

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
(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 β^+ 衰變（19%）生成 $^{64}_{28}\text{Ni}$ ，也可進行 β^- 衰變（38%）生成 $^{64}_{30}\text{Zn}$ ，請計算衰變過程中釋出之 β^+ 及 β^- 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 μA ，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}Ga 天然豐度 60.1%；鍮靶薄片密度 5.91 g/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}Ge 半衰期 271 天， ^{68}Ga 半衰期 68 分鐘；1 A = 1 C/sec；亞佛加厥常數 6.02×10^{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, Γ ）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 (cm^{-1}) 及質量衰減係數 (cm^2/g)。（10 分）

【銅化鋁密度為 7.6 g/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 6.02×10^{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 γ -rays，能量分別為 1.17 及 1.33 MeV，已知空氣對能量 1.25 MeV γ -ray 的質能衰減係數（mass energy-absorption coefficient, μ/ρ ）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, Γ) 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； $1\text{R}=2.58\times 10^{-4}\text{C/kg-air}$ 】

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 (mSv/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 (mSv/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 $^{14}\text{N}(\text{n},\text{p})^{14}\text{C}$ 及 $^1\text{H}(\text{n},\gamma)^2\text{H}$ ，熱中子與 ^{14}N 反應的 Q 值約 0.63 MeV；熱中子與 ^1H 反應釋出 γ 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 $0.829\text{cal/g}\cdot^\circ\text{C}$ ，假體於照射後溫度增加多少 $^\circ\text{C}$ ？（3 分）

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