

行政院原子能委員會
108 年度第 1 次「輻射防護師」測驗試題
游離輻射防護專業

一、單選題：(每題 2 分，共 30 分，答錯不倒扣)

- 下列有關輻射與生物的效應敘述何者正確？
(1)在高氧狀態下，細胞較不易受傷害 (2)低溫能降低細胞的輻射傷害 (3)累積劑量相同時，輻射劑量率低者造成之傷害較大 (4)相較於部分分化的細胞，完全分化的細胞對輻射更敏感
- X 光機結構屏蔽的計算所使用的占用因數(T)，職業性曝露人員非例行地使用之休息室，其占用因數為： (1) T=1 (2) T=1/2 (3) T=1/4 (4) T=1/8
- 一個計數效率為 23 % 的蓋革計數器計測一個環境試樣測得 300 cpm，儀器背景為 2 cpm，則此試樣的活度為多少貝克？ (1) 21.6 (2) 28.6 (3) 128.6 (4) 1286
- 一隻 20 公克的小鼠含有 1.25×10^5 Bq 的 ^{14}C 分布在全身。 ^{14}C 釋放出 β 粒子的平均能量為 0.0495 MeV，若能量全部被吸收，則小鼠全身的平均吸收劑量率為多少 Gy/s？
(1) 4.95×10^{-11} (2) 4.95×10^{-8} (3) 3.09×10^8 (4) 3.09×10^{11}
- 下列哪幾項效應屬於急性輻射效應？ A.皮膚紅腫 B.遺傳效應 C.腸胃道症候群 D.神經系統症候群 (1) ABCD (2) ABD (3) ACD (4) CD
- 屏蔽計算中之增建因數(build-up factor)，與下列何者無關？
(1)輻射種類 (2)屏蔽材質 (3)屏蔽厚度 (4)輻射強度
- 在光子會衰減的情況下，6 MV 的光子與水發生作用，請問在增建區後的深度，克馬(K)與吸收劑量(D)的關係？
(1) K 略大於 D (2) K 遠大於 D (3) K 略小於 D (4) K 等於 D
- 下列敘述何者正確？
(1)白內障屬於輻射的確定效應 (2)神經細胞比骨髓細胞對輻射敏感
(3)細胞週期中 S 期對輻射最敏感 (4)機率效應的嚴重程度隨輻射劑量增加而增加
- 有一準直射束為 0.3 MeV 加馬輻射，其能量通量率為 $5 \text{ J/m}^2 \cdot \text{s}$ ，試問入射光子的通量率(光子/ $\text{cm}^2 \cdot \text{s}$)為何？ (1) 1×10^8 (2) 1×10^9 (3) 1×10^{10} (4) 1×10^{11}

10. 若某人體內每公斤平均約有 3 公克的天然鉀元素，請計算此人體內所含 ^{40}K 的活度平均約為多少 Bq/kg？ (^{40}K : 半化期= 1.28×10^9 年, ^{40}K 佔天然鉀元素的豐度為 0.0117%)
 (1) 30 (2) 50 (3) 70 (4) 90
11. 人體組織的熱中子劑量，二個主要吸收核反應為下列何者？
 (1) $^{14}\text{N}(n,n')^{14}\text{N}$ 、 $^1\text{H}(n,\gamma)^2\text{H}$ (2) $^{14}\text{N}(n,p)^{14}\text{C}$ 、 $^1\text{H}(n,n')^1\text{H}$
 (3) $^{14}\text{N}(n,p)^{14}\text{C}$ 、 $^1\text{H}(n,\gamma)^2\text{H}$ (4) $^{14}\text{N}(n,2n)^{13}\text{N}$ 、 $^1\text{H}(n,n')^1\text{H}$
12. 單次攝入某一放射性核種 5 kBq 造成全身有效劑量為 0.06 mSv，及最大曝露的器官等價劑量為 0.50 mSv，則年攝入限度(ALI)為多少 MBq？
 (1) 6.25 (2) 5.00 (3) 4.75 (4) 4.17
13. 一台袖珍式游離腔，體積為 2.2 cm^3 ，電容為 8 pF，在 200 V 電位差下充滿電，佩戴時受到 γ 射線照射 2 小時後，電位差降為 192 V，假定於標準狀態下，請問該曝露率為多少 mR/h？ (1) 43.6 (2) 87.2 (3) 436 (4) 872
14. 若一同位素每 100 次衰變平均有 96 次會有加馬射線從原子核發射出來，其中與其 K、L 及 M 層電子發生內轉換作用的加馬射線分別有 10、5 及 1 次，其餘加馬射線均可發射出原子外，則發生 K 電子內轉換之相對機率(internal conversion yield, α_k)為？
 (1) 10.0 % (2) 10.5 % (3) 12.5 % (4) 16.7 %
15. 關於光子與物質產生成對效應的敘述，下列何者錯誤？
 (1) 所產生正子的平均動能為入射光子能量的一半 (2) 光子能量愈高，發生成對效應的機率愈大 (3) 物質的原子序愈高，發生成對效應的機率愈大 (4) 後續的互毀作用會產生 2 個能量 0.511 MeV 的光子

