

核能安全委員會
113 年度第 2 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)

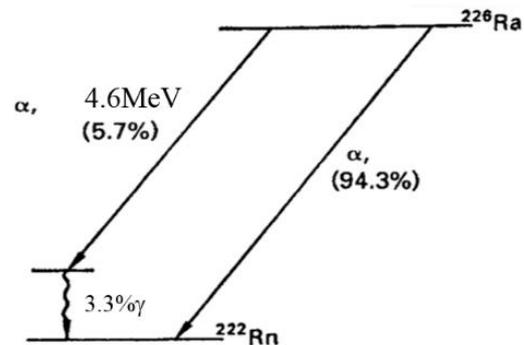
1. 動物腫瘤的生長分率(growth fraction)的值，大致落在哪一區段？
(1) 0.5 % 到 2 % (2) 3 % 到 5 % (3) 5 % 到 20 % (4) 30 % 到 50 %
2. 若水的比熱為 1 cal/g，1 Gy 的劑量可以使 1 kg 水溫度上升多少？(1 cal 約為 4.2 J)
(1) $2.4 \times 10^{-4} \text{ } ^\circ\text{C}$ (2) $4.2 \times 10^{-4} \text{ } ^\circ\text{C}$ (3) $2.4 \times 10^{-1} \text{ } ^\circ\text{C}$ (4) $4.2 \times 10^{-1} \text{ } ^\circ\text{C}$
3. 若有一偵檢器的范諾因數(Fano factor, F =觀察到的變異數/卜松預測的變異數)為 0.1，如果要達到能量解析度的統計極限為 0.5% 時，則每一個脈衝荷電載體的最小數目為多少個？ (1) 22090 (2) 32900 (3) 42030 (4) 51600
4. 某器官 40 公克，接受 0.1 焦耳的貝他輻射，其吸收劑量約為？
(1) 2.5 Gy (2) 2.5 Sv (3) 25 Gy (4) 25 Sv
5. 將鈷-59 放在原子爐以穩定中子通量率照射三年，再經半年衰變，其活度為飽和活度的多少%？(已知鈷-60 之半化期=5.26 年)
(1) 93.6 (2) 63.0 (3) 32.7 (4) 30.6
6. 內轉換電子、奧杰電子(Auger electron)、制動輻射、 α 、 γ 、 β^- 等六種輻射中，能譜為連續分布的共有幾種？ (1) 1 (2) 2 (3) 3 (4) 4
7. 一核醫藥物經注射後長期積聚於肝臟(視同不排除)，其核種的物理半化期為 6 小時，則該放射性藥物在肝臟內的有效半化期為多少小時？
(1) 3 (2) 6 (3) 12 (4) 無限大
8. 下列何者偵檢器可保存於室溫，但操作時需以液態氮冷卻方可使用？
(1) 矽鋰偵檢器 (2) 蓋革偵檢器 (3) 高純鍺偵檢器 (4) 液態閃爍偵檢器
9. 對等向性(isotropic)的射源而言，真實計測效率(intrinsic efficiency, ϵ_{int})、絕對計測效率(absolute efficiency, ϵ_{abs})及立體角(Ω)之關係式為：
(1) $\epsilon_{\text{abs}} = \epsilon_{\text{int}}$ (2) $\epsilon_{\text{abs}} = 1/\epsilon_{\text{int}}$ (3) $\epsilon_{\text{abs}} = \epsilon_{\text{int}} \times (4\pi/\Omega)$ (4) $\epsilon_{\text{abs}} = \epsilon_{\text{int}} \times (\Omega/4\pi)$
10. 有一圓柱型偵檢器，其輻射入射面之半徑為 2 cm，距點射源距離 6 cm，請問立體角(Ω)等於？ (1) 0.11 (2) 0.22 (3) 0.32 (4) 0.40

