



CHECKLIST QUÍMICA

ENEM

- Estequiometria.
- Termoquímica.
- Radioatividade.
- Funções Inorgânicas.
- Funções Orgânicas.
- Oxirredução.
- Equilíbrio Químico e PH
- Soluções.

Questão 1 (ENEM)

Os combustíveis de origem fóssil, como o petróleo e o gás natural, geram um sério problema ambiental, devido à liberação de dióxido de carbono durante o processo de combustão. O quadro apresenta as massas molares e as reações de combustão não balanceadas de diferentes combustíveis.

Combustível	Massa molar (g/mol)	Reação de combustão (não balanceada)
Metano	16	$\text{CH}_4(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g})$
Acetileno	26	$\text{C}_2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g})$
Etano	30	$\text{C}_2\text{H}_6(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g})$
Propano	44	$\text{C}_3\text{H}_8(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g})$
Butano	58	$\text{C}_4\text{H}_{10}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g})$

Considerando a combustão completa de 58 g de cada um dos combustíveis listados no quadro, a substância que emite mais CO_2 é o

- (a) etano.
- (b) butano.
- (c) metano.
- (d) propano.
- (e) acetileno.

Questão 2 (ENEM)

No Brasil, os postos de combustíveis comercializavam uma gasolina com cerca de 22% de álcool anidro. Na queima de 1 litro desse combustível são liberados cerca de 2 kg de CO_2 na atmosfera. O plantio de árvores pode atenuar os efeitos dessa emissão de CO_2 . A quantidade de carbono fixada por uma árvore corresponde a aproximadamente 50% de sua biomassa seca, e para cada 12g de carbono fixados, 44g de CO_2 são retirados da atmosfera. No Brasil, o plantio de eucalipto (*Eucalyptus grandis*) é bem difundido, sendo que após 11 anos essa árvore pode ter a massa de 106 KG, dos quais 29 kg são água.

Uma única árvore de *Eucalyptus grandis*, com as características descritas, é capaz de fixar a quantidade de CO_2 liberada na queima de um volume dessa gasolina mais próximo de

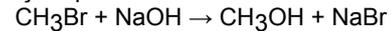
- (a) 19 L.
- (b) 39 L
- (c) 71 L.
- (d) 97 L.
- (e) 141 L.

Questão 3 (ENEM)

A minimização do tempo e custo de uma reação química, bem como o aumento na sua taxa de conversão, caracterizam a eficiência de um processo químico. Como consequência, produtos podem chegar ao consumidor mais baratos. Um dos parâmetros que mede a eficiência de uma reação química é o seu rendimento molar (R , em %), definido com

$$R = \frac{n_{\text{produto}}}{n_{\text{reagente limitante}}} \times 100$$

em que n corresponde ao número de mols. O metanol pode ser obtido pela reação entre brometo de metila e hidróxido de sódio, conforme a equação química:



As massas molares (em g/mol) desses elementos são: H = 1; C = 12; O = 16; Na = 23; Br = 80.

O rendimento molar da reação, em que 32 g de metanol foram obtidos a partir de 142,5 g de brometo de metila e 80 g de hidróxido de sódio, é mais próximo de

- (a) 22%.
- (b) 40%.
- (c) 50%.
- (d) 67%.
- (e) 75%

Questão 4 (ENEM)

Para cada litro de etanol produzido em uma indústria de cana-de-açúcar são gerados cerca de 18 L de vinhaça que é utilizada na irrigação das plantações de cana-de-açúcar, já que contém teores médios de nutrientes N, P e K iguais a 357 mg/L, 60mg/L e 2 034 mg/L, respectivamente.

SILVA, M. A. S.; GRIEBELER, N. P.; BORGES, L. C. Uso de vinhaça e impactos nas propriedades do solo e lençol freático. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, n. 1, 2007 (adaptado)

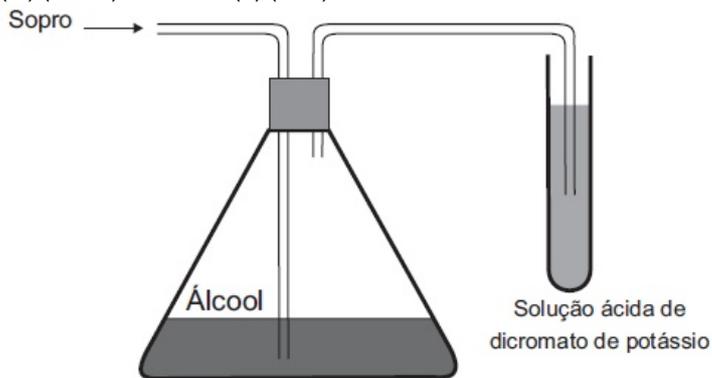
Na produção de 27 000 L de etanol, a quantidade total de fósforo, em kg, disponível na vinhaça será mais próxima de

- (a) 1.
- (b) 29.
- (c) 60.
- (d) 170.
- (e) 1 000.

Questão 5

(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) $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}(\text{aq}) + 2 \text{H}^+(\text{aq}) + 3 \text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-OH}(\text{g}) \rightarrow 2 \text{Cr}^{3+}(\text{aq}) + 4 \text{H}_2\text{O}(\text{l}) + 3 \text{CH}_3\text{-COOH}(\text{g})$
- (b) $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}(\text{aq}) + 8 \text{H}^+(\text{aq}) + 3 \text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-OH}(\text{g}) \rightarrow 2 \text{Cr}^{3+}(\text{aq}) + 7 \text{H}_2\text{O}(\text{l}) + 3 \text{CH}_3\text{-CHO}(\text{g})$
- (c) $\text{CrO}_4^{2-}(\text{aq}) + 2 \text{H}^+(\text{aq}) + 3 \text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-OH}(\text{g}) \rightarrow \text{Cr}^{3+}(\text{aq}) + 4 \text{H}_2\text{O}(\text{l}) + 3 \text{CH}_3\text{-CHO}(\text{g})$
- (d) $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}(\text{aq}) + 8 \text{H}^+(\text{aq}) + 3 \text{CH}_3\text{-CHO}(\text{g}) \rightarrow 2 \text{Cr}^{3+}(\text{aq}) + 4 \text{H}_2\text{O}(\text{l}) + 3 \text{CH}_3\text{-COOH}(\text{g})$
- (e) $\text{CrO}_4^{2-}(\text{aq}) + 2 \text{H}^+(\text{aq}) + 3 \text{CH}_3\text{-CHO}(\text{g}) \rightarrow \text{Cr}^{2+}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) + 3 \text{CH}_3\text{-COOH}(\text{g})$

Questão 6

(ENEM)

As emissões de dióxido de carbono (CO₂) por veículos são dependentes da constituição de cada tipo de combustível. Sabe-se que é possível determinar a quantidade emitida de CO₂, a partir das massas molares do carbono e do oxigênio, iguais a 12 g/mol e 16g/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 CO₂ emitida pelo veículo no ambiente, durante a viagem de férias descrita, é igual a

- (a) 24 kg.
- (b) 33 kg.
- (c) 40 kg.
- (d) 88 kg.
- (e) 147 kg.

Questão 7

(ENEM)

Climatério é o nome de um estágio no processo de amadurecimento de determinados frutos, caracterizado pelo aumento do nível da respiração celular e do gás etileno (C₂H₄). Como consequência, há o escurecimento do fruto, o que representa a perda de muitas toneladas de alimentos a cada ano. É possível prolongar a vida de um fruto climatérico pela eliminação do etileno produzido. Na indústria, utiliza-se o permanganato de potássio (KMnO₄) para oxidar o etileno a etilenoglicol (HOCH₂CH₂OH), sendo o processo representado de forma simplificada na equação:



O processo de amadurecimento começa quando a concentração de etileno no ar está em cerca de 1,0 mg de C₂H₄ por kg de ar.

As massas molares dos elementos H, C, O, K e Mn são, respectivamente, iguais a 1 g/mol, 12 g/mol, 16 g/mol, 39 g/mol e 55 g/mol.

A fim de diminuir essas perdas, sem desperdício de reagentes, a massa mínima de KMnO₄ por kg de ar é mais próxima de

- (a) 0,7 mg.
- (b) 1,0 mg.
- (c) 3,8 mg.
- (d) 5,6 mg.
- (e) 8,5 mg.

Questão 8

(ENEM)

A expressão "Fórmula de Young" é utilizada para calcular a dose infantil de um medicamento, dada a dose do adulto:

$$\text{dose de criança} = \left(\frac{\text{idade da criança (em anos)}}{\text{idade da criança (em anos)} + 12} \right) \cdot \text{dose do adulto}$$

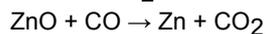
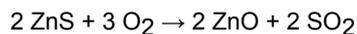
Uma enfermeira deve administrar um medicamento X a uma criança inconsciente, cuja dosagem de adulto é de 60 mg. A enfermeira não consegue descobrir onde está registrada a idade da criança no prontuário, mas identifica que, algumas horas antes, foi administrada a ela uma dose de 14 mg de um medicamento Y, cuja dosagem de adulto é 42 mg. Sabe-se que a dose da medicação Y administrada à criança estava correta.

Então, a enfermeira deverá ministrar uma dosagem do medicamento X, em miligramas, igual a

- (a) 15.
- (b) 20.
- (c) 30.
- (d) 36.
- (e) 40.

Questão 9**(ENEM)**

Para proteger estruturas de aço da corrosão, a indústria utiliza uma técnica chamada galvanização. Um metal bastante utilizado nesse processo é o zinco, que pode ser obtido a partir de um minério denominado esfalerita (ZnS), de pureza 75%. Considere que a conversão do minério em zinco metálico tem rendimento de 80% nesta sequência de equações químicas:



Considere as massas molares: ZnS (97 g/mol); O₂ (32 g/mol); ZnO (81 g/mol); SO₂ (64 g/mol); CO (28 g/mol); CO₂ (44 g/mol); e Zn (65 g/mol)

Que valor mais próximo de massa de zinco metálico, em quilogramas, será produzido a partir de 100 kg de esfalerita?

- a) 25
- b) 33
- c) 40
- d) 50
- e) 54

Questão 10**(ENEM)**

A hidroponia pode ser definida como uma técnica de produção de vegetais sem necessariamente a presença de solo. Uma das formas de implementação é manter as plantas com suas raízes suspensas em meio líquido, de onde retiram os nutrientes essenciais. Suponha que um produtor de rúcula hidropônica precise ajustar a concentração do íon nitrato (NO₃⁻) para 0,009 mol/L em um tanque de 5 000 litros e, para tanto, tem em mãos uma solução comercial nutritiva de nitrato de cálcio 90 g/L. As massas molares dos elementos N, O e Ca são iguais a 14 g/mol, 16 g/mol e 40 g/mol, respectivamente.

Qual o valor mais próximo do volume da solução nutritiva, em litros, que o produtor deve adicionar ao tanque?

- a) 26
- b) 41
- c) 45
- d) 51
- e) 82

Questão 1 (ENEM)

O carro flex é uma realidade no Brasil. Estes veículos estão equipados com motor que tem a capacidade de funcionar com mais de um tipo de combustível. No entanto, as pessoas que têm esse tipo de veículo, na hora do abastecimento, têm sempre a dúvida: álcool ou gasolina? Para avaliar o consumo desses combustíveis, realizou-se um percurso com um veículo flex, consumindo 40 litros de gasolina e no percurso de volta utilizou-se etanol. Foi considerado o mesmo consumo de energia tanto no percurso de ida quanto no de volta.

O quadro resume alguns dados aproximados sobre esses combustíveis.

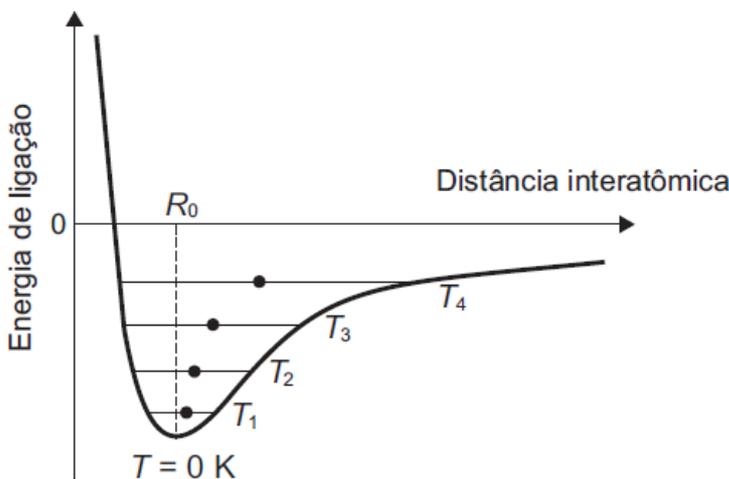
Combustível	Densidade (g mL ⁻¹)	Calor de combustão (kcal g ⁻¹)
Etanol	0,8	-6
Gasolina	0,7	-10

O volume de etanol combustível, em litro, consumido no percurso de volta é mais próximo de

- (a) 27.
- (b) 32.
- (c) 37.
- (d) 58.
- (e) 67.

Questão 2 (ENEM)

Alguns materiais sólidos são compostos por átomos que interagem entre si formando ligações que podem ser covalentes, iônicas ou metálicas. A figura apresenta a energia potencial de ligação em função da distância interatômica em um sólido cristalino. Analisando essa figura, observa-se que, na temperatura de zero kelvin, a distância de equilíbrio da ligação entre os átomos (R_0) corresponde ao valor mínimo de energia potencial. Acima dessa temperatura, a energia térmica fornecida aos átomos aumenta sua energia cinética e faz com que eles oscilem em torno de uma posição de equilíbrio média (círculos cheios), que é diferente para cada temperatura. A distância de ligação pode variar sobre toda a extensão das linhas horizontais, identificadas com o valor da temperatura, de T_1 a T_4 (temperaturas crescentes).

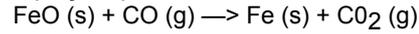


O deslocamento observado na distância média revela o fenômeno da

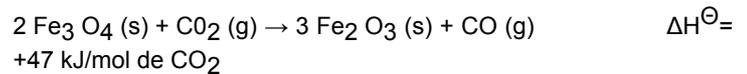
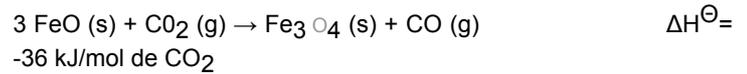
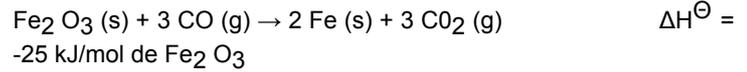
- (a) ionização.
- (b) dilatação.
- (c) dissociação.
- (d) quebra de ligações covalentes.
- (e) formação de ligações metálicas.

Questão 3 (ENEM)

O ferro é encontrado na natureza na forma de seus minérios, tais como a hematita ($\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$), a magnetita (Fe_3O_4) e a wustita (FeO). Na siderurgia, o ferro-gusa é obtido pela fusão de minérios de ferro em altos fornos em condições adequadas. Uma das etapas nesse processo é a formação de monóxido de carbono. O CO (gasoso) é utilizado para reduzir o FeO (sólido), conforme a equação química:



Considere as seguintes equações termoquímicas:



O valor mais próximo de ΔH^\ominus , em kJ/mol de FeO, para a reação indicada do FeO (sólido) com o CO (gasoso) é

- (a) -14.
- (b) -17.
- (c) -50.
- (d) -64.
- (e) -100.

Questão 4 (ENEM)

Os combustíveis de origem fóssil, como o petróleo e o gás natural, geram um sério problema ambiental, devido à liberação de dióxido de carbono durante o processo de combustão. O quadro apresenta as massas molares e as reações de combustão não balanceadas de diferentes combustíveis.

