

行政院原子能委員會

104 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)

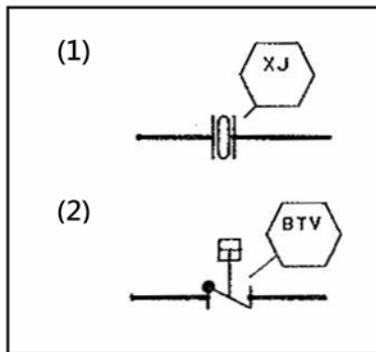
104 年 5 月 5 日 (星期二) 上午九時至十二時

104 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 (A 卷)

1. 請參照下圖。

運轉員於查詢某系統之管路線路圖(P & I DIAGRAM)時，發現如圖中(1)與(2)之管路線路標示，試問下列敘述何者正確？(請注意：圖上所示均按照 P & I DIAGRAM 的標準慣例標示。)

- A. (1)是膨脹接頭(Expansion Joint)，(2)是動力輔助逆止閥(Bleeder Trip Valve)。
- B. (1)是膨脹接頭(Expansion Joint)，(2)是蝶閥(Butterfly Valve)。
- C. (1)是過濾器(Filter)，(2)是動力輔助逆止閥(Bleeder Trip Valve)。
- D. (1)是過濾器(Filter)，(2)是蝶閥(Butterfly Valve)。



2. 主控制室剛開啟典型的馬達操作閥(MOV)，其斷路器先前已經開啟。電廠運轉員接獲指示，在現場關閉該馬達操作閥以進行偵測試驗。

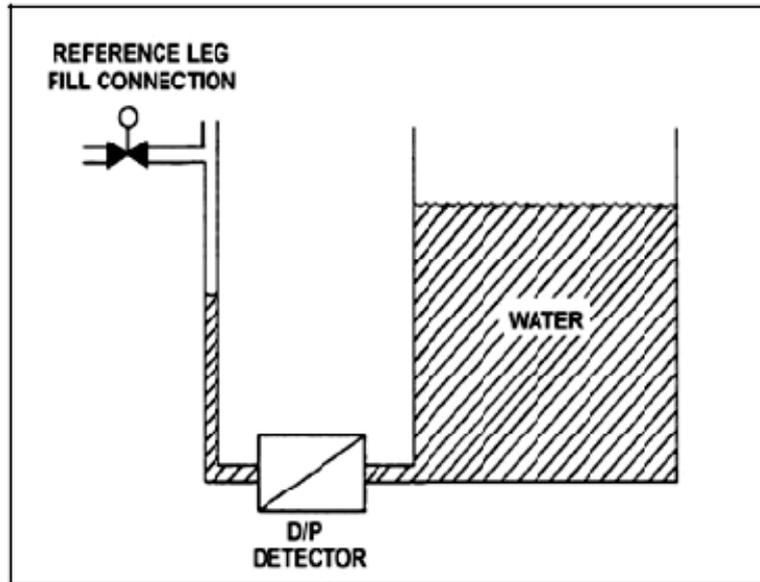
如果該名運轉員在未先操作離合桿之下，試圖以順時鐘方向轉動馬達操作閥的手輪，則會發生下列何事？

- A. 手輪不會轉動，閥桿不會移動。
- B. 手輪將轉動，閥桿不會移動。
- C. 手輪將轉動，閥桿將朝著關閉方向移動，因為當手輪轉動時，離合器會自動咬合。
- D. 手輪將轉動，閥桿將朝著關閉方向移動，因為當斷路器開啟時，離合器會自動咬合。

3. 次冷水流經下列各裝置。請問何者將產生高於入口壓的出口壓？

- A. 漸縮噴嘴
- B. 漸擴噴嘴
- C. 限流孔
- D. 限流器

4. 使用在比例區運作的 BF3 充氣式偵檢器，監控停機時的反應器功率。若偵檢器氣體壓力完全喪失，此裝置指示值將會失效，並指向……
- A. 錶頭刻度之上。
 - B. 錶頭刻度之下。
 - C. 現值。
 - D. 中間值。
5. 核能電廠同時發生喪失冷卻水及喪失緊急冷卻水注入事故，造成均勻爐心空泡，目前的空泡比接近 100%。現在，緊急冷卻水注入恢復，造成爐心空泡比隨著爐心再度補水而逐步降低。
- 下列何者說明了爐心與降流區(downcomer)的均勻爐心空泡比率，從 100%降至 20%時，爐外源階/啟動階中子偵測器的指示值預期走向？(假設源階/啟動階中子偵測器鄰近爐心底部三分之一處)
- A. 先增加再降低。
 - B. 持續增加。
 - C. 先降低再增加。
 - D. 持續降低。
6. 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……
- A. 無法預測。
 - B. 等於實際水位。
 - C. 讀數小於實際水位。
 - D. 讀數大於實際水位。

