

行政院原子能委員會

107 年第一次壓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)

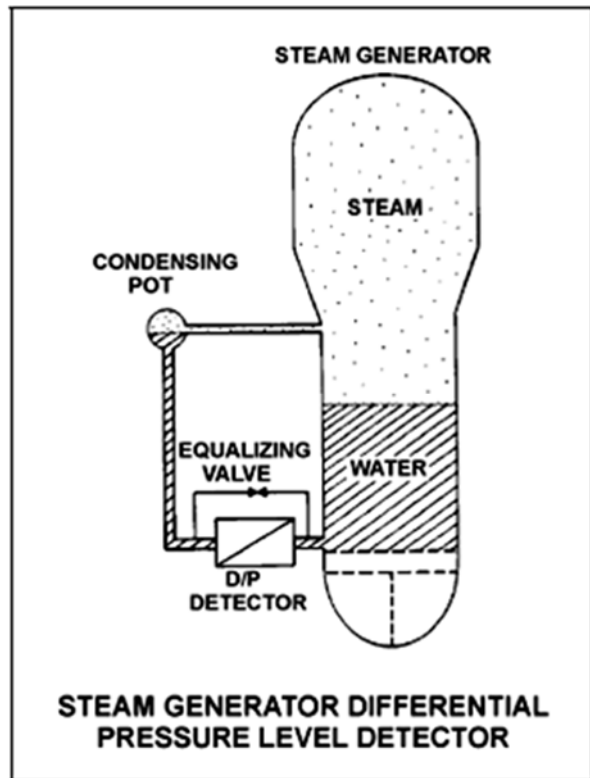
107 年 11 月 30 日 (星期五) 上午九時至十二時

107 年第一次壓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

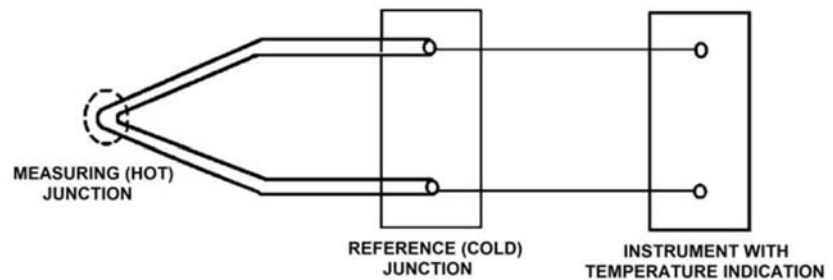
1. 比較用途相同的一般全開閘閥與球形閥，閘閥有_____壓降，通常用於_____流量應用上。
 - A. 較小；節流
 - B. 較小；開/關
 - C. 較大；節流
 - D. 較大；開/關
2. 假設主蒸汽安全閥(MSSV)的壓力規範如下：
壓力設定值(MSSV 開始打開)：1,200 psia
最大壓力(MSSV 全開)：1,242 psia
歸位壓力(MSSV 完全關閉)：1,152 psia
下列何者為主蒸汽安全閥的蓄壓百分比：
 - A. 4.0 %
 - B. 3.5 %
 - C. 3.0 %
 - D. 2.5 %
3. 一充氣式輻射偵檢器用於比例區，並暴露於一固定之伽瑪輻射場。若操作電壓降低，但是仍維持在比例區中，則離子收集率將會……
 - A. 減小，因為在偵檢器中發生較少的二次游離。
 - B. 減小，因為在到達電極之前，於偵檢器進行再結合的一次離子較多。
 - C. 維持大約相同，因為已於高電壓時，收集所有一次離子。
 - D. 維持大約相同，因為偵檢器仍然在飽和狀態下操作。
4. 請參照下圖的蒸汽產生器差壓水位計，該水位計已於正常運轉條件下校正。反應器冷卻水系統降溫，造成蒸汽產生器的壓力，從 900 psia 降到 400 psia。假設水位計沒有密度補償，在停止降溫時，蒸汽產生器的水位指示值將_____實際水位，因為_____中的水密度顯著改變所致。

- A. 高於；參考水柱
- B. 高於；蒸汽產生器
- C. 低於；參考水柱
- D. 低於；蒸汽產生器



5. 參考熱電偶電路簡圖(見下圖)。量測接合點目前溫度為 260°F ，而參考接合點溫度維持固定於 130°F 。熱電偶電路可以顯示 32°F 至 600°F ，且在目前狀況下剛完成校正，若量測接合點之溫度下降並穩定在 100°F ，溫度指示將為多少？

