

行政院原子能委員會

109 年第一次沸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)

109 年 5 月 27 日 (星期三) 下午二時至五時

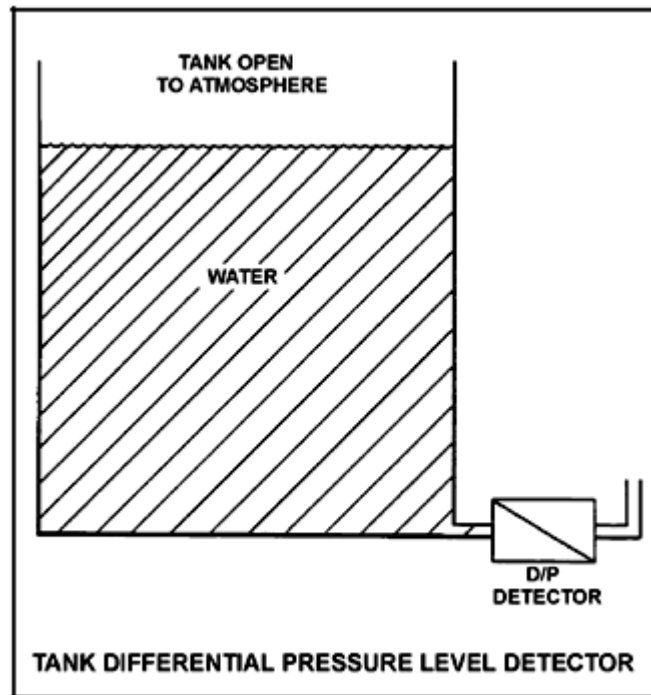
109 年第一次動力用沸水式核子反應器運轉人員執照測驗

第一階段基本原理筆試試題

1. 儲水槽 A 和儲水槽 B 完全相同，但是 A 槽裝有過壓保護裝置的釋壓閥(Relief Valve)，而 B 槽則裝有安全閥。釋壓閥和安全閥均有相同的壓力設定值和設計流量。在兩槽內以釋放/安全閥設計流量的 50% 等速加入水，在槽內壓力達到兩閥設定值時，A 槽的壓力會_____而 B 槽的壓力會_____。
 - A. 穩定在稍高於壓力設定值；穩定在稍高於壓力設定值
 - B. 穩定在稍高於壓力設定值；在壓力設定值上下幾個百分比內晃動
 - C. 在壓力設定值上下幾個百分比內晃動；穩定在稍高於壓力設定值
 - D. 在壓力設定值上下幾個百分比內晃動；在壓力設定值上下幾個百分比內晃動
2. 下列關於球形閥(Globe Valve)之描述何者正確？
 - A. 操作阻力大於閘閥
 - B. 閥座角度比閥盤角度大
 - C. 在全關以及高差壓情況下，密封性較蝶閥佳
 - D. 僅能由下而上進行節流
3. 當一馬達操作閥之手動離合桿被推離其正常位置時，會與馬達_____，同時與手輪_____。
 - A. 咬合；咬合
 - B. 咬合；脫離
 - C. 脫離；咬合
 - D. 脫離；脫離
4. 兩相同之分裂腔中子偵檢器，在比例區運作，用以偵測反應器起動時之爐心中子通量。偵檢器 A 發生一微小洩漏使得其氬充填氣壓下降至大約是偵檢器 B 的 25%。當反應器達到臨界時，偵檢器 B 產生的中子通量值將_____偵檢器 A 產生的中子通量值，主要是因為偵檢器 B 較高的氣壓造成_____。
 - A. 大於；偵檢器 B 有較多的中子誘發分裂
 - B. 小於；偵檢器 B 有較少的中子誘發分裂
 - C. 大於；偵檢器 B 充填氣體有較多的游離
 - D. 小於；偵檢器 B 充填氣體有較少的游離
5. 當水流經過文氏管(Venturi)流量計時，在文氏管的喉部位置，流體的壓力_____，流體的速度_____。
 - A. 最高；最高

