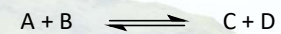


บทที่ 4 สมดุลเคมี (Chemical Equilibrium)

วัตถุประสงค์

1. ความแรงของไอออน (μ)
2. สัมประสิทธิ์แอคติวิตี (f_i)
3. ประจุของไอออนในโมเลกุล
4. สิ่งที่มีอิทธิพลต่อสมดุลของปฏิกิริยา

1



$$K = \frac{[C][D]}{[A][B]}$$



$$K = \frac{[C]^c [D]^d}{[A]^a [B]^b}$$

2

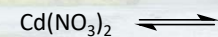
4.1 แอคติวิตี (Activity)

$$a_i = [i] f_i$$

- เมื่อ a_i คือ ความเข้มข้นของไอออนที่มีความไว (activity)
 f_i คือ สัมประสิทธิ์แอคติวิตี (activity coefficient)
 $[i]$ คือ ความเข้มข้นเป็นโมลาร์ (molar concentration)

3

การแตกตัวของสาร



4

1

2

3

4

แบบทดสอบ

1. KMnO_4

2. CaCO_3

3. PbCl_2

5

สมบัติของสัมประสิทธิ์แอคติวิตี (Activity coefficient; f_i)

การหาสัมประสิทธิ์แอคติวิตีของไอออน

$$\log f_i = \frac{-0.512 Z_i^2 \sqrt{\mu}}{1 + \sqrt{\mu}}$$

$$\mu = \frac{1}{2} \sum (C_i Z_i^2)$$

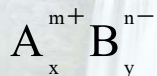
C_i คือความเข้มข้นเป็นโมลาร์ที่มีประจุเป็น Z_i

μ คือค่าความแรงของโมเลกุล

6

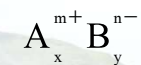
การหาความแรงของไอออนในโมเลกุล

สูตรโมเลกุล



$$\mu = \frac{C (Xm^2 + Yn^2)}{2}$$

7



1. Mg(OH)_2

2. SF_6

3. CuSO_4

8

ตัวอย่างที่ 4.1

จงหาค่าความแรงของไอออนในสารละลาย

ผสมที่ประกอบด้วย LiCl 0.10 M และ MgCl_2 0.15 M

$$\mu = \frac{C (X_m^2 + Y_n^2)}{2}$$

$$\mu = \dots\dots\dots$$

$$= \dots\dots\dots$$

9

9



$$\mu = \frac{C (X_m^2 + Y_n^2)}{2}$$

$$\mu = \dots\dots\dots$$

$$= \dots\dots\dots$$

10

10

แบบทดสอบ

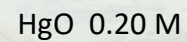
จงหาค่าความแรงของไอออนและสัมประสิทธิ์แอกติวิตีของไอออนต่อไปนี้

1. $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$ 0.15 M $\mu = \dots\dots\dots$; $f_i = \dots\dots\dots$
2. K_2SO_4 0.25 M $\mu = \dots\dots\dots$
3. CdCl_2 0.20 M $\mu = \dots\dots\dots$
4. Fe_2O_3 0.45 M $\mu = \dots\dots\dots$

