

# 行政院原子能委員會

103 年第一次動力用壓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

姓名：\_\_\_\_\_

(本試卷計有選擇題 50 題，每題 2 分，共 100 分)

103 年 4 月 29 日 (星期二) 上午九時至十二時

103 年第一次動力用壓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

---

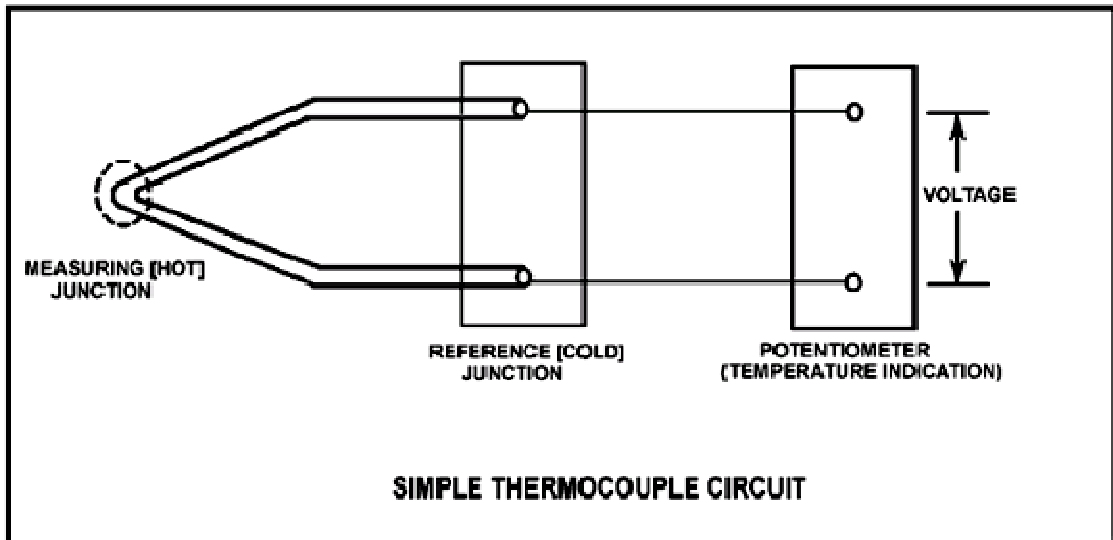
1. 比較用途相同的一般全開閘閥與球形閥，閘閥有\_\_\_\_\_壓降，通常用於\_\_\_\_\_流量應用上。
- A. 較大；節流
  - B. 較大；開/關
  - C. 較小；節流
  - D. 較小；開/關

答案：D

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沖放百分比：
- A. 2.5%
  - B. 3.0%
  - C. 3.5%
  - D. 4.0%

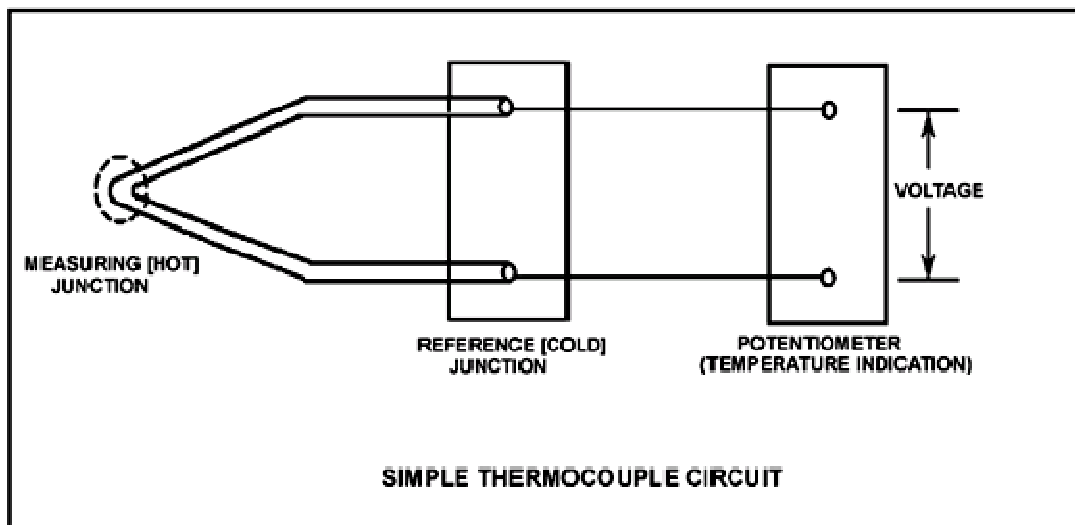
答案：D

3. 請參照下面的熱電偶電路簡圖。
- 熱電偶溫度指示值目前為 410°F，而參考(冷端)接合點為 125°F。環境溫度下降讓參考接合點溫度降至 110°F。假設量測接合點溫度維持固定，參考接合點沒有溫度補償下，新的熱電偶溫度指示值將是……
- A. 380°F
  - B. 395°F
  - C. 410°F
  - D. 425°F



