

等 別：高考二級  
類 科：核子工程  
科 目：核能安全研究  
考試時間：2 小時

座號：\_\_\_\_\_

※注意：(一)禁止使用電子計算器。

(二)不必抄題，作答時請將試題題號及答案依照順序寫在試卷上，於本試題上作答者，不予計分。

(三)請以黑色鋼筆或原子筆在申論試卷上作答。

(四)本科目除專門名詞或數理公式外，應使用本國文字作答。

- 一、我國對於用過核燃料的現行管理策略可區分為三階段，請說明各階段策略之具體作法與採行該作法之原因。(20分)
- 二、核反應器的安全設計均考量多重屏障，並同時遵循深度防禦(Defense in Depth)的原則，若非電廠全黑的時間過長，類似日本福島第一核電廠的核子事故並不會發生。福島事故之後，各國均進行必要的反應器安全強化措施，並透過壓力測試予以驗證。我國的核四廠亦不例外，完成所有安全強化工作後，將較福島第一核電廠多出七項防護縱深。(每小題10分，共20分)
  - (一)請說明核反應器多重屏障的設計概念與具體作法。
  - (二)請說明前述七項防護縱深。
- 三、今年6月數個國際新聞媒體報導，位於中國廣東的台山核電廠發生燃料棒破損(Fuel Failure)事件，分裂產物中的放射性惰性氣體被外釋至大氣環境。官方雖然出面聲明是屬於微量的控制性排放，不會有輻射污染的問題，但仍引起廠址附近居民與鄰近國家關切。直至今年8月，台山核電廠內部決定提前停機並更換破損燃料棒。一般而言，商用核反應器的主冷卻水迴路都有監測燃料棒是否出現破損的機制，及是否更換燃料棒的既定作法。(每小題10分，共20分)
  - (一)針對核反應器燃料棒破損的監測機制有那些？
  - (二)若經判定燃料棒確實已出現破損的情況，反應器是否因此必須立即停機？原因為何？

四、日本政府在今年4月宣布，將於兩年後將福島第一核電廠的含氚廢水排入大海。日本東京電力公司宣稱福島核電廠廢水經「先進液體處理系統（ALPS）」過濾後，已將絕大多數放射性核種有效濾除，但因水中的放射性氚無法透過ALPS濾除，且現場的廢水貯存桶即將滿載，因此決定於兩年後開始將含氚廢水稀釋並分批排入海中。

(一)福島第一核電廠廢水中放射性同位素-氚的來源主要有那三種可能途徑？分別透過何種機制產生？（15分）

(二)針對含氚廢水排放一事，雖然日本與臺灣相距超過兩千公里，但為了讓國人安心，我國的輻射安全管制機關行政院原子能委員會可採取那些作為？（5分）

五、我國核電廠採用的輕水式反應器類型主要為沸水式反應器及壓水式反應器，雖然兩種類型的反應器都是以水作為冷卻劑，但其主冷卻水在反應器運轉時的導電度卻相差甚多，沸水式反應器的主冷卻水導電度較低，壓水式反應器的主冷卻水導電度則相對較高。（每小題10分，共20分）

(一)請說明兩種類型主冷卻水導電度差異甚大的原因。

(二)高導電度的主冷卻水容易導致金屬結構組件出現腐蝕，因此必須搭配採行腐蝕防制措施，請說明壓水式反應器主冷卻水迴路（即一次側迴路）常用的腐蝕防制方法。