

行政院原子能委員會

105 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：_____

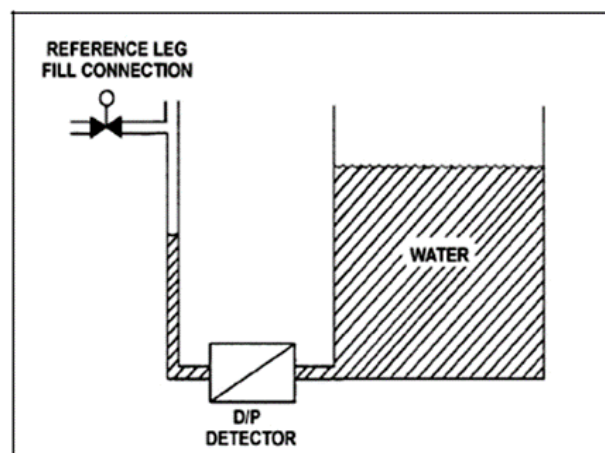
(本試卷計有選擇題 50 題，每題 2 分，共 100 分)

105 年 10 月 5 日 (星期三) 下午 01:30 至 04:30

105 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

1. 一座滿水的儲水槽用一只正排量泵(PDP)以 6 gpm 穩定流量注水進入該槽，以執行 180 psig 的水壓測試。該槽設置二只排放至大氣的釋壓閥作為過壓保護，此二釋壓閥的特性如下：
- A 釋壓閥的開啟壓力設定值為 180 psig，蓄壓百分比為 5%。
 - B 釋壓閥的開啟壓力設定值為 200 psig，蓄壓百分比為 5%。
 - 各閥之排放量具線性特性，最大排放流量均為 4 gpm。
- 若儲水槽壓力達到 180 psig 時，PDP 仍持續運轉，則最終儲水槽之穩定壓力為：
- A. 190 psig
 - B. 195 psig
 - C. 205 psig
 - D. 210 psig
2. 許多閥都能於馬達操作器無法運作時，在現場以手動方式關閥。下列何種大小類似的閥，其閥桿需要手動轉動最多圈，才能將閥從全開轉到全關(假設每個閥都具備非上升閥桿)？
- A. 球閥
 - B. 閘閥
 - C. 旋塞閥
 - D. 蝶閥
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

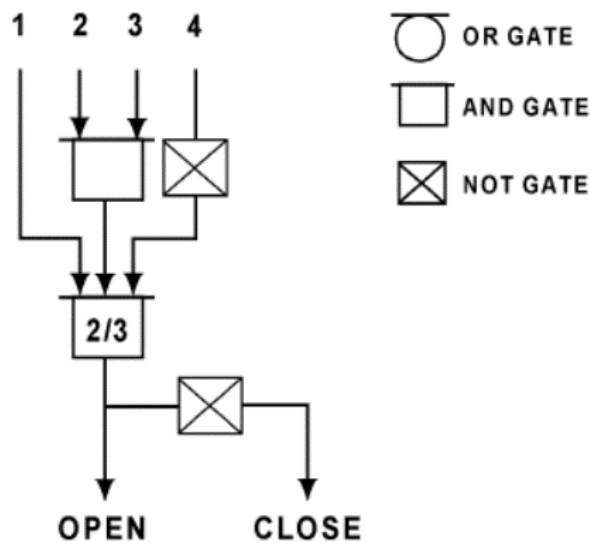
4. 請參照下圖的開放式儲水槽，該槽裝有差壓水位計。水位計剛經過校正，能顯示實際水槽水位。假設槽內水溫與水位維持不變，參考水柱溫度若增加 20°F ，指示的槽內水位將_____。
- 無法預測
 - 等於實際水位
 - 讀數小於實際水位
 - 讀數大於實際水位



