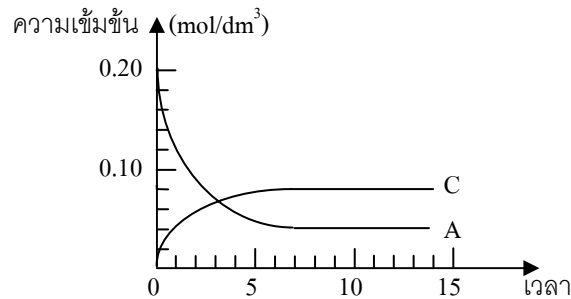




1. ลักษณะทั่วไปของภาวะสมดุล

- 1.1 ที่อุณหภูมิหนึ่งๆ เมื่อระบบเข้าสู่ภาวะสมดุล **สมบัติต่างๆของระบบจะคงที่** (แต่ไม่จำเป็นต้องเท่ากัน)
- 1.2 ณ ภาวะสมดุล การเปลี่ยนแปลงของปฏิกิริยายังคงเกิดขึ้นตลอดเวลา เรียกว่า **ภาวะสมดุลไดนามิก (dynamic equilibrium)** โดย
อัตราการผลิตปฏิกิริยาไปข้างหน้า = อัตราการผลิตปฏิกิริยาย้อนกลับ
- 1.3 ภาวะสมดุลจะเกิดขึ้นใน **ระบบปิด** และเกิด **การเปลี่ยนแปลงแบบผันกลับได้**
ดังนั้น ที่ภาวะสมดุลจะมีสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์ทุกชนิดอยู่ในระบบ
- 1.4 ระบบสามารถเข้าสู่สมดุลได้เอง ไม่ว่าจะเริ่มจากการเปลี่ยนแปลงไปข้างหน้าหรือย้อนกลับ

ตัวอย่างข้อสอบ 1. กราฟที่แสดงต่อไปนี้สอดคล้องกับปฏิกิริยาในข้อใด (ต.ค. 2541)



- | | |
|-----------------------------------|------------------------------------|
| 1. $2A + B \leftrightarrow C + D$ | 2. $2A + B \leftrightarrow 2C + D$ |
| 3. $A + B \leftrightarrow C + D$ | 4. $A + 2B \leftrightarrow 2C + D$ |

ตอบ ข้อ 1

วิธีคิด โจทย์กำหนดกราฟความเข้มข้นกับเวลาของ A และ C โดย ความเข้มข้นของ A ลดลง ส่วนความเข้มข้นของ C เพิ่มขึ้น จนกระทั่งเข้าสู่ภาวะสมดุล ซึ่งความเข้มข้นของ A และ C คงที่ แสดงว่า A เป็นสารตั้งต้น และ C เป็นผลิตภัณฑ์

$$\text{สาร A ที่เกิดปฏิกิริยาไป} = (0.20 - 0.04) = 0.16 \text{ mol/dm}^3$$

$$\text{สาร C ที่เกิดจากปฏิกิริยา} = 0.08 \text{ mol/dm}^3$$

$$\text{mol A} : \text{mol C} = 0.16 : 0.08 = 2 : 1$$

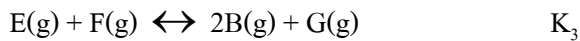
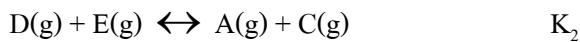
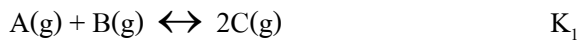
ดังนั้น ปฏิกิริยาที่สอดคล้องกับกราฟนี้คือ ข้อ 1: $2A + B \leftrightarrow C + D$

2. ค่าคงที่สมดุลมีความสัมพันธ์กับสมการเคมี

1. เมื่อเขียนสมการกลับทิศทางกัน ค่าคงที่สมดุลจะเป็นส่วนกลับของกันและกัน
2. เมื่อคูณสมการ (1) ด้วย n ค่าคงที่สมดุลของสมการที่ได้ $= K_1^n$
3. เมื่อนำสมการตั้งแต่ 2 สมการมารวมกัน ค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยารวมเท่ากับผลคูณของค่าคงที่สมดุลของแต่ละปฏิกิริยา



