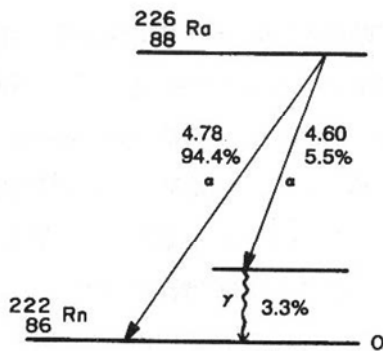


行政院原子能委員會
110 年度第 1 次「輻射防護師」測驗試題
游離輻射防護專業

一、單選題：(每題 2 分，共 30 分，答錯不倒扣)

1. 一位工人不小心打翻了 ^{32}P 溶液，污染他的皮膚 10 cm^2 ，污染活度為 3700 Bq ，則污染皮膚的劑量率為多少 Gy/h ？
(^{32}P 貝他粒子的平均能量 $\bar{E} = 0.7\text{ MeV}$ ，在組織之質量吸收係數為 $9.18\text{ cm}^2/\text{g}$)
(1) 6.42×10^{-4} (2) 1.28×10^{-3} (3) 6.42×10^{-3} (4) 1.28×10^{-2}
2. 一束準直良好的射束含有 10^5 個光子，而光子能量為 10 MeV ，射束打在 20 cm 厚的碳塊上(密度 2250 kg/m^3)。 10 MeV 光子與碳作用的質量衰減係數(μ/ρ)為 $0.0196\text{ cm}^2/\text{g}$ ，質量吸收係數 (μ_{ab}/ρ) 為 $0.0138\text{ cm}^2/\text{g}$ 。請問在碳塊裡的 10 cm 深處 1 mm 厚 (在 10.0 cm 到 10.1 cm 間) 碳層的吸收能量(MeV)？ (1) 207 (2) 876 (3) 1993 (4) 2200
3. ^{226}Ra 原子核衰變至 ^{222}Rn 的核衰變如下圖所示，請問圖中的加馬射線其能量應為多少？
(1) 0.18 keV (2) 4.60 keV (3) 180 keV (4) 4.78 MeV



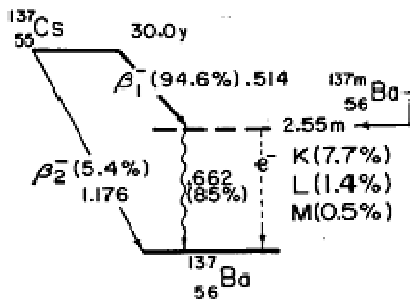
4. 有關充氣式偵檢器之特性，下列敘述何者正確？
A. 蓋革計數器可以鑑別輻射種類及能量 B. $^{10}\text{BF}_3$ 比例計數器是一種中子偵檢器
C. 游離腔最常填充 P-10 氣體 D. 蓋革計數器的氣體增殖率較比例計數器大
(1) ACD (2) ABD (3) 僅 BD (4) BCD
5. 距離某一射源 1 公尺處之劑量率為 54 mSv/h ，小明在距離此射源 3 公尺處作業 10 分鐘，則所接受的劑量約為多少 mSv ？ (1) 1 (2) 2 (3) 3 (4) 4
6. 細胞週期中，對輻射敏感度由高至低排列何者正確？
(1) M、S、G2 (2) S、G1、G2 (3) M、G1、S (4) G1、M、S
7. P-10 氣體所含之氬氣組成占比為多少%？ (1) 10 (2) 30 (3) 60 (4) 90

