ม.ปลาย

เคมี

Chemistry · ฉบับภาษาไทย



ฝึกโจทย์ 700 ข้อ

วิธีทำครบทุกขั้น สำหรับนักเรียนมัธยมปลาย

ชุด Study Guide ฉบับภาษาไทย · LearnSpace



เคมี (Chemistry) ฝึกโจทย์ 700 ข้อ

วิธีทำครบทุกขั้น สำหรับนักเรียนมัธยมปลาย และหลักสูตรนานาชาติ

ChatStick Team

ชุด Study Guide ฉบับภาษาไทย · LearnSpace

เคมี (Chemistry) ฝึกโจทย์ 700 ข้อ
วิธีทำครบทุกขั้น สำหรับนักเรียนมัธยมปลาย และหลักสูตรนานาชาติ

สงวนลิขสิทธิ์ © 2569 (2026) ChatStick Team ห้ามทำซ้ำ ดัดแปลง เผยแพร่ หรือส่งต่อไฟล์หนังสือเล่มนี้ไม่ว่าส่วนใดส่วนหนึ่งหรือทั้งหมด โดยไม่ได้รับอนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษร ผู้ซื้อพิมพ์หน้าฝึกหัดเพื่อใช้ฝึกเองหรือใช้ในชั้นเรียนของตนได้

โจทย์ บทอ่าน ตัวอย่าง และภาพประกอบทั้งหมดในเล่มนี้เขียนและสร้างขึ้นใหม่สำหรับหนังสือเล่มนี้ ไม่ใช่ข้อสอบจริงหรือข้อสอบเก่า ชื่อบุคคล สถานที่ และเหตุการณ์ในโจทย์เป็นเรื่องสมมติ ตัวละครประจำเล่มเป็นตัวละครสมมติของ ChatStick Team

หนังสือเล่มนี้จัดทำโดยอิสระ ไม่มีความเกี่ยวข้องกับหน่วยงานจัดสอบ สถาบันการศึกษา หรือหน่วยงานด้านหลักสูตรใด ระดับ A1–C1 ใช้เพื่อบอกระดับความยากเท่านั้น

เนื้อหาผ่านการตรวจทานด้วยระบบตรวจอัตโนมัติและทีมงาน ChatStick Team หากพบข้อผิดพลาด แจ้งทีมงานได้ เพื่อแก้ไขในฉบับปรับปรุง

จัดพิมพ์โดย ChatStick Team · LearnSpace by ChatStick · www.chatstickmarket.com/learnspace · ฉบับพิมพ์ครั้งแรก 2569 (2026) · ฉบับอิเล็กทรอนิกส์ (PDF)

สารบัญ

วิธีใช้หนังสือเล่มนี้ 5

แผนการเรียนและตารางบันทึกคะแนน 6

แบบทดสอบก่อนเรียน 8

บทที่ 1 · การวัดและเลขนัยสำคัญ **14**

บทที่ 2 · โครงสร้างอะตอม **29**

บทที่ 3 · ตารางธาตุ **45**

บทที่ 4 · พันธะเคมี **62**

ทบทวนรวม 1 78

บทที่ 5 · การเรียกชื่อสารประกอบและสูตรเคมี **81**

บทที่ 6 · โมล **97**

บทที่ 7 · สมการเคมีและปฏิกิริยาเคมี **111**

บทที่ 8 · ปริมาณสารสัมพันธ์ **127**

ทบทวนรวม 2 142

บทที่ 9 · กฎของแก๊ส **145**

บทที่ 10 · สารละลายและความเข้มข้น **162**

บทที่ 11 · กรดและเบส **179**

บทที่ 12 · เทอร์โมเคมีและอัตราการเกิดปฏิกิริยา **195**

ทบทวนรวม 3 215

แบบทดสอบชุดที่ 1 218

แบบทดสอบชุดที่ 2 223

แบบทดสอบชุดที่ 3 229

เฉลยและคำอธิบาย 235

สมุดสรุปสูตร 336

อภิธานศัพท์ (Glossary) 348

กระดาษกราฟ 351

ตารางติดตามความก้าวหน้า 353

เกี่ยวกับ ChatStick Team 354

รู้จักเพื่อนติวของคุณ



สวัสดี! ฉันชื่อ **Nova** จะเป็นเพื่อนติวของคุณตลอดเล่มนี้

มองหาฉันในกล่อง **เคล็ดลับ** ฉันจะชี้ทางลัด กับดักที่หลายคนพลาด และเรื่องที่ควรจำ

พร้อมไหม? เริ่มจากแบบทดสอบก่อนเรียน เพื่อดูว่าตอนนี้คุณรู้อะไรแล้วบ้าง









วิธีใช้หนังสือเล่มนี้

1 · ทำแบบทดสอบก่อนเรียน
30 ข้อ ช่วยบอกว่าคุณควรเน้นบทไหนก่อน

2 · อ่านสรุปเนื้อหา
กฎ ตาราง และตัวอย่างของแต่ละบท พร้อมกล่อง **ระวัง!** ชี้จุดที่มักพลาด

3 · ดู Mind Map
ทั้งบทในหน้าเดียว ทบทวนก่อนสอบทุกครั้ง

4 · ฝึก 3 ระดับ
● **พื้นฐาน** (Practice A) · ▲ **ประยุกต์** (Practice B) · ★ **ท้าทาย** (Practice C)

5 · ตรวจคำตอบทุกข้อ
เฉลยอยู่ท้ายเล่ม (กดเลขข้อเพื่อไปที่เฉลยได้) ทุกข้อบอกระดับ **ทำไมถูก ทำไมข้ออื่นผิด ⚠ ระวัง** และประโยคสั้น ๆ ให้ **จำไว้**

