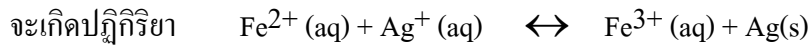


ตะลุมโจทย์เคมี บทที่ 7 สมดุลเคมี
----------------------------------

ตอนที่ 1 สมดุลไดนามิก
-----------------------

**ภาวะสมดุล** คือ ภาวะที่มีระบบคงที่

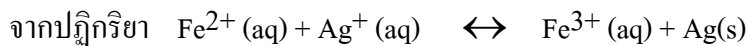
**ตัวอย่างเช่น** เมื่อผสม  $\text{FeSO}_4$  เข้ากับ  $\text{AgNO}_3$  ที่มากเกินไป



- © ในตอนแรก ปฏิกิริยาไปข้างหน้าเกิดมาก เพราะ.....  
 แต่ปฏิกิริยาย้อนกลับเกิดน้อย เพราะ.....
- © ต่อมาปฏิกิริยาไปข้างหน้าจะลดลง เพราะ.....  
 ในขณะที่ปฏิกิริยาย้อนกลับเพิ่ม เพราะ.....
- © ในที่สุด ปฏิกิริยาไปข้างหน้า = ปฏิกิริยาย้อนกลับ  
 ทำให้ระบบมีสมบัติคงที่ คือ ปริมาณสารทุกตัวมีปริมาณคงตัวตลอดเวลา  
 ภาวะเช่นนี้เรียกว่า ภาวะ.....  
 และเนื่องจาก เป็นสมดุลที่เกิดกับปฏิกิริยาเคมี จึงเรียกอีกอย่างว่า .....

<p><b>หมายเหตุ 1)</b> ที่สมดุล ปริมาณสารทุกตัวจะคงที่ แต่ไม่จำเป็นว่าจะต้องเท่ากันทุกสาร สารบางตัวอาจมีมาก บางตัวอาจมีน้อย ก็ได้ แต่ปริมาณที่มีนั้นต้องคงที่ไม่เปลี่ยนแปลง</p> <p><b>2)</b> สารทุกตัวในระบบจะไม่หมดไปจากระบบแม้ว่าจะทิ้งไว้นานเท่าใดก็ตาม</p>
---

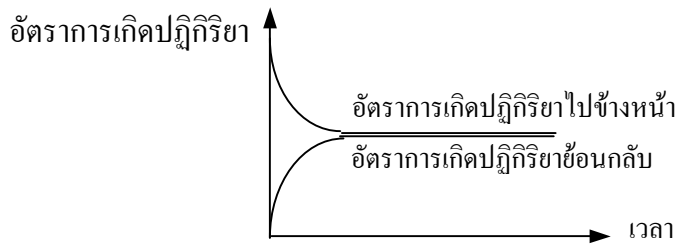
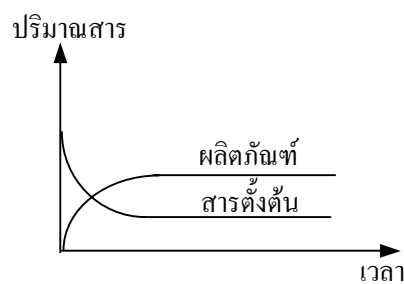
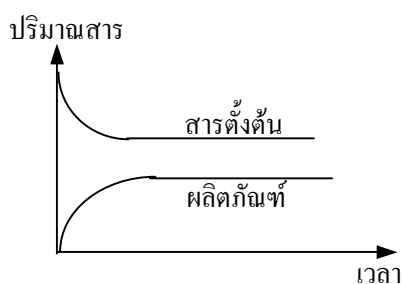
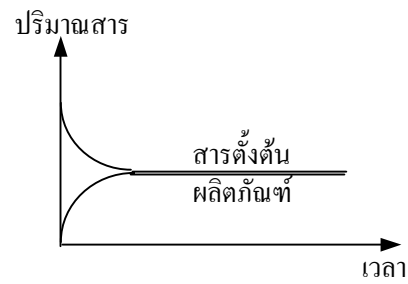
1. ต่อไปนี้ ข้อใดถูกข้อใดผิด



- ..... 1) ในช่วงแรกปฏิกิริยาไปข้างหน้าจะเกิดขึ้นเร็ว เพราะสารตั้งต้นมีความเข้มข้นสูง  
 แต่ปฏิกิริยาย้อนกลับจะเกิดขึ้นช้า เพราะผลิตภัณฑ์มีความเข้มข้นต่ำ
- ..... 2) ต่อมาปฏิกิริยาไปข้างหน้าจะช้าลง แต่ปฏิกิริยาย้อนกลับจะเร็วขึ้น จนในที่สุด  
 อัตราการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้า = อัตราการเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับ  
 เรียกว่า ระบบเข้าสู่ภาวะสมดุล
- ..... 3) ในภาวะสมดุล ระบบจะนิ่งไม่มีการเกิดปฏิกิริยาเคมี

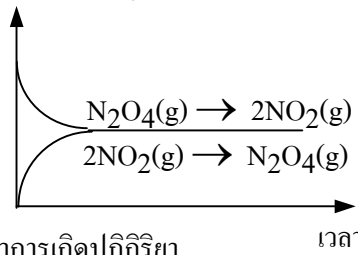
## 2. ต่อไปนี้ ข้อใดถูกข้อใดผิด

- ..... 1) ในภาวะสมดุล ปริมาณสารตั้งต้น และ ผลิตภัณฑ์ จะมีค่าคงตัว  
 ..... 2) ในภาวะสมดุล ปริมาณสารตั้งต้น = ปริมาณผลิตภัณฑ์  
 ..... 3) หากทิ้งระบบไว้นานๆ สารตั้งต้นจะหมดไปเหลือแต่ผลิตภัณฑ์

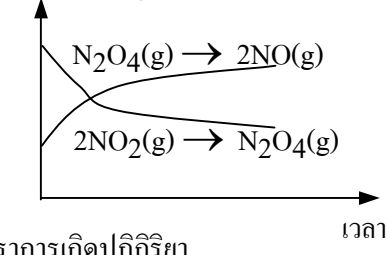
**กราฟของภาวะสมดุล****1. กราฟแสดงอัตราการเกิดปฏิกิริยา****2. กราฟแสดงปริมาณสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์****แบบที่ 1** สารตั้งต้นเหลือน้อยกว่าผลิตภัณฑ์**แบบที่ 2** สารตั้งต้นเหลือมากกว่าผลิตภัณฑ์**แบบที่ 3** สารตั้งต้นเหลือเท่ากับผลิตภัณฑ์

3(En 38) ปฏิกิริยาเคมี  $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g}) \leftrightarrow 2\text{NO}_2(\text{g})$  ดำเนินไปจนสู่ภาวะสมดุล ถ้าสร้างกราฟของอัตราการเกิดปฏิกิริยากับเวลา ควรได้กราฟอย่างไรเมื่อเริ่มต้นปฏิกิริยาด้วย  $\text{N}_2\text{O}_4$  เพียงตัวเดียว