答案：D

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。



答案：A

5. 一差壓流量計使用限流孔板，量測流過管線的水流量。前次校正流量計時，觀察到以下參數：
- 上游壓力：125 psig 實際流量：100 gpm
  - 下游壓力：116 psig 顯示流量：100 gpm

限流孔自前次校正起堆積碎片，以致流過限流孔的實際流量，減少到 80 gpm，上游與下游壓力分別變成 135 psig 與 110 psig。  
 請問下列何者為流量計目前顯示的約略流量？

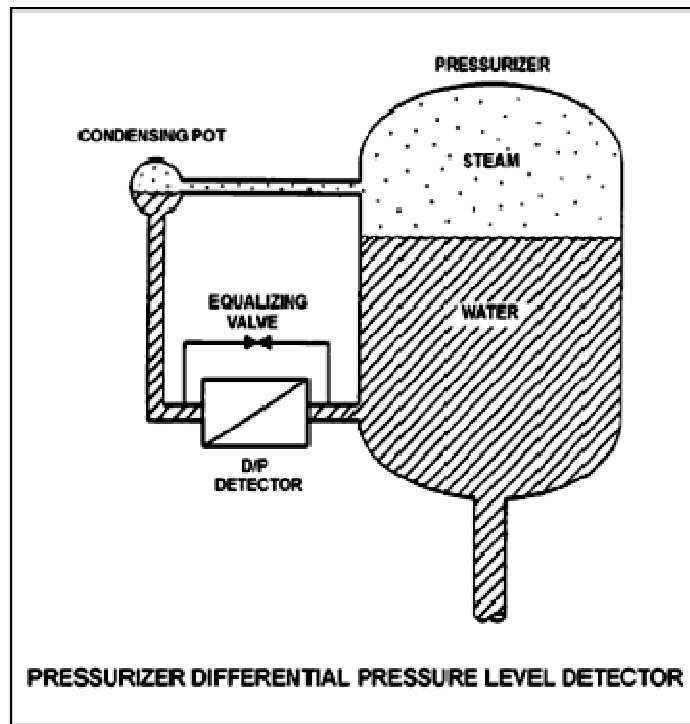
- A. 125 gpm
- B. 133 gpm
- C. 156 gpm
- D. 167 gpm

答案：D

6. 請參照下圖的調壓槽與差壓水位計，水位計最近於正常運轉條件下校正。假設相關調壓槽的水位計未使用密度補償。

當核能機組停機降溫降壓後，調壓槽水位計的顯示數據將\_\_\_\_\_實際水位，因為差壓水位計目前偵測到的差壓，\_\_\_\_\_同一調壓槽水位在正常運轉狀況下測得的差壓。

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



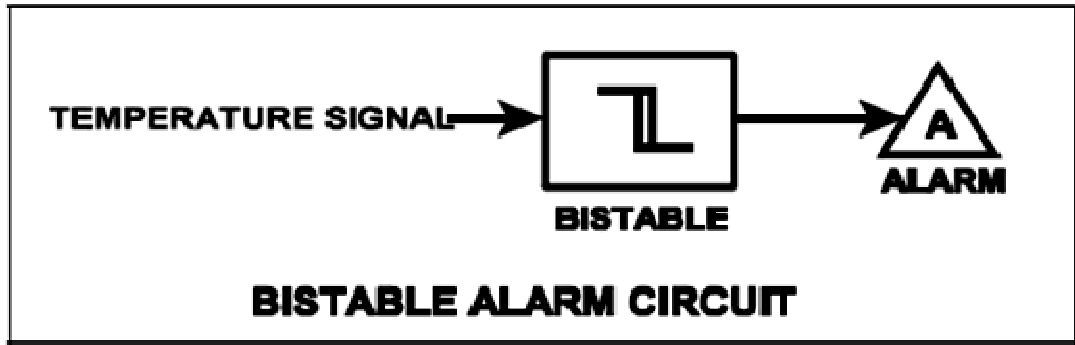
答案：C

7. 請參照下圖，在一個雙穩態警報電路中的溫度雙穩態。

雙穩態符號的方向，如同一般控制電路圖中所代表的雙穩態特性。雙穩態在溫度為 130°F 時動作並啟動警報。雙穩態有 5°F 的無感帶(dead band)/中性區(neutral zone)。

