

行政院原子能委員會  
101 年度第 1 次「輻射防護員」測驗試題  
專業科目

一、單選題：（每題 2 分，共 30 分，答錯不倒扣）

1. 0.2 毫克(mg)鐳的活度約為多少貝克？

- (1)  $7.4 \times 10^3$  (2)  $7.4 \times 10^6$  (3)  $7.4 \times 10^9$  (4)  $7.4 \times 10^{10}$

解：

(2)

2. 銨-90 的物理半化期為 28 年，若其生物半化期為 28 年，則其有效半化期為： (1)7 年

- (2)14 年 (3)28 年 (4)56 年

解：

(2)

3. 輻射誘發癌症是屬於：

- (1)確定效應 (2)低限效應 (3)機率效應 (4)非機率效應

解：

(3)

4. 下列何者為適合偵測熱中子劑量的熱發光劑量計(TLD)材料？

- (1)  ${}^6\text{LiF}$  (2)  ${}^{40}\text{CaSO}_4$  (3)  ${}^7\text{LiF}$  (4)  $\text{CaF}_2$

解：

(1)

5. 若欲控制年總劑量在 20 mSv，若工作人員每年在管制區內工作 2000 小時，則輻射作業場所管制區之劑量率，每小時最高不得超過多少  $\mu\text{Sv/h}$ ？

- (1) 0.01 (2)0.5 (3)10 (4)100

解：

(3)

6. 互毀輻射產生的光子與物質產生康普吞效應時，其散射光子最小能量約為多少 keV？

- (1)1022 (2)511 (3)340 (4)170

解：

(4)

7. 鉛對光子射線的總衰減係數在那一能量附近有一最低值？

- (1)10 MeV (2)3 MeV (3)300 keV (4)30 keV

解：

(2)

8. 關於增氧比(oxygen enhancement ratio, OER)，下列敘述何者正確？

- (1) 對 X 光而言，高劑量的增氧比為 1.4  
(2) 對 X 光而言，劑量低於 2 Gy，增氧比約為 3  
(3) 當增氧比等於 1 時，就是沒有氧效應

(4) 對中子而言，增氧比為 2.6

解：

(3)

9. 關於輻射度量儀器的特性，下列敘述何者正確？ (1)半導體的價帶 (valence band)與導電帶(conduction band)之間的能階差約為數 keV (2)從光電倍增管之陽極輸出的信號為閃爍光 (3)充電式偵檢器的空乏區(depletion region)是產生游離事件的敏感區 (4)蓋格計數器使用淬熄方法以防止產生假信號

解：

(4)

10. 侖琴是那一種輻射在何種介質內的曝露劑量？ (1)光子在水中 (2)光子在空氣中 (3)帶電的粒子在水中 (4)中子在空氣中

解：

(2)

11. 若某加馬核種的  $\Gamma$  值為  $10^{-4} \text{ mSv} \cdot \text{m}^2/\text{h} \cdot \text{MBq}$ ，當其活度為  $3 \times 10^{10} \text{ Bq}$ ，距離 1.5 公尺處的劑量率為多少  $\text{mSv/h}$ ？

(1)1.33 (2)13.3 (3)1.99 (4)19.95

解：

(1)

12. 有一放射性同位素，其活度為一年前初始量之  $\frac{1}{1.2}$ ，則再兩年後其活度是初始量的多少

倍？ (1) $\frac{1}{1.2}$  (2) $\frac{1}{1.2^2}$  (3) $\frac{1}{1.2^3}$  (4) $\frac{1}{1.2^4}$

解：

(3)

13. 輻射急性效應中胃腸消化道症狀之存活天數大約為多少天？

(1)90~180 天 (2)30~90 天 (3)3~10 天 (4)1 天內

解：

3

14. 利用 Fricke 化學劑量計度量輻射劑量需利用 G 值，G 值之定義為：

(1)每吸收 1 Gy 劑量所生成產物的分子數 (2)每吸收 1 Gy 劑量產生離子對數目  
(3)每吸收 100 eV 輻射能量所生成產物的分子數 (4)產生 1 離子對所吸收之能量

解：

(3)

15. 克馬(kerma)的單位與下列單位何者相同？

(1)活度 (2)曝露 (3)等價劑量 (4)吸收劑量

解：

(4)

## 二、計算問答題：(每題 10 分，共 70 分)

1. 簡述輻射防護使用的 TSD 原則。

解：

TSD 原則為防止體外曝露的方法

時間(Time)：曝露時間儘可能縮短。

屏蔽(Shielding)：用屏蔽物質阻擋輻射。

距離(Distance)：儘量遠離射源。

2. 一取自工廠排放口下游的河水試樣，測 10 分鐘得 225 cpm，另一取自該工廠排放口上游的河水試樣，也測 10 分鐘，得 210 cpm。試問：在 99% 信賴水平內，評估並說明上下游河水試樣的放射活度是否有顯著差異？

解：

$$(225 \text{ cpm} - 210 \text{ cpm}) \pm 2.58 \times \sqrt{\frac{225}{10} + \frac{210}{10}} = 15 \pm 2.58 \times 6.6 = 15 \pm 17 \text{ cpm}$$

∴ 總誤差值大於淨計數率，統計上無顯著差異，

∴ 上下游河水活度無差異。

3. 有一 X 射線束將 2 g 的空氣游離每分鐘產生  $3 \times 10^{-8}$  C(庫倫)的電荷量，請問曝露率為多少 C / kg · hr ?

