

行政院原子能委員會

102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)

102年4月26日(星期五)上午九時至十二時

102 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. 下列有關閥之敘述，何者錯誤？

- A. 主蒸汽隔離閥(MSIV)構造上有上部迫緊與下部迫緊，兩者間有燈籠環，燈籠環處設有 Leakoff Line。若運轉期間發現 Leakoff Line 蒸氣流量過大，此時為下部迫緊失效所致。
- B. 承上述之 Leakoff Line 蒸氣流量過大現象，實務上之解決方法，可利用格蘭螺栓調整迫緊緊度，達到止漏效果。
- C. 輔助飼水泵蒸汽驅動隔離閥(FC-HV128)為主蒸汽進入汽機帶動輔助飼水泵之氣動閥，若每月定期測試時發現無法順利開啟，可能原因為前次關閉時閥瓣插入閥座過深，發生熱束縛(Thermal Binding)現象。
- D. 承上述之無法順利開啟情況，實務上之解決方法，可增設閥桿行程限制器，在閥關閉時限制閥的行程，使閥瓣關閉時達到適當的位置，不要插入閥座過深。

2. 下列何種閥用來控制系統中流體的流動方向，並防止其逆流？

- A. 閘閥
- B. 釋壓閥
- C. 球形閥
- D. 止回閥

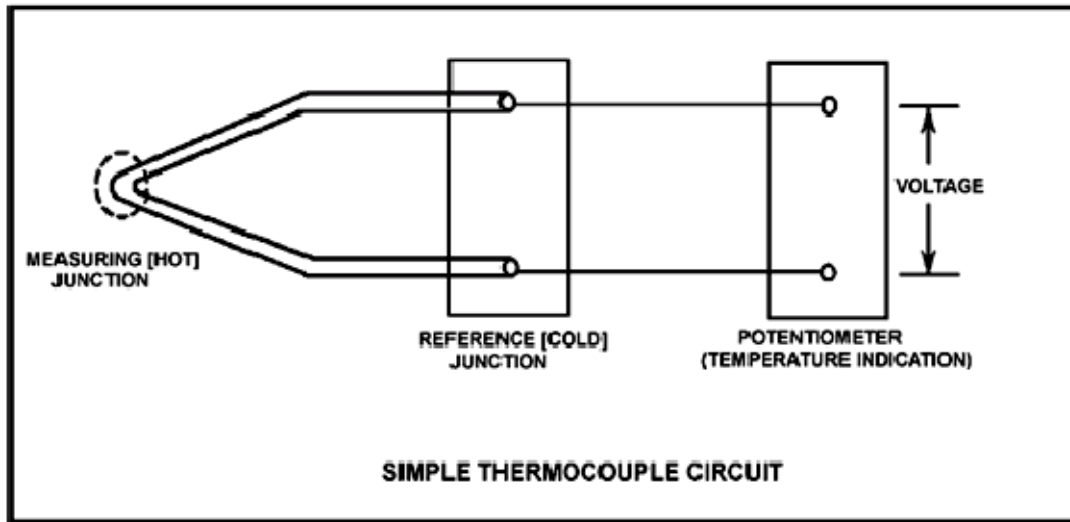
3. 核能電廠進行小幅度功率提昇申請，將文氏管流量計更換為超音波流量計。超音波流量計實際測得之參數為_____，_____。

- A. 體積流量率，再經由飼水密度轉換為質量流量率。
- B. 飼水差壓，根據柏努力定律(Bernoulli's Law)，當管路的截面積縮小時，為了維持流量不變，則流體的流速必會增加，相對的其壓力就會減少，而此壓力差(降)與流速就存在著一定的關係。
- C. 飼水流速，透過掌握飼水溫度、密度、管路面積等參數可換算為質量流量率。
- D. 水中音速，根據司乃爾定律(Snell's Law)，音波在不同介質間的速度不同，經由與標準音速比對，換算出質量流量率。

4. 請參照下面的熱電偶電路簡圖。

當量測與參考接合點溫度維持相同，倘若通風系統故障，造成溫度顯示儀板的溫度增加 10°F ，溫度指示值將……

- A. 不受影響。
- B. 增加 10°F 。
- C. 減少 10°F 。
- D. 無法預測如何變化。



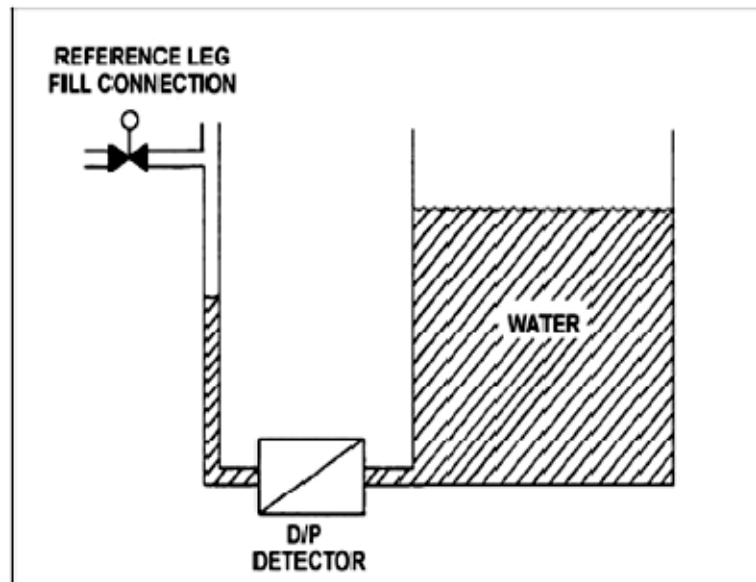
5. 使用在比例區運作的 BF_3 充氣式偵檢器，監控停機時的反應器功率。若偵檢器氣體壓力完全喪失，此裝置指示值將會失效，並指向……

