

行政院原子能委員會

103年第二次沸水式反應器運轉人員

執照測驗

第一階段基本原理筆試試題

姓名：

(本試卷計有選擇題 50 題，每題 2 分，共 100 分)

103 年 12 月 19 日 (星期五) 上午九時至十二時

103 年第二次動力用沸水式核子反應器運轉人員執照測驗

第一階段基本原理筆試試題

1. 下列何者為描述典型的球形閥的節流特性？
 - A. 閥盤打開過程的前三分之一會導致大約三分之一的全流量。
 - B. 閥盤打開過程的前三分之一所增加的流量小於過程的後三分之一。
 - C. 閥盤打開過程的前三分之一所增加的流量大於過程的後三分之一。
 - D. 閥盤打開過程的前三分之二所增加的流量大約等於過程的後三分之一。
2. 一名運轉員試圖關閉一全開的直立手動閘閥，以便將冷卻水系統上的一已經冷卻的泵隔離，以便進行維修。然而，該運轉員無法朝關閉方向轉動手輪。
下列何者會導致此現象？
 - A. 在閥盤下方產生液鎖(hydraulic lock)
 - B. 在閥盤與迫緊格蘭(Packing Gland)間的閥蓋產生液鎖
 - C. 閥盤的兩瓣膨脹而卡住閥座(Valve Seat)
 - D. 閥桿與閥蓋(Bonnet)間的熱收縮不一致，導致閥盤卡住上密封
3. 下列何者描述反應爐壓力槽安全閥的運作方式？
 - A. 當反應爐壓力降至夠低，使重力和彈簧張力大於施加在主閥盤上的爐壓時，打開的安全閥就會關上。
 - B. 當嚮導閥(Pilot Valve)偵測到爐壓降低並將主閥盤上的反應爐壓力隔離時，打開的安全閥就會關上。
 - C. 當爐壓達到舉離的設定值時，安全閥開始打開，並調整至與爐壓成正比的位置。
 - D. 當爐壓達到舉離的設定值時，一嚮導閥會關上，在主閥盤上產生差壓(ΔP)，使之大於重力與彈簧張力，因而打開安全閥。
4. 一離心泵從一含 60°F ，儲水 100,000 加侖水之通氣圓柱形儲存槽底部取水。泵入口處的壓力計指示值為 40 psig。在其後幾天當中，儲存槽溫度上升到 160°F ，而儲存槽水位沒有變化，同時泵進水管沒有水頭損失。
下列何者是目前泵入口處的大約壓力？
 - A. 38.9 psig
 - B. 39.1 psig
 - C. 39.4 psig

D. 39.8 psig

5. 一差壓計與孔口板(orifice plate)配合使用以量測流經管路的水流量。當流量計在前次校正時，觀察到以下參數：

上游壓力：135psig

下游壓力：120psig

實際流量：100gpm

流量指示：100gpm

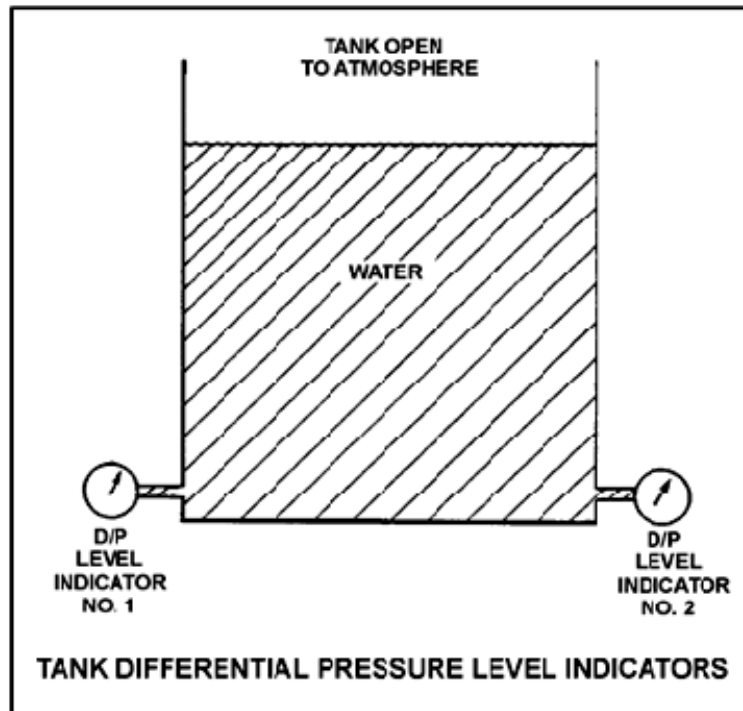
於前次校正之後孔口產生嚴重沖蝕，以至於實際流經孔口的流量增加到 120gpm，而上游與下游壓力分別變為 124 psig 與 109psig。