5. 電阻式溫度計(RTD)及熱電偶(TC)係常用的溫度量測元件。如果溫度顯示失效，則何種量測元件可以用人工測量再藉由換算表得到溫度值？
- 只有熱電偶可以。
 - 只有電阻式溫度計可以。
 - 熱電偶及電阻式溫度計都可以。
 - 熱電偶及電阻式溫度計都不可以。
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？
- 蓋革-牟勒區、離子腔區和比例區。
 - 比例區，離子腔區。
 - 離子腔區，蓋革-牟勒區。
 - 蓋革-牟勒區，比例區。

7. 參考以下閥控制器之邏輯圖。在下列輸入組合中，何者將使閥接收到關閉(CLOSE)的訊號？

| 輸入點 | 1 | 2 | 3 | 4 |
|-----|-----|---|---|---|
| | 信號值 | | | |
| A. | 1 | 1 | 1 | 1 |
| B. | 0 | 1 | 1 | 1 |
| C. | 1 | 0 | 0 | 0 |
| D. | 0 | 1 | 1 | 0 |



8. 一自動控制器中設定點與控制參數穩定值之差稱為_____。

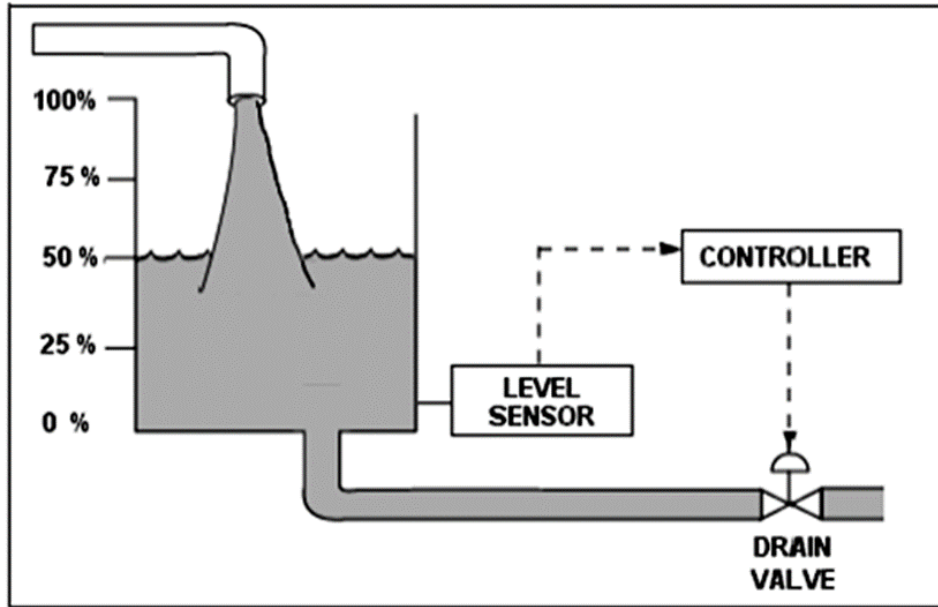
- A. 穩態誤差(offset)
- B. 增益(gain)
- C. 無感帶(deadband)
- D. 回饋(feedback)

9. 請參照下圖中，裝有自動水位控制系統的儲水槽。已知：

- 排水閥在失去控制器輸出訊號時將故障在開啟位置(fail open)。
- 水位感應器的輸出訊號，直接跟著水槽的水位而改變。

若要正常的自動控制水槽水位，控制器必須_____；而且控制回路一定要_____。

- A. 正向控制(directing-acting)；開路(open)
- B. 正向控制；閉路(close)
- C. 反向控制(reverse-acting)；開路
- D. 反向控制；閉路