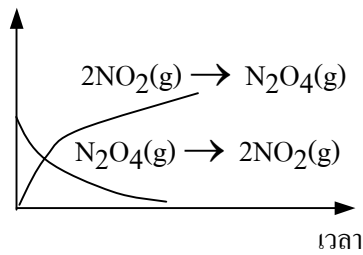
1. อัตราการเกิดปฏิกิริยา



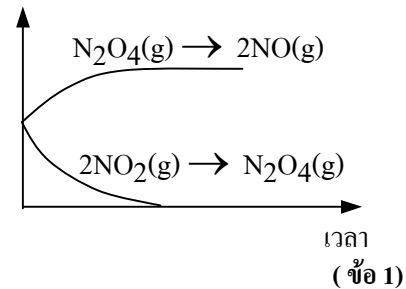
2. อัตราการเกิดปฏิกิริยา



3. อัตราการเกิดปฏิกิริยา

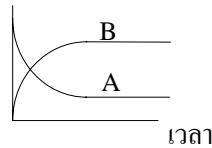


4. อัตราการเกิดปฏิกิริยา

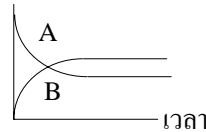


4(มข 41) จากปฏิกิริยา  $\text{A} \leftrightarrow \text{B}$  เมื่อพล็อตกราฟระหว่างความเข้มข้นของ A และความเข้มข้นของ B เทียบกับเวลาได้รูปกราฟเกิดขึ้นดังต่อไปนี้

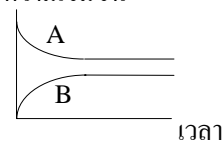
a. ความเข้มข้น



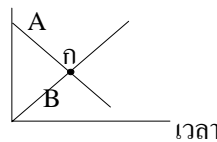
b. ความเข้มข้น



c. ความเข้มข้น



d. ความเข้มข้น



ข้อความต่อไปนี้ข้อความในข้อใดถูกต้อง

(ข้อ 1)

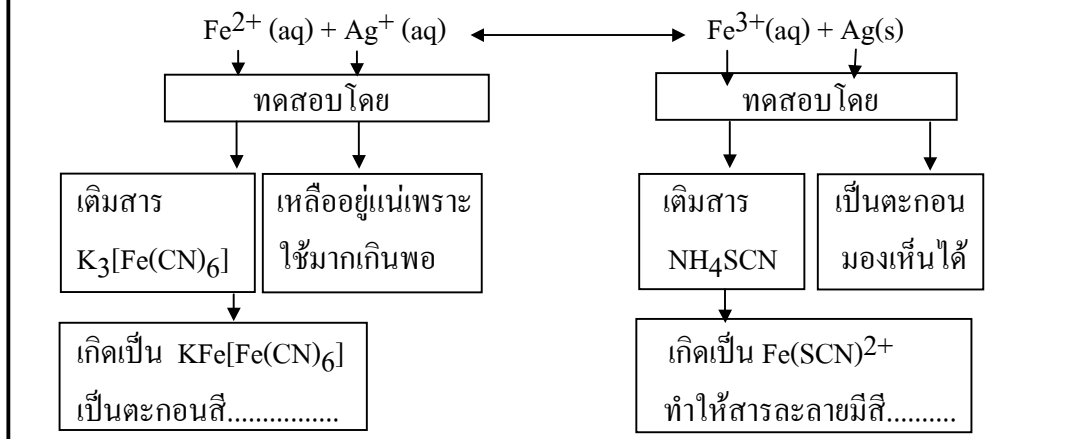
- รูป a , b และ c มีภาวะสมดุลเกิดขึ้น ในขณะที่รูป d ยังไม่ถึงภาวะสมดุล
- มีรูป a เท่านั้น ที่เป็นไปได้สำหรับปฏิกิริยาที่มีภาวะสมดุลเกิดขึ้น
- ในรูป d ที่จุด ก. เป็นจุดที่มีความเข้มข้นของ A และ B มีค่าเท่ากันและเกิดภาวะสมดุลขึ้นที่จุดนี้
- รูป a , b และ d มีภาวะสมดุลเกิดขึ้นที่จุดตัดกันระหว่างความเข้มข้นของ A และ B

5(มข 50) ข้อความใดไม่จำเป็นสำหรับระบบที่อยู่ในที่สมดุล

1. เป็นระบบปิด
2. มีอัตราเร็วของปฏิกิริยาไปข้างหน้าและปฏิกิริยาย้อนกลับเท่ากัน
3. มีความเข้มข้นคงที่
4. มีความเข้มข้นของสารผลิตภัณฑ์เท่ากับสารตั้งต้น

(ข้อ 4)

เนื่องจากภาวะสมดุลไดนามิกมีการหมุนเวียนกลับไปกลับมาสม่ำเสมอ ดังนั้นที่ภาวะสมดุล ปริมาณสารทุกตัวยังคงมีอยู่ไม่มีวันหมดไป เช่น สมดุลของปฏิกิริยาข้างต้น ทั้งสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์ จะมียู่ในระบบตลอดเวลาสามารถพิสูจน์โดย



## ตอนที่ 2 การเปลี่ยนแปลงภาวะสมดุล

การเปลี่ยนแปลงภาวะสมดุล คือ การทำให้ปริมาณสารต่าง ๆ ในภาวะสมดุลซึ่งคงที่เปลี่ยนไป  
\*ปัจจัยที่ทำให้ภาวะสมดุลเปลี่ยนมี 3 ประการคือ\*

- 1) การเพิ่มหรือลด.....
- 2) การเพิ่มหรือลด.....
- 3) การเพิ่มหรือลด.....

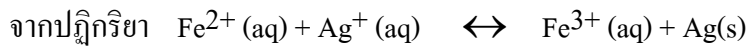
การเปลี่ยนแปลงภาวะสมดุลจะเป็นไปตามหลักของ “เลอว์ชาเตอริเยร์” คือ

“ เมื่อระบบที่อยู่ในภาวะสมดุลถูกรบกวนโดยมีปัจจัยที่มีผลต่อภาวะสมดุลของระบบ ระบบจะเกิดการเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางที่จะลดผลกระทบนั้นแล้วเข้าสู่สมดุลใหม่อีกครั้งหนึ่ง ”

จำง่าย ๆ ถ้าเราเพิ่มอะไรก็ตามให้แก่ระบบ ระบบจะพยายามลดสิ่งนั้นลง

ถ้าเราลดอะไรของระบบลง ระบบจะพยายามสร้างสิ่งนั้นชดเชยกับสิ่งที่สูญเสียไป

6. จงเติมคำลงในช่องว่างต่อไปนี้ให้ถูกต้องและได้ใจความ



1) เมื่อเติม  $\text{Fe}^{2+}$  สมดุลจะเลื่อนไปทาง .....

ปริมาณ  $\text{Fe}^{2+}$ .....  $\text{Ag}^+$ .....  $\text{Fe}^{3+}$ .....  $\text{Ag}$ .....

2) เมื่อเติม  $\text{Ag}^+$  สมดุลจะเลื่อนไปทาง .....

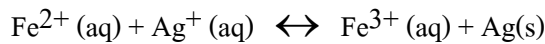
ปริมาณ  $\text{Fe}^{2+}$ .....  $\text{Ag}^+$ .....  $\text{Fe}^{3+}$ .....  $\text{Ag}$ .....

3) เมื่อเติม  $\text{Fe}^{3+}$  สมดุลจะเลื่อนไปทาง .....

ปริมาณ  $\text{Fe}^{2+}$ .....  $\text{Ag}^+$ .....  $\text{Fe}^{3+}$ .....  $\text{Ag}$ .....