- B. 最低；最低
- C. 最低；最高
- D. 最高；最低

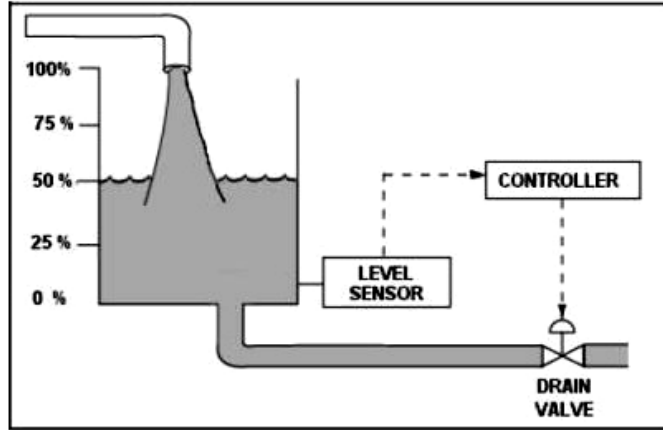
6. 參考水槽之差壓液位感測計（見下圖）。相關的液位儀器校正於儲水槽水溫 100°F。如果此槽的質量維持固定，而水溫增加到 120°F，則槽位指示將會
- A. 維持不變，儘管實際液位增加
 - B. 升高，但是會維持小於實際液位的數值
 - C. 隨溫度上升成正比的降低
 - D. 隨溫度上升成正比的升高



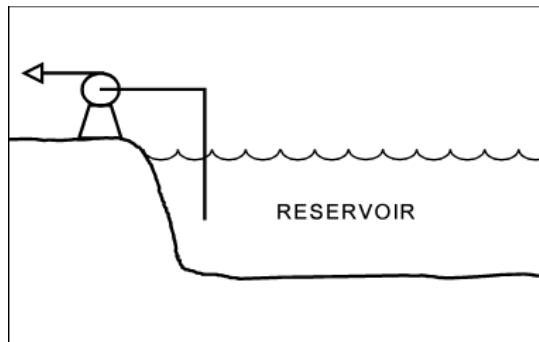
7. 一配置薄煎餅型探頭(常稱為 frisker 搜身者)的蓋革偵檢器，被用來監測離開輻射管制區人員。探頭配有雲母窗。
- 有兩個人其皮膚受到輻射污染；其中一人只受到阿伐射源污染，另一人只受到貝他射源污染。兩種輻射線的放射率相同。每一種輻射線有相同百分比進入探頭的偵檢腔並引發游離。下列何者描述偵檢器對阿伐及貝他輻射線的計數率反應？
- A. 阿伐的計數率將較高
 - B. 貝他的計數率將較高
 - C. 兩種輻射線的計數率將相同
 - D. 不知輻射線的能量大小無法確定
8. 參考裝有水位控制系統的儲水槽圖（見下圖）。水槽的水位由比例控制器自動控制在設定值 50%。目前水槽水位在 50% 處穩定，進水率 500gpm，排水閥打開 50%。
- 水槽突然產生 200gpm 的定速漏水，而進水流量穩定維持在 500gpm，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%；開的比 50%大
- B 等於 50%；開的比 50%小
- C 低於 50%；開的比 50%大
- D 低於 50%；開的比 50%小



9. 一正向控制比例控制器用來控制離開一熱交換器的潤滑油溫度。控制器的比例帶為 70°F 至 120°F 。當量到的潤滑油溫度是 83°F 時，下列何者為控制器的輸出百分比？
- A. 13 %
 - B. 26 %
 - C. 37 %
 - D. 74 %
10. 下圖中一台離心泵從一個蓄水池取水。該泵安裝在水池岸邊，泵葉輪眼比池面高出 4 feet。泵之取水管路取水點在池面下 4 feet。假設蓄水池水溫是均勻的，且管路因磨擦所造成的吸水頭損失變化量可忽略，請問下列何者改變可提升泵之可用淨正吸水頭？
- A. 泵及取水管路均提高 2 feet
 - B. 泵及取水管路均降低 2 feet
 - C. 延長取水管路，使新取水點較目前深 2 feet
 - D. 縮短取水管路，使新取水點較目前淺 2 feet



11. 一變速正排量泵(Positive displacement pump)於一開放系統中，在轉速 100rpm，流量 60gpm 下運轉。為了降低流量至 25gpm，則泵轉速應該減小至大約
- 17 rpm.
 - 33 rpm.
 - 41 rpm.
 - 62 rpm.

