

行政院原子能委員會

100 年第二次動力用沸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)

100 年 10 月 24 日 (星期一) 上午九時至十二時

100 年第二次動力用沸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. 將一個閥的控制器由手動模式切換至自動控制模式時，閥控制器自動模式的輸出訊號應該_____閥控制器手動模式的輸出訊號。
 - A. 等於
 - B. 大於
 - C. 小於
 - D. 跟著（手動控制器）增加

2. 下列何者描述反應爐壓力槽安全閥的運作方式？
 - A. 當反應爐壓力降至夠低，使重力和彈簧張力大於施加在主閥盤上的爐壓時，打開的安全閥就會關上。
 - B. 當嚮導閥(Pilot Valve)偵測到爐壓降低並將主閥盤上的反應爐壓力隔離時，打開的安全閥就會關上。
 - C. 當爐壓達到舉離的設定值時，安全閥開始打開，並調整至與爐壓成正比的位置。
 - D. 當爐壓達到舉離的設定值時，一嚮導閥會關上，在主閥盤上產生差壓(ΔP)，使之大於重力與彈簧張力，因而打開安全閥。

3. 盤面直徑 4 英吋的直立安全閥上面裝有能施力 3,000 lbf 的彈簧裝置，以對抗系統壓力。下列何者為讓安全閥開始打開的大約系統壓力？（忽略大氣壓力之影響）

- A. 59.7 psig
 - B. 188 psig
 - C. 239 psig
 - D. 750 psig
4. 下列何者為最常用來提供類比儀表上遠端閥位開度百分比指示的設備？
- A. 極限開關(limit switch)
 - B. 磁簧開關(reed switch)
 - C. 線性差動位移計(linear variable differential transformer)
 - D. 電阻式溫度偵檢器(resistance temperature detector)
5. 如果由波登管(bourdon tube)所感測的壓力增加，則此偵檢器的曲率將會_____因為最大力乃施加在此偵檢器的_____曲線上。
- A. 增加；內
 - B. 減小；內
 - C. 增加；外
 - D. 減小；內
6. 跨接主蒸汽管流量計兩端的壓力改變量大小是
- A. 正比於體積流量

