



# QUÍMICA

# Sumário - Química

## Questões Seleccionadas

Transformações Químicas .....	3
Representação das Transformações Químicas ..	5
Materiais, suas Propriedades e seus Usos .....	7
Água .....	12
Transformações Químicas e Energia .....	14
Dinâmica das Transformações Químicas .....	18
Transformações Químicas e Equilíbrio .....	20
Compostos de Carbono .....	22
Relações da Química com as Tecnologias, a Sociedade e o Meio Ambiente .....	28
Energias Químicas no Cotidiano .....	30
Gabarito .....	32

# QUÍMICA

## Questões Seleccionadas

### TRANSFORMAÇÕES QUÍMICAS

**01.** Em junho de 1812, o exército de Napoleão reunia 600 mil homens. Qual foi a causa da derrocada do maior exército que Napoleão comandou? Uma das teorias mais estranhas já propostas a esse respeito pode ser sintetizada com a paráfrase de um antigo poema infantil: "Tudo por causa de um botão". Por mais surpreendente que pareça, a desintegração do exército napoleônico pode ser atribuída a algo tão pequeno quanto um botão – um botão de estanho, para sermos exatos, do tipo que fechava todas as roupas no exército, dos sobretudos dos oficiais às calças e paletós dos soldados da infantaria. Quando a temperatura cai, o reluzente estanho metálico começa a se tornar friável e a se esboroar num pó cinza e não metálico – continua sendo estanho, mas com forma estrutural diferente. Será que, com a falta de botões, os soldados passaram a ter de usar as mãos para prender e segurar as roupas e não mais para carregar as armas?

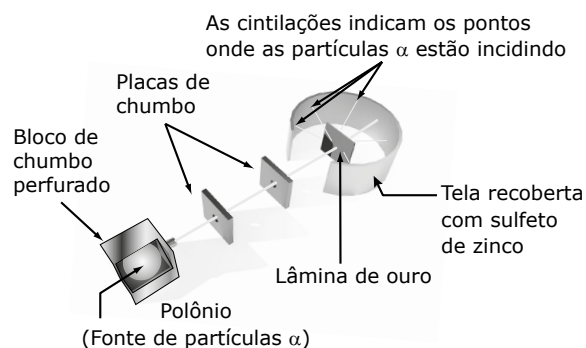
LE COURTEUR, Penny; BURRESON, Jay. *Os botões de Napoleão*. Rio de Janeiro: Editora Schwarcz; São Paulo: Companhia das Letras, 2006 (Adaptação).

O termo utilizado para expressar a semelhança entre as duas formas do elemento químico estanho, mencionadas no texto, é

- A) alótropos.
  - B) azeótropos.
  - C) isótopos.
  - D) isômeros.
  - E) isóbaros.
- 02.** Em 1803, o cientista inglês John Dalton (1766-1844) considerou a existência de átomos indivisíveis e indestrutíveis para explicar a estrutura microscópica da matéria. A teoria atômica de Dalton, entretanto, estava incompleta e foi reformulada várias vezes até os dias de hoje.
- O fenômeno que pode ser explicado pelo modelo atômico de Dalton é o(a)
- A) conservação das massas em qualquer reação química.
  - B) fato de átomos de elementos diferentes poderem apresentar massas diferentes.

- C) condução de eletricidade através de uma solução aquosa de ácido sulfúrico.
- D) fato de algumas partículas alfa sofrerem grandes desvios quando incidem em delgadas lâminas metálicas.
- E) conservação da energia em qualquer sistema isolado.

**03.** Há exatos 100 anos, o físico neozelandês Ernest Rutherford demonstrou a existência do núcleo atômico e promoveu uma revolução no pensamento científico que possibilitou novas tecnologias para a produção de fármacos e de energia. A descoberta do núcleo atômico é consequência do experimento de bombardeamento de partículas radioativas positivas do tipo alfa emitidas por amostras do elemento químico polônio em delgadas lâminas de ouro. A figura a seguir esquematiza esse importante experimento.



A interpretação dos resultados desse experimento permitiu a proposição da existência do núcleo atômico porque

- A) as trajetórias da maioria das partículas alfa são fortemente desviadas e a radiação atravessa a lâmina de ouro.
- B) todas as partículas alfa sofrem pequenos desvios em suas trajetórias quando atravessam a lâmina de ouro.
- C) uma pequena parcela das partículas alfa dispersa com ângulos grandes quando atravessa a lâmina de ouro.
- D) poucas partículas alfa colidem com a lâmina de ouro e retornam à fonte de radiação no bloco de chumbo.
- E) a maioria das partículas alfa são fortemente atraídas pela lâmina de ouro, provocando poucas cintilações no anteparo.

**04.** Os gases são capazes de fazer coisas incríveis quando submetidos a altas pressões, por exemplo, permitir que um carro pesando aproximadamente 1 tonelada fique suspenso sobre os pneus cheios de ar. Para tal, é essencial uma boa calibragem dos pneus, o que deve ocorrer, no máximo, a cada 15 dias, sempre que estiverem frios, seguindo a recomendação do fabricante. Quando calibramos os pneus, colocando 30 libras, temos pressões de 2 atmosferas em cada um deles, considerando que a temperatura é de 27 °C. Seguir a recomendação do fabricante de calibrar os pneus quando eles estão frios é importante porque

- A) o aumento da temperatura, devido à movimentação do carro, leva à dilatação dos pneus, fazendo com que a pressão do ar interno seja menor que a pressão da calibragem.
- B) o aumento da temperatura, devido à movimentação do carro, leva à dilatação dos pneus, fazendo com que não seja possível controlar a quantidade de ar ideal da calibragem.
- C) se a calibragem for feita nos pneus quentes, a quantidade de ar colocado será maior que a ideal, criando risco de o pneu estourar quando ele esfriar.
- D) se a calibragem for feita nos pneus quentes, a alta temperatura poderá promover reações químicas indesejáveis no interior dos pneus, alterando o volume deles.
- E) o aumento da temperatura, devido à movimentação do carro, leva à compressão dos pneus, fazendo com que a pressão do ar interno seja maior que a pressão da calibragem.

**05.** No Universo, o gás hélio é um dos elementos mais comuns, ficando atrás apenas do hidrogênio em nível de abundância. Na Terra, contudo, ele é relativamente raro e é o único que escapa do poder da gravidade e se perde no espaço. O hélio tem grande importância como supercondutor de ímãs (usado em *scanners* de ressonância magnética) e também é muito utilizado para encher balões em festas infantis.

Considere um balão flutuante cheio de gás hélio de volume 4 L, temperatura 27 °C e pressão interna 3,0 atm.

O referido balão é

**Dados:** Massa molar do gás Hélio (He) = 4 g.mol<sup>-1</sup>; Constante universal dos gases = 0,082 atm.L.mol<sup>-1</sup>.K<sup>-1</sup>.

- A) mais denso que o ar e tem aproximadamente 4 g de hélio.
- B) mais denso que o ar e tem aproximadamente 8 g de hélio.
- C) menos denso que o ar e tem aproximadamente 2 g de hélio.
- D) menos denso que o ar e tem aproximadamente 6 g de hélio.
- E) menos denso que o ar e tem aproximadamente 10 g de hélio.

**06.** (Enem–2021) Uma antiga forma de produzir um dos constituintes de argamassas é o aquecimento a altas temperaturas de materiais componentes dos sambaquis, que são sítios arqueológicos formados essencialmente por restos de moluscos. A decomposição térmica da principal substância desses sítios arqueológicos resulta na formação de dois compostos apenas. Um deles é um óxido sólido e o outro é um óxido gasoso. A reação do primeiro com água resulta na formação de Ca(OH)<sub>2</sub> (aquoso), enquanto a reação do segundo resulta em H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> (aquoso).

A fórmula da principal substância encontrada nesses sítios arqueológicos é:

- A) CaO
- B) CaC<sub>2</sub>
- C) CaCO<sub>3</sub>
- D) Ca(HCO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>
- E) Ca(OH)HCO<sub>3</sub>

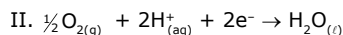
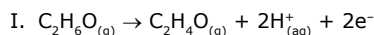
**07.** (Enem–2021) As radiações ionizantes são caracterizadas por terem a energia suficiente para arrancar elétrons de um átomo. Ao interagirem com os tecidos do corpo humano, dão origem a diversos efeitos, que podem levar à morte de células. Os principais tipos de radiação ionizante são as radiações gama (originadas em transições nucleares), raios X (originados em transições eletrônicas), alfa (núcleos de hélio), elétrons e nêutrons. O quadro apresenta algumas propriedades para esses diferentes tipos de radiação.

Tipo de radiação	Massa (u.m.a)	Carga
Gama	0	0
Raios X	0	0
Alfa	4	+2
Elétrons	1/2 000	-1
Nêutrons	1	0

Para uma mesma intensidade de radiação, a que tem o menor poder de penetração em tecidos é a radiação

- A) alfa.
- B) gama.
- C) raios X.
- D) elétrons.
- E) nêutrons.

**08.** (Enem) Os bafômetros (etilômetros) indicam a quantidade de álcool, C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>O (etanol), presente no organismo de uma pessoa através do ar expirado por ela. Esses dispositivos utilizam células a combustível que funcionam de acordo com as reações químicas representadas:



BRAATHEN, P. C. Hálito culpado: o princípio químico do bafômetro. *Química Nova na Escola*, n. 5, maio 1997 (Adaptação).

Na reação global de funcionamento do bafômetro, os reagentes e os produtos desse tipo de célula são

- A) o álcool expirado como reagente; água, elétrons e H<sup>+</sup> como produtos.
- B) o oxigênio do ar e H<sup>+</sup> como reagentes; água e elétrons como produtos.
- C) apenas o oxigênio do ar como reagente; apenas os elétrons como produto.
- D) apenas o álcool expirado como reagente; água, C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>O(g) e H<sup>+</sup> como produtos.
- E) o oxigênio do ar e o álcool expirado como reagentes; água e C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>O como produtos.

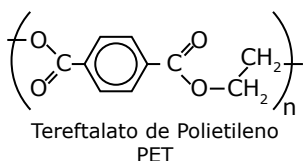
09. (Enem-2021) O ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) é um dos ácidos mais utilizados em indústrias e em laboratórios. O resíduo ácido gerado pelo seu uso pode provocar sérios danos ao meio ambiente. Em um laboratório, gerou-se uma grande quantidade de resíduo ácido a partir do ácido sulfúrico, o qual necessita ser neutralizado para o seu descarte. O técnico desse laboratório tem à sua disposição cinco substâncias: CaO, K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, NaHSO<sub>4</sub>, CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>OH e C<sub>5</sub>H<sub>9</sub>CONH<sub>2</sub>.

Qual dessas substâncias é a adequada para realizar esse tratamento?

- A) CaO
- B) K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>
- C) NaHSO<sub>4</sub>
- D) CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>OH
- E) C<sub>5</sub>H<sub>9</sub>CONH<sub>2</sub>

10. (Enem) O polímero PET (tereftalato de polietileno), material presente em diversas embalagens descartáveis, pode levar centenas de anos para ser degradado e seu processo de reciclagem requer um grande aporte energético. Nesse contexto, uma técnica que visa baratear o processo foi implementada recentemente.

Trata-se do aquecimento de uma mistura de plásticos em um reator, a 700 °C e 34 atm, que promove a quebra das ligações químicas entre átomos de hidrogênio e carbono na cadeia do polímero, produzindo gás hidrogênio e compostos de carbono que podem ser transformados em microesferas para serem usadas em tintas, lubrificantes, pneus, dentre outros produtos.



Disponível em: [www1.folha.uol.com.br](http://www1.folha.uol.com.br).  
Acesso em: 26 jul. 2010 (Adaptação).

Considerando o processo de reciclagem do PET, para tratar 1 000 g desse polímero, com rendimento de 100%, o volume de gás hidrogênio liberado, nas condições apresentadas, encontra-se no intervalo entre

**Dados:** Constante dos gases R = 0,082 L.atm/mol.K; massa molar do monômero do PET = 192 g/mol; equação de estado dos gases ideais: P . V = n . R . T.

- A) 0 e 20 litros.
- B) 20 e 40 litros.
- C) 40 e 60 litros.
- D) 60 e 80 litros.
- E) 80 e 100 litros.

## REPRESENTAÇÃO DAS TRANSFORMAÇÕES QUÍMICAS

01. Uma amostra contendo 530 mg de bicarbonato de sódio impuro reage com ácido clorídrico em excesso, de acordo com a seguinte equação química:



Todo o gás carbônico produzido na reação foi recolhido à pressão de 1 atm e à temperatura de 25 °C, e o volume medido foi de 105 mL.

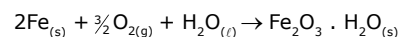
**Dados:** Volume molar gasoso de CO<sub>2</sub> à pressão de 1 atm e à temperatura de 25 °C = 25 L/mol.

Massas molares (g/mol): H = 1, C = 12, O = 16, Na = 23 e Cl = 35,5.

Assinale a alternativa que apresenta o grau de pureza da amostra de bicarbonato de sódio.

- A) 100%
- B) 84%
- C) 67%
- D) 39%
- E) 6%

02. (Enem-2021) Um marceneiro esqueceu um pacote de pregos ao relento, expostos à umidade do ar e à chuva. Com isso, os pregos de ferro, que tinham a massa de 5,6 g cada, acabaram cobertos por uma camada espessa de ferrugem (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> . H<sub>2</sub>O), uma substância marrom insolúvel, produto da oxidação do ferro metálico, que ocorre segundo a equação química:



Considere as massas molares (g/mol): H = 1; O = 16; Fe = 56.

Qual foi a massa de ferrugem produzida ao se oxidar a metade (50%) de um prego?

- A) 4,45 g
- B) 8,90 g
- C) 17,80 g
- D) 72,00 g
- E) 144,00 g



- 07.** (Enem) As emissões de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) por veículos são dependentes da constituição de cada tipo de combustível. Sabe-se que é possível determinar a quantidade de  $\text{CO}_2$ , a partir das massas do carbono e do oxigênio, iguais a 12 g/mol e 16 g/mol, respectivamente. Em uma viagem de férias, um indivíduo percorreu 600 km em um veículo que consome um litro de gasolina a cada 15 km de percurso.

Considerando que o conteúdo de carbono em um litro dessa gasolina é igual a 0,6 kg, a massa de  $\text{CO}_2$  emitida pelo veículo no ambiente, durante a viagem de férias descrita, é igual a

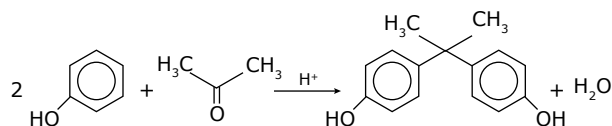
- A) 24 kg.                      C) 40 kg.                      E) 147 kg.  
B) 33 kg.                      D) 88 kg.