如果目前溫度為 150°F，溫度緩慢降至 110°F 時，下列何者正確描述了警報器的反應？

- A. 警報器會在當下啟動，並且不會消除。
- B. 警報器會在 130°F 時啟動，並且不會消除。
- C. 警報器會在當下啟動，並於 125°F 時消除。
- D. 警報器會在 130°F 時啟動，並於 125°F 時消除。



答案：B

8. 一個系統壓力控制器具備下列特色：

- 壓力設定點及系統實際壓力的差壓( $\Delta P$ )為零時，控制器的輸出訊號為零。
- 控制器的輸出訊號，隨著差壓成線性增加。
- 控制器的輸出訊號，不受差壓變化率所影響。
- 控制器的輸出訊號，不受差壓出現時間長短所影響。

下列何者為上述控制器採用的控制類型？

- A. 僅採用雙穩態。
- B. 僅採用比例。
- C. 比例加上積分。
- D. 比例加上微分。

答案：B

9. 下列哪個是利用輻射和物質作用產生正、負離子（電子），再收集正、負離子之信號，以評估輻射之質與量的輻射偵測儀器？

- A. 游離式偵檢器。
- B. 激發式偵檢器。
- C. 化學劑量計。
- D. 核反應偵測器。

答案：A

10. 下列何者為泵過流(runout)現象？

- A. 泵流量低。
- B. 泵震動高。
- C. 泵馬達電流低。
- D. 泵出口壓力高。

答案：B

11. 一離心消防泵為消防主水管加壓。此泵從一通大氣之水池取水。消防水管連接至消防主水管用以撲滅高處火災。

已知：

- 泵的葉輪吸入口位於水池水面下方 15 呎。
- 泵的設計關斷水頭為 120 呎。
- 泵的所需淨正吸水頭(NPSH)為 15 呎。
- 水池水溫為 60°F。

