

行政院原子能委員會

104 年第二次動力用核子反應器運轉人員執照測驗
第一階段沸水式反應器基本原理筆試試題

A 卷

姓名：

(本試卷計有選擇題 50 題，每題 2 分，共 100 分)

1040 年 10 月 2 日 (星期五) 上午九時至十二時

104 年第二次動力用核子反應器運轉人員執照測驗 第一階段沸水式反應器基本原理筆試試題

1.

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

2.

為了阻止閥桿的輕微洩漏對於一自動閥進行迫緊迫緊格蘭(Packing Gland)並已完成。則若運轉員將迫緊迫緊旋緊過度，會發生何事？

- A. 流入閥內部的冷卻流體減少
- B. 閥盤與閥桿會分離
- C. 閥位極限開關(Limit Switch)產生對準偏差(Misalignment)
- D. 從全開到全關的行程(Stroke)時間增加

3.

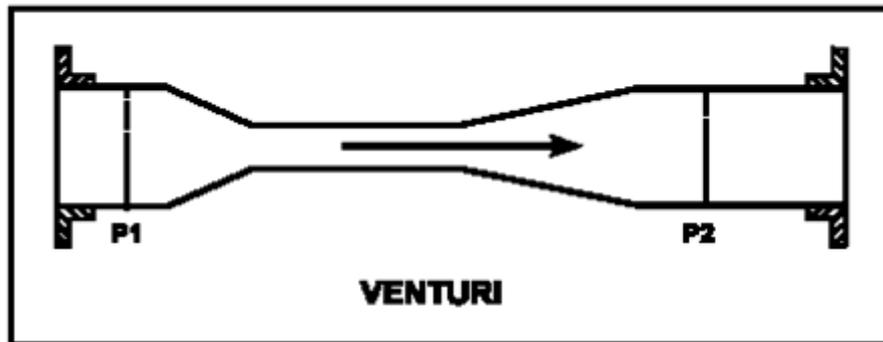
為了確認一個運轉中的系統的手動閥是否為關閉的，運轉員應該觀察閥位標示，並將閥的手輪轉向…

- A. 開的方向至少一轉，然後再用正常力量將閥關閉。
- B. 開的方向，直到可以觀察到系統有流量，然後再用正常力量將閥關閉。
- C. 關的方向（用正常力量），並確認手輪沒有明顯的轉動。
- D. 關的方向（用正常力量），然後再朝關的方向多轉四分之一轉。

4.

附圖中次冷(Subcooled)水流經一漸縮—漸擴文氏管(Venturi)流量計(參閱下圖)。入口端(P1)與出口端(P2)管徑相等。與流量計入口端(P1)相比,流量計出口端(P2)處壓力_____而流量計出口處的水流速_____

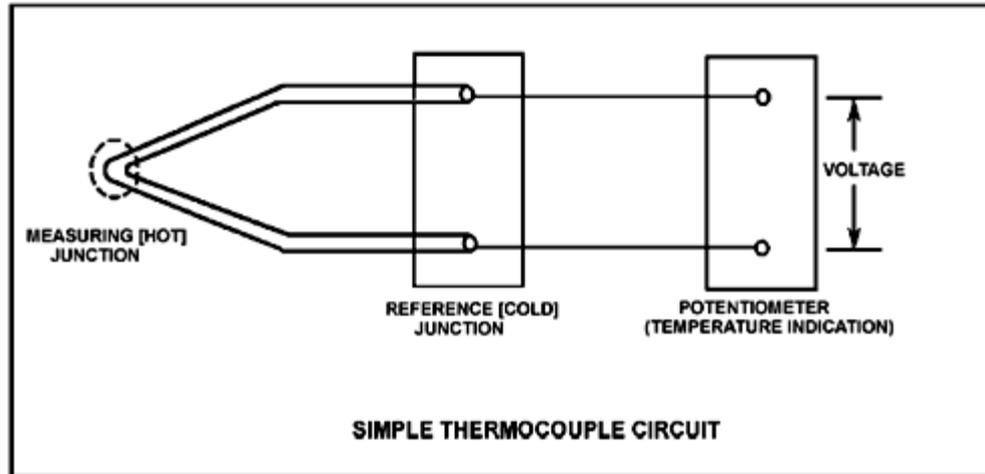
- A. 維持相等;維持相等
- B. 維持相等;稍微下降
- C. 稍微下降;維持相等
- D. 稍微下降;稍微下降



5.