- 08.** (Enem) A água potável precisa ser límpida, ou seja, não deve conter partículas em suspensão, tais como terra ou restos de plantas, comuns nas águas de rios e lagoas. A remoção das partículas é feita em estações de tratamento, onde o  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  em excesso e  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  são adicionados em um tanque para formar sulfato de cálcio e hidróxido de alumínio. Esse último se forma como flocos gelatinosos insolúveis em água, que são capazes de agregar partículas em suspensão. Em uma estação de tratamento, cada 10 gramas de hidróxido de alumínio é capaz de carregar 2 gramas de partículas. Após a decantação e filtração, a água límpida é tratada com cloro e distribuída para as residências. As massas molares dos elementos H, O, Al, S e Ca são, respectivamente, 1 g/mol, 16 g/mol, 27 g/mol, 32 g/mol e 40 g/mol.

Considerando que 1 000 litros de água de um rio possuem 45 gramas de partículas em suspensão, a quantidade mínima de  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  que deve ser utilizada na estação de tratamento de água, capaz de tratar 3 000 litros de água de uma só vez, para garantir que todas as partículas em suspensão sejam precipitadas, é mais próxima de:

- A) 59 g.                      C) 987 g.                      E) 2 960 g.  
B) 493 g.                      D) 1 480 g.

- 09.** (Enem) O bisfenol-A é um composto que serve de matéria-prima para a fabricação de polímeros utilizados em embalagens plásticas de alimentos, em mamadeiras e no revestimento interno de latas. Esse composto está sendo banido em diversos países, incluindo o Brasil, principalmente por ser um mimetizador de estrógenos (hormônios) que, atuando como tal no organismo, pode causar infertilidade na vida adulta. O bisfenol-A (massa molar igual a 228 g/mol) é preparado pela condensação da propanona (massa molar igual a 58 g/mol) com fenol (massa molar igual a 94 g/mol) em meio ácido, conforme apresentado na equação química.



Considerando que, ao reagir 580 g de propanona com 3 760 g de fenol, obteve-se 1,14 kg de bisfenol-A, de acordo com a reação descrita, o rendimento real do processo foi de:

- A) 0,025%.                      C) 12,5%.                      E) 50%.  
B) 0,05%.                      D) 25%.

- 10.** (Enem) Água dura é aquela que contém concentrações relativamente altas de íons  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$  dissolvidos. Apesar de esses íons não representarem risco para a saúde, eles podem tornar a água imprópria para alguns tipos de consumo doméstico ou industrial. Objetivando reduzir a concentração de íons  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$  de uma amostra de água dura ao mínimo possível, um técnico em química testou os seguintes procedimentos no laboratório:

- I. Decantação da amostra de água.
- II. Filtração da amostra de água.
- III. Aquecimento da amostra de água.
- IV. Adição do solvente orgânico  $\text{CCl}_4$  à amostra de água.
- V. Adição de  $\text{CaO}$  e  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  à amostra de água.

BROWN, T. L. et al. *Química, a ciência central*. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005 (Adaptação).

O método considerado viável para tratar a água dura e aumentar seu potencial de utilização é o(a)

- A) decantação, pois permite que esses íons se depositem no fundo do recipiente.
- B) filtração, pois assim os íons  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$  são retidos no filtro e separados da água.
- C) aquecimento da amostra de água, para que esses íons sejam evaporados e separados.
- D) adição do solvente orgânico  $\text{CCl}_4$  à amostra, para solubilizar esses íons e separá-los da água.
- E) reação química com  $\text{CaO}$  e  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , para precipitar esses íons na forma de compostos insolúveis.

## MATERIAIS, SUAS PROPRIEDADES E SEUS USOS

### 01.

#### Quando a Química entra em cena

A busca pela obtenção ou purificação de substâncias acompanhou o progresso material da civilização ocidental e oriental. A Química – ainda que como conhecimento meramente técnico – estava ali presente na destilação, na fermentação, na extração, entre outros processos.

Do norte da África ao Oriente Médio, e até a China e a Índia, povos – mesmo pré-históricos – praticaram a Química ao produzirem sabão, açúcares, corantes, bebidas, vidros, metais [...]

Da Antiguidade ao Renascimento, aquela técnica foi ganhando contornos de ciência, escorando-se, para isso, tanto na alquimia quanto na medicina e na metalurgia. Hoje, a Química é um dos pilares do desenvolvimento econômico e tecnológico mundial. Difícil mesmo seria apontar onde ela não está presente em nosso cotidiano, no qual "tudo é Química".

CIÊNCIA HOJE, n. 278, v. 47, jan. / fev. 2011.

O início do texto aborda a purificação de substâncias, isto é, os processos em que uma substância pura é obtida a partir de uma mistura. Entretanto, existem casos de substâncias encontradas na natureza que apresentam alto grau de pureza e que podem ser consideradas puras, por exemplo,

- A) madeira e calcário.
- B) platina e água mineral.
- C) argila e petróleo.
- D) ouro e diamante.
- E) carvão mineral e argila.

**02.** Muitas receitas culinárias podem exigir maior cuidado com a temperatura da chama. Para descongelar alimentos e cozinhar cremes e molhos, por exemplo, é necessário um fogo mais baixo que muitos fogões a gás não atingem. Devido a essa limitação, pode-se utilizar na cozinha um difusor de calor. Esse material é constituído de uma placa metálica que fica bem sobre a chama para espalhar o calor uniformemente sob as panelas e frigideiras, evitando que as tenham contato direto com a chama e que a comida queime em contato com o fundo da panela.

FOOD AND WINE. Diffusers defined. In: *Food and wine*.

Disponível em: <https://www.finecooking.com>.

Acesso em 31 Jan. 2022 (Adaptação)

A propriedade que faz com que o difusor tenha a finalidade descrita é a

- A) ductibilidade.
- B) maleabilidade.
- C) temperatura de fusão.
- D) condutibilidade térmica.
- E) temperatura de ebulição.

**03.** Uma garrafa de plástico de refrigerante gaseificado foi retirada do refrigerador, onde se encontrava a uma temperatura de 5 °C, e colocada sobre a mesa, à temperatura ambiente de 20 °C. Após algum tempo, a garrafa ficou com uma aparência "suada", conforme a figura a seguir.



Andrew Smith

Disponível em: <http://www.sec-ed.co.uk/>.

Acesso em: 11 fev. 2013.

- O "suor" do exterior da garrafa é consequência do(a)
- A) aumento da pressão no interior da garrafa.
  - B) condensação do vapor-d'água da atmosfera na superfície da garrafa fria.
  - C) diminuição do volume de gás dissolvido no refrigerante.
  - D) fluxo de água do refrigerante de dentro para fora pelos poros do plástico.
  - E) transferência de calor do ambiente para o refrigerante.

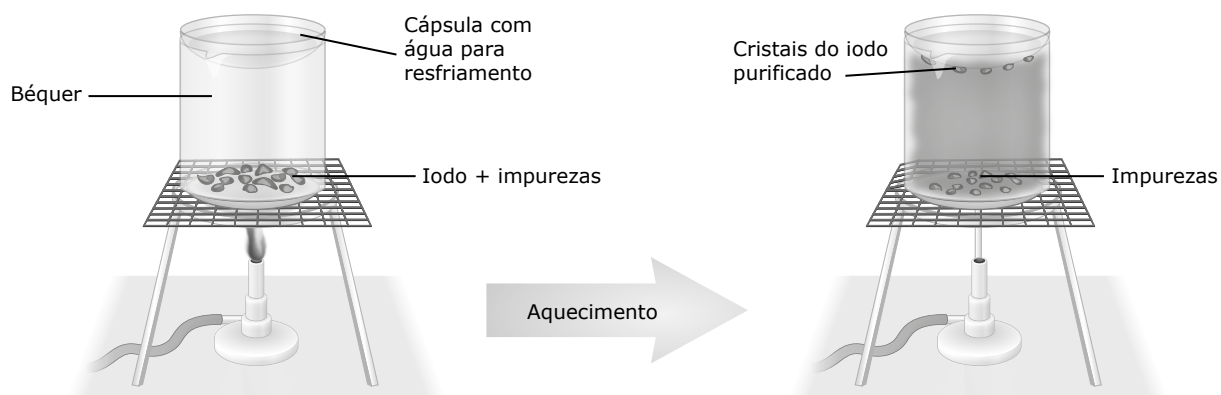
**04.** João quer almoçar *homus*, uma pasta de grão-de-bico temperada com condimentos árabes e quer que esse alimento fique pronto rapidamente. Para tanto, ele colocou bastante água em uma panela grande, acrescentou o grão-de-bico e acendeu o fogo na temperatura máxima. Quando a água começou a ferver, ele abaixou o fogo e deixou o alimento cozinhando na menor regulagem de chama.

João não utilizou fogo alto para cozinhar o alimento, mesmo querendo que ele ficasse pronto o mais rápido possível, porque o(a)

- A) fogo alto e o fogo baixo transmitem a mesma quantidade de energia; a diferença ocorre apenas nos raios de aquecimento nas panelas.
- B) fogo alto promove a formação de muitas bolhas, que dispersam os nutrientes do grão-de-bico que normalmente ficariam na água de cozimento.
- C) grão-de-bico não pode ser cozido em temperatura muito alta; caso contrário, ele resseca e fica mais duro do que o grão cru.
- D) temperatura da água em ebulição fica constante durante o processo de mudança de fase, mesmo com a diminuição da intensidade da chama.
- E) tempo de cozimento do grão-de-bico independe da temperatura da água na qual ele está sendo cozido.



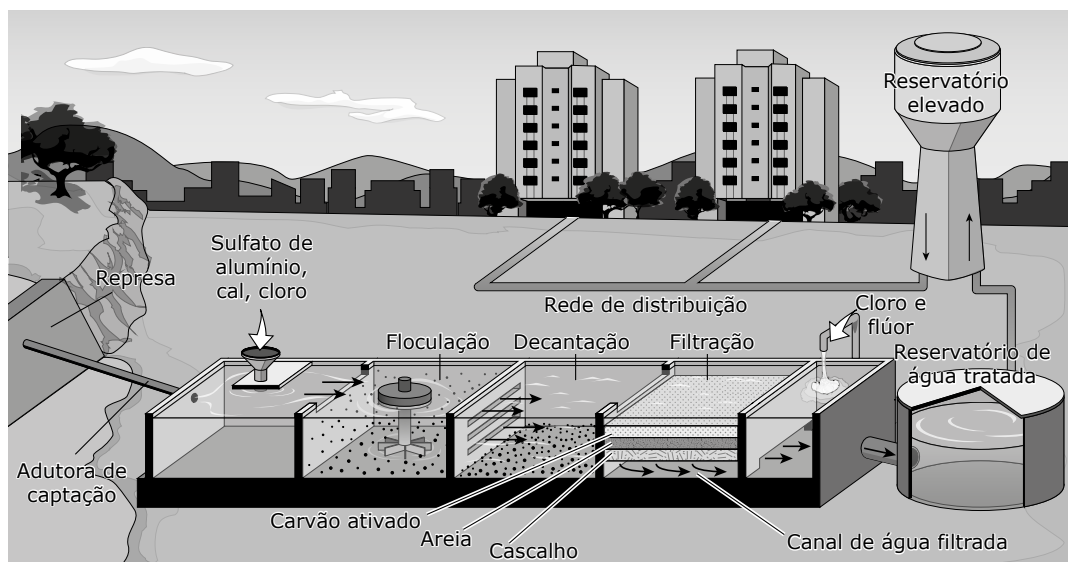
05. A purificação do iodo ( $I_{2(s)}$ ) é feita conforme representa o esquema a seguir:



Para que esse método de purificação seja eficaz, é essencial aquecer o sistema, porque o fornecimento de energia promove

- A) a decomposição do iodo ( $I_{2(s)}$ ), formando os cristais de iodo, que, em seguida, depositam-se na parte inferior da cápsula.
- B) uma reação química endotérmica entre o iodo ( $I_{2(s)}$ ) e o oxigênio presente no interior do recipiente.
- C) a vaporização do iodo ( $I_{2(s)}$ ), com a ruptura quase total das interações, e, em seguida, a sublimação na cápsula de resfriamento.
- D) a sublimação do iodo ( $I_{2(s)}$ ) e, em seguida, a ressublimação na cápsula de resfriamento.
- E) a fusão do iodo ( $I_{2(s)}$ ), com o rompimento e o enfraquecimento de algumas interações.

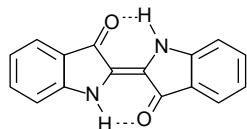
06. Em várias cidades de nosso país, é comum a captação de água em uma represa próxima à cidade e, em seguida, o tratamento e a distribuição dessa água, conforme a figura a seguir:



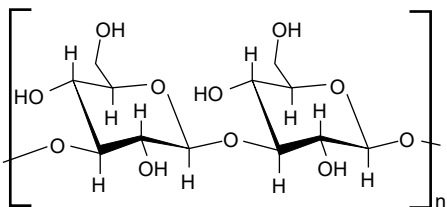
No tratamento da água da represa, deve-se obter água potável, ou seja, própria para o consumo. Nesse caso, a água obtida apresenta apenas uma fase, sendo classificada como

- A) mistura heterogênea, pois a decantação com posterior agitação do sistema não facilita a filtração.
- B) mistura homogênea, pois na etapa de filtração vários compostos são dissolvidos na água.
- C) sistema heterogêneo, em razão da desinfecção, que ocorre com o auxílio do cloro, deixar o sistema com duas fases.
- D) mistura homogênea, já que os processos de floculação, de decantação e de filtração removem as partículas sólidas em suspensão.
- E) substância pura, uma vez que o processo de filtração serve para eliminar os germes patogênicos.

07. O anil, entre todas as tinturas, é a mais antiga a ser usada para tingir tecidos. Entre outros usos, tornou-se famoso por dar a cor às calças *jeans*. A fórmula estrutural a seguir representa a molécula do anil:

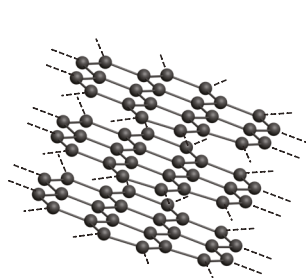


O anil é utilizado para tingir o algodão, tecido formado por fibras de celulose cuja molécula é representada a seguir:

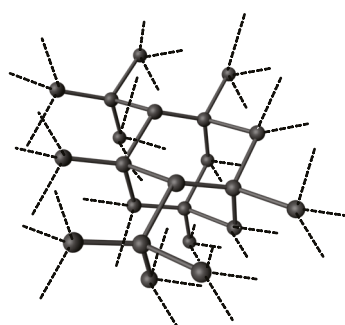


A eficácia da fixação da tintura anil em tecidos de algodão se deve ao estabelecimento de interações químicas denominadas

- A) covalentes.  
 B) dipolo permanente-dipolo permanente.  
 C) forças de dispersão de London.  
 D) iônicas.  
 E) ligações de hidrogênio.
08. O elemento carbono possui quatro variedades alotrópicas. Duas são naturais, o diamante e o grafite, e as outras duas são sintéticas, os fulerenos e os nanotubos. Entre as formas naturais, o grafite é um material condutor de eletricidade, ao contrário do diamante. No grafite, os carbonos estão hibridizados  $sp^2$  e possuem geometria trigonal plana, originando estruturas planares constituídas de anéis hexagonais. Já no diamante, os carbonos são hibridizados  $sp^3$  e possuem geometria tetraédrica, formando uma rede tridimensional.



