unit XII

THE SOULUBILITY AND COMPLEX ION EQUILIBRIA

BY KRUPEPO

Final 4 : Solubility and Complex ion equilibria

$$AgCl\ (s) \rightleftharpoons Ag+\ (aq) + Cl-\ (aq)$$

$$K = \frac{[Ag+][Cl-]}{[AgCl(s)]}$$

$$K\ [AgCl(s)] = Ksp = [Ag^{+}][Cl^{-}]$$

if : $Mg(OH)_2\ (s) \rightleftharpoons Mg^{2+}\ (aq) + 2OH^{-}\ (aq)$

Ksp =

ตัวอย่าง 1 ความสามารถในการละลายของ $Pb(IO_3)_2$ ที่ 25 $^{\circ}C$ เท่ากับ 4.0 $X10^{-5}$ M จงหาค่า Ksp ของ $Pb(IO_3)_2$

ตัวอย่าง 2 จงหาค่า Ksp ของ $BaSO_4$ เมื่อการทดลองพบว่าความสามารถในการละลายของ $BaSO_4$ เท่ากับ 0.0091 g/dm^3 กำหนดให้ มวลโมเลกุลของ $BaSO_4$ เท่ากับ 233

ตัวอย่าง 3 What is the molar solubility of AgCl in water at 25°C ?

(K_{sp} AgCl = 1.7 X10^{-10})

ตัวอย่าง 4 จงคำนวณหา ความเข้มข้นของ Ag^{+} และ CrO_4^{2-} ในสารละลายอิ่มตัวของ Ag_2CrO_4

(K_{sp} Ag_2CrO_4 = 1.9 X10^{-12})

ตัวอย่าง 5 ค่า K_{sp} ของ PbI_2 และ $NiCO_3$ เท่ากับ 8.3 X10^{-9} และ 1.4 X10^{-7} ตามลำดับ สารประกอบใดจะสามารถละลายน้ำได้ดีกว่ากัน

>>สารละลายอิ่มตัว

ค่าคงที่ผลคูณ (ion product) = K_{sp}

$$AgCl\ (s) \rightleftharpoons Ag^{+}\ (aq) + Cl^{-}\ (aq)$$

$$Ksp = [Ag^{+}][Cl^{-}]$$

ion product > K_{sp} ; _____

ion product < K_{sp} ; _____

ตัวอย่าง 6 จะเกิดตะกอนของ $PbSO_4$ หรือไม่ เมื่อผสมสารละลาย $Pb(NO_3)_2$ 0.0030 M 100 cm^3 กับสารละลาย Na_2SO_4 0.0400 M 400 cm^3 (K_{sp} $PbSO_4$ = 2.0 $X10^{-8}$)

>>การตกตะกอนโลหะซัลไฟด์

ตัวอย่าง 7 สารละลายอิ่มตัวของ H_2S (0.10 M) ประกอบด้วย Zn^{2+} และ Fe^{2+} เข้มข้นชนิดละ 0.10 M จงหาความเข้มข้นของ H^{+} เมื่อที่จะแยกไอออนทั้งสองออกจากกัน กำหนดให้K_{sp} ของ ZnS = 1.1 $X10^{-23}$ K_{sp}ของ FeS = 4.4 $X10^{-19}$ K_aของ H_2S = 1.1 $X10^{-21}$

ตัวอย่าง 8 MnS จะตกตะกอนโดย H_2S (0.10 M) หรือไม่ ที่ pH เท่ากับ 5 ถ้า $[Mn^{2+}]$ เริ่มต้นมีค่าเท่ากับ 0.010 M
K_{sp} ของ MnS = 2.5×10^{-10} K_a ของ H_2S = 1.0×10^{-21}

ตัวอย่าง 9 สารละลายชนิดหนึ่งมี Sn^{2+} และ Zn^{2+} อย่างละ 0.001 M และอิ่มตัวด้วย H_2S เติม HCl ลงไปจนสารละลายมี pH เท่ากับ 1.0 จากการทดลองนี้จะเกิดตะกอนหรือไม่ และถ้าเกิดตะกอนขึ้นจะเป็นตะกอนของสารใด
กำหนดให้ K_{sp} ของ ZnS = 1.2×10^{-22} K_{sp} ของ SnS = 1.0×10^{-25} K_a ของ H_2S = 1.0×10^{-21}

ตัวอย่าง 10 ในสารละลายซึ่งประกอบด้วย Sn^{2+} และ Zn^{2+} อย่างละ 0.1 M ในสารละลายอิ่มตัวของ H_2S (0.1 M) จงหาความเข้มข้นของ H^+ ที่สามารถทำให้ไอออนใดไอออนหนึ่งเท่านั้นที่ตกตะกอนเป็นเกลือซัลไฟด์

กำหนดให้ K_{sp} ของ SnS = 1.0×10^{-26} K_{sp} ของ ZnS = 1.2×10^{-23} K_a ของ H_2S = 1.1×10^{-21}

ตัวอย่าง 11 เมื่อเติม $AgNO_3$ (s) ลงในสารละลายที่มี NaCl 0.020 M และ NaBr 0.020 M จงคำนวณหา

ก) ความเข้มข้นของ Ag^+ ที่ทำให้ตะกอนทั้งสองเริ่มตก

ข) เปอร์เซ็นต์ของ Br^- ที่เหลืออยู่ในสารละลายเมื่อ AgCl เริ่มตกตะกอน

(K_{sp} AgCl =1.8×10^{-10}, K_{sp} AgBr =3.3×10^{-13})

ตัวอย่าง 12 เติม 0.010 โมลของ $Fe(OH)_2$ (s) ลงในน้ำ 1 ลิตร แล้วเติมกรดแก่ลงไปจนกระทั่ง $Fe(OH)_2$ ละลายหมด (โดยสมมติว่าปริมาตรของสารละลายไม่เปลี่ยนแปลง) อยากทราบว่า $Fe(OH)_2$ จะละลายหมดที่ pH เท่ากับเท่าใด ?
(K_{sp} ของ $Fe(OH)_2$ = 8.0 X10^{-16})

>>Common ion effect and Solubility

ใส่ NaCl ลงในสารละลาย AgCl

Cl^- = Common ion (ไอออนร่วม)

ปรากฏการณ์นี้เรียกว่า Common ion effect

ตัวอย่าง 13 What is the solubility of AgCl in a 0.010 M solution of NaCl ?
(K_{sp} AgCl = 1.7 X10^{-10})

ตัวอย่าง 14 จงหาความสามารถในการละลายของ $Mg(OH)_2$ ในสารละลาย 0.10 M NaOH
(K_{sp} = 1.2 X10^{-11})

ตัวอย่าง 15จงหาความเข้มข้นของ [Ag^+]เมื่อนำ AgCl มาละลายใน 0.10 M $BaCl_2$กำหนดให้ K_{sp}ของ AgCl = 1.0 X10^{-10}

unit XIII

THE CHEMICAL EQUILIBRIUM

BY KRUPEPO

Final 5 : สมดุลเคมี Chemical Equilibrium

1.The equilibrium constant

2.Homogeneous Equilibria

3.Heterogeneous Equilibrium

4.Multiple Equilibria

5.Predicting the direction of a reaction

6.Calculating Equilibrium Concentration

7.Effect on Equilibrium

$$N_2O_4\ (g) \rightleftharpoons 2NO_2\ (g)$$

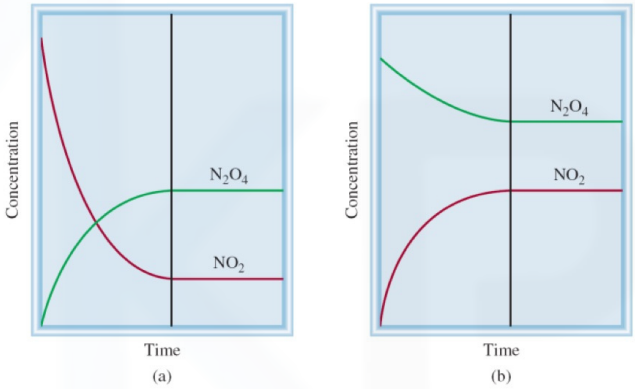


Figure shown : Change in the concentrations of NO_2 and N_2O_4 with time, in two situations. *(a) Initially only NO2 is present. (b) Initially only N2O4 is present.*

