

台灣化學工程學會 函

地址：100 台北市重慶南路一段 7 號 9 樓

聯絡人：周佳蓉

電話：(02)2375-4456

傳真：(02)2370-2221

電子信箱：twiche@twiche.org.tw

受文者：全國大學院校化工相關系所

發文日期：中華民國 114 年 9 月 18 日

發文字號：(114) 化工字第 11463010335 號

附件：如文

主旨：本學會舉辦 114 學年度大學部學生程序設計競賽，歡迎 貴系鼓勵同學組隊參加。

說明：

- 一、為加強大學院校化工相關科系同學能力的訓練，增進「程序設計」教學的趣味與效果，以及專業知識綜合運用、創意思考、團隊協作及報告溝通。
- 二、競賽以書面審查方式進行，每隊需在 2026 年 3 月 31 日下午五點前，將設計之書面報告以 pdf 檔 e-mail 至承辦教授(並經回郵確認)。
- 三、檢送 114 學年度(2025-2026) 大學部學生程序設計競賽題目及規則。

理事長



114 年度(2025-2026 年)大學部學生程序設計競賽題目

題目：設計一個年產能 10 萬公噸 (MTA) 之醋酸乙烯酯單體 (VAM) 製程

說明：

設計一個使用乙烯法製備醋酸乙烯酯單體之反應、原料回收與產品純化的製程。

使用乙烯、醋酸以及氧氣為原料，通過載有金、鈀觸媒(催化劑)和醋酸鉀(活化促進劑)的反應器，氣相氧化合成醋酸乙烯酯單體(Vinyl Acetate Monomer, VAM)，其產品純度需求如表一所示。

醋酸乙烯酯單體的工業製法主要有兩大路線：乙烯法以及乙炔法，碳排數據分別為 2.5, 6.0 t-CO₂e / t VAM；因為能耗少、汙染少、品質佳，乙烯法是目前醋酸乙烯酯單體生產技術的主流。

原料乙烯、醋酸以及氧氣之純度、組成，分別顯示於表二、三、四所示，

產品、原料之單價如表五所示，

公用流體之單價如表六所示。

報告必須包含下列事項：

1. 製程敘述，以及反應、蒸餾、吸收、壓縮等重要操作單元之製程模擬說明
2. 製程模擬之質能平衡，汽-液平衡(VLE)、不互溶液-液平衡(LLE)
3. 製程及控制流程圖，必須清楚標示上項質能平衡對應之物流編號，單位表示以 mass basis 為原則(e.g. kg/h, wt%)。
4. 氧化反應器進口、出口氧氣濃度不得超過容許濃度的四分之三（安全餘裕）
5. 設計必要的安全連鎖系統以避免反應失控、氧氣過多造成燃燒爆炸。
6. 設計氧化反應熱之移除系統
7. 設計過度氧化生成 CO₂ 之移除系統
8. 原料乙烯、醋酸、氧氣的內含微量雜質不參與反應，但逐漸累積會影響轉化率、選擇率，必須移除之。未反應完之乙烯氣體(含氧)去除不反應氣體，以及醋酸經過適當處理後，循環使用
9. 反應副產物，包含醋酸甲酯、醋酸乙酯、乙醛、聚合物，必須從產品中移除，達到需求的純度
10. 醋酸乙烯在製程中會水解成乙醛、容易聚合，必須設計添加適量的聚合抑制劑。
11. 設計醋酸乙烯酯單體產品儲槽，避免自身聚合。
12. 設備材質之選用：注意醋酸具有腐蝕性，必須使用適合的合金鋼。

表一：VAM 聚合級產品之品質要求

項目	規格
外觀	無色透明液體
VAM 純度	≥ 99.9 wt%
水分	≤ 0.05 wt% (500 ppm)
醋酸含量	≤ 0.03 wt%
乙醛	≤ 0.002 wt% (20 ppm)
醋酸乙酯	≤ 0.002 wt% (20 ppm)
醋酸甲酯	≤ 0.002 wt% (20 ppm)
聚合抑制劑 (MEHQ 或 Hydroquinone)	5 ppm
色度 (Pt-Co)	≤ 10
固體 / 橡膠狀物	無
比重 (20 °C)	0.932–0.934 g/cm ³
折光率 (20 °C)	1.395–1.396

