



หนังสือชุดเทคนิคการเรียนรู้เคมี



กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ปริมาณสารสัมพันธ์

- ✕ เข้าใจง่ายและเรียนรู้ได้ไว
- ✕ ประกอบด้วยแบบฝึกหัดและข้อสอบ
เข้ามหาวิทยาลัย
- ✕ มีเฉลยละเอียดทุกแบบฝึกหัด

ฝ่ายวิชาการ สำนักพิมพ์ฟลิक्सเซ็นเตอร์

เทคนิคการเขียนเคมี : ปริมาณสารสัมพันธ์

เขียนโดย ฝ่ายวิชาการ สำนักพิมพ์ฟิสิกส์เซ็นเตอร์

ISBN (E-book) 2026-0822-0102-7

จำหน่ายอีบุ๊ก สิงหาคม 2569

ราคา 108 บาท

สงวนลิขสิทธิ์ตามพระราชบัญญัติลิขสิทธิ์ (ฉบับเพิ่มเติม) พ.ศ. 2558

เนื้อหา รูปเล่ม และภาพประกอบในหนังสือเล่มนี้เป็นลิขสิทธิ์ของสำนักพิมพ์ฟิสิกส์เซ็นเตอร์
ห้ามคัดลอก ยกเว้นได้รับอนุญาต

บรรณาธิการ กวียา เนาวประทีป

ปก/รูปเล่ม ฝ่ายศิลปกรรม สำนักพิมพ์ฟิสิกส์เซ็นเตอร์

จัดทำโดย

ทจก. สำนักพิมพ์ฟิสิกส์เซ็นเตอร์

เลขที่ 45 ซอยจรัญสนิทวงศ์ 40 ถนนจรัญสนิทวงศ์

แขวงบางยี่ขัน เขตบางพลัด กรุงเทพฯ 10700

โทรศัพท์ : 0-2433-7755-7 โทรสาร : 0-2433-7703

จัดจำหน่ายในรูปแบบสิ่งพิมพ์อิเล็กทรอนิกส์โดย

บริษัท เกรท มีเดีย เอเจนซี จำกัด

85 ซอยบรมราชชนนี 75 แขวงบางระมาด เขตตลิ่งชัน กรุงเทพฯ 10170

โทร. 0-2433-7755-7, 086-330-6425

คำนำ

เป็นที่ทราบกันดีอยู่แล้วว่า เป้าหมายของการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 นั้นมุ่งให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการเชื่อมความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้ และแก้ปัญหาที่หลากหลายให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลายและเหมาะสมกับระดับชั้น

วิชาเคมีก็เป็นแขนงหนึ่งของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ผู้เขียนจึงได้จัดทำหนังสือ **เทคนิคการเรียนรู้เคมี : ปริมาณสารสัมพันธ์** เล่มนี้ขึ้นมา โดยมีทั้งโจทย์พื้นฐาน และโจทย์เอนทรานซ์เก่าผสมกันซึ่งจะทำให้ผู้อ่านได้เข้าใจถึงหลักการในแต่ละหัวข้อของวิชาเคมี และสนุกสนานไปกับการอ่านและการเรียนรู้ อีกทั้งยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้ให้เข้ากับชีวิตประจำวันของตนได้อีกด้วย

ผู้เขียนหวังเป็นอย่างยิ่งว่า หนังสือเล่มนี้จะเป็นประโยชน์ต่อผู้เรียน ครู-อาจารย์ผู้สอนได้ตามสมควร หากมีข้อบกพร่องหรือผิดพลาดประการใดผู้เขียนต้องขออภัยมา ณ ที่นี้ด้วย

