

行政院原子能委員會

103 年第一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)

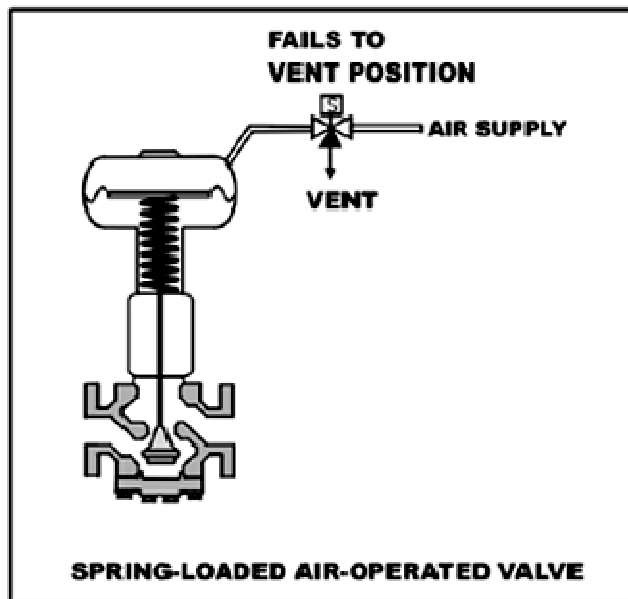
103 年 4 月 29 日 (星期二) 上午九時至十二時

103 年第一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. 參考電磁線圈(Solenoid)賦能且裝有彈簧的空氣操作閥(Air-operated Valve)圖(見下圖)。

如果電磁線圈失去電力，空氣操作閥最後會在什麼位置？

- A. 半開半關
B. 關閉
C. 維持原狀
D. 打開



答案：B

2. 比較蝶閥與球閥，_____閥在高壓應用中一般較不易發生洩漏；而_____閥於全開時，一般呈現較低的系統壓降。

- A. 球；球
B. 球；蝶
C. 蝶；球
D. 蝶；蝶

答案：A

3. 在同樣的應用中，比較均為全開之一般的閘閥與球形閥，閘閥有_____壓力降，同時通常用於_____流量應用上。

- A. 較大；節流
B. 較大；開／關
C. 較小；節流
D. 較小；開／關

答案：D

4. 絕對壓力、大氣壓力、錶壓力、真空度彼此之關係，下列何者正確？

- A. 絕對壓力=大氣壓力+真空度

- B. 絕對壓力=大氣壓力－真空度
- C. 絕對壓力=大氣壓力－錶壓力
- D. 絕對壓力=錶壓力－真空度

答案：B

5. 一蒸汽流量量測儀器使用密度補償與開平方根將流經流量元件的差壓轉換成以 lbm/hr 為單位之流量。在此量測儀器中，密度補償的目的乃將_____轉換成_____。
- A. 體積流量(volumetric flow rate)；質量流量(mass flow rate)
 - B. 體積流量；差壓
 - C. 差壓；質量流量
 - D. 差壓；體積流量

答案：A

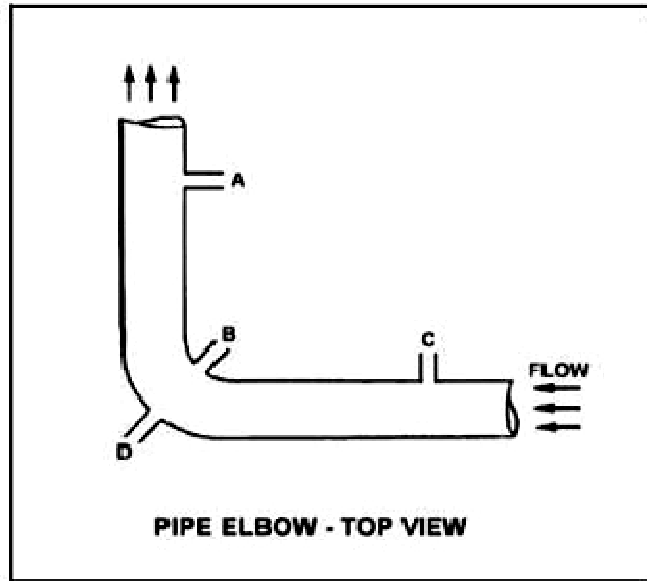
6. 一波登管(bourdon tube)壓力偵檢器置於一密閉廠房內，同時目前的壓力指示為 100 psig。廠房壓力增加 20 psig 將會導致指示之系統壓力產生_____變化，而廠房環境溫度增加 100°F 將會導致指示之系統壓力產生_____變化。
- A. 顯著；顯著
 - B. 微小；微小
 - C. 顯著；微小
 - D. 微小；顯著

