

核能安全委員會

113 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）

113 年 9 月 6 日（星期五）上午九時至十二時

113 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. 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。
 - B. 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。
 - C. 手輪將轉動，閥桿不會移動。
 - D. 手輪不會轉動，閥桿不會移動。

2. 一座滿水的儲水槽用一只正排量泵(PDP)以 6 gpm 穩定流量率注水進入該槽，執行 200 psig 的靜水壓測試。該槽設置排放至大氣的二只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 200 psig，蓄壓(accumulation)百分比為 1.5%
 - B 釋壓閥的開啟壓力設定值為 200 psig，蓄壓(accumulation)百分比為 3.0%
 - 各閥之開度與流量率具線性關係，最大排放流量率均為 6 gpm當儲水槽壓力達到 200 psig 時，該 PDP 不經意任其持續運轉。當儲水槽壓力穩定且 PDP 繼續運轉時，這兩只釋壓閥的排放流量為何？

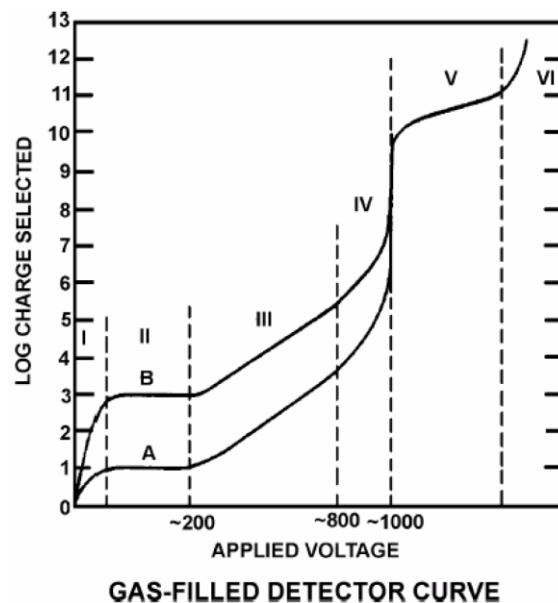
A 釋壓閥	B 釋壓閥
A. 4 gpm	2 gpm
B. 3 gpm	3 gpm
C. 2 gpm	4 gpm
D. 1 gpm	5 gpm

3. 下列何者為液體差壓流量計指示值產生波動的最可能原因：
 - A. 高壓感測管的閥門半關。
 - B. 通過流量裝置的液體產生渦流 (vortexing)。
 - C. 液體中溫度梯度不平均。
 - D. 液體中含有氣體或蒸汽。

4. 請參照下圖的充氣式檢測器特性曲線。

下列何者描述了充氣式輻射偵檢器在「比例區」的運作方式？

- A. 基本上，所有一次游離之離子均被收集；因二次游離而收集的離子數，則與對數座標（logarithmic scale）上的所施電壓無關。
- B. 基本上，所有一次游離之離子均被收集；因二次游離而收集的離子數，則隨著對數座標（logarithmic scale）上的所施電壓而變動。
- C. 從一次與二次游離收集的離子數，隨著對數座標上施加的電壓變動。
- D. 從一次與二次游離收集的離子數，與對數座標上施加的電壓無關。

