

核能安全委員會
114 年度第 1 次「輻射防護師」測驗試題
游離輻射防護專業

一、單選題：(每題 2 分，共 30 分，答錯不倒扣)

- 關於制動輻射，下列敘述何者正確？
 - 制動輻射是由質子與電子碰撞產生的，具有單一能量特徵。
 - 制動輻射具有連續能譜，其最大能量等於入射電子的動能。
 - 當電子方向改變時，不會產生制動輻射。
 - β 粒子在進入物質後會一次性釋放全部能量形成單一制動輻射。
- 下列關於克馬(K)與吸收劑量(D)之敘述何者正確？(假設 b 為作用後所產生之制動輻射所損失的能量比率)
 - $K = D / (1-b)$
 - $D = \Phi (\mu/\rho) (1-b)$
 - $K = \Phi (\mu/\rho) E_{ab}$
 - 在增建區範圍內 $K = D$
- 某一輻射工作人員操作 37 MBq 的 Co-60 點射源，每次衰變放出 2 個光子，胸部配戴之劑量計與此射源的距離 40 cm，請問入射到劑量計的光子通量是多少 cm^{-2} ？
 - 1.84×10^3
 - 3.68×10^3
 - 1.84×10^7
 - 3.68×10^7
- 比例計數器常用之 P-10 氣體所含之甲烷(CH_4)組成占比為多少%？
 - 10
 - 20
 - 80
 - 90
- 急性輻射曝露中所使用的 $\text{LD}_{50/30}$ ，代表下列何者？
 - 在 30-50 天內尚有 50% 存活的劑量
 - 在 50 天內發生 30% 存活的劑量
 - 在 30-50 天內發生 50% 死亡的劑量
 - 在 30 天內發生 50% 死亡的劑量
- 若一名輻射工作人員受到 0.5 MeV γ 射線全身均勻照射，所得吸收劑量為 0.2 mGy，下列敘述何者為真？
 - 等價劑量為 0.05 mSv
 - 等價劑量為 0.5 mSv
 - 有效劑量為 0.2 mSv
 - 有效劑量為 0.5 mSv
- 某一放射性樣品計測 3 分鐘得 1200 cpm，請問其計數率百分標準差為多少%？
 - 0.67
 - 1.67
 - 0.28
 - 2.8
- 一個 4 MeV 的質子在水中碰撞產生一個最大能量(Q_{max})為多少 keV 的 δ 射線(即被擊出之電子)？
 - 3.7
 - 4.7
 - 6.7
 - 8.7

9. 根據 ICRP 103 號報告，質子的輻射加權因數為多少？ (1) 1 (2) 2 (3) 10 (4) 20
10. 下列關於半導體偵檢器的敘述何者正確？
 (1) Ge 原子具有 5 個價電子。 (2) Si 的 W 值為 35 eV/離子對。
 (3) 度量輻射常使用逆向偏壓。 (4) Si 加入少量 B 為 n 型半導體。
11. 某種細胞的存活曲線符合線性二次模型(linear-quadratic model)，其 $\alpha = 0.1 \text{ Gy}^{-1}$ 、 $\beta = 0.05 \text{ Gy}^{-2}$ ，請問單次照射多少 Gy 時線性與二次細胞致死的貢獻一樣，此劑量下細胞的存活比例約為多少？ (1) 0.5、94% (2) 0.5、6% (3) 2、67% (4) 2、74%
12. 在不考慮增建因數下，某輻射工作人員與 Cs-137 射源的距離減少一半，工作時間縮短一半，且增加使用 3 個半值層厚的鉛板衰減，則曝露量變為原來的幾倍？
 (1) 1/16 (2) 1/8 (3) 1/4 (4) 1/2
13. 有一碳壁為材料的游離腔，在碳裡面有一個小體積 $V \text{ cm}^3$ 之空氣腔，這塊碳曝露在鈷-60 所發射的加馬射線裡，在空腔裡產生和收集到 X 庫侖之電量，已知空氣的質量阻擋本領= S_{air} ，碳的質量阻擋本領= S_{C} ，空氣的密度= $\rho \text{ g/cm}^3$ ，在空氣中平均游離 1 離子對需 W eV，請問空氣腔若填充碳材料，則此填充碳材料的吸收的劑量(Gy)？
 (1) $\frac{1000 \cdot X \cdot W}{\rho V} \cdot \frac{S_{\text{C}}}{S_{\text{air}}}$ (2) $\frac{1000 \cdot X \cdot W}{\rho V} \cdot \frac{S_{\text{air}}}{S_{\text{C}}}$ (3) $\frac{1000 \cdot X}{\rho V \cdot W} \cdot \frac{S_{\text{C}}}{S_{\text{air}}}$ (4) $\frac{1000 \cdot X}{\rho V \cdot W} \cdot \frac{S_{\text{air}}}{S_{\text{C}}}$
14. 下列哪些是屬於急性輻射症候群？ A.血液改變 B.脫髮 C.遺傳病 D.皮膚紅腫
 (1)僅 ACD (2)僅 ABD (3)僅 AD (4)僅 BD
15. 試問對 1 kg 的水照射 1 Gy 的劑量，會使其溫度上升幾°C？(1 J 約等於 0.24 cal)
 (1) 4.2 (2) 4.2×10^{-3} (3) 2.4×10^{-1} (4) 2.4×10^{-4}