答案：C

7. 參考用於運轉中的水系統的水平肘形彎管(Pipe Elbow)（頂視圖如下）（參閱下圖）。三個分開的伸縮囊(Bellow)差壓流量感測計安裝在接頭 A, B, C, D 處：
- 感測計 接頭
- AD - A 與 D
 - BD - B 與 D
 - CD - C 與 D

假設水為不可壓縮，同時在此段管線中水頭損失為零，則當系統流量維持不變，但系統壓力從 1000psig 增加到 1200 psig 時，對量測器會有何影響？

- A. 所有感測計將指示較高流量
- B. 只有兩個感測計將指示較高流量
- C. 只有一個感測計將指示較高流量
- D. 感測計指示數值不會改變



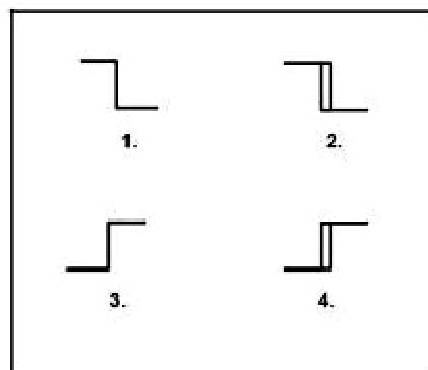
答案：D

8. 下列何者為敘述氣動閥定位器(pneumatic valve positioner)的特性？
- A 它們能提供閥門控制器和閥門啟動器自動及手動需求訊號。
 - B 它們能自動增加或降低閥門啟動器的氣體壓力以獲得正確的閥位反應。
 - C 它們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閥門控制器。
 - D 他們能放大氣閥驅動器現有主要集氣管氣壓的氣體壓力。

答案：B

9. 參考四個雙穩態符號圖（見下圖）。
- 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



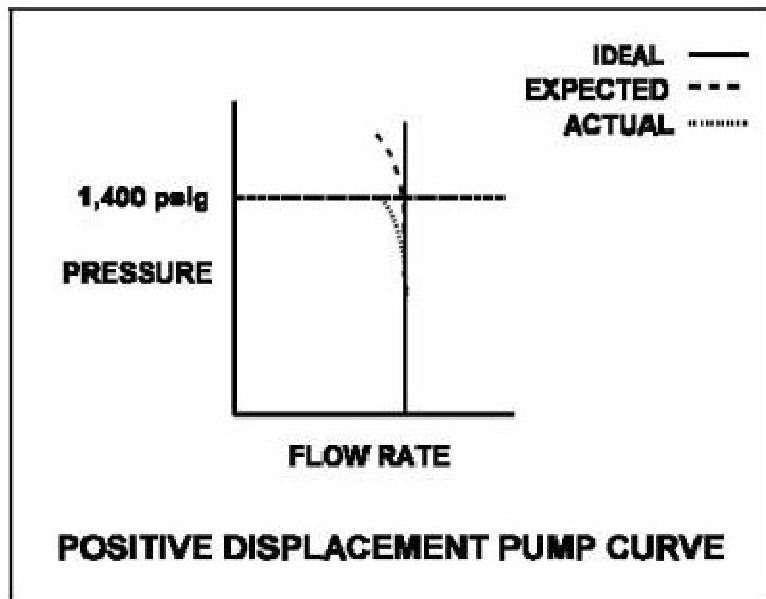
答案：A

10. 對一離心泵，下列哪一個組件其主要功能為增加流體之動能？
- A. 渦旋(volute)

- B. 葉輪(impeller)
- C. 擴散孔(diffuser)
- D. 出口噴嘴(discharge nozzle)