6 · เรียนรู้จากข้อผิด
จดข้อที่ผิดลงใน **สมุดบันทึกข้อผิดพลาด** ท้ายแต่ละบท แล้วทำแบบทบทวนและแบบทดสอบเต็มชุดทั้ง 3 ชุด

โจทย์ ตัวเลือก บทอ่าน และประโยคตัวอย่างเป็นภาษาอังกฤษ เพื่อให้คุณฝึกภาษาจริง ส่วนคำอธิบาย สรุปเนื้อหา และเฉลยเป็นภาษาไทย

หน้าตาเฉลยเป็นอย่างนี้

47. 750. mL
▲ ประยุกต์ · metric conversion · หน้า 15
วิธีทำ: 1) 0.750 L × (1000 mL / 1 L) 2) = 750. mL = 7.50×10^2 mL
ตรวจคำตอบ: 750 mL คือสามในสี่ของหนึ่งลิตร ✓
ทำไมถูก: 1 L = 1000 mL จึงคูณด้วย 1000 และเก็บเลขนัยสำคัญ 3 ตัว: 750. mL (จุดทศนิยมบอกว่าศูนย์เป็นค่าที่วัดได้) หรือ 7.50×10^2 mL
⚠ **ระวัง:** การเขียนเพียง 750 mL ทำให้เลขนัยสำคัญหายไป 1 ตัวตามกฎของเล่มนี้ ให้เขียน 750. หรือ 7.50×10^2
จำไว้: L → mL: × 1000.

ข้อที่ต้องเขียนคำตอบเอง จะบอกทุกคำตอบที่ถือว่าถูก



แผนการเรียน

แผน 8 สัปดาห์ (ประมาณสัปดาห์ละ 3 ชั่วโมง)

สัปดาห์ที่ 1	แบบทดสอบก่อนเรียน · บทที่ 1	☐
สัปดาห์ที่ 2	บทที่ 2–3	☐
สัปดาห์ที่ 3	บทที่ 4 · ทบทวนรวม 1	☐
สัปดาห์ที่ 4	บทที่ 5–6	☐
สัปดาห์ที่ 5	บทที่ 7–8 · ทบทวนรวม 2	☐
สัปดาห์ที่ 6	บทที่ 9–10	☐
สัปดาห์ที่ 7	บทที่ 11–12 · ทบทวนรวม 3	☐
สัปดาห์ที่ 8	แบบทดสอบชุดที่ 1–3 · ทบทวนสมุดบันทึกข้อผิดพลาด	☐

แผน 30 วัน (ประมาณวันละ 45 นาที)

วันที่ 1	บทที่ 1: สรุปเนื้อหา, Mind Map, Practice A	☐
วันที่ 2	บทที่ 1: Practice B และ C, ตรวจคำตอบ	☐
วันที่ 3	บทที่ 2: สรุปเนื้อหา, Mind Map, Practice A	☐
วันที่ 4	บทที่ 2: Practice B และ C, ตรวจคำตอบ	☐
วันที่ 5	บทที่ 3: สรุปเนื้อหา, Mind Map, Practice A	☐
วันที่ 6	บทที่ 3: Practice B และ C, ตรวจคำตอบ	☐
วันที่ 7	บทที่ 4: สรุปเนื้อหา, Mind Map, Practice A	☐
วันที่ 8	บทที่ 4: Practice B และ C, ตรวจคำตอบ	☐
วันที่ 9	บทที่ 5: สรุปเนื้อหา, Mind Map, Practice A	☐
วันที่ 10	บทที่ 5: Practice B และ C, ตรวจคำตอบ	☐
วันที่ 11	บทที่ 6: สรุปเนื้อหา, Mind Map, Practice A	☐
วันที่ 12	บทที่ 6: Practice B และ C, ตรวจคำตอบ	☐
วันที่ 13	บทที่ 7: สรุปเนื้อหา, Mind Map, Practice A	☐
วันที่ 14	บทที่ 7: Practice B และ C, ตรวจคำตอบ	☐
วันที่ 15	บทที่ 8: สรุปเนื้อหา, Mind Map, Practice A	☐
วันที่ 16	บทที่ 8: Practice B และ C, ตรวจคำตอบ	☐
วันที่ 17	บทที่ 9: สรุปเนื้อหา, Mind Map, Practice A	☐
วันที่ 18	บทที่ 9: Practice B และ C, ตรวจคำตอบ	☐
วันที่ 19	บทที่ 10: สรุปเนื้อหา, Mind Map, Practice A	☐
วันที่ 20	บทที่ 10: Practice B และ C, ตรวจคำตอบ	☐
วันที่ 21	บทที่ 11: สรุปเนื้อหา, Mind Map, Practice A	☐
วันที่ 22	บทที่ 11: Practice B และ C, ตรวจคำตอบ	☐
วันที่ 23	บทที่ 12: สรุปเนื้อหา, Mind Map, Practice A	☐
วันที่ 24	บทที่ 12: Practice B และ C, ตรวจคำตอบ	☐
วันที่ 25	ทบทวนรวม 1–3	☐
วันที่ 26	แบบทดสอบชุดที่ 1	☐
วันที่ 27	แก้ข้อผิดจากแบบทดสอบชุดที่ 1	☐
วันที่ 28	แบบทดสอบชุดที่ 2	☐
วันที่ 29	แบบทดสอบชุดที่ 3	☐
วันที่ 30	ทบทวน Mind Map + สมุดบันทึกข้อผิดพลาด	☐

