

行政院原子能委員會

105年第一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)

105 年 5 月 4 日 (星期三) 上午九時至十二時

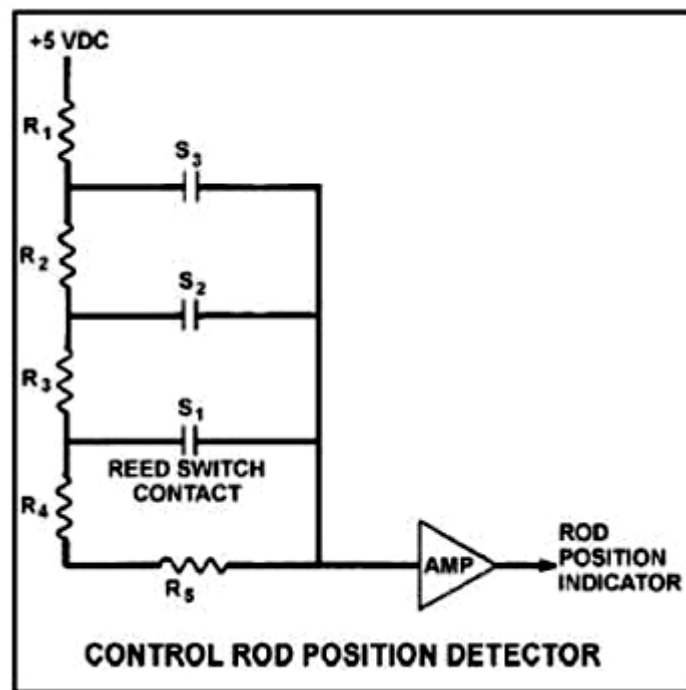
105 年第一次動力用沸水式核子反應器運轉人員執照測驗

第一階段基本原理筆試試題

1. 釋壓閥(Relief Valve)開始打開的壓力設定值與完全打開時的壓力差稱為...
 - A. 設定值偏差(Deviation)
 - B. 設定值公差(Tolerance)
 - C. 蓄壓(Accumulation)
 - D. 沖放(Blowdown)
2. 容器(Vessel)A 和容器 B 完全相同，但是容器 A 的過壓保護的裝置為安全閥，而容器 B 則為釋壓閥。安全閥和釋壓閥有相同的壓力設定值和設計流量。
在兩容器內以安全/釋壓閥設計流量的 50% 等速加入水，在容器內壓力達到兩閥設定值時，容器 A 的壓力會_____而容器 B 的壓力會_____。
 - A. 穩定在稍高於壓力設定值；穩定在稍高於壓力設定值
 - B. 穩定在稍高於壓力設定值；在壓力設定值上下幾個百分比內晃動
 - C. 在壓力設定值上下幾個百分比內晃動；穩定在稍高於壓力設定值
 - D. 在壓力設定值上下幾個百分比內晃動；在壓力設定值上下幾個百分比內晃動
3. 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. 在閘盤下方產生液鎖(hydraulic lock)
 - B. 在閘盤與迫緊迫緊格蘭(Packing Gland)間的閘蓋產生液鎖
 - C. 閘盤的兩瓣膨脹而卡住閘座(Valve Seat)
 - D. 閘桿與閘蓋(Bonnet)間的熱收縮不一致，導致閘盤卡住上密封
4. 一離心泵從一含 100°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

