บทที่ 6 แก๊สและสมบัติของแก๊ส

ชีทเรียน+แบบฝึกหัด · ติวเคมี สอวน. ค่าย 1 · แบบฝึกหัดเรียงตามหัวข้อจากง่ายไปยาก · เฉลยย่ออยู่หน้าสุดท้าย (ฉบับร่าง — รอเจ้าของรีวิว)

แก๊สและสมบัติของแก๊ส

หมวดนี้คือ "เครื่องผลิตคะแนน" ของ สอวน. ค่าย 1 — ข้อสอบชอบออกโจทย์คำนวณหลายขั้น เช่น ใช้ $PV = nRT$ หามวลโมลาร์ต่อด้วยหาสูตรโมเลกุล, เก็บแก๊สเหนือน้ำแล้วถามมวลสาร, หรือสโตอิจิโอเมตรีที่ผูกปฏิกิริยากับปริมาตรแก๊ส ถ้าแม่นเรื่องหน่วยและเลือกสูตรถูก หมวดนี้เก็บคะแนนเต็มได้จริง แต่ถ้าพลาดเรื่อง "ลืมแปลงเคลวิน" หรือ "ลืมหักความดันไอน้ำ" ก็เสียคะแนนง่ายที่สุดเช่นกัน

1. ปูพื้นก่อนลุย: ตัวแปร 4 ตัวของแก๊สและหน่วยที่ต้องแม่น

พฤติกรรมของแก๊สทั้งหมดอธิบายได้ด้วยตัวแปรแค่ 4 ตัว จำให้ขึ้นใจ:

ตัวแปร	สัญลักษณ์	หน่วยที่ใช้บ่อย	ข้อควรระวัง
ความดัน	P	atm, mmHg (torr), kPa	$1\ \text{atm} = 760\ \text{mmHg} = 101.3\ \text{kPa}$
ปริมาตร	V	L, mL	$1\ \text{L} = 1000\ \text{mL} = 1\ \text{dm}^3$
อุณหภูมิ	T	**เคลวินเท่านั้น**	$T(\text{K}) = t(^\circ\text{C}) + 273$
จำนวนโมล	n	mol	$n = \frac{m}{M} = \frac{N}{N_A}$

กติกาเหล็กข้อเดียวที่ห้ามลืมตลอดบทนี้: **อุณหภูมิในทุกสูตรของแก๊สต้องเป็นเคลวิน** เพราะกฎของแก๊สเป็นสัดส่วนตรงกับอุณหภูมิสัมบูรณ์ ไม่ใช่องศาเซลเซียส

และจำนิยาม STP ให้ขึ้นใจ: 0°C (273 K), 1 atm — ที่สภาวะนี้แก๊สอุดมคติ 1 โมลใดๆ กินปริมาตร **22.4 L** เสมอ

ลองซ้อมแปลงหน่วยเร็วๆ: อุณหภูมิห้อง 27°C คือ $27 + 273 = 300\ \text{K}$ (เลขนี้จะเจอบ่อยมากเพราะคำนวณง่าย) และความดัน 380 mmHg คือ

$$380\ \cancel{\text{mmHg}} \times \frac{1\ \text{atm}}{760\ \cancel{\text{mmHg}}} = 0.5\ \text{atm}$$

สังเกตวิธี "ตัดหน่วย" แบบนี้ให้ชิน — มันคือเกราะกันพลาดที่ดีที่สุดในบทนี้

2. กฎของบอยล์ (Boyle's Law): บีบให้เล็ก ความดันยิ่งพุ่ง

เงื่อนไข: อุณหภูมิและจำนวนโมลคงที่

เมื่อบีบแก๊สให้ปริมาตรเล็กลง โมเลกุลจะชนผนังถี่ขึ้น ความดันจึงสูงขึ้น — ปริมาตรกับความดันจึง**แปรผกผัน**กัน:

$$P \propto \frac{1}{V} \quad \Rightarrow \quad P_1V_1 = P_2V_2$$

กราฟ P กับ V เป็นไฮเพอร์โบลา แต่ถ้าพล็อต P กับ $\frac{1}{V}$ จะได้เส้นตรงผ่านจุดกำเนิด (ข้อสอบชอบถามลักษณะกราฟ)

ตัวอย่างที่ 1 — แก๊สปริมาตร 2.0 L ที่ความดัน 1.2 atm ถูกอัดจนความดันเป็น 3.0 atm ที่อุณหภูมิคงที่ จงหาปริมาตรใหม่

วิธีทำ: อุณหภูมิคงที่ → ใช้กฎของบอยล์

$$V_2 = \frac{P_1 V_1}{P_2} = \frac{1.2\ \cancel{\text{atm}} \times 2.0\ \text{L}}{3.0\ \cancel{\text{atm}}} = 0.80\ \text{L}$$

เช็กความสมเหตุสมผล: ความดันเพิ่ม (1.2 → 3.0) ปริมาตรต้องลด (2.0 → 0.80) ✓ นิสัยเช็กทิศทางแบบนี้ช่วยจับเลขผิดได้ก่อนส่งกระดาษ

3. กฎของชาร์ล (Charles's Law): ร้อนขึ้น พองขึ้น

เงื่อนไข: ความดันและจำนวนโมลคงที่

เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น โมเลกุลวิ่งเร็วขึ้น ถ้าจะให้ความดันเท่าเดิม แก๊สต้องขยายตัว — ปริมาตรจึง**แปรผันตรง**กับอุณหภูมิเคลวิน:

$$V \propto T \quad \Rightarrow \quad \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

กราฟ V กับ $T(\text{K})$ เป็นเส้นตรงผ่านจุดกำเนิด และถ้าลากกราฟ V กับ $t(^\circ\text{C})$ ย้อนไปตัดแกนที่ $V = 0$ จะได้ −273°C คือที่มาของ**ศูนย์สัมบูรณ์**นั่นเอง

ตัวอย่างที่ 2 — แก๊สปริมาตร 250 mL ที่ 27°C ถูกทำให้ร้อนขึ้นเป็น 87°C ที่ความดันคงที่ จงหาปริมาตรใหม่

วิธีทำ: แปลงเคลวินก่อนเสมอ: $T_1 = 27 + 273 = 300\ \text{K}$, $T_2 = 87 + 273 = 360\ \text{K}$

$$V_2 = V_1 \times \frac{T_2}{T_1} = 250\ \text{mL} \times \frac{360\ \cancel{\text{K}}}{300\ \cancel{\text{K}}} = 300\ \text{mL}$$

ระวัง! ถ้าเผลอใช้ $\frac{87}{27}$ จะได้คำตอบผิดเพี้ยนไปไกล — นี่คือกับดักอันดับหนึ่งของบทนี้

4. กฎของเกย์-ลูสแซก (Gay-Lussac's Law): ถังปิด ร้อนแล้วดันแรง

เงื่อนไข: ปริมาตรและจำนวนโมลคงที่ (ภาชนะแข็ง ปิดสนิท)

