

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：

普郎克常數 $h = 6.626069 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$ 真空光速 $c = 2.997925 \times 10^8 \text{ m/s}$ 電子質量 $m_0 = 9.109390 \times 10^{-31} \text{ kg}$ 電子電量 $e = 1.602176 \times 10^{-19} \text{ C}$ 真空介電係數 $\epsilon_0 = 8.854188 \times 10^{-12} \text{ C}^2/\text{N}\cdot\text{m}^2$ $\pi = 3.141592$ 一、根據下列的核融合反應， ${}^3\text{He} + {}^4\text{He} \rightarrow {}^7\text{Be} + \gamma$ ，請計算產生的 γ 之：

(一)頻率。(20分)

(二)波長。(10分)

其中 ${}^3\text{He}$ 、 ${}^4\text{He}$ 與 ${}^7\text{Be}$ 的質量分別為 3.016029u、4.002602u 與 7.016930u，而 $1\text{u} = 1.660540 \times 10^{-27} \text{ kg}$ 。二、根據波爾原子模型，氫原子中基態電子的軌道半徑 $r = \frac{\hbar}{m_e c \alpha}$ 與運動速度 $v = \alpha c$ ，其中 $\alpha = \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 \hbar c} = \frac{1}{137.036}$ 。(一)試證明基態原子的游離能為 $E_I = \frac{1}{2} m_e c^2 \alpha^2$ 。(10分)(二)在氫原子中以緲子取代電子時，處於基態的緲子之游離能為何？緲子質量 $1.883889 \times 10^{-27} \text{ kg}$ 。(10分)(三)若以一個正濤子（電量與一個質子相同）取代氫原子核時，基態電子軌道半徑的改變為何？濤子質量 $3.168106 \times 10^{-27} \text{ kg}$ 。(10分)三、已知 ${}^{240}_{94}\text{Pu}$ 、 ${}^{236}_{92}\text{U}$ 、 ${}^{18}_8\text{O}$ 、 ${}^{14}_6\text{C}$ 與 α 的質量分別為 240.053814u、236.045568u、17.999161u、14.003241u 與 4.001506u，在 ${}^{240}_{94}\text{Pu} \rightarrow {}^{236}_{92}\text{U} + {}^4_2\alpha$ 與 ${}^{18}_8\text{O} \rightarrow {}^{14}_6\text{C} + {}^4_2\alpha$ 反應中，由於三個質點無法滿足動量守恆，故這兩個反應式中必須加入第四個質點 γ 。試問：(一)加入 γ 的新反應式。(20分)(二) γ 所攜帶的能量。(20分)