

經濟部所屬事業機構 103 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

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 6 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. 試題須隨答案卷(卡)繳回。
6. 考試時間：120 分鐘。

一、請回答以下問題：

(一)(1)何謂次臨界增殖(Subcritical Multiplication)? (2分)

(2)請推導反應爐在次臨界達平衡狀態下，最大中子通量(N_{max})、中子源(S_0)及有效增殖因數(K_{eff})的關係。(3分)

(二)(1)請說明何謂中子毒素？並請列舉沸水式反應器內之中子毒素的種類。(2分)

(2)請說明 Xe-135 及 Sm-149 在沸水式反應器內之產生與移除機制。(4分)

(三)(1)請說明何謂都卜勒擴張(Doppler Broadening)。(2分)

(2)說明都卜勒效應(Doppler Effect)於爐心壽命初期(BOC)、中期(MOC)及末期(EOC)，哪一時期的效應最強，請說明其原因。(2分)

二、請回答有關沸水式反應爐反應度係數的問題：

(一)請說明何謂反應度係數？並列出主要的反應度係數。(5分)

(二)請說明反應爐在 75 %熱功率運轉時，發生下列狀況，那一個反應度係數最先作用？如何作用？

(1)增加反應爐爐心再循環水流量。(3分)

(2)抽出控制棒。(3分)

(3)一只反應爐主蒸汽管隔離閥突然關閉。(3分)

(4)一串高壓飼水加熱器隔離。(3分)

(5)一只反應爐安全釋壓閥(Safety Relief Valve, SRV)突然打開。(3分)

三、(一)請說明沸水式反應爐之停機餘裕。(3分)

(二)一沸水式反應爐核心之停機餘裕為 $1.2\% \Delta K/K$ ，最強控制棒之本領為 $3.8\% \Delta K/K$ ，若控制棒全入時其中子通量讀數為 N_0 ，請估計需抽棒加入多少反應度後，中子通量讀數會上升達 5 倍 N_0 ？(請計算至小數點後三位，以下四捨五入)(9分)

(三)中子通量讀數達 5 倍 N_0 時，反應爐核心之反應度為多少？停機餘裕又為多少？(請計算至小數點後三位，以下四捨五入)(3分)

四、一反應器爐心由長 12 呎、直徑 0.4 吋之燃料棒排列組合而成。該反應爐運轉於額定熱功率 3,500 MW，且所計算得之最大熱通量(Maximum calculated heat flux)為 $379,000 \text{ Btu/hr-ft}^2$ ，整體熱通道因數(overall hot channel factor)為 2.7。試計算下列各項：(1 W = 3.412 Btu/hr；計算至整數位即可，以下四捨五入)

(一)爐心內所有燃料棒之總熱傳面積(10分)

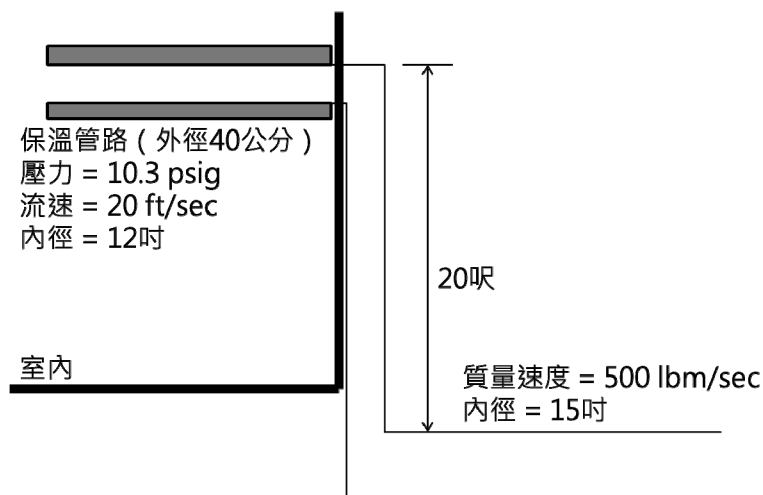
(二)爐心內所有燃料棒之總數(5分)

(三)假設 DNB Ratio 值為 2.0，請計算燃料棒實際熱通量值恰為平均熱通量時之臨界熱通量為何？(5分)

五、【圖一】所示為某一水流以 20 ft/sec 之速度和 10.3 psig 之壓力，流經內徑 12 吋之水平管路(其保溫層外徑約為 40 公分，表面溫度為 50°C ，表面輻射率為 0.8，室內空氣與環境的溫度均為 30°C)，轉彎向下達 20 呎，然後再次保持水平且內徑增加為 15 吋。試計算下列各項：(已知水的密度為 62.4 lbm/ft^3 ，Stefan-Boltzman 常數 $\sigma=5.67 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2\text{K}^4$ ，不考慮摩擦力損耗；計算至小數點下一位，以下四捨五入)

(一)假設最後質量速度為 500 lbm/sec，則最後水流壓力為多少 psia？(5分)

(二)假設空氣自然對流的熱傳遞係數為 $4 \text{ W/m}^2\text{K}$ ，試計算室內具保溫管路之單位長度熱損失。(5分)



【圖一】管路示意圖

六、具有飼水加熱器(feedwater heater)之再生朗肯循環(regenerative Rankine cycle)中，水蒸汽在 4 MPa、400°C 的狀況下進入汽輪機，以等熵(entropy)膨脹至中間壓力 800 kPa 後，有部分水蒸汽從汽輪機內抽出與飼水混合，在 800 kPa 壓力下熱交換成飽和液體，而另外一個泵將此飽和液體加壓至 4 Mpa 後再運送到蒸汽產生器。未被抽出之水蒸汽在汽輪機內繼續膨脹至 50 kPa，請回答下列問題： $(h_{fg} = 2305.4 \text{ kJ/kg}, s_{fg} = 6.5029 \text{ kJ/kg-K})$ ，其餘各狀態點的性質請參考附表；計算至小數點下一位，以下四捨五入)

狀態點	溫度 (T, °C)	壓力 (P, kPa)	焓 (h, kJ/kg)	熵 (s, kJ/kg-K)	比容 (v, m ³ /kg)
1	81.33	50	340.49	1.0910	0.00103
2	81.51	800	341.26	1.0910	
3	170.43	800	721.11	2.0462	0.001115
4	171.28	4000	724.68		
5	400	4000	3213.6	6.7690	
6	191	800	2817.8		
7	81.33	50			

(一)請繪出此一循環之溫度-熵(T-S)圖 (5分)

(二)汽輪機出口蒸汽的焓值(enthalpy) (10分)

(三)此一循環之熱效率為多少%? (5分)