

106年公務人員特種考試關務人員考試、  
106年公務人員特種考試身心障礙人員考試及  
106年國軍上校以上軍官轉任公務人員考試試題

代號：10970

全一張  
(正面)

考試別：關務人員考試

等別：三等考試

類科：輻射安全技術工程

科目：密封放射性物質（包括非密封放射性物質）

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、 ${}^{64}_{29}\text{Cu}$  可進行 $\beta^+$ 衰變 (19%) 生成 ${}^{64}_{28}\text{Ni}$ ，也可進行 $\beta^-$ 衰變 (38%) 生成 ${}^{64}_{30}\text{Zn}$ ，請計算衰變過程中釋出之 $\beta^+$ 及 $\beta^-$ 最大能量各為多少 MeV？(10分)

【 ${}^{64}_{29}\text{Cu} = 63.929757 \text{ amu}$ ； ${}^{64}_{28}\text{Ni} = 63.927956 \text{ amu}$ ； ${}^{64}_{30}\text{Zn} = 63.9291422 \text{ amu}$ 】

二、過去密封射源鍮-68(Ge-68)常用作 PET 衰減校正，生產 Ge-68 之核反應式為 ${}^{69}\text{Ga}(p,2n){}^{68}\text{Ge}$ 。於迴旋加速器以質子束 (40  $\mu\text{A}$ ，30 MeV) 轟擊厚度為 0.1 mm 的天然鍮靶薄片 350 個小時。請問：

(一)可產生多少居里 (Ci) 的 Ge-68？(8分)

(二)將產生之 Ge-68 核種完全純化出來並密封於一樣本瓶中，試問經過多久 Ga-68 可達最大活度？此時樣本瓶中有多少個 Ga-68 原子？(8分)

【 ${}^{69}\text{Ga}$  天然豐度 60.1%；鍮靶薄片密度 5.91  $\text{g}/\text{cm}^3$ ；Ga 原子量 69.723； ${}^{69}\text{Ga}(p,2n){}^{68}\text{Ge}$  核反應截面積 0.184 邦； ${}^{68}\text{Ge}$  半衰期 271 天， ${}^{68}\text{Ga}$  半衰期 68 分鐘；1 A = 1 C/sec；亞佛加厥常數  $6.02 \times 10^{23}$ 】

三、某輻射工作場所掉落一活度為 1.0 居里之 Cs-137 密封射源，已知 Cs-137 在空氣中加馬常數值 (specific gamma-ray constant,  $\Gamma$ ) 為  $1.03 \times 10^{-4} \text{ mSv} \cdot \text{m}^2/\text{MBq} \cdot \text{h}$ ，試問：

(一)某工作人員距離 10 公尺處，其吸收劑量率為多少 mSv/h？(4分)

(二)假設此工作人員以 0.5 m/s 速度接近射源至 1 公尺處時，在無屏蔽下耗時 2 分鐘利用長夾將射源夾入鉛罐並立即封蓋，試問該名工作人員總曝露劑量為多少毫西弗 (mSv)？(10分)

四、已知銅化鋁由 72%銅及 28%鋁組成，請試算其對於 1.0 MeV 光子的直線衰減係數 ( $\text{cm}^{-1}$ ) 及質量衰減係數 ( $\text{cm}^2/\text{g}$ )。(10分)

【銅化鋁密度為 7.6  $\text{g}/\text{cm}^3$ ；銅及鋁的原子量分別為 63.57 及 26.98；銅及鋁對於 1.0 MeV 光子的反應截面為 6.17 及 2.76 邦；亞佛加厥常數  $6.02 \times 10^{23}$ 】

五、根據我國「放射性物質與可發生游離輻射設備及其輻射作業管理辦法」回答下列問題：

(一)依照第 49 條規定，持有放射性物質之機構，執行擦拭人員須具備條件為何？(4分)

(二)依照第 54 條規定，以下列舉之密封放射性物質 (甲、乙及丙) 是否需進行擦拭測試？若需要其擦拭頻率為何？(6分)

(三)依照第 55 條規定，擦拭後報告至少須保存多久？(2分)