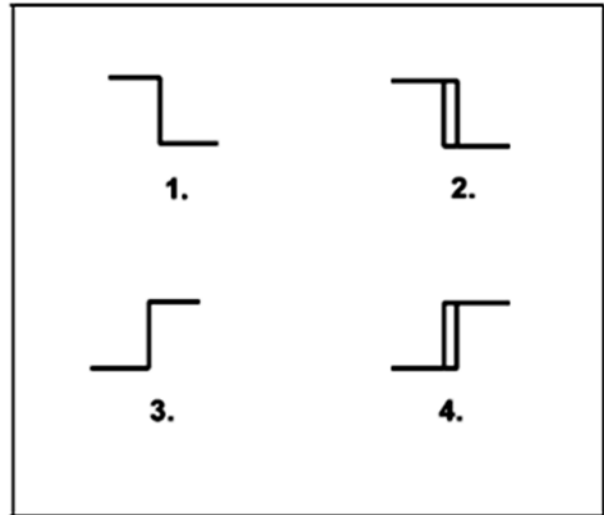
- A. 32°F
- B. 70°F
- C. 100°F
- D. 130°F



6. 主蒸汽流量計使用蒸汽壓力輸入，以產生以 lbm/hr 為單位之主蒸汽流量指示。假設體積蒸汽流量沒有改變，則蒸汽壓力減小將會導致蒸汽流量.....
- A. 維持不變，因為蒸汽壓力不影響主蒸汽的質量流量。
 - B. 維持不變，因為輸入的蒸汽壓力，彌補了蒸汽壓力的異動。
 - C. 減小，因為主蒸汽的密度減小。
 - D. 增加，因為主蒸汽的比容增加。

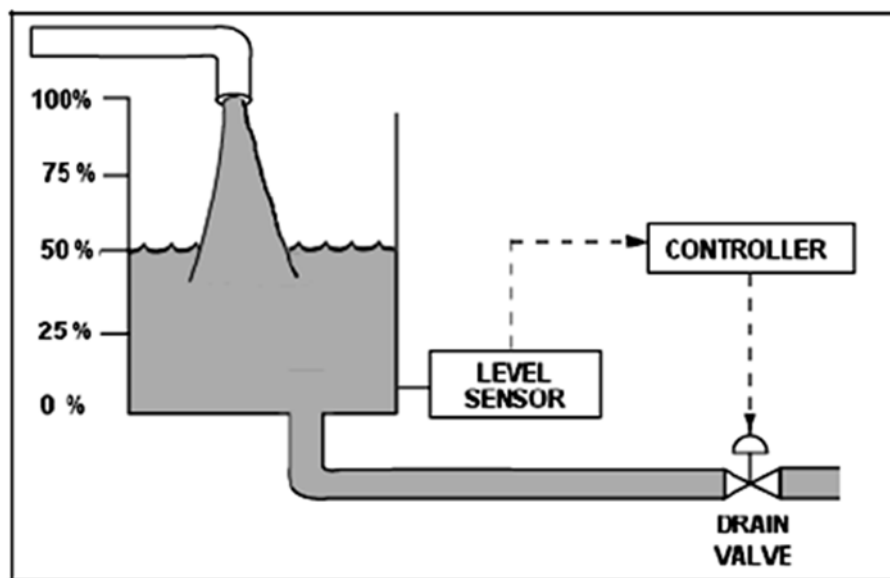
7. 請參照下圖的四個雙穩態符號。有個溫度控制器使用一種雙穩態，這種雙穩態在控制溫度達到低設定值時，會動作並啟動警示燈號，在溫度回升到高於低設定值時就馬上熄滅。下列哪一種雙穩態符號，代表上述的雙穩態特性？

- A. 1
- B. 2
- C. 3
- D. 4



8. 請參照下圖中，裝有水位控制系統的儲水槽。水槽的水位由比例控制器，自動控制在設定值 50%。目前水槽水位在 50% 處穩定，進水率 500 gpm，排水閥打開 50%。水槽的進水流量突增至 700 gpm，等到水槽水位穩定下來後，水位將會_____；而且排水閥的開度將_____。

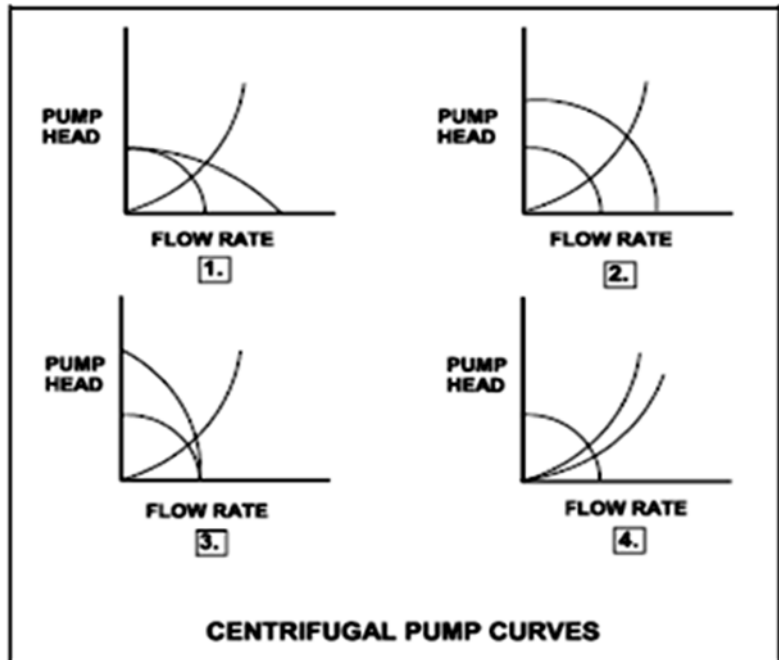
- A. 高於 50%；開得比 50% 大
- B. 高於 50%；打開 50%
- C. 等於 50%；開得比 50% 大
- D. 等於 50%；打開 50%



