

等 別：高等考試
類 科：化學工程技師
科 目：化工熱力學
考試時間：2 小時

座號：_____

※注意：(一)可以使用電子計算器。

(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。

一、有一理想氣體，其分子量為 28 g/mol，被儲存在一個容積固定為 0.5 m^3 的儲槽中，其初始壓力與溫度分別為 15 bar 與 300 K。這個儲槽中的氣體可以經由包含一個閥件的管線持續被傳送到另一個壓力保持固定在 1 bar 的容器中，這個傳送過程可以遵循下列兩種情況之一，請分別計算下列二種狀態下，原來儲槽的壓力降到 5 bar 時總共會被移出多少公斤的氣體？

(一)若過程非常緩慢，假設氣體的溫度可以保持固定。(5 分)

(二)若過程非常迅速，假設熱量散失可以忽略。(10 分)

[已知氣體常數 $R = 8.314 \text{ J/mol} \cdot \text{K} = 8.314 \text{ Pa} \cdot \text{m}^3/\text{mol} \cdot \text{K}$ ，
熱容 (heat capacity) $C_p = 30 \text{ kJ/kmol} \cdot \text{K}$ 。]

二、水蒸氣 (steam) 在壓力 12 bar、溫度 500°C (狀態 1) 經由直徑為 8 cm 的管線以 5 m/s 的速度進入一個渦輪機，然後在壓力 0.4 bar、溫度 150°C (狀態 2) 下經由直徑為 20 cm 的管線排出渦輪機，若進出口的位能差可以忽略，且該渦輪機之功率輸出為 10 kW，則該渦輪機之熱散失有若干 kW？(20 分)

在各狀態下，水蒸氣每公斤的焓 (enthalpy) 與體積可以由蒸汽表查出如下：

$$H_1 = 3476.1 \text{ kJ/kg} \quad V_1 = 0.2945 \text{ m}^3/\text{kg}$$

$$H_2 = 2780.9 \text{ kJ/kg} \quad V_2 = 4.8658 \text{ m}^3/\text{kg}$$

三、有一個發明家聲稱可以製作出一個新型裝置，該裝置在運轉時穩定的導入 2 bar、300 K 的空氣，然後將輸出的空氣分成較高溫 (310 K) 與較低溫 (270 K) 兩股流線，壓力皆為 1 bar，而較高溫空氣之質量流率是較低溫者的 3 倍，該裝置並沒有做功，而且保持絕熱。若空氣可以假設為理想氣體，其定壓下的熱容 (heat capacity) $C_p = 30 \text{ kJ/kmol} \cdot \text{K}$ ，請以熱力學的定律評論該裝置是否可行。(15 分)

(請接背面)

等 別：高等考試
類 科：化學工程技師
科 目：化工熱力學

四、6 mol 的 $\text{NaOH}(5\text{H}_2\text{O})$ 水溶液與 5 mol 的 $\text{HCl}(4\text{H}_2\text{O})$ 水溶液在 25°C 下依下列化學反應式生成 11 mol 的 $\text{NaCl}(10\text{H}_2\text{O})$ 溶液：



若生成物之溫度亦維持在 25°C ，則該化學反應之反應熱為若干 kcal/mol？(20 分)
各化合物的標準生成熱列於下表：

化合物	標準生成熱 ΔH^f (kcal/mol)
$\text{NaOH}(5\text{H}_2\text{O})$	-111.015
$\text{HCl}(4\text{H}_2\text{O})$	-36.755
$\text{NaCl}(10\text{H}_2\text{O})$	-97.768
$\text{H}_2\text{O}(\text{l})$	-68.317

五、在溫度 300 K 下，一個由物質 1 與 2 所構成的雙成分氣-液平衡系統，若成分 1 在液相中的莫耳分率為 0.5，請計算系統之平衡壓力與氣相莫耳分率 y_1 。已知在溫度 300 K 下，各純物質的蒸氣壓分別為 $P_1^{\text{sat}} = 78.12 \text{ kPa}$ 與 $P_2^{\text{sat}} = 36.42 \text{ kPa}$ ，兩個成分之活性係數 (activity coefficient) 的經驗式可以分別表示成： $\ln \gamma_1 = Ax_2^2$ 與 $\ln \gamma_2 = Ax_1^2$ ，而且系統會在 $x_1^{\text{az}} = y_1^{\text{az}} = 0.7$ 形成共沸點。(30 分)