

Pilhas de Cu/Mg

Construídas com Materiais de Fácil Obtenção

Noboru Hioka, Ourides Santin Filho, Aparecido Junior de Menezes, Fernando Seiji Yonehara, Kleber Bergamaski e Robson Valentim Pereira

Este artigo relata a construção de pilhas à base dos metais cobre e magnésio, para operar pequenos equipamentos eletrônicos, com vantajosa substituição da fita de magnésio por um bastão composto deste metal, utilizado em oficinas de conserto das chamadas “rodas de magnésio”.

Diversos meios eletrolíticos são sugeridos, desde soluções de NaCl e HCl até sucos de fruta, ou mesmo a própria fruta.

Os equipamentos operam por tempo suficiente para proporcionar boas apresentações e despertar bastante curiosidade nos alunos de ensino médio.

► pilhas, cobre, magnésio, experimentação no ensino de química ◀

Introdução

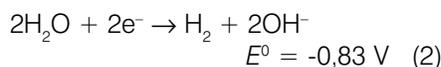
A conversão de energia química em energia elétrica é um fenômeno que pode e deve ser explorado exaustivamente por professores do ensino médio, em virtude de ilustrar vários conceitos químicos e físicos que, embora façam parte da rotina diária de qualquer pessoa, nem sempre são evidentes aos estudantes, criando-se uma indesejável separação entre conceitos e experiência.

As pilhas sugeridas em livros didáticos, sejam aquelas com materiais típicos de laboratório, como por exemplo a pilha de Daniell (Feltre, 1996), sejam as menos clássicas, como aquelas à base de limão e batata (Feltre, 1996; Gary e Myers, 1998; Swartling e Morgan, 1998), se bem exploradas, ilustram conceitos de indiscutível importância química no campo da termodinâmica (variação da energia de Gibbs, espontaneidade, e constante de equilíbrio de reações redox), da migração de íons em solução (papel da ponte salina, difusão e mi-

gração nas semi-celas). As pilhas ilustram também aspectos importantes do conteúdo do curso de física, tais como potencial e corrente elétricos, evidenciando de modo claro ao aluno que a química tem profunda ligação com a física.

Apesar do exposto acima, a construção e operação de pilhas em laboratórios e em salas de aula do ensino médio são, às vezes, inibidas pela dificuldade em se obter eletrodos e soluções de seus metais e em dimensionar a ponte salina de modo a obter tensão e corrente suficientes para operar pequenos equipamentos eletroeletrônicos (ver Hioka *et al.*, 1998).

Dentre as pilhas de maior interesse está aquela que utiliza fita de magnésio e barra de cobre como eletrodos em solução ácida, e que envolve as seguintes reações redox:



O principal atrativo desta pilha é o fato de a combinação da primeira com a terceira reação (em solução ácida) fornecer potencial e corrente suficientes para, em tese, operar equipamentos elétricos e eletrônicos que funcionem com uma pilha tipo AA comum (1,5 V). Considerações acerca deste potencial e corrente serão feitas adiante.

O uso desta pilha por professores do nível médio é restrito principalmente pela dificuldade de obtenção da fita de magnésio fora dos grandes centros, além de seu custo.

Neste trabalho apresentamos a construção da pilha de cobre/magnésio acoplada a equipamentos diversos, constituindo sistemas já sugeridos na literatura (Feltre, 1996; Catálogo Aldrich, 1992; Kelter *et al.*, 1996 e Apostila Química em Ação) porém com vantajosa substituição do eletrodo de fita de magnésio puro por uma liga de magnésio comumente usada em soldagem das chamadas “rodas de magnésio” de carros. A liga é de baixo custo (cerca de R\$ 1,50 o metro) e encontrável em casas de materiais de solda ou oficinas de conserto de rodas.

A seção “Experimentação no ensino de química” descreve experimentos cuja implementação e interpretação contribuem para a construção de conceitos científicos por parte dos alunos. Os materiais e reagentes usados são facilmente encontráveis, permitindo a realização dos experimentos em qualquer escola. Neste número a seção apresenta dois artigos.