ตอบ 1. ขวา, เพิ่ม, ลด, เพิ่ม, เพิ่ม 2. ขวา, ลด, เพิ่ม, เพิ่ม, เพิ่ม 3. ซ้าย, เพิ่ม, เพิ่ม, เพิ่ม, ลด

7. หากเติม  $\text{Ag}(\text{s})$  ลงในสมดุลต่อไปนี้ สมดุลจะเลื่อนไปทางใด (ไม่เปลี่ยนแปลง)

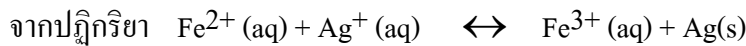


8. เติมน้ำตาลลงในน้ำเชื่อมที่อิ่มตัวที่มีผลึกของน้ำตาลอยู่ จะทำให้สมดุลเปลี่ยนแปลง

หรือไม่

(ไม่)

9. จงเติมคำลงในช่องว่างต่อไปนี้ให้ถูกต้องและได้ใจความ



1) เมื่อลด  $\text{Fe}^{2+}$  สมดุลจะเลื่อนไปทาง .....

ปริมาณ  $\text{Fe}^{2+}$ .....  $\text{Ag}^+$ .....  $\text{Fe}^{3+}$ .....  $\text{Ag}$ .....

2) เมื่อลด  $\text{Ag}^+$  สมดุลจะเลื่อนไปทาง .....

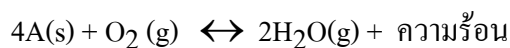
ปริมาณ  $\text{Fe}^{2+}$ .....  $\text{Ag}^+$ .....  $\text{Fe}^{3+}$ .....  $\text{Ag}$ .....

3) เมื่อลด  $\text{Fe}^{3+}$  สมดุลจะเลื่อนไปทาง .....

ปริมาณ  $\text{Fe}^{2+}$ .....  $\text{Ag}^+$ .....  $\text{Fe}^{3+}$ .....  $\text{Ag}$ .....

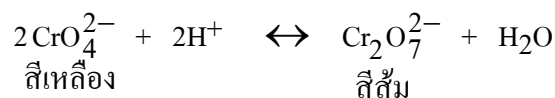
ตอบ 1. ซ้าย, ลด, เพิ่ม, ลด, ลด 2. ซ้าย, เพิ่ม, ลด, ลด, ลด 3. ขวา, ลด, ลด, ลด, เพิ่ม

10. ในเติม  $\text{CaCl}_2$  (เป็นสารลดความชื้น) ลงในปฏิกิริยาต่อไปนี้ ผลจะเป็นอย่างไร

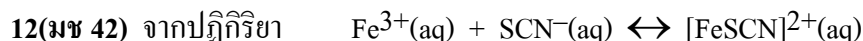


(เลื่อนขวา)

11(มข 32) ผลการทดลองต่อไปนี้

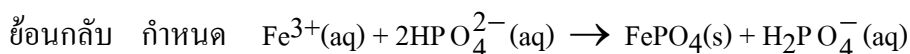


ถ้าเติม NaOH 6 mol/l 10 หยด ลงในสารผสมของปฏิกิริยา ผลคือ ปฏิกิริยาจะดำเนินไปทางด้านขวา หรือด้านซ้ายและสารละลาย จะมีสีอะไร (ซ้าย , เหลือง)



สีเหลืองอ่อน ไม่มีสี สีแดงเลือดนก

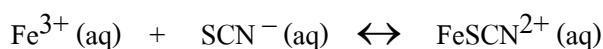
การกระทำในข้อใดมีผลทำให้สีแดงของสารละลายจางลง อันเนื่องมาจากการเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับ กำหนด  $Fe^{3+}(aq) + 2HPO_4^{2-}(aq) \rightarrow FePO_4(s) + H_2P O_4^{-}(aq)$



A. เติมน้ำ B. เติม  $HP O_4^{2-}$  C. เติม KSCN

1. A 2. B 3. A , B 4. B , C (ข้อ 3)

13(มข 36) ในการทดลองเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงภาวะสมดุลโดยผสมสารละลาย  $Fe(NO_3)_3$  เข้ากับ  $NH_4 SCN$  ได้สมดุลดังนี้

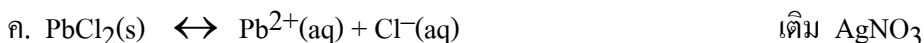
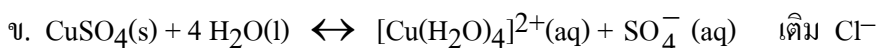


สีเหลือง ไม่มีสี สีแดง

เมื่อเติมสารละลายไดโซเดียมไฮโดรเจนฟอสเฟต ( $Na_2 HPO_4$ ) ลงไปจะเกิดผลตามข้อใด

1. สีแดงเข้มขึ้นเนื่องจาก  $Na_2 HPO_4$  ทำปฏิกิริยากับ  $Fe^{3+}$
2. สีแดงจางลงเนื่องจาก  $Na_2 HPO_4$  ทำปฏิกิริยากับ  $FeSCN^{2+}$
3. สีแดงจางลงเนื่องจาก  $Na_2 HPO_4$  ทำปฏิกิริยากับ  $Fe^{3+}$
4. สีแดงเข้มขึ้นเนื่องจาก  $Na_2 HPO_4$  ทำปฏิกิริยากับ  $SUN^{-}$  (ข้อ 3)

14(มข 43) พิจารณาข้อมูลต่อไปนี้



เมื่อเติมสารต่าง ๆ ในแต่ละข้อลงในสมการที่อยู่ทีสมดุลแล้วข้อที่แสดงว่าปฏิกิริยาดำเนินไปทางซ้ายคือข้อใด

1. ก และ ข 2. ข และ ค 3. ค และ ง 4. ก และ ง (ข้อ 4)

15.  $CaCO_3(s) \leftrightarrow Ca^{2+}(aq) + CO_3^{2-}(aq)$  หากเติมน้ำลงไป สมดุลจะเลื่อนไปทางใด (เลื่อนขวา)

16. จงเติมคำลงในช่องว่างต่อไปนี้ให้ถูกต้องและได้ใจความ

- จากสมการ  $2\text{NO}_2(\text{g}) \leftrightarrow \text{N}_2\text{O}_4(\text{g})$   
เมื่อความดันเพิ่ม สมดุลจะเลื่อนไปทาง..... เมื่อลดความดันจะเลื่อนไปทาง.....
- จากสมการ  $2\text{NH}_3(\text{g}) \leftrightarrow \text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g})$   
เมื่อความดันเพิ่ม สมดุลจะเลื่อนไปทาง..... เมื่อลดความดันจะเลื่อนไปทาง.....
- จากสมการ  $\text{N}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \leftrightarrow 2\text{NO}(\text{g})$   
เมื่อความดันเพิ่ม สมดุลจะเลื่อนไปทาง..... เมื่อลดความดันจะเลื่อนไปทาง.....
- จากสมการ  $\text{BiCl}_3(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \leftrightarrow \text{BiOCl}(\text{s}) + 2\text{HCl}(\text{aq})$   
เมื่อความดันเพิ่ม สมดุลจะเลื่อนไปทาง..... เมื่อลดความดันจะเลื่อนไปทาง.....
- จากสมการ  $3\text{Fe}(\text{s}) + 4\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \leftrightarrow \text{Fe}_3\text{O}_4(\text{s}) + 4\text{H}_2(\text{g})$   
เมื่อความดันเพิ่ม สมดุลจะเลื่อนไปทาง..... เมื่อลดความดันจะเลื่อนไปทาง.....