表二：原料(一)聚合級乙烯之品質規範

項目	規格
乙烯含量	≥ 99.9 vol%
乙烷	≤ 0.1 vol%
乙炔	≤ 5 ppm
丙烯 + 丙烷	≤ 100 ppm
甲烷	≤ 500 ppm
氧氣	≤ 5 ppm
硫化物 (S)	≤ 50 ppb
氯化物 (Cl ⁻)	≤ 50 ppb
CO	≤ 5 ppm
CO ₂	≤ 10 ppm
水分	≤ 2 ppm
顆粒 / 固體	無
氮氣	≤ 0.1 vol%

表三：原料(二)氧氣之品質規範

項目	規格
氧氣純度	≥ 99.5 vol% (部分 ≥ 99.8%)
氮氣 (N ₂)	≤ 0.5 vol%
氬氣 (Ar)	≤ 0.5 vol%
CO ₂	≤ 10 ppm
CO	≤ 5 ppm
水分	≤ 2 ppm (露點 ≤ -70°C)
硫化物 (S)	≤ 50 ppb
氯化物 (Cl ⁻)	≤ 50 ppb
顆粒 / 油霧	無 (<0.1 μm)

表四：原料(三)醋酸之品質規範

項目	規格
外觀	無色透明液體
醋酸含量	≥ 99.8 wt%
水分	≤ 0.15 wt%
醛類 (以乙醛計)	≤ 0.05 wt%
鐵 (Fe)	≤ 0.1 ppm
銅 (Cu)	≤ 0.05 ppm
氯化物 (Cl ⁻)	≤ 0.1 ppm
色度 (Pt-Co)	≤ 10
有機雜質 (酯、醇)	≤ 0.05 wt%

表五：產品、原料之單價

VAM	740 – 1,150	USD/MT
乙烯	800 – 1,200	USD/MT
氧氣	350 – 400	USD/MT
醋酸	350 – 450	USD/MT

表六：公用流體之單價

電	4.5	NTD/kWh
蒸汽 P = 4 kg/cm ² G	900	NTD/MT
蒸汽 P = 20 kg/cm ² G	1,000	NTD/MT
冷卻水(供應 33 °C，回水不得超過 43 °C)	0.1	NTD/kkcal
純水	20	NTD/MT
冰水(供應 7 °C，回水不得超過 12 °C)	1.0	NTD/kkcal
廢水處理	15	NTD/MT

參考文獻：

1. Dimian, A. C.; Bildea, C. S. *Chemical Process Design: Computer-Aided Case Studies*. Chapter10: Vinyl Acetate Monomer Process, **2008**, Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA: (pp.287-312), DOI:10.1002/9783527621583
2. Production of Vinyl Acetate, *Chemical. Engineering*, Nov. **2021**
3. Han, Y. F.; Wang, J. H.; Kumar, D.; Yan, Z.; Goodman, D.W. A kinetic study of vinyl acetate synthesis over Pd-based catalysts: kinetics of vinyl acetate synthesis over Pd–Au/SiO₂ and Pd/SiO₂ catalysts, **2005**, Journal of Catalysis 232, 467–475.



114學年（2025~2026）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114學年（2025~2026）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 **2026 年 3 月 31 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2026年10月公佈。獎項包括中鼎獎(獎學金新台幣伍萬元整)；長春獎(獎學金新台幣參萬元整)；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。
4. 獲獎之隊伍，需同意作品公布在台灣化學工程學會網站作為教育目的使用。

評分項目

書面報告格式自由設定，單位基準採用Mass basis，建議使用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、質量守恒結算、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