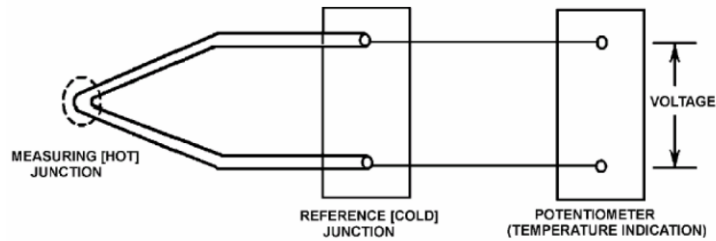


5. 請參照下面的熱電偶電路簡圖。

熱電偶溫度指示值目前為 150°F。參考接合點溫度目前為 90°F。指示器範圍從 0°F至 2000°F。

若熱電偶延長線之一鬆動，同時從參考接合點儀板的接線端子脫落，將發生下列何種溫度指示值？

- A. 最高儀表讀數（2000°F）
- B. 90°F
- C. 60°F
- D. 最低儀表讀數（0°F）



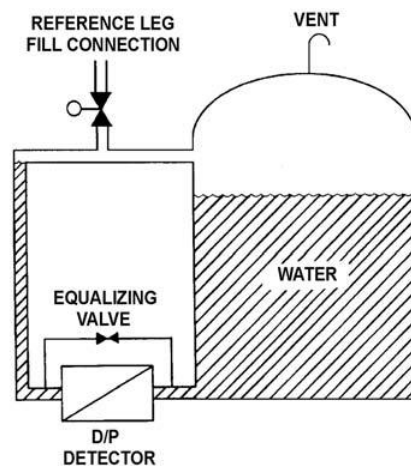
SIMPLE THERMOCOUPLE CIRCUIT

6. 參考裝有差壓(D/P)液位偵檢系統的儲水槽圖(見下圖)。差壓(D/P)液位偵檢器剛校正後在下列狀況下恢復運轉：

- 參考柱含有 20 feet 高、溫度 70°F 的水
- 儲水槽含有 18 feet 高、溫度 70°F 的水
- 儲水槽液位指示為 18 feet

假設儲水槽實際水位不變，儲水槽與參考水柱水溫也不變。如果參考柱的水位降低到 18 feet，下列何者為儲水槽的新液位指示值？

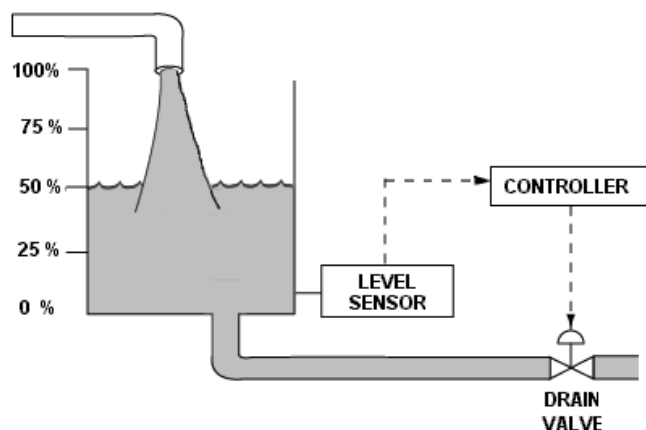
- 2 feet
- 18 feet
- 20 feet
- 22 feet



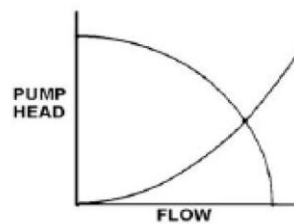
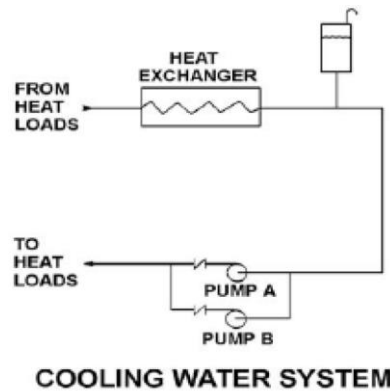
7. 如果典型的渦輪機調速器控制系統，在渦輪機啟動時，接收到的渦輪機軸轉速訊號故障偏高(fails high)，渦輪機調速器會將渦輪機轉速……

- 降低，直到達到轉速下限，或渦輪機的蒸汽流量被隔離。
- 降低，直到訊號與渦輪機需求轉速之間的差異歸零。
- 提高，直到訊號與渦輪機需求轉速之間的差異歸零。
- 提高，直到達到上限，或渦輪機因超速而跳脫。

8. 下列何者正確敘述氣動閥定位器 (pneumatic valve positioner) 的特性？
- A. 能放大送至氣閥引動器的氣壓，使其超過空氣集管的壓力。
 - B. 能根據閥門的移動方向，從氣閥控制器獲得空氣，或是提供空氣給氣閥控制器。
 - C. 能自動增加或降低閥門引動器的氣體壓力，以獲得正確的閥位反應。
 - D. 能提供氣閥控制器和閥門引動器自動及手動需求訊號。
9. 參考裝有水位控制系統的儲水槽圖（見下圖）。水槽的水位藉由比例—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，進水流量率 500gpm，排水閥開度 50%。當水槽進水流量率突增至 700gpm，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. 等於 50%；開的更大
 - B. 等於 50%；不改變
 - C. 高於 50%；開的更大
 - D. 高於 50%；不改變



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……
- A. 同於原有流量。
 - B. 少於原有流量的兩倍。
 - C. 變成原有流量的兩倍。
 - D. 多於原有流量的兩倍。



CENTRIFUGAL PUMP OPERATING CURVE

11. 下列何者說明啟動大型離心泵時，泵出口閥的適當位置，以及該位置的依據？
 - A. 出口閥全開，確保適當的淨正吸水頭。
 - B. 出口閥節流，確保適當的淨正吸水頭。
 - C. 出口閥全開以降低所需馬達功率。
 - D. 出口閥節流以降低所需馬達功率。