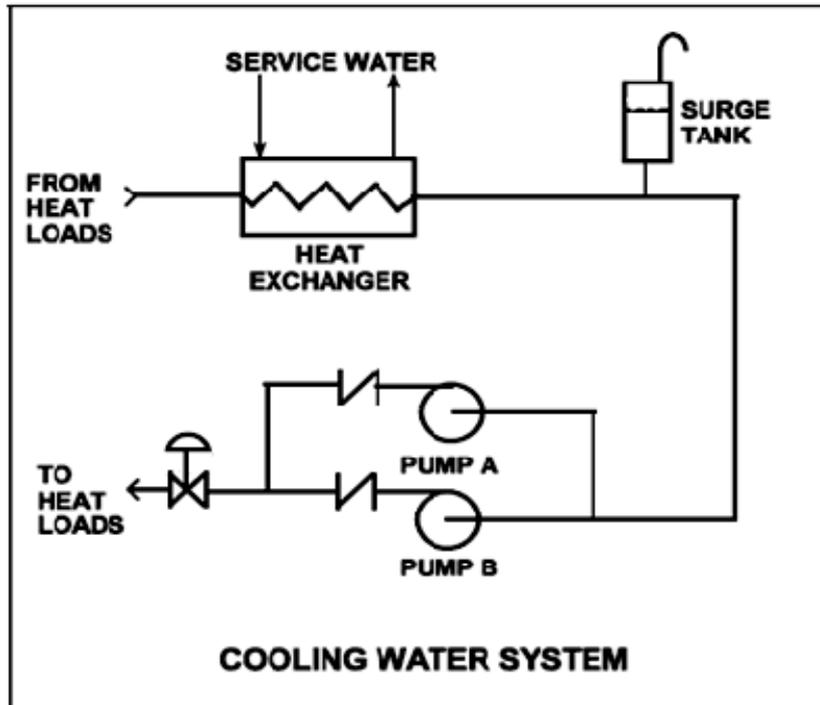


7. 一個氣動隔離閥，需要在其引動器膜片表面，施加 2,800 lbf 的力量，才能克服彈簧壓力打開。這個引動器的膜片直徑為 8 英吋。如果控制這個閥門引動器的起始壓力為 100 psig，大約要降低至多少壓力，閥門才會開始關閉？
- 5.3 psig
 - 13.9 psig
 - 23.2 psig
 - 55.7 psig
8. 一自動流量控制器用於控制冷卻水系統閥位。從此閥傳來正比於閥位之信號，會回傳到控制器。此信號稱之為……
- 增益(gain)
 - 偏壓(bias)
 - 回饋(feedback)
 - 誤差(error)
9. 下列何者正確敘述一個典型氣動閥定位器的運轉方式？
- 比較閥門控制器的需求訊號及實際閥位，然後傳送誤差訊號給閥門控制器以調整需求訊號。
 - 比較閥門控制器的自動和手動設定值，並傳送誤差訊號給閥門控制器，以確保手動需求訊號有在追蹤自動需求訊號。
 - 從閥門控制器接收閥位誤差訊號，然後依需要調整閥位，使閥位誤差訊號歸零。
 - 從閥門控制器接收需求訊號，然後提供氣動閥引動器正確的壓力，以使閥門移動至需求的位置。

10. 請參照下圖的冷卻水系統。

泵 A 與 B 為相同的單轉速離心泵，兩泵均處於運轉中。如果泵 B 跳脫，等到系統穩定後，系統流量將……

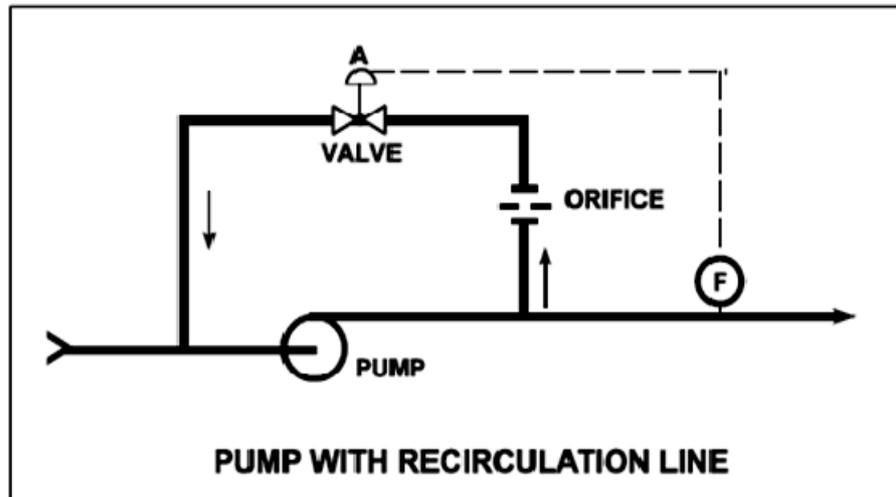
- A. 大於原有流量的二分之一。
- B. 等於原有流量的二分之一。
- C. 維持相同，僅有泵的水頭改變。
- D. 少於原有流量的二分之一。