11. 活度 2 mCi 之核種(半化期=3.83 天)，永久置於病人體內，求此核種在體內的總衰變次數？ (1) 3.526×10^{13} (2) 3.526×10^{14} (3) 4.786×10^{13} (4) 4.786×10^{14}
12. 貝他衰變、正子衰變及電子捕獲(electron capture)三種反應中，母核和子核是同重素的有幾種？ (1) 0 (2) 1 (3) 2 (4) 3
13. 某人單次攝入 6.3×10^3 Bq 的某放射性核種，造成其體內某器官接受了 3.2 mSv 之約定等價劑量，若僅此一器官受到曝露，該器官之組織加權因數為 0.05，若以輻射工作人員 5 年累積之有效劑量限值為考量基準，則該放射性核種之年攝入限度為多少 MBq？
(1) 0.21 (2) 0.48 (3) 0.62 (4) 0.79
14. 國際放射防護委員會 (ICRP) 103 號報告證實了胚胎發育過程，在著床前期子宮接受多少 Gy 以下的輻射劑量，很少會有胚胎致死的現象？ (1) 5 (2) 2 (3) 1 (4) 0.1
15. 下列關於輻射生物效應中線性無閾值(LNT)模式的敘述何者正確？
A.劑量與生物效應之間有閾值 B.癌症與遺傳效應屬於 LNT 模式
C.發生效應的機率與劑量成比例增加
(1)僅 AB (2)僅 AC (3)僅 BC (4) ABC

二、計算問答題：(每題 10 分，共 70 分)

1. 原子核 ^{226}Ra 衰變至 ^{222}Rn 的核衰變如圖所示，請問 1000 個 ^{226}Ra 原子蛻變至 ^{222}Rn 時：
(1)釋放的總 α 能量為多少 MeV？
(2)釋放的總 γ 能量為多少 MeV？
(3)會釋放多少個內轉換電子？

($M_{\text{Ra}} = 226.025438$ amu；
 $M_{\text{Rn}} = 222.017610$ amu；
 $M_{\text{He}} = 4.002603$ amu)



2. 在溫度 20°C 、氣壓 684 mmHg 的環境下，使用有效體積為 0.6 c.c. 的游離腔測得電量為 20 nC，請問曝露(exposure)為多少倫琴(R)？(校正條件為 1 大氣壓、 0°C)
3. 吸入可溶性的 ^{210}Po 粒子，其中 50% 活度轉移到血液中，轉移到血液中的 ^{210}Po ，假設分別有 0.15、0.1、0.1 和 0.65 的分率去到肝臟、腎臟、脾臟和所有其他的組織。假設 ^{210}Po 進入這些組織後的生物半化期是 50 天。請問由於吸入 1 Bq 的 ^{210}Po 粒子所造成的肝臟 ($m = 1400\text{g}$) 劑量是多少 Sv？(已知 ^{210}Po 的物理半化期為 138.4 天且是 100% 的 α 衰變，衰變後 α 粒子的能量為 5.3 MeV，子核的反跳(recoil)能量為 0.1 MeV。)

4. 假設銫-137 光子和靜止電子發生 Compton 碰撞，當光子散射角為 60 度時，散射光子及回跳電子各獲得多少能量(keV)？
5. 能量 500 keV 窄射束的 X 光子垂直射入鉛板，若鉛板的質量衰減係數為 $0.15 \text{ cm}^2/\text{g}$ ，鉛板的密度為 11.4 g/cm^3 ，試問：(1)鉛板的線性衰減係數為何？ (2)鉛板的半值層為何？ (3)若要將此窄射束入射光子的數目減少為入射值的 1/5，需要多厚的鉛板？
6. 對一位 60 公斤體重的人員進行全身計測，測得體內 ^{40}K 的活度濃度為 55 Bq/kg，則請計算此人體內所含(1) ^{40}K 有多少克？ (2)天然鉀元素約為多少克？ (^{40}K ： $t_{1/2}=1.28\times 10^9$ 年， ^{40}K 在鉀元素的豐度為 0.0117%)
7. 一個蓋革計數器計測實驗去計算其鑑別時間。對射源 A 每秒的計數為 1182、射源 A 與射源 B 一起計測的計數率為 2063、射源 B 每秒的計數為 1223、背景計數率可以忽略，請計算：(1)該計測系統的鑑別時間及(2)射源 A 經校正後的計數率。