

### Química - Enem de 2009 a 2017

	nº de questões	Porcentagem (%)
Química ambiental	28	19,05
Química orgânica	27	18,37
Estequiometria	16	10,88
Química inorgânica	14	9,52
Eletroquímica	11	7,48
Separação de misturas	10	6,80
Termoquímica	8	5,44
Ligações químicas	6	4,08
Radioatividade	5	3,40
Soluções	5	3,40
Bioquímica	4	2,72
Equilíbrio químico	4	2,72
Propriedades coligativas	3	2,04
Tabela periódica	3	2,04
Cinética química	1	0,68
Densidade	1	0,68
Matéria	1	0,68
Total	147	100,00

# Sumário

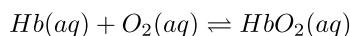
1	Bioquímica . . . . .	4
1.1	Gabarito - Bioquímica . . . . .	6
2	Cinética Química . . . . .	7
2.1	Gabarito - Cinética Química . . . . .	8
3	Densidade . . . . .	9
3.1	Gabarito - Densidade . . . . .	10
4	Eletroquímica . . . . .	11
4.1	Gabarito - Eletroquímica . . . . .	16
5	Equilíbrio Químico . . . . .	17
5.1	Gabarito - Equilíbrio Químico . . . . .	18
6	Estequiometria . . . . .	19
6.1	Gabarito - Estequiometria . . . . .	24
7	Química Inorgânica . . . . .	25
7.1	Gabarito - Química Inorgânica . . . . .	29
8	Ligações Químicas . . . . .	30
8.1	Gabarito - Ligações Químicas . . . . .	32
9	Matéria . . . . .	33
9.1	Gabarito - Ligações Químicas . . . . .	34
10	Química Orgânica . . . . .	35
10.1	Gabarito - Química Orgânica . . . . .	44
11	Propriedades Coligativas . . . . .	45
11.1	Gabarito - Propriedades Coligativas . . . . .	46
12	Química Ambiental . . . . .	47
12.1	Gabarito - Química Ambiental . . . . .	56
13	Termoquímica . . . . .	57
13.1	Gabarito - Termoquímica . . . . .	60
14	Radioatividade . . . . .	61

---

14.1	Gabarito - Radioatividade . . . . .	63
15	Separação de misturas . . . . .	64
15.1	Gabarito - Separação de misturas . . . . .	67
16	Soluções . . . . .	68
16.1	Gabarito - Soluções . . . . .	70
17	Tabela Periódica e Propriedades dos Elementos . . . . .	71
17.1	Gabarito - Tabela Periódica e Propriedade dos Elementos . . . . .	72

## 1 Bioquímica

1. (2015) Hipoxia ou mal das alturas consiste na diminuição de oxigênio ( $O_2$ ) no sangue arterial do organismo. Por essa razão, muitos atletas apresentam mal-estar (dores de cabeça, tontura, falta de ar etc.) ao praticarem atividade física em altitudes elevadas. Nessas condições, ocorrerá uma diminuição na concentração de hemoglobina oxigenada ( $HbO_2$ ) em equilíbrio no sangue, conforme a relação:



Mal da montanha. Disponível em:  
[www.feng.pucrs.br](http://www.feng.pucrs.br). Acesso em: 11 fev. 2015  
(adaptado).

A alteração da concentração de hemoglobina oxigenada no sangue ocorre por causa do(a)

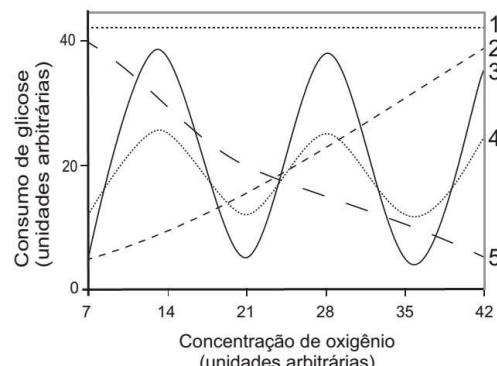
- (a) elevação da pressão arterial.
  - (b) aumento da temperatura corporal.
  - (c) redução da temperatura do ambiente.
  - (d) queda da pressão parcial de oxigênio.
  - (e) diminuição da quantidade de hemácias.
2. (2015) O nitrogênio é essencial para a vida e o maior reservatório global desse elemento, na forma de  $N_2$ , é a atmosfera. Os principais responsáveis por sua incorporação na matéria orgânica são microrganismos fixadores de  $N_2$ , que ocorrem de forma livre ou simbiontes, que ocorrem de forma livre ou simbiontes com plantas.

ADUAN, R. E. et al. Os grandes ciclos biogeocíquicos do planeta. Planaltina: Embrapa, 2004 (adaptado).

Animais garantem suas necessidades metabólicas desse elemento pela

- (a) absorção do gás nitrogênio pela respiração.
- (b) ingestão de moléculas de carboidratos vegetais.
- (c) incorporação de nitritos dissolvidos na água consumida.
- (d) transferência da matéria orgânica pelas cadeias consumida.
- (e) transferência de matéria orgânica pelas cadeias nitrogênio.

3. (2015) Normalmente, as células do organismo humano realizam a respiração aeróbica, na qual o consumo de uma molécula de glicose gera 38 moléculas de ATP. Contudo, em condições anaeróbicas, o consumo de uma molécula de glicose pelas células é capaz de gerar apenas duas moléculas de ATP.



Qual curva representa o perfil de consumo de glicose, para manutenção da homeostase de uma célula que inicialmente está em uma condição anaeróbica e é submetida a um aumento gradual da concentração de oxigênio?

- (a) 1
  - (b) 2
  - (c) 3
  - (d) 4
  - (e) 5
4. (2017) Pesquisadores conseguiram estimular a absorção de energia luminosa em plantas graças ao uso de nanotubos de carbono. Para isso, nanotubos de carbono "se inseriram" no interior dos cloroplastos por uma montagem espontânea, através das membranas dos cloroplastos. Pigmentos da planta absorvem as radiações luminosas, os elétrons são "excitados" e se deslocam no interior de membranas dos cloroplastos, e a planta utiliza em seguida essa energia elétrica para a fabricação de açúcares. Os nanotubos de carbono podem absorver comprimentos de onda habitualmente não utilizados pelos cloroplastos, e os pesquisadores tiveram a ideia de utilizá-los como "antenas", estimulando a conversão de energia solar pelos cloroplastos, com o aumento do transporte de elétrons.

Nanotubos de carbono incrementam a fotossíntese de plantas. Disponível em:  
<http://lques.iqm.unicamp.br>. Acesso em: 14 nov. 2014 (adaptado).

O aumento da eficiência fotossintética ocorreu pelo fato de os nanotubos de carbono promoverem diretamente a:

- (a) utilização de água.

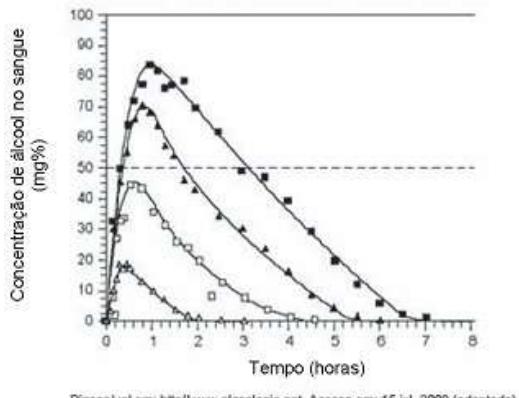
- (b) absorção de fótons.  
(c) formação de gás oxigênio.  
(d) proliferação dos cloroplastos.  
(e) captação de dióxido de carbono.

### 1.1 Gabarito - Bioquímica

1. D                  2. D                  3. E                  4. B

## 2 Cinética Química

1. (2009) Analise a figura.



Supondo que seja necessário dar um título para essa figura, a alternativa que melhor traduziria o processo representado seria:

- (a) Concentração média de álcool no sangue ao longo do dia.
- (b) Variação da frequência da ingestão de álcool ao longo das horas.
- (c) Concentração mínima de álcool no sangue a partir de diferentes dosagens.
- (d) Estimativa de tempo necessário para metabolizar diferentes quantidades de álcool.
- (e) Representação gráfica da distribuição de frequência de álcool em determinada hora do dia.

## 2.1 Gabarito - Cinética Química

1. D

### 3 Densidade

1. (2011) Certas ligas estanho-chumbo com composição específica formam um eutético simples, o que significa que uma liga com essas características se comporta como uma substância pura, com um ponto de fusão definido, no caso  $183^{\circ}\text{C}$ . Essa é uma temperatura inferior mesmo ao ponto de fusão dos metais que compõem esta liga (o estanho puro funde a  $232^{\circ}\text{C}$  e o chumbo puro a  $320^{\circ}\text{C}$ ), o que justifica sua ampla utilização na soldagem de componentes eletrônicos, em que o excesso de aquecimento deve sempre ser evitado. De acordo com as normas internacionais, os valores mínimo e máximo das densidades para essas ligas são de 8,74 g/mL e 8,82 g/mL, respectivamente. As densidades do estanho e do chumbo são 7,3 g/mL e 11,3 g/mL, respectivamente.

Um lote contendo 5 amostras de solda estanho-chumbo foi analisado por um técnico, por meio da determinação de sua composição percentual em massa, cujos resultados estão mostrados no quadro

a seguir.

Amostra	Porcentagem de Sn (%)	Porcentagem de Pb (%)
I	60	40
II	62	38
III	65	35
IV	63	37
V	59	41

Disponível em: <http://www.eletrica.ufpr.br>.

Com base no texto e na análise realizada pelo técnico, as amostras que atendem às normas internacionais são

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

### 3.1 Gabarito - Densidade

1. C

## 4 Eletroquímica

1. (2009) Para que apresente condutividade elétrica adequada a muitas aplicações, o cobre bruto obtido por métodos térmicos é purificado eletroliticamente. Nesse processo, o cobre bruto impuro constitui o ânodo da célula, que está imerso em uma solução de  $CuSO_4$ . À medida que o cobre impuro é oxidado no ânodo, íons  $Cu^{2+}$  da solução são depositados na forma pura no cátodo. Quanto às impurezas metálicas, algumas são oxidadas, passando à solução, enquanto outras simplesmente se desprendem do ânodo e se sedimentam abaixo dele. As impurezas sedimentadas são posteriormente processadas, e sua comercialização gera receita que ajuda a cobrir os custos do processo. A série eletroquímica a seguir lista o cobre e alguns metais presentes como impurezas no cobre bruto de acordo com suas forças redutoras relativas.

Ouro	Força redutora
Platina	
Prata	
Cobre	
Chumbo	
Níquel	
Zinco	

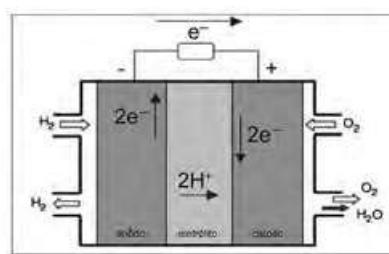
Entre as impurezas metálicas que constam na série apresentada, as que se sedimentam abaixo do ânodo de cobre são

- (a) Au, Pt, Ag, Zn, Ni e Pb.
  - (b) Au, Pt e Ag.
  - (c) Zn, Ni e Pb.
  - (d) Au e Zn.
  - (e) Ag e Pb.
2. (2010) A eletrólise é muito empregada na indústria com o objetivo de reaproveitar parte dos metais sucateados. O cobre, por exemplo, é um dos metais com maior rendimento no processo de eletrólise, com uma recuperação de aproximadamente 99,9%. Por ser um metal de alto valor comercial e de múltiplas aplicações, sua recuperação torna-se viável economicamente.

Suponha que, em um processo de recuperação de cobre puro, tenha-se eletrolisado uma solução de sulfato de cobre (II) ( $CuSO_4$ ) durante 3 h, empregando-se uma corrente elétrica de intensidade igual a 10A. A massa de cobre puro recuperada é de aproximadamente  
Dados: Constante de Faraday  $F = 96\,500\,C/mol$ ; Massa molar em g/mol: Cu = 63,5.

- (a) 0,02g.
- (b) 0,04g.
- (c) 2,40g.
- (d) 35,5g.
- (e) 71,0g.

3. (2010) O crescimento da produção de energia elétrica ao longo do tempo tem influenciado decisivamente o progresso da humanidade, mas também tem criado uma séria preocupação: o prejuízo ao meio ambiente. Nos próximos anos, uma nova tecnologia de geração de energia elétrica deverá ganhar espaço: as células a combustível hidrogênio/oxigênio.



VILLALAS, H. M.; TICIANELLI, E. A.; GONZÁLEZ, E. R. Química Nova Na Escola, N°15, maio 2002.

Com base no texto e na figura, a produção de energia elétrica por meio da célula a combustível hidrogênio/oxigênio diferencia-se dos processos convencionais porque

- (a) transforma energia química em energia elétrica, sem causar danos ao meio ambiente, porque o principal subproduto formado é a água.
- (b) converte a energia química contida nas moléculas dos componentes em energia térmica, sem que ocorra a produção de gases poluentes nocivos ao meio ambiente.
- (c) transforma energia química em energia elétrica, porém emite gases poluentes da mesma forma que a produção de energia a partir dos combustíveis fósseis.
- (d) converte energia elétrica proveniente dos combustíveis fósseis em energia química, retendo os gases poluentes produzidos no processo sem alterar a qualidade do meio ambiente.
- (e) converte a energia potencial acumulada nas moléculas de água contidas no sistema em energia química, sem que ocorra a produção de gases poluentes nocivos ao meio ambiente.

4. (2012) O boato de que os lacres das latas de alumínio teriam um alto valor comercial levou muitas pessoas a juntarem esse material na expectativa de ganhar dinheiro com sua venda. As empresas fabricantes de alumínio esclarecem que isso não passa de uma "lenda urbana", pois ao retirar o anel da lata, dificulta-se a reciclagem do alumínio. Como a liga do qual é feito o anel contém alto teor de magnésio, se ele não estiver junto com a lata, fia mais fácil ocorrer a oxidação do alumínio no forno. A tabela apresenta as semirreações e os valores de potencial padrão de redução de alguns metais:

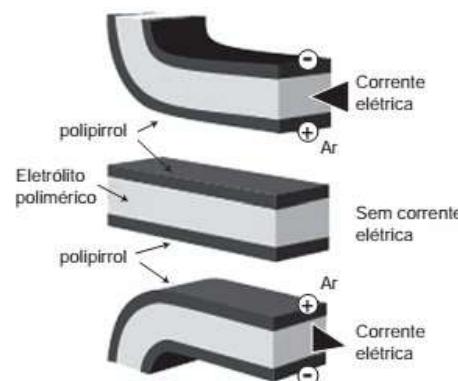
Semirreação	Potencial Padrão de Redução (V)
$\text{Li}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{Li}$	-3,05
$\text{K}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{K}$	-2,93
$\text{Mg}^{2+} + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{Mg}$	-2,36
$\text{Al}^{3+} + 3 \text{e}^- \rightarrow \text{Al}$	-1,66
$\text{Zn}^{2+} + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{Zn}$	-0,76
$\text{Cu}^{2+} + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{Cu}$	+0,34

Disponível em: [www.sucatas.com](http://www.sucatas.com). Acesso em: 28 fev. 2012 (adaptado).

Com base no texto e na tabela, que metais poderiam entrar na composição do anel das latas com a mesma função do magnésio, ou seja, proteger o alumínio da oxidação nos fornos e não deixar diminuir o rendimento da sua reciclagem?

- (a) Somente o lítio, pois ele possui o menor potencial de redução.
  - (b) Somente o cobre, pois ele possui o maior potencial de redução.
  - (c) Somente o potássio, pois ele possui potencial de redução mais próximo do magnésio.
  - (d) Somente o cobre e o zinco, pois eles sofrem oxidação mais facilmente que o alumínio.
  - (e) Somente o lítio e o potássio, pois seus potenciais de redução são menores do que o do alumínio.
5. (2013) Músculos artificiais são dispositivos feitos com plásticos inteligentes que respondem a uma corrente elétrica com um movimento mecânico. A oxidação e redução de um polímero condutor criam cargas positivas e/ou negativas no material, que são compensadas com a inserção ou expulsão de cátions ou ânions. Por exemplo, na figura os filmes escuros são de polipirrol e o filme branco é de um eletrólito

polimérico contendo um sal inorgânico. Quando o polipirrol sofre oxidação, há a inserção de ânions para compensar a carga positiva no polímero e o filme se expande. Na outra face do dispositivo o filme de polipirrol sofre redução, expulsando ânions, e o filme se contrai. Pela montagem, em sanduíche, o sistema todo se movimenta de forma harmônica, conforme mostrado na figura.



DE PAOLI, M. A. Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola, São Paulo, maio 2001 (adaptado).

A camada central de eletrólito polimérico é importante porque

- (a) absorve a irradiação de partículas carregadas, emitidas pelo aquecimento elétrico dos filmes de polipirrol.
- (b) permite a difusão dos íons promovida pela aplicação de diferença de potencial, fechando o circuito elétrico.
- (c) mantém um gradiente térmico no material para promover a dilatação/contração térmica de cada filme de polipirrol.
- (d) permite a condução de elétrons livres, promovida pela aplicação de diferença de potencial, gerando corrente elétrica.
- (e) promove a polarização das moléculas poliméricas, o que resulta no movimento gerado pela aplicação de diferença de potencial.

6. (2014) A revelação das chapas de raios X gera uma solução que contém íons prata na forma de  $\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_2^{3-}$ . Para evitar a descarga desse metal no ambiente, a recuperação de prata metálica pode ser feita tratando eletroquimicamente essa solução com uma espécie adequada. O quadro apresenta semirreações de redução de alguns íons metálicos.

Semirreação de redução	$E^\circ$ (V)
$\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_2^{3-}(\text{aq}) + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Ag}(\text{s}) + 2\text{S}_2\text{O}_3^{2-}(\text{aq})$	+0,02
$\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Cu}(\text{s})$	+0,34
$\text{Pt}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Pt}(\text{s})$	+1,20
$\text{Al}^{3+}(\text{aq}) + 3\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Al}(\text{s})$	-1,66
$\text{Sn}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Sn}(\text{s})$	-0,14
$\text{Zn}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Zn}(\text{s})$	-0,76

BENDASSOLI, J. A. et al. Procedimentos para a recuperação de Ag de resíduos líquidos e sólidos. *Química Nova*, v. 26, n. 4, 2003 (adaptado).

Das espécies apresentadas, a adequada para essa recuperação é



**Professora:** Kelly Galhardo

13

**contato:** spexatas@gmail.com

plantas. Sua produção consiste na mistura de uma solução aquosa de sulfato de cobre(II),  $CuSO_4$ , com óxido de cálcio,  $CaO$ , e sua aplicação só deve ser realizada se estiver levemente básica. A avaliação rudimentar da basicidade dessa solução é realizada pela adição de três gotas sobre uma faca de ferro limpa. Após três minutos, caso surja uma mancha avermelhada no local da aplicação, afirma-se que a calda bordalesa ainda não está com a basicidade necessária. O quadro apresenta os valores de potenciais padrão de redução ( $E^\circ$ ) para algumas semirreações de redução.

Semirreação de redução	$E^\circ$ (V)
$Ca^{2+} + 2e^- \rightarrow Ca$	-2,87
$Fe^{3+} + 3e^- \rightarrow Fe$	-0,04
$Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu$	+0,34
$Cu^+ + e^- \rightarrow Cu$	+0,52
$Fe^{3+} + e^- \rightarrow Fe^{2+}$	+0,77

MOTTA, I. S. Calda bordalesa: utilidades e preparo. Dourados: Embrapa, 2008 (adaptado).

A equação química que representa a reação de formação da mancha avermelhada é:

- (a)  $Ca^{2+}(aq) + 2Cu^+(aq) \rightarrow Ca(s) + 2Cu^{2+}(aq)$ .

(b)  $Ca^{2+}(aq) + 2Fe^{2+}(aq) \rightarrow Ca(s) + 2Fe^{3+}(aq)$ .

(c)  $Cu^{2+}(aq) + 2Fe^{2+}(aq) \rightarrow Cu(s) + 2Fe^{3+}(aq)$ .

(d)  $3Ca^{2+}(aq) + 2Fe(s) \rightarrow 3Ca(s) + 2Fe^{3+}(aq)$ .

(e)  $3Cu^{2+}(aq) + 2Fe(s) \rightarrow 3Cu(s) + 2Fe^{3+}(aq)$ .

