

行政院原子能委員會

111 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：_____

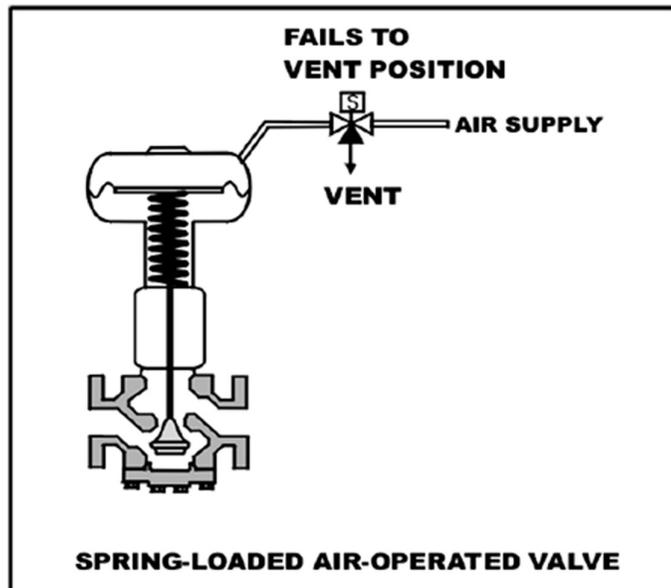
(本試卷計有選擇題 50 題，每題 2 分，共 100 分)

111 年 4 月 1 日 (星期五) 上午九時至十二時

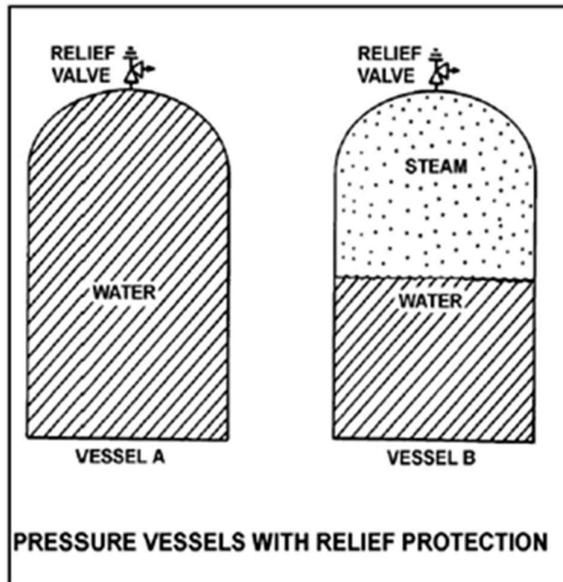
111 年第一次壓水式反應器運轉人員執照測驗

第一階段基本原理筆試試題

1. 請參照下圖之中，處於節流狀態且裝有彈簧的空氣操作閥。
如果連接閥的空氣管漏氣，導致閥的操作器壓力降低，閥的位置會是下列何者？
- A. 原來位置
 - B. 關小一些
 - C. 打開更多
 - D. 隨系統流量而改變



2. 請參照下圖之中，兩個具有相同釋壓閥保護裝置的相同壓力容器。
兩個容器都加壓至 50 psig 並維持隔離封閉狀態。容器 A 內裝滿 150°F 的水，容器 B 內則處於一半容積為蒸汽(100%乾度)，一半容積為水(0%乾度)的飽和狀態。
如果兩者的釋壓閥同時完全打開，容器_____降壓較快；兩者的釋壓閥都在 40 psig 關閉時，容器_____會減少較多質量。
- A. A; A
 - B. A; B
 - C. B; A
 - D. B; B



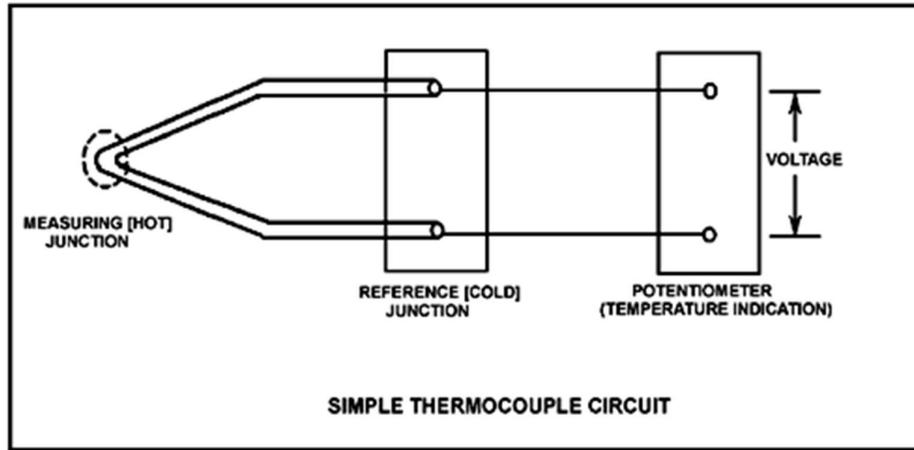
3. 下列何者常塗在分裂腔(fission chamber)內部，以利偵測中子？
 - A. 在兩個電極表面塗上天然鈾。
 - B. 在分裂腔內壁塗上高度濃縮的 U-235。
 - C. 在分裂腔內壁塗上天然鈾。
 - D. 在兩個電極表面塗上高度濃縮的 U-235。

