

核能安全委員會
112 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)

- 對 10^{11} 個腫瘤細胞照射 45 Gy 的劑量，則約有多少個腫瘤細胞存活？ (D_0 值為 2.2 Gy)
(1) 1 (2) 10 (3) 100 (4) 1000
- 生物鑑定法收集人體尿液進行體內污染檢測，通常使用何種偵檢器？
(1)熱發光劑量計 (2)蓋革偵檢器 (3)液態閃爍偵檢器 (4)劑量筆
- 根據 UNSCEAR 2000 年的報告，造成個人平均年有效劑量的主要人造輻射來源為何？
(1)氫氣 (2)醫療輻射 (3)大氣核子試爆 (4)核能電廠
- 一活度為 10^3 Bq 的長半化期阿伐射源(能量為 6 MeV)，均勻分布於重量 100 克的器官中，則此射源對器官造成之等價劑量率為多少 mSv/d？
(1) 0.83 (2) 1.66 (3) 8.3 (4) 16.6
- 下列何者是 Th-232 衰變的子核種？
(1) Th-230 (2) Ra-226 (3) Rn-220 (4) Bi-214
- 下列敘述何者正確：
(1)正子蛻變時，母核和子核互為同位素
(2)正子蛻變時，母核的中子數比子核多 1
(3)要產生正子蛻變，母核原子的質量必須比子核原子的質量至少多 2 個電子的質量
(4)正子產生互毀作用(annihilation)時，會產生 2 個 1.02 MeV 能量的光子
- 有一 5 MeV 的光子進入 1 克的靶，發生成對發生作用，電子的初始動能為 2 MeV，離開靶時能量為 0.4 MeV，正子最後停在靶內並產生互毀輻射，此互毀輻射皆逸出靶。若此過程中特性輻射與制動輻射均忽略不計，則下列敘述何者正確？
A.能量吸收為 3.978 MeV B.能量轉移為 3.978 MeV C.吸收劑量為 6.365×10^{-7} mGy
(1)ABC (2)僅 BC (3)僅 B (4)僅 C
- γ 能譜分析常見一康普吞邊緣 (Compton edge)，此現象是因 γ 射線進行哪一角度康普吞散射所造成的結果？ (1) 0° (2) 60° (3) 90° (4) 180°

9. 有關中子特性，下列何者為真？
- (1)常使用鉛使快中子減速
 - (2)快中子比熱中子容易產生中子捕獲
 - (3)中子與物質產生非彈性碰撞時，會伴隨有 γ 射線產生
 - (4) ^{113}Cd 發生中子捕獲後，會產生 ^{114}Cd 及發射出高能量的質子
10. 已知 1 MeV 的光子射線與空氣作用的質量吸收係數 $(\mu_{\text{en}}/\rho)_{\text{air}}$ 為 $0.00279 \text{ m}^2 \cdot \text{kg}^{-1}$ ，則欲產生 1 倫琴曝露量需要 1 MeV 光子的能通量為多少 $\text{J} \cdot \text{m}^{-2}$ ？
- (1) 3.05 (2) 3.14 (3) 3.37 (4) 3.59
11. 1.17 MeV 的 γ -ray 進入一固體閃爍偵檢器內，且將此能量完全損失在晶體內，假設此螢光晶體要產生一對激子(exciton) 需要耗費 5 eV 的能量，且在激發的過程中，僅有 20% 會產生可見光進入光陰極，如果光陰極產生光電子的效率約為 10%，且光電子會經過 20 次的次陽極(dynodes)，每次放大一倍，再進入前置放大器，假設前置放大器的電容為 20 pF，則輸出的脈衝應為多少伏特？ (1) 13.1 (2) 26.2 (3) 39.3 (4) 52.4
12. 人體接受急性輻射照射後會有一些早期症狀出現，稱為先兆症候群(prodromal syndrome)。下列哪些是先兆症候群的症狀？A.噁心 B.嘔吐 C.腹瀉 D.暈眩
- (1)僅 ABC (2)僅 ABD (3)僅 BCD (4) ABCD
13. 重帶電粒子產生布拉格尖峰的原因為何？
- (1)能量下降時，線性衰減係數上升 (2)能量下降時，線性衰減係數下降
 - (3)能量下降時，限制阻擋本領上升 (4)能量下降時，限制阻擋本領下降
14. 已知某物質之密度為 $\rho \text{ g/cm}^3$ ，在物質內平均產生一離子對需能量 $W \text{ eV}$ ，若輻射在體積為 $V \text{ cm}^3$ 的物質中，造成 E 焦耳能量的沉積(deposit)，則請問該物質的吸收劑量(Gy)為：
- (1) $\frac{W \cdot E}{V \cdot \rho}$ (2) $\frac{1000 E}{V \cdot \rho}$ (3) $\frac{6.25 \times 10^{15} \cdot E}{W \cdot V \cdot \rho}$ (4) $\frac{6.25 \times 10^{18} \cdot E}{W \cdot V \cdot \rho}$
15. 在 30 天內發生 50% 死亡的致死劑量，以下列何者表示？
- (1) $\text{TD}_{30/50}$ (2) $\text{LD}_{30/50}$ (3) $\text{TD}_{50/30}$ (4) $\text{LD}_{50/30}$