- A. 錶頭刻度之上。
- B. 錶頭刻度之下。
- C. 現值。
- D. 中間值。

6. 請參照下圖的開放式儲水槽，該槽裝有差壓水位計。

水位計剛經過校正，能顯示實際水槽水位。假設槽內水溫與水位維持不變，參考水柱溫度若增加 20°F ，指示的槽內水位將……

- A. 無法預測。
- B. 等於實際水位。
- C. 讀數小於實際水位。
- D. 讀數大於實際水位。



7. 一個氣動隔離閥，需要在其引動器膜片表面，施加 1,800 lbf 的力量，才能克服彈簧壓力打開。這個引動器的膜片直徑為 12 英吋。
 如果控制這個閥門引動器的起始壓力為 200 psig，大約要降低至多少壓力，閥門才會開始關閉？

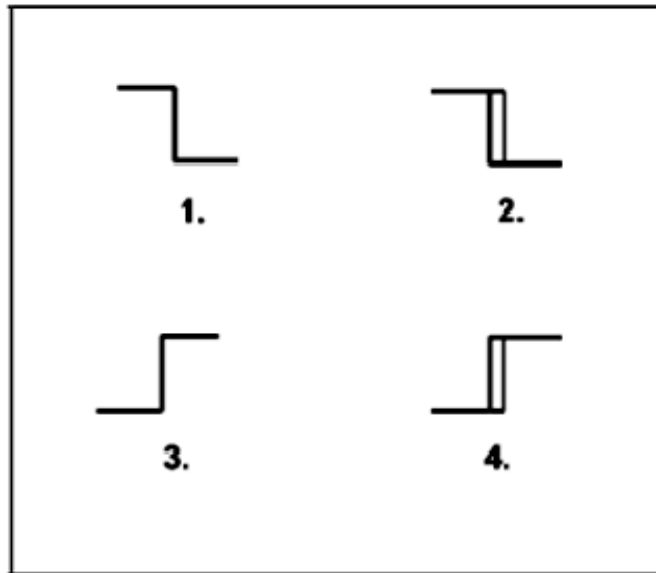
- A. 5.3 psig
- B. 15.9 psig
- C. 21.2 psig
- D. 66.7 psig

8. 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。

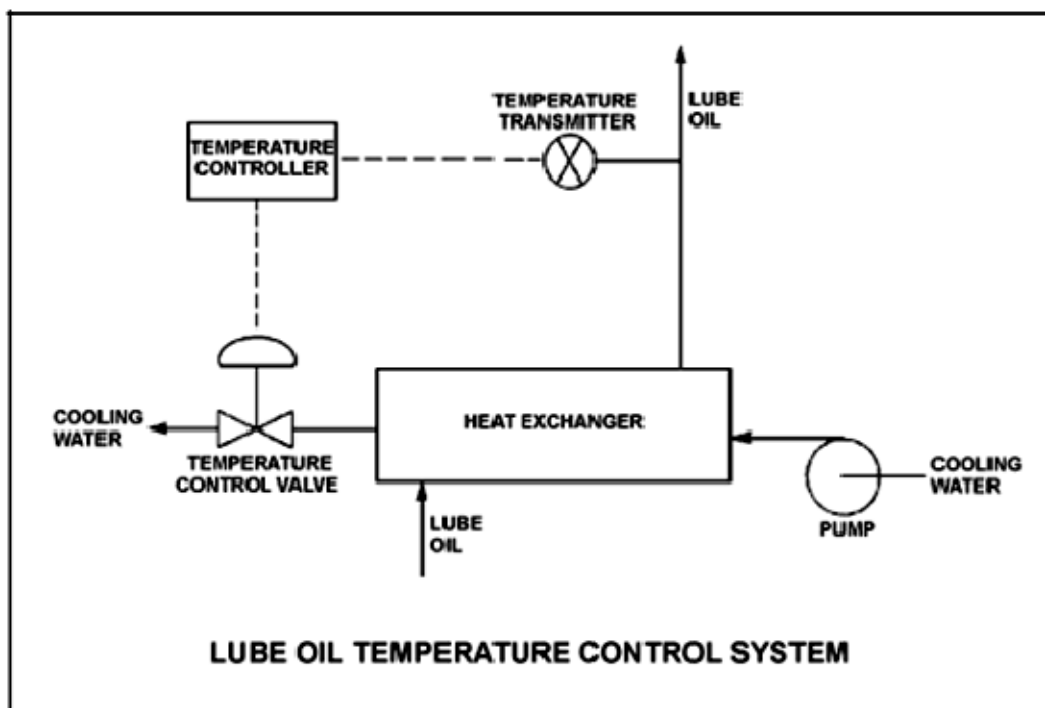
下列哪一種雙穩態符號，代表上述的雙穩態特性？

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



9. 請參照下圖的潤滑油溫度控制系統。目前這個溫度控制閥打開了 50%。如果冷卻水的入口溫度降低，溫度控制器將緩慢的將溫度控制閥調節到更_____的位置，導致經過熱交換器中的冷卻水溫度差(differential temperature)_____。