9. (2016)

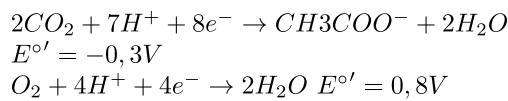
TEXTO I

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 respieração celular para um eletrodo, onde fluem por um circuito externo 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/ $O_2$ . Disponível em: [www.teses.usp.br](http://www.teses.usp.br). Acesso em: 23 jun. 2015 (adaptado).

## TEXTO II

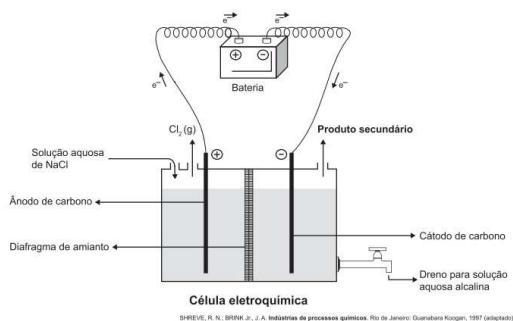
Em sistemas bioeletroquímicos, os potenciais padrão ( $E^{\circ'}$ ) apresentam valores característicos. Para as biocélulas de acetato, considere as seguintes semirreações de redução e seus respectivos potenciais:



SCOTT, K.; YU, E. H. Microbial electrochemical and fuel cells: fundamentals and applications. Woodhead Publishing Series in Energy, 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
10. (2017) 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.



No processo eletrolítico ilustrado, o produto secundário obtido é o

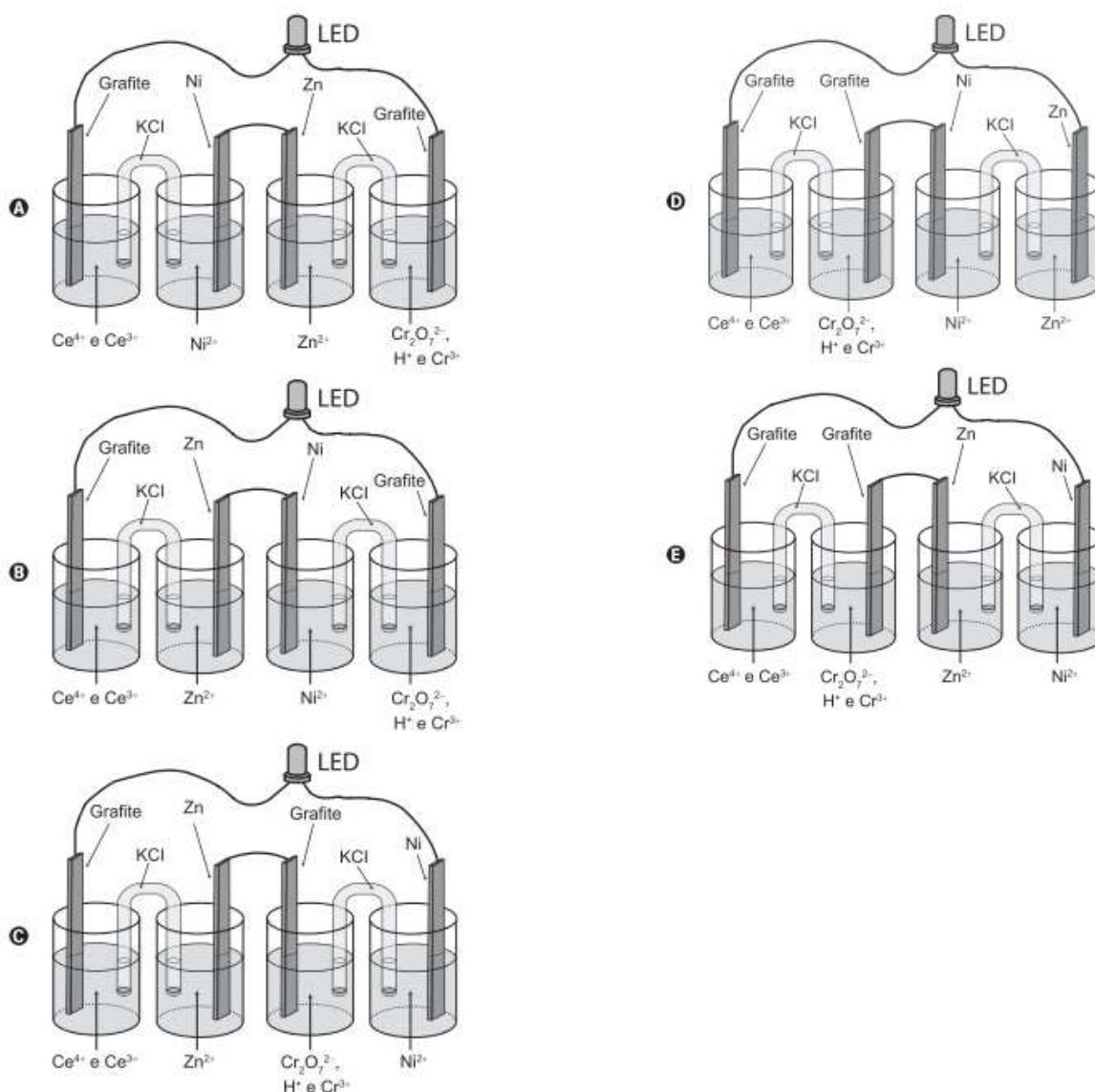
- (a) vapor de água.  
 (b) oxigênio molecular.  
 (c) hipoclorito de sódio.  
 (d) hidrogênio molecular.  
 (e) cloreto de hidrogênio.

11. (2017) 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	$E^{\circ} (V)$
$Ce^{4+} (aq) + e^- \rightarrow Ce^{3+} (aq)$	+1,61
$Cr_2O_7^{2-} (aq) + 14 H^+ (aq) + 6 e^- \rightarrow 2 Cr^{3+} (aq) + 7 H_2O (l)$	+1,33
$Ni^{2+} (aq) + 2 e^- \rightarrow Ni (s)$	-0,25
$Zn^{2+} (aq) + 2 e^- \rightarrow Zn (s)$	-0,76

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



#### 4.1 Gabarito - Eletroquímica

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

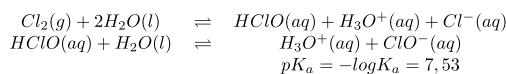
## 5 Equilíbrio Químico

1. (2012) Uma dona de casa accidentalmente deixou cair na geladeira a água proveniente do degelo de um peixe, o que deixou um cheiro forte e desagradável dentro do eletrodoméstico. Sabe-se que o odor característico de peixe se deve às aminas e que esses compostos se comportam como bases. Na tabela são listadas as concentrações hidrogeniônicas de alguns materiais encontrados na cozinha, que a dona de casa pensa em utilizar na limpeza da geladeira.

Material	Concentração de $H_3O^+$ (mol/L)
Suco de limão	$10^{-2}$
Leite	$10^{-6}$
Vinagre	$10^{-3}$
Álcool	$10^{-8}$
Sabão	$10^{-12}$
Carbonato de sódio/barrilha	$10^{-12}$

Dentre os materiais listados, quais são apropriados para amenizar esse odor?

- (a) Álcool ou sabão.  
 (b) Suco de limão ou álcool.  
 (c) Suco de limão ou vinagre.  
 (d) Suco de limão, leite ou sabão.  
 (e) Sabão ou carbonato de sódio/barrilha.
2. (2013) Uma das etapas do tratamento da água é a desinfecção, sendo a cloração o método mais empregado. Esse método consiste na dissolução do gás cloro numa solução sob pressão e sua aplicação na água a ser desinfetada. As equações das reações químicas envolvidas são:

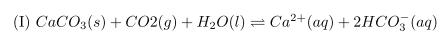


A ação desinfetante é controlada pelo ácido hipocloroso, que possui um potencial de desinfecção cerca de 80 vezes superior ao ânion hipoclorito. O pH do meio é importante, porque influencia na extensão com que o ácido hipocloroso se ioniza. Para que a desinfecção seja mais efetiva, o pH da água a ser tratada deve estar mais próximo de

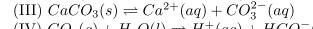
- (a) 0.  
 (b) 5.  
 (c) 7.  
 (d) 9.

- (e) 14.

3. (2015) Vários ácidos são utilizados em indústrias que descartam seus efluentes nos corpos d'água, como rios e lagos, podendo afetar o equilíbrio ambiental. Para neutralizar a acidez, o sal carbonato de cálcio pode ser adicionado ao efluente, em quantidades apropriadas, pois produz bicarbonato, que neutraliza a água. As equações envolvidas no processo são apresentadas:



$$K_1 = 3,0 \times 10^{-11}$$



$$K_2 = 6,0 \times 10^{-9}$$



$$K_3 = 2,5 \times 10^{-7}$$

Com base nos valores das constantes de equilíbrio das reações II, III e IV a 25°C, qual é o valor numérico da constante de equilíbrio químico?

- (a)  $4,5 \times 10^{-26}$ .  
 (b)  $5,0 \times 10^{-5}$ .  
 (c)  $0,8 \times 10^{-9}$ .  
 (d)  $0,2 \times 10^5$ .  
 (e)  $2,2 \times 10^{26}$ .

4. (2016) Após seu desgaste completo, os pneus podem ser queimados para a geração de energia. Dentro 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	$C_6H_5OH + H_2O \rightleftharpoons C_6H_5O^- + H_3O^+$	$1,3 \times 10^{-10}$
Piridina	$C_6H_5N + H_2O \rightleftharpoons C_6H_5NH^+ + OH^-$	$1,7 \times 10^{-9}$
Metilamina	$CH_3NH_2 + H_2O \rightleftharpoons CH_3NH_3^+ + OH^-$	$4,4 \times 10^{-4}$
Hidrogenofosfato de potássio	$HPO_4^{2-} + H_2O \rightleftharpoons H_2PO_4^- + OH^-$	$2,8 \times 10^{-2}$
Hidrogenosulfato de potássio	$HSO_4^- + H_2O \rightleftharpoons SO_4^{2-} + H_3O^+$	$3,1 \times 10^{-2}$

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.

### 5.1 Gabarito - Equilíbrio Químico

- |      |      |
|------|------|
| 1. C | 3. B |
| 2. B | 4. D |

## 6 Estequiometria

1. (2009) O álcool hidratado utilizado como combustível veicular é obtido por meio da destilação fracionada de soluções aquosas geradas a partir da fermentação de biomassa. Durante a destilação, o teor de etanol da mistura é aumentado, até o limite de 96% em massa.

Considere que, em uma usina de produção de etanol, 800 kg de uma mistura etanol/água com concentração 20% em massa de etanol foram destilados, sendo obtidos 100 kg de álcool hidratado 96% em massa de etanol. A partir desses dados, é correto concluir que a destilação em questão gerou um resíduo com uma concentração de etanol em massa

- (a) de 0%.
- (b) de 8,0%.
- (c) entre 8,4% e 8,6%.
- (d) entre 9,0% e 9,2%.
- (e) entre 13% e 14%.

2. (2010) As mobilizações para promover um planeta melhor para as futuras gerações são cada vez mais frequentes. A maior parte dos meios de transporte de massa é atualmente movida pela queima de um combustível fóssil. A título de exemplificação do ônus causado por essa prática, basta saber que um carro produz, em média, cerca de 200g de dióxido de carbono por km percorrido.

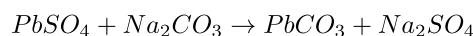
Revista Aquecimento Global. Ano 2, n.o 8.  
Publicação do Instituto Brasileiro de Cultura  
Ltda.

Um dos principais constituintes da gasolina é o octano ( $C_8H_{18}$ ). Por meio da combustão do octano é possível a liberação de energia, permitindo que o carro entre em movimento. A equação que representa a reação química desse processo demonstra que

- (a) no processo há liberação de oxigênio, sob a forma de  $O_2$ .
- (b) o coeficiente estequiométrico para a água é de 8 para 1 do octano.
- (c) no processo há consumo de água, para que haja liberação de energia.
- (d) o coeficiente estequiométrico para o oxigênio é de 12,5 para 1 do octano.
- (e) o coeficiente estequiométrico para o gás carbônico é de 9 para 1 do octano.

3. (2010) A composição média de uma bateria automotiva esgotada é de aproximadamente 32% Pb, 3%  $PbO$ , 17%  $PbO_2$  e 36%  $PbSO_4$ . A média de massa da pasta residual de uma bateria usada é de 6kg, onde 19% é  $PbO_2$ , 60%  $PbSO_4$  e 21% Pb. Entre todos os compostos de chumbo presentes na pasta, o que mais preocupa é o sulfato de chumbo (II), pois nos processos pirometalúrgicos, em que os compostos de chumbo (placas das baterias) são fundidos, há a conversão de sulfato em dióxido de enxofre, gás muito poluente.

Para reduzir o problema das emissões de  $SO_2(g)$ , a indústria pode utilizar uma planta mista, ou seja, utilizar o processo hidrometalúrgico, para a desulfuração antes da fusão do composto de chumbo. Nesse caso, a redução de sulfato presente no  $PbSO_4$  é feita via lixiviação com solução de carbonato de sódio ( $Na_2CO_3$ ) 1M a  $45^{\circ}C$ , em que se obtém o carbonato de chumbo (II) com rendimento de 91%. Após esse processo, o material segue para a fundição para obter o chumbo metálico.



Dados: Massas Molares em g/mol Pb = 207; S = 32; Na = 23; O = 16; C = 12

ARAÚJO, R.V.V.; TINDADE, R.B.E.; SOARES, P.S.M. Reciclagem de chumbo de bateria automotiva: estudo de caso. Disponível em:  
<http://www.iqsc.usp.br>. Acesso em: 17 abr. 2010  
(adaptado).

Segundo as condições do processo apresentado para a obtenção de carbonato de chumbo (II) por meio da lixiviação por carbonato de sódio e considerando uma massa de pasta residual de uma bateria de 6 kg, qual quantidade aproximada, em quilogramas, de  $PbCO_3$  é obtida?

- (a) 1,7 kg
  - (b) 1,9 kg
  - (c) 2,9 kg
  - (d) 3,3 kg
  - (e) 3,6 kg
4. (2010) Todos os organismos necessitam de água e grande parte deles vive em rios, lagos e oceanos. Os processos biológicos, como respiração e fotossíntese, exercem profunda influência na química das águas naturais em todo o planeta. O oxigênio é ator dominante na química e na bioquímica da hidrosfera. Devido a sua baixa solubilidade em água

(9,0 mg/l a 20°C) a disponibilidade de oxigênio nos ecossistemas aquáticos estabelece o limite entre a vida aeróbica e anaeróbica. Nesse contexto, um parâmetro chamado Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) foi definido para medir a quantidade de matéria orgânica presente em um sistema hídrico. A DBO corresponde à massa de  $O_2$  em miligramas necessária para realizar a oxidação total do carbono orgânico em um litro de água.

BAIRD, C. Química Ambiental. Ed. Bookman, 2005 (adaptado).

Dados: Massas molares em g/mol: C = 12; H = 1; O = 16. Suponha que 10 mg de açúcar (fórmula mínima  $CH_2O$  e massa molar igual a 30 g/mol) são dissolvidos em um litro de água; em quanto a DBO será aumentada?

- (a) 0,4mg de  $O_2$ /litro  
(b) 1,7mg de  $O_2$ /litro  
(c) 2,7mg de  $O_2$ /litro  
(d) 9,4mg de  $O_2$ /litro  
(e) 10,7mg de  $O_2$ /litro
5. (2011) O peróxido de hidrogênio é comumente utilizado como antisséptico e alvejante. Também pode ser empregado em trabalhos de restauração de quadros enegrecidos e no clareamento de dentes. Na presença de soluções ácidas de oxidantes, como o permanganato de potássio, este óxido decomponse, conforme a equação a seguir:
- $$5 H_2O_2(aq) + 2 KMnO_4(aq) + 3 H_2SO_4(aq) \longrightarrow 5 O_2(g) + 2 MnSO_4(aq) + K_2SO_4(aq) + 8 H_2O(l)$$
- ROCHA-FILHO, R. C. R.; SILVA, R. R. Introdução aos Cálculos da Química. São Paulo: McGraw-Hill, 1992.
7. (2012) No Japão, um movimento nacional para a promoção da luta contra o aquecimento global leva o *slogan*: **1 pessoa, 1 dia, 1 kg de  $CO_2$  a menos!** A ideia é cada pessoa reduzir em 1 kg a quantidade de  $CO_2$  emitida todo dia, por meio de pequenos gestos ecológicos, como diminuir a queima de gás de cozinha.

Disponível em:  
<http://boaspraticasfarmaceuticas.blogspot.com>.  
Acesso em: 27 fev. 2012.

Com base nas informações do texto, a quantidade máxima recomendada de aspartame, em mol, que uma pessoa de 70 kg de massa corporal pode ingerir por dia é mais próxima de Dado: massa molar de aspartame = 294 g/mol

- (a)  $1,3 \times 10^{-4}$ .  
(b)  $9,5 \times 10^{-3}$ .  
(c)  $4 \times 10^{-2}$ .  
(d) 2,6.  
(e) 823.
7. (2012) No Japão, um movimento nacional para a promoção da luta contra o aquecimento global leva o *slogan*: **1 pessoa, 1 dia, 1 kg de  $CO_2$  a menos!** A ideia é cada pessoa reduzir em 1 kg a quantidade de  $CO_2$  emitida todo dia, por meio de pequenos gestos ecológicos, como diminuir a queima de gás de cozinha.

Um hambúrguer ecológico? É pra já! Disponível em: <http://lques.iqm.unicamp.br>. Acesso em: 24 fev. 2012 (adaptado).

Considerando um processo de combustão completa de um gás de cozinha composto exclusivamente por butano ( $C_4H_{10}$ ), a mínima quantidade desse gás que um japonês deve deixar de queimar para atender à meta diária, apenas com esse gesto, é de Dados:  $CO_2$  (44 g/mol);  $C_4H_{10}$  (58 g/mol)

- (a)  $0,25\text{ kg}$ .  
(b)  $0,33\text{ kg}$ .  
(c)  $1,0\text{ kg}$ .  
(d)  $1,3\text{ kg}$ .  
(e)  $3,0\text{ kg}$ .
8. (2013) A produção de aço envolve o aquecimento do minério de ferro, junto com carvão (carbono) e ar atmosférico em uma série de reações de oxirredução. O produto é chamado de ferro-gusa e contém cerca de 3,3% de carbono. Uma forma de

De acordo com a estequiometria da reação descrita, a quantidade de permanganato de potássio necessária para reagir completamente com 20,0 mL de uma solução 0,1 mol/L de peróxido de hidrogênio é igual a

- (a)  $2,0 \times 10^0\text{ mol}$ .  
(b)  $2,0 \times 10^{-3}\text{ mol}$ .  
(c)  $8,0 \times 10^{-1}\text{ mol}$ .  
(d)  $8,0 \times 10^{-4}\text{ mol}$ .  
(e)  $5,0 \times 10^{-3}\text{ mol}$ .
6. (2012) Aspartame é um edulcorante artificial (adoçante dietético) que apresenta potencial adoçante 200 vezes maior que o açúcar comum, permitindo seu uso em pequenas quantidades. Muito

eliminar o excesso de carbono é a oxidação a partir do aquecimento do ferro-gusa com gás oxigênio puro. Os dois principais produtos formados são aço doce (liga de ferro com teor de 0,3% de carbono restante) e gás carbônico. As massas molares aproximadas dos elementos carbono e oxigênio são, respectivamente, 12 g/mol e 16 g/mol.

LEE, J. D. Química Inorgânica não tão concisa. São Paulo: Edgard Blucher, 1999 (adaptado).

Considerando que um forno foi alimentado com 2,5 toneladas de ferro-gusa, a massa de gás carbônico formada, em quilogramas, na produção de aço doce, é mais próxima de

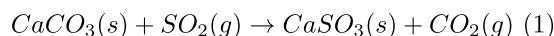
- (a) 28.  
(b) 75.  
(c) 175.  
(d) 275.  
(e) 303.
9. (2013) A varfarina é um fármaco que diminui a agregação plaquetária, e por isso é utilizada como anticoagulante, desde que esteja presente no plasma, com uma concentração superior a 1,0 mg/L. Entretanto, concentrações plasmáticas superiores a 4,0 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
10. (2013) O brasileiro consome em média 500 miligramas de cálcio por dia, quando a quantidade recomendada é o dobro. Uma alimentação balanceada é a melhor decisão para evitar problemas no futuro, como a osteoporose, uma doença que atinge os ossos. Ela se caracteriza pela diminuição substancial de massa óssea, tornando os ossos frágeis e mais suscetíveis a fraturas.