則目前所指示的流量約為下列何者？

- A. 44 gpm
- B. 67 gpm
- C. 100 gpm
- D. 120 gpm

6. 參考配有二差壓液位計之儲水槽圖示（見下圖）。液位計 1 校正於 180°F，液位計 2 校正於 120°F。如果槽中水溫為 150°F，則

- A. 液位計 1 較液位計 2 會有較大讀數，並且大於實際液位
- B. 液位計 1 較液位計 2 會有較大讀數，並且小於實際液位
- C. 液位計 2 較液位計 1 會有較大讀數，並且大於實際液位
- D. 液位計 2 較液位計 1 會有較大讀數，並且小於實際液位



7. 一充氣式輻射偵檢器在離子腔區運作，並暴露於一固定之伽瑪輻射場中。若所施加電壓減小，但是仍維持在該區中，則離子收集速率將會
- A. 維持大約相同，因為所有的一次離子繼續被收集，而基本上沒有二次游離發生
 - B. 維持大約相同，因為偵檢器在離子腔區運作之特徵為偵檢器氣體的完全離子化
 - C. 減小，因為當偵檢器電壓下降時，在偵檢器中所發生的一次游離較少
 - D. 減小，因為當偵檢器電壓下降時，在偵檢器中所發生的二次游離較少
8. 緊急柴油發電機 (D/G) 是連接至緊急匯流排(bus)的唯一電力來源，D/G的調速器會直接感應D/G的____然後會直接調整D/G的____流量以維持相對穩定的D/G頻率。
- A. 負載；空氣
 - B. 負載；燃料
 - C. 速率；空氣
 - D. 速率；燃料
9. 下列何者描述正向控制比例—積分控制器在自動模式時，對於控制參數高於設定值的反應？
- A 控制器會產生持續增強的輸出訊號，直到控制參數等於控制器設定值，然後輸出訊號便保持穩定。
 - B 控制器產生的輸出訊號會與控制參數和設定值之間的差成正比。
 - C 控制器會產生持續增強的輸出訊號，直到控制參數等於控制器設定值，然後輸出訊號便變成零。
 - D 控制器產生的輸出訊號會與控制參數的改變率成正比。
10. 針對用以預防正排量泵(Positive displacement pump)與相關管線超出設計壓力之釋放閥適當位置，下列何者敘述正確？
- A. 在泵注水管線上位於注水隔離閥的上游
 - B. 在泵注水管線上位於注水隔離閥的下游
 - C. 在泵進水管線上位於進水隔離閥的上游
 - D. 在泵進水管線上位於進水隔離閥的下游
11. 多轉速離心水泵以 3000 gpm 的流量運轉。若轉速由 3,600 rpm 降低到

- 2,400 rpm，則流量將變為多少？
- A. 1,000 gpm
 - B. 1,500 gpm
 - C. 2,000 gpm
 - D. 2,500 gpm
12. 在啟動大型離心泵時，下列何者為正確的泵注水閥位置，及其原因？
- A. 出口閥完全打開，以降低馬達運轉在啟動電流的時間(duration)
 - B. 節流出口閥，以降低馬達運轉在啟動電流的時間(duration)
 - C. 出口閥完全打開，以確保充足的泵淨正吸水頭
 - D. 節流出口閥，以確保充足的泵淨正吸水頭
13. 以下為用交流馬達驅動的變速離心水泵初始狀況：
- 水泵轉速=400 rpm
馬達電流= 40 amps
水泵水頭= 60 psid
- 如果水泵轉速增加到 1,600 rpm，新的水泵水頭為何？
- A. 240 psid
 - B. 480 psid
 - C. 960 psid
 - D. 1,440 psid
14. 對於一普通交流感應馬達，下列何者會導致起動電流較運轉電流為大？
- A. 轉子並未產生出最大感應電流，直到達成同步速度為止。
 - B. 在馬達起動後，電阻被加入電路中以限制運轉電流
 - C. 起動電流大乃為初期建立一旋轉磁場所需
 - D. 轉子場在定子中感應出一與轉子轉速成正比之反相電壓
15. 一主發電機連接於一無限電力網上，指示讀數如下
- 100 MWe
0 MVAR
2,900 安培
20,000 V 交流電
- 若主發電機激磁下降，則安培數將會_____，而 MWe 將會_____
- A. 減小；減小
 - B. 增加；減小

