

行政院原子能委員會
109 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)

1. Cs-137 的 Γ 值為 $0.33 \text{ R m}^2/\text{Ci} \cdot \text{h}$ ，則距離 2 mCi 的 Cs-137 點射源 1.5 公尺處之劑量率約為多少 Gy/h？ (1) 2.6×10^{-6} (2) 2.9×10^{-4} (3) 2.6×10^{-3} (4) 2.9×10^{-1}
2. 有一放射試樣計測 10 分鐘得 2500 計數，則其計數率之百分標準差(%)為多少？ (1) 2% (2) 2.2% (3) 4.2% (4) 0.2%
3. STP (0 °C, 1 atm) 下，氡 222 ($t_{1/2} = 3.8 \text{ d}$) 與 1g 鐳 226 ($t_{1/2} = 1600 \text{ y}$) 達成長期平衡(secular equilibrium) 時的體積為多少 cm^3 ？ (1) 6.4×10^{-7} (2) 2.34×10^{-4} (3) 6.4×10^{-4} (4) 2.34×10^{-1}
4. 下列何種輻射具有最大的氧增比(Oxygen Enhancement Ratio, OER)？ (1) ^{60}Co γ -ray (2) 100 kVp X-ray (3) 10 MeV 質子 (4) 5 MeV α 粒子
5. 在真空中，1 MeV 光子的速度與下列何者速度相同？ (1) 10 MeV 阿伐粒子 (2) 20 MeV 阿伐粒子 (3) 1 MeV 貝他粒子 (4) 5 keV X 射線
6. 輻射敏感度曲線或存活曲線(survival curve) 中， D_0 係指為使細胞存活率剩下多少%時所需的輻射劑量？ (1) 31 (2) 37 (3) 63 (4) 69
7. 請問以下何種組合，可將抵達偵檢器的散射光子降到最少？
A. 寬射束 B. 窄射束 C. 偵檢器與濾片距離較近 D. 偵檢器與濾片距離較遠
(1) AC (2) BC (3) AD (4) BD
8. 若 0.025 eV 的中子，對一元素原子的吸收截面是 500 邦 (barn)，則 50 eV 的中子，對此元素原子的吸收截面約為多少邦？ (1) 0.25 (2) 11.2 (3) 2.2×10^3 (4) 1×10^6
9. 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 $W \text{ eV}$ ，今輻射在體積為 $V \text{ cm}^3$ 的物質中，造成 E 焦耳能量的沉積(deposit)。請問該物質的吸收劑量(Gy)為：
(1) $\frac{W \cdot E}{V \cdot \rho}$ (2) $\frac{1000E}{V \cdot \rho}$ (3) $\frac{6.25 \times 10^{15} \cdot E}{W \cdot V \cdot \rho}$ (4) $\frac{6.25 \times 10^{18} \cdot E}{W \cdot V \cdot \rho}$

10. 高斯分布的半高全寬(full width at half maximum, FWHM)與標準差(standard deviation, σ)之關係為下列何者？
 (1) $FWHM = 2\sigma$ (2) $FWHM = \sqrt{2\ln 2} \times \sigma$ (3) $FWHM = 2\sqrt{2\ln 2} \times \sigma$
 (4) $FWHM = 2\sqrt{2} \times \sigma$
11. 若某次實驗中可用函數 $S/S_0 = e^{-3.1D}$ 來描述細胞存活，D 為照射劑量，單位為 Gy，試問 LD_{50} 的劑量為多少 Gy？ (1) 0.14 (2) 3.21 (3) 1.45 (4) 0.22
12. 若一放射性核種經過一段平均壽命 (mean life) 時間衰變，則其殘存活度為原來的：
 (1) 80% (2) 75% (3) 50% (4) 36.8%
13. 定義： μ_{en}/ρ 為質能吸收係數， μ_{tr}/ρ 為質能轉移係數，g 代表二次電子動能轉換為制動輻射的能量分率。今有光子數量共 10^6 個與碳作用，每個光子能量 10 MeV，作用共轉移 7.31×10^6 MeV 能量給碳的電子，碳的吸收能量為 7.04×10^6 MeV，請計算 g 值？
 (1) 0.017 (2) 0.025 (3) 0.037 (4) 0.049
14. 不帶電輻射入射到物質，隨著進入物質的深度，克馬的變化下列何者正確？
 (1) 愈深入，克馬逐漸增加 (2) 愈深入，克馬逐漸減少 (3) 克馬逐漸增加，到準電子平衡處達到最大值，然後逐漸減少 (4) 克馬逐漸減少，到準電子平衡處達到最小值，然後逐漸增加
15. 設在標準溫度、氣壓下，空氣中含濃度為 2.4×10^3 Bq/m³ 的 $^{14}\text{CO}_2$ ，試問瀰漫在此氣體中之人體皮膚表面處的等價劑量率(Sv/h)為何？(已知 ^{14}C 之貝他平均能量=0.0495 MeV，人體組織和空氣的質量阻擋本領之比為 1)
 (1) 1.17×10^{-7} (2) 2.16×10^{-7} (3) 2.64×10^{-8} (4) 5.28×10^{-8}

