



台灣化學工程學會

110 學年 (2021~2022) 大學部學生程序設計競賽題目

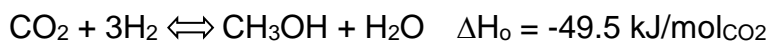
題目：

設計一個將二氧化碳加氫還原成年產 20,000 公噸甲醇之製程

請設計一個將捕捉下來的二氧化碳加氫還原成年產 20,000 公噸甲醇之製程，以達到真正的減碳。1 萬噸甲醇大約可利用 1.4 萬噸 CO₂^{註1}；請參閱表一、表二。

表一：甲醇產品之規格需求

ITEMS	SPECIFICATION	
1. Acetone	wt%	0.002 max.
2. Acidity (as acetic acid)	wt%	0.003 max.
3. Ethanol	wt%	0.001 max.
4. Nonvolatile matter	g/100ml	0.001 max.
5. Water	wt%	0.05 max.
6. Chloride	wt ppm	0.3 max.
7. Sulfur		不可檢出
8. Amine		不可檢出



主要反應條件：請自行參考文獻，評估選用最適化的反應條件

觸媒：以 Cu/ZnO/Al₂O₃ 為基礎，添加促進劑製備而成之觸媒

反應器型式：固定床反應器

GHSV (Gas Hourly Space Velocity) = 5,000~20,000 /h

反應溫度 = 250~500 °C

反應壓力 = 50~100 kg/cm²G

提示：

1. 上述三個反應式都是平衡反應，增加反應物濃度，或提高反應壓力，有利於正向反應；
提升反應溫度，正逆反應速率都會增加，吸熱反應速率增加較多。
2. 因為轉化率不高，未反應過剩的反應物，必須循環使用。

甲醇是一個非常重要的中間化學品，主要用來生產甲醛、烯烴、MTBE、醋酸、...等大宗化學品；傳統上，工業生產甲醇使用合成氣(CO/H₂)，35%來自煤炭，65%來自天然氣，只有 1%來自生物質(Biomass)及可再生能源。

註 1：CO₂ 加氫生產甲醇，全世界第一套商業化工廠 2012 年 4 月已在冰島運轉，年產能 5,000 kL，利用 CO₂ 大約 5,600 公噸/年。

表二：原物料及公用流體之種類及其單價

二氧化碳 (純度 99.2 mol%, O ₂ 0.18mol%, N ₂ 0.59mol%, P=ATM, T= 40°C)	5 元台幣/公斤
氫氣 (純度 99.99 mol %, CO0.1ppm,O ₂ 1ppm, P=8 kg/cm ² G, T=40°C)	7 元台幣/Nm ³
飽和蒸氣 (壓力 20 kg/cm ² G)	900 元台幣/公噸
電	2.5 元台幣/kWh
純水	20 元台幣/公噸
冷卻水 (供應 33 °C，回水不得超過 43°C)	1.5 元台幣/公噸
冷凍水 (供應 5 °C，回水不得超過 10°C)	4.5 元台幣/公噸
廢水處理	15 元台幣/公噸