Estrutura do grafite



Estrutura do diamante

Comparando-se as estruturas dos alotropos naturais do carbono, pode-se concluir que o grafite possui maior condutividade elétrica porque nele há

- A) estrutura de lâminas de átomos de carbono.  
 B) menor organização cristalina dos átomos de carbono.  
 C) ligação covalente dupla entre átomos de carbono.  
 D) tensão reticular devido à organização dos átomos em anéis hexagonais.  
 E) ligações dipolo instantâneo-dipolo induzido entre lâminas de átomos de carbono.

09. Um professor propôs um experimento para comparar densidades de materiais. O esquema a seguir descreve o procedimento experimental:

- I. Dissolva totalmente quatro colheres de sopa cheias de açúcar (cada colher contém 15 g de açúcar) em meio copo de água (125 mL) e adicione pequena quantidade de corante.
- II. Coloque essa mistura em um frasco estreito de capacidade igual a 250 mL.
- III. Complete o volume do frasco com água pura.  
 Atenção: coloque de forma bem lenta a água sem açúcar, escoando-a pelas paredes do recipiente, para que ela não se misture muito com a água com açúcar.
- IV. Coloque a bolinha de naftalina no frasco, porém procure não tocar com as mãos na bolinha.

Disponível em: [www.pontociencia.org.br](http://www.pontociencia.org.br).  
 Acesso em: 19 dez. 2013.

**Dados:**

Densidades em  $g \cdot cm^{-3}$ :

água = 1,0

naftalina = 1,16

sacarose = 1,57

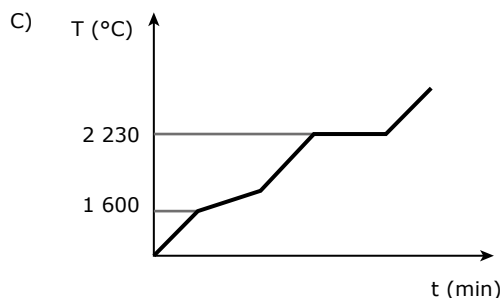
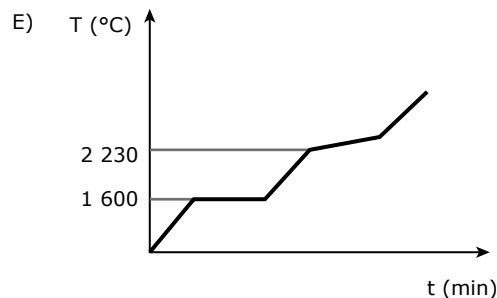
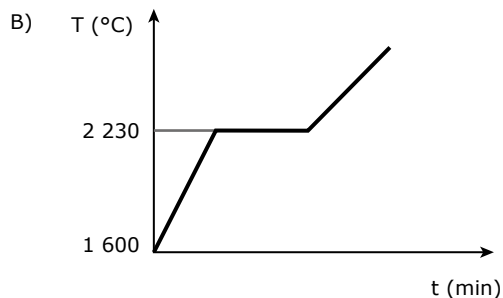
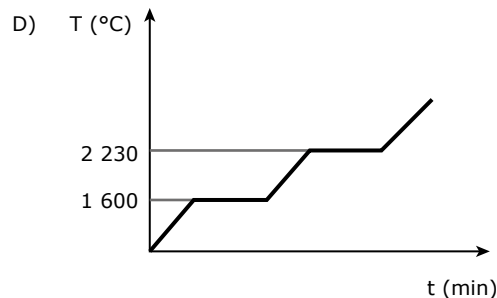
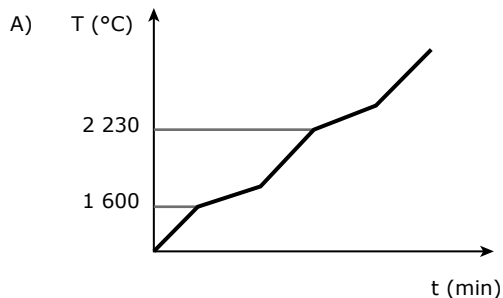
Volume da solução aquosa de sacarose preparada  $\cong$  140 mL

O professor colocou a bolinha de naftalina na superfície da água sem açúcar. Imediatamente, a bolinha

- A) afundou e parou no fundo do frasco.  
 B) afundou e parou entre a porção colorida e a incolor.  
 C) afundou e parou no meio da porção colorida.  
 D) afundou e parou no meio da porção incolor.  
 E) permaneceu no lugar colocado.
10. (Enem-2020) Para assegurar a boa qualidade de seu produto, uma indústria de vidro analisou um lote de óxido de silício ( $SiO_2$ ), principal componente do vidro. Para isso, submeteu uma amostra desse óxido ao aquecimento até sua completa fusão e ebulição, obtendo ao final um gráfico de temperatura  $T$  ( $^{\circ}C$ ) versus tempo  $t$  (min). Após a obtenção do gráfico, o analista concluiu que a amostra encontrava-se pura.

**Dados:**  $SiO_2$ :  $T_{fusão} = 1\ 600\ ^{\circ}C$ ;  $T_{ebulição} = 2\ 230\ ^{\circ}C$ .

Qual foi o gráfico obtido pelo analista?



11. (Enem-2021) Para demonstrar os processos físicos de separação de componentes em misturas complexas, um professor de química apresentou para seus alunos uma mistura de limalha de ferro, areia, cloreto de sódio, bolinhas de isopor e grãos de feijão. Os componentes foram separados em etapas, na seguinte ordem:

Etapa	Material separado	Método de separação
1	Grãos de feijão	Catação
2	Limalha de ferro	Imantação
3	Bolinhas de isopor	Flotação
4	Areia	Filtração
5	Cloreto de sódio	Evaporação

Em qual etapa foi necessário adicionar água para dar sequência às separações?

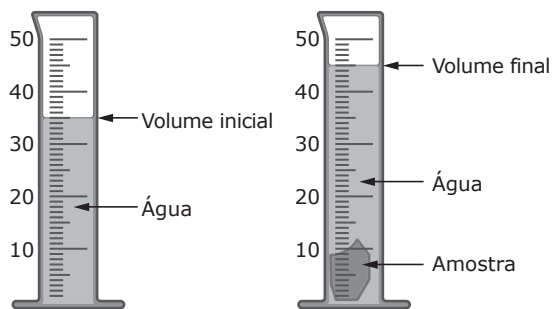
- A) 1                      B) 2                      C) 3                      D) 4                      E) 5
12. (Enem-2021) Para preparar o vinho de laranja, caldo de açúcar é misturado com suco de laranja, e a mistura é passada em panos para retenção das impurezas. O líquido resultante é armazenado em garrafões, que são tampados com rolhas de cortiça. Após oito dias de repouso, as rolhas são substituídas por cilindros de bambu e, finalmente, após dois meses em repouso ocorre novamente a troca dos cilindros de bambu pelas rolhas de cortiça.

RESENDE, D. R.; CASTRO, R. A.; PINHEIRO, P. C. O saber popular nas aulas de química: relato de experiência envolvendo a produção de vinho de laranja e sua interpretação no ensino médio. *Química Nova na Escola*, n. 3, ago. 2010 (Adaptação).

Os processos físico e químico que ocorrem na fabricação dessa bebida são, respectivamente,

- A) decantação e fervura.
- B) filtração e decantação.
- C) filtração e fermentação.
- D) decantação e precipitação.
- E) precipitação e fermentação.

13. (Enem–2021) A densidade é uma propriedade que relaciona massa e volume de um material. Um estudante iniciou um procedimento de determinação da densidade de uma amostra sólida desconhecida. Primeiro ele determinou a massa da amostra, obtendo 27,8 g. Em seguida, utilizou uma proveta, graduada em mililitro, com água para determinar o volume da amostra, conforme esquematizado na figura. Considere a densidade da água igual a 1 g/mL.



Proveta com água      Proveta com água e amostra

A densidade da amostra obtida, em g/mL, é mais próxima de

- A) 0,36.
- B) 0,56.
- C) 0,62.
- D) 0,79.
- E) 2,78.

14. (Enem) Em um experimento, foram separados três recipientes A, B e C, contendo 200 mL de líquidos distintos: o recipiente A continha água, com densidade de 1,00 g/mL; o recipiente B, álcool etílico, com densidade de 0,79 g/mL; e o recipiente C, clorofórmio, com densidade de 1,48 g/mL. Em cada um desses recipientes foi adicionada uma pedra de gelo, com densidade próxima a 0,90 g/mL.

No experimento apresentado, observou-se que a pedra de gelo

- A) flutuou em A, flutuou em B e flutuou em C.
- B) flutuou em A, afundou em B e flutuou em C.
- C) afundou em A, afundou em B e flutuou em C.
- D) afundou em A, flutuou em B e afundou em C.
- E) flutuou em A, afundou em B e afundou em C.

15. (Enem) Cientistas da Austrália descobriram um meio de produzir roupas que se limpam sozinhas. A equipe de pesquisadores usou nanocristais de dióxido de titânio ( $\text{TiO}_2$ ) que, sob ação da luz solar, são capazes de decompor as partículas de sujeira na superfície de um tecido.

O estudo apresentou bons resultados com fibras de algodão e seda. Nesses casos, foram removidas manchas de vinho, bastante resistentes. A nanocamada protetora poderá ser útil na prevenção de infecções em hospitais, uma vez que o dióxido de titânio também mostrou ser eficaz na destruição das paredes celulares de microrganismos que provocam infecções. O termo nano vem da unidade de medida nanômetro, que é a bilionésima parte de 1 metro.

VEJA. Especial Tecnologia. São Paulo: Abril, set. 2008 (Adaptação).

A partir dos resultados obtidos pelos pesquisadores em relação ao uso de nanocristais de dióxidos de titânio na produção de tecidos e considerando uma possível utilização dessa substância no combate às infecções hospitalares, pode-se associar que os nanocristais de dióxido de titânio

- A) são poucos eficientes em ambientes fechados e escuros.
- B) possuem dimensões menores que as de seus átomos formadores.
- C) são poucos eficientes na remoção de partículas de sujeira de natureza orgânica.
- D) destroem microrganismos causadores de infecções, por meio de osmose celular.
- E) interagem fortemente com material orgânico devido à sua natureza apolar.

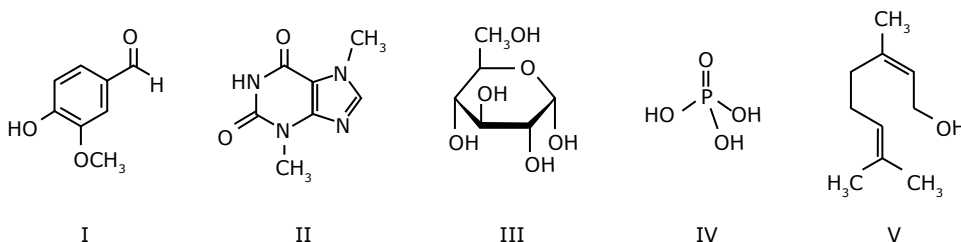
## ÁGUA

01. (Enem–2020) É possível identificar adulterantes do leite de vaca por meio da adição do indicador azul de bromofenol. A presença de agentes oxidantes provoca a descoloração do indicador, mantendo a cor branca na amostra, característica do leite. Substâncias redutoras presentes no leite reagem com o azul de bromofenol, gerando a cor verde. A diminuição do valor de pH do leite torna o indicador amarelo. Em pH mais elevado, o indicador adquire a cor violeta e, em meio neutro, a cor azul. Considere que um lote industrial de leite em embalagem longa vida foi adulterado com excesso de soda cáustica.

Em uma inspeção sanitária do lote adulterado, qual será a cor apresentada pelo leite após adição do indicador azul de bromofenol?

- A) Azul
- B) Verde
- C) Violeta
- D) Branco
- E) Amarelo

02. (Enem–2020) A composição de um dos refrigerantes mais ácidos mundialmente consumido é mantida em segredo pelos seus produtores. Existe uma grande especulação em torno da "fórmula" dessa bebida, a qual envolve algumas das seguintes substâncias:



A substância presente nesse refrigerante, responsável pelo seu acentuado caráter ácido, é a

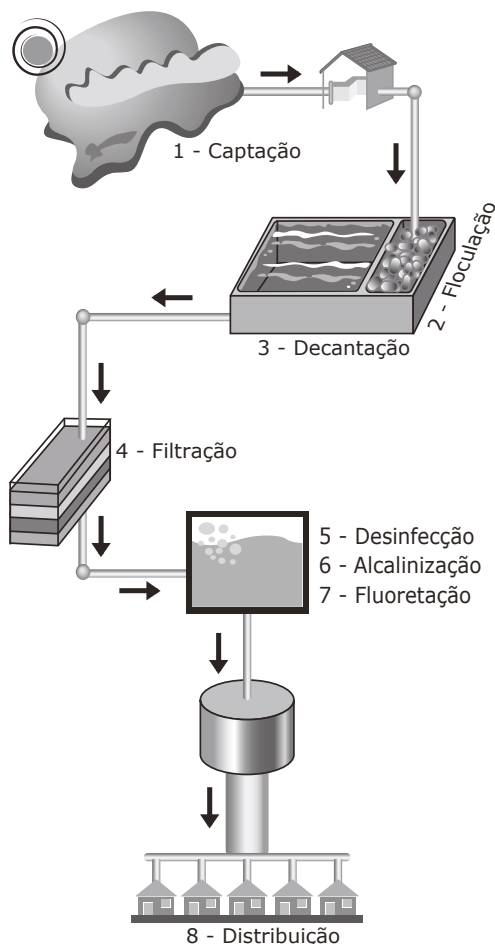
- A) I.                      B) II.                      C) III.                      D) IV.                      E) V.

**03.** (Enem-2020) Reflorestamento é uma ação ambiental que visa repovoar áreas que tiveram a vegetação removida. Uma empresa deseja fazer um replantio de árvores e dispõe de cinco produtos que podem ser utilizados para corrigir o pH do solo que se encontra básico. As substâncias presentes nos produtos disponíveis são:  $\text{CH}_3\text{COONa}$ ,  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ,  $\text{NaBr}$ ,  $\text{NaOH}$  e  $\text{KCl}$ .

A substância a ser adicionada ao solo para neutralizá-lo é

- A)  $\text{CH}_3\text{COONa}$ .                      C)  $\text{NaBr}$ .                      E)  $\text{KCl}$ .  
 B)  $\text{NH}_4\text{Cl}$ .                      D)  $\text{NaOH}$ .

**04.** (Enem-2021) 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.



Disponível em: <http://ecopoa.orgfree.com>. Acesso em: 18 dez. 2012 (Adaptação).

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.

**05.** (Enem) Bebidas podem ser refrigeradas de modo mais rápido utilizando-se caixas de isopor contendo gelo e um pouco de sal grosso comercial. Nesse processo ocorre o derretimento do gelo com consequente formação de líquido e resfriamento das bebidas. Uma interpretação equivocada, baseada no senso comum, relaciona esse efeito à grande capacidade do sal grosso de remover calor do gelo.

Do ponto de vista científico, o resfriamento rápido ocorre em razão da

- A) variação da solubilidade do sal.
- B) alteração da polaridade da água.
- C) elevação da densidade do líquido.
- D) modificação da viscosidade do líquido.
- E) diminuição da temperatura de fusão do líquido.