甲、醫療用遙控後荷式治療設備用之 Ir-192 密封射源 (活度為 10 居里)

乙、毒氣偵檢器中所含之 Am-241 密封射源 (活度為 20 微居里)

丙、液態閃爍計數器校正用之密封 H-3 射源 (活度為 4,173 貝克)

(請接背面)

106年公務人員特種考試關務人員考試、  
106年公務人員特種考試身心障礙人員考試及 代號：10970  
106年國軍上校以上軍官轉任公務人員考試試題

全一張  
(背面)

考試別：關務人員考試  
等別：三等考試  
類科：輻射安全技術工程  
科目：密封放射性物質（包括非密封放射性物質）

六、Co-60 衰變釋出兩束 $\gamma$ -rays，能量分別為 1.17 及 1.33 MeV，已知空氣對能量 1.25 MeV  $\gamma$ -ray 的質能衰減係數（mass energy-absorption coefficient,  $\mu/\rho$ ）為  $0.0267\text{cm}^2/\text{g}$ 。試問 1 居里(Ci)的 Co-60 點射源在 1 公尺處的加馬常數值(specific gamma-ray constant,  $\Gamma$ ) 為多少  $\text{R}\cdot\text{m}^2/\text{Ci}\cdot\text{h}$ ? (8 分)

【請列式計算； $\pi=3.14$ ；空氣產生一離子對需能量 34 eV； $1\text{R}=2.58\times 10^{-4}\text{C}/\text{kg-air}$ 】

七、根據我國「放射性物質安全運送規則」：

(一)依據第 42 條規定，運送工具外表面任何一點及距外表面 2 公尺處之輻射強度 ( $\text{mSv}/\text{h}$ ) 限制各為何？依據第 71 條規定運送射源之道路車輛，對於駕駛座人員輻射強度 ( $\text{mSv}/\text{h}$ ) 限制為何？(6 分)

(二)欲運送一 50 居里 (Ci) Ir-192 密封射源，已知駕駛距離射源 1.5 公尺，試問至少需多少厚度 (cm) 之鉛屏蔽方可符合規定？(4 分)

【Ir-192 的曝露率常數  $1.6\times 10^{-4}\text{mSv}\cdot\text{m}^2/\text{MBq}\cdot\text{h}$ ；鉛對 Ir-192 的半值層厚度為 0.5 公分】

八、一取自污染區域的擦拭樣品，計測 2 分鐘之計測值為 8,600 counts；移除樣品後再計測背景 5 分鐘，計測值為 850 counts，請問：

(一)此樣品的淨計數率 (counts/min) 及其標準偏差各為多少？(4 分)

(二)淨計數在 68%信賴水準(confidence level)下之變異係數(coefficient of variance, CV) 為多少%？(2 分)

(三)若欲在半小時內陳報污染計測值，請試算背景計測與樣品計測時間應分別各為多少分鐘，才可達最大準確度？(4 分)

九、一仿生假體 (150 克) 組成分與人體相同，將此假體曝露於熱中子源 ( $1\times 10^9\text{cm}^{-2}\text{s}^{-1}$ ) 下 2 小時，熱中子與假體主要作用為  $^{14}\text{N}(n,p)^{14}\text{C}$  及  $^1\text{H}(n,\gamma)^2\text{H}$ ，熱中子與  $^{14}\text{N}$  反應的 Q 值約 0.63 MeV；熱中子與  $^1\text{H}$  反應釋出  $\gamma$  光子能量為 2.23 MeV，被人體吸收的分率為 0.278。試問：

(一)該假體所接受之輻射劑量為多少戈雷？(7 分)

(二)已知假體比熱為  $0.829\text{cal}/\text{g}\cdot^\circ\text{C}$ ，假體於照射後溫度增加多少 $^\circ\text{C}$ ？(3 分)

【假體之  $^{14}\text{N}$  原子數量為  $1.5\times 10^{24}/\text{kg}$ ， $^1\text{H}$  原子數量為  $6.0\times 10^{25}/\text{kg}$ ； $^{14}\text{N}$  與  $^1\text{H}$  熱中子反應截面為 1.75 邦及 0.33 邦； $1\text{cal}=4.187\text{J}$ 】