Combustível	Massa molar (g/mol)	Reação de combustão (não balanceada)
Metano	16	$\text{CH}_4 \text{ (g)} + \text{O}_2 \text{ (g)} \rightarrow \text{CO}_2 \text{ (g)} + \text{H}_2\text{O (g)}$
Acetileno	26	$\text{C}_2\text{H}_2 \text{ (g)} + \text{O}_2 \text{ (g)} \rightarrow \text{CO}_2 \text{ (g)} + \text{H}_2\text{O (g)}$
Etano	30	$\text{C}_2\text{H}_6 \text{ (g)} + \text{O}_2 \text{ (g)} \rightarrow \text{CO}_2 \text{ (g)} + \text{H}_2\text{O (g)}$
Propano	44	$\text{C}_3\text{H}_8 \text{ (g)} + \text{O}_2 \text{ (g)} \rightarrow \text{CO}_2 \text{ (g)} + \text{H}_2\text{O (g)}$
Butano	58	$\text{C}_4\text{H}_{10} \text{ (g)} + \text{O}_2 \text{ (g)} \rightarrow \text{CO}_2 \text{ (g)} + \text{H}_2\text{O (g)}$

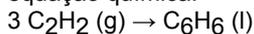
Considerando a combustão completa de 58 g de cada um dos combustíveis listados no quadro, a substância que emite mais CO_2

é o

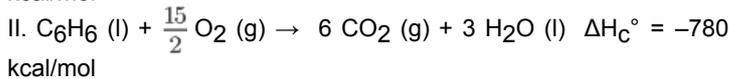
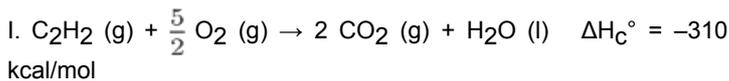
- (a) etano.
- (b) butano.
- (c) metano.
- (d) propano.
- (e) acetileno.

Questão 5 (ENEM)

O benzeno, um importante solvente para a indústria química, é obtido industrialmente pela destilação do petróleo. Contudo, também pode ser sintetizado pela trimerização do acetileno catalisada por ferro metálico sob altas temperaturas, conforme a equação química:



A energia envolvida nesse processo pode ser calculada indiretamente pela variação de entalpia das reações de combustão das substâncias participantes, nas mesmas condições experimentais:



A variação de entalpia do processo de trimerização, em kcal, para a formação de um mol de benzeno é mais próxima de

- (a) -1 090.
- (b) -150.
- (c) -50.
- (d) +157.
- (e) +470.

Questão 6 (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	ΔH_c° a 25 °C (kJ/mol)
Hidrogênio (H_2)	-286
Etanol ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$)	-1 368
Metano (CH_4)	-890
Metanol (CH_3OH)	-726
Octano (C_8H_{18})	-5 471

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

ATKIN, P. *Princípios de química*. Porto Alegre: Bookman, 2007 (adaptado).

Qual combustível apresenta maior liberação de energia por grama?

- (a) Hidrogênio.
- (b) Etanol.
- (c) Metano.
- (d) Metanol.
- (e) Octano.

Questão 7 (ENEM)

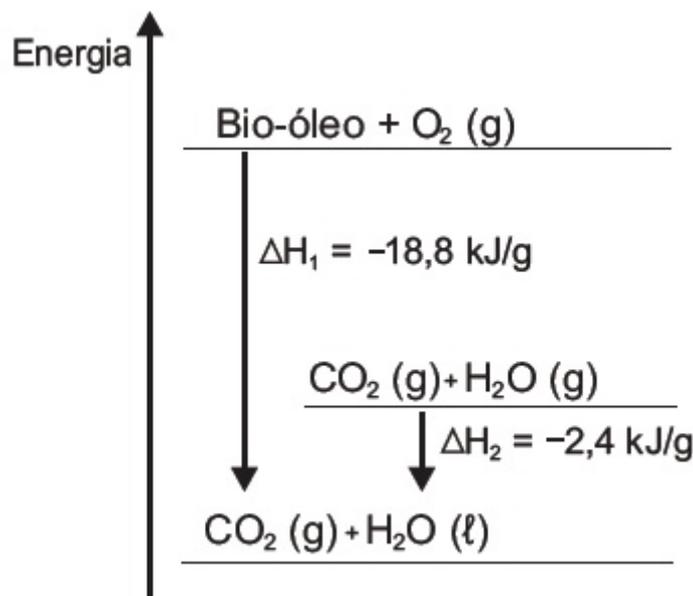
A obtenção de energia por meio da fissão nuclear do ^{235}U é muito superior quando comparada à combustão da gasolina. O calor liberado na fissão do ^{235}U é 8×10^{10} J/g e na combustão da gasolina é 5×10^4 J/g

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

- (a) 10^3 g.
- (b) 10^4 g.
- (c) 10^5 g.
- (d) 10^6 g.
- (e) 10^9 g.

Questão 8 (ENEM)

O aproveitamento de resíduos florestais vem tornando cada dia mais atrativo, pois eles são uma fonte renovável de energia. A figura representa a queima de um bio-óleo extraído do resíduo de madeira, sendo ΔH_1 a variação de entalpia devido à queima de 1 g desse bio-óleo, resultando em gás carbônico e água líquida, e ΔH_2 a variação de entalpia envolvida na conversão de 1 g de água no estado gasoso para o estado líquido.



A variação da entalpia, em kJ, para a queima de 5 g desse bio-óleo resultando em CO_2 (gasoso) e H_2O (gasoso) é:

- (a) -106.
- (b) -94,0.
- (c) -82,0.
- (d) -21,2.
- (e) -16,4.

Questão 9 (ENEM)

Um dos problemas dos combustíveis que contêm carbono é que sua queima produz dióxido de carbono. Portanto, uma característica importante, ao se escolher um combustível, é analisar seu calor de combustão (ΔH_c°), definido como a energia liberada na queima

completa de um mol de combustível no estado padrão. O quadro seguinte relaciona algumas substâncias que contêm carbono e seu ΔH_c° .

Substância	Fórmula	ΔH_c° (kJ/mol)
benzeno	$\text{C}_6\text{H}_6 (\text{l})$	-3 268
etanol	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} (\text{l})$	-1 368
glicose	$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 (\text{s})$	-2 808
metano	$\text{CH}_4 (\text{g})$	-890
octano	$\text{C}_8\text{H}_{18} (\text{l})$	-5 471

ATKINS, P. *Princípios de Química*. Bookman, 2007 (adaptado)

Neste contexto, qual dos combustíveis, quando queimado completamente, libera mais dióxido de carbono no ambiente pela mesma quantidade de energia produzida?

- (a) Benzeno.
- (b) Metano.
- (c) Glicose.
- (d) Octano.
- (e) Etanol.

Questão 10**(ENEM)****Tampe a panela**

Parece conselho de mãe para a comida não esfriar, mas a ciência explica como é possível ser um cidadão ecossustentável adotando o simples ato de tampar a panela enquanto esquentar a água para o macarrão ou para o cafezinho. Segundo o físico Cláudio Furukawa, da USP, a cada minuto que a água ferve em uma panela sem tampa, cerca de 20 gramas do líquido evaporam. Com o vapor, vão embora 11 mil calorias. Como o poder de conferir calor do GLP, aquele gás utilizado no botijão de cozinha, é de 11 mil calorias por grama, será preciso 1 grama a mais de gás por minuto para aquecer a mesma quantidade de água. Isso pode não parecer nada para você ou para um botijão de 13 quilos, mas imagine o potencial de devastação que um cafezinho desprezioso e sem os devidos cuidados pode provocar em uma população como a do Brasil: 54,6 toneladas de gás desperdiçado por minuto de aquecimento da água, considerando que cada família brasileira faça um cafezinho por dia. Ou 4 200 botijões desperdiçados.

Segundo o físico da USP, Cláudio Furukawa, é possível ser um cidadão ecossustentável adotando atos simples. É um argumento utilizado pelo físico, para sustentar a ideia de que podemos contribuir para melhorar a qualidade de vida no planeta,

- (a) tampar a panela para a comida não esfriar, seguindo os conselhos da mãe.
- (b) reduzir a quantidade de calorias, fervendo a água em recipientes tampados.
- (c) analisar o calor do GLP, enquanto a água estiver em processo de ebulição.
- (d) aquecer líquidos utilizando os botijões de 13 quilos, pois consomem menos.
- (e) diminuir a chama do fogão, para aquecer quantidades maiores de líquido.

Questão 11**(ENEM)**

O abastecimento de nossas necessidades energéticas futuras dependerá certamente do desenvolvimento de tecnologias para aproveitar a energia solar com maior eficiência. A energia solar é a maior fonte de energia mundial. Num dia ensolarado, por exemplo, aproximadamente 1 kJ de energia solar atinge cada metro quadrado de superfície terrestre por segundo. No entanto, o aproveitamento dessa energia é difícil porque ela é diluída (distribuída por uma área muito extensa) e oscila com o horário e as condições climáticas. O uso efetivo da energia solar depende de formas de estocar a energia coletada para o uso posterior.

BROWN, T. Química e Ciência Central. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.

Atualmente, uma das formas de se utilizar a energia solar tem sido armazená-la por meio de processos químicos endotérmicos que mais tarde podem ser revertidos para liberar calor. Considerando a reação: $\text{CH}_4(\text{g}) + \text{H}_2\text{O} + \text{calor} \rightleftharpoons \text{CO}(\text{g}) + 3 \text{H}_2(\text{g})$ e analisando-a como potencial mecanismo para o aproveitamento posterior da energia solar, conclui-se que se trata de uma estratégia

- (a) insatisfatória, pois a reação apresentada não permite que a energia presente no meio externo seja absorvida pelo sistema para ser utilizada posteriormente.
- (b) insatisfatória, uma vez que há formação de gases poluentes e com potencial poder explosivo, tornando-a uma reação perigosa e de difícil controle.
- (c) insatisfatória, uma vez que há formação de gás CO que não possui conteúdo energético passível de ser aproveitado posteriormente e é considerado um gás poluente.
- (d) satisfatória, uma vez que a reação direta ocorre com absorção de calor e promove a formação das substâncias combustíveis que poderão ser utilizadas posteriormente para obtenção de energia e realização de trabalho útil.
- (e) satisfatória, uma vez que a reação direta ocorre com liberação de calor havendo ainda a formação das substâncias combustíveis que poderão ser utilizadas posteriormente para obtenção de energia e realização de trabalho útil.

Questão 12**(ENEM)**

No que tange à tecnologia de combustíveis alternativos, muitos especialistas em energia acreditam que os alcoóis vão crescer em importância em um futuro próximo. Realmente, alcoóis como metanol e etanol têm encontrado alguns nichos para uso doméstico como combustíveis há muitas décadas e, recentemente, vêm obtendo uma aceitação cada vez maior como aditivos, ou mesmo como substitutos para gasolina em veículos. Algumas das propriedades físicas desses combustíveis são mostradas no quadro seguinte.

Álcool	Densidade a 25 °C (g/mL)	Calor de Combustão (kJ/mol)
Metanol (CH ₃ OH)	0,79	-726,0
Etanol (CH ₃ CH ₂ OH)	0,79	-1367,0

BAIRD, C. Química Ambiental. São Paulo: Artmed, 1995 (adaptado).

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

Considere que, em pequenos volumes, o custo de produção de ambos os alcoóis seja o mesmo. Dessa forma, do ponto de vista econômico, é mais vantajoso utilizar

- (a) metanol, pois sua combustão completa fornece aproximadamente 22,7 kJ de energia por litro de combustível queimado.
- (b) etanol, pois sua combustão completa fornece aproximadamente 29,7 kJ de energia por litro de combustível queimado.
- (c) metanol, pois sua combustão completa fornece aproximadamente 17,9 MJ de energia por litro de combustível queimado.
- (d) etanol, pois sua combustão completa fornece aproximadamente 23,5 MJ de energia por litro de combustível queimado.
- (e) etanol, pois sua combustão completa fornece aproximadamente 33,7 MJ de energia por litro de combustível queimado.

Questão 1 (ENEM)

Um teste de laboratório permite identificar alguns cátions metálicos ao introduzir uma pequena quantidade do material de interesse em uma chama de bico de Bunsen para, em seguida, observar a cor da luz emitida.

A cor observada é proveniente da emissão de radiação eletromagnética ao ocorrer a

- (a) mudança da fase sólida para a fase líquida do elemento metálico.
- (b) combustão dos cátions metálicos provocada pelas moléculas de oxigênio da atmosfera.
- (c) diminuição da energia cinética dos elétrons em uma mesma órbita na eletrosfera atômica.
- (d) transição eletrônica de um nível mais externo para outro mais interno na eletrosfera atômica.
- (e) promoção dos elétrons que se encontram no estado fundamental de energia para níveis mais energéticos.

Questão 2 (ENEM)

O avanço científico e tecnológico da física nuclear permitiu conhecer, com maiores detalhes, o decaimento radioativo dos núcleos atômicos instáveis, desenvolvendo-se algumas aplicações para a radiação de grande penetração no corpo humano, utilizada, por exemplo, no tratamento do câncer.

A aplicação citada no texto se refere a qual tipo de radiação?

- (a) Beta.
- (b) Alfa.
- (c) Gama.
- (d) Raios X.
- (e) Ultravioleta.

Questão 3 (ENEM)

A energia nuclear é uma alternativa aos combustíveis fósseis que, se não gerenciada de forma correta, pode causar impactos ambientais graves. O princípio da geração dessa energia pode se basear na reação de fissão controlada do urânio por bombardeio de nêutrons, como ilustrado:



Um grande risco decorre da geração do chamado lixo atômico, que exige condições muito rígidas de tratamento e armazenamento para evitar vazamentos para o meio ambiente. Esse lixo é prejudicial, pois

- (a) favorece a ploriferação de microrganismos termófilos.
- (b) produz nêutrons livres que ionizam o ar, tornando-o condutor.
- (c) libera gases que alteram a composição da atmosfera terrestre.
- (d) acentua o efeito estufa decorrente do calor produzido na fissão.
- (e) emite radiação capaz de provocar danos à saúde dos seres vivos.

Questão 4 (ENEM)

A telefonia móvel no Brasil opera com celulares cuja potência média de radiação é cerca de 0,6 W. Por recomendação do ANSI/IEEE, foram estipulados limites para exposição humana à radiação emitida por esses aparelhos. Para o atendimento dessa recomendação, valem os conselhos: segurar o aparelho a uma pequena distância do ouvido, usar fones de ouvido para as chamadas de voz e utilizar o aparelho no modo viva voz ou com dispositivos *bluetooth*. Essas medidas baseiam-se no fato de que a intensidade da radiação emitida decai rapidamente conforme a distância aumenta, por isso, afastar o aparelho reduz riscos.

COSTA, E. A. F. **Efeitos na saúde humana da exposição aos campos de radiofrequência**. Disponível em: www.ced.ufsc.br. Acesso em: 16 nov. 2011 (adaptado).

Para reduzir a exposição à radiação do celular de forma mais eficiente, o usuário deve utilizar

- (a) fones de ouvido, com o aparelho na mão.
- (b) fones de ouvido, com o aparelho no bolso da calça.
- (c) fones bluetooth, com o aparelho no bolso da camisa.
- (d) o aparelho mantido a 1,5 cm do ouvido, segurado pela mão.
- (e) o sistema viva voz, com o aparelho apoiado numa mesa de trabalho.

Questão 5 (ENEM)

Os raios X utilizados para diagnósticos médicos são uma radiação ionizante. O efeito das radiações ionizantes em um indivíduo depende basicamente da dose absorvida, do tempo de exposição e da forma da exposição, conforme relacionados no quadro.