ตัวอย่างข้อสอบ 2. พิจารณาค่า K ของปฏิกิริยาต่อไปนี้



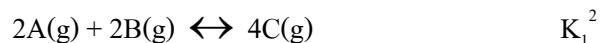
ค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยา $3A(g) + F(g) \leftrightarrow 3C(g) + D(g) + G(g)$ มีค่าเท่าใด (ต.ค. 2544)

1. $K_1 \cdot K_3^2 / K_2$ 2. $K_1^2 \cdot K_3 / K_2$ 3. $K_1^2 \cdot K_2 / K_3$ 4. $K_1 \cdot K_3 / K_2$

ตอบ ข้อ 2

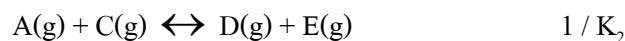
วิธีคิด จากสมการที่โจทย์กำหนดค่า K ให้ เราต้องจัดให้มีรูปแบบเช่นเดียวกับสมการที่โจทย์ต้องการให้หาค่า K

สมการที่ 1 : คูณด้วย 2 ค่า K ของสมการที่ได้ เท่ากับ K เดิม ยกกำลัง 2

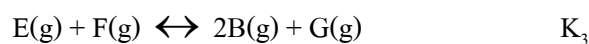


สมการที่ 2 : กลับสมการเพื่อให้ D(g) เป็นผลิตภัณฑ์เหมือนในสมการที่ต้องการหาค่า K

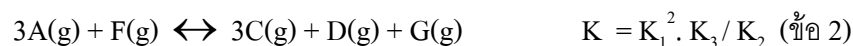
ค่า K เป็นส่วนกลับของ K เดิม



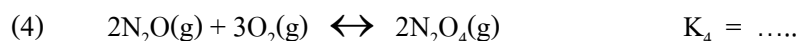
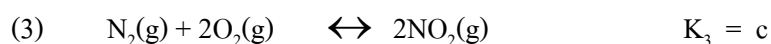
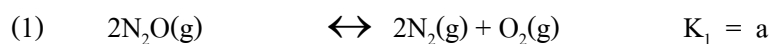
สมการที่ 3 : คงเดิม



รวมสมการทั้งสามจะได้สมการที่ต้องการหาค่า K ค่า K ของสมการรวม = ผลคูณของ K ของแต่ละสมการ



ตัวอย่างข้อสอบ 3. กำหนดให้ค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยาต่อไปนี้ ที่อุณหภูมิ 25°C มีค่า a b และ c ดังนี้



K_4 มีค่าเท่าใดในเทอม a b และ c (มี.ค. 2544)

1. $a + c - b$ 2. $a + 2c - b$ 3. ac/b 4. ac^2/b

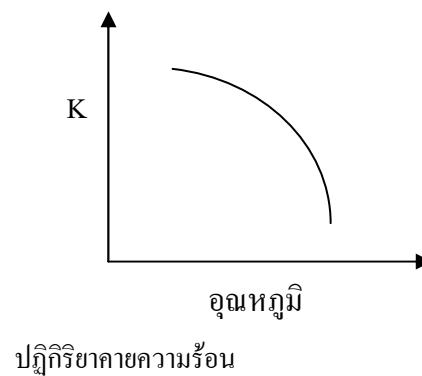
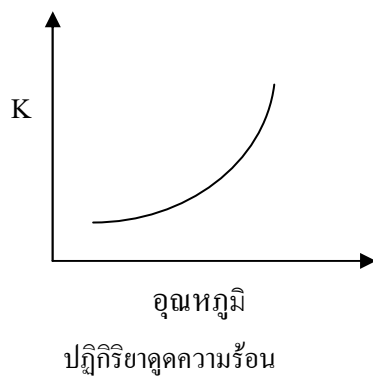
ตอบ ข้อ 4



