ภาคผนวก ข) ตัวอย่างการคำนวณ

ข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณ

ใช้ข้อมูลของการทดลองที่ 1 ที่เวลา 15 นาที อัตราการไหลของน้ำ 1 l/min อุณหภูมิของน้ำเข้า 25.5 °C ออก 24.5 °C ระดับน้ำในถังพัดลดลง 8 mm ในเวลา 10 min. อากาศไหลเข้าคอลัมน์ อ่านอัตราการไหลจาก Rotameter ได้ 60 L/m ความดันอากาศที่อ่านได้จาก Manometer ทางเข้า 13 mmH_2O ทางออก 1 mmH_2O อุณหภูมิของอากาศ เข้า 26.4 °C ออก 26.3 °C ความชื้นสัมพัทธ์อากาศ ทางเข้า 1% ทางออก 75%

กระแสน้ำ

อุณหภูมิเฉลี่ยของน้ำ (T_w) $= \frac{24.5+25.5}{2} = 25\ ^oC$

ความหนาแน่นที่อุณหภูมิเฉลี่ย (ρ_L) $= 1.1465 - 0.000495 \times (273.15+25) =$ 0.999 g/cm^3

อัตราการระเหยของน้ำ $= \frac{8 \times 1.33}{10 \times 60} = 0.0177\ \frac{cm^3}{s} = 0.0177 \times 0.999 = 0.0177\ \frac{g}{s}$

$= \frac{0.0177}{18} = 0.00098\ \frac{mol}{s}$

อัตราการระเหยของน้ำต่อพื้นที่ผิว (N_A)

$= \frac{0.00098}{S} = \frac{0.00098}{336.4646} = 2.92 \times 10^{-6}\ \frac{\text{mol}}{\text{cm}^2 - \text{s}}$

ความดันไอของน้ำที่ตอนล่างคอลัมน์ (P_{V1}) = ความดันไอของน้ำที่ออกจากคอลัมน์

$= 10^{\left(21.94583 - \frac{2876.225}{273.15+24.5} - 4.415497 \times \log(273.15+24.5)\right)}$ = 22.91 mmHg

ความดันไอของน้ำที่ตอนบนคอลัมน์ (P_{V2}) = ความดันไอของน้ำที่เข้าคอลัมน์

$= 10^{\left(21.94583 - \frac{2876.225}{273.15+25.5} - 4.415497 \times \log(273.15+25.5)\right)}$ = 24.32 mmHg

กระแสอากาศ

อัตราการไหลของอากาศ (Q) $= \frac{60}{60}$ = 1.0 L/s

อุณหภูมิเฉลี่ยของอากาศ $= \frac{26.4+26.3}{2}$ = 26.35 °C

ความดันอากาศทางเข้า $= 760 + 13 \times \frac{760}{10332.72}$ = 761.0 mmHg

ความดันอากาศทางออก $= 760 + 1 \times \frac{760}{10332.72}$ = 760.1 mmHg

ความดันเฉลี่ยของอากาศ $= \frac{761.0 + 760.1}{2}$ = 760.55 mmHg

ความหนาแน่นอากาศที่อุณหภูมิและความดันเฉลี่ย (ρ_G) $= \frac{28.97 \times 760.55}{62360(273.15 + 26.35)} =$

1.180×10^{-3} g/cm^3

ความหนืดอากาศอุณหภูมิเฉลี่ย (μ_G)

$$= 10^{-6}\left(27.8428 + 0.533403 \times (273.15 + 26.35) - 0.0001258 \times (273.15 + 26.35)^2\right)$$

= 0.000176 g/cm-s

สัมประสิทธิ์การแพร่ของน้ำในอากาศที่อุณหภูมิเฉลี่ย (D_{AB})

$= 10^{-4}(-0.217 + 0.0016 \times (273.15 + 26.35))$ = 0.2622 cm^2/s

ความดันส่วนของน้ำในอากาศที่ตอนล่างคอลัมน์ (P_1)

$$= \frac{1}{100} \times 10^{\left(21.94583 - \frac{2876.225}{273.15 + 26.4} - 4.415497 \times \log(273.15 + 26.4)\right)}$$ = 0.2565 mmHg

ความดันส่วนของน้ำในอากาศที่ตอนบนคอลัมน์ (P_2)

$$= 75 \times 10^{\left(21.94583 - \frac{2876.225}{273.15 + 26.3} - 4.415497 \times \log(273.15 + 26.3)\right)}$$ = 26.4 mmHg

ผลต่างความดันไอและความดันส่วนของน้ำในอากาศที่ตอนล่างคอลัมน์ (ΔP_1)

= 22.91 - 0.2565 = 22.65 mmHg

ผลต่างความดันไอและความดันส่วนของน้ำในอากาศที่ตอนบนคอลัมน์ (ΔP_2)

= 24.32 - 26.4 = 2.08 mmHg

ผลต่างความดันไอและความดันส่วนของน้ำในอากาศเฉลี่ยในคอลัมน์ (ΔP_{lm})

$$\Delta P_{lm} = \frac{\Delta P_1 - \Delta P_2}{\ln\left(\frac{\Delta P_1}{\Delta P_2}\right)} = \frac{22.65 - 2.08}{\ln\left(\frac{22.65}{2.08}\right)}$$ = 7.253 mmHg

สัมประสิทธิ์การถ่ายโอนมวลในวัฏภาคก๊าซ (K_G)

$$K_G = \frac{N_A}{\Delta P_{lm}} = \frac{2.92 \times 10^{-6}}{7.253}$$ = 4.03×10^{-7} mol/cm^2-s-mmHg

$$K_{Gc} = K_G RT = 4.03 \times 10^{-7} \times 62360 \times (273.15 + 26.35)$$ = 7.53 cm/s

Reynold number ของอากาศ (Re) $= \dfrac{12732 Q \rho_G}{\mu_G D} = \dfrac{12732 \times 1.0 \times 1.18 \times 10^{-3}}{0.000176 \times 17} =$ 5021

Schmidt's number ของอากาศ (Sc) $= \dfrac{\mu_G}{\rho_G D_{AB}} = \dfrac{0.000176}{1.18 \times 10^{-3} \times 0.2622} = 0.569$

Sherwood's number ของการถ่ายโอนมวล (Sh) $= \dfrac{k_{Gc} D}{D_{AB}} = \dfrac{7.53 \times 1.7}{0.2622} = 48.8$

<u>การสอบทานข้อมูลจากสมการของ Sherwood และ Gilliland</u>

$$Sh = 0.023\,\mathrm{Re}^{0.83}\, Sc^{0.33} = 0.023 \times 5021^{0.83} \times 0.569^{0.33} = 22.5$$