6.การแตกตัวเป็นไอออนของน้ำ (Dissociation of water)

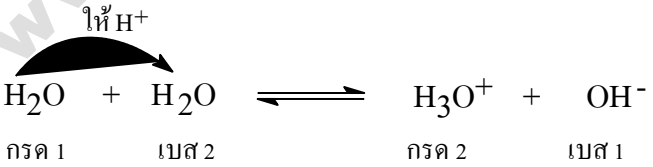
น้ำเป็นอิเล็กโทรไลต์ที่อ่อนมาก แตกตัวได้น้อยมาก ดังนั้น การนำไฟฟ้าของน้ำจะน้อย จนไม่สามารถตรวจสอบได้ด้วยการนำไฟฟ้าผ่านหลอดไฟ แต่ตรวจได้ด้วยเครื่องวัดกระแส (เป็นแอมมิเตอร์)

ตัวอย่างการวัดการนำไฟฟ้าของน้ำชนิดต่างๆ ได้แก่ น้ำกลั่นที่อุณหภูมิห้อง น้ำกลั่นที่อุณหภูมิ 60 - 70 องศาเซลเซียส น้ำคลอง น้ำประปา และน้ำฝน จะได้ผลดังตาราง

ตารางที่ 1 ตัวอย่างการนำไฟฟ้าของน้ำชนิดต่างๆ

น้ำชนิดต่างๆ	เครื่องตรวจการนำไฟฟ้า	วัดด้วยแอมมิเตอร์
น้ำกลั่นที่อุณหภูมิห้อง	หลอดไฟไม่สว่าง	40
น้ำกลั่นที่อุณหภูมิ 60-70 ^{0}C	หลอดไฟไม่สว่าง	80
น้ำคลอง	หลอดไฟไม่สว่าง	90
น้ำประปา	หลอดไฟไม่สว่าง	85
น้ำฝน	หลอดไฟไม่สว่าง	80

ตามทฤษฎีของเบรินสเตตและลาวรี น้ำทำหน้าที่เป็นทั้งกรดและเบส ไอออนที่เกิดขึ้นจากการแตกตัวของน้ำ และมีการถ่ายเทโปรตอนกันเองได้ (ออโตไอออนไนเซชัน)



โมเลกุลของน้ำที่เสีย H^+ จะเปลี่ยนเป็น OH^- ซึ่งมีประจุลบและโมเลกุลของน้ำที่ได้รับ H^+ จะเปลี่ยนเป็น H_3O^+ ซึ่งมีประจุบวก เราอาจเขียนสมการกรด-เบส ได้ง่ายๆ ดังนี้

$$H_2O\ (l) + H_2O\ (l) \rightleftharpoons H_3O^+\ (aq) + OH^-\ (aq)$$

เนื่องจากระบบนี้อยู่ในภาวะสมดุล สามารถเขียนสมการค่าคงที่สมดุลของ H_2O ได้ดังนี้

สำหรับ www.kunkruadon.weebly.com

$$K = \frac{[H_3O^+][OH^-]}{[H_2O]^2}$$

$$K_w = K[H_2O]^2 = [H_3O^+][OH^-] = 1 \times 10^{-14}$$

K_w คือค่าคงที่การแตกตัวของน้ำ มีค่าเท่ากับ 1×10^{-14} ที่ $25\ ^0C$ เนื่องจากน้ำบริสุทธิ์แตกตัวเป็นไอออนจะให้ความเข้มข้นของ H_3O^+ และ OH^- เท่ากัน

$$[H_3O^+] = [OH^-] = \sqrt{K_w}$$

$$= \sqrt{1.0 \times 10^{-14}}$$

$$= 1 \times 10^{-7} \text{ โมล/ลิตร ที่ } 25\ ^0C$$

ดังนั้น น้ำบริสุทธิ์จึงมีสภาพเป็นกลาง เนื่องจากปริมาณ H_3O^+ เท่ากับ OH^- ค่าคงที่ที่สมดุลของน้ำมีค่าเปลี่ยนแปลงตามอุณหภูมิ แสดงดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 2 ค่า K_w ของน้ำที่อุณหภูมิต่างๆ

อุณหภูมิ (^0C)	K_w
0	0.114×10^{-14}
10	0.292×10^{-14}
20	0.681×10^{-14}
25	1.010×10^{-14}
30	1.470×10^{-14}
40	2.920×10^{-14}
50	5.470×10^{-14}
60	9.610×10^{-14}