8. 康普吞效應中，1 MeV 的入射光子經 90° 角的散射，試問其能量損失率約為多少%？
(1) 16.5 (2) 33.8 (3) 66.2 (4) 83.5
9. 下列同位素中，何者最適合做為熱中子偵測？ (1) ${}^7\text{Li}$ (2) ${}^6\text{Li}$ (3) ${}^{14}\text{C}$ (4) ${}^{60}\text{Co}$
10. 有關輻射之健康效應區分，下列敘述何者正確？
(1) 確定效應其嚴重程度與劑量大小無關
(2) 確定效應無劑量低限值
(3) 機率效應其發生之機率與劑量大小成正比，而與嚴重程度無關
(4) 機率效應之發生可能有劑量低限值
11. 有關輻射生物效應的敘述，正確的有哪些？
A. 皮膚損傷、紅斑屬全身急性效應
B. 胃腸症候群、脫毛屬局部急性效應
C. 造血症候群、中樞神經症候群屬全身急性效應
D. 癌症、眼球白內障屬於慢性或延遲效應
(1) 僅 AB (2) 僅 AD (3) 僅 CD (4) BCD
12. 若 450 keV 的單能 γ 光子被效率為 11.5% 的無機閃爍偵檢器之 NaI(Tl) 晶體吸收，產生閃爍光子的平均能量為 2.5 eV，其中 70% 的閃爍光子到達光電倍增管的陰極，該陰極把 30% 的入射光子轉換成光電子。則平均每個被吸收的單能 γ 光子所產生的光電子數目為？ (1) 4.3×10^3 (2) 2.1×10^4 (3) 2.7×10^4 (4) 4.8×10^4
13. 若 8 MeV 的電子射束穿過 3 公分的軟組織 ($\rho = 1 \text{ g/cm}^3$) 後，進入密度為 0.25 g/cm^3 的肺臟，則此電子射束穿過軟組織與肺的距離總共為多少公分？ (1) 3 (2) 5 (3) 7 (4) 9
14. 規劃 X 光室的屏蔽時，不需要下列哪一項資訊？
(1) 牆後有人存在的時間比例 (2) 主射束射至該牆的時間比例
(3) 輻射源至牆的距離 (4) 操作人員的上班時間
15. 一個鈾 235 原子被誘發核分裂時，平均約釋出多少能量？
(1) 200 MeV (2) 2 GeV (3) 200 keV (4) 511 MeV

二、計算問答題：(每題 10 分，共 70 分)

1. 有一圓柱型偵檢器，它僅能度量到 γ -ray，其偵測面相對於某一點射源的角度為全立體角的 5%，射源活度 $1 \mu\text{Ci}$ ，此射源每次蛻變平均釋出 0.85 個 γ -ray，已知在 30 秒的度量，此偵檢器度量到 624 個 counts；移除射源後，背景 30 秒的計數為 58 counts，請問此偵檢器的真實計測效率(intrinsic counting efficiency, ϵ_{int})與絕對計測效率(absolute counting efficiency, ϵ_{abs})各為何？
2. 一光子入射到鋁吸收體發生康普吞散射，康普吞電子被往前散射(電子散射角 $\phi = 0^\circ$)，在鋁吸收體的質量射程為 460 mg/cm^2 。試問：
 - (1)康普吞電子的動能為多少 MeV？
 - (2)入射光子的能量為多少 MeV？

($\ln R = 6.63 - 3.2376(10.2146 - \ln E)^{1/2}$ ， $R (\text{mg/cm}^2)$ ：電子質量射程； $E (\text{MeV})$ ：動能)
3. 在一大氣壓、室溫 20°C 條件下，貝他粒子經過空氣、鋁擋片及 GM counter 的窗後，剛好完全被阻擋，其中鋁擋片(密度 2.7 g/cm^3)厚度為 2.5 mm，GM counter 窗厚度為 2.0 mg/cm^2 ，貝他射源距離鋁擋片 4.8 cm，請問貝他粒子的最大密度射程 (mg/cm^2)？
4. 取樣時 Ra-226 的活度為 100 Bq，子核 Rn-222 為 0 Bq，樣品密封良好，請問分別經過 10 天與 30 天後，Rn-222 的活度為多少 Bq？(Ra-226 的半化期為 1602 年，Rn-222 的半化期為 3.8 天)
5. 一活度為 100 Bq 之 Cs-137(半化期為 30 年)小射源被植入組織樣品中，試估計在植入 10 秒的時間內，在組織裡吸收的總輻射能量為多少 MeV。假設貝他及螢光/特性輻射之能量均被吸收，但加馬射線則完全逃逸，同時假設貝他的平均能量為最大能量的 1/3。(Cs-137 之衰變圖如下，輻射能量之單位為 MeV)



6. 請說明何謂 X 光機之有用射束、散射輻射、洩露輻射？
7. 某長壽命放射性樣品經一計數器計測 10 分鐘，共計測1426個計數。之後拿走該樣品，計測 90 分鐘，共計測2561個背景計數，試問：
- (1)樣品的淨計數率及標準差為何？
 - (2)為使求得之淨計數率能在 95 %可信度(confidence level)下與真值之誤差在 5%之內，則不重複測量背景之情況下，必須對該樣品計測多久時間？（請詳列算式）