參考一簡單的熱電偶電路圖示(見下圖)。熱電偶溫度指示目前為 390°F 。若一微小蒸汽洩漏發生,而將基準(冷)接合點溫度提高 20°F ,則新的溫度指示將會是:(假設量測接合點溫度維持固定。)

- A. 370°F .
- B. 390°F .
- C. 400°F .
- D. 410°F .



6.

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

7.

在冷卻水系統中，一差壓(D/P)室(cell)用以量測流量。流量指示為 75%。如果差壓室隔膜破裂，則流量指示將為

- A. 0% 因為感測到低差壓
- B. 0% 因為感測到高差壓
- C. 100% (全刻度) 因為測到低差壓
- D. 100% (全刻度) 因為測到高差壓

8.

關於控制器之描述，下列何者正確：

- A 用於冷卻水系統控制閥之自動流量控制器，由控制閥回傳到控制器之閥位信號稱為增益(gain)。
- B 自動流量控制器其量測變數值在設定點附近某一範圍內，控制器將無動作發生，此範圍稱為偏差(deviation)。

C 在一自動控制器中, 設定點與被控制參數之穩定值(steady-state)差稱為穩態偏差(offset)。

D 在一自動流量控制器中, 設定點與量測的參數之差稱為偏壓(bias)。

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, 進水率 500gpm, 排水閥打開 50%。

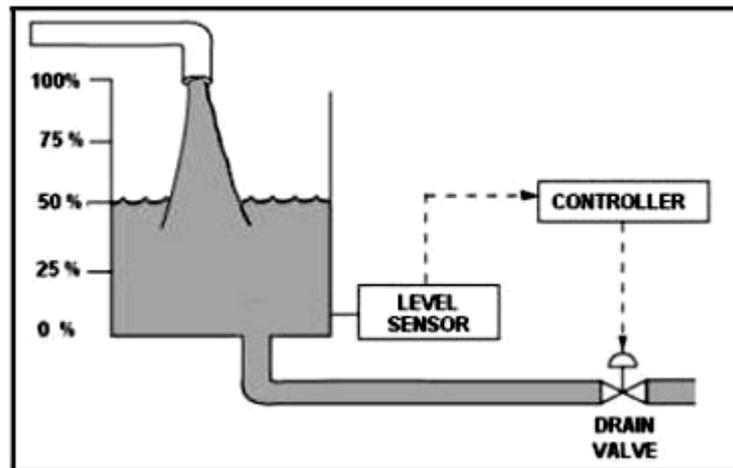
當水槽進水流量突增至 700gpm, 而且維持穩定, 等到水槽水位穩定下來後, 水位將會____, 而且排水閥的開度將____。

A 高於 50%; 開的更大

B 高於 50%; 不改變

C 等於 50%; 開的更大

D 等於 50%; 不改變



10.

在啟動離心水泵之前, _____, 可以避免水泵內的氣氣鎖。

A 關閉注水氣閥

B 節流注水氣閥

C 降低抽取壓力

D 將水泵排氣

11.

為使離心水泵保持最佳狀況，並在運轉中及停止後都不會有氣鎖的現象，下列何者為有效的方法？

- A 在水泵的注水管路中安裝孔板。
- B 從水泵的注水管路安裝一條水泵再循環管路到水泵的供水管路。
- C 在低於抽水源水位處安裝水泵。
- D 在水泵的注水管路中安裝逆止閥。

12.

