

行政院原子能委員會
107 年度第 2 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)

1. 試樣 A 測得 3000 個計數，試樣 B 測得 200 個計數，則此二試樣之計數比值 (A/B) 的百分標準差約為多少%？ (1) 9.0 % (2) 7.3 % (3) 5.5 % (4) 6.4 %
2. 使用蓋革計數器度量 A 射源、B 射源、A 射源加 B 射源之淨計數率分別為 2000 cps、3000 cps 及 4880 cps，請計算鑑別時間(resolving time)為若干秒？
(1) 1×10^{-6} s (2) 5×10^{-6} s (3) 1×10^{-5} s (4) 5×10^{-5} s
3. 能量 1.25 MeV 的光子數量 10^4 個，入射一厚度為 10^{27} atom/m² 的碳板，已知 1.25 MeV 光子對碳的質量衰減係數為 0.00569 m²/kg，請計算與此碳板發生作用的光子數量？
(1) 1072 (2) 3542 (3) 6458 (4) 8928
4. 今有一腫瘤含 10^6 個細胞，在接受 5.0 Gy 劑量後，其存活數量為 10^5 個細胞，試問平均致死劑量(mean lethal dose) D_0 為何？
(1) 0.75 Gy (2) 1.50 Gy (3) 2.17 Gy (4) 3.67 Gy
5. 下列何者之熱中子作用截面最大？ (1)鉛 (2)硼 (3)鎳 (4)銅
6. 某員操作一 Co-60 輻射源，若將工作距離減少一半，工作時間減少一半，再使用一個半值層(HVL)厚度的鉛屏蔽，請問其曝露量為原來的幾倍？
(1) 1/4 (2) 1/2 (3)相同 (4) 2
7. X 光屏蔽中所定義的工作負荷(Workload)其單位為何？
(1) mR · mA/week (2) kVp · mA/week (3) mR · min/week (4) mA · min/week
8. 關於相對生物效應(RBE)的敘述，下列何者錯誤？
(1) $RBE = D_x/D$ ，D 為一輻射產生某一特定生物終點(biological endpoint)的劑量， D_x 是指 250 kVp 標準 X 射線產生相同生物終點的劑量
(2)輻射的直線能量轉移(LET)超過 100 keV/ μ m 時，LET 愈高、RBE 值愈大
(3)分次照射的次數會改變 RBE 值
(4) RBE 值會隨生物終點的不同而改變
9. 下列何種輻射的輻射加權因數(W_R)最大？
(1) 250 keV X 光 (2) 14 MeV 中子射束 (3) 150 MeV 質子射束 (4) 2.5 MeV 阿伐射束

10. 關於輻射的直接作用(direct action)及間接作用(indirect action)的敘述，下列何者錯誤？
 (1)間接作用是輻射先和靶分子以外的分子作用 (2)直接作用的機率大於間接作用的機率 (3)間接作用會產生自由基 (4)直接作用的初始游離發生在靶分子
11. 一非破壞檢查公司購得一工業用 ^{192}Ir 射源(半化期：74 天)，其標示的活度為 80 mCi，如果此射源在衰變成 740 MBq 以前都可用來檢查，則此射源約可再使用多少天？
 (1) 74 (2) 120 (3) 148 (4) 185
12. 下列關於偵檢器的敘述，何者正確？
 (1)蓋革計數器所用的工作電壓較比例計數器低 (2)比例計數器所用的 P-10 氣體為 10 %氫及 90 %甲烷 (3)鍍(鋰)偵檢器需於 196 度 K 之溫度環境下使用 (4) γ 射線會使化學劑量計(Fricke dosimeter)的 2 價鐵離子變成 3 價鐵離子
13. 若利用 ^6LiF 熱發光劑量計度量中子，試問會產生哪些核反應的產物？
 (1) α 、 ^2H (2) ^7Be 、 γ (3) α 、 ^1p (4) ^3H 、 α
14. 設某物質原子核內的核子數為 A，中子與物質原子核進行彈性碰撞，則中子轉移給原子核的平均能量比例 f ，下列式子何者正確？
 (1) $f = \left(\frac{A-1}{A+1}\right)^2$ (2) $f = \frac{A^2+1}{(A+1)^2}$ (3) $f = \frac{2A}{(A+1)^2}$ (4) $f = \frac{4A}{(A+1)^2}$
15. 能量為 45 keV 之光子射束，穿透 4.5 cm 厚的鉛屏蔽後，強度剩入射強度的 1/20，則鉛對此光子射線的半值層為多少公分？ (1) 1.33 (2) 1.04 (3) 1.71 (4) 2.00