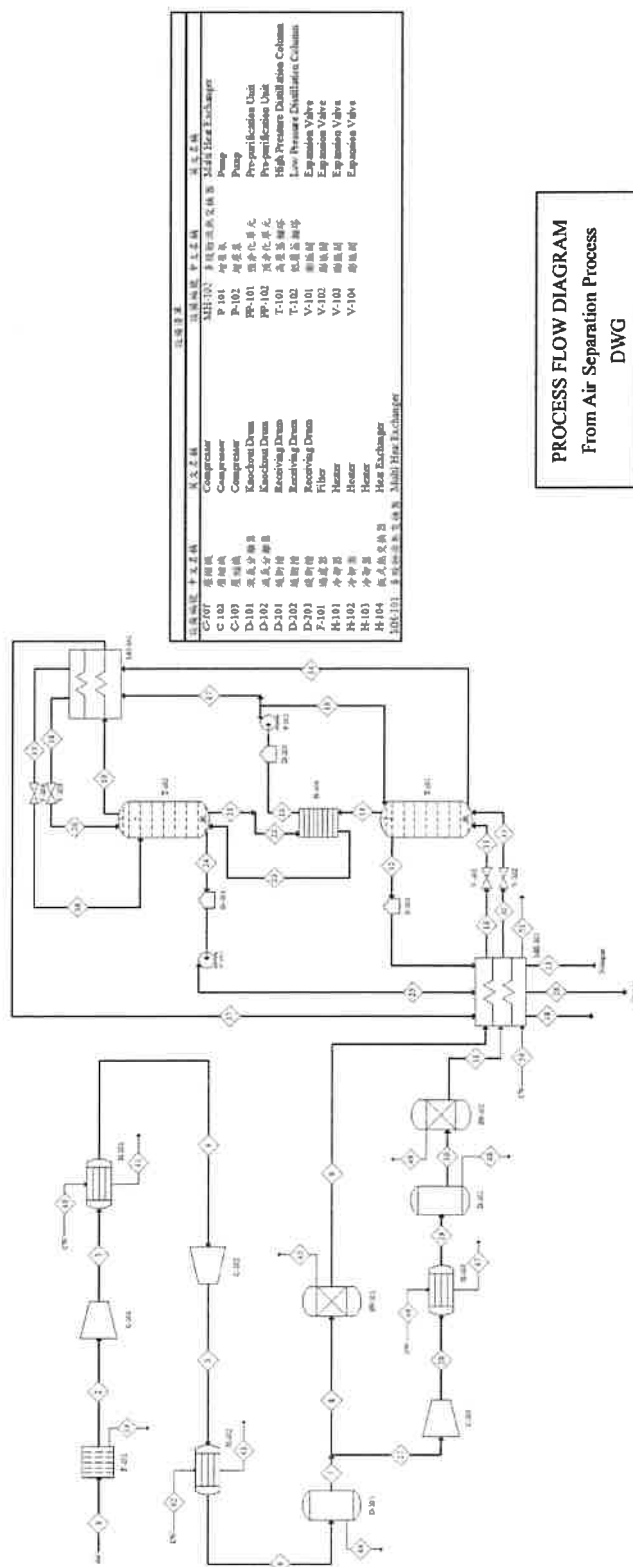
- [5] M.S. Peters, K.D. Timmerhaus, R. E. West "Plant Design and Economics for Chemical Engineers" 5th Ed., McGraw-Hill 2003
- [6] D.A. Crowl, J.A. Louvar "Chemical Process Safety: Fundamentals with Applications" 2nd Ed., Prentice Hall 2001

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. 空氣超低溫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])

