

115年公務人員高等考試三級考試試題

類 科：天文
科 目：近代物理
考試時間：2 小時

座號：_____

※注意：(一)禁止使用電子計算器。

(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、光電效應是指光照射金屬表面釋出電子的物理效應，其核心在於將「光訊號」轉為「電訊號」，廣泛應用於現代生活與工業。

(一)試說明光電效應的主要實驗結果，並分析這些結果如何違反古典電磁理論預測，進而說明光量子概念的必要性。(15 分)

(二)今以某金屬進行光電效應實驗，藉由改變入射光頻率，測量相對應的截止電壓。試推導截止電壓與頻率的函數關係式，並說明如何由實驗圖線求出普朗克常數與金屬功函數。(5 分)

(三)實驗時，若將入射光頻率改為原頻率的兩倍，所量到的截止電壓是否也是原截止電壓的兩倍？請分析之。(5 分)

二、若質量為 m 的粒子被限制在一個三維立方體盒子中，盒子的邊長分別為 $L_1=L$, $L_2=L$, $L_3=2L$ 。請寫出十個最低能階的能量（以質量 m 、邊長 L 、普朗克常數 h 表示之），以及相對應的量子數集合 (n_1, n_2, n_3) ；那些能階是簡併的？(25 分)

三、相對論是近代物理的兩大基石之一，相對論奠定了現代核物理和粒子物理的基礎，是核能技術應用不可或缺的理论支柱。

(一)請由功的定義、功能原理與相對論性動量出發，列式推導出質能互換公式 $E=mc^2$ 。(13 分)

(二)請估算 1.0 公克的物質經過質能互換產生的能量為何？已知 CO_2 的生成熱為 393.8 kJ/mol，則前述能量是 1.0 公克碳完全燃燒產生的能量的多少倍？(6 分)

(三)臺灣家庭平均年用電量約為 4000 度，請估算 1.0 公克的物質經過質能互換產生的能量大約可以提供多少戶家庭一年的用電量？(6 分)

四、2025 年諾貝爾物理獎頒發給 John Clarke、Michel H. Devoret 與 John M. Martinis，以表彰他們「發現電路中的宏觀量子力學穿隧與能量量子化」的開創性研究。試解釋說明下列物理現象：

(一)宏觀量子現象（10 分）

(二)超導現象（superconductivity）（5 分）

(三)超流體（superfluidity）（5 分）

(四)約瑟芬森效應（Josephson effect）（5 分）