

行政院原子能委員會
103 年度第 2 次「輻射安全證書」測驗試題
專業科目

一、單選題：(每題 2 分，共 100 分，答錯不倒扣)

1. X 光屏蔽計算中的佔用因數(occupancy factor)與甚麼有關？

- (1)屏蔽材質 (2)屏蔽厚度 (3)X 光能量 (4)作業場所

[解：]

(4)

2. 下列何者屬於分裂(fission)反應？

- (1) ${}_{29}^{63}\text{Cu} + \gamma \rightarrow {}_{29}^{62}\text{Cu} + {}_0^1n$ (2) ${}_{7}^{14}\text{N} + {}_2^4\text{He} \rightarrow {}_8^{17}\text{O} + {}_1^1\text{H}$
(3) ${}_1^2\text{H} + {}_1^3\text{H} \rightarrow {}_2^4\text{He} + {}_1^1\text{H} + {}_0^1n$ (4) ${}_{92}^{235}\text{U} + {}_0^1n \rightarrow {}_{56}^{141}\text{Ba} + {}_{36}^{92}\text{Kr} + 3{}_0^1n$

[解：]

(4)

3. 診斷使用的 X 光設備所產生 X 光以那一類所佔比率最高？

- (1)單一能量 X 光 (2)制動輻射 (3)0.511 MV 能量的 X 光 (4)特性輻射

[解：]

(2)

4. 下列蛻變過程中，何者會伴隨放出中子？

- (1) α 蛻變 (2) β^- 蛻變 (3) β^+ 蛻變 (4)自發核分裂

[解：]

(4)

5. 下列的粒子中何者質量最大？ (1) α (2) β (3)n (4)p

[解：]

(1)

解： $\alpha = {}_2^4\text{He}$

6. 下列何者不是天然存在的放射性核種 (1)碳-14 (2)鐳-226 (3)鉀-40 (4)鈷-60

[解：]

(4)

7. 若能將 1 克物質完全轉換成能量,則可釋出多少能量？

- (1) 931.5 MeV (2) 0.511 MeV (3) $9 \times 10^{16}\text{J}$ (4) $9 \times 10^{13}\text{J}$

[解：]

(4)

$E = mc^2 = 1 \times 10^{-3}\text{kg} \times (3 \times 10^8\text{m/s})^2 = 9 \times 10^{13}\text{J}$

8. 若一樣品測得之計數率為 2700 counts/3 min，背景輻射計數率為 300 counts/3 min，則其淨計數率標準差為多少 cpm？ (1) 12.2 (2) 14.3 (3) 16.4 (4) 18.3

[解：]

(4)

$$(2700+300)^{1/2} / 3 = 18.3 \text{ cpm}$$

9. 由 X 光管所產生的 100 kVp 的 X 光束，特性(characteristic)X 射線的能量由下列何者決定？ (1)陽極靶的材料 (2)管電壓峰值 (3)陽極角度 (4)管電流大小

[解：]

(1)

10. 在加速器中常用到鎳作為屏蔽的一部分，其目的是要屏蔽

(1) α (2) 中子 (3) γ (4) β

[解：]

(2)

11. 一個電子若具有 1 MeV 的動能，則此時電子的質量約為靜止質量的幾倍？

(1) 2 倍 (2) 3 倍 (3) 4 倍 (4) 5 倍

[解：]

(2)

$$\text{答：} m/m_0 = (0.511\text{MeV} + \text{K.E.})/0.511\text{MeV} = 1 + (\text{K.E.}/0.511\text{MeV}) = 1 + (1/0.511) = 3$$

12. 試計算當光子穿過厚度為 16 cm 之平板的百分率？(假設該平板的直線衰減係數為 $\mu = 0.10 \text{ cm}^{-1}$) (1) 1.6% (2) 16% (3) 0.202% (4) 20.2%

[解：]

(4)

$$\text{解：} e^{-(0.1 \times 16)} = 0.202$$

13. 高能量貝他射源置於罐中，通常使用兩層屏蔽，內層及外層材料的設計，依序分別用來阻擋哪一種輻射？

(1) 制動輻射、貝他粒子 (2) 貝他粒子、制動輻射

(3) 特性輻射、貝他粒子 (4) 貝他粒子、特性輻射

[解：]

(2)

14. 下列的單位與數量之關係何者為誤？

(1) $1 \text{ Ci} = 3.7 \times 10^{10} \text{ Bq}$ (2) $1 \text{ rad} = 10^{-2} \text{ Gy}$ (3) $1 \text{ R} = 2.58 \times 10^4 \text{ C/kg}$ (4) $1 \text{ Sv} = 10^2 \text{ rem}$

[解：]

(3)

