



113 學年(2024-2025)大學部學生程序設計競賽題目

題目：設計將工廠高鹽廢水中的鹽類及甲醇回收，水可回用之製程

說明：

隨著環保意識抬頭，社會大眾越來越關注工廠廢棄物對環境的衝擊，產業必須發展循環經濟，朝向零廢棄物和淨零碳排的目標前進。請設計一個處理工廠高鹽廢水的製程，其中產品鹽可以回到氯鹼廠電解槽使用，回收甲醇可回用到原製程，回收水可作為冷卻水塔補水。

1. 假設工廠高鹽廢水產出量為 20 噸/小時，pH 值=10，其組成如下表所示：

成分		濃度, wt%
1. 甲醇	Methanol	0.60
2. 水	Water	77.36
3. 甲苯	Toluene	0.01
4. 1,3-二甲氧基-2-丙醇	1,3-Dimethoxy-2-propanol	0.15
5. 3-甲氧基-1,2-丙二醇	3-Methoxy-1,2-propanediol	0.18
6. 甘油	Glycerol	0.20
7. 鹽	NaCl	21.50

鹽在水中溶解度如下表：

溫度	°C	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
鹽溶解度	wt%	26.3	26.4	26.5	26.6	26.8	27.0	27.2	27.4	27.7	28.1	28.5

2. 產品鹽、回收甲醇及回收水的規格要求如下：

- 產品鹽：含水量小於 3wt%，總有機碳(TOC)低於 10 ppm。
- 回收甲醇：純度高於 99 wt%，含水量小於 1 wt%，鹽類濃度低於 30 ppm。
- 回收水：COD 低於 60 ppm，pH 值介於 6 ~ 8.5。

3. 設計提示

- i) 鹽若祇使用單段蒸發的方式濃縮，能源耗費成本極高並不划算，可利用多效蒸發或機械式蒸汽再壓縮(Mechanical Vapor Recompression)技術，以降低能源成本。
- ii) 廢水中 TOC 可使用汽提、氧化、吸附、電解等方法去除，須考慮處理成本及商業化可行性。

4. 參考資料

表一：可用公用流體及其單價

飽和蒸氣 (壓力 20 kg/cm ² G)	1,500 元台幣/噸
電	4.5 元台幣/kwh
純水	25 元台幣/噸
冷卻水(供應 33 °C，回水不得超過 43°C)	0.1 元台幣/kkcal
冰水(供應 7 °C，回水不得超過 12°C)	1.0 元台幣/kkcal
廢水處理	15 元台幣/噸



113學年（2024~2025）大學部學生程序設計競賽規則

宗旨

專業知識綜合運用、創意思考、團隊協作及報告溝通都是傑出工程師的重要特質，在化學工程教育中，「程序設計」是訓練上述能力的指標性科目。為加強各位同學相關能力的訓練，增進「程序設計」教學的趣味與效果，台灣化學工程學會特別舉辦113學年（2024~2025）大學部學生程序設計競賽，歡迎各位同學組隊參加。

參賽規則

1. 參賽以隊為單位，每隊最多三人，隊員必須為中華民國大學院校的在校大學生且為台灣化學工程學會學生會員。同一學校的參賽作品最多以三件為上限，每位學生僅能參加個一隊伍。參賽隊伍需由系主任推薦，並填寫所附的學校報名表。
2. 競賽將以書面審查的方式進行。每隊需於 **2025年5月2日**下午五點前(時間嚴格遵守，逾期不予受理)將書面報告以pdf格式email至台灣大學劉振良教授(liucl@ntu.edu.tw)，並經回郵確認。本次作品審查採用雙盲(double blind)方式，報告內容和封面請勿透露就讀學校、指導老師或參賽隊員姓名(報名表填寫相關資訊即可)。
3. 得獎名單預計於2025年10月公佈。獎項包括第一名中鼎獎(獎學金新台幣伍萬元整)；第二名長春獎(獎學金新台幣參萬元整)；第三名趙榮澄教授獎(獎學金新台幣貳萬元整)；另有若干佳作隊伍，可獲獎學金新台幣伍仟元整。

評分項目

書面報告格式自由設定，單位需統一為 SI (或 Metric) 單位，但必須包括下列項目之討論(評分分配如附)：

1. 概念設計(50%)
 - ◆ 背景說明：

產品之用途、供需及價格，原料之供需及價格，製程之原理

◆ 設計理念：

流程選擇、質量守恆結算、反應方法選擇、分離方法選擇、能源整合...