A barra de cobre é vantajosamente substituída por fio de cobre maciço, obtido em lojas de materiais de construção, sendo seu uso típico na construção de aterramentos elétricos residenciais.

A pilha, constituída pelos eletrodos inseridos em solução ácida ou mesmo em frutas (laranja, limão, abacaxi etc.), permite operar equipamentos eletroeletrônicos de baixo consumo (carriños, relógios de parede, "flashes" simples de máquinas fotográficas, notadamente os descartáveis, e pequenos rádios portáteis), que funcionem com uma pequena pilha comum, tipo AA que fornece tensão de 1,5 V.

Fundamentos

Quando uma reação química ocorre de modo espontâneo, há uma diminuição líquida na energia de Gibbs do sistema. Na maioria dos casos, essa variação se manifesta sob a forma de calor (liberado ou absorvido). Ocasionalmente, essa energia pode resultar na forma de trabalho, por exemplo de expansão de gases ou, mais especificamente de nosso interesse, o trabalho de deslocamento de uma carga elétrica submetida a uma diferença de potencial elétrico, típica de reações de óxido-redução (Mahan e Myers, 1993). Desta forma, ao associarmos corretamente as reações descritas pelas equações dadas anteriormente através do uso de cobre e magnésio em solução ácida, podemos construir uma pilha conforme o esquema da Figura 1.

Na pilha proposta ocorre oxidação do magnésio (pólo negativo), havendo liberação de íons Mg^{2+} na solução e migração dos elétrons em direção ao outro eletrodo, devido à diferença de potencial elétrico, enquanto que sobre a superfície do cobre (pólo positivo) ocorre redução do H^+ , com desprendimento de hidrogênio gasoso.

Desta forma, o fluxo dos elétrons de um eletrodo ao outro, causado pela diferença de potencial elétrico, pode ser aproveitado na forma de trabalho elétrico para pôr em funcionamento um

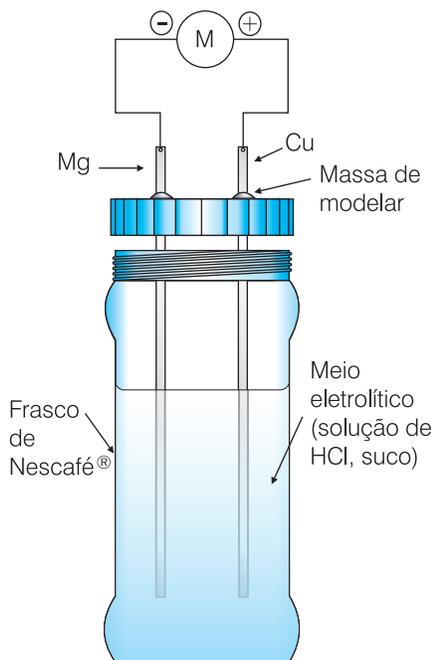


Figura 1: Montagem da pilha usando-se meios eletrolíticos em fase líquida.

pequeno aparelho (M na figura).

Neste trabalho, sugerimos a construção da pilha esquematizada acima, que dispensa ponte salina, cujo meio líquido pode ser proveniente de uma solução de ácido comercial (sugere-se HCl), frutas *in natura* ou seus sucos extraídos (limão, laranja, abacaxi), ou ainda, refrigerantes (Coca-Cola®).

Diversos equipamentos podem ser operados com a pilha sugerida, e as combinações de solução eletrolítica da pilha/equipamento são muitas. Neste trabalho vamos descrever apenas algumas delas. Evidentemente,

professor e aluno são fortemente incentivados a experimentar todas as combinações de modo sistemático, verificando quais são os arranjos mais convenientes em termos operacionais.

Materiais

A seguir é sugerida uma lista de materiais usados na construção das pilhas, todas dispendo de liga de magnésio e fio de cobre, juntamente com alguns aparelhos que operaram com a pilha. Alguns pontos importantes devem ser salientados:

1- Neste trabalho foram testadas apenas algumas e não todas as combinações possíveis entre solução eletrolítica da pilha e aparelho; portanto os experimentos são apenas sugestões.