ตอบ 1. ขวา,ซ้าย 2. ซ้าย,ขวา 3. ไม่เลื่อน 4. ขวา,ซ้าย 5. ไม่เลื่อน

17(มข 39) ถ้าเพิ่มความดันให้แก่ระบบแล้ว ปฏิกริยาข้อใดที่จะเพิ่มปริมาณผลิตภัณฑ์

- $2\text{CO}(\text{g}) + 2\text{NO}(\text{g}) \leftrightarrow 2\text{CO}_2(\text{g}) + \text{N}_2(\text{g})$
- $\text{C}_2\text{H}_4(\text{g}) \leftrightarrow \text{C}_2\text{H}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g})$
- $\text{C}(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g}) \leftrightarrow \text{CO}_2(\text{g})$
- $3\text{Fe}(\text{s}) + 4\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \leftrightarrow \text{Fe}_3\text{O}_4(\text{s}) + 4\text{H}_2(\text{g})$  (ข้อ 1)

18(มข 38) ปฏิกริยาที่ภาวะสมดุลที่อุณหภูมิคงที่ต่อไปนี้ ปฏิกริยาใดหากมีการขยายปริมาตร จากเดิมเป็นสองเท่าจะมีการเปลี่ยนแปลงทิศทางของปฏิกริยาไปทางขวามือ

- $\text{H}_2(\text{g}) + \text{CO}_2(\text{g}) \leftrightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{g}) + \text{CO}(\text{g})$
- $\text{PCl}_5(\text{g}) \leftrightarrow \text{PCl}_3(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g})$
- $\text{H}_2(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) \leftrightarrow 2\text{HCl}(\text{g})$
- $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \leftrightarrow 2\text{NH}_3(\text{g})$  (ข้อ 2)

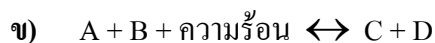
19. ก)  $\text{A} + \text{B} \leftrightarrow \text{C} + \text{D} + \text{ความร้อน}$

เพิ่มอุณหภูมิทำให้สมดุลเลื่อนไปทาง..... (ซ้าย)

ด้วยอัตราการเกิดปฏิกริยา..... (เร็ว)

ลดอุณหภูมิทำให้สมดุลเลื่อนไปทาง..... (ขวา)

ด้วยอัตราการเกิดปฏิกริยา..... (ช้า)



เพิ่มอุณหภูมิทำให้สมดุลเลื่อนไปทาง..... (ขวา)

ด้วยอัตราการเกิดปฏิกิริยา..... (เร็ว)

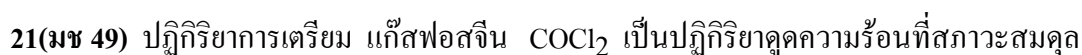
ลดอุณหภูมิทำให้สมดุลเลื่อนไปทาง..... (ซ้าย)

ด้วยอัตราการเกิดปฏิกิริยา..... (ช้า)



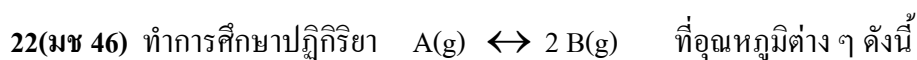
ข้อใดต่อไปนี้ผิด

1. ปฏิกิริยานี้เป็นปฏิกิริยาคายความร้อน
2. การลดอุณหภูมิทำให้เกิดก๊าซ แอมโมเนียมากขึ้น
3. การเพิ่มความดันทำให้เกิดก๊าซแอมโมเนียน้อยลง
4. การผลิตก๊าซแอมโมเนียสามารถใช้เหล็กเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาได้ (ข้อ 3)



มีสมการเป็น  $CO(g) + Cl_2(g) \leftrightarrow COCl_2(g)$  ข้อสรุปใดไม่ถูกต้อง

1. การเพิ่มแก๊สคลอรีนจะทำให้เกิด  $COCl_2$  เพิ่มขึ้น
2. เมื่อลดความดัน ปฏิกิริยาจะดำเนินไปทางขวามือ
3. เมื่อเพิ่มอุณหภูมิ ปฏิกิริยาจะดำเนินไปทางขวามือ
4. เมื่อเพิ่มแก๊ส CO ทำให้ปฏิกิริยาดำเนินไปทางขวามือ (ข้อ 2)



อุณหภูมิ (°C)	[A] , M	[B] , M
300	0.10	0.80
400	0.070	0.70
500	0.25	0.50

พิจารณาข้อความต่อไปนี้

- ก. ปฏิกิริยานี้เป็นปฏิกิริยาคายความร้อน
- ข. ปฏิกิริยานี้เป็นปฏิกิริยาคูดความร้อน
- ค. เมื่อเพิ่มความดันของก๊าซ A ปฏิกิริยาจะไปทางขวามือ
- ง. เมื่อลดความดันของก๊าซ A ปฏิกิริยาจะไปทางขวามือ



26(En 42/2) ผลของตัวเร่งปฏิกิริยาที่มีต่อปฏิกิริยาที่ผันกลับได้ ปฏิกิริยาหนึ่งจะเป็นดังข้อใด

ในแง่ของอัตราของปฏิกิริยา และการเปลี่ยนแปลงภาวะสมดุลของระบบ (ข้อ 2)

	อัตราของปฏิกิริยาไปข้างหน้า	อัตราของปฏิกิริยาย้อนกลับ	ภาวะสมดุลของระบบ
1.	เร็วขึ้น	ไม่เปลี่ยนแปลง	เคลื่อนไปทางขวา
2.	เร็วขึ้น	เร็วขึ้น	ไม่เปลี่ยนแปลง
3.	ไม่เปลี่ยนแปลง	เร็วขึ้น	เคลื่อนไปทางซ้าย
4.	เร็วขึ้น	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง

### ตอนที่ 3 ค่าคงที่ของสมดุล

**ความหมาย** กำหนดให้ปฏิกิริยา  $aA + bB \leftrightarrow cC + dD$  อยู่ในภาวะสมดุล

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

**ข้อสังเกตเกี่ยวกับค่าคงที่ของสมดุล (K)**

1. กรณีของปฏิกิริยาเนื้อผสม ค่า K จะขึ้นกับความเข้มข้นของสารที่เป็นก๊าซ (g) และสารละลาย (aq) เท่านั้น เพราะสารที่เป็นของแข็ง (s) กับของเหลว (l) จะมีความเข้มข้นที่คงที่ จึงไม่ทำให้ค่า K เปลี่ยนแปลงได้
2. ค่า K ที่หามาได้นี้ ใช้ความเข้มข้นหา จึงเรียกค่า  $K_c$
3. ถ้าเป็นปฏิกิริยาของก๊าซความดันต่ำ อาจใช้ความดันหาค่า K ก็ได้

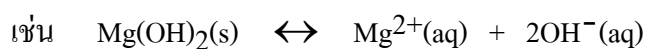
$$K_p = K_c (RT)^{\Delta N}$$

เมื่อ  $\Delta N =$  โมลผลิตภัณฑ์ - โมลสารตั้งต้น

$$R = \text{ค่าคงที่ของก๊าซ} = 0.0821 \text{ Lit.atm / mol. K}$$

T = อุณหภูมิ (เคลวิน)