ลักษณะทั่วไปของสภาวะสมดุล

1. ระบบไม่หยุดนิ่ง มีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา → สมดุลพลวัติ (dynamic equilibrium)

>>Forward rxn. และ Reverse rxn. ยังเกิดอยู่ แต่เกิดใน rate ที่เท่ากันทำให้ปริมาณของ reactant และ product คงที่

2. ระบบเข้าสู่สมดุลได้เอง

>>ถ้ามีการรบกวนระบบ อีกไม่นานระบบจะพยายามเข้าสู่สมดุลใหม่เอง

3. การดำเนินเข้าสู่สมดุลจะเริ่มจากทิศทางไหนก็ได้

>> $PCl_5(g) \rightleftharpoons PCl_3(g) + Cl_2(g)$

1.The equilibrium constant

$$aA + bB \rightleftharpoons cC + dD$$

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

If K is much greater than 1 (that is, K >> 1), the equilibrium will lie to the right and favors the products. Conversely, if the equilibrium constant is much smaller than 1 (that is, K << 1), the equilibrium will lie to the left and favor the reactants.

Homogeneous Equilibria

$$N_2O_4\ (g) \rightleftharpoons 2NO_2\ (g)$$

$$K_c = \frac{[NO_2]^2}{[N_2O_4]} \qquad K_P = \frac{P_{NO_2}^2}{P_{N_2O_4}}$$

>>In general, K_c is not equal to K_P, because the partial pressures of reactants and products are not equal to their concentrations expressed in moles per liter.

A simple relationship between K_P and K_c can be derived as follows. Let us consider the following equilibrium in the gas phase:

$$aA(g) \rightleftharpoons bB(g)$$

where a and b are stoichiometric coefficients. The equilibrium constant K_c is given by and the $K_c = \frac{[B]^b}{[A]^a}$ expression for K_P is $K_P = \frac{P_B^b}{P_A^a}$

>>where P_A and P_B are the partial pressures of A and B. Assuming ideal gas behavior,

$$P_AV = n_ART \qquad P_BV = n_BRT$$
$$P_A = \frac{n_ART}{V} \qquad P_B = \frac{n_BRT}{V}$$

Substituting these relations into the expression for K_P, we obtain

$$K_P = \frac{\left(\frac{n_BRT}{V}\right)^b}{\left(\frac{n_ART}{V}\right)^a} = \frac{\left(\frac{n_B}{V}\right)^b}{\left(\frac{n_A}{V}\right)^a}(RT)^{b-a}$$

Now both n_A/V and n_B/V have units of mol/L and can be replaced by [A] and [B], so that :

$$K_P = \frac{[B]^b}{[A]^a}(RT)^{\Delta n}$$
$$= K_c(RT)^{\Delta n}$$

where Δn = b - a = moles of gaseous products - moles of gaseous reactants

Ex1. From the reaction at 250°C

$$PCl5(g) \rightleftharpoons PCl3(g) + Cl2(g) \qquad K_p = 1.05$$

If the equilibrium partial pressures of PCl_5 and PCl_3 are 0.875 atm and 0.463 atm, respectively, what is the equilibrium partial pressure of Cl_2 at 250°C ?

Ex2. $N_2O_4\ (g) \rightleftharpoons 2NO_2\ (g)$, $K_c = 4.63 \times 10^{-3}$ at 25°C.

What is the value of K_p at this temperature?

Ex3. At 25°C, N_2O_4 and NO_2 are in an equilibrium with the total pressure of 0.844 atm. If PN_2O_4 = 0.563 atm, calculate K_p , P_c

Heterogeneous Equilibrium

Ex4. Consider the following heterogeneous equilibrium:

$$CaCO_3(s) \rightleftharpoons CaO(s) + CO_2(g)$$

At 800°C, the pressure of CO_2 is 0.236 atm. Calculate (a) K_p and (b) K_c for the reaction at this temperature.

Ex4.Consider the following equilibrium at 395 K:

$$NH_4HS(s) \rightleftharpoons NH_3(g) + H_2S(g)$$

The partial pressure of each gas is 0.265 atm. Calculate K_p and K_c for the reaction.

Predicting the direction of a reaction

Ex. At the start of a reaction, there are 0.249 mol N_2, 3.21×10^{-2} mol H_2, and 6.42×10^{-4} mol NH_3 in a 3.50 L reaction vessel at 375°C.

$$N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3(g)}$$

If the equilibrium constant (K_c) for the reaction is 1.2 at this temperature, decide the whether the system is at equilibrium. If it is not, predict which way the net reaction will proceed.

Solution The initial concentrations of the reacting species are

$$[N_2]_0 = \frac{0.249 \text{ mol}}{3.50 \text{ L}} = 0.0711\ M$$

$$[H_2]_0 = \frac{3.21 \times 10^{-2} \text{ mol}}{3.50 \text{ L}} = 9.17 \times 10^{-3}\ M$$

$$[NH_3]_0 = \frac{6.42 \times 10^{-4} \text{ mol}}{3.50 \text{ L}} = 1.83 \times 10^{-4}\ M$$

Next we write

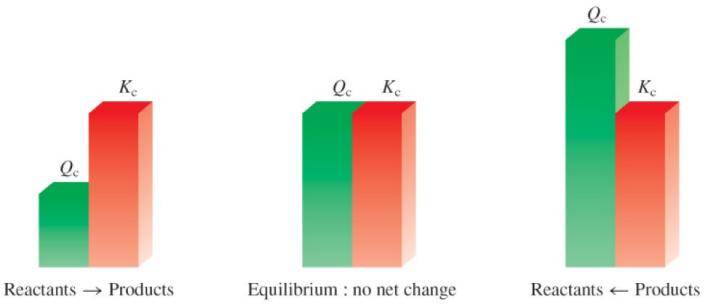
$$Q_c = \frac{[NH_3]_0^2}{[N_2]_0[H_2]_0^3} = \frac{(1.83 \times 10^{-4})^2}{(0.0711)(9.17 \times 10^{-3})^3} = 0.611$$

Because Q_c is smaller than K_c (1.2), the system is not at equilibrium. The net result will be an increase in the concentration of NH_3 and a decrease in the concentrations of N_2 and H_2. That is, the net reaction will proceed from left to right until equilibrium is reached.

Practice Exercise The equilibrium constant (K_c) for the formation of nitrosyl chloride, an orange-yellow compound, from nitric oxide and molecular chlorine is 6.5×10^4 at 35°C.

$$2NO(g) + Cl_2(g) \rightleftharpoons 2NOCl(g)$$

In a certain experiment, 2.0×10^{-2} mole of NO, 8.3×10^{-3} mole of Cl_2, and 6.8 moles of NOCl are mixed in a 2.0-L flask. In which direction will the system proceed to reach equilibrium?



