

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。

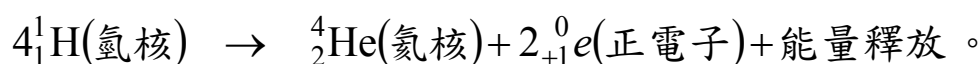
(二)不必抄題，作答時請將試題題號及答案依照順序寫在試卷上，於本試題上作答者，不予計分。

一、考慮一個一維 x 軸方向之無限位能井，當 $x \leq 0$ 或 $x \geq L$ 時，位能障礙無限大，而 $0 < x < L$ 時，位能為零。如果我們把一個電子置入此位能井內，此電子可經由吸收光子，從能量量子數為 m 之態躍遷至能量量子數為 n 之態。於電偶極近似下（electric-dipole approximation），此躍遷的機率是由電偶極躍遷矩陣單元（transition electric-dipole moment）

$$\mathbf{d}_{mn} = -e \int_0^L \psi_n^*(x) x \psi_m(x) dx$$

所決定，其中 $\psi_n(x)$ 為能量量子態為 n 之電子波函數。定義 $\Delta n = n - m$ ，試證明 Δn 為偶數的躍遷不可能發生，但 Δn 為奇數的躍遷是可以發生的。（25分）

二、太陽內部發生如下的核融合反應：



試問太陽內部消耗1g的氫原子，將釋放多少能量？其中 ${}_1^1\text{H}$ (氫核)、 ${}_2^4\text{He}$ (氦核)與 ${}_{+1}^0\text{e}$ (正電子)的質量分別為1.007276 u、4.001506 u與0.000549 u，而 $1\text{u} = 1.6605 \times 10^{-27} \text{kg}$ 。（25分）

三、(一)考慮一個原子序為 Z 的類氫原子。依據玻爾的原子模型，試證明此原子於基態時，

亦即其電子位於第一玻爾半徑（first Bohr orbit）時，電子的速度 v 為： $\frac{v}{c} = Z\alpha$ 。

其中 α 是精細結構常數，其值為 $e^2 / (4\pi\epsilon_0 \hbar c)$ 。（15分）

(二)證明 α 為沒有單位的物理量，並估算其值約為 $1/137.036 \approx 0.00729735$ 。（10分）

(三)依據愛因思坦的狹義相對論，速度為 v 的電子，其等效質量 $m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$ 。

其中 m_0 是電子之靜止質量。考慮原子序 Z 為80的類氫原子，當其電子位於第一玻爾半徑時：

1. 此電子的等效質量 m 為何？（5分）
2. 此類氫原子之基態能量為何？（5分）

四、請列舉並說明構成雷射（Laser）的三要素。（15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 $c = 299792458 \text{m/s}$

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

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