

核能安全委員會  
113 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. 某一偵檢器的 Fano factor 為 0.3，偵檢器所偵測到的電荷載體(charge carrier)為 50000 個，請問此偵檢器的能量解析度為何？  
(1) 0.1% (2) 0.34% (3) 0.58% (4) 0.71%
2. 下列何者具有最大的相對生物效應(relative biological effectiveness, RBE)？  
(1)  $^{60}\text{Co}$  (2) 25 MeV X-ray (3) 10 MeV 質子 (4) 5 MeV  $\alpha$  粒子
3. 已知水晶體接受 2.5 到 6.5 Gy 之間的劑量，請問經輻射曝露到出現白內障的潛伏期約為？ (1) 0.5 年 (2) 3 年 (3) 8 年 (4) 19 年
4. 若游離腔氣體之  $W = 30 \text{ eV/ip}$ ，則當游離腔電流為  $2.0 \times 10^{-16} \text{ A}$  時，表示游離腔的能量吸收率為多少 eV/s？  
(1)  $6.67 \times 10^{-18}$  (2)  $6.0 \times 10^{-15}$  (3)  $3.75 \times 10^4$  (4)  $1.5 \times 10^{17}$
5. 某人的性腺 ( $W_T = 0.20$ )、膀胱 ( $W_T = 0.05$ )及結腸( $W_T = 0.12$ )分別接受 1 毫西弗、2 毫西弗與 5 毫西弗的等價劑量，其餘器官均未受到曝露，則此人共接受多少毫西弗的有效劑量？ (1) 0.45 (2) 0.90 (3) 1.25 (4) 1.50
6. 若一射源每次衰變僅會發射出一能量為 2753 keV 之加馬射線，以高純鍍偵檢器進行加馬能譜計測，下列何者能量(keV)之能峰不會出現？  
(1) 511 (2) 917 (3) 1731 (4) 2242
7. 計算 X 光輻射屏蔽時，辦公室與實驗室的占用因子(Occupancy factor)為何？  
(1) 1/40 (2) 1/20 (3) 1/2 (4) 1
8. 在單靶一次擊中模型(single target single hit model)中，當照射細胞之輻射劑量等於其平均致死劑量時，細胞存活的百分率為： (1) 25% (2) 37% (3) 50% (4) 63%
9. 若一名輻射工作人員受到 0.5 MeV  $\gamma$  射線均勻照射，造成全身器官之吸收劑量均為 0.1 mGy，下列敘述何者為真？  
(1) 等價劑量為 0.05 mSv (2) 等價劑量為 0.2 mSv  
(3) 有效劑量為 0.1 mSv (4) 有效劑量為 0.2 mSv

10. 若鉛(密度  $11.35 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ )對  $70 \text{ keV}$  光子的質量衰減係數(mass attenuation coefficient)為  $2.8 \text{ cm}^2 \cdot \text{g}^{-1}$ ，則鉛對此光子的半值層 (HVL) 為多少 cm？  
 (1) 0.24 (2) 0.022 (3) 0.014 (4) 0.011
11. 在相同條件下計測某一試樣與標準物質的放射性活度，結果該試樣為  $4000 \pm 100 \text{ cpm}$ ，標準物質為  $1000 \pm 50 \text{ cpm}$ ，則該試樣與標準物質的放射性活度比的標準差為？  
 (1) 0.01 (2) 0.05 (3) 0.22 (4) 2.2
12. 已知鉛的密度為  $11.34 \text{ g/cm}^3$ ，其原子量為 207.21，則每立方公分的鉛的原子數約為：  
 (1)  $3.3 \times 10^{21}$  (2)  $3.6 \times 10^{22}$  (3)  $3.3 \times 10^{22}$  (4)  $3.6 \times 10^{21}$
13.  $5 \text{ mg}$  的  $^{90}\text{Sr}$  ( $T_{1/2} = 28.8 \text{ y}$ )與  $^{90}\text{Y}$  ( $T_{1/2} = 64.2 \text{ h}$ )達到長期平衡時，請問  $^{90}\text{Y}$  有多少克？  
 (1)  $2.6 \times 10^{-7}$  (2)  $1.3 \times 10^{-6}$  (3)  $2.2 \times 10^{-3}$  (4)  $1.1 \times 10^{-2}$
14. 收集工作人員尿液進行體內污染檢測通常使用何種偵檢器？  
 (1)液態閃爍偵檢器 (2)充氣式偵檢器 (3)半導體偵檢器 (4)熱發光劑量計
15. 關於光子射束與物質作用的能譜變化，下列敘述何者正確？  
 A.射束硬化(beam harder)的情形僅存在多能量分布的光子射束  
 B.多能量分布的光子射束經過濾片後，其射束的最高能量會增加  
 C.單一能量光子射束經過濾片後，其射束的平均能量會增加  
 D.光子射束在接觸物質後就因庫倫力的交互作用而降低能量  
 (1)僅 A (2)僅 AB (3)僅 C (4)僅 CD