วิธีคิด	(1)	$2\text{N}_2\text{O}(\text{g})$	\leftrightarrow	$2\text{N}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$	$K_1 = a$
	- (2)	$4\text{NO}_2(\text{g})$	\leftrightarrow	$2\text{N}_2\text{O}_4(\text{g})$	$K = 1/K_2 = 1/b$
	2 x (3)	$2\text{N}_2(\text{g}) + 4\text{O}_2(\text{g})$	\leftrightarrow	$4\text{NO}_2(\text{g})$	$K = K_3^2 = c^2$
	(4)	$2\text{N}_2\text{O}(\text{g}) + 3\text{O}_2(\text{g})$	\leftrightarrow	$2\text{N}_2\text{O}_4(\text{g})$	$K_4 = ac^2/b$

3 ค่าคงที่สมดุล ขึ้นกับอุณหภูมิ การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของระบบจะทำให้ระบบเสียสมดุล และทำให้ค่าคงที่สมดุลเปลี่ยนแปลง ซึ่งการเปลี่ยนแปลงนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของปฏิกิริยา

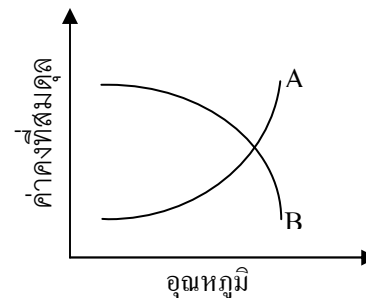
1. ปฏิกิริยาคูดความร้อน ค่าคงที่สมดุลจะเพิ่มขึ้น เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น
2. ปฏิกิริยาคายความร้อน ค่าคงที่สมดุลจะลดลง เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น



ตัวอย่างข้อสอบ 4. พิจารณากราฟระหว่างค่าคงที่สมดุลกับ

อุณหภูมิต่อไปนี้ ข้อสรุปใดถูก (มี.ค. 2544)

1. กราฟ A ได้จากปฏิกิริยาคายความร้อน และกราฟ B ได้จากปฏิกิริยาคูดความร้อน
2. เมื่อเพิ่มอุณหภูมิให้กับกราฟ A จะได้ผลิตภัณฑ์มากขึ้น
3. เมื่อเพิ่มอุณหภูมิให้กับกราฟ B จะได้ผลิตภัณฑ์มากขึ้น
4. เมื่อเพิ่มอุณหภูมิให้กับกราฟ A และลดอุณหภูมิให้กับกราฟ B จะได้ผลิตภัณฑ์มากขึ้น



ตอบ ข้อ 4

วิธีคิด กราฟ A ค่าคงที่สมดุลเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น กราฟ B ค่าคงที่สมดุลลดลงเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น ดังนั้น กราฟ A ได้จากปฏิกิริยาคูดความร้อน เมื่อเพิ่มอุณหภูมิ จะได้ผลิตภัณฑ์มากขึ้น

กราฟ B ได้จากปฏิกิริยาคายความร้อน เมื่อลดอุณหภูมิ จะได้ผลิตภัณฑ์มากขึ้น

4 หลักของเลอชาเตอลิเยร์ กล่าวว่า เมื่อระบบที่อยู่ในภาวะสมดุลถูกรบกวนโดยการเปลี่ยนแปลงปัจจัยที่มีผลต่อภาวะสมดุล ระบบจะเกิดการเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางที่จะลดผลของการรบกวนนั้น เพื่อให้เข้าสู่ภาวะสมดุลอีกครั้งหนึ่ง