10. 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。
- 泵的出口壓力
 - 加入泵送流體之熱量
 - 泵的進口產生孔蝕
 - 泵馬達啟動電流的持續時間
11. 下列何者是設計離心泵時，進口噴嘴較出口噴嘴為大的原因之一？
- 藉由增加泵進口處之速度水頭而增加總泵水頭。
 - 藉由減少泵水頭損失而增加泵之差壓。
 - 藉由減小在泵進口處的水頭損失，而增加可用淨正進口水頭。
 - 藉由減小泵進口處的擾流而增加泵流量。
12. 一離心泵運轉在最大設計流量下，透過兩隻並聯閥門傳送水。閥「A」開度為 50%，閥「B」開度為 25%。若兩閥全開，下列何者狀況會發生？
- 泵立即在關斷水頭下運轉。
 - 泵的可用淨正吸水頭將會增加。
 - 泵的所需淨正吸水頭將會減少。
 - 泵立即在過流(runout)狀況下運轉。
13. 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. 流量維持不變，直到泵在水槽水位達 4 呎時，發生孔蝕現象為止。
- B. 流量維持不變，直到泵在水槽空了後發生氣鎖為止。
- C. 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。
- D. 流量逐漸降低，直到泵在水槽空了之後發生氣鎖為止。

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)。

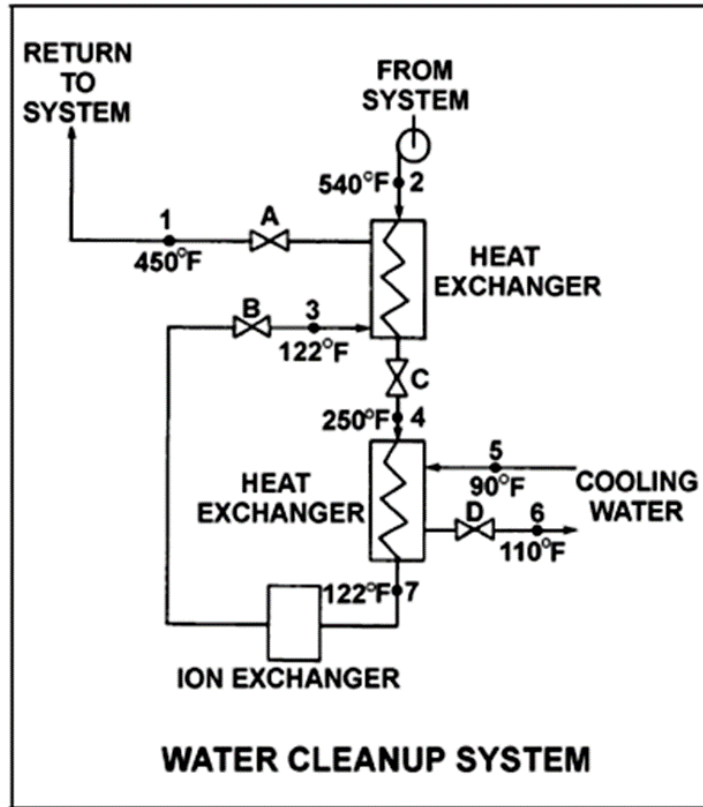
- A. 發電機 MWe 過高
- B. 發電機 KVAR(VAR 輸出)過高
- C. 發電機 KVAR(VAR 輸入)過高
- D. 發電機逆電力(reverse power)

15. 一冷卻水系統在維修兩相同之離心冷卻水泵之後恢復使用，此兩泵從一共同的給水集管取水，同時排放至一共同的排水集管。每一泵由一三交流感應馬達帶動。冷卻水泵 A 五分鐘前啟動，開動冷卻水系統水流。冷卻水泵 B 與泵 A 並聯，且即將要啟動。下列何者將導致泵 B 啟動時，其安培計維持在超出範圍高值的時間，較平常多出幾秒後，才回復至正常運轉電流指示？

- A. 泵迫緊(packaging)被移除，但並未重新安裝。
- B. 泵在反向旋轉時啟動。
- C. 馬達線圈的兩相位被電力調換。
- D. 馬達與泵間的聯結器(coupling)被移除，且並未重新安裝。