Calculating Equilibrium Concentration

Ex5. A mixture of 0.500 mol H_2 and 0.500 mol I_2 was placed in a 1.00-L stainless-steel flask at 430°C. The equilibrium constant K_c for the reaction $H_2(g)+I_2(g) \rightleftharpoons 2HI(g)$ is 49.0 at this temperature. Calculate the concentrations of H_2, I_2, and HI at equilibrium.

Ex6.At 1280°C the equilibrium constant (*Kc*) for the reaction $Br_2(g) \rightleftharpoons 2Br(g)$ is 1.1×10^{-3}. If the initial concentrations are $[Br_2] = 6.3 \times 10^{-2}$ *M* and $[Br] = 1.2 \times 10^{-2}$ *M*, calculate the concentrations of these species at equilibrium.

Ex7. At 25°C, N_2O_4 and NO_2 are in an equilibrium with the total pressure of 0.844 atm. If $PN_2O_4 = 0.563$ atm, calculate K_P , K_C

4. การเปลี่ยนภาวะสมดุล

สิ่งที่ทำให้สมดุลเปลี่ยน ได้แก่

1. ความเข้มข้น

2. ความดัน

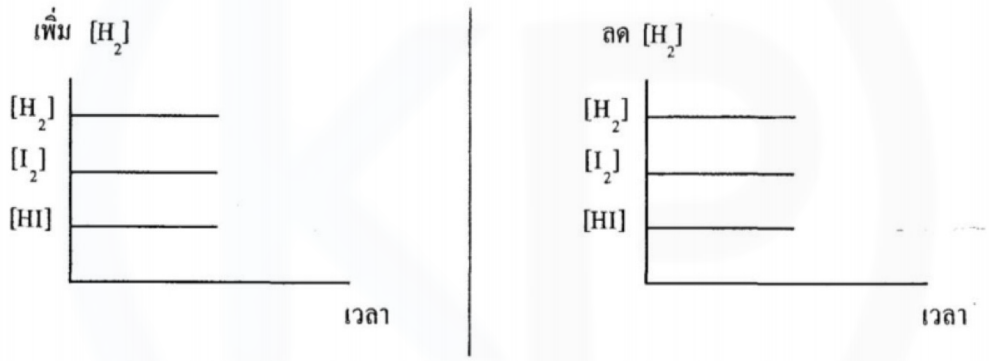
3. อุณหภูมิ

เลอชาเตอลิเอ กล่าวว่า ระบบใดที่เข้าสู่ภาวะสมดุลแล้ว ถ้าถูกรบกวนด้วยภาวะต่างๆ จะทำให้ระบบเสียไป แต่ระบบจะพยายามปรับสภาวะใหม่ เพื่อให้กลับมาสมดุลได้อีกครั้ง แต่จะไม่เหมือนเดิม

กราฟแสดงความเข้มข้นกับการเปลี่ยนภาวะสมดุล

กราฟแสดงการปรับภาวะสมดุลเมื่อรบกวนด้วยความเข้มข้น เช่น

$$H_2 + I_2 \rightleftharpoons 2HI$$



ข้อควรรู้

1. การเติมของแข็งบริสุทธิ์ไม่เป็นการรบกวนสมดุล
2. การเติมน้ำ (H_2O) อาจทำให้สมดุลเปลี่ยนไปได้ เพราะทำให้ความเข้มข้นของสารในระบบเปลี่ยนไป
3. การตกตะกอนเป็นการลดความเข้มข้นของสารอย่างหนึ่ง เช่น $AgCl(s) \rightleftharpoons Ag^+(aq) + Cl^-(aq)$ ถ้าเติม $Br^-(aq)$ ลงไป $Br^-(aq)$ จะจับตัวกับ $Ag^+(aq)$ กลายเป็น AgBr(s) ตกตะกอนทำให้ $[Ag^+]$ ลดลง
4. การทดสอบ Fe^{2+} และ Fe^{3+}

$Fe^{2+} + K_3Fe(CN) \longrightarrow KFe[Fe(CN)_6]$ ตะกอนสีน้ำเงิน

$Fe^{3+} + NH_4SCN \longrightarrow [FeSCN]^{2+}$ สารละลายสีแดง

$Fe^{3+} + K_3Fe(CN)_6 \longrightarrow Fe[Fe(CN)_6]$ สารละลายสีน้ำตาล

สารประกอบไอออนิกที่ไม่ละลายน้ำ ได้แก่

1. สารประกอบที่เกิดจากโลหะหมู่ IIA รวมกับไอออนที่มีประจุลบ 2 หรือ 3 ได้แก่ $CO_3^{2-}, SO_4^{2-}, PO_4^{3-}$ และ HPO_4^{2-} เป็นต้น เช่น $MgCO_3, Ca_3(PO_4)_2, CaHPO_4$ (ยกเว้น $MgCO_3$ ละลายได้)
2. สารประกอบหมู่ VIIA ของ Ag^+, Hg_2^{2+}และ Pb^{2+}เช่น $AgCl, AgBr, PbI_2$
3. สารประกอบออกไซด์ของโลหะ เช่น $Fe_2O_3, ZnO, Al_2O_3, BeO$ (ยกเว้น ออกไซด์ของโลหะหมู่ IA, Ca^{2+}, Sr^{2+} และ Br^{2+})
4. สารประกอบซัลไฟด์ของโลหะ เช่น CuS (ยกเว้น เกลือซัลไฟด์ของโลหะหมู่ IA, IIA, และNH_4^+)
5. สารประกอบไฮดรอกไซด์ของโลหะ เช่น $Fe(OH)_3$ (ยกเว้น ไฮดรอกไซด์ของธาตุหมู่ IA และNH_4^+)
6. สารประกอบซัลเฟตของ Pb^{2+} คือ $PbSO_4$

Quick Quiz

สารประกอบใดต่อไปนี้ไม่ละลายน้ำ

$BaSO_4$ $FeCl_2$ NH_4Cl Cr_2O_3 $Pb(NO_3)_2$ TiS_2 AgI

1. ความเข้มข้นกับการเปลี่ยนภาวะสมดุล

1.1 การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นในสมการทั่วไป

ตัวอย่างเช่น $2Fe^{3+} + 2I^- \rightleftharpoons 2Fe^{2+} + I_2$

1.เติม $Fe(NO_3)_3$	สมดุลเลื่อนไปทาง ____	2.เติม NH_4I	สมดุลเลื่อนไปทาง ____
3.เติม $Pb(NO_3)_2$	สมดุลเลื่อนไปทาง ____	4.เติม LiI	สมดุลเลื่อนไปทาง ____
5.เติม $FeCl_2$	สมดุลเลื่อนไปทาง ____	6.เติม $AgNO_3$	สมดุลเลื่อนไปทาง ____
7.เติม KI	สมดุลเลื่อนไปทาง ____	8.เติม $Fe(NO_3)_2$	สมดุลเลื่อนไปทาง ____
9.เติม NaCl	สมดุลเลื่อนไปทาง ____	10.เติม AgCl	สมดุลเลื่อนไปทาง ____
11.เติม H_2O	สมดุลเลื่อนไปทาง ____	12.เติม Fe_2O_3	สมดุลเลื่อนไปทาง ____

