



台灣化學工程學會
112 學年(2023-2024)大學部學生程序設計競賽題目

題目：設計一個年產量 10,000 Nm³/h 之氫氣製程

說明：

氫能列為台灣 2050 年淨零排放路徑之一，以目前的技術而言，綠氫的成本仍然太高，且綠電不足；以天然氣或甲醇為原料的藍氫是可行的方法。

1. 氫氣之品質要求，如表一所示

表一：氫氣產品之規格需求

H ₂ 純度	99.99% by vol. 以上
一氧化碳含量	0.1 ppm by vol. 以下
壓力	8 kg/cm ² G
溫度	40 °C

2. 製造方法

設計『藍氫』製程，以天然氣或甲醇為原料，加入蒸汽，在反應器內進行重組(Steam Reforming)生產氫氣/CO₂，分離 CO₂ 之後，再利用 H₂-PSA (Pressure Swing Adsorption) 分離精製得到氫氣；副生的二氧化碳必須捕捉、液化製成工業級 CO₂。H₂-PSA 尾氣仍含有高濃度 H₂、CO₂ 可考慮回收，但須力求最適化設計。

提醒設計注意事項：

- 捕捉 CO₂ 的方法要考慮微量汙染之預防。
- 排氣與廢水排放必須優於符合台灣法令要求；排氣所含化學物質濃度必須低於嗅覺閾值。

3. 原物料及公用流體之價格，如表二所示

表二：原物料及公用流體之單價

甲醇 (純度 99.9% by wt.)	350 USD/MT
天然氣 (壓力 20 kg/cm ² G，溫度：常溫)	20 元台幣/Nm ³
CO ₂ 工業級 (純度 99.5%以上，詳列表五)	3 元台幣/公斤
CO ₂ 電子級 (純度 99.9999%以上，詳列表五)	30 元台幣/公斤
氫氣 99.99%	100 元台幣/公斤
飽和蒸汽 Steam (壓力 20 kg/cm ² G)	1700 元台幣/公噸
電力	4.5 元台幣/kWh
純水	25 元台幣/公噸
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 5 °C，回水不得超過 10°C)	0.32 元台幣/kkcal
滷水 (供應 -25 °C，回流不得超過 -20 °C)	3.5 元台幣/kkcal
廢水處理	15 元台幣/公噸

表三：甲醇製氫法之甲醇規格要求

成分		含量要求
1.	Acetone	30 ppmw (Max.)
2.	Methanol	99.9 wt% (Min.)
3.	Ethanol	50 ppmw (Max.)
4.	Total Chloride	3 ppmw (Max.)
5.	Total Sulfide	3 ppmw (Max.)
6.	H ₂ O	0.1 wt% (Max.)

表四：中油進口天然氣規格

成分		含量
1.	Methane	89.39 mole%
2.	Ethane	7.24 mole%
3.	Propane	2.26 mole%
4.	Isobutane	0.41 mole%
5.	n-Butane	0.47 mole%
6.	Isopentane	0.05 mole%
7.	n-Pentane	0.02 mole%
8.	S content	0.004 mole%

表五：副產 CO₂ 的品質要求

項目		工業級	電子級
Assay	molar %	≥ 99.5	≥ 99.99999
Hydrocarbons	molar ppm, as CH ₄		≤ 0.01
Moisture	molar ppm		≤ 0.08
Odor		odorless	odorless