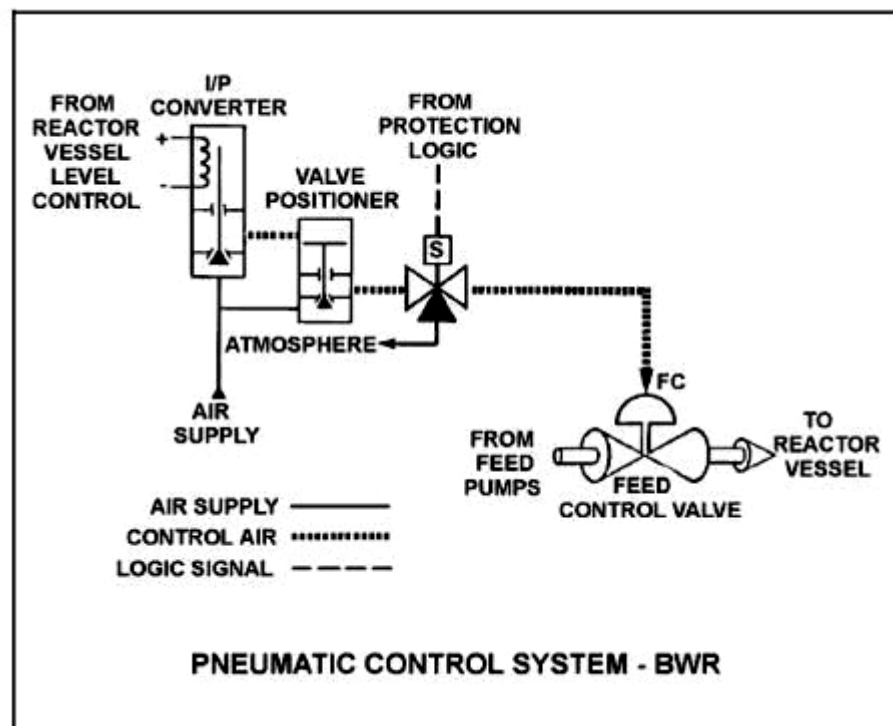
- B. 39.1 psig
- C. 39.4 psig
- D. 39.8 psig

5. 參考一控制棒位置感測電路之簡示圖（見下圖）。控制棒延伸軸（或驅動軸）上之磁極依序關閉垂直安裝於鄰近控制棒驅動殼(control rod drive housing)之各個磁簧開關。R1 處一固定之 +5V 直流電壓供應給電阻網路作為輸入。一控制棒開始時完全插入，使得所有的磁簧開關接觸開啟；其後此控制棒退回直到振簧開關接觸點 S1 關閉。與開始時電流相比較，在控制棒抽出後，流經電阻 R5 的電流將會_____，而此電阻網路流向放大器的輸出電流將會_____。
- A. 降低；升高
 - B. 降低；降低
 - C. 升高；升高
 - D. 升高；降低



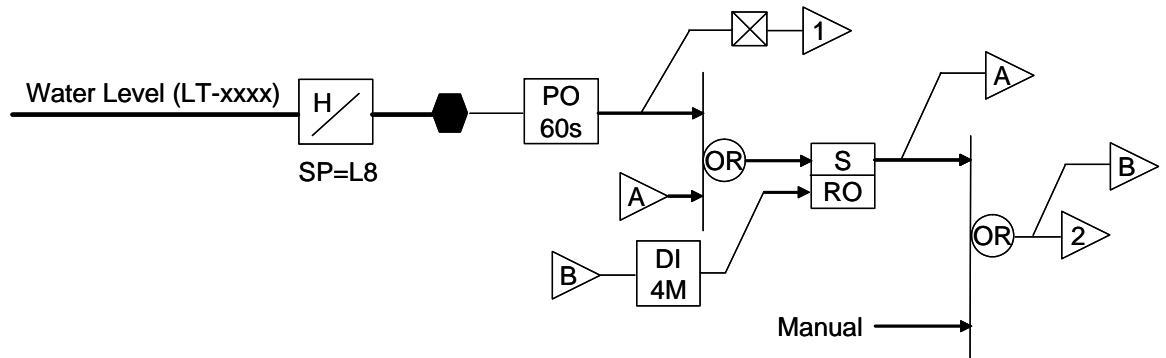
6. 如果由波登管(bourdon tube)所感測的壓力增加，則此偵檢器的曲率將會_____因為最大力乃施加在此偵檢器的_____曲線上。
- A. 增加；內
 - B. 減小；內
 - C. 增加；外
 - D. 減小；外