**06.** (Enem) As indústrias de cerâmica utilizam argila para produzir artefatos como tijolos e telhas. Uma amostra de argila contém 45% em massa de sílica ( $\text{SiO}_2$ ) e 10% em massa de água ( $\text{H}_2\text{O}$ ). Durante a secagem por aquecimento em uma estufa, somente a umidade é removida.

Após o processo de secagem, o teor de sílica na argila seca será de:

- A) 45%.                      C) 55%.                      E) 100%.
- B) 50%.                      D) 90%.

**07.** (Enem) Em um caso de anemia, a quantidade de sulfato de ferro (II) ( $\text{FeSO}_4$ , massa molar igual a 152 g/mol) recomendada como suplemento de ferro foi de 300 mg/dia. Acima desse valor, a mucosa intestinal atua como barreira, impedindo a absorção de ferro. Foram analisados cinco frascos de suplemento, contendo solução aquosa de  $\text{FeSO}_4$ , cujos resultados encontram-se no quadro.

Frasco	Concentração de sulfato de ferro (II) (mol/L)
1	0,02
2	0,20
3	0,30
4	1,97
5	5,01

Se for ingerida uma colher (10 mL) por dia do medicamento para anemia, a amostra que conterá a concentração de sulfato de ferro (II) mais próxima da recomendada é a do frasco de número

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

**08.** (Enem) O álcool comercial (solução de etanol) é vendido na concentração de 96%, em volume. Entretanto, para que possa ser utilizado como desinfetante, deve-se usar uma solução alcoólica na concentração de 70%, em volume. Suponha que um hospital recebeu como doação um lote de 1 000 litros de álcool comercial a 96%, em volume, e pretende trocá-lo por um lote de álcool desinfetante.

Para que a quantidade total de etanol seja a mesma nos dois lotes, o volume de álcool a 70% fornecido na troca deve ser mais próximo de

- A) 1 042 L.                              D) 1 632 L.
- B) 1 371 L.                              E) 1 700 L.
- C) 1 428 L.

**09.** (Enem) O quadro apresenta o teor de cafeína em diferentes bebidas comumente consumidas pela população.

Bebida	Volume (mL)	Quantidade média de cafeína (mg)
Café expresso	80,0	120
Café filtrado	50,0	35
Chá preto	180,0	45
Refrigerante de cola	250,0	80
Chocolate quente	60,0	25

Da análise do quadro conclui-se que o menor teor de cafeína por unidade de volume está presente no

- A) café expresso.                              D) refrigerante de cola.
- B) café filtrado.                              E) chocolate quente.
- C) chá preto.

## TRANSFORMAÇÕES QUÍMICAS E ENERGIA

**01.** Um experimento muito simples e fascinante consiste em misturarmos volumes iguais de álcool isopropílico e água e, em seguida, embebermos completamente uma folha de papel – ou até papel-moeda – no líquido obtido anteriormente para, então, atearmos-lhe fogo. O fascinante é que a nota não é destruída. Na verdade, ela pega fogo, mas não queima.

- O fato de a nota não queimar justifica-se porque o(a)
- A) álcool isopropílico não é um poderoso combustível.
  - B) papel que constitui a nota é desenvolvido para resistir ao fogo.
  - C) água absorve o calor liberado pela combustão do álcool.
  - D) combustão não libera energia suficiente para queimar o papel.
  - E) mistura de álcool isopropílico e água não é inflamável.

**02.** O sódio é um elemento da família dos metais alcalinos, cujo símbolo é Na, que vem do latim *natrium*. Em português, fala-se "sódio" por causa da soda cáustica (hidróxido de sódio, NaOH), que foi usado por Humphry Davy em 1807 para produzir esse elemento. O sódio, por ser um elemento altamente reativo, é armazenado em recipientes que contenham querosene ou benzeno. Pega fogo espontaneamente, reage violentamente com a água e pode queimar a pele de quem o segura.

O sódio metálico reage com água liberando grande quantidade de calor, podendo desencadear uma segunda reação, denominada de combustão. Sobre essas reações:

- A) As variações de entalpia são positivas e a  $H_2O$  é produto da combustão.
- B) As variações de entalpia são negativas e a  $H_2O$  é produto da combustão.
- C) As variações de entalpia são negativas e  $CO_2$  é produto da combustão.
- D) A variação de entalpia é positiva para a formação de  $NaOH_{(aq)}$  e negativa para a formação de  $H_{2(g)}$ .
- E) A variação de entalpia é negativa para a formação de  $NaOH_{(aq)}$  e positiva para a formação de  $H_{2(g)}$ .

**03.** Em 2003, foi lançado o primeiro carro "Total Flex" no Brasil. Esse tipo de carro possui um sistema de motor capaz de funcionar tanto com etanol quanto com gasolina. Desde então, o sistema já faz parte da maioria dos veículos vendidos no país – 85,9% dos automóveis, até outubro de 2010. A vantagem da aquisição de um carro "Total Flex" está no fato de o motorista poder escolher qual combustível utilizar com base nos preços praticados pelos postos de combustível.

A tabela a seguir representa a fórmula molecular, o valor de densidade e o valor de entalpia padrão de combustão para a gasolina e para o etanol.

Combustível	Fórmula molecular	Densidade (g/mL)	$\Delta H^\circ$ de combustão (kJ/mol)
Gasolina	$C_8H_{18(l)}$	0,72	-5 400
Etanol	$C_2H_5OH_{(l)}$	0,79	-1 400

**Dados:** Massas molares em g/mol: H = 1,0; C = 12,0; O = 16,0.

Sabe-se que determinado posto comercializa etanol a R\$ 1,50 o litro e gasolina a R\$ 2,50 o litro. Assim, tendo em vista as informações da tabela e a energia produzida na combustão completa do etanol e da gasolina, o combustível financeiramente mais vantajoso para um motorista ao abastecer um carro "Total Flex" seria

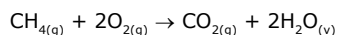
- A) o etanol, pois cada megajoule de energia produzido por esse combustível custa, aproximadamente, 6 centavos.
- B) a gasolina, pois cada megajoule de energia produzido por esse combustível custa, aproximadamente, 6 centavos.
- C) o etanol, pois cada megajoule de energia produzido por esse combustível custa, aproximadamente, 7 centavos.
- D) a gasolina, pois cada megajoule de energia produzido por esse combustível custa, aproximadamente, 7 centavos.
- E) a gasolina, pois cada megajoule de energia produzido por esse combustível custa, aproximadamente, 14 centavos.

**04.** Para produzir 40 g de uma solução salina, dissolveram-se 4,0 g de nitrato de potássio ( $KNO_3$ ) em água a 25 °C. Considere-se que não há perda de calor para as vizinhanças e que a capacidade calorífica da solução salina é  $4,18 J \cdot g^{-1} \cdot K^{-1}$ . Se a temperatura da solução após a dissolução é de 16,6 °C, pode-se dizer que a entalpia de dissolução do nitrato de potássio, em kJ/mol, é, aproximadamente,

**Dados:** Massas molares ( $g \cdot mol^{-1}$ ): K = 39; N = 14; O = 16.

- A) 24,0.
- B) 28,0.
- C) 32,0.
- D) 36,0.
- E) 40,0.

- 05.** A biodigestão é um processo de obtenção de gás metano para a produção de energia. Nesse processo, os dejetos suínos e bovinos, por meio da fermentação anaeróbica dentro de um biodigestor, tornam-se gás combustível que, ao ser queimado, produz energia por meio da reação:

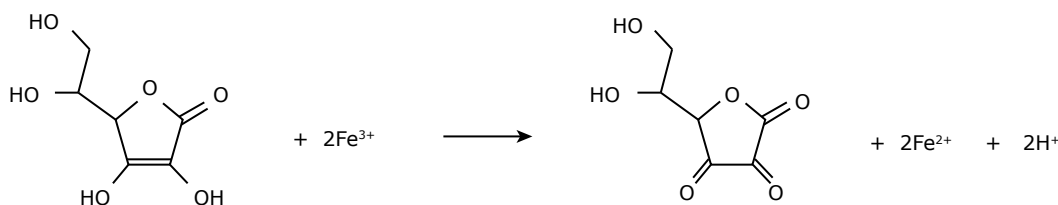


Uma das maneiras de determinar a energia liberada na queima de 1 mol de metano é por meio das energias de ligação representadas no quadro a seguir:

Ligação	Energia de ligação (kJ.mol <sup>-1</sup> )
C-H	413
O=O	494
C=O	804
O-H	463

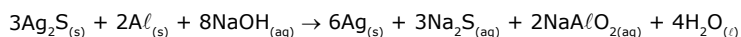
A energia liberada, em kJ, quando 0,5 mol do gás metano é queimado é, aproximadamente, igual a

- A) 106.  
B) 360.  
C) 410.  
D) 648.  
E) 820.
- 06.** (Enem–2020) O elemento ferro é essencial em nossa alimentação, pois ajuda a prevenir doenças como a anemia. Normalmente, na alimentação é ingerido na forma de  $\text{Fe}^{3+}$ , sendo necessário o uso de agentes auxiliares de absorção, como o ácido ascórbico (vitamina C), cuja ação pode ser representada pelo esquema reacional a seguir.



A ação do ácido ascórbico ocorre por meio de uma reação de

- A) eliminação.  
B) substituição.  
C) oxirredução.  
D) neutralização.  
E) hidrogenação.
- 07.** (Enem–2020) Os objetos de prata tendem a escurecer com o tempo, em contato com compostos de enxofre, por causa da formação de uma película superficial de sulfeto de prata ( $\text{Ag}_2\text{S}$ ), que é escuro. Um método muito simples para restaurar a superfície original desses objetos é mergulhá-los em uma solução diluída aquecida de hidróxido de sódio ( $\text{NaOH}$ ), contida em uma panela comum de alumínio. A equação química que ilustra esse processo é:



A restauração do objeto de prata ocorre por causa do(a)

- A) prata, que reduz o enxofre.  
B) íon sulfeto, que sofre oxidação.  
C) íon hidróxido, que atua como agente oxidante.  
D) alumínio, que atua como agente redutor no processo.  
E) variação do pH do meio reacional, que aumenta durante a reação.
- 08.** (Enem–2021) Os compostos iônicos  $\text{CaCO}_3$  e  $\text{NaCl}$  têm solubilidades muito diferentes em água. Enquanto o carbonato de cálcio, principal constituinte do mármore, é praticamente insolúvel em água, o sal de cozinha é muito solúvel. A solubilidade de qualquer sal é o resultado do balanço entre a energia de rede (energia necessária para separar completamente os íons do sólido cristalino) e a energia envolvida na hidratação dos íons dispersos em solução.

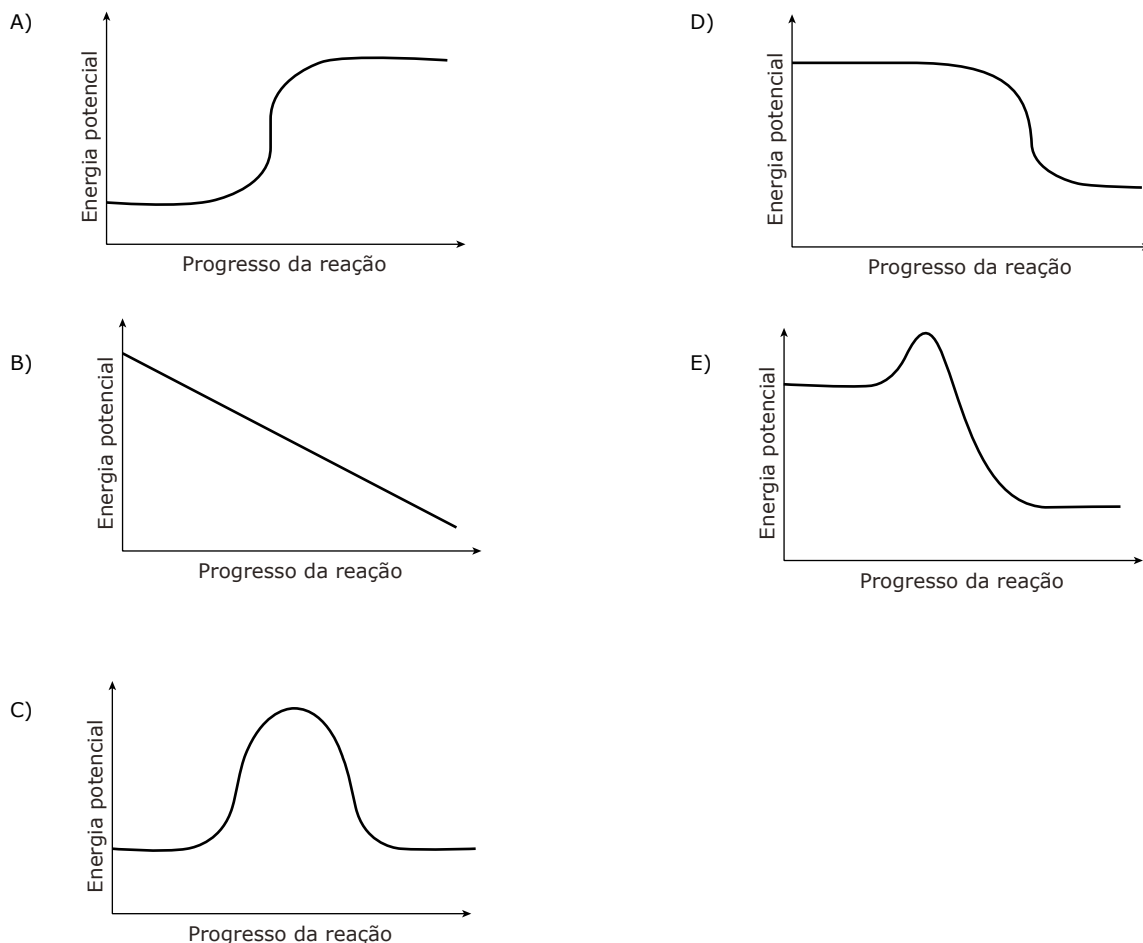
Em relação à energia de rede, a menor solubilidade do primeiro composto é explicada pelo fato de ele apresentar maior

- A) atração entre seus íons.  
B) densidade do sólido iônico.  
C) energia de ionização do cálcio.  
D) eletronegatividade dos átomos.  
E) polarizabilidade do íon carbonato.

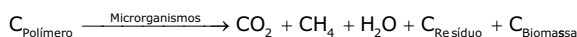


09. (Enem-2021) Grande parte da atual frota brasileira de veículos de passeio tem tecnologia capaz de identificar e processar tanto o etanol quanto a gasolina. Quando queimados, no interior do motor, esses combustíveis são transformados em produtos gasosos, num processo com variação de entalpia menor que zero ( $\Delta H < 0$ ). Esse processo necessita de uma energia de ativação, a qual é fornecida por uma centelha elétrica.

O gráfico que esboça a variação da energia potencial no progresso da reação é representado por:



10. (Enem-2021) Polímeros biodegradáveis são polímeros nos quais a degradação resulta da ação de microrganismos de ocorrência natural, como bactérias, fungos e algas, podendo ser consumidos em semanas ou meses sob condições favoráveis de biodegradação. Na ausência de oxigênio, ocorre a biodegradação anaeróbica, conforme representação esquemática simplificada.



