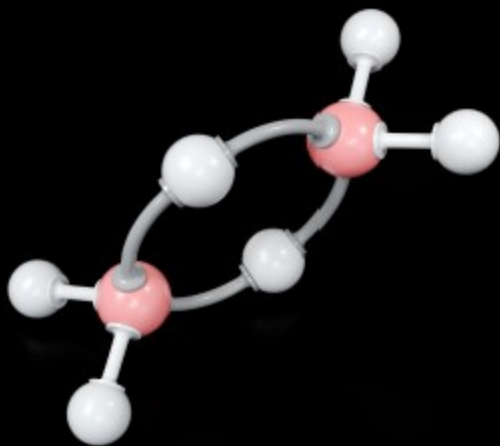


หนังสือแบบฝึกหัดวิชาเคมี สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

My Chemistry Quiz

The Intermediate



Book 2

Stoichiometry - Solutions - Gas

รองศาสตราจารย์ ดร.โรจน์ฤทธิ์ โรจนธเนศ
ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

คำนำ

หนังสือเล่มนี้เขียนขึ้นจากประสบการณ์การสอนวิชาเคมีของผมที่สั่งสมมายาวนาน โดยผมได้รวบรวมโจทย์ปัญหาที่ผมใช้ในการสอนและการสอบในระดับต่าง ๆ ผ่านการใช้งานจริงมาทั้งในโรงเรียน มหาวิทยาลัย ใช้ในการสอบคัดเลือก และสอบแข่งขันต่าง ๆ ซึ่งส่วนมากมีลักษณะเฉพาะของผมเองอยู่

การสอนของผมส่วนใหญ่เป็นการสอนโดยใช้โจทย์คำถามนำ ทำให้ผู้เรียนได้ประมวลเอาความรู้มาแก้ปัญหาและสร้างความรู้ความเข้าใจขึ้นมาเองได้ทำให้ผู้เรียนเข้าใจในเนื้อหาได้ลึกซึ้ง และมักเป็นคำถามที่ใช้วัดพื้นฐานความเข้าใจในวิชาเคมีได้เป็นอย่างดีเพื่อแก้ปัญหาความเข้าใจผิดที่มักพบได้บ่อย นอกจากนั้นยังมีคำถามที่ชี้นำไปสู่การต่อยอดความรู้ให้กว้างไกลมากขึ้น ซึ่งทั้งหมดนี้ได้รวบรวมมาไว้ในหนังสือเล่มนี้แล้ว และด้วยเหตุที่โจทย์ทั้งหมดเป็นโจทย์ที่ผมได้สร้างสรรค์ขึ้นมาใช้เอง จึงใช้ชื่อหนังสือเล่มนี้ว่า **My Chemistry Quiz** ซึ่งแน่นอนว่าผู้อ่านจะได้เห็นมุมมองใหม่ ๆ ในวิชาเคมีผ่านโจทย์ปัญหาเหล่านี้ที่มีหลายระดับตั้งแต่ระดับพื้นฐาน ไปถึงระดับประยุกต์

โจทย์ปัญหาต่าง ๆ ในหนังสือเล่มนี้ เป็นโจทย์ที่คัดมาให้นักเรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่ต้องการระดับความท้าทาย ต้องการฝึกความคิดวิเคราะห์ด้วยโจทย์ระดับที่ลึกซึ้งยากขึ้นกว่าโจทย์เคมีทั่วไป หรือเพื่อเตรียมตัวเพื่อสอบแข่งขัน สอบคัดเลือก หรือสอบชิงทุนต่าง ๆ รวมถึงเหมาะกับนิสิตและนักศึกษาที่ต้องการเพิ่มความแม่นยำในพื้นฐานความรู้ เพื่อต่อยอดเรียนในระดับปริญญาตรีให้ดีขึ้นด้วย ดังนั้นเนื้อหาของหนังสือเล่มนี้จึงเป็นระดับที่เป็นรอยต่อของมัธยมและปริญญาตรี จึงใช้ชื่อของหนังสือเล่มนี้ว่า **The Intermediate**

