

行政院原子能委員會  
111 年度第 1 次「輻射安全證書」測驗試題  
游離輻射防護專業

一、單選題：(每題 2 分，共 100 分，答錯不倒扣)

1. 核反應  ${}^1_0n + {}^{14}_7N \rightarrow X + {}^{14}_6C$  中，X 為哪一種輻射？

- (1)阿伐( $\alpha$ ) (2)貝他( $\beta^-$ ) (3)正子( $\beta^+$ ) (4)質子(p)

[解：]

(4)

2. 游離輻射中所謂的  $\delta$  射線(delta ray)是指：

- (1)中性的電磁輻射 (2)可產生游離之二次電子 (3)高能量的重荷電粒子  
(4)不具游離性之螢光輻射

[解：]

(2)

3. 下列何者為減緩中子的最佳材料？ (1)石蠟 (2)銅 (3)鐵 (4)鉛

[解：]

(1)

4. 在鈾礦坑工作的工人罹患肺癌的機會較高，其誘發肺癌的最有可能因素為何？

- (1)加馬射線 (2)鈷-六十核種 (3)氬及其子核 (4)鈾元素

[解：]

(3)

5. 發生康普吞散射之後，散射光子的變化為何？

- (1)質量減少 (2)頻率增加 (3)能量增加 (4)波長變長

[解：]

(4)

6. 如果質量為 m，其可轉化之總能量為 E，而光速為 c，則質能互換公式為？

- (1)  $E = m^2c$  (2)  $E = mc^2$  (3)  $E = m^2/c$  (4)  $E = c^2/m$

[解：]

(2)

7. 母核的質量數 A 及原子序 Z，發生  $\beta^-$  衰變時，子核的原子序及質量數變為？

- (1) Z-2, A-4 (2) Z+2, A-4 (3) Z-1, A 不變 (4) Z+1, A 不變

[解：]

(4)

$\beta^-$ 衰變時，核內之一個中子轉化為一個質子，並放出  $\beta^-$  粒子及微中子。

8.  ${}_{92}^{238}\text{U}$  的原子核內有多少個中子？ (1) 92 (2) 146 (3) 238 (4) 330

[解：]

(2)

質量數=質子數(原子序)+中子數；中子數=質量數-質子數=238-92=146

9. 當點射源之活度與射源距離皆變為原來的2倍時，該點劑量率是原來的多少倍？

(1) 0.1 (2) 0.25 (3) 0.5 (4) 0.75

[解：]

(3)

解：  $2 \times (1/2)^2 = 0.5$

10. 所謂光子輻射的成對發生反應，即產生一個電子與下列何者？

(1) 電子 (2) 正子 (3) 質子 (4) 中子

[解：]

(2)

11. 試問 60 年前為 5 Ci 的銫-137，現在距離該射源 5 公尺處的曝露率為多少 mR/h？

( $t_{1/2}=30\text{ y}$ ,  $\Gamma=0.32\text{ R m}^2\text{ Ci}^{-1}\text{ h}^{-1}$ ) (1) 16 (2) 32 (3) 64 (4) 160

[解：]

(1)

$$D = \frac{\Gamma \cdot A}{d^2} = \frac{0.32 \frac{\text{R} \cdot \text{m}^2}{\text{Ci} \cdot \text{h}} \times (5\text{Ci} \times \frac{1}{2^2})}{5^2 \text{m}^2} = 0.016 \text{ R/h} = 16 \text{ mR/h}$$

12. 在標準狀況下，體積為  $1\text{ cm}^3$  的空氣腔曝露在輻射場中，產生吸收能量  $1.13 \times 10^{-8}\text{ J}$ ，若腔內空氣質量為  $1.293 \times 10^{-6}\text{ kg}$ ，求空氣腔所吸收的劑量為多少 Gy？

(1)  $1.293 \times 10^{-6}$  (2)  $8.74 \times 10^{-3}$  (3)  $2.58 \times 10^{-4}$  (4)  $1.46 \times 10^{-3}$