Efeitos de uma radioexposição aguda em adulto		
Forma	Dose absorvida	Sintomatologia
Infraclínica	Menor que 1 J/kg	Ausência de sintomas
Reações gerais leves	de 1 a 2 J/kg	Astenia, náuseas e vômito, de 3 h a 6 h após a exposição
DL ₅₀	de 4 a 4,5 J/kg	Morte de 50% dos indivíduos irradiados
Pulmonar	de 8 a 9 J/kg	Insuficiência respiratória aguda, coma e morte, de 14 h a 36 h
Cerebral	Maior que 10 J/kg	Morte em poucas horas

Disponível em: www.onen.gov.br. Acesso em: 3 set. 2012 (adaptado).

Para um técnico radiologista de 90 kg que ficou exposto, por descuido, durante 5 horas a uma fonte de raios X, cuja potência é de 10 mJ/s, a forma do sintoma apresentado, considerando que toda radiação incidente foi absorvida, é

- (a) DL₅₀.
- (b) cerebral.
- (c) pulmonar.
- (d) infraclínica.
- (e) reações gerais leves.

Questão 6 (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 8×10^{10} J/g e na combustão da gasolina é 5×10^4 J/g

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

- (a) 10^3 g.
- (b) 10^4 g.
- (c) 10^5 g.
- (d) 10^6 g.
- (e) 10^9 g.

Questão 7**(ENEM)**

A bomba reduz neutros e neutrinos, e abana-se com o leque da reação em cadeia

ANDRADE, C. D. Poesia completa e prosa. Rio de Janeiro: Aguilar, 1973 (fragmento).

Nesse fragmento de poema, o autor refere-se à bomba atômica de urânio. Essa reação é dita “em cadeia” porque na

- (a) fissão do ^{235}U ocorre liberação de grande quantidade de calor, que dá continuidade à reação.
- (b) fissão do ^{235}U ocorre liberação de energia, que vai desintegrando o isótopo ^{238}U , enriquecendo-o em mais ^{235}U .
- (c) fissão do ^{235}U ocorre uma liberação de nêutrons, que bombardearão outros núcleos.
- (d) fusão do ^{235}U com ^{238}U ocorre formação de neutrino, que bombardeará outros núcleos radioativos.
- (e) fusão do ^{235}U com ^{238}U ocorre formação de outros elementos radioativos mais pesados, que desencadeiam novos processos de fusão.

Questão 8**(ENEM)**

A falta de conhecimento em relação ao que vem a ser um material radioativo e quais os efeitos, consequências e usos da irradiação pode gerar o medo e a tomada de decisões equivocadas, como a apresentada no exemplo a seguir.

“Uma companhia aérea negou-se a transportar material médico por este portar um certificado de esterilização por irradiação.”

Física na Escola, v. 8, n. 2, 2007 (adaptado).

A decisão tomada pela companhia é equivocada, pois

- (a) o material é incapaz de acumular radiação, não se tornando radioativo por ter sido irradiado.
- (b) a utilização de uma embalagem é suficiente para bloquear a radiação emitida pelo material.
- (c) a contaminação radioativa do material não se prolifera da mesma forma que as infecções por microrganismos.
- (d) o material irradiado emite radiação de intensidade abaixo daquela que ofereceria risco à saúde.
- (e) o intervalo de tempo após a esterilização é suficiente para que o material não emita mais radiação.

Questão 9**(ENEM)**

Considere um equipamento capaz de emitir radiação eletromagnética com comprimento de onda bem menor que a da radiação ultravioleta. Suponha que a radiação emitida por esse equipamento foi apontada para um tipo específico de filme fotográfico e entre o equipamento e o filme foi posicionado o pescoço de um indivíduo. Quanto mais exposto à radiação, mais escuro se torna o filme após a revelação. Após acionar o equipamento e revelar o filme, evidenciou-se a imagem mostrada na figura abaixo.



Dentre os fenômenos decorrentes da interação entre a radiação e os átomos do indivíduo que permitem a obtenção desta imagem inclui-se a

- (a) absorção da radiação eletromagnética e a consequente ionização dos átomos de cálcio, que se transformam em átomos de fósforo.
- (b) maior absorção da radiação eletromagnética pelos átomos de cálcio que por outros tipos de átomos.
- (c) maior absorção da radiação eletromagnética pelos átomos de carbono que por átomos de cálcio.
- (d) maior refração ao atravessar os átomos de carbono que os átomos de cálcio.
- (e) maior ionização de moléculas de água que de átomos de carbono.

Funções Inorgânicas

Questão 1 (ENEM)

Um dos parâmetros de controle de qualidade de polpas de frutas destinadas ao consumo como bebida é a acidez total expressa em ácido cítrico, que corresponde à massa dessa substância em 100 gramas de polpa de fruta. O ácido cítrico é uma molécula orgânica que apresenta três hidrogênios ionizáveis (ácido triprótico) e massa molar 192 g mol^{-1} . O quadro indica o valor mínimo desse parâmetro de qualidade para polpas comerciais de algumas frutas.

Polpa de fruta	Valor mínimo da acidez total expressa em ácido cítrico (g/100 g)
Acerola	0,8
Caju	0,3
Cupuaçu	1,5
Graviola	0,6
Maracujá	2,5

A acidez total expressa em ácido cítrico de uma amostra comercial de polpa de fruta foi determinada. No procedimento, adicionou-se água destilada a 2,2 g da amostra e, após a solubilização do ácido cítrico, o sólido remanescente foi filtrado. A solução obtida foi titulada com solução de hidróxido de sódio $0,01 \text{ mol L}^{-1}$, em que se consumiram 24 mL da solução básica (titulante).

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Instrução normativa n. 1, de 7 de janeiro de 2000. Disponível em: www.agricultura.gov.br. Acesso em: 9 maio 2019 (adaptado).

Entre as listadas, a amostra analisada pode ser de qual polpa de fruta?

- (a) Apenas caju.
- (b) Apenas maracujá.
- (c) Caju ou graviola.
- (d) Acerola ou cupuaçu.
- (e) Cupuaçu ou graviola.

Questão 2 (ENEM)

As abelhas utilizam a sinalização química para distinguir a abelha-rainha de uma operária, sendo capazes de reconhecer diferenças entre moléculas. A rainha produz o sinalizador químico conhecido como ácido 9-hidroxidec-2-enoico, enquanto as abelhas-operárias produzem ácido 10-hidroxidec-2-enoico. Nós podemos distinguir as abelhas-operárias e rainhas por sua aparência, mas, entre si, elas usam essa sinalização química para perceber a diferença. Pode-se dizer que veem por meio da química.

LE COUTEUR, P.; BURRESON, J. **Os botões de Napoleão**: as 17 moléculas que mudaram a história. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2006 (adaptado).

As moléculas dos sinalizadores químicos produzidas pelas abelhas rainha e operária possuem diferença na

- (a) fórmula estrutural.
- (b) fórmula molecular.
- (c) identificação dos tipos de ligação.
- (d) contagem do número de carbonos.
- (e) identificação dos grupos funcionais.

Questão 3 (ENEM)

Companhias que fabricam *jeans* usam cloro para o clareamento, seguido de lavagem. Algumas estão substituindo o cloro por substâncias ambientalmente mais seguras como peróxidos, que podem ser degradados por enzimas chamadas peroxidases. Pensando nisso, pesquisadores inseriram genes codificadores de peroxidases em leveduras cultivadas nas condições de clareamento e lavagem dos *jeans* e selecionaram as sobreviventes para produção dessas enzimas.

TORTORA, G. J.; FUNKE, B. R.; CASE, C. L. **Microbiologia**. Rio de Janeiro: Artmed, 2016 (adaptado).

Nesse caso, o uso dessas leveduras modificadas objetiva

- (a) reduzir a quantidade de resíduos tóxicos nos efluentes da lavagem.
- (b) eliminar a necessidade de tratamento da água consumida.
- (c) elevar a capacidade de clareamento dos *jeans*.
- (d) aumentar a resistência do *jeans* a peróxidos.
- (e) associar ação bactericida ao clareamento.

Questão 4 (ENEM)

O manejo adequado do solo possibilita a manutenção de sua fertilidade à medida que as trocas de nutrientes entre matéria orgânica, água, solo e o ar são mantidas para garantir a produção. Algumas espécies iônicas de alumínio são tóxicas, não só para a planta, mas para muitos organismos como as bactérias responsáveis pelas transformações no ciclo do nitrogênio. O alumínio danifica as membranas das células das raízes e restringe a expansão de suas paredes, com isso, a planta não cresce adequadamente. Para promover benefícios para a produção agrícola, é recomendada a remediação do solo utilizando calcário (CaCO_3).

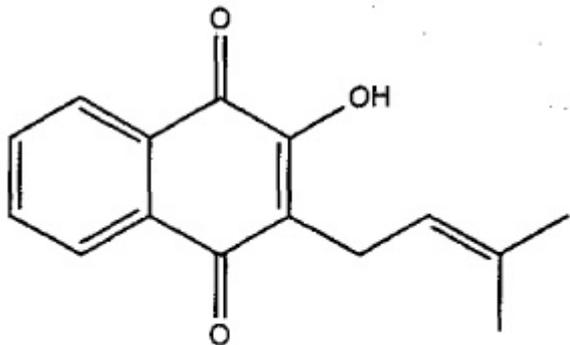
BRADY, N. C.; WEIL, R. R. **Elementos da natureza e propriedades dos solos**. Porto alegre: Bookman, 2013 (adaptado).

Essa remediação promove no solo o(a)

- (a) diminuição do pH, deixando-o fértil.
- (b) solubilização do alumínio, ocorrendo sua lixiviação pela chuva.
- (c) interação do íon cálcio com o íon alumínio, produzindo uma liga metálica.
- (d) reação do carbonato de cálcio com os íons alumínio, formando alumínio metálico.
- (e) aumento da sua alcalinidade, tornando os íons alumínio menos disponíveis.

Questão 5**(ENEM)**

Diversos produtos naturais podem ser obtidos de plantas por processo de extração. O lapachol é da classe das naftoquinonas. Sua estrutura apresenta uma hidroxila enólica ($pK_a = 6,0$) que permite que este composto seja isolado da serragem dos ipês por extração com solução adequada, seguida de filtração simples. Considere que $pK_a = -\log K_a$, em que K_a é a constante ácida da reação de ionização do lapachol.

**Lapachol**

COSTA, P. R. R. et al. *Ácidos e bases em química orgânica*. Porto Alegre: Bookman, 2005 (adaptado).

Qual solução deve ser usada para extração do lapachol da serragem do ipê com maior eficiência?

- (a) Solução de Na_2CO_3 para formar um sal de lapachol.
- (b) Solução-tampão ácido acético/acetato de sódio ($pH = 4,5$).
- (c) Solução de $NaCl$ a fim de aumentar a força iônica do meio.
- (d) Solução de Na_2SO_4 para formar um par iônico com lapachol.
- (e) Solução de HCl a fim de extraí-lo por meio de reação ácido-base.

Questão 6**(ENEM)**

Nos anos de 1990, verificou-se que o rio Potomac, situado no estado norte-americano de Maryland, tinha, em parte de seu curso, águas extremamente ácidas por receber um afluente de uma mina de carvão desativado, o qual continha ácido sulfúrico (H_2SO_4). Essa água, embora límpida, era desprovida de vida. Alguns quilômetros adiante, instalou-se uma fábrica de papel e celulose que emprega hidróxido de sódio ($NaOH$) e carbonato de sódio (Na_2CO_3) em seus processos. Em pouco tempo, observou-se que, a partir do ponto em que a fábrica lança seus rejeitos no rio, a vida aquática voltou a florescer.

HARRIS, D. C. *Análise química quantitativa*. Rio de Janeiro: Livros técnicos e Científicos, 2012(adaptado)]

A explicação para o retorno da vida aquática nesse rio é a

- (a) diluição da águas do rio pelo novos efluente lançado nele.
- (b) precipitação do íon sulfato na presença do efluente da nova fábrica.
- (c) biodegradação do ácido sulfúrico em contato com o novo efluente descartado.
- (d) diminuição da acidez das águas do rio pelo efluente da fábrica de papel e celulose.
- (e) volatilização do ácido sulfúrico após contato com o novo efluente introduzido no rio.

Questão 7**(ENEM)**

Em meados de 2003, mais de 20 pessoas morreram no Brasil após terem ingerido uma suspensão de sulfato de bário utilizada como contraste em exames radiológicos. O sulfato de bário é um sólido pouquíssimo solúvel em água, que não se dissolve mesmo na presença de ácidos. As mortes ocorreram porque um laboratório farmacêutico forneceu o produto contaminado com carbonato de bário, que é solúvel em meio ácido. Um simples teste para verificar a existência de íons bário solúveis poderia ter evitado a tragédia. Esse teste consiste em tratar a amostra com solução aquosa de HCl e, após filtrar para separar os compostos insolúveis de bário, adiciona-se solução aquosa de H_2SO_4 .

TUBINO, M.; SIMONI, J. A. Refletindo sobre o caso Celobar®. *Química Nova*, n. 2, 2007 (adaptado).

A presença de íons bário solúveis na amostra é indicada pela

- (a) liberação de calor.
- (b) alteração da cor para rosa.
- (c) precipitação de um sólido branco.
- (d) formação de gás hidrogênio.
- (e) volatilização de gás cloro.

Questão 8**(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.

Questão 9 (ENEM)

Os hidrocarbonetos são moléculas orgânicas com uma série de aplicações industriais. Por exemplo, eles estão presentes em grande quantidade nas diversas frações do petróleo e normalmente são separados por destilação fracionada, com base em suas temperaturas de ebulição. O quadro apresenta as principais frações obtidas na destilação do petróleo em diferentes faixas de temperaturas.

Fração	Faixa de temperatura (°C)	Exemplos de produtos(s)	Número de átomos de carbono (hidrocarboneto de fórmula geral C_nH_{2n+2})
1	Até 20	Gás natural e gás de cozinha (GLP)	C_1 a C_4
2	30 a 180	Gasolina	C_6 a C_{12}
3	170 a 290	Querosene	C_{11} a C_{16}
4	260 a 350	Óleo diesel	C_{14} a C_{18}

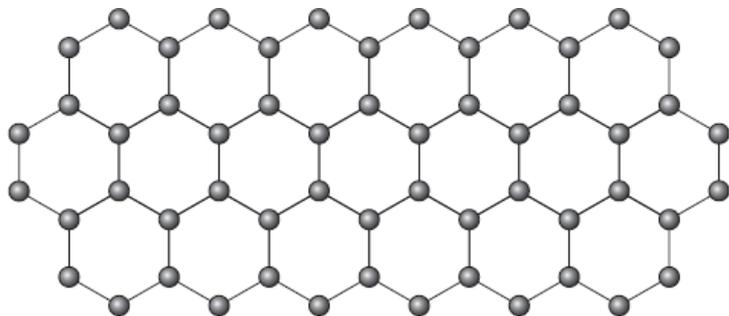
SANTA MARIA, L. C. et al. Petróleo: um tema para o ensino de química. *Química Nova na Escola*, n.15, maio 2002 (adaptado).

Na fração 4, a separação dos compostos ocorre em temperaturas mais elevadas porque

- (a) suas densidades são maiores.
- (b) o número de ramificações é maior.
- (c) sua solubilidade no petróleo é maior.
- (d) as forças intermoleculares são mais intensas.
- (e) a cadeia carbônica é mais difícil de ser quebrada.

Questão 10 (ENEM)

O grafeno é uma forma alotrópica do carbono constituído por uma folha planar (arranjo bidimensional) de átomos de carbono compactados e com a espessura de apenas um átomo. Sua estrutura é hexagonal, conforme a figura.

