

## แก๊สเฉลยแบบฝีกหัด รายวิชา 01403117

กำหนดให้  $R = 0.0821 \text{ dm}^3 \text{ atm K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$  และ  $R = 8.314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$

(น้ำหนักอะตอมหน่วยเป็นกรัมต่อโมล H = 1, He = 4, C = 12, N = 14, O = 16, F = 19, S = 32, Ar = 40)

1. เมื่ออุณหภูมิคงที่ แก๊สชนิดหนึ่งมีปริมาตร 1 ลิตร ที่ความดัน 10 บรรยากาศ จงคำนวณหาปริมาตรแก๊สชนิดนี้ที่ 1 บรรยากาศ

**วิธีทำ** เนื่องจากอุณหภูมิคงที่ และจำนวนโมลเท่าเดิม จากโจทย์  $P_1 = 10 \text{ atm}$ ,  $V_1 = 1 \text{ ลิตร}$ ,  $P_2 = 1 \text{ atm}$  หา  $V_2$  จากการแทนค่าดังกล่าวในสมการความสัมพันธ์ ตามกฎของบอยล์

$$\begin{aligned} P_1 V_1 &= P_2 V_2 \\ (10 \text{ atm})(1 \text{ L}) &= (1 \text{ atm}) V_2 \\ V_2 &= 10 \text{ ลิตร} \end{aligned}$$

2. แก๊สชนิดหนึ่งบรรจุในภาชนะที่มีปริมาตรคงที่ มีความดัน 855 torr ที่  $350^\circ\text{C}$  เมื่ออุณหภูมิของแก๊สนี้เปลี่ยนแปลง ทำให้ความดันเพิ่มขึ้นเป็น 980 torr จงคำนวณหาอุณหภูมิใหม่ของแก๊สนี้

**วิธีทำ** เนื่องจากปริมาตรคงที่ จากโจทย์  $P_1 = 855 \text{ torr}$ ,  $T_1 = 350 + 273.15 = 623.15 \text{ K}$ ,  $P_2 = 980 \text{ torr}$  หา  $T_2$  จากการแทนค่าดังกล่าวในสมการความสัมพันธ์ ตามกฎของเกลุสแซก

$$\begin{aligned} \frac{P_1}{T_1} &= \frac{P_2}{T_2} \\ \frac{855 \text{ torr}}{623.15 \text{ K}} &= \frac{980 \text{ torr}}{T_2} \\ T_2 &= 714 \text{ K} \end{aligned}$$

3. แก๊สชนิดหนึ่งมีปริมาตร  $26.5 \text{ cm}^3$  ที่  $300^\circ\text{C}$  เมื่อปริมาตรลดลงเป็น  $15.7 \text{ cm}^3$  ถ้าต้องการให้ความดันคงที่ แก๊สนี้จะมีอุณหภูมิเท่าใด

**วิธีทำ** เนื่องจากความดันคงที่ จากโจทย์  $V_1 = 26.5 \text{ cm}^3$ ,  $T_1 = 300 + 273.15 = 573.15 \text{ K}$ ,  $V_2 = 15.7 \text{ cm}^3$  หา  $T_2$  จากการแทนค่าดังกล่าวในสมการความสัมพันธ์ ตามกฎของชาร์ลส์

$$\begin{aligned} \frac{V_1}{T_1} &= \frac{V_2}{T_2} \\ \frac{26.5 \text{ cm}^3}{573.15 \text{ K}} &= \frac{15.7 \text{ cm}^3}{T_2} \\ T_2 &= 340 \text{ K} \end{aligned}$$

4. แก๊สมีปริมาตร  $840 \text{ cm}^3$  ที่  $27^\circ\text{C}$  และ  $740 \text{ torr}$  ปริมาตรแก๊สนี้เป็นเท่าไรที่  $14^\circ\text{C}$  และ  $650 \text{ torr}$

วิธีทำ จากกฎรวมของแก๊ส โดยแทนค่า

$$T_1 = 27 + 273.15 = 300.15 \text{ K}, P_1 = 740 \text{ torr}, V_1 = 840 \text{ cm}^3,$$

$$T_2 = 14 + 273.15 = 287.15 \text{ K}, P_2 = 650 \text{ torr},$$

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$$

$$\frac{(740 \text{ torr})(840 \text{ cm}^3)}{300.15 \text{ K}} = \frac{(650 \text{ torr})V_2}{287.15 \text{ K}}$$

$$V_2 = 915 \text{ cm}^3$$

5. จงคำนวณหาความดันของแก๊สฮีเลียม (He) จำนวน  $0.4 \text{ กรัม}$  ใน ปริมาตรถัง  $10 \text{ ลิตร}$  ที่อุณหภูมิ  $-20^\circ\text{C}$

วิธีทำ เนื่องจากแก๊สฮีเลียม 1 โมเลกุลมี 1 อะตอม ดังนั้น น้ำหนักโมเลกุลของ แก๊สฮีเลียมจึงเท่ากับ น้ำหนักอะตอมของ ฮีเลียมได้เลย น้ำหนักโมเลกุลของ ฮีเลียม =  $4 \text{ กรัมต่อโมล}$

$$\text{หาจำนวนโมลของแก๊สฮีเลียม } 0.4 \text{ กรัม จาก } (0.4 \text{ g}) \times \left(\frac{1 \text{ mol}}{4 \text{ g}}\right) = 0.1 \text{ mol}$$

$$n = 0.1 \text{ mol}, V = 10 \text{ L}, T = -20 + 273.15 = 253.15 \text{ K}$$

ข้อนี้เลือกใช้  $R = 0.0821 \text{ L} \cdot \text{atm} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$

$$PV = nRT$$

$$P(10 \text{ L}) = (0.1 \text{ mol})(0.0821 \text{ L} \cdot \text{atm} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1})(253.15 \text{ K})$$

$$P = 0.021 \text{ atm}$$

ข้อควรระวังในข้อนี้คือการเลือกใช้ค่า R ให้ถูกต้อง ก่อนนำไปใช้ให้ดูหน่วยให้ด้วย

6. จงคำนวณหาจำนวนโมลของแก๊สชนิดหนึ่งปริมาตร  $7.60 \text{ dm}^3$  ที่  $626 \text{ torr}$  ที่  $40^\circ\text{C}$

วิธีทำ ข้อนี้ใช้สูตร  $PV = nRT$  โดยใช้ค่า  $R = 0.0821 \text{ L} \cdot \text{atm} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$

ปริมาตร  $7.60 \text{ dm}^3$  คือ  $7.60 \text{ L}$  อุณหภูมิ  $40^\circ\text{C}$  เป็น  $40 + 273.15 \text{ K} = 313.15 \text{ K}$

จากโจทย์จะเห็นว่าต้องเปลี่ยนหน่วยของความดันที่โจทย์ให้ จาก  $\text{torr}$  เป็น  $\text{atm}$

$$PV = nRT$$

$$\left(626 \text{ torr} \times \frac{1 \text{ atm}}{760 \text{ torr}}\right)(7.60 \text{ L}) = n(0.0821 \text{ L} \cdot \text{atm} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1})(313.15 \text{ K})$$

$$n = 0.24 \text{ mol}$$

7. ไอ้ น้ำหนัก  $36.0 \text{ กรัม}$  มีความดัน  $800 \text{ torr}$  ที่อุณหภูมิ  $27^\circ\text{C}$  จะมีปริมาตรเท่าใด

วิธีทำ ข้อนี้ใช้สูตร  $PV = nRT$  โดยใช้ค่า  $R = 0.0821 \text{ L} \cdot \text{atm} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$

ไอ้ น้ำ คือ  $\text{H}_2\text{O}$  มีน้ำหนักโมเลกุล =  $(2 \times 1) + 16 = 18 \text{ กรัม/โมล}$

ไอ้ น้ำที่โจทย์ให้มาเป็นน้ำหนัก  $36.0 \text{ กรัม}$  คิดเป็น  $(36.0 \text{ g}) \left(\frac{1 \text{ mol}}{18 \text{ g}}\right) = 2 \text{ mol}$

อุณหภูมิ  $27^\circ\text{C}$  คิดเป็น  $27 + 273.15 = 300.15 \text{ K}$

ความดัน  $800 \text{ torr}$  ทำให้เป็นหน่วย  $\text{atm}$  โดย  $(800 \text{ torr}) \left(\frac{1 \text{ atm}}{760 \text{ torr}}\right) = \frac{800}{760} \text{ atm}$

$$PV = nRT$$

$$\left(\frac{800}{760} \text{ atm}\right)(V) = (2 \text{ mol})(0.0821 \text{ L} \cdot \text{atm} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1})(300.15 \text{ K})$$

$$V = 46.8 \text{ L}$$

8. จงคำนวณหาความหนาแน่นของแก๊ส Ar ที่ STP

**วิธีทำ** น้ำหนักโมเลกุลของแก๊ส Ar = 40 g/mol ที่สภาวะมาตรฐาน STP อุณหภูมิ T = 273.15 K ความดัน P = 1 atm โดยใช้ค่า  $R = 0.0821 \text{ L} \cdot \text{atm} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$

$$PV = nRT$$

$$P = \frac{d}{M}nRT \quad \dots\dots\dots (1)$$

เมื่อ d แทนความหนาแน่นของแก๊ส ในหน่วย g / L และ M แทนน้ำหนักโมเลกุล ในหน่วย g / mol แทนค่าในสมการที่ (1) จะได้

$$1 \text{ atm} = \frac{d}{(40 \text{ g/mol})} (0.0821 \text{ L} \cdot \text{atm} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1})(273.15 \text{ K})$$

$$d = 1.15 \times 10^{-3} \text{ g/L}$$

9. แก๊ส He จำนวนหนึ่งที่มีปริมาตร 60 cm<sup>3</sup> ที่อุณหภูมิและความดันค่าหนึ่ง ปริมาตรของแก๊ส He นี้จะเป็นเท่าใด ถ้ามวลลดลงครึ่งหนึ่ง อุณหภูมิองศาสัมบูรณ์เพิ่มขึ้นเป็น 3 เท่า และความดันเป็น 1/9 ของแก๊สเริ่มต้น

**วิธีทำ** เขียนสิ่งที่โจทย์กำหนด ถ้าสิ่งไหนไม่ได้บอกเป็นตัวเลขตรง ๆ ให้ติดตัวแปรไว้ก่อน

สภาวะแรก	สภาวะที่สอง
$V_1 = 60 \text{ cm}^3$	$V_2 = V_2$
$m_1 = m_1$	$m_2 = \frac{m_1}{2}$
$T_1 = T_1$	$T_2 = 3T_1$
$P_1 = P_1$	$P_2 = \frac{P_1}{9}$

จากสูตร  $PV = \frac{m}{M}RT$

ที่สภาวะแรก  $P_1 (60 \text{ cm}^3) = \left(\frac{m_1}{M}\right) RT_1 \quad \dots\dots\dots(1)$

ที่สภาวะที่สอง  $\left(\frac{P_1}{9}\right) (V_2) = \left(\frac{m_1/2}{M}\right) R(3T_1) \quad \dots\dots\dots (2)$

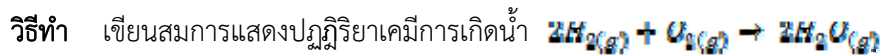
นำสมการที่ (1) หารด้วย สมการที่ (2) จะได้

$$\frac{9 \cdot (60 \text{ cm}^3)}{V_2} = \frac{2}{3}$$

ดังนั้น

$$V_2 = 810 \text{ cm}^3$$

10. จงคำนวณหาปริมาตรของแก๊ส  $O_2$  ซึ่งมีความดัน 1.5 atm และ 375 K แก๊ส  $O_2$  นี้ทำปฏิกิริยาพอดีกับแก๊ส  $H_2$  1.75 dm<sup>3</sup> ซึ่งอยู่ที่ความดันและอุณหภูมิเดียวกันเกิดผลผลิตเป็น  $H_2O$



เนื่องจาก  $H_2$  และ  $O_2$  ทำปฏิกิริยากันในสภาวะอุณหภูมิและความดันเดียวกัน ปริมาตรของแก๊สทั้งสองจะแปรผันโดยตรงกับจำนวนโมลของแก๊สในสมการที่ดุลแล้ว จำนวนปริมาตรของแก๊ส  $O_2$  จากแก๊ส  $H_2$  1.75 dm<sup>3</sup> จากปริมาณสารสัมพันธ์ จำนวนโมลของแก๊ส  $O_2$  จะเท่ากับ  $\frac{1}{2}$  ของจำนวนโมลของ  $H_2$  ที่อุณหภูมิความดันเดียวกัน ปริมาตรจะแปรผันตามจำนวนโมล

ดังนั้น ปริมาตรของแก๊ส  $O_2$  จะเท่ากับ  $\frac{1}{2}$  ของปริมาตรของแก๊ส  $H_2 = \frac{1}{2} (1.75 \text{ dm}^3) = 0.875 \text{ dm}^3$

11. แก๊สผสมประกอบด้วยแก๊สไฮโดรเจน มี 55% แก๊สออกซิเจน 25% และไอน้ำ 20 %โดยปริมาตร มีความดันรวมของแก๊สผสมเท่ากับ 1.5 atm จงคำนวณหาความดันย่อยของแต่ละแก๊สในแก๊สผสม

**วิธีทำ** อัตราส่วนที่โจทย์ให้เป็น อัตราส่วนโดยปริมาตร ซึ่งที่สภาวะความดันและอุณหภูมิเดียวกัน ปริมาตรจะแปรผันตามจำนวนโมล ดังนั้น อัตราส่วนดังกล่าวจึงเป็นอัตราส่วนโดยโมล

อัตราส่วนโดยโมลของ  $H_2 : O_2 : H_2O = 55 : 25 : 20$

เศษส่วนโมลของ  $H_2 = X_{H_2} = \frac{55}{(55+25+20)} = 0.55$

เศษส่วนโมลของ  $O_2 = X_{O_2} = \frac{25}{(55+25+20)} = 0.25$

เศษส่วนโมลของ  $H_2O = X_{H_2O} = \frac{20}{(55+25+20)} = 0.20$

จากสูตร  $P_i = x_i P_T$  เมื่อ  $P_i$  แทนความดันย่อยของแก๊ส  $i$  และ  $P_T$  แทนความดันรวม

$$P_{H_2} = x_{H_2} P_T = (0.55)(1.5 \text{ atm}) = 0.825 \text{ atm}$$

$$P_{O_2} = x_{O_2} P_T = (0.25)(1.5 \text{ atm}) = 0.375 \text{ atm}$$

$$P_{H_2O} = x_{H_2O} P_T = (0.20)(1.5 \text{ atm}) = 0.300 \text{ atm}$$

12. ผสมแก๊ส N<sub>2</sub> 2 กรัม แก๊ส O<sub>2</sub> 9 กรัม แก๊ส H<sub>2</sub> 0.8 กรัม ในภาชนะขนาด 1 ลิตร ที่ 27°C จงคำนวณหาความดัน รวมในแก๊สผสม

**วิธีทำ** น้ำหนักโมเลกุลของ N<sub>2</sub> = 2 x 14 = 28 g/mol ดังนั้น N<sub>2</sub> หนัก 2 กรัม =  $\left(\frac{2}{28}\right)$  โมล

น้ำหนักโมเลกุลของ O<sub>2</sub> = 2 x 16 = 32 g/mol ดังนั้น O<sub>2</sub> หนัก 9 กรัม =  $\left(\frac{9}{32}\right)$  โมล

น้ำหนักโมเลกุลของ H<sub>2</sub> = 2 x 1 = 2 g/mol ดังนั้น H<sub>2</sub> หนัก 0.8 กรัม =  $\left(\frac{0.8}{2}\right)$  โมล

$$n_{\text{รวม}} = \frac{2}{28} + \frac{9}{32} + \frac{0.8}{2} = 0.931$$

$$T = 27 + 273.15 = 300.15 \text{ K}$$

$$(P_{\text{รวม}})(1\text{L}) = (0.931 \text{ mol})(0.0821 \text{ L} \cdot \text{atm} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1})(300.15\text{K})$$

$$P_{\text{รวม}} = 22.9 \text{ atm}$$

13. แก๊สใดในคู่ต่อไปที่มีอัตราการแพร่ผ่านเร็วกว่า NH<sub>3</sub> หรือ CO<sub>2</sub>; H<sub>2</sub>O หรือ N<sub>2</sub>O; O<sub>3</sub> หรือ SO<sub>2</sub>

**วิธีทำ** จากสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราเร็วและน้ำหนักโมเลกุลของแก๊สจะได้

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

พบว่าโดยเปรียบเทียบแล้วถ้าน้ำหนักโมเลกุลของแก๊สมีค่ามากกว่าจะทำให้อัตราเร็วต่ำกว่า น้ำหนักโมเลกุลของแก๊ส ดังแสดงในตาราง

NH <sub>3</sub> = 14 + (3X1) = 17 g/mol	CO <sub>2</sub> = 12 + (2X16) = 44 g/mol	NH <sub>3</sub> จึงแพร่เร็วกว่า CO <sub>2</sub>
H <sub>2</sub> O = (2X1) + 16 = 18 g/mol	N <sub>2</sub> O = (2X14) + 16 = 44 g/mol	H <sub>2</sub> O จึงแพร่เร็วกว่า N <sub>2</sub> O
O <sub>3</sub> = 3X 16 = 48 g/mol	SO <sub>2</sub> = 32 + (2X16) = 64 g/mol	O <sub>3</sub> จึงแพร่เร็วกว่า SO <sub>2</sub>

14. จงคำนวณหาน้ำหนักโมเลกุลของแก๊สที่แพร่ผ่านได้เร็วเป็น 1/4 เท่าของ He

**วิธีทำ** ให้ r<sub>X</sub> แทนอัตราเร็วของการแพร่ของแก๊ส X ; M<sub>X</sub> แทนน้ำหนักโมเลกุลของแก๊ส X

r<sub>He</sub> แทนอัตราเร็วของการแพร่ของแก๊ส He ; M<sub>He</sub> แทนน้ำหนักโมเลกุลของแก๊ส He

จะได้ความสัมพันธ์ของอัตราเร็วและน้ำหนักโมเลกุลคือ

$$\frac{r_X}{r_{\text{He}}} = \sqrt{\frac{M_{\text{He}}}{M_X}} \dots\dots\dots (1)$$

โดย อัตราการแพร่ผ่านเป็น 1/4 ของ He หมายถึง  $T_N = \frac{1}{4} T_{He}$

แทนค่า  $M_{He} = 4 \text{ g/mol}$  และ  $\frac{v_N}{v_{He}} = \frac{1}{4}$  ลงในสมการที่ (1)

$$\frac{1}{4} = \sqrt{\frac{4}{M_N}}$$
$$M_N = 64 \text{ g/mol}$$

15. จงคำนวณหาพลังงานจลน์เฉลี่ยของแก๊สไนโตรเจนจำนวน 1/3 โมล ที่ 600 K

วิธีทำ จากสมการ  $E = \frac{3}{2} nRT$  เมื่อ E แทนพลังงานจลน์เฉลี่ยของแก๊ส,  $n = 1/3 \text{ mol}$ ,

$(R = 8.314 \text{ J.K}^{-1}.\text{mol}^{-1})$ ,  $T = 600 \text{ K}$

$$E = \frac{3}{2} \left(\frac{1}{3} \text{ mol}\right) (8.314 \text{ J.K}^{-1}.\text{mol}^{-1}) (600 \text{ K})$$

$$E = 2,494 \text{ J}$$

16. แก๊สจริงจะมีพฤติกรรมใกล้เคียงแก๊สสมบูรณ์แบบที่สภาวะอุณหภูมิ (สูง) และความดัน (ต่ำ)

แนวคิด ที่สภาวะดังกล่าวจะมีแรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลของแก๊สน้อยเนื่องจากแก๊สอยู่ห่างกัน

17. สำหรับแก๊สอุดมคติ เราสามารถใช้สมการ  $PV = nRT$  แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ความดัน ปริมาตร จำนวน โมลของแก๊ส และอุณหภูมิได้ แต่สมการดังกล่าว ไม่สามารถใช้ได้ถูกต้องนักกับแก๊สจริงทั้งนี้เนื่องจากสาเหตุใด ให้ตอบในแง่การเปรียบเทียบระหว่างค่าความดันของแก๊สจริงกับแก๊สอุดมคติ

แนวคิด ความดันของแก๊สอุดมคติจะมีค่ามากกว่าความดันของค่าที่วัดได้จากค่าจริง ทั้งนี้เนื่องจากแก๊สจริงจะมีแรงดึงดูด ระหว่างโมเลกุลของแก๊ส ทำให้เกิดแรงที่มากกระทบกับผนังภาชนะน้อยกว่าแก๊สอุดมคติ ส่งผลให้ความดันของแก๊สจริง น้อยกว่าด้วย นอกจากนี้โมเลกุลของก๊าซจริงมีขนาดทำให้ปริมาตรที่อยู่ในสูตรกฎของก๊าซไม่ใช่ปริมาตรจริงๆ แต่รวมเอา ปริมาตรของโมเลกุลก๊าซเข้าไปด้วย ดังนั้นสมการ  $PV = nRT$  จึงไม่สามารถใช้ได้ถูกต้องนักกับแก๊สจริง ซึ่งเป็นสาเหตุที่สมการแวนเดอร์วาลส์ที่ใช้กับแก๊ส

จริงมีค่า a และ b ในสมการ  $\left[P + a\left(\frac{n}{V}\right)^2\right] (V - nb) = nRT$

ข้อ (17) นิสิตสามารถดูรายละเอียดเพิ่มเติมจากเอกสารประกอบการบรรยายได้