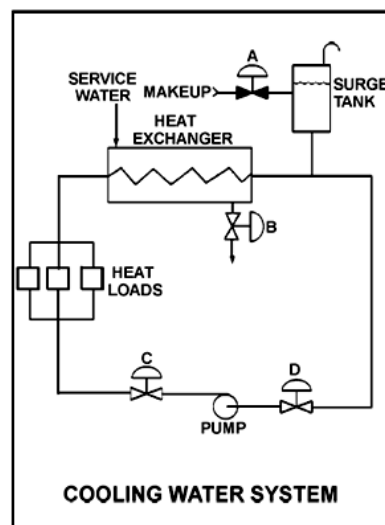
12. 一離心消防水泵為一消防主水管加壓。此泵從一水池取水。消防水帶連接至消防主水管用以撲滅一高處火災。

且

- 泵中心與水池均位於海水面
- 此泵設計之關斷水頭(shutoff head)為 120 呎
- 泵必須之淨正進口水頭的淨值為 15 呎
- 水池水溫為 60°F

於泵中心上方何高度時，消防水帶噴嘴將首次無法提供水流？(忽略所有系統摩擦水頭損失)

- 111 呎
 - 116 呎
 - 121 呎
 - 126 呎
13. 參考運轉中的冷卻水系統圖(見下圖)。
- 下列何者會降低這個離心泵的可用淨正吸水頭？
- 在調節槽加水，提高 10% 的水位
 - 增加熱交換器廠用水閥 B 開度
 - 增加泵出口閥 C 開度
 - 將冷卻水系統的熱負載降低 10%



14. 一普通直流感應馬達起動電流比全負載運轉電流高許多，乃因為
- 起動轉矩較運轉轉矩低
 - 起動轉矩較運轉轉矩高
 - 起動時之轉子電流太低，以致於無法在定子產生顯著的反電動勢(counter electromotive force)
 - 起動時之轉子轉速太低，以致於無法在定子產生顯著的反電動勢

15. 一主發電機連接於一無窮大電網具有下列發電機參數：

100 MWe

0 MVAR

2,900 amps

20,000 volts

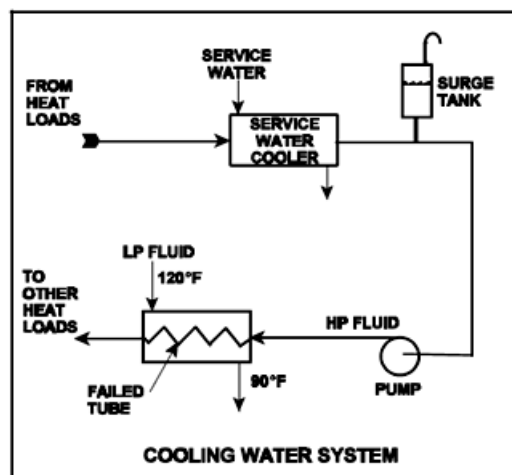
若實際負載增加到 200MWe，但 MVAR 沒有變化，則由發電機所提供之電流將增加到約