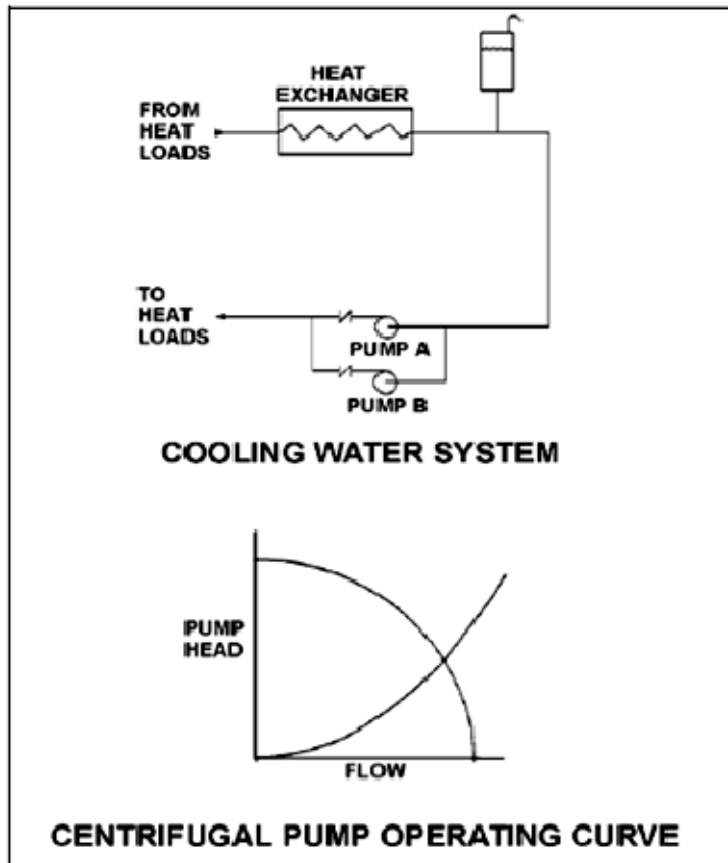
- A. 關閉；減少
- B. 關閉；增加
- C. 開啟；減少
- D. 開啟；增加



10. 請參照下圖的冷卻水系統及相關的離心泵運轉曲線，泵 A 與 B 為相同的單轉速離心泵，僅有泵 A 在運轉。

假設啟動泵 B，系統流量將_____，泵共通出口壓力將_____。

- A. 相同；升高
- B. 增加；相同
- C. 相同；相同
- D. 增加；升高



11. 有些大型離心泵之連鎖設計為：除非泵的出口閥至少完全關閉 90%，否則泵無法啟動。這種連鎖裝置是為了將_____降至最低。

- A. 泵的出口壓力。
- B. 加入泵送流體之熱量。
- C. 泵的進口產生孔蝕。
- D. 泵馬達啟動電流的持續時間。

12. 啟動正排量泵時，為什麼其出口閥必須全開？

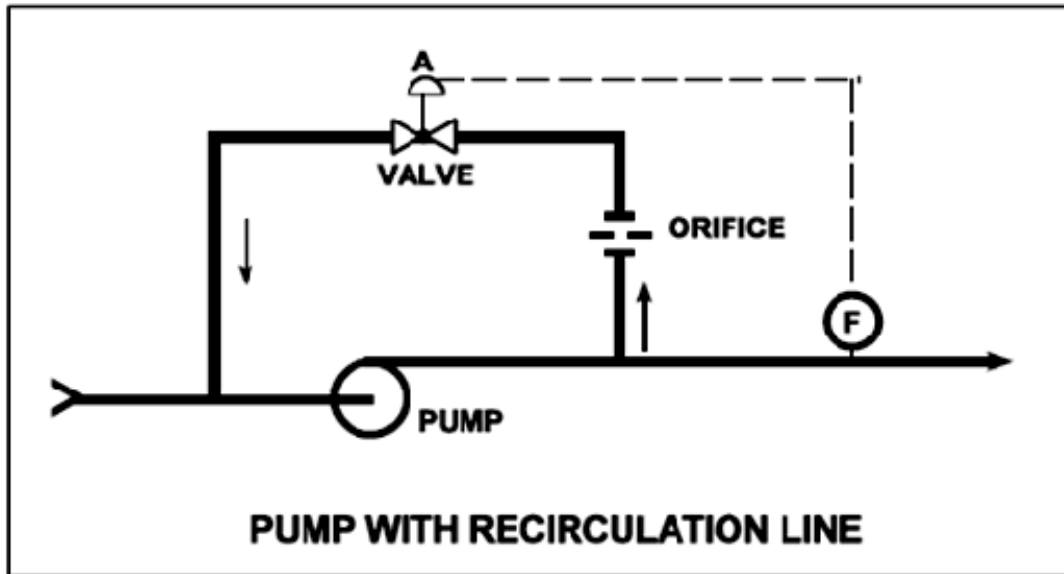
- A. 防範泵孔蝕。
- B. 降低馬達啟動電流。
- C. 將發生水錘的可能性降至最低。