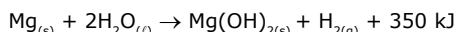
Durante esse processo, há a formação de produtos que podem ser usados para a geração de energia. Um desses produtos é encontrado no estado físico de menor agregação da matéria e pode ser diretamente usado como combustível.

BRITO, G. F. *et al.* Biopolímeros, polímeros biodegradáveis e polímeros verdes. *Revista Eletrônica de Materiais e Processos*, n. 2, 2011 (Adaptação).

O produto que apresenta essas características é:

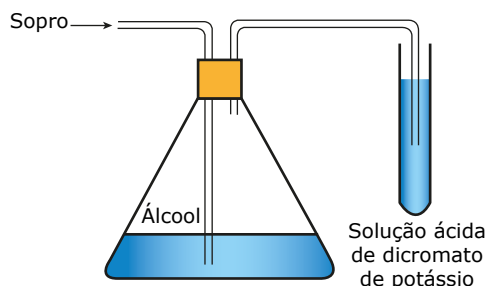
- A)  $CO_2$
- B)  $CH_4$
- C)  $H_2O$
- D)  $C_{\text{Resíduo}}$
- E)  $C_{\text{Biomassa}}$

- 11.** (Enem) Atualmente, soldados em campo, seja em treinamento ou em combate, podem aquecer suas refeições, prontas e embaladas em bolsas plásticas, utilizando aquecedores químicos, sem precisar fazer fogo. Dentro dessas bolsas existe magnésio metálico em pó e, quando o soldado quer aquecer a comida, ele coloca água dentro da bolsa, promovendo a reação descrita pela equação química:



O aquecimento dentro da bolsa ocorre por causa da

- A) redução sofrida pelo oxigênio, que é uma reação exotérmica.  
 B) oxidação sofrida pelo magnésio, que é uma reação exotérmica.  
 C) redução sofrida pelo magnésio, que é uma reação endotérmica.  
 D) oxidação sofrida pelo hidrogênio, que é uma reação exotérmica.  
 E) redução sofrida pelo hidrogênio, que é uma reação endotérmica.
- 12.** (Enem) Um bafômetro simples consiste em um tubo contendo uma mistura sólida de dicromato de potássio em sílica umedecida com ácido sulfúrico. Nesse teste, a detecção da embriaguez por consumo de álcool se dá visualmente, pois a reação que ocorre é a oxidação do álcool a aldeído e a redução do dicromato (alaranjado) a cromo(III) (verde) ou cromo(II) (azul).



A equação balanceada da reação química que representa esse teste é:

- A)  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}{}_{(aq)} + 2\text{H}^+{}_{(aq)} + 3\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—OH}_{(g)} \rightarrow 2\text{Cr}^{3+}{}_{(aq)} + 4\text{H}_2\text{O}_{(l)} + 3\text{CH}_3\text{—COOH}_{(g)}$   
 B)  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}{}_{(aq)} + 8\text{H}^+{}_{(aq)} + 3\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—OH}_{(g)} \rightarrow 2\text{Cr}^{3+}{}_{(aq)} + 7\text{H}_2\text{O}_{(l)} + 3\text{CH}_3\text{—CHO}_{(g)}$   
 C)  $\text{CrO}_4^{2-}{}_{(aq)} + 2\text{H}^+{}_{(aq)} + 3\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—OH}_{(g)} \rightarrow \text{Cr}^{3+}{}_{(aq)} + 4\text{H}_2\text{O}_{(l)} + 3\text{CH}_3\text{—CHO}_{(g)}$   
 D)  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}{}_{(aq)} + 8\text{H}^+{}_{(aq)} + 3\text{CH}_3\text{—CHO}_{(g)} \rightarrow 2\text{Cr}^{3+}{}_{(aq)} + 4\text{H}_2\text{O}_{(l)} + 3\text{CH}_3\text{—COOH}_{(g)}$   
 E)  $\text{CrO}_4^{2-}{}_{(aq)} + 2\text{H}^+{}_{(aq)} + 3\text{CH}_3\text{—CHO}_{(g)} \rightarrow \text{Cr}^{2+}{}_{(aq)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)} + 3\text{CH}_3\text{—COOH}_{(g)}$

- 13.** (Enem) A obtenção de energia por meio da fissão nuclear do  $^{235}\text{U}$  é muito superior quando comparada à combustão da gasolina. O calor liberado na fissão do  $^{235}\text{U}$  é  $8 \cdot 10^{10} \text{ J/g}$  e na combustão da gasolina é  $5 \cdot 10^4 \text{ J/g}$ .

A massa de gasolina necessária para obter a mesma energia na fissão de 1 kg de  $^{235}\text{U}$  é da ordem de:

- A)  $10^3 \text{ g}$                       C)  $10^5 \text{ g}$                       E)  $10^9 \text{ g}$   
 B)  $10^4 \text{ g}$                       D)  $10^6 \text{ g}$

- 14.** (Enem) Partículas beta, ao atravessarem a matéria viva, colidem com uma pequena porcentagem de moléculas e deixam atrás de si um rastro aleatoriamente pontilhado de radicais livres e íons quimicamente ativos. Essas espécies podem romper ainda outras ligações moleculares, causando danos celulares.

HEWITT, P. G. *Física conceitual*. Porto Alegre: Bookman, 2002 (Adaptação).

A capacidade de gerar os efeitos descritos dá-se porque tal partícula é um

- A) elétron e, por possuir massa relativa desprezível, tem elevada energia cinética translacional.  
 B) nêutron e, por não possuir carga elétrica, tem alta capacidade de produzir reações nucleares.  
 C) núcleo do átomo de hélio (He) e, por possuir massa elevada, tem grande poder de penetração.  
 D) fóton e, por não possuir massa, tem grande facilidade de induzir a formação de radicais livres.  
 E) núcleo do átomo de hidrogênio (H) e, por possuir carga positiva, tem alta reatividade química.

## DINÂMICA DAS TRANSFORMAÇÕES QUÍMICAS

- 01.** A vida frenética que a maior parte dos seres humanos possuem implica no aumento de consumo de energia a fim de viabilizar o cumprimento de todas as tarefas do dia a dia. Por isso, o uso de combustíveis fósseis tem sido um dos recursos mais utilizados mundialmente. No entanto, sabe-se que as reservas naturais são esgotáveis. Uma alternativa ao uso de combustíveis fósseis seria a utilização de biocombustíveis, como o *biodiesel* e o etanol, contudo, apesar de serem fontes renováveis não podem ser consideradas limpas, uma vez que o subproduto da combustão é o gás carbônico, maior intensificador do efeito estufa. Surge então a necessidade de empregar uma energia mais limpa e que seja ilimitada. Assim, o gás hidrogênio cumpre perfeitamente essa finalidade, uma vez que devolve para a natureza apenas vapor d'água e sua produção pode ser feita por várias formas, entre elas, por reações de metais com ácidos.

O gás hidrogênio ( $H_2$ ) pode ser obtido a partir da reação química entre o zinco (Zn) em solução de ácido clorídrico (HCl). A fim de obter a melhor forma de se produzir o  $H_2$ , essa reação foi realizada várias vezes por um químico em um laboratório, modificando-se as condições do meio reacional, como temperatura, forma do zinco e concentração da solução ácida. Apenas a quantidade de zinco que foi mantida a mesma para todos os experimentos. Observe a tabela a seguir.

Experimento	Temperatura (°C)	Forma do zinco	Concentração do ácido (mol/L)
I	25	Granulado	1
II	25	Granulado	0,5
III	30	Em pó	1
IV	30	Em pó	0,5
V	30	Em raspas	1

Analisando os dados da tabela, é possível supor que o experimento que produziu o maior volume de gás hidrogênio em um mesmo intervalo de tempo, foi:

- A) O experimento I, pois o zinco apresentava maior superfície de contato e a reação se passou com maior velocidade.
- B) O experimento II, pois o zinco apresentava maior superfície de contato, além de solução ácida menos concentrada, o que levou a reação se processar mais rapidamente.
- C) O experimento III, pois, além do zinco possuir maior superfície de contato (em pó), o experimento se passa em temperatura mais elevada e em solução ácida mais concentrada, o que leva a reação ter a maior velocidade.
- D) O experimento IV, pois, além do zinco possuir maior superfície de contato (em pó), o experimento se passa em temperatura mais elevada e em solução ácida menos concentrada, o que leva a reação ter a menor velocidade.
- E) Em V, pois a maior temperatura do meio, a menor superfície de contato do zinco e a solução ácida menos concentrada, favorecem para que a reação seja a mais rápida de todas.

- 02.** O etanol ( $C_2H_5OH$ ) é um agente sedativo e hipnótico consumido como droga social. Quando ingerido, ele é rápida e completamente absorvido no estômago e no intestino delgado. A velocidade de absorção no estômago depende de vários fatores, sendo que um deles é a concentração de etanol na bebida ingerida. A avaliação da concentração de etanol no sangue é muito importante, do ponto de vista médico-legal, na medida em que se correlaciona com os efeitos no sistema nervoso central.

A principal via para o metabolismo do etanol envolve a álcool desidrogenase, uma enzima que catalisa a conversão do álcool em acetaldeído ( $CH_3CHO$ ). De uma forma geral, as mulheres apresentam menores níveis dessa enzima.

SILVA, Penildon. *Farmacologia*. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1985 (Adaptação).

Em um fim de semana, um grupo de amigos bebeu algumas garrafas de vinho. Um dos rapazes e uma das moças do grupo beberam a mesma quantidade de taças de vinho.

Considerando-se essas informações, pode-se dizer que o estado de embriaguez da moça, quando comparado ao do rapaz, foi

- A) menor, devido à menor quantidade da enzima presente no corpo feminino capaz de metabolizar o álcool.
- B) igual, pois a quantidade de bebida ingerida por ambos foi a mesma.
- C) maior, devido à menor quantidade da enzima presente no corpo feminino capaz de metabolizar o álcool.
- D) igual, pois a concentração de álcool no vinho ingerido por eles é a mesma.
- E) menor, devido à menor concentração de álcool no sangue da moça após 30 minutos.

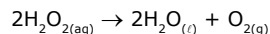
- 03.** Os tratamentos médicos de alopatia, geralmente, requerem do paciente disciplina para uso do medicamento nos devidos horários. Isso ocorre para garantir que sempre exista no corpo do paciente a quantidade mínima necessária do medicamento para combater a doença.

Para combater certa doença, um paciente recebeu orientações médicas de que deveria ingerir comprimidos com 400 mg de um remédio. Lendo a bula do medicamento, o paciente descobriu que, após a ingestão da cápsula, o remédio penetraria a sua corrente sanguínea em duas horas. Além dessa informação, o paciente também descobriu que o tempo de meia-vida do fármaco, tempo necessário para que a quantidade do medicamento se reduza à metade, era de 5 horas e que a quantidade mínima que deveria existir em sua corrente sanguínea para o combate à doença era de 100 mg. Desse modo, quanto tempo, em horas, após a ingestão da primeira cápsula o paciente deve esperar para ingerir a segunda cápsula do medicamento?

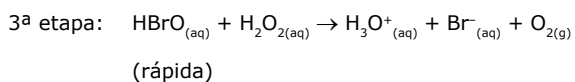
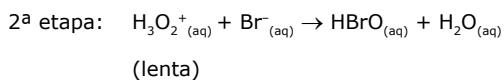
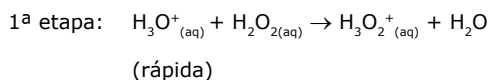
- A) 2
- B) 4
- C) 6
- D) 8
- E) 12

- 04.** Sabe-se que os palitos presentes em uma caixa de fósforo possuem em sua extremidade pólvora, enquanto a lixa presente na parte lateral das caixas é de fósforo. O palito de pólvora pode se acender ao ser atritado ligeiramente sobre a superfície áspera lateral das caixas de fósforos, pois a(o)
- A) combustão do palito de fósforo é endotérmica, necessitando de pouca energia para iniciar.  
 B) combustão do palito é espontânea e não necessita de calor para a sua ocorrência.  
 C) atrito entre o palito e a caixa de fósforo fornece energia suficiente para iniciar a reação.  
 D) caixa de fósforos transfere energia na forma de calor para a pólvora.  
 E) contato entre a pólvora e o fósforo da caixa leva a uma reação que emite luz e calor.

- 05.** A reação de decomposição da água oxigenada é espontânea, mas tem energia de ativação elevada. Isso significa que é uma reação lenta na ausência de catalisador ou energia luminosa.



A seguir, é apresentado um mecanismo de decomposição da água oxigenada na presença de catalisador.

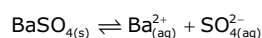


Uma espécie química que atua como catalisador no mecanismo apresentado é

- A)  $\text{Br}^-$ .                      C)  $\text{H}_3\text{O}_2^+$ .                      E)  $\text{O}_2$ .  
 B)  $\text{H}_2\text{O}$ .                      D)  $\text{HBrO}$ .

## TRANSFORMAÇÕES QUÍMICAS E EQUILÍBRIO

- 01.** (Enem) O sulfato de bário ( $\text{BaSO}_4$ ) é mundialmente utilizado na forma de suspensão como contraste em radiografias de esôfago, estômago e intestino. Por se tratar de um sal pouco solúvel, quando em meio aquoso estabelece o seguinte equilíbrio:



Por causa da toxicidade do bário ( $\text{Ba}^{2+}$ ), é desejado que o contraste não seja absorvido, sendo totalmente eliminado nas fezes. A eventual absorção de íons  $\text{Ba}^{2+}$ , porém, pode levar a reações adversas ainda nas primeiras horas após sua administração, como vômito, cólicas, diarreia, tremores, crises convulsivas e até mesmo a morte.

PEREIRA, L. F. *Entenda o caso da intoxicação por Celobar®*. Disponível em: [www.unifesp.br](http://www.unifesp.br). Acesso em: 20 nov. 2013 (Adaptação).

Para garantir a segurança do paciente que fizer o uso do contraste, deve-se preparar essa suspensão em

- A) água destilada.  
 B) soro fisiológico.  
 C) solução de cloreto de bário,  $\text{BaCl}_2$ .  
 D) solução de sulfato de bário,  $\text{BaSO}_4$ .  
 E) solução de sulfato de potássio,  $\text{K}_2\text{SO}_4$ .

- 02.** (Enem) O aproveitamento integral e racional das matérias-primas lignocelulósicas poderá revolucionar uma série de segmentos industriais, tais como o de combustíveis, mediante a produção de bioetanol de segunda geração. Este processo requer um tratamento prévio da biomassa, destacando-se o uso de ácidos minerais diluídos. No pré-tratamento de material lignocelulósico por via ácida, empregou-se uma solução de ácido sulfúrico, que foi preparada diluindo-se 2 000 vezes uma solução de ácido sulfúrico, de concentração igual a 98 g/L, ocorrendo dissociação total do ácido na solução diluída. O quadro apresenta os valores aproximados de logaritmos decimais.

Número	2	3	4	5	6	7	8	9	10
log	0,3	0,5	0,6	0,7	0,8	0,85	0,9	0,95	1

Disponível em: [www.cgee.org.br](http://www.cgee.org.br). Acesso em: 3 ago. 2012 (Adaptação).