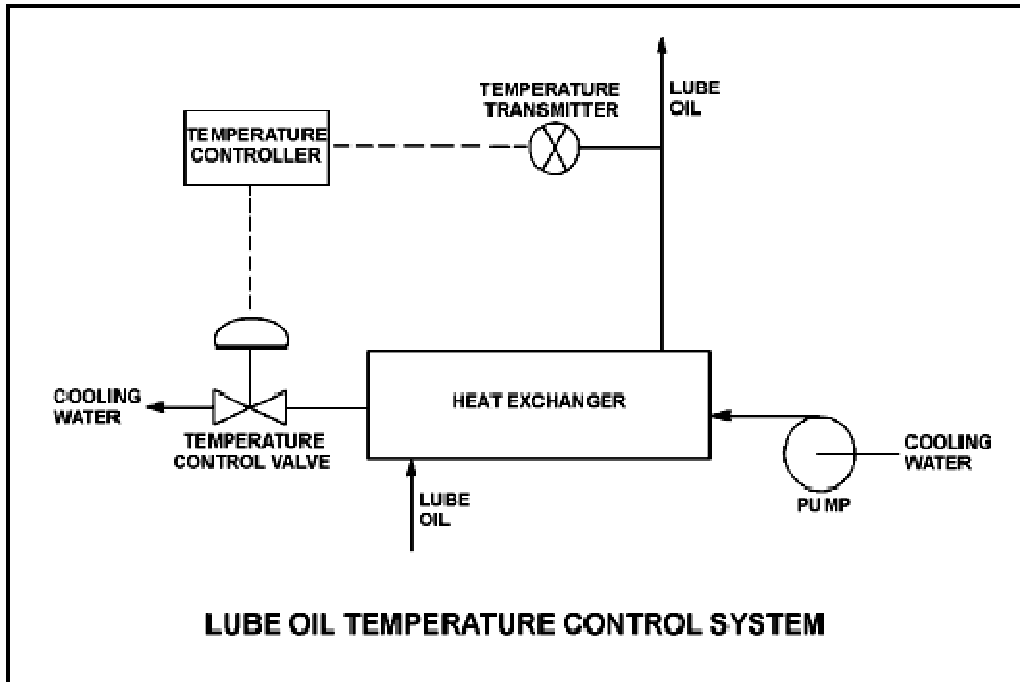
答案：B

11. 反應器冷媒管線之一段正使用正排量泵(Positive displacement pump)進行流體靜力檢測至 1,400psig。PDP 之理想、設計與實際運轉特性顯示如下圖。下列何者係造成導致預期與實際泵性能差異之原因？
- A. 泵注水管線上之一釋放閥在設定點 1,400psig 之前便開啟
 - B. 可用的 NPSH 減少超過預期，但仍稍微大於必要的 NPSH
 - C. 反應器冷卻水管線邊界閥洩漏超過預期
 - D. 泵內部洩漏超過預期



答案：D

12. 參考一潤滑油溫度控制系統圖示（見下圖）。此泵原在溫度控制閥半開情況下運轉。若此溫度控制閥朝關閉方向調整，則系統之水頭損失將會_____，而泵水頭將會_____。
- A. 增加；減小
 - B. 增加；增加
 - C. 減小；減小
 - D. 減小；增加

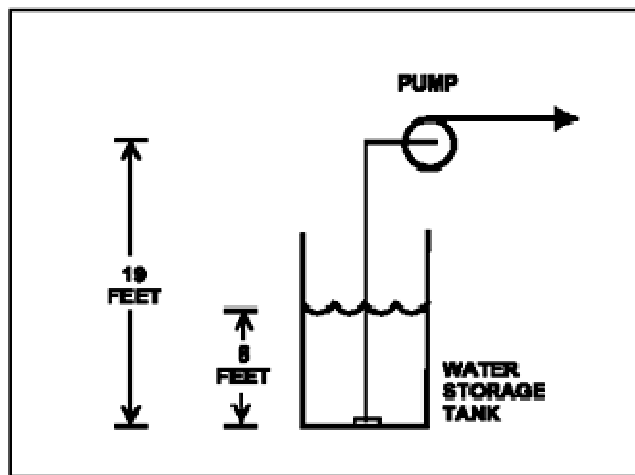


答案：B

13. 下圖為在水溫 66°F 的開放儲水槽底部取水的離心泵，泵和水位高度都如圖所示。假定為標準氣壓。

假設泵進水流體速度水頭損失可以忽略，泵的淨正吸水頭約略值為何？

- A. 6 feet
- B. 13 feet
- C. 20 feet
- D. 25 feet



答案：C

14. 平衡三相 Y 連接可得到二種電壓，即相電壓與線電壓（或稱相間電壓）；相電壓是線電壓的

- A. $\sqrt{2}$ 倍
- B. $1/\sqrt{2}$ 倍
- C. $\sqrt{3}$ 倍
- D. $1/\sqrt{3}$ 倍

答案：D

15. 兩相同之 1000MW 交流電力發電機以併聯方式運轉，提供一共同電力匯流排的所有負載，發電機斷路器(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
8,000 KV	28,000 KV
60 Hertz	60 Hertz
150 MW	100 MW
25 MVAR (正值)	50 MVAR (正值)