D. 確保泵與系統管路的完整。

13. 請參照下圖中，設有再循環管路的泵。

當泵_____時，A 閥會關閉。

- A. 流量增加且高於設定值。
- B. 流量降低且低於設定值。
- C. 出口壓力增加且超過設定值
- D. 出口壓力降低且低於設定值。



14. 一部交流發電機負責供電給獨立電力系統，其功率因數為 1.0。若發電機電壓於實際負載(kW)增加時維持固定，發電機提供的電流，將與實際負載變化的_____成正比增加。(假設功率因數仍是 1.0)。

- A. 立方
- B. 平方
- C. 量
- D. 平方根

15. 提供核能電廠不同系統冷卻水之兩個相同 4160V 交流感應馬達離心泵，每具馬達額定馬力為 1000 hp，泵 A 之出口閥為全開，而泵 B 之出口閥為全關。若將兩馬達起動，則須經歷較長時間方能使馬達電流穩定的是馬達_____，而具有較高穩定馬達電流的是馬達_____。

- A. A ; A
- B. A ; B
- C. B ; A

D. B ; B

16. 下列何者意指分佈不均的溫度驟降情形，造成機械零件承受到嚴重應力？

- A. 斷裂應力(fracture stress)。
- B. 脆性破壞(brittle fracture)。
- C. 熱震。
- D. 受壓熱震。

17. 請參照下圖的運轉中潤滑油熱交換器。

已知下列初始參數：

冷卻水進口溫度(T_{cw-in}) = $75^{\circ}F$

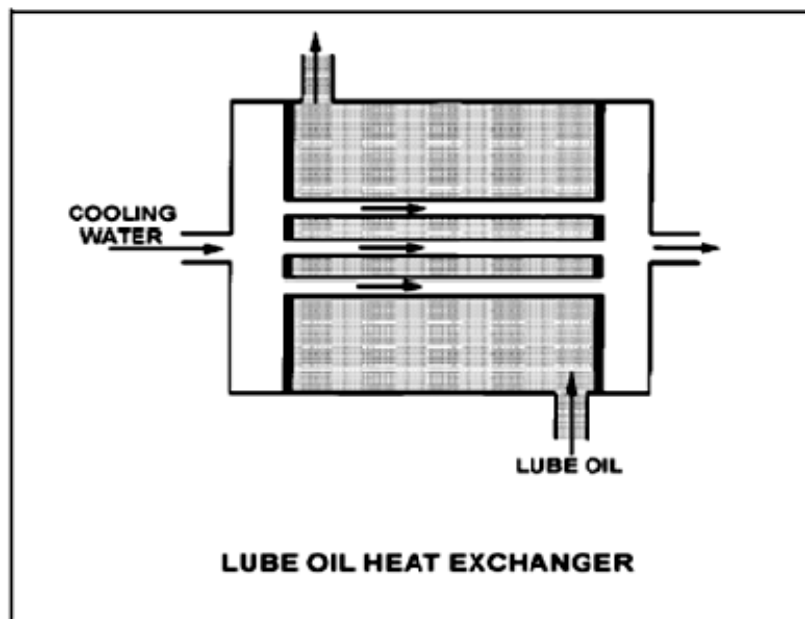
冷卻水出口溫度(T_{cw-out}) = $105^{\circ}F$

潤滑油進口溫度(T_{oil-in}) = $140^{\circ}F$

潤滑油出口溫度($T_{oil-out}$) = $100^{\circ}F$

若大修時更換潤滑油廠牌，且新潤滑油之比熱為原來之兩倍。大修後發現空氣進入該熱交換器，以致於有些熱交換器水管未被水覆蓋，因此讓 T_{cw-out} 降低到 $99^{\circ}F$ 。假設大修前後兩種流體的流量維持相同， T_{oil-in} 沒有改變，下列何者為該熱交換器潤滑油的大約出口溫度($T_{oil-out}$)？

- A. $100^{\circ}F$
- B. $108^{\circ}F$
- C. $116^{\circ}F$
- D. $124^{\circ}F$



18. 一座採用壓水式反應器(PWR)的核能電廠，裝有兩部相同的混合床反應爐冷卻水離子交換器，分別為A與B，電廠更換燃料大修後以全功率運轉，兩部離子交換器經過調整並聯運轉，而且已連續運轉兩週左右。然後，隔離離子交換器A做為備用，離子交換器B則繼續運轉。電廠以全功率連續運轉十個月後，必須讓離子交換器A進行運轉，同時隔離離子交換器B。

