

行政院原子能委員會

101年第二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

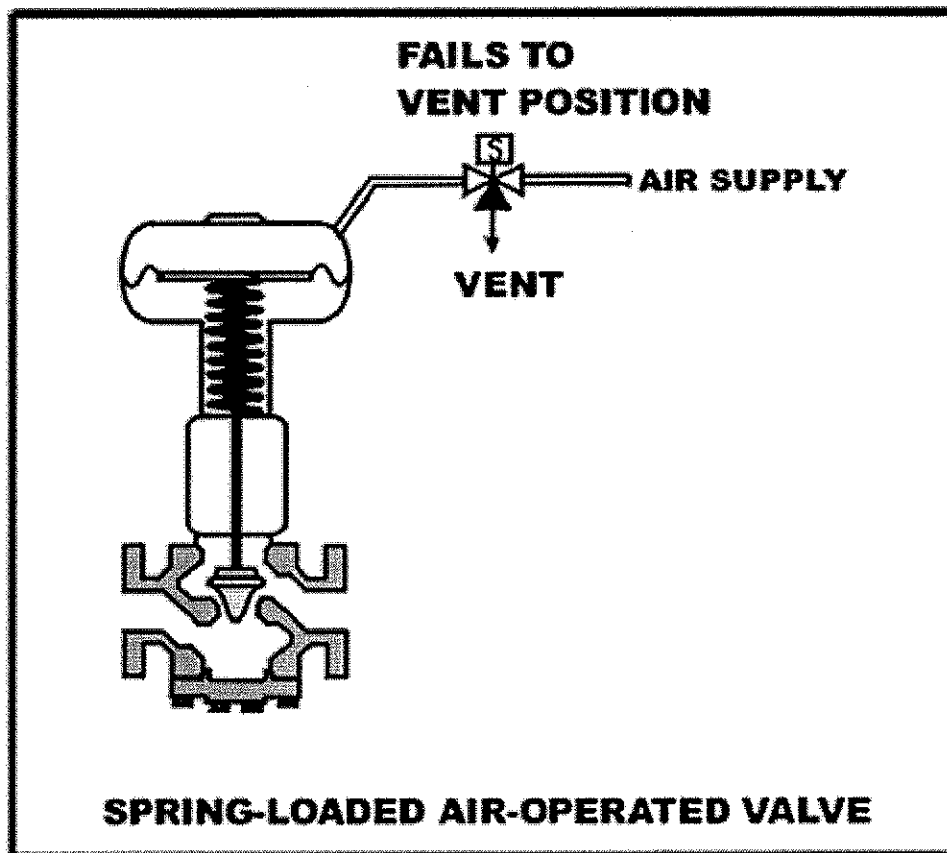
姓名：_____

(本試卷計有選擇題50題，每題2分，共100分)

101年9月20日(星期四)上午九時至十二時

101 年第二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. 請參照下圖之中，處於節流狀態且裝有彈簧的空氣操作閥。
圖中顯示在正常供氣壓力和受電(energized)狀態的電磁線圈，如果電磁線圈失去電力，閥的位置會如何？
- A. 保持現狀
 - B. 打開更多
 - C. 關小一些
 - D. 隨系統流量而改變



2. 比較用途相同的一般全開閘閥與球形閘，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
3. 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：135 psig

下游壓力：120 psig

流量：100 gpm

監測時，觀察到流經限流孔板的壓力如下：

上游壓力：124 psig

下游壓力：117 psig

流經限流孔板的水流量約為？

A. 47 gpm

B. 57 gpm

C. 68 gpm

D. 78 gpm

4. 請參照下圖的差壓壓力計。

壓力計注滿水後，裝至通風管中的限流孔以量測氣體流量。該壓力計目前顯示的水位差為 9 英吋，氣體流量為 $300 \text{ ft}^3/\text{min}$ 。