4. กรณีของสารที่ละลายน้ำได้น้อย

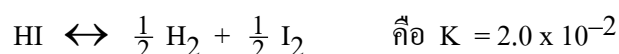


$$K_{sp} = [Mg^{2+}][OH^-]^2$$

เนื่องจากเป็นค่าคงที่ของการละลาย จึงเรียก  $K_{sp}$  (Solubility Product Constant)

5. หากนำจำนวนจริง  $n$  ใด ๆ คูณสมการโดยตลอด จะได้ว่า  $K_{\text{ใหม่}} = K_{\text{เดิม}}^n$
6. ถ้าเขียนสมการกลับด้าน ค่า  $K$  จะกลับเศษเป็นส่วน และ ส่วนเป็นเศษเสมอ
7. ถ้านำ 2 สมการ มาบวกกัน ค่า  $K_{\text{รวม}}$  จะเท่ากับค่า  $K$  ย่อย ๆ ของแต่ละสมการคูณกัน
- เช่น สมมุติ  $A \leftrightarrow B + C$  มีค่าคงที่สมดุล =  $K_1$   
 $C + D \leftrightarrow E$  มีค่าคงที่สมดุล =  $K_2$
- ถ้านำสมการ ① + ② เป็น  $A + C + D \leftrightarrow B + C + E$  จะได้ว่า  $K_{\text{รวม}} = K_1 \cdot K_2$
- ถ้านำสมการ ① - ② เป็น  $A - C - D \leftrightarrow B + C - E$  จะได้ว่า  $K_{\text{รวม}} = K_1 \div K_2$

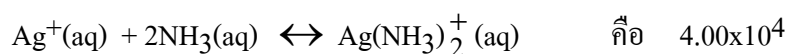
27(มข 48) กำหนดค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยา



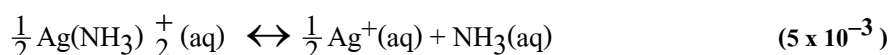
ค่าคงที่สมดุลของ  $2HI \leftrightarrow H_2 + I_2$  เป็นเท่าใด

1.  $1.0 \times 10^{-1}$       2.  $1.0 \times 10^{-2}$       3.  $4.0 \times 10^{-2}$       4.  $4.0 \times 10^{-4}$       (ข้อ 4)

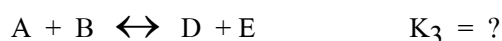
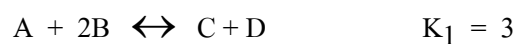
28(มข 42) กำหนดค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยา



จงหาค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยาต่อไปนี้



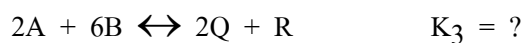
29. กำหนดปฏิกิริยาที่สภาวะสมดุล



ค่าของ  $K_3$  คือข้อใด

1. 3                      2. 5                      3. 15                      4. 45                      (ข้อ 3)

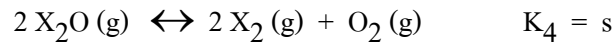
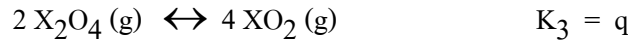
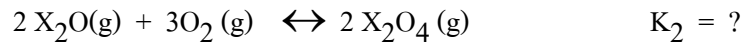
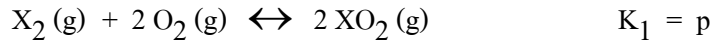
30(มข 43) กำหนดปฏิกิริยาที่สภาวะสมดุล



ค่าของ  $K_3$  คือข้อใด

1. 100                      2. 1.60                      3. 0.16                      4. 0.05                      (ข้อ 3)

31(มข 47) ธาตุสมมุติ X รวมกับ ออกซิเจน มีสมการตามที่กำหนดให้ 4 สมการดังนี้



$K_2$  มีค่าตามข้อใด

1.  $sp/q$                       2.  $sp^2/q$                       3.  $2sp/q$                       4.  $2p + q + s$                       (ข้อ 2)

### ขั้นตอนการคำนวณเกี่ยวกับค่าคงที่สมดุล

**ขั้น 1** ต้องเปลี่ยนปริมาณสารที่ต้องใช้เป็นความเข้มข้นหน่วย โมล/ลิตร เสมอ

โดยใช้  $c = \frac{\text{จำนวนโมล}}{\text{ปริมาตรสารละลาย(ลิตร)}}$  และ  $n = \frac{g}{m} = \frac{N}{6.02 \times 10^{23}} = \frac{V}{22.4}$

เมื่อ  $n$  = จำนวนโมล                      ,                       $g$  = มวลสารที่มีอยู่ (กรัม)

$m$  = มวลโมเลกุล หรือ มวลอะตอม                      ,                       $N$  = จำนวนโมเลกุล

$V$  = ปริมาตรก๊าซ ( $dm^3$ , Lit)

**ขั้น 2** ต้องหาความเข้มข้นของสารที่จะใช้หลังสมดุล

**ขั้น 3** เขียนสูตรหาค่าคงที่สมดุล แล้วแทนค่าความเข้มข้นของสารต่าง ๆ ลงไป

32(มข 40) เมื่อผสมก๊าซ A และก๊าซ B เข้าด้วยกันในภาชนะขนาด  $500 \text{ cm}^3$  ที่อุณหภูมิ  $70^\circ\text{C}$  เมื่อเข้าสู่ภาวะสมดุล พบว่ามีก๊าซ A , B และ C เท่ากับ 2 , 2.5 และ 4 โมล ตามลำดับ จงคำนวณหาค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยาที่กำหนดให้  $A + 2B \leftrightarrow 2C$  (0.64)

33(มข 47) พิจารณาสมการ  $H_2 + I_2 \leftrightarrow 2HI$  ซึ่งยังไม่ได้ดุล มีค่าคงที่สมดุลเท่ากับ 4.5 ที่  $28^\circ\text{C}$  เมื่อก๊าซผสมเข้าสู่สมดุลแล้วในภาชนะ  $4 \text{ dm}^3$  พบว่ามี  $HI = 1.2 \text{ mol}$  และ  $I_2 = 0.4 \text{ mol}$  อยากทราบว่า มี  $H_2$  อยู่ที่  $\text{mol/dm}^3$  (0.2)

34(มข 38) ที่อุณหภูมิที่กำหนดให้ปฏิกิริยา  $\text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g}) \leftrightarrow 2\text{HI}(\text{g})$  มีค่าคงที่สมดุล  $K = 9.0$  ที่อุณหภูมินี้พบว่าที่ภาวะสมดุลมี 0.60 โมล ของ HI และ 0.40 โมล ของ  $\text{H}_2$  ในปริมาตร  $2.0 \text{ dm}^3$  จงหาจำนวนโมลของ  $\text{I}_2$  ที่ภาวะสมดุลนี้

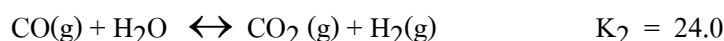
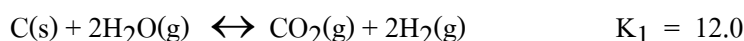
1. 0.40                      2. 0.17                      3. 0.10                      4. 0.085                      (ข้อ 3)

