

# 行政院原子能委員會

110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)

110 年 10 月 1 日 (星期五) 上午九時至十二時



# 110 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

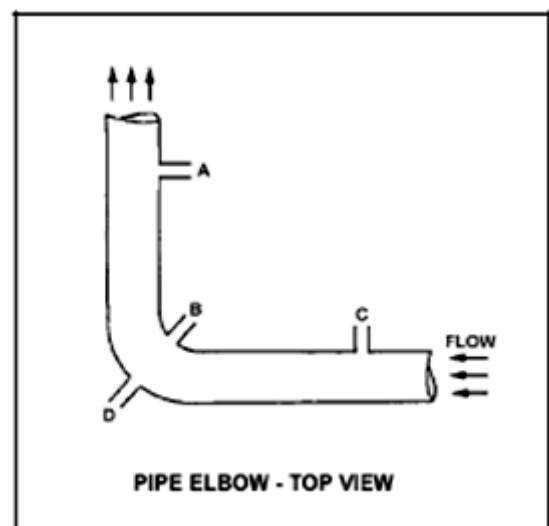
1. 欲在現場檢查已洩壓靜態管路系統中，判別其手動閥是否全關時，下列何者為一般接受的方法？
  - A. 檢查下游流量計是否指示為零流量。
  - B. 目視觀察手動閥升桿螺紋，是否完全顯露出來。
  - C. 試著將閥的手輪轉向關閉方向，並確認不能再轉動。
  - D. 試著將閥的手輪轉向開啟方向，並確認閥已開啟。
2. 比較同一運轉系統的閘閥與球形閥，球形閥一般於全開時壓降\_\_\_\_\_，所以較\_\_\_\_\_用於系統節流。
  - A. 較小；少
  - B. 較大；多
  - C. 較小；多
  - D. 較大；少

3. 請參照下面用於運轉中水系統的水平肘形彎管頂視圖。三個分開的伸縮囊型差壓流量計，連接於接頭 A、B、C 與 D 處，如下：

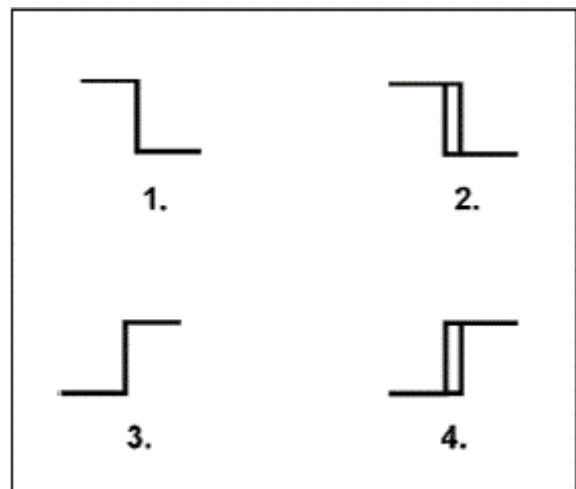
流量計	接頭
AD	A 與 D
BD	B 與 D
CD	C 與 D

假設在此段管線中水頭損失為零，則當接頭 B 發生嚴重洩漏時，對流量計會有何影響(假設水系統壓力不變)？

- A. 所有流量計將會低值失效。
- B. 所有流量計將會高值失效。
- C. 只有一個流量計會失效，同時會低值失效。
- D. 只有一個流量計會失效，同時會高值失效。