7. 離子腔輻射偵檢器暴露於一固定之伽瑪輻射場中。若所施加之電壓增加，但仍維持在離子腔區，則離子之累積速率將會
- 增加，因為在偵檢器內發生更多的二次游離
 - 維持大約相同，因為所有的一次離子在低電壓時便已經被收集
 - 增加，因為在到達電極之前，偵檢器內所發生的一次離子再結合較少
 - 維持大約相同，因為離子腔在飽和情況下運作
8. 參考氣壓控制系統(pneumatic control system)的圖(見下圖)。閥門定位器的目的是要做何種轉換？
- 將小控制氣壓成比例的轉換成較大氣壓，以調整閥門位置。
 - 將大控制氣壓成比例的轉換成較小氣壓，以調整閥門位置。
 - 將氣體壓力轉換成機械力，以調整閥門位置。
 - 將機械力轉換成氣體壓力，以調整閥門位置。

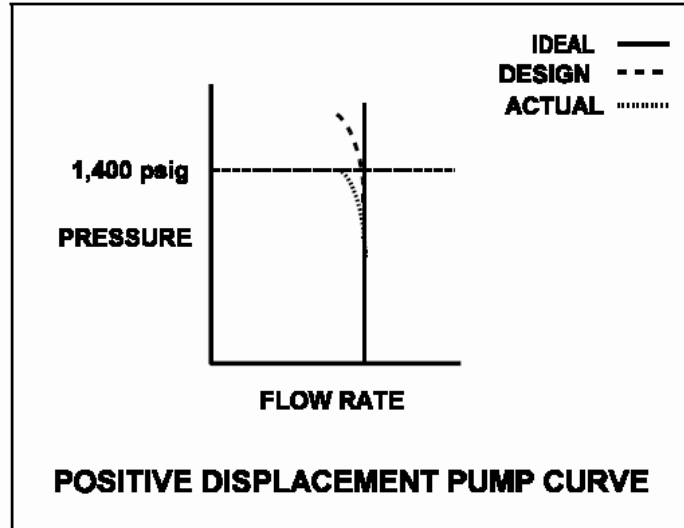


9. 參考某一水槽容器水位控制數位邏輯圖(見下圖)。當該水容器水位儀器因暫態於1秒內瞬間由正常水位上升超過L8後恢復正常，在沒有運轉員操作下，於4.5分鐘後，旗標1之輸出信號為____，而旗標2之輸出信號為____。
- 1; 1
 - 1; 0

- C. 0 ; 1
- D. 0 ; 0



10. 一交流馬達驅動離心泵在一冷卻水系統中於額定流量與壓力下運轉。泵出口管路產生破裂，導致泵背壓喪失。由於此破裂，泵將會在_____流量下運轉，而泵馬達將會吸取_____的電功率。
- A. 較高；較多
 - B. 較高；較少
 - C. 較低；較多
 - D. 較低；較少
11. 反應器冷媒管線之一段正使用正排量泵(Positive displacement pump)進行流體靜力檢測至 1,400psig。此 PDP 之理想、設計與實際運轉特性顯示如下圖。下列何者為導致設計與實際泵性能差異之原因？
- A. 泵可用的淨正進口水頭淨值減少到稍微超過必須的淨正進口水頭淨值
 - B. 泵可用的淨正進口水頭淨值減少到稍微低於必須的淨正進口水頭淨值
 - C. 泵注水管線上之釋放閥在設定點 1,400psig 無法開啟
 - D. 泵注水管線上之釋放閥在設定點 1,400psig 達到之前便開啟



12. 一離心泵以轉速 600rpm 及下列參數運轉：
 電流 = 100 安培
 泵水頭 = 50 psid
 泵流量 = 880gpm
 如果泵轉速增加使得馬達電流成為 640 安培，則泵水頭約為
- 93 psid
 - 126 psid
 - 173 psid
 - 320 psid
13. 如果在淨正吸水頭不足的狀況下操作正排量泵(positive displacement pump)，會發生什麼狀況？
- 滑移(slip)
 - 泵轉速降低
 - 水錘現象
 - 氣鎖現象(vapor binding)
14. 一冷卻水泵由一台三相感應馬達驅動，若突然一條電纜鬆脫（缺一相）時，則馬達輸出功率將
- 增加
 - 減少
 - 漸趨於零
 - 不變

