

經濟部辦理台電公司及中油公司九十三年新進職員甄試試題

類 別：核工

(全一張共四頁)

科 目：核工原理

考試時間：八十分鐘

注意事項：

1. 本試題分選擇、填充、簡答與計算三大題類，選擇題佔 30%，填充題佔 30%，簡答與計算題佔 40%，須用藍、黑色鋼筆或原子筆在答案卷指定範圍內作答，於本試題或其他紙張作答者不予計分。
2. 本試題選擇題部分，請就各題選項中選出一個最正確或最適當的答案，複選作答者，該題不予計分。

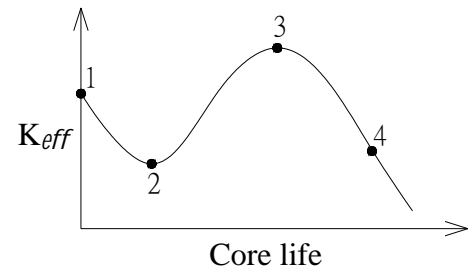
壹、選擇題：共 15 題，單選，每題 2 分共 30 分，答錯不倒扣。

1. 在核分裂的過程中，下列那一項占釋放能量最大百分比
(A) 分裂碎片的動能 (B) 瞬發中子的動能
(C) 瞬發伽瑪的能量 (D) 延遲貝他粒子的動能
2. 延遲中子占所有分裂中子的比例不到 1%，但它在反應爐的控制非常重要，主要原因為？
(A) 如無延遲中子，不可能發生連鎖反應 (B) 延遲中子的能量較低
(C) 延遲中子能使平均中子代間時間變長 (D) 延遲中子較不易引發核分裂
3. 下列那一項不會影響 K_{eff} 的大小
(A) 爐心尺寸 (B) 裝置中子源
(C) 爐心燃耗 (D) 緩和劑對燃料的比值
4. 在次臨界的反應爐中，抽出控制棒，使 k 值由 0.85 增至 0.95，需加入約多少反應度
(A) $0.239 \Delta k/k$ (B) $0.182 \Delta k/k$ (C) $0.124 \Delta k/k$ (D) $0.102 \Delta k/k$
5. 在功率為 10^{-5} % 且無氙毒的反應爐中，加入一反應度使其以 100 秒的週期增加功率，以下何種負反應度效應最先出現？
(A) 緩和劑溫度 (B) 燃料溫度 (C) 空泡 (D) 壓力
6. 反應爐在冷卻過程，正反應度加入爐心的原因為？(假設緩和劑溫度係數為負值)
(A) 熱中子利用因數降低 (B) 熱中子利用因數增高
(C) 共振逃逸機率降低 (D) 共振逃逸機率增高

7. 在臨界的反應爐加入正反應度，會造成中子讀數快速上升（prompt jump）原因為？
- (A) 因短半生期之延遲中子效應
 - (B) 加入反應度超過平均有效延遲中子分數 ($\bar{\beta}_{eff}$)
 - (C) 快速增加瞬發中子數
 - (D) 緩和劑溫度效應快速加入正反應度

8. 參考右圖， K_{eff} 由點 2 至點 3 的變化趨勢主要原因為：

- (A) 可燃毒素的燃耗
- (B) U-238 轉變成 Pu-239
- (C) 分裂產物毒素累積
- (D) U-238 的燃耗



9. 以下敘述，何者錯誤

- (A) 原子核外的中子並不穩定，會經由衰變成為一個質子與一個電子
- (B) 中子的來源有 (α, n) , (r, n) 與 fission
- (C) 中子-質子比例過高的放射性同位素，可能發生 β^- 衰變
- (D) 中子撞擊靶核發生彈性散射時，撞擊重核之中子能量損失較撞擊輕核為多

10. 以下何者非中子與物質之作用

- (A) 彈性散射
- (B) 非彈性散射
- (C) 成對發生 (pair production)
- (D) 帶電粒釋放 (Charged Particle Emission)