ผมได้ใส่วิธีการแก้โจทย์ปัญหาต่าง ๆ ในหนังสือไว้โดยละเอียดเรียบเรียงทุกข้อ อธิบายอย่างชัดเจนพร้อมหลักฐานทางการทดลองและทฤษฎีสนับสนุน โดยทุกข้อจะแก้ด้วยทฤษฎีพื้นฐาน เพราะส่วนมากจะออกแบบมาให้ไม่สามารถแก้ด้วยสูตรลัดต่าง ๆ ได้ ทำให้น่าจะช่วยให้ผู้อ่านมีความรู้ความเข้าใจในวิชาเคมีได้ลึกซึ้งขึ้นผ่านโจทย์ปัญหาต่าง ๆ เหล่านี้

ผมหวังว่าทุกคนจะได้ใช้ความรู้ได้อย่างเต็มที่ และสนุกไปกับการแก้โจทย์ปัญหาของผมที่ได้คัดสรรมาให้ได้ลองทำกัน และทำให้อยากศึกษาเคมีในระดับสูงขึ้นต่อไป

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.โรจน์ฤทธิ์ โรจนธเนศ

22 กรกฎาคม 2564

สารบัญ

บทที่ 4 ปริมาณสารสัมพันธ์	109
mole และ มวล	110
ปฏิกิริยาเคมี	111
คำตอบที่ถูกต้อง	114
เฉลยโดยละเอียด	115

บทที่ 5 สารละลาย	131
ความเข้มข้น	132
การเตรียมสารละลาย	134
Colligative properties	135
ปฏิกิริยาเคมีในสารละลาย	137
คำตอบที่ถูกต้อง	140
เฉลยโดยละเอียด	141

บทที่ 6 ก๊าซ	165
กฎของก๊าซ	166
การแพร่ของก๊าซ	170
ปฏิกิริยาในสภาวะก๊าซ	172
คำตอบที่ถูกต้อง	176
เฉลยโดยละเอียด	177

ตารางธาตุ

Periodic Table of Elements

1 H 1.01																	2 He 4.00
3 Li 6.94	4 Be 9.01											5 B 10.81	6 C 12.01	7 N 14.01	8 O 16.00	9 F 19.00	10 Ne 20.18
11 Na 22.99	12 Mg 24.31											13 Al 26.98	14 Si 28.09	15 P 30.97	16 S 32.07	17 Cl 35.45	18 Ar 39.95
19 K 39.10	20 Ca 40.08	21 Sc 44.96	22 Ti 47.87	23 V 50.94	24 Cr 52.00	25 Mn 54.94	26 Fe 55.85	27 Co 58.93	28 Ni 58.69	29 Cu 63.55	30 Zn 65.39	31 Ga 69.72	32 Ge 72.61	33 As 74.92	34 Se 78.96	35 Br 79.90	36 Kr 83.81
37 Rb 85.47	38 Sr 87.62	39 Y 88.91	40 Zr 91.22	41 Nb 92.91	42 Mo 95.94	43 Tc (98)	44 Ru 101.07	45 Rh 102.91	46 Pd 106.42	47 Ag 107.87	48 Cd 112.41	49 In 114.82	50 Sn 118.71	51 Sb 121.76	52 Te 127.63	53 I 126.90	54 Xe 131.29
55 Cs 132.91	56 Ba 137.33	71 Lu 174.97	72 Hf 178.49	73 Ta 180.95	74 W 183.84	75 Re 186.21	76 Os 190.23	77 Ir 192.22	78 Pt 195.08	79 Au 196.97	80 Hg 200.59	81 Tl 204.38	82 Pb 207.21	83 Bi 208.98	84 Po (210)	85 At (210)	86 Rn (222)
87 Fr (223)	88 Ra (226)	103 Lr (262)	104 Rf (261)	105 Db (262)	106 Sg (266)	107 Bh (264)	108 Hs (269)	109 Mt (268)	110 Ds (269)	111 Rg (272)	112 Cn (277)	113 Nh (284)	114 Fl (289)	115 Mc (288)	116 Lv (293)	117 Ts (294)	118 Og (294)

57 La 138.91	58 Ce 140.11	59 Pr 140.91	60 Nd 144.24	61 Pm (145)	62 Sm 150.36	63 Eu 151.96	64 Gd 157.25	65 Tb 158.93	66 Dy 162.53	67 Ho 164.93	68 Er 167.26	69 Tm 168.93	70 Yb 173.04
89 Ac (227)	90 Th 232.04	91 Pa 231.04	92 U 238.03	93 Np (237)	94 Pu (244)	95 Am (243)	96 Cm (247)	97 Bk (247)	98 Cf (251)	99 Es (252)	100 Fm (257)	102 Md (258)	102 No (259)

