

等 別： 高考二級

類 科： 核子工程

科 目： 核工原理研究

考試時間： 2 小時

座號： \_\_\_\_\_

※注意：(一)可以使用電子計算器。

(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。

一、請回答下列問題：(每小題 5 分，共 20 分)

(一)何謂核子燃料的燃耗 (Specific burnup)？

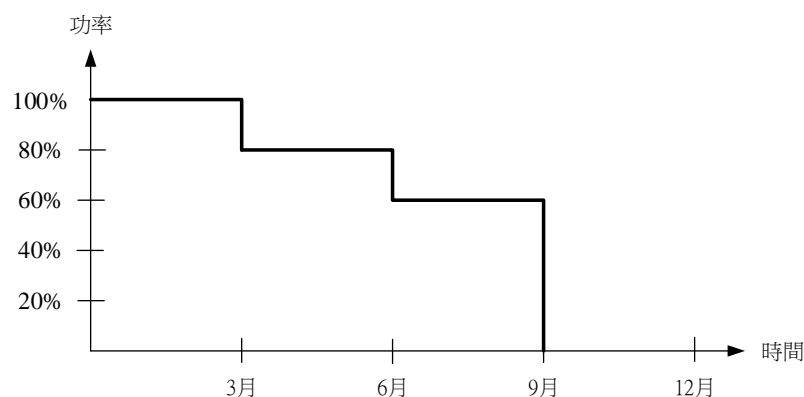
(二)何謂 Reflector savings？並敘述反射體在爐心設計的效用。

(三)何謂平均自由徑 (Mean free path)？請從輻射與物質作用的角度敘述。

(四)快中子反應器與熱中子反應器二者主要特質與差異？

二、除了 $\alpha$ 衰變之外，U-238 也會進行自發分裂 (Spontaneous fission)，其反應速率觀察約為每克每 100 秒會有一次自發分裂，試估計此自發分裂對應的半衰期為何？是否遠長於其 $\alpha$ 衰變的半衰期 ( $4.47 \times 10^9$  年)。(10 分)

三、下圖是一個 1000 MW<sub>e</sub> 核電機組過去一年的運轉歷程，1~9 月運轉在不同功率，最後 10~12 月停機檢修，請估計該機組過去一年的表現，其 Capacity factor 與 Availability factor 分別為何？(10 分)



四、考慮一個均質球型快中子反應器，半徑為  $R$ ，試寫出單群中子擴散理論的反應器方程式？試利用此一方程式估計一個純 U-235 球的臨界半徑與臨界質量？假設鈾的密度為  $19.1 \text{ g/cm}^3$ ，擴散係數  $D=1/(3\Sigma_{tr})$ ，使用下列單群常數： $\sigma_a=1.65 \text{ barn}$ 、 $\sigma_{tr}=6.8 \text{ barn}$ 、 $\eta=2.2$ 。(20 分)

五、單群中子擴散理論較適用於快中子反應器，通常至少需要二能群（一群快中子與一群熱中子）來描述一個熱中子反應器的行為，試由二能群臨界方程式出發，推導所謂 Modified 單群臨界方程式並敘述其意義。(20 分)

(請接背面)

等 別： 高考二級  
類 科： 核子工程  
科 目： 核工原理研究

六、假設一個無限大的中子反應器，在不考慮 delayed neutrons 的情況下，試推導 Reactor period (T) 與 Prompt neutron lifetime ( $l_p$ ) 的關係？一般輕水式反應器的  $l_p$  約略為  $10^{-4}$  秒，快中子反應器的  $l_p$  約略為  $10^{-7}$  秒，假想在臨界狀況下反應器有一個 Reactivity 變化  $\rho = 0.1\%$ ，若原先反應器臨界運轉在 1 MW，請問 1 秒之後反應器的功率預估為何，分別就輕水式反應器與快中子反應器來討論？此預測是否合理，原因為何？（20 分）