9. 一比例控制器用來控制儲水槽水位。當儲水槽水位與控制器的設定值 50 feet 相吻合時，控制器的輸出訊號為 50%。目前儲水槽的水位穩定於 40 feet 而控制器的輸出訊號為 25%。此控制器的儲水槽水位比例帶為多少？
- A. 10 至 90 feet
 B. 20 至 80 feet
 C. 30 至 70 feet
 D. 40 至 60 feet

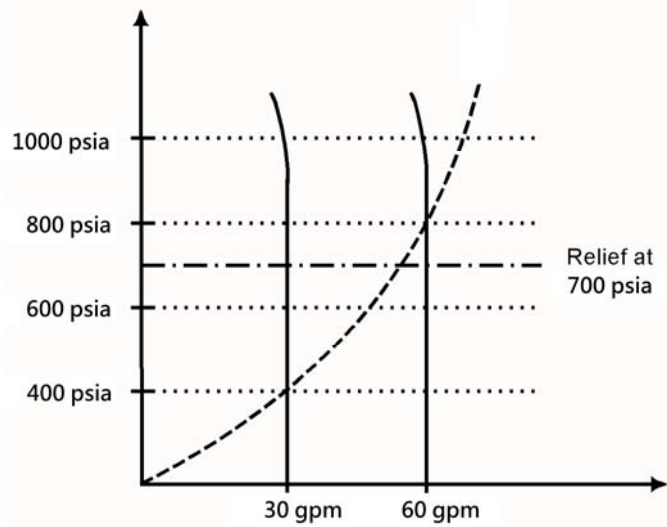
10. 請參照下圖的四組離心泵運轉曲線。一離心泵於密閉水系統內運轉，並透過熱交換器排出。與第一熱交換器並聯的第二熱交換器，於此時開始運轉。下列何組運轉曲線，描述了最初與最後的運轉狀況？

- A. 1
 B. 2
 C. 3
 D. 4



11. 一只正排量泵的出口安裝釋壓閥作保護，系統與該泵之運轉曲線顯示如下圖。該泵一開始的流量率為 30 gpm，泵出口壓力為 400 psia。倘若提高泵的轉速，一直到泵流量率達到 60 gpm，此時泵出口壓力變成 _____ ？

- A. 600 psia
- B. 700 psia
- C. 800 psia
- D. 1,000 psia



12. 離心泵由開放儲水槽進水，水槽水位 40 呎，有 60°F 的水 10,000 加侖。泵位於水槽底，從底部進水，由消防水管排出。已知：
- 泵正以設計流量 200 gpm 運轉，其總水頭(total developed head)為 150 呎。
 - 泵需要 4 呎的淨正吸水頭(NPSH)。
- 儲水槽水位下降時，離心泵的流量會受到何種影響？
- A. 流量逐漸降低，直到泵在水槽水位達 4 呎時，發生孔蝕現象為止。
 - B. 流量逐漸降低，直到泵在水槽空了之後發生氣鎖為止。
 - C. 流量維持不變，直到泵在水槽水位達 4 呎時，發生孔蝕現象為止。
 - D. 流量維持不變，直到泵在水槽空了後發生氣鎖為止。
13. 啟動正排量泵時，為什麼其出口閥必須全開？
- A. 將發生水錘的可能性降至最低。
 - B. 確保泵與系統管路的完整。
 - C. 降低馬達啟動電流。
 - D. 防範泵孔蝕。
14. 一主汽輪發電機與無限電力網併聯運轉，若此汽機控制閥(或節流閥)故障致緩慢地開啟，則發電機會發生高電流，主要因為.....(假設沒有發電機保護動作發生)
- A. 發電機 KVAR(VAR 輸出)過高。
 - B. 發電機 KVAR(VAR 輸入)過高。
 - C. 發電機 MWe 過高。
 - D. 發電機逆電力(reverse power)。