下列何者說明了為何在離子交換器A運轉前，必須先將該離子交換器的出口水流排入收集槽？

- A. 避免反應爐冷卻水的pH值，出現不想要的增加。
- B. 避免反應爐冷卻水的pH值，出現不想要的降低。
- C. 避免反應爐冷卻水的硼濃度，出現不想要的增加。
- D. 避免反應爐冷卻水的硼濃度，出現不想要的降低。

19. 核能電廠已於100%功率下正常運轉一個月，過去二十四小時的反應爐冷卻水硼濃度相同。

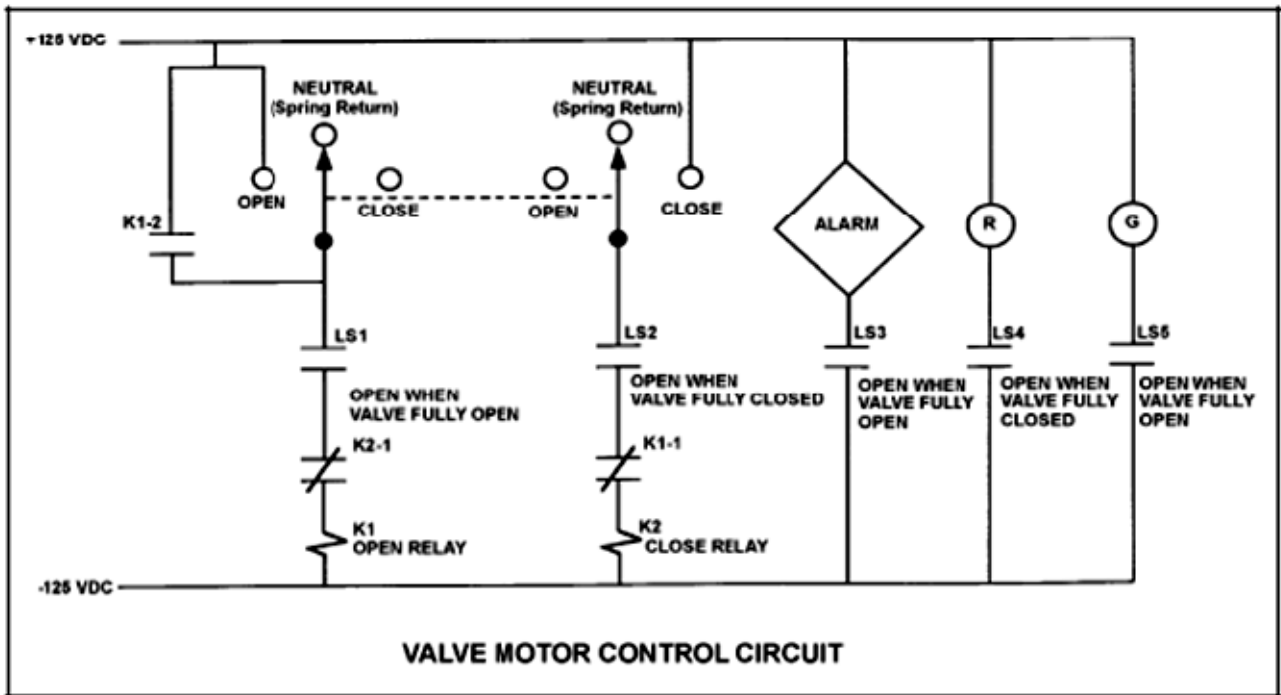
下列哪項關於運轉中反應爐冷卻水除礦器的變化，將導致除礦器的出口水流硼濃度降低？

- A. 處理中的反應爐冷卻水溫度從95°F增至105°F。
- B. 處理中的反應爐冷卻水溫度從105°F降至95°F。
- C. 處理中的反應爐冷卻水流量從75 gpm增至100 gpm。
- D. 處理中的反應爐冷卻水流量從75 gpm降至50 gpm。

20. 請參照下圖的閥門馬達控制線路，該閥目前全開且行程時間為10秒。(請注意：在圖中，不論閥門位置為何，極限開關(LS)接點均顯示為開啟狀態，但電驛接點依照控制線路圖的標準習慣標示。)

若控制開關轉向「關」位置兩秒，然後再放開，下列何者描述了此閥門的反應？

- A. 閥門不會移動。
- B. 閥門將全關。
- C. 閥門開始關閉，當放開控制開關時，閥門即停止移動。
- D. 閥門開始關閉，當放開控制開關時，閥門即會再開啟至全開位置。