二、計算問答題：(每題 10 分，共 70 分)

1. 假設一碳壁游離腔，空氣腔體積為 1 cm^3 ，置於水假體內，受到 Co-60 加馬射線的曝露，在空氣腔內產生 3×10^{-7} 庫倫的電量，求(a)空氣腔內空氣的吸收劑量、(b)游離腔碳腔壁的吸收劑量、(c)水的吸收劑量。(假設碳壁厚度略大於電子的射程，且游離腔很小，滿足布拉格-戈雷空腔理論；空氣在標準狀態下 $\rho_{air} = 1.293\text{ kg/m}^3$ 、 $W = 33.85\text{ eV/ip}$ 、 $\bar{S}_{carbon}^{water} = 0.998$ 、 $\bar{S}_{air}^{carbon} = 1.009$ 、 $\left(\frac{\bar{\mu}_{ab}}{\rho}\right)_{carbon}^{water} = 1.111$ 、 $\left(\frac{\bar{\mu}_{ab}}{\rho}\right)_{air}^{carbon} = 1.121$)
2. 度量鉛對 10 MeV 中子的截面，發現 1 cm 厚的鉛吸收體穿透的中子通率為初始值的 54.5 %。試計算其微觀截面與巨觀截面。(鉛的原子量是 207.1，比重 11.3)

3. 某實驗室使用 2 mCi 的 ^{32}P 產生 20 公升廢液，及 0.01 mCi ^{137}Cs 產生 50 公升廢液，假設洗滌廢液活度皆為原先活度的 1/500。兩者之混合廢液再放置 2 個月，請問該混合廢液中 ^{32}P 及 ^{137}Cs 的濃度各為多少？混合廢液能否排放出去？（註： ^{32}P 之半化期 14.3 天，排放限值為 0.3 Bq/ml， ^{137}Cs 之半化期 30 年，排放限值為 0.09 Bq/ml）
4. 一顆 9 Ci 的 ^{60}Co 射源掉落出其屏蔽容器，操作員在射源周圍 3 米處布置了示警隔離樁與隔離繩，共花了 30 秒，然後以 2 m/s 之速度遠離射源到無窮遠處請求協助。
(1)此操作員在布置示警隔離樁與隔離繩期間之吸收劑量為多少？(2)操作員布置完離開隔離繩後，所受到的劑量為多少 μSv ？(^{60}Co 的比加馬劑量常數為 $8.53 \times 10^{-11} \frac{\text{Gy} \cdot \text{m}^2}{\text{MBq} \cdot \text{s}}$)
5. 將某放射性樣品置於計數器內，測量 5 分鐘，測得數目為 1200。取走該樣品後，測量背景值 60 分鐘，測得數目為 2400。假設計數時間的百分標準差均為 1%；計數器的效率均為 0.25，標準差為 10%。(a)求此樣品的淨計數率及其標準差(以 cpm 表示)。(b)求此樣品的活度及其標準差(以 Bq 為單位)。
6. 某 X 光機管制區工作人員操作機台前(人員位置)測得之有效劑量率為 0.1 mSv/h，若已知鉛對此輻射的衰減係數是 0.77 cm^{-1} ，考慮輻射工作人員每年工作 2000 小時，今擬於輻射源與操作機台間設置一層鉛屏蔽，此鉛屏蔽厚度至少應達多少公分以上，才能使工作人員有效劑量於每年正常作業情況下均能小於 20 mSv？
7. 游離輻射一次大量曝露對生物體的全身曝露確定效應，可分為急性效應(acute effects)與延遲效應(delayed effects)。請回答下列問題：
(1)急性輻射症候群可簡化分為哪三類？共同的病症現象是甚麼？
(2)請說明至少兩種延遲之確定性效應病症。