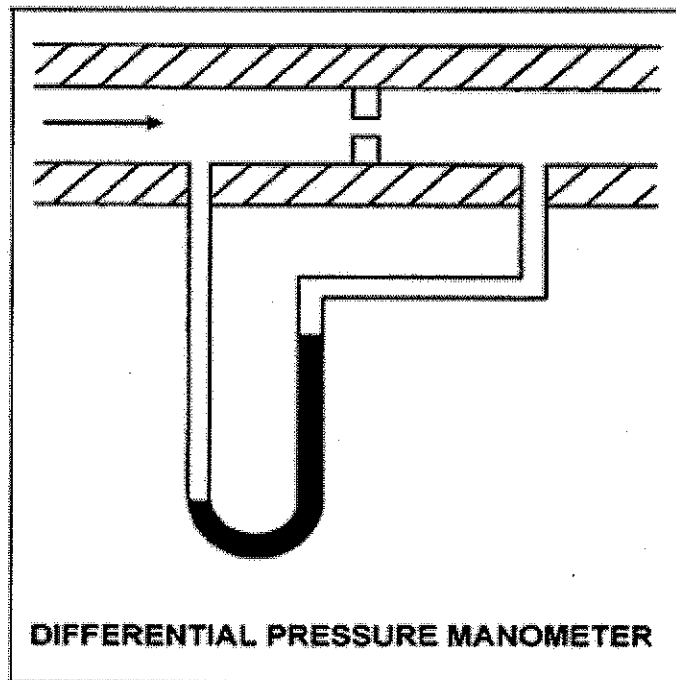
假如壓力計顯示的水位差為 3 英吋，下列何者為約略的氣體流量？

A. $33 \text{ ft}^3/\text{min}$

B. $100 \text{ ft}^3/\text{min}$

C. $173 \text{ ft}^3/\text{min}$

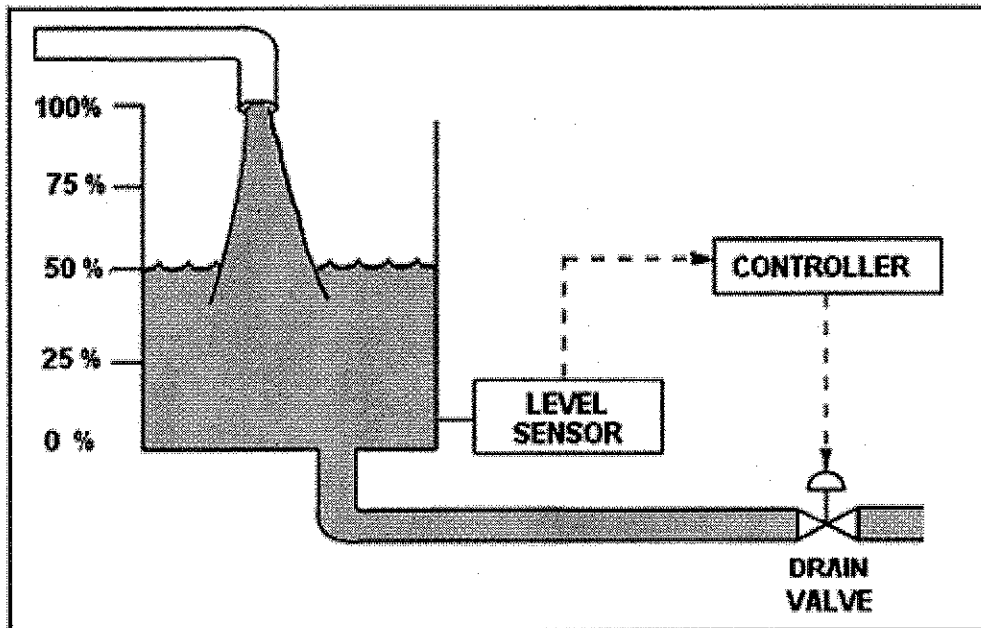
D. $300 \text{ ft}^3/\text{min}$



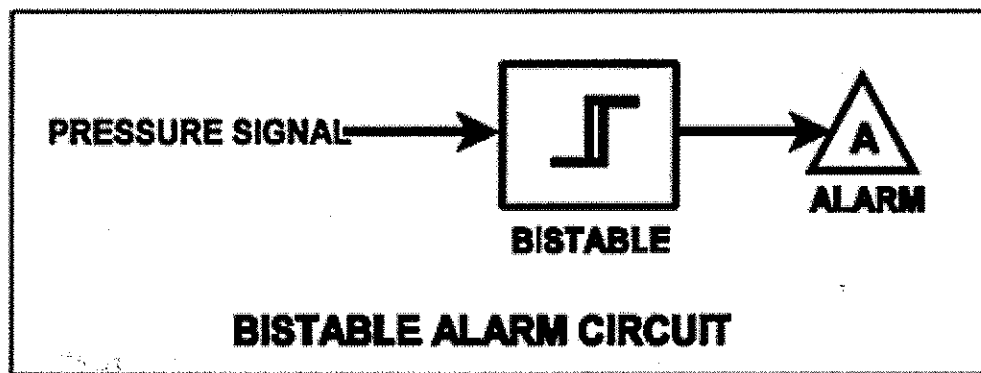
5. 一差壓流量計使用一限流孔板，量測流過一管路之水流量。當此流量計於上次校正時，觀察到以下參數：
- 上游壓力：125 psig 實際流量：100 gpm
下游壓力：116 psig 指示流量：100 gpm
- 自從上次校正後，限流孔板發生嚴重沖蝕，以致於流過限流孔的實際流量達到 120 gpm，而上游與下游壓力分別變為 110 psig 與 106 psig。
- 則目前所指示的流量，約是下列何者？
- A. 44 gpm
 - B. 67 gpm
 - C. 81 gpm
 - D. 120 gpm
6. 核能電廠已停機一個月。為了從反應爐外監測停機反應爐心的中子位階，需要使用攜帶型充氣式輻射偵檢器。偵檢器必須能分辨伽瑪與中子輻射線所產生的游離。此充氣式偵檢器可運作於特性曲線的哪幾區？
- A. 蓋革-牟勒區、離子腔區和比例區。
 - B. 比例區，離子腔區。
 - C. 離子腔區，蓋革-牟勒區。
 - D. 蓋革-牟勒區，比例區。
7. 下圖中三種控制模式之反應曲線，哪個是比例控制器的反應曲線？
- A. X
 - B. Y
 - C. Z
 - D. 都不是

