

類 科：輻射安全

科 目：輻射應用及其防護

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。

- 一、在主管機關所製定的各式輻射安全測試報告中，規定管制區內操作人員或工作人居占位置之劑量率最高不超過 $10 \mu\text{Sv/h}$ ($\geq 10 \mu\text{Sv/h}$ 者需附符合工作人員年劑量限度說明)，管制區外距任何可以接近 X 光室四週障壁外表面 30cm 處之劑量率最高不超過 $0.5 \mu\text{Sv/h}$ ($> 0.5 \mu\text{Sv/h}$ 者需附符合一般人年劑量限度說明)。請依法規中對輻射工作人員及一般人之年劑量限度規定計算分別說明之。(10 分)
- 二、鈷六十 (^{60}Co) 密封射源一枚，其活度為 120 居里 (Ci)，因操作不謹慎掉落鉛罐外，某操作員奉命於執行計畫特別曝露；在無鉛屏蔽狀況下該員用長夾子距射源 120 公分以 40 秒時間將 ^{60}Co 射源夾入鉛罐中，事前已查核該員本年從事例行輻射工作已累積劑量達 6.81 mSv，試問：
 - (一)該員執行該項曝露所接受之劑量為多少？(5 分)
 - (二)請說明該員之劑量是否違反「游離輻射防護安全標準」之規定？(已知 ^{60}Co 於一米處之劑量率常數 $\Gamma = 3.703 \times 10^{-4} \text{ mSv/h MBq}$) (5 分)
- 三、某一輻射工作人員操作活度 370 MBq 的磷 32 (^{32}P) 非密封放射性物質，胸部配戴之人員劑量計與此非密封放射性物質的距離為 30 cm，人員劑量計測得之 β^- 劑量為 2.4 mSv，請問此人操作非密封放射性物質的時間為何？(β^- 射線在人體的質量阻擋本領 S/ρ 為 $0.20 \text{ MeV m}^2 \text{ kg}^{-1}$) (10 分)
- 四、某放射化學實驗室固定在每月 1 日使用 20 mCi 的 ^{32}P 、每月 15 日使用 10 mCi 的 ^{14}C 做放射性標誌實驗，各產生約 20 公升的廢液，其中之放射性活度確認為使用活度量的 1/1000 以下。實驗產生之廢液先置於一廢液槽內，請計算月底 (以 4 週計) 可否將此廢液排放出去？(^{32}P 與 ^{14}C 的排放濃度限值各為 $3.81 \times 10^5 \text{ Bq/m}^3$ 、 $1.57 \times 10^6 \text{ Bq/m}^3$ ； ^{32}P 與 ^{14}C 的半衰期各為 14.28 天、5730 年) (10 分)
- 五、釷 90 (^{90}Y) 微球體選擇性體內放射療法是以肝臟血管攝影方式將 ^{90}Y 微球體直接送至肝臟內的腫瘤部位，已知某位病人的左肝葉接受活度為 2.2 GBq 的 ^{90}Y 微球體劑量，請問：
 - (一) 2.2 GBq 的 ^{90}Y 的重量為何？(5 分)
 - (二) 若忽略 ^{90}Y 的 β^- 粒子在病人體內產生很微量的制動輻射，則醫師在執行手術時，應如何做好輻射防護？(^{90}Sr 的半衰期為 28.8 y，最大 β^- 能量為 0.546 MeV， ^{90}Y 的半衰期為 64.1h，最大 β^- 能量為 2.28 MeV) (5 分)

(請接背面)

類 科：輻射安全
科 目：輻射應用及其防護

- 六、離子佈植機 (ion implanter) 又稱為離子注入機，其可將能量為數萬電子伏 (數十 keV) 至數十萬電子伏 (數百 keV) 的離子植入固體表面的設備，常用於半導體產業界。請敘述離子佈植機的輻射防護。(10 分)
- 七、半導體產業的生產線上常裝有靜電消除器 (static eliminators)，其中輻射源式靜電消除器又稱為放射性同位素靜電消除器，請回答下列問題：
- (一)請敘述輻射源式靜電消除器消除靜電的作用機制？(5 分)
 - (二)請說明為何輻射源式靜電消除器，經常使用的天然放射性同位素釷 ^{210}Po 和鐳 (^{226}Ra)？(^{210}Po 的半化期為 138.38 年， ^{226}Ra 的半化期為 1600 年)(5 分)
 - (三)請說明輻射源式靜電消除器的輻射防護。(5 分)
- 八、X 射線螢光分析儀 (X-ray fluorescence spectrometer, XRF spectrometer) 是屬於公稱電壓為十五萬伏 (150 kV) 或粒子能量為十五萬電子伏 (150 keV) 以下者的登記備查類可發生游離輻射設備，其廣泛應用於地質、礦山、冶金、環保、考古、電子產業等領域，請回答下列問題：
- (一)請敘述 X 射線螢光分析儀的作用機制？(5 分)
 - (二)請說明 X 射線螢光分析儀的輻射防護。(5 分)
- 九、(一)請敘述電子束焊 (electron beam welding) 技術。(5 分)
(二)請敘述電子束焊機 (electron beam welding machine) 操作時的輻射防護原則。(5 分)
- 十、要讓放射治療 10 MV 的高能 X 光射束之主穿透 (primary transmission) 為 2%，則需要使用幾個什一值層 (TVL) 的屏蔽？(5 分)