

類 科：核子工程

科 目：核工原理

考試時間：2 小時

座號：_____

※注意：(一)可以使用電子計算器，須詳列解答過程。

(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)本科目除專門名詞或數理公式外，應使用本國文字作答。

一、請回答下列問題：

(一)試闡述中子與物質作用之共振捕獲 (resonance capture) 現象及其與燃料溫度及核能安全的關係。(10 分)

(二)臺灣的核能電廠採用水冷式反應器，請詳述反應器中，水與中子各種可能的作用及其與溫度或空泡變化的關係。(10 分)

二、用過核子燃料的管理需要考慮衰變熱。已知一個核分裂反應後，其各種分裂產物放出之 β -射線約等於 $3.8 \times 10^{-6} t^{-1.2}$ β -rays/s， γ -射線約等於 $1.9 \times 10^{-6} t^{-1.2}$ γ -rays/s；其中 β -射線的平均能量約為 0.4 MeV，而 γ -射線約為 0.7 MeV。若一燃料束以 P_0 MW 的功率運轉 T 天，試決定此一燃料束停止運轉 t 天後的衰變熱功率。假設每次核分裂反應放出約 200 MeV 的熱能， $1 \text{ MeV} = 1.602 \times 10^{-13} \text{ J}$ 。(15 分)

三、請回答下列問題：

(一)試以暫態單群中子擴散方程式解，說明核反應器臨界條件為幾何曲度 (geometrical buckling) 等於材料曲度 (material buckling)。(10 分)

(二)考慮一個裸圓柱體核反應器 (半徑 R ，高度 H ，且均遠大於中子外插距離 (extrapolation distance))，試求解單群穩態中子擴散方程式，並決定反應器臨界時之中子通率分布及其曲度。已知 $J_0(x) = 0$ 的第一個根為 2.405。(15 分)

四、有一燃料棒其燃料丸半徑為 r_F ，護套外徑為 r_C 。若燃料的體積熱產生率為 $q(\text{W}/\text{m}^3)$ 且為均勻分布，燃料與護套間的接觸熱阻 (thermal contact resistance) 為 $R_c(\text{m}^2\text{K}/\text{W})$ ，護套表面與冷卻劑之間的熱傳遞係數為 $h(\text{W}/\text{m}^2\text{K})$ ，冷卻劑溫度為 T_a ，燃料與護套之導熱度分別為 k_F 與 $k_C(\text{W}/\text{mK})$ 。

(一)試決定穩態時燃料棒中心的溫度。(20 分)

(二)請闡述燃料棒體積熱產生率與中子通率之關係。(5 分)

五、試闡述下列放射線與物質可能的作用：

(一) α -射線。(4 分)

(二) β -射線。(4 分)

(三) γ -射線。(7 分)