1.2 การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นในสมการละลาย

ตัวอย่างเช่น $KCl(s) \rightleftharpoons K^+(aq) + Cl^-(aq)$

1.เติม น้ำ สมดุลเลื่อนไปทาง ____ 2.เติม $AgNO_3$ สมดุลเลื่อนไปทาง ____

3.เติม $KClO_3$ สมดุลเลื่อนไปทาง ____ 4.เติม NH_4NO_3 สมดุลเลื่อนไปทาง ____

5.เติม HCl สมดุลเลื่อนไปทาง ____ 6.เติม CH_3COOH สมดุลเลื่อนไปทาง ____

7.เติม NaCl สมดุลเลื่อนไปทาง ____ 8.เติม $PbCl_2$ สมดุลเลื่อนไปทาง ____

9.เติม$Hg(NO_3)_2$สมดุลเลื่อนไปทาง ____ 10.เติม$K_3Fe(CN)_6$ สมดุลเลื่อนไปทาง ____

1.3 การเปลี่ยนแปลความเข้มข้นในสมการกรด - เบส

H^+, H_3O^+ เป็นกรด OH^- เป็นเบส

กรดแก่และเบสแก่

เบสแก่ ได้แก่ โลหะหมู่ I และหมู่ II ยกเว้น $Be(OH)_2$ ดังเช่น LiOH, NaOH, KOH

กรดแก่ ได้แก่ HCl, HBr, HI, H_2SO_4, HNO_3, $HClO_3$, $HClO_4$

เบสแก่	กรดแก่
LiOH	HCl
NaOH	HBr
KOH	HI
$Ca(OH)_2$	HNO_3
$Ba(OH)_2$	$HClO_4$
	H_2SO_4

การพิจารณาสมการที่อยู่ในสภาพ กรด-เบส ทำได้ดังนี้

1. ถ้าเติมกรดหรือเกลือที่มีสภาพเป็นกรด เปรียบเสมือนเติม H^+

2. ถ้าเติมเบสหรือเกลือที่มีสภาพเป็นเบส เปรียบเสมือนเติม OH^-

3. ถ้าเติมเกลือที่มีไอออนชนิดเดียวกันกับสารที่มีในระบบจะมีผลมากกว่าความเป็นสภาพกรด-เบส ของสารที่เติมลงไป

$$HA + H_2O \Leftrightarrow H_3O^+ + A^-$$

(น้ำเงิน) (แดง)

1.เติม H_2SO_4	สมดุลเลื่อนไปทาง	สีของสารละลาย .....
2.เติม Na_2CO_4	สมดุลเลื่อนไปทาง	สีของสารละลาย .....
3.เติม NH_4Cl	สมดุลเลื่อนไปทาง	สีของสารละลาย .....
4.เติม H_2O	สมดุลเลื่อนไปทาง	สีของสารละลาย .....
5.เติม KCN	สมดุลเลื่อนไปทาง	สีของสารละลาย .....
6.เติม $NaHCO_3$	สมดุลเลื่อนไปทาง.....	สีของสารละลาย .....
7.เติม KOH	สมดุลเลื่อนไปทาง	สีของสารละลาย .....
8.เติม $(NH_4)_2NO_3^-$	สมดุลเลื่อนไปทาง	สีของสารละลาย .....
9.เติม NaA	สมดุลเลื่อนไปทาง	สีของสารละลาย .....
10.เติม NH_4OH	สมดุลเลื่อนไปทาง.....	สีของสารละลาย .....
11.เติม HCOOH	สมดุลเลื่อนไปทาง.....	สีของสารละลาย .....

<u>การทดสอบ Fe^{2+} และ Fe^{3+}</u>

Fe^{2+}	ทดสอบกับ $K_3Fe(CN)_6$	ได้ตะกอนสีน้ำเงิน
Fe^{3+}	ทดสอบกับ NH_4SCN	ได้สารละลายสีแดง
	ทดสอบกับ $K_3Fe(CN)_6$	ได้สารละลายสีน้ำตาล

2.ความดันกับการเปลี่ยนภาวะสมดุล

*** ความดันจะมีผลต่อภาวะแก๊สเท่านั้น***

- ถ้าเพิ่มความดัน สมดุลจะเลื่อนไป โมลน้อย
- ถ้าลดความดัน สมดุลจะเลื่อนไปทาง โมลมาก
- ถ้าระบบที่จำนวนโมลเท่ากัน การเพิ่มหรือลดความดันจะไม่มีผลต่อระบบ

เช่น A(g) + B (g) $\rightleftharpoons$ C(s) + D (g)

เพิ่มความดันสมดุลเลื่อนไปทาง .....

ลดความดันสมดุลเลื่อนไปทาง .....

ถ้าต้องการให้สมดุลเลื่อนไปข้างหน้าต้องเพิ่มหรือลดความดัน .....

ถ้าต้องการให้สมดุลเลื่อนย้อนกลับต้องเพิ่มหรือลดความดัน.....

การเพิ่มความดันของระบบโดยการเติมแก๊สที่ไม่เกี่ยวข้องในระบบสมดุลจะ ไม่มีผลต่อภาวะสมดุล เพียงแต่ไปเพิ่มความดันรวมของระบบ แต่ไม่ได้ทำให้ความเข้มข้นในภาวะสมดุลเปลี่ยนแปลง

เช่น ภาวะสมดุลของปฏิกิริยา

$CaCO_3(s) \rightleftharpoons CaO(s) + CO_2$ ถ้าเติมแก๊ส He ลงไปดังรูป

จะเห็นว่าความเข้มข้นของแก๊ส CO_2 ไม่เปลี่ยนแปลง จึงไม่มีผลต่อการเปลี่ยนภาวะสมดุล

3.อุณหภูมิกับการเปลี่ยนภาวะสมดุล

การจะบอกว่า สมดุลเลื่อนไปทางใด ต้องรู้ว่าระบบนั้นๆ เป็นระบบดูดหรือคายความร้อน

ตัวอย่าง ระบบดูดและคายความร้อนแบบต่างๆ

1. A + B $\rightleftharpoons$ C + D ดูดความร้อน
2. A + B $\rightleftharpoons$ C + D คายความร้อน
3. A + B $\rightleftharpoons$ C + D + heat
5. A + B + heat $\rightleftharpoons$ C + D
6. A + B - heat $\rightleftharpoons$ C + D
7. A + B $\rightleftharpoons$ C + D ΔH เป็นบวก

ตัวอย่าง การรบกวนสมดุลด้วยอุณหภูมิ

$$A + B \Leftrightarrow C + D \qquad \Delta H = +20 \text{ kJ}$$

เพิ่มอุณหภูมิ สมดุลเลื่อนไปทาง .....

ลดอุณหภูมิ สมดุลเลื่อนไปทาง .....

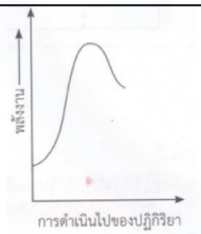
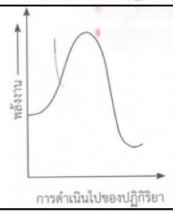
$$A + B \rightleftharpoons C + D + 20 \text{ kJ}$$

เพิ่มอุณหภูมิ สมดุลเลื่อนไปทาง .....

ลดอุณหภูมิ สมดุลเลื่อนไปทาง .....

Quiz

จงระบุชนิดของปฏิกิริยาต่อไปนี้

	ปฏิกิริยา	ดูดความร้อน	คายความร้อน
1.	$A \rightleftharpoons B + \Delta H$		
2.	$A + \Delta H \rightleftharpoons B$		
3.	$A \rightleftharpoons B$ ΔH เป็นลบ		
4.	$A \rightleftharpoons B$ ΔH เป็นบวก		
5.			
6.			