INPUT	STEP :	PULSE :	RAMP :	SINUSOID :
Control Modes				
X				
Y				
Z				

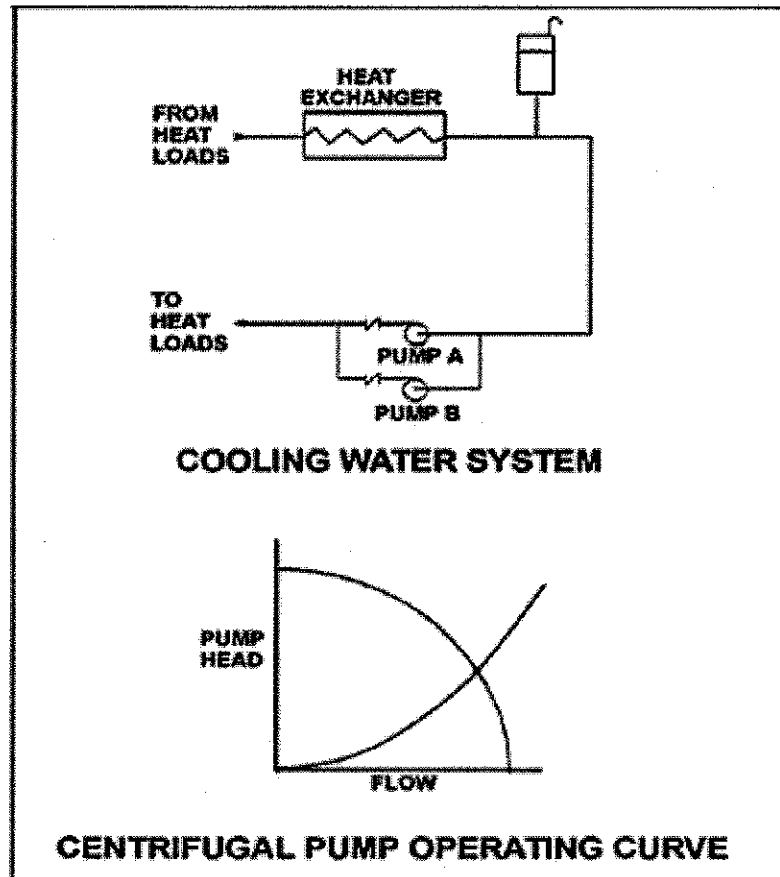
8. 請參照下圖中，裝有水位控制系統的儲水槽。水槽水位藉由比例-積分(PI)控制器，調整排水閥的開度，自動控制在 50%。目前水槽水位穩定，進水率 500 gpm，排水閥打開 50%。
- 當水槽進水流量突增至 700 gpm，而且維持穩定，等到水槽水位穩定下來後，水位將會____，而且排水閥的開度將____。
- 高於 50%；開得更大
 - 高於 50%；不改變
 - 維持於 50%；開得更大
 - 維持於 50%；不改變



9. 請參照下圖中，一警報電路的壓力雙穩態。
 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。雙穩態會在系統壓力為 100 psig 時動作並啟動警報。雙穩態有 5 psig 的無感帶(dead band)或中性區(neutral zone)。
 如果目前系統的壓力是 90 psig，當系統壓力緩慢增加至 110 psig 時，下列何者會是警報器的反應？
- 警報器會在當下啟動，並在 95 psig 時消除。
 - 警報器會在 100 psig 時啟動，不會消除。
 - 警報器會在當下啟動，並在 105 psig 時消除。
 - 警報器會在 100 psig 時啟動，並在 105 psig 時消除。



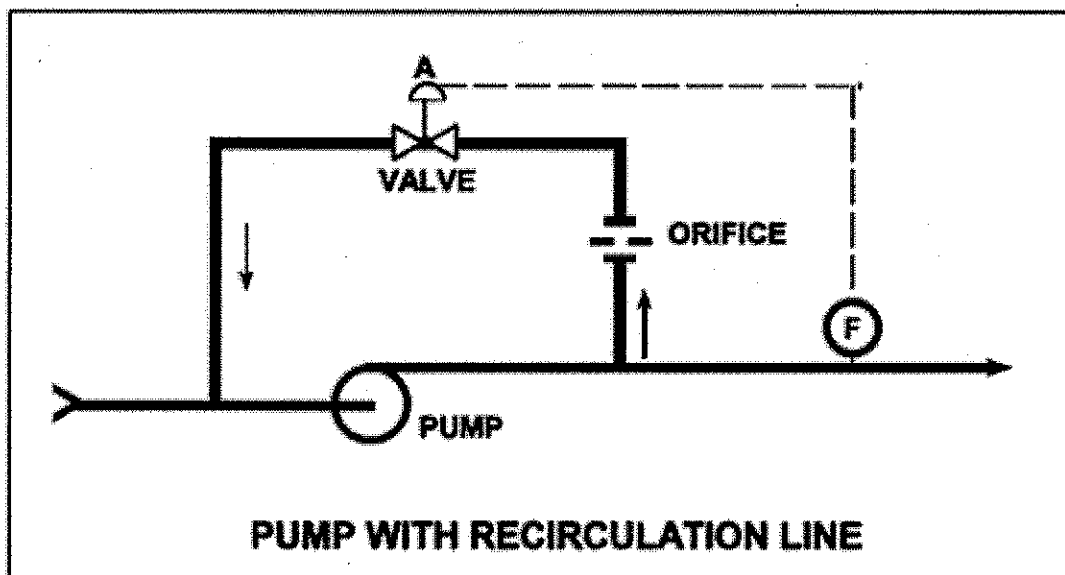
10. 請參照下圖的冷卻水系統及相關的離心泵運轉曲線。
 泵 A 與 B 為相同的單轉速離心泵，僅有泵 A 在運轉。假設啟動泵 B，系統穩定之後，系統流量將……
- 變成原有流量的兩倍。
 - 同於原有流量。
 - 少於原有流量的兩倍。
 - 多於原有流量的兩倍。