15. 一柴油發電機正供應有效功率與無效功率給一連接於一無限電力網的電力匯流排，假設此柴油發電機與匯流排電壓不變，若此柴油發電機電壓調節器設定點稍微增加，則柴油發電機之有效功率將會_____，而柴油發電機之安培數將會_____。
- A. 維持不變；增加
 B. 維持不變；維持不變
 C. 增加；增加
 D. 增加；維持不變

16. 運轉中的潤滑油熱交換器圖（見下圖）。

給予下列起始參數：

冷卻水進口溫度(T_{cw-in}) = $75^{\circ}F$

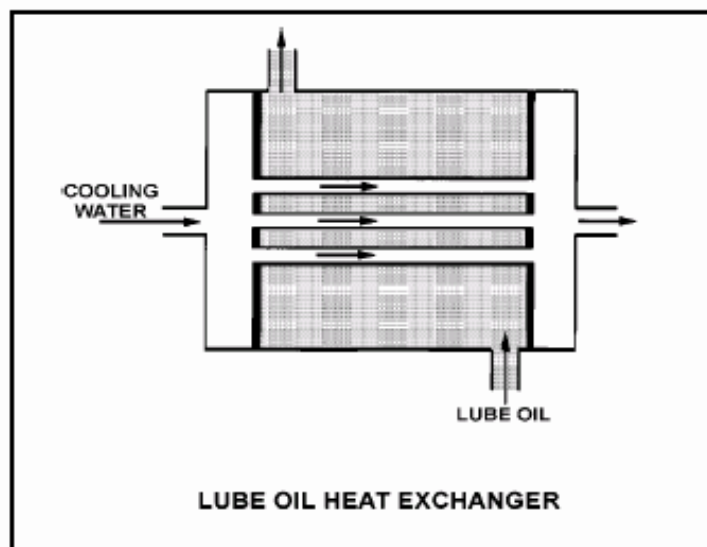
冷卻水出口溫度(T_{cw-out}) = $95^{\circ}F$

潤滑油進口溫度(T_{oil-in}) = $150^{\circ}F$

潤滑油出口溫度($T_{oil-out}$) = $120^{\circ}F$

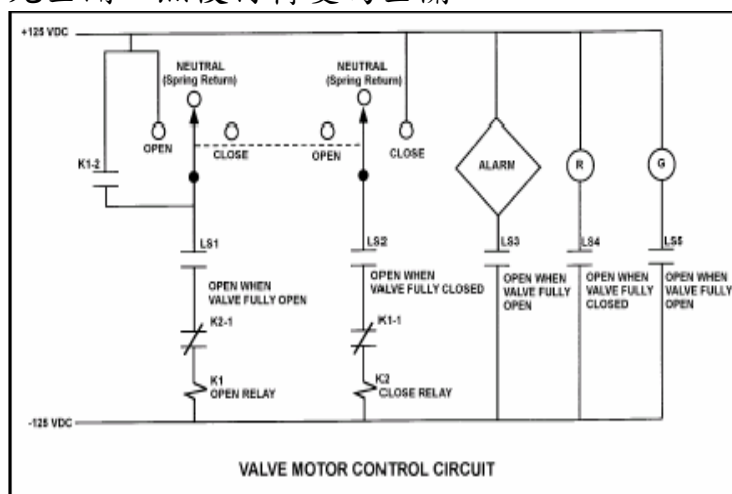
由於空氣進入該熱交換器，以致於有一些熱交換器水管未被水覆蓋，也因此讓 T_{cw-out} 低到 $91^{\circ}F$ 。假設進口溫度、流量以及兩種流體的比熱維持不變，下列何者為該熱交換器潤滑油的大約出口溫度($T_{oil-out}$)？

