

ENEM 2010 - Prova resolvida  
Química

01. Em nosso cotidiano, utilizamos as palavras “calor” e “temperatura” de forma diferente de como elas são usadas no meio científico. Na linguagem corrente, calor é identificado como “algo quente” e temperatura mede a “quantidade de calor de um corpo”. Esses significados, no entanto, não conseguem explicar diversas situações que podem ser verificadas na prática.

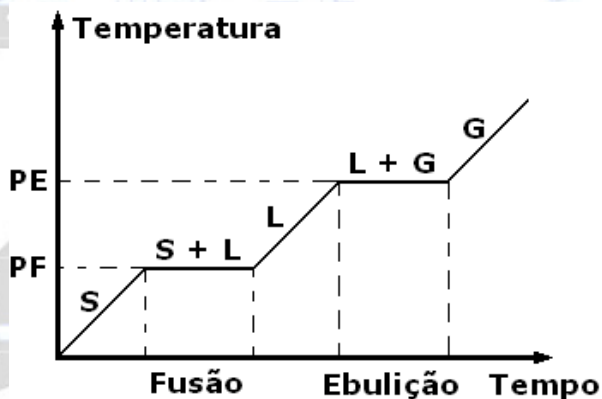
Do ponto de vista científico, que situação prática mostra a limitação dos conceitos corriqueiros de calor e temperatura?

- a) A temperatura da água pode ficar constante durante o tempo em que estiver fervendo.
- b) Uma mãe coloca a mão na água da banheira do bebê para verificar a temperatura da água.
- c) A chama de um fogão pode ser usada para aumentar a temperatura da água em uma panela.
- d) A água quente que está em uma caneca é passada para outra caneca a fim de diminuir sua temperatura.
- e) Um forno pode fornecer calor para uma vasilha de água que está em seu interior com menor temperatura do que a dele.

**Resolução:**  
**Alternativa A**

Quando se aquece uma substância pura inicialmente no estado sólido, a temperatura aumenta até atingir o ponto de fusão (P.F.), onde começa a “derreter”; neste ponto a temperatura é constante.

Quando se atinge a temperatura de ebulição ou ponto de ebulição (P.E.) acontece o mesmo: a temperatura permanece constante. Isto ocorre com qualquer substância pura. Observe a figura a seguir:



02. 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.

**Resolução:**  
**Alternativa C**

Foram realizadas as seguintes operações físicas de separação de materiais:

Separação magnética: um dos sólidos é atraído por um ímã. Esse processo é utilizado em larga escala para separar alguns minérios de ferro de suas impurezas.

Combustão: queima controlada com geração de vapor.

Filtração simples: a fase sólida é separada com o auxílio de filtro de material adequado.

**03.** O fósforo, geralmente representado pelo íon de fosfato ( $\text{PO}_4^{3-}$ ), é um ingrediente insubstituível da vida, já que é parte constituinte das membranas celulares e das moléculas do DNA e do trifosfato de adenosina (ATP), principal forma de armazenamento de energia das células.

O fósforo utilizado nos fertilizantes agrícolas é extraído de minas, cujas reservas estão cada vez mais escassas.

Certas práticas agrícolas aceleram a erosão do solo, provocando o transporte de fósforo para sistemas aquáticos, que fica imobilizado nas rochas. Ainda, a colheita das lavouras e o transporte dos restos alimentares para os lixões diminuem a disponibilidade dos íons no solo. Tais fatores têm ameaçado a sustentabilidade desse íon.

Uma medida que amenizaria esse problema seria:

- a) Incentivar a reciclagem de resíduos biológicos, utilizando dejetos animais e restos de culturas para produção de adubo.
- b) Repor o estoque retirado das minas com um íon sintético de fósforo para garantir o abastecimento da indústria de fertilizantes.
- c) Aumentar a importação de íons fosfato dos países ricos para suprir as exigências das indústrias nacionais de fertilizantes.
- d) Substituir o fósforo dos fertilizantes por outro elemento com a mesma função para suprir as necessidades do uso de seus íons.
- e) Substituir o fósforo dos fertilizantes por outro elemento com a mesma função para suprir as necessidades do uso de seus íons.

