

行政院原子能委員會  
108 年度第 2 次「輻射防護員」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)

1. 下列關於半導體偵檢器的敘述何者錯誤？  
(1) Si 原子具有 4 個價電子 (2) Ge 的 W 值為 35 eV/離子對 (3) 在輻射度量時，加在半導體 n-p 接合處 (n-p junction) 的偏壓是反向的 (4) 在 Ge 晶體中，加入少量有 5 個價電子的 As，生成的半導體為 n 型半導體
2. 下列何種放射性物質侵入人體內後，會積滯於骨頭處？ (1) 碘 (2) 鋇 (3) 鉍 (4) 氚
3. 使用布拉格-戈雷空腔理論計算吸收劑量時，會用到下列哪一種物理量？  
(1) 組織加權因數 (2) 曝露率常數 (3) 質量阻擋本領比值 (4) 輻射加權因數
4. 某人做了 50 次輻射計數值度量，結果呈現一高斯分布，若平均計數值為 500，標準差為 25。若再進行一次計數，其結果大於 549 之機率為多少%？  
(1) 2.5 (2) 5 (3) 10 (4) 25
5. 下列何者並非輻射生物學中細胞效應的 4R？  
(1) 修復(Repair) (2) 再氧化(Reoxygenation)  
(3) 再發生(Recurrence) (4) 再分佈(Redistribution)
6. 一位 80 公斤的工作人員，全身接受 X 光均勻照射，吸收劑量為 4 Gy，請問換算為熱量為幾卡？(已知 1 卡可產生 4.18 焦耳) (1) 67 (2) 77 (3) 87 (4) 97
7. 關於中子的敘述，下列何者錯誤？  
(1) 中子質量約等於 1 原子質量單位 (atomic mass unit) (2) 中子捕獲的截面 (cross section) 隨中子速度增加而增加 (3) 水可作為快中子的緩和劑 (4) 中子屬於間接游離輻射，穿透能力強
8. 重荷電粒子輻射與物質作用時，其動能與能量轉移的關係是？  
(1) 高動能導致能量轉移以電磁輻射形式展開 (2) 高動能有助於能量轉移 (3) 動能高低不影響能量轉移 (4) 能量轉移和重荷電粒子的動能成反比
9. 若以  $\mu/\rho$  表示質量衰減係數，其單位為  $\text{m}^2/\text{kg}$ ，以  $N_e$  表示每克的電子(electron)數，Z 表示物質的原子序數，當電子的衰減係數( $\mu_e$ )以  $\text{m}^2/\text{electron}$  為單位時，其值為下列何者？  
(1)  $\frac{\mu}{\rho} \cdot \frac{1}{N_e}$  (2)  $\frac{\mu}{\rho} \cdot \frac{1}{1000N_e}$  (3)  $\frac{\mu}{\rho} \cdot \frac{Z}{N_e}$  (4)  $\frac{\mu}{\rho} \cdot \frac{Z}{1000N_e}$

10. Fricke 劑量計常使用的 G 值與何種濃度有關？ (1) Fe (2) Fe<sup>2+</sup> (3) Fe<sup>3+</sup> (4) Fe<sup>4+</sup>

11. 輻射偵檢器若要量測個別輻射的能量必須在何種模式下操作？

(1) 電流模式 (2) RMS 模式 (3) Campbelling 模式 (4) 脈衝模式

12. <sup>60</sup>Co 核種之比加馬常數(specific gamma ray constant) Γ 值約為多少

$$\frac{R \cdot \text{cm}^2}{h \cdot \text{mCi}} ? \left( \text{空氣質量吸收係數為 } \mu_{\rho, \text{air}} = 0.0268 \left( \frac{\text{cm}^2}{\text{g}} \right) \right)$$

