

113年公務人員特種考試關務人員、身心障礙人員考試及  
113年國軍上校以上軍官轉任公務人員考試試題

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（選試英文）

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。

(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、請回答下列問題：（每小題 5 分，共 20 分）

- (一)診斷用 x 光機所產生之 x 射線波長為 0.01 奈米 (nm)，試計算每一個光子所攜帶的能量。 $(h = 6.625 \times 10^{-34} \text{J} \cdot \text{s})$
- (二)有一 8 MeV 的光子與物質作用發生成對過程之作用，若此作用所產生的電子具有 3 MeV 之能量，試計算正電子的能量。
- (三)有一放射線樣本以 1 半值層 (HVL) 的吸收物質屏蔽，請計算其曝露率（其原來曝露率為 300 mR/hr）。
- (四)假設有一密封性射源在距離 4 公尺處曝露率為 50 mR/hr，請計算距離 3 公尺及 6 公尺處的曝露率。

二、請回答下列問題：

- (一)若一個  $\alpha$  粒子輻射為 550 毫雷德 (mrad) 的劑量，試計算在人類的等效劑量為多少毫侖目 (mrem) 與多少毫西弗 (mSv)？(5 分)
- (二)試計算 0.01 戈雷 (Gy) 積存在吸收體內會產生多少的離子對數目？（假設所有的輻射被使用在產生離子對，且它需要 35 eV 才形成一個離子對）(5 分)
- (三)若  $3.7 \times 10^4$  貝克 (Bq) 的氬氣被釋放到一個房間，此房間大小為 12 英尺\*12 英尺\*8 英尺。試以單位為 pCi/L 和單位為 Bq/m<sup>3</sup> 分別計算氬的濃度。(6 分)
- (四)若在真空中行進中的一個粒子速度為光速的 98%，此時這個粒子相對質量與靜止質量之比值為何？(6 分)

三、請回答下列問題：

- (一) 如果一個給定能量的  $\gamma$  射線在鋁金屬中半厚度為  $250 \text{ mg/cm}^2$ 。需要多少的鋁金屬厚度（以厘米  $\text{cm}$  為單位）將使最初  $\gamma$  射線強度減低至  $10^{-2}$  的  $\gamma$  射線強度？（已知金屬鋁的密度是  $2.70 \text{ g/cm}^3$ ）（6 分）
- (二) 一個放射性核種經由負電子放射與放射出一個  $2.54 \text{ MeV}$   $\gamma$  射線的衰變，計算在  $\gamma$  射線能譜中後散射能峰的能量（the energy of the backscatter peak）與第一次脫逃能峰的能量（the energy of the first escape peak）。（6 分）
- (三) 試計算醫療用密封射源  $^{60}\text{Co}$  的活性（以  $\text{mCi}$  為單位），此射源包含  $1 \text{ mg}$  的純  $^{60}\text{Co}$ 。（已知  $^{60}\text{Co}$  的半衰期  $5.27$  年）（3 分）
- (四) 已知醫療用密封射源  $^{137}\text{Cs}$  的半衰期是  $30.17$  年。試計算  $^{137}\text{Cs}$  的衰變常數（以  $\text{y}^{-1}$  和  $\text{s}^{-1}$  之單位表示）。（3 分）
- (五) 起始樣品為  $1 \text{ mg}$   $^{252}\text{Cf}$  的射源現今已經過有  $10$  年之久，試計算此樣品之活性（以  $\text{dps}$  和  $\text{Ci}$  表示）。（已知  $^{252}\text{Cf}$  的半衰期  $2.64$  年）（3 分）
- (六) 一戶煙霧探測器狀態的描述，它包含  $1 \mu\text{Ci}$  的  $^{241}\text{Am}$ 。請計算  $^{241}\text{Am}$  在目前煙霧探測器中的質量（以克  $\text{g}$  為單位且已知  $^{241}\text{Am}$  半衰期  $432.7$  年）。同時計算  $^{241}\text{Am}$  要花多久的時間，其活性才能從  $1 \mu\text{Ci}$  降到  $0.5 \mu\text{Ci}$ ？（5 分）

四、請回答下列問題：

- (一) 需要有多厚的釷（ $\text{Gd}$ ）金屬板才能將熱中子束的強度降低至原來的千分之一？（已知  $\text{Gd}$  原子質量  $=157.25 \text{ daltons}$ ， $\text{Gd}$  的熱中子吸收截面  $=49 \times 10^3 \text{ b}$ ， $\text{Gd}$  密度  $=7.9 \text{ g/cm}^3$ ）（5 分）
- (二) 已知重水（ $\text{D}_2\text{O}$ ）和輕水（ $\text{H}_2\text{O}$ ）常用於做為核子反應爐對中子的減速劑。請計算每一個減速劑需要多少次碰撞才能將一個中子的能量從  $2$  百萬電子伏特減少至  $0.025 \text{ eV}$  的熱化能量。（假設氧氣在熱化中扮演次要角色，因此，質量數分別以  $A=2$  與  $A=1$  用於計算  $n$ （平均碰撞次數）相對於重水和輕水）。（已知核子反應的減速劑質量數為  $A$ ，起始能量為  $E_0$ ，經碰撞  $n$  次後能量為  $E$ ，則  $n = \ln(E_0/E) / \{1 + [(A-1)^2/2A] \ln[(A-1)/(A+1)]\}$ ）（6 分）
- (三) 從  $^{32}\text{P}$  排放的高能量  $\beta^-$  在一些分析性的情況下是一種干擾物。計算樣品中的  $^{32}\text{P}$  活性將減少到原有水平的  $0.1\%$  所需的時間。（ $^{32}\text{P}$  半衰期  $14.262$  天）（4 分）
- (四) 請畫出來自一個放射樣品發射出  $1.39 \text{ MeV}$  和  $2.745 \text{ MeV}$  兩個  $\gamma$  射線的  $\gamma$  能譜。此能譜包括以下特徵，請以下列種類描述：全能量波峰、任何脫逃波峰、後散射波峰、互毀（annihilation）波峰及康普頓邊緣波峰，並指示出每一個波峰的能量。（8 分）
- (五) 1. 為何核分裂產生的放射性核種比活性比反應爐（ $n, \gamma$ ）反應產生的放射核種的比活性高？（3 分） 2. 在核分裂時，有多少個中子會射出？這些中子平均能量為何？分裂時釋放的平均能量又為何？（3 分） 3. 為何在核子反應爐要使用鎳棒和石墨？（3 分）