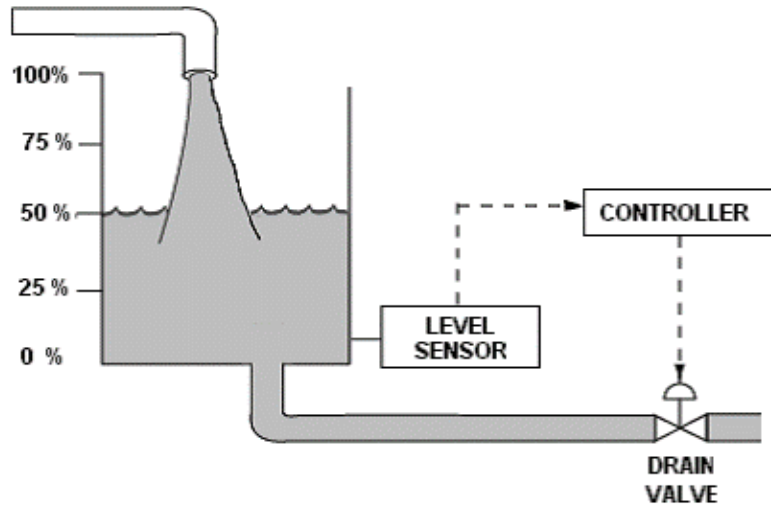


4. 巴登管壓力計若承受超出範圍的壓力，此壓力足以使巴登管永久變形，往後量測的壓力將出錯，這是檢測管的\_\_\_\_\_錯誤導致。
- 尖端移動距離
  - 長度變化
  - 截面積膨脹
  - 體積變化
5. 輸入蒸汽流量計的密度補償值，旨在將體積流量轉換成.....
- 速度流量。
  - 每分鐘加侖數。
  - 質量流量。
  - 差壓。
6. 冷卻水系統正在冷卻潤滑油熱交換器。冷卻水系統的緩衝槽(surge tank)水位係利用差壓水位計量測，該水位計已於目前槽內水溫校正。熱交換器發生洩漏，導致潤滑油累積在緩衝槽中。假設緩衝槽內容物的溫度不變，指示水位將\_\_\_\_\_實際水位，此乃潤滑油密度\_\_\_\_\_水的密度所致。
- 高於；高於
  - 高於；低於
  - 低於；高於
  - 低於；低於
7. 一儲水槽水溫是由一雙穩態警報電路監控。如果水溫下降到 50°F，雙穩態啟動並引動警報指示。水溫一超過 50°F，雙穩態關閉並消除警報。
- 下列雙穩態符號中何者代表用在此警報電路的雙穩態特性？
- 1
  - 2
  - 3
  - 4