11. 何者不是優良的緩和劑需具備的條件

- (A) 中子吸收截面小
- (B) 中子散射截面大
- (C) 原子量與中子質量接近
- (D) 必須為流體

12. 以下有關反應爐臨界之描述，何者不正確

- (A) $\rho = 0$
- (B) $B_m^2 = B_g^2$
- (C) $K_{eff} = 1.0$
- (D) 週期= 0秒

13. 中子減能時間最短與中子減能時間最長的緩和劑分別為：

- (A) 水、石墨
- (B) 重水、石墨
- (C) 鈹、石墨
- (D) 石墨、重水

14. 何者不是正常狀況下，控制沸水式反應爐反應度的方法

- (A) 控制棒
- (B) 可溶性中子毒物 (如硼酸)
- (C) 可燃耗中子毒物 (如氧化鈦)
- (D) 爐心冷卻水流量控制

15. 當緩和劑溫度上升時，快中子不漏機率___，共振逃逸機率___

- (A) 上升，下降
- (B) 下降，下降
- (C) 下降，上升
- (D) 上升，上升

貳、填充題：共 10 題，每題 3 分共 30 分。

1. U-238 的質量密度為 19.1 g/cm^3 ，則其原子數密度為_____
2. Pu-239 的微觀截面為 742 barn，質量密度為 19.6 g/cm^3 ，其巨觀截面為_____
3. 若一原子核捕獲中子後，其激動能大於_____時，即能引發核分裂反應。
4. 若將反應爐的中子能量分為快中子、中速中子與慢中子，則中子通率最大的為_____中子。
5. 瞬發中子的壽命為 10^{-4} sec ，延遲中子壽命為 13 sec， $\beta = 0.0065$ ，則平均中子壽命為_____秒。
6. 某氣體儲存槽的壓力為 200 psi 時，氣體溫度為 150° F ，當儲存槽壓力降到 180 psi 時，槽內氣體溫度為_____ $^\circ \text{ F}$ 。(假設氣體未流失)
7. 反應爐在臨界狀態， $\lambda = 0.08 \text{ 秒}$ ， $\beta = 0.0064$ ，此時加入 0.25\$ 的正反應度，反應爐的週期為_____秒。
8. 反應爐在次臨界狀態，中子源每秒放出 100 個中子，當中子計數率穩定在 500/sec 時，反應度為_____ $\Delta k / k$ 。
9. 初始爐心 (initial core) 放置裝置中子源的目的為_____。
10. 若反應爐的功率由 1% 升至 2% 需 50 秒，在相同的週期下，由 20% 升至 40% 需_____秒。

參、簡答與計算題：共 7 題，每題配分列於題後，共 40 分。

1. 解釋名詞 (8 分)
 - a. 熱中子利用因數
 - b. 快中子分裂因數
 - c. 中子遷移長度
 - d. 中子擴散長度
2. 解釋名詞 (4 分)
 - a. 次冷沸騰 (Subcooled Boiling)
 - b. 變態沸騰 (Onset Transition Boiling)
3. 請按中子自出生到被吸收之過程依發生順序，寫出六因數公式，四因數公式與二因數公式 (不必詳述各因數之定義)，另請討論適用四因數公式及二因數公式的條件？ (8 分)
4. 某反應爐的體積為 1 m^3 ，中子密度為 $1.36 \times 10^7 / \text{cm}^3$ ，中子速度為 2200 m/sec，巨觀截面為 28 cm^{-1} ，則該反應爐的功率為若干 MW？ (6 分) 轉換因子： $3.1 \times 10^{10} \text{ fissions / watt-s}$

5. 反應爐飼水流量為 1.2×10^7 lbm/hr，飼水熱焓為 487.7 Btu/lbm，蒸氣產生量與飼水流量相同，蒸氣乾度為 99.7%，且反應爐運轉在 1000 psia，該壓力的飽和水的 $h_f = 542.6$ Btu/lbm， $h_{fg} = 650.4$ Btu/lbm，求反應爐的功率為若干 MWt？（4 分）已知 $1 \text{ Btu/hr} = 0.2931 \text{ Watt}$
6. 反應爐緩和劑 / 燃料比值應設計在欠緩和比區或過緩和比區？理由為何？（5 分）
7. 反應爐中有 600 束核燃料，以 2400 MWt 的功率連續運轉十天，該期間某燃料束的徑向功率因數（Radial Peaking Factor）保持在 1.20，若該燃料束鈾的重量為 200 kg，則該期間該燃料束的燃耗為若干 MWd/MTu？（5 分）