กำหนดให้

Planck–Einstein Relation	$E = h\nu$	หรือ	$E = \frac{hc}{\lambda}$
Rydberg formula	$\frac{1}{\lambda} = R_H \left[\frac{1}{n_i^2} - \frac{1}{n_f^2} \right]$	หรือ	$E = R_H \left[\frac{1}{n_i^2} - \frac{1}{n_f^2} \right]$
สำหรับธาตุอิเล็กตรอนเดี่ยว (Z = เลขอะตอม)	$\frac{1}{\lambda} = R_H Z^2 \left[\frac{1}{n_i^2} - \frac{1}{n_f^2} \right]$	หรือ	$E = R_H Z^2 \left[\frac{1}{n_i^2} - \frac{1}{n_f^2} \right]$
พลังงานอิเล็กตรอนในชั้น n	$E_n = -R_H \left[\frac{1}{n^2} \right]$	หรือ	$E_n = -R_H Z^2 \left[\frac{1}{n^2} \right]$
รัศมีโบห์ร (A = เลขมวล)	$r = r_0 \sqrt[3]{A}$	เมื่อ	$r_0 = 1.2 \times 10^{-15} \text{ m}$
Ideal gas law	$PV = nRT$		
Planck constant (h)	$= 6.62607 \times 10^{-34} \text{ m}^2\text{kg/s}$		
Rydberg constant (R_H)	$= 2.17987 \times 10^{-18} \text{ J}$ $= 1.09737 \times 10^7 \text{ m}^{-1}$		
ความเร็วแสง (c)	$= 2.99792 \times 10^8 \text{ m/s}$		
gas constant	$= 8.31446 \text{ J/mole}\cdot\text{K}$ $= 0.08206 \text{ atm}\cdot\text{L/mole}\cdot\text{K}$		
Avogadro's number (N)	$= 6.02214 \times 10^{23}$		
Atomic mass unit (amu)	$= 1.66054 \times 10^{-24} \text{ g}$		

ขอบเขตของเนื้อหา

1. โมล (mole)
2. น้ำหนักอะตอม (atomic weight)
3. ปฏิกิริยาเคมี (chemical reactions)

แบบฝึกหัด

แบบฝึกหัดมี 2 ประเภทได้แก่

1. ปรนัย

ให้เลือกคำตอบที่ถูกต้องจากตัวเลือกที่กำหนดให้ บางข้ออาจมีคำตอบถูกมากกว่า 1 ตัวเลือก

2. อัตนัย

ตอบคำตอบให้ถูกต้องและกระชับได้ใจความ ถ้าเป็นข้อที่ต้องคำนวณให้ค่านึงถึงเลขนัยสำคัญด้วย

กำหนดให้

Avogadro's number (N) = 6.02214×10^{23}

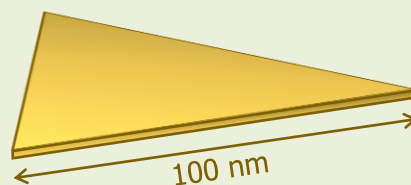
Atomic mass unit (amu) = 1.66054×10^{-24} g

แบบฝึกหัด

1. ลูกปิงปองมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 4.00 ซม. ถ้านาลูกปิงปองจำนวน 1.00 mole มาวางซ้อนกันขึ้นไปในแนวตั้ง จะเท่ากับระยะจากโลกทางถึงวัตถุใดต่อไปนี้

- A. ดวงจันทร์ ระยะทาง 0.38 ล้านกิโลเมตร
- B. ดวงอาทิตย์ ระยะทาง 152 ล้านกิโลเมตร
- C. Proxima Centauri ระยะทาง 4.25 ปีแสง
- D. ใจกลางทางช้างเผือก ระยะทาง 26,000 ปีแสง
- E. Andromeda Galaxy ระยะทาง 2.55 ล้านปีแสง