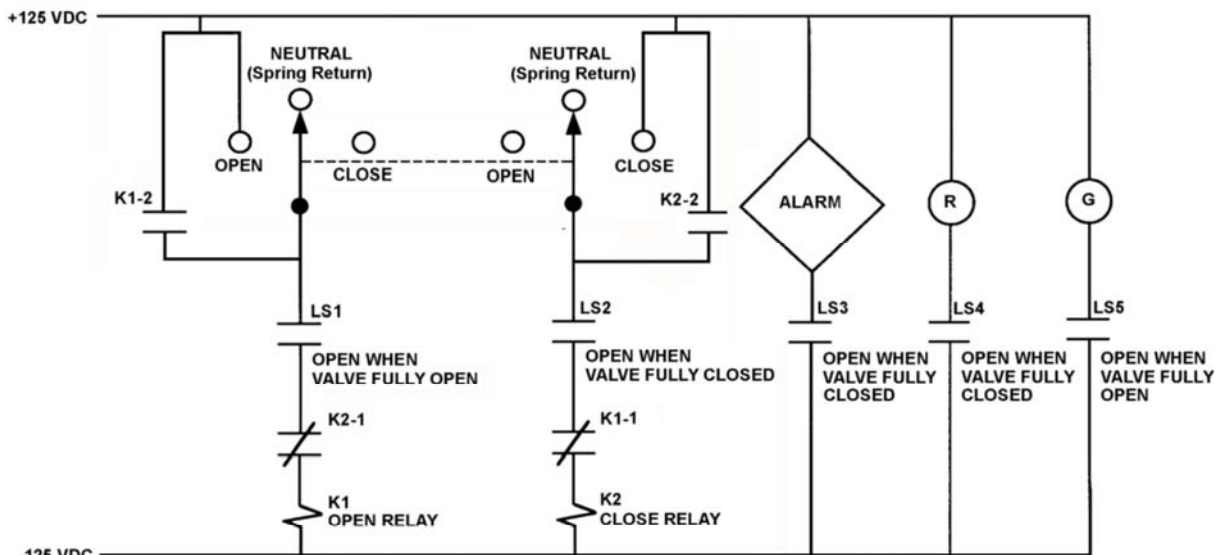
15. 如果馬達-發電機的發電機軸承(bearing)，由於摩擦過度而開始過熱，接著將發生下列何種情況？
- A. 馬達電流開始下降。
 - B. 馬達線圈開始變熱。
 - C. 發電機電流開始上升。
 - D. 發電機線圈開始變熱。
16. 核能電廠以 100%功率穩態運轉，假設冷凝器冷卻水的進口溫度和流量都不變，如果冷凝器的真空度降低，凝結水的溫度將.....
- A. 降低，因為凝結水的次冷度提高。
 - B. 降低，因為冷凝器的飽和壓力降低。
 - C. 升高，因為凝結水的次冷度降低。
 - D. 升高，因為冷凝器的飽和壓力增加。
17. 核能電廠於 100%額定功率運轉中。主汽機抽取的蒸汽提供給飼水加熱器使用。抽取蒸汽的參數如下：
- 蒸汽壓力：750 psia
 - 蒸汽流量： 7.5×10^5 lbm/hr
 - 蒸汽熱焓：1,150 Btu/lbm
- 448°F 的飽和凝結水從排水管離開飼水加熱器。請問在飼水加熱器中，抽取蒸汽至飼水的熱傳速率約是多少？
- A. 7.2×10^8 Btu/hr
 - B. 5.4×10^8 Btu/hr
 - C. 8.6×10^7 Btu/hr
 - D. 3.8×10^7 Btu/hr
18. 核能電廠以 70%功率穩態運轉時，通過飽和硼酸(boron-saturated)混合床離子交換器的反應爐引水(letdown)冷卻水溫增加了 20°F。因此，離子交換器的出口水流硼濃度將_____，因為離子交換器的硼原子親和力已經_____。
- A. 增加；降低
 - B. 增加；增加
 - C. 降低；降低
 - D. 降低；增加
19. 根據導電度測量，某凝結水除礦器的除污因素(亦稱為除礦因素)為 50。若導電度為 20 μ mho/cm 的凝結水流過此除礦器，則此除礦器出

口處的凝結水導電度為何？

- A. 10.0 $\mu\text{mho/cm}$
- B. 4.0 $\mu\text{mho/cm}$
- C. 1.0 $\mu\text{mho/cm}$
- D. 0.4 $\mu\text{mho/cm}$

20. 參考電動閥控制線路圖（見下圖），目前閥是全開，閥行程需 10 秒。運轉員將控制開關轉向關閉位置。2 秒鐘後，在確認閥正在關閉，運轉員即釋放控制開關，當閥停止移動時，警報（ALARM）和紅色（R）及綠色（G）指示燈狀態如何？（註：極限開關（LS）接點顯示開，與閥位置無關。但是電驛接點是根據一般控制線路圖標準表示開/閉。）

