

行政院原子能委員會  
九十九年度第一次輻射防護人員測驗試題  
輻射防護員級：專業科目

一、填充題(每格 2 分，共 30 分)

1. 氫同位素中具有放射性的是\_\_\_(1)\_\_\_。

Ans: 氚

2. 診斷 X 光攝影中，使用鉛柵(grid)的最主要目的是消除\_\_\_(2)\_\_\_輻射，增加影像對比。

Ans: 散射

3. 神經細胞、骨髓細胞及肌肉細胞中，對輻射最敏感的是\_\_\_(3)\_\_\_。

Ans: 骨髓細胞

4. 游離輻射的間接作用是指輻射和\_\_\_(4)\_\_\_作用，產生很多化性極不穩定的自由基。

Ans: 水分子

5.  $^{60}\text{Co}$  射源的  $\Gamma$  值為  $1.32 \frac{\text{mR} \cdot \text{m}^2}{\text{hr} \cdot \text{mCi}}$ ，則距離活度 10 Ci  $^{60}\text{Co}$  射源 20 cm 處之暴露率為多少 R/min? \_\_\_(5)\_\_\_。

$$\text{Ans: } \dot{X} = 1.32 \times \frac{10000}{0.2^2} \times \frac{1}{60} \times \frac{1}{1000} = 5.5 \text{ R/min}$$

6. X 光屏蔽中所定義的工作負荷(workload)的單位為\_\_\_(6)\_\_\_。

$$\text{Ans: } \frac{\text{mA} \cdot \text{min}}{\text{week}}$$

7. 直線加速器所造成的吸收劑量是從零開始而在深度 R 處達到最大值，從介質表面到深度 R 處的部分稱為增建區，超過此部分的區域稱為\_\_\_(7)\_\_\_區。

Ans: 電子平衡

8. 氫和氧對於 1.0 MeV 光子的質量衰減係數分別為  $0.1263 \text{ cm}^2/\text{g}$  及  $0.0637 \text{ cm}^2/\text{g}$ ，試求水對於 1.0 MeV 光子的質量衰減係數為\_\_\_(8)\_\_\_  $\text{m}^2/\text{kg}$ 。

$$\left(\frac{\mu}{\rho}\right)_{\text{H}_2\text{O}} = \left(\frac{2}{18}\right)\left(\frac{\mu}{\rho}\right)_{\text{H}} + \left(\frac{16}{18}\right)\left(\frac{\mu}{\rho}\right)_{\text{O}}$$

$$\begin{aligned} \text{Ans: } &= \left(\frac{2}{18}\right) \times 0.1263 + \left(\frac{16}{18}\right) \times 0.0637 \\ &= 0.0706 \text{ cm}^2/\text{g} \\ &= 0.00706 \text{ m}^2/\text{kg} \end{aligned}$$

9.  $^{198}\text{Au}$  之放射性半化期為 2.69 天，在胃中的代謝半化期(metabolic half-life)為 0.0289 天，則  $^{198}\text{Au}$  在胃中的有效力半化期為\_\_\_(9)\_\_\_小時。

$$\text{Ans: } T_{\text{eff}} = \frac{T_R T_M}{T_R + T_M} = \frac{2.69 \times 0.0289}{2.69 + 0.0289} \times 24 = 0.69 \text{ h}$$

10. 列出三種純貝他放射核種？ (10)

Ans:  $^{14}\text{C}$ 、 $^3\text{H}$ 、 $^{32}\text{P}$ 、 $^{90}\text{Sr}$ 、 $^{90}\text{Y}$  (選三個)。

11. 光子輻射與介質作用的機率甚低，因此穿透力很強。鉛及乏鈾都是很好的光子輻射屏蔽體，因為 (11)。

Ans:高原子序(或電子密度大)。

12. 不穩定的原子核將其能量直接傳遞給內層軌道電子而將之游離的反應過程，稱為 (12) 反應。

Ans:內轉換

13. 低能量(E)光子與高原子序(Z)介質相作用最容易發生光電效應，其發生機率與E、Z的何種關係成正比？ (13)。

Ans: (10)  $Z^4 / E^3$

14. Po-210 行阿伐蛻變後形成子核種 Pb-206 並釋出 5.4 MeV 能量，其中阿伐粒子的動能為 (14) MeV。

Ans: 阿伐粒子動能 =  $5.4 \text{ MeV} \times \frac{206}{210} = 5.3 \text{ MeV}$

15. 若  $\alpha$  粒子在空氣中的射程為 3.95 cm，而人體組織密度是  $1 \text{ g/cm}^3$ ，則此  $\alpha$  粒子在人體組織中的射程約為幾 (15) cm？(空氣密度 =  $0.0013 \text{ g/cm}^3$ )

Ans:  $\frac{3.95 \text{ cm} \times 0.0013 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}}{1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}} = 5.1 \times 10^{-3} \text{ cm}$

註：當初題目給空氣密度 =  $0.013 \text{ g/cm}^3$ ，正確的空氣密度應為  $0.0013 \text{ g/cm}^3$ ，此題送分。

二、問答與計算題(每題 10 分，共 70 分)

