



สรุปเนื้อหาเข้ม เก่งข้อสอบเคมี

A-LEVEL



ซีเป้าเรื่องที่ออกสอบบ่อย
วิเคราะห์จากข้อสอบเข้า
มหาวิทยาลัยย้อนหลัง 10 ปี



ฟรี! แนวข้อสอบ
ตรงตาม Blueprint
เพียงสแกน QR Code ภายในเล่ม



เขียนโดย โสภณัฐ รัตนโสภา
ครุศาสตรบัณฑิต จุฬาฯ
ประสบการณ์การสอนกว่า 11 ปี

สารบัญ

ข้อเสนอแนะการใช้หนังสือ

10

หน่วยที่ 1 ทักษะในปฏิบัติการเคมีและการคำนวณปริมาณของสาร

บทที่
1

ความปลอดภัยและทักษะในปฏิบัติการเคมี

12

ระบบสัญลักษณ์ที่แสดงความเป็นอันตราย

12

ข้อมูลที่ต้องมีในฉลากของสารเคมี

14

ข้อควรปฏิบัติในการทำปฏิกิริยาเคมี

14

การกำจัดสารเคมี

15

อุบัติเหตุจากสารเคมีและการปฐมพยาบาลเบื้องต้น

16

ความน่าเชื่อถือของข้อมูล

16

การอ่านค่าผลการวัดอุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์

18

การบันทึกผลการวัดอุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์

18

วิธีการทางวิทยาศาสตร์

21

เท็งข้อสอบและเฉลย

22

บทที่
2

โมล

24

มวลอะตอม

24

มวลอะตอมเฉลี่ย

24

ความหมายของโมล

25

มวลต่อโมล

25

ปริมาตรแก๊สของสาร

25

ความสัมพันธ์ระหว่างโมล มวล และปริมาตรของแก๊ส

25

กฎที่ใช้ทางเคมี

27

สูตรเคมี

27

ร้อยละจากสูตร

29

เท็งข้อสอบและเฉลย

30

บทที่
3

สารละลาย

33

องค์ประกอบและสถานะของสารละลาย

33

ความเข้มข้นของสารละลาย

33

การเตรียมสารละลาย

37

สมบัติบางประการของสารละลาย : สมบัติคอลลิเกทีฟ

38

เท็งข้อสอบและเฉลย

40

หน่วยที่ 2 สมบัติของธาตุและสารประกอบ

บทที่
1

อะตอมและสมบัติของธาตุ

ความหมายและที่มาของแบบจำลองอะตอม	43
แบบจำลองอะตอมของดอลตัน	43
แบบจำลองอะตอมของทอมสัน	44
แบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ด	46
แบบจำลองอะตอมของโบร์	47
แบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอก	51
อนุภาคในอะตอม	52
สัญลักษณ์นิวเคลียร์	53
ไอโซโทป ไอโซบาร์ ไอโซโทน และไอโซอิเล็กตรอนิกส์	53
จำนวนอิเล็กตรอนในแต่ละชั้นพลังงาน	54
การจัดเรียงอิเล็กตรอนในอะตอม	54
ตารางธาตุ	62
การจัดกลุ่มของธาตุในตารางธาตุในปัจจุบัน	63
สมบัติของธาตุตามหมู่และคาบ	63
ธาตุกับมันตรังสี	68
แก๊งข้อสอบและเฉลย	71

บทที่
2

พันธะเคมี

ความหมายและประเภทของพันธะเคมี	73
สัญลักษณ์แบบจุดของลิวอิส	73
กฎออกเตต	74
พันธะไอออนิก	74
สูตรเคมีและชื่อของสารประกอบไอออนิก	75
ความเป็นไอออนิกในสารประกอบไอออนิก	77
พลังงานกับการเกิดสารประกอบไอออนิก	77
สมบัติของสารประกอบไอออนิก	77
สมการไอออนิกและสมการไอออนิกสุทธิ	78
พันธะโควาเลนต์	79
ชนิดของพันธะโควาเลนต์	80
ความยาวพันธะและพลังงานพันธะของสารประกอบโควาเลนต์	81
วิธีการเขียนโครงสร้างลิวอิสของสารประกอบโควาเลนต์	81
การเขียนสูตรและการเรียกชื่อสารประกอบโควาเลนต์	81
พลังงานพันธะ	82
พันธะโคออร์ดิเนตโควาเลนต์	84

ปรากฏการณ์รอสส์แบนซ์	84
รูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์	85
สภาพพัวพันและพันธะโคเวเลนต์	88
แรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลของสารประกอบโคเวเลนต์	89
โคเวเลนต์ร่างตาข่าย	90
ลำดับความแข็งแรงของแรงภายในและแรงระหว่างโมเลกุล	90
สมบัติทางกายภาพของสารประกอบโคเวเลนต์	91
พันธะโลหะ	91
แก๊สของแข็งและของเหลว	92

