

類 科：核子工程

科 目：原子物理

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。

參考常數：

$$\text{電子質量 } m_0 = 9.10938215 \times 10^{-31} \text{ kg}$$

$$\text{電子電量 } e = 1.602176487 \times 10^{-19} \text{ C}$$

$$\text{正電子質量} = \text{電子質量 } m_0$$

$$\text{真空光速 } c = 299792458 \text{ m/s}$$

$$\text{普郎克常數 } h = 6.62606896 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$$

$$\text{真空介電係數 } \epsilon_0 = 8.854187817 \times 10^{-12} \text{ C}^2/\text{N}\cdot\text{m}^2$$

$$\pi = 3.141592654$$

$$\text{電子伏特 } eV = 1.602176487 \times 10^{-19} \text{ J}$$

- 一、(一)證明自由電子無法吸收一個光子，即光電效應不會發生於自由電子。(20 分)  
(二)欲使一個束縛電子脫離金屬表面，至少需要 4.2 電子伏特 (eV) 的能量。當以單一頻率的紫外光照射此金屬時，若得到的光電子動能範圍是 0 ~ 2.6 eV，則入射光子的能量為何？(5 分)
- 二、一個正電子與一個負電子組成的奇異原子系統，稱為電子偶素 (Positronium)。依據玻爾原子模型 (The Bohr Model)：  
(一)推導此系統能量的量子化公式。(10 分)  
(二)計算出此系統基態的游離能。(5 分)  
(三)計算此系統之第一玻爾半徑 (Bohr Radius)。(5 分)  
(四)若此系統從主量子數為 3 的能階躍遷至主量子數為 2 的能階，則所輻射之光波長為何？此即電子偶素之  $H_\alpha$  線。(5 分)
- 三、(一)何謂電偶極近似 (Electric-Dipole Approximation)。(5 分)  
(二)寫下電偶極躍遷選擇規則 (Selection Rule)。(5 分)  
(三)從下列的單電子自發輻射躍遷中，指出那幾個是電雙極躍遷：  
 $2p_{1/2} \rightarrow 1s_{1/2}$ ,  $2s_{1/2} \rightarrow 1s_{1/2}$ ,  $3d_{3/2} \rightarrow 2s_{1/2}$ ,  $2p_{3/2} \rightarrow 2p_{1/2}$ ,  $3d_{3/2} \rightarrow 2p_{1/2}$ 。(5 分)
- 四、考慮一寬度為  $L$  的一維空間方盒，假設此方盒的盒壁為完全無法穿透 (位能障礙無限大)。如果我們把  $N$  個電子置入此盒子，實驗發現方盒內單位長度有  $10^{10}$  個電子。如果完全忽略電子彼此之間的交互作用，則當此系統處於能量基態時 (所有較低能階皆為填滿)，具有最大能量的電子能量為何？(10 分)
- 五、解釋以下各項：(每小題 5 分，共 25 分)  
(一)原子光譜線自然寬度 (Natural Broadening)  
(二)杜卜勒加寬 (Doppler Broadening)  
(三)原子能階的精細結構 (Fine Structure)  
(四)原子光譜的超精細結構 (Hyperfine Structure)  
(五)原子的史塔克效應 (Stark Effect)