

行政院原子能委員會
100 年度第 2 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. 第 m 層的軌道電子數最多可容納多少個電子？ (1)18 (2)8 (3)16 (4)24 個

解：1

2. 某一器官重量為 50 克，經 X 光照射後吸收 0.1 焦耳的能量，試問該器官的等價劑量為多少？ (1)1 Gy (2)2 Gy (3)1 Sv (4)2 Sv

解：4

3. 關於光電效應，下列敘述何者為非？

- (1)與原子序大的物質有較高的作用機率
- (2)光子能量增加時，作用機率也增加
- (3)為完全吸收的過程
- (4)可能會伴隨有特性 X 射線產生

解：2

4. ${}^2\text{H} + {}^3\text{H} \rightarrow {}^4\text{He} + {}^1_0\text{n} + Q$ ，已知反應前後的質量耗損 0.0189 amu 試問 Q 值是多少？

- (1) 17.6 Gy (2)19.2 MeV (3)15.2 Gy (4)17.6 MeV。

解：4

5. 光子在介質中的衰減係數為 μ ，能量吸收係數為 μ_{en} ，能量轉移係數為 μ_{tr} ，下列關係何者正確？

- (1) $\mu > \mu_{\text{tr}} > \mu_{\text{en}}$ (2) $\mu_{\text{en}} > \mu_{\text{tr}} > \mu$ (3) $\mu > \mu_{\text{en}} > \mu_{\text{tr}}$ (4) $\mu_{\text{tr}} > \mu_{\text{en}} > \mu$

解：1

6. 下列輻射偵檢器中，何者需要考慮淬熄作用的影響？

- (1)游離腔 (2)比例計數器 (3)GM 計數器 (4)閃爍計數器

解：3

7. 關於細胞殘存率 S 與劑量 D 的關係，下列何者為真？

- (1) 單靶一次擊出模型 (single target, single model) 中， S 與 D 的關係可表示成 $S = 1 - e^{-D/D_0}$ ， D_0 為存活 37% 的劑量。
- (2) 多靶一次擊出模型 (single hit, multi-target model) 中， S 與 D 的關係可表示成 $S = (1 - e^{-D/D_0})^n$ ， D_0 為存活 37% 的劑量， n 為靶的數目。
- (3) 單靶一次擊出模型 (single target, single model) 中， D_0 愈大表示對輻射愈敏感
- (4) 高 LET 輻射所產生的 S 與劑量 D 的關係較接近單靶一次擊出模型

解：4

8. 弗立克化學劑量計 (Fricke dosimeter) 之水溶液主要含

- (1)硫酸銅 (2)硫酸鐵 (3)硫酸鈾 (4)硫酸亞鐵

解：4

9. 下列何種生物劑量計之應用較為靈敏？

- (1)白血球數目測定 (2)染色體變異分析 (3)尿樣分析 (4)頭髮分析。

解：2

10. 相對生物效能 (RBE)的敘述，下列何者為非？

- (1)能量直線轉移 (LET)為 100 keV/ μm 時有最小的 RBE
- (2) $\text{RBE}=\text{D}_x/\text{D}$ ， D_x 是指 200 或 250 kVp 標準 X 射線產生生物效應的劑量，D 為待測輻射產生相同生物效應的劑量
- (3)RBE 值愈高表示該輻射較易產生較大的生物傷害效應
- (4)RBE 值會依分次照射的次數不同而變

解：1

11. 若一名輻射工作人員受到 0.5 MeV γ 射線全身均勻照射，所得吸收劑量 (absorbed dose) 為 A mGy，等價劑量 (equivalent dose)為 B mSv，有效劑量 (effective dose)為 C mSv，下列何者為真？

- (1) $A=B, A \neq C$ (2) $A \neq B, B=C$ (3) $A \neq B, B \neq C, A \neq C$ (4) $A=B=C$

解：4

12. 關於正子蛻變，下列敘述何者為非？

- (1)母核需比子核多 2 個電子質量 (2)正子能譜為連續的
- (3)正子速度為零時會產生互毀作用 (4)母核的質子數比子核少 1

解：4

13. 臺灣正常之自然背景輻射對人體所造成的年有效劑量約為多少 μSv ？

- (1)2 (2)20 (3)200 (4)2000

解：4

14. 輻射導致白內障是一種確定效應，引起白內障的低限劑量為何？

- (1) 0.5 Gy (2)1 Gy (3)2 Gy (4)5 Gy

解：3

15. 關於同位素，下列敘述何者為非？

- (1)同位素的化學性質相同 (2)同位素的電子數相同 (3)同位素的質量相同
- (4)同位素不一定具有放射性

解：3

二、計算問答題：(每題 10 分，共 70 分)