อุณหภูมิสูงขึ้น โมเลกุลชนผนังแรงและถี่ขึ้น แต่ขยายตัวไม่ได้ ความดันจึงพุ่ง:

$$P \propto T \quad \Rightarrow \quad \frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$$

นี่คือเหตุผลที่ห้ามโยนกระป๋องสเปรย์เข้ากองไฟ และทำไมลมยางรถแข็งขึ้นหลังวิ่งทางไกล

ตัวอย่างที่ 3 — ยางรถยนต์สูบลมไว้ 2.0 atm ที่ 27°C หลังวิ่งทางไกลอุณหภูมิในยางเป็น 57°C ถ้าปริมาตรยางคงที่ ความดันในยางเป็นเท่าใด

วิธีทำ: $T_1 = 300\ \text{K}$, $T_2 = 57 + 273 = 330\ \text{K}$

$$P_2 = P_1 \times \frac{T_2}{T_1} = 2.0\ \text{atm} \times \frac{330\ \cancel{\text{K}}}{300\ \cancel{\text{K}}} = 2.2\ \text{atm}$$

5. กฎรวมแก๊ส (Combined Gas Law): เปลี่ยนทีเดียวสามตัวแปร

เมื่อ P, V, T เปลี่ยนพร้อมกัน (โมลคงที่) รวมสามกฎข้างบนเป็นสูตรเดียว:

$$\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2}$$

เทคนิคจำ: สูตรนี้คือ "แม่" ของสามกฎแรก — ตัวไหนคงที่ก็ตัดตัวนั้นทิ้ง เช่น T คงที่ก็เหลือ $P_1V_1 = P_2V_2$ ทันที ดังนั้นจริงๆ จำสูตรเดียวก็พอ

ตัวอย่างที่ 4 — แก๊สปริมาตร 1.5 L ที่ 720 mmHg และ 27°C จะมีปริมาตรเท่าใดที่ STP (0°C, 760 mmHg)

วิธีทำ: $T_1 = 300\ \mathrm{K}, T_2 = 273\ \mathrm{K}$

$$V_2 = V_1 \times \frac{P_1}{P_2} \times \frac{T_2}{T_1} = 1.5\ \mathrm{L} \times \frac{720\ \cancel{\mathrm{mmHg}}}{760\ \cancel{\mathrm{mmHg}}} \times \frac{273\ \cancel{\mathrm{K}}}{300\ \cancel{\mathrm{K}}} \approx 1.29\ \mathrm{L}$$

มุมมองเช็กคำตอบ: ความดันเพิ่ม (ปริมาตรควรลด) และอุณหภูมิลด (ปริมาตรควรลด) — สองแรงไปทางเดียวกัน คำตอบต้องน้อยกว่า 1.5 L ✓

6. กฎแก๊สอุดมคติ $PV = nRT$: สูตรครอบจักรวาล

กฎรวมแก๊สยังขาดตัวแปรหนึ่งคือ**จำนวนโมล** (กฎของอาโวกาโดร: $V \propto n$ ที่ P, T คงที่) รวมทุกอย่างเข้าด้วยกันได้สมการที่สำคัญที่สุดของบท:

$$PV = nRT$$

โดย $R = 0.0821\ \mathrm{L \cdot atm/(mol \cdot K)}$ — ใช้ค่านี้เมื่อ P เป็น atm, V เป็น L, T เป็น K **เท่านั้น** ถ้าโจทย์ให้หน่วยอื่น ให้แปลงหน่วยเข้าหา R เสมอ อย่าไปหา R ค่าอื่นให้ปวดหัว

จุดสังเกตว่าใช้สูตรไหน: ถ้าโจทย์เล่าเหตุการณ์ "สภาวะเดิม → สภาวะใหม่" ใช้กฎรวมแก๊ส แต่ถ้าโจทย์ถ่ายรูป "สภาวะเดียว" แล้วถามหาตัวแปรที่ขาด ใช้ $PV = nRT$

ตัวอย่างที่ 5 — แก๊สชนิดหนึ่งบรรจุในถัง 8.2 L ที่ความดัน 1.5 atm อุณหภูมิ 27°C มีแก๊สกี่โมล

วิธีทำ:

$$n = \frac{PV}{RT} = \frac{1.5\ \cancel{\mathrm{atm}} \times 8.2\ \cancel{\mathrm{L}}}{0.0821\ \frac{\cancel{\mathrm{L \cdot atm}}}{\mathrm{mol} \cdot \cancel{\mathrm{K}}} \times 300\ \cancel{\mathrm{K}}} = \frac{12.3}{24.63}\ \mathrm{mol} \approx 0.50\ \mathrm{mol}$$

6.1 หามวลโมลาร์จาก $PV = nRT$ — ข้อสอบสุดคลาสสิก

แทน $n = \frac{m}{M}$ ลงไป แล้วจัดรูป:

$$PV = \frac{m}{M}RT \quad \Rightarrow \quad M = \frac{mRT}{PV}$$

ตัวอย่างที่ 6 — แก๊สชนิดหนึ่งหนัก 0.44 g มีปริมาตร 246 mL ที่ 27°C และ 1 atm จงหามวลโมลาร์และระบุว่าน่าจะเป็นแก๊สใด

วิธีทำ: แปลงปริมาตรเป็นลิตรก่อน: $246\ \mathrm{mL} = 0.246\ \mathrm{L}$

$$M = \frac{mRT}{PV} = \frac{0.44\ \mathrm{g} \times 0.0821\ \frac{\cancel{\mathrm{L \cdot atm}}}{\mathrm{mol} \cdot \cancel{\mathrm{K}}} \times 300\ \cancel{\mathrm{K}}}{1\ \cancel{\mathrm{atm}} \times 0.246\ \cancel{\mathrm{L}}} = \frac{10.837}{0.246}\ \mathrm{g/mol} \approx 44\ \mathrm{g/mol}$$

มวลโมลาร์ 44 g/mol ตรงกับ $\mathrm{CO_2}$ ($12 + 2 \times 16 = 44$)

6.2 หาความหนาแน่นของแก๊ส

แทน $m = dV$ ในสูตรข้างบน จะได้:

$$d = \frac{PM}{RT}$$

อ่านสูตรนี้ให้ออก: แก๊สหนาแน่นขึ้นเมื่อ**อัดแรงขึ้น** (P สูง) หรือ**เย็นลง** (T ต่ำ) และแก๊สมวลโมลาร์มากย่อมหนาแน่นกว่า — นี่คือเหตุผลที่ $\mathrm{CO_2}$ (M = 44) ไหลลงต่ำ แต่ He (M = 4) ลอยขึ้น

ทางลัดที่ STP: $d = \frac{M}{22.4}$ g/L (เพราะ 1 mol กินปริมาตร 22.4 L พอดี)

ตัวอย่างที่ 7 — จงหาความหนาแน่นของแก๊ส $\mathrm{O_2}$ ที่ความดัน 2 atm อุณหภูมิ 27°C