- 11,600 安培
- 8,200 安培
- 5,800 安培
- 4,100 安培

16. 運轉中的冷卻水系統（見下圖）。

下列何者為熱交換器中管子破漏所產生的影響？

- 調節槽的水位升高。
- 低壓系統的流向倒轉。
- 低壓系統的壓力降低。
- 低壓液體熱交換器的出口溫度降低。



17. 電廠正常運轉時，如果主冷凝器中的空氣和不凝結氣體增加，將_____。

- 不會影響汽機作功
- 不會影響汽機的效率

- C. 會增加發電機的負載
- D. 會增加汽機的背壓

18. 運轉中的潤滑油熱交換器圖（見下圖）。

給定下列現有的狀態：

$$\text{oil} = 1.8 \times 10^4 \text{ lbm/hr}$$

$$\text{water} = 3.3 \times 10^4 \text{ lbm/hr}$$

$$C_p\text{-oil} = 1.1 \text{ Btu/lbm-}^\circ\text{F}$$

$$C_p\text{-water} = 1.0 \text{ Btu/lbm-}^\circ\text{F}$$

$$T_{\text{cw-in}} = 90^\circ\text{F}$$

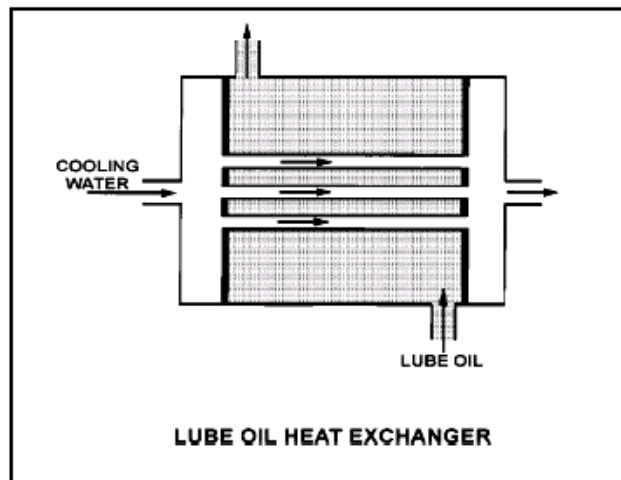
$$T_{\text{cw-out}} = 120^\circ\text{F}$$

$$T_{\text{oil-in}} = 170^\circ\text{F}$$

$$T_{\text{oil-out}} = ?$$

熱交換器中潤滑油的出口溫度($T_{\text{oil-out}}$)大約為多少？

- A. 110°F
- B. 120°F
- C. 130°F
- D. 140°F



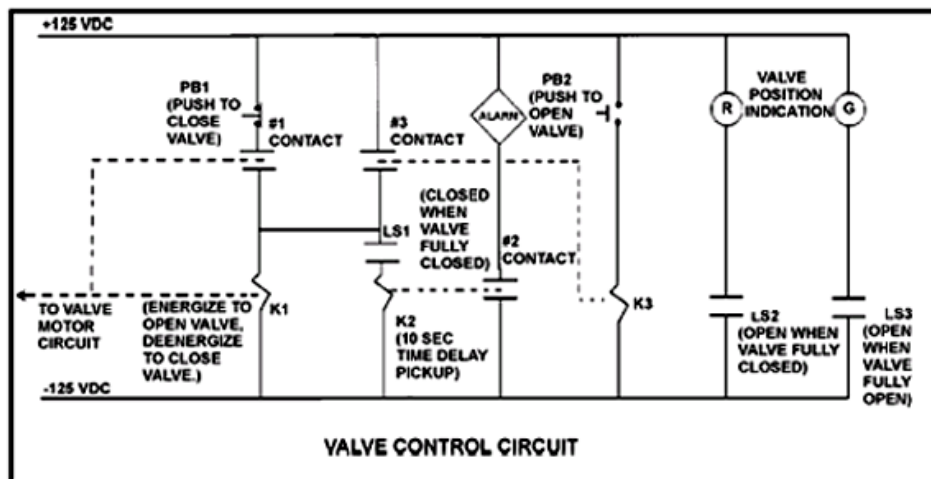
19. 經過處理十倍正常氯濃度的冷凝水後，除礦器 1A 就因氯離子飽和而必須退出使用，接替的除礦器 1B 再將該冷凝水處理至正常的氯濃度。除礦器 1A 自退出運轉後就未進行任何後續處置。

倘若除礦器 1A 又再併入系統取代除礦器 1B 使用，此時下游冷凝水系統的氯濃度會如何？

- A. 由於除礦器 1A 的樹脂經過先前使用，因此下游冷凝水的氯濃度不變
- B. 由於除礦器 1A 的樹脂無法再將氯離子從冷凝水中移除，因此下游冷凝水的氯濃度不變
- C. 由於除礦器 1A 內殘存的水體與進來的冷凝水相互混合，因此下游冷凝水的氯濃度會增加
- D. 由於除礦器 1A 內殘存的水體與進來的冷凝水相互混合，且樹脂會釋放氯離子，因此下