12. 離心泵由開放的儲水槽進水，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）。

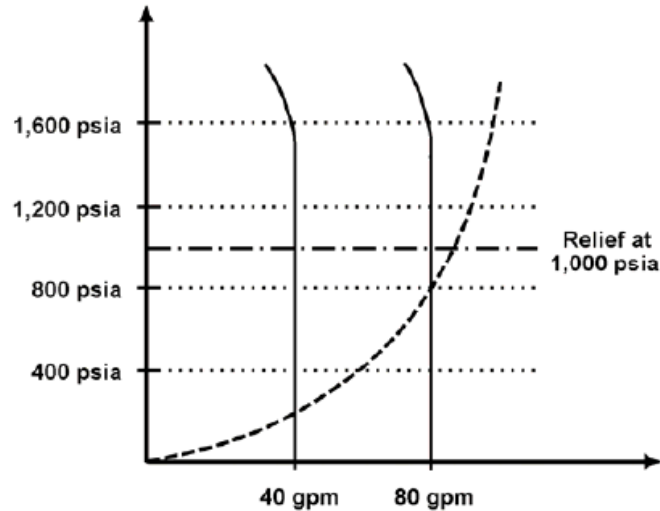
儲水槽水位下降時，離心泵的流量會受到何種影響？

 - A. 流量逐漸降低，直到泵在水槽水位達 4 呎時，發生孔蝕現象為止。
 - B. 流量逐漸降低，直到泵在水槽空了之後發生氣鎖為止。
 - C. 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。
 - D. 流量維持不變，直到泵在水槽空了之後發生氣鎖為止。

13. 一只正排量泵的出口安裝釋壓閥作保護，系統與該泵之運轉曲線顯示如下圖。該泵一開始的流量率為 40 gpm，泵出口壓力為 200 psia。倘若

提高泵的轉速，一直到泵流量率達到 80 gpm，此時泵出口壓力變成 _____？

- A. 1,600 psia
- B. 1,000 psia
- C. 800 psia
- D. 400 psia



14. 一大型離心泵由一 200 hp 馬力之 4.16kV 交流馬達驅動，此馬達斷路器 (breaker) 控制電路包含如下的保護設備：瞬間過電流電驛 (instantaneous overcurrent relay)、馬達熱過載電驛 (motor thermal overload relay)、控制電力保險絲 (control power fuses)、以及防止反覆投切設備 (anti-pumping devices)。

