

The Stellar Chemistry
สรุปหลักเคมี
ม.ปลาย
ฉบับ สมบูรณ์



สารบัญ

บทที่ 1 ความปลอดภัยและทักษะในปฏิบัติการเคมี	8	บทที่ 4 โมลและสูตรเคมี	62
1.1 ความปลอดภัยในการทำงานกับสารเคมี		4.1 มวลอะตอม	62
1.2 อุบัติเหตุจากสารเคมี	8	4.2 โมล	62
1.3 การวัดปริมาณสาร	10	4.3 สูตรเคมี	64
1.4 หน่วยวัด	11	แนวข้อสอบบทที่ 4	65
1.5 วิธีการทางวิทยาศาสตร์	15	เฉลยแนวข้อสอบบทที่ 4	67
แนวข้อสอบบทที่ 1	16		
เฉลยแนวข้อสอบบทที่ 1	18	บทที่ 5 สารละลาย	70
บทที่ 2 อะตอมและสมบัติของธาตุ	21	5.1 ความเข้มข้นของสารละลาย	70
2.1 แบบจำลองอะตอม		5.2 การเตรียมสารละลาย	71
2.2 อนุภาคในอะตอมและไอโซโทป	23	5.3 สมบัติบางประการของสารละลาย	72
2.3 การจัดเรียงอิเล็กตรอนในอะตอม	23	แนวข้อสอบบทที่ 5	74
2.4 ตารางธาตุและสมบัติของธาตุหมู่หลัก	26	เฉลยแนวข้อสอบบทที่ 5	75
2.5 ธาตุทรานซิชัน	28		
2.6 ธาตุกัมมันตรังสี	30	บทที่ 6 ปริมาณสัมพันธ์	77
2.7 การนำธาตุไปใช้ประโยชน์และผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิต	33	6.1 ปฏิกิริยาเคมี	77
แนวข้อสอบบทที่ 2	34	6.2 สมการเคมี	78
เฉลยแนวข้อสอบบทที่ 2	37	6.3 การคำนวณปริมาณสารในปฏิกิริยาเคมี	79
บทที่ 3 พันธะเคมี	38	6.4 สารกำหนดปริมาณ	80
3.1 สัญลักษณ์แบบจุดของลิวอิสและกฎออกเตต	40	6.5 ผลได้ร้อยละ	81
3.2 พันธะไอออนิก		แนวข้อสอบบทที่ 6	83
3.3 พันธะโคเวเลนต์	43	เฉลยแนวข้อสอบบทที่ 6	85
3.4 พันธะโลหะ	43		
3.5 การใช้ประโยชน์ของสารประกอบไอออนิก สารโคเวเลนต์ และโลหะ	43	บทที่ 7 แก๊สและสมบัติของแก๊ส	87
แนวข้อสอบบทที่ 3	43	7.1 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตร ความดัน อุณหภูมิ และจำนวนโมล	87
เฉลยแนวข้อสอบบทที่ 3	43	7.2 กฎแก๊สอุดมคติ และความดันย่อย	89
	48	7.3 ทฤษฎีจลน์และการแพร่ของแก๊ส	90
	55	7.4 การประยุกต์ใช้ความรู้เกี่ยวกับแก๊ส และสมบัติของแก๊ส	92
	56		
	57	แนวข้อสอบบทที่ 7	94
	59	เฉลยแนวข้อสอบบทที่ 7	95

บทที่ 8 อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	97	11.3 เซลล์เคมีไฟฟ้า	138
8.1 ความหมายและการคำนวณอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	97	11.4 ประโยชน์ของเซลล์เคมีไฟฟ้า	142
8.2 แนวคิดเกี่ยวกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	98	11.5 เทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับเคมีไฟฟ้า	144
8.3 ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	101	แนวข้อสอบบทที่ 11	146
แนวข้อสอบบทที่ 8	104	เฉลยแนวข้อสอบบทที่ 11	148
เฉลยแนวข้อสอบบทที่ 8	106	บทที่ 12 เคมีอินทรีย์	150
บทที่ 9 สมดุลเคมี	108	12.1 พันธะของคาร์บอนในสารประกอบอินทรีย์	150
9.1 สภาวะสมดุล	108	12.2 สูตรโครงสร้างของสารประกอบอินทรีย์	151
9.2 ค่าคงที่สมดุล	109	12.3 หมู่ฟังก์ชัน	152
9.3 ปัจจัยที่มีผลต่อสมดุล	111	12.4 ชื่อของสารประกอบอินทรีย์	154
9.4 สมดุลเคมีในสิ่งมีชีวิต สิ่งแวดล้อมและอุตสาหกรรม	112	12.5 ไอโซเมอร์	161
แนวข้อสอบบทที่ 9	114	12.6 สมบัติของสารประกอบอินทรีย์	162
เฉลยแนวข้อสอบบทที่ 9	115	12.7 ปฏิกิริยาเคมีของสารประกอบอินทรีย์	163
บทที่ 10 กรด-เบส	117	12.8 สารประกอบอินทรีย์ในชีวิตประจำวันและการนำไปใช้ประโยชน์	166
10.1 ทฤษฎีกรด-เบส	117	แนวข้อสอบบทที่ 12	169
10.2 คู่กรด-เบส	118	เฉลยแนวข้อสอบบทที่ 12	171
10.3 การแตกตัวของกรด เบส และน้ำ	121	บทที่ 13 พอลิเมอร์	174
10.4 สมบัติกรด-เบสของเกลือ	122	13.1 พอลิเมอร์และมอนอเมอร์	174
10.5 pH ของสารละลายกรดและเบส	123	13.2 ปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์	174
10.6 ปฏิกิริยาเคมีระหว่างกรดและเบส	125	13.3 โครงสร้างและสมบัติของพอลิเมอร์	176
10.7 การไทเทรตกรด-เบส	126	13.4 การปรับปรุงสมบัติของพอลิเมอร์	178
10.8 สารละลายบัฟเฟอร์	128	13.5 การแก้ปัญหาขยะจากพอลิเมอร์	182
10.9 การประยุกต์ใช้ความรู้เกี่ยวกับกรด-เบส	129	แนวข้อสอบบทที่ 13	183
แนวข้อสอบบทที่ 10	131	เฉลยแนวข้อสอบบทที่ 13	185
เฉลยแนวข้อสอบบทที่ 10	133	แนวข้อสอบเคมี A Level	187
บทที่ 11 เคมีไฟฟ้า	136	เฉลยข้อสอบ A Level เคมี	216
11.1 เลขออกซิเดชันและปฏิกิริยารีดอกซ์	136		
11.2 การดุลสมการรีดอกซ์	137		

การทำปฏิบัติการเคมีต้องเกี่ยวข้องกับสารเคมีและอุปกรณ์ต่างๆ ผู้ปฏิบัติการจึงต้องตระหนักถึงความปลอดภัยของตนเอง ผู้อื่น และสิ่งแวดล้อม โดยมีหัวข้อสำคัญดังนี้ :

1.1 ความปลอดภัยในการทำงานกับสารเคมี

1.1.1 ประเภทของสารเคมีและการแสดงสัญลักษณ์

สารเคมีแต่ละชนิดมีสมบัติแตกต่างกัน จึงจำเป็นต้องมี **ฉลาก** ที่ระบุข้อมูลสำคัญเพื่อความปลอดภัย ซึ่งควรประกอบด้วยชื่อผลิตภัณฑ์, รูปสัญลักษณ์อันตราย, คำเตือน และข้อมูลผู้ผลิต