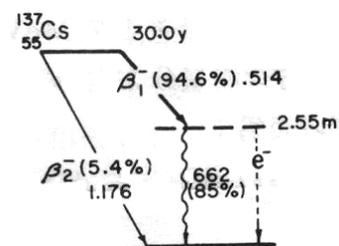
二、計算問答題：(每題 10 分，共 70 分)

1. 某輻射作業場所管制區內新安裝一 X 光機台，於操作機台之人員居站位置進行輻射安全測試，測得輻射劑量率為 1.5 mSv/h，若已知鉛對此作業輻射的衰減係數是 29.7 cm^{-1} ，今擬於 X 光機台設置鉛屏蔽，若不考慮增建因數，請問：
 (a) 此鉛屏蔽厚度至少應達多少公分以上，才能使操作機台處之工作人員劑量於每年正常作業(2000 小時)情況下，可符合工作人員職業曝露之有效劑量限值？
 (b) 如直接在 X 光機覆蓋 0.3 公分厚之鉛屏蔽，工作人員職業曝露之年有效劑量將是多少？
2. 若一 2 cm 厚之介質內均勻混合有 2 種成分，其對 100 keV 光子之直線衰減係數分別為 $\mu_1 = 0.006 \text{ cm}^{-1}$ 、 $\mu_2 = 0.014 \text{ cm}^{-1}$ ，今有 10^7 個 100 keV 之光子入射此介質，請問：
 (a) 有多少會穿透而不發生作用？ (b) 有多少個光子會與 μ_2 之介質發生作用？

3. 一個 2 mg 的 ^{90}Sr (半化期為 29.12 y) 樣品與其子核 ^{90}Y (半化期為 64.1 h) 處於長期平衡 (secular equilibrium) 狀態，試求：

- ^{90}Sr 的活度(Bq)
- ^{90}Y 的活度(Bq)
- ^{90}Y 的質量(g)
- 經過 100 年後該樣品中 ^{90}Y 的活度(Bq)

4. 有一活度為 1 Ci 的 ^{137}Cs 點射源(衰變過程如下圖)，距離此射源 1.0 m 處有一塊碳物質，已知 662 keV 光子與碳作用的質量吸收係數為 $0.00294 \text{ m}^2 \cdot \text{kg}^{-1}$ ，若不考慮貝他，請問此塊碳的吸收劑量率($\mu\text{Gy} \cdot \text{s}^{-1}$)？



5. 光子和物質產生康普吞效應時，散射光子能量(E')和入射光子能量(E)之關係式為

$$E' = E \left[\frac{1}{1 + \alpha(1 - \cos \theta)} \right], \text{ (a) 試述 } \alpha \text{ 和 } \theta \text{ 各自代表的意義 (b) 當 } E \text{ 為 } 662 \text{ keV} \text{ 時，康普吞電子的最大能量為何？}$$

6. 已知 X 與 Y 兩種放射性物質之半化期分別 T_x 與 T_y 、原子質量數分別為 A_x 與 A_y 。

- 求 X 比活度對 Y 比活度之比值？
- 若兩種放射性物質的活度相等，求 X 質量對 Y 質量之比值？
- ^{60}Co 與 ^{226}Ra 之半化期分別為 5.26 年與 1600 年，則 ^{60}Co 比活度是 ^{226}Ra 比活度的幾倍？

7. 若某人上午 11 時遭到 ^{24}Na 體內污染，於中午 12 點抽血測得 ^{24}Na 計數為 2,500 counts/(min · ml)；請問其下午 3 點再抽血計測， ^{24}Na 計數應為多少 counts/(min · ml)？(已知 ^{24}Na 物理半化期= 15 h、生物半化期= 12 h)