Disponível em: [www.anvisa.gov.br](http://www.anvisa.gov.br). Acesso em: 1 ago. 2012 (adaptado).

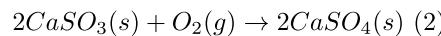
Considerando-se o valor de  $6 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$  para a constante de Avogadro e a massa molar do cálcio igual a 40 g/mol, qual a quantidade mínima diária de átomos de cálcio a ser ingerida para que uma pessoa supra suas necessidades?

- (a)  $7,5 \times 10^{21}$   
(b)  $1,5 \times 10^{22}$   
(c)  $7,5 \times 10^{23}$   
(d)  $1,5 \times 10^{25}$   
(e)  $4,8 \times 10^{25}$

11. (2014) Grandes fontes de emissão do gás dióxido de enxofre são as indústrias de extração de cobre e níquel, em decorrência da oxidação dos minérios sulfurados. Para evitar a liberação desses óxidos na atmosfera e a consequente formação da chuva ácida, o gás pode ser lavado, em um processo conhecido como dessulfurização, conforme mostrado na equação (1).



Por sua vez, o sulfito de cálcio formado pode ser oxidado, com o auxílio do ar atmosférico, para a obtenção do sulfato de cálcio, como mostrado na equação (2). Essa etapa é de grande interesse porque o produto da reação, popularmente conhecido como gesso, é utilizado para fins agrícolas.



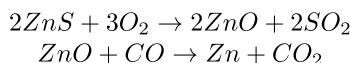
As massas molares dos elementos carbono, oxigênio, enxofre e cálcio são iguais a 12 g/mol, 16 g/mol, 32 g/mol e 40 g/mol, respectivamente.

BAIRD, C. Química ambiental. Porto Alegre: Bookman, 2002 (adaptado).

Considerando um rendimento de 90% no processo, a massa de gesso obtida, em gramas, por mol de gás retido é mais próxima de

- (a) 64. (d) 136.  
(b) 108. (e) 245.  
(c) 122.

12. (2015) 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 ( $\text{ZnS}$ ), de pureza 75%. Considere que a conversão do minério em zinco metálico tem rendimento de 80% nesta sequência de equações químicas:



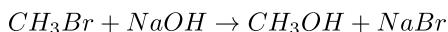
Considere as massas molares:  $ZnS$  (97 g/mol);  $O_2$  (32 g/mol);  $ZnO$  (81 g/mol);  $SO_2$  (64 g/mol);  $CO$  (28 g/mol);  $CO_2$  (44 g/mol); e  $Zn$  (65 g/mol).

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

- (a) 25
  - (b) 33
  - (c) 40
  - (d) 50
  - (e) 54
13. (2016) 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 como

$$R = \frac{n_{produto}}{n_{reagentelimitante}} \times 100$$

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%.
14. (2016) 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, 60 mg/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.
15. (2017) A toxicidade de algumas substâncias é normalmente representada por um índice conhecido como  $DL_{50}$  (dose letal mediana). Ele representa a dosagem aplicada a uma população de seres vivos que mata 50% desses indivíduos e é normalmente medido utilizando-se ratos como cobaias. Esse índice é muito importante para os seres humanos, pois ao se extrapolar os dados obtidos com o uso de cobaias, pode-se determinar o nível tolerável de contaminação de alimentos, para que possam ser consumidos de forma segura pelas pessoas. O quadro apresenta três pesticidas e suas toxicidades. A unidade mg/kg indica a massa da substância ingerida pela massa da cobaia.

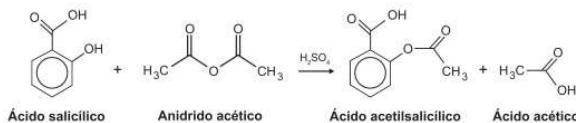
Pesticidas	$DL_{50}$
Diazinon	70
Malation	1000
Atrazina	3100

Sessenta ratos, com massa de 200 g cada, foram divididos em três grupos de vinte. Três amostras de ração, contaminadas, cada uma delas com um dos pesticidas indicados no quadro, na concentração de 3 mg por grama de ração, foram administradas para cada grupo de cobaias. Cada rato consumiu 100 g de ração.

Qual(ais) grupo(s) terá(ão) uma mortalidade mínima de 10 ratos?

- (a) O grupo que se contaminou somente com atrazina.
- (b) O grupo que se contaminou somente com diazinon.
- (c) Os grupos que se contaminaram com atrazina e malation.
- (d) Os grupos que se contaminaram com diazinon e malation.
- (e) Nenhum dos grupos contaminados com atrazina, diazinon e malation.

16. (2017) 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:



Após a síntese, o AAS é purificado e o rendimento final é de aproximadamente 50%. Devido às suas propriedades farmacológicas (antitérmico, analgésico, anti-inflamatório, 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

### 6.1 Gabarito - Estequiometria

- |      |      |      |       |       |       |
|------|------|------|-------|-------|-------|
| 1. D | 4. E | 7. B | 10. B | 13. D | 16. D |
| 2. D | 5. D | 8. D | 11. C | 14. B |       |
| 3. C | 6. B | 9. D | 12. C | 15. D |       |

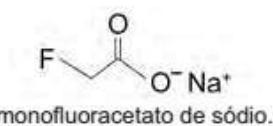
## 7 Química Inorgânica

1. (2010) Decisão de asfaltamento da rodovia MG-010, acompanhada da introdução de espécies exóticas, e a prática de incêndios criminosos ameaçam o sofisticado ecossistema do campo rupestre da reserva da Serra do Espinhaço. As plantas nativas desta região, altamente adaptadas a uma alta concentração de alumínio, que inibe o crescimento das raízes e dificulta a absorção de nutrientes e água, estão sendo substituídas por espécies invasoras que não teriam naturalmente adaptação para este ambiente; no entanto, elas estão dominando as margens da rodovia, equivocadamente chamada de “estrada ecológica”. Possivelmente, a entrada de espécies de plantas exóticas neste ambiente foi provocada pelo uso, neste empreendimento, de um tipo de asfalto (cimento-solo) que possui uma mistura rica em cálcio, que causou modificações químicas aos solos adjacentes à rodovia MG-010.

Scientific American Brasil. Ano 7, n.º 79, 2008  
(adaptado).

Essa afirmação baseia-se no uso de cimento-solo, mistura rica em cálcio que

- (a) inibe a toxicidade do alumínio, elevando o pH dessas áreas.
  - (b) inibe a toxicidade do alumínio, reduzindo o pH dessas áreas.
  - (c) aumenta a toxicidade do alumínio, elevando o pH dessas áreas.
  - (d) aumenta a toxicidade do alumínio, reduzindo o pH dessas áreas.
  - (e) neutraliza a toxicidade do alumínio, reduzindo o pH dessas áreas.
2. (2010) No ano de 2004, diversas mortes de animais por envenenamento no zoológico de São Paulo foram evidenciadas. Estudos técnicos apontam suspeita de intoxicação por monofluoracetato de sódio, conhecido como composto 1080 e ilegalmente comercializado como raticida. O monofluoracetato de sódio é um derivado do ácido monofluoracético e age no organismo dos mamíferos bloqueando o ciclo de Krebs, que pode levar à parada da respiração celular oxidativa e ao acúmulo de amônia na circulação.



Disponível em: <http://www1.folha.uol.com.br>. Acesso em: 05 ago. 2010 (adaptado).

O monofluoracetato de sódio pode ser obtido pela

- (a) desidratação do ácido monofluoracético, com liberação de água.
- (b) hidrólise do ácido monofluoracético, sem formação de água.
- (c) perda de íons hidroxila do ácido monofluoracético, com liberação de hidróxido de sódio.
- (d) neutralização do ácido monofluoracético usando hidróxido de sódio, com liberação de água.
- (e) substituição dos íons hidrogênio por sódio na estrutura do ácido monofluoracético, sem formação de água.

3. (2010) As misturas efervescentes, em pó ou em comprimidos, são comuns para a administração de vitamina C ou de medicamentos para azia. Essa forma farmacêutica sólida foi desenvolvida para facilitar o transporte, aumentar a estabilidade de substâncias e, quando em solução, acelerar a absorção do fármaco pelo organismo.

A matérias-primas que atuam na efervescência são, em geral, o ácido tartárico ou o ácido cítrico que reagem com um sal de caráter básico, como o bicarbonato de sódio ( $NaHCO_3$ ), quando em contato com a água. A partir do contato da mistura efervescente com a água, ocorre uma série de reações químicas simultâneas: liberação de íons, formação de ácido e liberação do gás carbônico - gerando a efervescência.

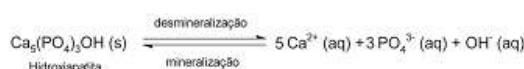
As equações a seguir representam as etapas da reação da mistura efervescente na água, em que foram omitidos os estados de agregação dos reagentes, e  $H_3A$  representa o ácido cítrico.

- (I)  $NaHCO_3 \rightarrow Na^+ + HCO_3^-$
- (II)  $H_2CO_3 \rightleftharpoons H_2O + CO_2$
- (III)  $HCO_3^- + H^+ \rightleftharpoons H_2CO_3$
- (IV)  $H_3A \rightleftharpoons 3H^+ + A^-$

A ionização, a dissociação iônica, a formação do ácido e a liberação do gás ocorrem, respectivamente, nas seguintes etapas:

- (a) IV, I, II e III
- (b) I, IV, III e II
- (c) IV, III, I e II
- (d) I, IV, II e III
- (e) IV, I, III e II

4. (2011) Os refrigerantes têm-se tornado cada vez mais o alvo de políticas públicas de saúde. Os de cola apresentam ácido fosfórico, substância prejudicial à fixação de cálcio, o mineral que é o principal componente da matriz dos dentes. A cárie é um processo dinâmico de desequilíbrio do processo de desmineralização dentária, perda de minerais em razão da acidez. Sabe-se que o principal componente do esmalte do dente é um sal denominado hidroxiapatita. O refrigerante, pela presença da sacarose, faz decrescer o pH do biofilme (placa bacteriana), provocando a desmineralização do esmalte dentário. Os mecanismos de defesa salivar levam de 20 a 30 minutos para normalizar o nível do pH, remineralizando o dente. A equação química seguinte representa esse processo:

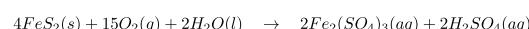


GROISMAN, S. Impacto do refrigerante nos dentes é avaliado sem tirá-lo da dieta. Disponível em: <http://www.saude.net>. Acesso em: 1 maio 2010 (adaptado).

Considerando que uma pessoa consuma refrigerantes diariamente, poderá ocorrer um processo de desmineralização dentária, devido ao aumento da concentração de

- (a)  $\text{OH}^-$ , que reage com os íons  $\text{Ca}^{2+}$ , deslocando o equilíbrio para a direita.
  - (b)  $\text{H}^+$ , que reage com as hidroxilas  $\text{OH}^-$ , deslocando o equilíbrio para a direita.
  - (c)  $\text{OH}^-$ , que reage com os íons  $\text{Ca}^{2+}$ , deslocando o equilíbrio para a esquerda.
  - (d)  $\text{H}^+$ , que reage com as hidroxilas  $\text{OH}^-$ , deslocando o equilíbrio para a esquerda.
  - (e)  $\text{Ca}^{2+}$ , que reage com as hidroxilas  $\text{OH}^-$ , deslocando o equilíbrio para a esquerda.
5. (2012) Os tubos de PVC, material organoclorado sintético, são normalmente utilizados como encanamento na construção civil. Ao final da sua vida útil, uma das formas de descarte desses tubos pode ser a incineração. Nesse processo libera-se  $\text{HCl}(g)$ , cloreto de hidrogênio, dentre outras substâncias. Assim, é necessário um tratamento para evitar o problema da emissão desse poluente. Entre as alternativas possíveis para o tratamento, é apropriado canalizar e borbulhar os gases provenientes da incineração em
- (a) água dura.
  - (b) água de cal.
  - (c) água salobra.
  - (d) água destilada.

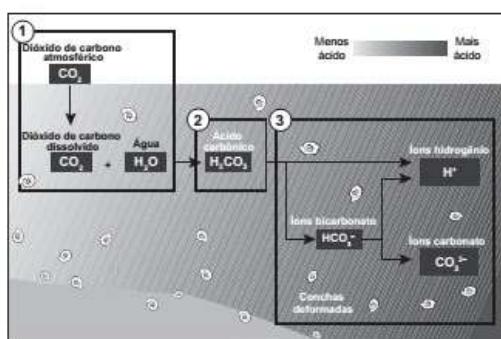
- (e) água desmineralizada.
6. (2013) A formação frequente de grandes volumes de pirita ( $\text{FeS}_2$ ) em uma variedade de depósitos minerais favorece a formação de soluções ácidas ferruginosas, conhecidas como "drenagem ácida de minas". Esse fenômeno tem sido bastante pesquisado pelos cientistas e representa uma grande preocupação entre os impactos da mineração no ambiente. Em contato com oxigênio, a  $25^\circ\text{C}$ , a pirita sofre reação, de acordo com a equação química:



FIGUEIREDO, B. R. Minérios e ambiente. Campinas: Unicamp, 2000.

Para corrigir os problemas ambientais causados por essa drenagem, a substância mais recomendada a ser adicionada ao meio é o

- (a) sulfeto de sódio.
  - (b) cloreto de amônio.
  - (c) dióxido de enxofre.
  - (d) dióxido de carbono.
  - (e) carbonato de cálcio.
7. (2014) 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  $1,0 \times 10^{-10}\text{ mol/L}$ . Para atender a legislação, um químico separou as seguintes substâncias, disponibilizadas no almoxarifado da empresa:  $\text{CH}_3\text{COOH}$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{CH}_3\text{OH}$ ,  $\text{K}_2\text{CO}_3$  e  $\text{NH}_4\text{Cl}$ . Para que o resíduo possa ser lançado diretamente no corpo receptor, qual substância poderia ser empregada no ajuste do pH?
- (a)  $\text{CH}_3\text{COOH}$ .
  - (b)  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ .
  - (c)  $\text{CH}_3\text{OH}$ .
  - (d)  $\text{K}_2\text{CO}_3$ .
  - (e)  $\text{NH}_4\text{Cl}$ .
8. (2014) Parte do gás carbônico da atmosfera é absorvida pela água do mar. O esquema representa reações que ocorrem naturalmente, em equilíbrio, no sistema ambiental marinho. O excesso de dióxido de carbono na atmosfera pode afetar os recifes de corais.



Disponível em: <http://news.bbc.co.uk>. Acesso em: 20 maio 2014 (adaptado).

- O resultado desse processo nos corais é o(a)
- seu branqueamento, levando à sua morte e extinção.
  - excesso de fixação de cálcio, provocando calcificação indesejável.
  - menor incorporação de carbono, afetando seu metabolismo energético.
  - estímulo da atividade enzimática, evitando a descalcificação dos esqueletos.
  - dano à estrutura dos esqueletos calcários, diminuindo o tamanho das populações.
9. (2014) Um pesquisador percebe que o rótulo de um dos vidros em que guarda um concentrado de enzimas digestivas está ilegível. Ele não sabe qual enzima o vidro contém, mas desconfia de que seja uma protese gástrica, que age no estômago digerindo proteínas. Sabendo que a digestão no estômago é ácida e no intestino é básica, ele monta cinco tubos de ensaio com alimentos diferentes, adiciona o concentrado de enzimas em soluções com pH determinado e aguarda para ver se a enzima age em algum deles.
- O tubo de ensaio em que a enzima deve agir para indicar que a hipótese do pesquisador está correta é aquele que contém
- cubo de batata em solução com pH = 9.
  - pedaço de carne em solução com pH = 5.
  - clara de ovo cozida em solução com pH = 9.
  - porção de macarrão em solução com pH = 5.
  - bolinha de manteiga em solução com pH = 9.
10. (2014) Grande quantidade dos maus odores do nosso dia a dia está relacionada a compostos alcalinos. Assim, em vários desses casos, pode-se utilizar o vinagre, que contém entre 3,5% e 5% de ácido acético, para diminuir ou eliminar o mau cheiro. Por exemplo, lavar as mãos com vinagre e depois enxaguá-las com água elimina o odor de peixe, já

que a molécula de piridina ( $C_5H_5N$ ) é uma das substâncias responsáveis pelo odor característico de peixe podre.

SILVA, V. A.; BENITE, A. M. C.; SOARES, M. H. F. B. Algo aqui não cheira bem... A química do mau cheiro. **Química Nova na Escola**, v. 33, n. 1, fev. 2011 (adaptado).

A eficiência do uso do vinagre nesse caso se explica pela

- sobreposição de odor, propiciada pelo cheiro característico do vinagre.
  - solubilidade da piridina, de caráter ácido, na solução ácida empregada.
  - inibição da proliferação das bactérias presentes, devido à ação do ácido acético.
  - degradação enzimática da molécula de piridina, acelerada pela presença de ácido acético.
  - reação de neutralização entre o ácido acético e a piridina, que resulta em compostos sem mau odor.
11. (2015) A soda cáustica pode ser usada no desentupimento de encanamentos domésticos e tem, em sua composição, o hidróxido de sódio como principal componente, além de algumas impurezas. A soda normalmente é comercializada na forma sólida, mas que apresenta aspecto “derretido” quando exposta ao ar por certo período. O fenômeno de “derretimento” decorre da
- absorção da umidade presente no ar atmosférico.
  - fusão do hidróxido pela troca de calor com o ambiente.
  - reação das impurezas do produto com o oxigênio do ar.
  - adsorção de gases atmosféricos na superfície do sólido.
  - reação do hidróxido de sódio com o gás nitrogênio presente no ar.
12. (2015) Em um experimento, colocou-se água até a metade da capacidade de um frasco de vidro e, em seguida, adicionaram-se três gotas de solução alcoólica de fenolftaleína. Adicionou-se bicarbonato de sódio comercial, em pequenas quantidades, até que a solução se tornasse rosa. Dentro do frasco, acendeu-se um palito de fósforo, o qual foi apagado assim que a cabeça terminou de queimar. Imediatamente, o frasco foi tampado. Em seguida, agitou-se o frasco tampado e observou-se o desaparecimento da cor rosa.

MATEUS, A. L. Química na cabeça. Belo Horizonte: UFMG, 2001 (adaptado).

- A explicação para o desaparecimento da cor rosa é que, com a combustão do palito de fósforo, ocorreu o(a)
- formação de óxidos de caráter ácido.
  - evaporação do indicador fenolftaleína.
  - vaporização de parte da água do frasco.
  - vaporização dos gases de caráter alcalino.
  - aumento do pH da solução no interior do frasco.
13. (2016) 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 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> sobre o filtrado e observa-se por 30 min.

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

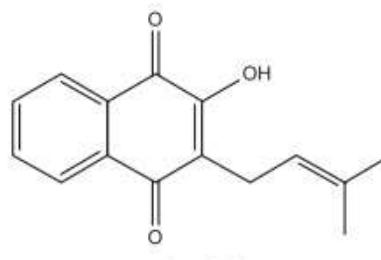
A presença de íons bário solúveis na amostra é indicada pela

- liberação de calor.
- alteração da cor para rosa.
- precipitação de um sólido branco.

(d) formação de gás hidrogênio.

(e) volatilização de gás cloro.

14. (2017) 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  $pK_a = ?logK_a$ , em que  $K_a$  é a constante ácida da reação de ionização do 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?

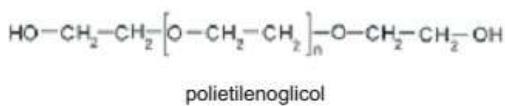
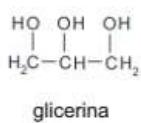
- Solução de Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> para formar um sal de lapachol.
- Solução-tampão ácido acético/acetato de sódio ( $pH = 4,5$ ).
- Solução de NaCl a fim de aumentar a força iônica do meio.
- Solução de Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> para formar um par iônico com lapachol.
- Solução de HCl a fim de extraí-lo por meio de reação ácido-base.