**Resolução:**  
**Alternativa A**

Uma medida que amenizaria esse problema seria incentivar a reciclagem de resíduos biológicos, utilizando dejetos animais e restos de culturas para produção de adubo.

**04.** O texto “O voo das Folhas” traz uma visão dos índios Ticunas para um fenômeno usualmente observado na natureza:

**O voo das Folhas**

Com o vento

as folhas se movimentam.

E quando caem no chão

ficam paradas em silêncio.

Assim se forma o *ngaura*. O *ngaura* cobre o chão da floresta, enriquece a terra e alimenta as árvores.]  
As folhas velhas morrem para ajudar o crescimento das folhas novas.]  
Dentro do *ngaura* vivem aranhas, formigas, escorpiões, centopeias, minhocas, cogumelos e vários tipos de outros seres muito pequenos.]  
As folhas também caem nos lagos, nos igarapés e igapós.

*A natureza segundo os Ticunas/Livro das Árvores*. Organização Geral dos Professores Bilingües Ticunas, 2000.

Na visão dos índios Ticunas, a descrição sobre o *ngaura* permite classificá-lo como um produto diretamente relacionado ao ciclo

- a) da água.
- b) do oxigênio.
- c) do fósforo.
- d) do carbono.
- e) do nitrogênio.

**Resolução:**  
**Alternativa E**

Na visão dos índios Ticunas, a descrição sobre o *ngaura* permite classificá-lo como um produto diretamente relacionado ao ciclo do nitrogênio.

**05.** A lavoura arrozeira na planície costeira da região sul do Brasil comumente sofre perdas elevadas devido à salinização da água de irrigação, que ocasiona prejuízos diretos, como a redução de produção da lavoura. Solos com processo de salinização avançado não são indicados, por exemplo, para o cultivo de arroz. As plantas retiram a água do solo quando as forças de embebição dos tecidos das raízes são superiores às forças com que a água é retida no solo.

WINKEL, H.L.; TSCHIEDEL, M. *Cultura do arroz: salinização de solos em cultivos de arroz*. Disponível em: <http://agropage.tripod.com/saliniza.html>. Acesso em: 25 jun. 2010 (adaptado)

A presença de sais na solução do solo faz com que seja dificultada a absorção de água pelas plantas, o que provoca o fenômeno conhecido por seca fisiológica, caracterizado pelo(a)

- a) aumento da salinidade, em que a água do solo atinge uma concentração de sais maior que a das células das raízes das plantas, impedindo, assim, que a água seja absorvida.
- b) aumento da salinidade, em que o solo atinge um nível muito baixo de água, e as plantas não têm força de sucção para absorver a água.
- c) diminuição da salinidade, que atinge um nível em que as plantas não têm força de sucção, fazendo com que a água não seja absorvida.
- d) aumento da salinidade, que atinge um nível em que as plantas têm muita sudação, não tendo força de sucção para superá-la.
- e) diminuição da salinidade, que atinge um nível em que as plantas ficam túrgidas e não têm força de sudação para superá-la.

**Resolução:**  
**Alternativa A**

A presença de sais na solução do solo faz com que seja dificultada a absorção de água pelas plantas (devido ao processo de osmose), o que provoca o fenômeno conhecido por seca fisiológica, caracterizado pelo aumento da salinidade, em que a água do solo atinge uma concentração de sais maior que a das células das raízes das plantas, impedindo, assim, que a água seja absorvida.

**06.** As cidades industrializadas produzem grandes proporções de gases como o  $\text{CO}_2$ , 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) aumente 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) aumente devido à necessidade de maior refrigeração de indústrias e residências.
- e) diminua devido à grande quantidade de radiação térmica reutilizada.

**Resolução:**  
**Alternativa D**

Em áreas urbanas, devido à atuação conjunta do efeito estufa e das “ilhas de calor” (ocorrendo elevação da temperatura), espera-se que o consumo de energia elétrica aumente devido à necessidade de maior refrigeração de indústrias e residências.

