

類 科：化學工程

科 目：物理化學（包括化工熱力學）

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。

一、汽車四行程汽油引擎的理想狀況是一個可逆奧圖循環 (Otto cycle)，循環第一步是燃料與空氣的絕熱壓縮 $a \rightarrow b$ ，第二步是定體積加壓 $b \rightarrow c$ ，第三步是絕熱膨脹 $c \rightarrow d$ ，第四步是定體積釋放氣體 $d \rightarrow a$ ，此四步驟完成一個循環。

(一)以 P-V 座標畫可逆奧圖循環，請標明熱 (heat) 進出與其相對溫度 (冷、熱)，並註明外界溫度對應於那一點的溫度。(6分)

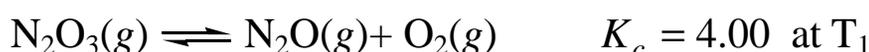
(二)假設在兩個絕熱過程中定體積比熱為一常數，推導此奧圖循環的效率 (efficiency)，請註明所有參數對應於(一)圖中的那一點。(11分)

(三)假設汽車運行於攝氏 27 度環境，為了避免汽油在壓縮結束前點燃，高溫極限定為攝氏 325 度，試問此條件下最大效率為何？(2分)

(四)若冬天溫度到達冰點，假設高溫極限沒變，效率比(三)所計算的高或低？(1分)

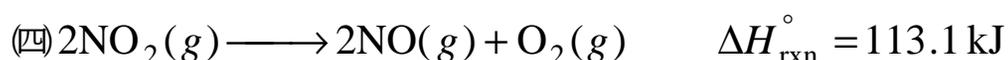
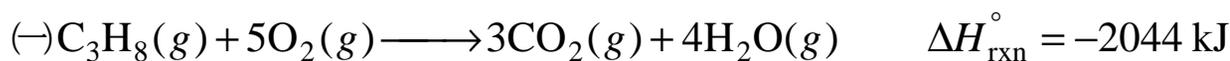
二、在溫度 T_1 下，混合 631 mL 甲醇 (methanol) 與 501 mL 水配製一理想溶液，甲醇的莫爾濃度 (molarity) 為 14.29 M，甲醇在溫度 T_1 的密度為 0.792 g/mL，計算此溶液之體積與用來配製此溶液之甲醇與水之總體積的差。此溶液是否為理想溶液？(12分)

三、加熱可分解五氧化二氮與三氧化二氮，如下式所列：



將 4.00 莫爾五氧化二氮放在 1.00 升容器中加熱至定溫 T_1 ，達到平衡後，氧氣的濃度為 4.50 mol/L，計算在平衡系統中，所有其他氣體之濃度。(14分)

四、判斷下列反應之 ΔS_{sys} 與 ΔS_{surr} 為正或負，並且預測在那種溫度狀況下 (高溫、低溫或任何溫度)，該反應為自發反應。(每小題 2 分，共 8 分)



五、在酸性溶液 25°C 時， $\text{Mn}^{2+}(\text{aq})$ 產生 $\text{Mn}(\text{s})$ 與 $\text{MnO}_2(\text{s})$ 之自身氧化還原反應 (disproportionation) 的平衡反應式、標準反應自由能 ($\Delta G_{\text{rxn}}^\circ$) 與反應平衡常數 (K) 為何？(已知 $\text{MnO}_2(\text{s})$ 到 $\text{Mn}^{2+}(\text{aq})$ 與 $\text{Mn}^{2+}(\text{aq})$ 到 $\text{Mn}(\text{s})$ 之標準還原電位分別為 +1.21 V 和 -1.18 V) (20分)

(請接背面)

類 科：化學工程

科 目：物理化學（包括化工熱力學）

六、光氣（ Cl_2CO ）由氯氣與一氧化碳反應生成，假設反應機制如下：

試求符合此反應機制之速率定律（rate law）。（14分）

七、請寫出氫原子的薛丁格方程式。若要解此方程式，選用那一個座標系統可以做變數分離？請說明在此座標系統，那些座標與軌域對稱性有關？其波函數、量子數與特徵值（eigenvalue）為何？那些座標導出之量子數與氫原子軌域（orbital）能量有關？其量子數為何？此量子數與能量關係為何？（12分）