一故障導致發電機 B 之電壓調節器設定點緩慢且持續下降。若沒有採取運轉員作業，則發電機 B 的現有指示數值將會

- A. 一開始減少，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
- B. 一開始減少，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
- C. 持續減少，直到發電機 A 的輸出斷路器(breaker)因為過電流而跳脫
- D. 持續減少，直到發電機 B 的輸出斷路器(breaker)因為反相功率而跳脫

答案：A

16. 運轉中的潤滑油熱交換器圖（見下圖）。

給予下列起始參數：

冷卻水進口溫度(T_{cw-in}) = 75°F

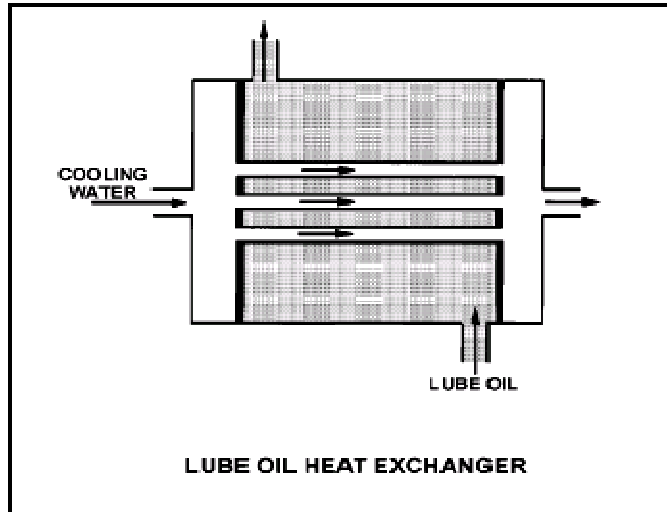
冷卻水出口溫度(T_{cw-out}) = 105°F

潤滑油進口溫度(T_{oil-in}) = 140°F

潤滑油出口溫度($T_{oil-out}$) = 100°F

由於空氣進入該熱交換器，以致於有一些熱交換器水管未被水覆蓋，也因此讓 T_{cw-out} 降低到 99°F。假設兩種流體的流量以及 C_p 都沒有改變，下列何者為該熱交換器潤滑油的大約出口溫度($T_{oil-out}$)？

- A. 99°F
- B. 108°F
- C. 116°F
- D. 122°F



答案：B

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 400°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。流進反應爐槽的飼水容積流量大約為何？

- A. $100,000\text{ gpm}$
- B. $105,000\text{ gpm}$
- C. $109,000\text{ gpm}$
- D. $116,000\text{ gpm}$

答案：D

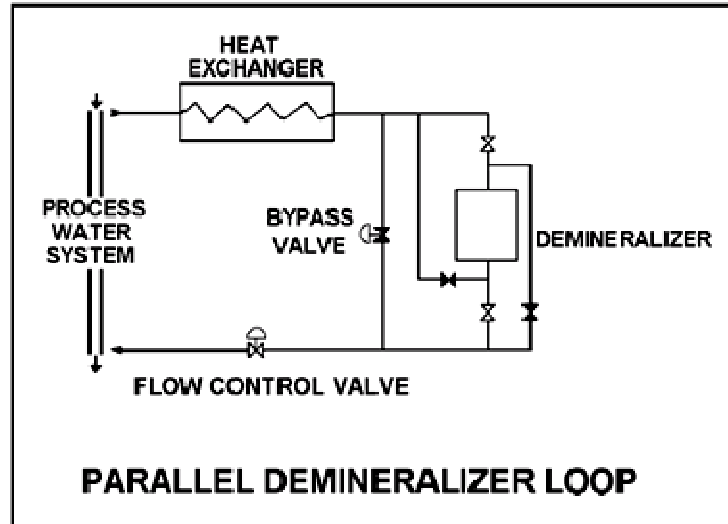
18. 反應爐正常運轉時，有一主冷凝器發生漏氣現象，導致真空度以每分鐘 1 英寸汞柱的速度降低。下列何者會因此狀況而增加（或提高）？

- A. 主冷凝器抽汽的流量
- B. 冷凝器熱井溫度
- C. 低壓汽機排汽的含水率
- D. 蒸汽循環效率

答案：B

19. 參考目前排列為正常流向之並接式除礦器環路圖示（見下圖）。下列何者最可能降低除礦器離子雜質除污係數因子？

- A. 將 50% 的環路流分流旁通除礦器
- B. 將水處理系統壓力從 125psig 降低至 75psig
- C. 將除礦器環路流量從 105gpm 降低至 65gpm
- D. 將除礦器環路溫度從 140°F 增加到 200°F