4. 一冷卻水系統壓力偵檢器使用巴登管(bourdon tube)當感測元件。當有局部蒸汽洩漏使得巴登管溫度提高 50°F，下列何者可以說明系統壓力指示值將受到如何的影響？(假設冷卻水系統壓力不變)
 - A. 系統壓力指示值將降低，因為巴登管將變得較可撓
 - B. 系統壓力指示值將增加，因為巴登管將變得較可撓
 - C. 系統壓力指示值將降低，因為巴登管內部壓力將增加
 - D. 系統壓力指示值將增加，因為巴登管內部壓力將增加

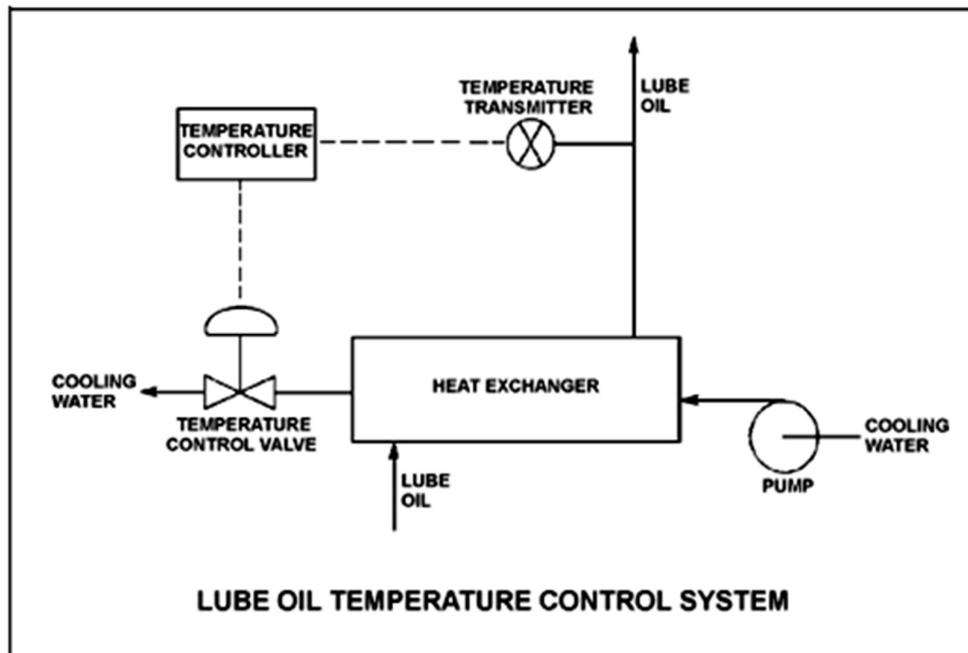
5. 請參照下面的熱電偶電路簡圖。

熱電偶目前的溫度指示值為 430°F。若發生少量蒸汽洩漏，而將參考(冷端)接合點溫度提高 30°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，新的溫度指示值將是.....

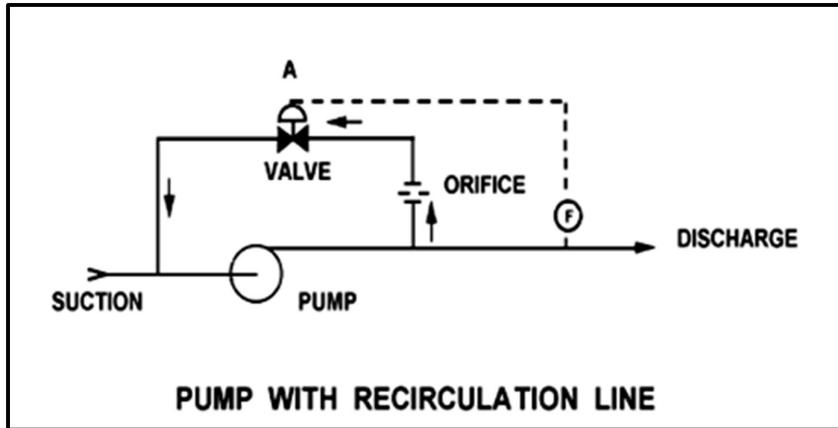
 - A. 370°F
 - B. 400°F
 - C. 430°F
 - D. 460°F