在五分鐘內此泵以手動起動及停止數次，之後馬達斷路器意外跳脫。於此情況下，下列何者是斷路器跳脫的最可能原因？

- A. 瞬間電流過量。
- B. 馬達熱超載。
- C. 控制電力保險絲燒斷。
- D. 防止反覆投切設備動作。

15. 參考離心泵性能曲線圖（見下圖）。泵是由一個定速交流感應馬達驅動。泵流量率是由出口流量控制閥控制。泵的初始運轉狀態如下：

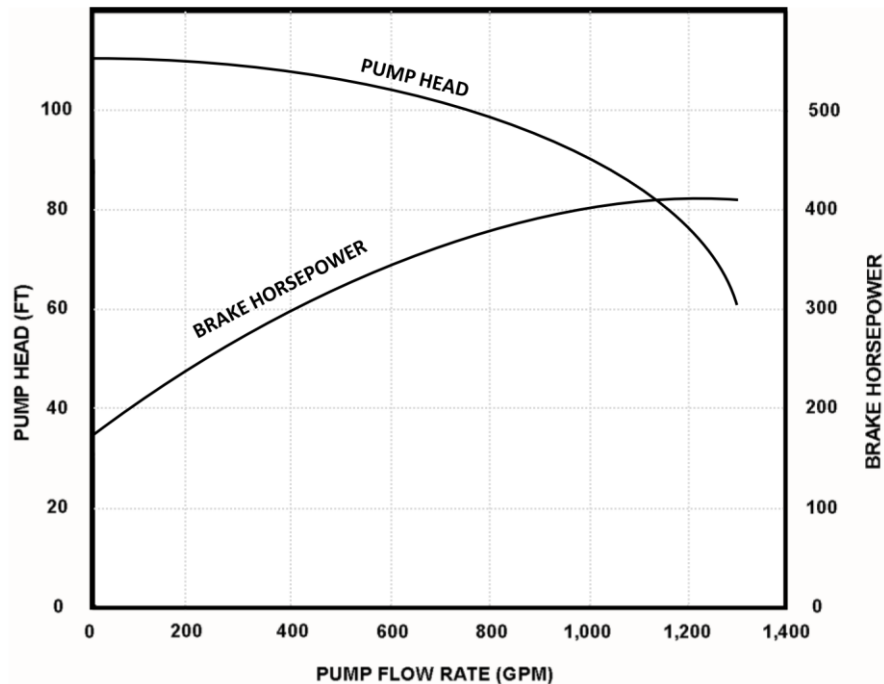
馬達電流=15amps

泵流量率=400gpm

假設調整流量控制閥使得泵流量率增加到 1000gpm，則泵馬達電流的近似值大約為何？

- A. 20amps

- B. 40amps
C. 80amps
D. 大於 140amps



16. 核能電廠以 100% 功率穩態運轉，此時發生空氣漏入現象，使得主冷凝器的真空度，由 28 吋汞柱降到 27 吋汞柱。假設主汽機進口的蒸汽乾度和流量都保持不變，而且冷凝器的冷卻水進口溫度和流量也沒有改變。當電廠穩定下來時，汽機的排汽乾度將會_____，汽機的排汽溫度將會_____。
- A. 降低，升高
B. 降低，降低
C. 升高，升高
D. 升高，降低
17. 某反應器處於停機狀態，其爐心衰變熱正由餘熱移除系統(RHR)移除。假設只有 RHR 熱交換器用來移除反應爐冷卻水系統(RCS)的餘熱，且 RCS 系統的熱混合完全由 RHR 系統來完成。已知下列資訊：
- 反應器爐心額定熱功率 = 2,910 MW
 - 爐心熱衰變率 = 0.6% 額定熱功率
 - RHR 系統熱移除速率 = 6.2×10^7 Btu/hr
 - RHR 與反應爐冷卻水之比熱(C_p) = 1.04 Btu/lbm-°F
 - RCS 與 RHR 系統加總存水量 = 460,000 lbm

下列何作法，將使反應器冷卻率維持在 20°F/hr 與 30°F/hr 之間？

(1 MW=3.41×10⁶ Btu/hr)

- A. 增加 RHR 熱交換器的流量率以增加 10°F/hr 之冷卻率
- B. 增加 RHR 熱交換器的流量率以增加 20°F/hr 之冷卻率
- C. 減少 RHR 熱交換器的流量率以減少 10°F/hr 之冷卻率
- D. 減少 RHR 熱交換器的流量率以減少 20°F/hr 之冷卻率

18. 經過數週連續使用，反應器冷卻水系統(RCS)淨化混合床離子交換器 A 停用並隔離，當時 RCS 硼酸濃度為 900 ppm。目前離子交換器 B 使用中，RCS 硼酸濃度則為 450 ppm。倘若離子交換器 B 這時被隔離，離子交換器 A 又立即再置入使用，RCS 硼酸濃度將_____。

- A. 維持不變，因為經過前次的使用，離子交換器 A 內的樹脂已經飽和
- B. 維持不變，因為離子交換器 A 內的樹脂對反應器冷卻水中的硼已失去親和力
- C. 增高，等到離子交換器 A 內的流體與 RCS 完全混合後，RCS 硼酸濃度才會穩定下來
- D. 增高，等到離子交換器 A 內的樹脂與 RCS 硼酸濃度達到平衡後，RCS 硼酸濃度才會穩定下來

19. 某核電廠在降溫的過程中，反應爐內發生一次大型的積垢迸裂 (crud burst)。10 分鐘後反應爐冷卻水化學參數穩定，運轉員記錄反應爐冷卻水淨化離子交換器之參數。該離子交換器最近才剛換過新的樹脂。倘若運轉員未採行其他的行動，則所記錄的參數在未來的數小時內將顯現怎樣的趨勢？

- A. 離子交換器周圍的輻射強度升高
- B. 通過離子交換器的水流量率增加
- C. 離子交換器出水導電度升高
- D. 離子交換器進水導電度升高

20. 480V 交流馬達控制中心透過斷路器 (breaker) 與手動隔離開關 (manual disconnect) 供應負載。若要操作兩隔離裝置以將負載隔離，則在為了維修而將負載斷電與維修完成後負載復電時，下列何種順序將提供最高等級的人員安全保護？

斷電時

復電時

- | | |
|-------------|---------|
| A. 先將斷路器開啟 | 先將斷路器關閉 |
| B. 先將隔離開關開啟 | 先將斷路器關閉 |
| C. 先將斷路器開啟 | 先將隔離開關閉 |