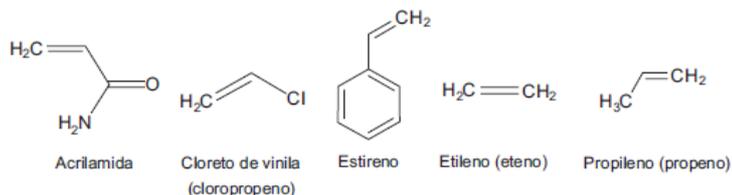


Nesse arranjo, os átomos de carbono possuem hibridação

- (a) sp de geometria linear.
- (b) sp^2 de geometria trigonal planar.
- (c) sp^3 alternados com carbonos com hibridação sp de geometria linear.
- (d) sp^3d de geometria planar.
- (e) sp^3d^2 com geometria hexagonal planar.

Questão 11 (ENEM)

Os polímeros são materiais amplamente utilizados na sociedade moderna, alguns deles na fabricação de embalagens e filmes plásticos, por exemplo. Na figura estão relacionadas as estruturas de alguns monômeros usados na produção de polímeros de adição comuns.

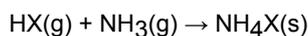


Dentre os homopolímeros formados a partir dos monômeros da figura, aquele que apresenta solubilidade em água é.

- (a) polietileno
- (b) poliestireno.
- (c) polipropileno.
- (d) poliacrilamida.
- (e) policloreto de vinila.

Questão 12 (ENEM)

Partículas microscópicas existentes na atmosfera funcionam como núcleos de condensação de vapor de água que, sob condições adequadas de temperatura e pressão, propiciam a formação das nuvens e consequentemente das chuvas. No ar atmosférico, tais partículas são formadas pela reação de ácidos (HX) com a base NH_3 , de forma natural ou antropogênica, dando origem a sais de amônio (NH_4X), de acordo com a equação química genérica:



FELIX, E. P.; CARDOSO, A. A. Fatores ambientais que afetam a precipitação úmida. *Química Nova na Escola*, n. 21, maio 2005 (adaptado)

A fixação de moléculas de vapor de água pelos núcleos de condensação ocorre por

- (a) ligações iônicas.
- (b) interações dipolo-dipolo.
- (c) interações dipolo-dipolo induzido.
- (d) interações íon-dipolo
- (e) ligações covalentes.

Questão 13 (ENEM)

A absorção e o transporte de substâncias tóxicas em sistemas vivos dependem da facilidade com que estas se difundem através das membranas das células. Por apresentar propriedades química similares, testes laboratoriais empregam o octan-1-ol como modelo da atividade das membranas. A substância a ser testada é adicionada a uma mistura bifásica do octan-1-ol com água, que é agitada e, ao final, é medido o coeficiente de partição octan-1-ol:água (K_{oa}):

$$K_{oa} = \frac{C_{oct}}{C_a}$$

em que C_{oct} é a concentração da substância na fase octan-1-ol, e C_a a concentração da substância na fase aquosa.

Foram avaliados cinco poluentes de sistemas aquáticos: benzeno, butano, éter dietílico, fluorobutano e metanol.

O poluente que apresentou K_{oa} tendendo a zero é o

- (a) éter dietílico.
- (b) fluorobutano.
- (c) benzeno.
- (d) metanol.
- (e) butano.

Questão 14**(ENEM)**

Em sua formulação, o spray de pimenta contém porcentagens variadas de oleoresina de Capsicum, cujo princípio ativo é a capsaicina, e um solvente (um álcool como etanol ou isopropanol). Em contato com os olhos, pele ou vias respiratórias, a capsaicina causa um efeito inflamatório que gera uma sensação dor e ardor, levando à cegueira temporária. O processo é desencadeado pela liberação de neuropeptídeos das terminações nervosas.

Como funciona o gás de pimenta. Disponível em: <http://pessoas.hsw.uol.com.br>. Acesso em: 1 mar. 2012 (adaptado). Quando uma pessoa é atingida com o spray de pimenta nos olhos ou na pele, a lavagem da região atingida com água é ineficaz porque a

- (a) reação entre o etanol e água libera calor, intensificado o ardor.
- (b) solubilidade do princípio ativo em água é muito baixa, dificultando a sua remoção.
- (c) permeabilidade da água na pele é muito alta, não permitindo a remoção do princípio ativo.
- (d) solubilização do óleo em água causa um maior espalhamento além das áreas atingidas.
- (e) ardência faz evaporar rapidamente a água, não permitindo que haja contato entre o óleo e o solvente.

Questão 15**(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 (adaptado).

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

- (a) Alta miscibilidade em água.
- (b) Alta reatividade com à água.
- (c) Baixa densidade em relação à água.
- (d) Baixa viscosidade em relação à água.
- (e) Alto ponto de ebulição em relação à água.

Questão 16**(ENEM)**

O carvão ativado é um material que possui elevado teor de carbono, sendo muito utilizado para a remoção de compostos orgânicos voláteis do meio, como o benzeno. Para a remoção desses compostos, utiliza-se a adsorção. Esse fenômeno ocorre por meio de interações do tipo intermoleculares entre a superfície do carvão (adsorvente) e o benzeno (adsorvato, substância adsorvida).

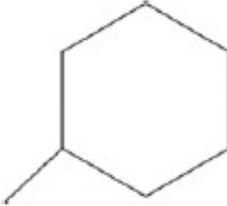
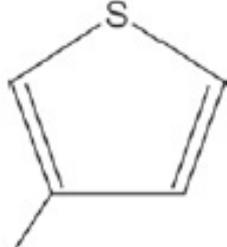
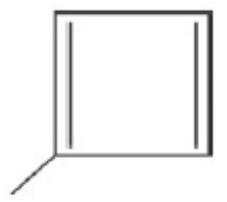
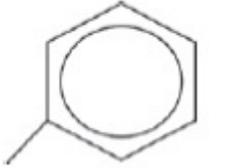
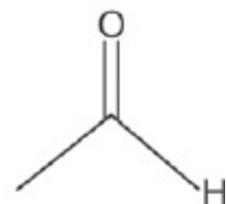
No caso apresentado, entre o adsorvente e a substância adsorvida ocorre a formação de:

- (a) Ligações dissulfeto.
- (b) Ligações covalentes.
- (c) Ligações de hidrogênio.
- (d) Interações dipolo induzido – dipolo induzido.
- (e) Interações dipolo permanente – dipolo permanente.

Questão 17**(ENEM)**

A forma das moléculas, como representadas no papel, nem sempre é planar. Em um determinado fármaco, a molécula contendo um grupo não planar é biologicamente ativa, enquanto moléculas contendo substituintes planares são inativas.

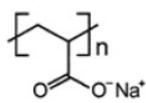
O grupo responsável pela bioatividade desse fármaco é

- (a) 
- (b) 
- (c) 
- (d) 
- (e) 

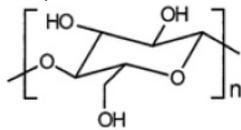
Questão 18

(ENEM)

As fraldas descartáveis que contêm o polímero poliacrilato de sódio (1) são mais eficientes na retenção de água que as fraldas de pano convencionais, constituídas de fibras de celulose (2).



(1)



(2)

CURI, D. Química Nova na Escola, São Paulo, n. 23, maio 2006 (adaptado).

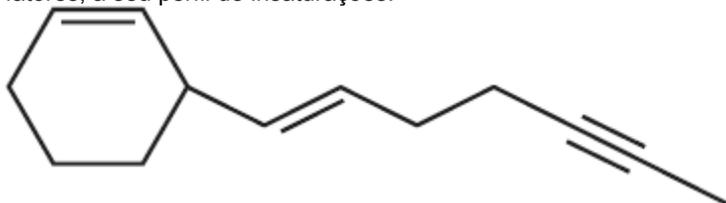
A maior eficiência dessas fraldas descartáveis, em relação às de pano, deve-se às

- (a) interações dipolo-dipolo mais fortes entre a poliacrilato e a água, em relação às ligações de hidrogênio entre a celulose e as moléculas de água.
- (b) interações íon-íon mais fortes entre o poliacrilato e as moléculas de água, em relação às ligações de hidrogênio entre a celulose e as moléculas de água.
- (c) ligações de hidrogênio mais fortes entre o poliacrilato e a água, em relação às interações íon-dipolo entre a celulose e as moléculas de água.
- (d) ligações de hidrogênio mais fortes entre o poliacrilato e as moléculas de água, em relação às interações dipolo induzido-dipolo induzido entre a celulose e as moléculas de água.
- (e) interações íon-dipolo mais fortes entre o poliacrilato e as moléculas de água, às ligações de hidrogênio entre a celulose e as moléculas de água.

Funções Orgânicas

Questão 1 (ENEM)

O hidrocarboneto representado pela estrutura química a seguir pode ser isolado & partir das folhas ou das flores de determinadas plantas. Além disso, sua função é relacionada, entre outros fatores, a seu perfil de insaturações.

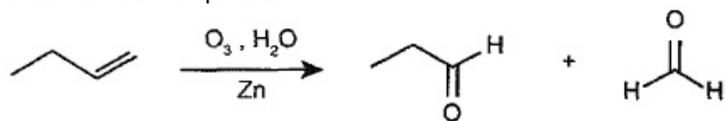


Considerando esse perfil específico, quantas ligações pi molécula contém?

- (a) 1
- (b) 2
- (c) 4
- (d) 6
- (e) 7

Questão 2 (ENEM)

A ozonólise, reação utilizada na indústria madeireira para a produção de papel, é também utilizada em escala de laboratório na síntese de aldeídos e cetonas. As duplas ligações dos alcenos são clivadas pela oxidação com o ozônio (O_3), em presença de água e zinco metálico, e a reação produz aldeídos e/ou cetonas, dependendo do grau de substituição da ligação dupla. Ligações duplas dissustituídas geram cetonas, enquanto as ligações duplas terminais ou monossustituídas dão origem a aldeídos, como mostra o esquema.

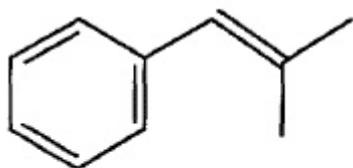


But-1-eno

Propanal

Metanal

Considere a ozonólise do composto 1-fenil-2-metilprop-1-eno:



1-fenil-2-metilprop-1-eno

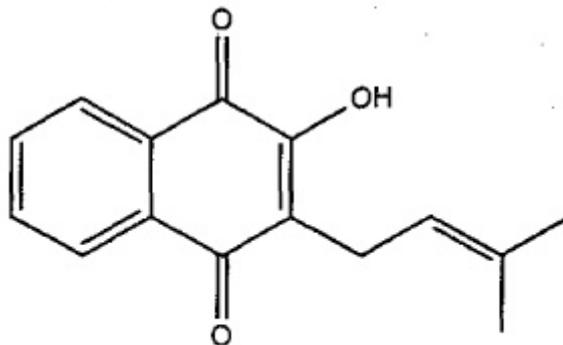
MARTINO, A. Química, a ciência global.
Goiania: Editora W, 2014 (adaptado).

Quais são os produtos formados nessa reação?

- (a) Benzaldeído e propanona.
- (b) Propanal e benzaldeído.
- (c) 2-fenil-etanal e metanal.
- (d) Benzeno e propanona.
- (e) Benzaldeído e etanal.

Questão 3 (ENEM)

Diversos produtos naturais podem ser obtidos de plantas por processo de extração. O lapachol é da classe das naftoquinonas. Sua estrutura apresenta uma hidroxila enólica ($pK_a = 6,0$) que permite que este composto seja isolado da serragem dos ipês por extração com solução adequada, seguida de filtração simples. Considere que $pK_a = -\log K_a$, em que K_a é a constante ácida da reação de ionização do lapachol.



Lapachol

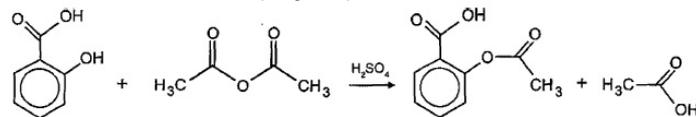
COSTA, P. R. R. et al. Ácidos e bases em química orgânica.
Porto Alegre: Bookman, 2005 (adaptado).

Qual solução deve ser usada para extração do lapachol da serragem do ipê com maior eficiência?

- (a) Solução de Na_2CO_3 para formar um sal de lapachol.
- (b) Solução-tampão ácido acético/acetato de sódio ($pH = 4,5$).
- (c) Solução de $NaCl$ a fim de aumentar a força iônica do meio.
- (d) Solução de Na_2SO_4 para formar um par iônico com lapachol.
- (e) Solução de HCl a fim de extraí-lo por meio de reação ácido-base.

Questão 4 (ENEM)

O ácido acetilsalicílico, AAS (massa molar igual a 180 g/mol), é sintetizado a partir da reação do ácido salicílico (massa molar igual a 138 g/mol) com anidrido acético, usando-se ácido sulfúrico como catalisador, conforme a equação química:



Ácido salicílico

Anidrido acético

Ácido acetilsalicílico

Ácido acético

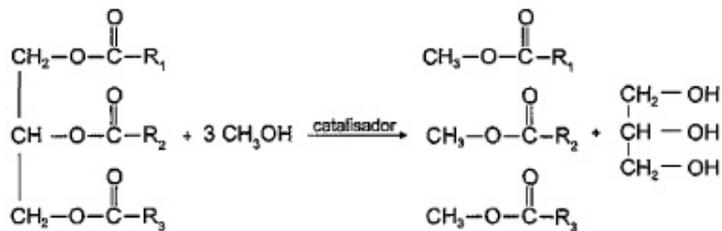
Após a síntese, o AAS é purificado e o rendimento final é de aproximadamente 50%. Devido às suas propriedades farmacológicas (antitérmico, analgésico, anti-inflamatório e antitrombótico), o AAS é utilizado como medicamento na forma de comprimidos, nos quais se emprega tipicamente uma massa de 500 mg dessa substância.

Uma indústria farmacêutica pretende fabricar um lote de 900 mil comprimidos, de acordo com as especificações do texto. Qual é a massa de ácido salicílico, em kg, que deve ser empregada para esse fim?

- (a) 293
- (b) 345
- (c) 414
- (d) 690
- (e) 828

Questão 5 (ENEM)

O biodiesel é um biocombustível obtido a partir de fontes renováveis, que surgiu como alternativa ao uso do diesel de petróleo para motores de combustão interna. Ele pode ser obtido pela reação entre triglicerídeos, presentes em óleos vegetais e gorduras animais, entre outros, e álcoois de baixa massa molar, como o metanol ou etanol, na presença de um catalisador, de acordo com a equação química:



A função química presente no produto que representa o biodiesel é

- (a) éter.
- (b) éster.
- (c) álcool.
- (d) cetona.
- (e) ácido carboxílico.

Questão 6 (ENEM)

Nucleófilos (Nu^-) são bases de Lewis que reagem com haletos de alquila, por meio de uma reação chamada substituição nucleofílica (S_N), como mostrado no esquema:



A reação de S_N entre metóxido de sódio ($\text{Nu}^- = \text{CH}_3\text{O}^-$) e brometo de metila fornece um composto orgânico pertencente à função

- (a) éter.
- (b) éster.
- (c) álcool.
- (d) haleto.
- (e) hidrocarboneto.

Questão 7 (ENEM)

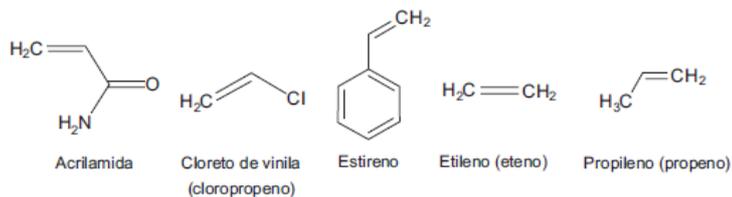
Adicionar quantidades de álcool à gasolina, diferentes daquelas determinadas pelas legislação, é uma das formas de adulterá-la. Um teste simples para aferir a quantidade de álcool presente na mistura consiste em adicionar uma solução salina aquosa à amostra de gasolina sob análise.