6. 下面是目前用來量測水流量的限流孔板校正數據：
- 上游壓力：125 psig
 - 下游壓力：105 psig
 - 流量：80 gpm
- 監測時，觀察到流經限流孔板的壓力如下：
- 上游壓力：114 psig
 - 下游壓力：100 psig
- 流經限流孔板的水流量約為？
- A. 45 gpm
 - B. 56 gpm
 - C. 67 gpm
 - D. 78 gpm
7. 自動流量控制器其量測的變數值，在設定點附近某一範圍內將無動作發生，此範圍稱為.....
- A. 偏壓(bias)
 - B. 誤差(error)
 - C. 無感帶(deadband)
 - D. 偏差(deviation)
8. 請參照下圖的潤滑油溫度控制系統。
- 如果溫度傳送器故障偏低(低溫輸出訊號)，溫度控制器將會把溫度控制閥往_的方向調節，導致實際熱交換器的潤滑油出口溫度_。
- A. 關閉；降低
 - B. 關閉；升高
 - C. 打開；降低
 - D. 打開；升高



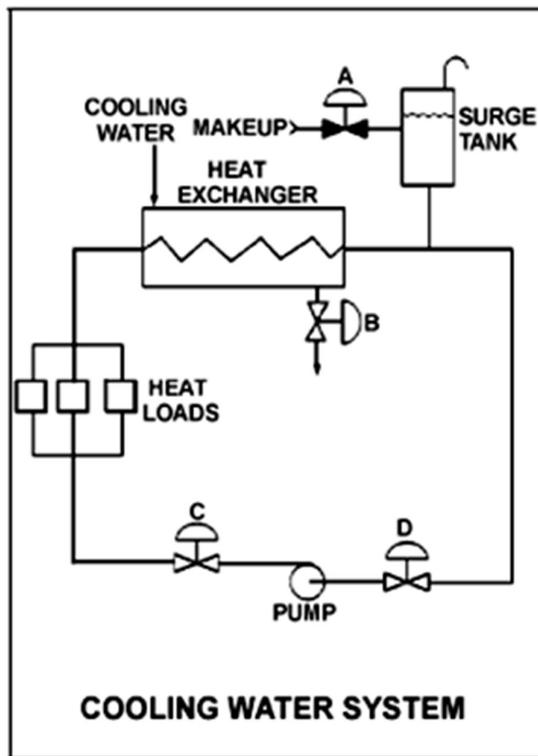
9. 一部柴油發電機，正單獨供電給某一被隔離的匯流排(electrical bus)，該柴油發電機之調速器，正處於單機(isochronous)運轉模式。如果匯流排上有大負載起動，發電機的頻率會.....
- 在剛開始時降低，然後提高，並穩定在低於起始值處。
 - 在剛開始時降低，然後提高，並穩定在起始值處。
 - 在剛開始時降低，然後提高，並穩定在高於起始值處。
 - 不改變，無論在負載起動時還是起動之後。
10. 請參照下圖中，設有再循環管路的泵。
- 當泵_____時，A 閥會打開。
- 出口壓力增加，超過設定值。
 - 出口壓力降低，低於設定值。
 - 流量增加，超過設定值。
 - 流量降低，低於設定值。



11. 請參照下圖的冷卻水系統。

下列何者會提高離心泵的可用淨正吸水頭？

- A. 開啟調節槽(surge tank)補水閥「A」。
- B. 節流關閉熱交換器冷卻水閥「B」。
- C. 節流開啟泵出口閥「C」。
- D. 節流關閉泵進口閥「D」。

