

經濟部所屬事業機構 101 年新進職員甄試試題

類別：核工

節次：第三節

科目：1. 核工原理 2. 熱水流學

- | | |
|----------|---|
| 注意
事項 | <ol style="list-style-type: none">1. 本試題共 3 頁(A3 紙 1 張)。2. 可使用本甄試簡章規定之電子計算器。3. 本試題分 10 大題，每題配分於題目後標明，共 100 分。須用藍、黑色鋼筆或原子筆在答案卷指定範圍內作答，不提供額外之答案卷，作答時須詳列解答過程，於本試題或其他紙張作答者不予計分。4. 本試題採雙面印刷，請注意正、背面試題。5. 考試結束前離場者，試題須隨答案卷繳回，俟該節考試結束後，始得至原試場索取。6. 考試時間：120 分鐘。 |
|----------|---|

一、解釋下列名詞：（每小題 2 分，共 10 分）

- (一) 燃料之自我屏蔽效應 (Self-Shielding Effect)
- (二) 中子熱化 (Thermalization)
- (三) 中子毒素 (Poison)
- (四) 瞬發臨界 (Prompt Critical)
- (五) 質量欠缺 (Mass Defect)

二、假設某沸水式核能電廠 A 在第 0 秒時功率由 0 % 突升至 100 %，並維持此功率運轉 20 天，之後機組發生急停，20 天後才再起動，功率瞬間升至 100 %，再運轉 20 天。

- (一) 請畫出 Sm-149 在這 60 天內反應度之趨勢變化(X 軸為時間，Y 軸為反應度)。(4 分)
- (二) 接上題，請說明 Sm-149 之產生機制及移除機制，及為何產生此種反應度趨勢變化。(6 分)

三、一反應器於功率階 1000 MW_t 下運轉突然發生數根控制棒漂入(引進一負反應度 = -0.1 ΔK/K)，相關 6 群遲延中子資料如下：

Group	Decay constant $\lambda_i, \text{sec}^{-1}$	Energy keV	Yield, neutrons per fission	Fraction β_i
1	0.0124	250	0.00052	0.000215
2	0.0305	560	0.00346	0.001424
3	0.111	405	0.00310	0.001274
4	0.301	450	0.00624	0.002568
5	1.14	-	0.00182	0.000748
6	3.01	-	0.00066	0.000273
Total yield : 0.0158 Total delayed fraction(β) : 0.0065				

- (一) 請說明急停 10 分鐘後，其功率衰變週期約為多少秒，並說明原因。(6 分)
- (二) 請計算跳機後 10 分鐘後之功率。(4 分)

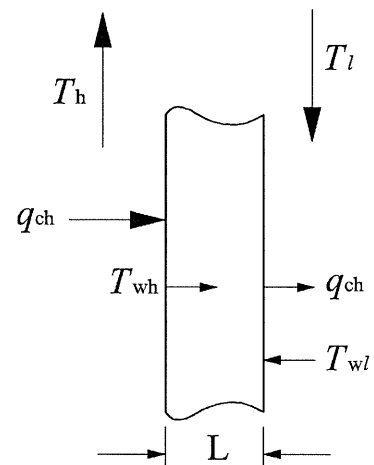
四、已知 $1 \text{ 中子}/\text{cm}^2$ 之中子通量會對工作人員造成 1.5×10^{-6} 微西弗的全身輻射劑量，工作人員每日劑量限值為 600 微西弗，若該區域之中子通量率為 $4 \times 10^4 \text{ cm}^{-2}\text{s}^{-1}$ ，某線性衰減中子屏蔽之巨觀移除截面 (\sum_t ，Macroscopic removal cross section) 為 1.2 cm^{-1} ，請問需加設至少多厚的中子屏蔽，該工作人員才能在該區域工作 8 小時而不致超出每日劑量限值(不考慮增建因數，計算至小數點後第 3 位)? (10 分)

五、濃縮廠進料鈾質量為 MF，濃縮度為 XF，濃縮後相對為 MP 及 XP，尾料為 MT 及 XT。濃縮廠每濃縮一公斤需收美金 150 元，其分離功公式為 $\text{SWU} = \text{MP}[V(\text{XP}) - V(\text{XT})] - \text{MF}[V(\text{XF}) - V(\text{XT})]$ ，其中 $V(X) = (1 - 2X) \ln[(1 - X)/X]$ ，如果一個發電量為 650 MWe 之電廠，每 18 個月運轉需更換 100 束平均重量 178 公斤，濃縮度 4.0 % 之燃料(UO_2)，試問

- (一) 請利用已知 XF、XP 及 XT 找出 MF 與 MP 之關係式(質量無損失)。(4 分)
- (二) 該電廠每次運轉需要交多少天然鈾料給濃縮廠($\text{XT} = 0.002$)。(3 分)
- (三) 需支付多少美金給濃縮廠。(3 分)