一離心泵於一開放系統中正常運轉。若此泵之再循環（最小流量閥）閥開度增加，則泵出口壓力將會_____而泵流量將會_____。

- A. 增加；減小
- B. 減小；增加
- C. 增加；增加
- D. 減小；減小

13.

當注水壓力達到水泵關斷水頭(shutoff head)時，應停止無再循環流路的馬達驅動離心水泵，以避免_____

- A 水泵過熱。
- B 馬達過熱。
- C 水泵外殼爆炸。
- D 下游管路產生水錘現象。

14.

一冷卻水泵由一交流感應馬達驅動，若泵轉軸卡住，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，因為泵流體減少
- B. 下降，因為逆向電動勢增加
- C. 上升，因為泵流體減少
- D. 上升，因為逆向電動勢減少

15

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）；請問線電壓（相間電壓）是相電壓的_____倍

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

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(Tcw-in) = 70°F

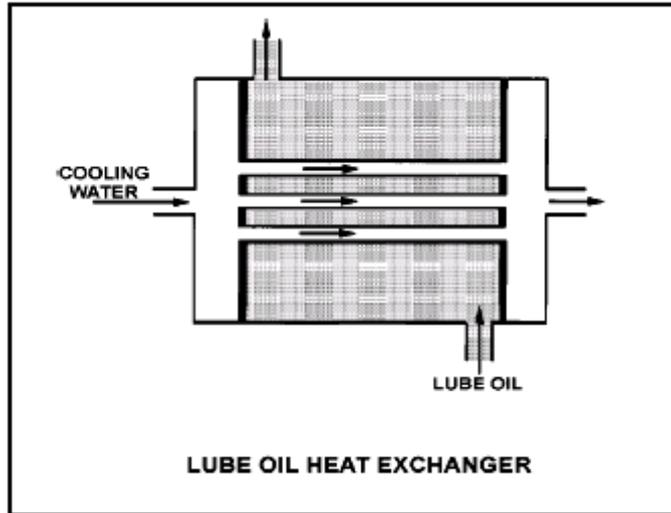
冷卻水出口溫度(Tcw-out) = 105°F

潤滑油進口溫度(Toil-in) = 140°F

潤滑油出口溫度(Toil-out) = 95°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 Tcw-out 降低到 98°F。假設兩種流體的流量以及 Cp 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(Toil-out)？

- A. 99°F
- B. 108°F
- C. 104°F
- D. 114°F



17.

核能電廠以 100% 功率的穩定狀態運轉，此時發生空氣漏入現象使得主冷凝器的真空度由 28 英吋汞柱降到 27 英吋汞柱。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. 升高，升高
- B. 升高，降低
- C. 降低，升高
- D. 降低，降低

18.

冷凝器的絕對壓力為 4 英吋汞柱，相當於____的真空度。

- A. 11 英吋汞柱
- B. 13 英吋汞柱
- C. 26 英吋汞柱
- D. 28 英吋汞柱

19.

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

20.

於一混合樹脂深床除礦器，下列何者描述逆洗程序？

- A. 將稀釋之酸、鹼溶液交錯通過除礦器，以移除懸浮固體與膠體物質
- B. 將稀釋之酸、鹼溶液交錯通過除礦器，以移除離子雜質
- C. 將純水反向通過除礦器，以移除懸浮固體與膠體物質
- D. 將純水反向通過除礦器，以移除離子雜質

21.

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

22.

下列何者正確描述熱過載保護裝置？

- A. 為一種平衡式橋式電路，將實際電流與一固定之過載電流訊號相比較，如果超過將使跳脫電驛動作。
- B. 為一線路上內建的加熱線圈，當承受一持續之高電流時，將會過熱並引動電路啟斷裝置，使斷路器跳脫。
- C. 為一溫度監視器；能感知運轉中設備之溫度，並在溫度超過預設限制值時，能夠引動將電路斷路器跳脫。
- D. 為一線路上內建的感應線圈，能產生與一次電流成正比的二次電流，在一持續過電流情況下能關閉跳脫電路接點，使斷路器跳脫。

23.