11. 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。

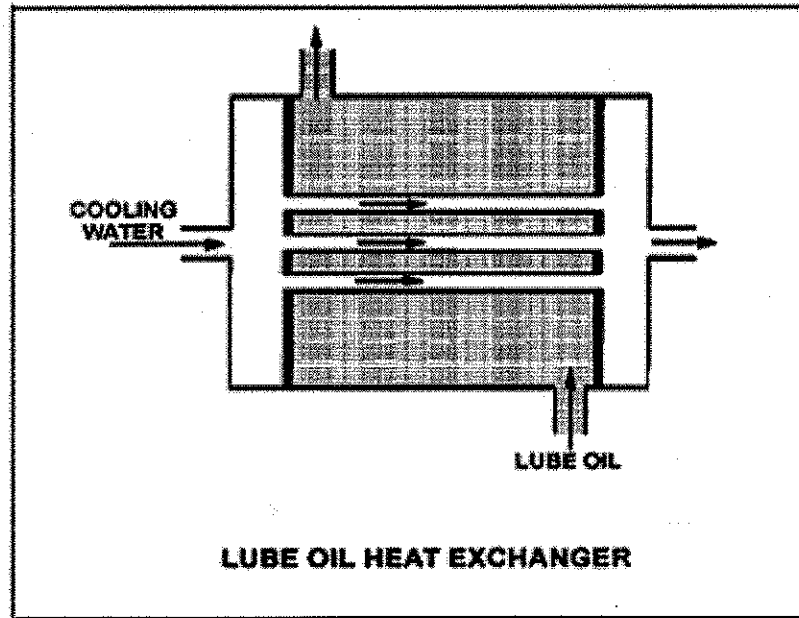


12. 一開放系統中，一離心泵在額定狀況下運轉，所有閥全開。若此泵出口閥節流至50%開度，則泵進口壓力將_____，而泵出口壓力將會_____。
- A. 增加；減小
 - B. 減小；增加
 - C. 增加；增加
 - D. 減小；減小
13. 核能電廠於全功率運轉，此時發生200 gpm的反應器冷卻水洩漏事件，造成反應爐跳脫，並啟動緊急冷卻水注入。反應爐冷卻系統壓力穩定在1,000 psia處，所有注水泵均於其再循環管路隔離下運轉。泵的關斷水頭如下：
高壓注水(HPI)泵：2,500 psia
低壓注水(LPI)泵：200 psia
何種泵必須盡快停止運轉？理由何在？
- A. 高壓注水泵，以免低流量造成泵過熱。
 - B. 低壓注水泵，以免低流量造成泵過熱。
 - C. 高壓注水泵，以免高流量造成馬達過熱。
 - D. 低壓注水泵，以免高流量造成馬達過熱。
14. 反應爐冷卻水泵(RCP)發生轉子鎖死事件時，RCP的電流將……
- A. 上升，因為轉子扭矩增加。
 - B. 上升，因為定子的逆向電動勢(CEMF)增加。
 - C. 下降，因為泵流量減少。
 - D. 下降，因為轉子的逆向電動勢(CEMF)增加。
15. 馬達軸承若於馬達運轉時卡住，下列何種斷路器跳脫訊號，將導致相關的馬達斷路器跳脫？
- A. 低電壓訊號。
 - B. 低頻訊號。
 - C. 延時過電流訊號。
 - D. 瞬間過電流訊號。
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_{cw-in}) = 75°F
冷卻水出口溫度(T_{cw-out}) = 105°F
潤滑油進口溫度(T_{oil-in}) = 140°F

潤滑油出口溫度($T_{oil-out}$) = 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 T_{cw-out} 降低到 99°F 。假設兩種流體的流量及比熱維持相同， 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($T_{oil-out}$)？

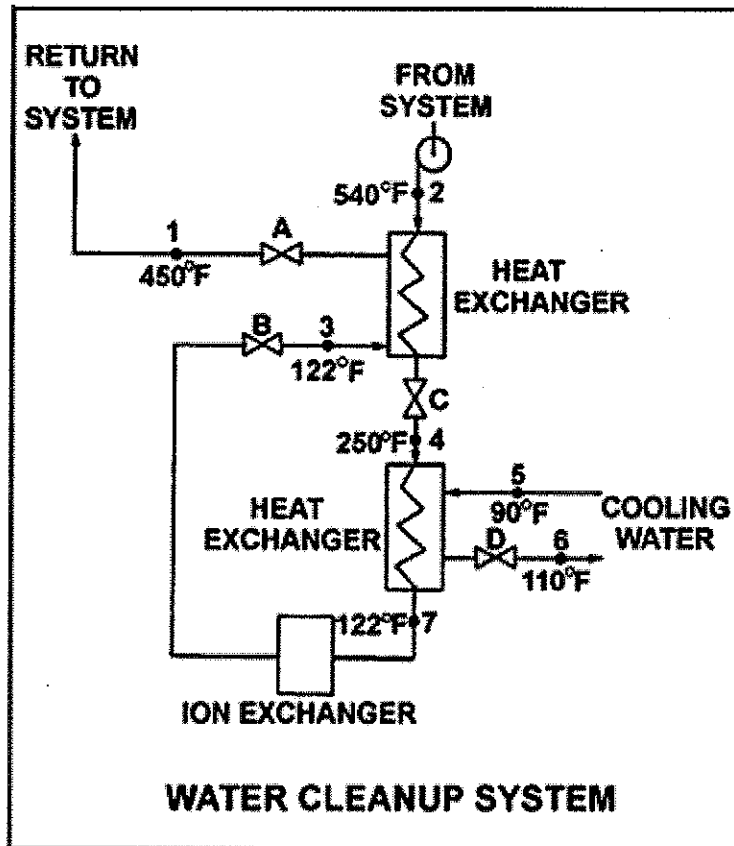
- A. 99°F
- B. 108°F
- C. 116°F
- D. 122°F