บทที่ 3

แก๊สและสมบัติของแก๊ส

ความรู้พื้นฐานของแก๊สและสมบัติของแก๊ส	95
ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตร ความดัน อุณหภูมิ และจำนวนโมลของแก๊ส	95
ความดันย่อยของแก๊ส	97
ทฤษฎีจลน์ของแก๊ส	103
การแพร่ของแก๊ส	104
การแพร่ของแก๊ส	105
แก๊สของแข็งและของเหลว	105

บทที่ 4

เคมีอินทรีย์

ความหมายของสารประกอบอินทรีย์	108
ที่มาของการสังเคราะห์สารประกอบอินทรีย์	108
พันธะของคาร์บอนในสารประกอบอินทรีย์	108
การเขียนสูตรโครงสร้างของสารประกอบอินทรีย์	110
ลักษณะโครงสร้างของสารประกอบอินทรีย์	111
การแบ่งประเภทของสารอินทรีย์	112
หมู่ฟังก์ชัน	114
การเรียกชื่อสารประกอบอินทรีย์	115
ไอโซเมอร์ของสารประกอบอินทรีย์	127
สมบัติทางกายภาพของสารประกอบอินทรีย์	130
สมบัติทางเคมีของสารประกอบอินทรีย์	131
สารประกอบอินทรีย์ในชีวิตประจำวันและการนำไปใช้ประโยชน์	138
แก๊สของแข็งและของเหลว	140

บทที่ 5

พอลิเมอร์

ความหมายของพอลิเมอร์และมอนอเมอร์	144
การเกิดพอลิเมอร์	144
โครงสร้างและสมบัติของพอลิเมอร์	148

ประเภทของพอลิเมอร์	150
การปรับปรุงสมบัติของพอลิเมอร์	150
การเปลี่ยนโครงสร้างพอลิเมอร์	151
การสังเคราะห์พอลิเมอร์นำไฟฟ้า	151
ผลิตภัณฑ์จากพอลิเมอร์	152
เท็งข้อสอบและเฉลย	152

หน่วยที่ 3 สมการเคมีและการเปลี่ยนแปลงทางเคมี

บทที่
1

ปริมาณสัมพันธ์	158
ปฏิกิริยาเคมี	158
การเขียนสมการเคมี	158
การดุลสมการเคมี	159
ปริมาณสัมพันธ์	161
ผลได้ร้อยละ	163
เท็งข้อสอบและเฉลย	163

บทที่
2

อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	168
อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	168
การวัดอัตราการเกิดปฏิกิริยา	169
อัตราการเกิดปฏิกิริยาขณะใดขณะหนึ่ง	169
แนวคิดเกี่ยวกับการเกิดปฏิกิริยาเคมี	170
กลไกในการเกิดปฏิกิริยา	172
ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	173
เท็งข้อสอบและเฉลย	175

บทที่
3

สมดุลเคมี	181
ประเภทของปฏิกิริยาเคมี	181
ความหมายและสมบัติของสมดุลเคมี	181
ค่าคงที่สมดุล	182
ความสัมพันธ์ของค่าคงที่สมดุลกับสมการเคมี	184
หลักของเลอชาเตอลิเอร์	185
ปัจจัยที่มีผลต่อสมดุล	185
เท็งข้อสอบและเฉลย	190

บทที่
4

กรด-เบส	194
สมบัติทั่วไปของสารละลายกรด-เบส	194
ประเภทของกรด-เบส	194

การเรียกชื่อกรด-เบส	195
สารละลายอิเล็กโทรไลต์และสารละลายนอนอิเล็กโทรไลต์	196
ทฤษฎีกรด-เบส	197
การแตกตัวของกรดแก่และเบสแก่ และการคำนวณการแตกตัวของกรดแก่และเบสแก่	200
การคำนวณ pH ของกรดแก่และเบสแก่	201
การแตกตัวของกรดอ่อนและเบสอ่อน และการคำนวณการแตกตัวของกรดอ่อนและเบสอ่อน	202
น้ำและการแตกตัวของน้ำ	205
การผสมกันของสารละลายกรด-เบส	205
อินดิเคเตอร์สำหรับกรด-เบส	206
การไทเทรตสารละลายกรด-เบส	208
ปฏิกิริยาระหว่างกรด-เบส	212
เกลือ	213
สารละลายบัฟเฟอร์	215
เก็งข้อสอบและเฉลย	217

บทที่
5**เคมีไฟฟ้า**

ความหมายของเคมีไฟฟ้า	222
เลขออกซิเดชัน	222
ประเภทของปฏิกิริยาเคมี โดยใช้เกณฑ์การถ่ายโอนอิเล็กตรอน	224
ปฏิกิริยารีดอกซ์	224
การดุลสมการรีดอกซ์	226
ความหมายและประเภทของเซลล์เคมีไฟฟ้า	228
องค์ประกอบพื้นฐานของเซลล์เคมีไฟฟ้า	228
การสร้างเซลล์เคมีไฟฟ้า	229
แผนภาพเซลล์	229
ศักย์ไฟฟ้าของเซลล์	230
การคำนวณค่าศักย์ไฟฟ้าของเซลล์	231
ประโยชน์ของเซลล์เคมีไฟฟ้า	232
เก็งข้อสอบและเฉลย	239