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\_\_\_\_\_。

- A. 高於 50%；開得更大
- B. 高於 50%；不改變
- C. 維持於 50%；開得更大
- D. 維持於 50%；不改變

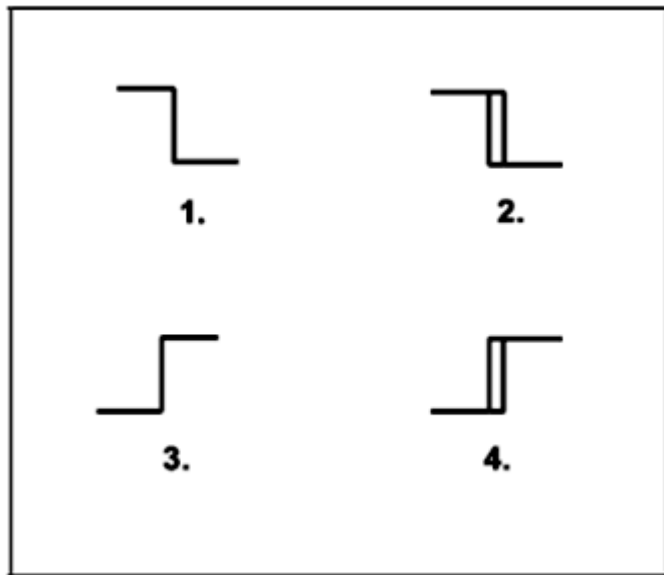


9. 請參照下圖的四個雙穩態符號。

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



10. 一典型之單級徑流式離心泵，其交流馬達經維修之後，重新安裝於系統。若此泵三組馬達引線中，有兩組在修復時無意中被調換，則將發生下列何種狀況？

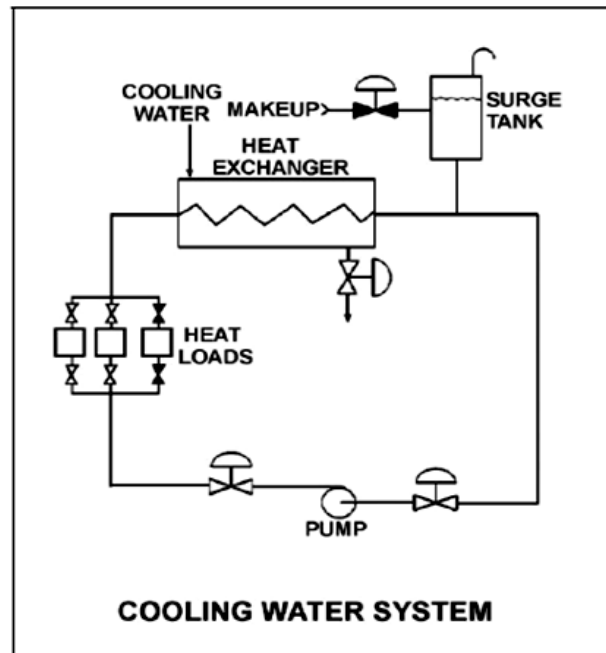
- A. 馬達斷路器將因瞬間過電流超載而跳脫。
- B. 馬達無法轉動，且將發出低鳴聲。

- C. 馬達將以反向運轉，流量降低或無流量。
- D. 馬達將會以正常方向運轉，流量降低。

11. 請參照下圖的運轉中冷卻水系統。如圖所示，三個系統熱負載(heat load)之中，目前僅有使用兩個。

冷卻水系統若經歷下列何種變化，將導致冷卻水泵流量增加，並且泵出口水頭降低？

- A. 泵轉速增加 20%。
- B. 泵轉速降低 20%。
- C. 隔離兩個使用中的熱負載。
- D. 使用第三個系統熱負載。



12. 下列何者為泵過流(runout)的現象？

- A. 出口壓力高。
- B. 泵馬達電流低。
- C. 泵流量高。
- D. 泵流量相反。

13. 下列何者描述了離心泵在關斷水頭下的運轉參數？

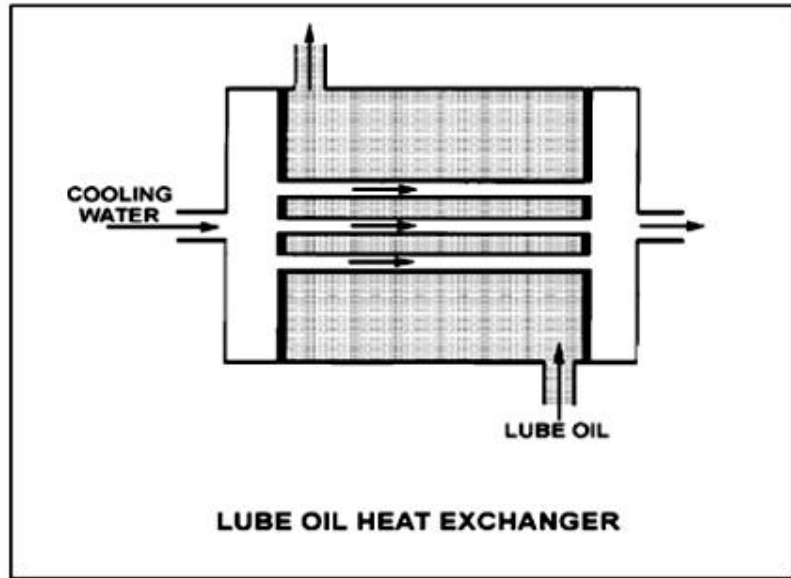
- A. 高出口壓力、低流量、所需功率低。
- B. 高出口壓力、高流量、所需功率低。
- C. 低出口壓力、低流量、所需功率高。
- D. 低出口壓力、高流量、所需功率高。