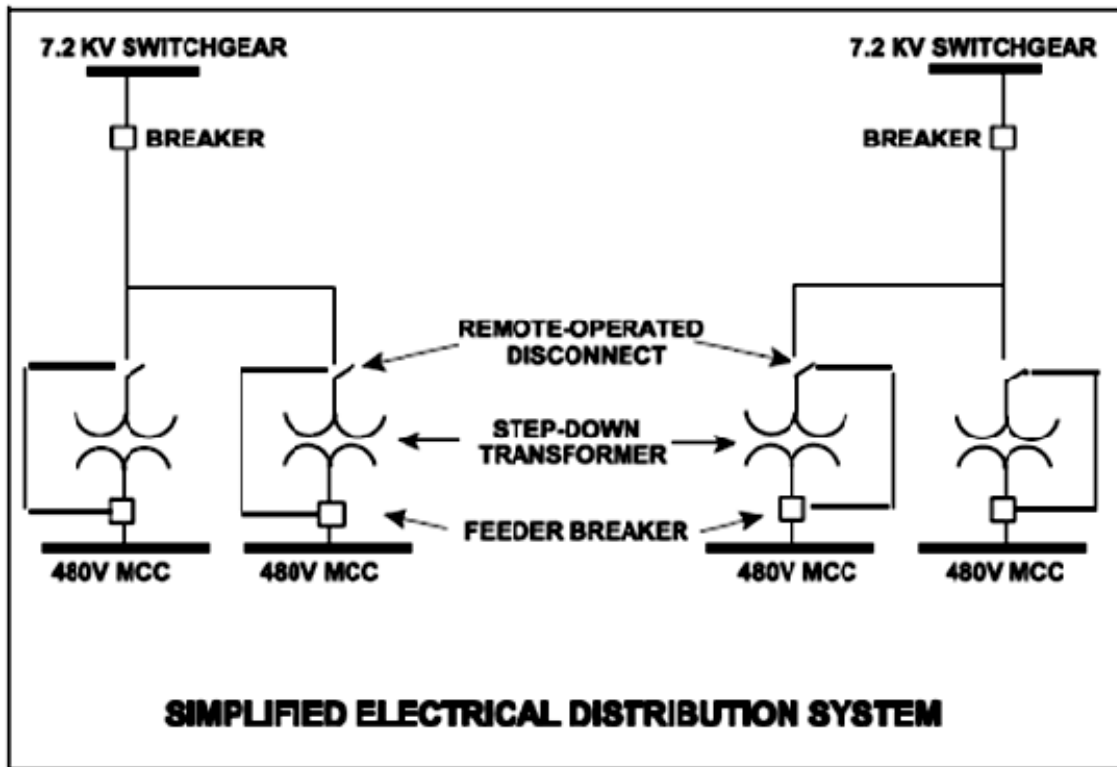


21. 請參照下面的配電系統簡圖。

每個降壓變壓器的高壓端，均有一遙控隔離開關，當變壓器維修時，能維持其他變壓器正常運轉。每個隔離開關的控制線路，都與相應的 MCC 饋電斷路器位置連鎖操作。

下列何者描述了連鎖操作的目的？

- A. 預防隔離開關損壞。
- B. 預防變壓器損壞。
- C. 預防饋電斷路器損壞。
- D. 預防 480V 馬達控制中心(MCC)損壞。



22. 一部主發電機準備併聯到無限大電力網。發電機電壓經過適當調整，同步儀以逆時針方向緩慢旋轉。

發電機斷路器若在同步儀指針到達12點鐘位置前閉合，將發生下列何事？

- A. 斷路器將閉合，發電機將提供有效負載(MWe)給輸配電網路。
- B. 斷路器將閉合，發電機將提供有效負載(MWe)與無效負載(MVAR)給輸配電網路。
- C. 斷路器將閉合，後因為過電流而開路。
- D. 斷路器將閉合，而後因為逆功率(reverse power)而開路。

23. 下列關於反應爐內中子引發核分裂之相關敘述，何者錯誤？

- A. 1 a. m. u. 的質能轉換可產生 931.44 MeV 的能量。
- B. U-235 每次分裂反應釋出的能量約在 200 MeV 上下。
- C. 核分裂產生之能量主要可區分為：分裂產物動能、分裂中子動能、瞬發伽瑪能量、遲延能量等，其中分裂中子動能能量最大。
- D. 若 U-235 分裂產生 1 MW 之熱功率，則連續運轉 24 小時消耗的 U-235 約 1 公克。
(1 MeV = 1.6×10^{-13} Joule, 1 mole = 6.02×10^{23})

24. 核能電廠以 75% 功率運轉，而且控制棒處於手動模式，運轉員此時為了調整 RCS 溫度，稀釋反應器冷卻水系統(RCS)，讓硼濃度降低 5 ppm。假設反應器功率沒有改變，停機餘裕將……

- A. 增加並穩定於較高數值。
- B. 增加，然後隨著冷卻水溫度的變化減至原先數值。
- C. 降低並穩定於較低數值。
- D. 降低，然後隨著冷卻水溫度的變化增至原先數值。

25. 兩部核子反應器 A 與 B 處於中程階(intermediate range)下方剛好達到臨界(遠低於加熱起始點)。兩部反應器完全相同，除了反應器 A 接近爐心壽命初期(BOL)，反應器 B 接近爐心壽命末期(EOL)。假設瞬間加入(step addition)正反應度(0.001 $\Delta K/K$)至兩部反應器。請選出正確答案以填入下列敘述。

反應器 B(EOL)觀察到的爐心功率瞬發跳升(prompt jump)大小將_____反應器 A(BOL)；而在反應器 B(EOL)觀察到的穩定啟動率將_____反應器 A(BOL)。