หน่วยที่ 4 แนวข้อสอบและเฉลย

242

ประวัตินักเขียน

245

ข้อเสนอแนะการใช้หนังสือ



วิชาเคมี เป็นวิทยาศาสตร์แขนงหนึ่งที่ศึกษาเกี่ยวกับธาตุ องค์ประกอบ โครงสร้าง สมบัติ และการเปลี่ยนแปลงของสสาร รวมถึงพลังงานที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงของสสาร และยังเป็นพื้นฐานในการศึกษาต่อในสาขาต่างๆ เช่น สาขาวิทยาศาสตร์บริสุทธิ์ สาขาวิศวกรรมศาสตร์ สาขาแพทยศาสตร์ สาขาเภสัชศาสตร์

การสอบ A-Level เคมีจึงมีความสำคัญสำหรับนักเรียนที่จะศึกษาต่อในสาขาที่ใช้เคมีเป็นพื้นฐาน ผู้เขียนทราบว่าข้อสอบ A-Level เคมีนั้นยากและซับซ้อน นักเรียนอาจต้องใช้เวลาทบทวนและทำโจทย์เป็นเวลานาน เพื่อให้นักเรียนประหยัดเวลาในการทบทวนและจับประเด็นในการอ่านได้แบบไม่หลงทาง จึงได้วิเคราะห์โจทย์และสรุปเนื้อหาสำคัญ โดยใช้สัญลักษณ์ดังนี้

เรื่องที่เน้นเป็นหลัก



จำเป็นมากที่จะต้องอ่านทำความเข้าใจ เนื่องจากข้อสอบออกค่อนข้างมาก และออกทุกปี

เรื่องที่สำคัญรองลงมา



ให้ทำความเข้าใจและเก็บรายละเอียด ข้อสอบออกปานกลาง

เรื่องที่ไม่ค่อยออกสอบหรือออกน้อยมาก



สามารถอ่านเมื่อมีเวลาเหลือเฟือเพียงพอ

ถึงแม้ว่าในเล่มนี้จะมีสัญลักษณ์ที่บอกถึงเนื้อหาหลัก เนื้อหารอง และเนื้อหาที่ไม่ค่อยออกสอบ แต่ถ้านักเรียนมีเวลา อยากแนะนำให้อ่านให้ครบและทำความเข้าใจทุกประเด็น เพราะเนื้อหาวิชาเคมีมีความเกี่ยวข้องกันหมด บางเรื่องที่คิดว่าไม่สำคัญอะไร อาจจะซ่อนอยู่ในโจทย์ก็เป็นได้

หลังจากทบทวนทั้งหมดแล้ว ผู้เขียนอยากให้นักเรียนได้ฝึกทำข้อสอบเพื่อเป็นการทบทวนความรู้ เชื่อมโยงความรู้ หลักการ ทฤษฎีทางเคมี สู่การแก้ปัญหา และจะได้เห็นข้อบกพร่องในการทำข้อสอบของตนเอง และพัฒนาให้ดีขึ้น

โสภณัฐ รัตนโสภาค

หน่วยที่

1

ทักษะในปฏิบัติการเคมี
และการคำนวณ
ปริมาณของสาร

บทที่

1

ความปลอดภัยและทักษะ ในปฏิบัติการเคมี

ระบบสัญลักษณ์ที่แสดงความเป็นอันตราย**

บนฉลากของสารเคมี จะมีสัญลักษณ์แสดงความเป็นอันตราย ระบบสัญลักษณ์ที่แสดงความเป็นอันตราย ที่นิยมใช้มี 2 ระบบ ได้แก่ ระบบ GHS และระบบ NFPA ดังนี้

1. ***ระบบ GHS (Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals)

มีสัญลักษณ์ที่กำหนดไว้ 9 รูป แสดงสัญลักษณ์สี่เหลี่ยมกรอบสีแดง พื้นสีขาว ดังนี้

ประเภทของความเป็นอันตราย	สัญลักษณ์ GHS	ความหมาย
อันตรายด้านกายภาพ		สารไวไฟ
		สารออกซิไดส์
		วัตถุระเบิด
		แก๊สบรรจุภายใต้ความดัน

ประเภทของความเป็นอันตราย	สัญลักษณ์ GHS	ความหมาย
อันตรายด้านสุขภาพ		สารที่เป็นอันตรายถึงชีวิต
		สารที่กัดกร่อน
		ระวัง
		สารที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ
อันตรายด้านสิ่งแวดล้อม		สารที่เป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม

เก็งข้อสอบ

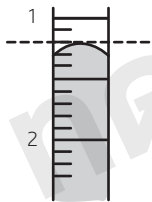
1. ขวดของสารเคมีชนิดหนึ่ง มีสัญลักษณ์ GSH ดังรูป