2- Os aparelhos utilizados são facilmente encontrados no mercado e produzidos por vários fabricantes e, portanto, estão disponíveis em várias marcas e modelos. Deve-se, então, considerar que podem existir diferenças mecânicas e/ou eletroeletrônicas que se traduzam em diferentes desempenhos (por exemplo, velocidade, regularidade, intensidade ou tempo de funcionamento), quando da utilização das pilhas sugeridas. Entretanto, deve-se ressaltar que todos os aparelhos aqui testados, que usam uma pilha tipo AA (1,5 V), operaram nas condições descritas.

1 - Materiais para confecção da pilha

- Barras de magnésio (liga) que podem ser adquiridas em casas de soldagem ou oficinas de conserto de rodas. As barras são vendidas por quilo, o que redundará num preço de cerca de R\$1,50 o metro; eventualmente, pedaços podem ser obtidos por doação, pois para os experimentos são suficientes fragmentos de 25 cm de comprimento. As barras utilizadas neste trabalho apresentavam diâmetro entre 0,4 cm e 0,5 cm.
- Fio fino de cobre para aterramento residencial, de espessura não inferior a 0,4 cm, facilmente encontrável em lojas de materiais elétricos ou de construção, cortado em tamanho similar ao do da liga de magnésio.
- Proveta de 100 mL.
- Frasco de vidro de Nescafé® ou maionese, com tampa plástica (não pode ser metal) provida de rosca (recomenda-se um frasco estreito e alto).
- Na produção dos meios eletrolíticos sugere-se o uso de:
 - ✓ Frutas *in natura* e em quantidade suficiente para a produ-

ção de pelo menos 300 mL de suco. As frutas cítricas são mais adequadas (laranja, limão, abacaxi).

- ✓ Refrigerantes (em especial Coca-Cola®).
- ✓ Solução de sal de fruta (tipo Eno® ou similar).
- ✓ Vinagre.
- ✓ Solução de NaCl 0,1 mol/L.
- ✓ Solução de HCl 1,0 mol/L.

2 - Materiais diversos

- Fita adesiva.
- Massa de modelar (opcional).
- Soquete para conexão da lâmpada (opcional).

3 - Equipamentos (todos operam com uma pilha tipo AA, 1,5 V)

- Relógio de parede.
- Lâmpada de farolete pequeno (1,5 V a 2,2 V).
- “Flash” de máquina fotográfica descartável.
- Carrinho elétrico, de preferência um pequeno caminhão basculante, que possa comportar o frasco de Nescafé®. Se o carrinho a motor não comportar o vidro, conectá-lo a um pequeno caminhão basculante.
- Rádio portátil.

Parte experimental

A seguir, são descritos os procedimentos básicos para a confecção das pilhas e operação dos equipamentos.

A montagem das pilhas consiste unicamente em mergulhar os eletrodos no meio eletrolítico em questão. Para a solução ácida recomenda-se extremo cuidado. Execute três perfurações (não muito largas) na tampa do vidro, separadas por cerca de 1,5-2,0 cm. Por duas delas, passe os eletrodos metálicos, que devem ser mantidos o melhor possível na vertical (ver Figura 1); a terceira perfuração visa permitir o escape de gases formados nos eletrodos. Fixe os bastões com massa de modelar. Ligue as extremidades dos mesmos aos terminais dos aparelhos, via fio de cobre fino. No caso da pilha de HCl, preencha 2/3 do frasco de Nescafé® com a solução eletrolítica e mergulhe os eletrodos montados na tampa, rosqueando-a com cuidado.

Atenção no transporte e manuseio da pilha. Ocorre, inclusive, forte desprendimento de gás hidrogênio. Ressalte-se o extremo cuidado necessário no manuseio da solução de ácido clorídrico e a necessidade da completa ausência de chama nas vizinhanças, uma vez que o gás hidrogênio é altamente inflamável.