**07.** Sob pressão normal (ao nível do mar), a água entra em ebulição à temperatura de  $100\text{ }^\circ\text{C}$ . Tendo por base essa informação, um garoto residente em uma cidade litorânea fez a seguinte experiência:

- Colocou uma caneca metálica contendo água no fogareiro do fogão de sua casa.
- Quando a água começou a ferver, encostou cuidadosamente a extremidade mais estreita de uma seringa de injeção, desprovida de agulha, na superfície do líquido e, erguendo o êmbolo da seringa, aspirou certa quantidade de água para seu interior, tapando-a em seguida.
- Verificando após alguns instantes que a água da seringa havia parado de ferver, ele ergueu o êmbolo da seringa, constatando, intrigado, que a água voltou a ferver após um pequeno deslocamento do êmbolo.

Considerando o procedimento anterior, a água volta a ferver porque esse deslocamento

- a) permite a entrada de calor do ambiente externo para o interior da seringa.
- b) provoca, por atrito, um aquecimento da água contida na seringa.
- c) produz um aumento de volume que aumenta o ponto de ebulição da água.
- d) proporciona uma queda de pressão no interior da seringa que diminui o ponto de ebulição da água.
- e) possibilita uma diminuição da densidade da água que facilita sua ebulição.

**Resolução:**  
**Alternativa D**

Considerando o procedimento anterior, a água volta a ferver porque esse deslocamento proporciona uma queda de pressão no interior da seringa que diminui o ponto de ebulição da água, quanto maior a pressão sob a superfície da água, maior a temperatura de ebulição e vice-versa.

08.



ZIEGLER, M.F. Energia Sustentável. Revista IstoÉ. 28 abr. 2010.

A fonte de energia representada na figura, considerada uma das mais limpas e sustentáveis do mundo, é extraída do calor gerado

- a) pela circulação do magma no subsolo.
- b) pelas erupções constantes dos vulcões.
- c) pelo sol que aquece as águas com radiação ultravioleta.
- d) pela queima do carvão e combustíveis fósseis.
- e) pelos detritos e cinzas vulcânicas.

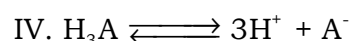
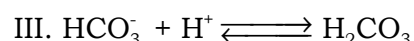
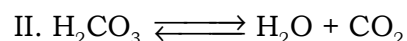
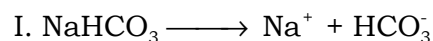
**Resolução:**  
**Alternativa A**

A fonte de energia representada na figura, considerada uma das mais limpas e sustentáveis do mundo, é extraída do calor gerado pela circulação do magma no subsolo (energia geotérmica).

**09.** 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.

As 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 ( $\text{NaHCO}_3$ ), 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.

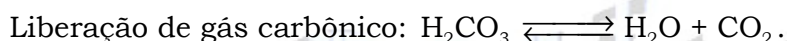
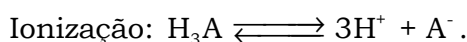
As equações a seguir representam as etapas da reação da mistura efervescente na água, em que foram omitidos os estados de agregação dos reagentes, e  $\text{H}_3\text{A}$  representa o ácido cítrico.



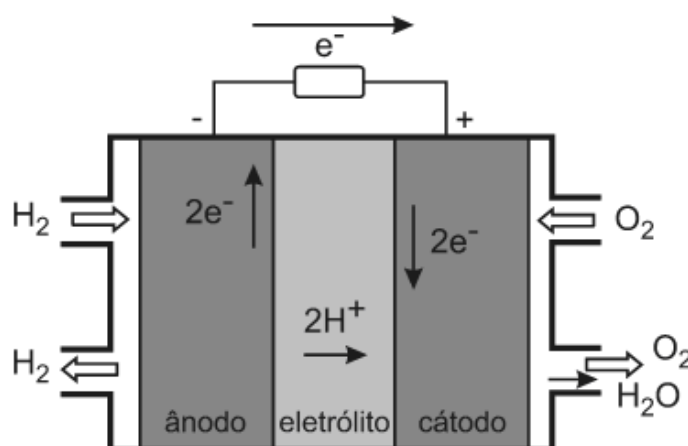
A ionização, a dissociação iônica, a formação do ácido e a liberação do gás ocorrem, respectivamente, nas seguintes etapas:

- 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

**Resolução:**  
**Alternativa E**



10. 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.



VILLULLAS, H. M.; TICIANELLI, E. A.; GONZÁLEZ, E. R.  
*Química Nova Na Escola*. Nº15, maio 2002.

