

類 科：輻射安全
科 目：放射物理學
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。

一、已知質子的質量為 1.007276 u，中子的質量為 1.008665 u，電子的質量為 0.000549 u， $^{32}_{15}\text{P}$ 的原子質量為 31.973909 u， $^{32}_{16}\text{S}$ 的原子質量為 31.972073 u， $^{64}_{29}\text{Cu}$ 的原子質量為 63.929757 u， $^{64}_{28}\text{Ni}$ 的原子質量為 63.927956 u。請計算：

(一) $^{32}_{15}\text{P}$ 進行 β^- 蛻變時，其最大 β^- 能量為何？（以 MeV 為單位）（5 分）(二) $^{64}_{29}\text{Cu}$ 進行 β^+ 蛻變時，其最大 β^+ 能量為何？（以 MeV 為單位）（10 分）

二、請列式說明：

(一)克馬 K 與能量通量 Ψ 及物質之質能轉移係數 (μ_{tr}/ρ) 的關係為何？（5 分）(二)若 $\bar{g}$ 為一個電子在輻射過程 (radiative process) 中的能量損失的平均分數，則克馬 K 與 $\bar{g}$ 、能量通量 Ψ 及物質之質能吸收係數 (μ_{en}/ρ) 的關係為何？（10 分）

三、已知 ^{192}Ir 主要 γ 能量 (MeV) 與分支比 (%) 分別為：0.296 MeV (29%)、0.308 MeV (30%)、0.317 MeV (83%)、0.468 MeV (48%)、0.604 MeV (8.2%)，請計算：

(一) ^{192}Ir 的平均 γ 能量 $\bar{E}_\gamma$ 為何？（5 分）(二)若距一枚活度 10 Ci 的 ^{192}Ir 裸態點射源 1 m 處 1 hr，則 γ 光子通量 Φ 為何？（以 γ 光子/ m^2 為單位）（10 分）

四、若有相同數目的 1.0 MeV 與 10 MeV 的 X 光子所組成的準直 X 光窄射束進入 10 cm 厚的鉛塊，試計算穿出該鉛塊之 1.0 MeV 的 X 光子數與 10 MeV 的 X 光子數之比值為何？（對 1.0 MeV 的 X 光子而言，鉛之 $\mu/\rho = 0.07102 \text{ cm}^2/\text{g}$ ， $\mu_{en}/\rho = 0.03654 \text{ cm}^2/\text{g}$ ；對 10 MeV 的 X 光子而言， $\mu/\rho = 0.04972 \text{ cm}^2/\text{g}$ ， $\mu_{en}/\rho = 0.03181 \text{ cm}^2/\text{g}$ ；鉛之 $\rho = 11.35 \text{ g/cm}^3$ ，鉛 ($_{82}\text{Pb}$) 之 $Z/A = 0.39575$)（10 分）

五、在 STP 下，有一 0.6 cc Farmer 游離腔接受直線加速器輸出 10 MV 的高能 X 光射束照射，而電量計收集到 10 nC 之電荷。已知 $(\bar{L}/\rho)^{\text{carbon}}_{\text{air}} = 0.992$ ， $(\frac{\bar{W}}{e})_{\text{air}} = 33.97 \text{ eV/i.p.}$ ，且不考慮溫壓修正因數 $C_{T,P}$ ，試計算 Farmer 游離腔的腔壁之吸收劑量 (Gy)。（10 分）

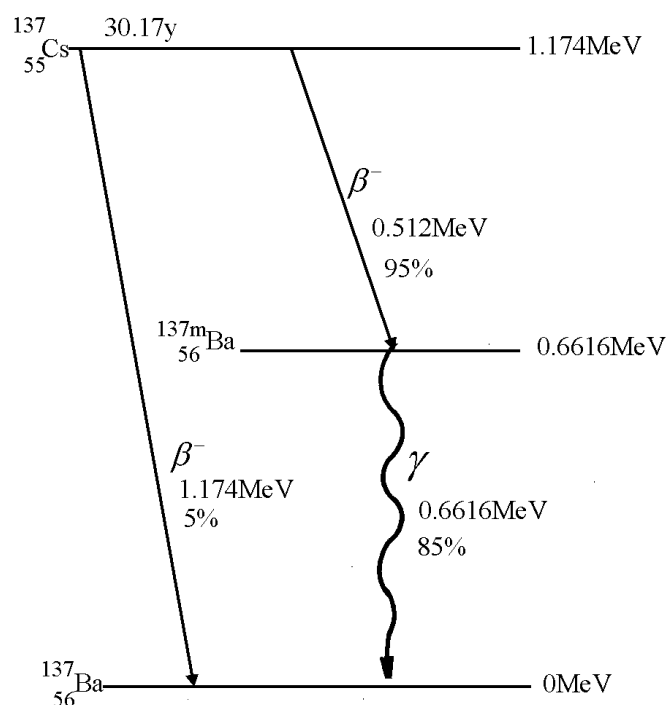
(請接背面)

類 科：輻射安全
科 目：放射物理學

六、有一含銅 ($_{29}\text{Cu}$) 與鉛 ($_{82}\text{Pb}$) 的合金，密度 $\rho = 10.155 \text{ g/cm}^3$ 。 $_{29}\text{Cu}$ 的密度 $\rho = 8.960 \text{ g/cm}^3$ ， $Z/A = 0.45636$ ，對 ^{60}Co 的 γ 射線之 $\mu/\rho = 0.05261 \text{ cm}^2/\text{g}$ ， $\mu_{en}/\rho = 0.02428 \text{ cm}^2/\text{g}$ 。 $_{82}\text{Pb}$ 的密度 $\rho = 11.35 \text{ g/cm}^3$ ， $Z/A = 0.39575$ ，對 ^{60}Co 的 γ 射線之 $\mu/\rho = 0.05876 \text{ cm}^2/\text{g}$ ， $\mu_{en}/\rho = 0.02988 \text{ cm}^2/\text{g}$ 。若有一 ^{60}Co 的準直 γ 窄射束強度 I_0 經過厚度 10 cm 的合金，衰減後的 γ 射束強度為 I ，則 I/I_0 為何？(不考慮增建因素) (10 分)

七、 ^{137}Cs 的 β^- 蛻變圖如下圖所示。請問：

- (一)活度 1 Ci 的 ^{137}Cs 點射源，在 10 秒內發生內轉換 (internal conversion) 的次數等於多少？(5 分)
- (二)若內轉換發生在 K 層電子，而 K 層電子的螢光產率 (fluorescence yield) 等於 0.9，試問在距射源 10 cm 處的 K 特性 X 光通量率等於多少？(以 $\text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$ 為單位) (10 分)



八、直線加速器輸出動能為 20 MeV 的電子，請問：

- (一)20 MeV 的電子在真空中的速度為光速的幾倍？(5 分)
- (二)20 MeV 的電子質量為電子靜止質量的幾倍？(5 分)