e poluição da água.
- D** Transesterificação; tem menor contribuição para a chuva ácida que o diesel de petróleo.
- E** Oxidação; sua combustão libera mais gases estufa em comparação ao diesel do petróleo.

**23.** A produção de sabão é uma das mais antigas reações químicas conhecidas. Formados por ésteres, as gorduras animais e os óleos vegetais são insolúveis em água. Reagem com soluções alcalinas, produzindo sabão. Essa reação é um dos mais antigos processos orgânicos conhecidos e utilizados pelo homem, permitindo a conversão de gorduras animais e óleos vegetais em sabão. Por esta razão, ela é conhecida como reação de saponificação.

Entre as substâncias químicas apresentadas a seguir, o produto de uma reação de saponificação, que está presente na constituição química dos sabões, pode ser



**24.** O fogo causado pela queima de óleo de cozinha ou gordura é bem mais difícil de se apagar do que o de outros líquidos inflamáveis, o que demandou a criação dos extintores classe K. Tais extintores são preenchidos com uma solução alcalina que causa a saponificação do óleo ou gordura, produzindo uma espuma que abafa a chama. No quadro abaixo, são listadas as propriedades de cinco substâncias.

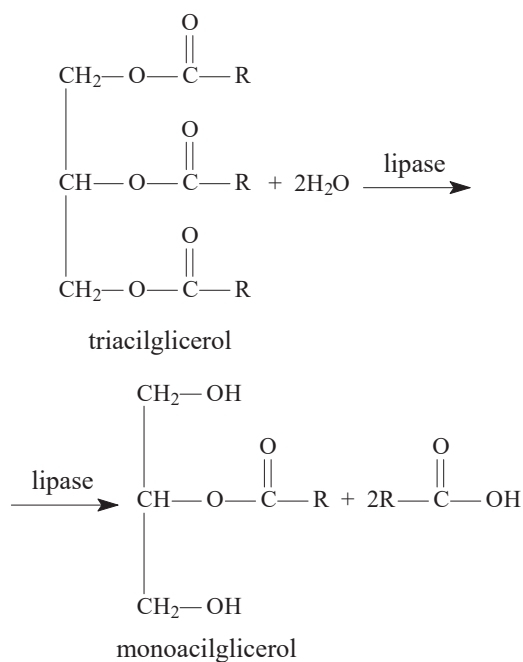
Substância	Fórmula	Solubilidade / g L <sup>-1</sup>	Temp. Fusão / °C
Álcool etílico	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> OH	miscível	-114
Ácido acético	CH <sub>3</sub> CO <sub>2</sub> H	miscível	17
Acetato de etila	CH <sub>3</sub> CO <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub>	83	-84
Cloreto de potássio	KCl	330	773
Acetato de potássio	CH <sub>3</sub> CO <sub>2</sub> K	2560	292

Qual das substâncias acima é a adequada para se preparar a solução de preenchimento desse tipo de extintor?

- A** Álcool etílico.
- B** Ácido acético.
- C** Acetato de etila.
- D** Cloreto de potássio.
- E** Acetato de potássio.



25. Você ingere cerca de 100 g de lipídios por dia, a maior parte na forma de triacilgliceróis. Eles passam praticamente inalterados pela boca e estômago. Sua presença no estômago, porém, diminui a velocidade com que ele se esvazia, fazendo com que você se sinta saciado. O principal sítio de digestão de lipídios é o intestino delgado, que contém uma lipase pancreática. A reação que representa a ação da lipase é indicada na equação:



A reação direta, no sentido de formação do monoacilglicerol, e a reação inversa, no sentido de formação do triacilglicerol, são importantes reações orgânicas classificadas, respectivamente, como

- Ⓐ esterificação e hidrólise.
- Ⓑ hidrólise e adição nucleofílica.
- Ⓒ transesterificação e adição nucleofílica.
- Ⓓ hidrólise e esterificação.
- Ⓔ adição nucleofílica e esterificação.



## UNIDADE

## 15

## Petróleo e Polímeros

1. O craqueamento térmico é um processo químico que converte substâncias de determinada fração de menor interesse comercial em outras de uma fração mais rentável, baseando-se na quebra de moléculas de hidrocarbonetos de elevada massa molar. Neste processo, aplica-se elevadas pressão e temperaturas, sendo possível, por exemplo, transformar querosene em gasolina, conforme reação a seguir.



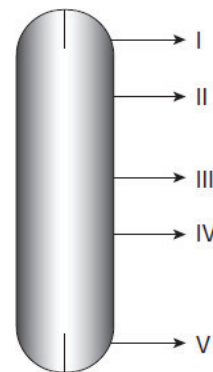
Assinale a alternativa **CORRETA** sobre o fenômeno do craqueamento:

- A a molécula reagente é quebrada, com formação de moléculas que não contêm oxigênio.
- B durante o craqueamento ocorre a formação de moléculas maiores.
- C não há alteração de substâncias.
- D observa-se neste processo a entrada de átomos de oxigênio em moléculas dos produtos.
- E ocorreu a formação de apenas um tipo de produto.

2. No início do século XX, o surgimento do automóvel fez com que a indústria petroquímica buscasse alternativas para suprir a crescente demanda por combustíveis. Uma alternativa encontrada foi o desenvolvimento do processo conhecido como craqueamento catalítico, utilizado para transformar algumas frações dos resíduos de destilação do petróleo em produtos com maior demanda e valor agregado, como a gasolina. O processo de craqueamento catalítico tem como objetivo

- A favorecer a extração de compostos de baixa octanagem.
- B transformar frações residuais em compostos de alto peso molecular.
- C promover a quebra de compostos de cadeia grande em cadeias menores.
- D separar as diferentes frações do petróleo de acordo com as faixas de ebulição.
- E otimizar o processo de refino e produzir uma mistura complexa de hidrocarbonetos.

3. O processo utilizado para separar as frações do petróleo é denominado destilação e envolve a vaporização de um líquido por aquecimento, seguido da condensação de seu vapor. No caso do petróleo, é empregada a destilação fracionada, executada com a utilização de uma coluna de fracionamento. Nas refinarias, essas colunas são substituídas por enormes torres, chamadas de torres de fracionamento, conforme representado a seguir:



A temperatura na porção inferior da torre é máxima e vai diminuindo, gradativamente, até chegar ao topo.

Os hidrocarbonetos mais voláteis obtidos na destilação do petróleo são os representados em:

- A I.
- B II.
- C III.
- D IV.
- E V.

4. A matriz de transporte do Brasil está centrada em rodovias, sendo que a principal fonte de energia dos veículos que utilizam esse modal é derivada do petróleo. No entanto, grande parte desse combustível fóssil é constituído por moléculas de cadeias carbônicas muito longas, inviáveis para o uso como combustíveis automotores. As refinarias, assim, contornam esse problema transformando as cadeias longas em moléculas menores pertencentes à fração mais consumida, por meio de um processo químico chamado

- A destilação fracionada.
- B reforma catalítica.
- C destilação a vácuo.
- D alquilação catalítica.
- E craqueamento catalítico.

5. A palavra petróleo deriva do latim *petra* (pedra) e *oleum* (óleo), em sentido literal, "óleo que vem da pedra". Hoje, é uma das matérias primas mais importantes da civilização moderna e necessária para a obtenção de vários produtos como plásticos, tintas, detergentes, farmacêuticos, entre outras aplicações.

Ele é formado

- A pela decomposição de matéria orgânica no fundo de antigos mares e lagos.
- B pela decomposição de restos de minério de ferro soterrados em bacias carboníferas.
- C pelo soergimento de blocos rochosos onde ocorreu o acúmulo de material magmático.
- D pelo soergimento de rochas cristalinas, magmáticas e sedimentares em vales boreais.
- E pela sedimentação de materiais inorgânicos em cavidades profundas do subsolo terrestre.

6. A qualidade da gasolina, que determina quão suavemente ela queima, é medida pelo índice de octanagem, que é aumentada pela adição de insaturações e ramificações nas moléculas componentes do combustível. Qual dos processos abaixo pode melhorar a qualidade da gasolina em termos do índice de octanagem?

- A Hidrogenação catalítica.
- B Aromatização.
- C Combustão.
- D Halogenação
- E Isomerização.

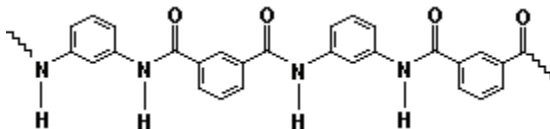




7. Além de vantagens imediatas, como a redução do volume de lixo, a reciclagem de garrafas PET economiza petróleo, água, energia e ainda gera renda, emprego e inclusão social. O setor têxtil tem papel importante no cenário de reciclagem das garrafas PET. As fibras de poliéster formadas são utilizadas pelas indústrias deste setor na confecção de tecidos, agregando valor social e ecológico à cadeia produtiva. Os poliésteres são assim chamados porque contêm a função éster em sua estrutura. Isso significa que os monômeros que formam esse polímero precisam conter as funções:

- A hidrocarboneto e éster
- B ácido carboxílico e álcool
- C ácido carboxílico e éster
- D hidrocarboneto e álcool
- E éter e álcool

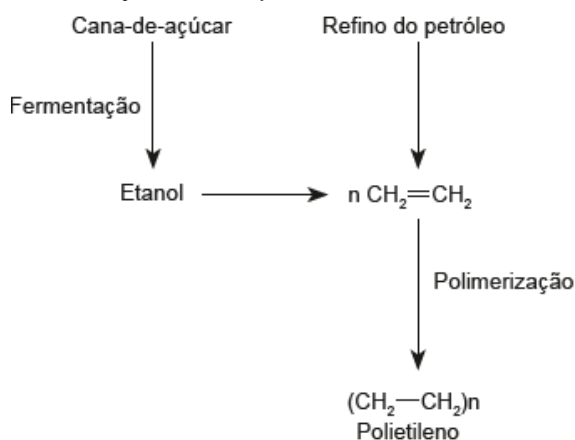
8. Determinadas substâncias macromoleculares, usadas na fabricação de fibras têxteis, fios, membranas de dessalinizadores de águas etc. são obtidas através de reação de condensação (com eliminação de  $H_2O$  sob aquecimento e pressão) de dois compostos (monômeros). Uma destas macromoléculas, identificada pelo nome de Nomex, tem a estrutura mostrada a seguir:



Assinale a alternativa que indica corretamente os tipos de compostos necessários para a obtenção do Nomex.

- A diácido e diálcool
- B diéster e diálcool
- C dihaleto e diéster
- D diácido e diamina
- E bisfenol e diamina

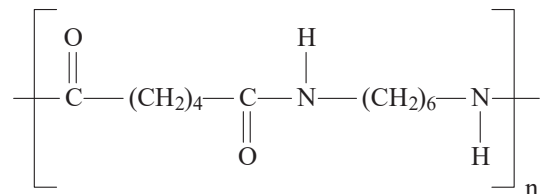
8. O esquema a seguir mostra um fluxograma simplificado do processo de produção do polietileno seguindo duas rotas, a da cana-de-açúcar e a do petróleo.



Na produção do polietileno, há diferença no emprego da matéria-prima e na rota de obtenção. O plástico comum tem como matéria-prima o petróleo, e o "plástico verde", a cana-de-açúcar.

O método de produção de polietileno por meio da cana-de-açúcar

- A produz um plástico de coloração verde.
  - B tem como produto um plástico não reciclável.
  - C contribui para o aumento do aquecimento global.
  - D é vantajosa, pois sua fonte de matéria-prima é renovável.
  - E necessita de uma tecnologia muito cara, que o torna inviável economicamente.
9. O náilon-66, estrutura representada na figura, é um polímero de ampla aplicação na indústria têxtil, de autopeças, de eletrodomésticos, de embalagens e de materiais esportivos.



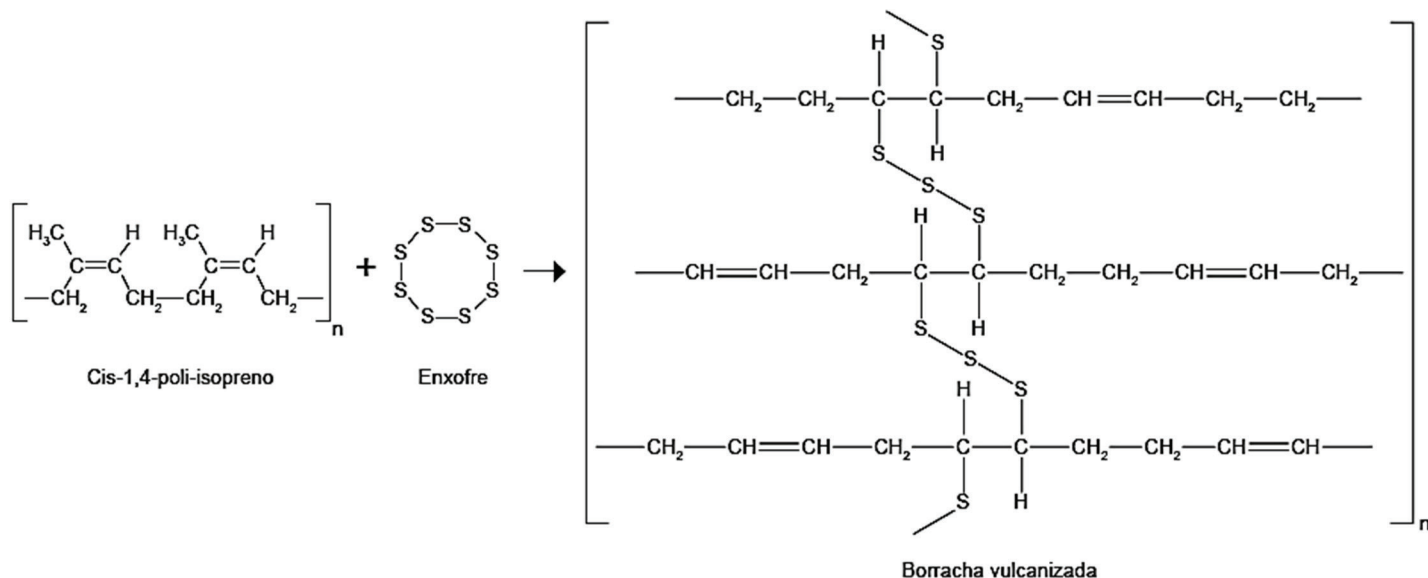
Esse polímero é produzido a partir da reação do ácido hexanodióico com a 1,6-diamino-hexano, formando-se também água como subproduto.

Quanto à classificação do polímero náilon-66 e ao tipo de reação de polimerização, é correto afirmar que se trata de

- A poliéster e reação de adição.
  - B poliéster e reação de condensação.
  - C poliamida e reação de adição.
  - D poliamina e reação de condensação.
  - E poliamida e reação de condensação.
10. No Reino Unido, são descartados 2,5 bilhões de copos de café todo ano. E se engana quem pensa que eles são recicláveis. Uma camada do plástico polietileno usada para tornar o copo impermeável impede o reaproveitamento. Uma empresa que está tentando mudar isso é a Biome Bioplásticos, que já desenvolveu copos completamente recicláveis usando materiais orgânicos como fécula de batata, amido de milho e celulose, um dos principais componentes das paredes celulares das plantas.
- O diferencial dos copos produzidos pela empresa citada se deve ao fato de que:
- A Os componentes do produto são encontrados na natureza, podendo ser digeridos pelas enzimas de microrganismos.
  - B O interior do copo biodegradável não é revestido por plástico, podendo derreter com o uso para consumo de bebidas quentes.
  - C As matérias-primas utilizadas para a confecção do produto não são processadas, podendo retornar ao ambiente após o uso.
  - D O copo biodegradável acompanha enzimas que degradam o material após seu uso, podendo ser descartado sem gerar poluição.
  - E O copo biodegradável é feito de óleos vegetais em vez de petróleo, podendo ser descartado no lixo convencional



11. O processo de vulcanização da borracha natural, descoberto em 1839, revolucionou a indústria desse material. A vulcanização, realizada pela reação da borracha natural (cis-1,4-poli-isopreno) com enxofre em altas temperaturas, pode ser representada, de forma simplificada, pela equação a seguir.



A adição de enxofre à borracha natural tem por finalidade promover um aumento do(a)

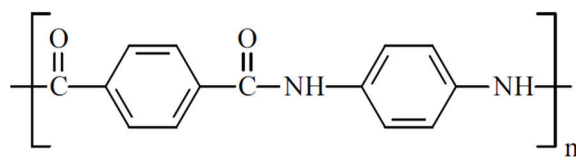
- A maleabilidade do material.
- B caráter hidrofóbico do material.
- C biodegradabilidade do material.
- D resistência mecânica do material.
- E sensibilidade do material ao calor.

12. Charles Goodyear descobriu, no século XIX, um novo processo, deixando cair borracha e enxofre casualmente no fogo. Essa matéria-prima é utilizada na fabricação de pneus. Um dos grandes problemas ambientais da atualidade é o destino dos pneus usados. O uso de pneus na composição do asfalto de ruas e estradas é uma forma de reduzir esse impacto.

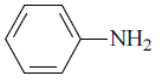
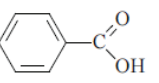
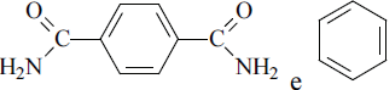

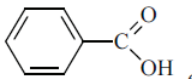
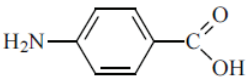
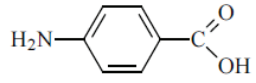
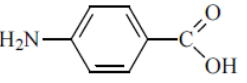
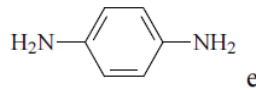
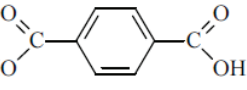
O processo desenvolvido por Goodyear recebe o nome de

- A combustão.
- B destilação.
- C sinterização.
- D ustulação.
- E vulcanização.

13. O Kevlar®, material utilizado na fabricação de coletes à prova de balas, vem sendo usado também no recobrimento de tanques que armazenam substâncias contaminantes, para evitar perfurações e vazamento dessas substâncias para o ambiente. O Kevlar® é uma fibra com altíssima razão força/peso, cinco vezes mais forte que o aço, fabricada a partir de uma reação de condensação de uma amina (1,4-fenileno-diamina) com ácido tereftálico, um diácido. Uma das etapas dessa reação de condensação é uma desidratação. A seguir, é apresentada a fórmula estrutural do Kevlar®.



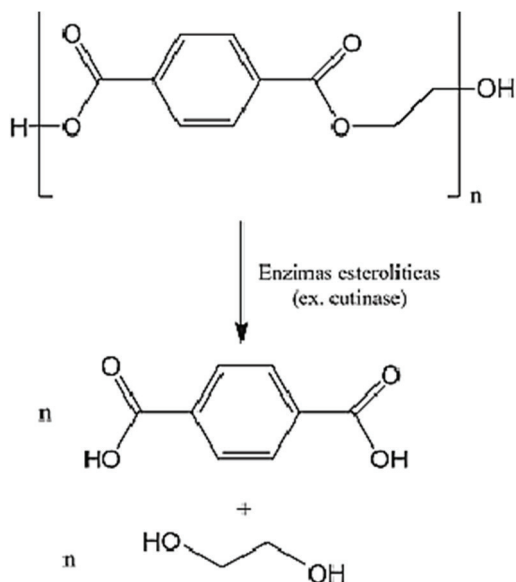
Quais são as fórmulas estruturais das duas substâncias que formam o Kevlar®?

- A  e 
- B  e 
- C  e 
- D  e 
- E  e 



14. O grande volume de polietileno tereftalato (PET) gerado e descartado sem qualquer controle, associado à sua resistência e a à degradação atmosférica e biológica, leva a um grande acúmulo desse material em depósitos ou mesmo diretamente no ambiente (ruas, rios, lagos etc.), criando um problema ambiental a longo prazo.

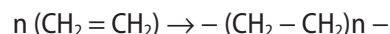
Um processo de reciclagem química é representado pela equação:



A depolimerização do PET representada envolve uma reação de

- A adição em meio básico.
- B hidrólise ácida ou alcalina.
- C hidratação em meio ácido.
- D substituição ácida ou básica.
- E esterificação em meio básico.

15. As embalagens longa vida foram desenvolvidas a partir da necessidade de conservar por mais tempo os alimentos. São formadas por diversas camadas, como a de papel, que oferece resistência e suporte mecânico, e a de alumínio, que atua como barreira à entrada de luz e oxigênio. Presentes em maior quantidade, as camadas de plástico protegem as demais camadas e são formadas de polietileno, uma macromolécula obtida através da polimerização do etileno, conforme mostrado abaixo:



O polietileno protege as demais camadas das embalagens longa vida, pois é

- A polar, criando uma barreira contra a entrada de água.
- B hidrofílico, atraindo água e expulsando as impurezas das camadas.
- C hidrofóbico, impedindo o contato da água com as demais camadas.
- D anfifílico, servindo como uma cola entre as camadas da embalagem.
- E apolar, interagindo com a gordura para impedir a passagem do leite.



## UNIDADE

## 16

## Química Ambiental

1. Se por um lado a Revolução industrial instituiu um novo patamar de tecnologia e, com isso, uma melhoria na qualidade de vida da população, por outro lado os resíduos decorrentes desse processo podem se acumular no ar, no solo e na água, causando desequilíbrios no ambiente.

O acúmulo dos resíduos provenientes dos processos industriais que utilizam combustíveis fósseis traz como consequência o (a)

- A eutrofização dos corpos-d'água, aumentando a produtividade dos sistemas aquáticos.
- B precipitação de chuvas ácidas, danificando florestas, ecossistemas aquáticos e construções.
- C mudança na salinidade dos mares, provocando a mortalidade de peixes e demais seres aquáticos.
- D acúmulo de detritos, causando entupimento de bueiros e alagamento das ruas.
- E presença de mosquitos, levando a disseminação de doenças bacterianas e virais

2. A poluição do ar é principalmente um problema em áreas urbanas e muito industrializadas, onde o fluxo de ar puro das áreas vizinhas é insuficiente para dispersar os poluentes. Os motores veiculares são responsáveis por mais de 50% das emissões antropogênicas de monóxido de carbono, hidrocarbonetos e óxidos de nitrogênio[...]

Neste contexto, os catalisadores automotivos têm se apresentado como a melhor alternativa e, ao longo do tempo, têm respondido aos constantes desafios impostos por legislações cada vez mais restritivas.

O papel dos catalisadores automotivos no controle da qualidade do ar está no fato de que eles

- A promoverem a liberação de gases como o CO e óxidos de nitrogênio, diminuindo assim a poluição atmosférica.
- B proporcionarem a melhor queima do combustível, liberando assim gases não tóxicos, como o CO e óxidos de nitrogênio.
- C realizarem o processo de conversão dos gases produzidos na combustão em CO e óxidos de nitrogênio.
- D acelerarem o processo de transformação do CO e óxidos de nitrogênio, que são gases tóxicos emitidos na queima do combustível, em produtos atóxicos.
- E acelerarem a reação entre os gases da combustão levando a produção de gases menos tóxicos, como o CO e óxidos de nitrogênio.

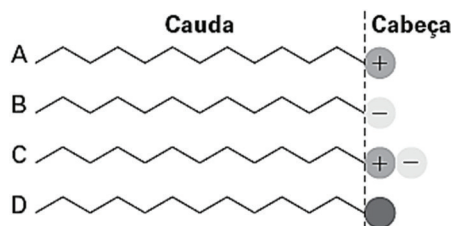
3. Em 2010, o Brasil aprovou a primeira Política Nacional de Resíduos Sólidos, que dispõe princípios, objetivos e diretrizes relativas à gestão e ao gerenciamento dos resíduos sólidos. De acordo com essa política, lixões a céu aberto e aterros controlados deverão ser fechados nos próximos anos.

Uma das formas para obter aproveitamento energético de materiais orgânicos que serão descartados é encaminhá-los

às usinas de biogás. Nelas, o metano gerado pela decomposição desses materiais é queimado e pode ser utilizado como fonte de energia. Além da produção de energia, a queima do biogás gera inúmeros benefícios ambientais, como a utilização de um combustível renovável e a queima de um gás de efeito estufa. Com base nessas informações, é correto afirmar que a queima de biogás:

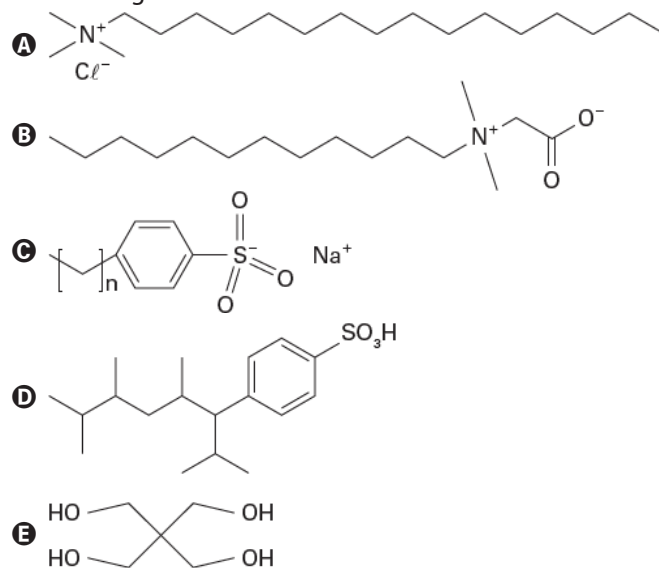
- A aumenta os efeitos da poluição atmosférica.
- B diminui o buraco na camada de ozônio.
- C reduz os efeitos de chuva ácida na região.
- D produz um gás de efeito estufa menos potente que o metano.
- E eleva a concentração de metais pesados na atmosfera.

4. Tensoativos ou surfactantes [...] são compostos orgânicos anfipáticos que apresentam em sua molécula uma porção polar e outra apolar. A porção apolar, também denominada de cauda, é constituída por uma ou duas cadeias carbônicas [...]. Enquanto a porção polar, ou cabeça, pode apresentar grupos iônicos (cátions ou ânions), não iônicos ou anfóteros, que se comportam como ácido ou base, dependendo do pH do meio.



O sulfonato de alquilbenzeno (ABS) é um detergente sintético [...]. Os carbonos terciários e quaternários da porção hidrofóbica da molécula do ABS não são passíveis de degradação biológica, causando sua persistência no ambiente por longos períodos. O ABS foi substituído pelo sulfonato de alquilbenzeno linear (LAS). A cadeia de hidrocarboneto do LAS é linear, sendo mais suscetível à degradação biológica, o que diminui sua persistência no meio ambiente.

Qual molécula deverá persistir por mais tempo na natureza sem ser degradada?



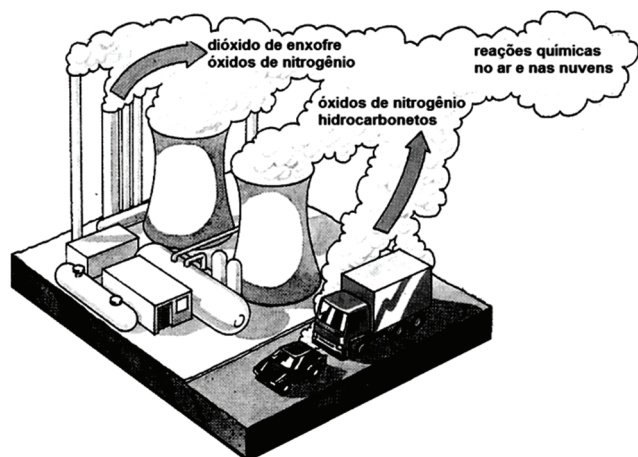


5. A análise do ciclo de vida do polietileno verde mostra um impacto positivo na redução de emissões de CO<sub>2</sub>, resultado da alta eficiência energética do processo em todas as etapas de sua produção e da fixação de carbono presente na atmosfera através do mecanismo de fotossíntese da cana-de-açúcar, matéria-prima do etanol.

A eficiência energética do processo produtivo mencionado no texto impacta as emissões de CO<sub>2</sub>, pois diminui

- A a quantidade de etapas necessárias no processo, reduzindo também a quantidade de resíduos produzidos.
- B a quantidade de produtos obtidos, diminuindo também a quantidade de resíduos destinados à incineração em termoelétricas.
- C o uso de aditivos e catalisadores utilizados no processo, diminuindo indiretamente a quantidade de carbono incorporada no produto.
- D a quantidade de etanol necessária para alimentar o processo, reduzindo as emissões de gases oriundas da fase de fermentação de açúcares.
- E o uso de matérias-primas de origem fóssil na cadeia produtiva, ainda muito utilizadas como fonte de aquecimento nos processos industriais.

6. A figura abaixo representa uma situação típica de grandes cidades e centros industriais.

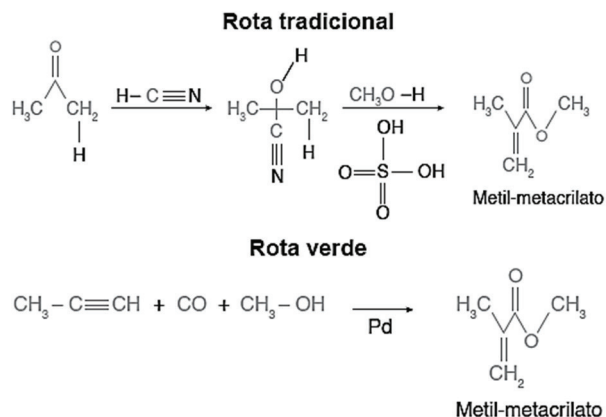


O principal problema ambiental causado pelas reações químicas no ar e nas nuvens envolvendo os gases representados é conhecido como:

- A efeito estufa.
- B chuva ácida.
- C buraco na camada de ozônio.
- D derretimento das calotas polares.
- E inversão térmica

7. A química verde consiste no desenvolvimento de produtos e processos químicos com a finalidade de reduzir ou eliminar o uso e a geração de substâncias perigosas, com o intuito de minimizar os impactos ambientais. Com base nesses objetivos, sínteses verdes de substâncias vêm sendo desenvolvidas. O metilmetacrilato (MMA), por exemplo, é um monômero cujo polímero é uma resina empregada na cimentação óssea medicinal, reparos de próteses e aparelhos ortodônticos, confecção de lentes de contato, entre outros. O método tradicional de obtenção desse monômero e a sua síntese verde

por meio de uma rota, que usa o paládio como catalisador, estão representados.



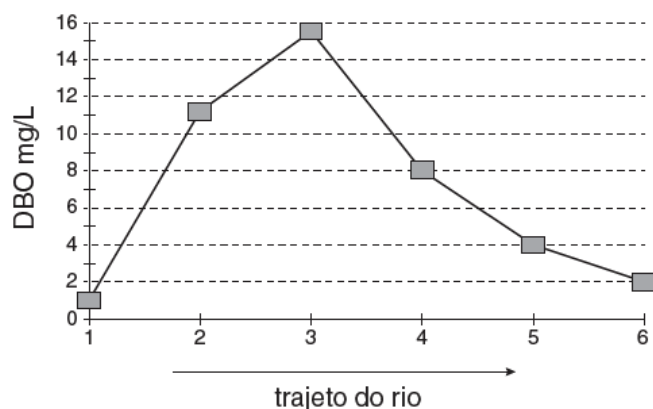
Um dos fatores que contribui para que a segunda rota de síntese seja verde em comparação à primeira é o(a)

- A incorporação de todos os materiais de partida no produto final.
- B aumento do número de etapas e mecanismos reacionais.
- C rendimento de reação equivalente a 100%.
- D aumento de geração de resíduos.
- E consumo de energia nulo.

8.

**Poliuição e esgoto não tratado prejudicam qualidade das águas interiores**

De 2001 a 2003, o percentual de esgoto tratado no Brasil era inferior a 60%. Em 2009, essa taxa chega a 68,4%. A partir de 2010, houve um declínio, possivelmente associado ao maior número de municípios amostrados, que eram 1739 em 2009 e passaram a 1948 em 2010. Em 2011, a taxa recuou para 67,9%. Assim, de 2001 a 2011, houve um incremento de, aproximadamente, 1,6 bilhão de m<sup>3</sup> (ou 15,4%) no volume de esgoto tratado. A Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) é o indicador da qualidade da água em trechos de rios e represas. Ela mede a concentração de gás oxigênio necessária para degradar a matéria orgânica na água, e, quanto maior o seu valor, pior é a qualidade da água.



Ao analisar a qualidade da água de um determinado rio, uma pesquisadora verificou a variação da concentração de DBO ao longo do trajeto do rio, desde onde recebe o esgoto, que corresponde ao ponto indicado pelo número 1.

Logo, ela concluiu que



- A** a quantidade de bactérias aeróbicas era grande no ponto 1 do trajeto, pois a concentração de DBO estava baixa, indicando alto consumo de oxigênio.
- B** a quantidade de bactérias aeróbicas não varia ao longo do período observado, apesar da disponibilidade de matéria orgânica.
- C** a densidade de bactérias anaeróbicas deve ser grande no ponto 3 do trajeto devido à baixa concentração de oxigênio dissolvido na água.
- D** a maior mortalidade de peixes deverá ocorrer nos trechos 1 e 6 da trajetória devido à baixa concentração de oxigênio dissolvido na água.
- E** o metabolismo aeróbico, devido à maior concentração de oxigênio, é maior no trecho 2 em relação ao metabolismo dos organismos localizados no trecho 5.

**9.** Um estudo modificou geneticamente a *Escherichia coli*, visando permitir que essa bactéria seja capaz de produzir etanol pela metabolização do alginato, açúcar presente em grande quantidade nas algas marrons. A experiência mostrou que a bactéria transgênica tem capacidade de obter um rendimento elevado na produção de etanol, o que pode ser aplicado em escala industrial.

Combustível de algas. *Revista Pesquisa Fapesp*, ed.192, fev. 2012 (adaptado).

O benefício dessa nova tecnologia, em comparação às fontes atuais de produção de etanol, baseia-se no fato de que esse modelo experimental

- A** aumentará a extensão de área continental cultivada.
- B** aumentará a captação de CO<sub>2</sub> atmosférico.
- C** facilitará o transporte do etanol no final da etapa produtiva.
- D** reduzirá o consumo de água doce durante a produção de matéria-prima.
- E** reduzirá a contaminação dos mares por metais pesados

**10.** O termo *eutrofia*, atribuindo conotação de aumento de fertilidade em ecossistemas aquáticos continentais, foi utilizado originalmente por piscicultores alemães, que adicionavam carbonato de cálcio aos tanques de piscicultura. Posteriormente, esse termo foi substituído por *eutrofização*, definido como o aumento na concentração de nutrientes, especialmente de fósforo e nitrogênio, nos ecossistemas aquáticos. Os poluentes que podem causar a eutrofização das águas de lagos são, respectivamente,

- A** óleos e detergentes.
- B** óleos e fertilizantes.
- C** óleos e metais pesados.
- D** fertilizantes e detergentes.
- E** fertilizantes e metais pesados.

**11.** A Química Verde é definida, pela International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC), como: A invenção, o desenvolvimento e a aplicação de produtos e processos químicos para reduzir ou eliminar o uso e a geração de substâncias perigosas.

Nessa definição, o termo “perigosas” deve ser entendido como substâncias nocivas, de algum modo, à saúde humana ou ao meio ambiente.

Foram propostos alguns princípios para nortear a pesquisa em Química Verde que, fundamentalmente, resumem-se à busca da redução de rejeitos, de uso de materiais e energia, de risco, de periculosidade e de custo dos processos químicos. Um desses princípios é o uso de matérias-primas de fontes renováveis, logo, segundo esse conceito, uma reação química deve ser feita por meio da utilização de matérias-primas renováveis.

Assinale a alternativa que apresenta um produto obtido obedecendo ao princípio descrito.

- A** óleo diesel
- B** alumínio
- C** gasolina
- D** etanol
- E** aço

**12.** “Parte expressiva da liberação de carbono na atmosfera fica bem longe da fumaça liberada por usinas ou carros. Um novo estudo do Chatham House, o Real Instituto de Relações Internacionais do Reino Unido, indica que cerca de 15% dos poluentes que levam ao aquecimento global são provenientes da pecuária”.

O gás emitido por esse setor da economia que tem maior impacto no efeito estufa é o:

- A** CO
- B** CH<sub>4</sub>
- C** NH<sub>3</sub>
- D** CO<sub>2</sub>
- E** N<sub>2</sub>O

**13.** O despejo de dejetos de esgotos domésticos e industriais vem causando sérios problemas aos rios brasileiros. Esses poluentes são ricos em substâncias que contribuem para a eutrofização de ecossistemas, que é um enriquecimento da água por nutrientes, o que provoca um grande crescimento bacteriano e, por fim, pode promover escassez de oxigênio.

Uma maneira de evitar a diminuição da concentração de oxigênio no ambiente é:

- A** Aquecer as águas dos rios para aumentar a velocidade de decomposição dos dejetos.
- B** Retirar do esgoto os materiais ricos em nutrientes para diminuir a sua concentração nos rios.
- C** Adicionar bactérias anaeróbicas às águas dos rios para que elas sobrevivam mesmo sem o oxigênio.
- D** Substituir produtos não degradáveis por biodegradáveis para que as bactérias possam utilizar os nutrientes.
- E** Aumentar a solubilidade dos dejetos no esgoto para que os nutrientes fiquem mais acessíveis às bactérias.



**14.** O processo de dessulfurização é uma das etapas utilizadas na produção do diesel. Esse processo consiste na oxidação do enxofre presente na forma de sulfeto de hidrogênio ( $\text{H}_2\text{S}$ ) a enxofre elementar (sólido) que é posteriormente removido. Um método para essa extração química é o processo Claus, no qual parte do  $\text{H}_2\text{S}$  é oxidada a dióxido de enxofre ( $\text{SO}_2$ ) e, então, esse gás é usado para oxidar o restante do  $\text{H}_2\text{S}$ . Os compostos de enxofre remanescentes e as demais moléculas presentes no diesel sofrerão combustão no motor.

MARQUES FILHO, J. Estudo da fase térmica do processo Claus utilizando fluido dinâmico computacional. São Paulo: USP, 2004 (adaptado).

O benefício do processo Claus é que, na combustão do diesel, é minimizada a emissão de gases

- A** formadores de hidrocarbonetos.
- B** produtores de óxidos de nitrogênio.
- C** emissores de monóxido de carbono.
- D** promotores da acidificação da chuva.
- E** determinantes para o aumento do efeito estufa.

**15.** O ciclo biogeoquímico do carbono compreende diversos compartimentos, entre os quais a Terra, a atmosfera e os oceanos, e diversos processos que permitem a transferência de compostos entre esses reservatórios. Os estoques de carbono armazenados na forma de recursos não renováveis, por exemplo, o petróleo, são limitados, sendo de grande relevância que se perceba a importância da substituição de combustíveis fósseis por combustíveis de fontes renováveis.

A utilização de combustíveis fósseis interfere no ciclo do carbono, pois provoca

- A** aumento da porcentagem de carbono contido na Terra.
- B** redução na taxa de fotossíntese dos vegetais superiores.
- C** aumento da produção de carboidratos de origem vegetal.
- D** aumento na quantidade de carbono presente na atmosfera.
- E** redução da quantidade global de carbono armazenado nos oceanos.



## Gabaritos

### • Unidade 1

1. B 2. B 3. A 4. D 5. B 6. B 7. C 8. D 9. B 10. C  
11. A 12. D 13. A 14. B 15. D 16. E 17. C 18. E 19. C 20. E  
21. C 22. E 23. C 24. E 25. B 26. A 27. D 28. E 29. E 30. A

### • Unidade 2

1. E 2. E 3. D 4. D 5. A 6. D 7. B 8. B 9. A 10. C  
11. E 12. B 13. C 14. D 15. B 16. C 17. E 18. C 19. C 20. E  
21. A 22. D 23. D 24. E 25. E

### • Unidade 3

1. B 2. D 3. C 4. B 5. E 6. C 7. B 8. B 9. E 10. B  
11. D 12. E 13. C 14. D 15. D 16. B 17. B 18. E 19. B 20. C  
21. D 22. D 23. B 24. E 25. B 26. D 27. B 28. D 29. E 30. A

### • Unidade 4

1. D 2. B 3. C 4. A 5. B 6. A 7. E 8. C 9. D 10. D  
11. E 12. A 13. C 14. E 15. B 16. A 17. D 18. C 19. C 20. C  
21. E 22. C 23. E 24. C 25. D 26. A 27. D 28. D 29. C 30. D

### • Unidade 5

1. B 2. B 3. C 4. D 5. A 6. E 7. B 8. B 9. D 10. C  
11. B 12. D 13. B 14. B 15. C 16. C 17. D 18. D 19. C 20. B  
21. B 22. B 23. C 24. C 25. C 26. C 27. D 28. A 29. C 30. D

### • Unidade 6

1. E 2. E 3. B 4. C 5. C 6. C 7. C 8. C 9. C 10. B  
11. D 12. D 13. D 14. B 15. D 16. C 17. D 18. D 19. E 20. A  
21. A 22. E 23. E 24. C 25. B

### • Unidade 7

1. C 2. C 3. D 4. A 5. C 6. C 7. A 8. C 9. B 10. A  
11. A 12. A 13. A 14. D 15. A 16. E 17. C 18. C 19. E 20. E

### • Unidade 8

1. C 2. A 3. B 4. E 5. A 6. E 7. A 8. B 9. C 10. E  
11. E 12. E 13. B 14. C 15. A 16. A 17. C 18. C 19. C 20. C

### • Unidade 9

1. A 2. D 3. D 4. C 5. E 6. E 7. A 8. A 9. E 10. D  
11. C 12. A 13. A 14. E 15. C 16. A 17. B 18. C 19. D 20. E  
21. D 22. C 23. D 24. A 25. C

### • Unidade 10

1. C 2. A 3. E 4. C 5. E 6. D 7. A 8. E 9. C 10. B  
11. D 12. D 13. D 14. E 15. B 16. E 17. A 18. B 19. B 20. A

### • Unidade 11

1. E 2. D 3. D 4. B 5. C 6. C 7. D 8. A 9. D 10. B  
11. D 12. D 13. D 14. E 15. D

### • Unidade 12

1. D 2. D 3. E 4. C 5. E 6. D 7. C 8. D 9. C 10. C  
11. B 12. B 13. E 14. A 15. E 16. D 17. D 18. B 19. C 20. E  
21. D 22. C 23. E 24. B 25. C 26. E 27. A 28. D 29. B 30. C

### • Unidade 13

1. D 2. E 3. C 4. E 5. E 6. C 7. A 8. E 9. D 10. B  
11. E 12. D 13. E 14. C 15. B 16. D 17. A 18. E 19. A 20. B

### • Unidade 14

1. E 2. C 3. C 4. B 5. E 6. E 7. D 8. A 9. C 10. B  
11. C 12. C 13. E 14. A 15. C 16. A 17. A 18. A 19. C 20. E  
21. B 22. D 23. D 24. E 25. D

### • Unidade 15

1. A 2. C 3. A 4. E 5. A 6. E 7. B 8. D 9. B 10. A  
11. D 12. E 13. E 14. B 15. C

### • Unidade 16

1. B 2. D 3. D 4. D 5. E 6. B 7. A 8. C 9. B 10. D  
11. D 12. B 13. B 14. D 15. D