◆ 完整之流程圖(Process Flow Diagram)：

各物流(Stream)流量、組成、溫度、壓力；蒸汽、冷卻水及電力等公用流體(Utilities)使用量。流程圖呈現需美觀、易讀，範本詳如附件項目1,2,3。

◆ 關鍵數據及模式來源：

主要反應之動力學、主要分離裝置設計所需之熱力學，並需進行驗證。

2. 裝置設計(20%)：

主要裝置之基本操作形式、大小及規格如：

- 反應器的形式及容積，混合攪拌系統
- 蒸餾塔之板數、迴流比、塔板或填充物及塔徑，
- 熱交換器之換熱量及面積等
- 泵、壓縮機所需之馬力

3. 經濟評估(20%)：

固定投資成本、操作成本及收入估算，投資回收年限等

4. 控制系統：規劃程序控制流程圖 (Process Control Flow Diagram) (5%)

選擇控制變數、對應之作動變數、控制策略等。範本詳如附件項目4,5。

5. 製程本質安全評估(5%)

使用物質之MSDS

主要操作風險及應變措施之討論

參考書目

- [1] R. Turton, R. C. Bailie, B. W. Whiting, Analysis, J. A. Shaeiwitz, D. Bhattacharyya "Analysis, Synthesis and Design of Chemical Processes" 5th Ed. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 2018
- [2] Y.-H. Chen, M.-T. Shen and H. Chang, "Dynamic Modeling and Control of the Carbon Dioxide Capture Process Using Monoethanolamine Solvent", Journal of Applied Science and Engineering, Vol. 22, pp. 521-530, 2019
- [3] W.D. Seider, J.D. Seader and D.R Lewin "Product and Process Design Principles--Synthesis, Analysis, and Evaluation" 2nd Ed., Wiley, 2004
- [4] J. Douglas "Conceptual Design of Chemical Processes" 1st Ed., McGraw-Hill, 1988

- [5] M.S. Peters, K.D. Timmerhaus, R. E. West "Plant Design and Economics for Chemical Engineers" 5th Ed., McGraw-Hill 2003
- [6] D.A. Crowl, J.A. Louvar "Chemical Process Safety: Fundamentals with Applications" 2nd Ed., Prentice Hall 2001