Sabendo-se que as massas molares, em g/mol, dos elementos H, O e S são, respectivamente, iguais a 1, 16 e 32, qual é o pH da solução diluída de ácido sulfúrico preparada conforme descrito?

- A) 2,6                              C) 3,2                              E) 3,6  
 B) 3,0                              D) 3,3

- 03.** (Enem-2021) Uma transformação química que acontece durante o cozimento de verduras e vegetais, quando o meio está ácido, é conhecida como feofitinação, na qual a molécula de clorofila (cor verde) se transforma em feofitina (cor amarela). Foi realizado um experimento para demonstrar essa reação e a consequente mudança de cor, no qual os reagentes indicados no quadro foram aquecidos por 20 minutos.

Béquer	Reagentes utilizados
1	Uma folha de couve picada e 150 mL de água.
2	Uma folha de couve picada, 150 mL de água e suco de um limão.
3	Uma folha de couve picada, 150 mL de água e 1 g de bicarbonato de sódio.

Finalizado o experimento, a cor da couve, nos béqueres 1, 2 e 3, respectivamente, será

- A) verde, verde e verde.
- B) amarela, verde e verde.
- C) verde, amarela e verde.
- D) amarela, amarela e verde.
- E) verde, amarela e amarela.

- 04.** (Enem) A água consumida na maioria das cidades brasileiras é obtida pelo tratamento da água de mananciais. A parte inicial do tratamento consiste no peneiramento e sedimentação de partículas maiores. Na etapa seguinte, dissolvem-se na água carbonato de sódio e, em seguida, sulfato de alumínio. O resultado é a precipitação de hidróxido de alumínio, que é pouco solúvel em água, o qual leva consigo as partículas poluentes menores. Posteriormente, a água passa por um processo de desinfecção e, finalmente, é disponibilizada para o consumo. No processo descrito, a precipitação de hidróxido de alumínio é viabilizada porque
- A) a dissolução do alumínio resfria a solução.
  - B) o excesso de sódio impossibilita sua solubilização.
  - C) a oxidação provocada pelo sulfato produz hidroxilas.
  - D) as partículas contaminantes menores atraem essa substância.
  - E) o equilíbrio químico do carbonato em água torna o meio alcalino.

- 05.** (Enem) Fertilizantes químicos mistos, denominados NPK, são utilizados para aumentar a produtividade agrícola, por fornecerem os nutrientes nitrogênio, fósforo e potássio, necessários para o desenvolvimento das plantas. A quantidade de cada nutriente varia de acordo com a finalidade do adubo. Um determinado adubo NPK possui, em sua composição, as seguintes substâncias: nitrato de amônio ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ), ureia ( $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ ), nitrato de potássio ( $\text{KNO}_3$ ), fosfato de sódio ( $\text{Na}_3\text{PO}_4$ ) e cloreto de potássio ( $\text{KCl}$ ).

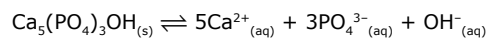
A adição do adubo descrito provocou diminuição no pH de um solo. Considerando o caráter ácido / básico das substâncias constituintes desse adubo, a diminuição do pH do solo deve ser atribuída à presença, no adubo, de uma quantidade significativa de

- A) ureia.
- B) fosfato de sódio.
- C) nitrato de amônio.
- D) nitrato de potássio.
- E) cloreto de potássio.

- 06.** (Enem) A tabela lista os valores de pH de algumas bebidas consumidas pela população.

Bebida	pH
Refrigerante	5,0
Café	3,0
Vinho	4,5
Suco de limão	2,5
Chá	6,0

O esmalte dos dentes é constituído de hidroxiapatita ( $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$ ), um mineral que sofre desmineralização em meio ácido, de acordo com a equação química:



Das bebidas listadas na tabela, aquela com menor potencial de desmineralização dos dentes é o

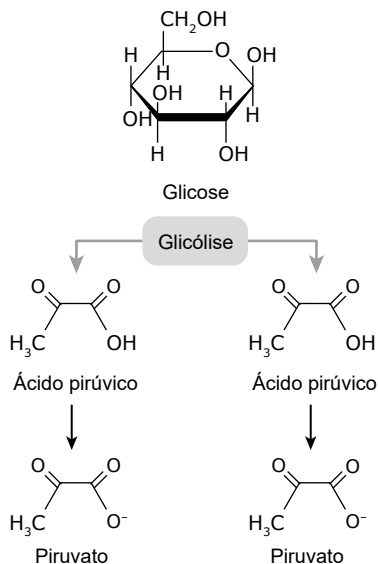
- A) chá.
- B) café.
- C) vinho.
- D) refrigerante.
- E) suco de limão.

- 07.** (Enem) Com o aumento da demanda por alimentos e a abertura de novas fronteiras agrícolas no Brasil, faz-se cada vez mais necessária a correção da acidez e a fertilização do solo para determinados cultivos. No intuito de diminuir a acidez do solo de sua plantação (aumentar o pH), um fazendeiro foi a uma loja especializada para comprar conhecidos insumos agrícolas, indicados para essa correção. Ao chegar à loja, ele foi informado que esses produtos estavam em falta. Como só havia disponíveis alguns tipos de sais, o fazendeiro consultou um engenheiro agrônomo procurando saber qual comprar. O engenheiro, após verificar as propriedades desses sais, indicou ao fazendeiro o

- A)  $\text{KCl}$ .
- B)  $\text{CaCO}_3$ .
- C)  $\text{NH}_4\text{Cl}$ .
- D)  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ .
- E)  $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ .

## COMPOSTOS DE CARBONO

- 01.** A glicólise é um processo que consiste em uma sequência de reações que têm a finalidade de decompor a molécula de glicose (que possui 6 carbonos) em duas moléculas menores (cada uma com 3 carbonos) de uma substância denominada ácido pirúvico. Em meio aquoso, esse composto sofre dissociação, formando o ânion piruvato, que é a espécie que participa dos processos metabólicos.

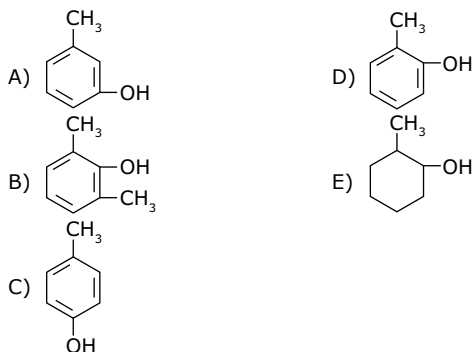


Além da função ácido carboxílico, a outra função orgânica presente na estrutura do produto da glicólise é

- A) álcool.                      C) cetona.                      E) éter.  
 B) aldeído.                    D) éster.
- 02.** O suor é o líquido liberado pelas glândulas sudoríparas da pele dos mamíferos. O conteúdo principal do suor é o cloreto de sódio (o principal ingrediente do sal de cozinha), além de outros materiais que emitem odores, como o 2-metilfenol (*o*-cresol).

Em humanos, o suor é expelido para regular a temperatura corporal, embora haja quem pense que o 2-metilfenol do suor masculino possa atuar como feromônio.

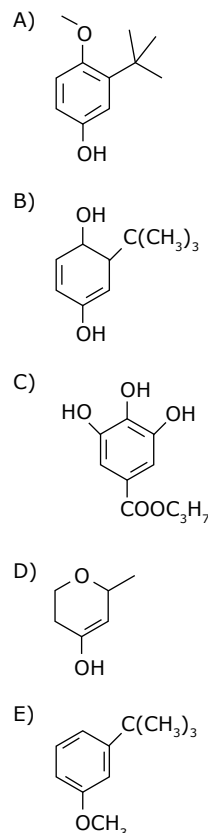
Considerando essas informações, a estrutura da substância citada, que é uma das responsáveis pelo odor do suor, é:



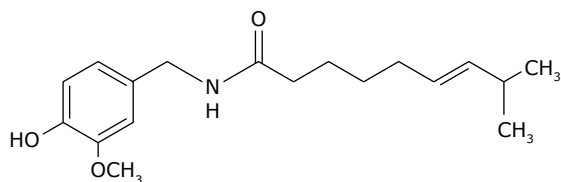
- 03.** Segundo a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa), antioxidante é a substância que retarda o aparecimento de alteração oxidativa no alimento. Do ponto de vista químico, os antioxidantes, que podem ser sintéticos ou naturais, são compostos aromáticos que contêm, no mínimo, uma hidroxila. O butil-hidroxianisol (BHA), um antioxidante sintético que contém grupo funcional característico da função éter, é usado para aumentar a vida útil da margarina e de outras gorduras e óleos, pois evita o ataque do oxigênio às duplas-ligações de suas cadeias carbônicas, evitando que se tornem rançosos. Como não têm o propósito de nutrir, os antioxidantes são considerados um aditivo alimentar.

OS ANTIOXIDANTES. *Revista FIB – Foods Ingredients Brasil*, n. 6, 2009. Disponível em: <http://www.revista-fi.com/materias/83.pdf>. Acesso em: 24 fev. 2014 (Adaptação).

A estrutura que pode representar o BHA é:



- 04.** O pimentão (*Capsicum annum*) é uma hortalíça muito comum consumida pelo brasileiro. Originária do continente americano, ele é uma das 10 hortalíças de maior importância econômica no Brasil e pode ser encontrado em variadas cores. Muito apreciado na gastronomia de diversos países, o pimentão tem um sabor levemente picante devido a uma substância chamada capsaicina, cuja estrutura está representada a seguir:



Na molécula da capsaicina, as funções orgânicas oxigenadas e nitrogenadas presentes, são denominadas:

- A) Éter e fenol  
 B) Éter e cetona  
 C) Éter, fenol e amida  
 D) Éter, fenol e amina  
 E) Álcool, éter e amida

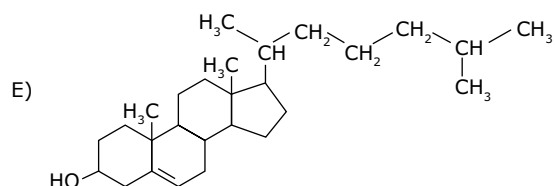
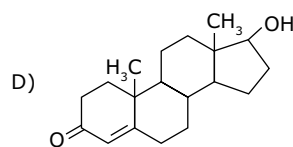
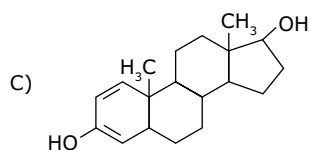
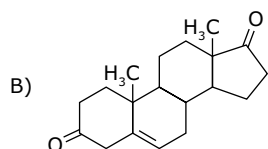
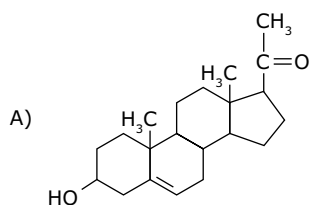
05.



Disponível em: [http://em-busca-do-conhecimento.blogspot.com/2010\\_11\\_01\\_archive.html](http://em-busca-do-conhecimento.blogspot.com/2010_11_01_archive.html). Acesso em: 2 mar. 2011.

Os esteroides, mencionados na charge anterior, são compostos tetracíclicos, sendo o mais comum o colesterol, o qual apresenta em sua estrutura grupo hidroxila, insaturação e oito carbonos assimétricos.

Sendo assim, a estrutura do colesterol está representada em:



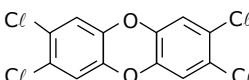
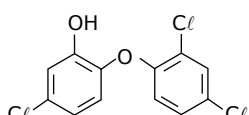
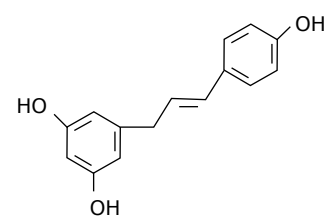
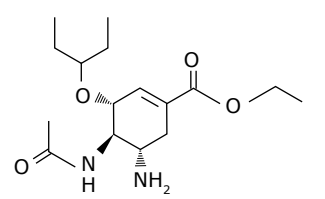
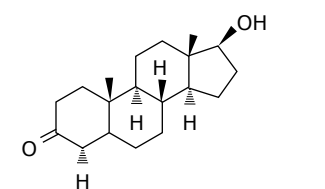
06.

**Sabonete líquido pode prejudicar a saúde**

A ciência está na cola do sabonete líquido. Por trás daquele cheiro inocente, existe um inimigo em potencial, o bactericida triclosan. Trata-se de um composto organoclorado polinuclear, em cuja molécula há grupos funcionais característicos das funções éter e fenol. Segundo pesquisas recentes, o triclosan pode prejudicar os músculos do corpo e do coração. Ratos expostos a esse composto apresentaram uma redução de 25% nas funções cardíacas e, uma hora após o experimento, perderam 18% da força muscular. Os pesquisadores ainda não sabem qual grau de exposição seria necessário para haver algum efeito negativo em nós – nem se realmente poderia dar algum problema –, mas já acham importante alertar para o perigo.

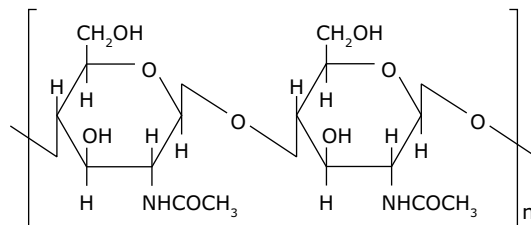
SABONETE líquido pode prejudicar a saúde. *Superabril*. Disponível em: <http://super.abril.com.br/blogs/cienciamaluca/sabonete-liquido-pode-prejudicar-a-saude/>. Acesso em: 5 fev. 2014 (Adaptação).

Qual das estruturas apresentadas a seguir pode representar o triclosan?

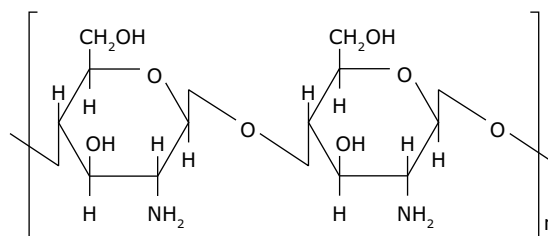
- A) 
- B) 
- C) 
- D) 
- E) 

07.

Quitina e quitosana são polímeros atóxicos, biodegradáveis, biocompatíveis e produzidos por fontes naturais renováveis, cujas propriedades vêm sendo exploradas em aplicações industriais e tecnológicas há quase setenta anos.