Para operar uma pilha diferente, substitua a solução ácida pelos sucos (300 mL) e teste os equipamentos. Substitua os sucos por vinagre, refrigerante, solução de sal de fruta, NaCl e as demais soluções eletrolíticas sugeridas acima. Se for usar os mesmos eletrodos, lave-os com água em abundância, assim como o frasco e a tampa, antes de testar novas soluções; caso contrário, substitua os metais. Uma adaptação interessante da pilha de suco de frutas é descrita a seguir.

Perfure uma laranja com os eletrodos separados (ver Figura 2) e faça, com os dois, movimentos circulares no interior da fruta, para gerar suco livre. Os eletrodos devem estar mergulhados por, pelo menos, 7 cm no interior da mesma. Com exceção do relógio de parede, os equipamentos utilizados funcionam apenas com meio eletrolítico de solução de HCl.

1 - Lâmpada de “flash” de máquina fotográfica (Catálogo Aldrich)

Remova parte dos componentes da

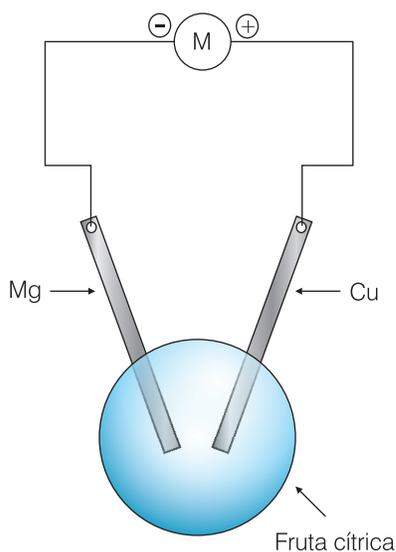


Figura 2: Montagem alternativa usando-se como meio eletrolítico uma fruta *in natura*.

máquina até ter acesso ao circuito interno. Localize então os pólos para a conexão dos fios da pilha bem como o circuito disparador do “flash”.

Conecte o pólo negativo do compartimento de pilha da máquina ao fio com magnésio e o positivo ao do cobre. O disparo da lâmpada envolve o pré-carregamento de um capacitor. Mergulhe os bastões (profundidade de 10 cm) em 80 mL de solução de HCl 1 mol/L (use a proveta de 100 mL). Ao término da carga, um pequeno “LED” da máquina fotográfica irá acender acusando que o capacitor está carregado. Retire o circuito com cuidado e dispare a luz. Repita esse procedimento demonstrativo por algumas vezes. Lembre-se de que o capacitor acumula bastante energia, podendo causar choque. Não toque nos circuitos com o capacitor carregado! (cheque o LED). Certifique-se de que o capacitor esteja descarregado ao término da demonstração. No presente trabalho, os eletrodos foram mantidos diretamente nas soluções e os disparos de luz foram provocados sem interrupção do circuito. Avalie o tempo necessário para recarga do capacitor e o número de disparos possíveis com cada uma das pilhas.

2 - Carrinho elétrico (Apostila Química em Ação)

Engate o caminhão basculante na traseira do carrinho elétrico através de arame. No primeiro coloque o frasco de Nescafé® contendo solução de HCl 1 mol/L (por motivos de segurança prenda o frasco ao carrinho com fita adesiva). O terminal positivo do compartimento de pilha do carrinho elétrico deve ser conectado ao bastão de cobre enquanto que o negativo ao de magnésio; estes devem ser submersos na solução ácida a uma profundidade aproximada de 7 cm. Cuidado, ao iniciar o movimento: a solução de ácido clorídrico pode cair devido à partida brusca.

3 - Rádio portátil

Conecte os fios de cobre provenientes dos eletrodos nos terminais do rádio com as polaridades corretas, isto é, o magnésio no pólo negativo e o cobre no pólo positivo. Use a pilha com

ácido clorídrico (cuidado). Ligue o rádio, sintonize uma estação transmissora e ajuste o volume. Acompanhe o tempo de funcionamento do rádio e as alterações de volume. Procure outros efeitos (acendimento de "LEDs" e variações de volume com a profundidade de imersão dos bastões, por exemplo).

