

111年專門職業及技術人員高等考試建築師、
31類科技師（含第二次食品技師）、大地工程
技師考試分階段考試（第二階段考試）
暨普通考試不動產經紀人、記帳士考試試題

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。

(三)本科目除專門名詞或數理公式外，應使用本國文字作答。

以下題目中 $R=8.314 \text{ J}/(\text{mol}\cdot\text{K})$ 為理想氣體常數。

一、蒸汽通過減壓閥（Throttling）為絕熱（adiabatic）過程。蒸汽在 1 MPa 和 300°C 時進入噴嘴。該蒸汽的比焓為 3052 kJ/kg，比熵為 7.125 kJ/(kg-K)。噴嘴出口處的蒸汽壓力為 0.3 MPa。蒸汽在 0.3 MPa 的熱力學性質如下表。（20分）

T[°C]	320	310	300	290	280
比焓h kJ/kg	3100	3089	3069	3049	3028
比熵s kJ/(kg-K)	7.774	7.729	7.704	7.668	7.632

下列(一)~(三)子題可以線性內插，請問減壓後蒸汽：

(一)比焓增加、減少、不變？

(二)溫度為多少？

(三)比熵增加、減少、不變？

(四)該減壓過程是否可逆？

二、在小壓力和溫度範圍內，流體的變化方程式可以寫成

$$\frac{Pv}{RT} = 1 - \frac{BP}{RT^3}$$

P 為壓力， T 為溫度， v 為莫爾體積， B 是常數。焓的變化方程式為

$$dh = c_p dT + \left[v - T \left(\frac{\partial v}{\partial T} \right)_P \right] dP$$

c_p 為莫爾恆壓比熱 (molar isobaric heat capacity) : (20 分)

(一) 求流體的焦耳-湯姆遜 (Joule-Thompson) 係數 $\left(\frac{\partial T}{\partial P} \right)_h$ 。

(二) 大部分氣體分子之間有吸引力，請問：焦耳-湯姆遜係數為正或負？常數 B 為正或負？

三、某雙成分液體在溫度 T 下的無量綱 (dimensionless) 過量比吉布斯混合自由能 (molar excess Gibbs free energy of mixing)

$$\frac{g^{ex}}{RT} = 3x_1x_2$$

求成分 1 莫爾分率為 0.5 時的無量綱 : (20 分)

(一) 過量比吉布斯混合自由能。

(二) 吉布斯混合自由能。

(三) 比吉布斯混合自由能對莫爾分率 x_1 一次微分。

(四) 比吉布斯混合自由能對莫爾分率 x_1 二次微分。

(五) 成分 1 莫爾分率為 0.5 時該流體是否會分相？

四、在 25°C 和 1 個大氣壓下形成氣相水的標準生成自由能為 -228.6 kJ/mol ，氣相水的標準生成焓為 -136.6 kJ/mol 。在這些條件下，所有組分都可以被認為是理想的氣體。氫氣和氧氣及水的理想氣體恆壓熱容 (constant volume heat capacity) 為 $7R/2$ 、 $7R/2$ 及 $4R$ 。請計算 1 莫爾氣相水生成在 : (20 分)

(一) 25°C 下的平衡常數。

(二) 1000°C 下的反應熱。

(三) 1000°C 下的平衡常數。

- 五、1 莫爾含有 90 mol% 氮氣和 10 mol% 二氧化碳的氣體被分離成 0.9 莫爾純二氧化碳和含有 0.9 莫爾氮氣和 0.01 莫爾 CO_2 的混合氣體，請問：(20 分)
- (一) 減碳後混合氣中氮的莫爾組成是多少？
 - (二) 每莫爾減碳後混合氣與每莫爾原來混合氣體的單位莫爾熵差異多少？
 - (三) 減碳後混合氣與原來混合氣體的總熵差異多少？
 - (四) 分離過程需要最少功為多少焦耳？