(1) 18.4 (2) 13.0 (3) 8.25 (4) 3.30

13. 一個原子質量單位 (amu) 若完全轉換為能量，約為多少 MeV？

(1) 931 (2) 2.044 (3) 0.511 (4) 1.022

14. 下列何者為選擇鎢當 X 光機靶材料的主要原因之一？

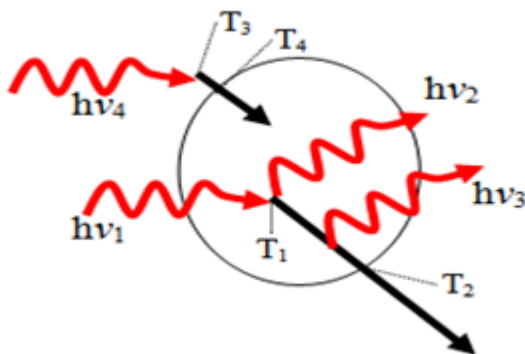
(1) 熔點低 (2) 密度低 (3) 不導電 (4) 原子序大

15. 加馬光子的能量為 300 keV、通量率為 1000 /cm<sup>2</sup>·s，空氣的質量能量吸收係數為 0.0287 cm<sup>2</sup>/g，請問曝露率(C/kg·s)最接近下列何者？

(1) 28.7 (2) 8610 (3) 1.38×10<sup>-9</sup> (4) 4.06×10<sup>-11</sup>

## 二、計算問答題：(每題 10 分，共 70 分)

1. 下圖為 1μg 靶物質(圓圈中的體積)經光子輻射照射的能量傳遞情形，若能量  $h\nu_1=300$  keV 之光子在靶體積內發生康普吞效應，散射光子能量為  $h\nu_2=100$  keV 及所產生之康普吞電子初始動能為  $T_1=200$  keV；該電子在靶體積中發射出  $h\nu_3=30$  keV 之制動輻射(逸出靶體積，而無任何之相互作用於靶體積內)，該電子在離開靶體積時尚有  $T_2=80$  keV 之動能。同時另有一能量  $h\nu_4=100$  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為  $T_3=100$  keV，此光電子進入靶體積時之動能為  $T_4=60$  keV。請計算在此過程中靶體積內之 (a) 吸收劑量=? μGy (b) 總克馬=? μGy



2. 有一個 1 Ci 活度的  $^{137}\text{Cs}$  點射源， $\Gamma$  常數為  $0.33 \text{ R}\cdot\text{m}^2/(\text{h}\cdot\text{Ci})$ ，若要使距此射源 1 m 處的曝露率不超過 2 mR/h，則至少需要多少 cm 的鉛板作為屏蔽？  
(鉛對  $^{137}\text{Cs}$  的加馬射線衰減係數  $\mu = 1.24 \text{ cm}^{-1}$ )
3. 說明放射性物質侵入體內的途徑及相對應之防護方法。
4. 現有兩種材質的 TLD，LiF 與  $\text{CaF}_2$ ，若同時用來偵測某一低能量光子輻射時 (100 keV 以下)，何者的靈敏度較高 (即計讀值較大)？為什麼？
5. 試說明(a)特性 X 射線、(b) $\gamma$  射線、(c)鄂惹電子 (Auger electron) 及(d)內轉換 (internal conversion) 電子，各是如何產生？
6. 總直線衰減係數  $\mu$  可以右式表示： $\mu = \tau + \sigma_{\text{coh}} + \sigma_{\text{inc}} + \kappa$ ；請說明式中  $\tau$ 、 $\sigma_{\text{coh}}$ 、 $\sigma_{\text{inc}}$ 、 $\kappa$  之作用截面分別是來自於光子與物質的何種作用之貢獻？
7. 當 Cs-137 蛻變成 Ba-137 時，會放出 662 keV 的  $\gamma$  射線，若 Ba-137 K 層及 L 層電子的束縛能分別為 38 keV 和 6 keV，請 (a)計算所產生  $\gamma$  射線的頻率與波長為多少？ (b)計算由 K 層打出的內轉換電子之能量為多少 keV？ (普朗克常數  $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ Js}$ )