

104年專門職業及技術人員高等考試
會計師、不動產估價師、專利師考試試題

代號：70460 全一張
71060 (正面)

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)參考資料：

普朗克常數 (Planck constant) $h = 6.626 \times 10^{-27} \text{ erg} \cdot \text{s molecule}^{-1}$

波茲曼常數 $k_B = 1.38 \times 10^{-16} \text{ erg deg}^{-1} \text{ molecule}^{-1}$

氣體常數 (gas constant) $R = 8.314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$
 $= 1.987 \text{ cal K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$

電子質量 $m_e = 9.1091 \times 10^{-28} \text{ g}$

$1 \text{ \AA} = 10^{-10} \text{ m} = 10^{-8} \text{ cm}$

一、在逆卡諾循環 (reverse Carnot cycle) 中，100 cal 的能量，由 200 K 低溫熱槽，流到 300 K 高溫熱槽，請回答下列問題：（每小題 6 分，共 18 分）

(一)外界不對體系 (system) 做功，計算總熵 (total entropy) $\Delta S_t(\text{cal/K})$ ？並判斷此反應是否會自然發生？

(二)外界對體系 (system) 做功 50 cal，計算 $\Delta S_t(\text{cal/K})$ ？並判斷此反應是否會自然發生？

(三)外界對體系 (system) 做功 100 cal，計算 $\Delta S_t(\text{cal/K})$ ？並判斷此反應是否會自然發生？

二、在 25°C，pH = 5，蔗糖 (sucrose) 進行轉化 (inversion) 反應，其常數半衰期 (constant half-life) 為 500 min ($t_{1/2} = 500 \text{ min}$)，在相同的溫度下，但 pH = 4 時，其常數半衰期 ($t_{1/2}$) 為 50 min，求在下列速率定律：

$$\frac{d(\text{sucrose})}{dt} = -k \times (\text{sucrose})^a [\text{H}^+]^b \text{ 中，指數 } a, b \text{ 各為多少？ (12 分)}$$

三、乙酸乙酯 (ethyl acetate) 在鹽酸下做酸催化反應，其速率用下列速率定律表示：

$$R = -\frac{d(\text{ester})}{dt} = k(\text{ester})(\text{HCl})$$

在 25°C，其 $k = 0.1 \text{ M}^{-1}\text{h}^{-1}$ ，忽略任何逆向反應 (back reaction)，當起始濃度 $[\text{ester}]_0 = 0.02 \text{ M}$ ，催化劑 HCl，其濃度 $[\text{HCl}]_0 = 0.01 \text{ M}$ ，使一半 ester 完成水解，需多少時間？ (12 分)

(請接背面)

104年專門職業及技術人員高等考試
會計師、不動產估價師、專利師考試試題

代號：70460 全一張
71060 (背面)

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

四、三個運算子 $\hat{L}^2$ ， $\hat{L}_z$ ， H 原子之 $\hat{H}$ ，今有三個函數 $2P_z$ ， $2P_x$ ， $2P_1$ ，它們是否為此三個運算子之 eigenfunction，即求：（每小題 6 分，共 18 分）

(一) $\hat{L}^2 2P_z = ?$ $\hat{L}_z 2P_z = ?$ $\hat{H} 2P_z = ?$

(二) $\hat{L}^2 2P_x = ?$ $\hat{L}_z 2P_x = ?$ $\hat{H} 2P_x = ?$

(三) $\hat{L}^2 2P_1 = ?$ $\hat{L}_z 2P_1 = ?$ $\hat{H} 2P_1 = ?$

五、電子在三度空間長方體運動，長方體三邊分別為 a ， b ， c ，其中 $a = 5 \text{ \AA}$ ， $b = 3 \text{ \AA}$ ， $c = 6 \text{ \AA}$ ，計算電子由第一激態（lowest-lying excited state）跳回基態（ground state），放出光子的頻率（frequency）為何？（15 分）

六、計算 $\ell = 2$ ，其角動量 $\mathbf{L}$ 及 z 軸之間可能的夾角為何？（10 分）

七、氣體氫原子在 $n = 2$ 能階（其粒子個數為 N_2 ），而在 $n = 1$ 能階（其粒子個數為 N_1 ），求在下列三種溫度之 $N_2/N_1 = ?$ （每小題 5 分，共 15 分）

(一) 在 25°C

(二) 在 1000 K

(三) 在 10000 K