

103年公務人員特種考試關務人員考試、103年公務人員特種考試身心障礙人員考試及103年國軍上校以上軍官轉任公務人員考試試題

代號：10870 全一頁

考試別：關務人員考試

等別：三等考試

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

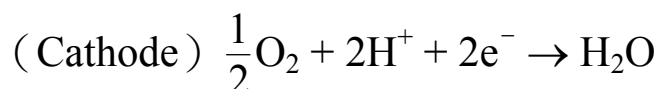
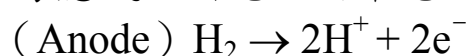
座號：_____

※注意：(一)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、請解釋 Hamiltonian ($\hat{H}$) 的物理意義，說明 Schrödinger equation ($i\hbar \frac{\partial \Psi}{\partial t} = \hat{H}\Psi$) 的物理意義及重要性。(10 分)

二、考慮氫燃料電池的半電池 (half-cell) 反應如下：



如果此氫燃料電池在 25°C 和 1 bar 環境中，以氫氣及空氣為反應物，產物為水蒸氣。在 25°C 和 1 bar 下，水蒸氣的標準生成熱為 $\Delta H^\circ_{f298} = -241818 \text{ J}\cdot\text{mol}^{-1}$ 、 $\Delta G^\circ_{f298} = -228572 \text{ J}\cdot\text{mol}^{-1}$ ；法拉第常數 (Faraday constant, F) = 96485 C/mol。

請估算此氫燃料電池的最大電動勢 (electromotive force, 縮寫為 emf)，並詳述你用到的所有假設。(20 分)

三、請證明理想氣體的內能 U ，與壓力 P 及莫耳體積 V 無關，僅為溫度 T 的函數。(15 分)

四、如果有一個理想的燃氣渦輪發動機 (Gas-turbine engine)，以一莫耳的理想氣體為工作流體進行布雷頓循環 (Brayton cycle)，敘述如下：

第一步驟：工作流體由狀態 A 可逆絕熱壓縮 (reversible adiabatic compression) 到狀態 B。通常，狀態 A 的壓力為大氣壓力。

第二步驟：工作流體由狀態 B 等壓吸熱到狀態 C。

第三步驟：工作流體由狀態 C 等熵膨脹 (isentropic expansion) 到狀態 D，以產生熱功。

第四步驟：工作流體由狀態 D 等壓冷卻回到狀態 A。

(一)請在壓力 (P)—體積 (V) 的相圖上，描繪出此布雷頓循環 (Brayton cycle)。(5 分)

(二)請計算此燃氣渦輪發動機的最佳熱效率 (η)，並以引擎內各步驟的壓力比來表示。(15 分)

五、有 1g 的 $^{226}_{88}\text{Ra}$ (鐳)，每秒放射出 3.7×10^{10} 個 α 粒子 (Alpha particle)， α 衰變成 $^{222}_{86}\text{Rn}$ (氡)。如果鐳的衰變速率恰好正比於系統中的鐳原子核數，在 800 年後，請問此系統中鐳的 α 衰變速率成為多少？(15 分)

六、二氧化碳 (CO_2) 在低於三相點溫度 (-56.2°C) 的狀態下，它的蒸氣壓 (P_V ，單位為 bar) 可以表示為絕對溫度 (T ，單位為 K) 的函數： $\ln(P_V) = 16 - \frac{3115}{T}$ 。已知二氧化碳的熔化潛熱 $\Delta H_{\text{fusion}} = 1990 \text{ cal/mol}$ ，請計算液態二氧化碳在 300K 時的蒸氣壓。請詳列你所用到的假設。(20 分)