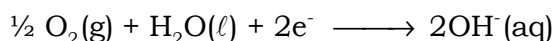
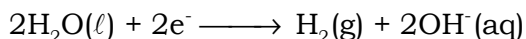
Com base no texto e na figura, a produção de energia elétrica por meio da célula a combustível hidrogênio/oxigênio diferencia-se dos processos convencionais porque

- 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.

**Resolução:**  
**Alternativa A**

A produção de energia elétrica por meio da célula a combustível hidrogênio/oxigênio diferencia-se dos processos convencionais porque transforma energia química em energia elétrica, sem causar danos ao meio ambiente, pois o principal subproduto formado é a água.

O funcionamento de uma pilha de combustível é baseado nas semi-reações a seguir:



A reação global da pilha de combustível é  $\text{H}_2(\text{g}) + \frac{1}{2} \text{O}_2(\text{g}) \xrightarrow{\text{Global}} \text{H}_2\text{O}(\ell)$ .

**11.** 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

- insatisfatória, pois a reação apresentada não permite que a energia presente no meio externo seja absorvida pelo sistema para ser utilizada posteriormente.
- insatisfatória, uma vez que há formação de gases poluentes e com potencial poder explosivo, tornando-a uma reação perigosa e de difícil controle.
- 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.
- 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.
- 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.

**Resolução:**  
**Alternativa D**

Considerando a reação:  $\text{CH}_4(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{v}) + \text{calor} \rightleftharpoons \text{CO}(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g})$  (reação endotérmica) e analisando-a como potencial mecanismo para o aproveitamento posterior da energia solar, conclui-se que se trata de uma estratégia 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.

12. 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<sub>2</sub> em miligramas necessária para realizar a oxidação total do carbono orgânico em um litro de água.

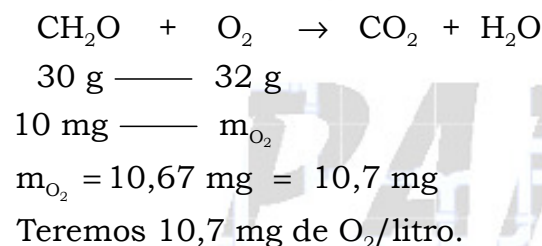
BAIRD, C. *Química Ambiental*. Ed. Bookman, 2005 (adaptado).

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

Suponha que 10 mg de açúcar (fórmula mínima CH<sub>2</sub>O e massa molar igual a 30 g/mol) são dissolvidos em um litro de água; em quanto a DBO será aumentada?

- a) 0,4 mg de O<sub>2</sub>/litro
- b) 1,7 mg de O<sub>2</sub>/litro
- c) 2,7 mg de O<sub>2</sub>/litro
- d) 9,4 mg de O<sub>2</sub>/litro
- e) 10,7 mg de O<sub>2</sub>/litro

**Resolução:**  
**Alternativa E**



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

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

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

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

- a) metanol, pois sua combustão completa fornece aproximadamente 22,7 kJ de energia por litro de combustível queimado.
- b) etanol, pois sua combustão completa fornece aproximadamente 29,7 kJ de energia por litro de combustível queimado.



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

**Resolução:**  
**Alternativa D**

Cálculo da energia liberada por litro de metanol:

Massa molar do metanol = 32 g.mol<sup>-1</sup>

1 L metanol ⇒ 790 g

32 g (metanol) ——— 726 kJ

790 g (metanol) ——— E<sub>1</sub>

E<sub>1</sub> = 17923,1 kJ = 17,9 MJ

Cálculo da energia liberada por litro de etanol:

Massa molar do etanol = 46 g.mol<sup>-1</sup>

1 L etanol ⇒ 790 g

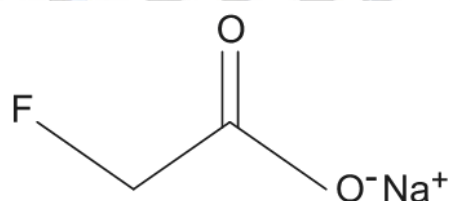
46 g (metanol) ——— 1367 kJ

790 g (metanol) ——— E<sub>2</sub>

E<sub>2</sub> = 23476,7 kJ = 23,5 MJ

É mais vantajoso usar o etanol, pois sua combustão completa fornece aproximadamente 23,5 MJ de energia por litro de combustível queimado.