請問於泵葉輪吸入口上方多少高度時，消防水管噴嘴將首度無法提供水流？(忽略所有系統摩擦水頭損失來源)。

- A. 106 呎

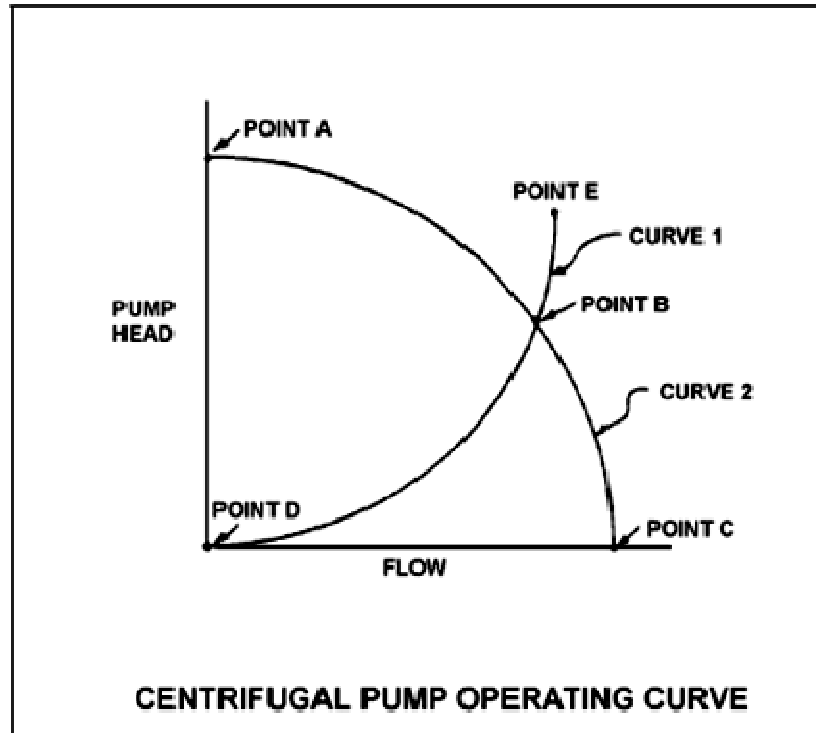
- B. 121 呎
- C. 136 呎
- D. 151 呎

答案：C

12. 請參照下圖的離心泵運轉曲線。

一離心泵在 B 點上運轉。若泵轉速降低一半，則新運轉點將會落在曲線\_\_\_\_\_上，比較靠近\_\_\_\_\_點(假設系統沒有其他改變發生)。

- A. 1 ; D
- B. 2 ; A
- C. 1 ; E
- D. 2 ; C



答案：A

13. 一離心消防泵為一消防主水管加壓。此泵從一水池取水，此水池水位與泵均位於海平面。

已知：

- 此泵之設計關斷水頭為 100 呎。
- 泵所需之淨正吸水頭為 15 呎。
- 水池水溫為 60°F。
- 消防水管連接至消防主水管，用以撲滅一高處火災。

請問於下列何種高度(以海平面為準)時，消防水管噴嘴將首次無法提供水流？(忽略在消防主水管以及消防水管之水頭損失)。

- A. 86 呎
- B. 101 呎
- C. 116 呎
- D. 135 呎

答案：B

14. 請參照下圖的離心冷卻水泵效能曲線。此泵利用單轉速交流感應馬達驅動，並以節流出口流量控制閥來控制泵流量。

泵的初始參數如下：

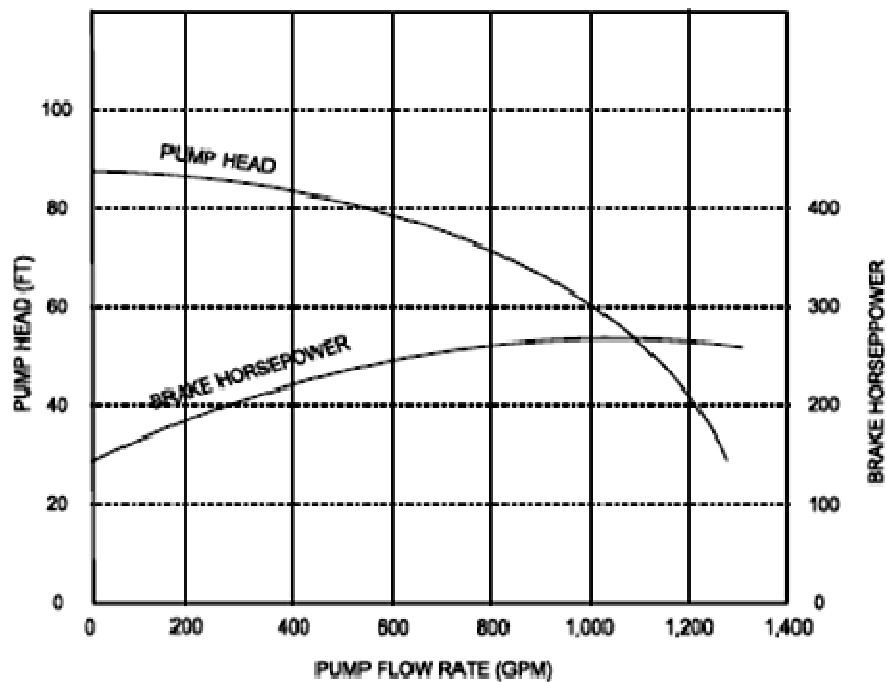
泵馬達電流：50 安培

泵流量：400 gpm

泵進口溫度：70°F

如果重新調整流量控制閥，導致泵流量變成 800 gpm，下列何者為新泵馬達電流的近似值？

- A. 低於 100 安培。
- B. 200 安培。
- C. 400 安培。
- D. 高於 500 安培。



答案：A

15. 為了讓引擎發電機能和電力系統併聯運轉且較不受系統頻率之影響需使用 droop mode 運轉，若一引擎發電機於零負載時其頻率為 62.4HZ 滿載時為 60HZ，該引擎的 droop% 為何？

- A. 2%
- B. 3%
- C. 4%
- D. 5%

答案：C

16. 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<sub>cw-in</sub>) = 75°F