快中子會在緩和劑的散射反應中損失最大的能量，如果它和____產生反應。

- A. 氧原子核
- B. 氫原子核
- C. 重氫原子核
- D. 環繞核子的電子

24.

在 $K_{eff} = 0.985$ 的情形下，欲使反應器達到臨界，則所需之正反應度為何？

- 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.

一反應器剛完成燃料更換，其中爐心全部移出，並更換為新燃料。當反應器啟動時，代表下一燃料週期的開始。當功率增加至 100% 時，下列何組燃料將會對爐心熱能提供最大貢獻？

- A. U-235 和 U-238
- B. U-238 和 Pu-239
- C. U-235 和 Pu-239
- D. U-235 和 Pu-241

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.

反應爐運轉與反應度之關係，下列何者正確？（快中子不漏機率 L_f ；熱中子不漏機率， L_{th} ；共振逃逸機率 P ；反應度 ρ ）

- A. 起動與加熱階段，power \uparrow \rightarrow 燃料溫度上升 \rightarrow P \uparrow \rightarrow keff \downarrow \rightarrow ρ \downarrow 。
- B. 起動與加熱階段，大量補水 \rightarrow 水溫 \downarrow \rightarrow Lf、Lth \downarrow \rightarrow ρ \uparrow
- C. 功率運轉階段，power \uparrow \rightarrow Void \uparrow \rightarrow Lf、Lth \uparrow \rightarrow P \downarrow \rightarrow ρ \downarrow
- D. 功率運轉階段，Rx Pr $\uparrow\uparrow$ \rightarrow Void \downarrow \rightarrow Lf、Lth \uparrow \rightarrow ρ \uparrow \rightarrow APRM $\uparrow\uparrow$

28.

一組控制棒，起始位置為 06，抽出三節。在抽出之後，此組棒經分類為_____棒；而此組棒的葉梢位置在離反應器爐心_____部 36 吋處。

- A. 淺；頂
- B. 淺；底
- C. 深；頂
- D. 深；底

29.

一反應器在爐心壽命初期啟動時，於加熱階段起始點處穩定運轉。反應器壓力穩定於 600psig，同時主蒸汽隔離閥關閉（沒有蒸汽自反應器流出）。若控制棒被手動插入 5 秒，反應器並未急停，當狀況穩定時，反應器功率將會_____，而反應器壓力將會_____。

- A. 處於加熱階段起始點；600psig
- B. 處於加熱階段起始點；小於 600psig
- C. 小於加熱階段起始點；600psig
- D. 小於加熱階段起始點；小於 600psig

30.

對於運轉中反應器爐心之熱中子吸收，下列何者具有最大之微觀截面？

- A. U-235
- B. B-10
- C. Sm-149
- D. Xe-135

31.

反應器在長期大修後進行啟動，以穩定速率提昇到額定功率。在增加反應器功率時為補償爐心 Xe-135 的影響，所以需要_____控制棒，同時_____再循環流量。

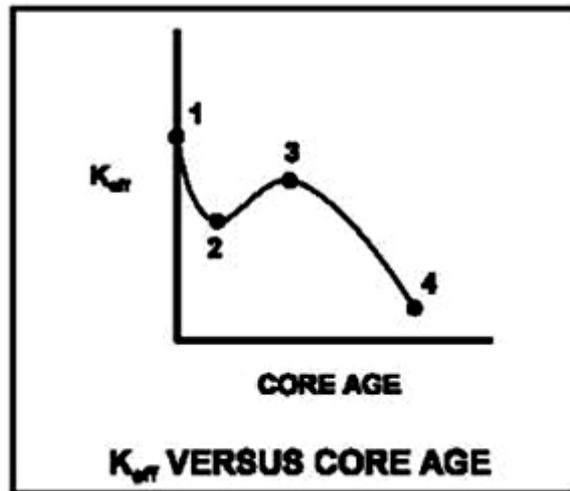
- A. 插入；減小
- B. 插入；增加
- C. 抽出；增加
- D. 抽出；減小

32.