5.ความเข้มข้น - ความดัน - อุณหภูมิกับค่าคงที่สมดุล

จากปฏิกิริยา $aA + bB \rightleftharpoons cC + dD$

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

ค่า K จะบอกปริมาณผลิตภัณฑ์ว่าเกิดมากหรือน้อย

ค่า K ไม่ได้บอกความเร็วของปฏิกิริยา

- ถ้าอุณหภูมิทำให้ผลิตภัณฑ์เกิดมากขึ้น ค่า K ก็จะมากขึ้นด้วย
- ถ้าอุณหภูมิทำให้ผลิตภัณฑ์ลดลง ค่า K ก็จะลดลงด้วย

สรุปความสัมพันธ์ของค่า K กับอุณหภูมิในระบบดูดความร้อนและระบบคายความร้อน

ระบบดูดความร้อน	$K \alpha T$
ระบบคายความร้อย	$K \alpha \frac{1}{T}$

Ex1. จากปฏิกิริยา A + B $\rightleftharpoons$ C + D ดูดความร้อน

อุณหภูมิ	K
20	X
30	Y
40	Z

เรียงลำดับค่าคงที่สมดุลได้ดังนี้_____

Ex2. จากปฏิกิริยา A + B $\rightleftharpoons$ C + D คายความร้อน

อุณภูมิ	K
X	1×10^{-4}
Y	1×10^{-3}
Z	2×10^{-2}

เรียงลำดับอุณหภูมิได้ดังนี้_____

Ex3. จากปฏิกิริยา A + B ⇌ C + D

อุณหภูมิ	K
10	500
20	600
30	700

ระบบนี้เป็นระบบดูดหรือคายความร้อน

6. ผลของอุณหภูมิต่อการเปลี่ยนแปลงภาวะสมดุลและอัตราการเกิดปฏิกิริยา

1. A + B ⇌ C + D ดูดความร้อน

เพิ่มอุณหภูมิทำให้สมดุลเลื่อนไปทางใด ……..ด้วยอัตราการเกิดปฏิกิริยา……..

ลดอุณหภูมิทำให้สมดุลเลื่อนไปทางใด ……..ด้วยอัตราการเกิดปฏิกิริยา……..

2. A + B ⇌ C + D คายความร้อน

เพิ่มอุณหภูมิทำให้สมดุลเลื่อนไปทางใด ……..ด้วยอัตราการเกิดปฏิกิริยา……..

ลดอุณหภูมิทำให้สมดุลเลื่อนไปทางใด ……..ด้วยอัตราการเกิดปฏิกิริยา……..

การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของปฏิกิริยาต่อไปนี้

จะมีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยา (R) และค่าคงที่สมดุลอย่างไร

ปฏิกิริยา	อุณหภูมิ	R	K
ดูดความร้อน	เพิ่มอุณหภูมิ		
ดูดความร้อน	ลดอุณหภูมิ		
คายความร้อน	เพิ่มอุณหภูมิ		
คายความร้อน	ลดอุณหภูมิ		

การบ้าน

1. จากสมการ $Fe^{2+}(aq) + Ag^{+}(aq) \rightleftharpoons Fe^{3+}(aq) + Ag(s)$
ถ้าต้องการ Ag(s) มากขึ้น จะต้องเติมสารใดต่อไปนี้

_____ เติม $FeCl_2$ _____ เติม $AgNO_3$

_____ เติม $Fe(NO_3)_3$ _____ เติม LiI

2. จากสมดุลการละลาย $BaSO_4$ จงเติมทิศทางของปฏิกิริยาเมื่อเติมสารต่อไปนี้

$$BaSO_4(s) \rightleftharpoons Ba^{2+}(aq) + SO_4^{2-}(aq)$$

เติม $NaNO_4$ สมดุลเลื่อนไปทาง_____ เติม $BaSO_4$ สมดุลเลื่อนไปทาง_____

เติม Na_2SO_4สมดุลเลื่อนไปทาง_____ เติม $BaCl_2$ สมดุลเลื่อนไปทาง_____

3. จากสมดุล $BaSO_4(s) + H^{+}(aq) \rightleftharpoons Pb^{2+}(aq) + HSO_4^{-}(aq)$
จงเติมทิศทางของปฏิกิริยาเมื่อเติมสารต่อไปนี้

เติม $Pb(NO_3)_2$ สมดุลเลื่อนไปทาง_____ เติม HCOONa สมดุลเลื่อนไปทาง_____

เติม $PbSO_4$ สมดุลเลื่อนไปทาง_____ เติม NH_4Cl สมดุลเลื่อนไปทาง_____

เติม H_2S สมดุลเลื่อนไปทาง_____ เติม NaCl สมดุลเลื่อนไปทาง_____

4. ถ้าต้องการให้สมดุลต่อไปนี้เลื่อนไปทางขวา ต้องเพิ่มหรือลดความดัน

_____ $PbCl_2(s) \rightleftharpoons Pb^{2+}(aq) + Cl^{-}(aq)$

_____ $P_4O_6(g) \rightleftharpoons P_2O_3(g)$

_____ $N_2(g) + H_2(g) \rightleftharpoons NH_3(g)$

5. ถ้าต้องการให้สมดุลต่อไปนี้เลื่อนไปทางขวา ต้องเพิ่มหรือลดปริมาตรภาชนะ

_____ $NH_3(g) + HCl(g) \rightleftharpoons NH_4Cl(g)$

_____ $H_2(g) + I_2(g) \rightleftharpoons HI(g)$

_____ $C(g) + H_2O(g) \rightleftharpoons CO(g) + H_2(g)$

6. ถ้าต้องการให้สมดุลต่อไปนี้เลื่อนไปทางขวา ต้องปรับอุณหภูมิอย่างไร

_____ $PCl_5(g) \rightleftharpoons PCl_3(g) + Cl_2(g)$ $\Delta H = 90kJ/mol$

_____ $2SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2SO_3(g) + 11kJ$

ความสัมพันธ์ของค่าคงที่สมดุล

บวกสมการ

$A \rightleftharpoons B$ ...(1) $K_1 = \frac{[B]}{[A]}$

$C \rightleftharpoons D$ ...(2) $K_2 = \frac{[D]}{[C]}$

$A+C \rightleftharpoons B+D$ (1) ...(3) $K_3 = \frac{[B][D]}{[A][C]}$

สมการ (3) = สมการ (1) + สมการ (2)

$K_3 = K_1 \times K_2$

สมการบวกกัน ค่า K คูณกัน

ลบสมการ

$A+C \rightleftharpoons B+D$ (1) ...(1) $K_1 = \frac{[B][D]}{[A][C]}$

$A \rightleftharpoons B$ ...(2) $K_2 = \frac{[B]}{[A]}$

$C \rightleftharpoons D$ ...(2) $K_3 = \frac{[D]}{[C]}$

สมการ (3) = สมการ (1) - สมการ (2)

$K_3 = \frac{K_1}{K_2}$

สมการลบกัน ค่า K คูณกัน

กลับสมการ

$A+C \rightleftharpoons B+D$ ...(1) $K_1 = \frac{[B][D]}{[A][C]}$

$B+D \rightleftharpoons A+C$ ...(2) $K_2 = \frac{[A][C]}{[B][D]}$

สมการ (2) = กลับสมการ (1)