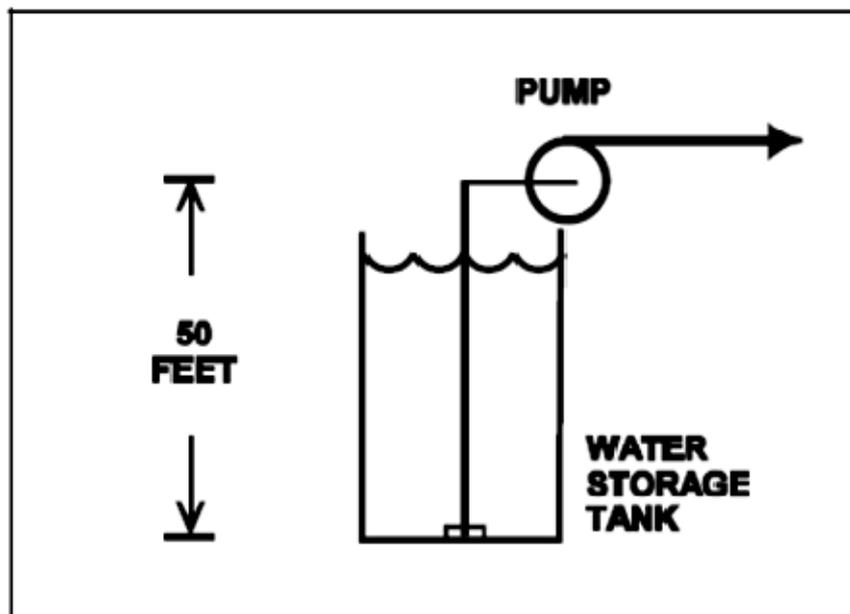
11. 請參照下圖中，設有再循環管路的泵。

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。

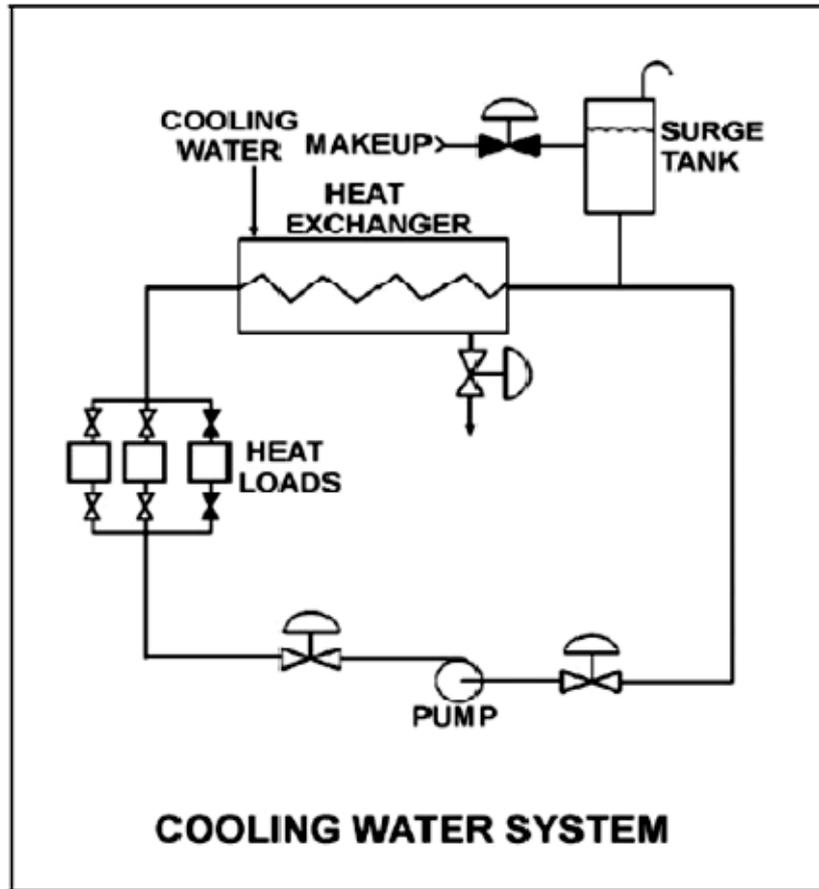


12. 下圖為架高式離心泵(elevated centrifugal pump)，此泵從水溫 50°F 的開放儲水槽底部取水。假設標準氣壓相當於 34 呎水頭。該泵所需的淨正吸水頭(NPSH)為 12.5 ft-lbf/lbm。假設可忽略該泵的進口流體速度水頭損失。如果槽內水位持續下降，泵將於下列何種水位，開始產生孔蝕作用？
- A. 34 呎
 - B. 29 呎
 - C. 21 呎
 - D. 16 呎