ตารางบันทึกคะแนน

บท	A ●	B ▲	C ★	วันที่
1. การวัดและเลขนัยสำคัญ	/16	/21	/9	
2. โครงสร้างอะตอม	/16	/21	/9	
3. ตารางธาตุ	/16	/21	/9	
4. พันธะเคมี	/16	/21	/9	
5. การเรียกชื่อสารประกอบและสูตรเคมี	/16	/21	/9	
6. โมล	/16	/21	/9	
7. สมการเคมีและปฏิกิริยาเคมี	/16	/21	/9	
8. ปริมาณสารสัมพันธ์	/16	/21	/9	
9. กฎของแก๊ส	/16	/21	/9	
10. สารละลายและความเข้มข้น	/16	/21	/9	
11. กรดและเบส	/16	/20	/9	
12. เทอร์โมเคมีและอัตราการเกิดปฏิกิริยา	/16	/20	/9	

แบบทดสอบ	คะแนน	วันที่	บันทึก
แบบทดสอบก่อนเรียน	/30		
ทบทวนรวม 1	/15		
ทบทวนรวม 2	/15		
ทบทวนรวม 3	/15		
แบบทดสอบชุดที่ 1	/25		
แบบทดสอบชุดที่ 2	/25		
แบบทดสอบชุดที่ 3	/25		

แบบทดสอบก่อนเรียน

หาจุดเริ่มต้นของคุณ

แบบทดสอบนี้วัดทักษะหลักจากทั้ง 12 บทในเล่ม ไม่ต้องอ่านหนังสือก่อนทำ และอย่าเดาสุ่ม ถ้าไม่รู้จริง ๆ ว่าจะเริ่มทำข้อไหนอย่างไร ให้ข้ามไปทำข้อต่อไป จากนั้นตรวจคำตอบและใช้ตารางผลลัพธ์ดูว่าบทใดที่ต้องฝึกมากที่สุด

- ตอบให้ครบทั้ง 30 ข้อ โดยใช้ดินสอ กระดาษทด และเครื่องคิดเลข ดูมวลโมเลกุล (มวลต่อโมล) ได้จากตารางอ้างอิงท้ายเล่ม
- ใช้เวลาประมาณ 45 นาที
- ตรวจคำตอบในส่วนเฉลยและคำอธิบาย และอ่านขั้นตอนวิธีทำของทุกข้อที่ตอบผิด
- ใช้ตารางผลลัพธ์: บทที่ 1–6 ถ้าตอบผิดตั้งแต่ 2 ข้อขึ้นไปจาก 3 ข้อของบทนั้น ให้เริ่มที่บทนั้น ส่วนบทที่ 7–12 ถ้าผิดแม้เพียงข้อเดียว แปลว่าบทนั้นต้องใช้เวลาฝึกเพิ่ม

1. ● ค่าที่วัดได้ 0.02030 L มีเลขนัยสำคัญ (significant figures) กี่ตัว

A. 2 B. 3 C. 4 D. 6

2. ● ของเหลวตัวอย่างปริมาตร 12.5 mL มีมวล 9.86 g ความหนาแน่น (density) ของของเหลวนี้เท่ากับเท่าใด

คำตอบ:

3. ▲ จงบวกความยาว 12.4 cm + 3.15 cm + 0.6 cm แล้วรายงานผลรวมด้วยจำนวนเลขนัยสำคัญที่ถูกต้อง

A. 20 cm B. 16.15 cm C. 16.2 cm D. 16.1 cm

4. ● อะตอมของเงิน-107 มีนิวตรอน (neutron) กี่อนุภาค (เลขอะตอมของเงินคือ 47)

A. 60 B. 154 C. 107 D. 47

5. ▲ ข้อใดคือการจัดเรียงอิเล็กตรอน (electron configuration) ของอะตอมซิลิคอน (เลขอะตอม 14)

A. $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^4$ B. $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3d^2$

C. $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^4$ D. $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^2$

6. ▲ พลวงในธรรมชาติมี 2 ไอโซโทป (isotope) คือ พลวง-121 (มวล 120.904 amu, 57.21%) และพลวง-123 (มวล 122.904 amu, 42.79%) จงคำนวณมวลอะตอมเฉลี่ย (average atomic mass) ของพลวง

คำตอบ:

7. ● ธาตุใดอยู่ในหมู่ (group) เดียวกับแมกนีเซียม

A. โซเดียม (Na)
B. โพแทสเซียม (K)
C. อะลูมิเนียม (Al)
D. แคลเซียม (Ca)

8. ▲ อะตอมใดต่อไปนี้มีรัศมีอะตอม (atomic radius) ใหญ่ที่สุด: Na, K, Ca หรือ Br

A. Ca
B. K
C. Br
D. Na

9. ● แบเรียมอยู่หมู่ 2 (เลขอะตอม 56) โดยปกติไอออนของแบเรียมมีประจุ (charge) เท่าใด

A. 56+
B. 6-
C. 2-
D. 2+

10. ● อะตอมกำมะถันและออกซิเจนในโมเลกุลซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (sulfur dioxide, SO_2) ยึดกันด้วยพันธะชนิดใด

A. พันธะไอออนิก (มีการถ่ายโอนอิเล็กตรอน)
B. พันธะโคเวเลนต์ (มีการใช้อิเล็กตรอนร่วมกัน)
C. พันธะไฮโดรเจน
D. พันธะโลหะ

11. ▲ ไฮโดรเจนซัลไฟด์ (hydrogen sulfide, H_2S) มีรูปร่างโมเลกุล (molecular shape) แบบใด (กำมะถันมีอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะ 2 คู่ และอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว 2 คู่)

A. มุมงอ
B. ทรงสี่หน้า
C. สามเหลี่ยมแบนราบ
D. เส้นตรง

12. ▲ ที่อุณหภูมิห้อง คลอรีน (Cl_2) เป็นแก๊ส แต่โบรมีน (Br_2) เป็นของเหลว ข้อใดอธิบายได้ดีที่สุดว่าทำไม Br_2 มีจุดเดือดสูงกว่า

