

Soprando na água de cal

Este experimento constitui-se em demonstrações simples de equilíbrio heterogêneo, através da reação de dióxido de carbono com a água de cal.

► água de cal, gás carbônico, equilíbrio químico ◀



A reação de dióxido de carbono com água de cal é bastante conhecida em química analítica para a determinação qualitativa dos ânions carbonato e bicarbonato

(Baccan *et al.*, 1995). O fato de essa reação apresentar a formação de precipitado e sua dissolução em presença de excesso de um dos reagentes propicia sua utilização na demons-

José Lúcio da Silva
Nelson Ramos Stradiotto

tração prática do equilíbrio químico heterogêneo, isto é, o equilíbrio químico que envolve mais de uma fase (sólida e líquida, por exemplo). O experimento proposto neste artigo é bastante simples e utiliza recursos facilmente encontrados no cotidiano (Watkins, 1983), além de envolver um sistema químico com aplicações em várias áreas do conhecimento (Garrels e Christ, 1967).

Material

- cal virgem
- 1 b quer de 500 mL (ou copo grande)
- 1 bastão de vidro
- 1 funil de vidro
- 1 papel de filtro qualitativo (ou filtro de papel para coar café)
- 1 pipeta graduada de 25 mL
- 2 balões volumétricos de 100 mL
- 3 tubos de ensaio (24 mm x 120 mm)
- 1 canudo de plástico (do tipo usado para tomar refrigerante)
- soluço alcoólica de fenolftaleína 1% m/v

Observa o

A soluço de fenolftaleína poderá ser preparada a partir de um comprimido de Lacto-purga[®] (vide *Química Nova na Escola* n. 5, p. 28).

Procedimento

Parte 1

Prepare cerca de 50 mL de uma soluço saturada de hidróxido de cálcio, Ca(OH)₂, a partir da cal virgem, e deixe decantar (a concentra o dessa soluço   cerca de 0,02 mol/L — Watikins, 1983). Essa soluço   normalmente denominada de ‘ gua de cal’. Coloque 15 mL da soluço sobrenadante em um tubo de ensaio, adicione duas gotas da soluço de fenolftaleína e observe a cor rosa indicativa de meio básico. A seguir, usando um canudo de plástico, sobre na soluço contida no tubo de ensaio, borbulhando até ocorrer a forma o de um precipitado branco. Se o borbulhamento for continuado por mais de cinco minutos, deverá ocorrer uma diminui o na quantidade de precipitado e uma mudança na colora o do indicador de vermelho para incolor.

Parte 2

Em um tubo de ensaio, dilua 4 mL da soluço saturada de hidróxido de cálcio inicialmente preparada até 15 mL, para obter uma soluço de concentra o aproximadamente 0,005 mol/L. Novamente, usando um canudo de plástico, sobre na soluço contida no tubo de ensaio, borbulhando por aproximadamente 20 segun-

dos, até ocorrer a turva o da água de cal. Prosseguindo o borbulhamento por um período de mais cerca de 30 segundos, deverá ocorrer a total redissolu o do precipitado formado e a mudança da cor do indicador de vermelho para incolor.

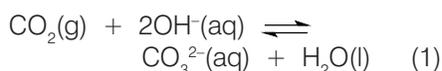
A seguir, divida o volume dessa soluço em dois tubos de ensaio. Aqueça a soluço de água de cal no primeiro tubo de ensaio até a ebuli o por alguns segundos, quando ocorrerá o retorno da turva o da água de cal e simultaneamente o retorno da cor vermelha do indicador. No segundo tubo de ensaio, adicione água de cal gota a gota, até retornar a turva o da soluço e a cor vermelha do indicador.

Parte 3

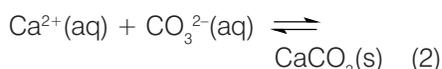
Em um b quer (ou copo), dilua 2,5 mL da soluço saturada de hidróxido de cálcio inicialmente preparada até 100 mL, para obter uma soluço de concentra o aproximadamente 0,0005 mol/L. Transfira 15 mL dessa soluço para um tubo de ensaio e, usando um canudo de plástico, sobre na soluço contida no tubo de ensaio, borbulhando por aproximadamente 10 segundos. Deverá ocorrer uma mudança de colora o da soluço de vermelho para incolor, porém não deverá ser constatada turva o da água de cal.

Discussão

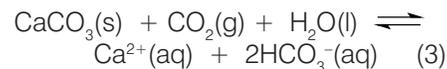
O borbulhamento do ar pulmonar implica a introdu o de gás carbônico nas solu es de água de cal (solu es de hidróxido de cálcio), formando o  n carbonato, de acordo com o seguinte equilíbrio químico (Butler, 1982):



Na presença de  ns Ca²⁺, o  n carbonato leva   forma o de um precipitado de carbonato de cálcio, de acordo com o seguinte equilíbrio químico:



Continuando o borbulhamento do gás carbônico, ocorre a dissolu o desse precipitado, devido   forma o do  n bicarbonato:

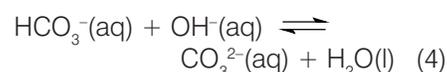


Nas três partes do experimento, o borbulhamento contínuo de gás carbônico   suficiente para consumir toda a base (o indicador torna-se incolor), isto  , o equilíbrio químico dado pela eq. 1   totalmente deslocado no sentido dos produtos.