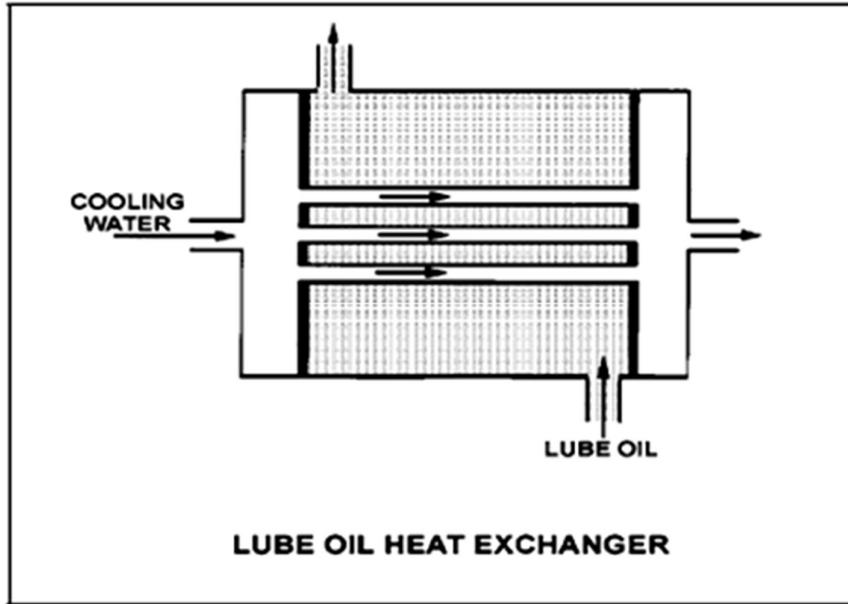


12. 針對用以預防正排量泵與相關管路超出設計壓力之釋壓閥適當位置，下列何者敘述正確？

- A. 在泵進口管路上，位於進口隔離閥的上游。

- B. 在泵進口管路上，位於進口隔離閥的下游。
C. 在泵出口管路上，位於出口隔離閥的上游。
D. 在泵出口管路上，位於出口隔離閥的下游。
13. 當一離心泵在關斷水頭下操作，其操作是在_____流量，以及_____出口水頭。
A. 最大；最小
B. 最大；最大
C. 最小；最小
D. 最小；最大
14. 交流感應馬達的啟動電流，一般為全載額定電流的_____倍。
A. 1/4 至 1/2
B. 2 至 3
C. 5 至 6
D. 10 至 12
15. 靜止之冷卻水系統，其馬達驅動離心泵在啟動時發生故障。假設泵馬達斷路器(breaker)並沒有跳脫，若故障是因葉輪轉軸鎖死，則將會觀察到下列何項現象？
A. 低於正常運轉電流，系統流量為零。
B. 低於正常運轉電流，流量為正常系統流量的一部份。
C. 啟動電流峰值時間過長，系統流量為零。
D. 啟動電流峰值時間過長，流量為正常系統流量的一部份。
16. 核能電廠正常運轉時，一主冷凝器發生漏氣現象，導致真空度以每分鐘 1 吋汞柱的速度降低。下列何者會因此狀況而增加(或提高)？
A. 抽汽流量。
B. 冷凝器熱井溫度。
C. 低壓汽機排汽的含水率。
D. 蒸汽循環效率。
17. 請參照下圖的潤滑油熱交換器。
該潤滑油熱交換器以下列進口溫度運轉：
潤滑油進口溫度：140°F
冷卻水進口溫度：70°F
假設冷卻水流量大於潤滑油流量，下列何組為可能的熱交換器出口溫度？(假設兩種液體的 Cp 值相同)

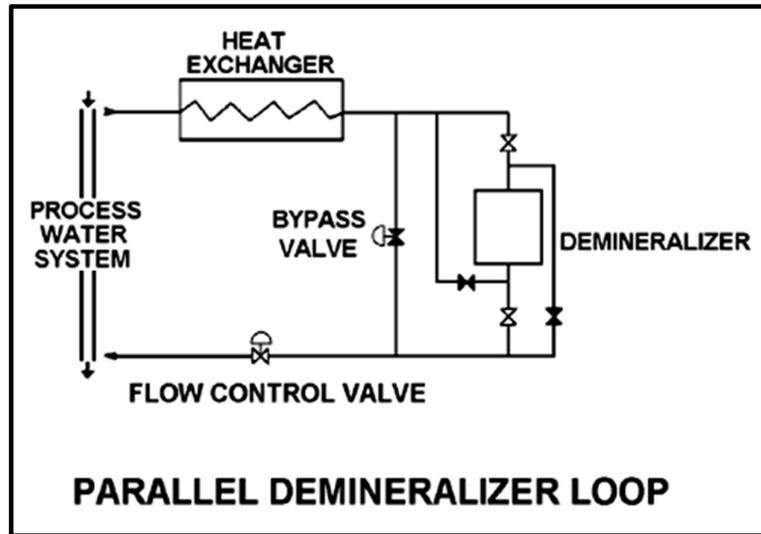
- | | |
|----------|-------|
| 潤滑油 | 冷卻水 |
| 出口溫度 | 出口溫度 |
| A. 130°F | 80°F |
| B. 120°F | 80°F |
| C. 130°F | 90°F |
| D. 120°F | 100°F |



18. 凝結水除礦器在 50% 流量下，差壓量測指示為 8.0 psid。在其後兩天中，電廠功率發生變化，導致凝結水流量在 25% 與 100% 間變化。在電廠功率改變下，下列何組凝結水流量與除礦器差壓的數據組合，表示除礦器中腐蝕產物的累積增加？

- | | |
|---------|--------------|
| 凝結水流量 | 除礦器差壓 (psid) |
| A. 100% | 32.2 |
| B. 75% | 18.1 |
| C. 30% | 4.3 |
| D. 25% | 1.9 |

19. 請參照下圖中，目前排列為正常流向之並聯式除礦器環路。下列何者最有可能降低除礦器的離子雜質除污因素？
- A. 將 50% 的環路流分流旁通除礦器。
 - B. 將水處理系統壓力從 125 psig 降低至 75 psig。
 - C. 將除礦器環路流量從 105 gpm 降低至 65 gpm。
 - D. 將除礦器環路溫度從 140°F 增加到 200°F。



20. 兩部相同的 1000 MW 發電機並聯運轉中，並供電給同一獨立電力匯流排。發電機的輸出斷路器，亦提供相同保護給發電機。發電機 A 與 B 的輸出數值如下：

發電機 A	發電機 B
22 KV	22 KV
60.2 Hertz	60.2 Hertz
200 MW	200 MW
25 MVAR (輸出)	50 MVAR (輸出)