A. โมเลกุล Br_2 เกิดพันธะไฮโดรเจน

B. Br_2 มีอิเล็กตรอนมากกว่า แรงลอนดอนจึงแรงกว่า

C. พันธะโคเวเลนต์ Br–Br แข็งแรงกว่าพันธะ Cl–Cl

D. Br_2 เป็นโมเลกุลมีขั้ว แต่ Cl_2 ไม่มีขั้ว

13. ● aluminum sulfide มีสูตรเคมี (formula) อย่างไร (Al เกิดเป็น Al^{3+} และ S เกิดเป็น S^{2-})

A. Al_2S_3 B. AlS_3 C. Al_3S_2 D. AlS

14. ▲ Cu_2O มีชื่อว่าอะไร

A. copper(I) oxide

B. copper(II) oxide

C. copper oxide

D. dicopper monoxide

15. ● สารโมเลกุล S_2Cl_2 มีชื่อว่าอะไร

A. disulfur chloride

B. disulfur dichloride

C. dichlorine disulfide

D. sulfur dichloride

16. ● น้ำ (H_2O) 54.0 g มีกี่โมล (mole) (H 1.008, O 16.00)

คำตอบ:

17. ▲ ทองแดง (Cu) 0.750 mol มีกี่อะตอม

A. 8.03×10^{23} B. 3.83×10^{25} C. 1.25×10^{-24} D. 4.52×10^{23}

18. ▲ สารประกอบชนิดหนึ่งมีคาร์บอน 40.0% ไฮโดรเจน 6.71% และออกซิเจน 53.3% โดยมวล สูตรเอมพิริคัล (empirical formula) ของสารนี้คืออะไร (C 12.01, H 1.008, O 16.00)

A. CH_2O B. $C_2H_4O_2$ C. C_6HO_8 D. CHO

19. ▲ ชุดเลขสัมประสิทธิ์ (coefficient) ใดดุลสมการ ——— N_2 + ——— O_2 → ——— N_2O_5 ได้

A. 1, 5, 2 **B.** 2, 5, 2 **C.** 1, 5, 1 **D.** 2, 10, 2

20. ● $2KOH(aq) + MgCl_2(aq) \rightarrow Mg(OH)_2(s) + 2KCl(aq)$ เป็นปฏิกิริยาประเภทใด

A. ปฏิกิริยาการสลายตัว **B.** ปฏิกิริยาการรวมตัว

C. ปฏิกิริยาการแทนที่สองตำแหน่ง **D.** ปฏิกิริยาการแทนที่เดี่ยว

21. ▲ $2C_2H_6(g) + 7O_2(g) \rightarrow 4CO_2(g) + 6H_2O(g)$ เมื่อ O_2 3.5 mol ทำปฏิกิริยา (โดยมี C_2H_6 เพียงพอ) จะเกิด CO_2 กี่โมล

A. 3.5 mol **B.** 14 mol **C.** 2.0 mol **D.** 6.1 mol

22. ▲ $4Fe(s) + 3O_2(g) \rightarrow 2Fe_2O_3(s)$ เมื่อเหล็ก 22.3 g เกิดสนิมจนหมด จะเกิด iron(III) oxide กี่กรัม (Fe 55.85, O 16.00)

คำตอบ:

23. ▲ ลูกโป่งใบหนึ่งบรรจุอากาศ 3.00 L ที่ 27 °C เมื่อทำให้ร้อนขึ้นเป็น 127 °C ที่ความดันคงที่ ปริมาตรใหม่เท่ากับเท่าใด

คำตอบ:

24. ▲ ถังขนาด 10.0 L ที่ 1.50 atm และ 47 °C มีแก๊สอยู่กี่โมล ($R = 0.0821\ L\cdot atm/(mol\cdot K)$)

A. 5.64×10^{-3} mol **B.** 3.89 mol

C. 0.571 mol **D.** 1.75 mol

25. ▲ สารละลายที่เตรียมโดยละลาย magnesium sulfate ($MgSO_4$) 6.02 g ในน้ำจนได้สารละลาย 250.0 mL มีโมลาริตี (molarity) เท่าใด (Mg 24.31, S 32.07, O 16.00)

A. 0.200 M **B.** 0.0500 M **C.** 24.1 M **D.** 2.00×10^{-4} M

26. ▲ นำสารละลายน้ำตาล 0.800 M ปริมาตร 10.0 mL มาเจือจางด้วยน้ำจนมีปริมาตรรวม 40.0 mL ความเข้มข้นใหม่เท่ากับเท่าใด

A. 0.800 M **B.** 0.267 M **C.** 0.200 M **D.** 3.20 M

27. ● สารละลายชนิดหนึ่งมี $[H^+] = 1.0 \times 10^{-4}$ M สารละลายนี้มี pH เท่าใด และเป็นกรดหรือเบส

A. pH 4.00, เป็นเบส **B.** pH 10.00, เป็นเบส
C. pH −4.00, เป็นกรด **D.** pH 4.00, เป็นกรด

28. ▲ $HF(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons F^-(aq) + H_3O^+(aq)$
ข้อใดเป็นคู่กรด–เบสคอนจูเกต (conjugate acid–base pair)

A. HF และ H_3O^+ **B.** HF และ F^- **C.** HF และ H_2O **D.** F^- และ H_3O^+

29. ● ต้องใช้ความร้อนเท่าใดในการทำให้น้ำ 60.0 g ร้อนขึ้นจาก 22.0 °C เป็น 62.0 °C (ความจุความร้อนจำเพาะ (specific heat) ของน้ำ $c = 4.18$ J/(g·°C))

คำตอบ:

30. ▲ ปฏิกิริยาหนึ่งมี $\Delta H = -60$ kJ และพลังงานก่อกัมมันต์ (activation energy) 90 kJ เมื่อเติมตัวเร่งปฏิกิริยา (catalyst) พลังงานก่อกัมมันต์ลดลงเหลือ 50 kJ ΔH ของปฏิกิริยาที่มีตัวเร่งปฏิกิริยาเท่ากับเท่าใด

A. −40 kJ **B.** −100 kJ **C.** −20 kJ **D.** −60 kJ

ควรเริ่มที่บทไหน

ข้อ	บท	คะแนนของฉัน
ข้อ 1–3	บทที่ 1 · การวัดและเลขนัยสำคัญ	____ / 3
ข้อ 4–6	บทที่ 2 · โครงสร้างอะตอม	____ / 3
ข้อ 7–9	บทที่ 3 · ตารางธาตุ	____ / 3
ข้อ 10–12	บทที่ 4 · พันธะเคมี	____ / 3
ข้อ 13–15	บทที่ 5 · การเรียกชื่อสารประกอบและสูตรเคมี	____ / 3
ข้อ 16–18	บทที่ 6 · โมล	____ / 3
ข้อ 19–20	บทที่ 7 · สมการเคมีและปฏิกิริยาเคมี	____ / 2
ข้อ 21–22	บทที่ 8 · ปริมาณสารสัมพันธ์	____ / 2
ข้อ 23–24	บทที่ 9 · กฎของแก๊ส	____ / 2
ข้อ 25–26	บทที่ 10 · สารละลายและความเข้มข้น	____ / 2
ข้อ 27–28	บทที่ 11 · กรดและเบส	____ / 2
ข้อ 29–30	บทที่ 12 · เทอร์โมเคมีและอัตราการเกิดปฏิกิริยา	____ / 2

ผิดตั้งแต่ 2 ข้อขึ้นไปในกลุ่มใด ให้เริ่มที่บทนั้นก่อน เฉลยเริ่มที่หน้า 235

บทที่ 1

การวัดและเลขนัยสำคัญ

วัดอย่างซื่อตรง

ในบทนี้คุณจะ...

- ใช้หน่วย SI และคำอุปสรรค (prefix) และเปลี่ยนหน่วยระหว่างกันได้
- เขียนและคำนวณตัวเลขในรูปสัญกรณ์วิทยาศาสตร์ (scientific notation)
- นับเลขนัยสำคัญ (significant figures) และปัดเศษได้ถูกต้อง
- ใช้กฎของเลขนัยสำคัญในการคำนวณ
- แก้โจทย์ด้วยการวิเคราะห์หน่วย (dimensional analysis) หรือวิธีตัดหน่วย
- ใช้ความหนาแน่น (density) และตัดสินความแม่น (accuracy) ความเที่ยง (precision) และร้อยละความคลาดเคลื่อน (percent error)

ในบทนี้มีอะไรบ้าง

สรุปเนื้อหา	ใจความ กฎ และกับดัก
ตัวอย่างพร้อมวิธีคิด	3 ข้อ เฉลยทีละขั้น
Mind Map	ทั้งบทในหน้าเดียว
Practice A · ● พื้นฐาน	ข้อ 31–46 · 16 ข้อ
Practice B · ▲ ประยุกต์	ข้อ 47–67 · 21 ข้อ
Practice C · ★ ท้าทาย	ข้อ 68–76 · 9 ข้อ
สมุดบันทึกข้อผิดพลาด	และเช็กตัวเอง

ข้อ 31–76







สรุปเนื้อหา (Quick Note)

ตัวเลขทุกตัวในวิชาเคมีมาจากการวัด (measurement) และการวัดทุกครั้งมีขีดจำกัด ในบทนี้จะได้ฝึกเขียนตัวเลขให้บอกได้ว่าวัดมาละเอียดแค่ไหน และเปลี่ยนหน่วยได้โดยไม่หลงทาง ทักษะเหล่านี้จะใช้ในทุกบทต่อจากนี้

หัวใจสำคัญ

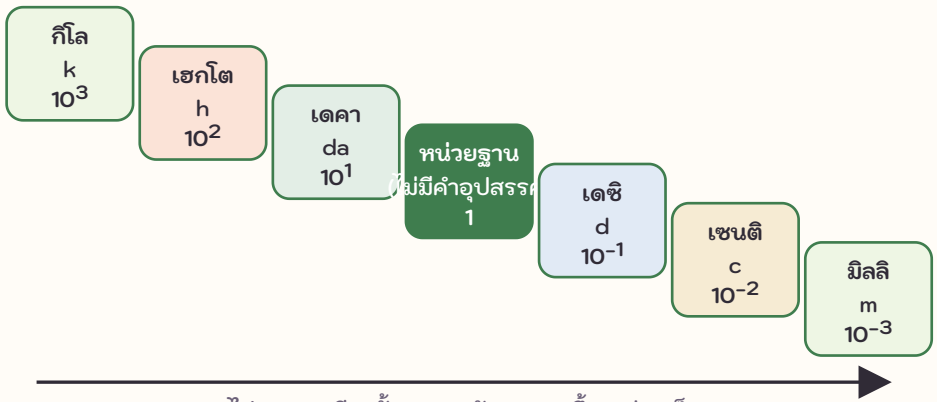
ค่าที่ได้จากการวัดคือ **ตัวเลข + หน่วย** และจำนวนหลักของตัวเลขบอก **ความเที่ยง (precision)** ของการวัด เลขนัยสำคัญ สัญกรณ์วิทยาศาสตร์ และวิธีตัดหน่วยช่วยให้คำตอบซื่อตรง: ไม่ละเอียดเกินข้อมูลที่มี และไม่ใช้หน่วยผิด

