

行政院原子能委員會  
105 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. 30 keV 的 X 射線主要與鉛產生何種作用？

- (1) 合調散射 (2) 康普頓效應 (3) 光電效應 (4) 成對發生

[解：]

(3)

2. 原子核的(中子數 / 質子數)的比值大很多的核種，通常會進行何種蛻變？

- (1)  $\beta^-$  (2)  $\beta^+$  (3) EC (4) IT

[解：]

(1)

3. 輻射曝露所造成的皮膚紅斑、癌症、不孕、白內障及遺傳效應等生物效應中屬於確定效應的共有幾項？ (1) 1 (2) 2 (3) 3 (4) 4

[解：]

(3)

皮膚紅斑、不孕、白內障

4. 含  $^{10}\text{B}$  或  $^6\text{Li}$  的熱發光劑量計，主要是用於度量下列何者？

- (1)  $\alpha$  粒子 (2)  $\beta$  粒子 (3) 中子 (4) 光子

[解：]

(3)

5. 某 Tc-99m 標定的放射性藥物存在肝臟內的生物半化期為 3 小時，則該放射性藥物在肝臟內的有效半化期為多少小時？(Tc-99m 的物理半化期 6 小時)

- (1) 2 (2) 3 (3) 9 (4) 18

[解：]

(1)

$$(1/3) + (1/6) = 1/t_{\text{eff}}, t_{\text{eff}} = 2 \text{ 小時}$$

6. 下列何者是單一能譜？

- (1) 制動輻射 (2)  $\beta$  衰變放出  $\beta$  粒子  
(3) 特性 X 射線 (4) 光電效應放出之電子

[解：]

(3)

7. 體外曝露之輻射中，下列何者造成眼球水晶體劑量最小？

- (1)加馬射線 (2)貝他粒子 (3)阿伐粒子 (4)快中子

[解：]

(3)

8. 等效劑量是指：

(1) 人體器官或組織之吸收劑量與組織加權因數之乘積

(2) 人體器官或組織之吸收劑量與射質因數之乘積

(3) 人體器官或組織之吸收劑量與輻射加權因數之乘積

(4) 人體器官或組織之吸收劑量與輻射加權因數乘積之和

[解：]

(2)

9. 關於 LiF 熱發光劑量計(TLD) 的敘述，下列何者正確？

(1)環境偵測常選用 TLD-100 (2) TLD-100 較 TLD-100H 靈敏

(3)  $^7\text{LiF}$  可度量中子 (4)  $^6\text{LiF}$  對中子與光子均可度量

[解：]

(4)

10. 1.5 倫琴曝露量大約相當於多少毫戈雷之空氣吸收劑量？(1) 4 (2) 7 (3) 10 (4) 13

[解：]

(4)

$$1.5 \text{ R} \times 0.00876 \text{ Gy/R} = 0.0131 \text{ Gy} = 13.1 \text{ mGy}$$

11. 在標準狀況下，體積為  $1 \text{ cm}^3$  的空氣腔曝露在輻射場中產生  $3.336 \times 10^{10}$  庫倫的電量，求空氣所吸收的劑量為多少 Gy？(空氣密度= $1.293 \text{ kg/m}^3$ ， $W/e=33.85$  焦耳/庫倫)

(1)  $1.02 \times 10^{-2}$  (2)  $5.1 \times 10^{-3}$  (3)  $8.73 \times 10^{-3}$  (4)  $7.51 \times 10^{-4}$

[解：]

(3)

$$1 \text{ Gy} = 1 \text{ J/kg}$$

$$[3.336 \times 10^{10} / (1.293 \times 10^{-6})] \times 33.85 = 8.73 \times 10^{-3}$$

12. 空氣中射程為 2.5 cm 的  $\alpha$  粒子，請問在水中射程為何？(空氣密度= $0.0014 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ )

(1)  $0.7 \mu\text{m}$  (2)  $3.5 \mu\text{m}$  (3)  $7 \mu\text{m}$  (4)  $35 \mu\text{m}$

[解：]

(4)

水的密度為  $\rho_w$ ，水中的射程為  $R_w$ ，空氣密度為  $\rho_a$ ，空氣中的射程為  $R_a$ 。

$$R_w \cdot \rho_w = R_a \cdot \rho_a$$

$$\rho_w = 1 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}, \rho_a = 0.0014 \text{ gcm}^{-3}, R_a = 2.5 \text{ cm}$$

$$R_w = R_a \cdot \rho_a / \rho_w = 0.0035 \text{ cm} = 35 \mu\text{m}$$

13. 細胞受輻射照射時，下列所述何者最可能增加其存活率？

- (1) 增高照射時細胞周圍水的濃度 (2) 增高照射時細胞周圍氧氣的濃度  
 (3) 增高照射時細胞周圍的溫度 (4) 增高照射時細胞周圍硫氫化合物的濃度。

[解：]

(4)

增高水的濃度、周圍的溫度、氧氣的濃度無法有效增強照射時細胞存活率，而硫氫(-SH)化合物有保護效果。

14. 一樣品連同背景一起被計數 10 分鐘，其計數為 10,000，在沒有樣品的存在下又計數背景 10 分鐘，其計數為 900，此樣品的計數率及其標準差為多少 cpm?

