

行政院原子能委員會  
102 年度第 1 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. 放射性核種衰變時，下列那一種衰變會出現子核比母核的原子序多 1 的結果？  
(1)  $\alpha$  衰變 (2)  $\beta^-$  衰變 (3)  $\beta^+$  衰變 (4) 釋出中子

[解：]

(2)

2. 穿透 X 光管室(tube housing)，而非經由準直儀所射出的輻射稱之為何種輻射？  
(1) 散射(scatter) (2) 滲漏(leakage) (3) 離焦(off focus) (4) 制動(bremsstrahlung)

[解：]

(2)

3. 「低劑量對生物體的照射，並無傷害效應，而且對生命現象還有相當助益。」是那一種假說或學說？ (1) 輻射激效(radiation hormesis) (2) 確定性效應(deterministic effect)  
(3) 機率性效應(stochastic effect) (4) 相對生物效應(relative biological effectiveness)

[解：]

(1)

4. 熱發光劑量計(TLD)不能偵測下述何種輻射： (1)  $\alpha$  粒子 (2)  $\beta$  粒子 (3)  $\gamma$  射線 (4) 中子

[解：]

(1)

5. 1 R 的曝露量在空氣中的吸收劑量為多少 J/kg？ (1)  $8.8 \times 10^{-4}$  (2)  $8.8 \times 10^{-3}$  (3)  $8.8 \times 10^{-2}$   
(4)  $8.8 \times 10^{-1}$

[解：]

(2)

6. 下列何者輻射之能量為連續能量？ (1) 康普吞電子 (2) 光電子 (3) 鄂惹電子  
(4) 內轉換電子

[解：]

(1)

7. 若含有 10000 個光子的平行射束射入厚度為 2 個什一值層的鋼板，則有多少個光子與鋼板作用？ (1) 100 (2) 2500 (3) 7500 (4) 9900

[解：]

(4)

8. 同劑量下，下列何種輻射線較容易造成白內障的確定效應？ (1) X 光 (2) 電子  
(3)  $^{60}\text{Co}$  (4) 中子

[解：]

(4)

9. 一閃爍偵檢器以 1000 Bq 的  $^{137}\text{Cs}$  校正，計測 100 秒得 4350 counts，背景計測 100 秒得 100 counts，請問此偵檢器對  $^{137}\text{Cs}$  的加馬射線計測效率為多少%？ ( $^{137}\text{Cs}$  放出 0.662 MeV 加馬射線之放出比為 85%)

- (1) 3.75 % (2) 4.0 % (3) 4.5 % (4) 5.0 %

解：

(4)

$$\frac{43.50\text{cps} - 1\text{cps}}{1000 \times 0.85\text{dps}} = 0.05 = 5\%$$

10. 能量為 100 keV 的光子射束與 500 公克的物質作用，並轉移 0.6 焦耳的能量給游離電子，其中 0.5 焦耳的能量被物質吸收，則 kerma = ?

- (1) 0.1 Gy (2) 0.12 Gy (3) 1.0 Gy (4) 1.2 Gy

[解：]

(4)

$$\frac{0.6\text{J}}{0.5\text{kg}} = 1.2\text{Gy}$$

11. ICRP 的腸胃道的隔室模式中，可溶性物質可經由那一隔室進入體液(body fluid)中？

- (1) 大腸上部 (2) 大腸下部 (3) 小腸 (4) 結腸

解：

(3)

12. 帶有 0.3 MeV 動能的電子，其靜止質量為  $9.1 \times 10^{-31}$  kg，請問其總能量為多少焦耳(J)？(光速 =  $3.0 \times 10^8$  m/s) (1)  $0.41 \times 10^{-13}$  (2)  $1.5 \times 10^{-13}$  (3)  $0.25 \times 10^{-13}$  (4)  $0.33 \times 10^{-13}$

[解：]

(4)

$$\text{解：} (0.3 + 0.511)\text{MeV} \times 1.6 \times 10^{-13} \frac{\text{J}}{\text{MeV}} = 305 \times 10^{-13} \text{J}$$

13. 有關輻射劑量率效應(dose-rate effect)的敘述何者錯誤？

- (1) 劑量率越高細胞存活率越低 (2) 以細胞凋亡為主的細胞較不會出現劑量率效應  
(3) 與潛在致死傷害修復(potentially lethal damage repair)有關 (4) 中子射線的劑量率效應不明顯

[解：]

(3)