Essa metodologia de análise pode ser usada porque o (a)

- (a) água da solução salina interage com a gasolina da mistura, formando duas fases, uma delas de álcool puro.
- (b) álcool contido na gasolina interage com a solução salina, formando duas fases, uma delas de gasolina pura.
- (c) gasolina da mistura sob análise interage com a solução salina, formando duas fases, uma delas de álcool puro.
- (d) água da solução salina interage com o álcool da mistura, formando duas fases, uma delas de gasolina com o sal.
- (e) álcool contido na gasolina interage com o sal da solução salina, formando duas fases, uma delas de gasolina mais água.

Questão 8 (ENEM)

Os polímeros são materiais amplamente utilizados na sociedade moderna, alguns deles na fabricação de embalagens e filmes plásticos, por exemplo. Na figura estão relacionadas as estruturas de alguns monômeros usados na produção de polímeros de adição comuns.

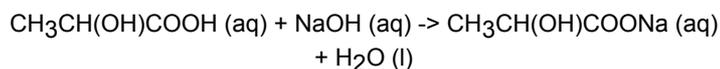


Dentre os homopolímeros formados a partir dos monômeros da figura, aquele que apresenta solubilidade em água é.

- (a) polietileno
- (b) poliestireno.
- (c) polipropileno.
- (d) poliacrilamida.
- (e) policloreto de vinila.

Questão 9 (ENEM)

Alguns profissionais burlam a fiscalização quando adicionam quantidades controladas de solução aquosa de hidróxido de sódio a tambores de leite de validade vencida. Assim que o teor de acidez, em termos de ácido láctico, encontra-se na faixa permitida pela legislação, o leite adulterado passa a ser comercializado. A reação entre o hidróxido de sódio e o ácido láctico pode ser representada pela equação química:

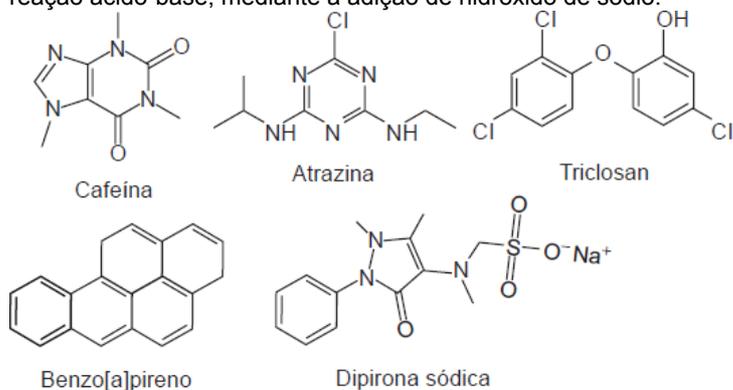


A consequência dessa adulteração é o(a)

- (a) aumento do pH do leite.
- (b) diluição significativa do leite.
- (c) precipitação do lactato de sódio.
- (d) diminuição da concentração de sais.
- (e) aumento da concentração de íons H^+ .

Questão 10 (ENEM)

Pesquisadores avaliaram a qualidade da água potável distribuída em cidades brasileiras. Entre as várias substâncias encontradas, destacam-se as apresentadas no esquema. A presença dessas substâncias pode ser verificada por análises químicas, como uma reação ácido-base, mediante a adição de hidróxido de sódio.



Disponível em: www.unicamp.br. Acesso em: 16 nov. 2014 (adaptado).
Apesar de não ser perceptível visualmente, por causa das condições de diluição, essa análise apresentara resultado positivo para o(a)

- (a) cafeína.
- (b) atrazina.
- (c) triclosan.
- (d) benzo[a]pireno.
- (e) dipirona sódica.

Questão 11 (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.

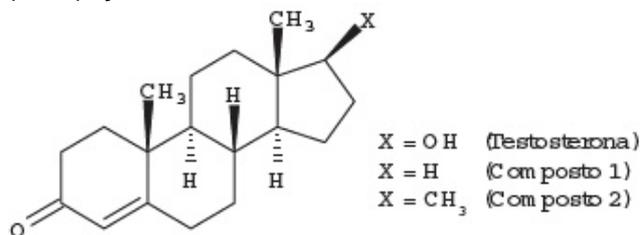
Disponível em: <http://revistagalileu.globo.com>. Acesso em: 3 ago. 2012 (adaptado).

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

- (a) Alta miscibilidade em água.
- (b) Alta reatividade com à água.
- (c) Baixa densidade em relação à água.
- (d) Baixa viscosidade em relação à água.
- (e) Alto ponto de ebulição em relação à água.

Questão 12 (ENEM)

A lipofilia é um dos fatores fundamentais para o planejamento de um fármaco. Ela mede o grau de afinidade que a substância tem com ambientes apolares, podendo ser avaliada por seu coeficiente de participação.



NOGUEIRA, L. J.; MONTANARI, C. A.; DONNICI, C. L. Histórico da evolução da química medicinal e a importância da lipofilia: de Hipócrates e Galeno a Paracelsus e as contribuições de Overton e de Hansch. Revista Virtual de Química, n. 3, 2009 (adaptado).

Em relação ao coeficiente de participação da testosterona, as lipofilias dos compostos 1 e 2 são, respectivamente,

- (a) menor e menor que a lipofilia da testosterona.
- (b) menor e maior que a lipofilia da testosterona.
- (c) maior e menor que lipofilia da testosterona.
- (d) maior e maior que a lipofilia da testosterona.
- (e) menor e igual à lipofilia da testosterona.

Questão 13 (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.

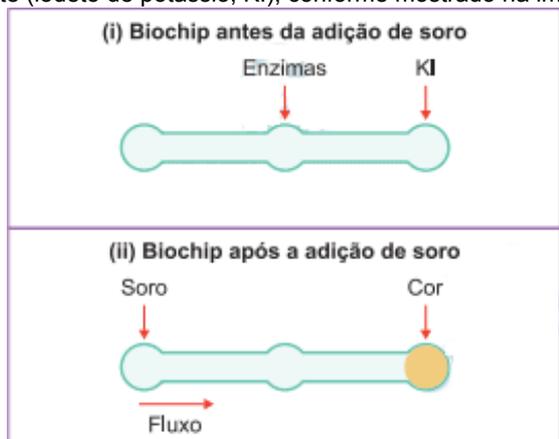
Propriedade	Diesel	Biodiesel	Óleo vegetal
Densidade (g/cm ³)	0,884	0,880	0,922
Poder calorífico (MJ/L)	38,3	33,3	36,9
Viscosidade (mm ² /s)	3,9	4,7	37,0
Teor de enxofre (%)	1,3	< 0,001	< 0,001

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.

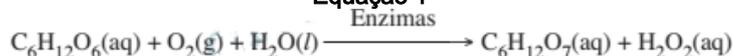
Questão 14 (ENEM)

Estudos mostram o desenvolvimento de biochips utilizados para auxiliar o diagnóstico de diabetes melito, doença evidenciada pelo excesso de glicose no organismo. O teste é simples e consiste em duas reações sequenciais na superfície do biochip, entre a amostra de soro sanguíneo do paciente, enzimas específicas e reagente (iodeto de potássio, KI), conforme mostrado na imagem.



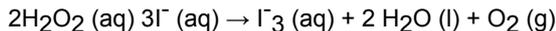
Após a adição de soro sanguíneo, o fluxo desloca-se espontaneamente da esquerda para a direita (ii) promovendo reações sequenciais, conforme as equações 1 e 2. Na primeira, há conversão de glicose do sangue em ácido glucônico, gerando peróxido de hidrogênio.

Equação 1



Na segunda, o peróxido de hidrogênio reage com íons iodeto gerando o íon tri-iodeto, água e oxigênio.

Equação 2



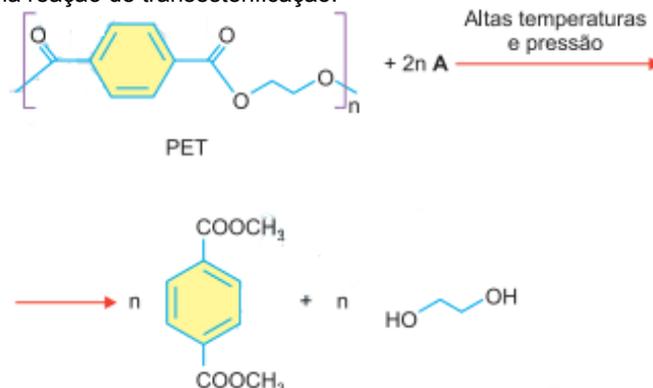
GARCIA, PT. et al. A Handheld Stamping Process to Fabricate Microfluidic Paper-Based Analytical Devices with Chemically Modified Surface for Clinical Assays. RSC Advances, v 4, 13 ago.c 14 (adaptado).

O tipo de reação que ocorre na superfície do biochip, nas duas reações do processo, é

- (a) análise.
- (b) síntese.
- (c) oxirredução.
- (d) complexação.
- (e) acido-base.

Questão 15 (ENEM)

Uma das técnicas de reciclagem química do polímero PET [poli(tereftalato de etileno)] gera o tereftalato de metila e o etanodiol, conforme o esquema de reação, e ocorre por meio de uma reação de transesterificação.

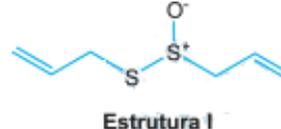


O composto A, representado no esquema de reação, é o

- (a) metano.
- (b) metanol.
- (c) éter metílico.
- (d) ácido etanoico.
- (e) anidrido etanoico.

Questão 16 (ENEM)

O odor que permanece nas mãos após o contato com alho pode ser eliminado pela utilização de um “sabonete de aço inoxidável”, constituído de aço inox (74%), cromo e níquel. A principal vantagem desse “sabonete” é que ele não se desgasta com o uso. Considere que a principal substância responsável pelo odor de alho é a alicina (estrutura T) e que, para que o odor seja eliminado, ela seja transformada na estrutura II.



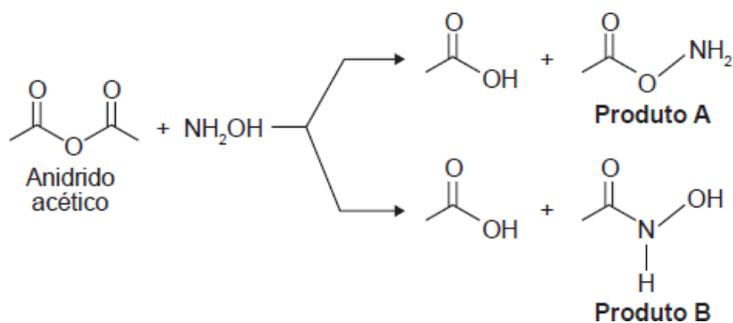
Na conversão de I em II, o “sabonete” atuará como um

- (a) ácido.
- (b) redutor.
- (c) eletrólito.
- (d) tensoativo.
- (e) catalisador.

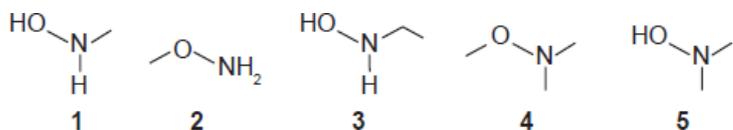
Questão 17

(ENEM)

A hidroxilamina (NH_2OH) é extremamente reativa em reações de substituição nucleofílica, justificando sua utilização em diversos processos. A reação de substituição nucleofílica entre o anidrido acético e a hidroxilamina está representada.



O produto A é favorecido em relação ao B, por um fator de 10^5 . Em um estudo de possível substituição do uso de hidroxilamina, foram testadas as moléculas numeradas de 1 a 5.



Dentre as moléculas testadas, qual delas apresentou menor reatividade?

- (a) 1
- (b) 2
- (c) 3
- (d) 4
- (e) 5

Questão 18

(ENEM)

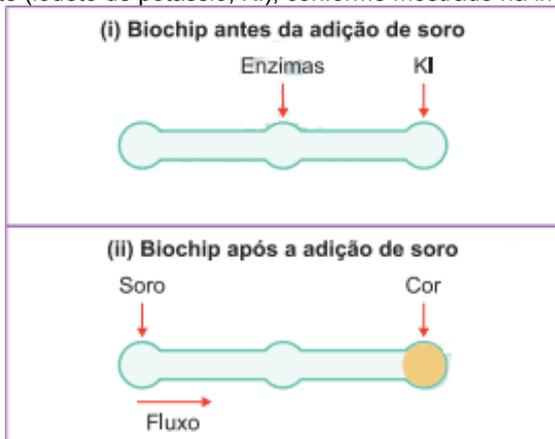
A descoberta dos organismos extremófilos foi uma surpresa para os pesquisadores. Alguns desses organismos, chamados de acidófilos, são capazes de sobreviver em ambientes extremamente ácidos. Uma característica desses organismos é a capacidade de produzir membranas celulares compostas de lipídeos feitos de éteres em vez dos ésteres de glicerol, comuns nos outros seres vivos (mesófilos), o que preserva a membrana celular desses organismos mesmo em condições extremas de acidez.

A degradação das membranas celulares de organismos não extremófilos em meio ácido é classificado como

- (a) hidrólise.
- (b) termólise.
- (c) eterificação
- (d) condensação.
- (e) saponificação

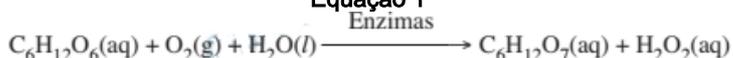
Questão 1 (ENEM)

Estudos mostram o desenvolvimento de biochips utilizados para auxiliar o diagnóstico de diabetes melito, doença evidenciada pelo excesso de glicose no organismo. O teste é simples e consiste em duas reações sequenciais na superfície do biochip, entre a amostra de soro sanguíneo do paciente, enzimas específicas e reagente (iodeto de potássio, KI), conforme mostrado na imagem.



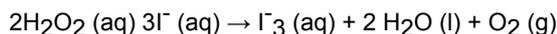
Após a adição de soro sanguíneo, o fluxo desloca-se espontaneamente da esquerda para a direita (ii) promovendo reações sequenciais, conforme as equações 1 e 2. Na primeira, há conversão de glicose do sangue em ácido glucônico, gerando peróxido de hidrogênio.

Equação 1



Na segunda, o peróxido de hidrogênio reage com íons iodeto gerando o íon tri-iodeto, água e oxigênio.

Equação 2



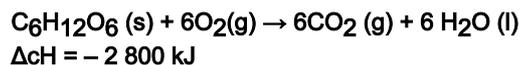
GARCIA, P.T. et al. A Handheld Stamping Process to Fabricate Microfluidic Paper-Based Analytical Devices with Chemically Modified Surface for Clinical Assays. RSC Advances, v 4, 13 ago.c 14 (adaptado).

O tipo de reação que ocorre na superfície do biochip, nas duas reações do processo, é

- (a) análise.
- (b) síntese.
- (c) oxirredução.
- (d) complexação.
- (e) ácido-base.

Questão 2 (ENEM)

Por meio de reações químicas que envolvem carboidratos, lipídeos e proteínas, nossas células obtêm energia e produzem gás carbônico e água. A oxidação da glicose no organismo humano libera energia, conforme ilustra a equação química, sendo que aproximadamente 40% dela é disponibilizada para atividade muscular.



Considere as massas molares (em g mol^{-1}):
 $\text{H} = 1$; $\text{C} = 12$; $\text{O} = 16$.

LIMA, L. M.; FRAGA, C. A. M.; BARREIRO, E. J. *Química na saúde*. São Paulo: Sociedade Brasileira de Química, 2010 (adaptado).