- 4.1 ถ้าเพิ่มความเข้มข้นของสารใดสารหนึ่งในระบบ ระบบจะเกิดการเปลี่ยนแปลงในทิศทางที่ลดความเข้มข้นของสารนั้นเพื่อกลับเข้าสู่สมดุลใหม่ โดยค่า K ไม่เปลี่ยนแปลง
- 4.2 การเปลี่ยนแปลงความดันของระบบจะมีผลต่อภาวะสมดุลเฉพาะ ระบบที่มีแก๊สเป็นองค์ประกอบ และจำนวนโมลของสารตั้งต้นที่เป็นแก๊สและจำนวนโมลของผลิตภัณฑ์ที่เป็นแก๊สไม่เท่ากัน ถ้าเพิ่มความดัน (ลดปริมาตร หรือ เติมแก๊สเฉื่อย) ให้แก่ระบบ ระบบจะเสียดุล ระบบจะเกิดการเปลี่ยนแปลงในทิศทางที่ลดจำนวนโมลของแก๊ส เพื่อกลับเข้าสู่สมดุลใหม่ โดยค่า K ไม่เปลี่ยนแปลง
- 4.3 ถ้าเพิ่มอุณหภูมิให้แก่ระบบ ระบบจะเสียดุล ระบบจะปรับตัวเพื่อกลับเข้าสู่สมดุลใหม่โดยเกิดการเปลี่ยนแปลงประเภทดูดความร้อน
- 4.4 ตัวเร่งปฏิกิริยาไม่มีผลต่อภาวะสมดุล

ตัวอย่างข้อสอบ 5. เกลือซิลเวอร์คลอไรด์ (AgCl) สามารถละลายน้ำได้เล็กน้อยและแตกตัวดังสมการ



ที่ภาวะสมดุลในการทดลองครั้งหนึ่งพบว่า มีของแข็ง AgCl อยู่ a กรัม ถ้าเติมสารละลาย NaCl ลงไป โดยอุณหภูมิคงที่ จะมีของแข็ง AgCl กี่กรัม (ต.ค. 2541)

1. น้อยกว่า a แต่ยังไม่เหลืออยู่
2. มากกว่า a
3. เท่ากับ a
4. เท่ากับศูนย์ (ไม่เหลือเลย)

ตอบ ข้อ 2

วิธีคิด AgCl ละลายน้ำ แตกตัวให้ Ag^+ และ Cl^- จนเข้าสู่ภาวะสมดุล มี AgCl a กรัม ถ้าเติมสารละลาย NaCl ซึ่งประกอบด้วย Na^+ และ Cl^- ลงไปที่อุณหภูมิคงที่ Cl^- ซึ่งเป็นไอออนร่วมจะทำให้ระบบเสียดุล ตามหลักของเลอชาเตอลิเยร์ ระบบจะปรับตัวโดยเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับเพื่อลดผลของการรบกวน ทำให้เกิดของแข็ง AgCl เพิ่มมากขึ้น นั่นคือ จะมีของแข็ง AgCl มากกว่า a

ตัวอย่างข้อสอบ 6. ปฏิกิริยา $2\text{NO} + \text{O}_2 \leftrightarrow 2\text{NO}_2$

เกิดขึ้นที่อุณหภูมิห้อง ถ้าความดันของระบบเพิ่มขึ้นโดยเติมแก๊สไนโตรเจน แต่ปริมาตรและอุณหภูมิเหมือนเดิม ข้อสรุปใดถูก (2541)

1. ภาวะสมดุลไม่เปลี่ยน
2. ภาวะสมดุลเปลี่ยนโดย NO_2 แยกสลาย
3. ภาวะสมดุลเปลี่ยนโดย NO รวมตัวกับ O_2 มากขึ้น
4. ภาวะสมดุลเปลี่ยนโดยค่าคงที่สมดุลเพิ่มขึ้น

ตอบ ข้อ 3

วิธีคิด ระบบนี้มีแก๊ส และจำนวนโมลของแก๊สที่เป็นสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์ไม่เท่ากัน ดังนั้นการเพิ่มความดันของระบบจะทำให้ภาวะสมดุลเปลี่ยน ระบบจะปรับตัวกลับเข้าสู่สมดุลใหม่โดยเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้า (NO รวมตัวกับ O_2 ให้ NO_2) เพื่อลดความดัน (ลดจำนวนโมลของแก๊ส)