14. 有一  $^{60}\text{Co}$  的裸態點射源(bare point source)，其活度為 1 Ci， $\gamma$  能量為 1.173 MeV (100%)、1.333 MeV (100%)，試求在 1 米處 1 小時的輻射強度為多少  $\text{W m}^{-2}$ ？

- (1)  $1.182 \times 10^{-3}$  (2)  $1.182 \times 10^{-2}$  (3)  $1.182 \times 10^{-1}$  (4) 1.182

[解：]

(1)

15. 高能光子射線在空氣中產生的劑量與距離的平方成反比，最主要的原因為何？

- (1) 空氣吸收與距離平方成反比 (2) 光子能量衰減與距離平方成反比  
(3) 空氣阻擋能力與距離平方成反比 (4) 單位面積光子數目與距離平方成反比

[解：]

(4)

## 二、計算問答題：(每題 10 分，共 70 分)

1. 光子強度  $I_0$ ，入射厚度 3.0 cm 的某材料(直線衰減係數為  $0.693 \text{ cm}^{-1}$ )，若穿透光子的強度為  $0.2I_0$ ，則增建因數為多少？

[解：]

$$0.2I_0 = B \times I_0 e^{-0.693 \times 3} = B \times 0.125I_0$$

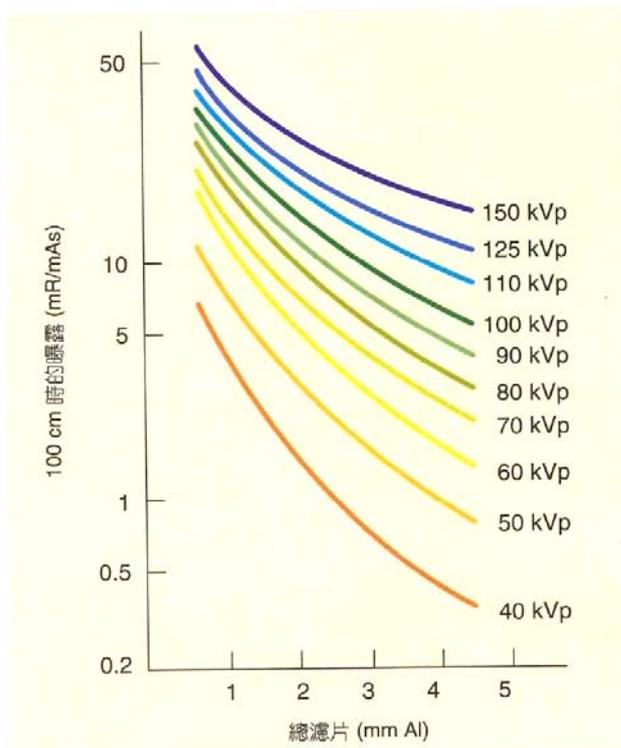
$$B = \frac{0.2}{0.125} = 1.6$$

2. 度量光子能譜時，常藉 FWHM 來表示該儀器的能量解析(energy resolution)能力，請說明何謂 FWHM。

[解：]

FWHM 為半高全寬(full width at half maximum)或半幅值，是指在能譜上出現的峰值的最大值一半處之寬度，其單位為能量單位 (通常為 keV)。FWHM 愈小，該儀器的能量解析能力愈佳。對於標準差為  $\sigma$  之常態分布峰值曲線， $\text{FWHM} = 2.35\sigma$ 。

3. 下圖中，請問該 X 光機(2mm Al)在 80 kVp，20 mAs 操作條件下：(1)在 100 cm 處所接受之輻射曝露為多少 mR？ (2)在 150 cm 處所接受之輻射曝露為多少 mR？



[解：]

(1)200 mR

查圖，可得 80 kVp，2 mm Al 在 100 cm 處之強度為 10 mR/mAs， $10 \times 20 = 200 \text{ mR}$

(2)88 mR

平方反比定律  $200 \times (100/150)^2 = 88 \text{ mR}$

4. 試計算 0.1 MeV 加馬射線(窄射束)穿透 0.3 mm 鉛及 5.3 cm 鋁屏蔽後，約有多少比例 (%) 的加馬輻射總穿透而不發生作用？已知此條件下，鉛的直線衰減係數  $\mu$  (鉛)為  $59.7 \text{ cm}^{-1}$ 、鋁的直線衰減係數  $\mu$  (鋁)為  $0.435 \text{ cm}^{-1}$ 。

[解：]