ด้วยความปรารถนาดี

ฝ่ายวิชาการ สำนักพิมพ์ฟิสิกส์เซ็นเตอร์

สารบัญ

1. ระบบกับการเปลี่ยนแปลง	7
1.1 ระบบ (System)	7
1.2 กฎทรงมวล (Law of Conservation of Mass)	7
1.3 กฎสัดส่วนคงที่ (Law of Constant proportions)	7
2. มวลอะตอม	11
2.1 มวลอะตอม (Atomic Weight)	11
2.2 การคำนวณมวลอะตอมของธาตุโดยธาตุนั้นมีหลายไอโซโทป	11
2.3 การคำนวณ % มวลอะตอมของธาตุต่างๆ ในสารประกอบ (Percent Composition)	12
3. มวลโมเลกุล (Molecular Weight)	17
4. มวล (Mole)	19
4.1 โมลของสาร	19
4.2 โมลของสารกับมวลของสาร	21
4.3 การเปลี่ยนมวลสารให้เป็นโมล	22
4.4 ความสัมพันธ์ของโมลของสารกับปริมาตรของแก๊ส	25
4.5 ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนอนุภาค โมล มวล และปริมาตร	26
4.6 สูตรที่ใช้ในการคำนวณเรื่องโมล	29
5. สารละลาย	34
5.1 สารละลาย	34
5.2 ความเข้มข้นของสารละลาย (Concentration)	34
5.2.1 ร้อยละ	34
5.2.2 โมลาริตี หรือโมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร หรือโมลาร์ (Mol/dm^3 หรือ Mol/L)	35

5.2.3	โมแลลิตี หรือโมลต่อกิโลกรัม หรือโมแลล (mol/kg)	36
5.2.4	เศษส่วนโมล (Mole fraction)	36
5.2.5	ส่วนในล้านส่วน (Parts per million, ppm)	37
5.2.6	ส่วนในพันล้านส่วน (Parts per billion, ppb)	37
5.3	การเปลี่ยนหน่วยของความเข้มข้นของสารละลาย จากร้อยละเป็นโมลาร์ (Mol/dm ³)	50
5.3.1	การเปลี่ยนหน่วยความเข้มข้นจากร้อยละโดยมวล หรือร้อยละโดยปริมาตรเป็นโมลาร์	50
5.3.2	การเปลี่ยนหน่วยความเข้มข้นจากร้อยละโดยมวล ต่อปริมาตรเป็นโมลาร์	50
5.4	การคำนวณเกี่ยวกับการเจือจางสารละลาย	54
5.5	การคำนวณเกี่ยวกับการผสมสารละลายชนิดเดียวกัน แต่มีความเข้มข้นต่างกัน	57
5.6	การคำนวณเกี่ยวกับการเตรียมสารละลาย	60
5.7	สมบัติคอลลิเกตีฟ	64
6.	ปริมาตรของแก๊สในปฏิกิริยาเคมี	70
6.1	กฎของเกย์-ลุสแซก	70
6.2	กฎของอาโวกาโดร	70
7.	สูตรเคมีและสมการเคมี	73
7.1	สูตรเคมี	73
7.2	การหาสูตรเอมพิริคัล	73
7.3	การหาสูตรโมเลกุล	77
7.4	สมการเคมี	86
7.5	ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของสารต่างๆ ในสมการเคมี	91

7.6	การคำนวณเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของสาร ต่างๆ ในสมการเคมี	91
7.7	สมการเคมีกับสารกำหนดปริมาณ	98
7.8	ผลได้ตามทฤษฎี และผลได้จริง	108
	แบบทดสอบปริมาณสารสัมพันธ์	116

ปริมาณสารสัมพันธ์

ปริมาณสารสัมพันธ์ หมายถึง การวัดหรือการหาปริมาณสารในปฏิกิริยาต่างๆ ในที่นี้จะหมายถึงปฏิกิริยาเคมีเป็นส่วนใหญ่

1. ระบบกับการเปลี่ยนแปลง

1.1 ระบบ (System)

คือ สิ่งต่างๆ ที่อยู่รอบตัวเราและเป็นสิ่งที่เราสนใจศึกษา หรือสิ่งต่างๆ ที่อยู่ในขอบเขตของเราที่จะต้องการศึกษา