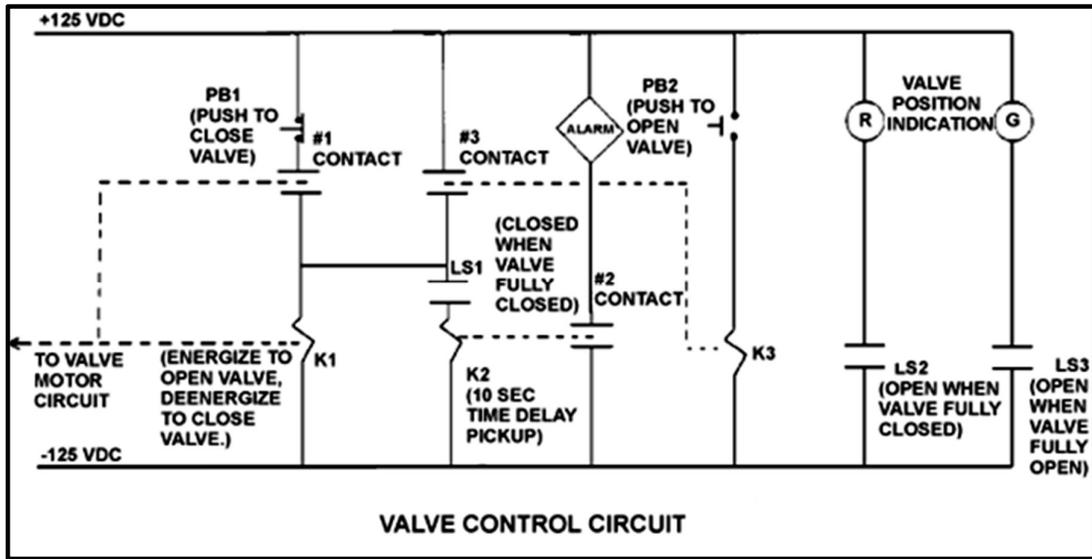
此時發生故障，導致發電機 A 的電壓調節器設定點持續緩慢降低。倘若運轉員不採取行動，發電機 B 的電流將增加，直到.....

- A. 發電機 A 的輸出斷路器由於過電流而跳脫。
- B. 發電機 B 的輸出斷路器由於過電流而跳脫。
- C. 發電機 A 的輸出斷路器由於逆功率而跳脫。
- D. 發電機 B 的輸出斷路器由於逆功率而跳脫。

21. 請參照下圖的閥門控制線路。請注意：不論閥門位置為何，極限開關 (LS) 的接點，都呈現開啟狀態，電驛接點則遵照控制線路圖的標準慣例標示。

此閥目前若關閉，警報器將於何時啟動？

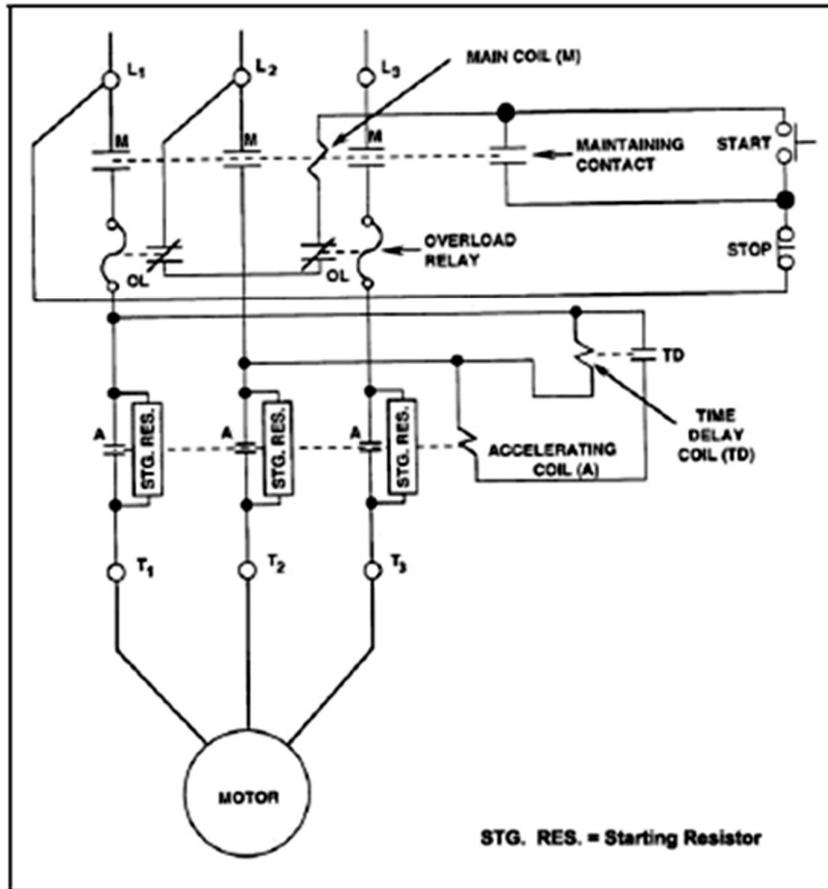
- A. 按下 PB2 時隨即啟動。
- B. 此閥若仍然關閉，將於按下 PB2 後 10 秒啟動。
- C. 按下 PB2 後隨即啟動，此閥若維持關閉，警報將持續 10 秒鐘。
- D. 此閥若持續開啟(stroking open)，則在按下 PB2 後 10 秒啟動。