1. หน่วยและคำอุปสรรค

นักวิทยาศาสตร์ใช้ระบบ **SI** (ระบบเมตริก) คำอุปสรรคจะคูณหน่วยฐานด้วยเลขยกกำลังของ 10 การเปลี่ยนหน่วยจึงเท่ากับการเลื่อนจุดทศนิยม

ปริมาณ	หน่วยฐาน SI	หน่วยที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ
มวล	กิโลกรัม (kg)	กรัม (g)
ความยาว	เมตร (m)	เซนติเมตร (cm)
ปริมาตร	(หน่วยอนุพัทธ์) m^3	ลิตร (L), มิลลิลิตร (mL) = cm^3
อุณหภูมิ	เคลวิน (K)	องศาเซลเซียส (°C)
ปริมาณสาร	โมล (mol)	โมล (mol)
เวลา	วินาที (s)	วินาที (s)

บันไดคำอุปสรรคเมตริก



คำอุปสรรค	สัญลักษณ์	ตัวคูณ
เมกะ-	M	10^6
กิโล-	k	10^3
เซนติ-	c	10^{-2}

คำอุปสรรค	สัญลักษณ์	ตัวคูณ
มิลลิ-	m	10^{-3}
ไมโคร-	μ	10^{-6}
นาโน-	n	10^{-9}

อุณหภูมิ
K = °C + 273.15 (ใช้ 273 เมื่อคิดเป็นองศาเต็ม) สเกลเคลวินเริ่มที่ศูนย์สัมบูรณ์ จึงไม่มีค่าติดลบ ให้เขียน "298 K" ไม่ใช่ "298 °K"

2. สัญกรณ์วิทยาศาสตร์

เขียนตัวเลขในรูป $\mathbf{a \times 10^n}$ โดย $1 \le a < 10$ ตัวเลขที่มีค่าตั้งแต่ 10 ขึ้นไปมีเลขชี้กำลังเป็นบวก ตัวเลขที่น้อยกว่า 1 มีเลขชี้กำลังเป็นลบ

ตัวเลขค่ามาก
$602\,000 = 6.02 \times 10^5$

ตัวเลขค่าน้อย
$0.000\,47 = 4.7 \times 10^{-4}$

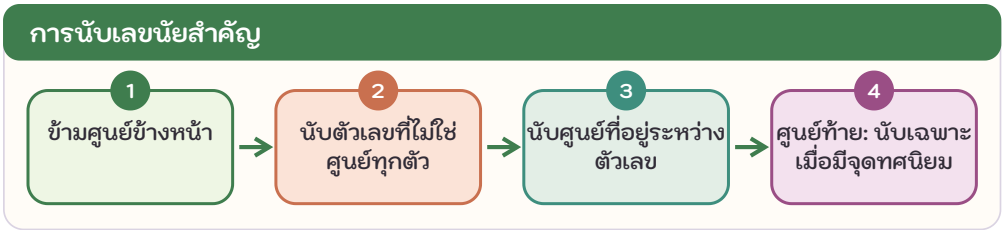
คูณ: นำเลขชี้กำลังมาบวกกัน
$(2 \times 10^3)(3 \times 10^4) = 6 \times 10^7$

หาร: นำเลขชี้กำลังมาลบกัน
$(8 \times 10^6) \div (2 \times 10^2) = 4 \times 10^4$

3. การนับเลขนัยสำคัญ

เลขนัยสำคัญคือตัวเลขทุกหลักที่วัดได้แน่นอน รวมกับตัวเลขที่ประมาณอีก 1 หลัก ใช้กฎต่อไปนี้:

กฎ	ตัวอย่าง	เลขนัยสำคัญ
ตัวเลขที่ไม่ใช่ศูนย์นับเสมอ	4.35	3
ศูนย์ที่อยู่ระหว่างตัวเลขอื่นนับ	2.05	3
ศูนย์ที่อยู่ข้างหน้าไม่นับเลย	0.0072	2
ศูนย์ที่อยู่ท้ายนับ เมื่อมีจุดทศนิยม	3.200	4
ศูนย์ที่อยู่ท้ายโดยไม่มีจุดทศนิยมไม่นับ (กฎที่ใช้ในเล่มนี้)	4500	2
จำนวนที่แน่นอน (การนับ, ค่าที่นิยามไว้) มีเลขนัยสำคัญไม่จำกัด	ไข่ 12 ฟอง, 1 m = 100 cm	∞



4. การคำนวณกับเลขนัยสำคัญ

การดำเนินการ	กฎ	ตัวอย่าง
× และ ÷	ตอบตามจำนวนเลขนัยสำคัญที่น้อยที่สุด	2.5 × 3.42 = 8.55 → 8.6
+ และ −	ตอบตามจำนวนตำแหน่งทศนิยมที่น้อยที่สุด	12.11 + 1.3 = 13.41 → 13.4
การปัดเศษ	ดูตัวเลขตัวแรกที่ตัดทิ้ง: ตั้งแต่ 5 ขึ้นไป → ปัดขึ้น	3.746 → 3.75 (3 s.f.)