11

11

สัมประสิทธิ์แอกติวิตีของไอออน ; Hg^+ , O^-



$$\mu = \frac{C (X_m^2 + Y_n^2)}{2}$$

$$= \dots\dots\dots$$

$$= \dots\dots\dots$$

12

12

สัมประสิทธิ์แอกติวิตีของไอออน ; Hg^+, O^-

$$\log f_i = \frac{-0.512Z_i^2\sqrt{\mu}}{1+\sqrt{\mu}}$$

$$\log f_i = \dots\dots\dots$$

$$\log f_i = \dots\dots\dots$$

$$f_i = 10^{\dots\dots\dots} = \dots\dots\dots$$

13

สัมประสิทธิ์แอกติวิตีของไอออน ; SO_4^{2-}

$$\log f_i = \frac{-0.512Z_i^2\sqrt{\mu}}{1+\sqrt{\mu}}$$

$$\log f_i = \frac{-0.512(2^2)\sqrt{0.11}}{1+\sqrt{0.11}}$$

$$\log f_i = \dots\dots\dots$$

$$f_i = 10^{\dots\dots\dots} = \dots\dots\dots$$

14

การหาสัมประสิทธิ์แอกติวิตีของโมเลกุล

สูตรโมเลกุล $A_x^{m+} B_y^{n-}$

$$\log f_{(\pm)} = \frac{-0.512Z_m Z_n \sqrt{\mu}}{1+\sqrt{\mu}}$$

ถ้าสารละลายเจือจางมาก ๆ

$$\log f_{(\pm)} = -0.512Z_m Z_n \sqrt{\mu}$$

15

Ag_2O : $\mu = 0.18$

$$\log f_{(\pm)} = \frac{-0.512Z_m Z_n \sqrt{\mu}}{1+\sqrt{\mu}}$$

$$\log f_{(\pm)} = \dots\dots\dots$$

$$\log f_{(\pm)} = \dots\dots\dots$$

$$f_{(\pm)} = 10^{\dots\dots\dots} = \dots\dots\dots$$

16

13

14

15

16

4.3 ค่าคงที่ของสมดุล (Equilibrium constants)



$$K_{eq} = \frac{a_C a_D}{a_A a_B}$$

K_{eq} เป็นค่าคงที่สมดุลเทอร์โมไดนามิกส์
(thermodynamic equilibrium constant)

17

$$K_{eq} = \frac{f_C [C] f_D [D]}{f_A [A] f_B [B]} = \frac{f_C f_D [C] [D]}{f_A f_B [A] [B]}$$

$$\frac{f_A f_B}{f_C f_D} \cdot K_{eq} = \frac{[C][D]}{[A][B]}$$

$$\frac{f_C f_D}{f_A f_B} \cdot K_{eq} = K_{prc} = K$$

$$\therefore K = \frac{[C][D]}{[A][B]}$$

18

สิ่งที่มีอิทธิพลต่อสมดุลของปฏิกิริยา

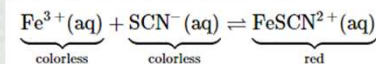
1. ผลของความเข้มข้น (effect of concentration)

2. ผลขององค์ประกอบต่างๆ ในสารละลาย
(effect of composition of solution)

3. ผลของอุณหภูมิ (effect of temperature)

19

1. ผลของความเข้มข้น (effect of concentration)



adding some Pb^{2+} ions—the lead(II) ions will form a precipitate with SCN^{-}

$[\text{Fe}^{3+}] \uparrow$ as the reverse reaction is favored

$[\text{SCN}^{-}] \uparrow$ as the reverse reaction is favored

$[\text{FeSCN}^{2+}] \uparrow$ because this is the substance that was added

$[\text{Fe}^{3+}] \uparrow$ as the reverse reaction is favored

$[\text{SCN}^{-}] \uparrow$ as the reverse reaction is favored
(but also $\downarrow$ because it was removed)

$[\text{FeSCN}^{2+}] \uparrow$ because this is the substance that was added

20

https://chem.libretexts.org/Bookshelves/Introductory_Chemistry/Introductory_Chemistry/15%3A_Chemical_Equilibrium/15.08%3A_The_Effect_of_a_Concentration_Change_on_Equilibrium

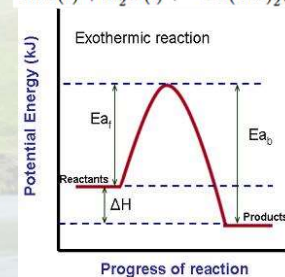
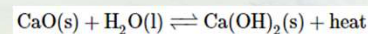
3. ผลของอุณหภูมิ (effect of temperature)

$$\ln \frac{K_2}{K_1} = \frac{-\Delta H^\circ}{R} \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right)$$

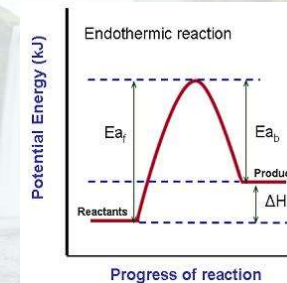
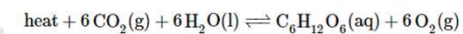
R คือค่าคงที่ของก๊าซเท่ากับ 0.001987 Kcal/°K mole

21

21



exothermic reactions, ($\Delta H < 0$)



endothermic reactions, ($\Delta H > 0$)