17. 請參照下圖的運轉中水淨化系統。A、B 與 D 閥完全打開，C 閥打開 50% 開度。若將 C 閥打開到 100% 開度，位置 3 和位置 6 的溫度將受到什麼影響？

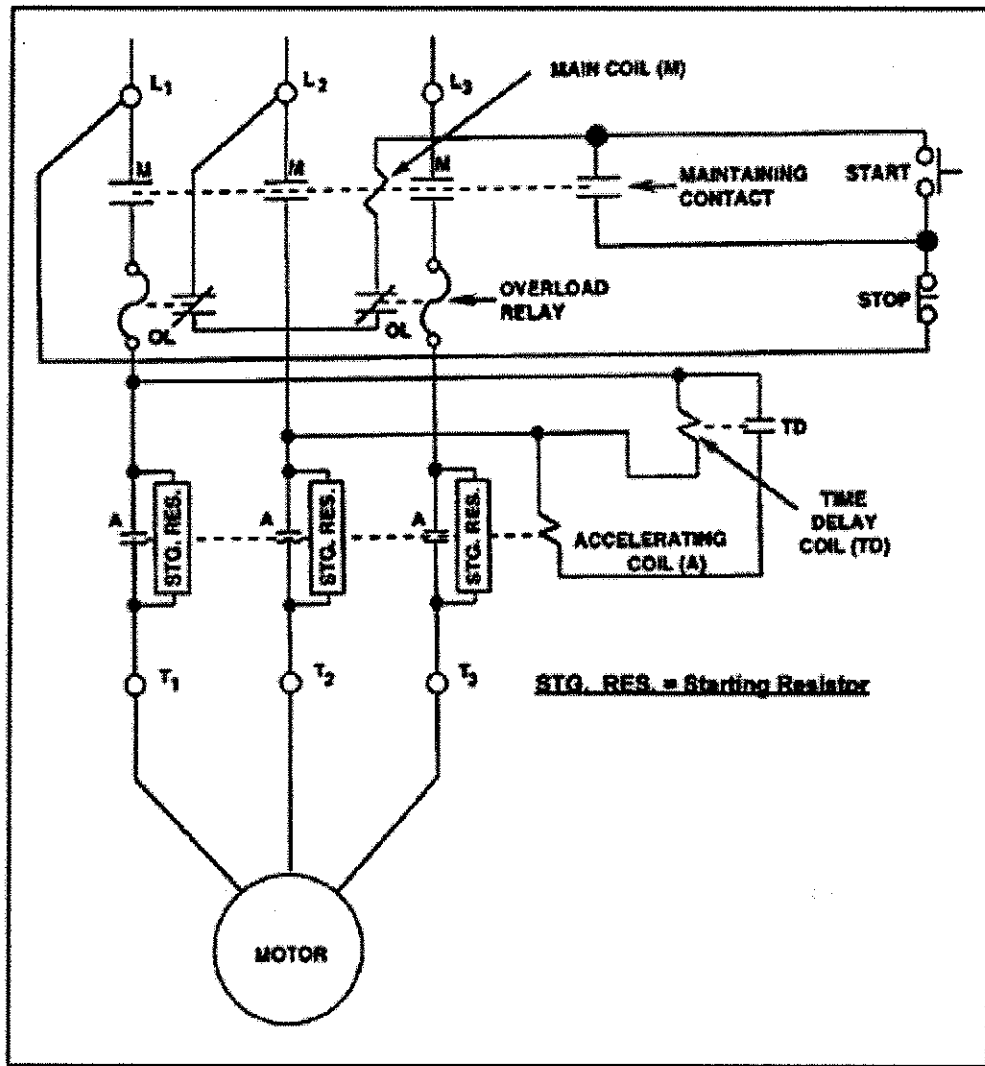
位置 3 位置 6

- A. 降低降低
- B. 降低升高
- C. 升高降低
- D. 升高升高



18. 下列何者將導致通過一運轉中除礦器的差壓較預期為高？
- 陽離子樹脂耗竭。
 - 樹脂床發生通道效應(channeling)。
 - 樹脂逆洗不足。
 - 除礦器出口導電度下降。
19. 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)冷卻水溫降低了 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_____。
- 降低；增加
 - 降低；降低
 - 增加；增加
 - 增加；降低
20. 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？