สิ่งแวดล้อม (Surrounding) คือ สิ่งต่างๆ ที่อยู่นอกตัวเราที่ไม่ต้องการศึกษา

ชนิดของระบบ

1. ระบบปิด (Closed system) คือ ระบบที่มีการถ่ายเทพลังงานระหว่างระบบกับระบบ และระบบกับสิ่งแวดล้อมได้ แต่ไม่มีการถ่ายเทมวลสาร
2. ระบบเปิด (Open system) คือ ระบบที่สามารถถ่ายเทมวลสารและพลังงานให้กับสิ่งแวดล้อมได้
3. ระบบอิสระ (Isolated system) คือ ระบบที่ไม่มีการถ่ายเทหรือการแลกเปลี่ยนมวลสารและพลังงาน

1.2 กฎทรงมวล (Law of Conservation of Mass)

กฎทรงมวล กล่าวว่า “มวลของสารในระหว่างการเกิดปฏิกิริยาเคมีจะไม่มีหายไปหรือมวลของสารทั้งหมดก่อนทำปฏิกิริยาจะเท่ากับมวลของสารทั้งหมดหลังทำปฏิกิริยา”

1.3 กฎสัดส่วนคงที่ (Law of Constant proportions)

กฎสัดส่วนคงที่ กล่าวว่า “ธาตุตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไปรวมตัวกันเป็นสารประกอบ อัตราส่วนโดยมวลของธาตุที่มารวมกันเป็นสารประกอบ จะมีค่าคงที่เสมอ”

๒๖๖ พัน ห้า ร้อย

ตอนที่ 1 จงตอบคำถามต่อไปนี้ว่าเป็นระบบเปิดหรือระบบปิด

1. โลหะแมกนีเซียมทำปฏิกิริยากับกรดไฮโดรคลอริกในปีกเกอร์
2. สารละลายกลูโคสทำปฏิกิริยากับเบนเดกต์
3. สารละลายซิลเวอร์ไนเตรดทำปฏิกิริยากับสารละลายโซเดียมคลอไรด์
4. การสลายตัวของ KClO_3 ได้ $\text{KCl} + \text{O}_2$ ในห้องทดลอง
5. การละลายเกลือในน้ำ
6. การเผาสารประกอบไฮโดรคาร์บอน
7. ก๊าซไฮโดรเจนทำปฏิกิริยากับก๊าซออกซิเจนได้น้ำในภาชนะปิด
8. ไอปรอทและปรอทที่อยู่ในเทอร์โมมิเตอร์
9. ปฏิกิริยาระหว่างกรดและเบส
10. สาร 2 ชนิดทำปฏิกิริยากันแล้วเกิดแก๊สขึ้น

ตอนที่ 2 จงตอบคำถามต่อไปนี้

1. ธาตุ A ธาตุหนึ่งสามารถทำปฏิกิริยากับสาร B เกิดให้ผลิตภัณฑ์เพียงชนิดเดียวคือสาร C โดยให้สภาวะเริ่มต้นมีธาตุ A 1.56 กรัม และสาร B 5.62 กรัม จงหาว่าเมื่อปฏิกิริยาลิ้นสุดลงแล้วจะได้สารผลิตภัณฑ์ C เท่าใด

2. สาร X ทำปฏิกิริยากับสาร Y ให้ผลิตภัณฑ์ 2 ชนิดในอัตราส่วนโดยมวลเท่ากัน ถ้ามีสาร X 5.24 กรัม และสาร Y 7.24 กรัม จงหาว่าในปฏิกิริยานี้ผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นนั้นแต่ละชนิดมีมวลสารอยู่เท่าใด

3. แคลเซียม 15 กรัม ทำปฏิกิริยากับออกซิเจนในอากาศ 20 กรัม เมื่อเกิดปฏิกิริยาอย่างสมบูรณ์แล้วจะได้แคลเซียมออกไซด์กี่กรัม