**14.** 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.



monofluoracetato de sódio

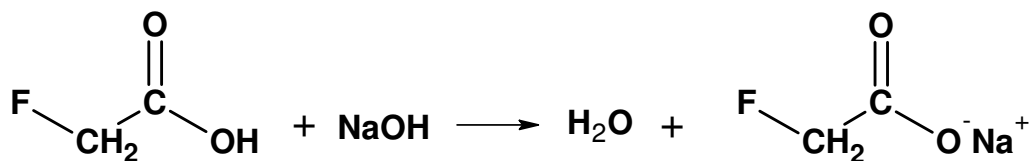
Disponível: <http://www1.folha.uol.com.br>  
Acesso em: 05ago.2010 (adaptado).

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.

**Resolução:**  
**Alternativa D**

O monofluoracetato de sódio pode ser obtido pela neutralização do ácido monofluoracético usando hidróxido de sódio, com liberação de água:



**15.** 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) ( $\text{CuSO}_4$ ) durante 3 h, empregando-se uma corrente elétrica de intensidade igual a 10 A. A massa de cobre puro recuperada é de aproximadamente

Dados: Constante de Faraday  $F = 96\,500 \text{ C/mol}$ ; Massa molar em  $\text{g/mol}$ :  $\text{Cu} = 63,5$ .

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

**Resolução:**  
**Alternativa D**

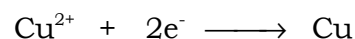
$$t = 3 \text{ h} = 3 \times 3.600 \text{ s}$$

$$i = 10 \text{ A}$$

$$1 F = 96.500 \text{ C}$$

$$Q = i \times t$$

$$Q = 10 \text{ A} \times 3 \times 3.600 \text{ s} = 108.000 \text{ C}$$



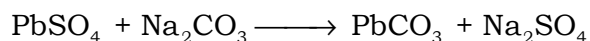
$$2 \times 96.500 \text{ C} \text{ — } 63,5 \text{ g}$$

$$108.000 \text{ C} \text{ — } m_{\text{Cu}}$$

$$m_{\text{Cu}} = 35,53 \text{ g}$$

**16.** A composição média de uma bateria automotiva esgotada é de aproximadamente 32 % Pb, 3 % PbO, 17 % PbO<sub>2</sub> e 36 % PbSO<sub>4</sub>. A média de massa da pasta residual de uma bateria usada é de 6 kg, onde 19 % é PbO<sub>2</sub>, 60 % PbSO<sub>4</sub> 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<sub>2</sub>(g), a indústria pode utilizar uma planta mista, ou seja, utilizar o processo hidrometalúrgico, para a dessulfuração antes da fusão do composto de chumbo. Nesse caso, a redução de sulfato presente no PbSO<sub>4</sub> é feita via lixiviação com solução de carbonato de sódio (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) 1M a 45°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  $\text{g/mol}$  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  $\text{PbCO}_3$  é obtida?

- a) 1,7 kg
- b) 1,9 kg
- c) 2,9 kg
- d) 3,3 kg
- e) 3,6 kg

**Resolução:**

**Alternativa C**

6 kg (pasta) ——— 100 %

$m_{\text{PbSO}_4}$  ——— 60%

$m_{\text{PbSO}_4} = 3,6 \text{ kg}$

Obtenção de  $\text{PbCO}_3$ :



303 g ——— 267 g

3,6 kg ———  $m_{\text{PbCO}_3}$

$m_{\text{PbCO}_3} = 3,17 \text{ kg}$

Para um rendimento de 91 %, vem:

3,17 kg ——— 100 %

$m_{\text{PbCO}_3}$  ——— 91 %

$m_{\text{PbCO}_3} = 2,9 \text{ kg}$

**17.** 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 ( $\text{C}_8\text{H}_{18}$ ). 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