### 7.1 Gabarito - Química Inorgânica

- |      |      |      |       |       |
|------|------|------|-------|-------|
| 1. A | 4. B | 7. D | 10. E | 13. C |
| 2. D | 5. B | 8. E | 11. A |       |
| 3. E | 6. E | 9. B | 12. A | 14. A |

8 Ligações Químicas

1. (2011) A pele humana, quando está bem hidratada, adquire boa elasticidade e aspecto macio e suave. Em contrapartida, quando está ressecada, perde sua elasticidade e se apresenta opaca e áspera. Para evitar o ressecamento da pele é necessário, sempre que possível, utilizar hidratantes umectantes, feitos geralmente à base de glicerina e polietilenoglicol:

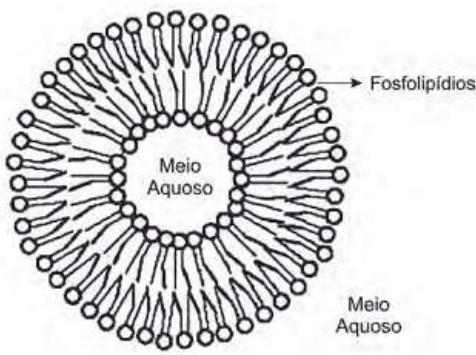


Disponível em: <http://www.brasilescola.com>. Acesso em: 23 abr. 2010 (adaptado).

A retenção de água na superfície da pele promovida pelos hidratantes é consequência da interação dos grupos hidroxila dos agentes umectantes com a umidade contida no ambiente por meio de

- (a) ligações iônicas.  
(b) forças de London.  
(c) ligações covalentes.  
(d) forças dipolo-dipolo.  
(e) ligações de hidrogênio.

2. (2012) Quando colocados em água, os fosfolipídeos tendem a formar lipossomos, estruturas formadas por uma bicamada lipídica, conforme mostrado na figura. Quando rompida, essa estrutura tende a se reorganizar em um novo lipossomo.



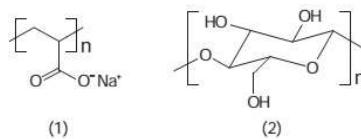
Disponível em: <http://course1.winona.edu>. Acesso em: 1 mar. 2012 (adaptado).

Esse arranjo característico se deve ao fato de os fosfolipídios apresentarem uma natureza

- (a) polar, ou seja, serem inteiramente solúveis em água.

- (b) apolar, ou seja, não serem solúveis em solução aquosa.
  - (c) anfotérica, ou seja, podem comportar-se como ácidos e bases.
  - (d) insaturada, ou seja, possuírem duplas ligações em sua estrutura.
  - (e) anfifílica, ou seja, possuírem uma parte hidrofílica e outra hidrofóbica.

3. (2013) 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).



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

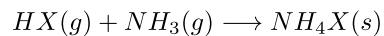
- (a) interações dipolo-dipolo mais fortes entre o poliacrilato e a água, em relação às ligações de hidrogênio entre a celulose e as moléculas de água.
  - (b) interações íon-íon mais fortes entre o poliacrilato e as moléculas de água, em relação às ligações de hidrogênio entre a celulose e as moléculas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

4. (2015) Pesticidas são substâncias utilizadas para promover o controle de pragas. No entanto, após sua aplicação em ambientes abertos, alguns pesticidas organoclorados são arrastados pela água até lagos e rios e, ao passar pelas guelras dos peixes, podem difundir-se para seus tecidos lipídicos e lá

A característica desses compostos, responsável pelo processo descrito no texto, é o(a)

- (a) baixa polaridade.  
(b) baixa massa molecular.  
(c) ocorrência de halogênios.  
(d) tamanho pequeno das moléculas.  
(e) presença de hidroxilos nas cadeias.
5. (2016) 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.
6. (2017) 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.

### 8.1 Gabarito - Ligações Químicas

- |      |      |
|------|------|
| 1. E | 4. A |
| 2. E | 5. D |
| 3. E | 6. D |

## 9 Matéria

1. (2016) Primeiro, em relação àquilo a que chamamos água quando congela, parece-nos estar a olhar para algo que se tornou pedra ou terra, mas quando derrete e se dispersa, esta torna-se bafo e ar; o ar, quando é queimado, torna-se fogo; e, inversamente, o fogo, quando se contrai e se extingue, regressa à forma do ar; o ar, novamente concentrado e contraído, torna-se nuvem e nevoeiro, mas, a partir destes estados, se for ainda mais comprimido, torna-se água corrente, e de água torna-se novamente terra e pedras; e deste modo, como nos parece, dão geração uns aos outros de forma cíclica.

PLATÃO. Timeu-Críticas. Coimbra: CECH, 2011.

Do ponto de vista da ciência moderna, os “quatro elementos” descritos por Platão correspondem, na verdade, às fases sólida, líquida, gasosa e plasma da matéria. As transições entre elas são hoje

entendidas como consequências macroscópicas de transformações sofridas pela matéria em escala microscópica.

Excetuando-se a fase de plasma, essas transformações sofridas pela matéria, em nível microscópico, estão associadas a uma

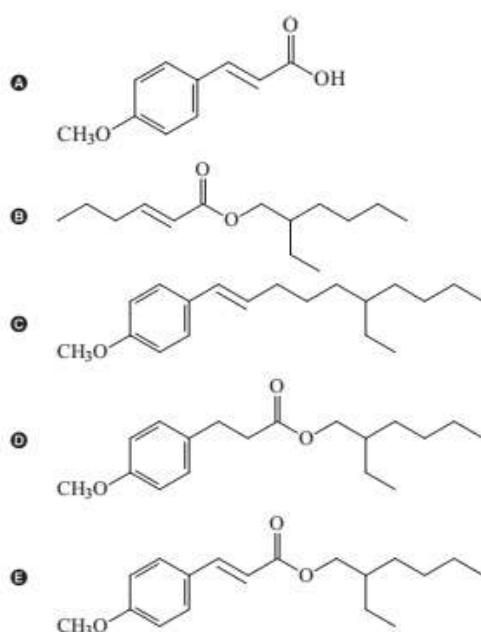
- (a) troca de átomos entre as diferentes moléculas do material.
- (b) transmutação nuclear dos elementos químicos do material.
- (c) redistribuição de prótons entre os diferentes átomos do material.
- (d) mudança na estrutura espacial formada pelos diferentes constituintes do material.
- (e) alteração nas proporções dos diferentes isótopos de cada elemento presente no material.

### 9.1 Gabarito - Ligações Químicas

1. D

## 10 Química Orgânica

1. (2009) O uso de protetores solares em situações de grande exposição aos raios solares como, por exemplo, nas praias, é de grande importância para a saúde. As moléculas ativas de um protetor apresentam, usualmente, anéis aromáticos conjugados com grupos carbonila, pois esses sistemas são capazes de absorver a radiação ultravioleta mais nociva aos seres humanos. A conjugação é definida como a ocorrência de alternância entre ligações simples e duplas em uma molécula. Outra propriedade das moléculas em questão é apresentar, em uma de suas extremidades, uma parte apolar responsável por reduzir a solubilidade do composto em água, o que impede sua rápida remoção quando do contato com a água. De acordo com as considerações do texto, qual das moléculas apresentadas a seguir é a mais adequada para funcionar como molécula ativa de protetores solares?

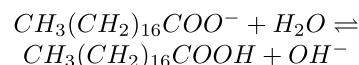


2. (2009) Sabões são sais de ácidos carboxílicos de cadeia longa utilizados com a finalidade de facilitar, durante processos de lavagem, a remoção de substâncias de baixa solubilidade em água, por exemplo, óleos e gorduras. A figura a seguir representa a estrutura de uma molécula de sabão.



Em solução, os ânions do sabão podem hidrolisar a água e, desse modo, formar o ácido carboxílico

correspondente. Por exemplo, para o estearato de sódio, é estabelecido o seguinte equilíbrio:



Uma vez que o ácido carboxílico formado é pouco solúvel em água e menos eficiente na remoção de gorduras, o pH do meio deve ser controlado de maneira a evitar que o equilíbrio acima seja deslocado para a direita.

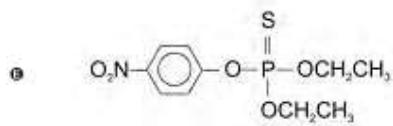
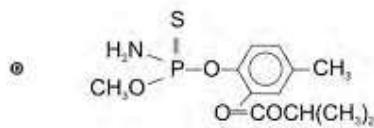
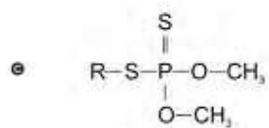
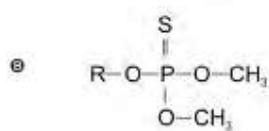
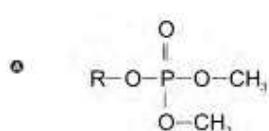
Com base nas informações do texto, é correto concluir que os sabões atuam de maneira

- (a) mais eficiente em pH básico.
- (b) mais eficiente em pH ácido.
- (c) mais eficiente em pH neutro.
- (d) eficiente em qualquer faixa de pH.
- (e) mais eficiente em pH ácido ou neutro.

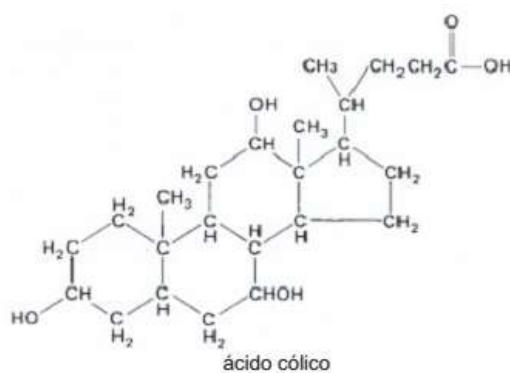
3. (2010) Os pesticidas modernos são divididos em várias classes, entre as quais se destacam os organofosforados, materiais que apresentam efeito tóxico agudo para os seres humanos. Esses pesticidas contêm um átomo central de fósforo ao qual estão ligados outros átomos ou grupo de átomos como oxigênio, enxofre, grupos metoxi ou etoxi, ou um radical orgânico de cadeia longa. Os organofosforados são divididos em três subclasses: Tipo A, na qual o enxofre não se incorpora na molécula; Tipo B, na qual o oxigênio, que faz dupla ligação com fósforo, é substituído pelo enxofre; e Tipo C, no qual dois oxigênios são substituídos por enxofre.

BAIRD, C. Química Ambiental. Bookman, 2005.

Um exemplo de pesticida organofosforado Tipo B, que apresenta grupo etoxi em sua fórmula estrutural, está representado em:



4. (2011) A bile é produzida pelo fígado, armazenada na vesícula biliar e tem papel fundamental na digestão de lipídeos. Os sais biliares são esteroides sintetizados no fígado a partir do colesterol, e sua rota de síntese envolve várias etapas. Partindo do ácido cólico representado na figura, ocorre a formação dos ácidos glicocólico e taurocólico; o prefixo glico- significa a presença de um resíduo do aminoácido glicina e o prefixo tauro-, do aminoácido taurina.



UCKO, D. A. Química para as Ciências da Saúde: uma Introdução à Química Geral, Orgânica e Biológica. São Paulo: Manole, 1992 (adaptado).

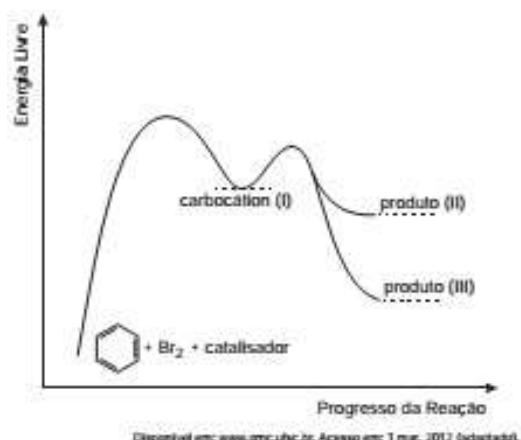
A combinação entre o ácido cólico e a glicina ou taurina origina a função amida, formada pela

reação entre o grupo amina desses aminoácidos e o grupo

- (a) carboxila do ácido cólico.
- (b) aldeído do ácido cólico.
- (c) hidroxila do ácido cólico.
- (d) cetona do ácido cólico.
- (e) éster do ácido cólico.

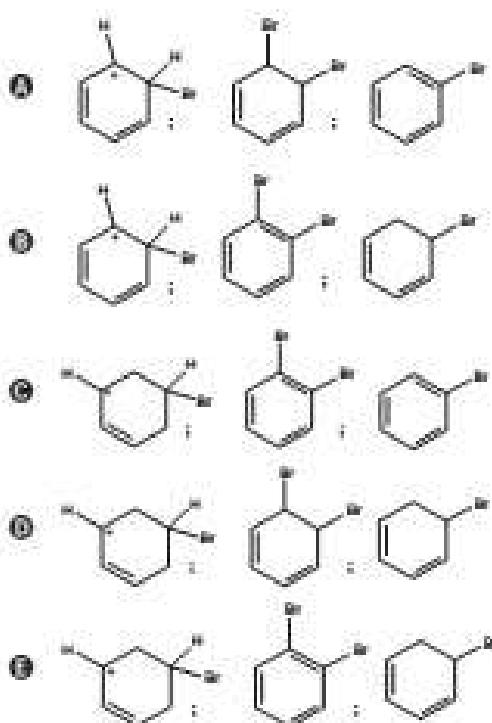
5. (2012) O benzeno é um hidrocarboneto aromático presente no petróleo, no carvão e em condensados de gás natural. Seus metabólitos são altamente tóxicos e se depositam na medula óssea e nos tecidos gordurosos. O limite de exposição pode causar anemia, câncer (leucemia) e distúrbios do comportamento. Em termos de reatividade química, quando um eletrófilo se liga ao benzeno, ocorre a formação de um intermediário, o carbocátion. Por fim, ocorre a adição ou substituição eletrofílica.

Disponível em: [www.sindipetro.org.br](http://www.sindipetro.org.br). Acesso em: 1 mar. 2012 (adaptado)

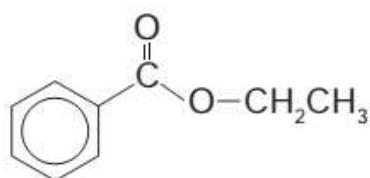


Disponível em: [www.chem.uh.edu](http://www.chem.uh.edu). Acesso em: 1 mar. 2012 (adaptado).

Com base no texto e no gráfico do progresso da reação apresentada, as estruturas químicas encontradas em I, II e III são, respectivamente:



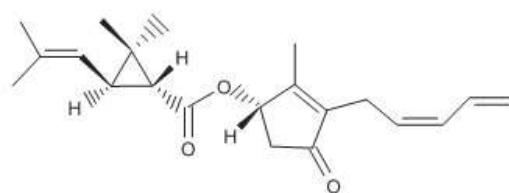
6. (2012) A própolis é um produto natural conhecido por suas propriedades anti-inflamatórias e cicatrizantes. Esse material contém mais de 200 compostos identificados até o momento. Dentre eles, alguns são de estrutura simples, como é o caso do  $C_6H_5CO_2CH_2CH_3$ , cuja estrutura está mostrada a seguir



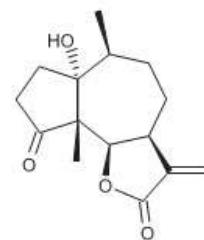
O ácido carboxílico e o álcool capazes de produzir o éster em apreço por meio da reação de esterificação são, respectivamente,

- (a) ácido benzoico e etanol.
  - (b) ácido propanoico e hexanol.
  - (c) ácido fenilacético e metanol.
  - (d) ácido propiônico e cicloexanol.
  - (e) ácido acético e álcool benzílico.
7. (2012) A produção mundial de alimentos poderia se reduzir a 40% da atual sem a aplicação de controle sobre as pragas agrícolas. Por outro lado, o uso frequente dos agrotóxicos pode causar contaminação

em solos, águas superficiais e subterrâneas, atmosfera e alimentos. Os biopesticidas, tais como a piretrina e a coronopilina, têm sido uma alternativa na diminuição dos prejuízos econômicos, sociais e ambientais gerados pelos agrotóxicos.



Piretrina

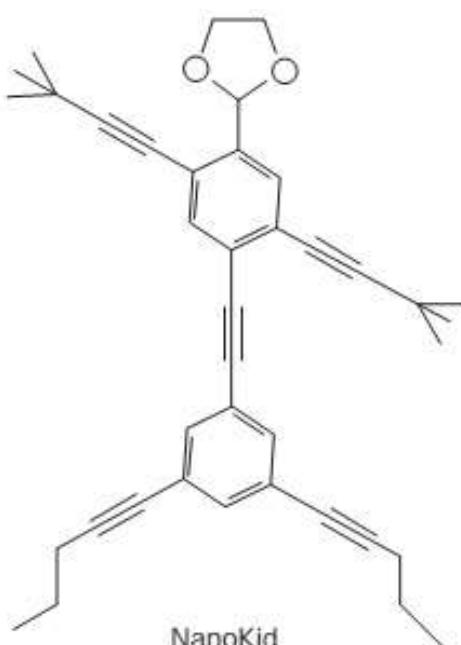


Coronopilina

Identifique as funções orgânicas presentes simultaneamente nas estruturas dos dois biopesticidas apresentados:

- (a) Éter e éster.
- (b) Cetona e éster.
- (c) Álcool e cetona.
- (d) Aldeído e cetona.
- (e) Éter e ácido carboxílico.

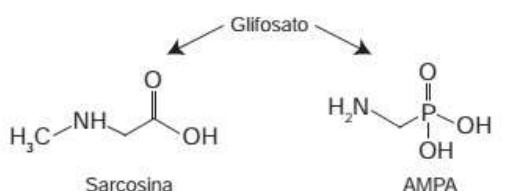
8. (2013) As moléculas de *nanoputians* lembram figuras humanas e foram criadas para estimular o interesse de jovens na compreensão da linguagem expressa em fórmulas estruturais, muito usadas em química orgânica. Um exemplo é o NanoKid, representado na figura:



CHANTEAU, S. H.; TOUR, J. M. *The Journal of Organic Chemistry*, v. 68, n. 23, 2003 (adaptado).

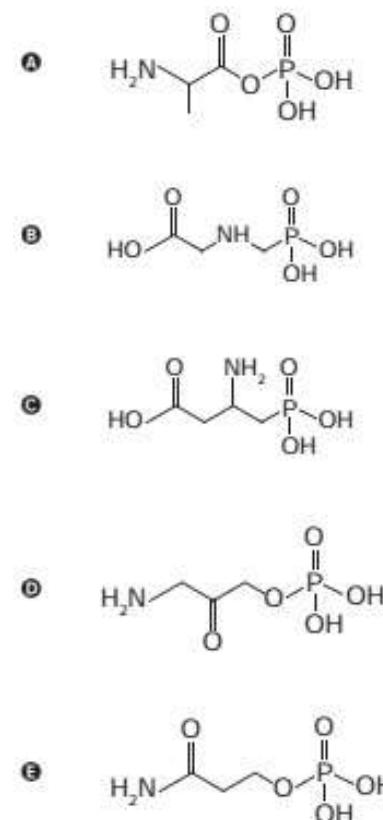
Em que parte do corpo do NanoKid existe carbono quaternário?

- (a) Mãos.  
 (b) Cabeça.  
 (c) Tórax.  
 (d) Abdômen.  
 (e) Pés.
9. (2013) O glifosato ( $C_3H_8NO_5P$ ) é um herbicida pertencente ao grupo químico das glicinas, classificado como não seletivo. Esse composto possui os grupos funcionais carboxilato, amino e fosfonato. A degradação do glifosato no solo é muito rápida e realizada por grande variedade de microrganismos, que usam o produto como fonte de energia e fósforo. Os produtos da degradação são o ácido aminometilfosfônico (AMPA) e o N-metilglicina (sarcosina):

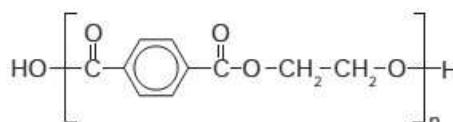


AMARANTE JR., O. P. et al. *Química Nova*, São Paulo, v. 25, n. 3, 2002 (adaptado).