22. 請參照下圖的馬達控制器線路。(請注意：電驛接點遵守控制電路圖示的標準習慣。)

馬達控制器線路中，時間延遲線圈(TD)的設置目的為何？

- A. 確保馬達不會啟動，直到過載電驛被復歸後。
- B. 確保馬達不會啟動，直到加速線圈通電後。
- C. 在旁通啟動電阻之前，使馬達能夠加速。
- D. 在電流流經線路內的啟動電阻之前，使馬達能夠加速。



23. 在分裂發生後 1.0×10^{-6} 秒生成的中子，稱做_____中子。
- 熱
 - 遲延
 - 瞬發
 - 捕獲
24. 有效增殖因數(K_{eff})是指這一代結束時的分裂中子數，除以_____代_____時分裂中子數的比值。
- 前一；結束
 - 下一；開始
 - 前一；開始
 - 下一；結束
25. 一部核子反應器於 75% 平衡功率下運轉，其條件如下：
- 總功率欠缺 = $-0.0185 \Delta K/K$
- 停機餘裕 = $0.0227 \Delta K/K$
- 有效遲延中子分率(β_{eff}) = 0.0061

有效瞬發中子分率 = 0.9939

欲使該反應器達到「瞬發臨界(prompt critical)」，需加入多少正反應度？

- A. 0.0061 $\Delta K/K$
- B. 0.0185 $\Delta K/K$
- C. 0.0227 $\Delta K/K$
- D. 0.9939 $\Delta K/K$

26. 已知下列初始參數：

功率係數 = - 0.015% $\Delta K/K/\%$ 功率

微分硼酸本領 = - 0.020% $\Delta K/K/ppm$

微分控制棒本領 = - 0.025% $\Delta K/K/inch$

反應器冷卻水硼酸濃度 = 640 ppm

下列何者是以抽控制棒 20 inch，將反應器從 25% 功率提升至 85% 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. 440 ppm
- B. 560 ppm
- C. 640 ppm
- D. 680 ppm

27. 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

28. 下列何者為重疊控制棒組的目的？

- A. 提供較為均勻的微分控制棒本領與軸向通率分佈。
- B. 提供較為均勻的微分控制棒本領，並抑制(dampen)氬毒引發的通率振盪。
- C. 確保所有控制棒都在個別棒位指示及棒組計數值之間的容許誤差(allowable tolerance)內，而且不超出控制棒插入限值。
- D. 確保所有控制棒均在個別棒位指示及棒組計數值之間的容許誤差(allowable tolerance)內，並提供較為均勻的軸向通率分佈。

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，比較一中央控制棒掉落(完全插入)與同一控制棒插入

一半(50%)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大。
- B. 控制棒插入一半造成的徑向功率分佈變化較大。
- 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. 一部核子反應器在 100% 功率下運轉兩週，在 1 小時內降低至 10% 功率。緊接著功率下降後，爐心 Xe-135 的濃度將_____並持續_____。

- A. 降低；4 至 6 小時
- B. 增加；4 至 6 小時
- C. 降低；8 至 11 小時
- D. 增加；8 至 11 小時

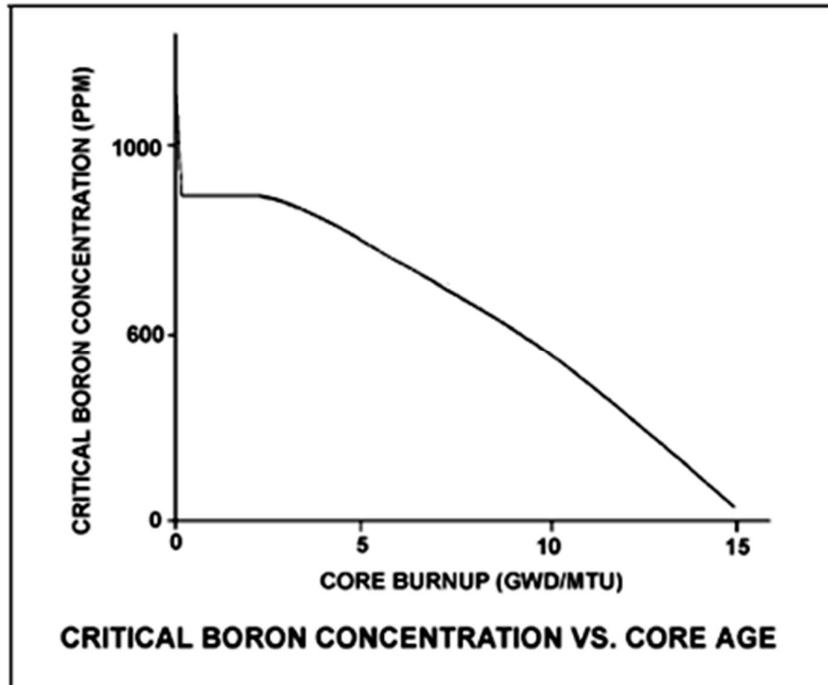
31. 反應器從爐心氙毒平衡狀態下停機，Xe-135 的最高負反應度(氙毒尖峰高度)，與停機前的平衡功率_____。

