

SIMULAR A OCORRÊNCIA DE CHUVAS ÁCIDAS DEVIDA A ÓXIDOS DE ENXOFRE E ÓXIDOS DE AZOTO

INTRODUÇÃO

Um ácido pode ser definido como uma espécie química que doa protões H^+ numa reacção química. A espécie química que aceita esses protões H^+ , nesta reacção química, é designada por base. A reacção química em que isto ocorre é chamada de reacção de ácido-base. Esta teoria de transferência de protões durante a ocorrência de uma reacção química é conhecida como a teoria de Brønsted e Lowry para ácidos e bases (Burton, Holman, Pilling e Waddington, 1994).

A classificação de soluções ácidas, básicas (alcalinas) ou neutras é realizada com base na concentração de protões H^+ presentes na solução. As soluções que têm uma concentração de protões H^+ elevada, maior do que a da substância água à temperatura de $25^{\circ}C$, são designadas por ácidas. Se as soluções têm concentrações de protões H^+ , menores do que a presente na substância água à temperatura de $25^{\circ}C$, são designadas de básicas ou alcalinas.

O bioquímico dinamarquês Sorensen, considerando o facto das concentrações dos iões H^+ serem, muitas vezes, reduzidas, sugeriu que fossem expressas por potências de base 10 (expressão 3). Devido ao facto de nestas potências, o expoente não ser obrigatoriamente um número inteiro, propicia caracterizar-se a acidez de uma solução através do simétrico do expoente da potência, o pH.

$$[H^+] = 10^{-pH} \text{ (mol dm}^{-3}\text{)}$$

Ao aplicar o operador matemático logaritmo, obtém-se a seguinte expressão:

$$pH = - \log [H^+]$$

A escala de Sorensen ou escala de pH considera as concentrações de H^+ das soluções a $25^{\circ}C$ e aponta valores entre 0 e 14, sendo o valor 7 correspondente à concentração de H^+ na substância água, a esta temperatura ($25^{\circ}C$), as soluções, com este valor de pH ($pH = 7$), são chamadas soluções neutras.

A reacção de auto-ionização (ou auto-protólise) da água também é classificada como uma reacção de ácido-base, pelo que existe a troca de um protão, verificando-se que a água tem, simultaneamente, um comportamento ácido e básico. As espécies químicas com este tipo de comportamento são designadas por anfotéricas ou anfipróticas. A água é uma substância anfotérica. A reacção de auto-ionização da água pode ser traduzida pela seguinte equação química:



A 25°C $[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{OH}^-] = 1,0 \times 10^{-7} \text{ mol dm}^{-3}$. Atendendo ao facto de que ocorre a captação do ião H^+ por uma molécula de água, considera-se que $[\text{H}^+] = [\text{H}_3\text{O}^+]$ e o pH também pode ser definido por:

$$\text{pH} = - \log [\text{H}_3\text{O}^+]$$

e o pOH pode ser definido por:

$$\text{pOH} = - \log [\text{OH}^-]$$

A 25°C,

$$\text{pH} = \text{pOH} = 7$$

ou então,

$$\text{pH} + \text{pOH} = 14$$

A constante da reacção da auto-ionização da água é definida pela expressão

$$K_w = [\text{H}_3\text{O}^+] [\text{OH}^-] = 10^{-14} \text{ (a 25°C)}$$

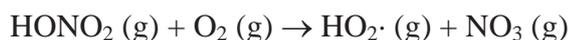
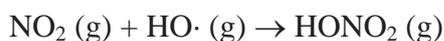
Como se pode constatar, a constante K_w tem um valor extremamente pequeno, o que faz com que a reacção de auto-ionização da água seja pouco extensa no sentido directo (sentido de formação dos produtos de reacção). A extensão da reacção é alterada, pois o equilíbrio é alterado pela variação de temperatura a que ocorre a auto-ionização, tendo como consequência a alteração da concentração dos iões em equilíbrio.

Esta actividade laboratorial consiste em simular e interpretar a ocorrência de chuva ácida devida a óxidos de enxofre e de azoto.

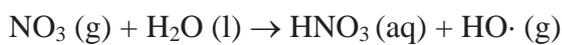
A formação de ácidos sulfuroso e sulfúrico na atmosfera é um assunto que está resumidamente descrito na actividade laboratorial: Simular a ocorrência de chuvas ácidas devida a óxidos de enxofre, por este facto, apenas será discutido a seguir a formação do ácido nítrico a partir dos óxidos de azoto na atmosfera.

Os óxidos de azoto [dióxido de azoto (NO_2) e trióxido de azoto (NO_3)] que são emitidos para a atmosfera sofrem transformações complexas através de mecanismos que ainda não são bem conhecidos. As concentrações destes dois gases são diferentes durante o dia e durante a noite e, devido a este facto, ocorrem reacções diferentes durante o dia e durante a noite.

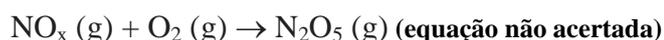
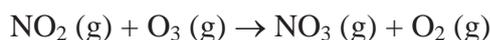
Durante o dia as reacções que ocorrem podem ser despoletadas pelo radical hidroxilo ($\text{HO}\cdot$). Este é um processo secundário, visto que estas reacções são muito lentas. Estas reacções podem ser traduzidas pelas seguintes equações químicas:



O resultado final destas reacções é a reacção entre o trióxido de azoto e a água presente na atmosfera, reacção que pode ser traduzida pela seguinte equação química:

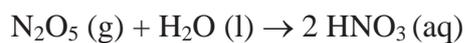


Durante a noite, é necessário um agente oxidante como o ozono, que é capaz de oxidar o dióxido de azoto a trióxido de azoto. Estas reacções podem ser traduzidas pelas seguintes equações químicas:



Estas reacções também podem ocorrer durante o dia, em conjunto com as reacções traduzidas pelas equações referidas anteriormente.

Como resultado destas reacções ocorre a reacção que dá origem ao ácido nítrico. Esta reacção pode ser traduzida pela seguinte equação química:



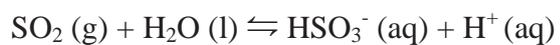
O ácido nítrico assim formado encontra-se nas neblinas ácidas nas primeiras horas do dia, o qual precipita, posteriormente, sob a forma de chuva ácida.

Os gases poluentes dióxido de enxofre e dióxido de azoto são produzidos, nesta actividade, através da adição de ácido sulfúrico a soluções aquosas de sulfito de sódio (Na_2SO_3) e nitrito de potássio (KNO_2), respectivamente.





Posteriormente, estes gases reagem com a água segundo as seguintes equações químicas:



Tornando, assim, a água ácida.

Esta actividade teve por base uma proposta de Victor Gil (1999).