

類 科：輻射安全
科 目：輻射度量
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)本科目除專門名詞或數理公式外，應使用本國文字作答。

一、一未知核種 X 的衰變結構如圖 (一) 所示，

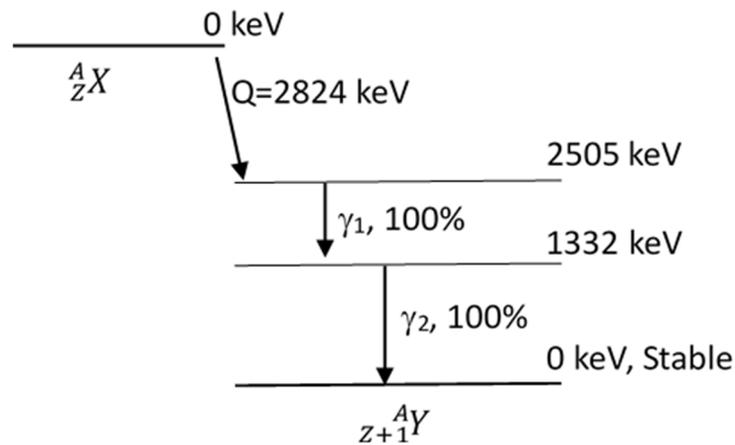


圖 (一)

(一)請說明此 X 核種是那一種衰變 (decay) 並說明此衰變？此 X 核種衰變時釋出粒子的最大能量是多少 keV？(15 分)

(二)將此 X 核種製成適當活度的點射源，並置於鉛屏蔽內的碘化鈉偵檢器表面，所量測到的能譜如圖 (二)，請說明圖中①至⑥箭頭標示區域能譜特徵的形成原因。(12 分)

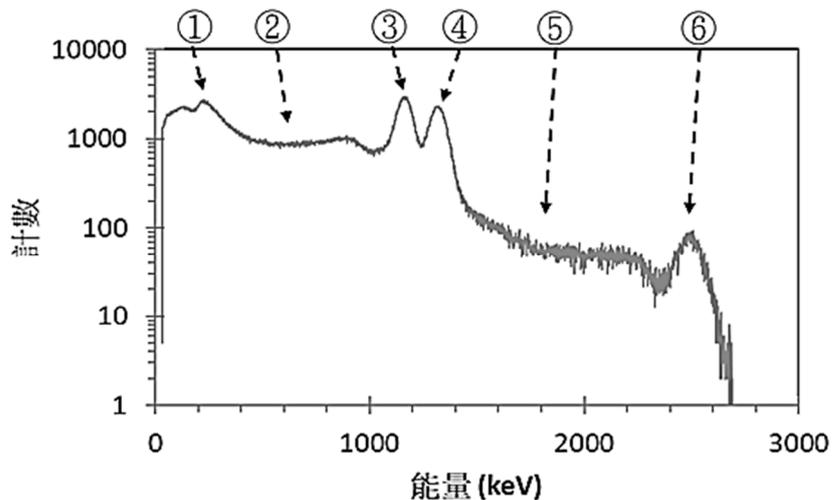


圖 (二)

二、一表面污染偵檢器，偵測窗面積 100 cm^2 ，計測時間設定訂為 10 s ，此偵檢器對 β 粒子的偵測效率經校正得 $0.5 \text{ counts}/\beta$ ，其標準不確定度是 10% ，以此偵檢器量測 2 個月前疑似受 Sr-90 均勻污染之桌面，若背景計數值是 121，量測污染桌面之計數值（未扣除背景）是 196， β 射源污染桌面的射源效率（向上射出的 β 粒子數／核種產生的 β 粒子數）是 0.5。若量測品質目標是將偽陽性率（false-positive probability）及偽陰性率（false-negative probability）皆設定在不大於 5% ，請計算：

- (一)此表面污染偵檢器的最低可測淨計數率是多少 counts/s ？（10 分）
(二)桌面 Sr-90 活度量測結果及其標準不確定度是多少 Bq/cm^2 ？（15 分）
註：Sr-90 半衰期 28.8 年，其子核種 Y-90 半衰期 2.7 天。

三、一薄膜射源含有 Am-241（每次衰變釋出 1 個 α 粒子）與 Cl-36（每次衰變釋出 1 個 β 粒子），此兩核種自薄膜射源表面釋出的帶電粒子皆為每秒 1000 個，將此薄膜射源置入一「 4π 無窗充氣式比例計數器」中，此比例計數器對帶電粒子的偵測效率是 100% 且對光子不敏感。（每小題 10 分，共 20 分）

- (一)請繪出此射源條件下，比例計數器操作電壓曲線（以每秒計數率為縱軸，電壓為橫軸）並說明此曲線。
(二)若此薄膜射源對 Am-241 的 α 粒子的射源效率是 0.5，對 Cl-36 的 β 粒子的射源效率是 0.8，且此比例計數器量測系統有非麻痺型（nonparalyzable）無感時間 $10 \mu\text{s}$ ，請問此薄膜射源中 Am-241 及 Cl-36 的活度各為幾 Bq？
註：射源效率 =（自射源表面射出的粒子數／射源內核種衰變產生的粒子數）。

四、列舉兩種氣體，可作為慢中子量測的比例計數器，並說明其工作原理。（10 分）

五、一理想 Cs-137 點射源，置於半徑 3 cm 的半導體偵檢器正前方 30 cm 處。已知此量測條件下，偵檢器對 Cs-137 的 662 keV 加馬射線的固有能峰效率（intrinsic peak efficiency）是 10% 。

- (一)請計算 662 keV 能峰的絕對計測效率（以百分比表示，計算過程及結果皆取到小數點下第 3 位）。（10 分）
(二)若在 1000 s 的計測中，收集到的能峰面積是 8500 個計數，請計算 Cs-137 射源的放射活度。（8 分）
註： 662 keV 加馬射線的分支比（每次衰變射出的加馬射線數） = 0.85