14. 如果馬達-發電機的發電機軸承(bearing)，由於摩擦過度而開始過熱，接著將發生下列何種情況？

- A. 發電機電流開始上升。
- B. 發電機線圈開始變熱。

- C. 馬達電流開始下降。  
D. 馬達線圈開始變熱。
15. 一交流馬達在過高定子溫度下長時間運轉，會導致下列何現象產生？  
A. 因為逆向電動勢減小，使電流需求減小。  
B. 因為逆向電動勢減小，使電流需求增加。  
C. 因為線圈絕緣故障，使接地電阻減小。  
D. 因為線圈絕緣故障，使接地電阻增加。
16. 某配有二個蒸汽產生器的反應爐在 90% 功率運轉，其蒸汽產生器(SG)與反應爐冷卻水系統(RCS)的運轉參數如下：  
RCS 冷卻水平均溫度 = 575°F  
RCS 熱端管路水溫度 = 600°F  
RCS 冷端管路水溫度 = 550°F  
SG 壓力 = 885 psig  
該反應爐後來停機維修。維修期間，各蒸汽產生器內有多根管被堵塞。之後反應爐重新啟動，RCS 流量為停機維修前的 97%。當反應爐功率提升到 90%，RCS 熱端管路水溫維持在 600°F 時，則 RCS 冷端管路水溫為\_\_\_\_\_。  
A. 547.5°F  
B. 548°F  
C. 548.5°F  
D. 549°F
17. 請參照下圖的運轉中潤滑油熱交換器。  
如果沈澱物累積於冷卻水管外，冷卻水的出口溫度將會\_\_\_\_\_，潤滑油的出口溫度將會\_\_\_\_\_ (假設潤滑油和冷卻水的進口溫度和流量維持不變)。

- A. 升高；降低
- B. 升高；升高
- C. 降低；降低
- D. 降低；升高



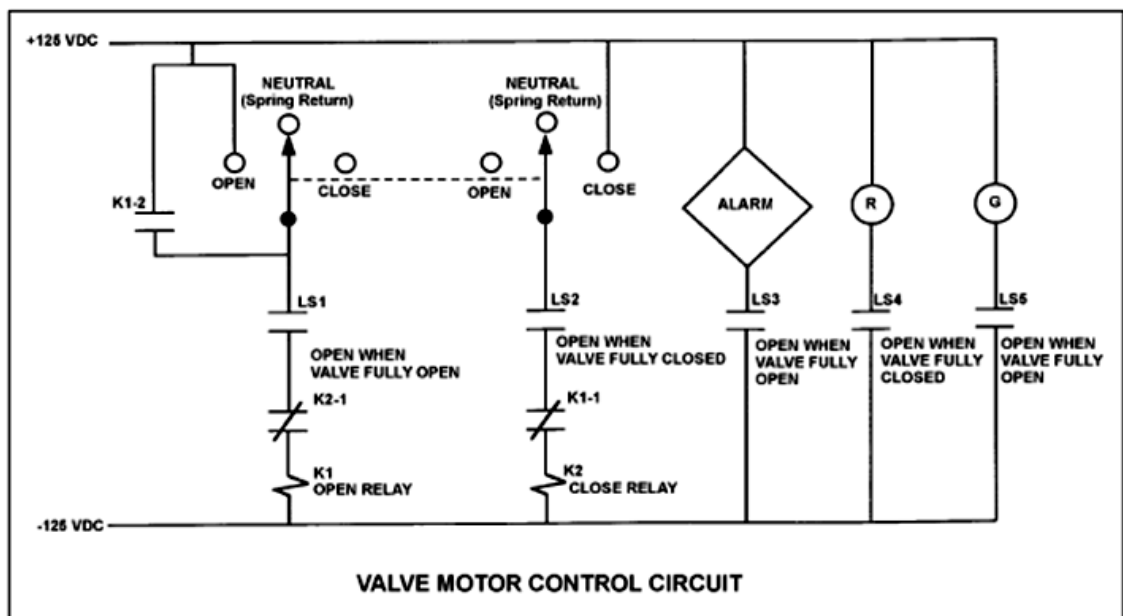
18. 根據導電度測量，某凝結水除礦器的除污因素(亦稱為除礦因素)為40。  
若導電度為  $20 \mu\text{mho/cm}$  的凝結水流過此除礦器，則此除礦器出口處的凝結水導電度為何？
- A.  $0.4 \mu\text{mho/cm}$
  - B.  $0.5 \mu\text{mho/cm}$
  - C.  $2.0 \mu\text{mho/cm}$
  - D.  $8.0 \mu\text{mho/cm}$
19. 一混合床離子交換器用來處理反應器冷卻水之引水，目前該離子交換器已達硼酸飽和狀態。下列何種系統變化與其效應會導致離子交換器之出口硼酸濃度會大於其進口硼酸濃度？
- A. 增加反應器冷卻水中對樹脂有較高親和力的離子雜質，硼離子被該雜質所取代，因而釋出樹脂交換位置。
  - B. 增加反應爐冷卻水中比硼離子質量更大的懸浮物，將在樹脂交換位置機械性的移除硼離子被該懸浮物擠出樹脂交換位置。
  - C. 降低流經離子交換器之進口溫度，樹脂對硼離子的親和力因而弱化，因此硼離子被釋出樹脂交換位置。
  - D. 降低流經離子交換器之流量率，樹脂的留置能力因而減弱，因此硼離子被釋出樹脂交換位置。
20. 大型馬達的熱過載裝置，乃是.....
- A. 藉著將馬達斷路器或馬達電源線路接點打開，以保護此馬達免於持續承受過電流。
  - B. 藉著將馬達線圈接點打開，以保護此馬達免於持續承受過電流。