สำหรับ www.kuruaon.weebly.com

การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของไฮโดรเนียมไอออนและไฮดรอกไซด์ไอออนในน้ำ

จากที่กล่าวมาแล้ว น้ำแตกตัวให้ H_3O^+ และ OH^- ได้เท่าๆ กัน ทำให้สภาพความเป็นกรดและสภาพความเป็นเบสเท่ากันตลอด หรือเรียกว่าเป็นกลาง โดยที่ $K_w = 1 \times 10^{-14}$ และ $[H_3O^+]$ เท่ากับ $[OH^-] = 1 \times 10^{-7}$ แต่ความเข้มข้นของ H_3O^+ และ OH^- นี้จะเปลี่ยนแปลงไปเมื่อเติม H_3O^+ หรือ OH^- ลงไปในน้ำ

ถ้าเติม HCl ซึ่งเป็นอิเล็กโทรไลต์แก่ลงไปในน้ำ HCl จะแตกตัวให้ H_3O^+ และ Cl^- ปริมาณ H_3O^+ ในน้ำจึงเพิ่มขึ้น

$$H_2O\ (l) + H_2O\ (l) \rightleftharpoons H_3O^+\ (aq) + OH^-\ (aq)$$

$$HCl\ (l) + H_2O\ (l) \rightarrow H_3O^+\ (aq) + Cl^-\ (aq)$$

ตามหลักของเลอชาเตอริเอ เมื่อ H_3O^+ มากขึ้น น้ำพยายามรักษาสมดุล โดยที่ H_3O^+ จะรวมกับ OH^- เกิดปฏิกิริยาย้อนกลับ คือได้ H_2O มากขึ้น และ $[OH^-]$ จะลดลง ปฏิกิริยาก็จะเข้าสู่ภาวะสมดุลอีกครั้งหนึ่ง

$$K_w = [H_3O^+][OH^-]$$

$$[H_3O^+] = \frac{K_w}{[OH^-]}$$

จะเห็นได้ว่าจากสมการถ้า $[H_3O^+]$ มากขึ้น $[OH^-]$ ก็น้อยลง ในทำนองเดียวกัน ถ้าเติม OH^- ลงไปในน้ำ จะทำให้ $[OH^-]$ มากขึ้น $[H_3O^+]$ ก็น้อยลง

จากสมการ $K_w = [H_3O^+][OH^-]$ ถ้าทราบ $[H_3O^+]$ ก็คำนวณหา $[OH^-]$ ได้ หรือถ้าทราบ $[OH^-]$ ก็คำนวณหา $[H_3O^+]$ ได้ ดังตัวอย่างต่อไปนี้

การพิจารณาว่าสารละลายเป็นกรดหรือเบส

- ถ้า $[H_3O^+] = [OH^-]$ สารละลายเป็นกลาง
- ถ้า $[H_3O^+] > [OH^-]$ สารละลายเป็นกรด
- ถ้า $[H_3O^+] < [OH^-]$ สารละลายเป็นเบส

ตัวอย่างที่ 13 สารละลายชนิดหนึ่งมี $[H_3O^+] = 1 \times 10^{-2}$ โมล/ลิตร $[OH^-]$ จะมีค่าเท่าใด

วิธีทำ

$$K_w = [H_3O^+][OH^-]$$

$$1 \times 10^{-14} = (1 \times 10^{-2})\ [OH^-]$$

$$[OH^-] = \frac{1 \times 10^{-14}}{1 \times 10^{-2}} = 1 \times 10^{-12} \text{ โมล/ลิตร}$$

สำหรับ www.kunkroon.weebly.com

<u>ตัวอย่างที่ 14</u> เมื่อเติม H_3O^+ จำนวน 1.0×10^{-3} โมลลงไปในน้ำ ให้คำนวณหาความเข้มข้นของ OH^- ถ้าสารละลายนี้มีปริมาตร 1 ลิตร

วิธีทำ

$[H_3O^+]$ จากน้ำ = 1×10^{-7} โมล/ลิตร

$[H_3O^+]$ ที่เติม = 1×10^{-3} โมล/ลิตร

เพราะฉะนั้น $[H_3O^+] = (1 \times 10^{-3}) + (1 \times 10^{-7}) \cong 1 \times 10^{-3}$

$$K_w = [H_3O^+][OH^-]$$

$$[OH^-] = \frac{K_w}{[H_3O^+]}$$

$$= \frac{1 \times 10^{-14}}{1 \times 10^{-3}} = 1 \times 10^{-11}$$

จะเห็นได้ว่า $[OH^-]$ ลดลง ($< 1 \times 10^{-7}$) เมื่อเติมกรดลงไป

<u>ตัวอย่างที่ 15</u> ถ้าสารละลายก๊าซ HCl 3.65 กรัมในน้ำ และสารละลายมีปริมาตร 5 dm^3 จงหาความเข้มข้นของ H_3O^+ และ OH^- ในสารละลาย (H = 1 , Cl = 35.5)

