

111 年專門職業及技術人員高等考試會計師、
不動產估價師、專利師、民間之公證人考試試題

等 別：高等考試

類 科：專利師（選試專業英文及物理化學）、專利師（選試專業日文及物理化學）

科 目：物理化學

考試時間：2小時

座號：_____

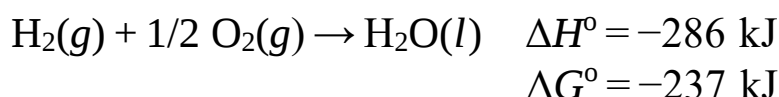
※注意：(一)可以使用電子計算器。

(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、有一容器內有 27°C 、5.0 莫耳的氮氣，其壓力為 10.0 atm，以絕熱、可逆減壓至 1.0 atm。試求減壓前氮氣的原來體積、減壓後氮氣的體積和溫度。（氮氣的莫耳定容比熱 $C_v = 20.7 \text{ J/mol}\cdot\text{K}$ ，理想氣體常數 $R = 0.082 \text{ atm}\cdot\text{L/mol}\cdot\text{K} = 8.314 \text{ J/mol}\cdot\text{K}$ ）（15 分）

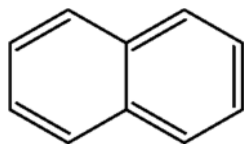
二、在氫—氧燃料電池中，氫氣與氧氣反應產生水，可將化學能直接轉為電能。已知在 25°C 水的標準生成熱和自由能變化：



試求在 25°C 的標準狀態下，水的莫耳生成熵（ ΔS° ）和氫—氧燃料電池的電壓。（法拉第常數 $F = 96500 \text{ C/mol}$ ）（15 分）

三、萘分子（ C_{10}H_8 ）具有單鍵—雙鍵交替的共軛體系，可視為長方形平面分子，邊長分別為 $6.0 \times 10^{-10} \text{ m}(L_x)$ 和 $4.0 \times 10^{-10} \text{ m}(L_y)$ ， π 電子在二維空間

的能階：
$$E = \frac{h^2}{8m} \left(\frac{n_x^2}{L_x^2} + \frac{n_y^2}{L_y^2} \right)$$



n_x 和 n_y 分別為量子數， m 為電子質量（ $9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}$ ）， $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$ 。萘的 π 電子可填入不同（ n_x, n_y ）量子數的軌域。

(一)寫出三個最低能階的（ n_x, n_y ）量子數，依能階由高至低排序。（5 分）

(二)萘的 π 電子由（2,2）軌域躍遷至（3,2）軌域，試求所需吸收光的波長（nm）。（ $c = 3.0 \times 10^8 \text{ m/s}$ ）（15 分）

四、下列為氫原子的一個軌域之波函數：

$$\Psi(n, l, m_l) = \frac{1}{81\sqrt{3}\pi} \left(\frac{1}{a_0}\right)^{1/2} (27 - 18\sigma + 2\sigma^2) \left(\frac{1}{a_0}\right) e^{-\sigma/3}$$

式中的 $\sigma = \frac{r}{a_0}$ ， a_0 是波耳半徑 (Bohr radius, 5.3×10^{-11} m)

- (一) 寫出此原子軌域所對應的量子數 n 、 l 、 m_l 數值和軌域名稱。(10 分)
- (二) 試求此原子軌域有幾個節點或節面，並計算在 $+x$ 軸上的節點位置。(10 分)

五、偶氮甲烷 ($C_2H_6N_2$) 是一種爆炸性氣體，可進行分解反應， $C_2H_6N_2(g) \rightarrow C_2H_6(g) + N_2(g)$ ，為一級反應，在 45°C 時 $C_2H_6N_2$ 的反應半生期為 433 s。試求：

- (一) 該反應的速率常數。(5 分)
- (二) 若偶氮甲烷的起始壓力為 0.40 atm，當壓力減少為原來 75% 時，所需的反應時間。(10 分)

六、大氣中的 NO 與 O_3 進行反應， $NO(g) + O_3(g) \rightarrow NO_2(g) + O_2(g)$ ，在 230 K 和 300 K 時，其反應速率常數分別為 $3.0 \times 10^9 \text{ M}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$ 和 $12.0 \times 10^9 \text{ M}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$ 。試求該反應的活化能 (E_a) 與阿瑞尼斯常數 (Arrhenius constant, A)。(Arrhenius equation, $k = Ae^{-E_a/RT}$, $R = 8.314 \text{ J/mol}\cdot\text{K}$)。(15 分)