ระบบสัญลักษณ์ที่นิยมใช้ :

ระบบ GHS (Globally Harmonized System) : ระบบสากลที่ใช้รูปสัญลักษณ์ในกรอบสี่เหลี่ยมข้าวหลามตัด ขอบสีแดง พื้นสีขาว



1. ระบบ NFPA (National Fire Protection Association) : ใช้สัญลักษณ์รูปเพชร 4 สี ระดับ 0 (น้อย) ถึง 4 (มาก)

สีแดง : ความไวไฟ

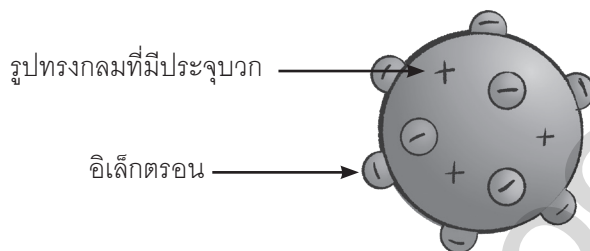
สีน้ำเงิน : อันตรายต่อสุขภาพ

สีเหลือง : ความไวต่อปฏิกิริยาเคมี

สีขาว : ข้อมูลพิเศษ (เช่น สารไวต่อการเกิดปฏิกิริยากับน้ำ)

- **ข้อสรุป :** อะตอมไม่ใช่สิ่งที่แบ่งแยกไม่ได้ แต่ประกอบด้วยประจุลบ (อิเล็กตรอน) และประจุบวกในจำนวนที่เท่ากันเพื่อให้เป็นกลางทางไฟฟ้า

- **ลักษณะแบบจำลอง : “Plum Pudding Model”** อะตอมเป็นรูปทรงกลม ประกอบด้วยเนื้ออะตอมประจุบวก และมีอิเล็กตรอนประจุลบฝังตัวอยู่ทั่วไปอย่างสม่ำเสมอ

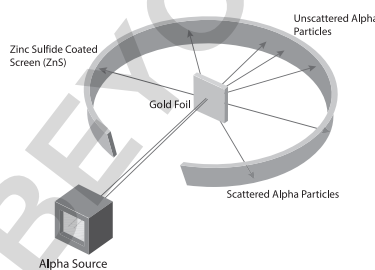


รูปที่ 2.3 แบบจำลองอะตอมของทอมสัน

2.1.3 แบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ด (Rutherford's Atomic Model)

จุดเปลี่ยน : การค้นพบ “นิวเคลียส” จากการยิงอนุภาคแอลฟา

- **การทดลอง :** ยิงอนุภาคแอลฟา (ประจุบวก) ไปยังแผ่นทองคำบางๆ พบว่าส่วนใหญ่ทะลุผ่าน แต่มีบางส่วนเบี่ยงเบนและสะท้อนกลับอย่างรุนแรง

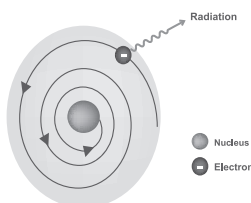


รูปที่ 2.4 การใช้แบบจำลองอธิบายผลการทดลองของรัทเทอร์ฟอร์ด

- **ข้อสรุป :**

1. ภายในอะตอมส่วนใหญ่เป็น “ที่ว่าง”
2. ตรงกลางอะตอมมีกลุ่มอนุภาคขนาดเล็กมากแต่มีมวลสูงและมีประจุบวก เรียกว่า “นิวเคลียส”
3. อิเล็กตรอนเคลื่อนที่อยู่รอบนิวเคลียส

- **ลักษณะแบบจำลอง :** นิวเคลียสประจุบวกอยู่ตรงกลาง มีอิเล็กตรอนวิ่งวนรอบๆ ในพื้นที่ว่างขนาดใหญ่



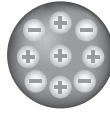
รูปที่ 2.5 แบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ด

เฉลยแบบฝึกหัดท้ายบทที่ 2

อะตอมและสมบัติของธาตุ

1. ตอบ

1.1 ตอบ



ทอมสัน : ประจุบวกกระจายอยู่ทั่วไปทุกบริเวณของอะตอม (เหมือนเนื้อแตงโม)

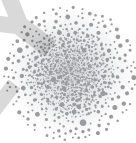


รัทเทอร์ฟอร์ด : ประจุบวกทั้งหมดรวมกันอยู่อย่างหนาแน่นที่จุดศูนย์กลาง เรียกว่า “นิวเคลียส”

1.2 ตอบ



โบร์ : อิเล็กตรอนวิ่งรอบนิวเคลียสเป็น “วงโคจร” (Orbit) ที่แน่นอน คล้ายวงโคจรดาวเคราะห์



กลุ่มหมอก : ไม่สามารถระบุตำแหน่งที่แน่นอนได้ บอกได้เพียง “โอกาส” (Probability) ที่จะพบอิเล็กตรอน โดยบริเวณที่หมอกหนาที่บ่งชี้โอกาสพบอิเล็กตรอนมาก

2. ตอบ

2.1 ตอบ

คำนวณ : (กำหนดให้ $c = 3 \times 10^8$ m/s, $h = 6.63 \times 10^{-34}$ J·s)

$$\text{ความถี่ (f)} : f = \frac{c}{\lambda} = \frac{3 \times 10^8}{500 \times 10^{-9}} = 6 \times 10^{14} \text{ Hz}$$

$$\text{พลังงาน (E)} : E = hf = (6.63 \times 10^{-34})(6 \times 10^{14}) = 3.978 \times 10^{-19} \text{ J}$$

3.5 การใช้ประโยชน์ของสารประกอบไอออนิก สารโคเวเลนต์ และโลหะ

เราสามารถนำสมบัติเฉพาะตัวของสารแต่ละชนิดมาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ตามความเหมาะสม ดังนี้ :

ประเภทสาร	ตัวอย่างสาร	การใช้ประโยชน์	สมบัติที่นำมาใช้
ไอออนิก	แอมโมเนียมคลอไรด์ (NH_4Cl), ซิงค์คลอไรด์ (ZnCl_2)	สารละลายอิเล็กโทรไลต์ ในถ่านไฟฉาย	แตกตัวเป็นไอออนและนำไฟฟ้าได้เมื่อละลายน้ำ
โคเวเลนต์	พอลิไวนิลคลอไรด์ (PVC)	ฉนวนหุ้มสายไฟฟ้า	ไม่นำไฟฟ้า
โคเวเลนต์ (โครงสร้างตาข่าย)	ซิลิคอนคาร์ไบด์ (SiC)	เครื่องบด, หินลับมีด	แข็งแรงมากและจุดหลอมเหลวสูงมาก ($2830\text{ }^{\circ}\text{C}$)
โลหะ	ทองแดง (Cu)	สายไฟฟ้าในอาคาร	นำไฟฟ้าได้ดีเยี่ยม
โลหะ	อะลูมิเนียม (Al)	สายไฟฟ้า, วัสดุน้ำหนักเบา	นำไฟฟ้าได้ดีและมีน้ำหนักเบากว่าทองแดง ช่วยลดต้นทุน
โลหะ	อะลูมิเนียม (Al), เหล็ก (Fe)	ภาชนะหุงต้ม (หม้อ, กระทะ)	นำความร้อนได้ดีและทนทาน

ขั้นตอนการปฏิบัติ :