- A. $126^{\circ}F$
 B. $130^{\circ}F$
 C. $134^{\circ}F$
 D. $138^{\circ}F$



17. 反應爐正常運轉時，有一主冷凝器發生漏氣現象，導致真空度以每分鐘 1 英吋汞柱的速度降低。下列何者會因此狀況而增加（或提高）？
- 主冷凝器抽汽的流量
 - 冷凝器熱井溫度
 - 低壓汽機排汽的含水率
 - 蒸汽循環效率
18. 核能電廠以 100% 功率的穩定狀態運轉，此時發生空氣漏入現象使得主冷凝器的真空度由 28 英吋汞柱降到 27 英吋汞柱。假設主汽機進口的蒸汽乾度和流量都保持不變，而且冷凝器的冷卻水進口溫度和流量也沒有改變。
- 當電廠穩定下來時，汽機的排汽乾度將會_____，汽機的排汽溫度將會_____。
- 降低，升高
 - 降低，降低
 - 升高，升高
 - 升高，降低
19. 根據導電度測量，某冷凝水除礦器之離子雜質移除百分率為 90%。若導電度為 $20 \mu\text{mho/cm}$ 之冷凝水流過此除礦器，則此除礦器出口處之冷凝水導電度為何？
- $10.0 \mu\text{mho/cm}$
 - $5.0 \mu\text{mho/cm}$
 - $2.0 \mu\text{mho/cm}$
 - $0.5 \mu\text{mho/cm}$
20. 在 50% 流量下，一冷凝水除礦器差壓指示為 4 psid。在其後兩天中因電廠功率變化，使得冷凝水流量在 25% 與 100% 間變動。在電廠功率變化時，下列何種冷凝水流量與除礦器差壓的數據組合，表示除礦器中有腐蝕產物的堆積增加？
- | 冷凝水流量 | 除礦器差壓 (psid) |
|---------|--------------|
| A. 100% | 15.0 |
| B. 75% | 9.0 |
| C. 60% | 5.0 |
| D. 25% | 2.0 |

21. 參考一目前為全關、行程時間為 10 秒之閥門馬達控制線路圖（見下圖）。（注意：在圖中，不論閥門的位置為何，極限開關 LS 接點，均顯示為開啟狀態，但是電驛的接點依照控制線路圖之標準習慣標示。）一運轉員將控制開關暫時轉向「開」位置然後放開，而閥開始開啟。五秒後，運轉員將開關暫時轉到「關」位置然後放開。下列何者描述了在開關被釋放後之閥門反應？
- 閥門停止開啟，並且維持半開
 - 閥門將會先停止開啟，然後轉變為全關
 - 閥門將會全開，並且維持全開
 - 閥門將會先全開，然後再轉變為全關

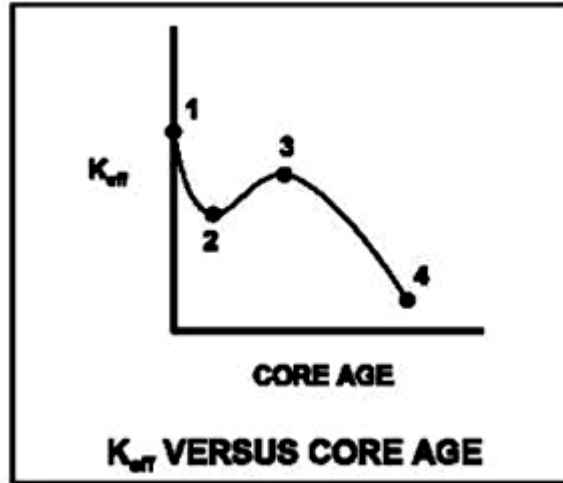


22. 在以下狀況時，一發電機即將要連接到無限功率輸配電網路：
 發電機頻率：59.5Hz
 輸配電網路頻率：59.8Hz
 發電機電壓：115.1KV
 輸配電網路電壓：114.8KV
 當發電機輸出斷路器關閉時，發電機將
- 獲得有效負載與無效負載
 - 獲得有效負載，但成為輸配電網路之無效負載
 - 成為輸配電網路之有效負載，但獲得無效負載
 - 成為輸配電網路之有效負載與無效負載

23. 反應器中那一種中子比較可能會在反應器燃料中引起 U-238 核子分裂？（假設每一種中子都停留在爐心，直到與 U-238 核子發生作用。）
- 熱中子
 - 生成時為瞬發中子