$K_2 = \frac{1}{K_1}$

กลับสมการค่า K เป็น $\frac{1}{k}$

คูณสมการด้วยค่าคงที่

$A+C \rightleftharpoons B+D$ ...(1) $K_1 = \frac{[B][D]}{[A][C]}$

$2A+2C \rightleftharpoons 2B+2D$ ...(2) $K_2 = \frac{[B]^2[D]^2}{[A]^2[C]^2}$

สมการ (2) = สมการ (1) x 2

$K_3 = K_1^2$

คูณสมการด้วยค่าคงที่ (x) ค่า K เป็น K^x

Quiz

$A + 2B \rightleftharpoons C$ K = 9

$C + D \rightleftharpoons E$ K = 4

1. จงหาค่าคงที่สมดุลของสมการต่อไปนี้

1.1 $E \rightleftharpoons C + D$

1.2 $A + 2B + D \rightleftharpoons E$

1.3 $A + 2B + E \rightleftharpoons 2C + D$

1.4 $\frac{1}{2}A + B \rightleftharpoons \frac{1}{2}C$

2. กำหนดสมการและค่าคงที่สมดุล ดังนี้

$A + 2B \rightleftharpoons C$ $K_1 = 2 \times 10^2$

$B + 2C \rightleftharpoons 2D$ $K_2 = 1.6 \times 10^{-5}$

จงหาค่าคงที่สมดุลของสมการ

$4C \rightleftharpoons 2A + 3B + 2D$ $K_3 = ?$

3. กำหนดสมการและค่าคงที่สมดุล ดังนี้

$2A + B \rightleftharpoons 2C$ $K_1 = X$

$2D \rightleftharpoons E$ $K_2 = Y$

$2D \rightleftharpoons A + 2B$ $K_3 = Z$

จงหาค่าคงที่สมดุลของสมการ

$3B + 2C \rightleftharpoons 2E$ K = ?

แบบฝึกหัด

1. (PAT2 ก.ค. 53) ข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับสมดุลเคมี

1. ค่าคงที่สมดุลจะมีค่ามากขึ้น เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นเสมอ
2. ปฏิกิริยาที่จะมีสมดุลได้ ต้องเป็นปฏิกิริยาในระบบปิดเท่านั้น
3. ถ้าค่าคงที่สมดุลมากกว่า 1 แสดงว่ามีปริมาณผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นมากกว่าสารตั้งต้นที่เหลืออยู่เสมอ
4. มีคำตอบถูกมากกว่า 1 ข้อ

2. (PAT2 ต.ค. 53) $BaCO_3$ หนัก 3.94 มิลลิกรัม ละลายในสารละลาย 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร ของ Na_2CO_3 ที่มีความเข้มข้น 10 mM จะทำให้ความเข้มข้นของ Ba^{2+} ในสารละลายมีค่ากี่โมลาร์ที่ 25 °C กำหนดให้ K_{sp} ของ $BaCO_3$ = 8.1x 10^{-9}

1. 8.1×10^{-7}
2. 8.1×10^{-8}
3. 1.62×10^{-9}
4. 8.1×10^{-11}

3. (PAT2 มี.ค. 53) HgS มีค่า K_{sp} เท่ากับ 2×10^{-49} ถ้าตัวอย่างน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมมีความเข้มข้น ของ เท่ากับ 2×10^{-20} โมลาร์ และความเข้มข้นของ S^{2-} เท่ากับ 1×10^{-29} โมลาร์ ตัวอย่างน้ำเสียนี้มีสภาวะเป็นอย่างไร

1. เป็นสารละลายเจือจางของเกลือ HgS
2. เป็นสารละลายอิ่มตัวของเกลือ Hgs
3. เกิดตะกอนของเกลือ HgS
4. สรุปไม่ได้

4. (Ent 38) ปฏิกิริยาการเปลี่ยนแปลงของ HSO_4^- ในน้ำเป็นดังนี้

$$HSO_4^- + H_2O \overset{k_1}{\rightleftharpoons} H_2SO_4 + OH^-$$
$$HSO_4^- + H_2O \overset{k_2}{\rightleftharpoons} H_3O^+ + SO_4^{2-}$$

ถ้าค่า $k_1 \ll k_2$ เมื่อเติม $BaOH_2$ ลงไป การเปลี่ยนแปลงข้อใดผิด

1. มีตะกอนสีขาวเกิดขึ้น
2. ความเข้มข้นของ HSO_4^- ลดลง
3. ปริมาณ H_3O^+ ลดลง
4. ความเข้มข้นของ SO_4^{2-} เพิ่มขึ้น

5. (Ent 38) ค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยา $CaCO_3(s) \rightleftharpoons CaO(s) + CO_2(g)$ มีค่าเท่ากับ 0.022 mol/dm^3 ที่ 252°C ถ้าปริมาตรของระบบลดลงเป็น $\frac{1}{2}$ ของปริมาตรเดิม ความเข้มข้นของ CO_2 (g) จะเท่ากับข้อใด ในหน่วย mol/dm^3

1. 0.022
2. 0.044
3. 0.011
4. 0.148

6. (Ent 35) พิจารณาสมการ $SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons SO_3(g)$ (ยังไม่ดุล) พบว่าที่ภาวะสมดุลมี SO_2 จำนวน y โมล O_2 จำนวน x โมล และ SO_2 จำนวน 2y โมล ในภาชนะ 10 ลิตร และค่าคงที่ของสมดุลเท่ากับ 100 จงหาค่าของ x 1. 0.20
2. 0.40
3. 0.04y
4. $\frac{2}{y}$

7. (A-NET 49) ค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยา $2HI(g) \rightleftharpoons H_2(g) + I_2(g)$ ที่ 30 °C เท่ากับ 1.6×10^{-3} และที่อุณหภูมิเดียวกันนี้พบว่า ในภาชนะขนาด 5 dm^3 แก๊สผสมที่ภาวะสมดุลประกอบด้วย H_2 0.4 mol, I_2 1.6 mol และมี HI จำนวนหนึ่ง จงหาจำนวนโมลของ HI

8. (Ent 40) จากสมการ A(s) + B(g) ⇌ C(s) $K = 10^2$

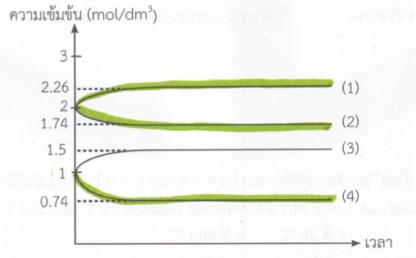
จงหาจำนวนโมลของ B ที่เกิดขึ้นที่ภาวะสมดุลในภาชนะปิดขนาด 0.200 dm^3 ที่มี C อยู่ 0.50 g

1. 0.002 2. 0.02

3. 0.2 4. 2.0

9. (Ent 40) เผา $CaCO_3$ ที่ 273°C ในภาชนะปิดขนาด 20 dm^3 ค่าคงที่สมดุลของ $CaCO_3(s) \rightleftharpoons CaO(s) + CO_2(g)$ ที่ 273°C มีค่าเท่ากับ 0.05 ที่ภาวะนี้เกิดแก๊ส CO_2 คิดเป็นความดัน กี่บรรยากาศ

10. (Ent 32) ในปฏิกิริยา A + B ⇌ C + D มีค่าคงที่สมดุลเท่ากับ 4 ถ้าความเข้มข้นเริ่มต้นของ A, C และ D เท่ากับ 2 mol/dm^3 และของ B = 1 mol/dm^3 ความเข้มข้นของ A, B, C และ D เปลี่ยนแปลงไปตามเส้นกราฟในชุดใด



	เส้นกราฟแสดงความเข้มข้นของ			
	A	B	C	D
1.	1	3	2	2
2.	2	3	1	1
3.	2	1	4	2
4.	2	4	1	1