- C. 藉著將馬達斷路器或馬達電源線路接點打開，以保護此馬達免於遭致瞬間過電流。
- D. 藉著將馬達線圈接點打開，以保護此馬達免於遭致瞬間過電流。

21. 一部發電機正準備要併聯到無限功率輸配電網路。下列何者指出主發電機與輸配電網路相位相同？
- A. 同步儀指針位於 12 點鐘位置。
  - B. 發電機頻率與輸配電網路頻率相等。
  - C. 同步儀指針緩慢朝順時針方向旋轉。
  - D. 同步儀指針緩慢朝逆時針方向旋轉。

22. 請參照下圖的閥門馬達控制線路，該閥目前全關且行程時間為 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「開」位置兩秒，然後再放開，下列何者描述此閥門之反應？



- A. 閥門不會移動。
  - B. 閥門將全開。
  - C. 閥門開始開啟，然後停止移動。
  - D. 閥門開始開啟，然後全關。
23. 分裂後  $1.0 \times 10^{-16}$  秒釋出的中子，歸類為\_\_\_\_\_分裂中子。
- A. 遲延
  - B. 瞬發
  - C. 熱

D. 自發

24. 在  $K_{eff} = 0.985$  的情況下，欲使核子反應器剛好達到臨界，則需多少正反應度？
- A. 1.487%  $\Delta K/K$
  - B. 1.500%  $\Delta K/K$
  - C. 1.523%  $\Delta K/K$
  - D. 1.545%  $\Delta K/K$
25. 一部核能電廠反應器於爐心  $K_{eff}$  為 0.90 時啟動。反應器爐心穩定在  $K_{eff}$  等於 0.98 時，爐心中子量增加多少倍？
- A. 2
  - B. 5
  - C. 10
  - D. 100
26. 無氙毒核子反應器在爐心壽命初期啟動時，於加熱點正好臨界。反應器功率於 4 小時內攀升至 50%。功率增加期間，運轉員所加入之正反應度大多用以抵消與下列何者相關的負反應度.....
- A. Xe-135 於爐心累積。
  - B. 燃料溫度增加。
  - C. 可燃性毒物燃盡。
  - D. 反應器冷卻水溫度上升。
27. 已知下列初始參數：
- 功率係數 =  $-0.030\% \Delta K/K/\%$  功率
  - 微分硼酸本領 =  $-0.010\% \Delta K/K/ppm$
  - 微分控制棒本領 =  $-0.020\% \Delta K/K/inch$
  - 反應器冷卻水硼酸濃度 = 600ppm
- 下列何者是以抽控制棒 10 -inch，將反應器從 20% 功率提升至 50% 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. 530ppm
  - B. 570ppm
  - C. 630ppm
  - D. 670ppm
28. 在功率運轉時建立控制棒插入限值的原因何在？

