

等 別：高考一級

類 科：物理

科 目：近代物理研究

考試時間：3 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)請以黑色鋼筆或原子筆在申論試卷上作答。

一、以 6.2 keV 的 X 射線照射一碳塊而產生康普頓散射：(每小題 5 分，共 20 分)

(一)入射光子的波長為何？

(二)此散射過程中的康普頓波長為何？

(三)若光子的頻率的偏移率為 0.01%，則光子的散射角為何？

(四)散射電子的動能為何？

(普朗克常數 $h = 6.626 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$ ，電子質量 $m_e = 9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}$ ， $1 \text{ eV} = 1.602 \times 10^{-19} \text{ J}$)

二、可見光的波長範圍為 400-700 nm：

(一)請計算可見光光子的能量範圍(以 eV 為單位)。(5 分)

(二)氫原子中那些能階間的躍遷會輻射可見光？(10 分)

三、一能量 $E > 0$ 的粒子入射至一維位能阱：

$$\begin{cases} V(x) = 0 & , x < 0, x > a \\ V(x) = -V_0 & , 0 \leq x \leq a \end{cases},$$

其中 $V_0 > 0$ 。(一)該粒子在 $x < 0$ ， $0 \leq x \leq a$ ， $x > a$ 處的波函數分別為何？(9 分)

(二)反射係數及透射係數分別為何？(6 分)

(三)入射粒子流的能量滿足什麼條件時會發生完全透射？(5 分)

四、在 $\frac{1}{2}m\omega^2 x^2$ 的位能作用之下的一維諧振子在某一瞬間的波函數為

$$\frac{\sqrt{3}}{2}|5\rangle - \frac{1}{2}|6\rangle,$$

其中 $|n\rangle$ 為對應於本徵值

$$E_n = \left(n + \frac{1}{2}\right)\hbar\omega$$

的歸一化本徵函數。求：

(一)此時的能量期望值。(5 分)

(二)此時的位置期望值。(10 分)

(三)請推論其能量的期望值與位置的期望值是否會隨時間變化？(10 分)

五、鉀是人體必需的礦物質，其天然放射性同位素 ^{40}K 的相對含量為 1.2×10^{-4} ，原子量為 39.964 u，半衰期為 1.3×10^9 年：

(一)此同位素原子內的質子數、中子數與電子數分別為何？(6 分)

(二)此同位素的衰變過程大部分為 β^- 衰變，請寫下此衰變過程的表示式 $^{40}\text{K} \rightarrow ?$ (4 分)

(三)若人體內大約含有 0.37% 的鉀，則在一 60 公斤的人體內的放射源的放射活性為何？(10 分)