答案：D

20. 通過混合床除礦器的差壓較預期為小，代表了

- A. 樹脂的消耗
- B. 樹脂床發生通道效應(channeling)
- C. 樹脂再生不當
- D. 進口導電度下降

答案：B

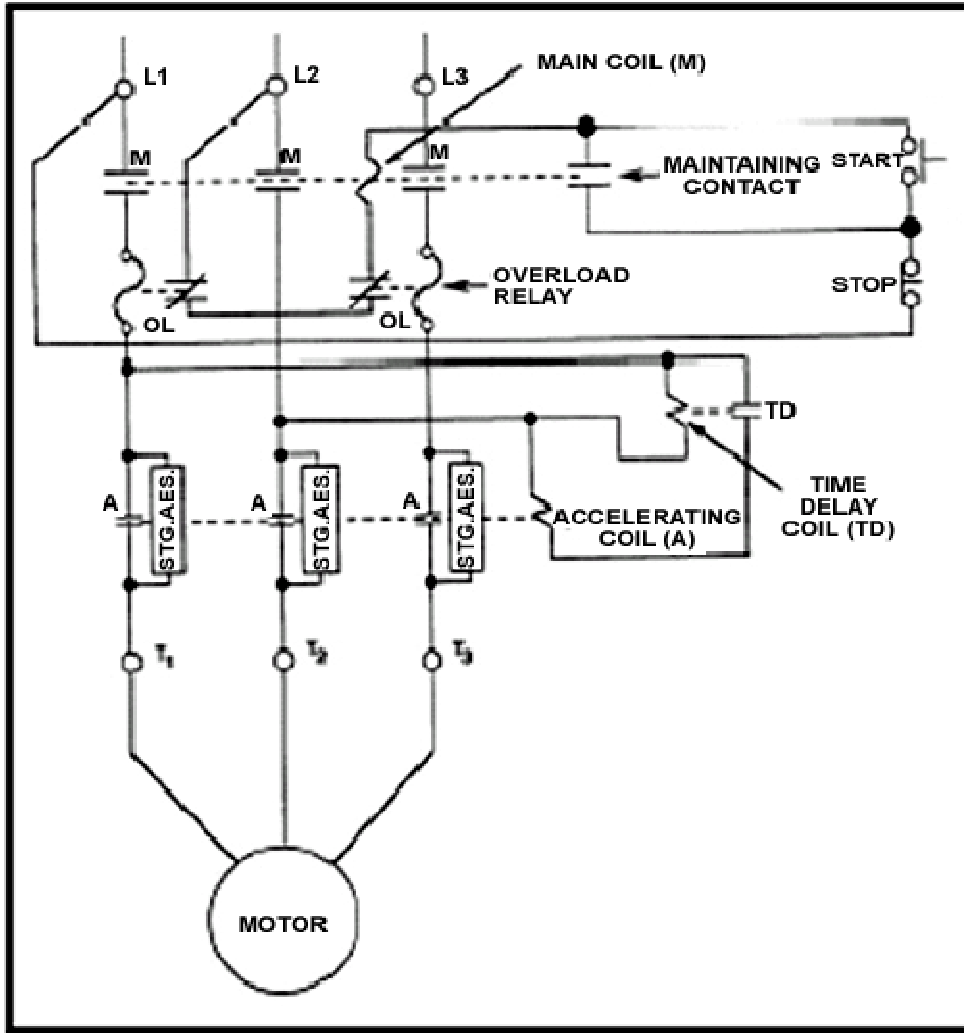
21. 下列描述何者正確

- A. 隔離開關具有接通、切斷負載電流，以及切斷短路故障電流之功能。
- B. 電磁開關具有接通、切斷負載電流，以及切斷短路故障電流之功能
- C. 斷路器則具有接通、切斷負載電流，以及切斷短路故障電流之功能。
- D. 以上皆非