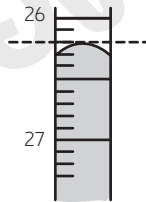
การกำจัดสารเคมีดังกล่าวควรทำอย่างไร

1. เทลงพื้นดิน
2. ใส่ในภาชนะปิดและเขียนชื่อกำกับ
3. ผสมกับน้ำแล้วเทลงอ่างล้างสารเคมี
4. ผสมกับ HCl เพื่อลดความรุนแรงของปฏิกิริยา แล้วเทลงอ่างล้างสารเคมี
5. ผสมกับ NaOH เพื่อลดความรุนแรงของปฏิกิริยา แล้วเทลงอ่างล้างสารเคมี

2. ถ้วยของเหลวจากปิเปตต์ ดังรูป



ปริมาตรก่อนถ่ายเทของเหลว



ปริมาตรหลังถ่ายเทของเหลว

ของเหลวนี้นถ่ายเทไปเท่าใด

- | | |
|-------------|-------------|
| 1. 1.20 ml | 2. 2.80 ml |
| 3. 26.20 ml | 4. 25.00 ml |
| 5. 27.80 ml | |

3. ชั่งมวลของ CaCO_3 จำนวน 3 ครั้ง ดังนี้

ครั้งที่ 1หนัก 1.5 กรัม

ครั้งที่ 2หนัก 2.75 กรัม

ครั้งที่ 3หนัก 0.02 กรัม

น้ำหนักรวมของ CaCO_3 จะเป็นกี่กรัม

- | | |
|----------|---------|
| 1. 4.2 | 2. 4.27 |
| 3. 4.270 | 4. 4.3 |
| 5. 4.30 | |

บทที่
2

โมล

มวลอะตอม (Atomic mass) **

มวลอะตอม (Atomic mass) เป็นมวลของธาตุ 1 อะตอม ที่เป็นผลรวมของมวลโปรตอน นิวตรอน และอิเล็กตรอน แต่มวลของอิเล็กตรอนมีค่าน้อยกว่าโปรตอนและนิวตรอนมากๆ ดังนั้น มวลอะตอมจึงเป็นผลรวมของมวลโปรตอนและนิวตรอน

ดอลตันได้เสนอให้ใช้ธาตุ H ซึ่งมีมวลน้อยสุดเป็นมาตรฐานในการเปรียบเทียบ เรียกว่า **มวลอะตอมสัมพัทธ์ (Relative atomic mass)**

กำหนดให้ธาตุ H 1 อะตอม มีมวล 1 หน่วย เรียกหน่วยนี้ว่า amu (Atomic mass unit) (ปัจจุบันเรียก u : Unified atomic unit) โดย $1 \text{ amu} = 1.66 \times 10^{-24} \text{ กรัม}$

มวลอะตอมสัมพัทธ์ เกิดจากการเปรียบเทียบกับ H 1 อะตอม หาได้จากสูตร

$$\text{มวลอะตอมสัมพัทธ์} = \frac{\text{มวลของตัวละลาย}}{\text{มวลของสารละลาย}}$$

ปัจจุบันนักวิทยาศาสตร์ใช้ ^{12}C ในการเปรียบเทียบมวลแทน เนื่องจาก ^{12}C พบเยอะในธรรมชาติ จึงหาได้จากสูตร

$$\text{มวลอะตอมสัมพัทธ์} = \frac{\text{มวลอะตอมของธาตุ}}{\frac{1}{12} \text{ มวลของ C 1 อะตอม}}$$

เมื่อแทนค่า มวลของ H 1 อะตอม = $\frac{1}{12}$ มวลของ C 1 อะตอม = $1 \text{ amu} = 1.66 \times 10^{-24} \text{ กรัม}$ จึงสามารถหามวลอะตอมในหน่วยกรัม ได้จากสูตร

$$\text{มวลอะตอมสัมพัทธ์} = \frac{\text{มวลอะตอมของธาตุ (g)}}{1.66 \times 10^{-24} \text{ (g)}}$$

มวลอะตอมเฉลี่ย **

ในธรรมชาติ ธาตุหนึ่งๆ อาจมีหลายไอโซโทป ทำให้น้ำหนักแตกต่างกัน เช่น ธาตุ O มีไอโซโทป ดังนี้ ^{16}O ^{17}O ^{18}O นักวิทยาศาสตร์จึงนำน้ำหนักอะตอมมาหาค่าเฉลี่ย เพื่อเป็นตัวแทนน้ำหนักของธาตุนั้นๆ จึงได้สูตรคำนวณดังนี้

$$\text{มวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุ} = \frac{\sum (\text{มวลของไอโซโทป} \times \text{เปอร์เซ็นต์ที่พบในธรรมชาติ})}{100}$$

ข้อสังเกต : ถ้าธาตุใดมีเปอร์เซ็นต์ที่พบในธรรมชาติมาก น้ำหนักอะตอมเฉลี่ยของธาตุนั้นจะใกล้เคียงกับน้ำหนักอะตอมของธาตุที่พบมากในธรรมชาติ

ความหมายของโมล★

โมล (Mole) เป็นหน่วยของปริมาณสาร IUPAC (International Union of Pure and Applied Chemistry) ได้กำหนดว่า สาร 1 โมล มีจำนวนอนุภาคเท่ากับ 6.02×10^{23} อนุภาค