Na oxidação de 1,0 grama de glicose, a energia obtida para atividade muscular, em quilojoule, é mais próxima de

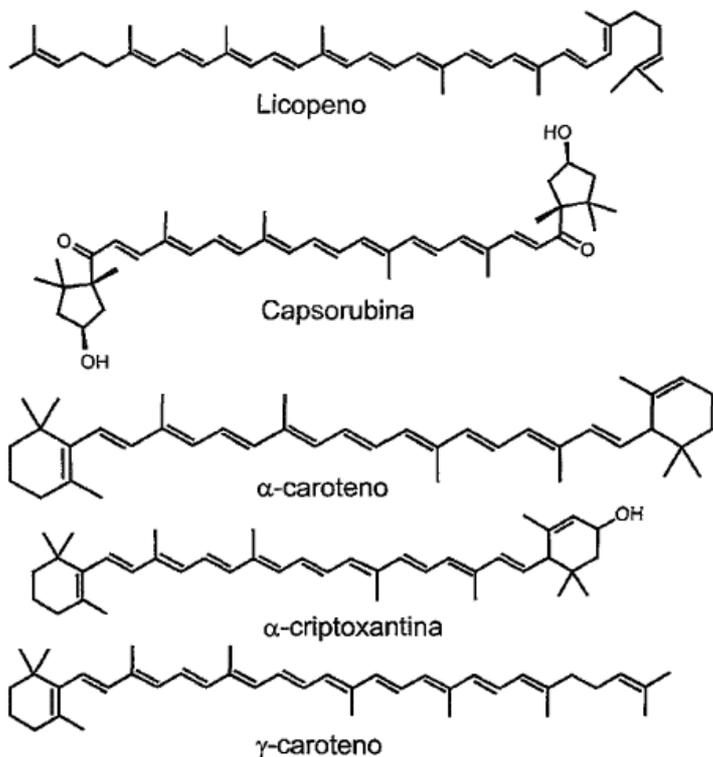
- (a) 6,2.
- (b) 15,6.
- (c) 70,0.
- (d) 622,2.
- (e) 1 120,0.

Questão 3

(ENEM)

A cromatografia em papel é um método de separação que se baseia na migração diferencial dos componentes de uma mistura entre duas fases imiscíveis. Os componentes da amostra são separados entre a fase estacionária e a fase móvel em movimento no papel. A fase estacionária consiste de celulose praticamente pura, que pode absorver até 22% de água. É a água absorvida que funciona como fase estacionária líquida e que interage com a fase móvel, também líquida (partição líquido-líquido). Os componentes capazes de formar interações intermoleculares mais fortes com a fase estacionária migram mais lentamente.

Uma mistura de hexano com 5% (v/v) de acetona foi utilizada como fase móvel na separação dos componentes de um extrato vegetal obtido a partir de pimentões. Considere que esse extrato contém as substâncias representadas.



RIBEIRO, N. M.; NUNES, C. R. Análise de pigmentos de pimentões por cromatografia em papel. *Química Nova na Escola*, n. 29, ago. 2006 (adaptado).

A substância presente na mistura que migra mais lentamente é o(a)

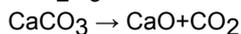
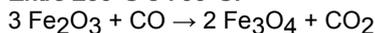
- (a) licopeno.
- (b) α-caroteno.
- (c) γ-caroteno.
- (d) capsorubina.
- (e) α-criptoxantina.

Questão 4

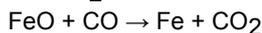
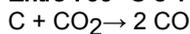
(ENEM)

O ferro metálico é obtido em altos-fornos pela mistura do minério hematita ($\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$) contendo impurezas, coque (C) e calcário (CaCO_3), sendo estes mantidos sob um fluxo de ar quente que leva à queima do coque, com uma temperatura no alto-forno chegando próximo a $2\,000^\circ\text{C}$. As etapas caracterizam o processo em função da temperatura.

Entre 200°C e 700°C :



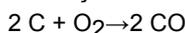
Entre 700°C e $1\,200^\circ\text{C}$:



Entre $1\,200^\circ\text{C}$ e $2\,000^\circ\text{C}$:

Ferro impuro se funde

Formação de escória fundida (CaSiO_3)



BROWN, T. L.; LEMAY, H. E.; BURSTEN, B. E. *Química: a ciência central*.

São Paulo: Pearson Education, 2005 (adaptado)

No processo de redução desse metal, o agente redutor é o

- (a) C.
- (b) CO.
- (c) CO_2 .
- (d) CaO.
- (e) CaCO_3 .

Questão 5

(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

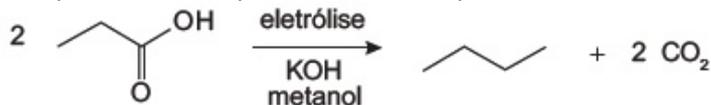
- (a) redução sofrida pelo oxigênio, que é uma reação exotérmica.
- (b) oxidação sofrida pelo magnésio, que é uma reação exotérmica.
- (c) redução sofrida pelo magnésio, que é uma reação endotérmica.
- (d) oxidação sofrida pelo hidrogênio, que é uma reação exotérmica.
- (e) redução sofrida pelo hidrogênio, que é uma reação endotérmica.

Questão 6

(ENEM)

Hidrocarbonetos podem ser obtidos em laboratório por descarboxilação oxidativa anódica, processo conhecido como eletrossíntese de Kolbe. Essa reação é utilizada na síntese de hidrocarbonetos diversos, a partir de óleos vegetais, os quais podem ser empregados como fontes alternativas de energia, em substituição aos hidrocarbonetos fósseis.

O esquema ilustra simplificadamente esse processo.



AZEVEDO, D. C.; GOULART, M. O. F. Estereosseletividade em reações eletródicas. *Química Nova*, n. 2, 1997 (adaptado).

Com base nesse processo, o hidrocarboneto produzido na eletrólise do ácido 3,3-dimetil-butanoico é o

- (a) 2,2,7,7-tetrametil-octano.
- (b) 3,3,4,4-tetrametil-hexano.
- (c) 2,2,5,5-tetrametil-hexano.
- (d) 3,3,6,6-tetrametil-octano.
- (e) 2,2,4,4-tetrametil-hexano.

Questão 7

(ENEM)

Alimentos em conserva são frequentemente armazenados em latas metálicas seladas, fabricadas com um material chamado folha de flandres, que consiste de uma chapa de aço revestida com uma fina camada de estanho, metal brilhante e de difícil oxidação. É comum que a superfície interna seja ainda revestida por uma camada de verniz à base de epóxi, embora também existam latas sem esse revestimento, apresentando uma camada de estanho mais espessa.

SANTANA, V. M. S. A leitura e a química das substâncias. Cadernos PDE. Ivaiporã: Secretaria de Estado da Educação do Paraná (SEED); Universidade Estadual de Londrina, 2010 (adaptado).

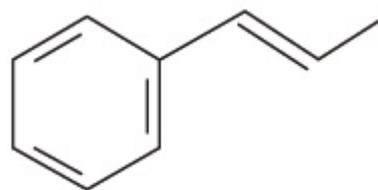
Comprar uma lata de conserva amassada no supermercado é desaconselhável porque o amassado pode

- (a) alterar a pressão no interior da lata, promovendo a degradação acelerada do alimento.
- (b) romper a camada de estanho, permitindo a corrosão do ferro e alterações do alimento.
- (c) prejudicar o apelo visual da embalagem, apesar de não afetar as propriedades do alimento.
- (d) romper a camada de verniz, fazendo com que o metal tóxico estanho contamine o alimento.
- (e) desprender camadas de verniz, que se dissolverão no meio aquoso, contaminando o alimento.

Questão 8

(ENEM)

O permanganato de potássio (KMnO₄) é um agente oxidante forte muito empregado tanto em nível laboratorial quanto industrial. Na oxidação de alcenos de cadeia normal, como o 1-fenil-1-propeno, ilustrado na figura, o KMnO₄ é utilizado para a produção de ácidos carboxílicos.



1-fenil-1-propeno

Os produtos obtidos na oxidação do alceno representado, em solução aquosa de KMnO₄, são:

- (a) Ácido benzoico e ácido etanoico.
- (b) Ácido benzoico e ácido propanoico.
- (c) Ácido etanoico e ácido 2-feniletanoico.
- (d) Ácido 2-feniletanoico e ácido metanoico.
- (e) Ácido 2-feniletanoico e ácido propanoico.

Equilíbrio Químico e PH

Questão 1 (ENEM)

Para realizar o desentupimento de tubulações de esgotos residenciais, é utilizada uma mistura sólida comercial que contém hidróxido de sódio (NaOH) e outra espécie química pulverizada. Quando é adicionada água a essa mistura, ocorre uma reação que libera gás hidrogênio e energia na forma de calor, aumentando a eficiência do processo de desentupimento. Considere os potenciais padrão de redução (E^0) da água e de outras espécies em meio básico, expresso no quadro.

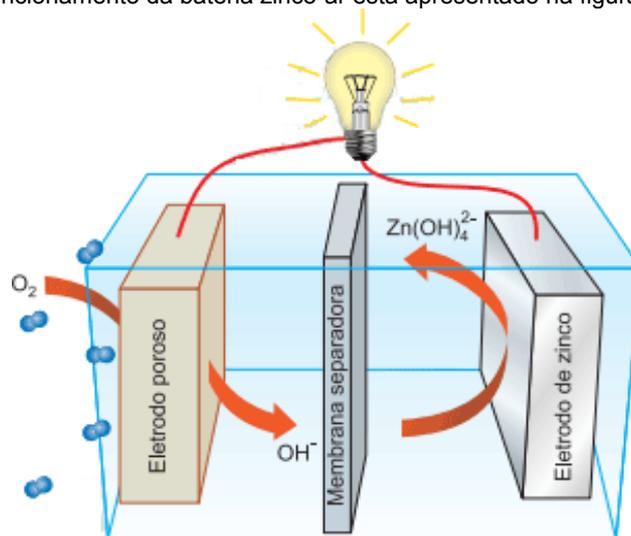
Semirreação de redução	E^0 (V)
$2 \text{H}_2\text{O} + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{H}_2 + 2 \text{OH}^-$	-0,83
$\text{Co}(\text{OH})_2 + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{Co} + 2 \text{OH}^-$	-0,73
$\text{Cu}(\text{OH})_2 + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{Cu} + 2 \text{OH}^-$	-0,22
$\text{PbO} + \text{H}_2\text{O} + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{Pb} + 2 \text{OH}^-$	-0,58
$\text{Al}(\text{OH})_4^- + 3 \text{e}^- \rightarrow \text{Al} + 4 \text{OH}^-$	-2,33
$\text{Fe}(\text{OH})_2 + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{Fe} + 2 \text{OH}^-$	-0,88

Qual é a outra espécie que está presente na composição da mistura sólida comercial para aumentar sua eficiência?

- (a) Al
- (b) Co
- (c) $\text{Cu}(\text{OH})_2$
- (d) $\text{Fe}(\text{OH})_2$
- (e) Pb

Questão 2 (ENEM)

Grupos de pesquisa em todo o mundo vêm buscando soluções inovadoras, visando à produção de dispositivos para a geração de energia elétrica. Dentre eles, pode-se destacar as baterias de zinco-ar, que combinam o oxigênio atmosférico e o metal zinco em um eletrólito aquoso de caráter alcalino. O esquema de funcionamento da bateria zinco-ar está apresentado na figura.



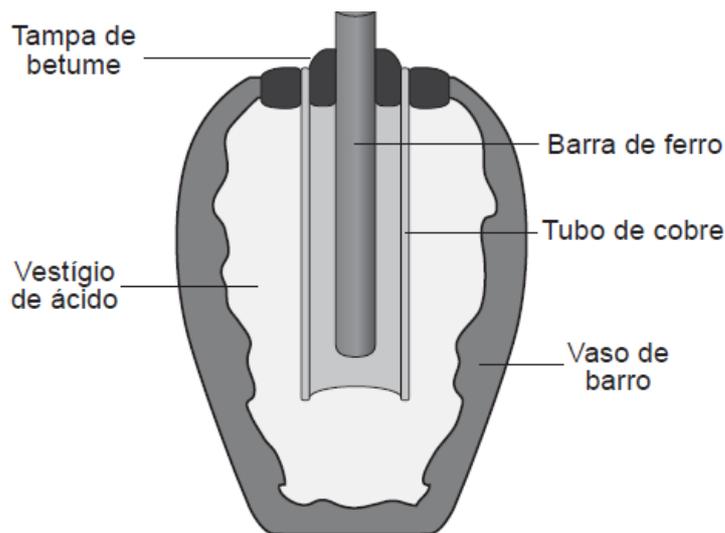
LI, Y.; DAI, H. Recent Advances in Zinc-Air Batteries. *Chemical Society Reviews*, v. 43, n. 15, 2014 (adaptado).

No funcionamento da bateria, a espécie química formada no ânodo é

- (a) H_2 (g).
- (b) O_2 (g).
- (c) H_2O (l).
- (d) OH^- (aq).
- (e) $\text{Zn}(\text{OH})_4^{2-}$ (aq).

Questão 3 (ENEM)

Em 1938 o arqueólogo alemão Wilhelm König, diretor do Museu Nacional do Iraque, encontrou um objeto estranho na coleção da instituição, que poderia ter sido usado como uma pilha, similar às utilizadas em nossos dias. A suposta pilha, datada de cerca de 200 a.C., é constituída de um pequeno vaso de barro (argila) no qual foram instalados um tubo de cobre, uma barra de ferro (aparentemente corroída por ácido) e uma tampa de betume (asfalto), conforme ilustrado. Considere os potenciais-padrão de redução: $E^\theta(\text{Fe}^{2+}|\text{Fe}) = -0,44 \text{ V}$; $E^\theta(\text{H}^+|\text{H}_2) = 0,00 \text{ V}$; e $E^\theta(\text{Cu}^{2+}|\text{Cu}) = +0,34 \text{ V}$.



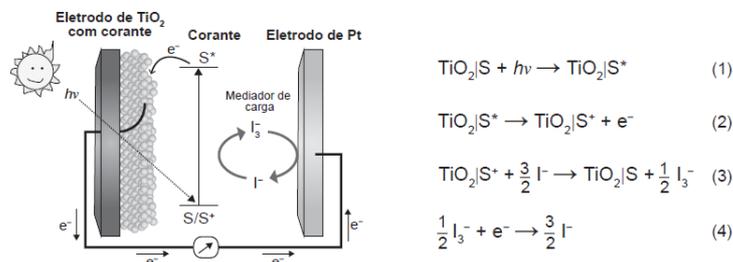
As pilhas de Bagdá e a acupuntura. Disponível em: <http://jomalgnn.com.br>. Acesso em: 14 dez. 2014 (adaptado).

Nessa suposta pilha, qual dos componentes atuaria como cátodo?

- (a) A tampa de betume.
- (b) O vestígio de ácido.
- (c) A barra de ferro.
- (d) O tubo de cobre.
- (e) O vaso de barro.

Questão 4 (ENEM)

Células solares à base de TiO_2 sensibilizadas por corantes (S) são promissoras e poderão vir a substituir as células de silício. Nessas células, o corante adsorvido sobre o TiO_2 é responsável por absorver a energia luminosa ($h\nu$), e o corante excitado (S^*) é capaz de transferir elétrons para o TiO_2 . Um esquema dessa célula e os processos envolvidos estão ilustrados na figura. A conversão de energia solar em elétrica ocorre por meio da sequência de reações apresentadas.



LONGO, C.; DE PAOLI, M.-A. Dye-Sensitized Solar Cells: A Successful Combination of Materials. Journal of the Brazilian Chemical Society, n. 6, 2003 (adaptado).