- C. 生成時為遲延中子
D. 具有 U-238 共振能量的中子
24. 在爐心功率 30%的情況下，下列何種組合使得爐心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； 25%
B. 50% 棒密度； 50%
C. 25% 棒密度； 50%
D. 50% 棒密度； 25%
25. 一反應器於起動時在 10^{-8} 功率下達到臨界。此反應器的 β 值是 0.0072。如欲增加反應器功率朝向加熱階段起始點，並具有一穩定反應器週期 35 秒，需抽棒加入大約多少的正反應度？
- A. 0.18% $\Delta K/K$
B. 0.16% $\Delta K/K$
C. 0.14% $\Delta K/K$
D. 0.12% $\Delta K/K$
26. 影響中子被原子核共振吸收的因素包括
- A. 原子核的動能，中子的動能，和原子核的激動能量
B. 中子的動能，原子核的激動能量，和中子的激動能量
C. 原子核的激動能量，中子的激動能量，和原子核的動能
D. 中子的激動能量，原子核的動能，和中子的動能
27. 下列何者正確地描述在控制棒抽出時，空泡係數的變化及其原因？
- A. 負值變大，因為在較高空泡分率下，增加 1% 的空泡會導致緩和劑產生較大的損失分率
B. 負值變大，因為快分裂減少導致中子數量減少
C. 負值變小，因為較多的中子由爐心洩漏而損失
D. 負值變小，因為被 U-238 所吸收的中子增加
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. 當爐心平均中子通量升高時，因控制棒曝露通量增加，CRW 增大
B. 當空泡含量增加時，因熱中子擴散長度增加，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. 當緩和劑溫度升高時，因熱中子擴散長度增加，CRW 增大

29. 一反應器於 60% 功率下運轉，熱中子通量峰值位於爐心下半部。將一深控制棒部分抽出將影響總（相對於區域）爐心功率，此乃因為在抽出區域的_____處於相對高值。
- A. 燃料濃縮度
 - B. 熱中子通量
 - C. 空泡含量
 - D. 緩和劑溫度
30. 下列有關反應爐運轉所產生之主要中子毒素 Xe-135 及 Sm-149 特性描述，何者錯誤？
- A. Xe-135 及 Sm-149 可藉由分裂產物衰變產生
 - B. Xe-135 及 Sm-149 可藉由燃耗移除
 - C. Xe-135 及 Sm-149 平衡濃度隨中子通量而改變
 - D. 反應爐急停後，Sm-149 濃度重新達到平衡狀態所需時間較 Xe-135 長
31. 反應器爐心起初在平衡 Xe-135 條件下，於 100% 功率運轉。功率在兩小時內減少至 50%。沒有採取任何運轉員動作，只考慮爐心內 Xe-135 改變所產生的反應度效應，下列何者正確地描述了在功率改變完成經 10 小時後之反應器功率？
- A. 小於 50%，並且緩慢減小
 - B. 小於 50%，並且緩慢增加
 - C. 大於 50%，並且緩慢減小
 - D. 大於 50%，並且緩慢增加
32. 參考運轉中反應爐的 K_{eff} 對爐心壽命曲線圖（見下圖）。下列有關反應爐的 K_{eff} 和燃料燃耗關係之描述，何者錯誤？
- A. 點 1 到點 2 爐心多餘反應度減少係由於 Xe-135 與 Sm-149 的累積
 - B. 點 2 到點 3 爐心多餘反應度增加主要係因 Pu-239 的累積
 - C. 在點 3，Pu-239 的累積速率減少，而可燃毒素的燃耗率大約和燃料燃耗率相近
 - D. 點 3 到點 4 多餘反應度減少係由於 U-235 的燃耗



33. 在反應爐啟動時，運轉員藉由抽出控制棒而加入 $1.0\% \Delta K/K$ 的正反應度，因而將平衡源階中子計數率從 220 cps 增加到 440 cps。則將源階中子計數率增加到 880 cps 所需要再加入之正反應度約為多少？

- A. $4.0\% \Delta K/K$
- B. $2.0\% \Delta K/K$
- C. $1.0\% \Delta K/K$
- D. $0.5\% \Delta K/K$