ตัวอย่างข้อสอบ 7. แก๊ส X และ Y ทำปฏิกิริยาได้แก๊ส Z ดังสมการ $X(g) + 3Y(g) \leftrightarrow 2z(g)$

ถ้าให้ X และ Y อย่างละ 0.1 mol ทำปฏิกิริยากันในกระบอกสูบขนาด 500 cm^3 จนเข้าสู่สภาวะสมดุล
ข้อใดถูกต้อง (ต.ค. 2543)

1. เมื่อขยายปริมาตรของกระบอกสูบจะได้ Z น้อยลง
2. ค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยานี้แปรผันโดยตรงกับความเข้มข้นของ Z และแปรผกผันกับ X และ Y
3. ที่ภาวะสมดุลจะมีแต่แก๊ส X และ Z ในกระบอกสูบ
4. ถ้าเพิ่มปริมาณสารตั้งต้น Y เป็น 0.3 mol ที่สภาวะสมดุลใหม่ X และ Y จะทำปฏิกิริยากันหมดพอดี

ตอบ ข้อ 1

วิธีคิด

1. เมื่อขยายปริมาตร ความดันของระบบจะลดลง จากสมการที่กำหนดให้ ระบบนี้มีแก๊สเกี่ยวข้องและจำนวนโมลของแก๊สที่เป็นสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์ไม่เท่ากัน ดังนั้น การลดความดันจะรบกวนสมดุล ระบบจะปรับตัวกลับเข้าสู่สมดุลใหม่เพื่อเพิ่มความดัน โดยเกิดปฏิกิริยาในทิศทางที่ทำให้จำนวนโมลของแก๊สเพิ่มขึ้น นั่นคือ เกิดปฏิกิริยาย้อนกลับ $2Z(g) \rightarrow X(g) + 3Y(g)$ ทำให้จำนวนโมลของ Z ลดลง

2. ปฏิกิริยานี้มีค่าคงที่สมดุล $K = \frac{[Z]^2}{[X][Y]^3}$

ดังนั้น K แปรผันโดยตรงกับ $[Z]^2$ และแปรผกผันกับ $[X]$ และ $[Y]^3$

3. และ 4. ที่ภาวะสมดุลต้องมีสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์ทุกชนิดในระบบ

5 การคำนวณเกี่ยวกับสมดุลเคมี ส่วนใหญ่จะเกี่ยวข้องโดยตรงกับค่าคงที่สมดุล ความเข้มข้นเริ่มต้น และความเข้มข้นที่ภาวะสมดุล หลักการคำนวณเกี่ยวกับสมดุลเคมีโดยทั่วไปมักเป็นดังนี้

ขั้นที่ 1 หาความเข้มข้นของสารต่างๆ เป็น mol/dm^3

ขั้นที่ 2 เขียนและดุลสมการเคมีให้ถูกต้อง

ขั้นที่ 3 จากสมการพิจารณาว่าสารใดใช้ไปและเกิดขึ้นใหม่ อย่างละเท่าไร

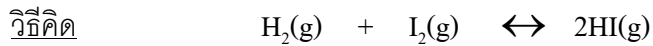
ขั้นที่ 4 หาความเข้มข้นของสารทุกชนิดที่ภาวะสมดุล

ขั้นที่ 5 แทนค่าความเข้มข้นที่ภาวะสมดุลลงในอัตราส่วนแสดงค่า K และคำนวณสิ่งที่ต้องการ

ตัวอย่างข้อสอบ 8. ในปฏิกิริยาที่ผันกลับได้ต่อไปนี้ $H_2(g) + I_2(g) \leftrightarrow 2HI(g)$ ถ้าเริ่มต้นปฏิกิริยาด้วย H_2 2 โมล และ I_2 1 โมล เมื่อปฏิกิริยาเข้าสู่สภาวะสมดุลจะมี HI เกิดขึ้นกี่โมล (มี.ค. 2542)