D. 先將隔離開關開啟 先將隔離開關關閉

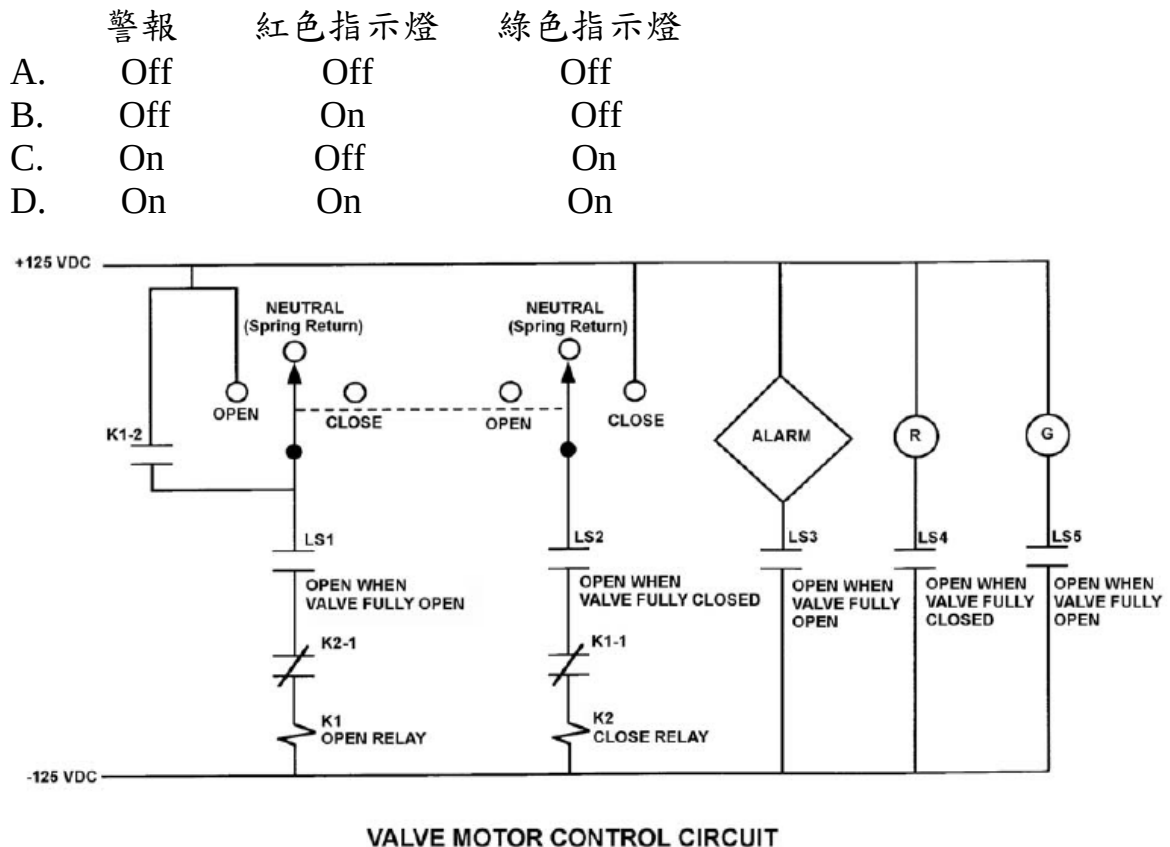
21. 下面是從控制室觀察正常開啟的斷路器時得出的數值（該斷路器直接啟動/停止 480V 交流馬達）：

- 紅色位置指示燈亮起
- 綠色位置指示燈熄滅
- 馬達負載電流指示 50 amps
- MCC 電壓指示 480 volts

斷路器的狀態為何？

- A. 開啟且搖入（rack in）。
- B. 關閉且搖入（rack in）。
- C. 開啟且搖至「測試」位置。
- D. 關閉且搖至「測試」位置。

22. 參考電動閥控制線路（見下圖），目前閥是全開，閥行程需 16 秒。運轉員操作控制開關轉向關閉位置。兩秒鐘後，確認閥正在關閉，運轉員釋放控制開關，當閥停止移動時，警報和紅色（R）及綠色（G）指示燈狀態如何？（註：極限開關（LS）接點顯示開，與閥位置無關。但是電驛接點是根據一般控制線路圖標準表示開/閉。）