วิธีทำ: $M_{\mathrm{O_2}} = 32$ g/mol

$$d = \frac{PM}{RT} = \frac{2\ \cancel{\mathrm{atm}} \times 32\ \mathrm{g/\cancel{mol}}}{0.0821\ \frac{\mathrm{L{\cdot}\cancel{atm}}}{\cancel{\mathrm{mol{\cdot}K}}} \times 300\ \cancel{\mathrm{K}}} = \frac{64}{24.63}\ \mathrm{g/L} \approx 2.60\ \mathrm{g/L}$$

7. กฎความดันย่อยของดอลตัน: แก๊สผสมก็แค่บวกกัน

แก๊สอุดมคติไม่สนใจกันและกัน — แก๊สแต่ละชนิดในภาชนะเดียวกันจึงออกความดันของตัวเองเหมือนอยู่ตัวเดียว ความดันรวมคือผลบวกของ**ความดันย่อย** (partial pressure) ทุกตัว:

$$P_{\text{total}} = P_A + P_B + P_C + \cdots$$

และความดันย่อยของแต่ละแก๊สคิดจาก**เศษส่วนโมล** $X_A = \frac{n_A}{n_{\text{total}}}$:

$$P_A = X_A \cdot P_{\text{total}}$$

ตัวอย่างที่ 8 — ผสมแก๊ส $\mathrm{N_2}$ 2 mol กับ $\mathrm{O_2}$ 3 mol ในถังเดียวกัน ความดันรวม 10 atm จงหาความดันย่อยของแต่ละแก๊ส

วิธีทำ: โมลรวม = 5 mol

$$P_{\mathrm{N_2}} = \frac{2}{5} \times 10\ \mathrm{atm} = 4\ \mathrm{atm}, \qquad P_{\mathrm{O_2}} = \frac{3}{5} \times 10\ \mathrm{atm} = 6\ \mathrm{atm}$$

เช็ก: $4 + 6 = 10$ atm ✓

7.1 เก็บแก๊สเหนือน้ำ — โจทย์บังคับของหมวดนี้

เวลาทดลองเก็บแก๊สโดยแทนที่น้ำ (เช่น เก็บ $\mathrm{H_2}$ จากปฏิกิริยาโลหะกับกรด) แก๊สที่ได้จะ**เปียก** คือมีไอน้ำปนอยู่เสมอ ดังนั้น:

$$P_{\text{atm}} = P_{\text{gas}} + P_{\mathrm{H_2O}}$$

ต้องหักความดันไอน้ำออกก่อน จึงจะได้ความดันของแก๊สจริงๆ ไปเข้าสูตร $PV = nRT$ (ค่าความดันไอน้ำขึ้นกับอุณหภูมิ โจทย์จะกำหนดมาให้เสมอ)

ตัวอย่างที่ 9 — เก็บแก๊ส $\mathrm{H_2}$ เหนือน้ำได้ปริมาตร 500 mL ที่ 25°C ความดันบรรยากาศ 760 mmHg กำหนดความดันไอน้ำที่ 25°C = 24 mmHg จงหาจำนวนโมลและมวลของ $\mathrm{H_2}$

วิธีทำ:

ขั้นที่ 1 — หักไอน้ำออก:

$$P_{\mathrm{H_2}} = 760 - 24 = 736 \text{ mmHg} = \frac{736}{760} \text{ atm} \approx 0.968 \text{ atm}$$

ขั้นที่ 2 — เข้าสูตร $PV = nRT$ ด้วย $V = 0.500$ L, $T = 25 + 273 = 298$ K:

$$n = \frac{PV}{RT} = \frac{0.968\,\cancel{\text{atm}} \times 0.500\,\cancel{\text{L}}}{0.0821\,\frac{\cancel{\text{L}}\cdot\cancel{\text{atm}}}{\text{mol}\cdot\cancel{\text{K}}} \times 298\,\cancel{\text{K}}} \approx 0.0198 \text{ mol}$$

ขั้นที่ 3 — แปลงเป็นมวล ($M_{\mathrm{H_2}} = 2$ g/mol):

$$m = 0.0198\,\cancel{\text{mol}} \times 2 \text{ g}/\cancel{\text{mol}} \approx 0.0396 \text{ g}$$

ถ้าลืมหักไอน้ำ จะได้โมลเกินจริง — และข้อสอบมักมีตัวเลือกหลอกที่คำนวณจาก 760 mmHg รอดักไว้พอดี

8. กฎการแพร่ของแกรห์ม (Graham's Law): เบากว่า วิ่งไวกว่า

ที่อุณหภูมิเดียวกัน แก๊สทุกชนิดมีพลังงานจลน์เฉลี่ยเท่ากัน ดังนั้นโมเลกุลเบาต้องวิ่งเร็วกว่าเพื่อชดเชยมวลที่น้อยกว่า อัตราการแพร่ (diffusion) หรือการแพร่ผ่านรูเล็ก (effusion) จึงแปรผกผันกับรากที่สองของมวลโมลาร์:

$$\frac{r_1}{r_2} = \sqrt{\frac{M_2}{M_1}}$$

จุดสังเกตกันงง: ตัวห้อยสลับข้างกัน — แก๊ส 1 อยู่บนฝั่งซ้าย แต่ M_2 อยู่บนฝั่งขวา และถ้าโจทย์ให้**เวลา**แทนอัตรา จำไว้ว่าเวลาแปรผกผันกับอัตรา:

$$\frac{t_1}{t_2} = \frac{r_2}{r_1} = \sqrt{\frac{M_1}{M_2}}$$

ตัวอย่างที่ 10 — แก๊ส X แพร่ผ่านรูเล็กด้วยอัตราเป็นครึ่งหนึ่งของแก๊ส $\mathrm{CH_4}$ ที่สภาวะเดียวกัน จงหามวลโมลาร์ของ X

วิธีทำ: $M_{\mathrm{CH_4}} = 16$ g/mol และ $\frac{r_X}{r_{\mathrm{CH_4}}} = \frac{1}{2}$

$$\frac{r_X}{r_{\mathrm{CH_4}}} = \sqrt{\frac{M_{\mathrm{CH_4}}}{M_X}} \quad \Rightarrow \quad \frac{1}{2} = \sqrt{\frac{16}{M_X}}$$

ยกกำลังสองทั้งสองข้าง: $\frac{1}{4} = \frac{16}{M_X}$ ดังนั้น $M_X = 64$ g/mol (น่าจะเป็น $\mathrm{SO_2}$: $32 + 2 \times 16 = 64$)

เช็กทิศทาง: X แพร่ช้ากว่า → X ต้องหนักกว่า ($64 > 16$) ✓

9. ทฤษฎีจลน์ของแก๊ส และแก๊สจริง vs แก๊สอุดมคติ

9.1 สมมติฐาน 5 ข้อของทฤษฎีจลน์ (KMT)