A partir do texto e dos produtos de degradação apresentados, a estrutura química que representa o glifosato é:



10. (2013) O uso de embalagens plásticas descartáveis vem crescendo em todo o mundo, juntamente com o problema ambiental gerado por seu descarte inapropriado. O politereftalato de etíleno (PET), cuja estrutura é mostrada, tem sido muito utilizado na indústria de refrigerantes e pode ser reciclado e reutilizado. Uma das opções possíveis envolve a produção de matérias-primas, como o etilenoglicol (1,2-etanodiol), a partir de objetos compostos de PET pós-consumo.



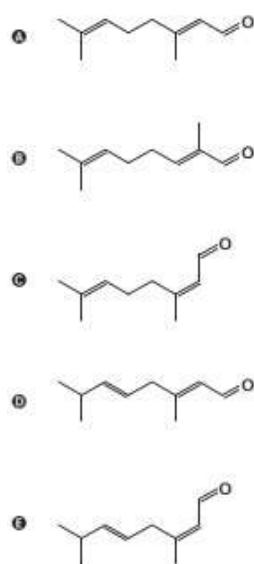
Disponível em: [www.abipet.org.br](http://www.abipet.org.br). Acesso em: 27 fev. 2012 (adaptado).

Com base nas informações do texto, uma alternativa para a obtenção de etilenoglicol a partir do PET é a

- (a) solubilização dos objetos.  
 (b) combustão dos objetos.  
 (c) trituração dos objetos.  
 (d) hidrólise dos objetos.  
 (e) fusão dos objetos.

11. (2013) O citral, substância de odor fortemente cítrico, é obtido a partir de algumas plantas como o capim-limão, cujo óleo essencial possui aproximadamente 80%, em massa, da substância. Uma de suas aplicações é na fabricação de produtos que atraem abelhas, especialmente do gênero *Apis*, pois seu cheiro é semelhante a um dos feromônios liberados por elas. Sua fórmula molecular é  $C_{10}H_{16}O$ , com uma cadeia alifática de oito carbonos, duas insaturações, nos carbonos 2 e 6; e dois grupos substituintes metila, nos carbonos 3 e 7. O citral possui dois isômeros geométricos, sendo o *trans* o que mais contribui para o forte odor.

Para que se consiga atrair um maior número de abelhas para uma determinada região, a molécula que deve estar presente em alta concentração no produto a ser utilizado é:



12. (2014) O biodiesel não é classificado como uma substância pura, mas como uma mistura de ésteres derivados dos ácidos graxos presentes em sua matéria-prima. As propriedades do biodiesel variam com a composição do óleo vegetal ou gordura animal que lhe deu origem, por exemplo, o teor de ésteres saturados é responsável pela maior estabilidade do biodiesel frente à oxidação, o que resulta em aumento da vida útil do biocombustível. O quadro ilustra o teor médio de ácidos graxos de algumas fontes oleaginosas.

Fonte oleaginosa	Teor médio do ácido graxo (% em massa)					
	Mirístico (C14:0)	Palmitico (C16:0)	Esteárico (C18:0)	Oleico (C18:1)	Linoleico	Linolénico (C18:3)
Milho	< 0,1	11,7	1,9	25,2	60,6	0,5
Palma	1,0	42,8	4,5	40,5	10,1	0,2
Canola	< 0,2	3,5	0,9	64,4	22,3	8,2
Algodão	0,7	20,1	2,6	19,2	55,2	0,6
Amendoim	< 0,6	11,4	2,4	48,3	32,0	0,9

Qual das fontes oleaginosas apresentadas produziria um biodiesel de maior resistência à oxidação?

- (a) Milho.
- (b) Palma.
- (c) Canola.
- (d) Algodão.
- (e) Amendoim.

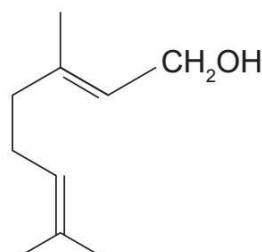
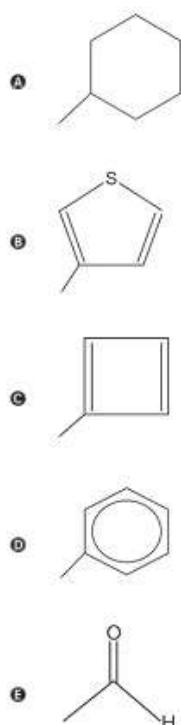
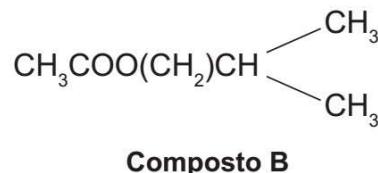
13. (2014) A capacidade de limpeza e a eficiência de um sabão dependem de sua propriedade de formar micelas estáveis, que arrastam com facilidade as moléculas impregnadas no material a ser limpo. Tais micelas têm em sua estrutura partes capazes de interagir com substâncias polares, como a água, e partes que podem interagir com substâncias apolares, como as gorduras e os óleos.

SANTOS, W. L. P.; MÓL, G. S. (Coords.).  
**Química e sociedade**. São Paulo: Nova Geração, 2005 (adaptado).

A substância capaz de formar as estruturas mencionadas é

- (a)  $C_{18}H_{36}$
- (b)  $C_{17}H_{33}COONa$
- (c)  $CH_3CH_2COONa$
- (d)  $CH_3CH_2CH_2COOH$
- (e)  $CH_3CH_2CH_2CH_2OCH_2CH_2CH_2CH_3$

14. (2014) 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

**Composto A****Composto B**

QUADROS, A. L. Os feromônios e o ensino de química.  
*Química Nova na Escola*, n. 7, maio 1998 (adaptado).

15. (2014) O estudo de compostos orgânicos permite aos analistas definir propriedades físicas e químicas responsáveis pelas características de cada substância descoberta. Um laboratório investiga moléculas quirais cuja cadeia carbônica seja insaturada, heterogênea e ramificada.

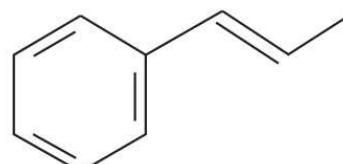
A fórmula que se enquadra nas características da molécula investigada é

- (a)  $\text{CH}_3(\text{CH})_2\text{CH}(\text{OH})\text{CONHCH}_3$ .  
 (b)  $\text{CH}_3(\text{CH})_2\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CONHCH}_3$ .  
 (c)  $\text{CH}_3(\text{CH})_2\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CONH}_2$ .  
 (d)  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CONHCH}_3$ .  
 (e)  $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{CONHCH}_3$ .
16. (2015) Uma forma de organização de um sistema biológico é a presença de sinais diversos utilizados pelos indivíduos para se comunicarem. No caso das abelhas da espécie *Apis mellifera*, os sinais utilizados podem ser feromônios. Para saírem e voltarem de suas colmeias, usam um feromônio que indica a trilha percorrida por elas (Composto A). Quando pressentem o perigo, expelem um feromônio de alarme (Composto B), que serve de sinal para um combate coletivo. O que diferencia cada um desses sinais utilizados pelas abelhas são as estruturas e funções orgânicas dos feromônios.

As funções orgânicas que caracterizam os feromônios de trilha e de alarme são, respectivamente,

- (a) álcool e éster.  
 (b) aldeído e cetona.  
 (c) éter e hidrocarboneto.  
 (d) enol e ácido carboxílico.  
 (e) ácido carboxílico e amida.

17. (2015) O permanganato de potássio ( $\text{KMnO}_4$ ) 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  $\text{KMnO}_4$  é utilizado para a produção de ácidos carboxílicos.

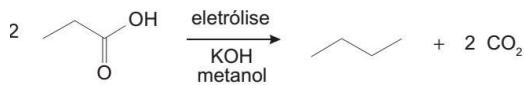
**1-fenil-1-propeno**

Os produtos obtidos na oxidação do alceno representado, em solução aquosa de  $\text{KMnO}_4$ , 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.

18. (2015) 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.

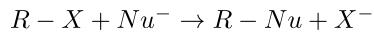


AZEVEDO, D. C.; GOULART, M. O. F. Estereosseletividade em reações eletródicas. *Química Nova*, n. 2, 1997 (adaptado).

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

- (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.

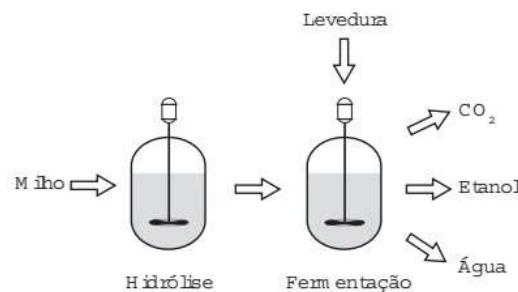
19. (2016) Nucleófilos ( $Nu^-$ ) são bases de Lewis que reagem com haletos de alquila, por meio de uma reação chamada substituição nucleofílica ( $S_N$ ), como mostrado no esquema:



A reação de  $S_N$  entre metóxido de sódio ( $Nu^- = CH_3O^-$ ) e brometo de metila fornece um composto orgânico pertencente à função

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

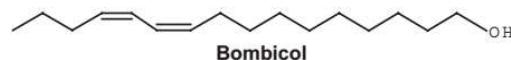
20. (2016) O esquema representa, de maneira simplificada, o processo de produção de etanol utilizando milho como matéria-prima.



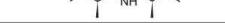
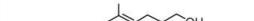
A etapa de hidrólise na produção de etanol a partir do milho é fundamental para que

- (a) a glicose seja convertida em sacarose.
  - (b) as enzimas dessa planta sejam ativadas.
  - (c) a maceração favoreça a solubilização em água.
  - (d) o amido seja transformado em substratos utilizáveis pela levedura.
  - (e) os grãos com diferentes composições químicas sejam padronizados.

21. (2016) Os feromônios são substâncias utilizadas na comunicação entre indivíduos de uma espécie. O primeiro feromônio isolado de um inseto foi o bombicol, substância produzida pela mariposa do bicho-da-seda.

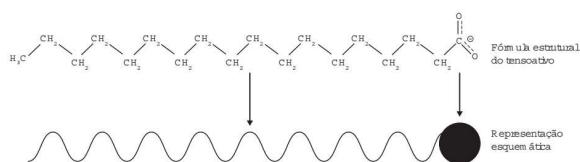


O uso de feromônios em ações de controle de insetos-praga está de acordo com o modelo preconizado para a agricultura do futuro. São agentes altamente específicos e seus compostos químicos podem ser empregados em determinados cultivos, conforme ilustrado no quadro.

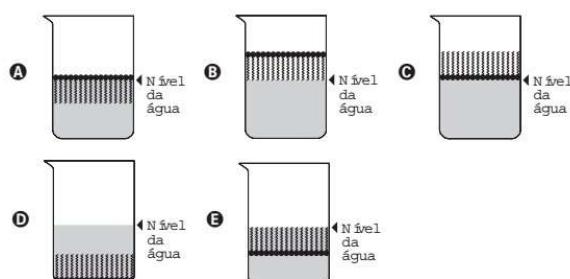
Substância	Inseto	Cultivo
	<i>Sitophilus spp</i>	Milho
	<i>Migdolus fryanus</i>	Cana-de-açúcar
	<i>Anthonomus rubi</i>	Morango
	<i>Grapholita molesta</i>	Frutas
	<i>Scrobipalpuloides absoluta</i>	Tomate

Considerando essas estruturas químicas, o tipo de estereoisomeria apresentada pelo bombicol é também apresentada pelo feromônio utilizado no

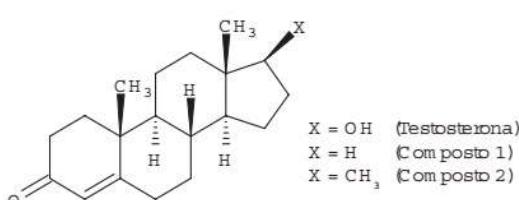
- (a) *Sitophilus spp.*  
 (b) *Migdolus fryanus.*  
 (c) *Anthonomus rubi.*  
 (d) *Grapholita molesta.*  
 (e) *Scrobipalpuloides absoluta.*
22. (2016) Os tensoativos são compostos capazes de interagir com substâncias polares e apolares. A parte iônica dos tensoativos interage com substâncias polares, e a parte lipofílica interage com as apolares. A estrutura orgânica de um tensoativo pode ser representada por:



Ao adicionar um tensoativo sobre a água, suas moléculas formam um arranjo ordenado. Esse arranjo é representado esquematicamente por:



23. (2016) 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 partição.



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).

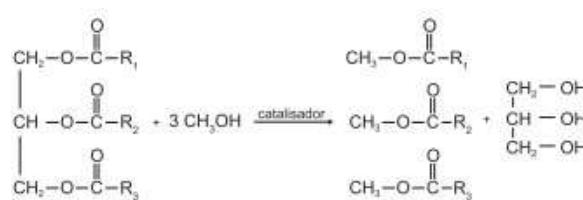
Em relação ao coeficiente de partição da testosterona, as lipofilias dos compostos 1 e 2 são, respectivamente,

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

24. (2017) Na Idade Média, para elaborar preparados a partir de plantas produtoras de óleos essenciais, as coletas das espécies eram realizadas ao raiar do dia. Naquela época, essa prática era fundamentada misticamente pelo efeito mágico dos raios lunares, que seria anulado pela emissão dos raios solares. Com a evolução da ciência, foi comprovado que a coleta de algumas espécies ao raiar do dia garante a obtenção de material com maiores quantidades de óleos essenciais. A explicação científica que justifica essa prática se baseia

- (a) volatilização das substâncias de interesse.  
 (b) polimerização dos óleos catalisada pela radiação solar.  
 (c) solubilização das substâncias de interesse pelo orvalho.  
 (d) oxidação do óleo pelo oxigênio produzido na fotossíntese.  
 (e) liberação das moléculas de óleo durante o processo de fotossíntese.

25. (2017) 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:

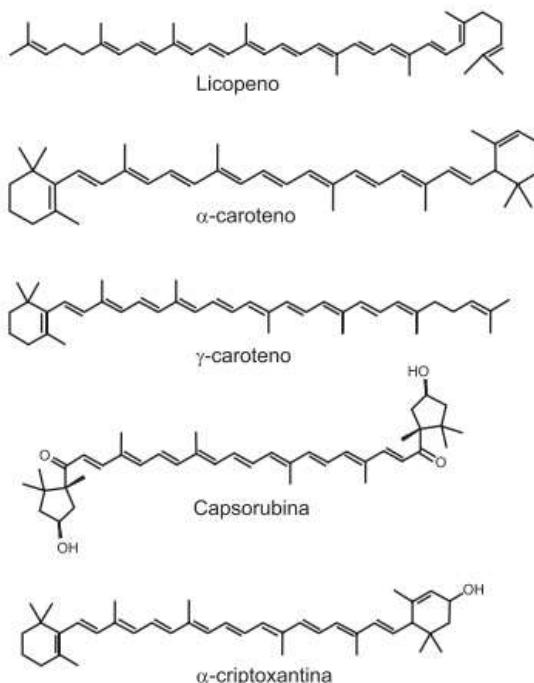


A função química presente no produto que representa o biodiesel é

- (a) éter.  
 (b) éster.  
 (c) álcool.

(d) cetona.  
(e) ácido carboxílico.

26. (2017) 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.

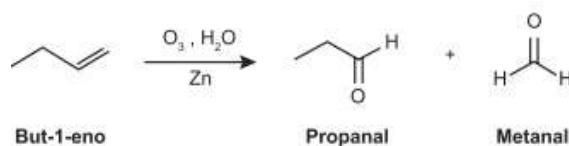


RIBEIRO, N. M.; NUNES, C. R. Análise de pigmentos de pimentões por cromatografia em papel. *Química Nova na Escola*, n. 29, ago. 2008 (adaptado).

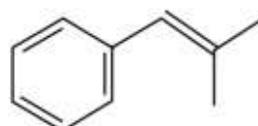
A substância presente na mistura que migra mais lentamente é o(a)

- (a) licopeno.  
(b)  $\alpha$  - caroteno.  
(c)  $\gamma$  -caroteno.  
(d) capsorubina.  
(e)  $\alpha$  -criptoxantina.

27. (2017) 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 dissubstituídas geram cetonas, enquanto as ligações duplas terminais ou monossubstituídas dão origem a aldeídos, como mostra o esquema.



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



1-fenil-2-metilprop-1-eno

MARTINO, A. Química, a ciência global. Goiânia: 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.

### 10.1 Gabarito - Química Orgânica

- |      |       |       |       |       |       |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1. E | 6. A  | 11. A | 16. A | 21. E | 26. D |
| 2. A | 7. B  | 12. B | 17. A | 22. C | 27. A |
| 3. E | 8. A  | 13. B | 18. C | 23. D |       |
| 4. A | 9. B  | 14. A | 19. A | 24. A |       |
| 5. A | 10. D | 15. B | 20. D | 25. B |       |

## 11 Propriedades Coligativas

1. (2012) Osmose é um processo espontâneo que ocorre em todos os organismos vivos e é essencial à manutenção da vida. Uma solução 0,15 mol/L de  $NaCl$  (cloreto de sódio) possui a mesma pressão osmótica das soluções presentes nas células humanas.

A imersão de uma célula humana em uma solução 0,20 mol/L de  $NaCl$  tem, como consequência, a

- (a) adsorção de íons  $Na^+$  sobre a superfície da célula.
  - (b) difusão rápida de íons  $Na^+$  para o interior da célula.
  - (c) diminuição da concentração das soluções presentes na célula.
  - (d) transferência de íons  $Na^+$  da célula para a solução.
  - (e) transferência de moléculas de água do interior da célula para a solução.
2. (2017) Alguns tipos de dessalinizadores usam o processo de osmose reversa para obtenção de água potável a partir da água salgada. Nesse método, utiliza-se um recipiente contendo dois compartimentos separados por uma membrana semipermeável: em um deles coloca-se água salgada e no outro recolhe-se a água potável. A aplicação de pressão mecânica no sistema faz a água fluir de um compartimento para o outro. O movimento das moléculas de água através da membrana é controlado pela pressão osmótica e pela pressão mecânica aplicada.

Para que ocorra esse processo é necessário que as resultantes das pressões osmótica e mecânica apresentem

- (a) mesmo sentido e mesma intensidade.
  - (b) sentidos opostos e mesma intensidade.
  - (c) sentidos opostos e maior intensidade da pressão osmótica.
  - (d) mesmo sentido e maior intensidade da pressão osmótica.
  - (e) sentidos opostos e maior intensidade da pressão mecânica.
3. (2017) Uma das estratégias para conservação de alimentos é o salgamento, adição de cloreto de sódio ( $NaCl$ ), historicamente utilizado por tropeiros, vaqueiros e sertanejos para conservar carnes de boi, porco e peixe. O que ocorre com as células presentes nos alimentos “preservados com essa técnica?
- (a) O sal adicionado diminui a concentração de solutos em seu interior.
  - (b) O sal adicionado desorganiza e destrói suas membranas plasmáticas.
  - (c) A adição de sal altera as propriedades de suas membranas plasmáticas.
  - (d) Os íons  $Na^+$  e  $Cl^-$  provenientes da dissolução do sal entram livremente nelas.
  - (e) A grande concentração de sal no meio extracelular provoca a saída de água de dentro delas.

### 11.1 Gabarito - Propriedades Coligativas

1. E
2. E
3. E

## 12 Química Ambiental

1. (2009) O lixo orgânico de casa - constituído de restos de verduras, frutas, legumes, cascas de ovo, aparas de grama, entre outros -, se for depositado nos lixões, pode contribuir para o aparecimento de animais e de odores indesejáveis. Entretanto, sua reciclagem gera um excelente adubo orgânico, que pode ser usado no cultivo de hortaliças, frutíferas e plantas ornamentais. A produção do adubo ou composto orgânico se dá por meio da compostagem, um processo simples que requer alguns cuidados especiais. O material que é acumulado diariamente em recipientes próprios deve ser revirado com auxílio de ferramentas adequadas, semanalmente, de forma a homogeneizá-lo. É preciso também umedecê-lo periodicamente. O material de restos de capina pode ser intercalado entre uma camada e outra de lixo da cozinha. Por meio desse método, o adubo orgânico estará pronto em aproximadamente dois a três meses.

Como usar o lixo orgânico em casa? Ciência Hoje, v. 42, jun. 2008 (adaptado).

