

110年公務人員特種考試關務人員、身心障礙人員考試及
110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

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)本科目得以本國文字或英文作答。

一、醫療或工業用 X-光機產生的光子與物質發生物理碰撞有許多的物理機制。康普敦散射碰撞 (Compton scatter collision) 是其中之一。如果入射光子攜帶能量 E 與物質的電子產生碰撞，康普敦散射的理論計算會得到散射的光子會攜帶能量 E_1 ，

$$E_1 = E \times \frac{1}{1 + \alpha(1 - \cos \theta)}.$$

物質的回跳電子 (recoiled electron) 會獲得動能 (kinetic energy) E_2 ，

$$E_2 = E \times \frac{\alpha(1 - \cos \theta)}{1 + \alpha(1 - \cos \theta)}.$$

公式中 $\alpha = E / 0.511$ 。0.511 (MeV) 是電子的靜止能量 (rest energy)。請計算入射光子攜帶能量 $E = 5.11$ MeV 的狀況時，回跳電子的最大動能與散射光子的最小能量會是多少 MeV？(25 分)

二、在臨床醫院的核子醫學科利用標定的放射藥物來幫病人造影服務。Tc-99m 是骨頭造影 (bone scanning) 常見的核醫放射藥物。Tc-99m 可經由下面的 ^{99}Mo 原子核衰變系列 (nuclear decay series) 得到



請假設這是 ^{99}Mo 唯一 (100%) 的衰變方式。醫院在週一下午 2 點從加速器得到放射活度為 150 mCi 的 ^{99}Mo ，在週三早上 10 點將 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 分離且使用完畢。請問同一天週三下午 2 點還可以得到 (milk) 多少活度的 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ ？(25 分)

三、從出土的埃及木乃伊 (mummy) 或恐龍化石 (dinosaur fossil) 來估計埃及木乃伊或恐龍的年代的技術中，碳-14 (Carbon-14) 同位素的年代標定技術 (dating) 是常用的標準技術方法。碳-14 的半衰期 (half-life) 大約是 5730 年。如果假設目前活體人類骨頭的 carbon-14/carbon-12 比例經過量測是 1.0 R (R 是某種儀器量測的物理量單位)。考古學家在非洲發現一批埃及木乃伊的完整化石。經過相同的檢定技術發現這批木乃伊化石的 carbon-14/carbon-12 比例是 0.58 R。請問這些埃及木乃伊大約是多少年前被製做成本乃伊的？(25 分)

四、質量轉移係數 (mass energy transfer coefficient) 與質量吸收係數 (mass energy absorption coefficient) 在輻射劑量的計算與輻射防護是重要的關鍵物理量。下列表格式是不同能量的光子進入碳 (carbon) 所量測的實驗數據。請根據量測數據計算表格(1)(2)(3)(4)(5)的物理量。(25 分)

光子能量 MeV	平均轉移能量 $\overline{E_{tr}}$ MeV	平均吸收能量 $\overline{E_{ab}}$ MeV	質量衰減係數 $\frac{\mu}{\rho}$ m ² /kg	質量轉移係數 $\frac{\mu_{tr}}{\rho}$ m ² /kg	質量吸收係數 $\frac{\mu_{ab}}{\rho}$ m ² /kg
0.01	0.00865	0.00865	0.2187	(1)	
0.1	0.0141	0.0141	0.01512	(2)	
1.0	0.440	0.440	0.00636	(3)	(4)
10.0	7.30	7.04	0.00196		(5)