- (1)  $910 \pm 6.5$  (2)  $910 \pm 8.6$  (3)  $910 \pm 9.5$  (4)  $910 \pm 10.4$

[解：]

(4)

15. 下列關於克馬(K)與吸收劑量(D)之敘述何者正確？(假設 b 為作用後所產生之制動輻射所損失的能量比率) (1)  $K=D/(1-b)$  (2)  $D=\Phi(\mu/\rho)(1-b)$  (3)  $K=\Phi(\mu/\rho)E_{ab}$  (4) 在增建區範圍內  $K=D$

[解：]

(1)

**二、計算問答題：(每題 10 分，共 70 分)**

1. 下表空格中，請填入核種在  $\alpha$ 、 $\beta^-$ 、 $\gamma$ 、及電子捕獲(EC)衰變後其原子序數(Z)，中子數(N)及質量數(A)之變化量。

衰變模式	Z	N	A
EC	-1	+1	
$\alpha$			
$\beta^-$			
$\gamma$			

[解：]

衰變模式	Z	N	A
EC	-1	+1	0
$\alpha$	-2	-2	-4
$\beta^-$	+1	-1	0
$\gamma$	0	0	0

2. 以 GM counter 計讀某射源五次，計數(含背景)為  $32 \pm 4$ ；另移除射源後，背景計數為  $11 \pm 3$ 。請計算樣品計數的平均值±標準差。

[解:]

$$(32-11) \pm \sqrt{(4)^2 + (3)^2} = 21 \pm 5$$

3. 某人的甲狀腺及性腺分別受到 1 及 2 毫西弗的等價劑量，則其有效劑量為多少毫西弗？

[解:]

$$0.05 \times 1 + 0.2 \times 2 = 0.45 \text{ mSv}$$

4. 扼要解釋下列名詞: (1)特性輻射(characteristic radiation)，(2)鄂惹電子(Auger electron)，(3)螢光產率(fluorescent yield)

[解:]

(1)特性輻射:當原子較內層軌道上的電子被游離，其空洞將被來自較外層之電子所填補，當電子由外層遷移到內層時，將發射出一電磁輻射，此電磁輻射之能量即為歸到能階間的能量差，此電磁輻射亦稱為特性 X 射線。

(2)鄂惹電子:當特性輻射產生後，在某些情況下，特性輻射並沒有發射出去，而是與原子內較外層的電子作用；這些電子帶走受激原子的額外能量而發射出去，此種電子稱為鄂惹電子。鄂惹電子之能量為特性輻射能量與被游離出去電子的軌道束數能的能量差。

(3)螢光產率:發射特性輻射和發射鄂惹電子之相對機率稱為螢光產率  $w$ ，例如:

$$w_k = \text{發射出去 } k \text{ 層特性輻射之數目} / k \text{ 層電子空洞數}$$

5. 已知熱中子與硼-10( $^{10}\text{B}$ )作用的截面是 753 邦(barn)，請問能量 100 eV 的中子與  $^{10}\text{B}$  的作用截面？

[解:]

$$\frac{\sigma_{100\text{eV}}}{\sigma_{\text{熱中子}}} = \frac{\sigma_{100\text{eV}}}{\sigma_{0.025\text{eV}}} = \frac{\sigma_{1000\text{eV}}}{753\text{b}} = \sqrt{\frac{0.025}{100}} = 0.0158$$
$$\therefore \sigma_{100\text{eV}} = 0.0158 \times 753\text{b} = 11.9\text{barn}$$

6. 以 Farmer 游離腔(腔內空氣體積=0.6 cm<sup>3</sup>)置於光子射束場中，每分鐘測得  $3 \times 10^9$  個離子對，請問曝露率每秒多少倫琴？

$$1 \text{ R} = 2.58 \times 10^{-4} \text{ C/kg, 空氣密度為 } 1.293 \times 10^{-6} \text{ kg/cm}^3$$

[解:]

$$\begin{aligned} & [3 \times 10^9 \text{ 離子對} \times 1.6 \times 10^{-19} \text{ C/離子對}] / [0.6 \text{ cm}^3 \times 1.293 \times 10^{-6} \text{ kg/cm}^3 \times 60 \text{ 秒}] \\ & = 1.03 \times 10^{-5} \text{ C/(kg} \cdot \text{秒)} \\ & [1.03 \times 10^{-5} \text{ C/(kg} \cdot \text{秒)}] \times 1 / [2.58 \times 10^{-4} \text{ (C/kg)/(R)}] \\ & = 0.04 \text{ R/秒} \end{aligned}$$

7. 有一個電子具有 2 MeV 的動能，求 (1)總能量 (2)電子的質量約為靜止質量的幾倍 (3)電子速度與光速的比值 (v/c)

[解:]

(1) 總能量 = 電子的動能 + 電子的靜止能量 = 2 MeV + 0.511 MeV = 2.511 MeV

$$(2) \frac{mc^2}{m_0c^2} = \frac{2.511 \text{ MeV}}{0.511 \text{ MeV}} \Rightarrow \frac{m}{m_0} = 4.916$$

$$(3) m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}$$

$$\frac{m}{m_0} = \frac{1}{\sqrt{1 - v^2/c^2}} = 4.916$$

$$\frac{1}{1 - v^2/c^2} = 4.916^2 = 24.167$$

$$24.167 - 24.167 v^2/c^2 = 1$$

$$v/c = 0.979$$