Suponha que uma pessoa, desejosa de fazer seu próprio adubo orgânico, tenha seguido o procedimento descrito no texto, exceto no que se refere ao umedecimento periódico do composto. Nessa situação,

- (a) o processo de compostagem iria produzir intenso mau cheiro.
  - (b) o adubo formado seria pobre em matéria orgânica que não foi transformada em composto.
  - (c) a falta de água no composto vai impedir que microrganismos decomponham a matéria orgânica.
  - (d) a falta de água no composto iria elevar a temperatura da mistura, o que resultaria na perda de nutrientes essenciais.
  - (e) apenas microrganismos que independem de oxigênio poderiam agir sobre a matéria orgânica e transformá-la em adubo.
2. (2009) O processo de industrialização tem gerado sérios problemas de ordem ambiental, econômica e social, entre os quais se pode citar a chuva ácida. Os ácidos usualmente presentes em maiores proporções na água da chuva são o  $H_2CO_3$ , formado pela reação do  $CO_2$  atmosférico com a água, o  $HNO_3$ , o  $HNO_2$ , o  $H_2SO_4$  e o  $H_2SO_3$ . Esses quatro últimos são formados principalmente a partir da reação da água com os óxidos de nitrogênio

e de enxofre gerados pela queima de combustíveis fósseis.

A formação de chuva mais ou menos ácida depende não só da concentração do ácido formado, como também do tipo de ácido. Essa pode ser uma informação útil na elaboração de estratégias para minimizar esse problema ambiental. Se consideradas concentrações idênticas, quais dos ácidos citados no texto conferem maior acidez às águas das chuvas?

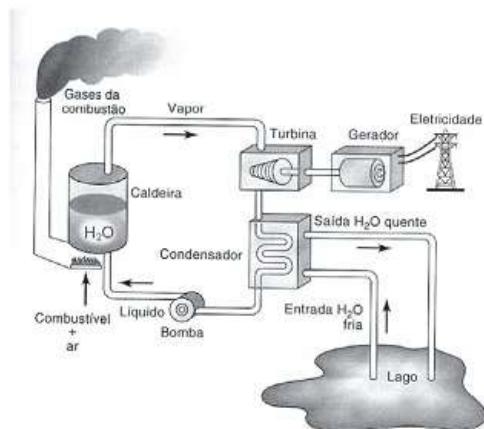
- (a)  $HNO_3$  e  $HNO_2$ .
  - (b)  $H_2SO_4$  e  $H_2SO_3$ .
  - (c)  $H_2SO_3$  e  $HNO_2$ .
  - (d)  $H_2SO_4$  e  $HNO_3$ .
  - (e)  $H_2CO_3$  e  $H_2SO_3$ .
3. (2009) Cerca de 1% do lixo urbano é constituído por resíduos sólidos contendo elementos tóxicos. Entre esses elementos estão metais pesados como o cádmio, o chumbo e o mercúrio, componentes de pilhas e baterias, que são perigosos à saúde humana e ao meio ambiente. Quando descartadas em lixos comuns, pilhas e baterias vão para aterros sanitários ou lixões a céu aberto, e o vazamento de seus componentes contamina o solo, os rios e o lençol freático, atingindo a flora e a fauna. Por serem bioacumulativos e não biodegradáveis, esses metais chegam de forma acumulada aos seres humanos, por meio da cadeia alimentar. A legislação vigente (Resolução CONAMA no 257/1999) regulamenta o destino de pilhas e baterias após seu esgotamento energético e determina aos fabricantes e/ou importadores a quantidade máxima permitida desses metais em cada tipo de pilha/bateria, porém o problema ainda persiste.

Disponível em: <http://www.mma.gov.br>. Acesso em: 11 jul. 2009 (adaptado).

Uma medida que poderia contribuir para acabar definitivamente com o problema da poluição ambiental por metais pesados relatado no texto seria

- (a) deixar de consumir aparelhos elétricos que utilizem pilha ou bateria como fonte de energia.
- (b) usar apenas pilhas ou baterias recarregáveis e de vida útil longa e evitar ingerir alimentos contaminados, especialmente peixes.
- (c) devolver pilhas e baterias, após o esgotamento da energia armazenada, à rede de assistência técnica especializada para repasse a fabricantes e/ou importadores.

- (d) criar nas cidades, especialmente naquelas com mais de 100 mil habitantes, pontos estratégicos de coleta de baterias e pilhas, para posterior repasse a fabricantes e/ou importadores.
- (e) exigir que fabricantes invistam em pesquisa para a substituição desses metais tóxicos por substâncias menos nocivas ao homem e ao ambiente, e que não sejam bioacumulativas.
4. (2009) O esquema mostra um diagrama de bloco de uma estação geradora de eletricidade abastecida por combustível fóssil.



HINRICH, R. A.; KLEINBACH, M. Energia e meio ambiente. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2003 (adaptado).

Se fosse necessário melhorar o rendimento dessa usina, que forneceria eletricidade para abastecer uma cidade, qual das seguintes ações poderia resultar em alguma economia de energia, sem afetar a capacidade de geração da usina?

- (a) Reduzir a quantidade de combustível fornecido à usina para ser queimado.
- (b) Reduzir o volume de água do lago que circula no condensador de vapor.
- (c) Reduzir o tamanho da bomba usada para devolver a água líquida à caldeira.
- (d) Melhorar a capacidade dos dutos com vapor conduzirem calor para o ambiente.
- (e) Usar o calor liberado com os gases pela chaminé para mover um outro gerador.
5. (2009) A atmosfera terrestre é composta pelos gases nitrogênio ( $N_2$ ) e oxigênio ( $O_2$ ), que somam cerca de 99%, e por gases traços, entre eles o gás carbônico ( $CO_2$ ), vapor de água ( $H_2O$ ), metano ( $CH_4$ ), ozônio ( $O_3$ ) e o óxido nitroso ( $N_2O$ ), que compõem o restante 1% do ar que respiramos. Os

gases traços, por serem constituídos por pelo menos três átomos, conseguem absorver o calor irradiado pela Terra, aquecendo o planeta. Esse fenômeno, que acontece há bilhões de anos, é chamado de efeito estufa. A partir da Revolução Industrial (século XIX), a concentração de gases traços na atmosfera, em particular o  $CO_2$ , tem aumentado significativamente, o que resultou no aumento da temperatura em escala global. Mais recentemente, outro fator tornou-se diretamente envolvido no aumento da concentração de  $CO_2$  na atmosfera: o desmatamento.

BROWN, I. F.; ALECHANDRE, A. S. Conceitos básicos sobre clima, carbono, florestas e comunidades. A.G. Moreira & S. Schwartzman. As mudanças climáticas globais e os ecossistemas brasileiros. Brasília: Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia, 2000 (adaptado).

Considerando o texto, uma alternativa viável para combater o efeito estufa é

- (a) reduzir o calor irradiado pela Terra mediante a substituição da produção primária pela industrialização refrigerada.
- (b) promover a queima da biomassa vegetal, responsável pelo aumento do efeito estufa devido à produção de  $CH_4$ .
- (c) reduzir o desmatamento, mantendo-se, assim, o potencial da vegetação em absorver o  $CO_2$  da atmosfera.
- (d) aumentar a concentração atmosférica de  $H_2O$ , molécula capaz de absorver grande quantidade de calor.
- (e) remover moléculas orgânicas polares da atmosfera, diminuindo a capacidade delas de reter calor.
6. (2010) As cidades industrializadas produzem grandes proporções de gases como o  $CO_2$ , o principal gás causador do efeito estufa. Isso ocorre por causa da quantidade de combustíveis fósseis queimados, principalmente no transporte, mas também em caldeiras industriais. Além disso, nessas cidades concentram-se as maiores áreas com solos asfaltados e concretados, o que aumenta a retenção de calor, formando o que se conhece por "ilhas de calor". Tal fenômeno ocorre porque esses materiais absorvem o calor e o devolvem para o ar sob a forma de radiação térmica. Em áreas urbanas, devido à atuação conjunta do efeito estufa e das "ilhas de calor", espera-se que o consumo de energia elétrica
- (a) diminua devido à utilização de caldeiras por indústrias metalúrgicas.

- (b) aumenta devido ao bloqueio da luz do sol pelos gases do efeito estufa.
- (c) diminua devido à não necessidade de aquecer a água utilizada em indústrias.
- (d) aumenta devido à necessidade de maior refrigeração de indústrias e residências.
- (e) diminua devido à grande quantidade de radiação térmica reutilizada.
7. (2011)



De acordo com o relatório "A grande sombra da pecuária" (Livestock's Long Shadow), feito pela Organização das Nações Unidas para a Agricultura e a Alimentação, o gado é responsável por cerca de 18% do aquecimento global, uma contribuição maior que a do setor de transportes.

Disponível em: [www.conpet.gov.br](http://www.conpet.gov.br). Acesso em:  
22 jun. 2010.

- A criação de gado em larga escala contribui para o aquecimento global por meio da emissão de
- (a) metano durante o processo de digestão.
- (b) óxido nitroso durante o processo de ruminação.
- (c) clorofluorcarbono durante o transporte de carne.
- (d) óxido nitroso durante o processo respiratório.
- (e) dióxido de enxofre durante o consumo de pastagens.
8. (2011) Um dos processos usados no tratamento do lixo é a incineração, que apresenta vantagens e desvantagens. Em São Paulo, por exemplo, o lixo é queimado a altas temperaturas e parte da energia liberada é transformada em energia elétrica. No entanto, a incineração provoca a emissão de poluentes na atmosfera.
- Uma forma de minimizar a desvantagem da incineração, destacada no texto, é
- (a) aumentar o volume do lixo incinerado para aumentar a produção de energia elétrica.
- (b) fomentar o uso de filtros nas chaminés dos incineradores para diminuir a poluição do ar.
- (c) aumentar o volume do lixo para baratear os custos operacionais relacionados ao processo.
- (d) fomentar a coleta seletiva de lixo nas cidades para aumentar o volume de lixo incinerado.
- (e) diminuir a temperatura de incineração do lixo para produzir maior quantidade de energia elétrica.
9. (2011) O etanol é considerado um biocombustível promissor, pois, sob o ponto de vista do balanço de carbono, possui uma taxa de emissão praticamente igual a zero. Entretanto, esse não é o único ciclo biogeoquímico associado à produção de etanol. O plantio da cana-de-açúcar, matéria-prima para a produção de etanol, envolve a adição de macronutrientes como enxofre, nitrogênio, fósforo e potássio, principais elementos envolvidos no crescimento de um vegetal.

Revista Química Nova na Escola. no 28, 2008.

O nitrogênio incorporado ao solo, como consequência da atividade descrita anteriormente, é transformado em nitrogênio ativo e afetará o meio ambiente, causando

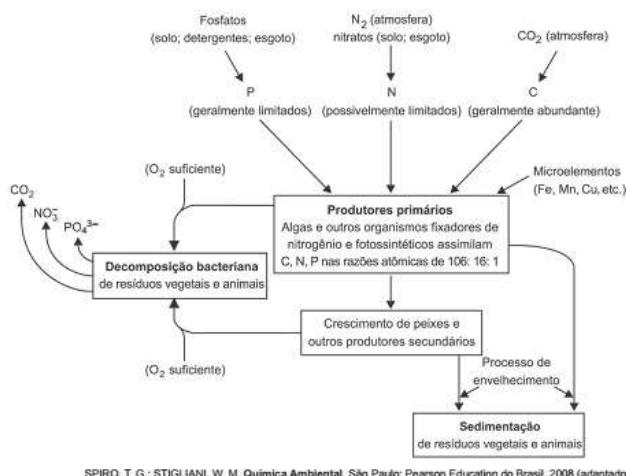
- (a) o acúmulo de sais insolúveis, desencadeando um processo de salinização do solo.
- (b) a eliminação de microrganismos existentes no solo responsáveis pelo processo de desnitrificação.
- (c) a contaminação de rios e lagos devido à alta solubilidade de íons como  $NO_3^-$  e  $NH_4^+$  em água.
- (d) a diminuição do pH do solo pela presença de  $NH_3$ , que reage com a água, formando o  $NH_4OH$  (aq).
- (e) a diminuição da oxigenação do solo, uma vez que o nitrogênio ativo forma espécies químicas do tipo  $NO_2$ ,  $NO_3^-$ ,  $N_2O$ .

10. (2011) Moradores sobreviventes da tragédia que destruiu aproximadamente 60 casas no Morro do Bumba, na Zona Norte de Niterói (RJ), ainda defendem a hipótese de o deslizamento ter sido causado por uma explosão provocada por gás metano, visto que esse local foi um lixão entre os anos 1960 e 1980.

Jornal Web. Disponível em:  
<http://www.ojornalweb.com>. Acesso em: 12 abr.  
2010 (adaptado).

- O gás mencionado no texto é produzido
- (a) como subproduto da respiração aeróbia bacteriana.
  - (b) pela degradação anaeróbia de matéria orgânica por bactérias.
  - (c) como produto da fotossíntese de organismos pluricelulares autótroficos.
  - (d) pela transformação química do gás carbônico em condições anaeróbias.
  - (e) pela conversão, por oxidação química, do gás carbônico sob condições aeróbias.
11. (2011) Segundo dados do Balanço Energético Nacional de 2008, do Ministério das Minas e Energia, a matriz energética brasileira é composta por hidrelétrica (80%), termelétrica (19,9%) e eólica (0,1%). Nas termelétricas, esse percentual é dividido conforme o combustível usado, sendo: gás natural (6,6%), biomassa (5,3%), derivados de petróleo (3,3%), energia nuclear (3,1%) e carvão mineral (1,6%). Com a geração de eletricidade da biomassa, pode-se considerar que ocorre uma compensação do carbono liberado na queima do material vegetal pela absorção desse elemento no crescimento das plantas. Entretanto, estudos indicam que as emissões de metano ( $CH_4$ ) das hidrelétricas podem ser comparáveis às emissões de  $CO_2$  das termelétricas.
- MORET, A. S.; FERREIRA, I. A. As hidrelétricas do Rio Madeira e os impactos socioambientais da eletrificação no Brasil. Revista Ciência Hoje. V. 45, n.º 265, 2009 (adaptado).
- No Brasil, em termos do impacto das fontes de energia no crescimento do efeito estufa, quanto à emissão de gases, as hidrelétricas seriam consideradas como uma fonte
- (a) limpa de energia, contribuindo para minimizar os efeitos deste fenômeno.
  - (b) eficaz de energia, tornando-se o percentual de oferta e os benefícios verificados.
  - (c) limpa de energia, não afetando ou alterando os níveis dos gases do efeito estufa.
  - (d) poluidora, colaborando com níveis altos de gases de efeito estufa em função de seu potencial de oferta.
- (e) alternativa, tomando-se por referência a grande emissão de gases de efeito estufa das demais fontes geradoras.
12. (2011) Os biocombustíveis de primeira geração são derivados da soja, milho e cana-de-açúcar e sua produção ocorre através da fermentação. Biocombustíveis derivados de material celulósico ou bio-combustíveis de segunda geração - coloquialmente chamados de "gasolina de capim" - são aqueles produzidos a partir de resíduos de madeira (serragem, por exemplo), talos de milho, palha de trigo ou capim de crescimento rápido e se apresentam como uma alternativa para os problemas enfrentados pelos de primeira geração, já que as matérias-primas são baratas e abundantes.
- DALE, B. E.; HUBER, G. W. Gasolina de capim e outros vegetais. Scientific American Brasil, Ago. 2009, n.º 87 (adaptado).
- O texto mostra um dos pontos de vista a respeito do uso dos biocombustíveis na atualidade, os quais
- (a) são matrizes energéticas com menor carga de poluição para o ambiente e podem propiciar a geração de novos empregos, entretanto, para serem oferecidos com baixo custo, a tecnologia da degradação da celulose nos biocombustíveis de segunda geração deve ser extremamente eficiente.
  - (b) oferecem múltiplas dificuldades, pois a produção é de alto custo, sua implantação não gera empregos, e deve-se ter cuidado com o risco ambiental, pois eles oferecerem os mesmos riscos que o uso de combustíveis fósseis.
  - (c) sendo de segunda geração, são produzidos por uma tecnologia que acarreta problemas sociais, sobretudo decorrente do fato de a matéria-prima ser abundante e facilmente encontrada, o que impede a geração de novos empregos.
  - (d) sendo de primeira e segunda geração, são produzidos por tecnologias que devem passar por uma avaliação criteriosa quanto ao uso, pois uma enfrenta o problema da falta de espaço para plantio da matéria-prima e a outra impede a geração de novas fontes de emprego.
  - (e) podem acarretar sérios problemas econômicos e sociais, pois a substituição do uso de petróleo afeta negativamente toda uma cadeia produtiva na medida em que exclui diversas fontes de emprego nas refinarias, postos de gasolina e no transporte de petróleo e gasolina.
13. (2011) A eutrofização é um processo em que rios, lagos e mares adquirem níveis altos de nutrientes, especialmente fosfatos e nitratos, provocando

posterior acúmulo de matéria orgânica em decomposição. Os nutrientes são assimilados pelos produtores primários e o crescimento desses é controlado pelo nutriente limítrofe, que é o elemento menos disponível em relação à abundância necessária à sobrevivência dos organismos vivos. O ciclo representado na figura seguinte reflete a dinâmica dos nutrientes em um lago.



A análise da água de um lago que recebe a descarga de águas residuais provenientes de lavouras adubadas revelou as concentrações dos elementos carbono ( $21,2 \text{ mol/L}$ ), nitrogênio ( $1,2 \text{ mol/L}$ ) e fósforo ( $0,2 \text{ mol/L}$ ). Nessas condições, o nutriente limítrofe é o

- $C$ .
  - $N$ .
  - $P$ .
  - $CO_2$ .
  - $PO_4^{3-}$
14. (2011) No processo de industrialização da mamona, além do óleo que contém vários ácidos graxos, é obtida uma massa orgânica, conhecida como torta de mamona. Esta massa tem potencial para ser utilizada como fertilizante para o solo e como complemento em rações animais devido a seu elevado valor proteico. No entanto, a torta apresenta compostos tóxicos e alergênicos diferentemente do óleo da mamona. Para que a torta possa ser utilizada na alimentação animal, é necessário um processo de descontaminação.

Revista Química Nova na Escola. V. 32, no 1, 2010 (adaptado).

A característica presente nas substâncias tóxicas e alergênicas, que inviabiliza sua solubilização no óleo de mamona, é a

- lipofilia.
- hidrofilia.
- hipocromia.
- cromatofilia.
- hiperpolarização.

15. (2012) Suponha que você seja um consultor e foi contratado para assessorar a implantação de uma matriz energética em um pequeno país com as seguintes características: região plana, chuvosa e com ventos constantes, dispondo de poucos recursos hídricos e sem reservatórios de combustíveis fósseis. De acordo com as características desse país, a matriz energética de menor impacto e risco ambientais é a baseada na energia

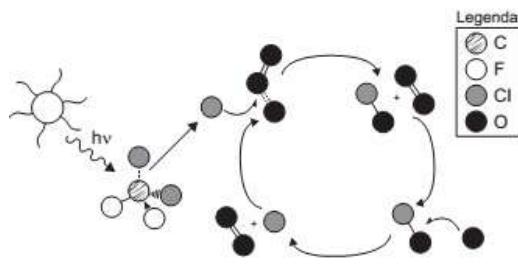
- dos biocombustíveis, pois tem menor impacto ambiental e maior disponibilidade.
- solar, pelo seu baixo custo e pelas características do país favoráveis à sua implantação.
- nuclear, por ter menor risco ambiental e ser adequada a locais com menor extensão territorial.
- hidráulica, devido ao relevo, à extensão territorial do país e aos recursos naturais disponíveis.
- eólica, pelas características do país e por não gerar gases do efeito estufa nem resíduos de operação.

16. (2012) Em uma planície, ocorreu um acidente ambiental em decorrência do derramamento de grande quantidade de um hidrocarboneto que se apresenta na forma pastosa à temperatura ambiente. Um químico ambiental utilizou uma quantidade apropriada de uma solução de para-dodecilbenzenossulfonato de sódio, um agente tensoativo sintético, para diminuir os impactos desse acidente. Essa intervenção produz resultados positivos para o ambiente porque

- promove uma reação de substituição no hidrocarboneto, tornando-o menos letal ao ambiente.
- a hidrólise do para-dodecil-benzenossulfonato de sódio produz energia térmica suficiente para vaporizar o hidrocarboneto.
- a mistura desses reagentes provoca a combustão do hidrocarboneto, o que diminui a quantidade dessa substância na natureza.
- a solução de para-dodecil-benzenossulfonato possibilita a solubilização do hidrocarboneto.

