

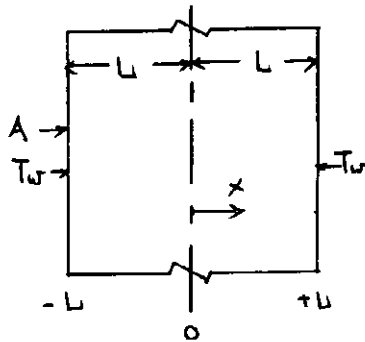
所 別： 化學工程技術研究所
學程別：

組別：

科目：單元操作

1. 一不可壓縮且 viscosity 為 μ 之牛頓流體在內半徑為 R 的水管中流動，而此水管為水平放置，且此流體在流經 L 之長度的水管所需之壓力降為 ΔP ，假設此流動已達穩態及 fully developed 則平均流速 $V_{avg} = \frac{\Delta P R^2}{L 8\mu}$ ，試證明 Fanning friction factor $f_f = \frac{16}{Re}$ ，而 Re 為 Reynolds number。(10%)

2. 今有一平面牆其厚度為 $2L$ ，熱傳面積為 A (如下圖)，如果在此牆中有很均勻的熱源，而其單位體積、單位時間的熱產生速率為 \dot{q} ，且此牆的 thermal conductivity 為 k ，如果牆的兩邊界面的溫度皆保持於 T_w ，在祇考慮 x 方向之熱傳時，試尋出此牆內之溫度分佈。(20%)



3. 如果 ρ : Fluid density ; v : Fluid velocity ; D : Tube diameter ; μ : Fluid viscosity
 h : Heat-transfer coefficient ; k : Fluid thermal conductivity ; K_c : mass-transfer coefficient
 D_{AB} : Diffusivity ; C_p : Fluid heat capacity，試寫出 Reynolds number (Re)，
Nusselt number (Nu)，Sherwood number (Sh)，Prandtl number (Pr) 等 dimensionless groups 的表示式。(20%)

4. 溫度 $303K$ ，水流中 H_2S 之濃度達到 $0.5 \times 10^{-3} \text{ kg } H_2S / \text{kg } H_2O$ ，問水流上方空氣的 H_2S 分壓達到多少 atm？已知 $303K$ 溫度， H_2S 氣體之 Henry's law constant $H = 0.0609 \times 10^4 \text{ atm/mol fraction}$ ， $P_A = H \cdot x_A$ ， P_A 是氣相中 A 成份之分壓， x_A 是液相中 A 成份之莫耳分率 (mol fraction)， H_2S 分子量 = 34。(10%)

所 別： 化學工程技術研究所
學程別：

組 別：

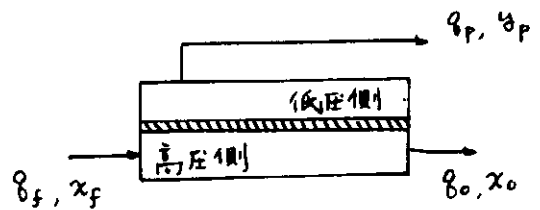
科 目： 單元操作

5. 碳化膜用於分離 He/CH₄ 混合氣體。混合氣體之進料流量 8.93 g mol/s，進料組成 (莫耳分率) He = 21% CH₄ = 79%，碳化膜之 permeance 值 (flux = permeance × pressure difference) 列於表一，膜之高压側壓力 6.6 atm，低压側壓力 0.3 atm，設計要求通過膜之 permeate 的 He 莫耳分率必需達到 60%，假設高压侧 低压侧 兩側均是完全混合，請計算 ① the fraction of permeate Q (= Q_p/Q_f)，② reject 之組成，③ 所需之膜面積。 (20%)

表一 碳化膜之 permeance 值
(g mol m⁻² s⁻¹ Pa⁻¹)

He	1.2 × 10 ⁻⁷
CH ₄	1.0 × 10 ⁻⁸

$$1 \text{ atm} = 1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$$



Q_f, Q_o, Q_p: flow rate

x_f, x_o, y_p: mol fraction of He

6. 考慮飛機之机翼在巡航(水平)飛行時所提供的“浮力”，估算時使用 Navier-Stokes Eq.，初步估算時可以忽略那些項？(儘量化簡)

$$\text{Navier-Stokes Eq.} \quad \rho \frac{D\vec{v}}{Dt} = \rho \vec{g} - \nabla p + \mu \nabla^2 \vec{v}$$

\vec{v} : 速度

\vec{g} : 重力加速度

p: 壓力

μ : 黏度

(10%)

7. 功率 500 瓦之微波爐烤一只火雞，假設火雞是實心體，火雞與外界之間熱傳視作零，微波功率完全被火雞所吸收，微波有均勻加熱特性，假設火雞之密度 920 kg/m³，比熱 8.4 J/kg K，體積 0.002 m³，室溫 20°C，問火雞溫度達到 180°C 所需時間。

(10%)