二、計算問答題：(每題 10 分，共 70 分)

1. 一個質量為 3 克的 ^{32}S 樣品受到快中子照射，照射通量為 $150 /(\text{cm}^2 \cdot \text{s})$ 。已知 $^{32}\text{S}(n, p) ^{32}\text{P}$ 的反應截面為 0.200 邦， ^{32}P 的半化期為 14.3 天，請問：
 - (1) ^{32}P 的最大活度(Bq)
 - (2) 若想使 ^{32}P 的活度達到最大值的 3/4，需要照射幾天？

2. 一個 1 mCi 的 ^{60}Co 點射源，距其 1 cm 處的空氣克馬率(air kerma rate)為多少 Gy/h？
($\mu_{\text{tr}}/\rho = 2.67 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{kg}$ ， $1 \text{ eV} = 1.6 \times 10^{-19} \text{ J}$)
3. 電子加速器運轉時，若手臂被 4 MeV 的電子束照射 3 秒，此時被照射的部位平均吸收劑量為多少戈雷(Gy)？(電子射束: 3×10^7 個電子/秒，電子射束的直徑=3 mm，電子在手臂的能量損失為 $2 \text{ MeV}\cdot\text{cm}^2/\text{g}$ ，假設手臂的密度為 1.05 g/cm^3)
4. (1)請解釋何謂推定空氣濃度？
(2) ^{22}Na 的吸入每單位攝入量放射性核種劑量轉換因數為 $2.0 \times 10^{-9} \text{ Sv/Bq}$ ，請以此條件計算輻射工作人員的推定空氣濃度管限制度(Bq/m^3)為多少？
5. 以 HPGe 偵檢器度量 511 keV 單能量的光子能譜，請問光電峰(photopeak)，康普吞邊緣(Compton edge)及回散射峰(backscattered peak)分別位於多少能量？
6. 一個從 ^{210}Po 釋放的 α 粒子(動能 5.3 MeV)經過氫分子時(α 粒子距離外層電子距離為 0.4 \AA)，將氫軌道上的電子游離，請計算被游離電子的動能為多少 eV？(氫分子的游離位能(ϕ)為 4.06 eV ，游離粒子轉移給軌道電子的能量可由下列方程式計算
- $$\Delta E = \frac{2(9 \times 10^9 \times Q \times q)^2}{m \alpha^2 v^2}$$
7. 銫-137 的蛻變圖如下，請利用蛻變圖計算下列的相關問題：
- (1)如果有 $1 \mu\text{g}$ 的銫-137 經過一天的蛻變，所釋放的總 γ 能量為多少 MeV？
(2)如果這 $1 \mu\text{g}$ 的銫-137 累積在 1 公斤的物質內，請計算一天的蛻變過程中 β^- 粒子對此物質所造成的吸收劑量為多少 Gy？(假設所有 β^- 的能量都被吸收)