4 - Lâmpada (Feltre, 1996)

Para a lâmpada não existem problemas de polaridade. Conecte, através de fios elétricos, o magnésio e o cobre à lâmpada. Caso disponha de um soquete, seu uso facilita em muito a conexão. Utilize, como meio eletrolítico, 100 mL de solução de HCl 1 mol/L em uma proveta, mantendo-a firme em uma bancada. Mergulhe o bastão de magnésio a aproximadamente 20 cm e o de cobre a 10 cm de profundidade na solução. Acompanhe o tempo de permanência da lâmpada acesa e sua intensidade.

5 - Relógio de parede (Kelter et al., 1996)

Diferentemente dos equipamentos usados acima, que funcionam apenas com solução de HCl como eletrólito, o relógio de parede funciona com diversos outros meios.

Conecte o fio fino de cobre, ligado no bastão de magnésio, ao pólo negativo do compartimento de pilha do relógio; o pólo positivo ligue, através de outro fio, ao fio de cobre; deixe o relógio em posição vertical. Introduza os eletrodos nos meios eletrolíticos. Acompanhe o tempo de funcionamento do relógio bem como sua regularidade (observe hora certa, atrasos etc.).

Resultado

No aspecto qualitativo, as pilhas mostraram bom desempenho. A boa qualidade dos experimentos é atestada pelo tempo de funcionamento dos aparelhos. A seguir, é feita uma descrição qualitativa do desempenho dos diversos aparelhos testados.

1 - Lâmpada de "flash" de máquina fotográfica

A operação desta lâmpada envolve, conforme descrito anteriormente, um tempo de espera para o capacitor. No

início do experimento, o tempo médio de carga foi de 40 s. Uma única pilha permitiu 17 disparos da lâmpada, embora nos últimos o tempo de recarga do capacitor tenha ultrapassado 1,5 min.

2 - Carrinho elétrico

O carrinho funcionou por cerca de 40 min. Com a queda de tensão e corrente da pilha, seu motor passou a não ter força suficiente para tracionar o conjunto.

3 - Rádio portátil

O rádio funcionou com volume bom por cerca de 10 min, após o que seu volume foi diminuindo gradativamente.

4 - Lâmpada comum

Funcionou por cerca de 12 min, sem que fosse detectada, por observação visual, queda na sua intensidade luminosa.

Os experimentos sugeridos acima, todos funcionando com a pilha de Mg/Cu e solução de HCl, oferecem uma variedade de efeitos de iluminação, movimento e som que os tornam bastante atraentes para os alunos. Ressalta-se, entretanto, que esses experimentos devem ser conduzidos apenas pelo professor, por envolver soluções de ácido clorídrico. Em todos os casos descritos acima, constatou-se enorme desprendimento de hidrogênio e de vapor d'água, bem como aquecimento da solução. Medidas de diferença de potencial entre os bastões de cobre e magnésio, realizadas em circuito aberto, antes e depois do funcionamento dos equipamentos, acusaram queda desta diferença.

Tabela 1: Tempos de funcionamento do relógio com pilhas dos diversos meios eletrolíticos testados.

Meio	Tempo/min
Laranja	10
Coca-Cola®	10
Sal de frutas	86
Solução de NaCl	210
Suco de laranja	640
Suco de limão	170
Vinagre	7

5 - Relógio de parede

O relógio foi o único dos equipamentos testados que funcionou com diversos meios eletrolíticos, inclusive por intervalos de tempo bastante variáveis. Na Tabela 1 são mostrados os meios eletrolíticos testados e o tempo de funcionamento do relógio.

Os resultados acima mostram que não é necessário o uso da solução de ácido clorídrico para pôr o relógio em funcionamento. Os tempos listados referem-se ao período após o qual o relógio parou completamente de funcionar.