六、如下右【圖 1】，其左邊之流體為 800°C 的空氣，右邊之流體為 80°C 的水。壁的厚度為 30 公分，且具有 $0.5 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ 的熱傳導係數。左手邊的對流係數為 $100 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ ，而右手邊的對流係數為 $1000 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ 。請計算

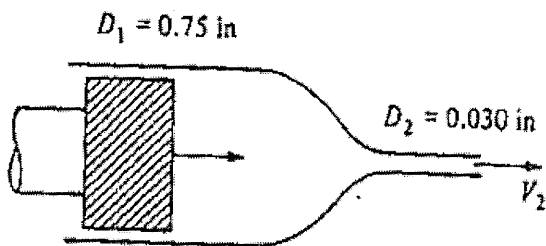
- (一) (1) 整個迴路的熱阻抗。(2 分)
- (2) 熱流量。(2 分)
- (3) 左壁(T_{wh})、右壁(T_{wl})的溫度。(4 分)
- (二) 一只 75 W 燈泡，可視為一黑體輻射進入 60°C 的黑周圍，燈絲直徑 0.2 mm，而長度為 1 公分。若只考慮輻射，試決定燈絲溫度。(波茲曼常數 $\sigma = 5.67 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2\cdot\text{K}^4$) (2 分)



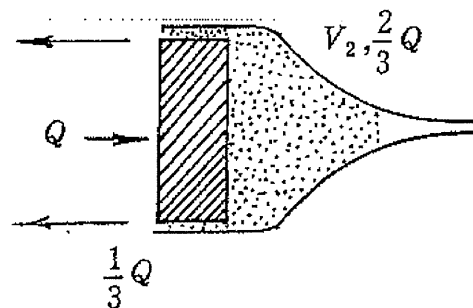
【圖 1】

七、如下左【圖 2】，推左側活塞將某液體以 0.8 in/sec 穩定推進

- (一) 假設活塞無間隙，求 V_2 (出口速度)(以 ft/sec 表示)。(4 分)



【圖 2】



【圖 3】

- (二) 如上右【圖 3】，假設活塞有間隙(活塞直徑為 0.746 in)，推活塞往右時會有 $1/3$ 流量回流至活塞左方，請計算 V_2 及 V_3 (回流速度)(以 ft/sec 表示)。(6 分)

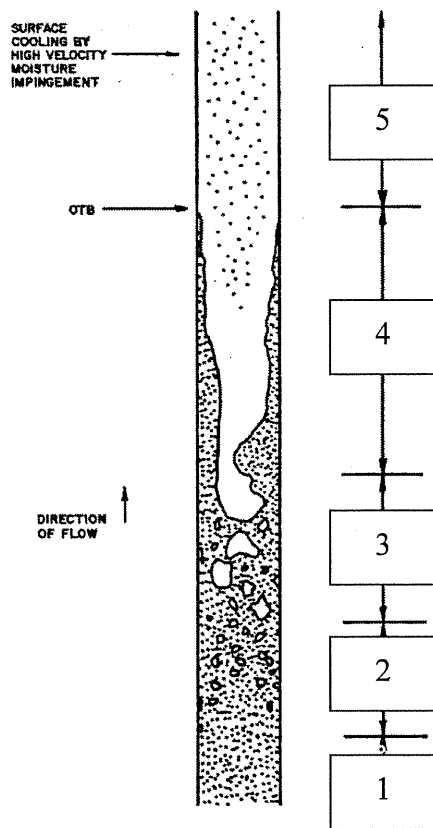
八、請說明何謂乾度(χ)及空泡係數(α) (各 2 分, 共 4 分), 並推導差速比為 1 ($S=1$) 中兩者之關係式($\alpha=?$, 請用 ν_f , ν_g , χ 表示) (4 分)。1005 psig 的汽水混和體, 其 $\nu_f = 0.021661$, $\nu_g = 0.4362$, 若 $\chi = 0.143$, 則求 α 。(2 分)

九、請計算下列子題:

(一)反應爐功率步階(step)增加導致燃料護套表面溫度從 560°F 增加至 590°F (最後的穩態溫度)。燃料熱時間常數(thermal time constant)為 6 秒。請問在功率變化 6 秒後, 燃料護套的大約溫度? (5 分)

(二)沸水式反應爐停爐時具有下列參數值: 冷卻水溫(T_{coolant}) = 320°F 燃料中心溫度($T_{\text{fuel centerline}}$) = 780°F 。爐心壽命末期, 若燃料對冷卻水之總熱傳導係數增加一倍, 則相同條件下的燃料中央溫度約為多少? (5 分)

十、如下【圖 4】，請說明 5 個區域 BWR 之流譜(Flow Patterns)。(各 2 分, 共 10 分)



【圖 4】