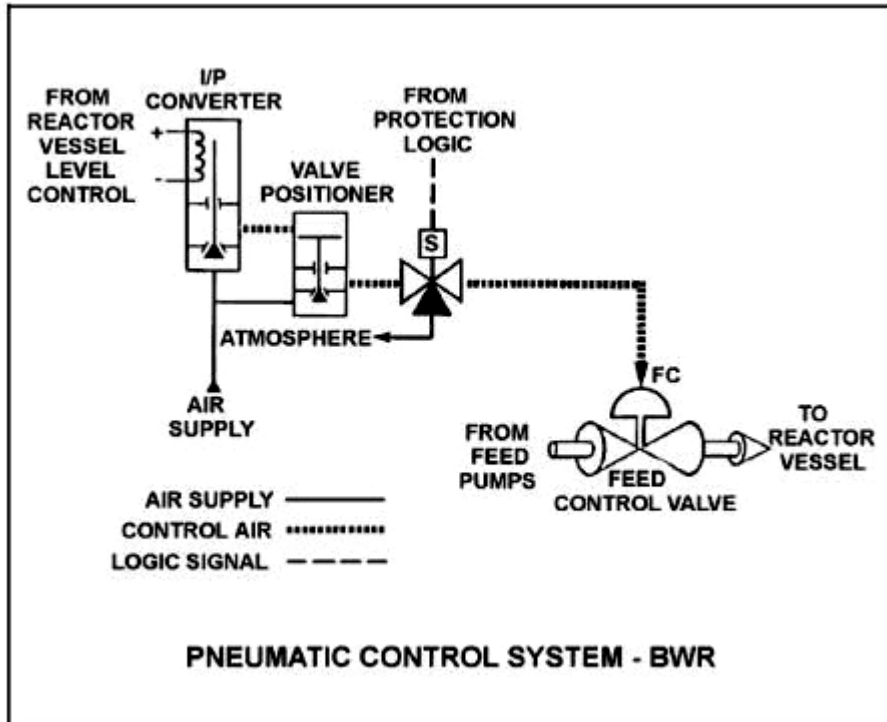
- B. 反比於體積流量
- C. 正比於質量流量
- D. 反比於質量流量

7. 使用一差壓流量計以及一經校正之孔口，下列何者將會導致指示體積流量小於實際之體積流量？

- A. 系統壓力降低
- B. 孔口因長時間沖蝕
- C. 碎片堆積於孔口
- D. 低壓感測管發生洩漏

8. 參考氣壓控制系統(pneumatic control system)的圖（見下圖）。閥門定位器(VALUE POSITIONER)的目的是要做何種轉換？

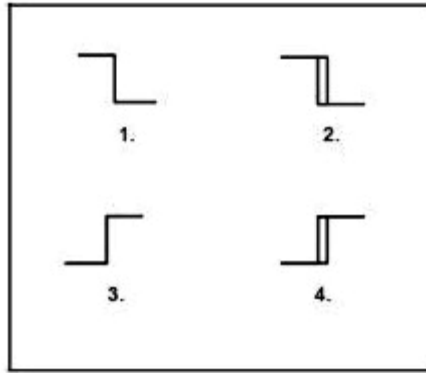
- A. 將小控制氣壓成比例的轉換成較大氣壓，以調整閥門位置。
- B. 將大控制氣壓成比例的轉換成較小氣壓，以調整閥門位置。
- C. 將氣體壓力轉換成機械力，以調整閥門位置。
- D. 將機械力轉換成氣體壓力，以調整閥門位置。



9. 參考下圖四個雙穩態符號圖。有一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，會打開並啟動警訊燈號，直到溫度回升到高於低設定值時就會熄滅。

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. 一泵從一日用油槽中供應燃料油至一柴油燃料噴射系統，此泵必須要在系統壓力於 200psig 與 1900psig 間變化時，於一最低注水壓力變動情況下維持接近固定流量。下列何種型式的泵通常能夠用於此種用途？

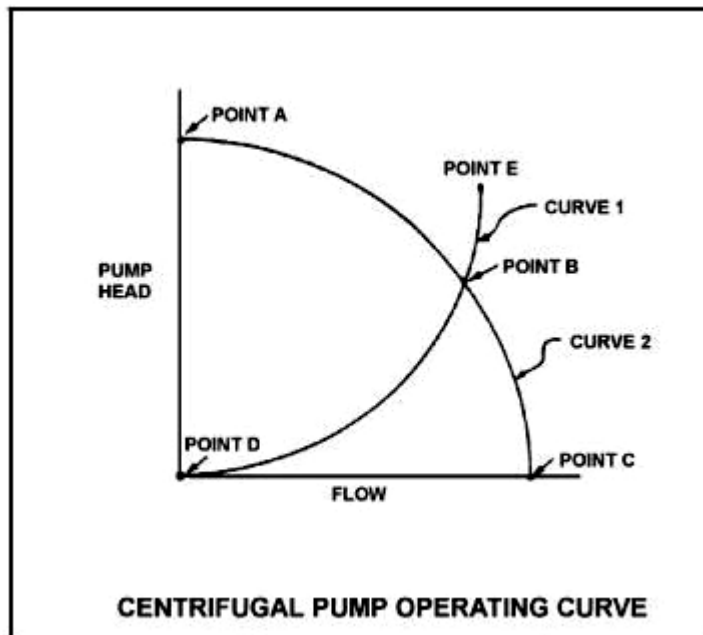
- A. 軸向流離心(Axial flow centrifugal)
- B. 徑向流離心(Radial flow centrifugal)
- C. 旋轉式正排量(Rotary positive displacement)
- D. 往複式正排量(Reciprocating positive displacement)