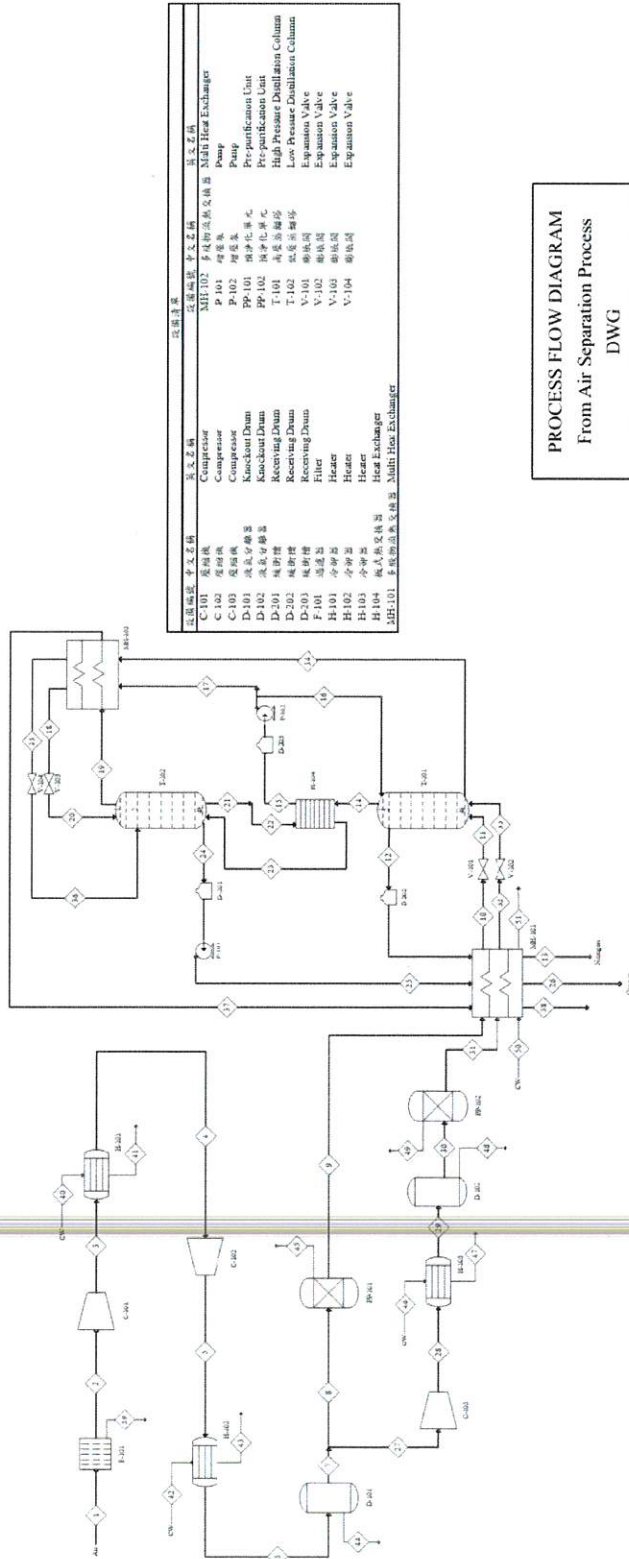
程設軟體（教育版）購買資訊：

AspenOne 一年期授權，其中有包含Aspen Plus。購買商為 Aspentech 國外軟體廠商，一年軟體授權為3000美金，能容許150台電腦同時上線使用。

附件(流程圖)：

1. 空氣超低温精餾分離製程流程圖(取自中央大學陳冠臨等人團隊的109年度

程序設計競賽報告內容)



2. 甲苯加氫脫烷生產苯製程流程圖(取自參考書目Turton et al.[1])

V-101 Toluene Storage Drum
 P-101A/B Toluene Feed Pumps
 E-101 Feed Preheater
 H-101 Feed Heater
 R-101 Reactor
 C-101A/B Recycle Gas Compressor
 E-102 Reactor Effluent Cooler
 V-102 High-Press. Phase Sep.
 V-103 Low-Press. Phase Sep.
 E-103 Tower Feed Heater
 E-106 Benzene Reboiler
 T-101 Benzene Column
 E-104 Benzene Condenser
 V-104 Reflux Drum
 P-102A/B Reflux Pumps
 E-105 Product Cooler