游凝水的氯濃度會增加

20. 下列何者描述了混合樹脂深床除礦器的再生程序？（假設除礦器已經經過逆洗。）
- A. 將酸、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. 參考一原在關閉位置的閥門之控制線路圖（見下圖）。（注意：不論閥門的位置為何，極限開關 LS 接點均呈現開啟狀態，但是電驛接點遵守標準之控制線路標示習慣。）則電動閥何時將會開始開啟？
- A. 於警報發生的同時
 - B. 在 PB2 被按下之後 10 秒
 - C. 在 PB2 被按下後之瞬間
 - D. 若 #1 接點閉合，則在 PB1 被按下後之瞬間

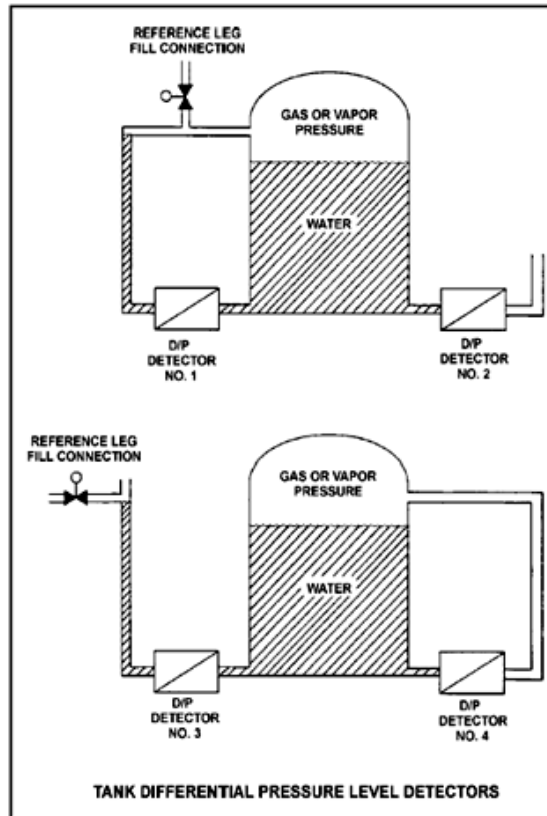


22. 一主發電機即將要併聯到具有以下狀況之無限功率輸配電網路：
- 發電機頻率：60.2Hz
 - 輸配電網路頻率：60.1Hz
 - 發電機電壓：114.8kV
 - 輸配電網路電壓：115.1kV
- 當發電機輸出斷路器關閉時，發電機將
- A. 成為輸配電網路之有效負載與無效負載
 - B. 獲得有效負載，但成為輸配電網路之無效負載
 - C. 成為輸配電網路之有效負載，但獲得無效負載
 - D. 獲得有效負載與無效負載

23. 下列有關各種中子之定義與分類何者為正確。
- A. 瞬發中子是指 U-235 原子核分裂時 10^{-14} 秒後產生的中子
 - B. 瞬發中子壽命為從分裂至被吸收的時間約 10^{-4} 秒
 - C. 中速中子的能量介於 0.1eV 和 10 MeV 之間
 - D. 能量 1eV 的中子屬慢速中子
24. 在爐心功率 30% 的情況下，下列何種組合使得爐心具有最大的過反應度？
- 控制棒位置 反應器再循環流量
- A. 25% 棒密度； 25%
 - B. 50% 棒密度； 50%
 - C. 25% 棒密度； 50%
 - D. 50% 棒密度； 25%
25. 將一正反應度 $0.001 \Delta K/K$ 加入一具有穩定中子數與初始爐心 K_{eff} 為 0.99 的反應器。考慮下列兩種情況：
- 情況一：反應器接近爐心壽命初期
- 情況二：反應器接近爐心壽命末期
- 假設兩情況初始爐心中子數相等。比較兩情況中爐心中子數的瞬發跳升 (Prompt Jump) 與最終穩定爐心中子數，下列何者正確？
- A. 情況一的瞬發跳升較大，但兩情況的最終穩定中子數會相等
 - B. 情況二的瞬發跳升較大，但兩情況的最終穩定中子數會相等
 - C. 兩情況的瞬發跳升相等，但情況一的最終穩定中子數較大
 - D. 兩情況的瞬發跳升相等，但情況二的最終穩定中子數較大
26. 在接近爐心該運轉週期之末期時，下列哪一組同位素會造成因燃料溫度上升引起的負反應度？
- A. U-235 和 Pu-239
 - B. U-235 和 Pu-240
 - C. U-238 和 Pu-239
 - D. U-238 和 Pu-240
27. 一反應器在接近燃料循環末期時停機，且停機冷卻系統在運轉中。起初爐水溫度是 $100^{\circ}F$ 。在此條件下，反應器被過度緩和。然後執行加熱和加壓使反應器達到正常運轉溫度和壓力。反應器仍舊是次臨界。當加熱時有效增殖因數將會_____。
- A. 持續增加
 - B. 持續減少
 - C. 起初增加，然後減少
 - D. 起初減少，然後增加