15. 常伴隨電子捕獲(electron capture)而產生的射線是：

- (1)阿伐粒子 (2)正電子 (3)特性 X 光 (4)加馬射線

[解：]

(3)

16. 活度為 1 Ci 的長半化期物質，在 1 分鐘內平均發生蛻變多少次？

- (1) 3.7×10^{10} (2) 3.7×10^{11} (3) 2.22×10^{11} (4) 2.22×10^{12}

[解：]

(4)

答：1 Ci = $3.7 \times 10^{10} \text{ sec}^{-1}$ = $3.7 \times 10^{10} \times 60 \text{ min}^{-1}$ = 2.22×10^{12}

17. 針對相同能量之 α 、 β^- 及 γ 而言，在空氣中的射程(range)，何者最大？

- (1) α (2) β^- (3) γ (4)三者一樣大

[解：]

(3)

18. ^{137}Ba 與 $^{137\text{m}}\text{Ba}$ 為：

- (1)同位素(Isotope) (2)同重素(Isobar)
(3)同中子素(Isotone) (4)同質異能素(Isomer)

[解：]

(4)

19. 單能量電子打在一片厚靶時，產生的低能量光子對診斷或深部治療，並無幫助，可使用

- (1)填充物 (2)柵板 (3)錐體 (4)永久性過濾片 以除掉這些低能量光子。

[解：]

(4)

20. 關於同位素，下列敘述何者為非？

- (1)具有相同的電子數 (2)具有相同的化學性質
(3)具有相同的質量 (4)不一定具有放射性

[解：]

(3)

21. 已知一核種攝入體內後，其衰變常數 λ 為 0.346 hr^{-1} ，試問該核種於體內時之平均壽命為多少小時？

- (1) 2.88 小時 (2) 1.44 小時 (3) 0.693 小時 (4) 0.346 小時

[解：]

(1)

解：Ta = $\frac{1}{\lambda}$ = $\frac{1}{0.346}$ = 2.89 小時

22. 下列何者是直線能量轉移(Linear Energy Transfer, LET)的物理量單位？

- (1)mm / MeV (2)ion-pairs / mm (3)eV / ion-pair (4)keV / μm

[解：]

(4)

23. 游離輻射包括直接游離輻射及間接游離輻射。下列何者屬於直接游離輻射？

- (1)中子 (2)加馬 (3)貝他 (4)X光

[解：]

(3)

24. 下列量與單位相關的組合，正確者為何？ (1)W值： $\text{J} \cdot \text{kg}^{-1}$

- (2)克馬： $\text{J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ (3)質量衰減係數： $\text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-1}$ (4)粒子通量： $\text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$

[解：]

(3)

25. 低能量加馬射線與高原子序物質易產生：

- (1)光電效應 (2)康普頓效應 (3)成對發生 (4)互毀

[解：]

(1)

26. 下列何種輻射的直線能量轉移(LET)最大？

- (1) 250 keV X光 (2) 14 MeV 中子射束 (3) 150 MeV 質子射束 (4) 2.5 MeV 阿伐射束

[解：]

(4)

27. ICRP-60 號報告對輻射的生物效應提出說法，其中提到個人的劑量與效應之間的因果關係，通常有低限值(threshold)，且效應的嚴重程度隨劑量增加而變大者，此效應稱為：

- (1)機率效應(stochastic effect) (2)確定效應(deterministic effect)

- (3)非確定效應(nondeterministic effect) (4)低限效應(threshold effect)

[解：]

(2)

28. 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

29. 當核種的物理半化期(T_P)很長且其在生物體內之生物半化期(T_B)很短時，下列有關該核種之有效半化期(T_E)，何者正確？

- (1) $T_E \gg T_B$ (2) $T_E \cong T_P$ (3) $T_E \cong T_B$ (4) $T_E \gg T_P$

[解：]

(3)

答： $T_E = (T_p \times T_B) / (T_p + T_B) \Rightarrow T_p \gg T_B, T_p + T_B \sim T_p, T_E \sim T_B$

30. 輻射曝露所造成的皮膚紅斑、肺癌、不孕、白血病、白內障、骨癌、遺傳效應等生物效應中屬於機率效應的共有幾項？ (1) 1 (2) 2 (3) 3 (4) 4

[解：]

(4)

31. 熱發光劑量計測讀時，放光量與加熱溫度的關係稱為劑量計的

(1) 高斯曲線(Gaussian curve) (2) 布拉格曲線(Bragg curve)
(3) 衰減曲線(attenuation curve) (4) 輝光曲線(glow curve)

[解：]

(4)

