

行政院原子能委員會
105 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. 輻射屏蔽什一值層(TVL)厚度是半值層(HVL)厚度的多少倍？

- (1) 0.3 (2) 2.32 (3) 3.32 (4) 5.0

[解：]

(3)

2. ^{60}Co 的 60 代表鈷元素的： (1)質子數 (2)中子數 (3)質量數 (4)電子數

[解：]

(3)

3. 下列何者為確定效應的病例？ (1)染色體變異 (2)白內障 (3)白血病 (4)肺癌

[解：]

(2)

4. 常充填 P-10 氣體的偵檢器為：

- (1)劑量筆 (2)比例計數器 (3)蓋革計數器 (4)游離腔

[解：]

(2)

5. 如果肺部受到阿伐粒子(如攝入鈾-235，鐳-226)的曝露，接受 0.2 戈雷的吸收劑量，則等價劑量為多少？ (1) 2 戈雷 (2) 2 西弗 (3) 4 戈雷 (4) 4 西弗

[解：]

(4)

阿伐粒子輻射加權因數為 20， $0.2(\text{戈雷}) \times 20 = 4(\text{西弗})$

6. 哪一種組合產生的制動輻射產率最大？ (1) 1 MeV 的電子撞擊「鎢」靶 (2) 2 MeV 的電子撞擊「鉛」靶 (3) 3 MeV 的電子撞擊「鋁」靶 (4) 4 MeV 的電子撞擊「碳」靶

[解：]

(2)

制動輻射產率 $f_e = 1 \times 10^{-3} \times ZE$ ，即與 Z(靶的原子序)及 E(光子能量)成正比。

7. 某一放射性核種衰變 20 天後，活度只剩原有的 1/20，其半化期約為：

- (1) 1 天 (2) 3.4 天 (3) 4.6 天 (4) 5.4 天

[解：]

(3)

$$A/A_0=e^{-\lambda t}, 1/20=e^{-(0.693/T)t}, 0.05=e^{-(0.693/T)20}=e^{-(13.86/T)}$$
$$\ln 0.05=\ln e^{-(13.86/T)} \Rightarrow -3=-13.86/T, \text{ 半化期 } T=13.86/3=4.6 \text{ 天}$$

8. 關於游離輻射氧效應的敘述，下列何者為真？

- (1) 細胞在無氧情況下，對輻射的敏感度較有氧時高
(2) 氧增比(Oxygen Enhancement Ratio, OER)為小於 1 的數值
(3) 氧增比隨線性能量轉移(Linear Energy Transfer, LET)增加而增加
(4) ⁶⁰Co 的氧增比較 α 粒子大

[解：]

(4)

9. 一束 α 粒子在一平行板游離腔內，產生的電流為 1 × 10⁻¹³ A，持續 6 秒。該游離腔內充填的是標準溫度和壓力下的空氣，試問產生了多少離子對？

- (1) 6.25 × 10⁵ (2) 1.25 × 10⁶ (3) 2.50 × 10⁶ (4) 3.75 × 10⁶

[解：]

(4)

$$(1 \times 10^{-13} \text{ 庫侖/秒} \times 6 \text{ 秒}) \div (1.6 \times 10^{-19} \text{ 庫侖/離子}) = 3.75 \times 10^6$$

10. 已知 662 keV 光子對空氣的直線衰減係數為 9.97 × 10⁻⁵ cm⁻¹，請問標準狀態下，此光子對空氣的質量衰減係數(mass attenuation coefficient)？

- (1) 0.00771 cm²/g (2) 0.0771 cm²/g (3) 0.00771 g/cm² (4) 0.0771 g/cm²

[解：]

(2)

$$\frac{\mu}{\rho} = \frac{9.97 \times 10^{-5} \frac{1}{\text{cm}}}{0.001293 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}} = 0.0771 \frac{\text{cm}^2}{\text{g}}$$

11. 光子的能量為 1.25 MeV，通率為 1 × 10⁶/cm² · s，光子與空氣作用的 μ_{en}/ρ = 0.02666 cm²/g，試問空氣的吸收劑量率為多少 mGy/h？

- (1) 19.2 (2) 29.2 (3) 32.2 (4) 39.2

[解：]

(1)

$$(1 \times 10^6 \text{ 光子/cm}^2 \cdot \text{s}) \times (1.25 \text{ MeV/光子}) \times (1.6 \times 10^{-13} \text{ J/MeV}) \times (0.02666 \text{ cm}^2/\text{g}) \times 1000 \text{ g/kg} \times 3600 \text{ s/h} = 192 \times 10^4 \text{ Gy/h} = 19.2 \text{ mGy/h}$$

12. Po-210 行阿伐衰變後形成子核種 Pb-206 並釋出 5.4 MeV 能量，試問阿伐粒子的動能為多少 MeV? (1) 0.1 (2) 0.5 (3) 4.9 (4) 5.3

[解:]

(4)

$$E_{\alpha} = 5.4 \text{ MeV} \times \frac{206}{206+4} = 5.3 \text{ MeV}$$

13. 造成男性性腺永久不孕的單次劑量閾值?