- | | 警報 | 紅色指示燈 | 綠色指示燈 |
|----|-----|-------|-------|
| A. | On | On | On |
| B. | On | Off | On |
| C. | Off | On | Off |
| D. | Off | Off | On |



VALVE MOTOR CONTROL CIRCUIT

21. 480V 交流馬達控制中心透過斷路器與手動隔離開關供應負載。若要操作兩隔離裝置以將負載隔離，則在為了維修而將負載斷電與維修完成後負載復電時，下列何種順序將提供最高等級的人員安全保護？

- | 斷電時 | 復電時 |
|------------|---------|
| A. 先將隔離開關閉 | 先將斷路器關閉 |
| B. 先將隔離開開啟 | 先將隔離開關閉 |

- C. 先將斷路器開啟 先將斷路器關閉
D. 先將斷路器開啟 先將隔離開關關閉

22. 一個開路的交流 4160 V 斷路器資料如下：

- 現場開啟/閉合的機械式標示牌指示開啟
- 斷路器的過電流跳脫指示牌於單相動作
- 電源端的電壓計指示為 4160 Vac
- 負荷端的電壓計指示為 0 volts

假設從斷路器開啟後，運轉員即沒有採取任何動作，下列何者可能是讓斷路器跳脫開啟的原因？

- A. 運轉員以正常方式在現場將斷路器跳脫。
B. 運轉員以正常方式將斷路器遙控跳脫。
C. 接地故障引起自動斷路器跳脫。
D. 控制電源喪失導致斷路器自動跳脫。
23. 在分裂後 1.0×10^{-10} 秒釋出的中子，歸類為_____分裂中子。
A. 熱
B. 自發
C. 遲延
D. 瞬發
24. 反應器接近燃料週期中期起初運轉在穩定 100% 功率，當其停機並以 3 天時間降溫至 230°F。當降溫過程，反應器冷卻水硼酸濃度增加 110ppm。已知在停機和降溫過程中，各項反應度所加入絕對值，請適當的選定其為(+)或(-)值，並算出爐心反應度的現值為何？
控制棒 = () 7.75% $\Delta K/K$
氙毒 = () 2.75% $\Delta K/K$
功率欠缺 = () 2.00% $\Delta K/K$
硼酸 = () 1.75% $\Delta K/K$
緩和劑溫度 = () 0.50% $\Delta K/K$
A. -2.50% $\Delta K/K$
B. -4.25% $\Delta K/K$
C. -7.00% $\Delta K/K$
D. -9.75% $\Delta K/K$
25. 核能電廠以額定功率運轉兩個月，並經歷一次反應器急停。急停兩個月後，所有控制棒仍完全插入，源階/啟動階(source/startup range)核能儀器所示的穩定計數率為 20 cps。源階/啟動階中子偵測系統的輸出

值，主要是因為_____與偵測器的作用而產生。

- A. 次臨界增殖(subcritical multiplication)所產生的分裂中子。
- B. 先前功率運轉所產生的遲延分裂中子。
- C. 固有的源中子(intrinsic source neutrons)。
- D. 先前功率運轉所產生的分裂伽瑪。

26. 已知下列初始參數：

功率係數 = $-0.020 \% \Delta K/K / \% \text{功率}$

微分硼酸本領 = $-0.010 \% \Delta K/K / \text{ppm}$

微分控制棒本領 = $-0.020 \% \Delta K/K / \text{inch}$

反應器冷卻水硼酸濃度 = 500 ppm

下列何者是以抽控制棒 15 -inch，將反應器從 30% 功率提升至 70% 功率，所必須的最終反應器冷卻水硼酸濃度？(忽略任何分裂產物毒素的反應度變化)

- A. 400 ppm
- B. 450 ppm
- C. 550 ppm
- D. 600 ppm

27. 下列何者正確描述了欠緩和(undermoderated)的核子反應器爐心中，因緩和劑溫度下降而造成淨反應度的影響？

- A. 將加入正反應度，因為在減速時遭到共振能量吸收的中子更少。
- B. 將加入正反應度，因為緩和劑捕獲的中子更少。
- C. 將加入負反應度，因為在減速時遭到共振能量吸收的中子更多。
- D. 將加入負反應度，因為緩和劑捕獲的中子更多。