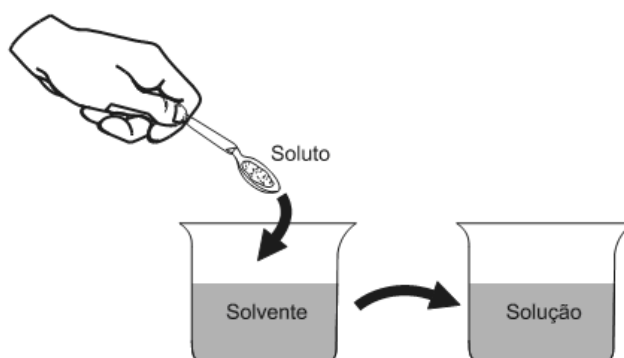
- a) no processo há liberação de oxigênio, sob a forma de  $\text{O}_2$ .
- b) o coeficiente estequiométrico para a água é de 8 para 1 do octano.
- c) no processo há consumo de água, para que haja liberação de energia.
- d) o coeficiente estequiométrico para o oxigênio é de 12,5 para 1 do octano.
- e) o coeficiente estequiométrico para o gás carbônico é de 9 para 1 do octano.

**Resolução:**

**Alternativa D**

Combustão completa de 1 mol octano ( $\text{C}_8\text{H}_{18}$ ):  $1\text{C}_8\text{H}_{18} + 12,5\text{O}_2 \rightarrow 8\text{CO}_2 + 9\text{H}_2\text{O}$ .

18. 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.



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

- a) 0,02
- b) 0,2
- c) 2
- d) 200
- e) 2000

**Resolução:**  
**Alternativa B**

3,42 g de sacarose equivalem a  $\frac{3,42 \text{ g}}{342 \text{ g.mol}^{-1}}$ , ou seja, 0,01 mol.

$$0,01 \text{ mol} \text{ ————— } 50 \times 10^{-3} \text{ L}$$

$$n_{\text{sacarose}} \text{ ————— } 1 \text{ L}$$

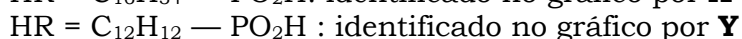
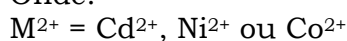
$$n_{\text{sacarose}} = 0,2 \text{ mol}$$

$$[\text{Sacarose}] = 0,2 \text{ mol/L}$$

19. 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  $\text{Cd}(\text{OH})_2(\text{s})$ ,  $\text{Ni}(\text{OH})_2(\text{s})$ ,  $\text{Co}(\text{OH})_2(\text{s})$  presentes na bateria, reagem com uma mistura ácida e são solubilizados. Em função da baixa seletividade (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:  $\text{M}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{HR}(\text{org}) \rightleftharpoons \text{MR}_2(\text{org}) + 2\text{H}^+(\text{aq})$ .

Onde:



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

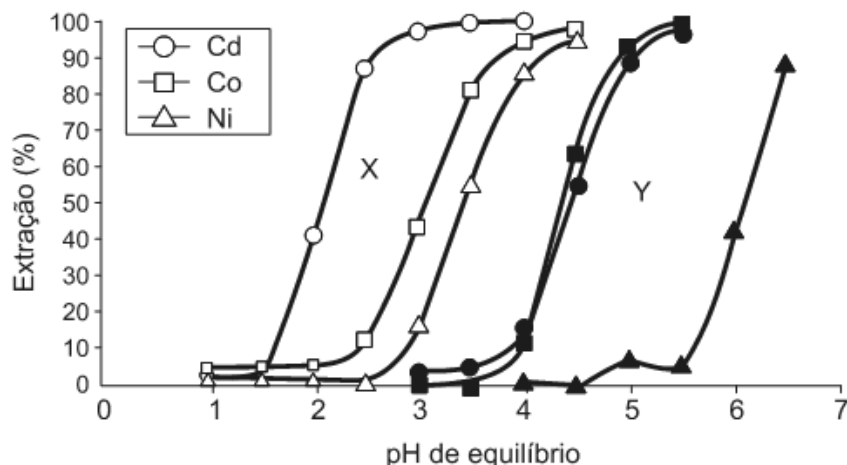


Figura 1: Extração de níquel, cádmio e cobalto em função do pH da solução utilizando solventes orgânicos X e Y.

