

類 科：輻射安全
科 目：輻射劑量學
考試時間：2 小時

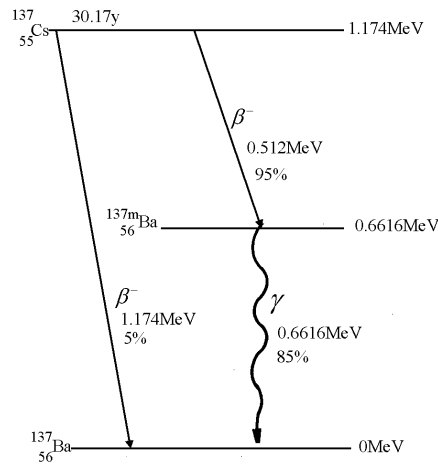
座號：_____

※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、已知能量為 0.6 及 0.8 MeV 的光子在空氣中的質能吸收係數 $(\mu_{\text{en}}/\rho)_{\text{air}}$ 分別為 2.953×10^{-2} 及 $2.882 \times 10^{-2} \text{ cm}^2/\text{g}$ ，乾燥空氣的密度 ρ_{air} 為 1.205 kg/m^3 。依據 ^{137}Cs 衰變圖與 $(\mu_{\text{en}}/\rho)_{\text{air}}$ 、 ρ_{air} 的數據，計算距離 0.25 mCi 的 ^{137}Cs 裸態點射源(bare point source)50 cm 處的空气克馬率(air collision kerma rate) $(\dot{K}^{\text{col}})_{\text{air}}$ 為多少 Gy/h？(20 分)



- 二、(一)已知光子射束的通量(flfluence)為 Φ ，能量通量(energy fluence)為 Ψ ，空氣的 $(\frac{\overline{W}}{e})_{\text{air}}$ 為33.97 eV/i.p.，光子能量為 $h\nu$ ，光子射束在介質中的質能吸收係數為 $(\mu_{\text{en}}/\rho)_{\text{med}}$ ，在空氣中的質能吸收係數為 $(\mu_{\text{en}}/\rho)_{\text{air}}$ 。若光子射束是一連續能譜，則介質中倫琴-戈雷的轉換因數(Roentgen-to-Gray conversion factor)的平均值 $(\overline{f})_{\text{med}}$ (Gy/R)為何？(10 分)
- (二)將具有增建帽套(buildup cap)的游離腔放置在介質中 P 點接受光子輻射照射，游離腔的空氣腔內處於電子平衡的狀態，游離腔在介質中 P 點的吸收劑量為 D_{med} 。若將游離腔的增建帽套拿掉，游離腔的空氣腔大小等於增建帽套的外圍大小，則 P 點的曝露為 X。吸收劑量 D_{med} 與曝露 X 的關係式為：

$$D_{\text{med}} = f_{\text{med}} \times A_{\text{m}} \times X$$

其中，介質中倫琴-戈雷的轉換因數為 f_{med} ，在介質中 P 點的穿透因數(transmission factor)為 A_{m} 。

則在介質中 P 點的穿透因數 A_{m} 為何？(10 分)

三、 ^{85}Kr 為 ^{235}U 的核分裂產物之一， ^{85}Kr 進行 β^- 衰變，半化期為 10.776 y， β^- 能量為 0.687 MeV(99.6%)，平均 β^- 能量為 0.252 MeV。組織對於 β^- 的吸收係數計算公式為 $\mu_{\beta, \text{tissue}} = 18.6 (E_{\beta, \text{max}} - 0.036)^{-1.37} \text{ cm}^2/\text{g}$ ，組織比空氣每 kg 會多吸收 12% 的 β^- 能量，空氣密度 $\rho_{\text{air}} = 0.001293 \text{ g/cm}^3$ 。若有一人完全沉浸於 ^{85}Kr 雲團內， ^{85}Kr 濃度為 12 nCi/m^3 ，人體皮膚的厚度密度為 0.007 g/cm^2 ，則此人皮膚的 β^- 吸收劑量率 $\dot{D}_{\text{skin}}$ 為多少 $\mu\text{Gy/h}$ ？(20 分)

四、(一)在相同測量條件下，如何將 10 MV X 光射束在水中的吸收劑量 D_{water} 換算為肌肉的吸收劑量 D_{muscle} ？(10 分)

(二)在相同測量條件下，如何將 12 MeV 電子射束在水中的吸收劑量 D_{water} 換算為肌肉的吸收劑量 D_{muscle} ？(10 分)

五、 ^{24}Na 的放射半化期 $t_r = 15.0 \text{ h}$ ， ^{24}Na 進行 β^- 衰變， ^{24}Na 衰變發射一個 β^- 粒子與兩個 γ 光子。 ^{24}Na 的最大 β^- 能量 $E_{\beta, \text{max}} = 1.391 \text{ MeV}$ (99.9%)，平均 β^- 能量 $\bar{E}_{\beta} = 0.555 \text{ MeV}$ ， ^{24}Na 的兩個 γ 光子能量為 $E_{\gamma_1} = 1.369 \text{ MeV}$ (100%)、 $E_{\gamma_2} = 2.754 \text{ MeV}$ (99.9%)。某人的體重 70 kg，體內有 $250 \mu\text{Ci}$ 的 ^{24}Na 均勻分布，人體內 ^{24}Na 的生物半化期 $t_b = 280.0 \text{ h}$ ，人體內 ^{24}Na 的 β^- 吸收比率為 100%， γ_1 吸收比率為 31%， γ_2 吸收比率為 27%。計算：(每小題 10 分，共 20 分)

(一) ^{24}Na 造成的總吸收劑量 $D(=D_{\beta} + D_{\gamma_1} + D_{\gamma_2})$ 為多少 Gy？

(二) ^{24}Na 的 γ_2 之劑量轉換因數 (conversion factor) f 為多少 $\frac{\text{kg Gy}}{\text{Bq s}}$ ？