11. (PAT2 มี.ค. 53) ปฏิกิริยาในข้อใดมีค่า K_c เท่ากับ K_p

1. $N_2(g) + H_2(g) \rightleftharpoons NH_3(g)$
2. $CaCO_3(s) \rightleftharpoons CaO(s) + CO_2(g)$
3. $H_2(g) + F_2(g) \rightleftharpoons HF(g)$
4. $O_3(g) \rightleftharpoons O_2(g)$

12. (PAT2 ต.ค. 53) ข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับสมดุลเคมี

1. ที่สภาวะ STP ปฏิกิริยาผันกลับได้ของแก๊สจะมีค่าคงที่สมดุลที่คำนวณจากความดัน (K_p) สูงกว่าค่าคงที่สมดุลที่คำนวณจากความเข้มข้น (K_c) เสมอ
2. ค่าคงที่สมดุลมีค่าเท่ากับค่าคงที่อัตราเร็วของปฏิกิริยาไปข้างหน้า หารด้วยค่าคงที่ของปฏิกิริยาย้อนกลับ
3. ที่สมดุล อัตราเร็วการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้าและย้อนกลับมีค่าเท่ากันพอดี
4. มีคำตอบถูกมากกว่า 1 ข้อ

13. (Ent ต.ค. 45) เมื่อเปรียบเทียบปฏิกิริยาระหว่าง A + B และ C+ D ในภาชนะปิดที่มีขนาดเท่ากัน 2 ใบ โดยใช้สารตั้งต้นอย่างละ 1 mol พบว่ามีค่าคงที่สมดุล ที่อุณหภูมิ 25 °C และ 500 °C ดังนี้

	K ที่ 25 °C	K ที่ 500 °C
ก. A + B $\rightleftharpoons$ X	0.01	0.001
ข. C + D $\rightleftharpoons$ Y	10	40

ที่สภาวะสมดุล ข้อใดถูกต้อง

1. ความเข้มข้นของ X สูงสุด และปฏิกิริยา ก. เป็นปฏิกิริยาดูดความร้อน
2. ความเข้มข้นของ X สูงสุด และปฏิกิริยา ก. เป็นปฏิกิริยาคายความร้อน
3. ความเข้มข้นของ Y สูงสุด และปฏิกิริยา ข. เป็นปฏิกิริยาดูดความร้อน
4. ความเข้มข้นของ Y สูงสุด และปฏิกิริยา ข. เป็นปฏิกิริยาคายความร้อน

14. (PAT2 มี.ค. 53) จากปฏิกิริยา$N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3 + 92\ kJ$
การรบกวนสมดุลและผลจากการปรับสมดุล ข้อใดถูกต้อง

	การรบกวนสมดุล	ทิศทางการปรับสมดุล	ปริมาณ NH_3 ในสมดุลใหม่เมื่อเทียบกับสมดุลเดิม	ค่าคงที่สมดุล
1.	ลดปริมาตรภาชนะ	เกิดไปทางซ้าย	ลดลง	เปลี่ยนแปลง
2.	เพิ่ม $H_2(g)$	เกิดไปทางขวา	ลดลง	เท่าเดิม
3.	กำจัด $NH_3(g)$ ออกไป	เกิดไปทางซ้าย	เพิ่มขึ้น	เท่าเดิม
4.	ลดอุณหภูมิ	เกิดไปทางขวา	เพิ่มขึ้น	เปลี่ยนแปลง

15. (Ent 32) ที่ความดัน 1 atm และอุณหภูมิ 25 °C

2A(g) + 20 kg $\rightleftharpoons$ B(g) + C(g) $\quad K = 1.0 \times 10^{-10}$

เมื่อเปลี่ยนสภาวะปฏิกิริยาได้ผลดังนี้

สภาวะปฏิกิริยา	ความดัน (atm)	อุณหภูมิ (°C)	K
I	3	25	1.0×10^{-10}
II	5	25	1.0×10^{-5}
III	1	80	1.0×10^{-8}
IV	1	120	1.0×10^{-12}
V	5	150	1.0×10^{-6}

ข้อมูลของสภาวะปฏิกิริยาใดผิด

1. I, III
2. II, IV
3. III, V
4. II, V

16. (PAT2 ต.ค. 53) ถ้าปฏิกิริยาการสลายตัวของ $N_2O_2(g)$ ในภาชนะปิดปริมาตรคงที่ได้เป็น $NO_2(g)$ เป็นปฏิกิริยาดูดความร้อน เมื่อเพิ่มอุณหภูมิให้กับระบบจะเกิดเหตุการณ์ตามข้อใด

1. ความเข้มข้น NO_2 เพิ่มขึ้น, ค่า K_{eq} เพิ่มขึ้น
2. ความเข้มข้น NO_2 เพิ่มขึ้น, ค่า K_{eq} ลดลง
3. ความเข้มข้น NO_2 ลดลง, ค่า K_{eq} เพิ่มขึ้น
4. ความเข้มข้น NO_2 ลดลง, ค่า K_{eq} ลดลง

18. (Ent มี.ค. 47) แก๊ส A และแก๊ส B ทำปฏิกิริยากันได้ 2 แบบ ให้ผลิตภัณฑ์เป็นแก๊ส C และแก๊ส D ตามลำดับ ดังข้อมูลในตาราง

ปฏิกิริยาแบบ	ปฏิกิริยา	พลังงานก่อกัมมันต์ของปฏิกิริยาไปข้างหน้า	ค่าคงที่สมดุล	อัตราการเกิดปฏิกิริยา $(mol\ min^{-1})$
1	A+B+48.0 $\rightleftharpoons$ C	$E_a(1)$	8.3	0.2
2	A + B$\rightleftharpoons$ D+32.0 kJ	$E_a\ (2)$	4.6	6.8

ข้อใดสรุปถูกต้อง

1. $E_a(1) > E_a(2)$ ที่ภาวะสมดุล ความเข้มข้นของ C สูงกว่าความเข้มข้นของ D
2. $E_a(1) > E_a(2)$ ถ้าอุณหภูมิสูงขึ้น ปฏิกิริยาแบบ (1) จะเกิดช้าลง แต่ปฏิกิริยาแบบ (2) จะเกิดเร็วขึ้น
3. $E_a(1) < E_a(2)$ ที่ภาวะสมดุล ความเข้มข้นของ C สูงกว่าความเข้มข้นของ D
4. $E_a(1) < E_a(2)$ ถ้าอุณหภูมิสูงขึ้น ปฏิกิริยาแบบ (1) จะเกิดช้าลง แต่ปฏิกิริยาแบบ (2) จะเกิดเร็วขึ้น

19. (Ent ต.ค. 46) ปฏิกิริยา X เป็นปฏิกิริยาดูดพลังงาน ส่วนปฏิกิริยา Y เป็นปฏิกิริยาคายพลังงาน ถ้าเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของการทดลอง จะมีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยา (R) และค่าคงที่สมดุล (K) ดังข้อใด

	ปฏิกิริยา	อุณหภูมิ	R	K
1.	X (ดูด)	เพิ่มขึ้น	มากขึ้น	มากขึ้น
2.	X (ดูด)	ลดลง	ลดลง	มากขึ้น
3.	Y(คาย)	เพิ่มขึ้น	ลดลง	มากขึ้น
4.	Y(คาย)	ลดลง	มากขึ้น	ลดลง