1. 1
2. 2
3. น้อยกว่า 2
4. มากกว่า 2 แต่น้อยกว่า 4

ตอบ ข้อ 3



เริ่มต้น 2 โมล 1 โมล -

ถ้าปฏิกิริยาเกิดสมบูรณ์ I_2 จะเป็นสารจำกัดปริมาณ I_2 1 โมล จะทำให้เกิด HI 2 โมล แต่ในภาวะสมดุล HI บางส่วนจะเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับไปเป็น H_2 และ I_2 ทำให้ที่สภาวะสมดุลมี HI น้อยกว่า 2 โมล

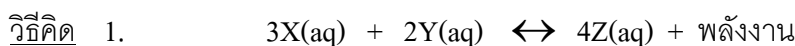
ตัวอย่างข้อสอบ 9. พิจารณาปฏิกิริยา : $3\text{X}(\text{aq}) + 2\text{Y}(\text{aq}) \leftrightarrow 4\text{Z}(\text{aq}) + \text{พลังงาน}$

ถ้าเริ่มการทดลองด้วยสารละลาย X และ Y เข้มข้น 2.5 และ 5 mol dm⁻³ ตามลำดับ เมื่อปฏิกิริยาเข้าสู่ภาวะสมดุล พบว่ามี Z เกิดขึ้น 2 mol dm⁻³

ข้อใดถูก (ต.ค. 2544)

1. ที่ภาวะสมดุล $[\text{X}] = 1.0 \text{ mol dm}^{-3}$, $[\text{Y}] = 4.0 \text{ mol dm}^{-3}$
2. ถ้าเติม X ลงไปอีก 1 mol ที่สมดุลใหม่ Z จะมีความเข้มข้นลดลง
3. ถ้าเติม Y ลงไปอีก 1 mol ที่สมดุลใหม่ ค่าคงที่สมดุลจะมีค่าน้อยกว่า 1
4. ถ้าเพิ่มอุณหภูมิให้ระบบ ระบบจะปรับตัวในทิศทางที่ทำให้ความเข้มข้นของธาตุ Z เพิ่มขึ้น

ตอบ ข้อ 1



เริ่มต้น 2.5 5 - mol/dm³

เปลี่ยนแปลง -1.5 -1 +2 mol/dm³

สมดุล 1 4 2 mol/dm³ (ข้อ 1 ถูก)

2. ถ้าเติม X ลงไปอีก 1 mol ระบบจะเสียสมดุล และปรับตัวเข้าสู่สมดุลใหม่โดยเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้าเพื่อลด X ดังนั้นที่สมดุลใหม่ Z จะมีความเข้มข้นเพิ่มขึ้น (ข้อ 2 ผิด)
3. จากข้อ 1 $K = [\text{Z}]^4 / [\text{X}]^3 [\text{Y}]^2 = (2)^4 / (1)^3 (4)^2 = 1$
ถ้าเติม Y ลงไปอีก 1 mol ระบบจะเสียสมดุล แต่ไม่ทำให้ K เปลี่ยนแปลง (ข้อ 3 ผิด)
4. ถ้าเพิ่มอุณหภูมิให้ระบบ ระบบจะปรับตัวในทิศทางที่เกิดปฏิกิริยาดูดความร้อน นั่นคือ เกิดปฏิกิริยาย้อนกลับ ดังนั้น ความเข้มข้นของธาตุ Z จะลดลง (ข้อ 4 ผิด)



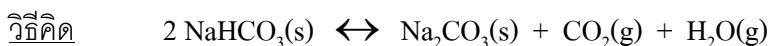
ตัวอย่างข้อสอบ 10. เผา NaHCO_3 ได้แก๊ส CO_2 ดังสมการ