ระวัง!
อย่าปัดเศษระหว่างการคำนวณที่ยาว ให้เก็บตัวเลขเกินไว้ 1–2 หลัก แล้วปัดเพียงครั้งเดียวตอนท้าย โดยใช้กฎของแต่ละขั้น

5. การวิเคราะห์หน่วย (dimensional analysis)

แฟกเตอร์เปลี่ยนหน่วย (conversion factor) คือเศษส่วนที่มีค่าเท่ากับ 1 เช่น 1000 mL / 1 L ให้วางหน่วยที่ "มีอยู่" ไว้ตัวส่วนเพื่อให้ตัดกันได้ และต่อแฟกเตอร์กันได้หลายตัวตามต้องการ

ค่าที่โจทย์ให้ × (หน่วยที่ต้องการ / หน่วยที่โจทย์ให้) = คำตอบในหน่วยที่ต้องการ

วิธีใช้: ใช้เมื่อเปลี่ยนหน่วย รวมทั้งหน่วยอัตรา (km/h → m/s) พื้นที่ (×แฟกเตอร์^{2}) และปริมาตร (×แฟกเตอร์^{3})



เคล็ดลับจาก Nova
เขียนหน่วยกำกับตัวเลขทุกตัว แล้วขีดฆ่าหน่วยที่ตัดกัน ถ้าหน่วยที่เหลือตอนท้ายเป็นหน่วยที่ต้องการ แสดงว่าตั้งโจทย์ถูกแล้ว แม้ยังไม่ได้กดเครื่องคิดเลขเลย

6. ความหนาแน่น

$$d = m/V \cdot m = d \times V \cdot V = m/d$$

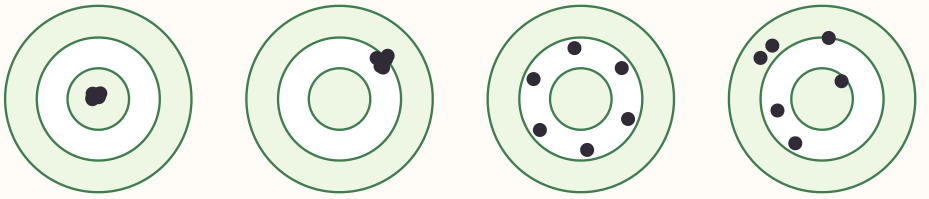
วิธีใช้: ใช้ระบุชนิดของสาร หรือเปลี่ยนระหว่างมวลกับปริมาตร หน่วย: g/mL สำหรับของเหลว g/cm^3 สำหรับของแข็ง (1 mL = 1 cm^3) g/L สำหรับแก๊ส

ปริมาตรของของแข็งรูปร่างไม่แน่นอน: ใช้ **การแทนที่น้ำ** ปริมาตรเท่ากับค่าที่อ่านได้ครั้งหลังลบด้วยค่าที่อ่านได้ครั้งแรก

7. ความแม่น ความเที่ยง และร้อยละความคลาดเคลื่อน

ความแม่น (accuracy) = ผลการวัดใกล้กับค่าจริง (ค่าที่ยอมรับ) มากเพียงใด **ความเที่ยง (precision)** = ผลการวัดซ้ำแต่ละครั้งใกล้กันมากเพียงใด

ความแม่นกับความเที่ยง



แม่นและเที่ยง อยู่ชิดกัน ตรงเป้า

เที่ยงอย่างเดียว อยู่ชิดกัน แต่ไม่ตรงเป้า

แม่นโดยเฉลี่ย กระจาย แต่อยู่รอบเป้า

ไม่แม่นและไม่เที่ยง กระจาย และไม่ตรงเป้า

ร้อยละความคลาดเคลื่อน = |ค่าที่วัดได้ − ค่าที่ยอมรับ| ÷ ค่าที่ยอมรับ × 100%

วิธีใช้: ใช้ตัดสินความแม่นเมื่อทราบค่าที่ยอมรับ

ระวัง!

เที่ยงไม่ได้แปลว่าถูก เครื่องชั่งที่ไม่ได้ตั้งศูนย์อาจให้ค่าผิดเท่าเดิมทุกครั้ง (ความคลาดเคลื่อนเชิงระบบ)

ตัวอย่างพร้อมวิธีคิด

ตัวอย่าง 1.1 · ● พื้นฐาน · การนับเลขนัยสำคัญ

จงหาจำนวนเลขนัยสำคัญของ (a) 30.070 g และ (b) 0.00800 L

1. **ทำความเข้าใจ:** ใช้กฎของเลขศูนย์กับตัวเลขแต่ละจำนวน
2. **วางแผน:** ตัดศูนย์ข้างหน้าทิ้ง เก็บศูนย์ที่อยู่ระหว่างตัวเลข เก็บศูนย์ท้ายเฉพาะเมื่อมีจุดทศนิยม
3. **ลงมือแก้:** (a) 3 0 0 7 0: ศูนย์ระหว่าง 3 กับ 7 อยู่ระหว่างตัวเลขอื่น ศูนย์ตัวสุดท้ายเป็นศูนย์ท้ายในจำนวนที่มีจุดทศนิยม → 5 (b) 0.00800: ศูนย์ข้างหน้าไม่นับ ส่วน 8, 0, 0 นับ → 3
4. **ตรวจคำตอบ:** เมื่อเขียนเป็นสัญกรณ์วิทยาศาสตร์ 3.0070×10^{1} และ 8.00×10^{-3} แสดงตัวเลข 5 และ 3 หลัก ✓

คำตอบ: (a) 5 (b) 3

ทำไมวิธีนี้ได้ผล: สัญกรณ์วิทยาศาสตร์แสดงเฉพาะเลขนัยสำคัญ จึงใช้ตรวจการนับได้อย่างรวดเร็ว

ตัวอย่าง 1.2 · ▲ ประยุกต์ · เปลี่ยนหน่วยอัตรา: km/h เป็น m/s

จักรยานคันหนึ่งเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็ว 54.0 km/h อัตราเร็วนี้เท่ากับกี่ m/s

1. **ทำความเข้าใจ:** ต้องเปลี่ยน 2 หน่วย: km → m ที่ตัวเศษ และ h → s ที่ตัวส่วน
2. **วางแผน:** 54.0 km/h × (1000 m / 1 km) × (1 h / 3600 s)
3. **ลงมือแก้:** 54.0 × 1000 ÷ 3600 = 15.0 m/s (เลขนัยสำคัญ 3 ตัว ตาม 54.0)
4. **ตรวจคำตอบ:** km และ h ตัดกัน เหลือ m/s; 15.0 × 3.6 = 54.0 ✓