1.  $^{131}\text{I}$  的半化期為 8 天，求  $1 \text{ mCi } ^{131}\text{I}$  的質量為多少？

Ans:

$$A = \lambda N$$

$$3.7 \times 10^7 = \frac{0.693}{8 \times 24 \times 60 \times 60} \times \frac{w}{131} \times 6.02 \times 10^{23}$$

$$w = 8.03 \times 10^{-9} \text{ g}$$

2. 試述光子與物質的三種作用。

Ans:光子與物質的作用主要包括光電效應、康普吞效應及成對效應

3. 若光子的波長為 1.78 埃( $\text{\AA}$ )，其能量為多少 keV? ( $h = 6.626 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$ )

$$\text{Ans: } \lambda = 6.626 \times 10^{-34} \times \frac{3 \times 10^8}{1.78 \times 10^{-10}} \times \frac{1}{1.6 \times 10^{-16}} = 6.98 \text{ keV}$$

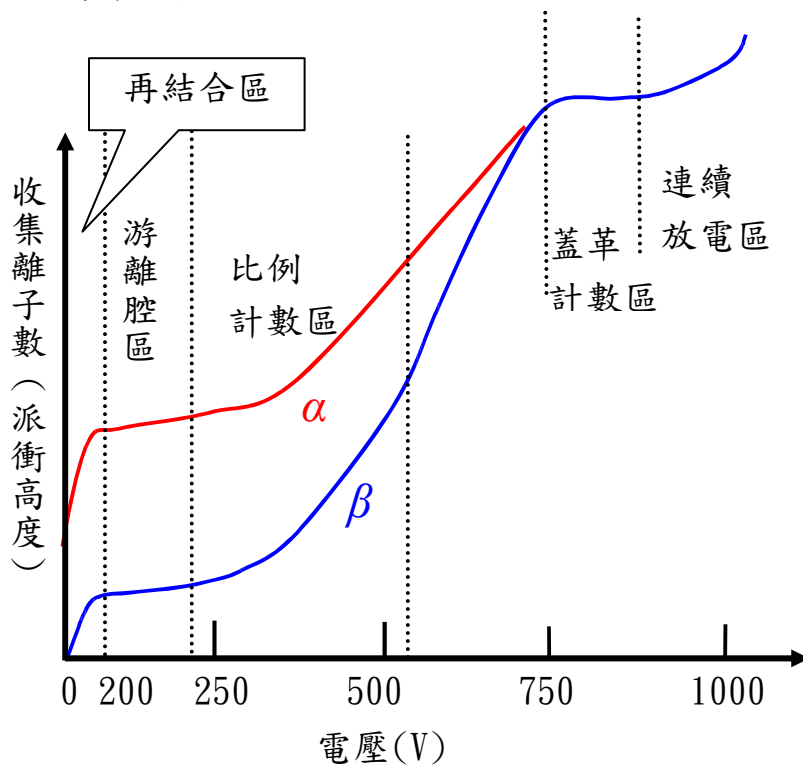
4. 試計算一個原子質量單位(amu)的物質可轉換成多少 MeV 的能量。

$$1 \text{ amu} = \frac{1}{6.02 \times 10^{23}} \times 10^{-3} = 1.66 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

Ans:  $E = mc^2 = 1.66 \times 10^{-27} \times (3 \times 10^8)^2 = 1.49 \times 10^{-10} \text{ J}$

$$E = \frac{1.49 \times 10^{-10}}{1.6 \times 10^{-13}} = 931 \text{ MeV}$$

5. 下圖為充氣式偵檢器在不同電壓下收集到之離子數目，請解釋  $\alpha$  粒子與  $\beta$  粒子的反應為何不同？



Ans:

一個  $\beta$  粒子的能量比一個阿伐粒子的能量低很多，所以游離氣體產生的離子對數量即少很多，因此電場收集到的離子數或脈衝高度必低於阿伐粒子。而在 GM 區因電場電壓甚高，任何一個游離作用都被大量放大如雪崩一般，故已無法分辨具入射粒子阿伐或貝他。

6. 正子攝影產生的互毀輻射在病人體內發生康普散射，求回跳電子的最大能量為多少 keV？

Ans:

互毀光子能量 = 511 keV，當散射光子反彈 ( $\theta$  角) 180 度時，回跳電子獲最大能量，

$$\therefore \text{散射光子能量 } E' = \frac{511 \text{ keV}}{1 + \frac{511 \text{ keV}}{511 \text{ keV}}(1 - \cos 180)} = \frac{511 \text{ keV}}{1 + 2} = 170 \text{ keV}$$

$$\therefore \text{回跳電子} = E - E' = 511 - 170 = 341 \text{ keV}$$

7. 以計數器做重複 50 次之度量，平均每分鐘計數率為 2500 counts，試問在  $2500 \pm 50$  間的測量值有多少次？ $1\sigma$  涵蓋 68% 的出現機率。

Ans :

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

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

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