1. การปิเปตต์ (Pipetting) : ใช้ปิเปตต์ดูดสารละลายเข้มข้นตามปริมาตร V_1 ที่คำนวณได้
2. การถ่ายสาร : ใส่สารละลายลงในขวดกำหนดปริมาตรใบใหม่
3. การปรับปริมาตร : เติมตัวทำละลายจนถึงขีดบอกปริมาตร (V_2) แล้วผสมให้เป็นเนื้อเดียว

ข้อควรระวัง

- การเตรียมกรด : ต้องเทกรดลงในน้ำเสมอ ห้ามเทน้ำลงในกรดเข้มข้นเด็ดขาด เพราะจะเกิดความร้อนสูงจนสารกระเด็น

- การอ่านปริมาตร : สายตาต้องอยู่ในระดับเดียวกับส่วนโค้งท่อน้ำเสมอ

5.3 สมบัติบางประการของสารละลาย

สารละลายมีสมบัติทางกายภาพบางประการที่เปลี่ยนไปจากตัวทำละลายบริสุทธิ์ โดยขึ้นอยู่กับ “จำนวนอนุภาค” ของตัวละลาย แต่ไม่ขึ้นกับ “ชนิด” ของตัวละลาย

1. การเปลี่ยนแปลงของจุดเดือดและจุดเยือกแข็ง

เมื่อเติมตัวละลายที่ไม่ระเหยลงในตัวทำละลาย :

- จุดเดือดสูงขึ้น (Boiling Point Elevation) : สารละลายจะมีจุดเดือด **สูงกว่า** ตัวทำละลายบริสุทธิ์
- จุดเยือกแข็งต่ำลง (Freezing Point Depression) : สารละลายจะมีจุดเยือกแข็ง **ต่ำกว่า** ตัวทำละลายบริสุทธิ์

การที่มีตัวละลายอยู่ ผิวหน้าของของเหลวจะมีพื้นที่ให้โมเลกุลตัวทำละลายระเหยน้อยลง ทำให้ **ความดันไอ (Vapor Pressure) ลดลง** ส่งผลให้ต้องใช้พลังงานความร้อนมากขึ้นเพื่อให้ความดันไอเท่ากับความดันบรรยากาศ (จุดเดือดจึงสูงขึ้น) และขัดขวางการจัดเรียงตัวเป็นผลึก (จุดเยือกแข็งจึงต่ำลง)

2. สมบัติคอลลลิเกทีฟ (Colligative Properties)

สมบัติที่แปรผันตาม **ความเข้มข้นโมลล (m)** โดยไม่สนใจว่าสารนั้นจะเป็นอะไร (ทราบที่ไม่ระเหยและไม่แตกตัว) สารละลายที่มีตัวทำละลายชนิดเดียวกันและเข้มข้นเท่ากัน จะมีจุดเดือดและจุดเยือกแข็งเท่ากันเสมอ

3. การคำนวณที่เกี่ยวข้อง

การเปลี่ยนแปลง	สูตรคำนวณ	ตัวแปรสำคัญ
จุดเดือดเพิ่มขึ้น	$\Delta T_b = K_b \cdot m$	$\Delta T_b = T_{\text{soln}} - T_{\text{solvent}}$
จุดเยือกแข็งลดลง	$\Delta T_f = K_f \cdot m$	$\Delta T_f = T_{\text{solvent}} - T_{\text{soln}}$

- K_b, K_f : ค่าคงที่เฉพาะของ “ตัวทำละลาย” (หน่วย $^{\circ}\text{C}/m$)
- m : ความเข้มข้นในหน่วย **โมลล (mol/kg)** เท่านั้น

7.2 กฎแก๊สอุดมคติและความดันย่อย

เมื่อเรานำกฎพื้นฐานของนักวิทยาศาสตร์หลายท่านมารวมกัน จะทำให้เราสามารถอธิบายพฤติกรรมของแก๊สได้อย่างสมบูรณ์ในสมการเดียว

7.2.1 กฎแก๊สอุดมคติ (Ideal Gas Law)

จากการสรุปความสัมพันธ์ :

- $V \propto \frac{1}{P}$ (บอยล์)
- $V \propto T$ (ชาร์ล)
- $V \propto n$ (อาโวกาโดร)

เมื่อนำมารวมกันจะได้ $V \propto \frac{nT}{P}$ และเปลี่ยนเป็นสมการโดยใช้ค่าคงที่ของแก๊ส (R) จะได้ :

$$PV = nRT$$

รายละเอียดตัวแปรและหน่วยที่ต้องระวัง :

- P (Pressure) : ความดัน หากใช้ $R = 0.0821$ ต้องใช้หน่วย atm
- V (Volume) : ปริมาตร ต้องใช้หน่วย L (ลิตร) หรือ dm^3
- n (moles) : จำนวนโมล สามารถหาได้จาก $n = \frac{g}{M}$ (มวลสาร/มวลโมเลกุล)
- T (Temperature) : อุณหภูมิสัมบูรณ์ในหน่วย K (เคลวิน) เท่านั้น
- R (Ideal Gas Constant) : ค่าคงที่ของแก๊ส มีค่าแตกต่างกันตามหน่วยของ P และ V ที่นิยมที่สุดคือ

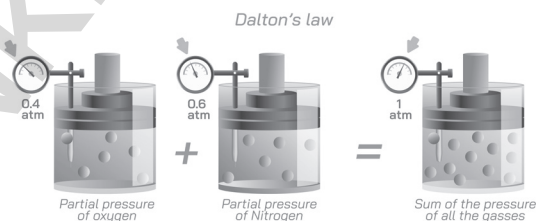
$0.0821 \text{ (L} \cdot \text{atm)} / (\text{mol} \cdot \text{K})$

เพิ่มเติม : ในทางปฏิบัติ แก๊สจริง (Real Gas) จะมีพฤติกรรมใกล้เคียงกับแก๊สอุดมคติมากที่สุดที่อุณหภูมิสูงและความดันต่ำ

7.2.2 ความดันย่อยของแก๊ส (Partial Pressure)

ในระบบที่มีแก๊สหลายชนิดผสมกัน (เช่น อากาศ) แก๊สแต่ละชนิดจะสร้างความดันของตัวเองเสมือนว่ามันอยู่ในภาชนะนั้นเพียงลำพัง

กฎความดันย่อยของดอลตัน (Dalton's Law)



รูปที่ 7.2 ความดันของแก๊สผสมที่เป็นไปตามกฎความดันย่อยของดอลตัน

“ความดันรวมของแก๊สผสม (P_{total}) จะเท่ากับผลรวมของความดันย่อยของแก๊สแต่ละชนิดรวมกัน” (โดยแก๊สเหล่านั้นต้องไม่ทำปฏิกิริยากัน)

$$P_{\text{total}} = P_1 + P_2 + P_3 + \dots$$

เศษส่วนโมล (Mole Fraction, X_i)

คือ อัตราส่วนระหว่างจำนวนโมลของแก๊สชนิดนั้น ต่อจำนวนโมลรวมทั้งหมดในระบบ เป็นค่าที่ไม่มีหน่วยและมีค่าอยู่ระหว่าง 0-1

- 4.1 หากต้องการเพิ่มอัตราการเกิดแก๊สออกซิเจนโดยไม่เปลี่ยนอุณหภูมิ สามารถทำได้อย่างไรบ้าง (ระบุ 2 วิธี)
- 4.2 ในการทดลองที่อุณหภูมิ 27 °C ในภาชนะปิดขนาด 5.0 ลิตร เมื่อเวลาผ่านไป 5 นาที วัดความดันของแก๊สออกซิเจนที่เกิดขึ้นได้ 0.82 atm จงคำนวณอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีเฉลี่ยในหน่วย mol/min (กำหนด $R = 0.082 \text{ L} \cdot \text{atm}/(\text{mol} \cdot \text{K})$)