二、計算問答題：(每題 10 分，共 70 分)

1. 假若 200 MeV 動能之質子在水中的射程為 25.5 g/cm^2 ，300 MeV 動能之質子在水中的射程為 50.6 g/cm^2 ，試估計其穿透 30 cm 厚之水牆所需要的最小能量(MeV)？
2. 以 ^{203}Hg 標記硝酸汞溶液 $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$ ，汞的比活度為 $6 \times 10^5 \text{ Bq/mL}$ 。假設汞在溶液中的濃度是 10 mg/mL，
 (a) 試求 ^{203}Hg 在 Hg 中的比率為多少？
 (b) $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$ 的比活度為多少 Bq/g？
 (^{203}Hg 半化期為 46.5 天，Hg 分子量為 200， $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$ 分子量為 324.63)

3. 放射性核種 ^{198}Au 的衰變訊息如下表，請利用所提供的訊息畫出衰變圖(decay scheme)。

母核(半衰期)	子核	粒子或光子的發射能量(比率)
^{198}Au (2.7 天)	穩定的 ^{198}Hg	$\beta_1, 0.28 \text{ MeV}$ (0.985%)
		$\beta_2, 0.96 \text{ MeV}$ (98.99%)
		$\beta_3, 1.37 \text{ MeV}$ (0.025%)
		$\gamma_1, 0.41 \text{ MeV}$
		$\gamma_2, 0.68 \text{ MeV}$
		$\gamma_3, 1.09 \text{ MeV}$

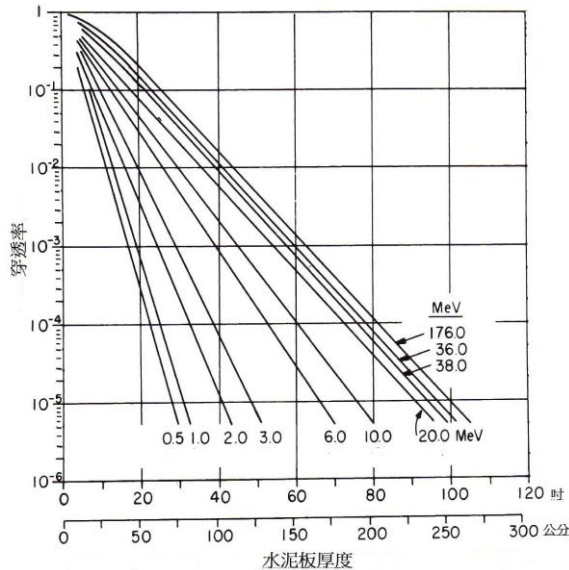
4. 光子和物質產生康普吞效應時，散射光子能量(E')和入射光子能量(E)之關係式為

$$E' = E \left[\frac{1}{1 + \alpha(1 - \cos \theta)} \right]$$

(a) 試述 α 和 θ 代表的意義。

(b) ^{137}Cs 會放出 662 keV 的光子，求 NaI(Tl) 偵檢器所測得回散射峰(backscattered radiation peak)及康普吞邊緣(Compton edge)的能量分別為何？

5. 有一部百萬伏 X 光機，在水泥板主屏蔽後離射源 5 米處的劑量率須小於 $0.5 \mu\text{Gy/h}$ 。設機器的工作負荷為 $200 \text{ cGy} \cdot \text{m}^2/\text{week}$ (每週開 5 天，每天使用 8 小時)、該處的使用因子為 1、人員在該處的占用因數為 1/4，X 射線的平均能量為 3 MeV，下圖為 X 射線穿過水泥板的穿透率圖，求主輻射屏蔽的穿透率為多少？厚度至少為多少公分？



6. 請解釋(a)游離輻射對細胞的間接作用(indirect action)及(b)相對生物效能(relative biological effectiveness, RBE)。

7. 若初步計數樣品與背景，得到背景值約是 125 cpm，樣品(扣除背景之淨計數)約是 1875 cpm，今須於有限之測量時間 40 分鐘內再進行計測，為使統計誤差最小，試問(a)背景及(b)樣品(含背景)計測各應分配多少分鐘？