34. 在一反應爐於啟動過程中，得到如下穩態數據
控制棒位置（單位抽出） 計數率（CPS）

10	360
15	400
20	450
25	514
30	600
35	720
40	900

假設微分控制棒本領平均分佈，則臨界時控制棒之位置為何？

- A. 約 50 單位抽出
- B. 約 60 單位抽出
- C. 約 70 單位抽出
- D. 約 80 單位抽出

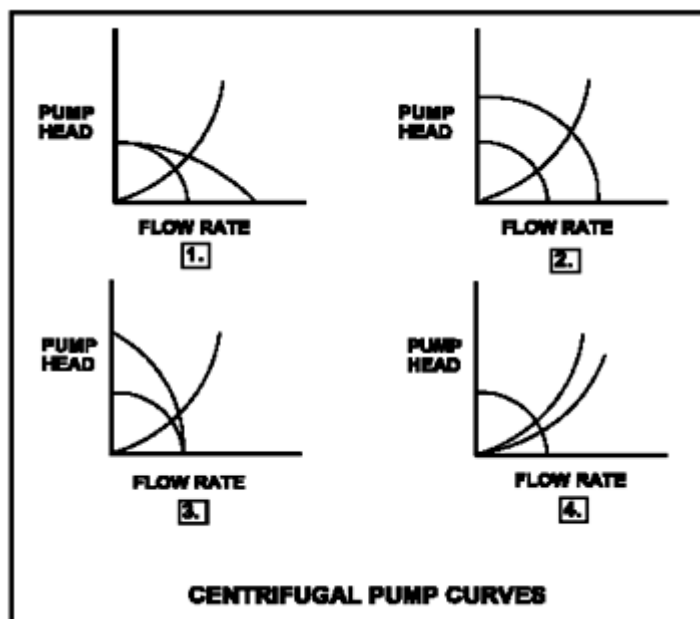
35. 對於一具有固定週期之反應爐，下列何種功率變化所需的時間最短？
- A. 1%功率至 4%功率
 - B. 5%功率至 15%功率
 - C. 20%功率至 35%功率
 - D. 40%功率至 60%功率
36. 在反應爐經過三個月全功率運轉後進行停機，其後爐心熱量的產生將會繼續一段時間。其產生率將會依何者而變？
- A. 被燃耗之燃料量
 - B. 自 K_{eff} 降低到 1.0 以下後所經歷的時間
 - C. 反應爐壓力槽冷卻所需要的時間
 - D. 在停機之後光中子源強度衰減之速率
37. 儲水槽通氣至大氣。而水槽位於海平面高度，含有 80°F 的水 100,000 加侖。水槽底部的壓力計讀數為 5.6 psig。水槽內的水位大約為多少？
- A. 13 英尺
 - B. 17 英尺
 - C. 21 英尺
 - D. 25 英尺
38. 飽和蒸汽在理想汽機中進行理想的膨脹過程，從 294 psia 到 27 inch Hg 真空。汽機的比功大約為多少？
- A. 1203 Btu/lbm
 - B. 418 Btu/lbm
 - C. 343 Btu/lbm
 - D. 308 Btu/lbm
39. 運轉於 28 inch Hg 真空的冷凝器中的冷凝水溫度為 90°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. 汽機 X 和 Y 為相同的 100% 效率的汽機，它們均排汽至壓力為 1.0 psia 的冷凝器中。250 psia 的飽和蒸汽進入汽機 X。汽水分離/再熱器以 250 psia 及 600°F 的過熱蒸汽供應汽機 Y。

下列何者為汽機 X 和 Y 排汽中的水分百分比？

汽機 X 汽機 Y

- A. 24.5% 20.5%
 B. 26.3% 17.8%
 C. 24.5% 17.8%
 D. 26.3% 20.5%
41. 參考四組離心泵運轉曲線之圖示（見下圖）。一雙速離心泵正在一冷卻水系統中以低速運轉，其出口是接到一熱交換器。其後此泵調整成高速。下列何組曲線說明初始與最終的運轉狀況？
- A. 1.
 B. 2.
 C. 3.
 D. 4.