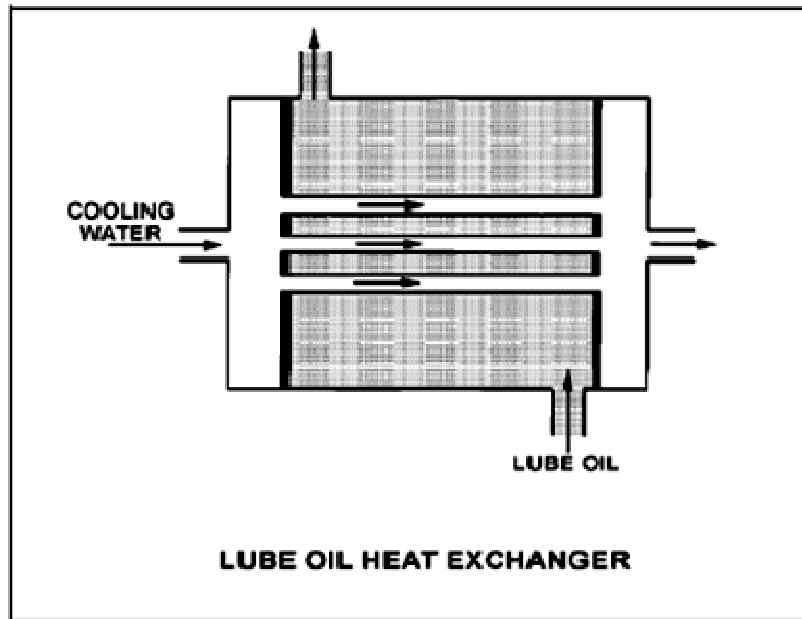
冷卻水出口溫度(T<sub>cw-out</sub>) = 105°F

潤滑油進口溫度(T<sub>oil-in</sub>) = 140°F

潤滑油出口溫度(Toil-out) = 100°F

由於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 Tcw-out 降低到 99°F。假設兩種流體的流量及比熱維持相同，Toil-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(Toil-out)？

- A. 99°F
- B. 108°F
- C. 116°F
- D. 122°F



答案：B

17. 反應爐迅速冷卻而引發的主要熱力問題為……

- A. 熱震。
- B. 應力腐蝕(stress corrosion)。
- C. 停機餘裕損失(shutdown margin loss)。
- D. 次冷餘裕損失(subcooling margin loss)。

答案：A

18. 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 25。

若導電度為 10  $\mu$  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. 0.4  $\mu$  mho/cm
- B. 1.0  $\mu$  mho/cm
- C. 4.0  $\mu$  mho/cm
- D. 10.0  $\mu$  mho/cm

答案：A

19. 下列何者將導致通過一運轉中除礦器的差壓較預期為高？

- A. 陽離子樹脂耗竭。
- B. 樹脂床發生通道效應(channeling)。
- C. 樹脂逆洗不足。
- D. 除礦器出口導電度下降。



答案：C

20. 下面是 480V 交流負載中心供電斷路器在控制室的指示值(斷路器為正常開啟)：

紅色指示燈亮起

綠色指示燈熄滅

負載中心電壓指示值為 0 volts

斷路器進入電壓指示值為 480 volts

斷路器的狀態為何？

- A. 開啟且搖入(rack in)。
- B. 關閉且搖入(rack in)。
- C. 開啟且搖至「測試」位置。
- D. 關閉且搖至「測試」位置。

答案：D

21. 對於一主發電機輸出斷路器的接點表面，下列何者將導致最嚴重傷害？

- A. 運轉員嘗試在發電機與電力輸配電網路頻率相同、但是相位差 180 度的情況下，關閉主發電機斷路器。
- B. 運轉員嘗試在發電機與電力輸配電網路電壓相位相同、但是頻率高於輸配電網路頻率 0.5% 的情況下，關閉主發電機斷路器。
- C. 主發電機在其最低額定負載下運轉時，主發電機斷路器因喪失外電而自動跳脫開啟。
- D. 主發電機在其最高額定負載下運轉時，主發電機斷路器因喪失外電而自動跳脫開啟。