- A. 將假定(postulated)掉落的控制棒本領降至最低。  
B. 維持反應器的緩和劑溫度係數為負值。  
C. 在反應器急停後，提供足夠的停機餘裕。  
D. 確保有足夠的正反應度以彌補剩餘的功率欠缺量。
29. 一部處於爐心壽命末期的核子反應器，以 50% 穩態功率運轉，運轉員於此時抽出一組控制棒 5 秒。(假設汽機負載維持不變，反應器沒有急停。)  
反應器的實際功率將穩定在\_\_\_\_\_，冷卻水溫度將穩定在\_\_\_\_\_。  
A. 初始功率處；初始溫度下方處  
B. 初始功率處；初始溫度上方處  
C. 初始功率上方處；初始溫度下方處  
D. 初始功率上方處；初始溫度上方處
30. 核子反應器起初以 80% 功率運轉，爐心 Xe-135 已達成平衡，其功率在 2 小時內增至 100%，並手動操作控制棒將反應器冷卻水平均溫度調整至 585°F。已知控制棒仍為手動模式，運轉員沒有採取任何後續動作。  
如果僅考慮爐心 Xe-135 變化而產生的反應度效應，下列何者正確描述了在功率變化完成 24 小時後，反應器冷卻水平均溫度的狀態？  
A. 高於 585°F 並緩慢降低。  
B. 高於 585°F 並緩慢上升。  
C. 低於 585°F 並緩慢降低。  
D. 低於 585°F 並緩慢上升。
31. 核子反應器爐心的氙毒，在反應器處於爐心壽命\_\_\_\_\_的\_\_\_\_\_功率狀態時，最有可能阻礙反應器從停機後啟動。  
A. 初期；高  
B. 初期；低  
C. 末期；高  
D. 末期；低
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. 核子反應器起動期間，第一次加入正反應度讓計數率從 20 增至 30 cps，第二次加入正反應度，計數率則從 30 增至 60 cps。假設在第一次加入反應度之前的  $k_{eff}$  為 0.97。  
下列那項敘述說明了加入反應度的大小？
- A. 第一次加入的反應度，約較第二次大 50%。
  - B. 第二次加入的反應度，約較第一次大 50%。
  - C. 第一次與第二次加入的反應度約為相同。
  - D. 資料不足而無法判斷反應度數值關係。
34. 一部核子反應器以 100% 功率運轉一個月後，運轉中反應器由分裂產物衰變而產生的熱功率分率.....
- A. 大於 10%。
  - B. 大於 5% 但小於 10%。
  - C. 大於 1% 但小於 5%。
  - D. 小於 1%。
35. 在開始起動核子反應器之前，運轉員欲預測臨界控制棒位置，必須考量下列何者的停機後變化所加入的反應度數量.....
- A. 反應器冷卻水硼濃度、中子通率與可燃性毒物。
  - B. 控制棒位置、爐心氙-135 濃度與緩和劑溫度。
  - C. 中子通率、反應器冷卻水硼濃度與控制棒位置。
  - D. 緩和劑溫度、可燃性毒物和爐心氙-135 濃度。
36. 核能電廠於接近燃料週期末期時以 100% 功率穩態運轉，此時反應器發生急停。急停 4 小時後，在反應器冷卻水溫度處於正常無載溫度下，預定開始起動反應器。  
此時，下列何者將導致反應器的爐心分裂率降低？
- A. 運轉員將停機控制棒完全抽出。
  - B. 反應器冷卻水溫降低 3°F。
  - C. 反應器冷卻水硼濃度降低 10 ppm。
  - D. 於電廠參數沒有其他變化下，再歷經兩小時。
37. 冷凝器壓力計顯示 51 mm 汞柱(Hg)真空。請問對應此真空的絕對壓力為多少？(假設大氣壓力為 15 psia)
- A. 14.0 psia
  - B. 13.5 psia