- A. 大於；大於
- B. 大於；小於
- C. 小於；大於
- D. 小於；小於

26. 如果忽略爐心的 Xe-135 變化效應，下列哪項功率變化需要加入的正反應度最少？

- A. 3% 功率至 10% 功率
- B. 10% 功率至 15% 功率
- C. 15% 功率至 30% 功率
- D. 30% 功率至 40% 功率

27. 對接近燃料週期末期的爐心而言，下列何組核種是所有共振捕獲的最重要貢獻者？

- A. Pu-239 和 U-235
- B. Pu-239 和 Pu-240
- C. U-238 和 Pu-240
- D. U-238 和 Pu-239

28. 下列何者是控制反應器爐心中子通率分佈(flux shaping)的原因？

- A. 藉由分佈更均勻的爐心熱中子通率，減小區域功率尖峰。

- B. 藉由降低爐心邊緣的中子通率，減少熱中子洩漏。
- C. 減少反應器在急停後維持次臨界所需的控制棒數量。
- D. 藉由將熱中子通率峰值移往爐心頂部以增加控制棒本領。

29. 一部核子反應器以 75% 功率運轉，所有控制棒都完全抽出。假設反應器功率沒有改變，比較一中央控制棒插入一半(50%)與同一控制棒(完全插入)掉落的效應時，下列何者為真？

- A. 控制棒插入一半造成的軸向功率分佈變化較小。
- B. 控制棒插入一半造成的徑向功率分佈變化較小。
- C. 控制棒插入一半造成的停機餘裕變化較大。
- D. 控制棒插入一半造成的停機餘裕變化較小。

30. 下列有關分裂產物毒素之敘述，何者錯誤？

- A. 氙的生成有二途徑，可由核分裂直接產生或分裂產物再經衰變而來；氙的減少也有二途徑，分別為自行衰變或吸收中子燃料。
- B. 氙濃度隨反應爐功率變化會有增建或耗損現象；當反應器由長期滿載狀態下調降功率，則降載初期，氙會先增建，隨後再耗損，最後再緩慢的回到先前平衡濃度。
- C. 氙在反應爐內之反應度本領可達 $-2,500 \text{ pcm} \sim -3,000 \text{ pcm}$ ，反應度變化速率可達每小時 150 pcm 。
- D. 長期運轉的核子反應器，若其軸向功率分布出現緩慢變化可能是氙毒振盪所致，此現象將使局部熱中子通量及分裂熱增加，燃料元件可能過熱造成損害。

31. 一部核子反應器以 100% 平衡功率運轉時急停，5 小時後再度啟動，目前功率為 10%，正常功率增加率為每分鐘 0.5%，現改以每分鐘 0.25% 的速率恢復至 100% 功率。

若以較慢速率提升功率時，爐心最大氙毒量的發生時間將_____於平常，在 100% 功率時的平衡量將_____。

- A. 快；相同
- B. 快；較小
- C. 慢；相同
- D. 慢；較小

32. 核子反應器的新爐心為何置入可燃性毒物，來取代硼濃度較高的反應器冷卻水？

- A. 避免硼在正常運轉期間沈澱。
- B. 建立負值較大的緩和劑溫度係數。
- C. 降低硼酸溶液造成的中子通率分佈扭曲度。
- D. 藉由較高的燃料濃度以加入過剩反應度。

33. 壓水式反應器處於熱待機模式，一次側因反應器冷卻水泵運轉產生之熱能而逐漸加溫，一次側之熱能可透過蒸汽產生器傳遞給二次側飼水，二次側飼水接受熱能蒸發為蒸汽，經由動力釋壓閥排放至大氣，以達到控制一次側溫度之目的。以下相關之現象敘述何者錯誤？

- A. 若一次側溫度與壓力上升中，則蒸汽產生器水位將上升。
- B. 若一次側溫度與壓力上升中，則蒸汽壓力亦將上升。
- C. 若一次側溫度與壓力上升中，略微開大補水閥增加補水流量，則蒸汽產生器水位將先降後升。
- D. 若蒸汽產生器水位下降中，則增大補水閥開度且關閉動力釋壓閥可使水位維持現況並回升。

34. 核能電廠進行更換燃料大修，一週後以 80% 額定功率運轉，控制棒完全抽出。大修期間，以新燃料元件更換整個爐心，並於爐心內不同位置，置入新的可燃性毒物元件。

假設反應器功率和控制棒位置沒有改變，如果運轉員沒有採取行動，反應器冷卻水平均溫度在隔週將有何變化？理由何在？

- A. 緩慢降低，僅因燃料燃耗所致。
- B. 緩慢降低，因燃料燃耗與分裂產物毒素累積所致。
- C. 緩慢增加，僅因可燃性毒物燃耗所致。
- D. 緩慢增加，因可燃性毒物燃耗與分裂產物毒素衰變所致。

35. 核能電廠正常運轉時，若讓空氣進入主冷凝器，則蒸汽循環的熱效率降低，因為…

- A. 通過主汽機的蒸汽流量增加。
- B. 主冷凝器的凝結水次冷度提高。
- C. 低壓汽機排汽的熱焓增加。
- D. 空氣會和蒸汽混合，進入凝結水中。

36. 一部核子反應器意外急停，並預定在急停 48 小時後起動，請問下列何者為預估臨界硼濃度時，無須考慮的因素？

- A. 急停前的反應器功率。

- B. 急停前的蒸汽產生器水位。
- C. 急停前的爐心氫反應度。
- D. 急停前的爐心鈾反應度。

37. 下列何者為從最低排列至最高壓力？

- A. 8 psia、20 吋汞柱絕對壓力、2 psig
- B. 8 psia、2 psig、20 吋汞柱絕對壓力
- C. 20 吋汞柱絕對壓力、2 psig、8 psia
- D. 20 吋汞柱絕對壓力、8 psia、2 psig