22

22

สิ่งที่มีอิทธิพลต่อสมดุลของปฏิกิริยา

4. ผลของตัวทำละลาย (effect of solvent)

ตัวทำละลาย (Solvent)	ค่าคงที่ไดอิเล็กตริก (Dielectric Constant)	ค่าคงที่ของการแตกตัว (Dissociation Constant)
น้ำ	78.5	2×10^{-5}
Methanol	24.3	5×10^{-11}
Ethanol	32.6	5×10^{-10}

23

23

สิ่งที่มีอิทธิพลต่อสมดุลของปฏิกิริยา

5. ผลของความดัน (effect of pressure)

$$PV = nRT$$

number of moles divided by volume is concentration

pressure

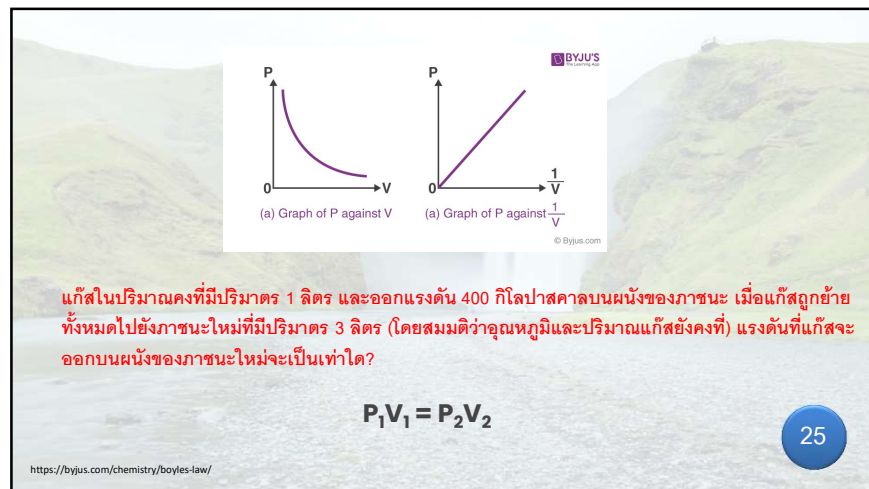
constant at constant temperature

$$p = \frac{n}{V} \times RT$$

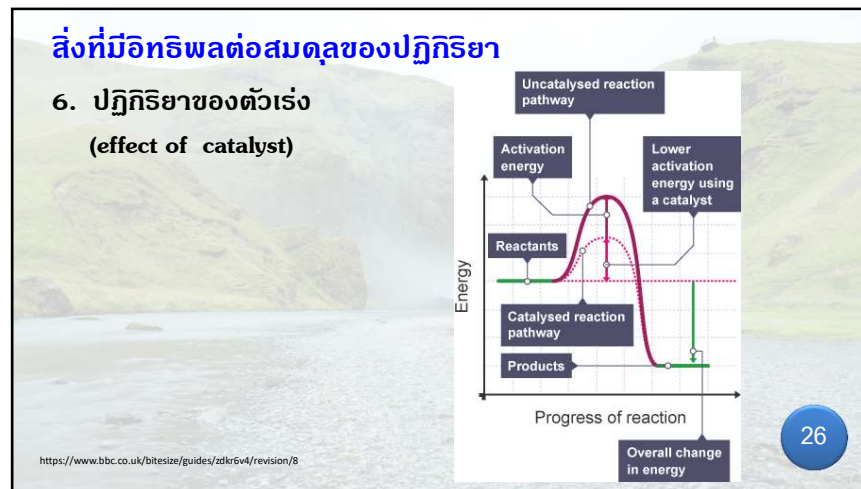
24

<http://www.chemguide.co.uk/physical/basicrates/pressure.html>

24



25



26

reaction	catalyst
Decomposition of hydrogen peroxide	manganese(IV) oxide, MnO_2
Nitration of benzene	concentrated sulphuric acid
Manufacture of ammonia by the Haber Process	iron
Conversion of SO_2 into SO_3 during the Contact Process to make sulphuric acid	vanadium(V) oxide, V_2O_5
Hydrogenation of a $\text{C}=\text{C}$ double bond	nickel

27



28