[解：]

(2)

吸收劑量為  $1.13 \times 10^{-8}\text{ J} / (1.293 \times 10^{-6}\text{ kg}) = 8.74 \times 10^{-3}\text{ J kg}^{-1} = 8.74 \times 10^{-3}\text{ Gy}$

13. 在相同吸收劑量下，下列哪一種輻射造成的生物效應最大？

(1) 阿伐粒子 (2) 貝他粒子 (3) 加馬射線 (4) X 射線

[解：]

(1)

14. 下列關於充氣式偵檢器之敘述何者為非？

- (1)比例計數器常使用 P-10 氣體作為填充氣體 (2)游離腔可用於高劑量率輻射場之量測  
(3)游離腔產生脈衝高度與外加電壓大小無關 (4)蓋格計數器可鑑別輻射能量

[解：]

(4)

15. 下列關於  $\alpha$  粒子的敘述何者正確？

- (1)即為氦核 (2)帶三價的正電荷 (3)穿透力差 (4)無法使用鋁板阻擋

[解：]

(3)

16. 若某人的膀胱( $W_T=0.05$ )和性腺( $W_T=0.20$ )分別接受 1 mSv 及 2 mSv 的等價劑量，其餘器官沒有受到曝露，則此人共接受多少有效劑量？

- (1) 0.45 mGy (2) 0.45 mSv (3) 30 mGy (4) 30 mSv

[解：]

(2)

$$1 \times 0.05 + 2 \times 0.20 = 0.45 \text{ mSv}$$

17. 充氣式偵檢器中，哪一種操作電壓最高？

- (1)游離腔 (2)比例計數器 (3)蓋革計數器 (4)高壓游離腔。

[解：]

(3)

18. 經過 1 個什一值層(TVL)與 2 個半值層(HVL)的均質屏蔽後，若不考慮屏蔽材質的增建效應，可將輻射強度降低至多少比例？

- (1) 1/4 (2) 1/40 (3) 1/200 (4) 1/400

[解：]

(2)

$$[解] 1/10 \times 1/2^2 = 1/40$$

19.  $^{137}\text{Cs}$  (能量為 0.662 MeV) 的加馬能譜中，全能峰之半高全寬(FWHM)為 33.1 keV，試問該能譜儀之能量解析度(Energy Resolution)為多少？

- (1) 5 % (2) 10 % (3) 15 % (4) 20 %

[解：]

(1)

$$\text{能量解析度} = \frac{FWHM}{E} = \frac{33.1}{662} = 0.05$$

20.  $^{32}\text{P}$  蛻變主要釋放何種輻射？ (1)  $\alpha$  (2)  $\beta^-$  (3)  $\beta^+$  (4)  $\gamma$

[解：]

(2)

21. 下列何種核反應式是錯誤的？

(1)  $^2\text{H}(\text{d},\text{n})^3\text{He}$  (2)  $^7\text{Li}(\text{p},\text{n})^7\text{Be}$  (3)  $^{10}\text{B}(\text{n},\alpha)^7\text{Be}$  (4)  $^3\text{H}(\text{d},\text{n})^4\text{He}$

[解：]

(3)

$^{10}\text{B}(\text{n},\alpha)^7\text{Li}$

22. 輻射生物學中的 4R，下列何者不包含在內？

(1) repair (2) repopulation (3) redistribution (4) relative biological effectiveness

[解：]

(4)

23. 下列哪一種輻射的能量為連續分布？

(1) 特性 X 光 (2) 阿伐粒子 (3) 貝他粒子 (4) 加馬輻射

[解：]

(3)

24. 快中子與下列何種物質彈性碰撞時所平均損失的能量最大？

(1) 鋁 (2) 氫 (3) 鉛 (4) 銅

[解：]

(2)

25.  $^{60}\text{Co}$  射源每經過 30 天，其活度會減少約多少%？ (1) 1.5 (2) 1.1 (3) 2.5 (4) 3.2

[解：]