Discussões e conclusão

Consideremos inicialmente os sistemas que operam com a pilha de solução de HCl. As reações básicas de funcionamento da pilha são as reações (1) e (3) descritas na introdução. Em condições ideais de operação, ocorre oxidação de Mg a Mg^{2+} no bastão de magnésio. Os elétrons assim liberados percorrem o circuito externo até o bastão de cobre, onde reduzem o H^+ a H_2 gasoso.

Entretanto, do ponto de vista químico, a eficiência da pilha é bastante baixa. Isso porque nem toda a energia química disponível para o processo é efetivamente transformada em energia elétrica. Tal fato é constatado quando observamos o desprendimento direto de hidrogênio da superfície do magnésio, indicando que o ácido está atacando diretamente este eletrodo (reações 1 e 3 dadas na introdução), com troca de elétrons em sua superfície metálica, de modo que estes não ingressam no circuito externo. Ocorre, então, farto desprendimento de hidrogênio gasoso, inclusive com arraste de vapor d'água da solução. Isso constitui uma desvantagem do experimento proposto e, portanto, não é exagero salientar o extremo cuidado que deve ser tomado na confecção da pilha e a necessidade da completa ausência de chama nas vizinhanças. A perda de eficiência causada pelo processo redox direto e o desprendimento de hidrogênio são fatores que impedem seu uso comercial.

Outra forma de energia perdida no processo pode ser objeto de discussão termodinâmica. A solução ácida

sofre aquecimento, de modo que parte da energia de Gibbs da reação está sendo transformada em calor e não realiza trabalho.

Ao longo do período de funcionamento da pilha, observa-se queda do potencial e da corrente por ela fornecidos, decorrente da diminuição da concentração de H^+ , principalmente devido à reação 3. Um fator adicional que leva à queda da corrente é a diminuição na espessura da barra de magnésio. Com respeito aos aspectos acima, deve-se lembrar que o funcionamento dos equipamentos depende da corrente e do potencial fornecido pela pilha. A maior ou menor importância de cada um destes fatores em cada equipamento constitui uma excelente oportunidade de interação com o professor da disciplina Física.

Consideremos agora o funcionamento do relógio, quando foram testadas pilhas com os mesmos metais mas com diferentes meios eletrolíticos. Estes estão listados na Tabela 1, bem como o tempo de funcionamento do relógio. Observa-se que não é necessário o uso de meio ácido para provocar o funcionamento do relógio, pois meios contendo sais, como NaCl, são suficientes. O uso desses materiais fornece apenas medidas aproximadas, pois, por exemplo, a qualidade dos sucos como meios eletrolíticos depende de inúmeros fatores como espécie, época da colheita, maturação etc. Entretanto, os resultados apresentados permitem antever a eficiência aproximada de seu funcionamento.

Por fim, devemos lembrar que os resultados obtidos em todos os sistemas testados também são influenciados pela composição da liga de magnésio utilizada, que certamente vai interferir, com reações paralelas dos outros metais presentes na mesma, nos processos básicos discutidos anteriormente. O leitor deve, então, encarar esses números com bastante reserva e não se preocupar se os valores obtidos em sala de aula diferem significativamente dos aqui listados, mas usá-los apenas como uma referência de que o relógio e os demais equipamentos funcionam por um tempo suficiente para uma boa demonstração em sala de aula. De posse destas informações e do material básico, o professor está pronto para proporcionar aos seus alunos uma boa oportunidade de discussão multidisciplinar e um forte estímulo ao aprendizado da química em qualquer curso de nível médio.