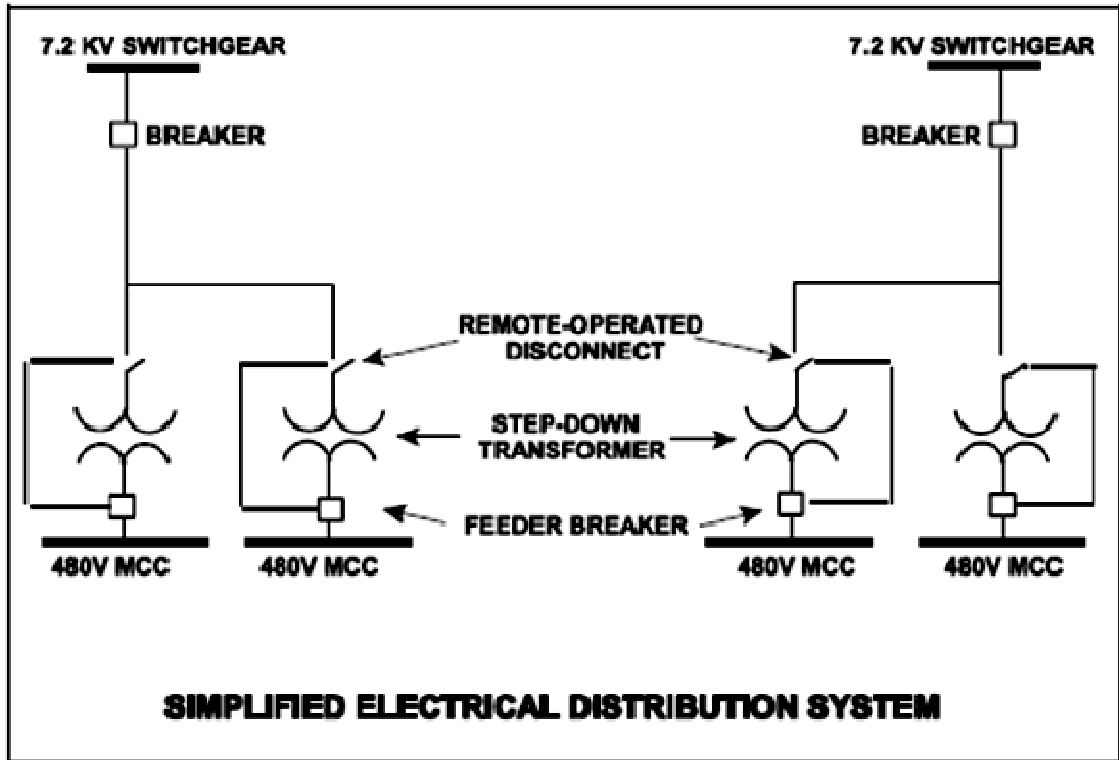
答案：A

22. 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。



答案：A

23. 比較同一分裂生成的遲延中子和瞬發中子時，遲延中子較可能……(假設兩個中子都停留在反應器爐心。)

- A. 引起 U-238 分裂。
- B. 引起 U-235 分裂。
- C. 進入鄰近的燃料元件。
- D. 在爐心經歷共振吸收。

答案：B

24. 核能電廠以 100% 功率運轉，而且控制棒處於手動模式。如果運轉員不採取行動，在往後兩週以 100% 功率穩態運轉的期間，停機餘裕將……

- A. 持續降低。
- B. 冷卻水溫度改變所致，停機餘裕先降低，再回到原先數值。
- C. 持續增加。
- D. 冷卻水溫度改變所致，停機餘裕先增加，再回到原先數值。

答案：C

25. 除了反應器爐心處於不同壽命階段外，反應器 A 與 B 完全相同。反應器 A 的有效遲延中子分率 ( $\beta_{eff}$ ) 為 0.007，反應器 B 的有效遲延中子分率為 0.005。兩反應器目前處於次臨界穩定狀態，其中子通量位階穩定於源階 (source range)。

已知：

反應器 A  $K_{eff} = 0.999$

反應器 B  $K_{eff} = 0.998$

若將正反應度 0.003 0K/K 突然加入兩反應器，請比較兩者的穩定啟動率 (SUR)，下列何者正確？(僅考慮反應器在功率低於加熱起始點時的反應)

- A. 反應器 A 的穩定 SUR 將較高，因為其爐心的正反應度較高。
- B. 反應器 B 的穩定 SUR 將較高，因為其有效遲延中子分率較小。

- C. 反應器 A 與 B 的穩定 SUR 相同，因為兩反應器將維持在次臨界。
- D. 反應器 A 與 B 的穩定 SUR 相同，因為兩反應器將獲得等量正反應度。

答案：A

26. 如果忽略爐心的 Xe-135 效應，下列哪項功率變化需要加入的正反應度最多？
- A. 3% 功率至 10% 功率
  - B. 10% 功率至 25% 功率
  - C. 25% 功率至 65% 功率
  - D. 65% 功率至 100% 功率

答案：C

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

答案：C

28. 在核子反應器中，一控制棒位置的相關中子通率參數如下：
- 爐心平均熱中子通率 =  $1.0 \times 10^{12}$  n/cm<sup>2</sup>-sec
- 控制棒前端熱中子通率 =  $3.0 \times 10^{12}$  n/cm<sup>2</sup>-sec
- 若控制棒稍微插入，使控制棒前端的熱中子通率為  $1.2 \times 10^{13}$  n/cm<sup>2</sup>-sec，則微分控制棒本領將增加\_\_\_\_\_倍(假設爐心平均熱中子通率維持固定)。
- A. 1/3
  - B. 4
  - C. 9
  - D. 16