A reação 3 é fundamental para o contínuo funcionamento da célula solar, pois

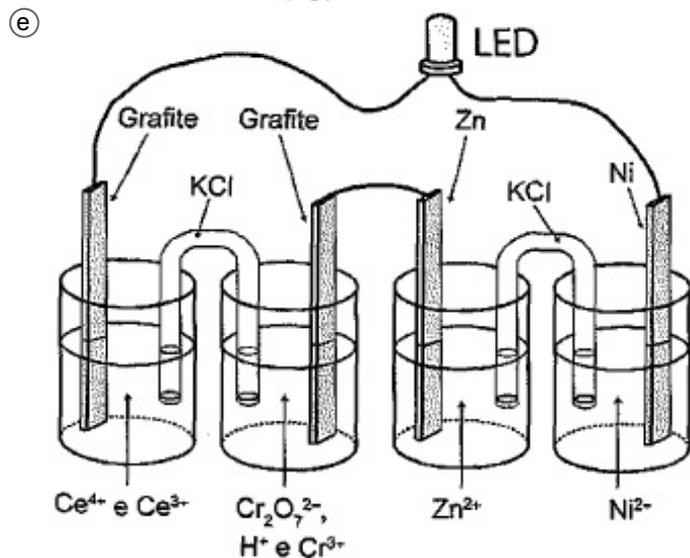
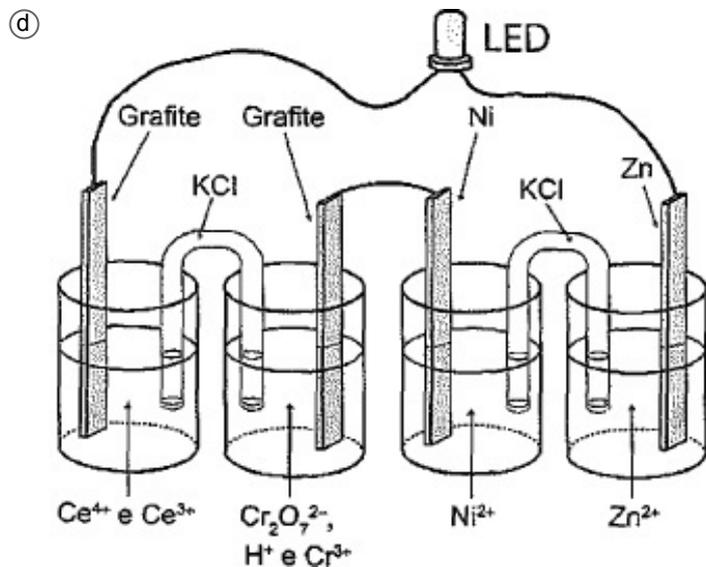
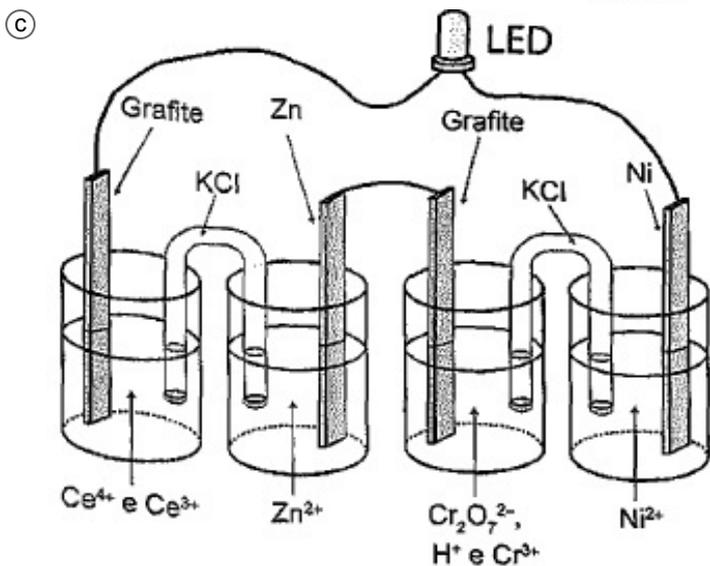
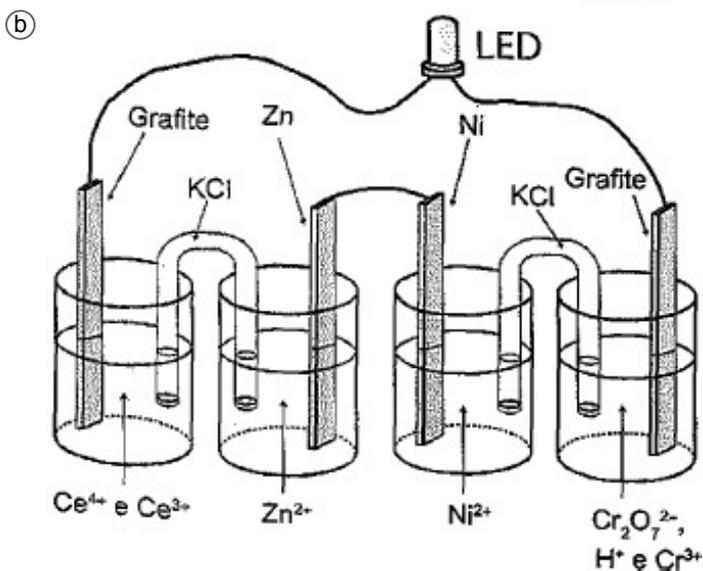
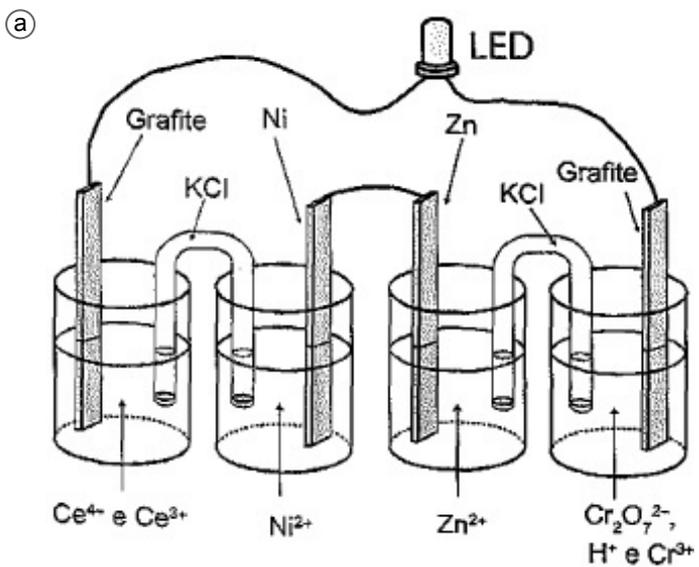
- (a) reduz íons I^- a I_3^- .
- (b) regenera o corante.
- (c) garante que a reação 4 ocorra.
- (d) promove a oxidação do corante.
- (e) transfere elétrons para o eletrodo de TiO_2 .

Questão 5 (ENEM)

A invenção do LED azul, que permite a geração de outras cores para compor a luz branca, permitiu a construção de lâmpadas energeticamente mais eficientes e mais duráveis do que as incandescentes e fluorescentes. Em um experimento de laboratório, pretende-se associar duas pilhas em série para acender um LED azul que requer 3,6 volts para o seu funcionamento. Considere as semirreações de redução e seus respectivos potenciais mostrados no quadro.

Semirreação de redução	$E^\theta \text{ (V)}$
$\text{Ce}^{4+}(\text{aq}) + \text{e}^- \rightarrow \text{Ce}^{3+}(\text{aq})$	+1,61
$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}(\text{aq}) + 14 \text{H}^+(\text{aq}) + 6 \text{e}^- \rightarrow 2 \text{Cr}^{3+}(\text{aq}) + 7 \text{H}_2\text{O}(\text{l})$	+1,33
$\text{Ni}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{Ni}(\text{s})$	-0,25
$\text{Zn}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{Zn}(\text{s})$	-0,76

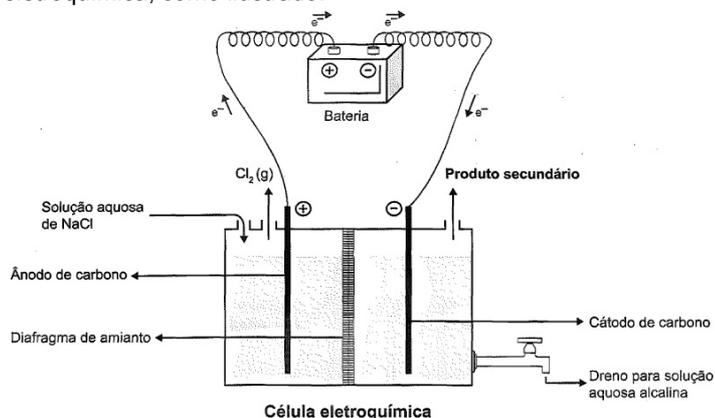
Qual associação em série de pilhas fornece diferença de potencial, nas condições-padrão, suficiente para acender o LED azul?



Questão 6

(ENEM)

A eletrólise é um processo não espontâneo de grande importância para a indústria química. Uma de suas aplicações é a obtenção do gás cloro e do hidróxido de sódio, a partir de uma solução aquosa de cloreto de sódio. Nesse procedimento, utiliza-se uma célula eletroquímica, como ilustrado.



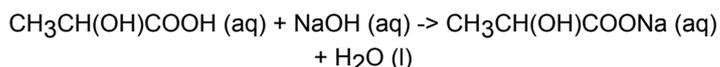
SHREVE, R. N.; BRINK, J. A. *Indústrias de processos químicos*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1997 (adaptado).

No processo eletrolítico ilustrado, o produto secundário obtido é o

- (a) vapor de água.
- (b) oxigênio molecular.
- (c) hipoclorito de sódio.
- (d) hidrogênio molecular.
- (e) cloreto de hidrogênio.

Questão 7 (ENEM)

Alguns profissionais burlam a fiscalização quando adicionam quantidades controladas de solução aquosa de hidróxido de sódio a tambores de leite de validade vencida. Assim que o teor de acidez, em termos de ácido láctico, encontra-se na faixa permitida pela legislação, o leite adulterado passa a ser comercializado. A reação entre o hidróxido de sódio e o ácido láctico pode ser representada pela equação química:

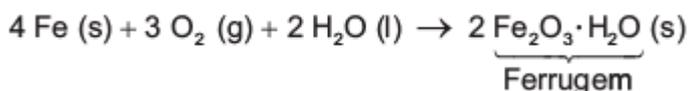


A consequência dessa adulteração é o(a)

- (a) aumento do pH do leite.
- (b) diluição significativa do leite.
- (c) precipitação do lactato de sódio.
- (d) diminuição da concentração de sais.
- (e) aumento da concentração de íons H^+ .

Questão 8 (ENEM)

Utensílios de uso cotidiano e ferramentas que contêm ferro em sua liga metálica tendem a sofrer processo corrosivo e enferrujar. A corrosão é um processo eletroquímico e, no caso do ferro, ocorre a precipitação do óxido de ferro(III) hidratado, substância marrom pouco solúvel, conhecida como ferrugem. Esse processo corrosivo é, de maneira geral, representado pela equação química:

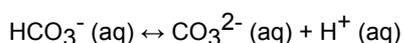


Uma forma de impedir o processo corrosivo nesses utensílios é

- (a) renovar sua superfície, polindo-a semanalmente.
- (b) evitar o contato do utensílio com o calor, isolando-o termicamente.
- (c) impermeabilizar a superfície, isolando-a de seu contato com o ar úmido.
- (d) esterilizar frequentemente os utensílios, impedindo a proliferação de bactérias.
- (e) guardar os utensílios em embalagens, isolando-os do contato com outros objetos.

Questão 9 (ENEM)

As águas dos oceanos apresentam uma alta concentração de íons e pH entre 8,0 e 8,3. Dentre esse íons estão em equilíbrio as espécies carbonato (CO_3^{2-}) e bicarbonato (HCO_3^-), representado pela equação química:



As águas dos rios, ao contrário, apresentam concentrações muito baixas de íons e substâncias básicas, com um pH em torno de 6. A alteração significativa do pH das águas dos rios e oceanos pode mudar suas composições químicas, por precipitação de espécies dissolvidas ou redissolução de espécies presentes nos sólidos suspensos ou nos sedimentos.

A composição dos oceanos é menos afetada pelo lançamento de efluentes ácidos, pois os oceanos

- (a) contêm grande quantidade de cloreto de sódio.
- (b) contêm um volume de água pura menor que o dos rios.
- (c) possuem pH ácido, não sendo afetados pela adição de outros ácidos.
- (d) têm a formação dos íons carbonato favorecida pela adição de ácido.
- (e) apresentam um equilíbrio entre os íons carbonato e bicarbonato, que atuam como sistema-tampão.

Questão 10 (ENEM)

Após seu desgaste completo, os pneus podem ser queimados para a geração de energia. Dentre os gases gerados na combustão completa da borracha vulcanizada, alguns são poluentes e provocam a chuva ácida. Para evitar que escapem para a atmosfera, esses gases podem ser borbulhados em uma solução aquosa contendo uma substância adequada. Considere as informações das substâncias listadas no quadro.

Substância	Equilíbrio em solução aquosa	Valor da constante de equilíbrio
Fenol	$\text{C}_6\text{H}_5\text{OH} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{C}_6\text{H}_5\text{O}^- + \text{H}_3\text{O}^+$	$1,3 \times 10^{-10}$
Piridina	$\text{C}_5\text{H}_5\text{N} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{C}_5\text{H}_5\text{NH}^+ + \text{OH}^-$	$1,7 \times 10^{-9}$
Metilamina	$\text{CH}_3\text{NH}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{NH}_3^+ + \text{OH}^-$	$4,4 \times 10^{-4}$
Hidrogenofosfato de potássio	$\text{HPO}_4^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{PO}_4^- + \text{OH}^-$	$2,8 \times 10^{-2}$
Hidrogenosulfato de potássio	$\text{HSO}_4^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{SO}_4^{2-} + \text{H}_3\text{O}^+$	$3,1 \times 10^{-2}$

Dentre as substâncias listadas no quadro, aquela capaz de remover com maior eficiência os gases poluentes é o(a)

- (a) fenol.
- (b) piridina.
- (c) metilamina.
- (d) hidrogenofosfato de potássio.
- (e) hidrogenosulfato de potássio.

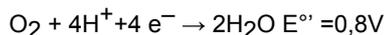
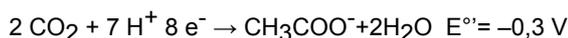
Questão 11 (ENEM)**TEXTO I**

Biocélulas combustíveis são uma alternativa tecnológica para substituição das baterias convencionais. Em uma biocélula microbiológica, bactérias catalisam reações de oxidação de substratos orgânicos. Liberam elétrons produzidos na respiração celular para um eletrodo, onde fluem por um circuito extremo até o cátodo do sistema, produzindo corrente elétrica. Uma reação típica que ocorre em biocélulas microbiológicas utiliza o acetato como substrato.

AQUINO NETO, S. Preparação e caracterização de bioanodos para biocélula a combustível etanol/O₂. Disponível em: www.teses.usp.br. Acesso em: 23 jun. 2015 (adaptado).

TEXTO II

Em sistemas bioeletroquímicos, os potenciais padrão (E°) apresentam valores característicos. Para as biocélulas de acetato, considere as seguintes semirreações de redução e seus respectivos potenciais:



SCOTT, K.; YU, E. H. Microbial electrochemical and fuel cells: fundamentals and applications. Woodhead Publishing Series in Energy in energy n.88,2016(adaptado)

Nessas condições, qual é o número mínimo de biocélulas de acetato, ligadas em série, necessárias para se obter uma diferença de potencial de 4,4 V?

- (a) 3
- (b) 4
- (c) 6
- (d) 9
- (e) 15

Questão 12

(ENEM)

A obtenção do alumínio dá-se a partir da bauxita ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$), que é purificada e eletrolisada numa temperatura de $1\,000\text{ }^\circ\text{C}$. Na célula eletrolítica, o ânodo é formado por barras de grafita ou carvão, que são consumidas no processo de eletrólise, com formação de gás carbônico, e o cátodo é uma caixa de aço coberta de grafita.