在填換燃料之後，參考 Keff 對反應爐爐心壽命圖（見下圖）。

下列何者為導致 Keff 從點 1 降到點 2 的主要原因？

- A. 可燃毒物的燃耗
- B. 分裂產物毒物的累積
- C. 反應爐的起始升溫
- D. 燃料的燃耗



33.

一核能電廠在 100% 功率與爐心流量下運轉，反應爐功率藉由控制棒插入而降低至 90%（再循環泵速度維持不變），對爐心流量的影響為何？

- A. 爐心流量將會減少，因為爐心空泡增加
- B. 爐心流量將會增加，因為再循環率減小
- C. 爐心流量將會增加，因為雙相流阻力減小

D. 爐心流量將會減小，因為雙相流阻力增加

34.

反應爐 A 與 B 相同，同時在 100% 功率運轉六個月，此時兩反應爐同時發生急停。反應爐 A 的所有控制棒完全插入，而 B 的一支控制棒卡在全出位置。在急停後五分鐘，何者所具有的反應爐週期最長？

- A. 反應爐 B，因為較大之停機反應度。
- B. 反應爐 A，因為較小之停機反應度。
- C. 兩反應爐將具有相同之反應爐週期，因為在五分鐘後，只有壽命最長的延遲中子母核將會釋放出分裂中子。
- D. 兩反應爐將具有相同之反應爐週期，因為在五分鐘後，兩反應爐會在較低的某一源階功率達到穩定。

35.

一反應爐在初始穩定壓力 731.4psia 與溫度 508°F 下正進行啟動，主蒸汽隔離閥關閉，反應爐已達臨界，反應爐目前具有一正 100 秒週期，其功率遠低於加熱起始點。當功率達到加熱起始點時，下列何者最先發生？

- A. 反應爐週期將縮短
- B. 反應爐壓力將增加
- C. 反應爐冷卻水溫度將降低
- D. 中程階功率將減小

36.

一反應爐在啟動中達到稍微超臨界。一小段控制棒抽出以建立所需之反應爐週期。假設反應爐在控制棒抽出後仍維持稍微超臨界，同時反應爐功率維持在加熱起始點之下相當距離。當控制棒抽出停止後，反應爐週期一開始將會增長，然後

- A. 穩定於一正值
- B. 反轉並且緩慢縮短
- C. 穩定在無限大
- D. 持續緩慢增長

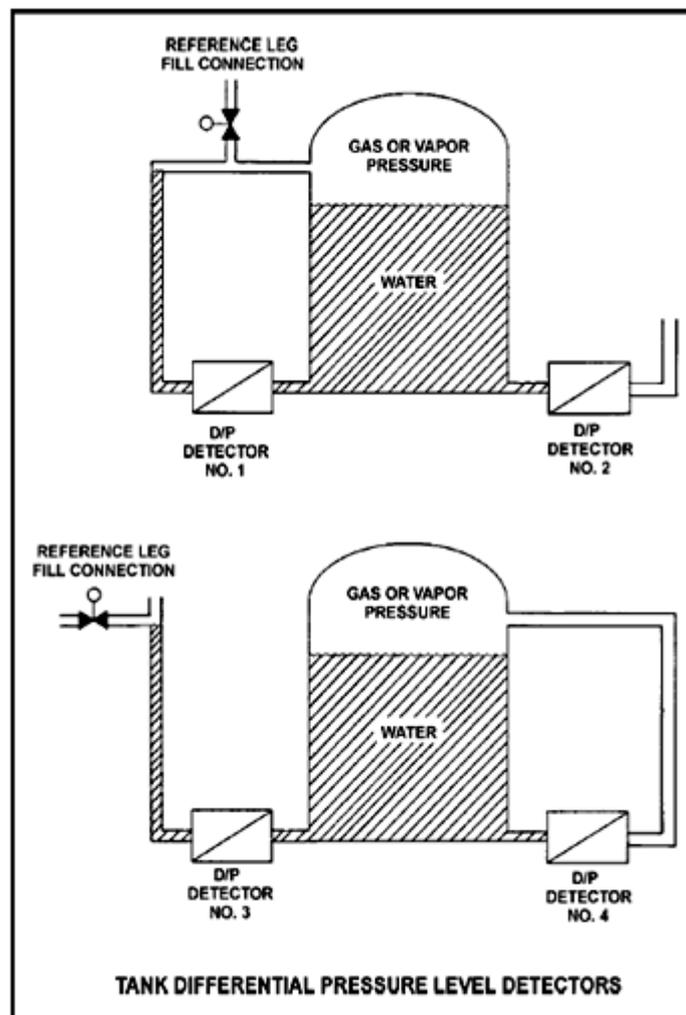
37.