(1) 0.5 Gy (2) 1 Gy (3) 6 Gy (4) 17 Gy

[解:]

(3)

14. A 試樣的計數為 2500，B 試樣的計數為 400，則此兩種試樣的計數比值(A/B)的標準差最接近下列何者? (1) 0.3 (2) 0.6 (3) 2 (4) 5

[解:]

(1)

$$\begin{aligned} & [2500 \pm (2500)^{1/2}] / [400 \pm (400)^{1/2}] \\ & = 6.25 \pm 6.25 \times [(50/2500)^2 + (20/400)^2]^{1/2} \\ & = 6.25 \pm 6.25 \times 0.054 \\ & = 6.25 \pm 0.33 \end{aligned}$$

15. Farmer chamber 之有效空氣體積 0.6 cm^3 ，在標準校正實驗室且達電子平衡條件下，其曝露校正參數 (倫琴/庫倫) 約為多少?

(1) 3.2×10^{-9} (2) 3.0×10^{-10} (3) 4.5×10^9 (4) 5.0×10^9

[解:]

(4)

$$\begin{aligned} & [2.58 \times 10^{-4} (\text{C/kg}) / \text{R}] \times 0.6 \text{ cm}^3 \times 1.293 \times 10^{-6} \text{ kg/cm}^3 = 2.0 \times 10^{-10} \text{ C/R} \\ & \text{曝露校正參數} = 1 / (2.0 \times 10^{-10} \text{ C/R}) = 5.0 \times 10^9 \text{ R/C} \end{aligned}$$

二、計算問答題：(每題 10 分，共 70 分)

1. 已知某光子對屏蔽的直線衰減係數為 0.0693 cm^{-1} ，請問此光子在屏蔽材料中的平均自由徑(mean free path)?

[解:]

$$\text{mean free path} = \frac{1}{\mu} = \frac{1}{0.0693 \frac{1}{\text{cm}}} = 14.43 \text{ cm}$$

2. 充氣式偵檢器可分為哪三種?並分別列舉一種其常使用之充填氣體。

[解:]

(1)游離腔，其常使用之充填氣體：空氣(或氬氣)。

(2)比例計數器，其常使用之充填氣體：P-10 氣體(90% Ar + 10% CH₄)(或氬氣)。

(3)蓋革偵檢器，其常使用之充填氣體：氬氣(或氬氣)。

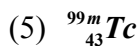
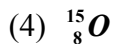
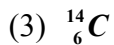
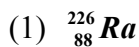
3. 在標準狀況下，體積為 0.5 cm³ 的空氣腔曝露在輻射場中產生 2.58×10⁻¹⁰ 庫倫的電量，求空氣的曝露量為多少倫琴，吸收劑量為多少 Gy?(空氣密度=1.293 kg/m³，W/e=33.85 焦耳/庫倫)

[解:]

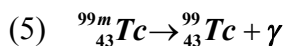
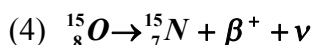
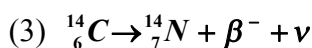
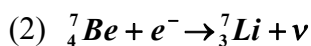
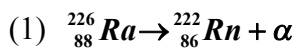
$$X = \frac{Q}{m} = \frac{2.58 \times 10^{-10} \text{ C}}{0.5 \times 1.293 \times 10^{-6} \text{ kg}} \times \frac{1 \text{ R}}{2.58 \times 10^{-4} \text{ C / kg}} = 1.55 \text{ R}$$

$$D_{\text{gas}} = \frac{Q}{m} \times W = \frac{2.58 \times 10^{-10} \text{ C}}{0.5 \times 1.293 \times 10^{-6} \text{ kg}} \times 33.85 \frac{\text{J}}{\text{C}} = 0.0135 \text{ J / kg} = 0.0135 \text{ Gy}$$

4. 請寫出下列核種的衰變反應式。(例： ${}^3_1\text{H} \rightarrow {}^3_2\text{He} + \beta^- + \nu$)



[解:]



5. 鋁的密度為 2.699 g/cm^3 ，原子量為 26.981，原子序為 13，則其電子密度為多少 e^-/cm^3 ？

[解：]

1g 鋁有 $(1/26.981) \times 6.02 \times 10^{23}$ 個鋁原子，有 $13 \times (1/26.981) \times 6.02 \times 10^{23}$ 個電子，所以鋁的電子密度為 $2.699 \times 13 \times (1/26.981) \times 6.02 \times 10^{23} = 7.83 \times 10^{23} \text{ e}^-/\text{cm}^3$

6. 若水的比熱為 1 cal/g ， 1 Gy 的劑量可以使 1 kg 水溫度上升多少？($1 \text{ cal} = 4.2 \text{ J}$)

[解：]

$$1 \text{ cal} = 4.2 \text{ J}$$

$$\frac{1}{4.2} \text{ J/kg} = 1000 \text{ g/kg} \times 1 \times t$$

$$t = 2.4 \times 10^{-4} \text{ }^\circ\text{C}$$

7. 有關中子輻射，請回答下列問題

(1) 列出兩種中子的產生源

(2) 欲使快中子減速，選擇什麼樣的材料為佳？為什麼？

(3) 請寫出慢中子與人體組織元素作用的兩種最重要反應式

(4) $^{10}\text{B}(n, \alpha)^7\text{Li}$ 反應中，硼對 0.025 eV 中子的捕獲截面為 753 邦，則其對 5 eV 中子的捕獲截面為何？

[解：]

(1) 核反應器、粒子加速器、 (α, n) 中子源、 (γ, n) 中子源。

(2) 應選擇原子序較低的物質，如水、塑膠、石臘、鈹、石墨等。

因中子與靶核發生彈性碰撞所損失的能量與靶核質量成反比。

(3) $^1\text{H}(n, \gamma)^2\text{H}$, $^{14}\text{N}(n, p)^{14}\text{C}$

$$(4) \sigma = \sigma_0 \sqrt{\frac{E_0}{E}} = 753 \times \sqrt{\frac{0.025}{5}} = 53.2 \text{ 邦}$$