4. โซเดียมไฮดรอกไซด์ 15 กรัม จะต้องทำปฏิกิริยากับโพแทสเซียมคลอไรด์กี่กรัม จึงจะได้โซเดียมคลอไรด์ 54 กรัม และโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ 43 กรัม

5. AB เป็นสารประกอบชนิดหนึ่ง ประกอบด้วยสาร A 60% และสาร B 40% โดยมวล ถ้ามีสาร B 20 กรัม และสาร A มากเกินพอแล้ว จะได้สารประกอบ AB กี่กรัม

6. คาร์บอนทำปฏิกิริยากับออกซิเจนอย่างสมบูรณ์ได้สารประกอบชนิดหนึ่ง สารประกอบนี้มีคาร์บอนเป็นองค์ประกอบอยู่ 1 อะตอม และออกซิเจน 2 อะตอม ถ้ามีคาร์บอนอยู่ 5.21 กรัม จะต้องใช้ออกซิเจนกี่กรัมจึงจะเกิดปฏิกิริยาอย่างสมบูรณ์

7. ธาตุ X มีมวลอะตอมเท่ากับ 23 ทำปฏิกิริยากับ ธาตุ Y ได้สารประกอบที่มีสูตร XY ถ้าธาตุ Y 5.4 กรัม ทำปฏิกิริยาพอดีกับธาตุ X 3.5 กรัม มวลอะตอมของธาตุ Y มีค่าเท่าใด

8. แมกนีเซียม 24 กรัม ทำปฏิกิริยากับสารละลายกรดไฮโดรคลอริก 12.6 กรัม ผลการทดลองปรากฏว่าเกิดก๊าซไฮโดรเจนขึ้น และมีสารตกค้างเหลืออยู่ 35.1 กรัม จงหาว่ามีแก๊สไฮโดรเจนเกิดขึ้นกี่กรัม

2. มวลอะตอม

2.1 มวลอะตอม (Atomic weight)

มวลอะตอม คือ ค่าตัวเลขที่ได้มาจากการเปรียบเทียบมวลของธาตุ 1 อะตอม กับ มวลของไฮโดรเจน 1 อะตอม หรือ ธาตุหนึ่ง 1 อะตอมหนัก เป็นกี่เท่าของคาร์บอน 1 อะตอม ซึ่งคาร์บอนถูกกำหนดให้มีมวลอะตอมเท่ากับ 12

$$\text{มวลอะตอมของธาตุ} = \frac{\text{มวลของธาตุ 1 อะตอม}}{\text{มวลของไฮโดรเจน 1 อะตอม}}$$

$$\text{มวลอะตอมของธาตุ} = \frac{\text{มวลของธาตุ 1 อะตอม}}{\frac{1}{12} \text{ มวลของคาร์บอน-12 1 อะตอม}}$$

เมื่อ $\frac{1}{2}$ มวลของคาร์บอน-12 1 อะตอม มีมวลเท่ากับ 1.66×10^{-24} กรัม หรือ 1 amu

2.2 การคำนวณมวลอะตอมของธาตุโดยธาตุนั้นมีหลายไอโซโทป

$$\text{มวลอะตอมของธาตุ} = \frac{\sum (\text{มวลอะตอม} \times \text{ปริมาณ\% ของไอโซโทปที่มีอยู่ในธรรมชาติ})}{100}$$

2.3 การคำนวณ % มวลอะตอมของธาตุต่างๆ ในสารประกอบ (Percent Composition)

$$\% \text{ โดยมวลของธาตุในสารประกอบ} = \frac{\text{มวลของธาตุในสารประกอบ}}{\text{มวลโมเลกุลของสาร}} \times 100\%$$