16. 請參照下圖的運轉中水淨化系統。如果冷卻水流量為 1.0×10^6 lbm/hr，此淨化系統的水流量大約為多少？

- A. 1.6×10^5 lbm/hr。
- B. 3.2×10^5 lbm/hr。
- C. 1.6×10^6 lbm/hr。
- D. 3.2×10^6 lbm/hr。



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：120°F
- 冷卻水進口溫度：60°F

假設冷卻水流量大於潤滑油流量，下列何組可能是熱交換器的出口溫度？(忽略流體比熱差異。)

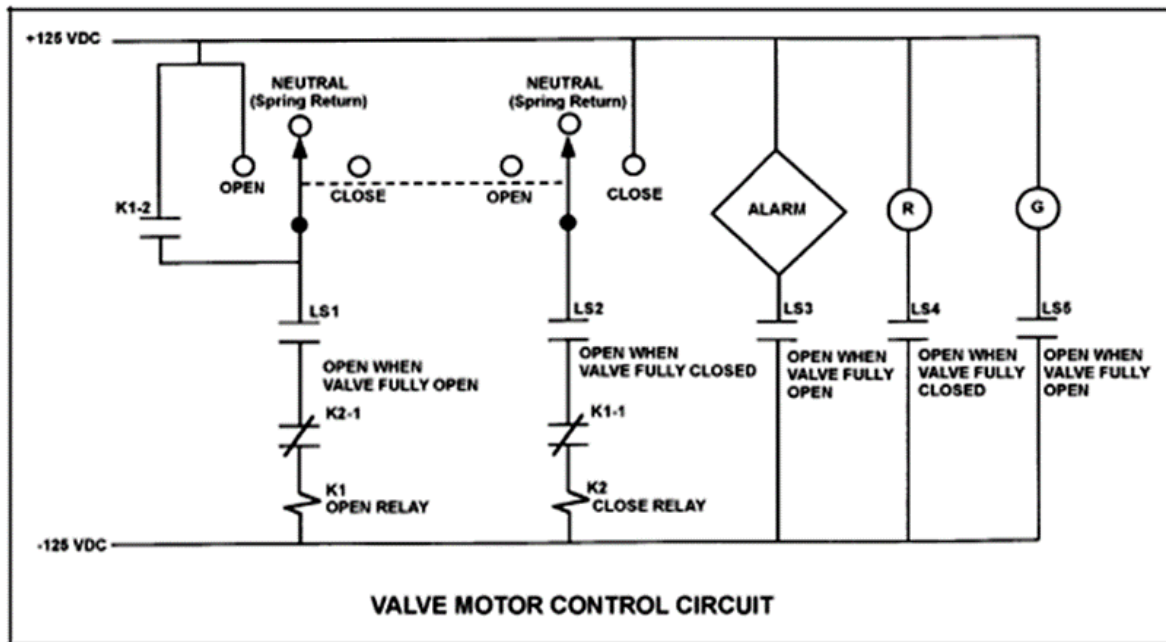
| | 潤滑油出口溫度 | 冷卻水出口溫度 |
|----|---------|---------|
| A. | 90°F | 100°F |
| B. | 90°F | 85°F |
| C. | 95°F | 100°F |
| D. | 95°F | 85°F |

18. 凝結水除礦器在 50% 流量下，差壓量測指示為 4.0 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% | 15.0 |
| B. | 75% | 9.0 |
| C. | 40% | 3.0 |

| | | |
|----|-----|-----|
| D. | 25% | 1.0 |
|----|-----|-----|

19. 若離子交換器的除污因素為 50，則通過此離子交換器的水中離子雜質移除百分率為多少？
- 98%。
 - 96%。
 - 75%。
 - 50%。
20. 一部主發電機即將連接到具有以下狀況的無限功率輸配電網路：
- 發電機頻率：59.9 Hz
 - 輸配電網路頻率：60.1 Hz
 - 發電機電壓：114.8 kV
 - 輸配電網路電壓：115.1 kV
- 當發電機輸出斷路器關閉時，發電機將_____。
- 輸出有效負載與無效負載
 - 輸出有效負載，從輸配電網路輸入無效負載
 - 從輸配電網路輸入有效負載，輸出無效負載
 - 從輸配電網路輸入有效負載與無效負載
21. 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？
- 閥門不會移動。
 - 閥門將全關。
 - 閥門開始關閉，當放開控制開關時，閥門即停止移動。
 - 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。