- C. 減小；維持不變
- D. 增加；維持不變

16. 一主汽輪發電機運轉至 80% 負載，潤滑油熱交換器冷卻水和潤滑油溫度的起始穩定狀態如下列。

$$T_{oil\ in} = 174^{\circ}F$$

$$T_{oil\ out} = 114^{\circ}F$$

$$T_{water\ in} = 85^{\circ}F$$

$$T_{water\ out} = 115^{\circ}F$$

六個月後，觀察到熱交換器的目前穩態溫度如下列：

$$T_{oil\ in} = 177^{\circ}F$$

$$T_{oil\ out} = 111^{\circ}F$$

$$T_{water\ in} = 85^{\circ}F$$

$$T_{water\ out} = 115^{\circ}F$$

假設熱交換器總熱傳導係數和冷卻水流量都沒有改變，冷卻水和潤滑油的比熱也沒有改變。再假設潤滑油系統為封閉系統。

下列何者可能為導致熱交換器起始和目前穩態溫度不同的原因？

- A. 主汽輪發電機目前的負載比起始負載低。
- B. 主汽輪發電機目前的負載比起始負載高。
- C. 主汽機目前的潤滑油流量比起始流量小。
- D. 主汽機目前的潤滑油流量比起始流量大。

17. 下列何項改變將會提高冷凝器熱井中冷凝水的次冷度？

- A. 降低循環水流量
- B. 提高循環水溫度
- C. 降低主汽輪發電機的 MW 負載
- D. 隔離冷凝器循環水系統中的一串熱交換器

18. 流進熱交換器的冷卻水容積流量為 500gpm。

給定下列條件：

流進和流出熱交換器的冷卻水壓為 10psig。

冷卻水的進口溫度為 90°F。

冷卻水的出口溫度為 160°F。

熱交換器的進口、出口管路直徑相同。

流出熱交換器的冷卻水容積流量大約為多少？

- A. 496 gpm
- B. 500 gpm

- C. 504 gpm
- D. 509 gpm

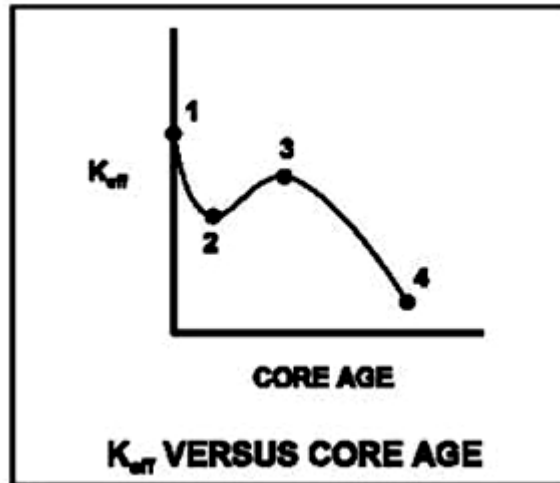
19. 若離子交換器之除污係數因子為 25，則通過此離子交換器之水中離子雜質移除百分率為
- A. 98%
 - B. 96%
 - C. 75%
 - D. 50%
20. 在 50% 流量下，冷凝水除礦器差壓量測指示為 9 psid。在其後兩天中電廠功率發生變化，而使得冷凝水流量在 10% 與 100% 間產生波動。在功率變化時，下列何種冷凝水流量與除礦器差壓的數據組合，表示除礦器中可檢測到腐蝕產物累積量增加
- | 冷凝水流量 | 除礦器差壓(psid) |
|---------|-------------|
| A. 10% | 0.3 |
| B. 25% | 3.3 |
| C. 75% | 20.3 |
| D. 100% | 35.3 |
21. 當 4.16kV 系統饋線斷路器不明原因發生跳脫 (trip) 時，運轉員未查明跳脫原因，在短時間內連續投入 (close)，導致斷路器_____。
- A. 連續投入，可能造成操作機構受損。
 - B. 連續投入，可能造成斷路器接觸不良。
 - C. 絕緣能力未恢復，可能造成接觸子熔毀。
 - D. 啟斷故障電流能力，仍維持不變。
22. 在緊急柴油發電機供電給緊要的匯流排之前，將匯流排上的緊急負載隔離的主要原因是為了預防
- A. 發電機過電流
 - B. 負載端過電流
 - C. 發電機頻率過低
 - D. 負載端頻率過低
23. 比較同一分裂中生成的遲延中子和瞬發中子，瞬發中子比較可能_____。
- A. 被 Xe-135 捕獲

