

核能安全委員會
115 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)

1. 地表輻射主要來自於土壤中的何種元素？ (1)鈉 (2)鉀 (3)鈷 (4)氬
2. 下列何者不屬於急性輻射症候群？
(1)淋巴球減少 (2)嚴重腹瀉 (3)白內障 (4)皮膚紅斑
3. 下列何種偵檢器可用來區分 α 與 β 輻射？
(1)蓋革計數器 (2)熱發光劑量計 (3)比例計數器 (4)化學劑量計
4. 已知 ^{10}B 對 0.025 eV 熱中子的捕獲截面為 735 邦，如果有 1 MeV 的中子與氬原子核發生三次正面(head-on)彈性碰撞，試問 ^{10}B 對碰撞後的中子捕獲截面約為多少邦？
(1) 0.60 (2) 3.19 (3) 603.8 (4) 3137.7
5. 關於氧氣增強比例(OER)與相對生物效應(RBE)，在入射輻射線性能量轉移(LET)由 50 keV/ μm 增加至 90 keV/ μm 時，下列敘述何者正確？
(1) OER 上升，RBE 下降 (2) OER 下降，RBE 上升
(3) OER 下降，RBE 下降 (4) OER 上升，RBE 上升
6. 活度 1 Ci 的 ^{60}Co 點射源，其 γ 能量有 1.173 MeV (100%)與 1.333 MeV (100%)，試問在 1 m 處的輻射強度為多少 $\text{J}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ ？
(1) 1.01×10^{-3} (2) 1.18×10^{-3} (3) 3.21×10^{-3} (4) 4.28×10^{-3}
7. 在水中，深度為一個鬆弛長度(relaxation length)，下列哪一個能量光子產生的散射最多？
(1) 0.1 MeV (2) 2 MeV (3) 5 MeV (4) 10 MeV
8. 某一輻射偵檢器屬於非麻痺型(non-paralyzable)，其無感時間為 0.1 秒，試問其最大的觀察計數率為何？ (1) 1 s^{-1} (2) 10 s^{-1} (3) 100 s^{-1} (4) 1000 s^{-1}
9. 10 MeV 的光子照射在材質為樹脂的假體上，通量為 10^{12} cm^{-2} ，已知樹脂的密度為 1.18 g/cm^3 ，光子的直線衰減係數為 0.025 cm^{-1} ，平均能量轉移 E_{tr} 為 7.29 MeV，平均能量吸收 E_{ab} 為 7.06 MeV，平均阻擋本領為 $1.89 \text{ MeV cm}^2/\text{g}$ ，試問克馬為多少 Gy？
(1) 24.7 (2) 23.9 (3) 33.9 (4) 6.41
10. 某放射性同位素的半化期為 14 天，在人體內的清除常數為 0.0693 天^{-1} ，試問此同位素在人體內的有效半化期為？ (1) 14.33 天 (2) 5.83 天 (3) 6.93 天 (4) 9.63 天

11. 以下哪些裝置適合作為個人劑量計？
 A.熱發光劑量計 B.平行板游離腔 C.膠片佩章 D.蓋革計數器
 (1)僅 ABC (2)僅 AC (3)僅 BD (4)僅 D
12. 有一未知波長的 X 光與物質進行康普吞散射，經過 180 度散射後，散射波長為 0.0542 Å，試問此入射 X 光波長約為多少 Å？
 (1) 0.01 (2) 0.02 (3) 0.03 (4) 0.04
13. ${}_{15}^{32}\text{P} \rightarrow {}_{16}^{32}\text{S} + {}_{-1}^0\beta + \bar{\nu} + Q$ ，已知 ${}^{32}\text{P}$ 原子的質量較 ${}^{32}\text{S}$ 原子的質量大0.001836 amu，試問 β^- 的動能為何？
 (1)介於 0~1.71 MeV (2)介於 0~2.22 MeV (3)單能量 1.71 MeV (4)單能量 2.22 MeV
14. 以全身計數器偵測體內核種，下列哪一核種不適用？
 (1)鈷-60 (2)鋨-90 (3)碘-131 (4)銻-137
15. 輻射生物學中的名詞 LD_{60/30} 中，30 代表為何？
 (1) 30 Gy (2) 30 Sv (3) 30 天 (4) 30%

二、計算問答題：(每題 10 分，共 70 分)

1. 有一球形游離腔，內徑為 10 cm，組織等效壁為 1.5 mm 厚，在 STP 條件下，腔內氣體的莫耳組成為：30.01%的 CO₂，1.74%的 N₂，67.92%的 CH₄，0.33%的 C₂H₆，此游離腔受輻射照射產生 3×10^{-10} A 電流，試問該游離腔量得的吸收劑量率是多少 Gy/s？
 (註：STP 下 1 莫耳氣體體積=22.4 升，產生一個離子對需要 30.5 eV)
2. 已知某一放射性物質每次衰變僅會發射一個 0.6 MeV 光子，若此光子在空氣中的質能吸收係數(mass energy-absorption coefficient)為 0.0295 cm²/g：
 (1)請利用此係數計算該放射性物質的比加馬常數(specific gamma-ray constant) Γ 為多少 (R-m²)/(Ci-h)？(6%)
 (2)若此放射性物質點射源之活度為 5 Ci，則距其 2 m 處，照射 4 小時之累積曝露為多少 R？(4%)

3. 已知有一放射樣品的總計數率為背景計數率的 100 倍，若一輻防專業人員想在 10 分鐘內完成最佳的計測時間以使得誤差最小，則樣品計數時間與背景計數時間應如何分配？
4. 有 A 與 B 兩核種，A 的半化期 7 天；B 的半化期 12 天，若兩核種起始的核種數量相同，試問衰減多少天之後，A/B 核種數量比值為 1/5？
5. 有一偵檢器度量某射源的能譜，發現在 1.17 MeV 處有一能峰，總計數為 129,600，呈現高斯分佈。此偵檢器的能量解析度約為 3%。
- (1) 試問該能峰的半高全寬為多少？(3%)
 - (2) 上述的能峰半高全寬假設為整體的表現，若系統雜訊與訊號飄移所造成半高全寬分別為 4.1 keV 與 3.8 keV，且能峰之能量解析度主要為系統雜訊、訊號飄移與統計計數所貢獻，試問因統計計數所造成的半高全寬為多少？(5%)
 - (3) 綜合上述兩點，試問影響能譜的能量解析度主要為何？(2%)
6. 在 X 光機之結構屏蔽是用來防護有用主射束(primary beam)、滲漏輻射(leakage radiation)和散射輻射(scattered radiation)，請說明：
- (1) X 光機之有用主射束、滲漏輻射和散射輻射之定義(5%)。
 - (2) 一般而言，滲漏輻射比散射輻射的穿透力強，請說明其原因(5%)。
7. 現有 500 mg 鐳-226 (半化期為 1600 年)，試問：
- (1) 經過 1 天後會產生多少貝克的氦-222 (半化期為 3.8 天)？(5%)
 - (2) 鐳-226 與氦-222 之母核與子核關係於 2 個月後，將處於何種平衡？請簡要說明原因。(5%)