ที่อุณหภูมิ 100°C มีค่าคงที่สมดุลเท่ากับ $0.04 \text{ mol}^2 \text{ dm}^{-6}$ ถ้าเผา NaHCO_3 หนัก 50 g ในภาชนะปิดขนาด 1 dm^3 ที่ภาวะสมดุล NaHCO_3 สลายตัวไปร้อยละเท่าใดโดยน้ำหนัก (ต.ค. 2544)

1. 3.36 2. 6.72 3. 33.6 4. 67.2

ตอบ ข้อ 4



เริ่มต้น	50/84	-	-	mol/dm^3
เปลี่ยนแปลง	-2x	+x	+x	mol/dm^3
สมดุล	$50/84 - 2x$	x	x	mol/dm^3

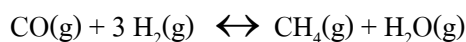
$$K = [\text{CO}_2][\text{H}_2\text{O}] = 0.04$$

$$x^2 = 0.04 \quad ; \quad x = 0.2 \text{ mol/dm}^3$$

ที่สมดุล NaHCO_3 สลายตัวไป = $2x = 2(0.2) = 0.4 \text{ mol} = 0.4 \times 84 = 33.6 \text{ g}$ ในภาชนะ 1 dm^3

$$\% \text{ การสลายตัวของ } \text{NaHCO}_3 = \frac{33.6}{50} \times 100 = 67.2 \% \text{ โดยน้ำหนัก}$$

ตัวอย่างข้อสอบ 11. ปฏิกิริยาระหว่างแก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์กับไฮโดรเจนเป็นดังสมการ



บรรจุแก๊ส CO 1.00 mol และแก๊ส H_2 3.00 mol ลงในภาชนะขนาด 10.00 dm^3 ที่อุณหภูมิหนึ่ง เมื่อระบบเข้าสู่ภาวะสมดุลพบว่า มีน้ำเกิดขึ้น 7.2 g จงหาว่าที่ภาวะสมดุลจะมีจำนวนโมลของ CO H_2 CH_4 และ H_2O รวมกันทั้งหมดเท่าไร (ต.ค. 2544 ข้อนี้ 4 คะแนน)

ตอบ 3.20 mol

วิธีคิด	ปฏิกิริยา	$\text{CO}(\text{g})$	+	$3 \text{H}_2(\text{g})$	\leftrightarrow	$\text{CH}_4(\text{g})$	+	$\text{H}_2\text{O}(\text{g})$
จำนวนโมลเริ่มต้น		1.00		3.00		0		0
จำนวนโมลที่เปลี่ยนแปลง		-0.40		-3(0.40)		+0.40		+0.40
จำนวนโมลที่ภาวะสมดุล		0.60		1.80		0.40		$7.2/18 = 0.40$

ที่ภาวะสมดุลจะมีจำนวนโมลของ CO H_2 CH_4 และ H_2O รวมกัน = $0.60 + 1.80 + 0.40 + 0.40 = 3.20 \text{ mol}$

ตัวอย่างข้อสอบ 12. แก๊ส H_2 ทำปฏิกิริยากับแก๊ส I_2 ได้แก๊ส HI เป็นผลิตภัณฑ์ ถ้าเริ่มต้นด้วยแก๊ส H_2 6 โมล และแก๊ส I_2 6 โมล ในภาชนะขนาด 2 dm^3 ที่สมดุลพบว่า มีแก๊ส I_2 เหลืออยู่ 2 โมล ถ้ารวบรวมนสมดุลนี้ โดยการเติม HI ลงไป 12 โมล ที่สมดุลใหม่จะมีปริมาณ HI กี่โมล (มี.ค. 2544 ข้อนี้ 3 คะแนน)

ออกอากาศวันศุกร์ที่ 1 กุมภาพันธ์ 2545 เวลา 19.30- 20.30น.