23. 比較同一分裂生成的遲延中子和瞬發中子，瞬發中子較可能.....
- 導致 U-235 核子熱分裂。
 - 被 Xe-135 核子捕獲。
 - 以共振能量被 U-238 核子捕獲。
 - 在減能時從爐心外洩。
24. 爐心更換燃料期間，常於爐心置入可燃性毒物以協助控制過剩反應度 (K_{excess})。為何在第一燃料週期期間裝入燃料時所裝的可燃毒物棒，多於後續燃料週期所裝的數量？
- 控制棒本領於後續燃料週期初期時較低。
 - 後續燃料週期初期，出現較高的燃料反應度。
 - 後續燃料週期初期，出現較多的分裂產物毒物。
 - 後續燃料週期初期，反應器冷卻水的硼濃度較高。
25. 一部核子反應器的穩定啟動率為 +1.0 dpm，並處於加熱起始點(POAH)下方數個 decade 處，控制棒沒有任何動作。運轉員接著插入控制棒，直到啟動率抵達 0.5 dpm 之後，不再移動控制棒。停止插入控制棒時，反應器啟動率將隨即.....
- 穩定在 0.5 dpm 處，直到功率達到 POAH 為止。
 - 增加，然後穩定在大於 0.5 dpm 的數值，直到功率達到 POAH 為止。
 - 穩定，然後持續緩慢降低，啟動率於功率達到 POAH 時為零。
 - 增加，然後持續緩慢降低，啟動率於功率達到 POAH 時為零。
26. 已知下列初始參數：
- 反應器功率 = 100%
 - 總功率係數 = -0.025% $\Delta K/K/\%$
 - 硼本領 = -0.015% $\Delta K/K/\text{ppm}$
 - 控制棒本領 = -0.020% $\Delta K/K/\text{inch inserted}$
 - 反應器冷卻水系統(RCS)初始硼濃度 = 550 ppm
- 藉著插入控制棒 30 吋及調整硼濃度，使電廠功率降至 40% 時，RCS 的最終硼濃度為多少？（假設氙毒反應度沒有變化）
- 440 ppm
 - 490 ppm
 - 610 ppm
 - 660 ppm

27. 反應器功率穩定在加熱點，一支控制棒因故障而些微抽出，以致增加反應度 $0.13\% \Delta K/K$ 。已知：

- 所有控制棒的移動已停止
- 無自動系統或運轉員行動發生以防止功率增加
- 功率係數等於 $-0.043\% \Delta K/K/\%$
- 有效遲延中子分數等於 0.006

大約會增加多少功率以補償控制棒抽出所加入的反應度？

- A. 3.0 %
- B. 5.0 %
- C. 30 %
- D. 50 %

28. 在功率運轉時建立控制棒插入限值的原因何在？

- A. 在反應器急停後，提供足夠的停機餘裕。
- B. 確保有足夠的正反應度以彌補剩餘的功率欠缺量。
- C. 將假定(postulated)掉落的控制棒本領降至最低。
- D. 維持反應器的緩和劑溫度係數為負值。

29. 一部核子反應器以全功率穩態運轉，所有控制棒均完全抽出，此時，一位於爐心周圍的控制棒完全掉入爐心。假設反應器沒有急停，運轉員也沒有採取行動，控制棒掉落將對下列何者造成顯著變化？

- A. 徑向功率分佈與停機餘裕。
- B. 軸向功率分佈與停機餘裕。
- C. 僅有徑向功率分佈。
- D. 僅有軸向功率分佈。

30. 核子反應器 A 與 B 在 100%穩態功率下運轉，爐心的 Xe-135 已達到平衡。兩部反應器完全相同，唯反應器 A 接近爐心壽命末期，而反應器 B 於爐心壽命初期。

下列哪部反應器基於 Xe-135 平衡濃度而造成最大的負反應度？

- A. 反應器 A，因為爐心 Xe-135 的平衡濃度較大。
- B. 反應器 A，因為燃料對熱中子的利用較低。
- C. 反應器 B，因為爐心的熱中子通率較大。
- D. 反應器 B，因為穩定分裂產物毒素的累積量較小。