Agradecimentos

Os autores agradecem à CAPES, especificamente ao programa SPEC/CAPES pelo apoio dado na construção do Laboratório de Ensino de Química da UEM (LABENQ/UEM) e ao Programa Especial de Treinamento do Departamento de Química PET/DQI - UEM. Agradecimentos especiais são devidos também ao Prof. Mauro Baldez, às Profas. Dras. Florângela Maionchi e Daniil Agar Rocha Rubio, pelas valiosas sugestões e discussões durante os trabalhos.

atômicas relativas de sete elementos (incerteza entre parênteses): nitrogênio - de 14,00674(7) para 14,0067(2); enxofre - de 32,066(6) para 32,065(5); cloro - de 35,4527(9) para 35,453(2); germânio - de 72,61(2) para 72,64(1); xenônio - de 131,29(2) para 131,293(6); érbio - de 167,26(3) para 167,259(3); urânio - de 238,0289(1) para 238,02891(3).

Estas modificações farão parte da Tabela de Pesos Atômicos 1999, a ser publicada em breve em *Pure and Applied Chemistry*, revista da IUPAC. Os outros pesos atômicos permanecem como publicados em *Química Nova na Escola* n. 10, p. 12.

Referências bibliográficas

FELTRE, R. *Química*. 4ª ed. São Paulo: Editora Moderna, 1996. v. 2, p. 329-338.

STROEBEL, G.G. e MYERS, S.A. Introductory electrochemistry for kids - food for thought, and human potential. *J. Chem. Educ.*, v. 75, n. 2, p. 179, 1998.

SWARTLING, D.J. e MORGAN, C. Lemon cell revisited - the lemon-powered calculator. *J. Chem. Educ.*, v. 75, n. 2, p. 181, 1998.

CATÁLOGO ALDRICH. Milwaukee: Aldrich Chemical Co., 1992. p. 1705.

KELTER, P.B.; CARR, J.D.; JOHNSON, T. e CASTRO-ACUÑA, C.M. The chemical and educational appeal of the orange juice clock. *J. Chem. Educ.*, v. 73, n. 12, p. 1123, 1996.

MAHAN, B. e MYERS, R.J. *Química: um curso universitário*. 4ª ed. São Paulo: Edgard Blucher, 1993.

EQUIPE QUÍMICA EM AÇÃO. *Apostila química em ação*. São Paulo: IQ-USP.

HIOKA, N.; MAIONCHI, F.; RUBIO, D.A.R.; GOTO, P.A. e FERREIRA, O.P. Pilhas modificadas empregadas no acendimento de lâmpadas. *Química Nova na Escola*, n. 8, p. 35, 1998.

Para saber mais

GENTIL, V. *Corrosão*. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Dois, 1982.

CASTELLAN, G. *Fundamentos de físico-química*. Rio de Janeiro, Editora LTC, 1986.

Noboru Hioka (nhioka@uem.br) e **Ourides Santin Filho** são professores no Departamento de Química na Universidade Estadual de Maringá. **Aparecido Junior de Menezes**, **Fernando Seiji Yonehara**, **Kleber Bergamaski** e **Robson Valentim Pereira** são alunos de graduação do curso de química e bolsistas do Grupo PET-DQI/UEM.

Nota

Novos pesos atômicos para N, S, Cl, Ge, Xe, Er e U

A Comissão sobre Pesos Atômicos e Abundâncias Isotópicas (CPAAI) da Divisão de Química Inorgânica da União Internacional de Química Pura e Aplicada (IUPAC), reunida nos dias 8-10 de agosto de 1999, durante a Assembléia Geral da IUPAC em Berlim, Alemanha, aprovou mudanças em algumas massas atômicas relativas (pesos atômicos). Baseada em novas determinações de abundâncias isotópicas e revisões de abundâncias isotópicas prévias, a CPAAI decidiu mudar significativamente as massas

Como na tabela periódica da SBQ os pesos atômicos têm no máximo cinco algarismos significativos, a próxima impressão da tabela terá as seguintes modificações: enxofre - de 32,066(6) para 32,065(5); cloro - de 35,453 para 35,453(2); germânio - de 72,61(2) para 72,64(1); xenônio - de 131,29(2) para 131,29; érbio - de 167,26(3) para 167,26.

Maiores informações: *Chemistry International - The news magazine of IUPAC*, v. 22, n. 2, março 2000 (<http://www.iupac.org/publications/ci/2000/march/index.html>).

(RCRF)