- B. 會導致 U-235 熱分裂
C. 會在減能時從爐心外洩
D. 在 1 eV 到 1000 eV 的共振能量之間被 U-238 捕獲
24. 同一爐心在不同階段時會有不同的臨界棒位與再循環流量的組合。下列何種組合使得反應器運轉在 50% 的功率下具有最大的過反應度？
控制棒位置 反應器再循環流量
- A. 25% 棒密度； 75%
B. 50% 棒密度； 50%
C. 25% 棒密度； 50%
D. 50% 棒密度； 75%
25. 下列何者正確地描述了各項影響反應爐週期參數之行為？
- A. 功率上升暫態時，有效衰變常數 (λ) 值趨向於較小值
B. 功率下降暫態時，短半衰期遲延中子母核衰變效應較為顯著
C. 爐心燃耗後，爐心遲延中子分數 (β) 值主要由 U-235 及 Pu-239 所支配而逐降
D. 反應爐週期與所加入之反應度大小有關，而與反應度變化率無關
26. 一反應器於 70% 功率下運轉。下列何者將會使得燃料溫度係數的負值減小？（只考慮下列各參數變化的直接效應。）
- A. 在爐心中增加 Pu-240 的含量
B. 提高緩和劑溫度
C. 提高燃料溫度
D. 提高空泡分率
27. 在一欠緩和 (undermoderated) 反應器爐心中，下列何者正確地描述了緩和劑溫度增加對整體爐心反應度的效應？
- A. 會加入負反應度，因為更多的中子在減速時將會被 U-238 在共振能量下吸收
B. 會加入負反應度，因為更多的中子在減速時將會被緩和劑捕獲
C. 會加入正反應度，因為較少的中子在減速時將會被 U-238 在共振能量下吸收
D. 會加入正反應度，因為較少的中子在減速時將會被緩和劑捕獲
28. 下列何者正確地描述了爐心參數變化對於控制棒本領 (CRW) 之影響？
- A. 當緩和劑溫度升高時，因密度降低，熱中子擴散長度 L 增加，CRW

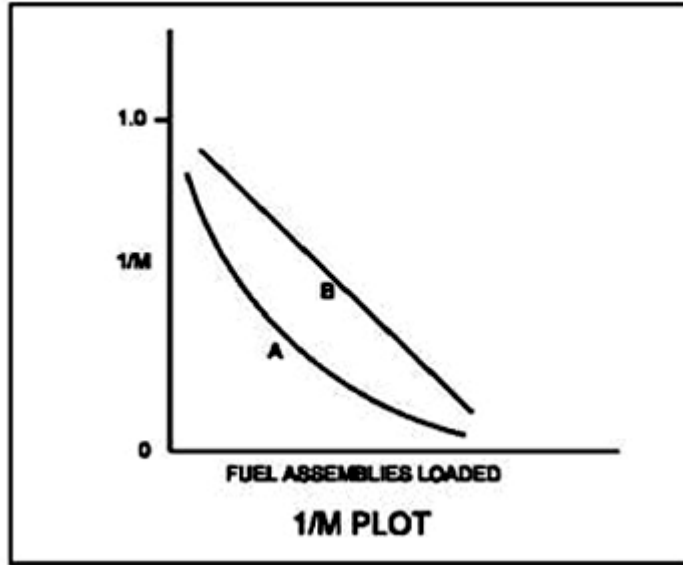
增大

- B. 當空泡含量增加時，因緩和作用之緩和劑相對減少，CRW 增大
- C. 當燃料溫度增高時，因共振吸收效應影響，CRW 減少
- D. 當接近爐心壽命末期時，因控制棒陰影影響減少，CRW 增大