32. 偵測 ^3H 和 ^{14}C 的弱貝他粒子(β^- -particle)，以下列那一種偵檢器最佳？

(1) 蓋革計數器(GM Counter) (2) 液態閃爍偵檢器(LSC)
(3) 碘化鈉(鉍)[NaI(Tl)]偵檢器 (4) 半導體偵檢器

[解：]

(2)

33. 有關輻射偵檢器的特性，下列敘述何者正確？

(1) NaI 偵檢器的能量解析度(energy resolution)較 Ge(Li) 偵檢器佳
(2) 空乏區(depletion region)與蓋革計數器有關
(3) 半導體偵檢器產生一對離子對所需的能量較游離腔小
(4) 蓋革計數器可用來測量加馬能譜

[解：]

(3)

34. 設計 X 光機之次防護屏蔽時採用之使用因數之值為：

(1) 1 (2) 1/4 (3) 1/16 (4) 依使用頻率而定

[解：]

(1)

35. 欲分析包含許多能峰的複雜 γ 射線能譜，最好採用：

(1) NaI 閃爍偵檢器 (2) 蓋革計數器 (3) 高壓游離腔 (4) 高純鍺偵檢器

[解：]

(4)

36. 使用偵檢器測量 X 光機的半值層，偵檢器需至少離開其他物質 50 cm 以上，其目的何在？

- (1)減少主射束到達偵檢器的強度 (2)減少主射束中低能光子到達偵檢器的強度
(3)較容易對正主射束 (4)避免散射光子影響測量準確性

[解：]

(4)

37. 下列哪一種偵檢器具有氣體增殖現象？

- (1)半導體偵檢器 (2)游離腔偵檢器 (3)蓋革計數器 (4)閃爍偵檢器

[解：]

(3)

38. 硫酸亞鐵溶液或稱為弗立克劑量計(Fricke dosimeter)，是利用下列何項作為輻射偵測的原理？ (1)激發 (2)化學變化 (3)游離 (4)熱量變化

[解：]

(2)

39. 蓋革(GM)偵檢器添加有機分子或鹵素氣體，其作用為何？

- (1)作為淬熄(quenching)劑 (2)造成空乏(depletion)區
(3)加強脈衝訊號的強度 (4)產生螢光

[解：]

(1)

40. 有一放射樣品測量計數值為 10^6 時，試問其百分標準偏差(percent standard deviation ; % σ)為多少？ (1) 0.01 % (2) 0.1 % (3) 1 % (4) 10 %

[解：]

(2)

計數值 $n = 10^6$, $\sigma = (n)^{1/2} = (10^6)^{1/2} = 10^3$

percent standard deviation ; % $\sigma = (10^3/10^6) \times 100 \% = 0.1 \%$

41. 在一侖琴位置的空氣吸收劑量約為多少戈雷(Gy)？

- (1) 8.7×10^{-3} (2) 8.7×10^{-1} (3) 3.4×10^{-3} (4) 3.4×10^{-1}

[解：]

(1)

$$D_{gas} = \frac{Q}{m} \cdot W = 2.58 \times 10^{-4} \frac{C}{kg} \times 33.85 \frac{J}{C} = 0.00873 \frac{J}{kg} = 0.00873 \text{ Gy}$$

42. 對 X 光而言，若吸收劑量等於 2 mGy，則等效劑量為多少 Sv？

- (1) 0.01 (2) 0.002 (3) 2 (4) 20

[解：]

(2)

43. 產生 X 射線的來源，包含下列哪些：A 特性輻射；B 制動輻射；C 內轉換；D 電子捕獲。(1)A、B、C (2)A、B、D (3)A、B (4)A、B、C、D

[解：]

(4)

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

[解：]

(1)

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

45. 加馬輻射與物質作用後，不會產生

(1)光電效應 (2)成對效應 (3)辛普森效應 (4)康普吞效應

[解：]

(3)

46. ${}^6\text{LiF}$ 和 ${}^6\text{Li}_2{}^{10}\text{B}_4\text{O}_7$ 二種材料可用來作為偵測那一種輻射之劑量計？

(1)阿伐粒子 (2)貝他粒子 (3)光子 (4)中子

[解：]

(4)

47. 60 kg 的物質吸收輻射能的吸收劑量為 1 Gy，請問吸收輻射能量為多少 J？

(1) 600 (2) 60 (3) 6 (4) 0.6

[解：]

(2)

$$\text{註：} E = (60 \text{ kg}) \times 1 \left(\frac{\text{J}}{\text{kg}} \right) = 60 \text{ J}$$

48. 在實驗過程中，如遇到計數率(counting rate)極低的試樣(接近背景值)，通常在計數時應注意下列什麼事項以降低計數的誤差(S.D)？

(1)將計數時間加長 (2)更新儀器
(3)多計數(Counting)幾次求平均值 (4)計數三次取最高者

[解：]

(1)