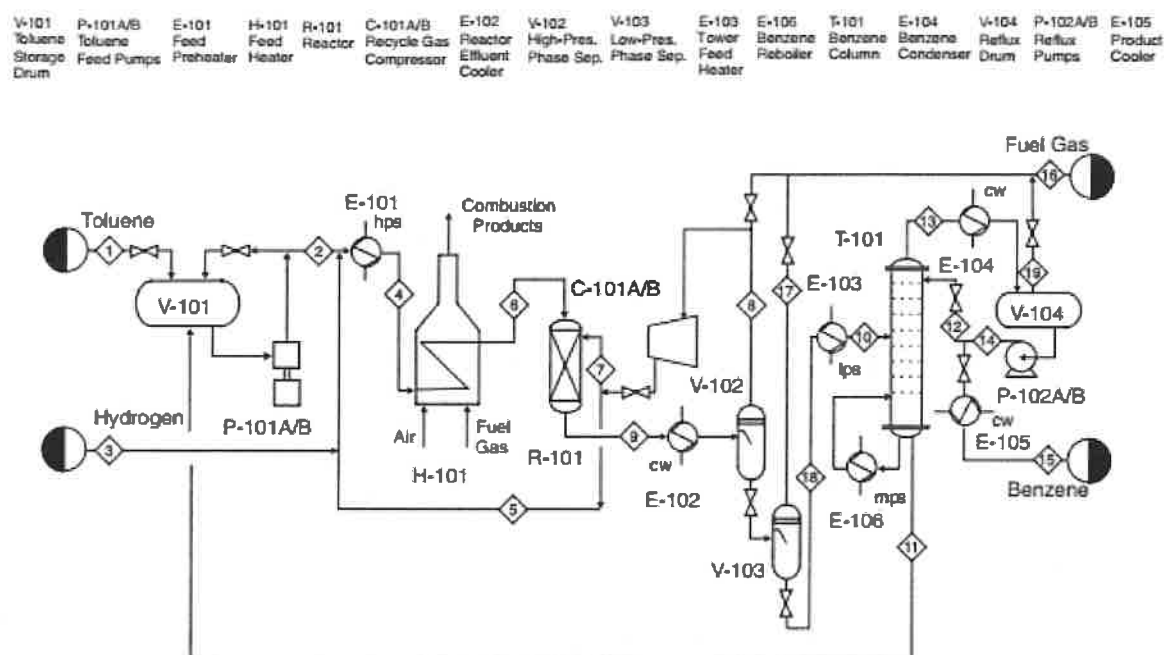
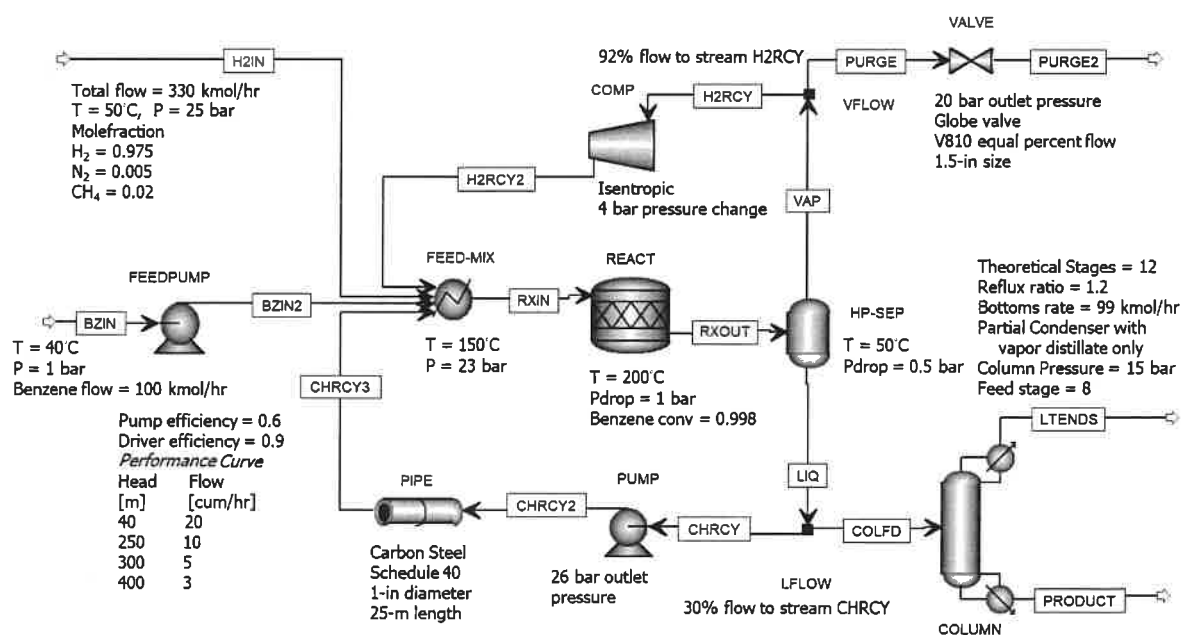
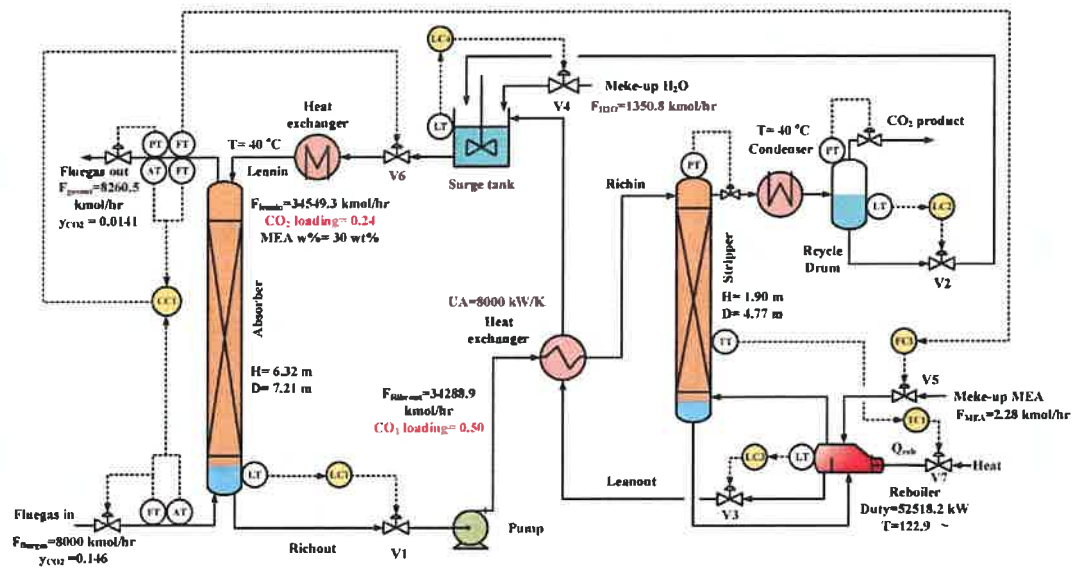