- C. 1.5 psia
- D. 1.0 psia

38. 一個開放的容器中含有標準大氣壓下 120°F 的水 1.0 lbm。下列何者會是添加 540 Btu 熱至水所造成的？
- A. 水溫將上升至約 212°F；少於 50% 的水會蒸發
  - B. 水溫將上升至約 212°F；多於 50% 的水會蒸發
  - C. 水溫將上升至顯著高於 212°F；少於 50% 的水會蒸發
  - D. 水溫將上升至顯著高於 212°F；高於 50% 的水會蒸發
39. 要將 3.0 lbm、100°F、100 psia 的水，轉換成 100 psia 的飽和蒸汽，大約需要多少熱量？
- A. 1,679 Btu
  - B. 1,780 Btu
  - C. 3,357 Btu
  - D. 3,561 Btu
40. 核能電廠以 90% 額定功率運轉。主冷凝器壓力為 1.69 psia，熱井冷凝水溫為 120°F。
- 流經主冷凝器的冷卻水流量減少 5% 時，會產生下列何種影響？
- A. 整體蒸汽循環效能將提高，因為汽機輸出的功增加。
  - B. 整體蒸汽循環效能將提高，因為冷凝水壓抑(condensate depression)減少。
  - C. 整體蒸汽循環效能將降低，因為汽機輸出的功減少。
  - D. 整體蒸汽循環效能將降低，因為冷凝水壓抑(condensate depression)增加。
41. 核能電廠以 90% 額定功率運轉。主冷凝器的壓力為 1.7 psia，熱井冷凝水溫度為 120°F。
- 通過主冷凝器的冷卻水流量減少 5% 時，將發生下列何種效應？
- A. 因為汽機輸出功增加，蒸汽循環的整體效能提高。
  - B. 因為冷凝水壓抑(condensate depression)降低，蒸汽循環的整體效能提高。
  - C. 因為汽機輸出功減少，蒸汽循環的整體效能降低。
  - D. 因為冷凝水壓抑(condensate depression)增加，蒸汽循環的整體效能降低。
42. 下列何者將水錘現象的可能性降至最低？
- A. 停機後，排盡離心泵出口管路的水份。

- B. 在蒸汽開始流動前後，排盡蒸汽管路內的冷凝水。
- C. 在出口閥全開下啟動離心泵。
- D. 在出口閥部分關閉下啟動正排量泵。

43. 兩個相同離心泵(CP)與兩個相同正排量泵(PDP)在一通氣儲水槽取水，並提供補水給冷卻水系統。這些泵能交互連結以提供多重組態。在單一泵排列(alignment)中，每泵將於系統壓力 1,000 psig 下供應 100 gpm。