13. 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。

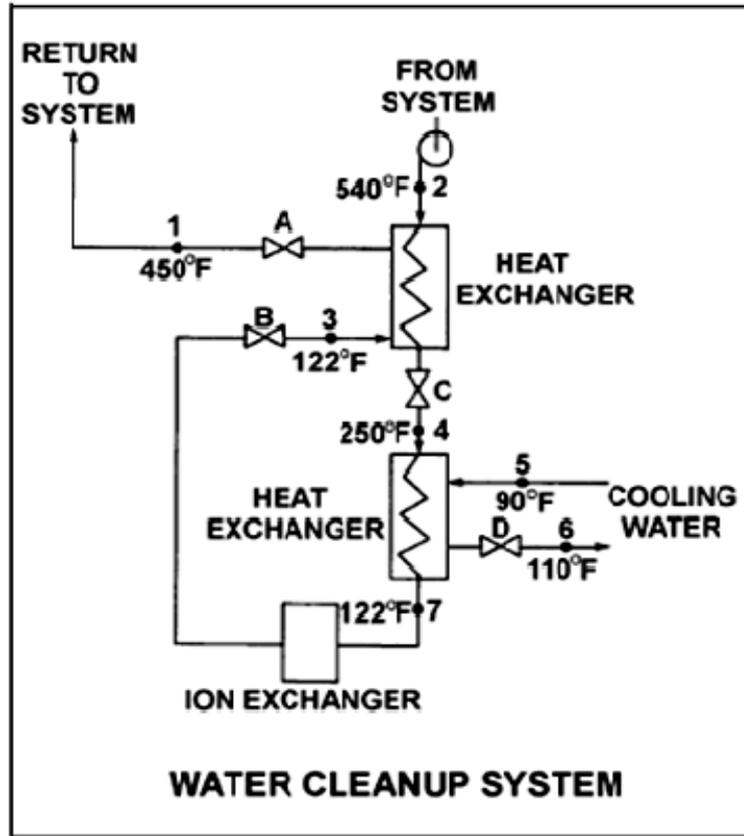


14. 一冷卻水泵由一交流感應馬達驅動，若泵轉軸斷裂(shears)，則泵馬達電流改變的方式及其原因，下列何者敘述正確？
- A. 下降，因為泵做功減小。
 - B. 下降，因為逆向電動勢減小。
 - C. 上升，因為泵做功增加。
 - D. 上升，因為逆向電動勢減小。
15. 交流馬達的啟動電流遠高於全載運轉電流，理由為何？
- A. 馬達啟動時，轉子感應到少量逆向電動勢。
 - B. 產生的馬達轉矩，於啟動馬達時最高。
 - C. 馬達啟動時，定子感應到少量逆向電動勢。
 - D. 馬達所進行的功(work)，於啟動馬達時最高。