1. 天然輻射劑量中的體外曝露，主要來源有哪些？天然輻射劑量中的體內曝露，主要來源有哪些？又人造輻射劑量，主要來源有哪些？

解：

- (1)體外輻射來源：宇宙射線，地表土壤或建築物材料所含的天然放射性同位素，主要有鈾與鈾等與其衰變系列的子核種及鉀 40 等，造成全身體外曝露。
- (2)體內輻射來源：主要是由 Rn-222 的 4 個短半衰期子核種，沾附在灰塵顆粒上隨著呼吸進入人體，造成體內劑量，另一體內劑量來源是食物中所含的鉀-40 所造成。
- (3)人造輻射劑量的主要來源是醫療輻射、商品與輻射設施。

2. Sr-90 的蛻變如下所示： ${}_{38}^{90}\text{Sr} \xrightarrow{\beta^- (t_{1/2}=29.12\text{yr})} {}_{39}^{90}\text{Y} \xrightarrow{\beta^- (t_{1/2}=64\text{hr})} {}_{40}^{90}\text{Zr}$

若一開始 $t=0$ 時，Sr-90 的活性為 10 GBq，經過幾個小時後，Sr-90 和 Y-90 總活性為 13

GBq ?

解：

$$3.0 = 10(1 - e^{-\frac{0.693}{64}t})$$

$$t = 32.94 \text{ hr}$$

3. 某工作人員當年1至3月接受個人深部等效劑量5毫西弗。此人4至12月需在濃度等於2倍推定空氣濃度的空浮污染區工作，請評估他在這段期間內，最多可在此污染區工作多少小時？（假設工作人員不得超過年平均20毫西弗劑量限制）

解：

$$1 \text{ 個 DAC} \times 2000 \text{ 小時} = 50 \text{ 毫西弗}$$

$$2 \text{ 倍 DAC 時工作時數必須減半，即 } 1000 \text{ 小時} = 50 \text{ 毫西弗}$$

$$\text{故 } \frac{20 - 5}{50} = \frac{x \text{ 小時}}{1000 \text{ 小時}},$$

$$x = 300 \text{ 小時}$$

4. 以計數器做重複50次度量，得平均每分鐘計數率為2500 counts，試問在2500±50間的測量值會發生多少次？

解：

$$\because N \pm \sqrt{N}, N = 2500, \therefore \sqrt{N} = 50$$

$$2500 \pm 50 = N \pm 1\sigma, 1\sigma \text{ 涵蓋 } 68\% \text{ 的出現機率，}$$

$$\therefore 50 \text{ 次} \times 0.68 = 34 \text{ 次}$$

5. Po-210 (半衰期為138天)的比活度是多少 Bq/g? 200 MBq 的 Po-210 相當於幾克的 Po-210 ?

解：

$$(1) \frac{226 \text{ 克} \times 1600 \text{ 年}}{210 \text{ 克} \times \frac{138}{365} \text{ 年}} = \frac{361600}{79.4} = 4554.3 \frac{\text{Ci}}{\text{g}} \quad (=1.69 \times 10^{14} \frac{\text{Bq}}{\text{g}})$$

$$(2) \frac{200 \times 10^6}{3.7 \times 10^{10}} \times \frac{1}{4554.3 \frac{\text{Ci}}{\text{g}}} = 1.2 \times 10^{-6} \text{ g}$$

6. 請說明(1)個人等效劑量(personal dose equivalent, Hp(d))之含義，
(2)它與等價劑量、有效劑量之各別相關性為何？

解：

(1) 個人等效劑量(personal dose equivalent, Hp(d))，是在人體指定點下方深度 d 處軟組織中的等效劑量。對於弱貫穿輻射推薦的 d 值為，對於皮膚，d = 0.07 mm，對於眼球水晶體，d = 3 mm，對於強貫穿輻射，d = 10 mm。可以用佩帶在人體表面的校正過的偵檢器，外面包覆以適當厚度的組織等效材料來實際測量不同深度的個人等效劑量 Hp(d)。

(2) 利用 Hp(0.07mm)偵測值評估皮膚等價劑量。

利用 Hp(3mm)偵測值評估眼球水晶體等價劑量。

(3) 利用 Hp(10mm)偵測值評估全身有效劑量。

7. 鋁 (Al)對於 0.1 MeV 光子的線性衰減係數為 0.435 cm^{-1} ，若欲使光子束的強度衰減為原始值的 1%，試問需要多少毫米 (mm)的鋁？另計算鋁的半值層 (HVL)及什一層 (TVL)各為多少毫米 (mm)？ (不考慮增建因素)

解：

$$\frac{I}{I_o} = e^{-\mu x} = e^{-0.435x} = 0.01$$

$$-0.435x = \ln 0.01$$

$$x = 10.59 \text{ cm} = 105.9 \text{ mm}$$

$$\frac{I}{I_o} = e^{-\mu HVL} = e^{-0.435HVL} = 0.5$$

$$-0.435HVL = \ln 0.5$$

$$HVL = 15.9 \text{ mm}$$

$$\frac{I}{I_o} = e^{-\mu TVL} = e^{-0.435TVL} = 0.1$$

$$-0.435TVL = \ln 0.1$$

$$TVL = 52.9 \text{ mm}$$