11. 許多大型的離心泵設有連鎖，也就是除非泵的注水閥至少關閉 90%，否則泵無法啟動。這種連鎖裝置是為了將_____降至最低。

- A. 泵馬達運轉在啟動電流的時間(duration)
- B. 所需的淨正吸水頭
- C. 泵止推軸承的負荷
- D. 泵的注水壓力

12. 參考離心泵之運轉曲線如下圖。一離心泵在 B 點上運轉。若泵速度增加 10% 時，則新的運轉點將會落在曲線_____上，而比較靠近點_____。（假設系統沒有其他改變發生。）

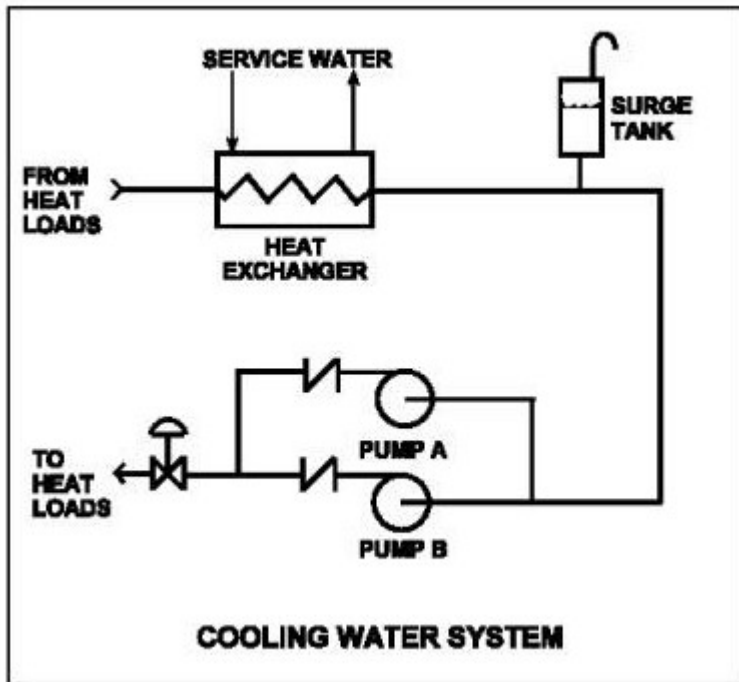
- A. 1; D
- B. 2; A
- C. 1; E
- D. 2; C



13. 參考一冷卻水系統如圖示，其中只有泵 A 在運轉，而泵之出口閥目前開度為 90%。若因冷卻水系統中一異常之熱負載，導致泵 A 在接近過流情況下運轉。下列何者會導致泵 A 在更遠離過流狀況下運轉？（假設一直維持足夠的可用的淨正吸水頭的淨值。）

- A. 啟動泵 B

- B. 將泵出口閥調整成 100%開啟
- C. 提高調節槽 (SURGE TANK) 水位 2 呎
- D. 降低熱交換器冷卻水流量 10%



14. 兩相同之 1000MW 交流電力發電機以併聯方式運轉，提供相同獨立之電力匯流排，發電機輸出斷路器(breaker)對此二發電機提供相同之保護，發電機 A 與 B 輸出數值如下：

發電機 A	發電機 B
22 KV	22 KV
60.2 Hz	60.2 Hz
800 MW	800 MW
50 MVAR (正值)	25 MVAR (負值)

一故障導致發電機 B 之電壓調節器(voltage regulator)緩慢持續增加發電機 B 之終端電壓。若沒有採取運轉員作業，則下列何者描述了發電機 B 的輸出電流將會

- A. 持續增加，直到發電機 A 的輸出斷路器(breaker)因過電流而跳脫
- B. 持續增加，直到發電機 B 的輸出斷路器(breaker)因過電流而跳脫
- C. 電流最初下降，其後增加直到發電機 A 的輸出斷路器(breaker)因為過電流而跳脫
- D. 電流最初下降，其後增加直到發電機 B 的輸出斷路器(breaker)因為過電流而跳脫

