

類 科：輻射安全
科 目：輻射劑量學
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。

(三)本科目除專門名詞或數理公式外，應使用本國文字作答。

一、有一工程師在維護重水反應器之後，發現工作環境的空氣被氚(^3H)水氣所污染，而當時的氚濃度是未知的。氚是放射性核種且半衰期為 12.43 年。為估計工程師的劑量，請工程師攝取比平時更多的水分，以加速其體內的氚排出，並且取 24 小時的尿液樣本進行分析，得到以下數據：

天	1	2	3	4	5	6	7
比活度(kBq/ml)	3.00	2.70	2.43	2.20	2.00	1.80	1.65

(一)假設成年男性的體內具有 42 公升的水，且每日會經由排泄途徑轉移 3 公升的水，通常稱此為體內水分的移轉率(λ_B)，而當體內水含有氚時， λ_B 也被默認為生物衰變常數。請問此種狀況下的生物半衰期與有效半衰期各是多少？(5 分)

(二)因工程師攝取與損耗水分的狀態與平時不一樣，所以根據尿液樣本測得的結果推估，請推算有效半衰期是多少？(5 分)

(三)請根據尿液樣本結果推算尿液的初始活度。(5 分)

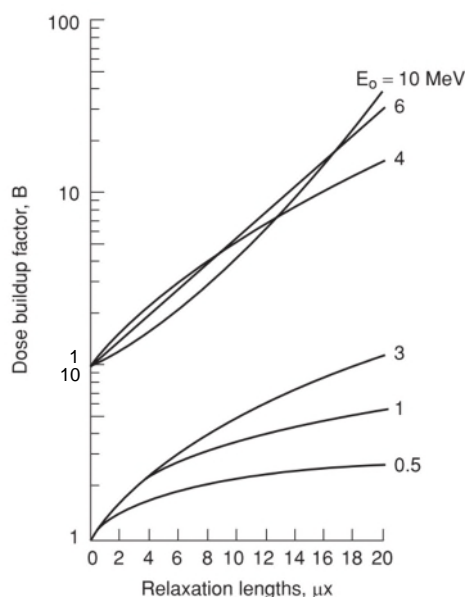
(四)假設體內氚為均勻分布，且放出貝他輻射之平均能量為 0.0056 MeV。根據 ICRP 78 所提供的有效劑量轉換因子為 $1.8 \times 10^{-11} \text{ Sv/Bq}$ 。請問工程師的約定有效劑量是多少？(10 分)

(五)請問應如何度量尿液內的氚？請說明該度量方法之原理。(10 分)

二、一金箔圓形薄片直徑 2.54 cm、厚度 0.1 mm，受中子束照射時溫度 40°C，此中子束通過 10 cm 的石蠟緩速。另一片相同尺寸的金箔被鎳所覆蓋，且於相同中子束照射。照射 1 小時後，兩片箔片分別放到計讀系統計數，計讀系統的整體效率為 50%。計讀時間皆在照射後 1 小時。裸箔片的計數是 6030 cpm，鎳覆蓋箔片的計數是 30 cpm。金的活化作用為 $^{197}\text{Au}(n,\gamma)^{198}\text{Au}$ ，其反應截面為 98.6 barn，金箔是完全由 ^{197}Au 同位素所組成且密度為 19.3 g/cm^3 。中子束的能譜中，熱中子/共振中子的比率是多少？熱中子的通量率是多少？(15 分)

三、有一個球型鉛貯存容器，內含1Ci之 ^{24}Na ， ^{24}Na 每次衰變皆會放出1.37 MeV與2.75 MeV的光子，其對應鉛的半值層分別為0.72 cm與1.43 cm，而 Γ 常數 $(\frac{R \cdot m^2}{C_i \cdot h})$ 的快速估算可用 $\Gamma = 0.5 \times E(\text{MeV})$ 。希望設計

合適的鉛厚度以使距離貯存容器1公尺處的曝露率衰減至10 mR/h。下圖為光子能量(E_0)所對應的劑量增建因子 (dose buildup factor, B) 與弛緩長度 (relaxation length, μx) 之關係。



(一)請問 Γ 常數的定義是什麼？(5分)

(二)請問弛緩長度的定義是什麼？(5分)

(三)請問鉛的厚度應設計成多少公分？請分別用良好幾何(good geometry)條件與具有輻射增建之情況下計算之。(25分)

四、生化分析(bioassay)為輻射劑量的評估手段，請問何種狀況下會採用生化分析？生化分析有那些技術？請試述生化分析技術的方法。(15分)