(2)

$$(A/A_0) = e^{-0.693 \times 30 / (5.26 \times 365)} = 0.9892$$

$$1 - 0.9892 = 1.08\%$$

26. 電壓操作於飽和區的充氣式偵檢器為何？

(1) 游離腔 (2) 比例計數器 (3) 蓋格計數器 (4) 閃爍偵檢器

[解：]

(1)

27. 下列何者與物質作用時會產生制動輻射？ (1)  $\gamma$  射線 (2) X 射線 (3) 電子 (4) 中子

[解：]

(3)

28. 某放射性同位素之物理半化期為 10 天，在人體內之有效半化期為 5 天，則其在人體之生物半化期約為多少天？ (1) 3.3 (2) 5 (3) 10 (4) 15

[解：]

(3)

$$\frac{1}{T_E} = \frac{1}{T_R} + \frac{1}{T_B} \Rightarrow \frac{1}{5} = \frac{1}{10} + \frac{1}{T_B}$$

生物半化期  $T_B = 10$  d

29. Ir-192 之半化期為 74 天，則衰變常數為多少？

(1) 0.014 天<sup>-1</sup> (2) 0.009 天<sup>-1</sup> (3) 2744 天<sup>-1</sup> (4) 51.3 天<sup>-1</sup>

[解：]

(2)

$$\lambda = 0.693 / 74 \text{天} = 0.009 \text{天}^{-1}$$

30. 下列有關等效劑量中射質因數的敘述何者正確？

(1) 與輻射種類有關 (2) 與射源距離有關 (3) 與組織器官有關 (4) 與衰變常數有關

[解：]

(1)

31. 若母核原子序為 Z 及質量數為 A，發生一  $\alpha$  衰變時母核放出  $\alpha$  粒子後，子核的原子序及質量數將變為？ (1) Z+1, A 不變 (2) Z-1, A 不變 (3) Z-2, A-4 (4) Z+2, A-4

[解：]

(3)

32. 行李檢查 X 光機所產生的 X 射線最主要為下列何者？

(1) 特性輻射 (2) 制動輻射 (3) 電子捕獲 (4) 內轉換

[解：]

(2)

33. 蓋革計數器(GM counter)須添加有機化合物或鹵素氣體，其作用為何？

(1) 提高脈衝訊號強度 (2) 產生輝光現象 (3) 作為淬熄(quenching)劑  
(4) 傳遞輻射能量以產生螢光

[解：]

(3)

34. 已知 150 kV 的 X 光，其半值層為 0.3 mmPb，今欲將某點之曝露率從 32 mR/h 降至 1 mR/h，需鉛屏蔽多少 mm？ (1) 0.5 (2) 1 (3) 1.5 (4) 2

[解：]

(3)

$$1/32 = 1/(2^5)$$

$$5\text{HVL} = 5 \times 0.3 = 1.5 \text{ mm}$$

35. 下列天然放射性核種中，何者屬於  $4n + 2$  系列？

- (1)  $^{232}\text{Th}$  (2)  $^{241}\text{Pu}$  (3)  $^{238}\text{U}$  (4)  $^{235}\text{U}$

[解：]

(3)

36. 針對高能電子，設計其輻射屏蔽時應選擇下列哪一類材料或組合較佳？

- (1)全部使用低原子序之材料 (2)全部使用高原子序之材料  
(3)先用低原子序再加上高原子序之材料 (4)先用高原子序再加上低原子序之材料

[解：]

(3)

37. 在真空中，2 MeV 光子的速度與下列何者速度相同？

- (1) 5 MeV  $\alpha$  粒子 (2) 10 MeV  $\alpha$  粒子 (3) 2 MeV  $\beta$  粒子 (4) 15 keV X 射線

[解：]

(4)

38. 放射性定年法主要是度量下列何種同位素在樣本中的殘餘量？

- (1)  $^{11}\text{C}$  (2)  $^{12}\text{C}$  (3)  $^{13}\text{C}$  (4)  $^{14}\text{C}$