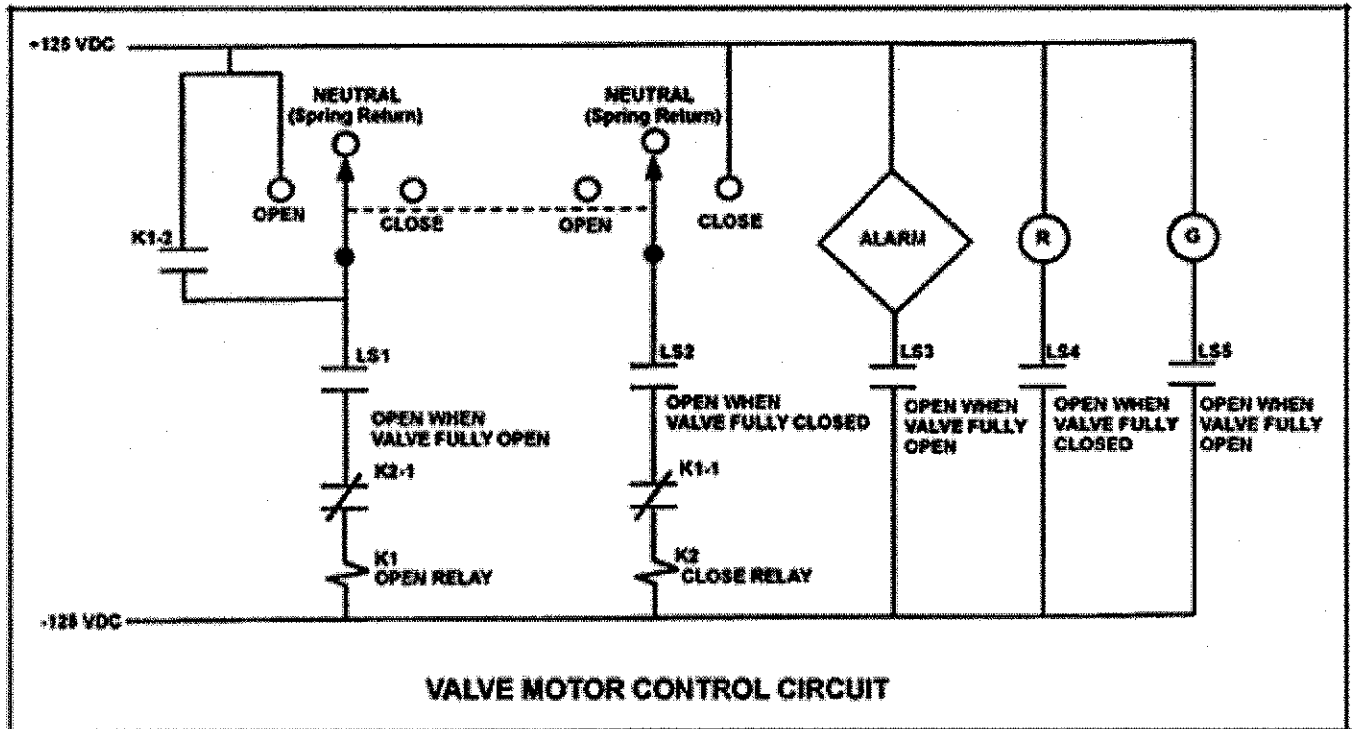
- A. 運轉員嘗試在發電機與電力輸配電網路頻率相同、但是相位差 180 度的情況下，關閉主發電機斷路器。
 - B. 運轉員嘗試在發電機與電力輸配電網路電壓相位相同、但是頻率高於輸配電網路頻率 0.5% 的情況下，關閉主發電機斷路器。
 - C. 主發電機在其最低額定負載下運轉時，主發電機斷路器因喪失外電而自動跳脫開啟。
 - D. 主發電機在其最高額定負載下運轉時，主發電機斷路器因喪失外電而自動跳脫開啟。
21. 請參照下圖的馬達及控制線路。(請注意：圖上所示的電驛接點，均按照控制線路圖的標準慣例標示。)
- 下列何者為啟動電阻在馬達通電前後的使用狀況？
- A. 在馬達通電前插入；馬達加速後同時旁通。
 - B. 在馬達通電前插入；隨著馬達加速而旁通。
 - C. 在馬達通電前旁通；馬達加速後同時插入。
 - D. 在馬達通電前旁通；隨著馬達加速而插入。



22. 請參照下圖的閥門馬達控制線路，該閥目前為全關，行程時間為 10 秒。(注意：在圖中，不論閥門位置為何，極限開關(LS)的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。)

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，運轉員將開關轉到「關」位置並固定在「關」的位置。當開關停留在「關」位置時，下列何者描述了閥門反應？

- A. 閥門停止開啟，並且維持部分開啟。
- B. 閥門將會先停止開啟，然後轉變為全關。
- C. 閥門將會全開，並且維持全開。
- D. 閥門將會先全開，然後再轉變為全關。



23 下列何者敘述有誤？

- A. 倍增時間(Doubling Time)為中子密度增為兩倍所需時間，起動率(Start Up Rate, SUR)即倍增時間的倒數。
- B. 中子壽命為中子釋放時間、減速時間與擴散時間三個階段總合時期。
- C. 臨界是反應爐爐心的物理性質，和中子的多寡沒有關係。
- D. 反應爐燃料內產生的中子可分為瞬發中子及遲延中子兩類。

24. 運轉員剛抽出控制棒，使得有效增殖因數(K_{eff})從 0.998 增加到 1.002，則反應器此時處於……

- A. 瞬發臨界
- B. 超臨界
- C. 臨界
- D. 次臨界

25. 一部核子反應器於更換燃料大修後隨即首度啟動，此時處於源階臨界狀態。爐心平均遲延中子分率為 0.0068。運轉員加入正反應度以建立穩定啟動率 0.5 dpm。該反應器若處於爐心壽命末期，爐心平均遲延中子分率為 0.005，加入等量的正反應度以後，穩定啟動率約為多少？