15. 大型馬達頻繁起動通常會導致馬達線圈過熱，係因何者所產生的高電流所致？

- A. 馬達線圈的低電阻
- B. 轉子與定子間的電流短路
- C. 低轉子轉速的高反電動勢(counter electromotive force)
- D. 在轉子與定子間的繞組損失(windage loss)

16. 在啟動大型馬達驅動的離心冷卻水泵時，要慢慢打開泵的出口閥，主要原因是要將_____減至最低（小）。

- A. 淨正吸水頭

- B. 水錘的可能性
- C. 馬達運轉電流的需求
- D. 泵孔蝕的可能性

17. 冷凝水泵由主冷凝器熱井中抽水，水溫為 100°F ，以 $100,000\text{ gpm}$ 的容積流量將水注入到主飼水系統。主飼水系統將水加熱到 420°F 再送入反應爐內。

假設沒有漏水，也沒有使用旁通或再循環路徑，則流進反應爐槽的飼水容積流量大約為何？

- A. $109,000\text{ gpm}$
- B. $114,000\text{ gpm}$
- C. $117,000\text{ gpm}$
- D. $121,000\text{ gpm}$

18. 下列何項改變將會提高冷凝器熱井中冷凝水的次冷度？

- A. 降低循環水流量
- B. 提高循環水溫度
- C. 降低主汽輪發電機的 MW 負載
- D. 隔離冷凝器循環水系統中的一串熱交換器

19. 一除礦器用於一淨水系統。此除礦器中之懸浮固體累積，對於除礦器性能之影響為何？

- A. 樹脂耗竭率會增加
- B. 通過除礦器的流量會增加
- C. 除礦器的差壓會減小
- D. 系統離子移除率會減小

20. 混合床除礦器中之陰離子樹脂能將所要的_____離子釋放進入溶液內，而從溶液內移除不想要的_____離子。

- A. 氫氧；陰
- B. 氫氧；陽
- C. 氫；陰
- D. 氫；陽

21. 當在通電設備或其附近工作，下列何者是不安全的作法？

- A. 利用絕緣工具以預防與鄰近設備之不小心接觸
- B. 利用絕緣材料覆蓋通電線路，以預防意外接觸
- C. 將一金屬帶從身上連接到不帶電的地面，以確定你處於接地狀態
- D. 派個能在緊急事件中把你從設備移開的人站在附近

22. 大型馬達的熱過載裝置乃保護此馬達

- A. 藉著將馬達斷路器或馬達電源線路接點打開，以免承受持續之過電流
- B. 藉著將馬達線圈接點打開，以免承受持續之過電流
- C. 藉著將馬達斷路器或馬達電源線路接點打開，以免遭致瞬間過電流
- D. 藉著將馬達線圈接點打開，以免遭致瞬間過電流

23. 熱中子的能量____於超熱 (Epithermal) 區域，而當中子能量降低時，U-235 中的吸收截面會_____。

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

24. 十二小時前，一反應器因儀器故障而自 100%穩態功率急停。所有系統均正常運轉。請先判斷以下條件是加入正(+)或負(-)反應度後，計算目前爐心的反應度為何？

氫 = () 2.0% DK/K

燃料溫度 = () 2.5% DK/K

控制棒 = () 14.0% DK/K

空泡 = () 4.5% DK/K

- A. -5.0% DK/K

- B. -9.0% DK/K
- C. -14.0% DK/K
- D. -23.0% DK/K

25. 將一小量的反應度加入至一處於源階 (Source/Startup Range) 之臨界反應器中。加入之反應度小於平均有效遲延中子分率 (β_{eff})。下列何者會因為此反應度之加入而對穩定反應器週期之大小有顯著影響？