22. 當發電機輸出電壓與電網電壓有 5 度的相位差時，主發電機輸出斷路器關閉，則主發電機將遭受_____的應力；若斷路器保持關閉並且沒有運轉員介入，則主發電機電壓將與電網電壓_____。
- 微小；維持相位差(out-of-phase)
 - 微小；變成同相位(in-phase)
 - 潛在損壞；維持相位差(out-of-phase)
 - 潛在損壞；變成同相位(in-phase)
23. 比較同一分裂事件生成的遲延中子與瞬發中子，遲延中子較可能_____。（假設中子皆在爐心內，除非有特別說明。）
- 造成 U-238 核種分裂
 - 遷移到鄰近的燃料組件
 - 被 B-10 核種吸收
 - 洩漏出爐心
24. 一部核子反應器於爐心壽命末期時，原本以 60%穩態功率運轉，此時一完全抽出的控制棒，突然完全插入爐心。在運轉員沒有採取行動下，電廠控制系統將反應器穩定於另一功率階(power range)功率。相較於初始停機餘裕(SDM)，新的穩態停機餘裕會_____；而與初始 60%功率爐心 K_{eff} 相比，新的穩態爐心 K_{eff} 會_____。
- 仍然相同；較小
 - 仍然相同；相同
 - 較少負值；較小

D. 較少負值；相同

25. 壓水式核電廠剛完成燃料填換大修，反應爐起動中。核子工程師估計有效遲延中子分數 β_{eff} 在 0.0052 到 0.0064 之間。在反應爐臨界後，控制棒抽出增加 0.1 % $\Delta K/K$ 反應度，假設沒有其他反應度改變，則在到達加熱點之前，穩定之起動率為何？
- A. 1.0 dpm。
 - B. 0.6 dpm。
 - C. 0.5 dpm。
 - D. 0.3 dpm。
26. 在欠緩和(undermoderated)的核子反應器爐心中，將硼酸加入反應器冷卻水，將對緩和劑溫度係數造成何種影響？
- A. 原本為負值的 MTC，負值變多(more negative)。
 - B. 原本為負值的 MTC，負值變少(less negative)。
 - C. 原本為正值的 MTC，正值變多。
 - D. 原本為正值的 MTC，正值變少。
27. 緩和劑溫度係數會隨著反應器冷卻水硼濃度增加而變成較小負值(less negative)，這是因為硼濃度較高時，反應器冷卻水溫度每升高 1°F，將導致下列何者產生較大增加值？
- A. 快分裂因數。
 - B. 熱中子利用因數(thermal utilization factor)。
 - C. 無洩漏總機率。
 - D. 共振逃逸機率(resonance escape probability)。
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. 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。