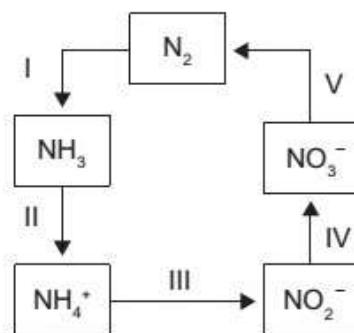
- (e) o reagente adicionado provoca uma solidificação do hidrocarboneto, o que facilita sua retirada do ambiente.
17. (2012) O rótulo de um desodorante aerosol informa ao consumidor que o produto possui em sua composição os gases isobutano, butano e propano, dentre outras substâncias. Além dessa informação, o rótulo traz, ainda, a inscrição "Não contém CFC". As reações a seguir, que ocorrem na estratosfera, justificam a não utilização de CFC (cloroflorcarbono ou Freon) nesse desodorante:
- (I)  $CF_2Cl_2 \xrightarrow{UV} CF_2Cl \cdot + Cl \cdot$
- (II)  $Cl \cdot + O_3 \rightarrow O_2 + ClO \cdot$
- A preocupação com as possíveis ameaças à camada de ozônio ( $O_3$ ) baseia-se na sua principal função: proteger a matéria viva na Terra dos efeitos prejudiciais dos raios solares ultravioleta. A absorção da radiação ultravioleta pelo ozônio estratosférico é intensa o suficiente para eliminar boa parte da fração de ultravioleta que é prejudicial à vida.
- A finalidade da utilização dos gases isobutano, butano e propano neste aerosol é
- (a) substituir o CFC, pois não reagem com o ozônio, servindo como gases propelentes em aerossóis.
- (b) servir como propelentes, pois, como são muito reativos, capturam o Freon existente livre na atmosfera, impedindo a destruição do ozônio.
- (c) reagir com o ar, pois se decompõem espontaneamente em dióxido de carbono ( $CO_2$ ) e água ( $H_2O$ ), que não atacam o ozônio.
- (d) impedir a destruição do ozônio pelo CFC, pois os hidrocarbonetos gasosos reagem com a radiação UV, liberando hidrogênio ( $H_2$ ), que reage com o oxigênio do ar ( $O_2$ ), formando água ( $H_2O$ ).
- (e) destruir o CFC, pois reagem com a radiação UV, liberando carbono ( $C$ ), que reage com o oxigênio do ar ( $O_2$ ), formando dióxido de carbono ( $CO_2$ ), que é inofensivo para a camada de ozônio.
18. (2012) Para diminuir o acúmulo de lixo e o desperdício de materiais de valor econômico e, assim, reduzir a exploração de recursos naturais, adotou-se, em escala internacional, a política dos três erros: Redução, Reutilização e Reciclagem.
- Um exemplo de reciclagem é a utilização de
- (a) garrafas de vidro retornáveis para cerveja ou refrigerante.
- (b) latas de alumínio como material para fabricação de lingotes.
- (c) sacos plásticos de supermercado como acondicionantes de lixo caseiro.
- (d) embalagens plásticas vazias e limpas para acondicionar outros alimentos.
- (e) garrafas PET recortadas em tiras para fabricação de cerdas de vassouras.
19. (2013) Sabe-se que o aumento da concentração de gases como  $CO_2$ ,  $CH_4$  e  $N_2O$  na atmosfera é um dos fatores responsáveis pelo agravamento do efeito estufa. A agricultura é uma das atividades humanas que pode contribuir tanto para a emissão quanto para o sequestro desses gases, dependendo do manejo da matéria orgânica do solo.
- ROSA, A. H.; COELHO, J. C. R. Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola, São Paulo, n. 5, nov. 2003 (adaptado).
- De que maneira as práticas agrícolas podem ajudar a minimizar o agravamento do efeito estufa?
- (a) Evitando a rotação de culturas.
- (b) Liberando o  $CO_2$  presente no solo.
- (c) Aumentando a quantidade de matéria orgânica do solo.
- (d) Queimando a matéria orgânica que se deposita no solo.
- (e) Atenuando a concentração de resíduos vegetais do solo.
20. (2013) Química Verde pode ser definida como a criação, o desenvolvimento e a aplicação de produtos e processos químicos para reduzir ou eliminar o uso e a geração de substâncias nocivas à saúde humana e ao ambiente. Sabe-se que algumas fontes energéticas desenvolvidas pelo homem exercem, ou têm potencial para exercer, em algum nível, impactos ambientais negativos.
- CORRÊA, A. G.; ZUIN, V. G. (Orgs.). Química Verde: fundamentos e aplicações. São Carlos: EdUFSCar, 2009.
- À luz da Química Verde, métodos devem ser desenvolvidos para eliminar ou reduzir a poluição do ar causada especialmente pelas
- (a) hidrelétricas.
- (b) termelétricas.
- (c) usinas geotérmicas.
- (d) fontes de energia solar.
- (e) fontes de energia eólica.

21. (2014) A liberação dos gases clorofluorcarbonos (CFCs) na atmosfera pode provocar depleção de ozônio ( $O_3$ ) na estratosfera. O ozônio estratosférico é responsável por absorver parte da radiação ultravioleta emitida pelo Sol, a qual é nociva aos seres vivos. Esse processo, na camada de ozônio, é ilustrado simplificadamente na figura.



Quimicamente, a destruição do ozônio na atmosfera por gases CFCs é decorrência da

- (a) clivagem da molécula de ozônio pelos CFCs para produzir espécies radicalares.
  - (b) produção de oxigênio molecular a partir de ozônio, catalisada por átomos de cloro.
  - (c) oxidação do monóxido de cloro por átomos de oxigênio para produzir átomos de cloro.
  - (d) reação direta entre os CFCs e o ozônio para produzir oxigênio molecular e monóxido de cloro.
  - (e) reação de substituição de um dos átomos de oxigênio na molécula de ozônio por átomos de cloro.
22. (2014) A aplicação excessiva de fertilizantes nitrogenados na agricultura pode acarretar alterações no solo e na água pelo acúmulo de compostos nitrogenados, principalmente a forma mais oxidada, favorecendo a proliferação de algas e plantas aquáticas e alterando o ciclo do nitrogênio, representado no esquema. A espécie nitrogenada mais oxidada tem sua quantidade controlada por ação de microrganismos que promovem a reação de redução dessa espécie, no processo denominado desnitritificação.



O processo citado está representado na etapa

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

23. (2014) A elevação da temperatura das águas de rios, lagos e mares diminui a solubilidade do oxigênio, pondo em risco as diversas formas de vida aquática que dependem desse gás. Se essa elevação de temperatura acontece por meios artificiais, dizemos que existe poluição térmica. As usinas nucleares, pela própria natureza do processo de geração de energia, podem causar esse tipo de poluição. Que parte do ciclo de geração de energia das usinas nucleares está associada a esse tipo de poluição?

- (a) Fissão do material radioativo.
- (b) Condensação do vapor-d'água no final do processo.
- (c) Conversão de energia das turbinas pelos geradores.
- (d) Aquecimento da água líquida para gerar vapor-d'água.
- (e) Lançamento do vapor-d'água sobre as pás das turbinas.

24. (2015) A indústria têxtil utiliza grande quantidade de corantes no processo de tingimento dos tecidos. O escurecimento das águas dos rios causado pelo despejo desses corantes pode desencadear uma série de problemas no ecossistema aquático. Considerando esse escurecimento das águas, o impacto negativo inicial que ocorre é o(a)

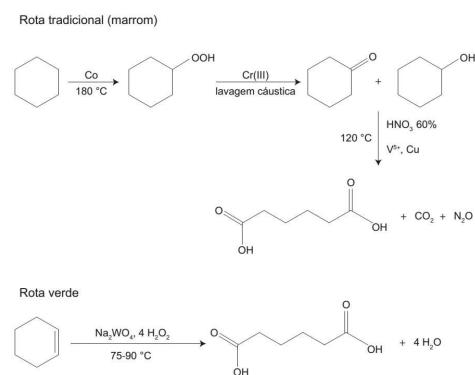
- (a) eutrofização.
- (b) proliferação de algas.
- (c) inibição da fotossíntese.
- (d) fotodegradação da matéria orgânica.

- (e) aumento da quantidade de gases dissolvidos.
25. (2015) O ar atmosférico pode ser utilizado para armazenar o excedente de energia gerada no sistema elétrico, diminuindo seu desperdício, por meio do seguinte processo: água e gás carbônico são inicialmente removidos do ar atmosférico e a massa de ar restante é refriado até  $-198^{\circ}\text{C}$ . Presente na proporção de 78% dessa massa de ar, o nitrogênio gasoso é liquefeito, ocupando um volume 700 vezes menor. A energia excedente do sistema elétrico é utilizada nesse processo, sendo parcialmente recuperada quando o nitrogênio líquido, exposto à temperatura ambiente, entra em ebulação e se expande, fazendo girar turbinas que convertem energia mecânica em energia elétrica.

MACHADO, R. Disponível em:  
[www.correobraziliense.com.br](http://www.correobraziliense.com.br). Acesso em: 9 set.  
2013 (adaptado).

No processo descrito, o excedente de energia elétrica é armazenado pela

- (a) expansão do nitrogênio durante a ebulação.
  - (b) absorção de calor pelo nitrogênio durante a ebulação.
  - (c) realização de trabalho sobre o nitrogênio durante a liquefação.
  - (d) retirada de água e gás carbônico da atmosfera antes do resfriamento.
  - (e) liberação de calor do nitrogênio para a vizinhança durante a liquefação.
26. (2015) A química verde permite o desenvolvimento tecnológico com danos reduzidos ao meio ambiente, e encontrar rotas limpas tem sido um grande desafio. Considere duas rotas diferentes utilizadas para a obtenção de ácido adipíco, um insumo muito importante para a indústria têxtil e de plastificantes.



LENARDÃO, E. J. et al. Green chemistry – os 12 princípios da química verde e sua inserção nas atividades de ensino e pesquisa. *Química Nova*, n. 1, 2003 (adaptado).

Que fator contribui positivamente para que a segunda rota de síntese seja verde em comparação à primeira?

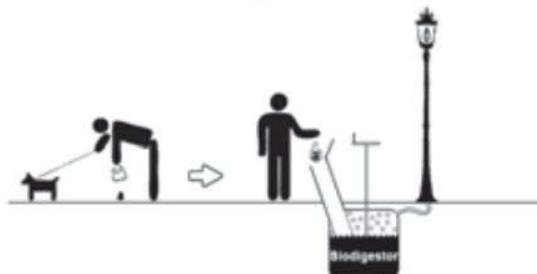
- (a) Etapa única na síntese.
  - (b) Obtenção do produto puro.
  - (c) Ausência de reagentes oxidantes.
  - (d) Ausência de elementos metálicos no processo.
  - (e) Gasto de energia nulo na separação do produto.
27. (2016) A coleta das fezes dos animais domésticos em sacolas plásticas e o seu descarte em lixeiras convencionais podem criar condições de degradação que geram produtos prejudiciais ao meio ambiente (Figura 1).

Figura 1



A Figura 2 ilustra o Projeto Park Spark, desenvolvido em Cambridge, MA (EUA), em que as fezes dos animais domésticos são recolhidas em sacolas biodegradáveis e jogadas em um biodigestor instalado em parques públicos; e os produtos são utilizados em equipamentos no próprio parque.

Figura 2

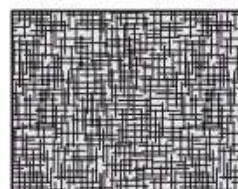


Disponível em: <http://parksparkproject.com>. Acesso em: 30 ago. 2013 (adaptado).

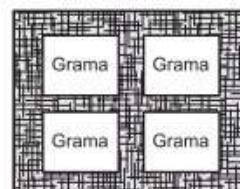
Uma inovação desse projeto é possibilitar o(a)

- (a) queima de gás metano.
- (b) armazenamento de gás carbônico.
- (c) decomposição aeróbica das fezes.
- (d) uso mais eficiente de combustíveis fósseis.
- (e) fixação de carbono em moléculas orgânicas.

28. (2017) Para se adequar às normas ambientais atuais, as construtoras precisam prever em suas obras a questão do uso de materiais de modo a minimizar os impactos causados no local. Entre esses materiais está o chamado concregrama ou pisograma, que é um tipo de revestimento composto por peças de concreto com áreas vazadas, preenchidas com solo gramado. As figuras apresentam essas duas formas de piso feitos de concreto.



Piso tradicional  
de concreto



Piso concregrama

PONTES, K. L. F. Estudo de caso de um protótipo experimental [...]. Disponível em: <http://monografias.poli.ufjf.br>. Acesso em: 9 maio 2017 (adaptado).

A utilização desse tipo de piso em uma obra tem o objetivo de evitar, no solo a

- (a) impermeabilização.
- (b) diminuição da temperatura.
- (c) acumulação de matéria orgânica.
- (d) alteração do pH.
- (e) salinização.

### 12.1 Gabarito - Química Ambiental

- |      |       |       |       |       |       |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1. C | 6. D  | 11. D | 16. D | 21. B | 26. A |
| 2. D | 7. A  | 12. A | 17. A | 22. E |       |
| 3. E | 8. B  | 13. B | 18. B | 23. B | 27. A |
| 4. E | 9. A  | 14. B | 19. C | 24. C |       |
| 5. C | 10. B | 15. E | 20. B | 25. C | 28. A |

## 13 Termoquímica

1. (2009) Nas últimas décadas, o efeito estufa tem-se intensificado de maneira preocupante, sendo esse efeito muitas vezes atribuído à intensa liberação de  $CO_2$  durante a queima de combustíveis fósseis para geração de energia. O quadro traz as entalpias-padrão de combustão a  $25^\circ C$  ( $\Delta H_{25}^0$ ) do metano, do butano e do octano.

composto	fórmula molecular	massa molar (g/mol)	$\Delta H_{25}^0$ (kJ/mol)
metano	$CH_4$	16	- 890
butano	$C_4H_{10}$	58	- 2.878
octano	$C_8H_{18}$	114	- 5.471

À medida que aumenta a consciência sobre os impactos ambientais relacionados ao uso da energia, cresce a importância de se criar políticas de incentivo ao uso de combustíveis mais eficientes. Nesse sentido, considerando-se que o metano, o butano e o octano sejam representativos do gás natural, do gás liquefeito de petróleo (GLP) e da gasolina, respectivamente, então, a partir dos dados fornecidos, é possível concluir que, do ponto de vista da quantidade de calor obtido por mol de  $CO_2$  gerado, a ordem crescente desses três combustíveis é

- (a) gasolina, GLP e gás natural.
  - (b) gás natural, gasolina e GLP.
  - (c) gasolina, gás natural e GLP.
  - (d) gás natural, GLP e gasolina.
  - (e) GLP, gás natural e gasolina.
2. (2010) 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.

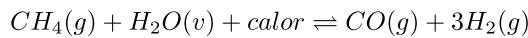
Álcool	Densidade a $25^\circ C$ (g/mL)	Calor de Combustão (kJ/mol)
Metanol ( $CH_3OH$ )	0,79	-726,0
Etanol ( $CH_3CH_2OH$ )	0,79	-1367,0

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

Dados: Massas mоляres 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.
3. (2010) 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 da 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 uso posterior. BROWN, T. Química a 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:



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.
4. (2011) 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 ( $\Delta H_c^\circ$ ), 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  $\Delta H_c^\circ$

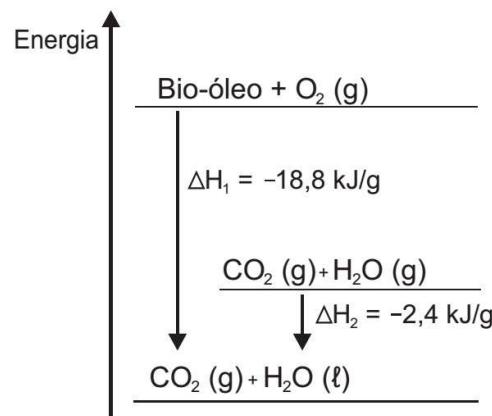
Substância	Fórmula	$\Delta H_c^\circ$ (kJ/mol)
benzeno	$C_6H_6(l)$	-3 268
etanol	$C_2H_5OH(l)$	-1 368
glicose	$C_6H_{12}O_6(s)$	-2 808
metano	$CH_4(g)$	-890
octano	$C_8H_{18}(l)$	-5 471

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?

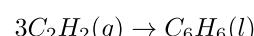
- (a) Benzeno.
  - (b) Metano.
  - (c) Glicose.
  - (d) Octano.
  - (e) Etanol.
5. (2015) O aproveitamento de resíduos florestais vem se tornando cada dia mais atrativo, pois eles são uma fonte renovável de energia. A figura representa a queima de um bio-óleo extraído do resíduo de madeira, sendo  $H_1$  a variação de entalpia devida à queima de 1 g desse bio-óleo, resultando em

gás carbônico e água líquida, e  $H_2$  a variação de entalpia envolvida na conversão de 1 g de água no estado gasoso para o estado líquido.



A variação de entalpia, em kJ, para a queima de 5 g desse bio-óleo resultando em CO<sub>2</sub> (gasoso) e H<sub>2</sub>O (gasoso) é:

- (a) -106.
  - (b) -94,0.
  - (c) -82,0.
  - (d) -21,2.
  - (e) -16,4.
6. (2016) 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:



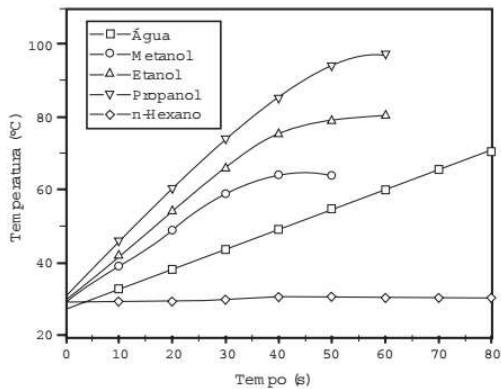
A energia envolvida nesse processo pode ser calculada indiretamente pela variação de entalpia das reações de combustão das substâncias participantes, nas mesmas condições experimentais:

- I.  $C_2H_2(g) + 5/2O_2(g) \rightarrow 2CO_2(g) + H_2O(l)$   
 $\Delta H_c = -310\text{kcal/mol}$
- II.  $C_6H_6(l) + 15/2O_2(g) \rightarrow 6CO_2(g) + 3H_2O(l)$   
 $\Delta H_c = -780\text{kcal/mol}$

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.
7. (2016) O aquecimento de um material por irradiação com micro-ondas ocorre por causa da interação da onda eletromagnética com o dipolo elétrico da molécula. Um importante atributo do aquecimento por micro-ondas é a absorção direta da energia pelo material a ser aquecido. Assim, esse aquecimento é seletivo e dependerá, principalmente, da constante dielétrica e da frequência de relaxação do material. O gráfico mostra a taxa de aquecimento de cinco solventes sob irradiação de micro-ondas.



BARBOZA, A. C. R. N. et al. Aquecimento em forno de micro-ondas. Desenvolvimento de alguns conceitos fundamentais. *Química Nova*, n. 6, 2001 (adaptado).

No gráfico, qual solvente apresenta taxa média de aquecimento mais próxima de zero, no intervalo de 0 s a 40 s?

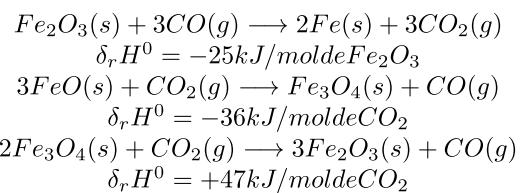
- (a)  $H_2O$   
(b)  $CH_3OH$

- (c)  $CH_3CH_2OH$   
(d)  $CH_3CH_2CH_2OH$   
(e)  $CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2CH_3$

8. (2017) O ferro é encontrado na natureza na forma de seus minérios, tais como a hematita ( $\alpha - Fe_2O_3$ ), a magnetita ( $Fe_3O_4$ ) e a wustita ( $FeO$ ). Na siderurgia, o ferro-gusa é obtido pela fusão de minérios de ferro em altos fomos 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  $\delta_r H$ , em  $\text{kJ/mol}$  de  $FeO$ , para a reação indicada do  $FeO$  (sólido) com o  $CO$  (gasoso) é

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

### 13.1 Gabarito - Termoquímica

- |      |      |      |      |
|------|------|------|------|
| 1. A | 3. D | 5. C | 7. E |
| 2. D | 4. C | 6. B | 8. B |

## 14 Radioatividade

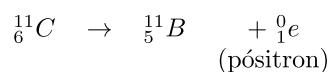
1. (2012) A falta de conhecimento em relação ao que vem a ser um material radioativo e quais os efeitos, consequências e usos da irradiação pode gerar o medo e a tomada de decisões equivocadas, como a apresentada no exemplo a seguir.