ทุกกฎที่เรียนมาข้างบน อธิบายได้จากแบบจำลองเดียว — ทฤษฎีจลน์ของแก๊ส ซึ่งตั้งสมมติฐานว่า:

1. แก๊สประกอบด้วยอนุภาคจำนวนมหาศาลที่**มีขนาดเล็กมากจนถือว่าปริมาตรเป็นศูนย์** เทียบกับภาชนะ
2. อนุภาคเคลื่อนที่**เป็นเส้นตรงระหว่างการชนแต่ละครั้ง ในทิศทางสุ่ม** (แนวการเคลื่อนที่เปลี่ยนเมื่อชนกันเองหรือชนผนัง)
3. การชนกันเองและชนผนังเป็นการ**ชนแบบยืดหยุ่นสมบูรณ์** (พลังงานจลน์รวมไม่สูญหาย)
4. **ไม่มีแรงดึงดูดหรือแรงผลักระหว่างอนุภาค**

5. พลังงานจลน์เฉลี่ยแปรผันตรงกับ**อุณหภูมิเคลวิน**เท่านั้น — ไม่ขึ้นกับชนิดแก๊ส

ข้อ 5 คือหัวใจ: ที่อุณหภูมิเดียวกัน He กับ SO_2 มีพลังงานจลน์เฉลี่ย**เท่ากัน** แต่ความเร็วเฉลี่ยไม่เท่ากัน โดยอัตราเร็ว rms เป็นไปตาม

$$u_{\text{rms}} \propto \sqrt{\frac{T}{M}}$$

ตัวอย่างที่ 11 — ที่อุณหภูมิเดียวกัน โมเลกุล He (M = 4) เคลื่อนที่เร็วเป็นกี่เท่าของโมเลกุล CH_4 (M = 16)

วิธีทำ: อุณหภูมิเท่ากัน ตัด T ทิ้งได้:

$$\frac{u_{\text{He}}}{u_{\text{CH}_4}} = \sqrt{\frac{M_{\text{CH}_4}}{M_{\text{He}}}} = \sqrt{\frac{16}{4}} = 2$$

He เร็วกว่า 2 เท่า — เบากว่า 4 เท่า แต่เร็วกว่าแค่ 2 เท่า เพราะอยู่ใต้รากที่สอง

9.2 แก๊สจริงเบี่ยงเบนจากอุดมคติเมื่อใด

แก๊สจริงไม่ได้ทำตามสมมติฐานข้อ 1 กับข้อ 4 เป๊ะๆ — โมเลกุลจริงมีปริมาตรและมีแรงดึงดูดระหว่างกัน แต่ปกติผลทั้งสองเล็กจนมองข้ามได้ ยกเว้นสองสภาวะนี้:

สภาวะ	สมมติฐานที่พัง	ผลที่เกิด
ความดันสูงมาก	ปริมาตรโมเลกุลไม่ใช่ศูนย์อีกต่อไป (โมเลกุลถูกอัดชิดกัน)	V จริงมากกว่าที่อุดมคติทำนาย
อุณหภูมิต่ำมาก	แรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลเริ่มมีผล (โมเลกุลวิ่งช้า ดึงกันติด)	P จริงน้อยกว่าที่อุดมคติทำนาย

สรุปเป็นประโยคเดียวที่ใช้ตอบข้อสอบได้เลย: **แก๊สจริงเข้าใกล้อุดมคติเมื่อความดันต่ำและอุณหภูมิสูง** และแก๊สที่โมเลกุลเล็ก ไม่มีขั้ว (เช่น He, H_2) ประพฤติตัวใกล้อุดมคติที่สุด ส่วนแก๊สโมเลกุลใหญ่หรือมีขั้ว (เช่น NH_3, SO_2, ไอน้ำ) เบี่ยงเบนมากที่สุด

10. สโตอิจิโอเมตรีของแก๊ส: ผูกปฏิกิริยาเข้ากับปริมาตร

หัวข้อนี้คือการเอาความรู้บทปริมาณสารสัมพันธ์มาเชื่อมกับแก๊ส เส้นทางคิดมีเส้นเดียว:

$$\text{mass / volume} \rightarrow \text{mol} \rightarrow \text{mole ratio} \rightarrow \text{mol} \rightarrow \text{mass / volume}$$

เครื่องมือแปลงโมล ↔ ปริมาตรมี 2 ชิ้น: ที่ STP ใช้ $V = n \times 22.4$ L ส่วนสภาวะอื่นใช้ $PV = nRT$

ตัวอย่างที่ 12 — เผา $CaCO_3$ 25 g จนสลายตัวหมดตามสมการ $CaCO_3 \rightarrow CaO + CO_2$ จะได้แก๊ส CO_2 กี่ลิตรที่ STP

วิธีทำ: $M_{\text{CaCO}_3} = 40 + 12 + 3 \times 16 = 100$ g/mol

ขั้นที่ 1 — มวลเป็นโมล:

$$n_{\text{CaCO}_3} = \frac{25\,\cancel{g}}{100\,\cancel{g}/\text{mol}} = 0.25 \text{ mol}$$

ขั้นที่ 2 — อัตราส่วนโมลจากสมการคือ 1 : 1 ดังนั้น $n_{\text{CO}_2} = 0.25$ mol

ขั้นที่ 3 — โมลเป็นปริมาตรที่ STP:

$$V_{CO_2} = 0.25\ \cancel{\text{mol}} \times 22.4\ \text{L}/\cancel{\text{mol}} = 5.6\ \text{L}$$

ตัวอย่างที่ 13 (ทางลัดปริมาตรต่อปริมาตร) — แก๊ส H_2 6 L ทำปฏิกิริยากับ N_2 ที่มากเกินพอตามสมการ $N_2 + 3H_2 \rightarrow 2NH_3$ ที่อุณหภูมิและความดันเดียวกัน จะได้ NH_3 กี่ลิตร

วิธีทำ: ที่ T, P เดียวกัน อัตราส่วนปริมาตรของแก๊ส = อัตราส่วนโมล (กฎการรวมปริมาตรของเกย์-ลูสแซก) — **ไม่ต้องแปลงเป็นโมลเลย**:

$$V_{NH_3} = 6\ \text{L} \times \frac{2}{3} = 4\ \text{L}$$

ทางลัดนี้ใช้ได้**เฉพาะแก๊สกับแก๊สที่สภาวะเดียวกันเท่านั้น** ห้ามใช้กับของแข็งหรือของเหลวเด็ดขาด

📌 สรุปสูตรและประเด็นต้องจำ

เรื่อง	สูตร	เงื่อนไข / หมายเหตุ
กฎของบอยล์	$P_1V_1 = P_2V_2$	T, n คงที่
กฎของชาร์ล	$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$	P, n คงที่
กฎของเกย์-ลูสแซก	$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$	V, n คงที่
กฎรวมแก๊ส	$\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2}$	n คงที่ — จำตัวเดียว ตัดตัวคงที่ทิ้งได้ทุกกฎ
กฎแก๊สอุดมคติ	$PV = nRT$	สภาวะเดียว ถามตัวแปรที่ขาด
หามวลโมลาร์	$M = \frac{mRT}{PV}$	มาจาก $n = \frac{m}{M}$
ความหนาแน่นแก๊ส	$d = \frac{PM}{RT}$	ที่ STP ลัดได้: $d = \frac{M}{22.4}$ g/L
ความดันย่อย	$P_A = X_A P_{\text{total}}$	$X_A = \frac{n_A}{n_{\text{total}}}$
เก็บแก๊สเหนือน้ำ	$P_{\text{gas}} = P_{\text{atm}} - P_{H_2O}$	หักไอน้ำก่อนเข้าสูตรเสมอ
กฎของแกรห์ม	$\frac{r_1}{r_2} = \sqrt{\frac{M_2}{M_1}}$	เบากว่าแพร่เร็วกว่า; ถ้าให้เวลา เศษส่วนกลับข้าง
อัตราเร็วโมเลกุล	$u_{\text{rms}} \propto \sqrt{\frac{T}{M}}$	ที่ T เดียวกัน พลังงานจลน์เฉลี่ยเท่ากันทุกแก๊ส

ค่าคงที่	ค่า
R	$0.0821\ \text{L} \cdot \text{atm}/(\text{mol} \cdot \text{K})$
ปริมาตรโมลาร์ที่ STP	$22.4\ \text{L}/\text{mol}$ (0°C, 1 atm)
การแปลงความดัน	$1\ \text{atm} = 760\ \text{mmHg} = 101.3\ \text{kPa}$
การแปลงอุณหภูมิ	$T(\text{K}) = t(^\circ\text{C}) + 273$
เลขอาโวกาโดร	$N_A = 6.02 \times 10^{23}\ \text{mol}^{-1}$

⚠️ จุดที่เด็กพลาดบ่อย

- **ลืมแปลงองศาเซลเซียสเป็นเคลวิน** — ตัวการเบอร์หนึ่งของทั้งบท ทุกสูตรแก๊สใช้เคลวินเท่านั้น สร้างนิสัย: อ่านโจทย์จบ บวก 273 ทันทีก่อนทำอะไรทั้งสิ้น
- **หน่วยไม่เข้าชุดกับ R** — ใช้ $R = 0.0821$ แล้วเผลอแทน V เป็น mL หรือ P เป็น mmHg วิธีเลี่ยง: เขียนหน่วยทุกตัวแล้วตัดหน่วยทีละคู่ ถ้าหน่วยไม่ตัดกันจนเหลือหน่วยของคำตอบ แปลว่าแทนผิดแน่นอน
- **ลืมหักความดันไอน้ำ** ตอนเก็บแก๊สเหนือน้ำ — เห็นคำว่า "เก็บเหนือน้ำ" หรือ "แทนที่น้ำ" เมื่อไร ให้เขียน $P_{\text{gas}} = P_{\text{atm}} - P_{\text{H}_2\text{O}}$ เป็นบรรทัดแรกของวิธีทำเสมอ
- **สลับตัวห้อยในกฎของแกรห์ม** — จำด้วยเหตุผลแทนการท่อง: แก๊สเบา (M น้อย) ต้องแพร่เร็ว ถ้าคำตอบออกมาสวนทาง แปลว่าเศษส่วนกลับหัว รีบสลับก่อนเสียคะแนน
- **โจทย์ให้เวลาแต่คิดเป็นอัตรา** — เวลาแปรผกผันกับอัตรา ($t \propto \frac{1}{r}$) แก๊สที่ใช้เวลาน้อยกว่าคือแก๊สที่แพร่เร็วกว่า อ่านโจทย์ให้ชัดว่าให้ r หรือ t
- **ใช้ 22.4 L/mol นอก STP** — เลขนี้ใช้ได้เฉพาะที่ 0°C, 1 atm เท่านั้น ถ้าโจทย์บอก 25°C หรือความดันอื่น ต้องกลับไปใช้ $PV = nRT$ สถานเดียว
- **ใช้ทางลัดอัตราส่วนปริมาตรกับสารที่ไม่ใช่แก๊ส** — อัตราส่วนปริมาตร = อัตราส่วนโมล ใช้ได้เฉพาะแก๊สต่อแก๊สที่ T, P เดียวกัน ถ้ามีของแข็ง/ของเหลวในสมการ ต้องเดินผ่านโมลเต็มรูปแบบ
- **ตอบทิศทางแก๊สจริงสลับกัน** — จำแก่นเดียว: ความดันสูง → ปริมาตรโมเลกุลโผล่ (V จริง > อุดมคติ), อุณหภูมิต่ำ → แรงดึงดูดโผล่ (P จริง < อุดมคติ) และแก๊สใกล้อุดมคติสุดคือโมเลกุลเล็ก ไม่มีขั้ว ที่ความดันต่ำ อุณหภูมิสูง
- **ไม่เช็กทิศทางคำตอบ** — ก่อนวงคำตอบ ถามตัวเองหนึ่งวินาที: บีบแล้วต้องเล็กลงไหม ร้อนแล้วต้องพองไหม การเช็กเชิงเหตุผลแบบนี้จับเลขกดเครื่องคิดเลขพลาดได้เกือบทุกครั้ง

✏️ แบบฝึกหัดท้ายบท (35 ข้อ — เรียงตามหัวข้อ ง่าย→ยาก)

กฎแก๊สเดี่ยว (บอยล์ ชาร์ล เกย์-ลูสแซก)

ข้อ 1. ★☆☆☆☆

แก๊สชนิดหนึ่งมีปริมาตร 6.0 L ที่ความดัน 1.0 atm เมื่ออัดแก๊สนี้ที่อุณหภูมิคงที่จนความดันเป็น 2.5 atm แก๊สจะมีปริมาตรกี่ลิตร

ก.

15 L

ข.

2.4 L

ค.

0.42 L

ง.

3.5 L

ข้อ 2. ★★☆☆☆

แก๊สปริมาตร 400 mL ที่อุณหภูมิ 27 °C เมื่อให้ความร้อนจนอุณหภูมิเป็น 127 °C โดยความดันคงที่ แก๊สจะมีปริมาตรประมาณกี่มิลลิลิตร

ก.

1881 mL

ข.

300 mL

ค.

533 mL

ง.

400 mL

ข้อ 3. ★★★☆☆

ถังเหล็กปิดสนิท (ปริมาตรคงที่) บรรจุแก๊สความดัน 1.5 atm ที่ 27 °C ถ้าถังนี้ทนความดันได้สูงสุด 3.0 atm จะต้องให้ความร้อนจนอุณหภูมิถึงกี่องศาเซลเซียสถังจึงจะเริ่มระเบิด

ก.

327 °C

ข.

600 °C

ค.

54 °C

ง.

573 °C

ข้อ 4. ★★★★☆

แก๊สอุดมคติจำนวนหนึ่งมีปริมาตร 8.0 L ที่ความดัน 2.0 atm อุณหภูมิ 127 °C นำไปผ่านกระบวนการ 2 ขั้นตอนต่อเนื่องกัน คือ (1) ลดอุณหภูมิลงเหลือ 27 °C โดยความดันคงที่ แล้ว (2) อัดแก๊สที่อุณหภูมิคงที่จนปริมาตรเหลือ 3.0 L ความดันสุดท้ายของแก๊สเป็นกี่ atm

ก.

5.3 atm

ข.

4.0 atm

ค.

7.1 atm

ง.

2.0 atm

ข้อ 5. ★★★★★

ภาชนะ A ปริมาตร 2.0 L บรรจุแก๊สฮีเลียมความดัน 3.0 atm และภาชนะ B ปริมาตร 3.0 L บรรจุแก๊สฮีเลียมความดัน 0.5 atm ทั้งสองใบอยู่ที่ 27 °C เชื่อมกันด้วยท่อเล็กที่มีวาล์วปิดอยู่ (ปริมาตรท่อตัดทิ้งได้) เมื่อเปิดวาล์วให้แก๊สผสมกันจนทั่ว แล้วให้ความร้อนทั้งระบบจนอุณหภูมิเป็น 127 °C ความดันสุดท้ายของระบบเป็นกี่ atm

ก.

1.5 atm

ข.

1.6 atm

ค.

2.0 atm

ง.

2.3 atm

ข้อ 6. ★★★★★

หลอดแก้วรูปตัว J ปลายสั้นปิด ปลายยาวเปิด มีปรอทขังอากาศไว้ในปลายปิดเป็นลำยาว 20.0 cm โดยระดับปรอทสองข้างเท่ากันพอดี ขณะนั้นความดันบรรยากาศเท่ากับ 76 cmHg ถ้าเติมปรอทลงทางปลายเปิดจนระดับปรอทข้างปลายเปิดสูงกว่าข้างปลายปิดอยู่ 19 cm ลำอากาศในปลายปิดจะยาวกี่เซนติเมตร (อุณหภูมิคงที่ หลอดมีพื้นที่หน้าตัดสม่ำเสมอ)

ก.

16.0 cm

ข.

26.7 cm

ค.

20.0 cm

ง.

25.0 cm

กฎแก๊สรวมและ PV=nRT

ข้อ 7. ★☆☆☆☆

แก๊สอุดมคติ 0.5 mol บรรจุอยู่ในภาชนะปริมาตร 12.3 L ที่อุณหภูมิ 27 °C แก๊สนี้มีความดันกี่ atm (กำหนด R = 0.082 L·atm/(mol·K))

ก.

0.09 atm

ข.

2.0 atm

ค.

0.5 atm

ง.

1.0 atm

ข้อ 8. ★★☆☆☆

แก๊สออกซิเจน (O_2) มวล 8.0 g ที่ความดัน 1.0 atm อุณหภูมิ 27 °C มีปริมาตรกี่ลิตร (กำหนด O = 16, R = 0.082 L·atm/(mol·K))

ก.

6.15 L

ข.

5.60 L

ค.

0.55 L

ง.

12.3 L

ข้อ 9. ★★★☆☆

แก๊สบริสุทธิ์ชนิดหนึ่งมีความหนาแน่น 2.0 g/L ที่ความดัน 0.82 atm อุณหภูมิ 127 °C แก๊สนี้ควรเป็นแก๊สใด (กำหนด C = 12, N = 14, O = 16, S = 32, R = 0.082 L·atm/(mol·K))

ก.

CO_2

ข.

SO_2

ค.

SO_3

ง.

NO_2

ข้อ 10. ★★★☆☆

หยดน้ำ 0.90 g ลงในภาชนะสุญญากาศปริมาตรคงที่ 1.0 L แล้วให้ความร้อนจนอุณหภูมิเป็น 127 °C ซึ่งน้ำกลายเป็นไอทั้งหมดพอดี ความดันไอน้ำในภาชนะเป็นกี่ atm (กำหนด H = 1, O = 16, R = 0.082 L·atm/(mol·K))

ก.

0.52 atm

ข.

1.12 atm

ค.

29.5 atm

ง.

1.64 atm

ข้อ 11. ★★★☆☆

แก๊สจำนวนหนึ่งมีปริมาตร 3.0 L ที่ความดัน 1.2 atm อุณหภูมิ 27 °C เมื่อเปลี่ยนสภาวะเป็นความดัน 0.9 atm อุณหภูมิ 127 °C แก๊สจะมีปริมาตรประมาณกี่ลิตร

ก.

3.00 L

ข.

1.69 L

ค.

18.8 L

ง.

5.33 L

ข้อ 12. ★★★☆☆

แก๊สชนิดหนึ่งมวล 0.80 g มีปริมาตร 0.492 L ที่ความดัน 1.0 atm อุณหภูมิ 27 °C มวลโมลาร์ของแก๊สนี้มีค่าประมาณกี่กรัมต่อโมล (กำหนด R = 0.0821 L·atm/(mol·K))

ก.

36 g/mol

ข.

3.6 g/mol

ค.

40 g/mol

ง.

20 g/mol

ข้อ 13. ★★★☆☆

ความหนาแน่นของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ที่ความดัน 2.0 atm อุณหภูมิ 27 °C มีค่าประมาณกี่กรัมต่อลิตร (กำหนด C = 12, O = 16, R = 0.0821 L·atm/(mol·K))

ก.

1.96 g/L

ข.

3.57 g/L

ค.

1.79 g/L

ง.

7.15 g/L

ข้อ 14. ★★★★☆

ถังโลหะปริมาตรคงที่บรรจุแก๊สอุดมคติชนิดหนึ่งที่ความดัน 5.0 atm อุณหภูมิ 27 °C ต่อมาวาล์วชำรุดทำให้แก๊สรั่วออกไป 20% ของจำนวนโมลเดิม และขณะเดียวกันอุณหภูมิของถังสูงขึ้นเป็น 87 °C ความดันในถังขณะนี้เป็นกี่ atm

ก.

4.8 atm

ข.

6.0 atm

ค.

4.0 atm

ง.

12.9 atm

ข้อ 15. ★★★★★

แก๊สผสมระหว่าง He กับ $\mathrm{CH_4}$ มีความหนาแน่น 0.25 g/L ที่ความดัน 0.82 atm อุณหภูมิ 127 °C ร้อยละโดยโมลของ He ในแก๊สผสมนี้เป็นเท่าใด (กำหนด H = 1, He = 4, C = 12, R = 0.082 L·atm/(mol·K))

ก.

25%

ข.

40%

ค.

50%

ง.

75%

ทฤษฎีจลน์ของแก๊สและการแพร่ (เกรแฮม)

ข้อ 16. ★☆☆☆☆

ที่อุณหภูมิและความดันเดียวกัน แก๊สในข้อใดแพร่ได้เร็วที่สุด (กำหนด H = 1, He = 4, C = 12, N = 14, O = 16)

ก.

CO_2

ข.

He

ค.