Figure 1.3 Skeleton Process Flow Diagram (PFD) for the Production of Benzene via the Hydrodealkylation of Toluene

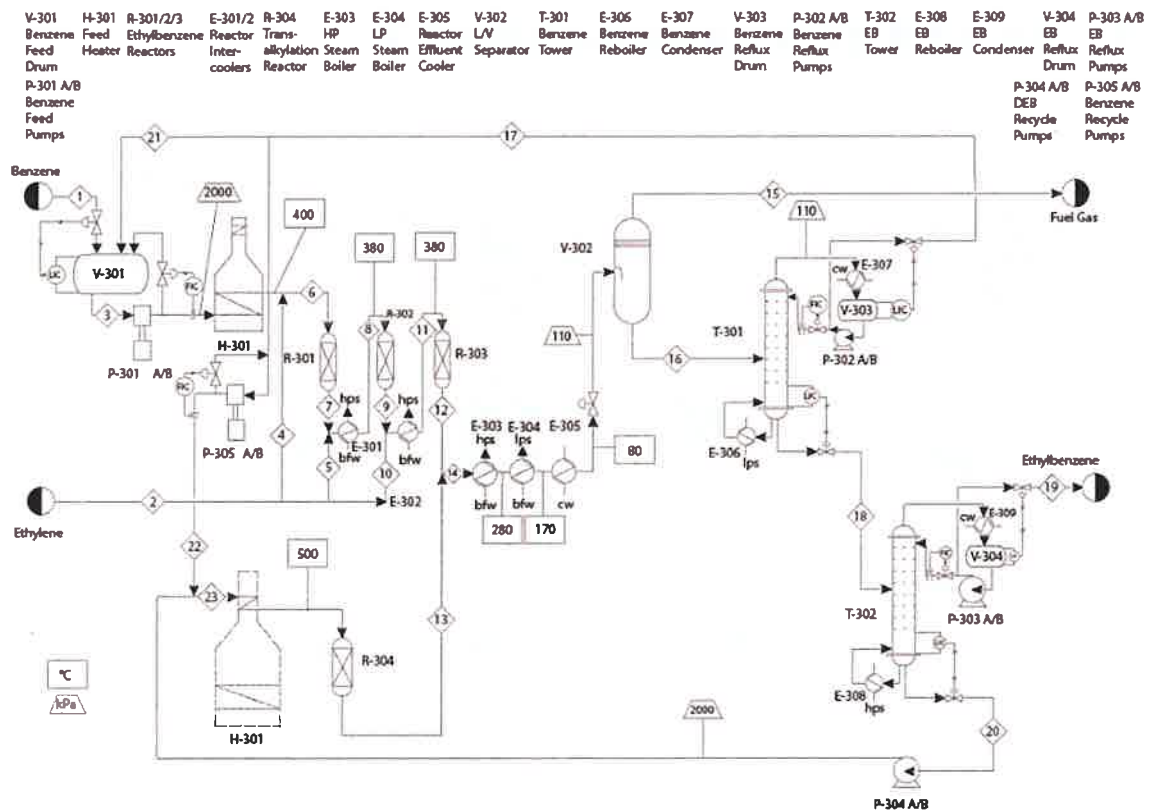
3. 苯加氫生產環己烷的Aspen Plus製程流程圖



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])





大學部學生程序設計競賽參賽學校報名表

學校：_____ 系所：_____

(1) _____同學；會員編號：_____

聯絡手機：_____ E-mail: _____

(2) _____同學；會員編號：_____

聯絡手機：_____ E-mail: _____

(3) _____同學；會員編號：_____

聯絡手機：_____ E-mail: _____

推薦人(系主任)：_____簽章

日期：_____