- A. 0.57 dpm
- B. 0.67 dpm
- C. 0.77 dpm

D. 0.87 dpm

26. 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。
27. 相較於爐心壽命初期反應度的緩和劑溫度係數(MTC)，爐心壽命末期的 MTC……(假設所有情況均為 100% 功率)
- A. 由於 U-235 耗盡而變成較大負值(more negative)，能逃過共振捕獲的分裂中子更多。
 - B. 由於 U-238 耗盡而變成較小負值(less negative)，能逃過共振捕獲的分裂中子更多。
 - C. 由於反應器冷卻水硼濃度降低而變成較大負值(more negative)，分裂中子的熱利用度增加。
 - D. 由於從爐心抽出控制棒而變成較小負值(less negative)，分裂中子的熱利用度增加。
28. 控制棒插入限值為何隨著功率而異？
- A. 功率欠缺(power defect)隨著功率增加而增加。
 - B. 控制棒本領隨著功率增加而減少。
 - C. 都卜勒(燃料溫度)係數隨著功率增加而降低。
 - D. 緩和劑溫度係數隨著功率增加而增加。
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. 爐心下半部所裝的燃料含有較濃的 U-235。
 - B. 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)。
 - C. 爐心上半部的 Xe-135 濃度較高。
 - D. 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)。
30. 下列對 U235 的分裂產物，何者敘述錯誤？
- A. 氫-135 具有特別大的熱中子吸收截面。

- B. 反應爐停機約 19~20 小時氙-135 會產生尖峰值。
 C. 氙-135 由分裂直接產生者只佔全部分裂產物的 0.2%，主要來自碘-135 衰變。
 D. 反應爐停機後因為碘-135 半衰期比氙-135 短，跳脫後初期氙的產生多於衰變。
31. 核能電廠在 100% 功率下運轉數月。下列何者正確描述了貝他衰變與中子捕獲，對於從反應器爐心移除 Xe-135 的相關貢獻程度？
 A. 主要 - 中子捕獲；次要 - 貝他衰變。
 B. 主要 - 貝他衰變；次要 - 中子捕獲。
 C. 貝他衰變與中子捕獲的貢獻相同。
 D. 資訊不足無法比較。
32. 一部核子反應器於更換燃料大修後，以 100% 功率運轉三個月。反應器若在不加入硼酸亦不稀釋 RCS 硼濃度下，繼續以 100% 功率運轉一個月，RCS 硼濃度將……
 A. 降低，因為硼原子於 RCS 正常運轉溫度下解構。
 B. 降低，因為被照射的(irradiated)硼-10 原子發生中子-阿伐反應。
 C. 維持不變，因為被照射的硼-10 原子變成穩定的硼-11 原子。
 D. 維持不變，因為被照射的硼-10 原子仍具備龐大的熱中子吸收截面。
33. 一部核子反應器於爐心加入 $-0.01\% \Delta K/K$ 的反應度時，在低於加熱起始點 2 個十進位(decades)之處達到臨界。如果 2 分鐘後再於爐心加入 $+0.01\% \Delta K/K$ ，反應器功率將穩定在……
 A. 加熱起始點。
 B. 初期功率。
 C. 略低於初期功率之處。
 D. 次臨界增殖平衡階。
34. 一部核子反應器於加熱起始點(POAH)達到臨界，在爐心加入少量負反應度。若在約 5 分鐘後，加入等量的正反應度，反應器功率將……
 A. 增加並穩定在 POAH。
 B. 迅速穩定在 POAH 下方的功率。
 C. 以 -80 秒的週期持續降低，直至達到停機平衡中子量為止。
 D. 以未知週期持續降低，直至達到停機平衡中子量為止。
35. 核能電廠於爐心壽命末期以 90% 額定功率運轉，控制棒置於手動模式，汽機控制系統此時發生故障，讓汽機控制閥再開 5%。反應器功率起初將……

- A. 增加，因為緩和劑的中子吸收速率先降低。
 B. 增加，因為U-238共振能量的中子吸收速率先降低。
 C. 降低，因為緩和劑的中子吸收速率先增加。
 D. 降低，因為U-238共振能量的中子吸收速率先增加。
36. 運轉員取得核子反應器起動期間的臨界資料後，建立0.6 dpm的穩定起動率，增加功率至加熱起始點(POAH)。大約得加入多少反應度，才能讓反應器功率穩定在POAH?(假設($\beta_{eff} = 0.0066$))
- A. -0.10 %-K/K
 B. -0.12 %-K/K
 C. -0.15 %-K/K
 D. -0.28 %-K/K
37. 下列何者為從最高排列至最低壓力?
- A. 2 psig、20吋汞柱絕對壓力、8 psia
 B. 2 psig、8 psia、20吋汞柱絕對壓力
 C. 8 psia、20吋汞柱絕對壓力、2 psig
 D. 8 psia、2 psig、20吋汞柱絕對壓力
38. 5 lbm水在200psia飽和溫度下，須加入多少熱能才能達到80%的乾度?
- A. 135 Btu
 B. 674 Btu
 C. 3370 Btu
 D. 6740 Btu
39. 一個100 ft³的容器，裝有1,200 psia的飽和水-蒸汽混合物。水佔了30 ft³，蒸汽佔了70 ft³。請問容器內混合物的總質量約為多少?
- A. 1,537 lbm
 B. 2,512 lbm
 C. 3,210 lbm
 D. 4,045 lbm
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：
 己己蒸汽管路壓力為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