16. 請參照下圖的運轉中水淨化系統。

A、B 與 C 閥都是完全打開，D 閥打開 20%開度，所有溫度均如圖所示。若將 D 閥快速開至 100%開度，則……

- A. 位置 3 的溫度會升高。
- B. 位置 4 的溫度會降低。
- C. 位置 5 的溫度會降低。
- D. 位置 7 的溫度會升高。



17. 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}) = 85°F

冷卻水出口溫度 (T_{cw-out}) = 105°F

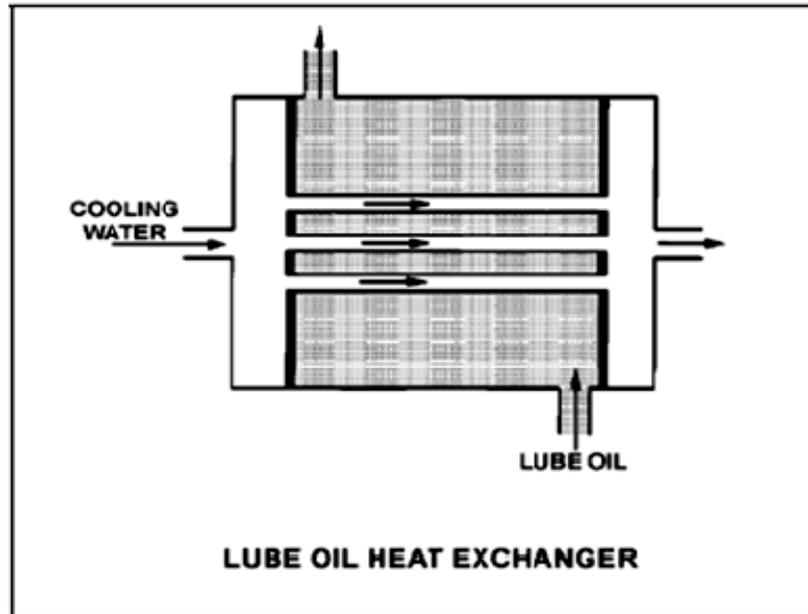
潤滑油進口溫度 (T_{oil-in}) = 170°F

潤滑油出口溫度 (T_{oil-out}) = 140°F

空氣進入熱交換器，導致有些熱交換管未被水覆蓋，結果使 T_{cw-out} 降低到 97°F。假設進口溫度、流量及兩種流體的比熱維持不變。

下列何者為潤滑油流出熱交換器時的大約溫度(T_{oil-out})？

- A. 147°F
- B. 152°F
- C. 157°F
- D. 162°F



18. 一座採用壓水式反應器(PWR)的核能電廠，裝有兩部相同的混合床反應爐冷卻水離子交換器，分別為 A 與 B，電廠更換燃料大修後以全功率運轉，兩部離子交換器經過調整並聯運轉，而且已連續運轉兩週左右。然後，隔離離子交換器 A 做為備用，離子交換器 B 則繼續運轉。電廠以全功率連續運轉十個月後，必須讓離子交換器 A 進行運轉，同時隔離離子交換器 B。下列何者說明了為何在離子交換器 A 運轉前，必須先將該離子交換器的出口水流排入收集槽？
- 避免反應爐冷卻水的 pH 值，出現不想要的增加。
 - 避免反應爐冷卻水的 pH 值，出現不想要的降低。
 - 避免反應爐冷卻水的硼濃度，出現不想要的增加。
 - 避免反應爐冷卻水的硼濃度，出現不想要的降低。
19. 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 50。若導電度為 $10 \mu \text{ mho/cm}$ 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？
- $0.2 \mu \text{ mho/cm}$
 - $0.5 \mu \text{ mho/cm}$
 - $1.0 \mu \text{ mho/cm}$
 - $5.0 \mu \text{ mho/cm}$
20. 兩部相同的 1,000 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，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
電壓	22.5 KV	22.5 KV
頻率	60.2 Hertz	60.2 Hertz
功率	750 MW	750 MW
虛功	25 MVAR (輸出)	50 MVAR (輸出)

此時發生故障，導致發電機 B 的電壓調節器持續緩慢增加其終端電壓。倘若運轉員不採取行動，下列何者說明了發電機 A 的電流情形？

- A. 電流將持續降低，直到發電機 A 的輸出斷路器，由於逆功率而跳脫。
- B. 電流將持續降低，直到發電機 B 的輸出斷路器，由於逆功率而跳脫。
- C. 電流先降低再升高，直到發電機 A 的輸出斷路器，由於過電流而跳脫。
- D. 電流先降低再升高，直到發電機 B 的輸出斷路器，由於過電流而跳脫。

21. 一部主發電機準備連接至無限大之電網。下列何者指出發電機與電網的電壓相位相同？

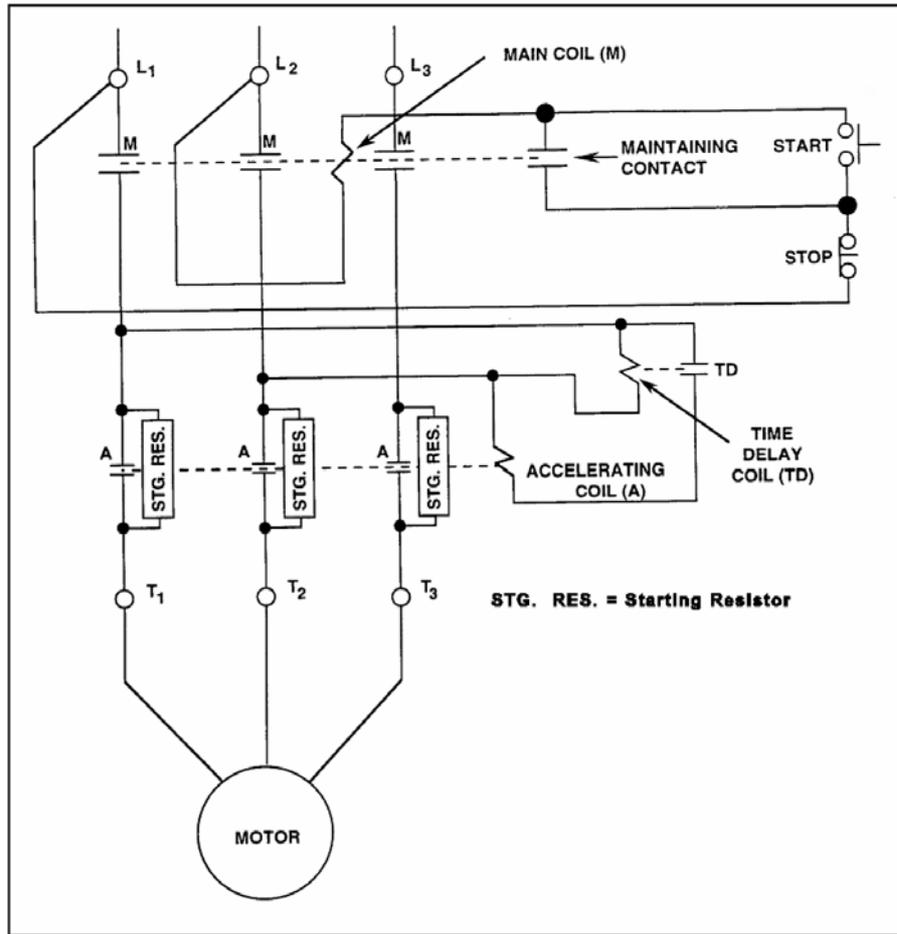
- A. 發電機電壓同於電網電壓。
- B. 發電機頻率同於電網頻率。
- C. 同步儀以順時鐘方向緩慢轉動。
- D. 同步儀正通過 12 點鐘的位置。