二、計算問答題：(每題 10 分，共 70 分)

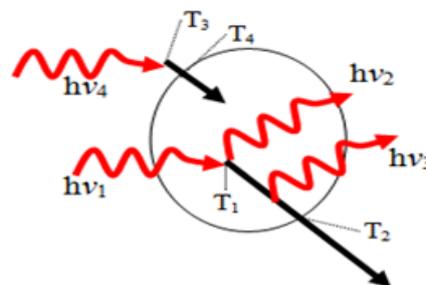
1. 某人使用 5 年前購買 $0.25 \mu\text{Ci}$ 的 ^{60}Co ($T_{1/2}=5.26 \text{ yr}$) 為標準射源，做蓋革計數器計數效率的實驗，結果以蓋革計數器測得標準射源活度為 $2 \times 10^4 \text{ cpm}$ 。假設此蓋革計數器的無感時間為 $300 \mu\text{s}$ ，試問：
 (1) 請計算此計數器因為無感時間所損失的比率為多少%？
 (2) 請計算此計數器的計數效率為多少%？

2. 光子和物質產生康普吞效應時，康普吞電子動能(K)和入射光子能量(E)之關係式如下，

$$K = E \left(\frac{\alpha(1 - \cos \theta)}{1 + \alpha(1 - \cos \theta)} \right)$$

試問：

- (1) α 和 θ 代表的含意。
 - (2) 散射光子能量(E')和入射光子能量(E)之關係式為何？
 - (3) 當 E 為 511 keV 時，散射光子的最小能量為何？
3. 某水泥廠將報廢一顆鈷-60 密封射源，其活度剩 1 Ci，將其置於鉛罐進行貨車運送。鉛罐中心距離司機的位置為 2 公尺，若司機位置的輻射劑量率須小於 0.02 R h⁻¹ 時，請問鉛罐厚度至少須幾公分？（鈷-60 曝露率常數為 13.2 R cm² h⁻¹ mCi⁻¹ 鉛密度 11.3 g cm⁻³，鈷-60 光子的與鉛作用的質量衰減係數 0.0581 cm²g⁻¹，不考慮增建因數）
4. 在空氣中，1 MeV 光子束($\mu_{en} = 0.0280 \text{ cm}^{-1}$)和 0.1 MeV 光子束($\mu_{en} = 0.0233 \text{ cm}^{-1}$)產生相同的劑量，試問：(1)兩光子束能通量的比率是多少？ (2)兩光子束通量的比率是多少？
5. (1)請詳細說明屏蔽快中子射束的各過程與其原理，並列出相對應之常用材料。
 (2)快中子與人體軟組織作用的機制為何？
 (3)熱中子與人體軟組織作用的機制中，哪一種機制中會釋出質子？
6. 若一能量 $h\nu_1 = 600 \text{ keV}$ 之光子在 1 μg 靶體積內發生康普吞效應，散射光子能量 $h\nu_2$ 為 450 keV，產生之康普吞電子初始動能 T_1 為 150 keV；該電子在靶體積中發射出能量 $h\nu_3$ 為 10 keV 之制動輻射（於靶體積內無任何交互作用），該電子離開靶體積時尚有 50 keV 之動能 T_2 。同時有另一能量 $h\nu_4$ 為 80 keV 之光子在靶體積外發生光電效應，產生之光電子初始動能 T_3 約為 80 keV，此光電子進入靶體積時之動能 T_4 為 50 keV。請計算在此過程(如下圖)中靶體積內之(1)吸收劑量(μGy)、(2)總克馬(μGy)。



7. 某一實驗室規劃將使用銨-90 (⁹⁰Sr)放射性物質，請說明：
- (1)其衰變所產生之子核為何？
 - (2)請簡述對 ⁹⁰Sr 及其子核應有之屏蔽考量。