參考四個相同的水槽差壓水位偵測器圖（見下圖）。

水槽相同且都維持在 30psia，和 20 英尺的水位。它們都處於標準大氣壓力之下。水槽和參考腳柱裡的水溫都是 70°F。

如果每一個偵測器都遭到膜片破裂，哪一（幾）個偵測器會使水槽的指示水位上升？（假設水槽真正的水位不變。）

- A. 只有 No. 1
- B. 只有 No. 2
- C. No. 1 和 3
- D. No. 2 和 4



38.

1000 psia 的飽和蒸汽（蒸汽乾度 100%）被輸送到主汽機上部分開啟的蒸汽節流閥入口。節流閥下游汽櫃內的蒸汽壓力為 150 psia。假設典型的節流過程不會增加或減少蒸汽的熱量。

與節流閥入口的狀態相比，下列何者為汽櫃內比焓和比熵的狀態？

比焓 比熵

- A. 大約一樣 大約一樣
- B. 大約一樣 明顯的較高
- C. 明顯的較低 大約一樣
- D. 明顯的較低 明顯的較高

39.

進入主冷凝器的主汽機排氣冷凝於 126°F。冷凝水在進入主冷凝器熱井前冷卻到 100°F。假設主冷凝器真空度不變，下列何者會改進蒸汽循環的熱效率？

- A. 冷凝器冷卻水流量增加 5%。
- B. 冷凝器冷卻水流量降低 5%。
- C. 主冷凝器熱井水位提高 5%。
- D. 主冷凝器熱井水位降低 5%。

40.

當進入高壓飼水加熱器的抽汽被隔離時，核能電廠正運轉於 85% 功率。在暫態發生後，運轉員將反應爐功率回復到 85%，並使電廠穩定。與暫態前的狀況比較，現在的汽輪發電機輸出(MWe)_____。

- A. 比較高，因為蒸汽流量的增加導致汽機運轉在較快的轉速
- B. 比較低，因為蒸汽流量的增加導致汽機運轉在較慢的轉速
- C. 比較高，因為電廠效能提高
- D. 比較低，因為電廠效能降低

41.

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

42.

兩相同之離心泵與兩相同之正排量泵從一通氣儲水槽取水，並且提供補給水給一冷卻水系統。這些泵能夠交互連結提供多重組態。在單一泵排列(alignment)中，每一台泵將會在系統壓力 1200psig 下提供 100gpm。根據下列資料：

離心泵

關斷水頭: 1500 psig

最大設計壓力: 2000 psig

無背壓之流量：180gpm

正排量泵

最大設計壓力: 2000 psig

若系統壓力為 1700psig，則下列何種泵組態將會提供最高的補給水流量？

- A. 兩離心泵串聯
- B. 兩離心泵併聯
- C. 兩正排量泵併聯
- D. 一正排量泵與一離心泵串聯(離心泵供水至正排量泵)

43.