答案：C

22. 參考一三相交流馬達之馬達控制線路圖（見下圖）。馬達從_____個過載電驛處得到過載保護，而需要_____個過載電驛動作才能將馬達斷電。

- A. 兩；一
- B. 兩；兩
- C. 三；一
- D. 三；兩



答案：A

23. 一個典型商用核子反應器運轉於燃料週期的初期，在一很短的時間內，發射出 103 個遲延中子。

在同一時段中，大約有多少個瞬發中子會在反應器中產生？

- A. 1.5×10^5
- B. 6.5×10^6
- C. 1.5×10^7
- D. 6.5×10^8

答案：A

24. 下列何者為加入爐心過反應度 (K_{excess}) 的原因之一？

- A. 為了補償 Xe-135 與 Sm-149 在功率變化時的燃耗
- B. 為了確保燃料溫度係數在整個爐心壽命維持負值
- C. 為了補償在功率增加時由功率欠缺 (Power Defect) 所增加的負反應度
- D. 為了補償在爐心生命中 U-238 轉換為 Pu-239 之影響

答案：C

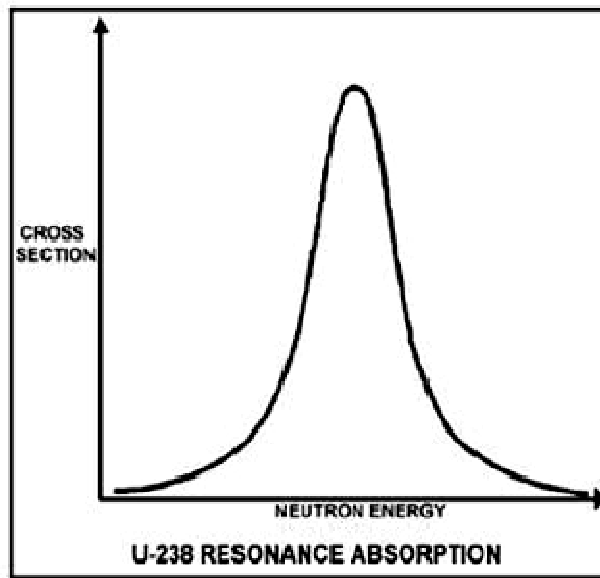
25. 一反應器啟動時在 3000cps 下達到臨界。一控制棒被抽出一節，導致功率倍增時間為 115.2 秒。則此反應器週期約為多少？

- A. 56 秒
- B. 80 秒
- C. 126 秒
- D. 166 秒

答案：D

26. 在共振中子能量下，一典型 U-238 原子核的中子吸收特徵曲線如下圖所示。相關的反應器目前在 80% 功率的穩態下運轉。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會_____。

- A. 較高且較窄；增加
- B. 較高且較窄；減少
- C. 較矮且較寬；增加
- D. 較矮且較寬；減少



答案：B

27. 當一正常反應器，其功率從 20% 增加至 100% 時，下列哪一項將會導致在穩態下負反應度的改變量最小？

- A. 空泡含量
- B. 燃料溫度
- C. 氫濃度
- D. 緩和劑溫度

答案：D

28. 控制棒位置指示顯示控制棒位於位置 16。當控制棒移動至位置 22，則其被

- A. 插入 18 吋
- B. 抽出 18 吋
- C. 插入 36 吋
- D. 抽出 36 吋

答案：B

29. 一控制棒從全入到全出的過程中，其積分控制棒本領（絕對值）的變化情

形？

- A. 增加，然後減小
- B. 減小；然後增加
- C. 持續增加
- D. 持續減小

答案：C

30. 在全功率下運轉兩週的反應器，其 Xe-135 產生的主要來源為

- A. 碘的放射衰變
- B. 鉈 (Promethium, Pm) 的放射衰變
- C. 由 U-235 分裂直接生成
- D. 由 U-238 分裂直接生成

答案：A

31. 反應器從 100% 穩態功率下降一小時後，在 70% 功率下運轉 26 小時。下列何者正確地描述了目前爐心 Xe-135 的濃度？

- A. 朝向峰值增加
- B. 朝向回升減少
- C. 朝向平衡減小
- D. 處於平衡

答案：C

32. 在反應爐心加入可燃毒物可以_____。

- A. 在爐心壽命初期降低淺棒間的棒影屏效應(rod shadowing effect)
- B. 在高功率運轉期間提供深棒區的中子通量整形(flux shaping)
- C. 提高在更換燃料時加入爐心的過剩反應度
- D. 確保在爐心壽命週期，反應度中的緩和劑係數會保持在負值

答案：C

33. 一核能電廠在 100% 功率穩定運轉六個月後，並於 50% 額定功率運轉一小時。衰變熱(decay heat)產生了多少百分比之額定熱功率？

- A. 1% 至 2%
- B. 3% 至 5%
- C. 6% 至 8%
- D. 9% 至 11%

答案：B

34. 一反應爐正在啟動，並且達到臨界。在記錄臨界控制棒棒位後，運轉員抽出控制棒 20 秒以建立正 30 秒之週期。一分鐘後（在未達加熱起始點前）運轉員將同樣的控制棒插入 25 秒。在控制棒插入當中，此反應爐週期何時將成為負值？