22. 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。)

一運轉員於控制盤上按 START 鍵將馬達啟動。十分鐘後，此運轉員再按 STOP 鍵將馬達停止。

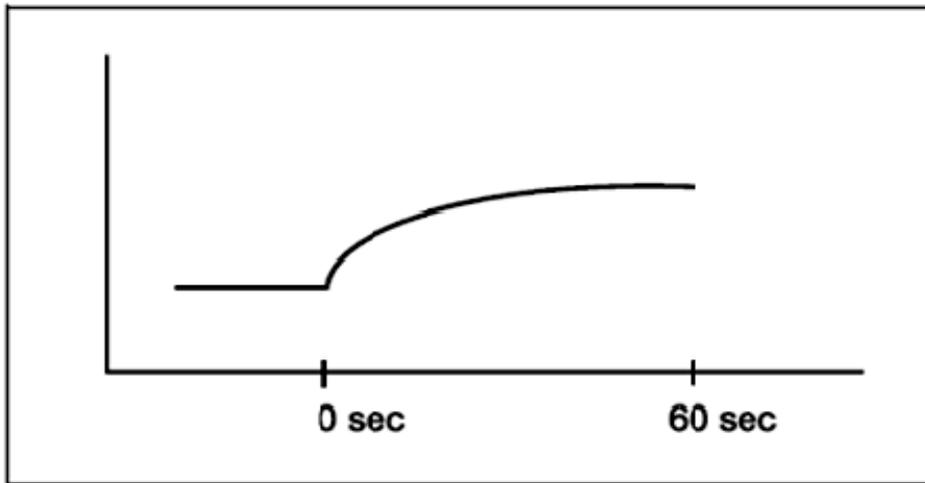
於該馬達啟動、停止及運轉期間，下列何者描述有誤？

- A. 按下 START 鍵且放開後，因主線圈(MAIN COIL)賦能後有自持(MAINTAIN)之設計，故馬達仍可持續運轉。
- B. 馬達啟動時有時間延遲線圈(TIME DELAY COIL)，使電源先經啟動電阻(STG. RES.)，於時間延遲後再旁通啟動電阻，以降低馬達啟動電流。
- C. 馬達配有過載電驛(OVERLOAD RELAY)，於運轉期間過載時可提供保護。
- D. 按下 STOP 鍵且放開後，因主線圈(MAIN COIL)失能，故馬達即停止運轉。

