

110年專門職業及技術人員高等考試建築師、
24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)、公共衛生師
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)禁止使用電子計算器。

(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。

一、試回答下列問題：

(一)請以一段文字敘述熱力學第一定律。(5分)

(二) $dU=dQ+dW$ ，是敘述第一定律時常見的數學式。這個數學式為正確的前提為何？(5分)

(三)請以一段文字敘述熱力學第二定律。(5分)

(四) $dS=dQ/T$ ，是敘述第二定律時常見的數學式。這個數學式為正確的前提為何？(5分)

二、試回答下列問題：

(一)相律 (phase rule) 的數學式為 $F=N-\pi+2$ 。 F 是自由度 (degrees of freedom)， N 是系統中化學組成的數目 (number of species)， π 是相的數目。請推導此相律的數學式。(10分)

(二) $\frac{dP^{sat}}{dT} = \frac{\Delta H^{a\beta}}{T\Delta V^{a\beta}}$ 是有名的克拉伯隆方程式 (Clapeyron equation)，請推導此方程式，並請說明此方程式中各項所代表的意義。(10分)

三、試回答下列問題：

(一)何謂卡諾引擎 (Carnot engine)？(5分)

(二)請在 $T-S$ 圖上畫出使用理想氣體為工作流體的卡諾循環 (Carnot cycle)，並請敘述此循環的各個程序 (process)。(5分)

(三)請證明卡諾引擎是最有效率的引擎。(10分)

四、試回答下列問題：

- (一)何謂剩餘性質 (residual property) ? (5分)
- (二)何謂過剩性質 (excess property) ? (5分)
- (三)何謂部分莫耳性質 (partial molar property) ? (5分)
- (四)何謂理想溶液 (ideal solution) ? (5分)

五、 $|v_1|A_1+|v_2|A_2+\dots\rightarrow|v_3|A_3+|v_4|A_4+\dots$ 是常見的化學反應式型式。 v_i 是化學計量數 (stoichiometric number)，對生成物 (product) 為正號，對反應物 (reactant) 為負號。各組成的自由能為 G_{A1}^o 、 G_{A2}^o 、 G_{A3}^o 、 $G_{A4}^o\dots G_{Ai}^o$ 。 dn_i 表示組成 i 改變的莫耳數量。反應坐標 (reaction coordinate)， ε ，的定義為：

$$d\varepsilon = \frac{dn_1}{v_1} = \frac{dn_2}{v_2} = \frac{dn_3}{v_3} = \frac{dn_4}{v_4} = \dots$$

- (一)請寫下此化學反應的反應自由能 (Free energy of reaction)。(5分)
- (二)如果此反應自由能為負值，其所代表的意義為何？(5分)
- (三)請畫出此系統的定性的「系統自由能-反應坐標」($\Delta G-\varepsilon$)圖，反應坐標 ε 的值從 0 到 1。(5分)
- (四)請解釋此圖所代表的意義，包括 $\varepsilon=0$ 、 $\varepsilon=1$ 與整體自由能為最低點。(5分)