เอกสารประกอบการบรรยายนี้เป็นลิขสิทธิ์ของภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ตอบ 8 mol

วิธีคิด		H ₂ (g)	+	I ₂ (g)	↔	2HI(g)	
สมดุล 1	เริ่มต้น	3		3		-	mol/dm ³
	เปลี่ยนแปลง	-2		-2		+4	mol/dm ³
	สมดุล	1		1		4	mol/dm ³
สมดุล 2	เริ่มต้น	1		1		4+6	mol/dm ³
	เปลี่ยนแปลง	+x		+x		-2x	mol/dm ³
	สมดุล	1+x		1+x		10-2x	mol/dm ³

$$K = \frac{(4)^2}{(1)(1)} = \frac{(10-2x)^2}{(1+x)(1+x)} = 16$$

$$\frac{10-2x}{1+x} = 4$$

$$10-2x = 4+4x$$

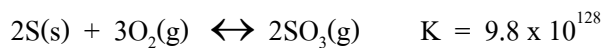
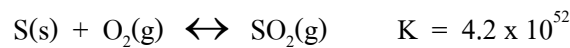
$$2x = 6$$

$$x = 3 \text{ mol/dm}^3$$

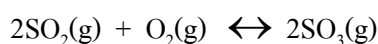
$$\begin{aligned} \text{สมดุลใหม่จะมี HI} &= 10-2x = 10-2(3) = 4 \text{ mol/dm}^3 \\ &= 8 \text{ mol ใน } 2 \text{ dm}^3 \end{aligned}$$

แบบฝึกหัดสมดุลเคมี

- พิจารณาข้อความต่อไปนี้ “ค่าคงที่สมดุลของสารผสมที่เกิดปฏิกิริยา ซึ่งประกอบด้วย NH₄Cl(s) NH₃(g) และ HCl(g) มีค่าเท่ากับ 0.316” ข้อความนี้ให้ข้อมูลไม่ครบถ้วน จงระบุข้อมูลสำคัญ 3 ประการที่ขาดไปจากข้อความดังกล่าว
- ที่อุณหภูมิหนึ่ง ปฏิกิริยาต่อไปนี้มีค่าคงที่สมดุล ดังนี้



จงคำนวณค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยาต่อไปนี้ ที่อุณหภูมิเดียวกัน



- พิจารณาปฏิกิริยา $2SO_2(g) + O_2(g) \leftrightarrow 2SO_3(g) \quad \Delta H^\circ = -198.2 \text{ kJ}$
การเปลี่ยนแปลงต่อไปนี้จะมีผลต่อตำแหน่งของสมดุลอย่างไร
 - การเพิ่มอุณหภูมิ
 - การเพิ่มความดัน

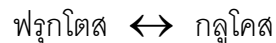


3. การเพิ่ม SO_2
 4. การเติมตัวเร่งปฏิกิริยา
 5. การเติมฮีเลียม ที่ปริมาตรคงที่
4. พิจารณาปฏิกิริยาต่อไปนี้ที่ภาวะสมดุล

$$\text{A(g)} \leftrightarrow 2\text{B(g)}$$

อุณหภูมิ ($^{\circ}\text{C}$)	[A], mol/dm ³	[B], mol/dm ³
200	0.0125	0.843
300	0.171	0.764
400	0.250	0.724

1. จงคำนวณค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยา ที่ 200, 300 และ 400 $^{\circ}\text{C}$
 2. ปฏิกิริยานี้เป็นปฏิกิริยาดูดความร้อน หรือปฏิกิริยาคายความร้อน
5. เมื่อนำกลูโคส และฟรุกโตสมาละลายน้ำ จะเกิดภาวะสมดุลดังสมการ



ถ้าเตรียมสารละลายฟรุกโตส 0.244 mol/dm³ ที่ 25 $^{\circ}\text{C}$ พบว่าที่สมดุลสารละลายจะมีความเข้มข้นลดลงเป็น 0.113 mol/dm³

1. จงคำนวณค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยา
2. ที่สมดุล ฟรุกโตสเปลี่ยนเป็นกลูโคสร้อยละเท่าไร