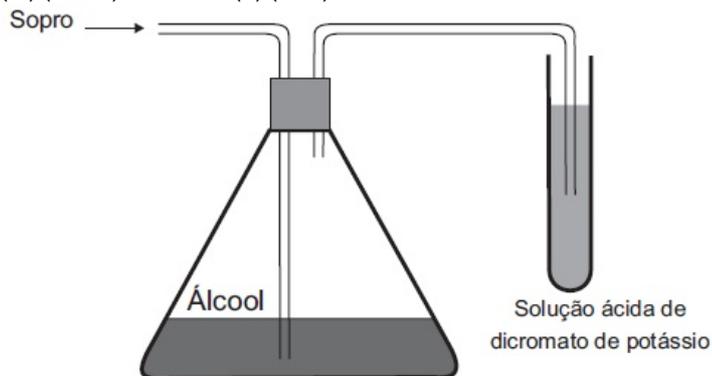
A etapa de obtenção do alumínio ocorre no

- (a) ânodo, com formação de gás carbônico.
- (b) cátodo, com redução do carvão na caixa de aço.
- (c) cátodo, com oxidação do alumínio na caixa de aço.
- (d) ânodo, com depósito de alumínio nas barras de grafita.
- (e) cátodo, com o fluxo de elétrons das barras de grafita para a caixa de aço.

Questão 13

(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:

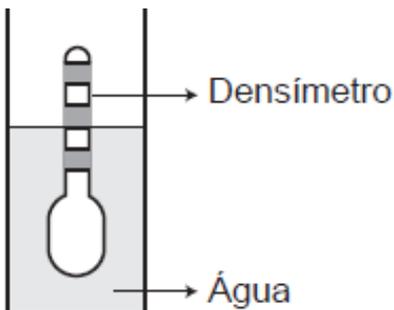
- (a) $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}(\text{aq}) + 2\text{H}^+(\text{aq}) + 3\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-OH}(\text{g}) \rightarrow 2\text{Cr}^{2+}(\text{aq}) + 4\text{H}_2\text{O}(\text{l}) + 3\text{CH}_3\text{-COOH}(\text{g})$
- (b) $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}(\text{aq}) + 8\text{H}^+(\text{aq}) + 3\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-OH}(\text{g}) \rightarrow 2\text{Cr}^{3+}(\text{aq}) + 7\text{H}_2\text{O}(\text{l}) + 3\text{CH}_3\text{-CHO}(\text{g})$
- (c) $\text{CrO}_4^{2-}(\text{aq}) + 2\text{H}^+(\text{aq}) + 3\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-OH}(\text{g}) \rightarrow \text{Cr}^{3+}(\text{aq}) + 4\text{H}_2\text{O}(\text{l}) + 3\text{CH}_3\text{-CHO}(\text{g})$
- (d) $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}(\text{aq}) + 8\text{H}^+(\text{aq}) + 3\text{CH}_3\text{-CHO}(\text{g}) \rightarrow 2\text{Cr}^{3+}(\text{aq}) + 4\text{H}_2\text{O}(\text{l}) + 3\text{CH}_3\text{-COOH}(\text{g})$
- (e) $\text{CrO}_4^{2-}(\text{aq}) + 2\text{H}^+(\text{aq}) + 3\text{CH}_3\text{-CHO}(\text{g}) \rightarrow \text{Cr}^{2+}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) + 3\text{CH}_3\text{-COOH}(\text{g})$

Soluções

Questão 1 (ENEM)

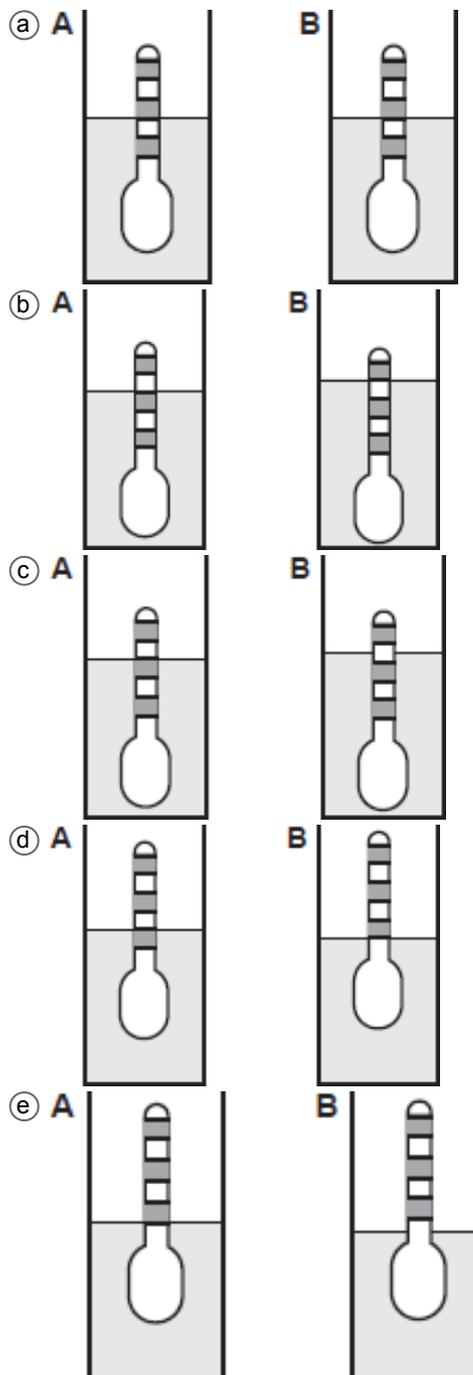
Usando um densímetro cuja menor divisão da escala, isto é, a diferença entre duas marcações consecutivas, é de $5,0 \times 10^{-2} \text{ g cm}^{-3}$, um estudante realizou um teste de densidade: colocou este instrumento na água pura e observou que ele atingiu o repouso na posição mostrada.

Legenda:



Em dois outros recipientes **A** e **B** contendo 2 litros de água pura, em cada um, ele adicionou 100 g e 200 g de NaCl, respectivamente. Quando o cloreto de sódio é adicionado à água pura ocorre sua dissociação formando os íons Na^+ e Cl^- . Considere que esses íons ocupam os espaços intermoleculares na solução.

Nestes recipientes, a posição de equilíbrio do densímetro está representada em:



Questão 2 (ENEM)

Os métodos empregados nas análises químicas são ferramentas importantes para se conhecer a composição dos diversos materiais presentes no meio ambiente. É comum, na análise de metais presentes em amostras ambientais, como água de rio ou de mar, a adição de um ácido mineral forte, normalmente o ácido nítrico (HNO_3), com a finalidade de impedir precipitação de compostos pouco solúveis desses metais ao longo do tempo.

Na ocorrência de precipitação, o resultado da análise pode ser subestimado, porque

- (a) ocorreu passagem de parte dos metais para uma fase sólida.
- (b) houve volatilização de compostos dos metais para a atmosfera.
- (c) os metais passaram a apresentar comportamento de não metais.
- (d) formou-se uma nova fase líquida, imiscível com a solução original.
- (e) os metais reagiram com as paredes do recipiente que contém a amostra.

Questão 3 (ENEM)

O soro fisiológico é uma solução aquosa de cloreto de sódio (NaCl) comumente utilizada para higienização ocular, nasal, de ferimentos e de lentes de contato. Sua concentração é 0,90% em massa e densidade igual a 1,00 g/mL.

Qual massa de NaCl, em grama, deverá ser adicionada à água para preparar 500 mL desse soro?

- (a) 0,45
- (b) 0,90
- (c) 4,50
- (d) 9,00
- (e) 45,00

Questão 4 (ENEM)

Adicionar quantidades de álcool à gasolina, diferentes daquelas determinadas pela legislação, é uma das formas de adulterá-la. Um teste simples para aferir a quantidade de álcool presente na mistura consiste em adicionar uma solução salina aquosa à amostra de gasolina sob análise.

Essa metodologia de análise pode ser usada porque o (a)

- (a) água da solução salina interage com a gasolina da mistura, formando duas fases, uma delas de álcool puro.
- (b) álcool contido na gasolina interage com a solução salina, formando duas fases, uma delas de gasolina pura.
- (c) gasolina da mistura sob análise interage com a solução salina, formando duas fases, uma delas de álcool puro.
- (d) água da solução salina interage com o álcool da mistura, formando duas fases, uma delas de gasolina com o sal.
- (e) álcool contido na gasolina interage com o sal da solução salina, formando duas fases, uma delas de gasolina mais água.

Questão 5 (ENEM)

Os raios X utilizados para diagnósticos médicos são uma radiação ionizante. O efeito das radiações ionizantes em um indivíduo depende basicamente da dose absorvida, do tempo de exposição e da forma da exposição, conforme relacionados no quadro.

Efeitos de uma radioexposição aguda em adulto		
Forma	Dose absorvida	Sintomatologia
Infraclínica	Menor que 1 J/kg	Ausência de sintomas
Reações gerais leves	de 1 a 2 J/kg	Astenia, náuseas e vômito, de 3 h a 6 h após a exposição
DL ₅₀	de 4 a 4,5 J/kg	Morte de 50% dos indivíduos irradiados
Pulmonar	de 8 a 9 J/kg	Insuficiência respiratória aguda, coma e morte, de 14 h a 36 h
Cerebral	Maior que 10 J/kg	Morte em poucas horas

Disponível em: www.onen.gov.br. Acesso em: 3 set. 2012 (adaptado).

Para um técnico radiologista de 90 kg que ficou exposto, por descuido, durante 5 horas a uma fonte de raios X, cuja potência é de 10 mJ/s, a forma do sintoma apresentado, considerando que toda radiação incidente foi absorvida, é

- (a) DL₅₀.
- (b) cerebral.
- (c) pulmonar.
- (d) infraclínica.
- (e) reações gerais leves.

Questão 6 (ENEM)

Um grupo de pesquisadores desenvolveu um método simples, barato e eficaz de remoção de petróleo contaminante na água, que utiliza um plástico produzido a partir do líquido da castanha-de-caju (LCC). A composição química do LCC é muito parecida com a do petróleo e suas moléculas, por suas características, interagem formando agregados com o petróleo. Para retirar os agregados da água, os pesquisadores misturam ao LCC nanopartículas magnéticas.

KIFFER, D. Novo método para remoção de petróleo usa óleo de mamona e castanha-de-caju. Disponível em: www.faperj.br. Acesso em: 31 jul. 2012 (adaptado).

Essa técnica considera dois processos de separação de misturas, sendo eles, respectivamente,

- (a) flotação e decantação.
- (b) decomposição e centrifugação.
- (c) floculação e separação magnética.
- (d) destilação fracionada e peneiração.
- (e) dissolução fracionada e magnetização.

Questão 7 (ENEM)

Para impedir a contaminação microbiana do suprimento de água, deve-se eliminar as emissões de efluentes e, quando necessário, tratá-lo com desinfetante. O ácido hipocloroso (HClO), produzido pela reação entre cloro e água, é um dos compostos mais empregados como desinfetante. Contudo, ele não atua somente como oxidante, mas também como um ativo agente de cloração. A presença de matéria orgânica dissolvida no suprimento de água clorada pode levar à formação de clorofórmio (CHCl₃) e outras espécies orgânicas cloradas tóxicas.

SPIRO, T. G.; STIGLIANI, W. M. Química ambiental.

São Paulo: Pearson, 2009 (adaptado).

Visando eliminar da água o clorofórmio e outras moléculas orgânicas, o tratamento adequado é a

- (a) filtração, com o uso de filtros de carvão ativo.
- (b) fluoretação, pela adição de fluoreto de sódio.
- (c) coagulação, pela adição de sulfato de alumínio.
- (d) correção do pH, pela adição de carbonato de sódio.
- (e) floculação, em tanques de concreto com a água em movimento.

Questão 8 (ENEM)

Visando minimizar impactos ambientais, a legislação brasileira determina que resíduos químicos lançados diretamente no corpo receptor tenham pH entre 5,0 e 9,0. Um resíduo líquido aquoso gerado em um processo industrial tem concentração de íons hidroxila igual a $1,0 \cdot 10^{-10}$ mol/L. Para atender a legislação, um químico separou as seguintes substâncias, disponibilizadas no almoxarifado da empresa: CH₃COOH, Na₂SO₄, CH₃OH, K₂CO₃ e NH₄Cl.

Para que o resíduo possa ser lançado diretamente no corpo receptor, qual substância poderia ser empregada no ajuste do pH?

- (a) CH₃COOH
- (b) Na₂SO₄
- (c) CH₃OH
- (d) K₂CO₃
- (e) NH₄Cl

Questão 9**(ENEM)**

A utilização de processos de biorremediação de resíduos gerados pela combustão incompleta de compostos orgânicos tem se tornado crescente, visando minimizar a poluição ambiental. Para a ocorrência de resíduos de naftaleno, algumas legislações limitam sua concentração em até 30 mg/kg para solo agrícola e 0,14 mg/L para água subterrânea. A quantificação desse resíduo foi realizada em diferentes ambientes, utilizando-se amostras de 500 g de solo e 100 mL de água, conforme apresentado no quadro.

Ambiente	Resíduo de naftaleno (g)
Solo I	$1,0 \times 10^{-2}$
Solo II	$2,0 \times 10^{-2}$
Água I	$7,0 \times 10^{-6}$
Água II	$8,0 \times 10^{-6}$
Água III	$9,0 \times 10^{-6}$

O ambiente que necessita de biorremediação é o(a)

- a) solo I.
- b) solo II.
- c) água I.
- d) água II.
- e) água III.

Questão 10**(ENEM)**

A varfarina é um fármaco que diminui a agregação plaquetária, e por isso é utilizada como anticoagulante, desde que esteja presente no plasma, com uma concentração superior a 1,0 mg/L. Entretanto, concentrações plasmáticas superiores a 4,0 mg/L podem desencadear hemorragias. As moléculas desse fármaco ficam retidas no espaço intravascular e dissolvidas exclusivamente no plasma, que representa aproximadamente 60% do sangue em volume. Em um medicamento, a varfarina é administrada por via intravenosa na forma de solução aquosa, com concentração de 3,0 mg/mL. Um indivíduo adulto, com volume sanguíneo total de 5,0 L, será submetido a um tratamento com solução injetável desse medicamento.

Qual é o máximo volume da solução do medicamento que pode ser administrado a esse indivíduo, pela via intravenosa, de maneira que não ocorram hemorragias causadas pelo anticoagulante?

- a) 1,0 mL
- b) 1,7 mL
- c) 2,7 mL
- d) 4,0 mL
- e) 6,7 mL

GABARITO



Estequiometria.

1 E	8 B
2 C	9 C
3 D	10 B
4 B	
5 B	
6 D	
7 C	

Funções Orgânicas.

1 C	8 D	15 B
2 A	9 A	16 E
3 A	10 C	17 D
4 D	11 C	18 A
5 B	12 D	
6 A	13 A	
7 B	14 C	

Termoquímica.

1 D	6 A	11 D
2 B	7 E	12 D
3 B	8 C	
4 E	9 C	
5 B	10 B	

Oxirredução.

1 C	5 B
2 A	6 C
3 D	7 B
4 B	8 A

Radioatividade.

1 D	7 C
2 C	8 A
3 E	9 B
4 E	
5 E	
6 E	

Equilíbrio Químico e PH.

1 A	8 C
2 E	9 E
3 D	10 D
4 B	11 B
5 C	12 E
6 D	13 B
7 A	

Funções Inorgânicas.

1 C	8 E	15 C
2 A	9 D	16 D
3 A	10 B	17 A
4 E	11 D	18 E
5 A	12 D	
6 D	13 D	
7 C	14 B	

Soluções.

1 D	8 D
2 A	9 B
3 C	10 D
4 B	
5 E	
6 C	
7 A	