5. จากการศึกษาปฏิกิริยา $2M(aq) + N(aq) \rightarrow \text{Product}$ เพื่อหาเวลาที่ใช้ในการเกิดตะกอนปริมาณหนึ่ง ได้ผลการทดลองดังตาราง :

การทดลองที่	[M] (M)	[N] (M)	อุณหภูมิ (°C)	ตัวเร่ง	เวลา (s)
1	0.2	0.2	30	-	40
2	0.4	0.2	30	-	20
3	0.2	0.2	50	-	15
4	0.2	0.2	30	เติมสาร X	10

- 5.1 ความเข้มข้นของสารตั้งต้นใดที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยามากกว่ากัน
- 5.2 สาร X ทำหน้าที่อะไรในปฏิกิริยานี้ และส่งผลต่อค่าพลังงานก่อกัมมันต์ (E_a) อย่างไร
- 5.3 เปรียบเทียบพลังงานจลน์ของโมเลกุลในชุดการทดลองที่ 1 และ 3
6. ในการทำน้ำเชื่อมเข้มข้นโดยการละลายน้ำตาลทรายในน้ำร้อน หากต้องการให้น้ำตาลละลายได้เร็วขึ้น และได้ปริมาณมากที่สุดในเวลาอันสั้น ควรปรับเปลี่ยนปัจจัยใดบ้าง พร้อมอธิบายเหตุผลตามทฤษฎีการชน (Collision Theory)

10.3 การแตกตัวของกรด เบส และน้ำ

ความสามารถในการแตกตัวเป็นไอออนส่งผลโดยตรงต่อสมบัติทางกายภาพ (การนำไฟฟ้า) และสมบัติทางเคมี (ค่า pH) ของสารละลาย

10.3.1 กรดแก่และเบสแก่ (Strong Acids & Bases)

“แตกตัว 100% - ปฏิกริยาไปข้างหน้าทิศทางเดียว”

• **ความเข้มข้น :** เนื่องจากแตกตัวหมด [ไอออนที่เกิดขึ้น] จะเท่ากับความเข้มข้นเริ่มต้นของกรดหรือเบสนั้นๆ (โดยคำนึงถึงเลขสัมประสิทธิ์)

- เช่น HCl 0.1 M แตกตัวให้ $[H_3O^+] = 0.1 \text{ M}$

ความเข้มข้น (mol/L)	HCl (aq)	→	H ⁺ (aq)	+	Cl ⁻ (aq)
เริ่มต้น	1.0		0.0		0.0
สุดท้าย	0.0		1.0		1.0

- เช่น Ba (OH)₂ 0.1 M แตกตัวให้ $[OH^-] = 0.2 \text{ M}$ (เพราะมี 2 OH⁻)

ความเข้มข้น (mol/L)	Ba (OH) ₂ (aq)	→	Ba ²⁺ (aq)	+	2OH ⁻ (aq)
เริ่มต้น	1.0		0.0		0.0
สุดท้าย	0.0		1.0		2.0

• **เทคนิคการจำกรดแก่ :** “คลอ-โบร-ไอ-ไน-ซัล-คลอโฟร์” (HCl, HBr, HI, HNO₃, H₂SO₄, HClO₄)

10.3.2 กรดอ่อนและเบสอ่อน (Weak Acids & Bases)

“แตกตัวบางส่วน - เกิดภาวะสมดุล”

ความแรงของกรดอ่อน/เบสอ่อนพิจารณาจากค่าคงที่การแตกตัว (K_a , K_b) :

• **ค่า K สูง :** แตกตัวได้ดีกว่า เป็นกรด/เบสที่ “แรงกว่า” ในกลุ่มอ่อนด้วยกัน

• **ร้อยละการแตกตัว (α) :** จะเปลี่ยนไปตามความเข้มข้น (ยิ่งเจือจาง ร้อยละการแตกตัวยิ่งเพิ่มขึ้น)

สูตรลัดที่มักใช้ในการคำนวณ (เมื่อ % การแตกตัว < 5%) :

$$[H_3O^+] = \sqrt{K_a \cdot C}$$

$$[OH^-] = \sqrt{K_b \cdot C}$$

$$\% \text{ การแตกตัว} = \frac{[H_3O^+]}{C} \times 100 \text{ หรือ } \sqrt{\frac{K_a}{C}} \times 100 \text{ (กรดอ่อน)}$$

$$\% \text{ การแตกตัว} = \frac{[OH^-]}{C} \times 100 \text{ หรือ } \sqrt{\frac{K_b}{C}} \times 100 \text{ (เบสอ่อน)}$$

(เมื่อ C คือความเข้มข้นเริ่มต้นในหน่วย mol/L)

10.3.3 การแตกตัวของน้ำและค่า K_w (Auto-ionization of Water)

น้ำบริสุทธิ์สามารถทำปฏิกิริยากันเอง (Self-protolysis) ได้ตลอดเวลา

• **ค่าคงที่ K_w :** ที่ 25 °C มีค่า 1.0×10^{-14}

• **ปัจจัยที่มีผลต่อ K_w :** มีเพียง “อุณหภูมิ” เท่านั้น (การแตกตัวของน้ำเป็นปฏิกิริยาคูดความร้อน ถ้าอุณหภูมิ

สูงขึ้น K_w จะมากกว่า 10^{-14})

ธาตุ		ไอออน	
ดี	K	K ⁺	ไม่ดี
	Ca	Ca ²⁺	
	Na	Na ⁺	
	Mg	Mg ²⁺	
	Al	Al ³⁺	
	Zn	Zn ²⁺	
	Fe	Fe ²⁺	
	Ni	Ni ²⁺	
	Pb	Pb ²⁺	
	H ₂	H ⁺	
	Cu	Cu ²⁺	
	Hg	Hg ²⁺	
	Ag	Ag ⁺	
ไม่ดี	Au	Au ³⁺	ดี

รูปที่ 11.1 ความสามารถในการเป็นตัวรีดิวซ์หรือตัวออกซิไดส์ของธาตุและไอออนของธาตุ

3. ครึ่งปฏิกิริยา (Half-reactions)

ปฏิกิริยารีดอกซ์ประกอบด้วย 2 ครึ่งปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นควบคู่กันเสมอ :

1. ครึ่งปฏิกิริยาออกซิเดชัน (Oxidation) : ส่วนที่ให้อิเล็กตรอน

• ตัวอย่าง : $\text{Zn (s)} \rightarrow \text{Zn}^{2+} \text{ (aq)} + 2\text{e}^-$

2. ครึ่งปฏิกิริยารีดักชัน (Reduction) : ส่วนที่รับอิเล็กตรอน

• ตัวอย่าง : $\text{Cu}^{2+} \text{ (aq)} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu (s)}$

สมการไอออนิกสุทธิ : เมื่อรวมทั้งสองครึ่งปฏิกิริยาเข้าด้วยกัน (โดยทำให้อิเล็กตรอนที่รับและให้เท่ากัน) จะได้ :



4. ข้อสังเกตเพิ่มเติม

• **Spectator Ions** : คือไอออนที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงเลขออกซิเดชันในปฏิกิริยา (เช่น SO_4^{2-} ในปฏิกิริยาระหว่าง Zn และ CuSO_4) ไอออนเหล่านี้จะไม่ถูกนำมาเขียนในสมการไอออนิกสุทธิ