30. 分裂產物毒素不同於其它分裂產物的原因，在於分裂產物毒素_____。
- A. 歷經數千年仍具放射性
 - B. 在相對較高的熱分裂百分比下生成
 - C. 分裂中子吸收率相對較高
 - D. 以氣態生成，而存於燃料丸與燃料棒內
31. 一反應器處於燃料週期初期(BOL)，以 100%功率運轉 3 個月後發生急停。18 小時後反應器重新臨界於加熱點，反應爐冷卻水系統維持在正常運轉溫度與壓力。若反應器將於 3 小時內提升至 100%功率，則功率提昇期間，大部分的正反應度將被用來克服何者之負反應度？
- A. 燃料燃耗
 - B. Xe-135 增建
 - C. 燃料溫度增加
 - D. 緩和劑溫度增加
32. 若以控制方式將反應器功率從 50%增至 100%，請問在接近爐心壽命初期(BOL)時的增加速率較快？還是接近爐心壽命末期(EOL)時的增加速率較快？(假設所有控制棒就在功率開始增加前全部抽出)
- A. 接近爐心壽命末期時較快，因為硼濃度變化較快。
 - B. 接近爐心壽命末期時較快，因為控制棒本領較大。
 - C. 接近爐心壽命初期時較快，因為硼濃度變化較快。
 - D. 接近爐心壽命初期時較快，因為控制棒本領較大。
33. 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
34. 核能電廠於燃料週期中期，以 60%額定功率運轉，控制棒置於手動模式，此時汽機控制系統故障，而讓汽機進口閥多關 5%。下列何者描述了初始反應器功率降低的原因？
- A. 爐心 Xe-135 的中子吸收速率先增加。
 - B. 緩和劑的中子吸收速率先增加。
 - C. U-238 共振能量(resonance energies)的中子吸收速率先增加。
 - D. 反應器冷卻水中硼的中子吸收速率先增加。

35. 核能電廠於下列初始穩態條件下運轉：

功率 = 100%

冷卻水硼濃度 = 630 ppm

冷卻水溫度 = 582°F

降載後，穩態條件如下：

功率 = 80%

冷卻水硼濃度 = 640 ppm

冷卻水溫度 = 577°F

已知下列數值下，降載期間因移動控制棒而加入了多少反應度？（假設分裂產物毒素的反應度不變）

總功率係數 = $-1.5 \times 10^{-2}\% \Delta K/K/\%$

緩和劑溫度係數 = $-2.0 \times 10^{-2}\% \Delta K/K/^\circ F$

微分硼本領 = $-1.5 \times 10^{-2}\% \Delta K/K/ppm$

A. +0.15% $\Delta K/K$

B. +0.25% $\Delta K/K$

C. -0.15% $\Delta K/K$

D. -0.25% $\Delta K/K$

36. 核子反應器起動期間，第一次加入反應度讓源階計數率從 20 增至 40 cps，第二次加入則讓計數率從 40 增至 160 cps。下列那項敘述正確比較了兩次加入反應度？

A. 第一次加入的反應度較大。

B. 第二次加入的反應度較大。

C. 兩次加入的反應度相等。

D. 資料不足而無法判斷反應度數值關係。

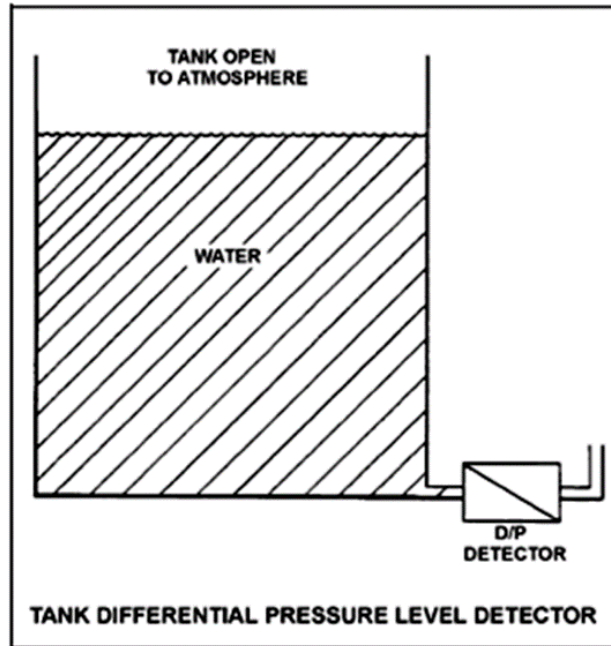
37. 請參照下圖中裝有差壓(D/P)水位計的水槽。如果水槽內含 30 呎 60°F 的水，水位計感應到的差壓約為多少？