- A. 在控制棒插入開始之後立刻變化
- B. 在控制棒通過臨界控制棒棒位後
- C. 正當控制棒通過臨界控制棒棒位時
- D. 在控制棒通過臨界控制棒棒位之前

答案：D

35. 一反應爐剛完成燃料填換，並開始啟動。下列何者通常用來增加正反應度以達到臨界的方法？

- A. 只用控制棒
- B. 只用再循環泵流量
- C. 控制棒與再循環泵流量
- D. 再循環泵流量與蒸汽流量

答案：A

36. 在主蒸汽隔離閥開啟情況下，進行反應爐冷爐啟動，於記錄其臨界資料後，運轉員抽出控制棒以繼續其啟動。下列何組參數將會最早表示加熱點已經達到？

- A. 反應爐壓力與反應爐水位
- B. 反應爐功率與反應爐週期
- C. 反應爐壓力與汽機負載
- D. 反應爐水位與爐心流量

答案：B

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 5.6 psig。水槽內的水位大約為多少？

- A. 13 英尺
- B. 17 英尺
- C. 21 英尺
- D. 25 英尺

答案：A

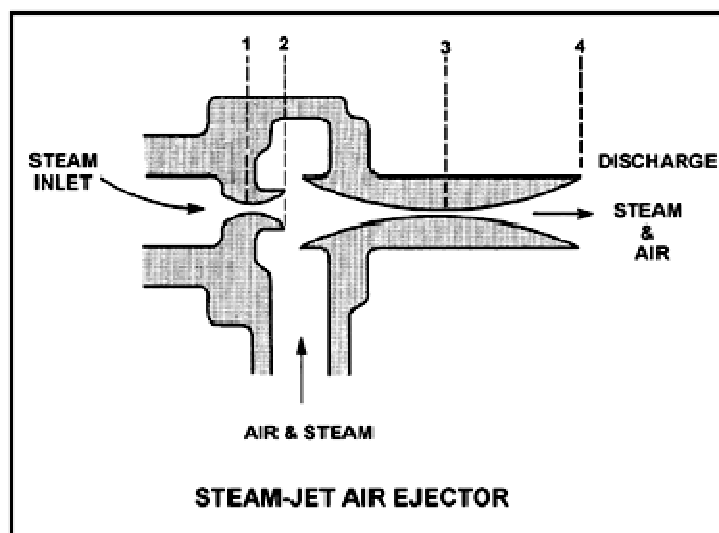
38. 停機的反應爐內含有 500°F 的飽和水/蒸汽混合物，混合物目前狀況穩定，沒有淨熱量獲得或損失發生。反應爐內的水位在燃料頂部上方 100 英尺。如果在靠近反應爐的底部有裂縫，導致 10% 容積的液體從反應爐流失，混合物的溫度將會____，其整體蒸汽乾度將會____。（假設混合物維持飽和狀態。）