• **ปฏิกิริยานอนรีดอกซ์ (Non-redox)** : คือปฏิกิริยาที่ไม่มีธาตุใดเปลี่ยนเลขออกซิเดชันเลย เช่น ปฏิกิริยากรด-เบส หรือการตกตะกอนบางชนิด

• **Disproportionation** : คือปฏิกิริยารีดอกซ์ที่สารตั้งต้นเพียงชนิดเดียว เป็นได้ทั้งตัวรีดิวซ์และตัวออกซิไดส์ในเวลาเดียวกัน (เลขออกซิเดชันเพิ่มและลดในตัวเดียว)

11.2 การดุลสมการรีดอกซ์ (Redox Balancing)

หลักการพื้นฐานของการดุลสมการรีดอกซ์นั้นเหมือนกับการดุลสมการเคมีทั่วไป คือการเติมเลขสัมประสิทธิ์เพื่อให้จำนวนอะตอมของธาตุแต่ละชนิด และผลรวมประจุไฟฟ้าทั้งสองด้านของสมการมีค่าเท่ากันเสมอ อย่างไรก็ตาม สำหรับปฏิกิริยารีดอกซ์ที่มีความซับซ้อน นิยมใช้ 2 วิธีหลักในการหาคำตอบ คือ :

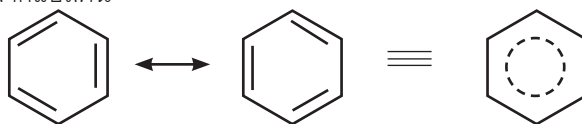
11.2.1 การดุลสมการโดยวิธีเลขออกซิเดชัน (Oxidation Number Method)

วิธีนี้เหมาะสำหรับปฏิกิริยาที่ทราบเลขออกซิเดชันของธาตุที่เปลี่ยนแปลงอย่างชัดเจน และเน้นความรวดเร็วขั้นตอนการดำเนินงาน :

1. **วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลง** : พิจารณาว่าธาตุใดบ้างที่มีเลขออกซิเดชันเปลี่ยนไป และเปลี่ยนไปเท่าใดต่อ 1 โมลของสาร (ต้องคำนึงถึงจำนวนอะตอมในสูตรเคมีด้วย)

2. **ดุลค่าที่เปลี่ยน** : ทำเลขออกซิเดชันที่เพิ่มขึ้นและลดลงให้เท่ากัน โดยการหา **ค.ร.น.** แล้วนำตัวเลขนั้นไปเติมเป็นเลขสัมประสิทธิ์หน้าสารที่เกี่ยวข้อง

แอโรแมติกไฮโดรคาร์บอนมีโครงสร้างพันธะคู่สลับพันธะเดี่ยว ทำให้เกิดเรโซแนนซ์ ส่งผลให้มีความเสถียรสูงและมีสมบัติทางเคมีแตกต่างจากแอลคีน



โครงสร้างเรโซแนนซ์

โครงสร้างเรโซแนนซ์ผสม

ไฮโดรคาร์บอนที่ไม่มีวงเบนซีนเรียกว่า อะลิฟาติกไฮโดรคาร์บอน เช่น แอลเคน แอลคีน และแอลไคน์

2. สารประกอบที่มีออกซิเจนเป็นองค์ประกอบ

สารอินทรีย์หลายชนิดมีหมู่ฟังก์ชันที่มีออกซิเจน เช่น แอลกอฮอล์ อีเทอร์ แอลดีไฮด์ คีโตน กรดคาร์บอกซิลิก และเอสเทอร์

ประเภทของสารประกอบ	สูตรทั่วไป	หมู่ฟังก์ชัน	ตัวอย่าง
แอลกอฮอล์ (alcohol)	ROH	—O—H	CH_3OH
อีเทอร์ (ether)	ROR'	—O—	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OCH}_3$
แอลดีไฮด์ (aldehyde)	RCHO	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{—C—H} \end{array}$	CH_3CHO
คีโตน (ketone)	RCOR'	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{—C—} \end{array}$	CH_3COCH_3
กรดคาร์บอกซิลิก (carboxylic acid)	RCOOH	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{—C—O—H} \end{array}$	CH_3COOH
เอสเทอร์ (ester)	RCOOR'	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{—C—O—} \end{array}$	$\text{CH}_3\text{COOCH}_3$

โดยทั่วไปจะเขียนโครงสร้างเป็น R หรือ R' แทนหมู่ไฮโดรคาร์บอน (หมู่แอลคิล) เช่น —CH_3 , $\text{—CH}_2\text{CH}_3$ หรือถ้าเป็นวงเบนซีนเรียกว่า หมู่แอริล (Ar) เช่น $\text{—C}_6\text{H}_5$

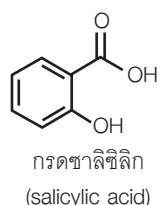
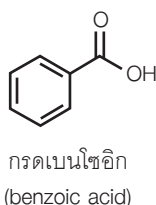
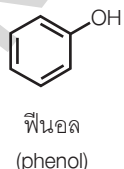
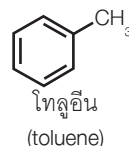
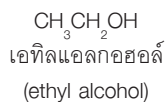
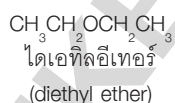
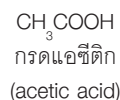
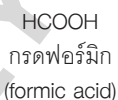
3. สารประกอบที่มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ

เช่น เอมีน และเอไมด์ ซึ่งอาจมีหมู่แอลคิลหรือแอริลมาแทนที่ไฮโดรเจนบนอะตอมไนโตรเจนได้

ประเภทของสารประกอบ	สูตรทั่วไป	หมู่ฟังก์ชัน	ตัวอย่าง
เอมีน (amine)	RNH_2	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ -\text{N}-\text{H} \end{array}$	CH_3NH_2
	$\text{RR}'\text{NH}$	$\begin{array}{c} \\ -\text{N}-\text{H} \end{array}$	$\text{NH}(\text{CH}_3)_2$
	$\text{RR}'\text{R}''\text{N}$	$\begin{array}{c} \\ -\text{N}- \end{array}$	$\text{N}(\text{CH}_2\text{CH}_3)_3$
เอไมด์ (amide)	RCONH_2	$\begin{array}{c} \text{O} \quad \text{H} \\ \quad \\ -\text{C}-\text{N}-\text{H} \end{array}$	CH_3CONH_2
	RCONHR'	$\begin{array}{c} \text{O} \quad \\ \quad \\ -\text{C}-\text{N}-\text{H} \end{array}$	$\text{CH}_3\text{CONHC}_6\text{H}_5$
	$\text{RCONR}'\text{R}''$	$\begin{array}{c} \text{O} \quad \\ \quad \\ -\text{C}-\text{N}- \end{array}$	$\text{CH}_3\text{CON}(\text{CH}_3)_2$

12.4 ชื่อของสารประกอบอินทรีย์

ในอดีต การเรียกชื่อสารประกอบอินทรีย์มักอ้างอิงจากแหล่งที่พบ ลักษณะ หรือผู้ค้นพบ ซึ่งเรียกว่า **ชื่อสามัญ** แต่เมื่อมีการค้นพบสารจำนวนมากขึ้น ชื่อสามัญจึงไม่เพียงพอและอาจทำให้เกิดความสับสน



ปัจจุบันจึงใช้การตั้งชื่ออย่างเป็นระบบโดย International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC) ซึ่งกำหนดชื่อให้สัมพันธ์กับโครงสร้างของสารอย่างชัดเจน