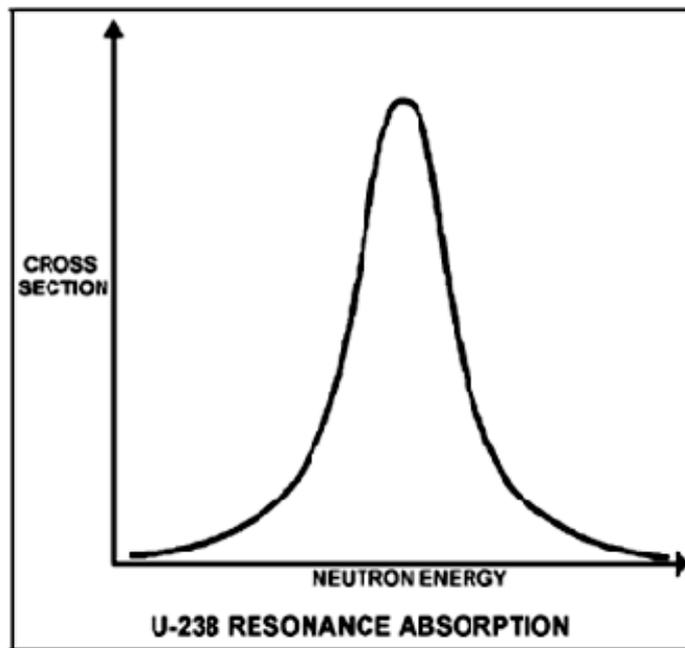


23. 分裂後 1.0×10^{-16} 秒釋出的中子，歸類為_____分裂中子。
- 遲延
 - 瞬發
 - 熱
 - 自發
24. 下列何者為核子反應器爐心加入過剩反應度(K_{excess})的優點之一？
- 確保有足夠的控制棒負反應度以供反應器停機之用。
 - 確保反應器於急停後，能克服氙的最大值而仍可臨界。
 - 確保增加的正反應度，可控制反應器功率反應。
 - 確保在燃料週期初期與末期時，U-235 燃料濃縮度不變。
25. 請參照下圖中無標示刻度的核子反應器反應曲線，該反應器原本穩定在源階(source range)。兩軸為線性尺度。時間為 0 秒時，加入少量的正反應度。此反應曲線代表了原本處於_____狀態的反應器之_____對時間的關係圖。
- 次臨界；啟動率
 - 臨界；啟動率

- C. 次臨界；反應器分裂率
- D. 臨界；反應器分裂率



26. 請參照下圖中，一典型 U-238 原子核在共振中子能量下的中子吸收特性曲線。該核子反應器現以 80% 功率穩態運轉。其後反應器功率降低至 70%，此曲線將變得_____；而爐心中子因被 U-238 共振捕獲而損耗的百分率將_____。
- A. 較高且較窄；減少
 - B. 較高且較窄；增加
 - C. 較矮且較寬；減少
 - D. 較矮且較寬；增加



27. 下列何者將造成都卜勒功率係數變成更大負值(more negative)？
- A. 護套潛變(clad creep)增加。

- B. 燃料丸膨脹度增加。
 - C. 功率較低。
 - D. 冷卻水硼濃度較高。
28. 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。
29. 一部核子反應器於 50%功率時臨界，此時控制棒微幅插入。假設主汽輪發電機的負載維持不變，反應器的實際功率將降低，然後……
- A. 穩定在源階處。
 - B. 穩定在功率的較低數值。
 - C. 增加並穩定在原先數值上方。
 - D. 增加並穩定在原先數值處。
30. 一部核子反應器以 100%功率運轉八週，此時發生急停。該反應器於 6 小時後達到臨界，其功率再於之後 6 小時增至 100%。
反應器功率達到 100%時，爐心的 Xe-135 濃度狀態為何？
- A. 朝平衡值增加。
 - B. 燃耗速度較產生速度快。
 - C. 朝峰值增加。
 - D. 處於平衡。
31. 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
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。

33. 一部核子反應器意外急停，並預定在急停 48 小時後起動，請問下列何者為預估臨界硼濃度時，無須考慮的因素？
- A. 急停前的反應器功率。
 - B. 急停前的蒸汽產生器水位。
 - C. 急停前的爐心氘反應度。
 - D. 急停前的爐心鈾反應度。
34. 一部進行起動的核子反應器處於次臨界。下列那項條件將導致臨界控制棒位低於預估臨界棒位？
- A. 發生故障，導致控制棒速度快於正常速度。
 - B. 發生故障，導致控制棒速度慢於正常速度。
 - C. 將反應器(於 100%平衡功率條件下急停)的起動時間，從急停後 3 小時延後至 5 小時。
 - D. 反應器冷卻水系統硼濃度意外遭到稀釋。
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，讓汽機控制閥再開啟 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. 核能電廠於接近燃料週期末期時，以 100%功率穩態運轉，反應器此時發生急停。急停 4 小時後，反應器冷卻水溫度若處於正常無載溫度，請問下列何者將導致反應器的爐心分裂率增加？
- A. 運轉員將停機控制棒完全抽出。
 - B. 反應器冷卻水溫度增加 3°F。
 - C. 反應器冷卻水硼濃度增加 10 ppm。
 - D. 於電廠參數沒有其他變化下，再歷經兩小時。
37. 一儲水槽通氣至大氣。該水槽位於海平面高度，內含 60°F 的水 500,000 加侖。水槽底部的壓力計讀數為 9.1 psig。請問水槽水位約為多少？
- A. 13 呎
 - B. 17 呎
 - C. 21 呎
 - D. 25 呎