- A. 降低；增加
- B. 降低；降低
- C. 維持不變；增加
- D. 維持不變；降低

答案：A

39. 參考以超音速蒸汽速度正常運轉的蒸汽抽氣器圖（見下圖）。在下列哪一個位置會有最低壓力？

- A. 1
- B. 2
- C. 3
- D. 4

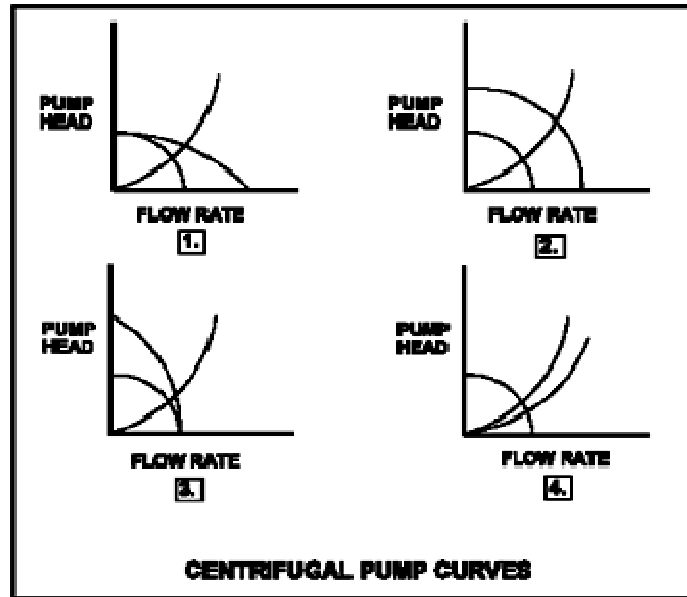


答案：B

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

答案：A

41. 參考四組離心泵運轉曲線的圖示（見下圖）。每組曲線顯示了泵/系統運轉狀況的結果。兩相同之定速離心泵在一開放系統中串聯運轉，此時一台泵跳脫。下列何組曲線描述了上述狀況之「前」與「後」的情況？
- A. 4.
 - B. 3.
 - C. 2.
 - D. 1.



答案：B

42. 一於 100psig 下運轉之冷卻水系統發生洩漏至大氣，洩漏率為 75gpm。當系統壓力降低至 80psig 時，洩漏率約為多少？

- A. 26.5 gpm
- B. 38.9 gpm
- C. 56.4 gpm
- D. 67.1 gpm

答案：D

43. 有關熱通率(Heat Transfer Rate)，下列何者不正確？

- A. 利用導熱率較高的材料、提高溫度差、增大熱傳遞面積的方式可使熱通率增加
- B. 熱通量(Heat Flux)為單位面積之熱通率
- C. 熱通率為熱量傳遞之速率
- D. 熱通率一般所使用的單位： $\text{Btu/ hr-ft}^2\text{-}^\circ\text{F}$

答案：D

44. 若燃料棒與冷卻水間的溫差為 ΔT ，下列何者描述了燃料棒在偏離核沸騰時的熱傳？

- A. 汽泡開始在燃料棒護套上形成，導致燃料棒的熱通量快速減小(當 ΔT 固定時)
- B. 汽泡完全覆蓋燃料棒護套，導致燃料棒的熱通量快速增加(當 ΔT 固定時)
- C. 汽泡開始覆蓋燃料棒護套，導致 ΔT 快速增加(當熱通量固定時)
- D. 汽泡完全覆蓋燃料棒護套，導致 ΔT 快速減小(當熱通量固定時)

答案：C

45. 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_____泵的差_____所指示。

- A. 再循環；溫
- B. 噴射；溫

- C. 再循環；壓
- D. 噴射；壓

答案：D

46. 下列何者為正確？

- A. 臨界熱功率 (Critical Power) 為燃料元件內開始產生膜層沸騰(Film Boiling)之燃料束功率
- B. 變態沸騰(Transition Boiling)會增加從燃料棒至冷卻水之對流熱傳
- C. 沸水式反應爐燃料束設計運轉於氣泡沸騰(Nucleate Boiling)區域
- D. 臨界熱功率 (Critical Power) 為燃料元件內開始產生氣泡沸騰之燃料束功率。

答案：C

47. 2200°F 的最高尖峰燃料護套溫度限制，乃因為

- A. 2200°F 大約比燃料護套融化溫度低 500°F
- B. 溫度大於 2200°F 以上會使鋁合金-蒸汽反應率明顯增加
- C. 任何高於 2200°F 的護套溫度會與燃料中央溫度大於燃料熔點有關聯
- D. 鋁合金的熱傳導係數在 2200°F 以上會快速降低，導致燃料中央溫度不可接受之急速上升

答案：A

48. 對於一運轉在 100% 功率之反應爐，下列何種軸向功率分佈與再循環系統流量的組合，將會導致最具限制性的燃料束最小臨界功率比？

軸向功率分佈 再循環系統流量

- A. 頂部尖峰 低
- B. 頂部尖峰 高
- C. 底部尖峰 低
- D. 底部尖峰 高

答案：A

49. 一 BWR 爐心含有 30,000 根燃料棒；每根燃料棒有效長度 12 英尺。爐心產生 1,800MW 之熱功率。若一節點之總尖峰因子為 2.0，則此節點所產生的最大局部單位長度功率密度為何？

- A. 4.0 kW/ft
- B. 6.0 kW/ft
- C. 8.0 kW/ft
- D. 10.0 kW/ft

答案：D

50. 下列何者可以預防反應爐槽因脆性破壞而損壞？

- A. 讓反應爐槽壓力保持在低於最大設計限值
- B. 保持反應爐槽加熱/冷卻的循環次數在限制值內
- C. 用低碳鋼製造反應爐槽
- D. 運轉在高於零延性轉換的參考溫度(RTNDT)

答案：D