- A. 無關
- B. 成正比
- C. 成反比
- D. 有關，但不是成正比

32. 核子反應器爐心於更換燃料大修後，其臨界硼濃度與爐心燃耗關係如下圖所示。

造成硼濃度從爐心壽命中期至末期其曲線變化的主因為何？

- A. 燃料燃耗。
- B. 分裂產物累積。
- C. 可燃性毒物燃耗。
- D. U-238 轉變成 Pu-239。



33. 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. 高於；等於
B. 高於；高於
C. 等於；等於
D. 等於；高於
34. 當初始燃料裝填，次臨界增殖因數從 1.0 增加至 8.0 時，有效增殖因數為多少？
- A. 0.125
B. 0.5
C. 0.75
D. 0.875
35. 一部核子反應器進行起動中；控制棒剛停止抽出以評估臨界度。下列那項指示值組合中，每一項都證實反應器臨界？
- A. 穩定起動率等於 0.0 dmp；源階計數率穩定；增殖倒數(1/M)值等於 1.111。

- B. 穩定起動率等於+0.2 dmp；源階計數率緩慢增加；增殖倒數(1/M)值等於 1.000。
- C. 穩定起動率等於 0.0 dmp；源階計數率穩定；增殖倒數(1/M)值等於 0.111。
- D. 穩定起動率等於+0.2 dmp；源階計數率緩慢增加；增殖倒數(1/M)值等於 0.000。
36. 當反應器啟動時，起初臨界在源階，插入少量控制棒。反應器啟動率穩定在 -0.12 dpm。假設啟動率維持固定，源階計數率減少到原計數率之四分之一要多久？
- A. 2.0 分鐘
- B. 2.5 分鐘
- C. 4.0 分鐘
- D. 5.0 分鐘
37. 假設標準大氣壓力為 15 psia，20 吋汞柱(Hg)真空等於.....
- A. 2.5 psia
- B. 5.0 psia
- C. 10.0 psia
- D. 12.5 psia
38. 水以下列參數流進一理想的漸縮-漸擴噴嘴：
- 壓力= 300 psia
- 溫度= 102°F
- 速度= 50 ft/sec
- 水流在噴嘴喉部的流速為 200 ft/sec。已知噴嘴轉換焓值為動能，並且假設噴嘴沒有熱傳進出，請問水在噴嘴的喉部的壓力大約為多少？
- 註： $g_c = 32.174 \frac{lbm \cdot ft}{lbf \cdot sec^2}$ 1 psia = 1 lbf/in²
- A. 296 psia
- B. 150 psia
- C. 75 psia
- D. 50 psia
39. 蒸汽-水混合物的初始飽和蒸汽乾度為 50%。假設壓力保持不變，混合物亦維持飽和，則微量加熱時，混合物的蒸汽乾度將_____，其溫度將_____。
- A. 增加；升高
- B. 增加；維持不變

- C. 維持不變；升高
- D. 維持不變；維持不變

40. 反應器冷卻水系統(RCS)於停機維修後開始升溫加壓。RCS 壓力為 600 psig，調壓槽內有汽泡。調壓槽的動力釋壓閥(PORV)尾管(即至 PRT 之出口管路)溫度穩定上升。假設調壓槽蒸汽空間所裝的飽和蒸汽乾度為 98%，PORV 下游壓力為 40 psia，PORV 洩漏為理想的節流過程。如果經由 PORV 洩漏，PORV 尾管溫度約為多少？

- A. 275°F
- B. 295°F
- C. 305°F
- D. 325°F

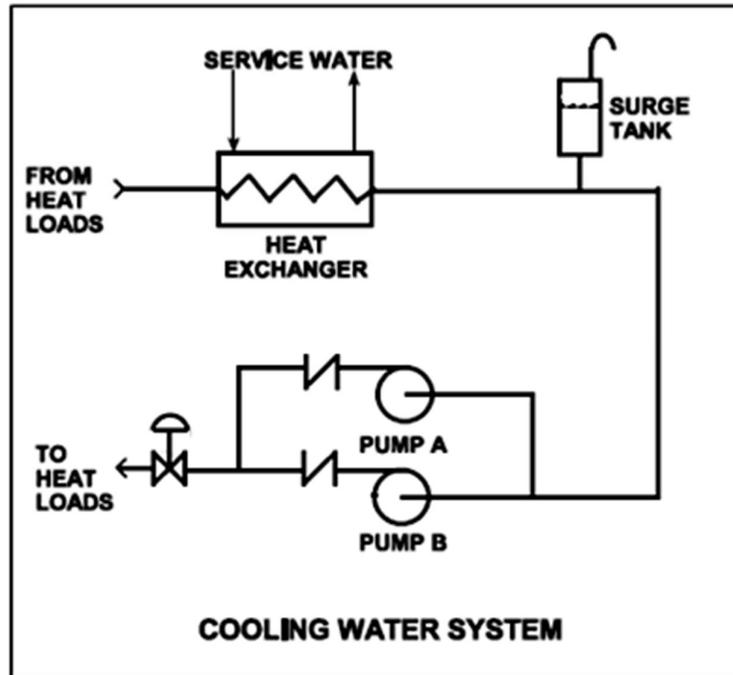
41. 以 85%額定功率運轉時，隔離高壓飼水加熱器的抽汽，會有什麼長期影響(假設汽機負載固定)？