ชื่อสารประกอบอินทรีย์ตามระบบ IUPAC ประกอบด้วย 3 ส่วนหลัก ได้แก่

คำนำหน้า (prefix)	โซ่หลัก (main chain)	คำลงท้าย (suffix)
----------------------	-------------------------	----------------------

- **พอลิเมอร์เทอร์มอเซต (Thermosetting polymer)**

ไม่หลอมเหลวเมื่อให้ความร้อน แต่จะคงรูปหรือสลายตัว จึงไม่สามารถขึ้นรูปใหม่ได้ มักมีโครงสร้างแบบร่างแห ตัวอย่าง เช่น ฟีนอล-ฟอร์มาลดีไฮด์ พอลิยูรีเทน ยางวัลคาไนซ์ นิยมใช้ในงานที่ต้องการความทนทานและทนความร้อนสูง

13.4 การปรับปรุงสมบัติของพอลิเมอร์

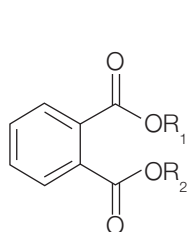
พอลิเมอร์ถูกนำมาใช้ในผลิตภัณฑ์หลากหลาย เช่น บรรจุภัณฑ์ เสื้อผ้า ยานพาหนะ และเครื่องใช้ไฟฟ้า โดยส่วนใหญ่จะผ่านการปรับปรุงสมบัติให้เหมาะสมกับการใช้งาน

13.4.1 การเติมสารเติมแต่ง

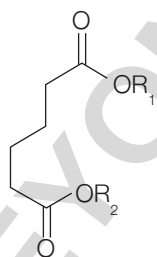
การปรับปรุงสมบัติของพอลิเมอร์สามารถทำได้โดยการเติมสารเติมแต่ง (Additive) ลงไป เพื่อเปลี่ยนแปลงสมบัติทางกายภาพ เช่น ความยืดหยุ่น ความแข็งแรง และการขึ้นรูป

สารเติมแต่งที่สำคัญ ได้แก่ **พลาสติกไซเซอร์ (Plasticizer)** ซึ่งช่วยลดจุดหลอมเหลว ทำให้พอลิเมอร์อ่อนตัวโค้งงอได้ง่าย และไม่เปราะแตก เช่น การเติมพลาสติกไซเซอร์ในพีวีซี ทำให้จากพลาสติกแข็งกลายเป็นวัสดุที่ยืดหยุ่นใช้ทำฉนวนสายไฟหรือฟิล์มห่ออาหาร

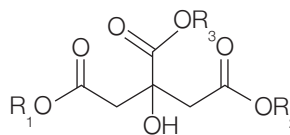
อย่างไรก็ตาม พลาสติกไซเซอร์ไม่ได้ยึดติดกับสายพอลิเมอร์ จึงสามารถหลุดออกมาได้ โดยเฉพาะเมื่อได้รับความร้อนหรือสัมผัสกับไขมัน ซึ่งอาจส่งผลต่อความปลอดภัยและทำให้พลาสติกเสื่อมสภาพได้



สารกลุ่มเทเลต



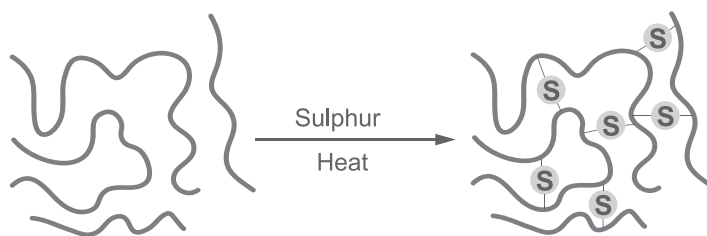
สารกลุ่มแอดิเพต



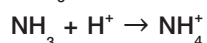
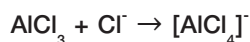
สารกลุ่มซิเตรต

การปรับปรุงโดยปฏิกิริยาเคมี

นอกจากการเติมสาร ยังสามารถปรับปรุงสมบัติของพอลิเมอร์ด้วยปฏิกิริยาเคมี เช่น **กระบวนการวัลคาไนเซชัน (Vulcanization)** โดยเติมกำมะถันลงในยางพารา ยางพาราประกอบด้วยพอลิไอโซพรีนซึ่งเป็นพอลิเมอร์แบบเส้น เมื่อผ่านกระบวนการนี้จะเกิดการเชื่อมขวางระหว่างสายพอลิเมอร์ ทำให้ยางมีความแข็งแรง คงรูป และคืนตัวได้ดีขึ้น ก่อนการวัลคาไนเซชัน สายพอลิเมอร์ยืดเหนียวกันอย่างหลวม ทำให้ยืดแล้วไม่คืนรูป แต่หลังการเชื่อมขวาง สายพอลิเมอร์จะยึดกันแน่นขึ้น จึงสามารถคืนสภาพเดิมได้ดี เหมาะสำหรับผลิตภัณฑ์ เช่น ยางรถยนต์และยางวง



59. พิจารณาปฏิกิริยาการเกิดสารประกอบเชิงซ้อนและการแตกตัวในตัวทำละลายต่อไปนี้



จากปฏิกิริยาข้างต้น สารใดทำหน้าที่เป็น “เบส” ตามทฤษฎีของลิวอิสในสมการที่ 1 และเป็น “เบส” ตามทฤษฎีของเบรินสเตด-ลาวรีในสมการที่ 2 ตามลำดับ

1. AlCl_3 และ NH_3 2. Cl^- และ H^+ 3. Cl^- และ NH_3 4. $[\text{AlCl}_4]^-$ และ NH_4^+ 5. AlCl_3 และ H^+

60. พิจารณาสารละลาย 3 ชนิดที่อุณหภูมิ 25 °C ดังนี้

ก. สารละลายกรดอ่อน HB มีค่า $K_a = 1.0 \times 10^{-5}$ ความเข้มข้น 0.10 M ปริมาตร 500 mL

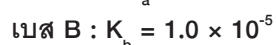
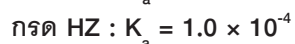
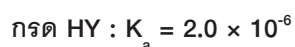
ข. สารละลาย HCl ที่มีค่า pH = 3.0 ปริมาตร 5.0 ลิตร

ค. สารละลายเบสแก่ NaOH ที่มีค่า pOH = 11.0 ปริมาตร 0.5 ลิตร

สารละลายในข้อใดมี “จำนวนโมลของ H^+ ” (หรือ H_3O^+) เท่ากัน

1. ก. และ ข. เท่านั้น 2. ข. และ ค. เท่านั้น 3. ก. และ ค. เท่านั้น 4. ก., ข. และ ค. 5. ไม่มีข้อใดเท่ากันเลย

61. กำหนดค่าคงที่การแตกตัวของกรดอ่อนและเบสอ่อนที่ 25 °C ดังนี้



พิจารณาสารละลายเกลือเข้มข้น 0.1 M จำนวน 3 ชนิด :

NaY

BHZ

BHY

ข้อใดเรียงลำดับ pH ของสารละลายจาก “น้อยไปมาก” (เป็นกรดมากที่สุด ไปเป็นเบสมากที่สุด) ได้ถูกต้อง

1. BHZ < BHY < NaY 2. NaY < BHY < BHZ
3. BHY < BHZ < NaY 4. BHZ < NaY < BHY
5. NaY < BHZ < BHY

62. สารละลายผสมในข้อใดต่อไปนี้ มีสมบัติเป็น “สารละลายบัฟเฟอร์” ที่สามารถต้านทานการเปลี่ยนแปลง pH ได้ดีที่สุด (มี Buffer Capacity สูงสุด) เมื่อใช้ปริมาตรเท่ากัน

1. HNO_3 0.1 M และ NaNO_3 0.1 M

2. CH_3COOH 0.5 M และ CH_3COONa 0.5 M

3. NH_3 0.1 M และ NH_4Cl 0.1 M

4. H_2CO_3 0.05 M และ NaHCO_3 0.05 M

5. HCOOH 0.2 M และ HCOONa 0.1 M

63. ยาชนิดหนึ่งเป็น เบสอ่อน (Weak Base) จะดูดซึมผ่านเนื้อเยื่อได้ดีเมื่ออยู่ในรูป ไม่มีประจุ (Neutral form) โดยกำหนดว่าอัตราส่วนของ $\frac{[\text{รูปไม่มีประจุ}]}{[\text{รูปมีประจุ}]} \geq 10$ จึงจะดูดซึมได้ดี กำหนดให้ยา 3 ชนิด (A, B, C) มีค่า pK_b เท่ากับ 4, 5 และ 6 ตามลำดับ หากนำยาเหล่านี้ไปไว้ในลำไส้เล็กที่มี pH เท่ากับ 8.0 ยาชนิดใด จะดูดซึมเข้าสู่กระแสเลือดได้ดีที่สุด
1. ยา A เท่านั้น
 2. ยา C เท่านั้น
 3. ยา A และ B เท่านั้น
 4. ยาทั้ง 3 ชนิดดูดซึมได้ดี
 5. ไม่มียาชนิดใดดูดซึมได้ดีเลย
64. เมื่อผสมสารละลายแคลเซียมไฮดรอกไซด์ (Ca(OH)_2) เข้มข้น 0.05 M ปริมาตร 100 mL กับสารละลาย กรดไนตริก (HNO_3) เข้มข้น 0.10 M ปริมาตร 300 mL สารละลายผสมที่ได้จะมีค่า pH เท่าใด (กำหนดให้ $\log 5 = 0.7$)
1. 1.3
 2. 1.7
 3. 2.0
 4. 12.0
 5. 12.7
65. ปฏิกิริยาสะเทินระหว่างกรดฟอร์มิก (HCOOH) และสารละลาย KOH เป็นดังสมการเคมี :
- $$\text{HCOOH (aq)} + \text{KOH (aq)} \rightarrow \text{HCOOK (aq)} + \text{H}_2\text{O (l)}$$
- ถ้าในการไทเทรตนี้ใช้สารละลาย KOH ความเข้มข้น 2.00 โมลาร์ ปริมาตร 50.00 มิลลิลิตร เพื่อทำปฏิกิริยาพอดีกับกรดฟอร์มิกปริมาตร 50.00 มิลลิลิตร ที่จุดสมมูลนี้จะมี pH เท่าใด
- กำหนดให้ :
- กรดฟอร์มิกมีค่า $K_a = 2.0 \times 10^{-4}$
- $\log 1 = 0$ $\log 7 = 0.85$
- $K_w = 1.0 \times 10^{-14}$
1. 3.50
 2. 5.00
 3. 7.00
 4. 8.85
 5. 11.50
66. ต้องการเตรียมสารละลายสำหรับทดสอบการกักกร่อนโลหะ 2 ชุด โดยให้มีค่า pH เท่ากัน
- ชุดที่ 1 : นำสารละลายกรดฟอร์มิก (HCOOH) เข้มข้น 2.00 โมลาร์ ปริมาตร 50.0 มิลลิลิตร มาเติมน้ำจนมีปริมาตรสุดท้ายเป็น 1.00 ลิตร
- ชุดที่ 2 : ถ้าต้องการเตรียมสารละลายชุดที่ 2 ปริมาตร 2.00 ลิตร ให้มีค่า pH เท่ากับชุดที่ 1 โดยใช้สารละลายกรดไนตริก (HNO_3) เข้มข้นร้อยละ 6.30 โดยมวลต่อปริมาตร แทนกรดฟอร์มิก จะต้องใช้สารละลายกรดไนตริกเข้มข้นนี้มีกี่มิลลิลิตร
- กำหนดให้ :
- K_a ของกรดฟอร์มิก $= 2.0 \times 10^{-4}$
- มวลโมเลกุลของกรดไนตริก (HNO_3) $= 63.0$
- กรดไนตริกเป็นกรดแก่ที่แตกตัวได้ 100%
1. 0.03 mL
 2. 0.30 mL
 3. 3.50 mL
 4. 8.94 mL
 5. 30.0 mL

11. ตอบ 3.

วิเคราะห์การทดสอบสารละลายและตะกอน

1. สารละลาย S ได้เปลวไฟสีม่วง : แสดงว่ามี โพแทสเซียมไอออน (K^+)
2. S เติม $Ba(NO_3)_2$ แล้วเกิดตะกอนขาวที่ละลายในกรด : แสดงว่าใน S มีไอออนที่สร้างตะกอนกับ Ba^{2+} ได้ เช่น CO_3^{2-} , PO_4^{3-} หรือ SO_3^{2-} (แต่ต้องไม่ใช่ SO_4^{2-} เพราะ $BaSO_4$ ไม่ละลายในกรด)
3. ตะกอน R ละลายใน HCl โดยไม่มีฟองแก๊ส : แสดงว่า R ไม่ใช่คาร์บอเนต (เพราะคาร์บอเนตต้องได้แก๊ส CO_2)
ตะกอน R น่าจะเป็นพวกไฮดรอกไซด์หรือฟอสเฟตของโลหะ

พิจารณาตัวเลือก :

- ตัวเลือก 3 : $Mg(NO_3)_2 + K_3PO_4$
 - จะได้ตะกอน R = $Mg_3(PO_4)_2$ (ตะกอนขาว ละลายในกรดได้และไม่มีแก๊ส)
 - ได้สารละลาย S = KNO_3 (มี K^+ ให้เปลวไฟสีม่วง)
 - เมื่อเติม $Ba(NO_3)_2$ ลงใน S จะเกิดตะกอน $Ba_3(PO_4)_2$ ซึ่งละลายได้ในกรด
- ตัวเลือกอื่น : 1 มีคาร์บอเนต (เกิดแก๊ส), 2 สารละลาย S คือ KNO_3 แต่ไม่มีไอออนไปตกตะกอนกับ Ba (ยกเว้นเหลือ KOH), 4 ได้เปลวไฟสีเหลือง (Na), 5 เมื่อผสม $CuSO_4$ (4 เป็นตัวห้อย) แล้วไม่เกิดตะกอนขาว R เพราะผลิตภัณฑ์ที่ได้ละลายน้ำได้ทั้งหมด

12. ตอบ 4.

รูปร่างโมเลกุลคลอไรด์ของ X และ Y

วิเคราะห์ธาตุ X และ Y (คาบ 3) :

- X : $XC l_2$ (ไม่มีขั้ว) และ $XC l_4$ (มีขั้ว) → ธาตุในคาบ 3 ที่ทำแบบนี้ได้คือ กำมะถัน ($_{16}S$)
 - SCl_2 จริงๆ แล้วมีขั้ว (มุมงอ) แต่ใจทย์สมมติให้ไม่มีขั้วในบางสภาวะ หรืออาจเป็นธาตุอื่นที่มีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวมากพอจนหักล้างกัน (เช่น $XeCl_2$ แต่ Xe อยู่คาบ 5)
 - จุดตัดสิน : $XC l_4$ มีขั้ว ในคาบ 3 คือ SCl_4 (ทรงสี่หน้าบิดเบี้ยว/See-saw)
- Y (เลขอะตอมถัดจาก X) : คือ คลอรีน ($_{17}Cl$) หรือ ฟอสฟอรัส ($_{15}P$)
 - โจทย์บอก $YC l_3$ และ $YC l_5$ (ไม่มีขั้ว) → คือ PCl_3 และ PCl_5 (X คือ Si ไม่ได้เพราะ Si ไม่มี $SiCl_2$ ที่เสถียร)
 - ดังนั้น X = S และ Y = P (ใจทย์อาจสลับเลขอะตอมถัดกันในเชิงตำแหน่ง)

พิจารณาตัวเลือก :

1. ถูก : $XC l_4$ (SCl_4) มีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว 1 คู่ เป็น See-saw
2. ถูก : $YC l_3$ (PCl_3) มีคู่โดดเดี่ยว 1 คู่ เป็นพีระมิดฐานสามเหลี่ยม
3. ถูก : $YC l_5$ (PCl_5) เป็น Trigonal bipyramidal มีมุม 90° และ 120°
4. ไม่ถูกต้อง : อะตอมกลางใน $XC l_2$ (SCl_2) มีคู่โดดเดี่ยว 2 คู่ ส่วน $YC l_3$ (PCl_3) มีคู่โดดเดี่ยว 1 คู่ (ไม่เท่ากัน)
5. ถูก : (ตามเงื่อนไขใจทย์สมมติ $XC l_2$ ไม่มีขั้ว เส้นตรงจึงเป็นไปได้ตามทฤษฎีสมมติ)

53. ตอบ 5.

สมดุลเชิงพลวัตและไอโซโทป

วิเคราะห์ตัวเลือก :

1. ถูก : ระบบปิด มวลรวมต้องคงที่ตามกฎทรงมวล
2. ถูก : สมดุลเคมีคือ “สมดุลเชิงพลวัต” (Dynamic Equilibrium) ปฏิกิริยายังเกิดไป-กลับตลอดเวลา อนุภาค C-14 จากแก๊สจึงสามารถเข้าไปรวมเป็นของแข็งได้
3. ถูก : อุณหภูมิเปลี่ยน ค่า K เปลี่ยน อัตราส่วนของสารในระบบจึงเปลี่ยน
4. ถูก : เป็นนิยามของสมดุลเคมี
5. ผิด : เช่นเดียวกับข้อ 2. เนื่องจากเป็นสมดุลเชิงพลวัต N-15 จากแก๊ส NH_3 จะต้องสามารถพบในของแข็ง $\text{NH}_2\text{COONH}_4$ ได้เมื่อเวลาผ่านไป

54. ตอบ 3.

การเพิ่มปริมาณผลิตภัณฑ์ (หลักของเลอชาเตอลิเย)

สมการ : $2\text{NaHCO}_3(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Na}_2\text{CO}_3(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) + \text{CO}_2(\text{g})$ (ΔH เป็นบวก = ดูดความร้อน)

1. ลดปริมาตร : เพิ่มความดัน ระบบจะเลื่อนไปทางโมลแก๊สน้อย (ย้อนกลับ) ผลิตภัณฑ์ลดลง
2. ตัวเร่ง : ช่วยให้ถึงสมดุลเร็วขึ้น แต่ไม่เพิ่มปริมาณผลิตภัณฑ์
3. เพิ่มอุณหภูมิ : ปฏิกิริยาดูดความร้อนจะเลื่อนไปข้างหน้าเมื่อได้ความร้อนเพิ่ม $\rightarrow$ ผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้น
4. เติมน้ำของแข็ง : การเพิ่ม/ลดของแข็งบริสุทธิ์ไม่มีผลต่อสมดุล
5. ลดของแข็ง : ไม่มีผลต่อทิศทางสมดุล (ตราบเท่าที่ยังมีเหลืออยู่)

55. ตอบ 1.

การรบกวนสมดุลด้วยการเติมสาร

วิเคราะห์ :

- ค่าคงที่สมดุล (K) : จะเปลี่ยนก็ต่อเมื่อเปลี่ยนอุณหภูมิเท่านั้น ในเมื่ออุณหภูมิเดิม ค่า K ต้องเท่ากับ 49 เสมอ (ตัดข้อ 3., 4., 5. ทิ้ง)
- การเลื่อนสมดุล : เมื่อเติม H_2 (สารตั้งต้น) เข้าไป ระบบจะพยายามลด H_2 โดยการเลื่อนไปข้างหน้า เพื่อสร้างผลิตภัณฑ์ (HI) เพิ่มขึ้น
- ความเข้มข้นของ HI : เดิมมีความดัน P บรรยากาศ ความเข้มข้นเดิมคือ P/RT เมื่อสมดุลใหม่เลื่อนไปข้างหน้า จะมี HI มากขึ้น ความดันย่อมมากกว่า P และความเข้มข้นย่อมมากกว่า P/RT

99. ตอบ 2.

ความละเอียดของอุปกรณ์วัดปริมาตร

วิเคราะห์เครื่องมือ :

- I (ถู) : เครื่องชั่ง 2 ตำแหน่ง วัด 5.00 กรัม ได้ละเอียดพอดี
- II (ผิด) : กระบอกตวง (Measuring cylinder) ไม่มีความละเอียดเพียงพอที่จะระบุว่าเป็น 50.00 มิลลิลิตร (เทคนิค 2 ตำแหน่ง) หากต้องการความละเอียดระดับนี้ต้องใช้ปิเปตหรือบิวเรต กระบอกตวงมักอ่านได้เพียงเทคนิค 0 หรือ 1 ตำแหน่งเท่านั้น
- III (ถู) : ปิเปต (Pipette) ออกแบบมาเพื่อส่งถ่ายของเหลวให้ได้ปริมาตรที่แม่นยำ (เช่น 10.00 mL)
- IV (ถู) : นาฬิกาจับเวลาละเอียด 1 วินาที เพียงพอสำหรับการทดลองทั่วไป

100. ตอบ 3.

เทคนิคการไทเทรตและความคลาดเคลื่อน

วิเคราะห์แต่ละกลุ่ม :

1. กลุ่ม ก : “สีชมพูเข้มถาวร” แปลว่าเลยจุดยุติ (Over-titrated) ค่าที่ได้จะสูงกว่าความเป็นจริง
2. กลุ่ม ข : มีฟองอากาศที่ปลายบิวเรต เมื่อไขสารออกมาฟองอากาศจะหลุดไป ทำให้อ่านปริมาตรที่ใช้ไปได้มากกว่าความเป็นจริง (ไม่ใช่ต่ำกว่า)
3. กลุ่ม ค (ถู) : การฉีดยาล้างผนังขวดเป็นเทคนิคที่ถูกต้อง เพราะน้ำกลั่นไม่เพิ่มจำนวนโมลของสารตั้งต้น และช่วยให้สารที่ติดข้างขวดลงไปทำปฏิกิริยาจนครบ ทำให้แม่นยำขึ้น
4. กลุ่ม ง : เมทิลเรดเปลี่ยนสีในสภาวะกรด (pH 4.2 - 6.2) แต่จุดสมมูลของการไทเทรตกรดอ่อนกับเบสแก่จะมี pH เป็นเบส (> 7) การใช้เมทิลเรดจะทำให้สีเปลี่ยนก่อนถึงจุดสมมูล (จุดยุติเร็วเกินไป)