2. gold nanoprism เป็นแผ่นทองคำรูปสามเหลี่ยมที่มีความยาวด้านละ 100.0 nm และสูง 16.0 nm สร้างจากทองคำบริสุทธิ์
ถ้าความหนาแน่นของโลหะทองคำ = 19.3 g/cm^3
gold nanoprism หนึ่งชิ้นจะมี Au กี่ล้านอะตอม



ตอบ _____ ล้านอะตอม

3. ถ้า ${}_1^1\text{p}$ มีมวล a กรัม และ ${}_0^1\text{n}$ มีมวล b กรัม ดังนั้น nucleus ของ deuterium (${}_1^2\text{H}$) มีมวลเท่าไร

- A. เท่ากับ $a + b$
- B. มากกว่า $a + b$
- C. น้อยกว่า $a + b$
- D. สรุปไม่ได้

4. กำหนดให้มวลของอนุภาคต่างๆ เป็นดังนี้

$${}^{12}_6\text{C} = 12.0000 \text{ amu}$$

$${}_1^1\text{p} = 1.0073 \text{ amu}$$

$${}_0^1\text{n} = 1.0087 \text{ amu}$$

ดังนั้นมวลของ ${}^{13}_6\text{C}$ เท่ากับกี่ amu

- A. 13.000
- B. 13.0073
- C. 13.0087
- D. สรุปไม่ได้

5. ข้อใดต่อไปนี้มีค่ามากที่สุดเมื่อใช้หน่วย amu ในการพิจารณา

- A. เลขมวล ${}^{12}_6\text{C}$
- B. มวลอะตอม ${}^{12}_6\text{C}$
- C. น้ำหนักอะตอม C
- D. มีค่าเท่ากันทุกข้อ

6. chlorine (Cl) มีสอง isotope ซึ่งมีมวลอะตอมดังนี้

	$^{35}_{17}\text{Cl}$	$^{37}_{17}\text{Cl}$
มวลอะตอม (atomic mass; AM)	34.969 amu	36.966 amu

น้ำหนักอะตอม (atomic weight; AW) ของ Cl = 35.453 ดังนั้น $^{35}_{17}\text{Cl}$ มีอยู่ร้อยละเท่าไร

ตอบ _____ %

7. จากข้อมูลในข้อที่ผ่านมา Cl_2 ที่มีมวลโมเลกุล (molecular mass; MM) เท่ากับ 71.935 amu มีอยู่ร้อยละเท่าไร

ตอบ _____ %

8. สมการเคมีข้อใดต่อไปนี้อาจสมดุลได้ด้วยสัมประสิทธิ์อย่างต่ำมากกว่า 1 แบบ

- A. $\text{SF}_2 + \text{F}_2 \longrightarrow \text{SF}_4 + \text{SF}_6$
 B. $\text{CaCl}_2 + \text{Na}_3\text{PO}_4 \longrightarrow \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 + \text{NaCl}$
 C. $\text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \longrightarrow \text{MnO}_2 + \text{K}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
 D. ทุกสมการย่อมมีสัมประสิทธิ์อย่างต่ำเพื่อสมดุลสมการได้เพียงชุดเดียวเสมอ

9. สาร A และ B ทำปฏิกิริยาได้ดังสมการ; $\text{A} + \text{B} \longrightarrow \text{C}$

ทำการทดลอง 4 ครั้ง โดยมีน้ำหนักของ A และ B เริ่มต้น กับน้ำหนักของ C ที่ได้ดังตาราง

	น้ำหนัก A เริ่มต้น	น้ำหนัก B เริ่มต้น	น้ำหนัก C ที่ได้
การทดลองที่ 1	19.0	6.0	16.0
การทดลองที่ 2	16.0	9.0	24.0
การทดลองที่ 3	8.0	18.0	12.8
การทดลองที่ 4	10.0	10.0	C

มวลของ **C** จากการทดลองที่ 4 มีค่ากี่กรัม

ตอบ _____ กรัม

10. สาร A และ B ทำปฏิกิริยาได้ดังสมการ; $A + B \longrightarrow C$

ทำการทดลอง 3 ครั้ง โดยมีน้ำหนักของ A และ B เริ่มต้น กับน้ำหนักของ C ที่ได้ดังตาราง