- A. 反應器功率(MWt)增加，電廠整體效能提高。
- B. 反應器功率(MWt)增加，電廠整體效能降低。
- C. 反應器功率(MWt)降低，電廠整體效能提高。
- D. 反應器功率(MWt)降低，電廠整體效能降低。

42. 請參照下圖的冷卻水系統，其中只有泵 A 在運轉，泵出口閥目前開啟 50%。

若泵 A 發生孔蝕，下列何者將減少或消除泵 A 的孔蝕現象？

- A. 啟動泵 B。
- B. 將出口閥位置調整至 75%開度。
- C. 將緩衝槽(surge tank)水位降低 2 呎。
- D. 增加熱交換器的冷卻水(service water)流量 10%。



43. 一於 170 psig 下運轉的冷卻水系統洩漏至大氣，洩漏率為 50 gpm。系統壓力若降至 70 psig，洩漏率約為多少？
- A. 10 gpm
 B. 21 gpm
 C. 32 gpm
 D. 43 gpm
44. 一座多迴路核能電廠以 50% 功率運轉，控制棒處於手動模式，此時，一部蒸汽產生器的主蒸汽隔離閥(MSIV)意外關閉。假設反應器沒有急停，亦無發生其他保護動作，運轉員也沒有採取行動。就在 MSIV 關閉後，在 MSIV 關閉的反應器冷卻水迴路冷端溫度(T_c)，將立刻_____；至於 MSIV 維持開啟的迴路中的 T_c 將立刻_____。
- A. 升高；升高
 B. 升高；降低
 C. 降低；升高
 D. 降低；降低
45. 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。如果自然循環因蒸汽產生器高處產生空泡而中斷，將發生什麼狀況？(假設飼水流率、釋壓閥位及衰變熱大小維持不變)
- A. S/G 蒸汽流率減少、爐心出口熱電偶(CETC)溫度升高。

- B. S/G 蒸汽流率減少、CETC 溫度維持不變。
- C. S/G 蒸汽流率增加、CETE 溫度升高。
- D. S/G 蒸汽流率增加、CETC 溫度維持不變。

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 45%。
- 軸向與徑向功率分佈於爐心中央達到尖峰。

下列何者將增加穩態偏離核沸騰比？

- A. 爐心 Xe-135 的衰變，不改變軸向與徑向功率分佈。
- B. 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。
- C. 運轉員將反應器冷卻水硼濃度減少 5 ppm，控制棒沒有移動。
- D. 調壓槽功能異常造成反應器冷卻水系統壓力減少 20 psig，控制棒沒有移動。

47. 欲讓自然循環水流產生，下列何者為必備條件？

- A. 熱源(heat source)必須大於熱沉(heat sink)。
- B. 熱源所在位置必須高於熱沉。
- C. 熱沉必須大於熱源。
- D. 熱沉位置必須高於熱源。

48. 一部接近爐心壽命末期的核子反應器以 100% 穩態功率運轉，所有控制棒完全抽出。請問標準燃料元件的那一軸向位置，將產生最高的偏離核沸騰比？

- A. 燃料元件頂部。
- B. 燃料元件底部。
- C. 燃料元件底部與中間平面之間。
- D. 燃料元件中間平面與頂部之間。

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_{coolant} = 560°F

T_{fuel centerline} = 2,250°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 = 4.5 kW/ft

T_{coolant} = 580°F

T_{fuel centerline} = ? °F

假設沒有發生沸騰，冷卻水流率維持不變，新的穩定 T_{fuel centerline} 為多少？

- A. 2,635°F
- B. 3,115°F
- C. 3,625°F
- D. 4,155°F

50. 下列哪項運轉限制設計，旨在防止反應爐槽發生脆性破壞？
- A. 制訂調壓槽安全閥的最高設定值。
 - B. RCS 與蒸汽產生器之間的最大差壓。
 - C. 既定加熱率時 RCS 最高壓力和 RCS 溫度的限制。
 - D. RCS 與調壓槽之間的最大差壓。

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	B	B	B	C	C	B	B	D	A	C	D	C	C	B	B	C	D	B	B	C	B	A	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
無 解 答	C	A	A	D	D	A	B	D	D	D	B	D	B	C	B	D	C	B	A	B	D	B	B	C

第 26 題答案調整說明：

本題最終硼酸濃度正確為 620ppm，惟未現於選項中，故本題無解答，不予計分。