

等 別：高考二級
類 科：輻射安全
科 目：保健物理
考試時間：2 小時

座號：_____

※注意：(一)可以使用電子計算器。

(二)不必抄題，作答時請將試題題號及答案依照順序寫在試卷上，於本試題上作答者，不予計分。

(三)請以黑色鋼筆或原子筆在申論試卷上作答。

- 一、核爆會產生含銫-137 的放射性落塵，已知銫-137 的物理半化期 (physical half-life) 為 30.17 年，請問：
- (一)當人體攝入銫-137，若服用普魯士藍 (Prussian blue)，則可將銫-137 的生物半化期 (biological half-life) 減少為幾天，以促進銫-137 從體內排出？(5 分)
- (二)若服用普魯士藍，則其有效半化期為何？(5 分)
- 二、單靶單擊模型 (single target, single-hit model) 中，請問：
- (一)細胞殘存率 (survival rate) S 與輻射劑量 D 的關係式為何？(5 分)
- (二)若輻射劑量 D 為 x 軸， $\ln S$ 為 y 軸， $\ln S$ 對 D 作圖，可得一直線，則此直線的斜率為何？(5 分)
- 三、厚度為 3.2×10^{23} electrons/cm² 的碳片，受到 1.0 MeV 單能光子射束撞擊，已知光子數為 2.45×10^8 。已知 1.0 MeV 光子與碳原子相互作用的康普吞效應 (Compton effect) 的作用機率 σ 為 1.228 邦 (barn)，1.0 MeV 光子與碳原子的康普吞散射碰撞之平均能量轉移為 0.44 MeV。請問：
- (一)光子射束產生康普吞效應 (Compton effect) 的作用總次數為何？(5 分)
- (二)從光子射束轉移出去的總能量為何？(5 分)
- (三)從光子射束轉移至回跳電子的總動能為何？(5 分)
- (四)在能量平衡下，所產生散射光子的總能量為何？(5 分)
- 四、某核醫藥局於 9 月 8 日上午 9 時接到一台活度為 80 mCi 的 $^{188}\text{W}/^{188}\text{Re}$ 滋生器，立刻進行淘洗。已知 ^{188}W 的半衰期為 69.4 天， ^{188}Re 的半衰期為 16.9 小時。若淘洗可完全將 ^{188}Re 洗出，於 9 月 9 日上午 8 時再次淘洗，則可得到多少 mCi 的 ^{188}Re ？(10 分)
- 五、有一活度鈷-60 密封射源 20 Ci，置於 5 cm 厚的鉛罐內，再以箱型車運送，鉛罐距離司機的位置為 2.5 m。已知鉛的密度 $\rho = 11.35 \text{ g/cm}^3$ ，鈷-60 的加馬(γ)射線常數比 $\Gamma = 3.704 \times 10^{-4} \frac{\text{mSv m}^2}{\text{MBq h}}$ ，鈷-60 的質量衰減係數 $\frac{\mu}{\rho} = 0.0595 \frac{\text{cm}^2}{\text{g}}$ ，不考慮增建因數。請問：
- (一)司機位置的輻射劑量率為何？(10 分)
- (二)司機位置的輻射劑量率是否超過「放射性物質安全運送規則」運送射源的管制規定？(10 分)

(請接背面)

等 別：高考二級
類 科：輻射安全
科 目：保健物理

六、某輻射實驗場所的空氣含鈷-60與銫-137兩種放射性核種，其年平均濃度分別為 $4.0 \times 10^2 \text{ Bq/m}^3$ 與 $1.0 \times 10^3 \text{ Bq/m}^3$ 。該場所中某工作人員於 5 年間在該工作場所作業 2 年，其人員劑量佩章一年四季分別測得 1.1、1.3、0.9 與 1.0 mSv 的深部等效劑量，且該年嚥入鈷-60 與銫-137 的活度量分別為 $2.0 \times 10^5 \text{ Bq}$ 與 $1.0 \times 10^5 \text{ Bq}$ 。已知鈷-60 的吸入劑量轉換因數 (Dose Conversion Factor, DCF) 為 $1.7 \times 10^{-8} \text{ Sv/Bq}$ 、嚥入劑量轉換因數為 $2.5 \times 10^{-9} \text{ Sv/Bq}$ ；銫-137 的吸入劑量轉換因數為 $6.7 \times 10^{-9} \text{ Sv/Bq}$ 、嚥入劑量轉換因數 $1.3 \times 10^{-8} \text{ Sv/Bq}$ 。請問該工作人員：

- (一)體外曝露年個人等效劑量為多少 mSv？(5 分)
- (二)年吸入有效劑量為多少 mSv？(5 分)
- (三)年嚥入有效劑量為多少 mSv？(5 分)
- (四)是否超過「游離輻射防護安全標準」之劑量限度？(5 分)

七、一計測儀器背景測時間 t_b 為 100 min 得到背景計數 n_b 為 125 counts，若試樣量 m 為 10 g，經純化分析得化學回收率 η 為 80%，若計測儀器之計測效率 ε 為 30%，95% 可信度 (confidence level) 的儀器偵檢下限 (Lower Limit of Detection, LLD) 為 $4.66 \times \sigma_b + 3 \text{ counts}$ ，請問該試樣在 95% 可信度的最小可測活度 (Minimum Detectable Activity, MDA) 是多少 Bq/kg？(10 分)