28. 一反應器在正常啟動中，於不到加熱階段即達到臨界。若一控制棒手動抽出 5 秒，則反應器功率將
- A. 增加至一不到加熱階段之穩定臨界功率位階
 - B. 暫時增加，其後減少並在原來數值達到穩定
 - C. 增加至一在加熱階段之穩定臨界功率位階
 - D. 暫時增加，其後減少並在小於原來功率達到穩定
29. 一反應器在燃料週期初期，於 50% 功率運轉。假設此反應器並無急停，掉落一深控制棒的影響與掉落同樣的淺控制棒，則兩者之比較為何？
- A. 掉落深控制棒造成的停機餘裕改變較大
 - B. 掉落深控制棒造成的停機餘裕改變較小
 - C. 掉落淺控制棒造成的軸向功率分佈改變較大
 - D. 掉落淺控制棒造成的徑向功率分佈改變較大
30. 反應器從 100% 穩態功率下降一小時後，在 50% 功率下運轉 12 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. 朝向平衡增加
 - D. 朝向平衡減小
31. 下列有關分裂產物毒素之敘述，何者錯誤？
- A. 氙的生成有二途徑，可由核分裂直接產生或分裂產物再經衰變而來；氙的減少也有二途徑，分別為自行衰變或吸收中子燃耗
 - B. 氙濃度隨反應爐功率變化會有增建或耗損現象；當反應器由長期滿載狀態下調降功率，則降載初期，氙會先增建，隨後再耗損，最後再緩慢的回到先前平衡濃度
 - C. 氙在反應爐內之反應度本領可達 -2,500 pcm ~ -3,000 pcm，反應度變化速率可達每小時 150 pcm
 - D. 長期運轉的核子反應器，若其軸向功率分布出現緩慢變化可能是氙毒振盪所致，此現象將使局部熱中子通量及分裂熱增加，燃料元件可能過熱造成損害
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. 一核能電廠從 400°F 降溫至 250°F。剛開始降溫前源階中子計數率穩定在 32 cps。2 小時後反應器冷卻水溫度 300°F，穩定中子計數率為 64 cps。假設緩和劑溫度係數在整個降溫過程中保持不變，當反應器冷卻水溫度到達 250°F 時反應器之狀況為何？
- 次臨界，且源階中子計數率小於 150 cps
 - 次臨界，且源階中子計數率大於 150 cps
 - 臨界，且源階中子計數率小於 150 cps
 - 臨界，且源階中子計數率大於 150 cps
34. 當一反應爐正處於臨界，其反應度為
- 無限大
 - 無定義
 - $0.0 \Delta K/K$
 - $1.0 \Delta K/K$
35. 核能電廠正常運轉時，若讓空氣進入主冷凝器，則蒸汽循環的熱效率降低，原因為
- 通過主汽機的蒸汽流量增加
 - 主冷凝器的凝結水次冷度提高
 - 低壓汽機排汽的熱焓增加
 - 空氣會和蒸汽混合，進入凝結水中
36. 一反應爐正進行啟動，目前 K_{eff} 為 0.95，平衡源階計數率為 120cps。當 K_{eff} 變成 0.98 時，平衡計數率將是多少？
- 210 cps
 - 245 cps
 - 300 cps
 - 375 cps
37. 參考四個差壓水位偵測器圖（見下圖）。
 水槽相同且都維持在 30psia 和 20feet 的水位。他們都處於標準大氣壓力之下。水槽和參考腳柱的水溫相同。
 如果每一個偵測器都遭到膜片破裂，哪一（幾）個會偵測到水位下降？（假設水槽真正的水位維持不變。）
- 只有 No. 1
 - 只有 No. 2
 - No. 1, 2, 和 3
 - No. 2, 3, 和 4