A eq. 2 corresponde ao equilíbrio de solubilidade do carbonato de cálcio. A forma o do precipitado de carbonato de cálcio, isto  , a ocorrência desse equilíbrio de solubilidade, depende da concentra o dos  ns Ca²⁺ em soluço. Nas partes 1 e 2 do experimento, como a concentra o de  ns Ca²⁺   suficientemente alta, há a forma o visível do precipitado. Na parte 3 isso não ocorre, porque a concentra o de  ns Ca²⁺   muito baixa.

Como a quantidade de CO₂ no ar pulmonar   pequena (West *et. al.*, 1967), o borbulhamento contínuo de gás carbônico somente causar  o deslocamento total do equilíbrio químico dado pela eq. 3 no sentido dos produtos se a quantidade de carbonato de cálcio não for muito grande. Na parte 1 do experimento, a quantidade de carbonato de cálcio formada   grande, e portanto não ocorre a dissolu o total do precipitado. Na parte 2 do experimento, utilizando-se água de cal diluída, como a quantidade de carbonato de cálcio formada   pequena, o precipitado   totalmente dissolvido ao se borbulhar gás carbônico suficiente.

Na parte 2, a adi o de água de cal   soluço após a dissolu o do precipitado corresponde a aumentar a quantidade de  ns Ca²⁺ em soluço. Isso provoca um deslocamento do equilíbrio dado pela eq. 3 no sentido dos reagentes, isto  ,   forma o de carbonato de cálcio. Na realidade, essa precipita o   auxiliada pela rea o que ocorre paralelamente entre os  ns hidroxila da água de cal e os  ns bicarbonato, aumentando a concentra o dos  ns carbonato:



Finalmente, o aumento da temperatura da soluço após dissolu o do precipitado causa a reprecipita o do

carbonato de cálcio devido à diminuição da solubilidade do dióxido de carbono no sistema. Isto é, a concentração de gás carbônico diminui bastante e, conseqüentemente, o equilíbrio dado pela eq. 3 é deslocado no sentido dos reagentes. Adicionalmente, uma pequena contribuição para essa precipitação pode ser atribuída ao fato de a solubilidade do carbonato de cálcio, ao contrário do que acontece na maioria dos sais, diminuir com a temperatura (Garrels e Christ, 1967).

Referências bibliográficas

- BACCAN, N.; GODINHO, O.E.S.; ALEIXO, L.M. e STEIN, E. *Introdução à semimicroanálise qualitativa*. 6ª ed. Campinas: Editora da Unicamp, 1995.
- BUTLER, J.N. *Carbon dioxide equilibria and their applications*. Reading: Addison-Wesley, 1982.
- GARRELS, R.M. e CHRIST, C.L. *Solutions, minerals and equilibria*. Nova York: Harper and Row, 1967.

Questões propostas

- Calcular o pH das soluções saturada e diluídas da água de cal.
- Sabendo que sal sódico do ácido etileno diamino acético ($\text{Na}_2\text{H}_2\text{EDTA}$) causa a complexação dos íons Ca^{2+} , qual seria o efeito produzido no experimento se fosse adicionada à água de cal uma solução de $\text{Na}_2\text{H}_2\text{EDTA}$?
- Qual a relação existente entre esse experimento e a formação de incrustações nas tubulações

WATIKINS, K.W. Lime. *J. Chem. Education*, v. 60, p. 60-63, 1983.

WEST, E.S.; TODD, W.R.; MASON, H.S. e BRUGGEN, J.T. *Textbook of biochemistry*. 4ª ed. Nova Iorque: The Mcmillan Company, 1967.

Para saber mais

Sobre os equilíbrios, consulte livros de química geral de nível universitário básico, como por exemplo:

das caldeiras?

- Com base no equilíbrio dado pela eq. 3, explique a formação de estalactites e estalagmites em cavernas calcárias.

José Lúcio da Silva, bacharel em química pela Unaerp, é técnico químico do Departamento de Química da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto da USP. **Nelson Ramos Stradiotto**, licenciado em química e doutor em ciências (físico-química) pela USP, é docente do Departamento de Química Analítica do Instituto de Química da Unesp em Araraquara - SP (nrstradi@iq.unesp.br).

RUSSEL, J.B. *Química Geral*. Trad. de D.L. Sanioto *et al.* São Paulo: McGraw Hill, 1981.

MAHAN, B.M. e MYERS, R.J. *Química: um curso universitário*. Trad. de H.E. Toma *et al.* São Paulo: Edgard Blucher, 1995.

Sobre o gás carbônico, consulte: TOLENTINO, M.; ROCHA-FILHO, R.C. e SILVA, R.R. da. *O azul do planeta: um retrato da atmosfera terrestre*. São Paulo: Moderna, 1995.