38. 蒸汽乾度 70%、 1.0×10^6 lbm/hr 的飽和蒸汽離開主汽機，進入壓力 2.0 psia 的冷凝器。冷凝水以 118°F 的溫度進入熱井。

下列何者為冷凝器的近似熱傳率？

- A. 3.1×10^8 Btu/hr
- B. 5.8×10^8 Btu/hr
- C. 7.2×10^8 Btu/hr
- D. 9.9×10^8 Btu/hr

39. 500 psia、467°F 飽和蒸汽流經蒸汽管。若要達到 60°F 過熱，大約要在蒸汽中加入多少比熱(specific heat)？

- A. 31 Btu/lbm
- B. 46 Btu/lbm
- C. 58 Btu/lbm
- D. 71 Btu/lbm

40. 下列何者基本上屬於等焓過程？

- A. 節流通過主汽機進汽閥的蒸汽。
- B. 汽機排氣在主冷凝器凝結。
- C. 蒸汽歷經理想汽機階段而膨脹。
- D. 蒸汽流過理想的漸縮噴嘴。

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. 增加；增加
- B. 增加；減少

- C. 減少；增加
- D. 減少；減少

42. 下列何者描述了為何大型蒸汽管路要逐漸加熱，而不是突然增加至全蒸汽流量？

- A. 為了使蒸汽管路的應力腐蝕破裂可能性降至最低。
- B. 為了使蒸汽管路的總熱膨脹降至最低。
- C. 為了使蒸汽管路發生水錘現象的可能性降至最低。
- D. 為了使蒸汽管路的熱損失降至最低。

43. 下列何者將增加發生水錘現象的可能性？

- A. 非常緩慢地開啟或關閉系統閥門。
- B. 在液體系統啟動後才進行管路排氣。
- C. 在出口閥關閉下啟動離心泵。
- D. 在出口閥開啟下啟動正排量泵。

44. 下面敘述的哪項熱傳過程中，對流是最明顯的熱傳機制？

- A. 爐心外露時，從反應器燃料到爐心筒(core barrel)。
- B. 以 100% 功率正常運轉時，從蒸汽產生器管壁傳出。
- C. 所有反應器冷卻水泵(RCP)失效後，從反應器燃料至蒸汽產生器。
- D. 以 100% 功率正常運轉時，從燃料丸中心到燃料護套。

45. 下列何者最可能造成燃料護套受損？

- A. 以 110% 的反應爐設計壓力運轉。
- B. 反應器從 100% 功率意外急停。
- C. 以超過臨界熱通率的功率運轉。
- D. 在燃料元件表面發生次冷核沸騰之下運轉。

46. 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. 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。
- B. 調壓槽功能異常造成反應器冷卻水系統壓力增加 20 psig。
- C. 運轉員將反應器冷卻水硼濃度增加 5 ppm，控制棒沒有移動。
- D. 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。

47. 電廠以強制循環降溫減壓時，反應器冷卻水系統(RCS)迴路水流及反應器冷卻水泵(RCP)電流指示值變得不穩。最有可能造成這些指示值異常的原因為何？

- A. RCP 孔蝕
- B. RCP 超流(runout)
- C. RCS 迴路發生水錘現象
- D. RCS 熱端飽和

48. 當核沸騰開始在燃料棒表面發生時，下列何者為爐心熱傳速率增加之原因？

- A. 蒸汽的熱傳係數大於水。
- B. 汽泡形成導致沿著燃料棒的冷卻水流量增加。
- C. 除了對流熱傳外，開始有輻射熱傳。
- D. 利用汽泡形成以進行熱傳的方式，較透過液體薄膜熱傳更有效率。

49. 反應器內一段燃料棒，已知下列初始參數：

$$\text{功率密度} = 3 \text{ kW/ft}$$

$$T_{\text{coolant}} = 579^\circ\text{F}$$

$$T_{\text{fuel centerline}} = 2,400^\circ\text{F}$$

若反應器功率增加，同一段燃料棒的爐心現有參數如下：

$$\text{功率密度} = ? \text{ kW/ft}$$

$$T_{\text{coolant}} = 590^\circ\text{F}$$

$$T_{\text{fuel centerline}} = 3,625^\circ\text{F}$$

假設沒有發生沸騰，冷卻水流率維持不變，新的功率密度為多少 kW/ft？

- A. 4
- B. 4.5
- C. 5
- D. 5.5

50. 為什麼要建立反應器冷卻水系統的冷卻率限值？

- A. 防止加入過量反應度。
- B. 防止反應爐發生脆性破壞。
- C. 防止反應器冷卻水系統過度次冷。
- D. 防止雜質在反應爐溶液中沈澱。

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