29. 一反應器在爐心壽命初期啟動時，於加熱階段起始點處穩定運轉。反應器壓力穩定於 600psig，同時主蒸汽隔離閥關閉（沒有蒸汽自反應器流出）。若控制棒被手動插入 5 秒，反應器並未急停，當狀況穩定時，反應器功率將會_____，而反應器壓力將會_____。
- A. 處於加熱階段起始點；600psig
 - B. 處於加熱階段起始點；小於 600psig
 - C. 小於加熱階段起始點；600psig
 - D. 小於加熱階段起始點；小於 600psig
30. 一反應器於全功率下運轉數週。直接產生 Xe-135 成為分裂產物約佔總分裂的_____。
- A. 100%
 - B. 30%
 - C. 3%
 - D. 0.3%
31. 對於運轉中反應器爐心之熱中子吸收，下列何者具有最大之微觀截面？
- A. U-235
 - B. B-10
 - C. Sm-149
 - D. Xe-135
32. 參考運轉中反應爐的 Keff 對爐心壽命曲線圖（見下圖）。該反應爐以 100% 功率運轉了幾個星期，目前的運轉處於曲線上點 2 到點 3 之間。假設反應爐再循環流量維持不變，要保持反應爐以 100% 功率運轉一直到點 3，需要那一種控制棒操作方式？
- A. 整段期間均抽出
 - B. 先抽出，再插入
 - C. 整段期間均插入
 - D. 先插入，再抽出