31. 一座核能電廠起初在燃料週期末期(EOC)100%功率穩定運轉，電廠為更換燃料而停機。更換燃料後，反應器再啟動，目前在燃料週期初期(BOC)以 100%功率穩定運轉。假設每一分裂所釋出能量不變。與更換燃料前 100%功率氙-135 平衡濃度相比目前氙-135 平衡濃度.....。
- A. 較小，因為在燃料週期初期較低分裂率，以較慢速率產生氙-135
 - B. 較大，因為在燃料週期初期較高分裂率，以較快速率產生氙-135
 - C. 較小，因為在燃料週期初期較高熱中子通量以較快速率移除氙-135
 - D. 較大，因為在燃料週期初期較低熱中子通量以較低速率移除氙-135
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？（假設所有控制棒在功率開始增加前就全部抽出）
- A. 接近爐心壽命初期時較快，因為硼濃度變化較快。
 - B. 接近爐心壽命初期時較快，因為控制棒本領較大。
 - C. 接近爐心壽命末期時較快，因為硼濃度變化較快。
 - D. 接近爐心壽命末期時較快，因為控制棒本領較大。
33. 核能電廠以 50%額定功率穩定運轉。手動抽出控制棒 5 秒。請問在電廠穩定之後，將觀察到下列那項電廠參數變化？
- A. 調壓槽水位較低。
 - B. 反應器功率較高。
 - C. 反應器冷卻水系統壓力較低。
 - D. 反應器冷卻水溫度較高。
34. 核子反應器起動並接近臨界時，某點計數率為 780 cps，而 K_{eff} 計算值為 0.92。計數率於該次起動後達到 4160 cps。
- 下列何者是新的 K_{eff} 值？
- A. 0.985
 - B. 0.975
 - C. 0.950
 - D. 0.945
35. 核能電廠於接近燃料週期末期(EOC)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. 反應器冷卻水硼濃度增加 10 ppm。
 - B. 於電廠參數沒有其他變化下，再歷經 2 小時。

- C. 運轉員將停機控制棒完全抽出。
- D. 反應器冷卻水溫度增加 3°F。
36. 反應器於接近燃料週期中期在 100%功率和氙-135 毒素平衡下發生反應器跳脫。隨後反應器啟動之預估臨界棒位(ECP)用下列假設條件計算出：
- 反應器跳脫後 24 小時發生臨界
 - 反應器冷卻水溫度 550°F
 - 反應器冷卻水硼酸濃度為 400ppm
- 下列何者將會導致臨界控制棒棒位低於預估臨界棒位？
- A. 誤操作蒸汽排放(汽機旁通)控制器，以致反應器冷卻水溫度維持在 553°F
- B. 一項故障導致控制棒移動速率比正常速率低 20%
- C. 降低反應器冷卻水系統硼酸濃度至 350ppm
- D. 臨界時間移至反應器跳脫後 18 小時
37. 下列何者為從最低排列至最高壓力？
- A. 12 psia、20 吋汞柱絕對壓力、2 psig
- B. 12 psia、30 吋汞柱絕對壓力、2 psig
- C. 2 psig、12 吋汞柱絕對壓力、8 psia
- D. 2 psig、18 吋汞柱絕對壓力、8 psia
38. 已知調壓槽含有 500°F的飽和水/蒸汽混合物，混合物現況穩定，沒有發生熱量淨損益。調壓槽所裝的水與蒸汽各佔 50%。
- 如果在調壓槽底部附近有裂縫，導致調壓槽流失 10%體積的液體，混合物溫度將_____，且混合物整體乾度將_____（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. 由於自然災害，一座核電廠經歷了喪失全部交流電力。幾天後，在用過燃料池發生擾流沸騰。用過燃料平均溫度升高後穩定。假定沸騰是唯一自用過燃料池移除熱量的方法。下列為目前穩定的條件：
- (1 MW=3.41×10⁶ Btu/hr)

- 用過燃料熱衰變率= 3.5 MW
- 用過燃料廠房壓力= 14.7 psia
- 用過燃料池水溫= 212°F

用過燃料池的水會以大約多少質量流量率減少？

- A. 4,200 lbm/hr
- B. 5,900 lbm/hr
- C. 12,300 lbm/hr
- D. 15,800 lbm/hr

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：

- 蒸汽管路壓力為 300 psia。
- 蒸汽管路溫度為 500°F。

蒸汽洩漏至到達大氣壓力時，其溫度約為多少？

- A. 388°F
- B. 413°F
- C. 438°F
- D. 463°F

41. 下列方程式代表蒸汽循環於理論上的最大效能：

$$\text{Effthmax} = (1 - T_{\text{out}}/T_{\text{in}}) \times 100\%$$

此處的 T_{out} 為排熱絕對溫度， T_{in} 為加熱絕對溫度（絕對溫度為華氏溫度加上 460 度）。

一座運轉中核能電廠的穩定蒸汽產生器壓力為 1000 psia。該電廠的主冷凝器真空度若設在 2.0 psia，理論上可達到的最大蒸汽循環效能約為多少？

- A. 24%
- B. 41%
- C. 58%
- D. 76%

42. 一冷凝水泵從主冷凝器熱井（水溫為 100°F）抽水，並以 120,000 gpm 的體積流率排水至主飼水系統。主飼水系統將水加熱至 420°F後才送入蒸汽產生器。假設沒有漏水、亦無使用旁通或再循環水流路徑。