28. 建立控制棒插入限值，能確保在反應器功率_____時，將進一步抽出控制棒以彌補_____的變化。

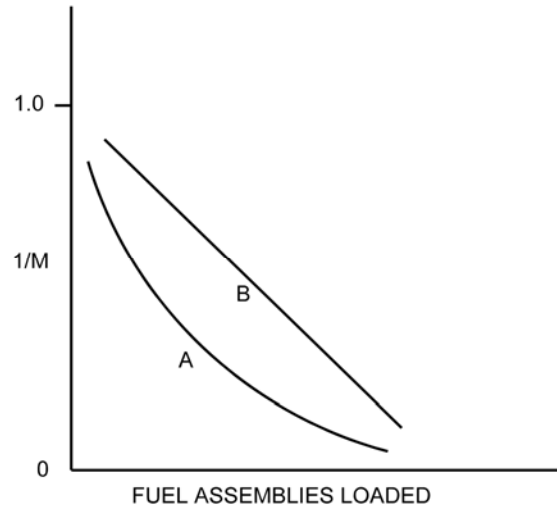
- A. 增加；氙毒反應度
- B. 增加；功率欠缺(power defect)
- C. 降低；氙毒反應度
- D. 降低；功率欠缺(power defect)

29. 一部核子反應器以 100% 功率運轉三週，所有控制棒在剛完成更換燃料大修後完全抽出。下列何者說明了大部分功率都在爐心下半部產生的原因？

- A. 反應器冷卻水所含的硼在爐心上半部加入較大的負反應度(more negative reactivity)。

- B. 緩和劑溫度係數在爐心上半部加入較大的負反應度(more negative reactivity)。
- C. 爐心下半部所裝的燃料含有較濃的 U-235。
- D. 爐心上半部的 Xe-135 濃度較高。
30. 核子反應器 A 與 B 以 100% 穩態功率運轉，爐心內的 Xe-135 已達到平衡。兩部反應器完全相同，唯反應器 A 在爐心壽命末期(EOL)，而反應器 B 在爐心壽命初期(BOL)。下列哪部反應器爐心有較大的 Xe-135 濃度？
- A. 反應器 A(EOL)，因為其 100% 功率之熱中子通率較大。
- B. 反應器 A(EOL)，因為其 100% 功率之熱中子通率較小。
- C. 反應器 B(BOL)，因為其 100% 功率之熱中子通率較大。
- D. 反應器 B(BOL)，因為其 100% 功率之熱中子通率較小。
31. 反應器在 100% 功率平衡氙毒狀況下發生急停，之後 14 小時爐心內 Xe-135 的含量將會.....
- A. 大於 100% 平衡氙毒，並且自急停之後加入淨正反應度。
- B. 大於 100% 平衡氙毒，並且自急停之後加入淨負反應度。
- C. 小於 100% 平衡氙毒，並且自急停之後加入淨正反應度。
- D. 小於 100% 平衡氙毒，並且自急停之後加入淨負反應度。
32. 若將反應器功率從 80% 增至 100%，請比較在接近爐心壽命初期(BOL)時的增加速率，以及接近爐心壽命末期(EOL)時的增加速率，下列何者正確？
- A. 爐心壽命初期時較慢，因為最高反應器冷卻水硼酸稀釋率較小。
- B. 爐心壽命初期時較慢，因為控制棒本領較小。
- C. 爐心壽命末期時較慢，因為最高反應器冷卻水硼酸稀釋率較小。
- D. 爐心壽命末期時較慢，因為控制棒本領較小。
33. 請參照下面的 1/M 座標圖，上面有曲線 A 與 B。假設兩座標軸均為線性單位。相較於更換燃料後期，在更換燃料初期，若每裝入一個燃料元件，將導致源階計數率擁有較_____的比例改變，則會產生曲線 A；若每個燃料元件含有相等_____，則會產生曲線 B。

- A. 大；燃料濃度
- B. 大；反應度
- C. 小；燃料濃度
- D. 小；反應度



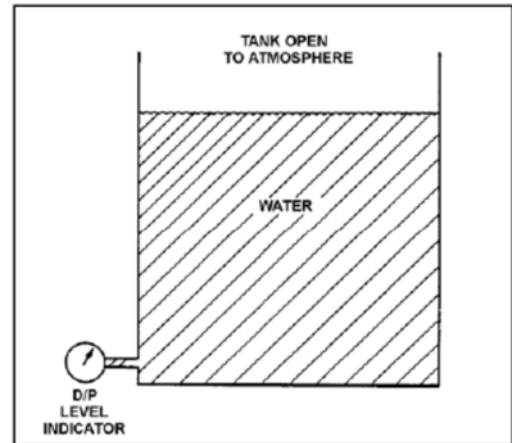
34. 若在核子反應器起動並接近臨界時，加入等量的正反應度，將導致平衡中子計數率出現_____的絕對變化，每次達到新平衡中子通率所需的時間則_____。
- A. 較大；變短
 - B. 較大；變長
 - C. 較小；變短
 - D. 較小；變長
35. 反應器從無氬條件下起動時，由於意外而在低於適當中程階位(IR Level) 2 個十進位(decades)之處取得臨界資料。之後，再於相同的反應器冷卻水溫度及硼濃度下，於適當中程階位取得臨界資料。在適當中程階位取得的臨界控制棒位，_____在低於適當中程階位 2 個十進位(decades)之處取得的臨界棒位。
- A. 大於
 - B. 等於
 - C. 小於
 - D. 無法對照
36. 一部核子反應器於加熱起始點(POAH)達到穩定，起動期間的反應器冷卻水平均溫度為 550°F。之後，抽出控制棒幾吋以增加蒸汽產生器的蒸汽產生率。反應器穩定時，其功率將_____ POAH，其冷卻水平均溫度將_____ 550°F。
- A. 等於；等於
 - B. 等於；高於

