

類 科：輻射安全  
科 目：輻射劑量學  
考試時間：2 小時

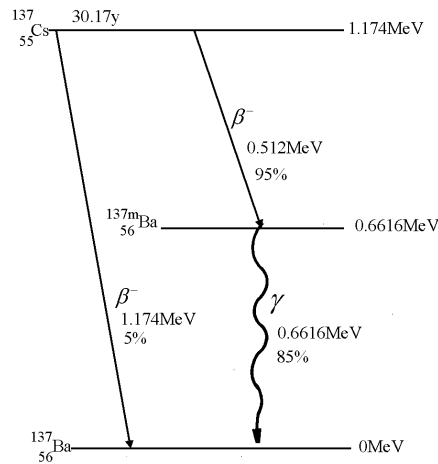
座號：\_\_\_\_\_

※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  $(\mu_{en}/\rho)_{air}$  分別為  $2.953 \times 10^{-2}$  及  $2.882 \times 10^{-2} \text{ cm}^2/\text{g}$ ，乾燥空氣的密度  $\rho_{air}$  為  $1.205 \text{ kg}/\text{m}^3$ 。依據  $^{137}\text{Cs}$  衰變圖與  $(\mu_{en}/\rho)_{air}$ 、 $\rho_{air}$  的數據，計算距離 0.25 mCi 的  $^{137}\text{Cs}$  裸態點射源 (bare point source) 50 cm 處的空气克馬率 (air collision kerma rate)  $(\dot{K}^{col})_{air}$  為多少 Gy/h？(20 分)



- 二、(一)已知光子射束的通量 (fluence) 為  $\Phi$ ，能量通量 (energy fluence) 為  $\Psi$ ，空氣的  $(\frac{\overline{W}}{e})_{air}$  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  $(\mu_{en}/\rho)_{med}$ ，在空氣中的質能吸收係數為  $(\mu_{en}/\rho)_{air}$ 。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  $(\overline{f})_{med}$  (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：

$$D_{med} = f_{med} \times A_m \times X$$

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、 $^{85}\text{Kr}$  為  $^{235}\text{U}$  的核分裂產物之一， $^{85}\text{Kr}$  進行  $\beta^-$  衰變，半化期為 10.776 y， $\beta^-$  能量為 0.687 MeV(99.6%)，平均  $\beta^-$  能量為 0.252 MeV。組織對於  $\beta^-$  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  $\beta^-$  能量，空氣密度  $\rho_{\text{air}} = 0.001293 \text{ g/cm}^3$ 。若有一人完全沉浸於  $^{85}\text{Kr}$  雲團內， $^{85}\text{Kr}$  濃度為  $12 \text{ nCi/m}^3$ ，人體皮膚的厚度密度為  $0.007 \text{ g/cm}^2$ ，則此人皮膚的  $\beta^-$  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  $D_{\text{water}}$  換算為肌肉的吸收劑量  $D_{\text{muscle}}$ ？(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  $D_{\text{water}}$  換算為肌肉的吸收劑量  $D_{\text{muscle}}$ ？(10 分)

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

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

(二) $^{24}\text{Na}$  的  $\gamma_2$  之劑量轉換因數 (conversion factor)  $f$  為多少  $\frac{\text{kg Gy}}{\text{Bq s}}$ ？