

等 別：三等考試

類 科：天文

科 目：近代物理

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。

電子靜質量 $m_0 = 9.10938215 \times 10^{-31} \text{ kg}$ 電子電量 $e = 1.602176487 \times 10^{-19} \text{ C}$ 正電子質量 = 電子質量 m_0 真空光速 $c = 299792458 \text{ m s}^{-1}$ 普朗克常數 $h = 6.62606896 \times 10^{-34} \text{ J s}$ 真空介電係數 $\epsilon_0 = 8.854187817 \times 10^{-12} \text{ C}^2/\text{N} \cdot \text{m}^2$ $\pi = 3.141592654$ 電子伏特 $\text{eV} = 1.602176487 \times 10^{-19} \text{ J}$

一、考慮一邊長為 $L = 0.1 \text{ 米 (m)}$ 的一維方盒，假設此方盒的盒壁為完全無法穿透（位能障礙無限大）。如果此盒子中有一個質量為 0.11 克 (g) 的粒子，其運動速率為 $3 \times 10^{-5} \text{ 米/秒 (m/s)}$ 。試估算此粒子的能量量子數？（20 分）

二、假設電子為一小球，其半徑為 a ：(一)如果要把電子電量 e 均勻分布於半徑為 a 的小球上，需作多少功（15 分）？(二)如果所作的功轉換為電子的靜止能，試估計電子的古典半徑（classical electron radius）（10 分）。

三、考慮一個處於能量基態的氫原子，忽略原子核運動並考慮相對論性效應。此時：(一)其電子的德布洛波長（de Broglie wavelength）為何（10 分）？(二)其電子的動量為何（5 分）？(三)其電子的速度為何（5 分）？(四)其電子速度與光速的比值為何（5 分）？(五)其電子的總能量為何（5 分）？已知基態氫原子電子的第一玻爾半徑（first Bohr orbit） a_0 約為 $5.29 \times 10^{-11} \text{ m}$ 。

四、(一)證明自由電子不可能吸收一個光子，也就是光電效應不會發生於自由電子。（10 分）
(二)證明成對產生（pair production）不會在真空中發生，並說明成對產生可在重原子核附近發生。（15 分）