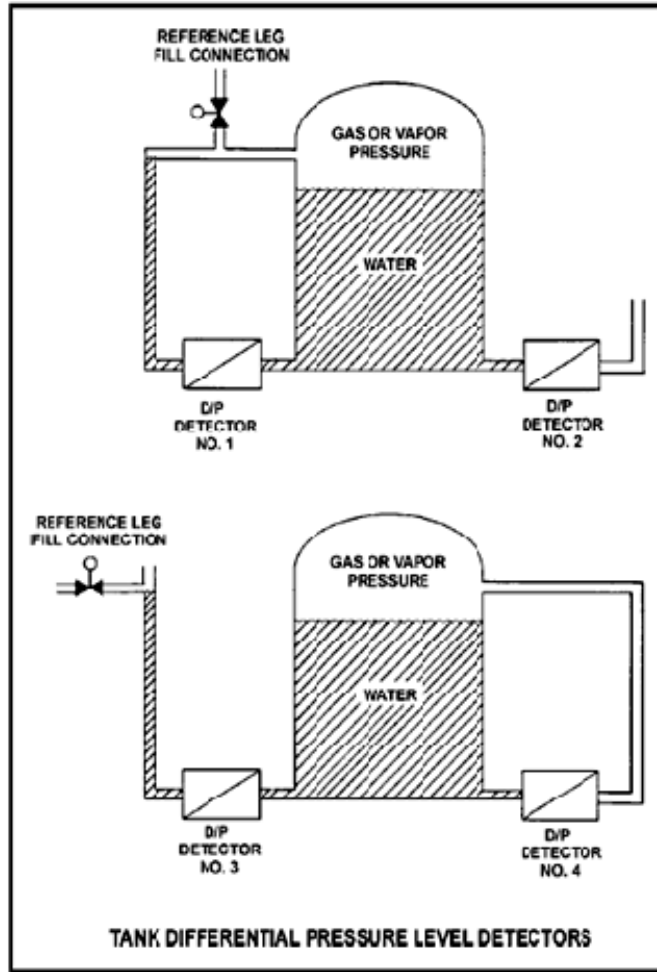


33. 一處於燃料循環週期中期的反應爐進行啟動。此反應爐在正常溫度壓力下運轉。主蒸汽隔離閥開啟，而主汽機旁通閥關閉。此反應爐接近臨界，反應爐週期穩定於無限大，此時突然間，汽機旁通閥因故障無法開啟而卡在開啟位置，將蒸汽排入主冷凝器；運轉員立即確認無控制動作正在進行，並且未採取額外動作。假設反應爐水位維持穩定，反應爐並未急停，同時沒有其他保護動作發生。因閥失效而產生的結果，反應爐週期將會先變成_____；而反應爐功率將會_____加熱點處達到穩定。
- 正值；在
 - 正值；在高於
 - 負值，但是很快會反轉；在
 - 負值，但是很快會反轉；在高於
34. 參考具有曲線 A 與 B 之 $1/M$ 圖（見下圖）。假設兩座標軸均為線性單位。與燃料填換晚期相比較，若在燃料填換初期每個燃料元件的裝填，造成源階計數率較_____比例的改變，則會得到曲線 A；若每個燃料元件包含相等之_____，則會得到曲線 B。
- 小；燃料濃縮度
 - 小；反應度
 - 大；燃料濃縮度
 - 大；反應度



35. 一反應爐於啟動加壓加熱過程中在加熱起始點達到穩定，反應爐冷卻水溫度為 160°F 。控制棒被抽出幾節，以提高反應爐功率並建立一加熱率。假設沒有爐心空泡發生。若無進一步抽出控制棒，則反應爐功率將會
- 維持穩定，直到空泡開始發生
 - 增加，直到控制棒被重新插入
 - 減小，並且在次臨界功率達到穩定
 - 減小，並且在加熱起始點達到穩定
36. 若一反應爐只利用控制棒提升功率，則下列何者將導致由空泡係數所生之最大負反應度回饋？
- 在爐心壽命初期，空泡比從 5% 增加至 10%
 - 在爐心壽命末期，空泡比從 5% 增加至 10%
 - 在爐心壽命初期，空泡比從 40% 增加至 45%
 - 在爐心壽命末期，空泡比從 40% 增加至 45%
37. 參考四個相同的水槽差壓水位偵測器圖（見下圖）。水槽相同且目前都處於 2 psig 的過壓， 60°F ，和相同固定的水位。它們都位於保持在大氣壓力的密閉建物內。所有的水位偵測器都校準過，且都指示相同的水位。通風設備異常使得密閉建物的壓力降到 12 psia。哪幾個水位偵測器指示的水位最低？
- 1 和 2
 - 3 和 4

- C. 1 和 4
- D. 2 和 3



38. 一個 100 ft^3 的容器裝有 $1,000 \text{ psia}$ 的飽和水—蒸汽混合物。水佔了 30 ft^3 ，蒸汽佔了 70 ft^3 。容器內的混合物總質量約為多少？
- A. 1,547 lbm
 - B. 2,612 lbm
 - C. 3,310 lbm
 - D. 4,245 lbm
39. 運轉於 28 inch Hg 真空的冷凝器中的冷凝水溫度為 92°F ，則冷凝水次冷度(condensate depression)大約為多少？
- A. 小於 2°F
 - B. 3°F 到 5°F
 - C. 6°F 到 8°F
 - D. 9°F 到 11°F