- C. 高於；等於
- D. 高於；高於

37. 參考一配備壓差(D/P)液位指示器的開放式儲水槽(見下圖)，該壓差液位指示器通大氣。水槽和液位指示器周圍為標準氣壓。水槽水溫為60°F。壓差液位指示器(D/P)測得的壓差為5.0 psi。在水槽之儀器穿越器上方的水位是多少？

註：重力加速度 $g = 32.174 \text{ ft/s}^2$

- A. 11.5 feet
- B. 17.6 feet
- C. 25.4 feet
- D. 34.2 feet



38. 要將 100°F、100 psia、2 lbm 的水，轉換成 100 psia 的飽和蒸汽，約需要多少熱量？

- A. 3,356 Btu
- B. 2,238 Btu
- C. 1,120 Btu
- D. 560 Btu

39. 由於自然災害，一座核電廠經歷了喪失全部交流電力。幾天後，在用過燃料池發生擾流沸騰。用過燃料平均溫度是升高後穩定。假定沸騰是唯一自用過燃料池移除熱量的方法。下列為目前穩定的條件：

用過燃料熱衰變率 = 3.5 MW

用過燃料廠房壓力 = 14.7 psia

用過燃料池水溫 = 212°F

用過燃料池的水會以大約多少質量流量率減少？

註：1 W = 3.41 Btu/hr

- A. 3,570 lbm/hr
- B. 7,950 lbm/hr
- C. 12,300 lbm/hr
- D. 16,870 lbm/hr

40. 核能電廠以 100%額定功率運轉。蒸汽從低壓汽機供氣管路的凸緣縫隙，外逸至大氣之中。已知下列條件：
蒸汽管路壓力為 280 psia。
蒸汽管路溫度為 450°F。
蒸汽洩漏至到達大氣壓力時，其溫度約為多少？
A. 378°F
B. 322°F
C. 268°F
D. 212°F
41. 考慮額定功率運轉的核能電廠熱效能。如果蒸汽產生器產生飽和蒸汽時的壓力增加，熱效能將_____；進入蒸汽產生器的飼水溫度若升高，熱效能將_____。
A. 減少；增加
B. 減少；減少
C. 增加；增加
D. 增加；減少
42. 一於 150 psig 下運轉的冷卻水系統洩漏至大氣，洩漏率為 60 gpm。系統壓力若降至 75 psig，洩漏率約為多少？
A. 53.1 gpm
B. 42.4 gpm
C. 30.0 gpm
D. 15.0 gpm
43. 因主冷凝器冷凝管洩漏造成冷卻水進入主冷凝器，電廠將執行停機。若已知下面的初始條件：
● 主冷凝器壓力 2.5 psia
● 大氣壓力 14.7 psia
● 在管束洩漏處的主冷凝器冷卻水壓力為 25 psig
● 冷卻水洩漏到主冷凝器的洩漏率為 50 gpm
如果主冷凝器壓力上升到大氣壓力，在不改變主冷凝器冷卻水系統的參數下，冷卻水洩漏到主冷凝器的流量率約為多少？
A. 29 gpm
B. 35 gpm
C. 41 gpm
D. 47 gpm
44. 在下列熱傳流徑中，那一項的主要熱傳機制為傳導？

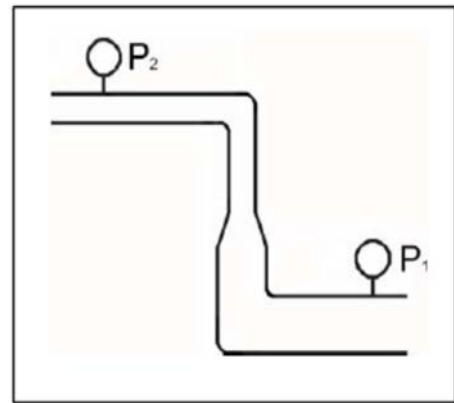
- A. 正常運轉時，從主汽機排出的蒸汽，經由主冷凝器冷卻水及冷卻塔至大氣中。
- B. 正常運轉時，從燃料丸經由燃料棒之充氣到燃料護套。
- C. 核能電廠全黑時，從反應器燃料到蒸汽產生器的蒸汽出口。
- D. 爐心外露時，從反應器燃料到爐心筒(core barrel)。