解：

$$\frac{3 \times 10^{-8} \frac{\text{C}}{\text{分}} \times 60 \frac{\text{分}}{\text{時}}}{0.002 \text{ kg}} = \frac{1.8 \times 10^{-6} \text{ C}}{0.002 \text{ kg} \cdot \text{時}}$$
$$= 9 \times 10^{-4} \frac{\text{C}}{\text{kg} \cdot \text{hr}}$$

4. 若有相同數目的 0.1 MeV 與 1.0 MeV 光子組成的準直加馬輻射束進入 15 cm 厚的混凝土屏蔽牆，試計算穿出該混凝土牆之 1.0 MeV 的光子數與 0.1 MeV 光子數的比值(1.0 MeV / 0.1 MeV)為何？

註：混凝土之  $\mu_{\rho}$  (1.0 MeV) = 0.0635 cm<sup>2</sup>/g， $\mu_{\rho}$  (0.1 MeV) = 0.169 cm<sup>2</sup>/g，混凝土密度

$$\rho = 2.35 \text{ g/cm}^3$$

解：

$$15 \text{ cm 混凝土密度厚度} : 15 \text{ cm} \times 2.35 \text{ g/cm}^3 = 35.25 \text{ g/cm}^2$$

$$\frac{I(1.0 \text{ MeV})}{I(0.1 \text{ MeV})} = \frac{I_0 e^{-0.0635 \text{ cm}^2/\text{g} \times 35.25 \text{ g/cm}^2}}{I_0 e^{-0.169 \text{ cm}^2/\text{g} \times 35.25 \text{ g/cm}^2}} = \frac{0.1066}{2.587 \times 10^{-3}} = 41.2$$

5. 某金屬經中子活化照射兩個半化期後，再經三個半化期衰減，試問其活度為飽和活度的幾分之幾？

解：

$$\begin{aligned}
A &= A_s(1 - e^{-\lambda \cdot t}) \times e^{-\lambda \cdot \Delta t} \\
&= A_s(1 - e^{-\frac{0.693}{T} \times 2T}) \times e^{-\frac{0.693}{T} \times 3T} \\
&= A_s \times (1 - \frac{1}{2^2}) \times \frac{1}{2^3} \\
&= \frac{3}{32} A_s
\end{aligned}$$

6. 輻射照射廠維修時，於距點射源  $^{60}\text{Co}$  為 500 Ci 之 2 公尺外操作，若規定工作人員每天總劑量不得超過 250 mSv，則每天只能工作多少分鐘？ ( $\text{Co-60}$  之  $\Gamma = 1.3 \text{ R} \cdot \text{m}^2 / (\text{h} \cdot \text{Ci})$ )  
解：

$$X = \frac{\Gamma \cdot A}{d^2} \cdot t$$

$$250 \times 10^{-3} \text{ Sv} = \frac{1.3 \times \frac{0.00876 \text{ Sv} \cdot \text{m}^2}{\text{h} \cdot \text{Ci}} \times 500 \text{ Ci}}{2^2} \times t$$

$$t = 0.176 \text{ h} = 10.57 \text{ min}$$

7. 利用 Sr-90 做為產生電能的熱源，若由熱轉換變成電的效率是 30%，則欲產生 50 W (瓦特) 的電力需要多少 g 的 Sr-90？

- 註：(1) Sr-90 半衰期 28.0 年， $^{90}\text{Sr} \xrightarrow{28.0 \text{ 年}} ^{90}\text{Y} \xrightarrow{64 \text{ h}} \text{安定核種}$ ，  
(2) W 的單位 = J / 秒，  
(3) Sr-90 之貝他最大能量 = 0.504 MeV， $^{90}\text{Y}$  之貝他最大能量 = 2.27 MeV，  
(4) 計算產生熱能時，需以平均貝他能量做計算。

解：

因為 Sr-90 與 Y-90 形成長期平衡，故每次 Sr-90 蛻變釋出一個貝他粒子，也必伴隨釋出一個 Y-90 的貝他粒子，貝他總平均能量 =  $\frac{1}{3}(0.504 + 2.27) \text{ MeV} / \text{蛻變}$

$$\frac{1}{3}(0.504 + 2.27) \frac{\text{MeV}}{\text{蛻變}} \times (A) \frac{\text{蛻變}}{\text{秒}} \times 1.6 \times 10^{-13} \frac{\text{J}}{\text{MeV}} \times 0.3 = 50 \frac{\text{J}}{\text{秒}}$$

$$\therefore A = \frac{50}{\frac{1}{3}(0.504 + 2.27) \times 1.6 \times 10^{-13} \times 0.3} = \frac{50}{1.48 \times 10^{-13}} = 1.13 \times 10^{15} \text{ Bq}$$

$$\text{Sr-90 的比活度} = \frac{226 \times 1600}{90 \times 28} = 143.5 \frac{\text{Ci}}{\text{g}} = 5.31 \times 10^{12} \text{ Bq/g}$$

$$\therefore \text{需要 Sr-90 的重量} = \frac{1.13 \times 10^{15} \text{ Bq}}{5.31 \times 10^{12} \text{ Bq/g}} = 2.1 \times 10^2 \text{ g}$$