20. (PAT2 ก.ค. 53) พิจารณาปฏิกิริยาการสลายตัวของโอโซน

โดยอะตอมคลอรีนมีกลไกการเกิดปฏิกิริยา 2 ขั้นดังนี้

ปฏิกิริยาขั้นที่ 1 : $O_3 + Cl \rightleftharpoons O_2 + OCl$ $\quad K_{eq} = a$

ปฏิกิริยาขั้นที่ 2 : $O_3 + OCl \rightleftharpoons 2O_2 + Cl$ $\quad K_{eq} = b$

ปฏิกิริยารวม : $2O_3 \rightleftharpoons 3O_2$ $\quad K_{eq} = c$

c มีค่าเท่าใด

1. ab
2. a + b
3. $\frac{a}{b}$
4. $\frac{1}{ab}$

21. (กสพท. 56) กำหนดให้ ที่อุณหภูมิ 25 °C ปฏิกิริยา (1), (2) และ (3) มีค่าคงที่สมดุล K_1, K_2 และK_3 ตามลำดับ ดังนี้

(1) $A_2(g) + \frac{1}{2}B_2(g) \rightleftharpoons A_2B(g)$ $K_1 = X$

(2) $2BC(g) + B_2(g) \rightleftharpoons 2B_2C(g)$ $K_2 = Y$

(3) $A_2B(g) + BC(g) \rightleftharpoons A_2(g) + B_2C(g)$ $K_3 = ?$

ค่าคงที่สมดุล K_3 มีค่าเท่าใด

1. 2Y – X
2. $\frac{Y}{2} - X$
3. $\frac{Y}{X}$
4. $\frac{\sqrt{Y}}{X}$
5. $\frac{Y}{X^2}$

22. (กสพท. 60) กำหนดค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยาระหว่างกำมะถัน (S) กับซัลไฟด์ไอออน (S^{2-}) ได้ผลิตภัณฑ์ เป็นพอลิซัลไฟด์ (S_2^{2-} และ S_3^{2-}) ดังนี้

$S(s) + S^{2-}(aq) \rightleftharpoons S_2^{2-}(aq)$ $K_1 = 12$

$2S(s) + S^{2-}(aq) \rightleftharpoons S_3^{2-}(aq)$ $K_2 = 132$

ค่าคงที่สมดุล K_3 ของปฏิกิริยาต่อไปนี้มีค่าเท่าใด

$$2S(s) + 2S_2^{2-}(aq) \rightleftharpoons 2S_3^{2-}(aq)$$

1. 0.09
2. 11
3. 22
4. 121
5. 1,584

23. (กสพท. 58) กำหนดให้ K_1, K_2 และ K_3 เป็นค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยาเคมีที่ (1), (2) และ (3) ต่อไปนี้

(1) $2A_2(g) + B_2(g) \rightleftharpoons 2A_2B(g)$ K_1

(2) $A_1(g) + 2B_2(g) \rightleftharpoons 2AB_2(g)$ K_2

(3) $4AB_2(g) \rightleftharpoons 2A_2B + 3B_2(g)$ K_3

ความสัมพันธ์ระหว่างค่าคงที่สมดุล K_1, K_2 และ K_3 ข้อใดถูกต้อง

1. $2K_2 = \frac{K_1}{K_3}$
2. $K_1 = K_2^2K_3$
3. $K_2 = K_1 - \frac{K_3}{2}$
4. $K_1 = K_2^2 + K_3$
5. $K_1 = 2K_2 + K_3$

24. (Ent ต.ค. 47) พิจารณาภาวะสมดุลของสมการต่อไปนี้

ก. $N_2(g) + 3H_2(g) \overset{K_1}{\Leftrightarrow} 2NH_3(g)$

ข. $\frac{1}{2}N_2(g) + \frac{3}{2}H_2(g) \overset{K_2}{\Leftrightarrow} NH_3(g)$

ค. $\frac{1}{3}N_2(g) + H_2(g) \overset{K_3}{\Leftrightarrow} \frac{2}{3}NH_3(g)$

ข้อใดอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างค่าคงที่สมดุล K_1, K_2 และ K_3 ได้ถูกต้อง

1. $K_1 = \sqrt{K_2K_3}$
2. $K_2 = K_1K_3$
3. $K_1 = K_2K_3^3$
4. $K_1 = \sqrt{K_1K_3^3}$

25. (PAT2 มี.ค. 56) พิจารณาสมดุลเคมีต่อไปนี้ (A, B, C, D และ E) เป็นสารประกอบสมมติ

(1) $D(g) + \frac{1}{2}B(g) \rightleftharpoons A(g)$ K = x

(2) $C(g) \rightleftharpoons 2E(g)$ K = y

(3) $\frac{1}{2}D(g) + B(g) \rightleftharpoons E(g)$ K = z

จากสมดุลข้างต้น ค่าคงที่สมดุลของ 2A(g) + 3B(g) ⇌ 2C(g) คือข้อใด

1. $\frac{z^4}{x^2y^2}$
2. $\frac{z}{xy}$
3. $\frac{z^2}{xy}$
4. $\frac{z^2}{x^2y^2}$

26. (Ent มี.ค. 44) กำหนดให้ค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยาต่อไปนี้ ที่อุณหภูมิ 25 °C มีค่า a, b และ C ดังนี้

$2N_2O(g) \rightleftharpoons 2N_2(g) + O_2(g)$	$K_1 = a$
$2N_2O_4(g) \rightleftharpoons 4NO_2(g)$	$K_2 = b$
$N_2(g) + 2O_2(g) \rightleftharpoons 2NO_2(g)$	$K_3 = c$
$2N_2O(g) + 3O_2(g) \rightleftharpoons 2N_2O_4(g)$	$K_4 =$ .....

K_4 มีค่าเท่าใดในเทอม a, b และ c

1. a + c -b
2. a + 2c -b
3. $\frac{ac}{b}$
4. $\frac{ac^2}{b}$

27. (Ent ต.ค. 44) พิจารณาค่า K ของปฏิกิริยาต่อไปนี้

$A(g) + B(g) \rightleftharpoons 2C(g)$ K_1

$D(g) + E(g) \rightleftharpoons A(g) + C(g)$ K_2

$E(g) + F(g) \rightleftharpoons 2B(g) + G(g)$ K_3

ค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยา $3A(g) + F(g) \rightleftharpoons 3C(g) + D(g) + G(g)$ มีค่าเท่าใด

1. $\frac{K_1 \cdot K_3^2}{K_2}$.
2. $\frac{K_1^2 \cdot K_3}{K_2}$
3. $\frac{K_1^2 \cdot K_2}{K_3}$
4. $\frac{K_1 \cdot K_3}{K_2}$

28. (กสพท. 59) กำหนดให้ X และ Y เป็นธาตุสมมติ สมการเคมีและค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยาเคมีของสารที่มี X และ Y เป็นองค์ประกอบ เป็นดังตาราง

สมการเคมี	ค่าคงที่สมดุล
$2X_2(g) + Y_2(g) \rightleftharpoons 2X_2Y(g)$	K_1
$X_2Y_2(g) \rightleftharpoons 2XY_2(g)$	K_2
$X_2(g) + 2Y_2(g) \rightleftharpoons 2XY_2(g)$	K_3
$2X_2Y(g) + 3Y_2(g) \rightleftharpoons 2X_2Y_4(g)$	K_4

ความสัมพันธ์ของค่าคงที่สมดุล ข้อใดถูกต้อง

1. $K_1 \cdot K_2^2 = K_4 \cdot K_3^2$
2. $K_1 \cdot K_4 = (\frac{K_3}{K_2})^2$
3. $\frac{K_1}{K_2} = 2(\frac{K_3}{K_4})$
4. $\frac{K_1}{K_2} = 2K_2 \cdot K_3$
5. $K_1 \cdot K_4 = K_2 \cdot K_3$