คำตอบ: 15.0 m/s

ทำไมวิธีนี้ได้ผล: แฟกเตอร์แต่ละตัวมีค่าเท่ากับ 1 อัตราเร็วจึงไม่เปลี่ยน เปลี่ยนเพียงหน่วย

ตัวอย่าง 1.3 · ★ ท้าทาย · ความหนาแน่นและร้อยละความคลาดเคลื่อน

ลูกบาศก์โลหะยาวด้านละ 1.70 cm มีมวล 13.2 g จงหาความหนาแน่น แล้วหาร้อยละความคลาดเคลื่อน ถ้าค่าที่ยอมรับคือ 2.70 g/cm^3

1. **ทำความเข้าใจ:** ต้องหาปริมาตรก่อนจึงหาความหนาแน่นได้ ร้อยละความคลาดเคลื่อนเทียบกับ 2.70
2. **วางแผน:** $V = s^3$ → $d = m/V$ → % ความคลาดเคลื่อน
3. **ลงมือแก้:** $V = 1.70^3 = 4.913\ cm^3$; $d = 13.2 \div 4.913 = 2.687$ → $2.69\ g/cm^3$ % ความคลาดเคลื่อน = $|2.687 - 2.70| \div 2.70 \times 100 = 0.49\% \approx 0.5\%$
4. **ตรวจคำตอบ:** ใช้ความหนาแน่นที่ยังไม่ปัดเศษ (2.687) คำนวณร้อยละความคลาดเคลื่อน; $2.69 \times 4.913 = 13.2$ g ✓

คำตอบ: $2.69\ g/cm^3$; 0.5%

ทำไมวิธีนี้ได้ผล: ถ้าปัดความหนาแน่นก่อน (เป็น 2.69) แล้วค่อยลบ ผลต่างเล็ก ๆ จะเปลี่ยนไป จึงปัดเศษตอนท้ายเท่านั้น

Mind Map · การวัดและเลขนัยสำคัญ



Practice A ฝึกพื้นฐาน

● พื้นฐาน ข้อ 31–46

31. ค่าที่วัดได้ 0.004050 g มีเลขนัยสำคัญกี่ตัว

A. 3 B. 6 C. 7 D. 4

คำใบ้: เริ่มนับที่ตัวเลขตัวแรกที่ไม่ใช่ศูนย์

32. คำอุปสรรคใดหมายถึง 10^{-3} (หนึ่งในพัน)

A. เซนติ- (c) B. กิโล- (k) C. ไมโคร- (μ) D. มิลลิ- (m)

33. จงเปลี่ยน 2.45 km เป็นเมตร

คำตอบ:

34. ข้อใดคือ 0.000362 ที่เขียนในรูปสัญกรณ์วิทยาศาสตร์

A. 3.62×10^{4} B. 36.2×10^{-5} C. 3.62×10^{-4} D. 3.62×10^{-3}

35. 2050 m (เขียนโดยไม่มีจุดทศนิยม) มีเลขนัยสำคัญกี่ตัว

A. 4 B. 3 C. 2 D. 1

36. จงเขียน 4.7×10^{5} ในรูปตัวเลขทั่วไป

คำตอบ:

37. ค่าที่วัดได้ข้อใดมีเลขนัยสำคัญ 3 ตัวพอดี

A. 0.0560 L B. 5.600 L C. 560 L D. 0.56 L

38. หน่วยฐาน SI ของมวลคือหน่วยใด

A. กรัม (g) B. ปอนด์ (lb) C. กิโลกรัม (kg) D. นิวตัน (N)

39. จงปัด 0.0045672 ให้มีเลขนัยสำคัญ 3 ตัว

คำตอบ:

40. รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้ากว้าง 12.0 cm ยาว 3.5 cm มีพื้นที่เท่าใด เมื่อรายงานด้วยจำนวนเลขนัยสำคัญที่ถูกต้อง

A. 42.0 cm^2 B. 42 cm^2 C. 42.00 cm^2 D. 40 cm^2

41. 25.31 g + 4.2 g เท่ากับเท่าใด เมื่อรายงานด้วยความละเอียดที่ถูกต้อง

A. 29.51 g B. 30. g C. 29.510 g D. 29.5 g

42. สมการใดใช้หาความหนาแน่น d ของวัตถุที่มีมวล m และปริมาตร V

A. d = m/V B. d = m × V C. d = V/m D. d = m − V

43. ก้อนโลหะมีปริมาตร 15.0 cm^3 และมวล 40.5 g จงหาความหนาแน่น

คำตอบ:

44. แฟกเตอร์เปลี่ยนหน่วยใดใช้เปลี่ยน 350 cm เป็นเมตร

A. 100 cm / 1 m B. 1 m / 100 cm C. 1 m / 10 cm D. 1000 cm / 1 m

45. จงเปลี่ยน 25 °C เป็นเคลวิน

A. 248 K B. 25 K C. 298 K D. 77 K

46. ตัวอย่างหนึ่งมีมวลจริง 4.80 g นักเรียนชั่ง 3 ครั้ง ได้ 5.21 g, 5.20 g และ 5.22 g ผลการวัดนี้เป็นอย่างไร

A. เที่ยงแต่ไม่แม่น B. ทั้งแม่นและเที่ยง
C. แม่นแต่ไม่เที่ยง D. ไม่แม่นและไม่เที่ยง

Practice B ฝึกเชื่อมโยง

▲ ประยุกต์ ข้อ 47–67

47. จงเปลี่ยน 0.750 L เป็นมิลลิลิตร

คำตอบ: