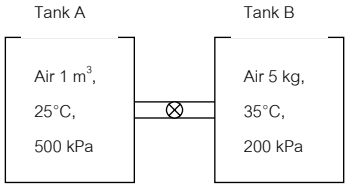
ตัวอย่างที่ 6.1 ถังปริมาตร 1 ลบม. บรรจุอากาศที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ความดัน 500 kPa เชื่อมต่ออยู่กับถังใบที่สองซึ่งบรรจุอากาศมวล 5 kg อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส ความดัน 200 kPa ที่ท่อที่เชื่อมต่อระหว่างถังทั้ง 2ใบนั้นมีวาล์วเปิด-ปิดควบคุมอยู่ ดังแสดงในรูปข้างล่างนี้ เมื่อเปิดวาล์ว อากาศภายในถังทั้ง 2ใบ เกิดการไหลถ่ายเท หากปล่อยไว้จนกระทั่งอุณหภูมิของอากาศในถังเกิดการสมดุลย์ทางอุณหภูมิกับสิ่งแวดล้อมที่ 20 องศาเซลเซียส จงหาปริมาตรและความดันสุดท้ายของอากาศภายในถัง



วิธีทำ สิ่งที่โจทย์กำหนดให้

สภาวะเริ่มต้น: ถัง A ; $V_A = 1\,m^3, T_A = 25°C, P_A = 500\,kPa$

ถัง B ; $m_B = 5\,kg, T_B = 35°C, P_B = 200\,kPa$

สภาวะสุดท้าย : $T_2 = 20°C$

สมมติให้อากาศเป็นแก๊สจินตภาพ ดังนั้นจะใช้สมการสภาวะของแก๊สจินตภาพ $PV = mRT$ ในการคำนวณ

$$V_B = \frac{m_B RT_B}{P_B} = \frac{5kg \times 0.287kJ/kg.K \times 308K}{200kPa} = 2.21\,m^3$$

$$m_A = \frac{P_B V_B}{RT_B} = \frac{500kPa \times 1m^3}{0.287kJ/kg.K \times 298K} = 5.846\,kg$$

$$V_2 = V_A + V_B = 1 + 2.21 = 3.21\,m^3$$

$$m = m_A + m_B = 5.846 + 5 = 10.846\,kg$$

$$P_2 = \frac{mRT_2}{V_2} = \frac{10.846kg \times 0.287kJ/kg.K \times 293K}{3.21m^3}$$

$$P_2 = 284.1 \quad kPa$$

ปริมาตรและความดันสุดท้ายของอากาศภายในถัง เท่ากับ $3.21\,m^3$และ $284.1 \quad kPa$ ตามลำดับ

ตัวอย่างที่ 6.2 สารทำความเย็น R-12 ที่ความดัน 1 MPa และอุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส จงคำนวณหาปริมาตรจำเพาะ โดยวิธีต่อไปนี้

ก) โดยการเปิดตารางคุณสมบัติ

ข) ใช้สมการสภาวะของแก๊สจินตภาพ

ค) ใช้แผนภาพของการอัดตัวได้ (Generalized Compressibility Chart)

พร้อมทั้งแสดงค่าความคลาดเคลื่อนของวิธีในข้อ ข) และ ค) เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีในข้อ ก)

วิธีทำ

ก) โดยการเปิดตารางคุณสมบัติของสารทำความเย็น R-12

ที่สภาวะ $\left.\begin{matrix} P = 1MPa \\ T = 50°C \end{matrix}\right\} v = 0.01837\,m^3/kg$

(ค่าที่ได้จากการเปิดตารางเป็นค่าที่ได้จากการทดลองซึ่งถือว่าเป็นค่าที่น่าเชื่อถือมากที่สุด)

ข) ใช้สมการสภาวะของแก๊สจินตภาพ $Pv = RT$

$$\left.\begin{matrix} R_{R-12} = 0.0688kJ/kg.K \\ T = 273 + 50°C = 323\,K \\ P = 1000\,kPa \end{matrix}\right\} v = \frac{RT}{P}$$

$$\therefore v = \frac{0.0688kJ/kg.K \times 323K}{1000kPa}$$

$$v = 0.02222\,m^3/kg$$

$\varepsilon_1 =$ ค่าความคลาดเคลื่อนของวิธีในข้อ ข) เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีในข้อ ก)

$$\varepsilon_1 = \frac{0.02222 - 0.01837}{0.01837} \times 100\% = 21\%$$

ค) ใช้แผนภาพของการอัดตัวได้ (Generalized Compressibility Chart)

โดยการหาค่าแฟคเตอร์ของการอัดตัวได้ (Z) จาก Generalized Compressibility Chart เพื่อนำมาเป็นค่าแก้ไขของค่าที่ได้จากวิธีในข้อ ข)

$$\left.\begin{aligned} P_R &= \frac{P}{P_{cr}} = \frac{1\,MPa}{4.01\,MPa} = 0.249 \\ T_R &= \frac{T}{T_{cr}} = \frac{323K}{384.7K} = 0.84 \end{aligned}\right\} Z = 0.83$$ (จาก Generalized Compressibility Chart)

$$v = Z \times v_{ideal} = 0.83 \times 0.02222 m^3/kg$$

$$v = 0.1844\ m^3/kg$$

$\varepsilon_2 =$ ค่าความคลาดเคลื่อนของวิธีในข้อ ค) เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีในข้อ ก)

$$\varepsilon_2 = \frac{0.01844 - 0.01837}{0.01837} \times 100\% = 0.38\%$$