[解：]

(4)

39. 假設某一原子的 K 層電子束縛能為 40 keV，L 層為 10 keV，M 層為 1 keV 請問  $K_{\beta}$  特性 X 光能量為多少 keV？ (1) 40 (2) 39 (3) 30 (4) 9

[解：]

(2)

$K_{\beta}$  特性 X 光為 M 層電子遞補至 K 層所釋放的能量，其能量為二軌層束縛能的差。

$$K_{\beta} = 40 - 1 = 39$$

40. 全身計測(whole body counting)最不適用於下列哪一類輻射衰變之體內核種偵測？

- (1)加馬射線 (2)高能貝他粒子 (3)阿伐粒子 (4)內轉換光子

[解：]

(3)

41. 當入射光子將其能量全部沉積於偵檢器中，在測得之能譜中會形成下列何者？

- (1)單逃峰 (2)康普吞邊緣 (3)全能峰 (4)回散射峰

[解：]

(3)

42. 下列何者為質量吸收係數的單位？  
(1)  $\text{cm}^2/\text{g}$  (2)  $\text{cm}^3/\text{g}$  (3)  $\text{MeV}/\text{cm}^2$  (4)  $\text{MeV}/\text{cm}^3$ 。

[解：]

(1)

43. 克馬(Kerma)的單位與下列何者相同？

(1) 曝露 (2) 器官劑量 (3) 居里(Ci) (4) 庫侖

[解：]

(2)

解: Gy

44. 使用哪一種偵檢器較合適偵測 H-3 和 C-14 貝他射線( $\beta$ )？

(1) 液態閃爍偵檢器 (2) 蓋革計數器 (3) 半導體偵檢器 (4) 碘化鈉(鉍)偵檢器

[解：]

(1)

45. 某一放射核種衰變 20 天後，活度只剩原有的百分之三，其半化期約為幾天？

(1) 3.2 (2) 3.6 (3) 4.0 (4) 4.4

[解：]

(3)

$$0.03A_0 = A_0 \cdot e^{-\frac{0.693}{T} \times 20}$$

$$\ln 0.03 = -\frac{0.693}{T} \times 20$$

$$-3.5 = -\frac{0.693}{T} \times 20$$

$$T = 3.96$$

46. 利用化學劑量計度量輻射需利用 G 值，G 值之定義為每吸收 X 能量時所生成產物之分子數，則此 X 能量為多少？ (1) 1 eV (2) 100 eV (3) 1 keV (4) 100 keV

[解：]

(2)

47. 已知某物質對某單能光子束的直線衰減係數為  $0.1 \text{ cm}^{-1}$ ，則約需多厚的物質可衰減該光子束的數目剩二分之一？ (1) 10 cm (2) 6.9 cm (3) 0.14 cm (4) 0.10 cm

[解：]

(2)

$$\text{半值層 } HVL = \frac{\ln 2}{\mu} = \frac{\ln 2}{0.1} = 6.93 \text{ cm}$$

48. 光子的克馬等於光子的能通量( $\Psi$ )乘以下列何者？ (1)  $\mu_{tr}/\rho$  (2)  $\mu_{tr}$  (3)  $\mu_{ab}/\rho$  (4)  $\mu_{ab}$

[解：]

(1)

49. X光機主屏蔽計算中，考慮完全佔用的佔用因數值為多少？

(1) 1/16 (2) 1/4 (3) 3/4 (4) 1

[解：]

(4)

50. 一能量為 3 MeV 的光子射束與質量 2 公斤的物質發生作用，若轉移給該物質內電子的初始動能為 0.8 焦耳，其中 0.4 焦耳的能量被物質吸收，請問吸收劑量為多少 Gy？ (1)

(1) 0.1 Gy (2) 0.2 Gy (3) 0.4 Gy (4) 0.6 Gy

[解：]

(2)

解:  $0.4 \text{ J} / 2 \text{ kg} = 0.2 \text{ J/kg} = 0.2 \text{ Gy}$