เรียกเลข 6.02×10^{23} นี้ว่า **เลขอาโวกาโดร (Avogadro's number)** หรือ **ค่าคงตัวอาโวกาโดร (Avogadro's constant)**

มวลต่อโมล (มวลของธาตุ มวลโมเลกุล มวลสูตร)★★

มวลของธาตุ 1 โมล ในหน่วยกรัม จะมีค่าเท่ากับมวลอะตอมของธาตุนั้น เช่น ^{12}C จำนวน 1 โมลหนัก 12 กรัม เมื่ออะตอมของธาตุรวมตัวกันเป็นโมเลกุล เรียกผลรวมของมวลอะตอมในโมเลกุลนั้นว่า **มวลโมเลกุล (Molecular mass)** เช่น H_2O 1 mol มีมวลโมเลกุล = $2\text{H} + \text{O} = 2(1) + 16 = 18$ ดังนั้น มวลต่อโมลของ H_2O มีค่าเป็น 18 กรัมต่อโมล

สารที่ไม่อยู่ในรูปโมเลกุล แต่อยู่ในรูปสารประกอบ เช่น สารประกอบไอออนิก เรียกผลรวมของมวลอะตอมในสูตรเคมีว่า **มวลสูตร (Formula mass)** เช่น NaCl มีมวลสูตร = $\text{Na} + \text{Cl} = 23 + 35.5 = 58.5$ ดังนั้น มวลต่อโมลของ NaCl มีค่าเป็น 58.5 กรัมต่อโมล

ปริมาตรแก๊สของสาร★★

นักวิทยาศาสตร์ได้กำหนดอุณหภูมิและความดันที่เป็นสภาวะมาตรฐานว่า STP (Standard Temperature and Pressure) โดยอุณหภูมิและความดันที่ STP คือ การวัดปริมาตรแก๊สที่อุณหภูมิ 0°C และความดัน 1 atm พบว่า แก๊สใดๆ 1 โมล มีปริมาตร 22.4 dm^3 หรือ 22.4 L หรือเท่ากับ $22,400 \text{ cm}^3$ ที่ STP

ความสัมพันธ์ระหว่างโมล มวล และปริมาตรของแก๊ส★★★

$1 \text{ mol} = 6.02 \times 10^{23}$ อนุภาค (อนุภาค อาจหมายถึง อะตอม หรือโมเลกุล หรือไอออนก็ได้)

$1 \text{ mol} =$ มวลอะตอม หรือมวลโมเลกุล หรือมวลสูตร (g)

1 mol ของแก๊ส ที่ STP = 22.4 ลิตร (dm^3) = $22,400 \text{ cm}^3$

เก็งข้อสอบ

เฉลย

1. **ตอบ 3.** แก๊สไฮโดรเจน 1 โมเลกุล มีมวลอะตอมสัมพัทธ์เป็น 2 เท่าของ $\frac{1}{12}$ ของมวล C-12 จำนวน 1 อะตอม

จากนิยามของมวลอะตอมสัมพัทธ์

$$\text{มวลอะตอมสัมพัทธ์} = \frac{\text{มวลอะตอมของธาตุ}}{\frac{1}{12} \text{ ของมวล C 1 อะตอม}}$$

ดังนั้น แก๊สไฮโดรเจน 1 โมเลกุล มีมวลอะตอมสัมพัทธ์เป็น 2 เท่าของ $\frac{1}{12}$ ของมวล C-12 จำนวน 1 อะตอม

2. **ตอบ 2.** XY_3Z

$$\begin{array}{ccc} X & : & Y & : & Z \\ \frac{1.20 \times 10^{22}}{6.02 \times 10^{23}} & : & \frac{3.60 \times 10^{22}}{6.02 \times 10^{23}} & : & \frac{1.20 \times 10^{22}}{6.02 \times 10^{23}} \\ 0.02 & : & 0.06 & : & 0.02 \\ \text{นำ } 0.02 \text{ หารทุกตัว} \\ \frac{0.02}{0.02} & : & \frac{0.06}{0.02} & : & \frac{0.02}{0.02} \\ 1 & : & 3 & : & 1 \end{array}$$

ดังนั้น สูตรอย่างง่ายคือ XY_3Z

3. **ตอบ 3.** แก๊สไฮโดรเจน 2.5 โมล

จำนวนโมล $\propto$ จำนวนอะตอม

1. แก๊สฟลูออรีน 2.5 กรัม

$$2.5 \text{ g F}_2 \times \frac{1 \text{ mol F}_2}{38 \text{ g F}_2} \times \frac{2 \times 6.02 \times 10^{23} \text{ อะตอม}}{1 \text{ mol F}_2} = 7.92 \times 10^{22} \text{ อะตอม}$$

2. แก๊สไนโตรเจน 2.5 กรัม

$$2.5 \text{ g N}_2 \times \frac{1 \text{ mol N}_2}{28 \text{ g N}_2} \times \frac{2 \times 6.02 \times 10^{23} \text{ อะตอม}}{1 \text{ mol N}_2} = 1.08 \times 10^{23} \text{ อะตอม}$$