35(มข 43) ปฏิกิริยา  $\text{N}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{NO}(\text{g})$  เกิดที่  $1000^\circ\text{C}$  มีค่าคงที่สมดุล  $= 5.0 \times 10^{-3}$  ถ้ามี  $\text{N}_2$  14.0 กรัม และ NO 15.0 กรัม ในภาชนะ  $1.0 \text{ dm}^3$  จะมี  $\text{O}_2$  อยู่กี่โมล (100)

36(มข 45) ปฏิกิริยาสลายตัวของหินปูน  $[\text{CaCO}_3(\text{s})]$  ปริมาณ 10.00 กรัม ได้ปูนขาว  $[\text{CaO}(\text{s})]$  และก๊าซ  $[\text{CO}_2(\text{g})]$  เกิดขึ้นในภาชนะปิดขนาด  $1 \text{ dm}^3$  ที่  $252^\circ\text{C}$  และมีค่าคงที่สมดุลเท่ากับ  $0.022 \text{ mol/dm}^3$  จงคำนวณหาปริมาณ  $\text{CaO}(\text{s})$  ที่เกิดขึ้นภายในภาชนะที่ภาวะสมดุลในหน่วยมิลลิกรัม [มวลอะตอม  $\text{Ca}=40$  ,  $\text{O}=16$  ,  $\text{C}=12$ ] (1232)

37(มข 44) พิจารณาปฏิกิริยา  $\text{C}(\text{s}) + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g})$  เมื่อเริ่มต้นปฏิกิริยามี  $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$  อยู่ 9.00 กรัม และมี  $\text{C}(\text{s})$  อยู่มากเกินพอ บรรจุในภาชนะปิดปริมาตร  $2 \text{ dm}^3$  ที่อุณหภูมิ T ณ. ภาวะสมดุล จะมี  $\text{CO}(\text{g})$  เกิดขึ้นกี่กรัม

กำหนดให้ ที่อุณหภูมิ T

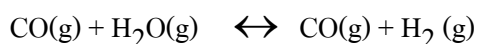


1.  $14(\sqrt{1.25} - 0.5)$                       2.  $14(\sqrt{3} - 1)$   
3.  $28(\sqrt{1.25} - 0.5)$                       4.  $28(\sqrt{3} - 1)$                       (ข้อ 2)

38(มข 35)  $\text{X}(\text{aq}) + \text{Y}(\text{aq}) \leftrightarrow 2\text{Z}(\text{aq}) + \text{A}(\text{aq})$

เมื่อนำสารละลาย X  $0.010 \text{ mol/dm}^3$   $20 \text{ cm}^3$  สารละลาย Y  $0.020 \text{ mol/dm}^3$   $20 \text{ cm}^3$  สารละลาย Z  $0.040 \text{ mol/dm}^3$   $10 \text{ cm}^3$  และสารละลาย A a  $\text{mol/dm}^3$   $50 \text{ cm}^3$  มาผสมกันจะได้ระบบซึ่งอยู่ในภาวะสมดุลพอดี ค่าคงที่ของสมดุลของปฏิกิริยานี้เท่ากับ 0.14 จงหาค่าของ a (0.14)

39(มข 46) ค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยาข้างล่างนี้ที่  $1100 \text{ K}$  มีค่าเป็น 0.25



ถ้าผสม CO 1.00 โมล  $\text{H}_2\text{O}$  1.00 โมล ,  $\text{CO}_2$  2.00 โมล และ  $\text{H}_2$  2.00 โมล เข้าด้วยกันที่อุณหภูมิดังกล่าว จงคำนวณจำนวนโมลของ  $\text{H}_2(\text{g})$  ที่สมดุล (1)

40(มข 42) กำหนดสมการ  $\text{SO}_2 + \text{NO}_2 \leftrightarrow \text{SO}_3 + \text{NO}$  และให้ความเข้มข้นเริ่มต้นของ  $\text{SO}_2$  เป็น  $0.5 \text{ mol/dm}^3$  และ  $\text{NO}_2$  เป็น  $0.6 \text{ mol/dm}^3$  เมื่อปฏิกิริยาสิ้นสุดลงมี  $\text{NO}_2$  เหลือ  $0.2 \text{ mol/dm}^3$  จงหาค่าคงที่สมดุล (8)

41(มข 49) ถ้าผสมสาร P จำนวน 1.2 โมล กับสาร Q จำนวน 1.6 โมล ในภาชนะ  $2 \text{ dm}^3$  เพื่อศึกษาปฏิกิริยา  $\text{P} + 2\text{Q} \leftrightarrow 2\text{R}$  เมื่อเข้าสู่สมดุลความเข้มข้นของ R วัดได้  $0.40 \text{ mol/dm}^3$  จงคำนวณค่าคงที่สมดุล (2.5)

42(มข 39) ที่ภาวะสมดุล สาร A ทำปฏิกิริยากับสาร B ในอัตราส่วน 1 ต่อ 2 mol ได้สาร C 2 mol ถ้าผสมสาร A 1.0 mol กับสาร B 1.8 mol ในภาชนะ  $2 \text{ dm}^3$  เมื่อถึงภาวะสมดุลความเข้มข้นของ C เป็น  $0.81 \text{ mol/dm}^3$  จงคำนวณค่าคงที่สมดุล (852.63)

43(มข 36) ปฏิกิริยา  $2\text{CO}_2(\text{g}) \leftrightarrow 2\text{CO}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$  ในภาชนะ  $1 \text{ dm}^3$  เริ่มต้นด้วย  $\text{CO}_2$  1.0 mol เมื่อถึงภาวะสมดุลที่อุณหภูมิหนึ่ง พบว่ามี  $\text{O}_2$  เกิดขึ้น  $5.6 \text{ dm}^3$  ที่ STP ค่า K ของปฏิกิริยานี้เป็นเท่าใด ( $\text{C} = 12$ ,  $\text{O} = 16$ )

1. 0.12                      2. 0.25                      3. 0.50                      4. 0.75                      (ข้อ 2)

44(มข 37) ปฏิกิริยา  $\text{Cl}_2(\text{g}) \leftrightarrow 2\text{Cl}(\text{g})$  มีค่า  $K = 1.21 \times 10^{-6}$  ที่  $1000^\circ\text{C}$  ถ้าใส่  $\text{Cl}_2$  1.0 mol ในภาชนะขนาด  $1 \text{ dm}^3$  ที่ภาวะสมดุล  $\text{Cl}_2$  จะสลายตัวไปกี่ mol

1.  $1.1 \times 10^{-3}$               2.  $1.21 \times 10^{-6}$               3.  $1.1 \times 10^{-6}$               4.  $5.5 \times 10^{-4}$               (ข้อ 4)

45(มข 44) จากการทดลองศึกษาสมดุลของปฏิกิริยาระหว่าง  $\text{H}_2(\text{g})$  กับ  $\text{I}_2(\text{g})$  เกิดเป็น  $\text{HI}(\text{g})$  ที่อุณหภูมิหนึ่งได้ผลดังตาราง

