

共十題，每題十分

計算題請盡量算到最後的值。請務必列出算法，只有答案而無算法一律不計分。
下列為一些物理常數，作為解題的參考

$$\text{電子的質量} = m_e = 9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}$$

$$1 \text{ eV} = 1.60 \times 10^{-19} \text{ J}$$

u = 原子質量單位 (atomic mass unit)

$$1 u = 1.66 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

$$c = \text{光速} = 3.00 \times 10^8 \text{ m/s}$$

$$c^2 = 931.5 \text{ MeV/u}$$

$$h = \text{普朗克常數 (Planck constant)} = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$$

(1) 一個動能為 3.52 MeV 的電子，其速率為何？其波長為何？

(2) 試詳細說明黑體輻射 (blackbody radiation) 和量子論的關係。

(3) 已知下列之原子質量

$${}^{238}\text{U} \quad 238.05079 \text{ u} \quad {}^{234}\text{Th} \quad 234.04363 \text{ u}$$

$${}^{237}\text{Pa} \quad 237.05121 \text{ u} \quad {}^4\text{He} \quad 4.00260 \text{ u}$$

$${}^1\text{H} \quad 1.00783 \text{ u} \quad {}^{239}\text{Pu} \quad 239.0522 \text{ u}$$

$$\text{中子 (neutron)} \quad 1.00876 \text{ u}$$

計算 ${}^{238}\text{U}$ 在 α 衰變 (alpha decay) 中所放出的能量。

(4) 有一塊鈾，如果目前 ${}^{235}\text{U}$ 和 ${}^{238}\text{U}$ 的含量比率為 $N({}^{235}\text{U})/N({}^{238}\text{U}) = 0.0072$ ， $N({}^{235}\text{U})$ 為這塊鈾中 ${}^{235}\text{U}$ 的原子個數， $N({}^{238}\text{U})$ 為這塊鈾中 ${}^{238}\text{U}$ 的原子個數，若 ${}^{235}\text{U}$ 的半衰期為 7.04×10^8 年， ${}^{238}\text{U}$ 的半衰期為 44.7×10^8 年，則 5×10^9 年前兩者的含量比率為何？ ($\ln 2 = 0.693$ ， $e^{4.15} = 63.43$)

(5) 一個圓形超導線圈之半徑為 5 m，當超導線圈的溫度低於超導臨界溫度時，在此線圈中之電流會不會輻射電磁波，如果會輻射電磁波請詳細計算其波長，如果不會輻射電磁波請說明其理由。

(背面仍有題目,請繼續作答)

(6) 當 π 介子 (pion) 衰變

$$\pi^+ \rightarrow \mu^+ + \nu$$

時，會衰變出一個微中子 (neutrino)。但當 μ 介子 (muon) 衰變

$$\mu^+ \rightarrow e^+ + \nu + \bar{\nu}$$

時，為什麼會衰變出一個微中子 (neutrinos) 和一個反微中子，而不是像 π 介子衰變一樣，只衰變出一個微中子？

(7) 自然界中的基本作用有那些？試各舉一例以說明之。

(8) 何謂費米能量？若一金屬其傳導電子的密度為 n 其費米能量為何？

(9) 試舉一例以說明測不準

(10) 試說明氦氖氣體雷射 (Helium-Neon Gas Laser) 的原理。