- A. 緩和劑溫度係數
- B. 燃料溫度係數
- C. 瞬發中子壽命
- D. 平均有效衰變常數

26. 在爐心壽命接近末期燃耗時，下列何者是空泡係數負值減少的主要原因？

- A. 熱中子通率增加
- B. 熱擴散長度減小
- C. 燃料中心線溫度增加
- D. 控制棒密度減小

27. 一熱反應器於冷卻水溫為 520°F 啟動，因過量的控制棒抽出而導致 20 秒的反應器週期，而反應器功率在中程階 (Intermediate Range)

的低值附近。在沒有任何的運轉員操作下，_____係數將會首先降低功率的增加速率。

- A. 壓力
- B. 空泡
- C. 緩和劑
- D. 都卜勒

28. 在反應器爐心內的中子通量塑形 (flux shaping) 是為了

- A. 預防在控制棒移動時之控制棒陰影效應
- B. 在爐心壽命初期，在爐心頂部產生較多之功率
- C. 確保不超過區域爐心熱功率限值
- D. 在控制棒移動時，將逆功率效應降至最小

29. 積分控制棒本領乃是

- A. 控制棒位置每單位變化所產生之反應度變化
- B. 反應度最高之控制棒之控制棒本領
- C. 反應器功率每單位變化所產生之控制棒本領變化
- D. 將一控制棒從一參考位置移動至任何其他位置時所增加之反應度

30. 下列有關反應器中子毒素(poison)之敘述，何者為正確？

- A. 反應器提昇功率時，因中子通量的增加，加速氙毒的燃耗，故其初期之氙(Xe)毒濃度會先減少。
- B. 氙-135 及鈾-149 可藉由燃耗及衰變移除。
- C. 反應爐急停後，氙-135 濃度重新達到平衡狀態所需時間較鈾-149 長。
- D. 氙-135 之熱中子吸收截面較鈾-149 為大。

31. 反應器 A 與 B 在 100% 穩態功率下運轉，爐心內的 Xe-135 皆已達到平衡。兩反應器完全相同，唯反應器 A 在爐心壽命末期 (EOL)，而反應器 B 在爐心壽命初期 (BOL)。下列何反應器爐心的 Xe-135 濃度較小？

- A. 反應器 A (EOL)，因為其 100% 功率之熱中子通量較小
- B. 反應器 A (EOL)，因為其 100% 功率之熱中子通量較大
- C. 反應器 B (BOL)，因為其 100% 功率之熱中子通量較小
- D. 反應器 B (BOL)，因為其 100% 功率之熱中子通量較大

32. 鐳元素 (Gd-155 和 157) 是用來取代硼 (B-10)，成為____的原料；和鐳相比，硼的熱中子吸收截面比較____。

- A. 控制棒；大
- B. 可燃毒物；大
- C. 控制棒；小
- D. 可燃毒物；小

33. 一處於燃料循環週期中期的反應爐進行啟動。此反應爐在正常溫度壓力下運轉。主蒸汽隔離閥開啟，而主汽機旁通閥關閉。此反應爐接近臨界，反應爐週期穩定於無限大，此時突然間，汽機旁通閥因故障無法開啟而卡在開啟位置，將蒸汽排入主冷凝器；運轉員立即確認無控制動作正在進行，並且未採取額外動作。假設反應爐水位維持穩定，反應爐並未急停，同時沒有其他保護動作發生。因閥失效而產生的結果，反應爐週期將會先變成_____；而反應爐功率將會_____加熱點處達到穩定。

- A. 正值；在
- B. 正值；在高於
- C. 負值，但是很快會反轉；在
- D. 負值，但是很快會反轉；在高於

34. 當一反應爐正處於臨界，其反應度為

- A. 無限大
- B. 無定義
- C. 0.0DK/K
- D. 1.0DK/K

35. 一核能電廠於接近燃料週期末期以 100% 功率穩定運轉，此時發生反應爐急停。反應爐預期隨即啟動反應爐，反應爐壓力維持在

600psig。急停四小時後，反應爐壓力仍然在 600psig，下列何者將導致反應爐爐心分裂速率增加？

- A. 反應爐壓力增加 20psig
- B. 反應爐冷卻水溫度增加 3°F
- C. 運轉員將第一群組控制棒完全抽出
- D. 在電廠參數無其他改變下，再經過兩小時