แบบฝึกหัดที่ 2

1. ออกซิเจน 1 อะตอม มีมวล 26.56×10^{-24} กรัม จะมีมวลอะตอมเท่าใด

2. ธาตุ A 2 อะตอม มีมวลเป็น 2 เท่าของ S-32 2 อะตอม จะหามวลอะตอมของธาตุ A

3. ธาตุซิลเวอร์ (Ag) มีมวลอะตอมเท่ากับ 107.9 ธาตุซิลเวอร์ 1 อะตอมหนักเท่าใด

4. ธาตุแคดเมียม (Cd) มีมวลอะตอม 112.4 ถ้าธาตุแคดเมียม 5 อะตอมจะหนักกี่กรัม

5. ธาตุชนิดหนึ่ง มีมวล 5 อะตอม เท่ากับ 394.54×10^{-24} กรัม จงหาว่า ธาตุนั้นมีมวลอะตอมเท่าใด

6. ธาตุ M มีมวลอะตอม = a และธาตุ M 1 อะตอมมีมวล = b กรัม ธาตุ N มีมวลอะตอมเท่ากับ c ธาตุ N 1 อะตอมมีมวลเท่าใด

7. จงหามวลอะตอมของธาตุ X 12.04×10^{24} อะตอมจากข้อมูลต่อไปนี้

ไอโซโทป	% ที่มีธรรมชาติ	มวลอะตอม
$^{12}_6\text{X}$	84	12.01
$^{13}_6\text{X}$	16	13.15

8. จงหามวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุ M ซึ่งมีสองไอโซโทป คือ ไอโซโทปแรกมีร้อยละ 20 มวลอะตอม 54 ไอโซโทปชนิดที่สองมีร้อยละ 80 มวลอะตอม 56

9. คาร์บอนทั่วไปมีไอโซโทปอยู่ 2 ชนิด ชนิดแรก ^{12}C พบอยู่ในธรรมชาติ 98.89 % มีมวลอะตอม 12.00 และชนิดที่ 2 ^{13}C มีมวลอะตอม 13.003 ถ้าคาร์บอนมีมวลอะตอมเฉลี่ย 12.01113 ^{13}C นี้มี % อยู่ตามธรรมชาติเท่าใด

10. ซิลเวอร์ (Ag) ในธรรมชาติพบอยู่ 2 ไอโซโทป ^{107}Ag มี % ในธรรมชาติ 51.82% และ ^{109}Ag มี % ในธรรมชาติ 48.18% จงหาค่ามวลอะตอมของธาตุนี้

11. ธาตุคาร์บอนในธรรมชาติมีไอโซโทปอยู่ 2 ชนิดคือ ^{12}C พบอยู่ในธรรมชาติร้อยละ 98.89 ส่วน ^{13}C พบอยู่ในธรรมชาติร้อยละ 1.11 เมื่อ ^{12}C และ ^{13}C มีมวลอะตอมเท่ากับ 12.000 และ 13.003 ตามลำดับ จงหาค่ามวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุนี้

12. Li ในธรรมชาติพบอยู่ 2 ไอโซโทปคือ ^6Li และ ^7Li ซึ่งมีมวลอะตอม 6.0651 และ 7.0160 ตามลำดับ ซึ่ง ^6Li มีอยู่ในธรรมชาติ 7.7 % และ Li มีมวลเฉลี่ย 6.939 จงหาร้อยละของ ^7Li ในธรรมชาตินี้

13. คลอรีนในธรรมชาติพบอยู่ 2 ไอโซโทปคือ $^{35}_{17}\text{Cl}$ พบในธรรมชาติ 75.77% มีมวลอะตอมเท่ากับ 34.969 amu และ $^{35}_{17}\text{Cl}$ พบในธรรมชาติ 24.23% มีมวลอะตอมเท่ากับ 36.966 amu จงหามวลอะตอมของธาตุชนิดนี้

14. โลหะคอปเปอร์มีอยู่ 2 ไอโซโทปคือ Cu-63 (69.17%, มวลอะตอม 62.94 amu) และ Cu-65 (30.83%, มวลอะตอม 64.93 amu) จงหามวลอะตอมของธาตุนี้