下列哪一個算式代表爐心熱功率？

(core:爐心; feedwater:飼水; steam:蒸汽; CRD: control rod drive 控制棒驅動; recirc:再循環; ambient:周圍; RWCU 爐水淨化:)

- A. $Q_{core} = Q_{Feedwater} - Q_{Steam} - Q_{CRD} - Q_{Recirc} + Q_{Ambient} + Q_{RWCU}$
- B. $Q_{core} = Q_{Steam} - Q_{Feedwater} + Q_{CRD} + Q_{Recirc} - Q_{Ambient} - Q_{RWCU}$
- C. $Q_{core} = Q_{Steam} - Q_{Feedwater} - Q_{CRD} - Q_{Recirc} + Q_{Ambient} + Q_{RWCU}$
- D. $Q_{core} = Q_{Steam} - Q_{Feedwater} - Q_{CRD} - Q_{Recirc} - Q_{Ambient} - Q_{RWCU}$

44.

下列何者為正確？

- A. 沸水式反應爐燃料束設計運轉於膜層沸騰(Film Boiling)區域
- B. 變態沸騰(Transition Boiling)會降低從燃料棒至冷卻水之對流熱傳
- C. 臨界熱功率 (Critical Power) 為燃料元件內開始產生氣泡沸騰(Nucleate Boiling)之燃料束功率
- D. 熱通量(Heat Flux)為單位面積之熱通率(Heat Transfer Rate)

45.

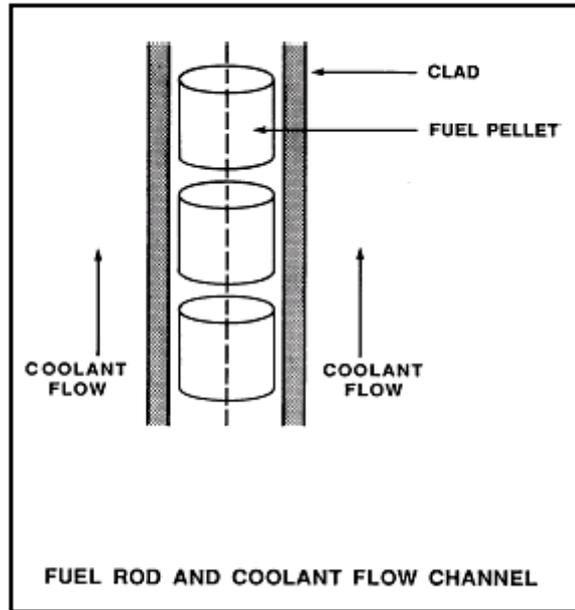
兩反應爐 A 與 B 在相同的額定功率下運轉，且中子通量徑向峰值都發生在兩爐心的中心。反應爐 A 與 B 完全相同，除了反應爐 A 具有爐心限流孔，反應爐 B 則無。兩反應爐具有相同之控制棒佈局與密度。與反應爐 A 之中央燃料束相比，反應爐 B 之中央燃料束有_____的臨界功率，與_____之冷卻水流量。

- A. 最高；最低
- B. 最高；最高
- C. 最低；最低
- D. 最低；最高

46.

參考於燃料週期開始時，燃料棒與冷卻水流道之圖示（見下圖）。在 100% 反應爐功率下，燃料通道徑向溫度分佈中最大的溫差將會發生在：（假設溫度分佈始於燃料中線。）

- A. 燃料丸中線至燃料丸表面
- B. 燃料至護套之間隙
- C. 鋳合金護套
- D. 流道邊界（層流, laminar）層



47.

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

48.

下列何者最可能因燃料丸—護套交互作用而導致燃料損壞？

- A. 在接近燃料週期初期，將反應爐功率從 20% 增加至 50%
- B. 在接近燃料週期末期，將反應爐功率從 20% 增加至 50%
- C. 在接近燃料週期初期，將反應爐功率從 70% 增加至 100%
- D. 在接近燃料週期末期，將反應爐功率從 70% 增加至 100%

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

50.

反應爐停機，從 500°F 開始以不控制反應爐冷卻速率降溫，最後將反應爐冷卻水溫度降至 240°F。而後若反應爐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. 降低，因為反應爐槽壁上的溫度梯度會降低
- 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會接近零延性轉換溫度
- D. 增加，因為反應爐槽內壁溫度將會接近零延性轉換溫度

解答:A 卷

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