## 二、計算問答題：(每題 10 分，共 70 分)

1. 某一輻射試樣 5 分鐘的計數值為 5000 counts，同一部量測儀器 2 分鐘背景計數為 100 counts，如果試樣與背景的量測時間為 20 分鐘，則最佳的分配試樣量測時間與背景量測時間各為多少分鐘？
2. 已知  $^{226}\text{Ra}$  的半化期為 1600 年，原子量為 226，質量為 226.025403 amu， $^{222}\text{Rn}$  的質量為 222.017571 amu， $\alpha$ 粒子的質量為 4.002603 amu，試問：  
 (1)  $^{226}\text{Ra}$  衰變為  $^{222}\text{Rn}$  之 Q 值為多少 MeV？  
 (2)若  $^{226}\text{Ra}$  的比活度為  $1 \text{ Ci/g}$ ，則  $^{99\text{m}}\text{Tc}$  (半化期=6.0 h)的比活度為多少 Ci/g？

3. 請證明放射性同位素之平均壽命為  $1/\lambda$ ， $\lambda$  為蛻變常數。
  
4. 一游離腔的腔壁材質為鋁（密度 =  $2.7 \text{ g/cm}^3$ ），氣體空腔體積為  $5 \text{ cm}^3$ （ $\rho_{\text{air}} = 0.001293 \text{ g/cm}^3$ ），而其腔壁對空氣的質量阻擋本領比（mass stopping power ratio）為 1.3，空氣中每產生一個離子對需消耗 34 eV 的能量，若此游離腔之飽和電流為  $8.13 \times 10^{-13}$  安培，根據 Bragg-Gray 空腔理論，求腔壁之吸收劑量率為多少 mGy/h？
  
5. 有一 100 MBq 的  $^{24}\text{NaCl}$  溶液不小心灑到地板上，形成一均勻散佈直徑 40 cm 的圓形。已知  $^{24}\text{Na}$  的比加馬發射常數  $\Gamma$  (specific gamma-ray emission constant) =  $4.36 \times 10^{-7} \text{ Sv}\cdot\text{m}^2\cdot\text{MBq}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$ ，請問在地面圓心上方 1.0 m 處， $\gamma$ -ray 造成的空氣劑量率 (dose-equivalent rate,  $\text{mSv}\cdot\text{h}^{-1}$ )？
  
6. 某放射性同位素之物理半化期為 15 天，生物半化期 45 天，若進入體內之初始活度為 6 mCi，試問 30 天後仍有多少活度保留在體內？
  
7. 以 NaI (Tl) 度量 Cs-137 的  $\gamma$  能譜 (662 keV)，請說明或計算能譜的能量位置：
  - (a) 全能峰 (total energy)
  - (b) 康普吞邊緣 (Compton edge)
  - (c) 回散射峰 (backscattered radiation peak)