15. Germanium ในธรรมชาติพบอยู่ 5 ไอโซโทปคือ ^{70}Ge (20.5%, 69.924 amu), ^{72}Ge (27.4%, 71.922 amu), ^{73}Ge (7.8%, 72.923 amu), ^{74}Ge (36.5%, 73.921 amu), ^{76}Ge (7.8%, 75.921 amu) จงหามวลอะตอมของ Germanium

3. มวลโมเลกุล (Molecular Weight)

มวลโมเลกุล คือ มวลของสารที่มีจำนวน 1 โมเลกุล เมื่อเทียบกับ ^{12}C 1 อะตอม

$$\begin{aligned} \text{มวลโมเลกุลของสาร} &= \frac{\text{มวลของธาตุ 1 โมเลกุล}}{\frac{1}{12} \text{มวลของ C-12 1 อะตอม}} \\ &= \text{ผลบวกของมวลอะตอมของธาตุต่างๆ ที่เป็นองค์ประกอบอยู่ทั้งหมด} \end{aligned}$$

แบบฝึกหัดที่ 3

1. สาร Aหนัก 237.38×10^{-24} กรัม/โมเลกุล ดังนั้นสาร A จะมีมวลโมเลกุลเท่าใด

2. สาร X 15 โมเลกุล มีมวลเท่ากับ 2.988×10^{-21} กรัม/โมเลกุล ดังนั้นมวลโมเลกุลของสาร X มีค่าเท่าใด

1.	H_2O	=	_____
2.	CO_2	=	_____
3.	CO	=	_____
4.	KCl	=	_____
5.	NaOH	=	_____
6.	NO_2	=	_____
7.	HNO_3	=	_____
8.	NaCl	=	_____
9.	O_2	=	_____
10.	H_2SO_4	=	_____
11.	MgCl_2	=	_____
12.	$\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$	=	_____
13.	$\text{C}_{18}\text{H}_{34}\text{O}_2$	=	_____
14.	SO_2	=	_____
15.	C_6H_6	=	_____
16.	CH_4	=	_____
17.	Cl_2	=	_____

18. AlCl_3 = _____
19. $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ = _____
20. CaCO_3 = _____
21. NH_3 = _____
22. H_2S = _____
23. CaCl_2 = _____
24. NiCl_2 = _____
25. AgCl = _____
26. Ca(OH)_2 = _____
27. CH_3OH = _____
28. CHCl_3 = _____
29. CH_3COOH = _____
30. Na_3PO_4 = _____

5. ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) จำนวน 12.04×10^{24} โมเลกุล มีมวลกี่กรัม

4. โมล (Mole)

4.1 โมลของสาร

1 โมลของสารใดๆ คือ ปริมาณหรือมวลของสารที่มีจำนวนอนุภาคเท่ากับ 6.02×10^{23} อนุภาค โดยจำนวน 6.02×10^{23} เรียกว่า เลขอาโวกาโดร (Avogadro number)

อนุภาค คือ อะตอม โมเลกุล ไอออน หรืออิเล็กตรอน ฯลฯ ดังนั้นการบอกปริมาณของโมลจะต้องมีการระบุชนิดของอนุภาคด้วย

ถ้าอนุภาค คือ โมเลกุล เรียกว่า โมลโมเลกุล

ถ้าอนุภาค คือ อะตอม เรียกว่า โมลอะตอม

ถ้าอนุภาค คือ ไอออน เรียกว่า โมลไอออน

ถ้าอนุภาค คือ อิเล็กตรอน เรียกว่า โมลอิเล็กตรอน

แบบฝึกหัดที่ 4.1

1. จงระบุว่าสารต่อไปนี้เป็น โมลโมเลกุล, โมลอะตอม, โมลไอออน และโมลอิเล็กตรอน

1. Na^+

2. NaCl

3. Fe

4. AlCl_3

5. Cl^-

6. O_2

7. He

8. BaCl_2

9. H^+

10. Au

2. ก๊าซออกซิเจนจำนวน 2.408×10^{24} โมเลกุล มีกี่โมล

3. โซเดียมคลอไรด์ 0.4 โมล มีกี่โมเลกุล