36. 一核能電廠於接近燃料週期末期以 80% 額定功率運轉，若要使功率正常增加至 100%，下列何者列出了用以添加正反應度的方法？

- A. 深控制棒抽出與增加再循環流量
- B. 只有深控制棒抽出
- C. 淺控制棒抽出與增加再循環流量
- D. 只有淺控制棒抽出

37. 儲水槽通氣至大氣。而水槽位於海平面高度，含有 80°F 的水 100,000 加侖。水槽底部的壓力計讀數為 6.9 psig。水槽內的水位大約為多少？

- A. 13 英尺
- B. 16 英尺
- C. 20 英尺
- D. 25 英尺

38. 一飽和狀態之汽水混合物，飽和溫度為 520°F ，比焓為 1100 Btu/lbm ，其乾度 (quality) 約為多少？
- A. 76%
 - B. 80%
 - C. 86%
 - D. 90%
39. 當電廠以全功率運轉時，下列何者會在主冷凝器真空度降低時發生 (絕對壓力升高)？ (假設主蒸汽的流量與冷凝器循環水流量都不變)
- A. 冷凝水溫度降低
 - B. 理想蒸汽循環效能降低
 - C. 冷凝水泵所需的淨正吸水頭降低
 - D. 冷凝器中的不凝結氣體質量減少
40. 核能電廠正以 90% 功率正常運轉，發生輸送到數個飼水加熱器的加熱蒸汽 (由主汽機抽出) 自動隔離，暫態後反應爐功率重返 90% 且電廠也達到穩定時，與主發電機的初始 MWe 相比，現在的 MWe _____。
- A. 比較低；因為蒸汽循環較無效率
 - B. 比較低，因為從主汽機抽取的蒸汽較少
 - C. 比較高，因為蒸汽循環較無效率

D. 比較高，因為從主汽機抽取的蒸汽較少

41. 利用一離心泵浦將位於海拔 50 呎高地面之臨時儲水槽中的水，由管徑為 10 吋之水管，經用過燃料池池頂打入池中。儲水槽液位高度離地 3.0 公尺，泵浦中心高度離地 0.5 公尺，用過燃料池池頂海拔高度為 110 呎，流量為 500gpm，管路摩擦水頭損失為 3 呎，水密度為 62.4 lbm/ft^3 。請問此泵浦水頭約為多少？

