

類 科：化學工程

科 目：輸送現象與單元操作

考試時間：2 小時

座號：\_\_\_\_\_

※注意：(一)可以使用電子計算器，須詳列解答過程。

(二)不必抄題，作答時請將試題題號及答案依照順序寫在試卷上，於本試題上作答者，不予計分。

(三)本科目除專門名詞或數理公式外，應使用本國文字作答。

一、請回答下列問題：

(一)試詳述離心泵 (centrifugal pump) 操作時的氣縛 (air bound) 與孔蝕 (cavitation) 現象，並說明避免方法。(10 分)

(二)試詳述雷諾類似律 (Reynolds analogy) 與契爾頓-柯爾本類似律 (Chilton-Colburn analogy)。(10 分)

二、有一離心泵在 1800 rpm 轉速下操作時，揚程 (head) 為 200 ft，輸入功率 (power input) 為 175 hp，容量 (capacity) 為 3000 gal/min。若泵的轉速降低到 1200 rpm，則其揚程、容量和輸入功率有什麼影響？如果離心泵葉輪直徑從 12 吋變為 10 吋，而轉速保持恆定在 1800 rpm，這些變量會有什麼變化？(20 分)

三、以填充塔洗滌含有空氣和氨的氣體混合物。氣體以 20 moles/hr 流量進入塔，氨的莫耳分率 (mole fraction) 為 0.005。水流量為 20 moles/hr。塔直徑為 2 ft，高 4 ft。在 25°C 和 1 大氣壓下操作。填充材為 1/2 吋拉西環 (Raschig rings)。對於該填料和氨-空氣系統，總氣壓為 1 atm 時， $H_G = 5.31 G^{0.1} L^{-0.39}$ ， $H_G$  單位為 ft，G 和 L 分別為氣體與液體流通量，單位為 lb/hr-ft<sup>2</sup>。平衡關係由  $P = x$  表示，其中 P 是氨分壓 (atm)，x 是莫耳分率。若忽略水蒸氣，且假設氣膜控制質量傳送。試估算不同操作程序時，氨的回收率 (%)：

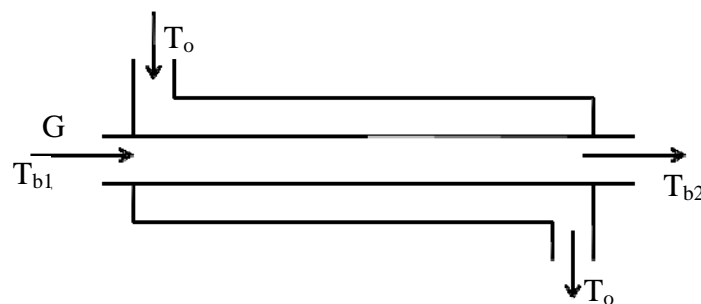
(一)逆流操作時。(10 分)

(二)平行流操作時。(10 分)

四、如圖示平行流向 (parallel flow) 雙套管熱交換器，外管的冷凝蒸汽 (condensing steam) 將內管壁溫度保持在  $T_o$ 。基於初始溫度差可利用 Sieder-Tate 經驗式計算熱傳係數： $Nu = 0.023(Re)^{0.8}(Pr)^{0.3}$  式中 Nu 為納瑟 (Nusselt) 數、Re 為雷諾 (Reynolds) 數、Pr 為普蘭多 (Prandtl) 數。試就下列狀況分別評估溫度差  $T_{b2} - T_{b1}$  作何變化？

(一)內管直徑增為二倍，同時保持原質量流率 (G) 和管長度。(10 分)

(二)質量流率增為二倍，同時保持原內管直徑和管長度。(10 分)

五、有一 2 吋直徑排氣管，在底部儲有正辛烷。管道出口距離液面 5 ft。溫度為 31.5°C，總壓力為 1 atm。正辛烷在 31.5°C 的蒸汽壓為 20 mmHg。空氣吹過排氣管道的頂部，致管道頂部的正辛烷濃度可忽略不計。正辛烷的爆炸下限為 1.0% (體積)。在 31.5°C 的空氣中正辛烷的莫耳擴散係數 ( $CD_{AB}$ ) 為  $0.577 \times 10^{-3}$  lbmole/ft·hr。

(一)試計算正辛烷的蒸發速率是多少？(10 分)

(二)距離管道頂端多遠處正辛烷濃度達到爆炸下限。(10 分)