經 0.3 mm 鉛後，加馬輻射穿透而不發生作用比例： $I_1/I_0 = e^{-59.7 \times 0.04} = 0.167$

經 5.3 cm 鋁後，加馬輻射穿透而不發生作用比例： $I_2/I_0=e^{-0.435 \times 5.3}=0.1$

總穿透 (不發生作用)比例= $0.167 \times 0.1=1.67 \times 10^{-2}=1.67 \%$

5. 距一裸露之鈷-60 放射性物質 1 公尺處之劑量率為 2 西弗/分鐘，欲使該處劑量率降低至 10 微西弗/小時以下，若不考慮增建因數，請計算需加的鉛屏蔽最小厚度。已知鈷-60 產生之光子在鉛中之質量衰減係數  $\mu/\rho=0.0581 \text{ cm}^2/\text{g}$ ，鉛之密度為  $11.36 \text{ g/cm}^3$ 。

[解:]

$$I/I_0=e^{-\mu x} \Rightarrow 10 \mu\text{Sv/h} / 2 \text{ Sv/min} = e^{-\left(0.0581 \frac{\text{cm}^2}{\text{g}} \times 11.36 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}\right) T}$$

$$\Rightarrow 10^{-5} \text{ Sv/h} / 120 \text{ Sv/h} = e^{-0.66 T}$$

$$\Rightarrow \ln (8.33 \times 10^{-8}) = -0.66 T$$

$$\Rightarrow 16.3 = 0.66 T$$

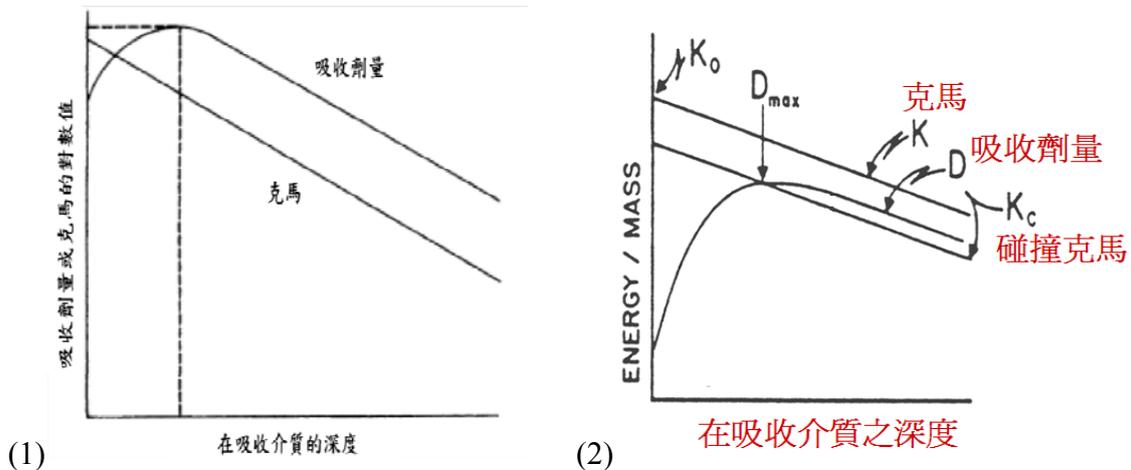
$$\Rightarrow T = 24.7 \text{ (cm)}$$

Ans: 鉛屏蔽最小厚度為 24.7 cm

6. 請繪圖說明光子輻射在不同介質深度處之克馬與吸收劑量的變化。(請考慮輻射衰減情況)

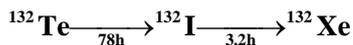
[解:]

隨著吸收介質的深度增加，因光子通率連續地減少，克馬連續地減少。吸收劑量在介質表面時較小，隨著深度增加，吸收劑量會先增後減，最大劑量發生在接近原始游離二次電子最大射程的深度。繪圖如下之 (1) 或 (2) 均可。



7.  $^{132}\text{Te}$  (半化期 78 小時) 與  $^{132}\text{I}$  (半化期 3.2 小時) 處於瞬時平衡。目前在平衡時  $^{132}\text{Te}$  有 128 mCi，則 156 小時後， $^{132}\text{I}$  的活度大約為多少 mCi？

[解:]



$$\lambda_1 = 0.693 / 78 = 0.0089 \text{ h}^{-1}$$

$$\lambda_2 = 0.693 / 3.2 = 0.217 \text{ h}^{-1}$$

經過 2 個半衰期， $^{132}\text{Te}$  的活度： $A_1 = 128 / 2^2 = 32 \text{ mCi}$

$$^{132}\text{I} \text{ 的活度: } A_2 = \frac{\lambda_2}{\lambda_2 - \lambda_1} A_1 = \frac{0.217}{0.217 - 0.0089} \times 32 = 33.37 \text{ mCi}$$