A. 50 呎

B. 55 呎

C. 60 呎

D. 63 呎

42. 泵孔蝕發生乃是當汽泡在泵葉輪眼 (eye of a pump impeller) 形成

A. 因為在目前液體溫度下，區域流速超過了音速

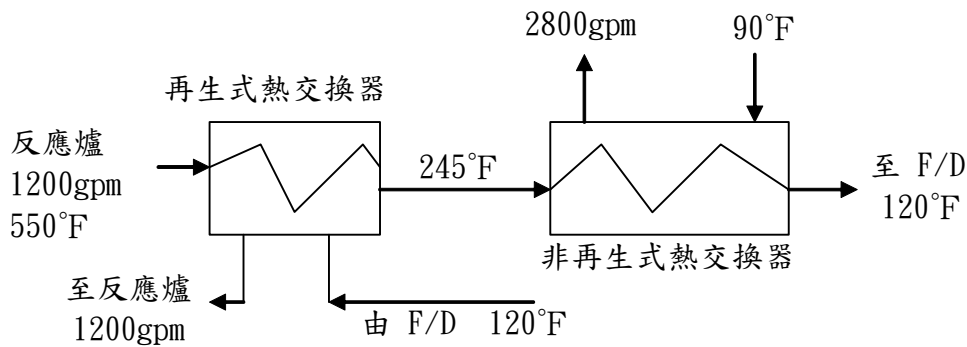
B. 因為在目前液體溫度下，區域壓力超過了蒸汽壓力

C. 同時進入泵之高壓區域，在此處這些氣泡崩塌(collapse)而導致損害性的壓力脈波(pressure pulsations)

D. 同時被從泵中排放出去，在此處這些氣泡擴張成為較大氣泡而導致損害性的壓力脈波

43. 下圖為反應爐水淨化系統 RWCU 熱交換器之流程示意圖，請計算非再生式熱交換器之冷卻水出口溫度約為何：（ $C_p=1 \text{ Btu/lbm}^\circ\text{F}$ ， $1 \text{ gal} \doteq 8.33 \text{ lbm}$ ）

- A. 156°F
- B. 144°F
- C. 140°F
- D. 136°F



44. 一反應爐在全功率下運轉，此時發生喪失外電，而導致反應爐急停，以及喪失強制爐心冷卻水流。數分鐘後，自然循環之流量，將會由爐心底板兩側與流經_____泵的_____所指示。

- A. 再循環；差溫
- B. 噴射；差溫
- C. 再循環；差壓
- D. 噴射；差壓

45. 燃料護套與冷卻水間溫差的快速增加與來自燃料的熱通量減小，代表了下列何者？

- A. 整體沸騰正在發生
- B. 已經達到偏離核沸騰(DNB)
- C. 臨界熱通量正在增加
- D. 核沸騰正在發生

46. 反應爐爐心限流孔會導致下列何者發生？

- A. 在所有功率下，爐心壓差最小化
- B. 在所有功率下，總爐心冷卻水流量維持相同
- C. 在所有功率下，總爐心冷卻水流量平均分配於所有燃料束
- D. 在所有功率下，冷卻水流量最高的燃料束位於爐心較中心位置

47. 下列有關爐心熱限值之描述，何者正確？

- A. LHGR 限制條件為 cladding 表面溫度不可超過 2200°F，以避免燃料丸擠壓 cladding 內壁而產生變形，進而發生裂縫
- B. APLHGR 限制條件為不可使 cladding 發生超過 1%之塑性應變 (plastic strain)
- C. MCPR 限制條件為避免 99.9% 以上燃料表面發生變態沸騰現象
- D. MCPR 限值會隨者反應爐運轉之爐心流量或反應爐壓力而增加

48. 相較於爐心壽命初期 (BOL)，在爐心壽命末期 (EOL) 燃料對冷卻水之熱傳導係數如何？

- A. 在 EOL 時較小，因為燃料丸密化
- B. 在 EOL 時較小，因為填充氣體被分裂產物氣體污染
- C. 在 EOL 時較大，因為燃料丸與護套間間隙縮小
- D. 在 EOL 時較大，因為燃料丸與冷卻水間的溫差較大

49. 反應爐功率步階(step)增加導致燃料護套表面溫度從 560 °F 增加至 600 °F (最後的穩態溫度)。燃料熱時間常數(thermal time constant)為 6 秒。下列何者為在功率變化 6 秒後，燃料護套的大約溫度？

- A. 585 °F
- B. 580 °F
- C. 575 °F
- D. 570 °F

50. 一反應爐在平均功率 85% 下運轉 18 個月後停機更換燃料。在停機過程當中，反應爐槽監測金屬試片從反應爐中取出以進行測試。測試結果確定自從上次燃料更換後，材料的零延性轉換溫度 (NDT) 已經從 44 °F 降低至 42 °F。則下列何種結論較正確？

- A. 測試結果可信，比起上次更換燃料，此反應爐槽目前比較可能發生脆性破壞

- B. 測試結果可信，比起上次更換燃料，此反應爐槽目前比較不可能發生脆性破壞
- C. 測試結果有問題，因為樣本 NDT 溫度不會在上述 18 個月的運轉期間下降。
- D. 測試結果有問題，因為樣本 NDT 溫度在上述 18 個月的運轉期間中，下降溫度應該大於 2°F。

試卷解答

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