41. 如果供給主汽機的蒸汽含水量降低，蒸汽循環整體效能將增加，因為_____。

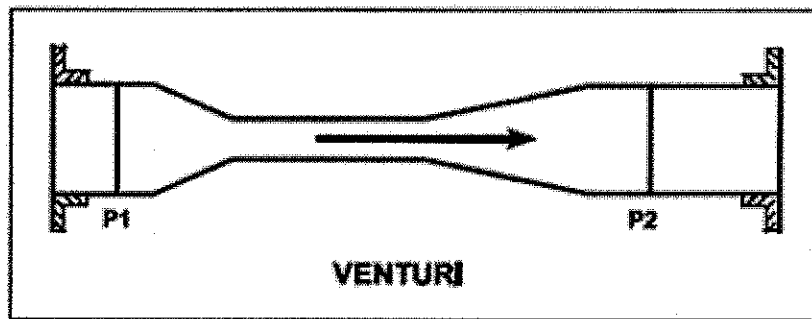
- A. 汽機葉片的運轉溫度升高。
- B. 汽機抽汽的再熱能力增加。
- C. 通過汽機的蒸汽質量流量增加。
- D. 供給汽機的蒸汽焓增加。

42. 請參照下圖中，位於主蒸汽管路的文氏管。該文氏管的進口及出口管徑相同。

主蒸汽管路於文氏管下游處斷裂，造成通過文氏管的主蒸汽質量流率增加。蒸汽隨即於文氏管喉部到達音速。

隨著文氏管下游的蒸汽壓力持續降低，通過文氏管的主蒸汽質量流率，將受到何種影響？

- A. 繼續增加，其增加速率端視文氏管喉部的蒸汽速度而定。
- B. 繼續增加，其增加速率端視文氏管兩端差壓(P1 - P2)而定。
- C. 不會繼續增加，因為文氏管喉部的蒸汽速度無法超過音速。
- D. 不會繼續增加，因為蒸汽於文氏管喉部到達音速時，文氏管兩端的差壓(P1 - P2)無法增加。



43. 核能電廠失去外部電力，造成所有反應器冷卻水泵(RCP)停止運轉，如今電廠逐步恢復。調壓槽指示水位很高，並超出量表刻度(off-scale high)。

RCP 再度啟動時，蒸汽產生器(S/G)的溫度，較相關反應器冷卻水系統(RCS)迴路溫度高出 50°F，下列哪一選項最有可能發生？

- A. RCS 發生區域水錘現象。
- B. S/G 受到壓力熱震(pressurized thermal shock)。
- C. 整個 RCS 出現龐大壓力突波。

D. S/G 大氣釋壓閥意外升起。

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

- A. $1367 \times 10^6 \text{ BTU/hr}$
- B. $2034 \times 10^6 \text{ BTU/hr}$
- C. $2734 \times 10^6 \text{ BTU/hr}$
- D. $4068 \times 10^6 \text{ BTU/hr}$

45. 次冷水進入運轉中核子反應器的爐心底部時，爐心正發生顯著的過功率暫態。隨著水流往上流過燃料元件，少數燃料元件表面發生沸騰。

如果冷卻水維持次冷，燃料平均溫度則_____，因為相較於沸騰，單相熱對流為_____效率的熱傳方法。

- A. 較高；較有
- B. 較高；較無
- C. 較低；較有
- D. 較低；較無

46. 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 ($T_{\text{hot}} - T_{\text{cold}}$) 為 60°F 。

如果該電廠亦將 RCS 壓力維持在 2235 psig ，請問功率為 60% 時，RCS 次冷餘裕約為多少？

- A. 30°F
- B. 42°F
- C. 59°F
- D. 70°F

47. 核子反應器若以偏離核沸騰比 (DNBR) 限值運轉，意指下列那種情況？

- A. 所有燃料棒都沒有經歷臨界熱通率。
- B. 少數燃料棒可能經歷臨界熱通率。
- C. 所有輻射分裂 (radioactive fission) 產物被限制在反應器燃料內。
- D. 所有輻射分裂產物被限制在反應器燃料或反應爐內。

48. 燃料棒表面開始核沸騰時，能改善對流傳熱，這是因為：

- A. 汽泡形成而減少沿著燃料棒流動的冷卻水。
- B. 汽泡形成而增加沿著燃料棒流動的冷卻水。
- C. 蒸汽膜(steam blanket)開始沿著燃料棒表面形成。
- D. 汽泡移動而導致冷卻水迅速混合。

49. 一部處於燃料週期初期的核子反應器以 80% 功率運轉。所有控制棒均完全抽出且採手動控制。緩和劑溫度係數為負。爐心軸向功率分佈於爐心中間平面下方達到尖峰。

下列何者將導致爐心最高軸向尖峰(或熱通道)因數顯著減少?(假設運轉員沒有採取後續動作, 除非另有指明, 否則主汽機負載和爐心氫毒分佈維持不變)

- A. 一組控制棒組插入 10%。
- B. 一根控制棒完全插入爐心。
- C. 汽機負載/反應器功率減少 20%。
- D. 反應器冷卻水系統硼濃度減少 50 ppm。

50. 兩部相同的核子反應器目前停機以更換燃料。反應器 A 已經運轉 15 年, 平均功率容量因數為 60%; 反應器 B 已經運轉 12 年, 平均功率容量因數為 75%。

哪部反應爐具有最低的反應爐槽無延性轉換溫度?

- A. 反應器 A, 因為平均功率容量因數較低。
- B. 反應器 B, 因為平均功率容量因數較高。
- C. 兩部反應器有大約相同之無延性轉換溫度, 因為兩個爐心發生的核分裂次數大約相同。
- D. 兩部反應器有大約相同之無延性轉換溫度, 因為停機時的爐心快中子照射效應並不顯著。

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