

行政院原子能委員會
103 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. 哪一類工作人員較可能需要實施尿樣分析，以評估其體內劑量？

- (1) X 光機工作人員 (2) 直線加速器工作人員
(3) 非破壞檢驗鈷 60 射源工作人員 (4) 核醫藥物工作人員

[解：]

(4)

2. Tc-99m 的半化期為 6 小時，星期三早上 9：00 測得某樣品有 Tc-99m 100 mCi，則星期四早上 9：00 該樣品約剩多少放射活性？

- (1) 6.25 mCi (2) 12.5 mCi (3) 25 mCi (4) 50 mCi

[解：]

(1)

星期三早上 9：00 至星期四早上 9：00，共 24 小時，Tc-99m 的半化期為 6 小時，共歷經 4 個半化期，故 $100 \text{ mCi} \times 1/(2^4) = 6.25 \text{ mCi}$

3. 關於影響輻射生物效應之因素，下列何者正確？ (1) 累積劑量相同，高劑量率者造成傷害較小 (2) 累積劑量相同，間歇照射較連續照射傷害大 (3) 相同吸收劑量，高 LET 輻射，如中子、阿伐射線等對細胞有較高的存活率(%) (4) 低溫可使自由基擴散作用減少，而降低傷害

[解：]

(4)

4. 下列哪一種偵檢器具有氣體增殖現象？

- (1) 半導體偵檢器 (2) 比例計數器 (3) 蓋革計數器 (4) 閃爍偵檢器。

[解：]

(3)

5. 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)

6. 單一能量光子射束射入某物質中，每公分衰減百分之五，試問此物質對此光子射束之半值層為何？ (1) 0.05 cm (2) 22.81 cm (3) 31.78 cm (4) 13.86 cm

[解：]

(4)

$$N = N_0 \times e^{-\mu x}$$

$$95 = 100 \times e^{-\mu \times 1}$$

$$\mu = 0.05 \text{ cm}^{-1}$$

$$\text{HVL} = \frac{\ln 2}{\mu} = 13.86 \text{ cm}$$

7. 在 X 光機的主屏蔽厚度計算中，考慮部分佔用的佔用因數為多少？

- (1) 1/16 (2) 1/4 (3) 3/4 (4) 11/16

[解：]

(2)

8. 下列何者不是輻射生物學中所謂的四個”R”？

- (1)Repair (2)Reassortment (3)Regeneration (4)Reoxygenation

[解：]

(3)

9. 關於閃爍偵檢器(scintillation detector)下列何者錯誤？ (1)主要以閃爍晶體(scintillator)與光電倍增管(photomultiplier tube)所組成 (2)影像增強管(image intensifier tube)具有將電子訊號逐漸增強放大的功用 (3)光陰極可吸收閃爍晶體所釋出之螢光並放出電子 (4)NaI(Tl)即為閃爍偵檢器

[解：]

(2)

10. 鉛(密度 11.35 g cm^{-3})對 70 keV 光子的衰減係數(μ)為 0.26 cm^{-1} ，則鉛對此光子的能量吸收係數(μ_{en})應該約為下列何者？

- (1) 0.10 cm^{-1} (2) 0.15 cm^{-1} (3) 0.25 cm^{-1} (4) 0.35 cm^{-1}

[解：]

(3)

11. 高能光子在組織中具有劑量增建區，主要原因為： (1)光子在組織中會衰減

- (2)光子的射質因數增加 (3)散射輻射影響 (4)游離的電子具有射程

[解：]

(4)

12. 1.3 MeV 的 γ 射線入射於水泥中，其平均自由行程約為多少公尺(m)？

(水泥的密度為 2350 kg m^{-3} ，對 1.3 MeV 的 γ 射線的質量衰減係數為 $0.0061 \text{ m}^2 \text{ kg}^{-1}$)

- (1) 0.02 m (2) 0.05 m (3) 0.07 m (4) 0.1 m

[解：]

(3)

註：平均自由行程 $L=1/\mu$

$$\begin{aligned}\mu &= (\mu/\rho) \cdot \rho \\ &= (2350 \text{ kg m}^{-3})(0.0061 \text{ m}^2\text{kg}^{-1}) \\ &= 14.3 \text{ m}^{-1} \\ L &= \frac{1}{\mu} = \frac{1}{14.3} = 0.07 \text{ m}\end{aligned}$$

13. 下列輻射照射人體腫瘤組織時，何種射線的氧效應最顯著？

(1)阿伐 (2)貝他 (3)加馬 (4)中子

[解：]

(3)

14. 某一試樣的計測值為 1000 ± 80 ，則其 95% 信賴區間約為：

(1) 840~1160 (2) 924~1076 (3) 843.2~1156.8 (4) 841.6~1158.4

[解：]