答案：D

29. 硼酸中 B-10 會隨在爐心中運轉時間增長而慢慢減少，爐心燃耗達 8000 MWD/MTU，B-10 豐度可能降低至 18.2%。若新的燃料週期使用此 B-10 豐度降低的硼酸，下列哪個非屬可能產生的狀況
- A. 硼濃度測量系統(BCMS)測量硼酸濃度不準度增加。
  - B. 預估臨界控制棒位(ECP)計算對硼酸濃度不準度增加。
  - C. 反應度平衡計算之餘裕增加。
  - D. 硼液的熱中子吸收截面與反應度本領降低。

答案：C

30. 對於運轉中核子反應器爐心的熱中子吸收，下列何者具有最大微觀截面？
- A. U-235
  - B. B-10
  - C. Sm-149
  - D. Xe-135

答案：D

31. 核子反應器已在 80% 功率下運轉兩個月，為了測試之需而以手動方式急停。急停後進行反應器啟動，並預計在急停 24 小時後達到臨界。若此反應器在急停前於\_\_\_\_\_功率下運轉 48 小時，同時若再度預定於急停後

\_\_\_\_\_小時臨界，最能確保氫毒反應度不影響反應器在啟動期間達到臨界。

- A. 60%；18
- B. 60%；30
- C. 100%；18
- D. 100%；30

答案：B

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. 爐心壽命末期時較慢，因為最高反應器冷卻水硼酸稀釋率較小。
- B. 爐心壽命末期時較慢，因為控制棒本領較小。
- C. 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。
- D. 爐心壽命初期時較慢，因為控制棒本領較小。

答案：A

33. 爐心更換燃料期間，置入濃度較高的 U-235 燃料元件，將燃料週期從 12 個月延長至 16 個月。如果以硼濃度較高的反應器冷卻水，來彌補新燃料的所有過剩正反應度，下列何者為可能結果？

- A. 反應器冷卻水的硼酸將於降溫時沈澱。
- B. RCS 降溫將導致負反應度加入。
- C. 功率變化所需的 RCS 硼酸稀釋時間將變長。
- D. 微分硼本領將變成正值。

答案：B

34. 反應器功率從 15% 正常攀升至 75% 時，下列參數將如何改變？  
主汽機第一級壓力    反應器冷卻水系統硼濃度

- A. 增加 降低
- B. 降低 降低
- C. 增加 增加
- D. 降低 增加

答案：A

35. 一部核子反應器進行起動，並處於微幅次臨界。假設該反應器仍在次臨界時，稍微抽出控制棒，將導致反應器起動率指示值，於正向方向迅速增加，然後……

- A. 迅速降低，再穩定於 -1/3 DPM 處。
- B. 逐漸降低並穩定在零。
- C. 趨於穩定達到加熱起始點(POAH)為止；然後降至零。
- D. 繼續迅速增加，直到達到 POAH 為止；然後降至零。

答案：B

36. 一部次臨界核子反應器距離臨界  $1.0\% \Delta K/K$ ，運轉員此時以 30 ppm 的硼酸，稀釋反應器冷卻水系統。假設硼本領為  $-0.025\% \Delta K/K/ppm$ ，而且反應度沒有其他變化，該反應器處於……

- A. 次臨界
- B. 臨界
- C. 超臨界
- D. 瞬發臨界(prompt critical)

答案：A

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

答案：A

38. 在飽和情況（2235psig，652°F）下，調壓槽（Pressurizer）內之蒸汽汽泡佔有 780ft<sup>3</sup> 容積，因慢速注水（insurge）而將汽泡容積降低到 500ft<sup>3</sup>，但溫度並不發生顯著改變，若不計冷凝或過冷（subcool）效應，暫態後反應爐冷卻水的壓力為何？

- A. 2680psig
- B. 3025psig
- C. 3495psig
- D. 3815psig

答案：C

39. 冷卻水意外流失而導致反應器於 10 分鐘前急停。開始緊急注入冷卻水以後，調壓槽水位逐漸升高。該調壓槽現況如下：

調壓槽液體溫度= 540°F

調壓槽蒸汽溫度= 607°F

調壓槽壓力= 1,410 psia

調壓槽水位= 60%

已知這些條件下，調壓槽液體為\_\_\_\_\_，其蒸汽為\_\_\_\_\_。

- A. 飽和液體；飽和蒸汽
- B. 飽和液體；過熱蒸汽
- C. 次冷液體；飽和蒸汽
- D. 次冷液體；過熱蒸汽

答案：D

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. 212°F
- B. 268°F
- C. 322°F
- D. 378°F