การทดลองที่	ความเข้มข้นเริ่มต้น ( $\text{mol/dm}^3$ )		ความเข้มข้นที่สมดุล ( $\text{mol/dm}^3$ )		
	$\text{H}_2(\text{g})$	$\text{I}_2(\text{g})$	$\text{H}_2(\text{g})$	$\text{I}_2(\text{g})$	$\text{HI}(\text{g})$
1	$2.00 \times 10^{-2}$	$1.4 \times 10^{-2}$	ไม่ได้วัด	ไม่ได้วัด	$20.0 \times 10^{-2}$
2.	ไม่ได้วัด	ไม่ได้วัด	$0.9 \times 10^{-2}$	$0.01 \times 10^{-2}$	ไม่ได้วัด

จากข้อมูลในตารางความเข้มข้นเริ่มต้นของ  $\text{I}_2(\text{g})$  ในการทดลองที่ 2 มีค่าเท่ากับ  $A \times 10^{-2} \text{ mol/dm}^3$  A มีค่าเท่ากับเท่าไร (0.16)

ประโยชน์ของค่า K

$$\text{เนื่องจาก } K = \frac{[\text{ผลิตภัณฑ์}]}{[\text{สารตั้งต้น}]}$$

ดังนั้น ถ้าค่า  $K > 1$  แสดงว่า  $[\text{ผลิตภัณฑ์}] > [\text{สารตั้งต้น}]$  คือ เกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้าได้ดี

ถ้าค่า  $K < 1$  แสดงว่า  $[\text{ผลิตภัณฑ์}] < [\text{สารตั้งต้น}]$  คือ เกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้าได้น้อย

46(มข 37) ปฏิกิริยา  $\text{Cl}_2(\text{g}) \leftrightarrow 2\text{Cl}(\text{g})$  มีค่า  $K = 1.21 \times 10^{-6}$  ที่  $1000^\circ\text{C}$  ถ้าใส่  $\text{Cl}_2$  1.0 mol ในภาชนะขนาด  $1 \text{ dm}^3$  ที่ภาวะสมดุล  $\text{Cl}_2$  จะสลายตัวไปกี่ mol (ข้อ 4.)

1.  $1.1 \times 10^{-3}$       2.  $1.21 \times 10^{-6}$       3.  $1.1 \times 10^{-6}$       4.  $5.5 \times 10^{-4}$

ก็คือในปริมาตร 1 ลิตร  $\text{Cl}_2$  จะสลายตัวไป  $5.5 \times 10^{-4}$  mol นั้นเอง

โปรดทราบว่า การประมาณค่าเช่น  $1 - x \approx 1$  จะทำได้ก็ต่อเมื่อ  $\frac{[\text{สารตั้งต้น}]}{K} > 1000$  เท่านั้น หากมีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 1000 จะประมาณค่าเช่น  $1 - x \approx 1$  ไม่ได้ ต้องคำนวณตรง

47(มข 48) ปฏิกิริยาการเตรียมแอมโมเนียเป็นดังสมการ  $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \leftrightarrow 2\text{NH}_3$

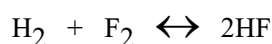
ที่อุณหภูมิหนึ่ง มีค่าคงที่สมดุลเป็น  $6.02 \times 10^{-2} \text{ L}^2/\text{mol}^2$  เมื่อเริ่มปฏิกิริยาโดยการเติม  $\text{N}_2$  และ  $\text{H}_2$  ชนิดละเท่า ๆ กัน และตั้งทิ้งไว้ให้ระบบเข้าสู่สมดุล ได้ความเข้มข้นของก๊าซทั้ง 3 ชนิด ดังตาราง

ก๊าซ	ความเข้มข้น (mol/L)	
	เริ่มต้น	ที่สมดุล
$\text{N}_2$	1.00	x
$\text{H}_2$	1.00	y
$\text{NH}_3$	–	z

ข้อสรุปใดถูกต้อง

1.  $y > x$       2.  $y > z$       3.  $z > x$       4.  $x = y$  (ข้อ 2)

48(มข 48) กำหนดปฏิกิริยาระหว่าง  $\text{H}_2$  กับ  $\text{F}_2$  ดังนี้



เมื่อเติมสารทั้งสามชนิด ชนิดละ 3.00 mol ในภาชนะขนาด  $1.5 \text{ dm}^3$  และทิ้งไว้จนกระทั่งระบบเข้าสู่สมดุล พบว่ามี HF อยู่  $4.50 \text{ mol/dm}^3$  จงหาค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยา (36)



$$K_p = \frac{(\text{ความดันของไนโตรเจนไดออกไซด์})^2}{(\text{ความดันของไดไนโตรเจนเตตรอกออกไซด์})}$$

จงหาค่า  $K_p$ 

(2)

#### ตอนที่ 4 การเปลี่ยนแปลงค่าคงที่ของสมดุล

กระบวนการ	การเปลี่ยนแปลงสมดุล	การเปลี่ยนแปลงค่าคงที่ของสมดุล (K)
เพิ่มลดความเข้มข้น	✓	✗
เพิ่มลดความดัน	✓	✗
เพิ่มลดอุณหภูมิ	✓	✓
กะตะไลต์	✗	✗

✓ คือ มีการเปลี่ยนแปลง

✗ คือ ไม่มีการเปลี่ยนแปลง

54(มข 36) ปฏิกิริยา  $C(s) + H_2O(g) \leftrightarrow CO(g) + H_2(g)$  เป็นปฏิกิริยาคูดความร้อนสถานะใดที่จะทำให้ค่าคงที่ของสมดุลเพิ่มขึ้น

1. เพิ่ม  $H_2O(g)$
2. เพิ่มปริมาตร
3. เพิ่มอุณหภูมิ
4. ทุกสถานะในข้อ 1, 2 และ 3 (ข้อ 3)

55(มข 39) ผลการทดลองการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ และค่า K ของปฏิกิริยา  $P(g) \leftrightarrow Q(g)$  แสดงในตาราง

อุณหภูมิ °C	ค่าคงที่สมดุล
$T_1$	$1.2 \times 10^{-4}$
$T_2$	$2.4 \times 10^{-2}$
$T_3$	$3.6 \times 10^{-1}$
$T_4$	$9.0 \times 10$

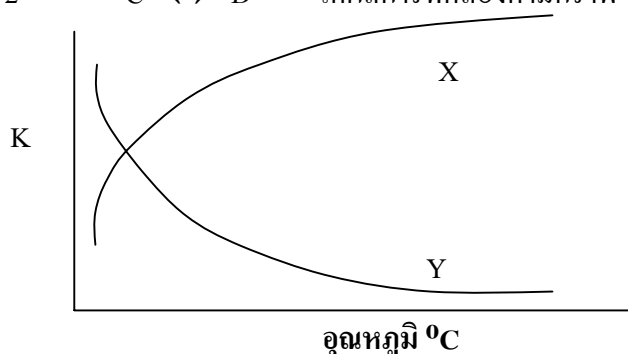
ถ้าปฏิกิริยานี้เป็นปฏิกิริยาคูดความร้อน การเรียงลำดับของอุณหภูมิที่ถูกต้อง คือ

1.  $T_1 = T_2 = T_3 = T_4$
2.  $T_1 < T_2 < T_3 < T_4$
3.  $T_1 > T_2 > T_3 > T_4$
4.  $T_1 \leq T_2 \leq T_3 \leq T_4$  (ข้อ 2)