"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.
2. (2013) Glicose marcada com nuclídeos de carbono-11 é utilizada na medicina para se obter imagens tridimensionais do cérebro, por meio de tomografia de emissão de pósitrons. A desintegração do carbono-11 gera um pósitron, com tempo de meia-vida de 20,4 min, de acordo com a equação da reação nuclear:



A partir da injeção de glicose marcada com esse nuclídeo, o tempo de aquisição de uma imagem de tomografia é de cinco meias-vidas.

Considerando que o medicamento contém 1,00 g do carbono-11, a massa, em miligramas, do nuclídeo restante, após a aquisição da imagem, é mais próxima de

- (a) 0,200.
- (b) 0,969.
- (c) 9,80.
- (d) 31,3.

- (e) 200.

3. (2015) 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 urânia. 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 de  ${}^{235}U$  ocorre liberação de energia, que vai desintegrando o isótopo  ${}^{238}U$ , enriquecendo-o em mais  ${}^{235}U$ .
- (c) fissão de  ${}^{235}U$  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.

4. (2016) Pesquisadores recuperaram DNA de ossos de mamute (*Mammuthus primigenius*) encontrados na Sibéria, que tiveram sua idade de cerca de 28 mil anos confirmada pela técnica do carbono-14.

FAPESP. DNA de mamute é revelado. Disponível em: <http://agencia.fapesp.br>. Acesso em: 13 ago. 2012 (adaptado).

A técnica de datação apresentada no texto só é possível devido à

- (a) proporção conhecida entre carbono-14 e carbono-12 na atmosfera ao longo dos anos.
- (b) decomposição de todo o carbono-12 presente no organismo após a morte.
- (c) fixação maior de carbono-14 nos tecidos de organismos após a morte.
- (d) emissão de carbono-12 pelos tecidos de organismos após a morte.
- (e) transformação do carbono-12 em carbono-14 ao longo dos anos.

5. (2017) A técnica do carbono-14 permite a datação de fósseis pela medição dos valores de emissão beta desse isótopo presente no fóssil. Para um ser em vida, o máximo são 15 emissões beta/(min g). Após a morte, a quantidade de  $^{14}\text{C}$  se reduz pela metade a cada 5 730 anos.

A prova do carbono 14. Disponível em:  
<http://noticias.terra.com.br>. Acesso em: 9 nov.  
2013 (adaptado).

Considere que um fragmento fóssil de massa igual a 30 g foi encontrado em um sítio arqueológico, e a medição de radiação apresentou 6 750 emissões beta por hora. A idade desse fóssil, em anos, é

- (a) 450.
- (b) 1 433.
- (c) 11 460.
- (d) 17 190.
- (e) 27 000.

#### 14.1 Gabarito - Radioatividade

1. A

2. D

3. C

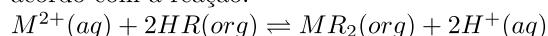
4. A

5. C

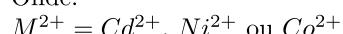
## 15 Separação de misturas

1. (2010) As baterias de Ni-Cd muito utilizadas no nosso cotidiano não devem ser descartadas em lixos comuns uma vez que uma considerável quantidade de cádmio é volatilizada e emitida para o meio ambiente quando as baterias gastas são incineradas como componente do lixo. Com o objetivo de evitar a emissão de cádmio para a atmosfera durante a combustão é indicado que seja feita a reciclagem dos materiais dessas baterias.

Uma maneira de separar o cádmio dos demais compostos presentes na bateria é realizar o processo de lixiviação ácida. Nela, tanto os metais (Cd, Ni e eventualmente Co) como os hidróxidos de íons metálicos  $Cd(OH)_2(s)$ ,  $Ni(OH)_2(s)$ ,  $Co(OH)_2(s)$  presentes na bateria, reagem com uma mistura ácida e são solubilizados. Em função da baixa solubilidade (todos os íons metálicos são solubilizados), após a digestão ácida, é realizada uma etapa de extração dos metais com solventes orgânicos de acordo com a reação:



Onde:



$HR = C_{16}H_{34} - PO_2H$ : identificado no gráfico por X

$HR = C_{12}H_{12} - PO_2H$  : identificado no gráfico por Y

O gráfico mostra resultado da extração utilizando os solventes orgânicos X e Y em diferentes pH.

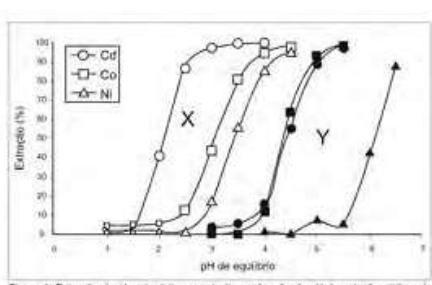


Figura 1: Extração de níquel, cádmio e cobalto em função do pH da solução utilizando solventes orgânicos X e Y.

Disponível em: <http://www.scielo.br>. Acesso em 28 abr. 2010.

A reação descrita no texto mostra o processo de extração dos metais por meio da reação com moléculas orgânicas, X e Y. Considerando-se as estruturas de X e Y e o processo de separação descrito, pode-se afirmar que

- (a) as moléculas X e Y atuam como extratores catiônicos uma vez que a parte polar da molécula troca o íon  $H^+$  pelo cátion do metal.
- (b) as moléculas X e Y atuam como extratores aniônicos uma vez que a parte polar da

molécula troca o íon  $H^+$  pelo cátion do metal.

- (c) as moléculas X e Y atuam como extratores catiônicos uma vez que a parte apolar da molécula troca o íon  $PO_2^{2-}$  pelo cátion do metal.
- (d) as moléculas X e Y atuam como extratores aniônicos uma vez que a parte polar da molécula troca o íon  $PO_2^{2-}$  pelo cátion do metal.
- (e) as moléculas X e Y fazem ligações com os íons metálicos resultando em compostos com caráter apolar o que justifica a eficácia da extração.

2. (2010) Em visita a uma usina sucroalcooleira, um grupo de alunos pôde observar a série de processos de beneficiamento da cana-de-açúcar, entre os quais se destacam:

1. A cana chega cortada da lavoura por meio de caminhões e é despejada em mesas alimentadoras que a conduzem para as moendas. Antes de ser esmagada para a retirada do caldo açucarado, toda a cana é transportada por esteiras e passada por um eletroímã para a retirada de materiais metálicos.
2. Após se esmagar a cana, o bagaço segue para as caldeiras, que geram vapor e energia para toda a usina.
3. O caldo primário, resultante do esmagamento, é passado por filtros e sofre tratamento para transformar-se em açúcar refinado e etanol.

Com base nos destaques da observação dos alunos, quais operações físicas de separação de materiais foram realizadas nas etapas de beneficiamento da cana-de-açúcar?

- (a) Separação mecânica, extração, decantação.
- (b) Separação magnética, combustão, filtração.
- (c) Separação magnética, extração, filtração.
- (d) Imantação, combustão, peneiração.
- (e) Imantação, destilação, filtração.

3. (2011) Belém é cercada por 39 ilhas, e suas populações convivem com ameaças de doenças. O motivo, apontado por especialistas, é a poluição da água do rio, principal fonte de sobrevivência dos ribeirinhos. A diarreia é frequente nas crianças e ocorre como consequência da falta de saneamento básico, já que a população não tem acesso à água de boa qualidade. Como não há água potável, a alternativa é consumir a do rio.

O Liberal. 8 jul. 2008. Disponível em:  
<http://www.oliberal.com.br>.

O procedimento adequado para tratar a água dos rios, a fim de atenuar os problemas de saúde causados por microrganismos a essas populações ribeirinhas é a

- (a) filtração.
  - (b) cloração.
  - (c) coagulação.
  - (d) fluoretação.
  - (e) decantação.
4. (2013) Entre as substâncias usadas para o tratamento de água está o sulfato de alumínio que, em meio alcalino, forma partículas em suspensão na água, às quais as impurezas presentes no meio se aderem.  
O método de separação comumente usado para retirar o sulfato de alumínio com as impurezas adheridas é a
- (a) flotação.
  - (b) levigação.
  - (c) ventilação.
  - (d) peneiração.
  - (e) centrifugação.
5. (2013) Eu também podia decompor a água, se fosse salgada ou acidulada, usando a pilha de Daniell como fonte de força. Lembro o prazer extraordinário que sentia ao decompor um pouco de água em uma taça para ovos quentes, vendendo-a separar-se em seus elementos, o oxigênio em um eletrodo, o hidrogênio no outro. A eletricidade de uma pilha de 1 volt parecia tão fraca, e no entanto podia ser suficiente para desfazer um composto químico, a água...

SACKS, O. Tio Tungstênio: memórias de uma infância química. São Paulo: Cia. das Letras, 2002.

O fragmento do romance de Oliver Sacks relata a separação dos elementos que compõem a água. O princípio do método apresentado é utilizado industrialmente na

- (a) obtenção de ouro a partir de pepitas.
- (b) obtenção de calcário a partir de rochas.
- (c) obtenção de alumínio a partir da bauxita.
- (d) obtenção de ferro a partir de seus óxidos.

(e) obtenção de amônia a partir de hidrogênio e nitrogênio.

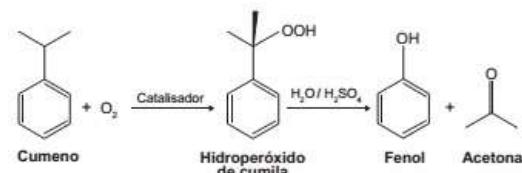
6. (2014) Para impedir a contaminação microbiana do suprimento de água, deve-se eliminar as emissões de efluentes e, quando necessário, tratá-los com desinfetante. O ácido hipocloroso ( $\text{HClO}$ ), produzido pela reação entre cloro e água, é um dos compostos mais empregados como desinfetante. Contudo, 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 ( $\text{CHCl}_3$ ) 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.

7. (2014) O principal processo industrial utilizado na produção de fenol é a oxidação do cumeno (isopropilbenzeno). A equação mostra que esse processo envolve a formação do hidroperóxido de cumila, que em seguida é decomposto em fenol e acetona, ambos usados na indústria química como precursores de moléculas mais complexas. Após o processo de síntese, esses dois insumos devem ser separados para comercialização individual.



Considerando as características físico-químicas dos dois insumos formados, o método utilizado para a separação da mistura, em escala industrial, é a

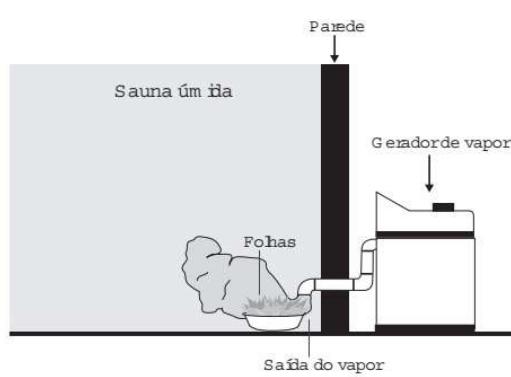
- (a) filtração
- (b) ventilação.
- (c) decantação.
- (d) evaporação.
- (e) destilação fracionada.

8. (2015) 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 misturaram 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](http://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) flocação e separação magnética.
  - (d) destilação fracionada e peneiração.
  - (e) dissolução fracionada e magnetização.
9. (2016) Uma pessoa é responsável pela manutenção de uma sauna úmida. Todos os dias cumpre o mesmo ritual: colhe folhas de capim-cidreira e algumas folhas de eucalipto. Em seguida, coloca as folhas na saída do vapor da sauna, aromatizando-a, conforme representado na figura.



Qual processo de separação é responsável pela aromatização promovida?

- (a) Filtração simples.
- (b) Destilação simples.
- (c) Extração por arraste.
- (d) Sublimação fracionada.
- (e) Decantação sólido-líquido.

10. (2017) A farinha de linhaça dourada é um produto natural que oferece grandes benefícios para o nosso organismo. A maior parte dos nutrientes da linhaça encontra-se no óleo desta semente, rico em substâncias lipossolúveis com massas moleculares elevadas. A farinha também apresenta altos teores de fibras proteicas insolúveis em água, celulose, vitaminas lipossolúveis e sais minerais hidrossolúveis. Considere o esquema, que resume um processo de separação dos componentes principais da farinha de linhaça dourada.



O óleo de linhaça será obtido na fração

- (a) Destilado 1.
- (b) Destilado 2.
- (c) Resíduo 2.
- (d) Resíduo 3.
- (e) Resíduo 4.

### 15.1 Gabarito - Separação de misturas

1. A

3. B

5. C

7. E

9. C

2. C

4. A

6. A

8. C

10. E

## 16 Soluções

1. (2010) Ao colocar um pouco de açúcar na água e mexer até a obtenção de uma só fase, prepara-se uma solução. O mesmo acontece ao se adicionar um pouquinho de sal à água e misturar bem. Uma substância capaz de dissolver o soluto é denominada solvente; por exemplo, a água é um solvente para o açúcar, para o sal e para várias outras substâncias. A figura a seguir ilustra essa citação.



Disponível em: [www.sobiologia.com.br](http://www.sobiologia.com.br). Acesso em: 27 abr. 2010.

Suponha que uma pessoa, para adoçar seu cafezinho, tenha utilizado 3,42g de sacarose (massa molar igual a 342 g/mol) para uma xícara de 50 ml do líquido. Qual é a concentração final, em mol/, de sacarose nesse cafezinho?

- (a) 0,02  
 (b) 0,2  
 (c) 2  
 (d) 200  
 (e) 2000
2. (2014) Diesel é uma mistura de hidrocarbonetos que também apresenta enxofre em sua composição. Esse enxofre é um componente indesejável, pois o trióxido de enxofre gerado é um dos grandes causadores da chuva ácida. Nos anos 1980, não havia regulamentação e era utilizado óleo diesel com 13 000 ppm de enxofre. Em 2009, o diesel passou a ter 1 800 ppm de enxofre (S1800) e, em seguida, foi inserido no mercado o diesel S500 (500 ppm). Em 2012, foi difundido o diesel S50, com 50 ppm de enxofre em sua composição. Atualmente, é produzido um diesel com teores de enxofre ainda menores.

### Os impactos da má qualidade do óleo diesel brasileiro.

Disponível em: [www.cnt.org.br](http://www.cnt.org.br).  
 Acesso em: 20 dez. 2012 (adaptado).

A substituição do diesel usado nos anos 1980 por aquele difundido em 2012 permitiu uma redução percentual de emissão de  $SO_3$  de

- (a) 86,2%.  
 (b) 96,2%.  
 (c) 97,2%.  
 (d) 99,6%.  
 (e) 99,9%.

3. (2014) 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 0,14mg/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.

4. (2015) 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 ( $NO_3^-$ ) para  $0,009\text{mol/L}$  em um tanque de 5000 litros e, para tanto, tem em mãos uma solução comercial nutritiva de nitrato de cálcio  $90\text{g/L}$ . As massas molares dos elementos  $N$ ,  $O$  e  $Ca$  são iguais a  $14\text{g/mol}$ ,  $16\text{g/mol}$  e  $40\text{g/mol}$ , 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

5. (2016) Em sua formulação, o *spray* de pimenta contém porcentagens variadas de oleorresina 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 de dor e ardor, levando à cegueira temporária. O processo é desencadeado pela liberação de neuropeptídos 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 pi-

menta nos olhos ou na pele, a lavagem da região atingida com água é ineficaz porque a

- (a) reação entre etanol e água libera calor, intensificando 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.

### 16.1 Gabarito - Soluções

1. B

2. D

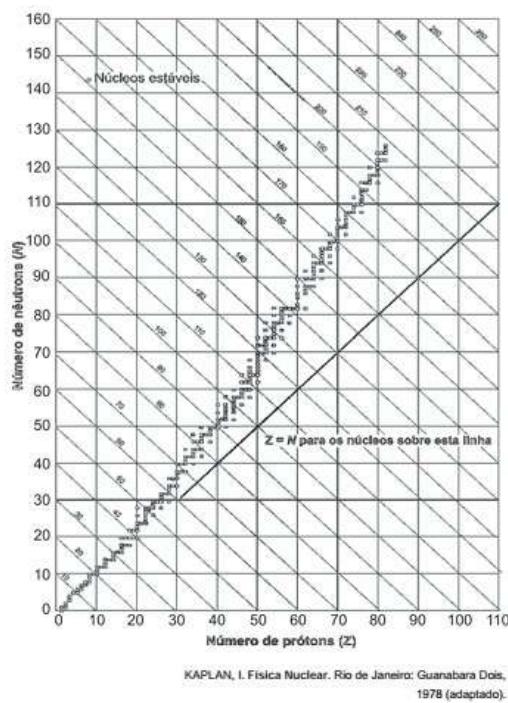
3. B

4. B

5. B

## 17 Tabela Periódica e Propriedades dos Elementos

1. (2009) Os núcleos dos átomos são constituídos de prótons e nêutrons, sendo ambos os principais responsáveis pela sua massa. Nota-se que, na maioria dos núcleos, essas partículas não estão presentes na mesma proporção. O gráfico mostra a quantidade de nêutrons ( $N$ ) em função da quantidade de prótons ( $Z$ ) para os núcleos estáveis conhecidos.



O antimônio é um elemento químico que possui 50 prótons e possui vários isótopos - átomos que só se diferem pelo número de nêutrons. De acordo com o gráfico, os isótopos estáveis do antimônio possuem

- (a) entre 12 e 24 nêutrons a menos que o número de prótons.
  - (b) exatamente o mesmo número de prótons e nêutrons.
  - (c) entre 0 e 12 nêutrons a mais que o número de prótons.
  - (d) entre 12 e 24 nêutrons a mais que o número de prótons.
  - (e) entre 0 e 12 nêutrons a menos que o número de prótons.
2. (2016) Num experimento, um professor deixa duas bandejas de mesma massa, uma de plástico e outra de alumínio, sobre a mesa do laboratório. Após algumas horas, ele pede aos alunos que avaliem a temperatura das duas bandejas, usando para isso

o tato. Seus alunos afirmam, categoricamente, que a bandeja de alumínio encontra-se numa temperatura mais baixa. Intrigado, ele propõe uma segunda atividade, em que coloca um cubo de gelo sobre cada uma das bandejas, que estão em equilíbrio térmico com o ambiente, e os questiona em qual delas a taxa de derretimento do gelo será maior. O aluno que responder corretamente ao questionamento do professor dirá que o derretimento ocorrerá

- (a) mais rapidamente na bandeja de alumínio, pois ela tem uma maior condutividade térmica que a de plástico.
  - (b) mais rapidamente na bandeja de plástico, pois ela tem inicialmente uma temperatura mais alta que a de alumínio.
  - (c) mais rapidamente na bandeja de plástico, pois ela tem uma maior capacidade térmica que a de alumínio.
  - (d) mais rapidamente na bandeja de alumínio, pois ela tem um calor específico menor que a de plástico.
  - (e) com a mesma rapidez nas duas bandejas, pois apresentarão a mesma variação de temperatura.
3. (2017) No ar que respiramos existem os chamados “gases inertes”. Trazem curiosos nomes gregos, que significam “o Novo”, “o Oculto”, “o Inativo”. E de fato são de tal modo inertes, tão satisfeitos em sua condição, que não interferem em nenhuma reação química, não se combinam com nenhum outro elemento e justamente por esse motivo ficaram sem ser observados durante séculos: só em 1962 um químico, depois de longos e engenhosos esforços, conseguiu forçar “o Estrangeiro” (o xenônio) a combinar-se fugazmente com o flúor ávido e vízav, e a façanha pareceu tão extraordinária que lhe foi conferido o Prêmio Nobel.

LEVI, P. A tabela periódica. Rio de Janeiro: Reliume-Dumará. 1994 (adaptado).

Qual propriedade do flúor justifica sua escolha como reagente para o processo mencionado?

- (a) Densidade.
- (b) Condutância.
- (c) Eletronegatividade.
- (d) Estabilidade nuclear.
- (e) Temperatura de ebulição.

### 17.1 Gabarito - Tabela Periódica e Propriedade dos Elementos

1. D                  2. A                  3. C