已知下列資料：

離心泵

關斷水頭：1,500 psig

最大設計壓力：2,000 psig

正排量泵

最大設計壓力：2,000 psig

若系統壓力為 800 psig，下列何種泵組態將提供系統最高的補水流率？

- A. 一正排量泵與一離心泵串聯(離心泵供水至正排量泵)。
- B. 一正排量泵與一離心泵併聯。
- C. 兩離心泵串聯。
- D. 兩離心泵併聯。

44. 一部核子反應器的運轉參數如下：

反應器功率= 100%

爐心  $\Delta T = 42^\circ\text{F}$

反應器冷卻水系統流率= 100%

冷卻水平均溫度=  $587^\circ\text{F}$

電廠全黑且建立自然循環後，穩定參數如下：

衰變熱= 2%

爐心  $\Delta T = 21^\circ\text{F}$

冷卻水平均溫度=  $572^\circ\text{F}$

爐心的質量流率百分比為多少？

- A. 2.0%
- B. 2.5%
- C. 3.0%
- D. 4.0%

45. 若燃料棒護套表面與冷卻水之間的溫差為  $\Delta T$ ，下列何者描述了燃料棒在偏離核沸騰時的熱傳？

- A. 汽泡開始覆蓋燃料棒護套，導致  $\Delta T$  快速增加(當熱通量固定時)。

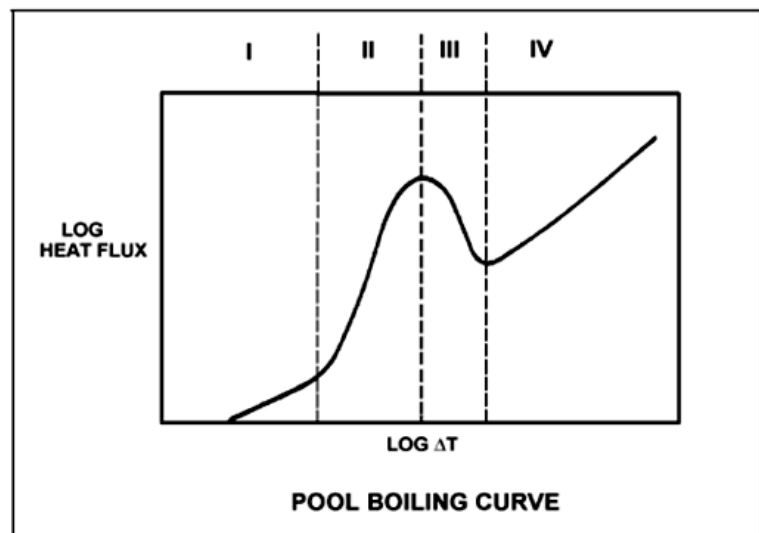
- B. 汽泡完全覆蓋燃料棒護套，導致  $\Delta T$  快速減小(當熱通量固定時)。
- C. 汽泡開始在燃料棒護套上形成，導致燃料棒的熱通率快速減小(當  $\Delta T$  固定時)。
- D. 汽泡完全覆蓋燃料棒護套，導致燃料棒的熱通率快速增加(當  $\Delta T$  固定時)。

46. 一部核子反應器停機，並以自然循環冷卻爐心。產生衰變熱等於 1.0% 額定熱功率。穩定自然循環質量流率為 800 gpm。產生衰變熱若降至 0.5% 額定熱功率，穩定自然循環流率約為多少？
- A. 400 gpm
  - B. 565 gpm
  - C. 635 gpm
  - D. 696 gpm

47. 請參照下圖的池式沸騰曲線。

下列何者描述了燃料通道內正處於區域 IV 熱傳之現象？

- A. 蒸汽完全覆蓋燃料棒表面。
- B. 燃料棒表面濕乾交替。
- C. 飽和核沸騰。
- D. 次冷核沸騰。



48. 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 66°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.  $8.40 \times 10^6$  lbm/hr
  - C.  $1.27 \times 10^7$  lbm/hr
  - D.  $1.32 \times 10^8$  lbm/hr

49. 一部壓水式反應器(PWR)爐心由 50,000 根燃料棒構成；每根燃料棒的有效長度為 12 ft。爐心產生 1,800 MW 的熱能。如果核能熱通率熱通

道因數  $FQ(z)$  (又稱為總爐心尖峰因數) 為 1.5，爐心中最高局部線性功率密度為多少？

- A. 4.5 kW/ft
- B. 6.0 kW/ft
- C. 9.0 kW/ft
- D. 12.0 kW/ft

50. 下列何者將增加反應爐壁內表面的壓應力？

- A. 中子照射
- B. 伽瑪照射
- C. 冷卻反應器冷卻水系統
- D. 加熱反應器冷卻水系統

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