38. 在汽水分離再熱器中主蒸汽被用來加熱高壓汽機的排汽。

若給予下列條件：

- 進入汽水分離再熱器再熱區的高壓汽機排汽為飽和蒸汽（蒸汽乾度 100%）。
- 進出再熱區的排汽壓力為 280 psia，流量為 1.0E6 lbm/hr。
- 再熱區內的主蒸汽熱傳導率為 42.1E6 Btu/hr。

則下列何者為高壓汽機排汽離開汽水分離再熱器再熱區的大約溫度？

- A. 450°F
- B. 475°F
- C. 500°F
- D. 525°F

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. 主汽機內，受到最嚴重的葉片沖蝕的地方是_____壓汽機的_____級。
- A. 高；最後
 - B. 低；最後
 - C. 高；最初
 - D. 低；最初
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. 一定速離心泵運轉於一封閉系統中，初始參數如下：
- 進口壓力= 10 psig
出口壓力= 25 psig
泵流量率=500 gpm
- 如果泵的出口流量受控制閥節流，使得泵的出口壓力升高到 40 psig，則泵流量率的變化將會是…？
- A. 與泵壓差變化的平方成正比
 - B. 與泵壓差變化的平方根成正比
 - C. 與泵壓差變化的平方根成反比
 - D. 無法從所提供的資訊來決定
43. 下列那種行為會降低電廠效能？
- A. 減少汽機進口蒸汽之水份含量
 - B. 增加冷凝水次冷度 (depression)
 - C. 降低汽機排氣壓力
 - D. 提高進入反應爐槽的飼水溫度
44. 蒸汽潛挾(Carry-under)對於下列何種組件損害最大？
- A. 再循環泵
 - B. 汽水分離器 (汽機)
 - C. 主汽機
 - D. 汽水分離器 (反應爐槽)
45. 當一熱表面之熱傳至周圍之水，許多因素會影響蒸汽泡形成。下列何者會增加蒸汽泡之形成？
- A. 溶解於水中之化學物質

- B. 水缺乏游離輻射曝露
- C. 具有最少刮痕與孔洞之高度光滑熱傳表面
- D. 溶解於水中之氣體

46. 下列何者為對流熱傳之描述？

- A. 透過一物體或是物體間直接接觸之熱量流動
- B. 於兩未直接接觸之不同流體的熱量流動
- C. 藉由一物體穿過一中介空間之電磁波的熱量流動
- D. 藉由流體循環在流體與表面間的熱量流動

47. 反應爐運轉在最大平均平面單位長度發熱率 (MAPLHGR) 之下，乃為預防

- A. 護套塑性應力超過 1%
- B. 尖峰燃料溫度超過 2200°F
- C. 爐心上部發生變態沸騰
- D. 尖峰護套溫度超過 2200°F

48. 若超過平面單位長度平均發熱率 (APLHGR) 限值，則在設計基準冷卻水流失事故後，最可能發生何種類型的護套損壞？

- A. 因為高應力產生的破裂
- B. 因為過度氧化所產生的脆化
- C. 因為護套冷熱不均勻所產生的破裂
- D. 因為尖峰護套溫度超過 2200°F 所產生的大量損壞

49. 反應爐功率步階(step)增加導致燃料護套表面溫度從 550°F 增加至 590°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. 579°F
- B. 575°F
- C. 570°F
- D. 567°F

50. 兩座完全相同的反應器目前均因更換燃料而停機。反應器 A 在運轉 24 年後已達平均壽期容量因數 90%，而反應器 B 運轉 30 年後已達平均壽期容量因數 72%。下列何者反應器具有較低零延性轉換溫度？

- A. 反應器 A，因其產生較多的總分裂次數
- B. 反應器 B，因其產生較少的總分裂次數
- C. 兩座反應器具有大約相同的 NDTT，因為快中子照射在停機的反應器是不重要的
- D. 兩座反應器具有大約相同的 NDTT，因為每一反應器均產生大約相同的分裂數

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