56(มข 47) พิจารณากราฟระหว่างค่าคงที่สมดุล K กับอุณหภูมิของปฏิกิริยา

สมการที่ 1       $A \leftrightarrow B$       ได้ผลการทดลองตามกราฟ X

สมการที่ 2       $C \leftrightarrow D$       ได้ผลการทดลองตามกราฟ Y



ข้อความที่สรุปได้ถูกต้องคือข้อใด

(ข้อ 4)

1. เมื่อเพิ่มอุณหภูมิให้กับสมการที่ 2 ผลลัพธ์จะเพิ่มขึ้น
2. เมื่อลดอุณหภูมิให้กับสมการที่ 1 ผลลัพธ์จะเพิ่มขึ้น
3. กราฟ X ได้จากการศึกษาปฏิกิริยาคายความร้อน และกราฟ Y ได้จากปฏิกิริยาดูดความร้อน
4. ลดอุณหภูมิในสมการที่ 2 และเพิ่มอุณหภูมิในสมการที่ 1 จะได้ผลลัพธ์มากขึ้น

57(มข 41) ปฏิกิริยาต่อไปนี้  $4 \text{NH}_3(\text{g}) + 3 \text{O}_2(\text{g}) \leftrightarrow 2 \text{N}_2(\text{g}) + 6 \text{H}_2\text{O}(\text{g})$

มีค่าคงที่สมดุลที่  $25^\circ\text{C}$  เท่ากับ  $1 \times 10^{28}$  ถ้าเพิ่มความดันของปฏิกิริยานี้ที่  $25^\circ\text{C}$

ข้อความต่อไปนี้ข้อความใดถูกต้อง

1. จะเกิด  $\text{NH}_3(\text{g})$  เพิ่มขึ้น เป็นผลให้ค่าคงที่ของสมดุลนี้ลดลง
2. จะเกิด  $\text{O}_2(\text{g})$  ลดลง เป็นผลทำให้ค่าคงที่ของสมดุลนี้เพิ่มขึ้น
3. จะเกิด  $\text{N}_2(\text{g})$  เพิ่มขึ้น เป็นผลทำให้ค่าคงที่ของสมดุลนี้เพิ่มขึ้น
4. จะเกิด  $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$  ลดลง เป็นผลทำให้ค่าคงที่ของสมดุลนี้เท่าเดิม

(ข้อ 4)

58(มข 50) จากสมการ  $\text{Ag}_2\text{CO}_3(\text{s}) \leftrightarrow \text{Ag}_2\text{O}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$

กำหนด  $K_p$  เป็นค่าคงที่ของสมดุลที่ใช้ความดันมีค่า  $3.16 \times 10^{-3} \text{ atm}$  ที่  $298 \text{ K}$  แต่มีค่า

$1.48 \text{ atm}$  ที่  $500 \text{ K}$  ข้อความใดถูกต้อง

1. ผลผลิตของคาร์บอนไดออกไซด์จะเพิ่มเมื่อเพิ่มความดัน
2. ผลผลิตของคาร์บอนไดออกไซด์ไม่ขึ้นกับอุณหภูมิ

3. ปฏิกิริยาไปข้างหน้าเป็นปฏิกิริยาคูดความร้อน

4. ค่า  $K_p$  ขึ้นกับปริมาณของ  $Ag_2CO_3$  (ข้อ 3)

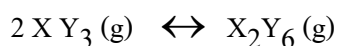
59(มข 44) ระบบต่อไปนี้อยู่ในภาวะสมดุล  $CO(g) + 2 H_2O(g) + \text{พลังงาน} \leftrightarrow CH_3OH(l)$

ข้อใดถูกต้องที่สุดเกี่ยวกับสิ่งที่เกิดขึ้น เมื่อมีการรบกวนภาวะสมดุลด้วยวิธีการต่างๆ (ข้อ 3)

การรบกวนสมดุล	ภาวะสมดุล	ทิศทางของปฏิกิริยา	ค่าคงที่สมดุล	อัตราการเกิดปฏิกิริยา
1. เติมแก๊ส $H_2$ ที่มีอุณหภูมิเท่ากับระบบ	เปลี่ยน	ไปข้างหน้า	เปลี่ยน	ไม่เปลี่ยน
2. เติมแก๊ส He ที่มีอุณหภูมิเท่ากับระบบ	ข้อมูลไม่เพียงพอ	ข้อมูลไม่เพียงพอ	ไม่เปลี่ยน	ไม่เปลี่ยน
3. หล่อภาชนะด้วยน้ำเย็น	เปลี่ยน	ย้อนกลับ	ลดลง	ลดลง
4. เติมผลเหล็กที่มีอุณหภูมิเท่ากับระบบลงในภาชนะ	เปลี่ยน	ข้อมูลไม่เพียงพอ	ไม่เปลี่ยน	เร็วขึ้น

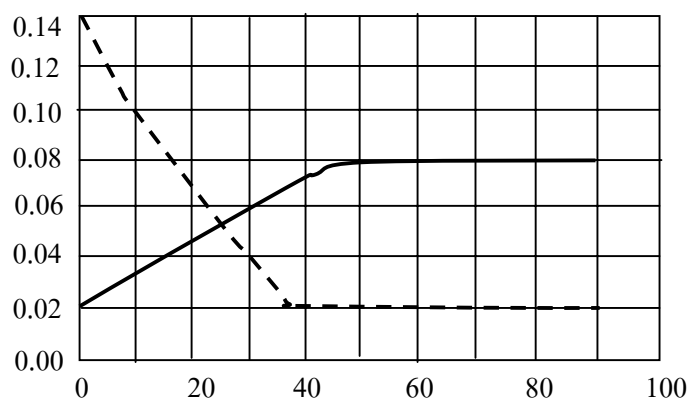
**คำชี้แจง** ข้อมูลต่อไปนี้ใช้ในการตอบคำถาม 2 ข้อถัดไป

จากการทดลองเพื่อหาภาวะสมดุลของปฏิกิริยา



ที่อุณหภูมิ  $25^\circ C$  และความดัน 1.5 บรรยากาศได้ผลการทดลองดังแสดงในกราฟข้างล่างนี้

ความเข้มข้น ( $mol/dm^3$ )



เวลา (นาที)

60(มข 35) ค่าคงที่ของสมดุลของปฏิกิริยานี้จะเท่ากับเท่าใด

ก.  $4.0 \times 10^2 \text{ dm}^3 / \text{mol}$

ข.  $2.5 \times 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$

ค.  $2.0 \times 10^2 \text{ dm}^3 / \text{mol}$

ง.  $2.8 \times 10^{-2} \text{ mol/dm}^3$

(ข้อ ค)

61(มข 35) ข้อความต่อไปนี้ข้อความใด ถูกต้อง เมื่อเพิ่มความดันของระบบนี้เป็น 2.0 บรรยากาศที่อุณหภูมิคงที่ ค่าคงที่ของสมดุลใหม่จะเป็นอย่างไร

ก. เท่าเดิมเพราะค่าคงที่ของสมดุลเป็นค่าคงที่เสมอที่อุณหภูมิคงที่

ข. เพิ่มขึ้นเพราะความเข้มข้นของ  $xy_3$  ลดลงค. ลดลงเพราะความเข้มข้นของ  $x_2 y_6$  เพิ่มขึ้นง. ลดลงเพราะความเข้มข้นของ  $xy_3$  เพิ่มขึ้น

(ข้อ ก)