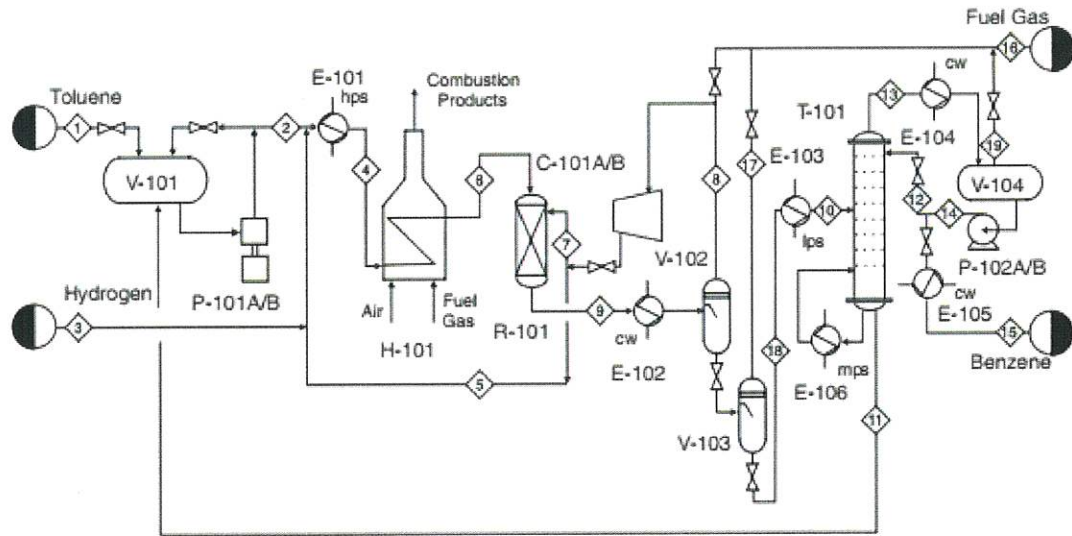
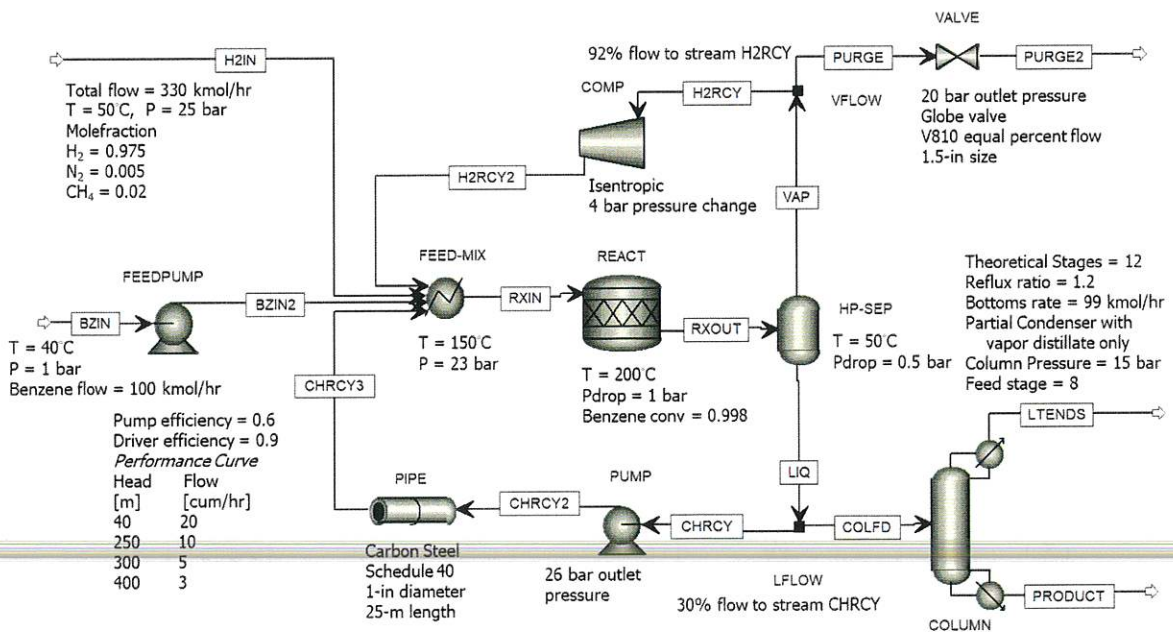
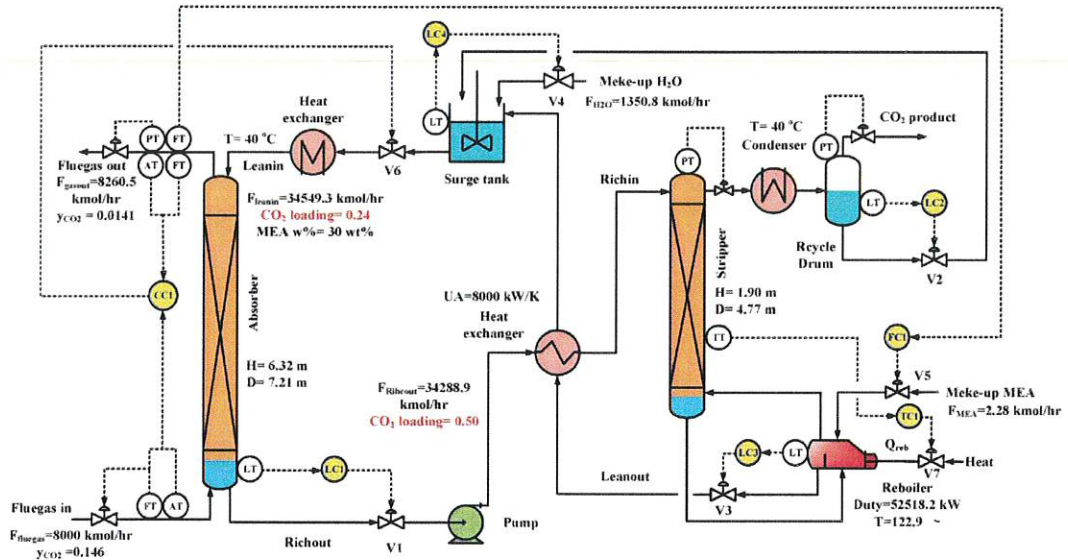


Figure 1.3 Skeleton Process Flow Diagram (PFD) for the Production of Benzene via the Hydrodealkylation of Toluene

3. 苯加氫生產環己烷的Aspen Plus製程流程圖



4. 二氧化碳捕捉製程與程序控制流程圖 (淡江大學陳逸航等人[2])



5. 乙苯生產製程與程序控制流程圖 (取自參考書目 Turton et al.[1])