N_2

ง.

CH_4

ข้อ 17. ★★☆☆☆

พิจารณาข้อความต่อไปนี้เกี่ยวกับแก๊สจริงและแก๊สอุดมคติ

(ก) ที่ความดันต่ำมากและอุณหภูมิสูง แก๊สจริงมีพฤติกรรมใกล้เคียงแก๊สอุดมคติ เพราะปริมาตรของโมเลกุลตัดทิ้งได้และแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลมีผลน้อย (ข) ที่อุณหภูมิและความดันเดียวกัน แก๊ส He เบี่ยงเบนจากแก๊สอุดมคติน้อยกว่าแก๊ส NH_3 (ค) ถ้าลดอุณหภูมิให้ต่ำพอและอัดความดันให้สูงพอ แก๊สอุดมคติจะควบแน่นเป็นของเหลวได้เช่นเดียวกับแก๊สจริง

ข้อความใดถูกต้อง

ก.

(ก) และ (ข)

ข.

(ก) เท่านั้น

ค.

(ข) และ (ค)

ง.

ทั้ง (ก) (ข) และ (ค)

ข้อ 18. ★★☆☆☆

แก๊สจริงมีพฤติกรรมเบี่ยงเบนไปจากแก๊สอุดมคติมากที่สุดที่สภาวะใด

ก.

ความดันต่ำ อุณหภูมิสูง

ข.

ความดันสูง อุณหภูมิต่ำ

ค.

ความดันต่ำ อุณหภูมิต่ำ

ง.

ความดันสูง อุณหภูมิสูง

ข้อ 19. ★★★☆☆

ฉีดแก๊ส CH_4 และแก๊ส SO_2 พร้อมกันที่ปลายทั้งสองข้างของหลอดแก้วตรงยาว 90 cm ซึ่งอุณหภูมิและความดันสม่ำเสมอตลอดหลอด ถ้าสมมุติว่าตรวจจับตำแหน่งที่แก๊สทั้งสองพบกันได้ แก๊สทั้งสองจะพบกันที่ตำแหน่งห่างจากปลายด้าน CH_4 กี่เซนติเมตร (กำหนด H = 1, C = 12, O = 16, S = 32)

ก.

45 cm

ข.

30 cm

ค.

72 cm

ง.

60 cm

ข้อ 20. ★★★☆☆

พิจารณาข้อความต่อไปนี้ตามทฤษฎีจลน์ของแก๊ส เมื่อบรรจุแก๊ส He และแก๊ส $\mathrm{CH_4}$ ไว้ในภาชนะคนละใบที่อุณหภูมิเดียวกัน (ก) โมเลกุลของแก๊สทั้งสองมีพลังงานจลน์เฉลี่ยเท่ากัน (ข) โมเลกุลของแก๊สทั้งสองมีอัตราเร็วเฉลี่ยเท่ากัน (ค) ถ้าเพิ่มอุณหภูมิของแก๊ส He ให้สูงขึ้น เส้นโค้งการกระจายอัตราเร็วโมเลกุลจะแผ่กว้างขึ้น ยอดโค้งเตี้ยลง และอัตราเร็วที่พบมากที่สุดมีค่าสูงขึ้น ข้อความใดถูกต้อง (กำหนด H = 1, He = 4, C = 12)

ก.

(ก) เท่านั้น

ข.

(ก) และ (ข)

ค.

(ก) และ (ค)

ง.

(ข) และ (ค)

ข้อ 21. ★★★☆☆

แก๊ส $\mathrm{O_2}$ ปริมาตรหนึ่งแพร่ผ่านรูพรุนเล็ก ๆ จนหมดใช้เวลา 50 วินาที ถ้าแก๊ส X ปริมาตรเท่ากัน ที่อุณหภูมิและความดันเดียวกัน ใช้เวลา 100 วินาที มวลโมลาร์ของแก๊ส X เท่ากับกี่กรัมต่อโมล (กำหนด O = 16)

ก.

64 g/mol

ข.

16 g/mol

ค.

128 g/mol

ง.

8 g/mol

ข้อ 22. ★★★★☆

แก๊ส X มีความหนาแน่นเป็น 2 เท่าของแก๊ส N_2 เมื่อวัดที่อุณหภูมิและความดันเดียวกัน ถ้าแก๊ส N_2 ปริมาตรหนึ่งแพร่ผ่านรูพรุนจนหมดใช้เวลา 60 วินาที แก๊ส X ปริมาตรเท่ากันที่สภาวะเดียวกันจะใช้เวลาประมาณกี่วินาที (กำหนด N = 14)

ก.

30 วินาที

ข.

42 วินาที

ค.

120 วินาที

ง.

85 วินาที

ข้อ 23. ★★★★★

ถังใบหนึ่งบรรจุแก๊ส H_2 และแก๊ส O_2 จำนวนโมลเท่ากันที่อุณหภูมิคงที่ ผนังถังมีรูเล็กมากรูหนึ่งให้แก๊สค่อย ๆ รั่วออกสู่สุญญากาศ ในช่วงแรกสุดของการรั่ว อัตราส่วนโดยโมลของ H_2 ต่อ O_2 ในแก๊สที่รั่วออกมาเป็นเท่าใด และแก๊สที่รั่วออกมาช่วงแรกนี้มี H_2 อยู่ร้อยละเท่าใดโดยโมล (กำหนด H = 1, O = 16)

ก.

16 : 1 และ 94%

ข.

4 : 1 และ 80%

ค.

1 : 4 และ 20%

ง.

2 : 1 และ 67%

ความดันย่อยและแก๊สผสม

ข้อ 24. ★☆☆☆☆

ถังใบหนึ่งบรรจุแก๊สผสมที่ไม่ทำปฏิกิริยากัน 3 ชนิด วัดความดันรวมได้ 1.2 atm ถ้าความดันย่อยของ He เท่ากับ 0.4 atm และของ $\mathrm{N_2}$ เท่ากับ 0.3 atm ความดันย่อยของแก๊สชนิดที่สามเป็นกี่ atm

ก.

0.7 atm

ข.

1.9 atm

ค.

0.5 atm

ง.

0.35 atm

ข้อ 25. ★★☆☆☆

บรรจุแก๊ส $\mathrm{N_2}$ 2.0 mol และแก๊ส $\mathrm{O_2}$ 3.0 mol ในถังเดียวกันโดยไม่เกิดปฏิกิริยา วัดความดันรวมได้ 2.0 atm ความดันย่อยของแก๊ส $\mathrm{N_2}$ เป็นกี่ atm

ก.

0.8 atm

ข.

1.2 atm

ค.

0.4 atm

ง.

1.0 atm

ข้อ 26. ★★★☆☆

บรรจุแก๊ส CH_4 8 g และแก๊ส O_2 8 g ในถังใบเดียวกันโดยไม่เกิดปฏิกิริยา วัดความดันรวมได้ 1.2 atm ความดันย่อยของแก๊ส O_2 เท่ากับกี่ atm (กำหนด H = 1, C = 12, O = 16)

ก.