3. แก๊สไฮโดรเจน 2.5 โมล

$$2.5 \text{ mol H}_2 \times \frac{2 \times 6.02 \times 10^{23} \text{ อะตอม}}{1 \text{ mol H}_2} = 3.01 \times 10^{24} \text{ อะตอม}$$

หน่วยที่

2

สมบัติของธาตุ
และสารประกอบ

บทที่

1

อะตอมและสมบัติของธาตุ

ความหมายและที่มาของแบบจำลองอะตอม★

- **อะตอม (Atom)** มาจากรากศัพท์ในภาษากรีกคำว่า Atomos ที่แปลว่า **สิ่งที่ไม่สามารถแบ่งได้**
- **ลูซิพัส (Leucippus) และดีโมคริตัส (Democritus)** นักปราชญ์ชาวกรีกโบราณ เสนอว่า ถ้าแบ่งสิ่งต่างๆ ให้เล็กลงไปเรื่อยๆ จนไม่สามารถแบ่งแยกได้อีก เรียกสิ่งที่เล็กที่สุดของสสารที่ไม่สามารถแบ่งแยกต่อไปได้อีกว่า **อะตอม (Atom)**
- **แบบจำลองอะตอม (Atomic model)** เกิดจากมโนภาพของนักวิทยาศาสตร์ที่เกิดจากการรวบรวมข้อมูลเพื่อสร้างเป็นแนวคิดหรือแบบจำลอง เนื่องจากอะตอมมีขนาดเล็กมาก มองไม่เห็นด้วยตาเปล่า ซึ่งแบบจำลองอะตอมสามารถเปลี่ยนแปลงได้เมื่อมีหลักฐานและข้อมูลใหม่มาขัดแย้งกับแบบจำลองเดิม ดังนั้นแบบจำลองอะตอมจึงมีการปรับปรุงแบบจำลองต่อเนื่องมาเรื่อยๆ โดยแบบจำลองอะตอมที่ศึกษา ได้แก่ แบบจำลองอะตอมของดอลตัน ทอมสัน รัทเทอร์ฟอร์ด โบร์ และแบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอก

แบบจำลองอะตอมของดอลตัน★

จอห์น ดอลตัน นักวิทยาศาสตร์ชาวอังกฤษ ได้เสนอทฤษฎีชื่อ **ทฤษฎีอะตอมของดอลตัน** มีสาระสำคัญดังนี้

1. ธาตุประกอบด้วยอะตอม ซึ่งเป็นหน่วยที่เล็กที่สุด ไม่สามารถแบ่งแยก ไม่อาจสร้างขึ้นหรือทำลายได้ → ปัจจุบันอะตอมสามารถแบ่งแยกได้ ประกอบด้วยอนุภาคพื้นฐานของแต่ละอะตอม ได้แก่ โปรตอน นิวตรอน อิเล็กตรอน
2. อะตอมของธาตุชนิดเดียวกันจะมีสมบัติเหมือนกัน เช่น มีมวล ขนาด และสมบัติทางเคมีเหมือนกัน และจะมีสมบัติแตกต่างกันเมื่ออะตอมของธาตุคนละชนิดกัน → ปัจจุบันอะตอมชนิดเดียวกันสามารถมีสมบัติที่แตกต่างกันได้ เช่น ^{12}C และ ^{14}C มีน้ำหนักที่แตกต่างกัน
3. สารประกอบเกิดจากการรวมตัวของอะตอมของธาตุตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไป รวมตัวกันด้วยสัดส่วนอะตอมที่คงที่และเป็นเลขลงตัวน้อยๆ → ปัจจุบันยังเป็นเช่นนี้ เช่น NaCl อัตราส่วน $\text{Na} : \text{Cl} = 1 : 1$

จอห์น ดอลตัน ได้เสนอแบบจำลองอะตอมโดยอะตอมมีลักษณะเป็นทรงกลมตัน ดังรูป



แบบจำลองอะตอมตามทฤษฎีอะตอมของดอลตัน

การเสนอทฤษฎีและแบบจำลองอะตอมของดอลตัน ทำให้ดอลตันได้รับการยกย่องให้เป็น **บิดาแห่งทฤษฎีอะตอมสมัยใหม่**

บทที่
1

ปริมาณสัมพันธ์

ปฏิกิริยาเคมี★

ปฏิกิริยาเคมี (Chemical reaction) คือ การเปลี่ยนแปลงที่ทำให้เกิดสารชนิดใหม่ โดยมีการจัดเรียงอะตอมหรือไอออนใหม่ ได้เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีโครงสร้างและมีสมบัติแตกต่างจากเดิม

สารที่เกิดปฏิกิริยาเคมีจะสังเกตจากการเปลี่ยนแปลง เช่น

1. สารละลายเปลี่ยนสี
2. เกิดตะกอน
3. เกิดแก๊สและกลิ่น
4. เกิดการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ

การเปลี่ยนแปลงบางอย่างก็ไม่สามารถสังเกตได้ เช่น การเปลี่ยนแปลง pH

การเขียนสมการเคมี★

สมการเคมี (Chemical equation) คือ การอธิบายการเปลี่ยนแปลงของสาร โดยใช้สูตรเคมีและสัญลักษณ์

สารตั้งต้น (Reactant) $\longrightarrow$ ผลิตภัณฑ์ (Product)

โดยใช้สัญลักษณ์ $\longrightarrow$ แทน การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์

$\rightleftharpoons$ แทน การเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้

ความหมายของสัญลักษณ์ในสมการเคมี

สัญลักษณ์	ย่อมาจาก	ความหมาย
(s)	Solid	สถานะของแข็ง
(l)	Liquid	สถานะของเหลว
(g)	Gas	สถานะแก๊ส
(aq)	Aqueous	สารละลายที่มีน้ำเป็นตัวทำละลาย
Δ	-	ความร้อน

ปัจจัยที่ทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมีให้นำมาเขียนไว้บนลูกศร เช่น

$\xrightarrow{\Delta}$ หรือ $\xrightarrow{\text{ความร้อน}}$ หมายถึง มีการให้ความร้อนโดยไม่ระบุอุณหภูมิ

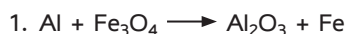
การดุลสมการเคมี

การดุลสมการเคมี คือ การทำจำนวนอะตอมของสารตั้งต้นให้มีจำนวนอะตอมเท่ากับสารผลิตภัณฑ์ โดยการนำตัวเลขที่เรียกว่า **เลขสัมประสิทธิ์ (Coefficient)** เติมหน้าสารตั้งต้นและสารผลิตภัณฑ์

สมการเคมีโดยทั่วไปไม่มีวิธีการดุลสมการเคมีตายตัว แต่มี**วิธีการดุลสมการเคมีเบื้องต้น**ดังนี้

1. นับจำนวนอะตอมของสารตั้งต้นและสารผลิตภัณฑ์ ถ้าจำนวนอะตอมเท่ากันแล้ว**ไม่ต้องดุลต่อ** ถ้าไม่มีเลขดุลหน้าสมการเคมี นั่นคือ เลขสัมประสิทธิ์ = 1
2. เริ่มดุลธาตุที่พบเพียง 1 ตำแหน่งในสารตั้งต้นและสารผลิตภัณฑ์ก่อน โดยการนำตัวเลขเข้าไปคูณที่สมการเคมี (ตัวเลขที่นำไปคูณอาจเป็นเศษส่วนก็ได้) เลขที่นำเข้าไปคูณคือเลขสัมประสิทธิ์
3. กรณีนำเศษส่วนเข้าไปคูณ นิยมทำเลขสัมประสิทธิ์ให้เป็นจำนวนเต็ม โดยการนำตัวเลขเข้าไปคูณให้เป็นจำนวนเต็ม **ต้องคูณทุกตัวของสมการเคมี**
4. ตรวจสอบให้จำนวนอะตอมของสารตั้งต้น = จำนวนอะตอมของสารผลิตภัณฑ์
5. กรณีที่เป็นอนุมูลกลุ่ม เช่น SO_4^{2-} , OH^- , NO_3^- สามารถนับเป็นจำนวนอนุมูลกลุ่มได้เลย ไม่ต้องนับอะตอมแยกกัน

ตัวอย่าง จดดุลสมการเคมีต่อไปนี้



วิธีการดุลสมการเคมี

1.1 ดุล O ให้เท่ากัน ทำจำนวนอะตอม O ให้เท่ากันโดยการหา ค.ร.น.

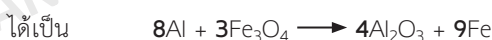
ค.ร.น. ของ O = 12 ดังนั้น นำ 3 และ 4 ไปคูณเลขสัมประสิทธิ์



1.2 ดุล Al ให้เท่ากัน โดยการคูณ 8 ที่ Al



1.3 ดุล Fe ให้เท่ากัน โดยการคูณ 9 ที่ Fe



ตรวจสอบความถูกต้อง

เช็คจำนวนอะตอมและจำนวนไอออนรวมของสารตั้งต้น = สารผลิตภัณฑ์



จำนวนอะตอมของสารตั้งต้น

Al = 8 อะตอม

Fe = $3 \times 3 = 9$ อะตอม

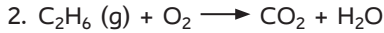
O = $3 \times 4 = 12$ อะตอม

จำนวนอะตอมของสารผลิตภัณฑ์

Al = $4 \times 2 = 8$ อะตอม

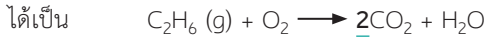
Fe = 9 อะตอม

O = $4 \times 3 = 12$ อะตอม

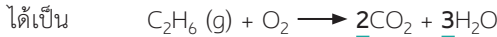


วิธีการดุลสมการเคมี

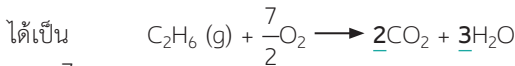
2.1 ดุล C ให้เท่ากัน โดยคูณ 2 ไปที่ CO_2 ฟังสารผลิตภัณฑ์