(3)

解: $95\% = \pm 1.96 \sigma$, $1000 \pm (80 \times 1.96) = 1000 \pm 156.8$

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. 請列舉出 5 種輻射的名稱，它射出的能量是特定的，而不是連續的。〔提示：例如阿伐粒子輻射(不計分)〕

[解：]

加馬，奧杰電子(Auger electron)，特性 X 光，內轉換電子，互毀輻射，電子捕獲釋出的微中子

2. 以 Farmer 游離腔測量能量超過 3 MeV 光子輻射的劑量時，為何需要有足夠厚的增建帽套(buildup cap)？

[解：]

以 Farmer 游離腔測量能量超過 3 MeV 光子輻射的劑量時，需要有足夠厚的增建帽套以使游離腔的腔體內產生電子平衡，如此之測量才有意義。在空氣中，以 Farmer 游離腔測量直線加速器輸出高能光子輻射劑量，必須使用增建帽套，以使游離腔的腔體內達到電子平衡。若在水假體或固態假體中，以 Farmer 游離腔測量直線加速器輸出高能光子輻射劑量，則毋須使用增建帽套，假體材質本身就是增建帽套。

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. 試計算 ^{226}Ra 的比活度(specific activity)為多少 Bq/g? (^{226}Ra 的半化期為 1600 年，原子量為 226 g)

[解：]

$$\begin{aligned} SA = \lambda N &= \frac{0.693}{1600 \times 365 \times 24 \times 60 \times 60} \times \frac{6.02 \times 10^{23}}{226} \\ &= 3.66 \times 10^{10} \text{ Bq/g} \end{aligned}$$

5. 請描述使用熱發光人員劑量計應注意哪些事項？(請至少列出 5 項)

[解：]

1. 工作時佩帶於胸前衣著上，如有穿著防護衣應置於防護衣著內。
2. 使用自己的佩章，不得轉借或與他人交換使用。
3. 不可私自打開，不可故意曝露，不可私自帶離工作場所。
4. 背景佩章及佩章架，應置於不易受潮及正常使用射源時不致接受到輻射照射的處所。
5. 如為病人身分，不得佩戴佩章。
6. 遵守法規規定。

6. 一能量 5 MeV 之光子射束通量為 10^{11} 每平方公分，當此射束與一碳塊作用時，其吸收

劑量為何？($\frac{\mu_{ab}}{\rho} = 0.0171 \text{ cm}^2/\text{g}$)

[解：]

$$D = \frac{\Delta E_{tr}}{\Delta m} = E \cdot \Phi \cdot \frac{\mu_{ab}}{\rho} = 5 \times 10^6 (\text{eV}) \times 1.6 \times 10^{-19} (\text{J/eV}) \times 10^{11} (1/\text{cm}^2) \times 0.0171 (\text{cm}^2/\text{g}) \times$$

$$1000 (\text{g/kg}) = 1.368 \text{ J/kg}$$

7. 有 1 mm 厚之組織等效壁，內部直徑為 10 cm 的球形游離腔，在 STP 條件下，腔內氣體的莫耳組成為：30.01 % 的 CO_2 ，1.74 % 的 N_2 ，67.92 % 的 CH_4 ，0.33 % 的 C_2H_6 ，此游離腔受輻射照射產生 $6 \times 10^{-10} \text{ A}$ 電流，試問該組織等效壁的吸收劑量率是多少？(註：STP

下 1 莫耳氣體體積 = 22.4 升，球體積 = $\frac{4}{3} \pi \times \text{半徑}^3$ ，產生一個離子對需要 30.5 eV)

[解：]

$$\begin{aligned} \text{混合氣體莫耳重} &= 44 \times 0.3001 + 28 \times 0.0174 + 16 \times 0.6792 + 30 \times 0.0033 \\ &= 24.7 \text{ g/mol} \end{aligned}$$

$$\text{游離腔內氣體重} = 24.7 \frac{g}{mol} \times \frac{\frac{4}{3} \pi \times (5cm)^3}{22400 \frac{cm^3}{mol}} = 0.577g = 0.577 * 10^{-3} kg$$

$$\frac{6 \times 10^{-10} \frac{C}{秒} \times 30.5 \frac{eV}{離子} \times 1.6 \times 10^{-19} \frac{J}{eV}}{0.577 \times 10^{-3} kg \times 1.6 \times 10^{-19} \frac{C}{離子}} = 3.17 \times 10^{-5} \frac{J}{kg \cdot 秒}$$

$$= 3.17 \times 10^{-5} \text{Gy} / \text{秒}$$