38. 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)。
- A. 降低；降低
 - B. 降低；增加
 - C. 維持不變；降低
 - D. 維持不變；增加
39. 在定壓飽和狀態下，將 1 Btu 加入一磅質量(lbm)的液態水，將會……
- A. 升高水溫 1°F。
 - B. 蒸發部分的水。
 - C. 增加水密度。
 - D. 造成 1°F 過熱。
40. 主冷凝器在 24 吋汞柱真空下運轉，冷凝水出口溫度為 100°F，則冷凝水壓抑(condensate depression)約為幾度？
- A. 5°F
 - B. 17°F
 - C. 29°F
 - D. 41°F
41. 核能電廠起初以 90%反應器功率正常運轉，此時隔離供應至飼水加熱器的加熱蒸汽(由主汽機抽汽提供)。電廠穩定後，反應器功率恢復至 90%。相較於主發電機的初始發電量(MW)，目前的發電量……
- A. 較低，因為蒸汽循環效能較低。
 - B. 較高，因為蒸汽循環效能較低。
 - C. 較低，因為主汽機可使用的蒸汽熱能較多。
 - D. 較高，因為主汽機可使用的蒸汽熱能較多。
42. 反應器冷卻水系統(RCS)的熱端溫度為 532°F，少量漏水造成 RCS 壓力逐漸降低。下列哪項壓力範圍，涵蓋了熱端首度發生雙相流時的壓力？
- A. 950 至 901 psig
 - B. 900 至 851 psig
 - C. 850 至 801 psig
 - D. 800 至 751 psig
43. 下列何者描述了為何大型蒸汽管路要逐漸加熱，而不是突然增加至全蒸汽

流量？

- A. 為了使蒸汽管路的應力腐蝕破裂可能性降至最低。
- B. 為了使蒸汽管路的總熱膨脹降至最低。
- C. 為了使蒸汽管路發生水錘現象的可能性降至最低。
- D. 為了使蒸汽管路的熱損失降至最低。

44. 功率階核能儀器按照算出的熱平衡調整至 100%。下列何者將導致反應器功率指示值大於實際功率？

- A. 計算熱平衡時，忽略了反應器冷卻水泵的熱輸入值。
- B. 計算熱平衡所用的水流率，較實際流率低 10%。
- C. 計算熱平衡所用的蒸汽壓力，較實際蒸汽壓力高 50 psi。
- D. 飼水熱焓誤算成較實際飼水熱焓高出 10 Btu/lbm。

45. 下列何者描述了燃料通道內正處於變態沸騰的情況？

- A. 蒸汽完全覆蓋燃料棒表面。
- B. 燃料棒表面濕乾交替。
- C. 汽泡在燃料棒表面形成與凝結消失(collapse)。
- D. 汽泡在燃料棒表面形成，其後被次冷整體冷卻水(subcooled bulk coolant)掃除。

46. 一部核子反應器已經以固定功率運轉兩週，此時因為喪失所有交流電力而急停，並失去反應器冷卻水強迫流量。急停 30 分鐘後，反應器形成自然循環冷卻水流並穩定。

在上述情況中，下列那組反應器初始功率和蒸汽產生器急停後壓力，產生最低的穩定自然循環流率？(假設蒸汽產生器的水位維持不變)

反應器初始功率 蒸汽產生器急停後壓力

- A. 100% 1,100 psia
- B. 25% 1,100 psia
- C. 100% 1,000 psia
- D. 25% 1,000 psia

47. 反應器冷卻水系統(RCS)以 60°F/hr 的降溫率，利用自然循環冷卻減壓時，RCS 次冷度於何處最小？

- A. 反應爐頂部。
- B. RCS 迴路熱端。
- C. RCS 迴路冷端。
- D. 反應器爐心。

48. 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)？
- 整體沸騰
 - 次冷核沸騰
 - 飽和核沸騰
 - 飽和自然對流
49. 一部核子反應器歷經冷卻水流失事故。由於爐心冷卻不足，導致在事故發生一小時後，出現下列爐心溫度：
- 80%燃料護套維持在 1800°F 以下
 - 20%燃料護套超過 1800°F
 - 10%燃料護套超過 2300°F
 - 1.0%燃料護套超過 2800°F
 - 0.5%燃料護套超過 3300°F
 - 燃料中央尖峰溫度為 4700°F
- 若緊接著發生廠區全黑 (Station Blackout, SBO) 事故，機組喪失冷卻水注入爐心之能力，則燃料丸與燃料護套將發生下列何種情況？
- 爐心衰變熱之累積尚未能使燃料丸熔化。
 - 爐心衰變熱之累積尚未能使燃料護套熔化。
 - 僅燃料護套熔化而釋放出放射性分裂產物。
 - 燃料丸與燃料護套皆熔化而釋放出放射性分裂產物。
50. 下列何者描述了在反應器冷卻水系統冷卻期間，施加於反應爐槽的熱應力？
- 內壁為壓應力、外壁為張應力。
 - 內壁為張應力、外壁為壓應力。
 - 整個爐壁為壓應力。
 - 整個爐壁為張應力。

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

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。