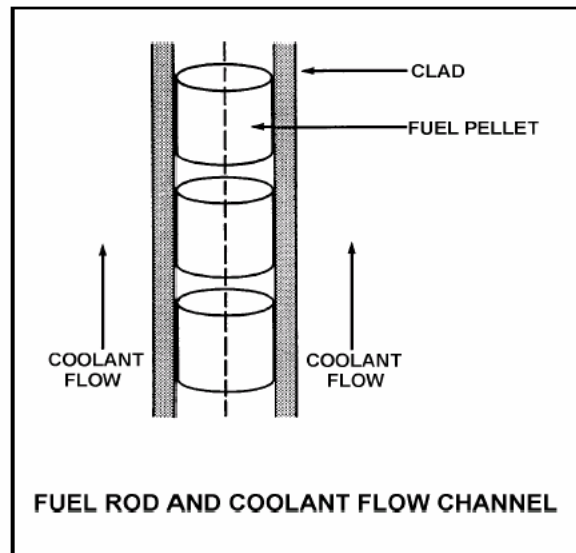
42. 將一地面水池之水以泵浦傳送至 55 呎高處之開放式水槽，水管內徑為 10 吋，總摩擦水頭損失為 5 呎，傳送水量約為 1000 gpm，請問此泵浦之出口水頭約為多少？（水密度為 62.4 lbm/ft³，1 ft³=7.481 gal，1g=32.2 ft/sec²）
- A. 60 呎
 B. 65 呎

- C. 70 呎
D. 73 呎
43. 為何單相熱交換器的管子內不希望發生整體沸騰(bulk boiling)?
- A. 形成的泡泡會破壞熱交換器管道內的薄片層。
 - B. 熱交換器管道的熱傳導性能會降低。
 - C. 熱交換器的跨管 ΔT 會減小。
 - D. 擾流(turbulence)會限制熱交換器管內的液體流動。
44. 開始產生變態沸騰所需之局部燃料棒的熱通量分佈為
- A. 在爐心頂部最大，在爐心底部最小
 - B. 在爐心底部最大，在爐心頂部最小
 - C. 在爐心中間平面(midplane)最大，在爐心頂部與底部最小
 - D. 在爐心頂部與底部最大，在爐心中間平面最小
45. 一反應爐在 90% 功率下穩態運轉。下列何者將會導致在燃料束中向上流動的雙相冷卻水更加接近變態沸騰的開始點?(假設反應爐功率沒有變化。)
- A. 再循環流量增加
 - B. 反應爐壓力降低
 - C. 飼水溫度增加
 - D. 相關燃料束功率降低
46. 根據以下條件：
10 lbm 的蒸汽與液體混合物，
蒸汽乾度 = 30%
壓力 = 1000 psia
則空泡比(Void fraction)約為下列何者?
- A. 10.1%
 - B. 11.3%
 - C. 88.7%
 - D. 89.9%
47. 參考燃料棒與冷卻水流動通道之圖示(見下圖)。
根據下列初始穩定爐心參數：
反應爐功率 = 50%
 $T_{\text{coolant}} = 550^{\circ}\text{F}$

$$T_{\text{fuel centerline}} = 1,250^{\circ}\text{F}$$

假設總熱傳係數與反應爐冷卻水溫度不變。若反應爐功率增加至 75%，則穩定燃料中央溫度約為何？

- A. $1,425^{\circ}\text{F}$
- B. $1,600^{\circ}\text{F}$
- C. $1,750^{\circ}\text{F}$
- D. $1,875^{\circ}\text{F}$



48. 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
49. 一電廠運轉在 60% 功率。下列何者將導致最低的臨界功率比？(假設爐心中子通量分佈沒有變化。)
- A. 只使用控制棒增加 25% 功率
 - B. 只使用控制棒減少 25% 功率
 - C. 只使用再循環流量增加 25% 功率
 - D. 只使用再循環流量減少 25% 功率

50. 一反應爐加熱過程中。施加於反應爐槽之熱應力為
- A. 在整個壁體均為張應力
 - B. 在內壁為張應力，在外壁為壓應力
 - C. 在整個壁體均為壓應力
 - D. 在內壁為壓應力，在外壁為張應力

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	C	D	C	A	D	B	A	B	A	B	C	D	B	A	A	B	C	C	D	C	C	B	D	B
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
A	A	D	C	C	B	B	D	B	D	B	A	C	D	C	B	A	D	B	C	D	B	A	A	D