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

- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- as moléculas X e Y fazem ligações com os íons metálicos resultando em compostos com caráter apolar o que justifica a eficácia da extração.

### Resolução:

#### Alternativa A

As moléculas X e Y, considerando-se suas estruturas, atuam como extratores catiônicos uma vez que a parte polar da molécula troca o íon  $H^+$  pelo cátion do metal.

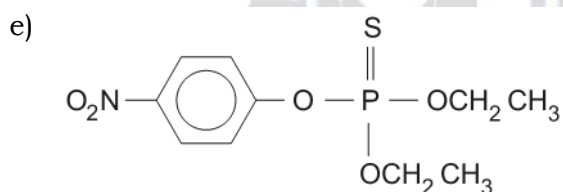
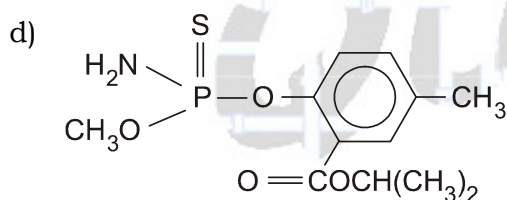
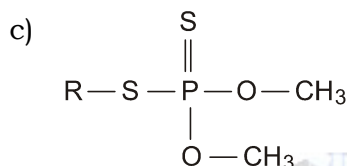
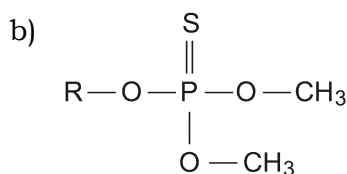
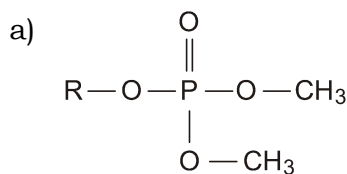


Onde:  $M^{2+} = Cd^{2+}, Ni^{2+}$  ou  $Co^{2+}$ .

**20.** 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.

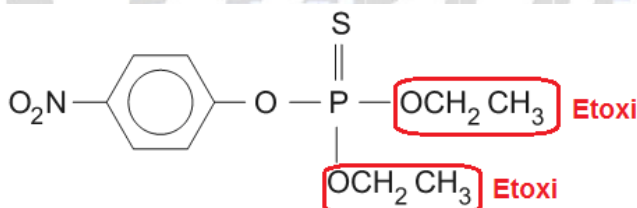
BAIRD, C. *Química Ambiental*. Bookman, 2005.

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



**Resolução:**  
**Alternativa E**

Temos o grupo etoxi na alternativa e:



**21.** 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 (cimentoso) 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.

**Resolução:**

**Alternativa A**

A mistura rica em cálcio deixa o solo básico, ou seja, eleva o pH.

Como os íons  $Al^{3+}$  reagem com o ânion hidróxido eles são retirados do solo ( $Al^{3+} + 3OH^- \longrightarrow Al(OH)_3$ ).

**22.** O lixão que recebia 130 toneladas de lixo e contaminava a região com o seu chorume (líquido derivado da decomposição de compostos orgânicos) foi recuperado, transformando-se em um aterro sanitário controlado, mudando a qualidade de vida e a paisagem e proporcionando condições dignas de trabalho para os que dele subsistiam.

*Revista Promoção da Saúde da Secretaria de Políticas de Saúde Ano 1, n.o 4, dez. 2000 (adaptado)*

Quais procedimentos técnicos tornam o aterro sanitário mais vantajoso que o lixão, em relação às problemáticas abordadas no texto?

- a) O lixo é recolhido e incinerado pela combustão a altas temperaturas.
- b) O lixo hospitalar é separado para ser enterrado e sobre ele, colocada cal virgem.
- c) O lixo orgânico e inorgânico é encoberto, e o chorume canalizado para ser tratado e neutralizado.
- d) O lixo orgânico é completamente separado do lixo inorgânico, evitando a formação de chorume.
- e) O lixo industrial é separado e acondicionado de forma adequada, formando uma bolsa de resíduos.

**Resolução:**

**Alternativa C**

Num aterro sanitário o chorume é tratado e não contamina o solo. Além disso, o lixo é coberto por camadas de terra o que evita o contato direto do lixo com animais, chuva, etc..