進入蒸汽產生器的飼水體積流率約為多少？

- A. 129,000 gpm
- B. 135,000 gpm

- C. 141,000 gpm
- D. 147,000 gpm

43. 下面何者將會增加冷卻水系統運轉中的水頭損失？
- A. 將兩個並聯的熱交換器更換成串聯運轉
 - B. 節流開啟流量控制閥，以增加系統流量率
 - C. 將 20feet 長、管徑 10-inch 的管路，更換為 10feet 長、管徑 10-inch 的管路
 - D. 將 20feet 長、管徑 10-inch 的管路，更換為 20feet 長、管徑 12-inch 的管路
44. 下列哪組流體在典型的交流型（cross-flow）熱交換器進行熱傳時，熱交換器整體熱傳係數將最大？
- A. 潤滑油冷卻器內油至水的熱傳。
 - B. 冷卻水熱交換器內水至水的熱傳。
 - C. 空壓機後冷卻器內空氣至水的熱傳。
 - D. 汽機排汽冷凝器內蒸汽至水的熱傳。
45. 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 1.8% 額定熱功率。穩定自然循環質量流率為 1,200 gpm。當產生的衰變熱降至 0.6% 額定熱功率，穩定自然循環質量流率約為多少？
- A. 697 gpm
 - B. 832 gpm
 - C. 967 gpm
 - D. 1092 gpm
46. 如果燃料棒在 100% 功率時超過臨界熱通率，下列何者為燃料受損的初步原因？
- A. 燃料棒熱應力過高。
 - B. 燃料棒內部壓力過高。
 - C. 燃料護套溫度過高。
 - D. 燃料丸溫度過高。
47. 一部核子反應器經過數月的全功率運轉後，目前停機。停機冷卻系統正在運轉中，反應器冷卻水平均溫度維持在 280°F。因壓力控制故障導致

在反應器冷卻水溫度維持不變下，RCS 的壓力從 100 psia 持續緩慢降低。
(假設正常反應器冷卻水的流動方向為通過爐心)

下列何者描述了最先發生核沸騰之處？

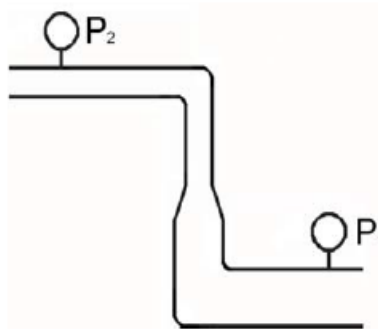
- A. 在靠近燃料元件底部之冷卻水通道的整體流 (bulk fluid) 中。
- B. 在靠近燃料元件底部之燃料棒的表面刮痕上。
- C. 在靠近燃料元件頂部之冷卻水通道的整體流中。
- D. 在靠近燃料元件頂部之燃料棒的表面刮痕上。

48. 參考一段內含有流動的次冷水管路圖(見下圖)，已知：

- 在 P1 處的壓力為 34 psig
- 在 P2 處的壓力為 20 psig
- 因速度變化造成的壓力變化是 2 psig
- 因高程變化造成的壓力變化是 8 psig

在 P1 和 P2 之間由於摩擦水頭損失造成壓力減少是_____；而流動方向是從_____。

- A. 4 psig；右至左
- B. 4 psig；左至右
- C. 2 psig；右至左
- D. 2 psig；左至右



49. 關於一段燃料棒，已知下列爐心初始參數：

功率密度 = 4 kW/ft

$T_{\text{coolant}} = 581^{\circ}\text{F}$

$T_{\text{fuel centerline}} = 2,360^{\circ}\text{F}$

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 = 7 kW/ft

$T_{\text{coolant}} = 594^{\circ}\text{F}$

$T_{\text{fuel centerline}} = ?^{\circ}\text{F}$

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

- A. 3,512°F
- B. 3,707°F
- C. 3,925°F
- D. 4,147°F

50. 一部核子反應器停機，從 500°F 開始以不控制反應器冷卻速率降溫，最後將反應器冷卻水溫度降至 240°F。而後若反應器冷卻水溫度持續維持在 240°F，下列何者正確描述反應爐槽內壁在接下來的數小時內張應力的變化？

- A. 增加，因為反應爐槽內壁溫度將接近無延性轉換溫度。
- B. 增加，因為反應爐槽壁上的溫度梯度會降低。
- C. 降低，因為反應爐槽內壁溫度將接近無延性轉換溫度。
- D. 降低，因為反應爐槽壁上的溫度梯度會降低。

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