วิธีทำ

จำนวนโมล HCl = $\frac{3.65}{1+35.5}$ = 0.10 โมล

HCl 5 dm^3 มี HCl = 0.10 โมล

HCl 1 dm^3 มี HCl = $\frac{0.10 \times 1}{5}$ = 0.02 mol/dm^3

HCl เป็นกรดแก่แตกตัวได้ 100%

$$HCl + H_2O(l) \rightarrow H_3O^+(aq) + Cl^-(aq)$$

0.02 0.02 0.02 mol/dm^3

$[H_3O^+]$ = 0.02 mol/dm^3

$$[OH^-] = \frac{K_w}{[H_3O^+]}$$

$$= \frac{1 \times 10^{-14}}{0.02} = 0.5 \times 10^{-12} \text{ mol/dm}^3$$

สำหรับ www.kunkruadon.weebly.com

ความสัมพันธ์ระหว่าง K_a , K_b และ K_w

- สำหรับคู่กรด-เบสใดๆ

$$K_w = K_a \cdot K_b$$

เช่น NH_4^+ - NH_3

กรด $NH_4^+ + H_2O \rightleftharpoons NH_3 + H_3O^+$

$$K_a = \frac{[NH_3][H_3O^+]}{[NH_4^+]}$$

เบส $NH_3 + H_2O \rightleftharpoons NH_4^+ + OH^-$

$$K_b = \frac{[NH_4^+][OH^-]}{[NH_3]}$$

$$K_a \cdot K_b = \frac{[NH_3][H_3O^+]}{[NH_4^+]} \cdot \frac{[NH_4^+][OH^-]}{[NH_3]}$$

$$= [H_3O^+][OH^-] = K_w$$

<u>ตัวอย่างที่ 16</u> กำหนดค่า K_a ของ CH_3COOH ให้เท่ากับ 1.8×10^{-5} ให้หาค่า K_b ของคู่เบสของ CH_3COOH

วิธีทำ คู่กรด $CH_3COOH + H_2O \rightleftharpoons CH_3COO^- + H_3O^+$

$$K_a = \frac{[CH_3COO^-][H_3O^+]}{[CH_3COOH]}$$

$$= 1.8 \times 10^{-5}$$

คู่เบส $CH_3COO^- + H_2O \rightleftharpoons CH_3COOH + OH^-$

$$K_b = \frac{[CH_3COOH][OH^-]}{[CH_3COO^-]}$$

$$K_a \cdot K_b = \frac{[CH_3COO^-][H_3O^+]}{[CH_3COOH]} \cdot \frac{[CH_3COOH][OH^-]}{[CH_3COO^-]}$$

$$K_a \cdot K_b = [H_3O^+][OH^-] = K_w$$

$$1.8 \times 10^{-5} \cdot K_b = 1.0 \times 10^{-14}$$

สำหรับ www.kunkruaon.weebly.com

$$K_b = \frac{1 \times 10^{-14}}{1.8 \times 10^{-5}} = 5.55 \times 10^{-10}$$

<u>ตัวอย่างที่ 17</u> กำหนดค่า K_b ของ N_2H_4 ให้เท่ากับ 1.7×10^{-6} ให้หาค่า K_a ของคู่กรดของ N_2H_4

วิธีทำ $N_2H_4 + H_2O \rightleftharpoons N_2H_5^+ + OH^-$

เบส คู่กรด

$K_a \cdot K_b = [H_3O^+][OH^-] = K_w$

$K_a \cdot 1.7 \times 10^{-6} = 1.0 \times 10^{-14}$

$$K_a = \frac{1 \times 10^{-14}}{1.7 \times 10^{-6}} = 5.88 \times 10^{-9}$$

www.kunkruaon.weebly.com

เอกสารฉบับนี้อาจจะเป็นประโยชน์ไม่มากก็น้อย
ผู้ศึกษาสามารถแสดงความคิดเห็นไว้ด้านล่างของเวปไซต์ได้ค่ะ
ขอขอบพระคุณค่ะ
นิภาภรณ์ จันทะโยธา