40. 當核能電廠運轉在 85% 功率時，發生高壓飼水加熱器的抽汽被隔離，主渦輪發電機輸出 (MWe) 一開始會受到何種影響？（假設運轉員沒有動作，反應爐保護設備也沒有起動。）
- MWe 提高，因為電廠效能提高。
 - MWe 降低，因為電廠效能降低。
 - MWe 提高，因為通過汽機的總蒸汽流量增加。
 - MWe 降低，因為通過汽機的總蒸汽流量降低。
41. 兩相同之離心泵與兩相同之正排量泵在一通氣儲水槽取水，並且提供補給水給一冷卻水系統。這些泵能夠交互連結提供多重組態。在單一泵排列 (alignment) 中，每一泵將會在系統壓力 1000 psig 下提供 100 gpm。根據下列資料：
- 離心泵
關斷水頭: 1500 psig
最大設計壓力: 2000 psig
- 正排量泵
最大設計壓力: 2000 psig
- 若系統壓力為 1700 psig，則下列何種泵組態將會提供最低的補給水流量？
- 兩離心泵串聯
 - 兩離心泵併聯
 - 一正排量泵與一離心泵串聯（離心泵供水至正排量泵）
 - 一正排量泵與一離心泵併聯
42. 將一地面水池之水以泵浦傳送至 50 呎高處之開放式水槽，水管內徑為 6 吋，泵之出口水頭為 55 呎，總摩擦水頭損失為 3 呎，請問傳送水量約為多少？（水密度為 62.4 lbm/ft^3 ， $1 \text{ ft}^3 = 7.481 \text{ gal}$ ， $1 \text{ g} = 32.2 \text{ ft/sec}^2$ ）
- 950.5 gpm
 - 1000.5 gpm
 - 1050.5 gpm
 - 1100.5 gpm
43. 有一冷凝器接受在 2 psia 及乾度 70% 的蒸汽流量 $2 \times 10^5 \text{ lbm/hr}$ ，冷凝水離開冷凝器為 2 psia 的飽和水，冷凝器的冷卻水進出口溫度各為 70°F 及 80°F ，請問冷卻水的流量約為多少？
- $1.43 \times 10^7 \text{ lbm/hr}$

- B. 1.79×10^7 lbm/hr
C. 2.86×10^7 lbm/hr
D. 3.22×10^7 lbm/hr
44. 蒸汽於 985 psig 與 1171 Btu/lb 下離開旋風(cyclone)分離器，其乾度為何？(答案四捨五入至整數)
A. 96%
B. 97%
C. 98%
D. 99%
45. 反應爐 A 與 B 完全相同。反應爐 A 在 75% 功率下運轉，而反應爐 B 在 50% 功率下運轉，其中子通量軸向與徑向峰值發生在兩爐心的中心，通過兩爐心之再循環流量相同。與反應爐 A 之中央燃料束相比，反應爐 B 之中央燃料束有_____的臨界功率，與_____之冷卻水流量。
A. 較低；較低
B. 較低；較高
C. 較高；較低
D. 較高；較高
46. 若次冷反應爐冷卻水進入冷卻水通道，並以過熱蒸汽(superheated steam)離開，則燃料棒從底到頂之對流熱傳導係數之變化狀況為何？
A. 連續增加
B. 先增加，然後減小
C. 連續減小
D. 先減小，然後增加
47. 反應爐功率步階(step)增加導致燃料棒表面溫度從 555°F 增加至 585°F (最後的穩態溫度)。燃料熱時間常數(thermal time constant)為 6 秒。下列何者為在功率變化 6 秒後，燃料棒表面的大約溫度？
A. 574°F
B. 570°F
C. 567°F
D. 563°F
48. 當運轉在 75% 功率時，反應爐飼水溫度突然降低 10°F，臨界功率將會_____，而燃料束功率將會_____。(假設反應爐並未急停。)

- A. 增加；增加
- B. 減小；增加
- C. 增加；減小
- D. 減小；減小

49. 一 BWR 爐心含有 30,000 根燃料棒；每根燃料棒有效長度 12 英尺。爐心產生 1,800MW 之熱功率。若一節點之總尖峰因子為 1.6，則此節點所產生的最大局部單位長度功率密度為何？

- A. 4.0 kW/ft
- B. 6.0 kW/ft
- C. 8.0 kW/ft
- D. 10.0 kW/ft

50. 反應爐槽內壁總應力在冷卻時比加熱時大，此乃因為

- A. 在內壁上，加熱的熱應力彌補了內壓力產生的應力
- B. 內壓力產生的應力與冷卻時的熱應力，在內壁上都是張應力
- C. 在內壁相同位置上，冷卻時產生的熱張應力比內壓力產生的壓應力大
- D. 冷卻與加熱時在內壁上產生的應力都是張應力，但是冷卻時產生的應力較大

解答：

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
C	D	A	B	C	A	A	D	A	A	C	B	C	D	D	C	C	D	B	B	C	A	C	B	C
26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
C	A	A	B	D	D	C	D	D	D	C	C	A	C	C	B	B	A	B	D	B	A	A	C	B