A. 2 psid

B. 13 psid

C. 20 psid

D. 28 psid



38. 蒸汽表提供飽和蒸汽與水之相關參數，包括：壓力、焓、比容、熵、溫度等，則吾人可以僅由_____來得知飽和蒸汽與水混合物之_____。
- 焓；溫度
 - 壓力；溫度
 - 熵；壓力
 - 比容；壓力
39. 已知飽和水/蒸汽混合物的蒸汽乾度為 90%，溫度為 500°F。如果混合物壓力降低，沒有熱損益，混合物溫度將_____，其乾度將_____（假設混合物維持飽和狀態）。
- 降低；降低
 - 降低；增加
 - 維持不變；降低
 - 維持不變；增加
40. 下列何者基本上屬於等焓過程？
- 節流通過主汽機進汽閥的蒸汽。
 - 汽機排氣在主冷凝器凝結。
 - 蒸汽歷經理想汽機階段而膨脹。
 - 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. 使用密度補償流量計來量測蒸汽系統的質量流率。若蒸汽壓力降低，質量流率指示值將_____（假設體積流率固定不變）。

- A. 在所有蒸汽情況下都增加
- B. 在所有蒸汽情況下都減少
- C. 唯有在飽和蒸汽時才增加(過熱蒸汽則否)
- D. 唯有在飽和蒸汽時才減少(過熱蒸汽則否)

43. 下列何者將讓液體系統發生水錘現象的可能性降至最低？

- A. 溫度維持在飽和溫度之上。
- B. 在外殼排氣閥全開下啟動離心泵。
- C. 在出口閥關閉下啟動正排量泵。
- D. 啟動離心泵之前先將系統排氣。

44. 一部核子反應器產生 200 MW 的爐心熱功率。根據熱平衡算式，反應器冷卻水泵加入 10 MW 熱功率至冷卻水系統。爐心的額定熱功率為 1,330 MW。下列何者為爐心熱功率百分比？

- A. 14.0%。
- B. 14.3%。
- C. 15.0%。
- D. 15.8%。

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。

46. 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。

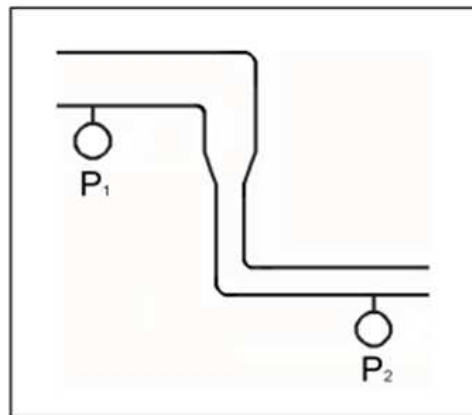
- C. 所有輻射分裂(radioactive fission)產物被限制在反應器燃料內。
- D. 所有輻射分裂產物被限制在反應器燃料或反應爐內。

47. 參考下圖之次冷水管路流徑圖，假設：

- P1 處壓力為 30 psig
- P2 處壓力為 32 psig
- 由於速度差引起的壓力變化為 2 psig
- 由於高程差引起的壓力變化為 2 psig

則 P1 處與 P2 處之間由於摩擦力造成的壓力降為_____psig，管路水流徑為_____。

- A. 2，左至右
- B. 2，右至左
- C. 6，左至右
- D. 6，右至左



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. 一部核子反應器以 80% 功率穩態運轉，爐心功率分佈於爐心中央達到徑向和軸向尖峰。利用反應器冷卻水的硼濃度變化以維持 T_{ave} 不變，控制棒位沒有變化。假設忽略分裂產物毒素分佈的任何改變，在往後三個月內，最高徑向尖峰因數將_____，最高軸向尖峰因數將_____。

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

50. 反應爐槽脆性破壞最可能出現在以下哪一個條件？

- A. 400°F ; 10 psig °
- B. 400°F ; 400 psig °
- C. 120°F ; 10 psig °
- D. 120°F ; 400 psig °

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

註：PWR 考卷分有 A、B 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。