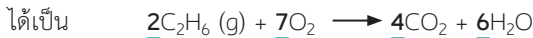
2.2 ดุล H ให้เท่ากัน โดยการคูณ 3 ไปที่ H_2O ฟังสารผลิตภัณฑ์



2.3 ดุล O ให้เท่ากัน โดย O ที่ฟังสารผลิตภัณฑ์มีทั้งหมด 7 ดังนั้น คูณ $\frac{7}{2}$ ไปที่ O_2 ฟังสารตั้งต้น

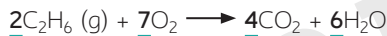


2.4 ปรับ $\frac{7}{2}$ ให้เป็นจำนวนเต็ม โดยนำ 2 คูณทั้งสมการเคมี



ตรวจสอบความถูกต้อง

เช็คจำนวนอะตอมและจำนวนไอออนรวมของสารตั้งต้น = สารผลิตภัณฑ์



จำนวนอะตอมของสารตั้งต้น

$$\text{C} = 2 \times 2 = 4 \text{ อะตอม}$$

$$\text{H} = 2 \times 6 = 12 \text{ อะตอม}$$

$$\text{O} = 7 \times 2 = 14 \text{ อะตอม}$$

จำนวนอะตอมของสารผลิตภัณฑ์

$$\text{C} = 4 \text{ อะตอม}$$

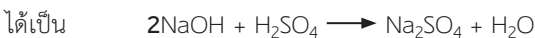
$$\text{H} = 6 \times 2 = 12 \text{ อะตอม}$$

$$\text{O} = (4 \times 2) + 6 = 14 \text{ อะตอม}$$

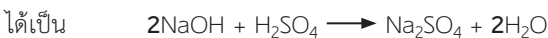


วิธีการดุลสมการเคมี

3.1 ดุล Na ให้เท่ากัน โดยคูณ 2 ไปที่ NaOH



3.2 ดุล H ให้เท่ากัน โดยคูณ 2 ไปที่ H_2O



ตรวจสอบความถูกต้อง

เช็คจำนวนอะตอมและจำนวนไอออนรวมของสารตั้งต้น = สารผลิตภัณฑ์



จำนวนอะตอมของสารตั้งต้น

Na = 2 อะตอม

H = $2 + 2 = 4$ อะตอม

O = 2 อะตอม

มอง SO_4 เป็นอนุมูลกลุ่ม (มาจาก SO_4^{2-})

ดังนั้น $\text{SO}_4 = 1$ ชุด

จำนวนอะตอมของสารผลิตภัณฑ์

Na = 2 อะตอม

H = $2 \times 2 = 4$ อะตอม

O = $2 \times 1 = 2$ อะตอม

มอง SO_4 เป็นอนุมูลกลุ่ม (มาจาก SO_4^{2-})

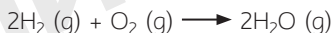
ดังนั้น $\text{SO}_4 = 1$ ชุด

ปริมาณสัมพันธ์

ปริมาณสัมพันธ์ (Stoichiometry) คือ การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารตั้งต้นและปริมาณสารผลิตภัณฑ์ในปฏิกิริยาเคมี

การคำนวณหาปริมาณสารในปฏิกิริยาเคมี

สามารถหาปริมาณสารในปฏิกิริยาเคมี โดยใช้ความสัมพันธ์จากเลขสัมประสิทธิ์ในสมการเคมี



เลขสัมประสิทธิ์ บอกอัตราส่วนจำนวนโมล, จำนวนโมเลกุล, ปริมาตรแก๊สที่ STP

สารกำหนดปริมาณ (Limiting reagent)

การคำนวณปริมาณสัมพันธ์ ในกรณีที่สารตั้งต้นมีหลายชนิด เมื่อทำปฏิกิริยากัน สารที่มีปริมาณน้อยที่สุดจะเป็นตัวกำหนดปฏิกิริยา เรียกสารนั้นว่า **สารกำหนดปริมาณ**

สารตั้งต้นที่มีปริมาณมากกว่าจะเป็นสารตั้งต้นที่เหลือจากการทำปฏิกิริยา เรียกสารนั้นว่า ปริมาณมากเกินไป (Excess, Sufficient)

กฎเพิ่มเติมที่ใช้คำนวณปริมาตรแก๊ส

1. กฎการรวมปริมาตรแก๊สของเกย์-ลุสแซก (Gay-Lussac's law of combining volumes of gases) หรือ กฎของเกย์-ลุสแซก (Gay-Lussac's law) ค้นพบโดย โจเซฟ หลุยส์ เกย์-ลุสแซก กล่าวว่า “ที่อุณหภูมิและความดันคงที่ ปริมาตรแก๊สของสารตั้งต้นและปริมาตรแก๊สของสารผลิตภัณฑ์จะเป็นอัตราส่วนจำนวนเต็มที่เป็นเลขลงตัวน้อยๆ”