

類 科：輻射安全

科 目：輻射安全

考試時間：2小時

座號：\_\_\_\_\_

※注意：(一)可以使用電子計算器，須詳列解答過程。

(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、若 $^{137}\text{Cs}$ 的 $\gamma$ 射線在物質中產生康普吞效應 (Compton effect)，當散射角 $\theta=50^\circ$ 時：  
(每小題5分，共10分)  
(一)試求回跳電子 (recoil electron) 的動能 $E$ 為何？(以MeV為單位)  
(二)試求散射光子 (scattered photon) 的波長改變量 $\Delta\lambda$ 為何？(以 $\text{\AA}$ 為單位)  
[普朗克常數 (Planck constant)  $h=6.626\times 10^{-34}\text{ Js}$ ]
- 二、假設某人在30歲至60歲期間擔任核能電廠的維修工程師，期間大腸共累積接受2.5 Gy的劑量，其餘時間大腸並沒接受任何輻射劑量。依據游離輻射生物效應委員會出版的BEIR VII報告之大腸癌的過量相對風險(excess relative risk, ERR)等於 $0.43\text{ Gy}^{-1}$ ，試問：(每小題5分，共10分)  
(一)此人因輻射劑量造成大腸癌的病因概率(probability of causation, PC)為何？  
(二)如何判定此人大腸癌的發生是因曝露於游離輻射工作場所中所造成的？
- 三、因為快中子 (fast neutron) 與氫 ( $^1_1\text{H}$ ) 原子核作彈性碰撞時所損失的能量最大，所以核反應器常以水作為緩和劑 (moderator) 與冷卻劑 (coolant)。試問一個動能為 $E_n$ 的快中子與氫 ( $^1_1\text{H}$ ) 原子核的單次彈性碰撞中可能損失的最大能量分數為何？(10分)
- 四、若有一輻射工作人員在單一年內受到加馬 ( $\gamma$ ) 全身均勻照射7.2毫戈雷 (mGy) 的劑量與能量50 keV中子全身均勻照射1.5 mGy的劑量，試問：(每小題5分，共10分)  
(一)有效劑量 (effective dose)  $E$ 為何？  
(二)是否符合我國「游離輻射防護安全標準」之規定？
- 五、若主輻射 (primary radiation) 穿透主屏蔽 (primary shield) 的穿透因數 (transmission factor) 為 $B_x$ ，而主屏蔽所需厚度為 $n$ 個什一值層 (tenth value layer, TVL)，試問：  
(每小題5分，共10分)  
(一) $B_x$ 為何？  
(二) $n$ 為何？

(請接背面)

類 科：輻射安全

科 目：輻射安全

六、關於惰性氣體<sup>222</sup>Rn及其子核，試問：

(一)<sup>222</sup>Rn有連續4個很短半衰期，且都發射阿伐粒子( $\alpha$  particle)的子核，則<sup>222</sup>Rn的半衰期為何？連續4個很短半衰期的子核為何？(10分)

(二)依據聯合國原子輻射效應科學委員會(UNSCEAR)2012報告，氡氣造成的每人平均輻射劑量為1.26毫西弗/年(mSv/y)，背景輻射造成的每人平均輻射劑量為2.40 mSv/y，為何氡氣會造成占人類每年背景輻射劑量的很大比例？(5分)

七、在「核子反應器設施除役許可申請審核辦法」中，關於核子反應器設施除役計畫，規定應載明十六項事項，除「十六、其他經主管機關公告之事項」之外，試寫出賸餘十五項事項。(15分)

八、以NaI(Tl)測量遭受<sup>137</sup>Cs污染土壤樣本的 $\gamma$ 能譜，在NaI(Tl)無機閃爍體中反覆吸收662 keV的 $\gamma$ 光子而產生光電子數目分布。試問：(每小題5分，共10分)

(一)若解析度(resolution)R為10%，則每個脈衝收集的光電子平均數 $\mu$ 為何？

(二)因為NaI(Tl)閃爍偵檢器每記錄一個事件均伴隨著消耗662 keV的 $\gamma$ 能量，則產生一個光電子所需的能量W值為何？

九、在「醫用診斷型X光機輻射安全測試報告」中，對於X光室之輻射偵測要求為管制區(controlled areas)內操作人員或工作人居占位置之劑量率最高不超過 $10 \mu\text{Sv/h}$ 。試問：(每小題5分，共10分)

(一) $10 \mu\text{Sv/h}$ 如何計算？

(二)當管制區內操作人員或工作人居占位置之劑量率 $\geq 10 \mu\text{Sv/h}$ 時，為使測試結果合格，應如何處置？