45. 參考一段內含有流動的次冷水管路圖(見下圖)，已知：

- 在 P1 處的壓力為 29 psig
- 在 P2 處的壓力為 18 psig
- 因速度變化造成的壓力變化是 3 psig
- 因高程變化造成的壓力變化是 10 psig

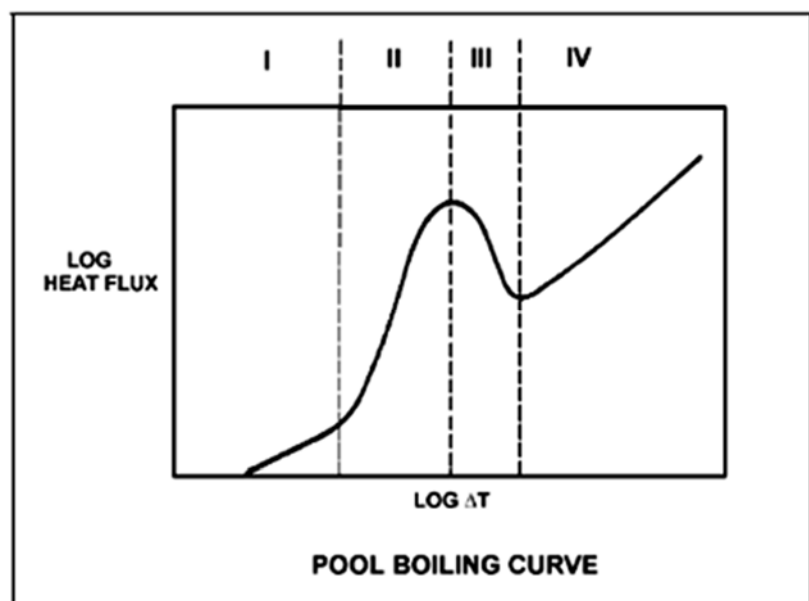
在 P1 和 P2 之間由於摩擦水頭損失造成壓力減少是_____；而流動方向是從_____。

- A. 2 psig；左至右
- B. 2 psig；右至左
- C. 4 psig；左至右
- D. 4 psig；右至左



46. 請參照下圖的池式沸騰曲線。請問在哪一區域的曲線，其主要熱傳過程為變態沸騰？

- A. I 區
- B. II 區
- C. III 區
- D. IV 區



47. 下列何種熱傳特徵是汽泡從加熱表面離開，而在整體水流中凝結消失 (collapsing)？
- A. 飽和自然對流
 - B. 飽和核沸騰
 - C. 次冷核沸騰
 - D. 整體沸騰
48. 核能電廠以下列初始條件運轉：
- 反應器為燃料週期中期，功率為 55%。
 - 軸向與徑向功率分佈於爐心中央達到尖峰。
- 下列何者將減少穩態偏離核沸騰比？
- A. 運轉員將反應器冷卻水硼濃度增加 5 ppm，控制棒沒有移動。
 - B. 爐心的 Xe-135 燃耗量與軸向及徑向功率分佈成正比，控制棒沒有移動。
 - C. 反應器發生急停且一根控制棒仍維持在完全抽出爐心的位置。
 - D. 調壓槽功能異常造成反應器冷卻水系統壓力增加 20 psig。
49. 關於一段燃料棒，已知下列爐心初始參數：
- 功率密度 = 3 kW/ft
 $T_{\text{coolant}} = 579^{\circ}\text{F}$
 $T_{\text{fuel centerline}} = 2,400^{\circ}\text{F}$
- 反應器功率增加，同一段燃料棒的爐心現有參數如下：
- 功率密度 = 5 kW/ft
 $T_{\text{coolant}} = 590^{\circ}\text{F}$
 $T_{\text{fuel centerline}} = ?^{\circ}\text{F}$
- 假設沒有發生沸騰，冷卻水流率維持不變，新的穩定 $T_{\text{fuel centerline}}$ 為多少？
- A. $4,590^{\circ}\text{F}$
 - B. $3,625^{\circ}\text{F}$
 - C. $3,314^{\circ}\text{F}$
 - D. $3,035^{\circ}\text{F}$
50. 核能電廠正使用反應器冷卻水泵進行加熱。關於施加在反應爐槽的加熱應力.....
- A. 內壁為張應力、外壁為壓應力。
 - B. 內壁為壓應力、外壁為張應力。
 - C. 整個爐壁為張應力。
 - D. 整個爐壁為壓應力。

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

註：考卷分有 A、B 卷，本卷為 A 卷。B 卷第 1 至 28 題為 A 卷之第 23 至 50 題；B 卷第 29 至 50 題為 A 卷之第 1 至 22 題。