答案：D

41. 下列方程式代表蒸汽循環於理論上的最大效能：

$$\text{Effthmax} = (1 - T_{\text{out}}/T_{\text{in}}) \times 100\%$$

此處的  $T_{\text{out}}$  為排熱絕對溫度， $T_{\text{in}}$  為加熱絕對溫度(絕對溫度為華氏溫度加上 460°)。

一座運轉中核能電廠的穩定蒸汽產生器壓力為 900 psia。該電廠的主冷凝器真空度若設在 1.0 psia，理論上可達到的最大蒸汽循環效能約為多少？

- A. 35%
- B. 43%
- C. 57%
- D. 65%

答案：B

42. 溫度及壓力分別為 90°F 及 50 psig 的水，以 100 lbm/sec 的流率，流經直徑 10 吋的管路。此管路分流至兩條管路，一條直徑 4 吋，一條直徑 8 吋。除了管路大小之外，任何會限制水流的因素均不考慮，下列何者約為 4 吋與 8 吋直徑管路的流率？

4 吋管路 8 吋管路  
(lbm/sec) (lbm/sec)

- A. 20 80
- B. 25 75
- C. 30 70
- D. 33 67

答案：A

43. 一於 100 psig 下運轉的冷卻水系統洩漏至大氣，洩漏率為 75 gpm。系統壓力若降至 80 psig，洩漏率約為多少？

- A. 26.5 gpm
- B. 38.9 gpm
- C. 56.4 gpm
- D. 67.1 gpm

答案：D

44. 若蒸汽產生器管束的總面積為 51500 呎<sup>2</sup>，且 U 為 1000 BTU/hr ft<sup>2</sup> °F，運轉於全功率情況下 ( $T_{avg} = 559.4^\circ\text{F}$ ，蒸汽壓為 720 Psia， $T_{sat}(720\text{Psia}) = 506.3^\circ\text{F}$ ) 試計算在蒸汽產生器內之總熱傳遞量？

- A.  $1762 \times 10^6$  BTU/hr
- B.  $2045 \times 10^6$  BTU/hr
- C.  $2312 \times 10^6$  BTU/hr
- D.  $2734 \times 10^6$  BTU/hr

答案：D

45. 核能電廠功率從 0% 增至 100% 時，反應器冷卻水系統(RCS)冷端溫度( $T_{cold}$ )維持在 557°F。反應器功率為 100% 時，其溫差( $T_{hot} - T_{cold}$ )為 60°F。

如果該電廠亦將 RCS 壓力維持在 2235 psig，請問功率為 50% 時，RCS 次冷餘裕約為多少？

- A. 30°F
- B. 36°F
- C. 66°F
- D. 96°F

答案：C

46. 核子反應器產生 3,400 MW 的熱輸出，其爐心  $\Delta T$  為 60°F、質量流率為  $1.4 \times 10^8$  lbm/hr。

如果爐心  $\Delta T$  為 63.8°F，爐心旁通流率為多少？(假設旁通水流  $\Delta T$  等於 0°F)

- A.  $7.92 \times 10^6$  lbm/hr
- B.  $8.34 \times 10^6$  lbm/hr
- C.  $1.26 \times 10^8$  lbm/hr
- D.  $1.32 \times 10^8$  lbm/hr

答案：B

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. 整體沸騰
- B. 次冷核沸騰
- C. 飽和核沸騰
- D. 飽和自然對流

答案：B

48. 反應器冷卻水系統經由蒸汽產生器(S/G)大氣蒸汽釋壓閥(手動操作)，開始進行自然循環冷卻。如果自然循環因高處產生空泡而中斷，將發生什麼狀況？(假設飼水流量、釋壓閥位及衰變熱大小維持不變)

- A. S/G 水位與壓力都增加。
- B. S/G 水位增加、壓力降低。
- C. S/G 水位降低、壓力增加。
- D. S/G 水位與壓力都降低。

答案：B

49. 相較於爐心壽命初期(BOL)，在爐心壽命末期(EOL)時，燃料對冷卻水的熱傳導係數如何？

- A. 在 EOL 時較小，因為燃料丸密化。
- B. 在 EOL 時較小，因為填充氣體被分裂產物氣體污染。
- C. 在 EOL 時較大，因為燃料丸與護套間間隙縮小。
- D. 在 EOL 時較大，因為燃料丸與冷卻水之間的溫差較大。

答案：C

50. 反應爐壁上，因內壓力所產生的應力為……

- A. 在內壁上為壓應力，外壁為張應力。
- B. 在內壁上為張應力，外壁為壓應力。
- C. 在整個槽壁上均為張應力。
- D. 在整個槽壁上均為壓應力。

答案：C

---