0.3 atm

ข.

0.6 atm

ค.

0.8 atm

ง.

0.4 atm

ข้อ 27. ★★★★☆

เก็บแก๊ส O_2 ด้วยวิธีแทนที่น้ำ ได้แก๊สปริมาตร 500 mL ที่ 27 °C ความดันบรรยากาศ 760 mmHg กำหนดความดันไอของน้ำที่ 27 °C = 27 mmHg แก๊ส O_2 แห้งนี้จะมีปริมาตรประมาณกี่มิลลิลิตรที่ STP (0 °C, 760 mmHg)

ก.

439 mL

ข.

455 mL

ค.

482 mL

ง.

530 mL

ข้อ 28. ★★★★★

ภาชนะ A ปริมาตร 2.0 L บรรจุแก๊ส CH_4 ความดัน 2.4 atm และภาชนะ B ปริมาตร 3.0 L บรรจุแก๊ส He ความดัน 1.6 atm ทั้งสองใบอยู่ที่ 27 °C เชื่อมถึงกันด้วยวาล์ว (ปริมาตรท่อตัดทิ้งได้ แก๊สไม่ทำปฏิกิริยากัน) เมื่อเปิดวาล์วให้แก๊สผสมกันทั่วแล้วให้ความร้อนทั้งระบบจนเป็น 127 °C ความดันย่อยของแก๊ส He ในระบบเป็นกี่ atm

ก.

0.96 atm

ข.

1.92 atm

ค.

2.56 atm

ง.

1.28 atm

ปริมาณสัมพันธ์ของแก๊สในปฏิกิริยา

ข้อ 29. ★☆☆☆☆

แก๊สไนโตรเจนทำปฏิกิริยากับแก๊สไฮโดรเจนตามสมการ $N_2(g) + 3H_2(g) \rightarrow 2NH_3(g)$ ถ้าใช้แก๊ส H_2 6.0 L ทำปฏิกิริยาจนหมดพอดี จะได้แก๊ส NH_3 กี่ลิตร เมื่อวัดปริมาตรทุกค่าที่อุณหภูมิและความดันเดียวกัน

ก.

2.0 L

ข.

9.0 L

ค.

4.0 L

ง.

6.0 L

ข้อ 30. ★★☆☆☆

เผาหินปูน ($CaCO_3$) 10.0 g จนสลายตัวสมบูรณ์ตามสมการ $CaCO_3(s) \rightarrow CaO(s) + CO_2(g)$ จะได้แก๊ส CO_2 ปริมาตรกี่ลิตรที่ STP (กำหนด C = 12, O = 16, Ca = 40, ที่ STP แก๊ส 1 โมล = 22.4 L)

ก.

22.4 L

ข.

1.12 L

ค.

4.48 L

ง.

2.24 L

ข้อ 31. ★★★☆☆

ใส่โลหะสังกะสี 13.0 g ลงในกรดไฮโดรคลอริกที่มากเกินพอ เกิดปฏิกิริยา $Zn(s) + 2HCl(aq) \rightarrow ZnCl_2(aq) + H_2(g)$ อย่างสมบูรณ์ แก๊ส H_2 ที่เกิดขึ้นจะมีปริมาตรกี่ลิตร เมื่อวัดที่ความดัน 0.82 atm อุณหภูมิ 27 °C (กำหนด Zn = 65, R = 0.082 L·atm/(mol·K))

ก.

6.0 L

ข.

4.48 L

ค.

12.0 L

ง.

0.54 L

ข้อ 32. ★★★★☆

ภาชนะปิดปริมาตรคงที่บรรจุแก๊ส CO ความดันย่อย 0.6 atm และแก๊ส $\mathrm{O_2}$ ความดันย่อย 0.5 atm ที่ 25 °C เมื่อจุดประกายไฟให้เกิดปฏิกิริยา $2\mathrm{CO(g)} + \mathrm{O_2(g)} \rightarrow 2\mathrm{CO_2(g)}$ อย่างสมบูรณ์ แล้วปล่อยให้อุณหภูมิกลับมาเป็น 25 °C เท่าเดิม ความดันรวมในภาชนะเป็นกี่ atm

ก.

1.1 atm

ข.

0.8 atm

ค.

0.6 atm

ง.

0.2 atm

ข้อ 33. ★★★★☆

ภาชนะปิดปริมาตรคงที่บรรจุแก๊ส $\mathrm{N_2}$ ความดันย่อย 1.0 atm และแก๊ส $\mathrm{H_2}$ ความดันย่อย 3.0 atm ที่อุณหภูมิคงที่ค่าหนึ่ง เมื่อเกิดปฏิกิริยา $\mathrm{N_2(g)} + 3\mathrm{H_2(g)} \rightarrow 2\mathrm{NH_3(g)}$ จนกระทั่ง $\mathrm{N_2}$ ทำปฏิกิริยาไปเพียง 40% ของที่มีอยู่เดิม ความดันรวมในภาชนะขณะนั้นเป็นกี่ atm

ก.

4.0 atm

ข.

3.2 atm

ค.

2.0 atm

ง.

2.4 atm

ข้อ 34. ★★★★☆

จุดประกายไฟให้แก๊ส H_2 4 g ทำปฏิกิริยากับแก๊ส O_2 16 g จนสมบูรณ์ตามสมการ $2H_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2H_2O(l)$ เมื่อปฏิกิริยาสิ้นสุดและวัดที่ STP แก๊สที่เหลืออยู่จะมีปริมาตรกี่ลิตร (กำหนด H = 1, O = 16, ที่ STP แก๊ส 1 โมล = 22.4 L)

ก.

11.2 L

ข.

44.8 L

ค.

33.6 L

ง.

22.4 L

ข้อ 35. ★★★★★

แก๊สผสมระหว่าง CH_4 และ C_2H_6 มีปริมาตรรวม 20 cm^3 เมื่อเผาไหม้อย่างสมบูรณ์กับแก๊ส O_2 ที่มากเกินพอ เกิดแก๊ส CO_2 ปริมาตร 32 cm^3 โดยปริมาตรทั้งหมดวัดที่อุณหภูมิและความดันเดียวกัน ร้อยละโดยปริมาตรของ CH_4 ในแก๊สผสมคือข้อใด

ก.

40%

ข.

60%

ค.

20%

ง.

80%

เฉลยย่อ บทที่ 6

1. ข	2. ค	3. ก	4. ข	5. ค	6. ก	7. ง	8. ก	9. ค	10. ง
11. ง	12. ค	13. ข	14. ก	15. ค	16. ข	17. ก	18. ข	19. ง	20. ค
21. ค	22. ง	23. ข	24. ค	25. ก	26. ง	27. ก	28. ง	29. ค	30. ง
31. ก	32. ข	33. ข	34. ง	35. ก					

เฉลยละเอียดทีละขั้นดูได้ในแอป (โหมดไต่บันได/เรียน+ฝึก)