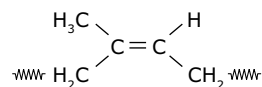
Quitina



Quitosana

Comparando-se as estruturas da quitina e da quitosana, nota-se que elas se diferenciam porque a quitina possui

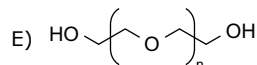
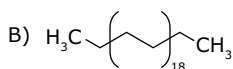
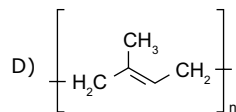
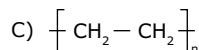
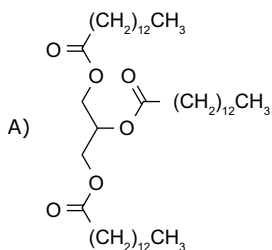
- A) aminas.
  - B) grupos carbonila.
  - C) grupos OH.
  - D) cadeia fechada.
  - E) estrutura polimérica.
08. A camisinha masculina é constituída de um material polimérico denominado látex, cuja estrutura da unidade monomérica é apresentada a seguir:



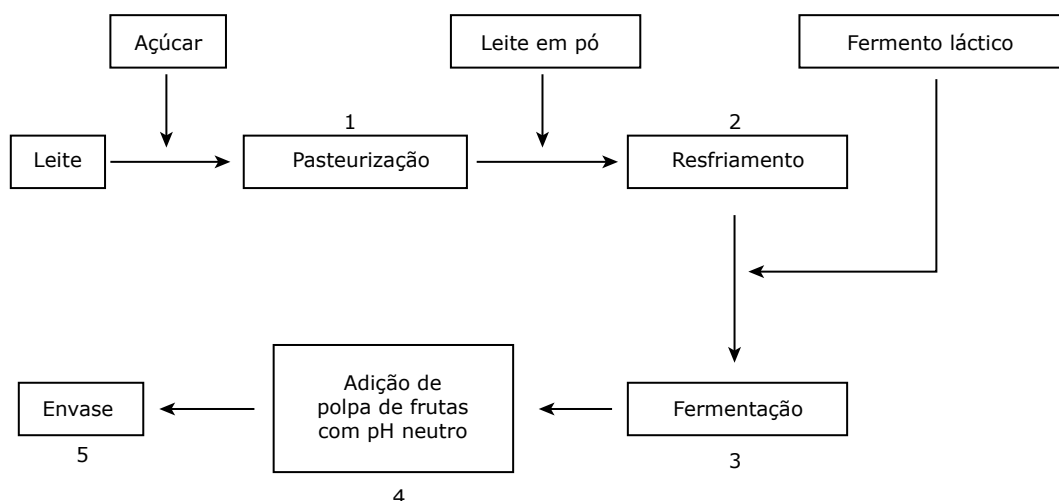
Estudos recentes têm indicado que o uso inapropriado de lubrificantes, como loções oleosas e cremes, que contêm vaselina, óleo mineral ou outros derivados de petróleo que são capazes de interagir com o látex, acarreta microrrupturas nas camisinhas. Essas microrrupturas são imperceptíveis a olho nu e permitem a passagem do esperma, acarretando gravidez indesejável, ou transmissão de doenças sexualmente transmissíveis, como a aids.

Diante do exposto, um lubrificante adequado para a camisinha deve ser à base da substância:





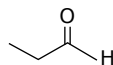
09. (Enem-2020) Em uma das etapas do processo de produção de iogurte, esquematizado na figura, ocorre a mudança da consistência característica do leite, de líquido para gel.



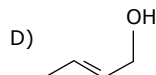
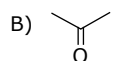
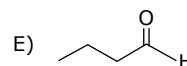
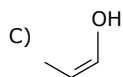
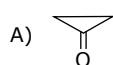
ROBERT, N. R. Disponível em: [www.respostatecnica.org.br](http://www.respostatecnica.org.br). Acesso em: 26 fev. 2012 (Adaptação).

Em qual etapa ocorre essa mudança de consistência?

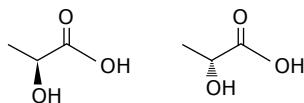
- A) 1                      B) 2                      C) 3                      D) 4                      E) 5
10. (Enem-2020) Os feromônios de insetos são substâncias responsáveis pela comunicação química entre esses indivíduos. A extração de feromônios para uso agrônomico no lugar de pesticidas convencionais geralmente é inviável, pois são encontrados em baixa concentração nas glândulas de armazenamento. Uma das formas de solucionar essa limitação é a síntese em laboratório dos próprios feromônios ou de isômeros que apresentem a mesma atividade. Suponha que o composto apresentado seja um feromônio natural e que seu tautômero seja um potencial substituto.



Com base na estrutura química desse feromônio, seu potencial substituto é representado pela substância:

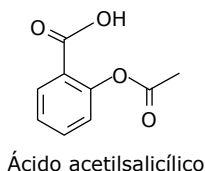


11. (Enem) Várias características e propriedades de moléculas orgânicas podem ser inferidas analisando sua fórmula estrutural. Na natureza, alguns compostos apresentam a mesma fórmula molecular e diferentes fórmulas estruturais. São os chamados isômeros, como ilustrado nas estruturas.



Entre as moléculas apresentadas, observa-se a ocorrência da isomeria

- A) ótica. D) geométrica.  
 B) de função. E) de compensação.  
 C) de cadeia.
12. (Enem) O ácido acetilsalicílico é um analgésico que pode ser obtido pela reação de esterificação do ácido salicílico. Quando armazenado em condições de elevadas temperaturas e umidade, ocorrem mudanças físicas a químicas em sua estrutura, gerando um odor característico. A figura representa a fórmula estrutural do ácido acetilsalicílico.



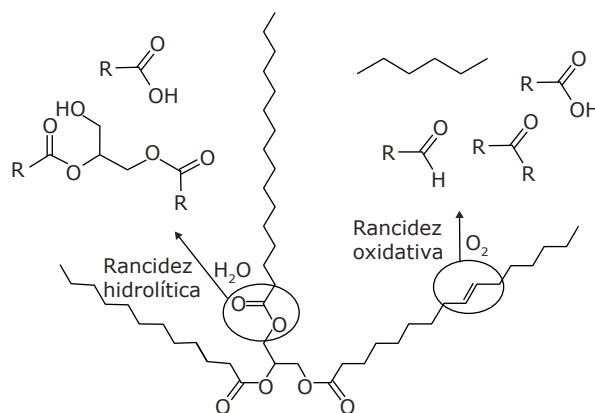
Esse odor é provocado pela liberação de

- A) etanol. D) etanoato de etila.  
 B) etanal. E) benzoato de etila.  
 C) ácido etanoico.
13. (Enem) Em derramamentos de óleo do mar, os produtos conhecidos como "dispersantes" são usados para reduzir a tensão superficial do petróleo derramado, permitindo que o vento e as ondas "quebrem" a mancha em gotículas microscópicas. Estas são dispersadas pela água do mar antes que a mancha de petróleo atinja a costa. Na tentativa de fazer uma reprodução do efeito desse produto em casa, um estudante prepara um recipiente contendo água e gotas de óleo de soja. Há disponível apenas azeite, vinagre, detergente, água sanitária e sal de cozinha.

Qual dos materiais disponíveis provoca uma ação semelhante à situação descrita?

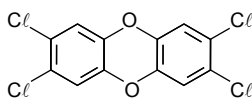
- A) Azeite D) Água sanitária  
 B) Vinagre E) Sal de cozinha  
 C) Detergente

14. (Enem-2021) O *biodiesel* é um combustível alternativo ao diesel de petróleo que tem sido produzido em grande escala no Brasil a partir da transesterificação do óleo de soja em meio alcalino. Visando reduzir a competição com a indústria alimentícia, os óleos de fritura estão entre as matérias-primas alternativas que têm sido consideradas. Porém, o seu uso no processo tradicional é dificultado por causa da acidez de Bronsted, desenvolvida durante o processo de degradação do óleo, conforme mostra o esquema genérico em que R representa um grupamento alquila qualquer.



A dificuldade mencionada é gerada pela presença de grupamentos:

- A)  $\text{R}-\text{C}(=\text{O})\text{OH}$   
 B)  $\text{R}-\text{C}(=\text{O})\text{R}$   
 C)  $\text{R}-\text{C}(=\text{O})\text{H}$   
 D)  $\text{C}_6\text{H}_{14}$   
 E)  $\text{R}-\text{C}(=\text{O})\text{OCH}_2\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_2\text{O}-\text{C}(=\text{O})\text{R}$
15. (Enem) A crescente produção industrial lança ao ar diversas substâncias tóxicas que podem ser removidas pela passagem do ar contaminado em tanques para filtração por materiais porosos, ou para dissolução em água ou solventes orgânicos de baixa polaridade, ou para neutralização em soluções ácidas ou básicas. Um dos poluentes mais tóxicos liberados na atmosfera pela atividade industrial é a 2,3,7,8-tetraclorodioxina.



Esse poluente pode ser removido do ar pela passagem através de tanques contendo

- A) hexano.
- B) metanol.
- C) água destilada.
- D) ácido clorídrico aquoso.
- E) hidróxido de amônio aquoso.

- 16.** (Enem) O senso comum nos diz que os polímeros orgânicos (plásticos) em geral são isolantes elétricos. Entretanto, os polímeros condutores são materiais orgânicos que conduzem eletricidade. O que faz estes polímeros diferentes é a presença das ligações covalentes duplas conjugadas com ligações simples, ao longo de toda a cadeia principal, incluindo grupos aromáticos. Isso permite que um átomo de carbono desfaça a ligação dupla com um vizinho e refaça-a com outro. Assim, a carga elétrica desloca-se dentro do material.

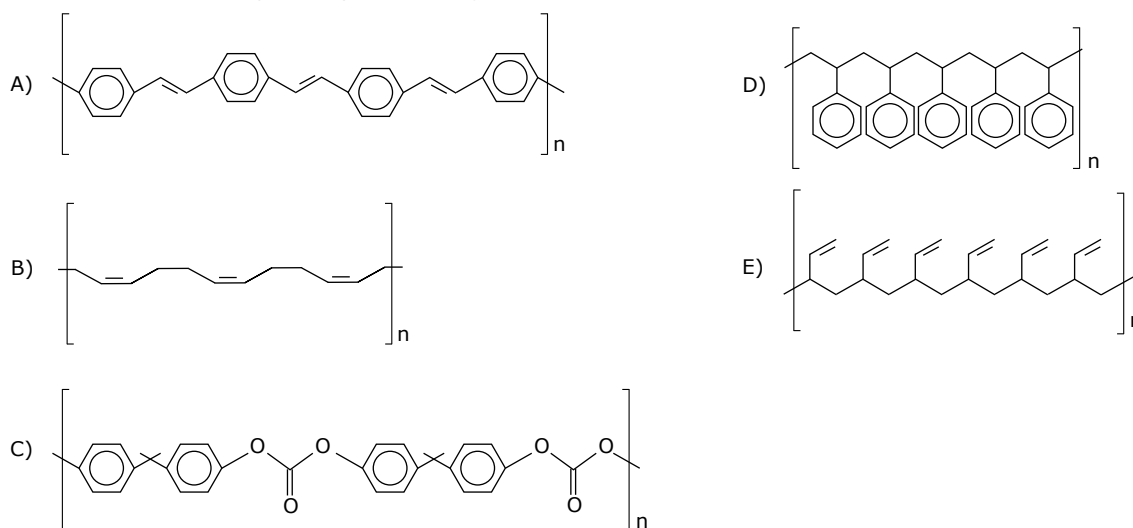
FRANCISCO, R. H. P. Polímeros condutores.

Revista Eletrônica de Ciências, n. 4, fev. 2002.

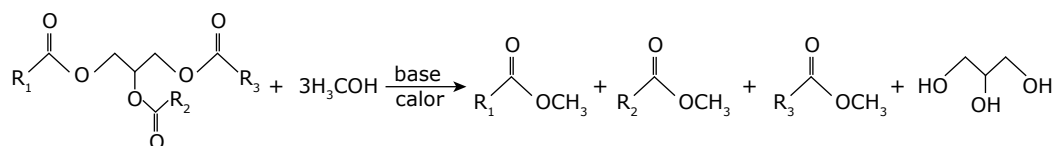
Disponível em: [www.cdcc.usp.br](http://www.cdcc.usp.br). Acesso em: 29 fev. 2012

(Adaptação).

De acordo com o texto, qual dos polímeros seguintes seria condutor de eletricidade?



- 17.** (Enem) Um dos métodos de produção de *biodiesel* envolve a transesterificação do óleo de soja utilizando metanol em meio básico (NaOH ou KOH), que precisa ser realizada na ausência de água. A figura mostra o esquema reacional da produção de *biodiesel*, em que R representa as diferentes cadeias hidrocarbônicas dos ésteres de ácidos graxos.



A ausência de água no meio reacional se faz necessária para

- A) manter o meio reacional no estado sólido.
- B) manter a elevada concentração do meio reacional.
- C) manter constante o volume de óleo no meio reacional.
- D) evitar a diminuição da temperatura da mistura reacional.
- E) evitar a hidrólise dos ésteres no meio reacional e a formação de sabão.

## RELAÇÕES DA QUÍMICA COM AS TECNOLOGIAS, A SOCIEDADE E O MEIO AMBIENTE

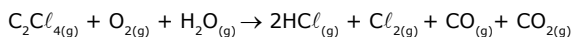
**01.** A atmosfera terrestre é composta por vários gases, entre eles, o dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), principal responsável por acidificar naturalmente a água das chuvas ( $\text{pH} = 5,6$ ). No entanto, devido a algumas fontes de poluição atmosférica, ocorre aumento da concentração de outros óxidos na atmosfera, fazendo com que o pH das águas das chuvas diminua.

Um óxido que contribui para o agravamento do fenômeno descrito é o

- A)  $\text{CaO}$ , pois reage com a água formando base forte.
- B)  $\text{N}_2\text{O}$ , pois reage com a água formando ácido nítrico ( $\text{HNO}_{3(\text{aq})}$ ).
- C)  $\text{SO}_3$ , pois reage com a água formando ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_{4(\text{aq})}$ ).
- D)  $\text{CO}$ , pois reage com a água formando ácido carbônico ( $\text{H}_2\text{CO}_{3(\text{aq})}$ ).
- E)  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , pois eleva a concentração de metais pesados na água das chuvas.

**02.** (Enem–2021) O solvente tetracloreto ou percloroetileno é largamente utilizado na indústria de lavagem a seco e em diversas outras indústrias, tais como a de fabricação de gases refrigerantes. Os vapores desse solvente, quando expostos à elevada temperatura na presença de oxigênio e água, sofrem degradação produzindo gases poluentes, conforme representado pela equação:

BORGES, L. D. ; MACHADO, P. F. L. Lavagem a seco. *Química Nova Escola*, n. 1, fev. 2013 (Adaptação).



Os produtos dessa degradação, quando lançados no meio ambiente, contribuem para a

- A) elevação do pH do solo.
- B) formação de chuva ácida.
- C) eutrofização de mananciais.
- D) elevação dos níveis de ozônio na atmosfera.
- E) formação de óxidos de enxofre na atmosfera.

**03.** (Enem–2021) Um produto, obtido industrialmente da eletrólise de solução aquosa de cloreto de sódio, tem sido amplamente empregado na indústria, por exemplo, na fabricação de papéis, tecidos e sabões. Normalmente, esse produto é usado na desobstrução de encanamentos e sumidouros, pois é capaz de reagir com gorduras.

No entanto, a sua manipulação exige cuidados, pois é altamente corrosivo, podendo, em contato com a pele, provocar vermelhidão, irritação ou "queimaduras" de tecidos vivos. Além disso, se o frasco do produto for abandonado aberto por um longo período de tempo, ele pode absorver  $\text{CO}_2$ , convertendo-se em um sal.

Esse produto industrial é o

- A) cloro molecular,  $\text{Cl}_2$ .
- B) ácido clorídrico,  $\text{HCl}$ .
- C) ácido sulfúrico,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .
- D) hidróxido de sódio,  $\text{NaOH}$ .
- E) carbonato de sódio,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ .

**04.** (Enem) O descarte do óleo de cozinha na rede de esgotos gera diversos problemas ambientais. Pode-se destacar a contaminação dos cursos-d'água, que tem como uma das consequências a formação de uma película de óleo na superfície, causando danos à fauna aquática, por dificultar as trocas gasosas, além de diminuir a penetração dos raios solares no curso hídrico.

Disponível em: <http://revistagalileu.globo.com>. Acesso em: 3 ago. 2012 (Adaptação).

Qual das propriedades dos óleos vegetais está relacionada aos problemas ambientais citados?

- A) Alta miscibilidade em água.
- B) Alta reatividade com a água.
- C) Baixa densidade em relação à água.
- D) Baixa viscosidade em relação à água.
- E) Alto ponto de ebulição em relação à água.

**05.** (Enem)

Estranha neve:

espuma, espuma apenas  
que o vento espalha, bolha em baile no ar,  
vinda do Tietê alvoroçado ao abrir de comportas,  
espuma de dodecilbenzeno irreduzível,  
emergindo das águas profanadas do rio-bandeirante,  
hoje rio-despejo  
de mil imundícies do progresso.

ANDRADE, C. D. *Poesia e prosa*. Rio de Janeiro: Nova Aguilar, 1992. [Fragmento]

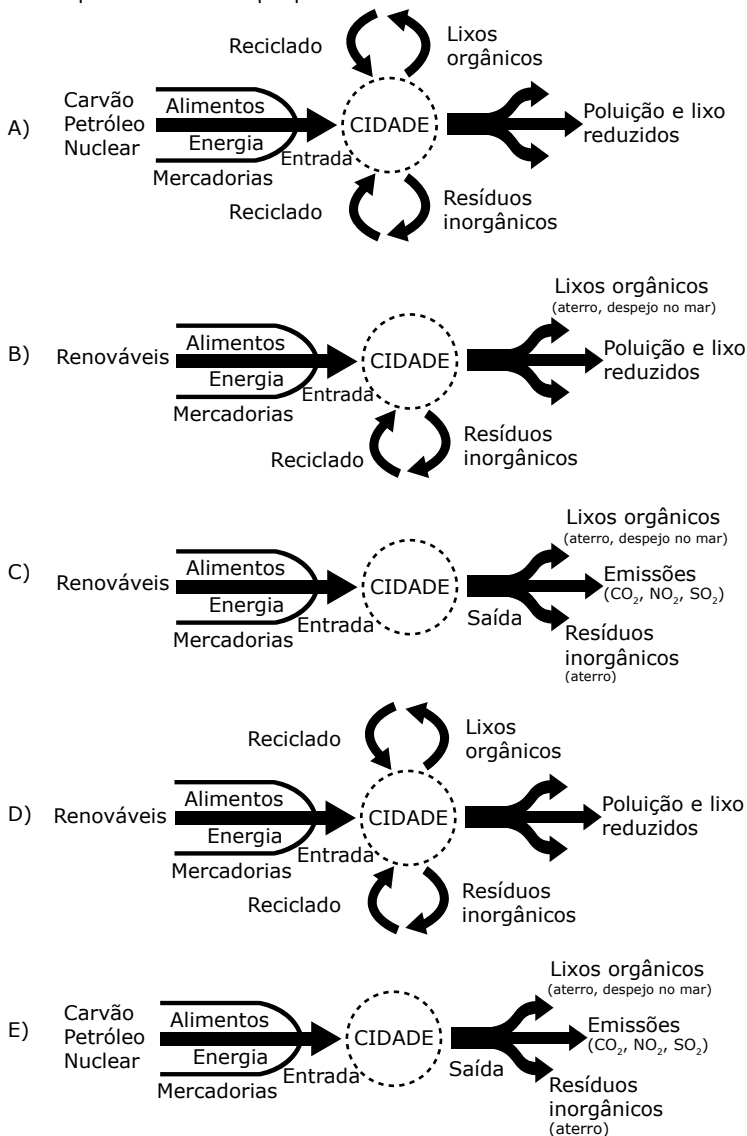
Nesse poema, o autor faz referência à

- A) disseminação de doenças nas áreas atingidas por inundações.
- B) contaminação do lençol freático pela eliminação de lixo nos rios.
- C) ocorrência de enchente causada pela impermeabilização dos solos.
- D) presença de detergentes sintéticos como agentes poluentes de águas.
- E) destruição de fauna e flora pela contaminação de bacias hidrográficas.

06. (Enem) O desenvolvimento sustentável rompe com a lógica da organização social vigente, convidando a novos modos de pensar e agir. Dessa forma, sustentabilidade implica o uso de recursos renováveis em quantidades compatíveis com a capacidade de renovação do planeta.

MCT. Prêmio Jovem Cientista. Cidades sustentáveis. *Caderno do professor*, 2011 (Adaptação).

Um esquema de cidade que pretende atender a esse conceito é:



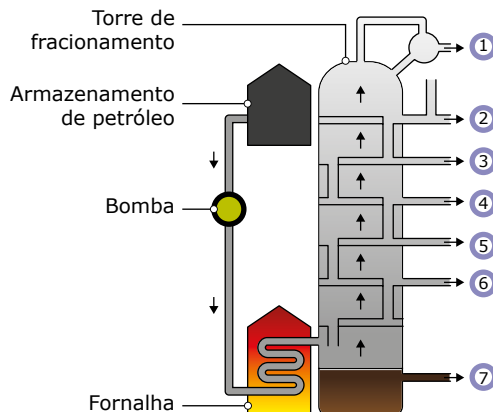
07. (Enem) A instalação de uma indústria de processamento de pescados, próxima a uma aldeia de pescadores, situada à beira-mar, criou um conflito de interesses. A administração pública e os investidores defendem que haverá geração de renda, melhorando a qualidade de vida da população. Os moradores estão receptivos ao empreendimento, mas argumentam que, sem o devido controle, as atividades da indústria podem poluir a água do mar próxima à aldeia.

Uma maneira adequada, do ponto de vista social e ambiental, de minimizar a poluição na água do mar próxima à aldeia, pela instalação da fábrica, é a

- A) destinação apropriada dos efluentes líquidos.
- B) instalação de filtros nas chaminés da indústria.
- C) tratamento da água consumida pela comunidade.
- D) remoção da população para uma região afastada.
- E) realização de análise na água do mar próxima à aldeia.

## ENERGIAS QUÍMICAS NO COTIDIANO

01. O petróleo é uma mistura de compostos orgânicos, principalmente hidrocarbonetos, cujos tamanhos das moléculas podem variar muito. Após ser extraído da natureza, ele é transportado para as refinarias e passa por um processo no qual seus componentes são separados por destilação fracionada, conforme representação a seguir:



O quadro seguinte apresenta as faixas das temperaturas de ebulição e os usos dos produtos obtidos relacionados ao número de átomos de carbono dos hidrocarbonetos.

Número de átomos de carbono dos hidrocarbonetos	Faixa de ebulição (°C)	Aplicações
1 a 4	Até 40	Gás combustível
5 a 12	De 30 a 200	Combustível para motores a gasolina
12 a 16	De 180 a 300	Combustível para motores a jato
16 a 18	De 300 a 350	Combustível para motores a <i>diesel</i> e fornalhas
18 a 25	De 300 a 400	Óleos lubrificantes
25 a 40	De 400 a 510	Fabricação de velas
Acima de 40	Acima de 510	Pavimentação de vias

SOUZA, Liria Alves de. Destilação do petróleo. *Mundo Educação*. Disponível em: <http://www.mundoeducacao.com/quimica/destilacao-petroleo.htm>. Acesso em: 22 jan. 2014 (Adaptação).

Durante o processo de destilação do petróleo, obtêm-se, na saída 1 da coluna de destilação, hidrocarbonetos que poderão ser utilizados como

- A) combustível para motores a *diesel* e fornalhas. D) óleos lubrificantes.  
 B) combustível para motores a jato. E) pavimento de vias.  
 C) gás combustível.
02. (Enem) Combustíveis automotivos têm sido adulterados pela adição de substâncias ou materiais de baixo valor comercial. Esse tipo de contravenção pode danificar os motores, aumentar o consumo de combustível e prejudicar o meio ambiente. Vários testes laboratoriais podem ser utilizados para identificar se um combustível está ou não adulterado. A legislação brasileira estabelece que o *diesel*, obtido do petróleo, contenha certa quantidade de *biodiesel*. O quadro apresenta valores de quatro propriedades do *diesel*, do *biodiesel* e do óleo vegetal, um material comumente utilizado como adulterante.

Propriedade	Diesel	Biodiesel	Óleo vegetal
Densidade (g/cm <sup>3</sup> )	0,884	0,880	0,922
Poder calorífico (MJ/L)	38,3	33,3	36,9
Viscosidade (mm <sup>2</sup> /s)	3,9	4,7	37,0
Teor de enxofre (%)	1,3	<0,001	<0,001

Com base nas informações apresentadas no quadro, quais são as duas propriedades que podem ser empregadas tecnicamente para verificar se uma amostra de *diesel* comercial está ou não adulterada com óleo vegetal?

- A) Densidade e viscosidade.
- B) Teor de enxofre e densidade.
- C) Viscosidade e teor de enxofre.
- D) Viscosidade e poder calorífico.
- E) Poder calorífico e teor de enxofre.

**03.** (Enem) Todo ano, cresce a demanda mundial de energia com o aumento das populações e do consumo. É cada vez mais necessário buscar fontes alternativas que não degradem os recursos do planeta nem comprometam a sobrevivência das espécies. Ainda há muito o que se descobrir sobre o uso eficiente de recursos energéticos provenientes de fontes renováveis, mas elas estão mais próximas do que parece da adoção em larga escala.

BARBOSA, M. A sustentabilidade da energia renovável. *Superinteressante*, n. 102, 1996.

Os recursos energéticos do tipo citado são provenientes de

- A) pilhas e baterias.
- B) usinas nucleares e hidrelétricas.
- C) células solares e geradores eólicos.
- D) centrais geotérmicas e termoeletricas.
- E) usinas maremotrizes e combustíveis fósseis.

**04.** (Enem) Para comparar a eficiência de diferentes combustíveis, costuma-se determinar a quantidade de calor liberada na combustão por mol ou grama de combustível. O quadro mostra o valor de energia liberada na combustão completa de alguns combustíveis.

Combustível	H <sup>o</sup> a 25 °C (kJ/mol)
Hidrogênio (H <sub>2</sub> )	-286
Etanol (C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH)	-1 368
Metano (CH <sub>4</sub> )	-890
Metanol (CH <sub>3</sub> OH)	-726
Octano (C <sub>8</sub> H <sub>18</sub> )	-5 471

As massas molares dos elementos H, C e O são iguais a 1 g/mol, 12 g/mol e 16 g/mol, respectivamente.

ATKINS, P. *Princípios de química*. Porto Alegre: Bookman, 2007 (Adaptação).

Qual combustível apresenta maior liberação de energia por grama?

- A) Hidrogênio.
- B) Etanol.
- C) Metano.
- D) Metanol.
- E) Octano.

**05.** (Enem) A usina termelétrica a carvão é um dos tipos de unidades geradoras de energia elétrica no Brasil. Essas usinas transformam a energia contida no combustível (carvão mineral) em energia elétrica.

Em que sequência ocorrem os processos para realizar essa transformação?

- A) A usina transforma diretamente toda a energia química contida no carvão em energia elétrica, usando reações de fissão em uma célula combustível.
- B) A usina queima o carvão, produzindo energia térmica, que é transformada em energia elétrica por dispositivos denominados transformadores.
- C) A queima do carvão produz energia térmica, que é usada para transformar água em vapor. A energia contida no vapor é transformada em energia mecânica na turbina e, então, transformada em energia elétrica no gerador.
- D) A queima do carvão produz energia térmica, que é transformada em energia potencial na torre da usina. Essa energia é então transformada em energia elétrica nas células eletrolíticas.
- E) A queima do carvão produz energia térmica, que é usada para aquecer água, transformando-se novamente em energia química, quando a água é decomposta em hidrogênio e oxigênio, gerando energia elétrica.

**06.** (Enem) Observe atentamente a charge.



Além do risco de acidentes, como o referenciado na charge, o principal problema enfrentado pelos países que dominam a tecnologia associada às usinas termonucleares é

- A) a escassez de recursos minerais destinados à produção do combustível nuclear.
- B) a produção dos equipamentos relacionados às diversas etapas do ciclo nuclear.
- C) o destino final dos subprodutos das fissões ocorridas no núcleo do reator.
- D) a formação de recursos humanos voltados para o trabalho nas usinas.
- E) o rigoroso controle da Agência Internacional de Energia Atômica.

## GABARITO

### Transformações Químicas

- |       |       |       |
|-------|-------|-------|
| 01. A | 05. C | 09. A |
| 02. A | 06. C | 10. C |
| 03. C | 07. A |       |
| 04. B | 08. E |       |

### Representação das Transformações Químicas

- |       |       |       |
|-------|-------|-------|
| 01. C | 05. B | 09. E |
| 02. A | 06. C | 10. E |
| 03. D | 07. D |       |
| 04. D | 08. D |       |

### Materiais, suas Propriedades e seus Usos

- |       |       |
|-------|-------|
| 01. D | 09. B |
| 02. D | 10. D |
| 03. B | 11. C |
| 04. D | 12. C |
| 05. D | 13. E |
| 06. D | 14. B |
| 07. E | 15. A |
| 08. C |       |

### Água

- |       |       |
|-------|-------|
| 01. C | 06. B |
| 02. D | 07. B |
| 03. B | 08. B |
| 04. E | 09. C |
| 05. E |       |

### Transformações Químicas e Energia

- |       |       |
|-------|-------|
| 01. C | 08. A |
| 02. B | 09. E |
| 03. A | 10. B |
| 04. D | 11. B |
| 05. C | 12. B |
| 06. C | 13. E |
| 07. D | 14. A |

### Dinâmica das Transformações Químicas

- |       |       |
|-------|-------|
| 01. C | 04. C |
| 02. C | 05. A |
| 03. D |       |

### Transformações Químicas e Equilíbrio

- |       |       |
|-------|-------|
| 01. E | 05. C |
| 02. B | 06. A |
| 03. C | 07. B |
| 04. E |       |

### Compostos de Carbono

- |       |       |
|-------|-------|
| 01. C | 10. C |
| 02. D | 11. A |
| 03. A | 12. C |
| 04. C | 13. C |
| 05. E | 14. A |
| 06. B | 15. A |
| 07. B | 16. A |
| 08. E | 17. E |
| 09. C |       |

### Relações da Química com as Tecnologias, a Sociedade e o Meio Ambiente

- |       |       |
|-------|-------|
| 01. C | 05. D |
| 02. B | 06. D |
| 03. D | 07. A |
| 04. C |       |

### Energias Químicas no Cotidiano

- |       |       |
|-------|-------|
| 01. C | 04. A |
| 02. A | 05. C |
| 03. C | 06. C |

## RESOLUÇÕES

