

類 科：核子工程

科 目：核能概論

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、請說明下列組件或系統屬於壓水式反應器或沸水式反應器（或者兩者都有），並說明其主要功能；

- (一)反應器冷卻水泵 (reactor coolant pump) (3 分)
- (二)餘熱移除系統 (residue heat removal system, RHRs) (3 分)
- (三)主蒸汽管路隔離閥 (main steamline isolation valves, MSIV) (3 分)
- (四)蓄壓槽 (accumulator) (3 分)
- (五)爐心隔離冷卻系統 (reactor core isolation cooling system) (3 分)

二、(一)圓柱狀燃料丸半徑為 a ，燃料丸的線性熱功率 (linear heat generation rate) 為 q' ，燃料丸功率密度為 q''' ，燃料的熱傳導率 (thermal conductivity) 為 k_f ，請推導計算燃料丸中線及燃料丸表面的溫度差公式。(10 分) (二)燃料棒護套厚度為 t ，熱傳導率為 k_{cl} ；燃料丸-護套間隙厚度可忽略，但其熱導係數 (gap conductance) 為 h_g ；若燃料棒護套外表面溫度為 T_{outer} ，請推導計算燃料丸中線溫度的公式。(10 分)

(Hint, 圓柱型熱傳導微分方程式為： $\frac{1}{r} \frac{d}{dr} (kr \frac{dT}{dr}) + q''' = 0$)

三、天然鈾的 U-235 含量為 0.72%，請問生產一公斤 5%濃縮度 (enrichment) 需要多少的 SWU (separative work unit)，假設 depleted uranium 的 U-235 含量為 0.02%。(15 分)

$$\text{Value function : } V(x) = (1 - 2x) \ln\left(\frac{1-x}{x}\right)$$

四、請說明何謂偏離核沸騰 (Departure from Nucleate Boiling, DNB)，其發生的機制為何？適用於何種類型之反應器？此現象的發生會對電廠運轉帶來何種影響？核電廠如何確保運轉時此現象不會發生。(15 分)

五、蒸汽管路斷裂會造成反應器功率的變化，請問在蒸汽管路斷裂後，壓水式反應器及沸水式反應器的功率反應有何不同，並說明其差異的由來。(10 分)

六、請說明快中子反應器與熱中子反應器最大的差異為何？設計與發展快中子反應器的目的為何？為何利用快中子產生核分裂可以達到此目的？(15 分)

七、一位歷史學家發現了一座金屬製之古炮，請問是否可以利用碳-14 檢測來決定古砲的年代？為什麼？(10 分)