	น้ำหนัก A เริ่มต้น	น้ำหนัก B เริ่มต้น	น้ำหนัก C ที่ได้
การทดลองที่ 1	6.0	8.0	13.5
การทดลองที่ 2	8.0	12.0	18.0
การทดลองที่ 3	12.5	15.0	27.0

อัตราส่วนโดยมวลของ A:B:C ในปฏิกิริยานี้มีค่าเท่าไร

ตอบ _____ : _____ : _____

11. ถ้าต้องการทำให้ธาตุเกิดเป็นสารประกอบออกไซด์ ด้วยการนำธาตุมาเผากับ O_2 ธาตุในข้อใด จะต้องใช้ O_2 เป็นปริมาณมากที่สุดถ้าเริ่มต้นจากธาตุ 1 กรัมเท่าๆ กัน

A. Na

B. Mg

C. K

D. Ca

12. เผา $CaCO_3$ น้หนัก 5.00 กรัม พบว่าแข็งที่เหลือจากการเผาหนัก 3.68 กรัม $CaCO_3$ สลายตัวกี่ % (น้ำหนักอะตอม C = 12.0, O = 16.0, Ca = 40.0)

ตอบ _____ %

13. เผาของผสม $CaCO_3$ และ CaO ที่มีน้ำหนักรวม 5.00 กรัม จนเกิดปฏิกิริยาสมบูรณ์ พบว่าแข็งที่เหลือจากการเผาหนัก 3.24 กรัม ของผสมตั้งต้นมี $CaCO_3$ อยู่กี่กรัม (น้ำหนักอะตอม C = 12.0, O = 16.0, Ca = 40.0)

ตอบ _____ กรัม

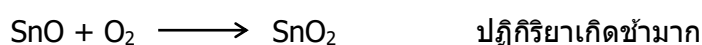
14. โลหะ Al มี oxide ของ Al ปนอยู่ จึงนำไปวิเคราะห์โดยการเผากับ O_2 จนเกิดปฏิกิริยาสมบูรณ์ พบว่าหลังเผามีน้ำหนักเพิ่มขึ้นมา 80.0% ดังนั้นโลหะดังกล่าวมี Al_2O_3 เจือปนอยู่ร้อยละเท่าไร

ตอบ _____ %

- 15.** ของผสม FeO และ Fe₂O₃ หนักรวม 138 กรัม นำมาถลุงแยกเอาเฉพาะโลหะ Fe ออกมา พบว่าได้ Fe มาทั้งสิ้น 98.0 กรัม ดังนั้นในของผสมเริ่มต้นมี FeO กี่กรัม (กำหนดให้น้ำหนักอะตอมของ Fe และ O มีค่าเท่ากับ 56.0 และ 16.0 ตามลำดับ)

ตอบ _____ กรัม

- 16.** เผา Sn ในอากาศเกิดปฏิกิริยาสองขั้น



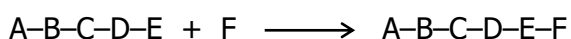
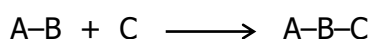
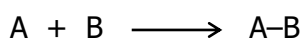
ถ้าเผา Sn จำนวน 3.57 กรัมจนเกิดปฏิกิริยาทั้งหมด พบว่าได้ผลิตภัณฑ์ขึ้น 4.45 กรัม ผลิตภัณฑ์นี้มี SnO อยู่กี่กรัม

ตอบ _____ กรัม

- 17.** เผาแร่ gypsum (CaSO₄·nH₂O) หนัก 4.3 กรัม เพื่อไล่น้ำในผลึกออกไปทั้งหมด จะเหลือ CaSO₄ อยู่ 3.4 กรัม น้ำในผลึก (n) มีค่าเท่ากับเท่าไร

ตอบ _____

- 18.** สาร A, B, C, D, E และ F เกิดปฏิกิริยาต่อเชื่อมกันได้ มีร้อยละผลได้ขั้นตอนละ 90% ดังแสดง



ถ้าเริ่มจาก A = 80.0 กรัม ทำปฏิกิริยากับสารอื่นๆ ในปริมาณมากเกินพอ จะได้ผลิตภัณฑ์ในขั้นสุดท้ายกี่กรัม (MW ของสารทุกตัวเท่ากับ 200)

ตอบ _____ กรัม