

113年公務人員特種考試關務人員、身心障礙人員考試及  
113年國軍上校以上軍官轉任公務人員考試試題

考試別：關務人員考試  
等 別：三等考試  
類 科：化學工程（選試英文）  
科 目：物理化學（包括化工熱力學）  
考試時間：2小時

座號：\_\_\_\_\_

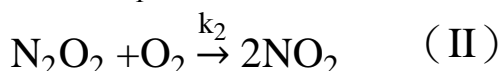
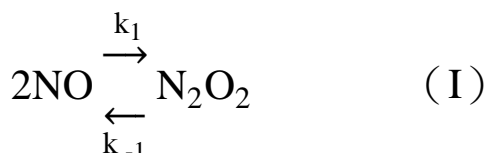
※注意：(一)可以使用電子計算器。

(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。

一、定壓比熱容 ( $C_p$ ) 和定容比熱容 ( $C_v$ ) 是熱力學重要的物理量。如果此流體為凡得瓦 (van der Waals) 流體，請以流體的壓力 ( $P$ )、莫爾體積 ( $V$ )、溫度 ( $T$ ) 表示其定壓比熱容和定容比熱容的差值，亦即 ( $C_p - C_v$ )。請詳列推導過程及計算式。凡得瓦流體的狀態方程式為  $P = \frac{RT}{V-b} - \frac{a}{V^2}$ 。(25分)

二、一氧化氮 (NO) 容易氧化而形成紅棕色的二氧化氮 ( $\text{NO}_2$ )，反應機制如下：



當反應達到平衡後，請推導產物  $\text{NO}_2$  的生成率與反應物 NO 及  $\text{O}_2$  濃度的關係式，以及氧氣濃度  $[\text{O}_2]$  非常低時的反應級數。以  $[A]$  代表化合物 A 的濃度。(20分)。

三、在  $25^\circ\text{C}$  時，如果  $\text{Pt}, \text{H}_2(1 \text{ bar}) | \text{HCl}_{(\text{aq})} | \text{AgCl}_{(\text{s})} | \text{Ag}$  電池的電動勢 (emf) 為  $0.53 \text{ V}$ ，請計算  $\text{HCl}_{(\text{aq})}$  的 pH 值。(20分)

註： $\text{AgCl}_{(\text{s})} | \text{Ag}$  (銀-氯化銀電極) 在  $25^\circ\text{C}$  的標準電位是  $0.2224 \text{ V}$ 。法拉第常數 ( $F$ ) =  $96485 \text{ C/mol}$ 。

四、如果氣體處於平衡態時，分子任何一個自由度的平均能量都會相等。請估計氙 (Xe) 單原子氣體在  $25^\circ\text{C}$  處於平衡態的平均運動速度。(10分)

註：氙的原子質量為  $131.293 \text{ g/mol}$ 。波茲曼常數 ( $k_B$ ) =  $1.380649 \times 10^{-23} \text{ J/K}$ 。  
法拉第常數 ( $F$ ) =  $96485 \text{ C/mol}$ 。

五、將兩股可以視為理想氣體的空氣流引入混合器，以絕熱可逆方式混合成為一股空氣。請計算流出混合器的空氣流之溫度和壓力。(25分)

這兩股空氣流的性質分別為：

(1) 溫度 =  $1000 \text{ K}$ 、壓力 =  $12 \text{ bar}$ 、流速 =  $1 \text{ mol/min}$

(2) 溫度 =  $300 \text{ K}$ 、壓力 =  $2 \text{ bar}$ 、流速 =  $3 \text{ mol/min}$

註：空氣的定壓比熱容 ( $C_p$ )， $C_p = \left(\frac{7}{2}\right)R$ ， $R$  為氣體常數。