

類 科：輻射安全
科 目：放射物理學
考試時間：2 小時

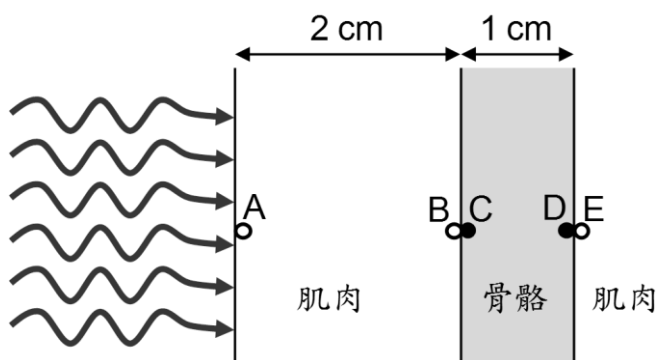
座號：_____

※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。

(三)本科目得以本國文字或英文作答。

- 一、已知 50 keV 的光子入射手臂，此手臂之入射端是 2 公分厚的肌肉，接續 1 公分的骨骼，再接續為肌肉，如圖示。已知入射表面 A 點處的克馬 (Kerma) 為 100 mGy，參考下表，請問在肌肉和骨骼界面上的 B、C、D、E 之克馬各為何？(20 分)



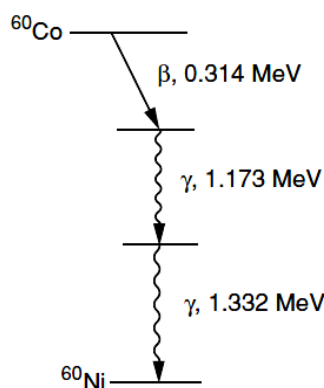
50 keV	密度(ρ)	質量衰減係數(μ/ρ)	質量轉移係數(μ_{tr}/ρ)
	$\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$	$\text{cm}^2\cdot\text{g}^{-1}$	$\text{cm}^2\cdot\text{g}^{-1}$
Muscle	1.04	0.2240	0.0409
Bone	1.65	0.3471	0.1590

- 二、證明 $N = N_0 \cdot e^{-\lambda t}$

已知原子核衰變的數量 (ΔN) 正比於原子核的個數 (N) 和經歷過的時間差 (Δt)，可寫成 $\Delta N = -\lambda N \cdot \Delta t$ ，其中負號表示數量減少， λ 表示衰變常數。將之寫成微分形式為 $dN = -\lambda N \cdot dt$ ，請由此式積分導出 $N = N_0 \cdot e^{-\lambda t}$ ，其中 N 表示經歷過一段時間 (t) 剩下的原子核個數， N_0 表示初始原子核的個數。(注意須正確寫出積分的區間值，或所謂的上下界值)(15 分)

- 三、已知質子的靜止質量為 1.0073 amu，光速為 3.0×10^8 m/s。若應用於治療的質子動能為 200 MeV，則此時質子的速率 (m/s) 為何？(15 分)

- 四、已知 $W_{\text{air}}=34 \text{ eV/ion pair}$ ， 1.25 MeV 光子對空氣的質量衰減係數 (μ/ρ) 為 $0.0569 \text{ cm}^2\cdot\text{g}^{-1}$ ，質量吸收係數 (μ_{ab}/ρ) 為 $0.0267 \text{ cm}^2\cdot\text{g}^{-1}$ 。鈷-60 的核衰變圖 (decay scheme) 如下圖，今有一點射源 ^{60}Co 活度 1 Ci ，在距離此射源 1.0 公尺處(不考慮光子在空氣中的衰減)，則：(一)能通量率為何($\text{J m}^{-2} \text{ s}^{-1}$)？(二)空氣劑量率(air dose rate)為何(Gy s^{-1})？(三)累積 1 小時的曝露(exposure)為何 (R)？(15 分)



- 五、使用 ^{125}I 核種粒永久植入 (permanent implant) 攝護腺治療，已知 ^{125}I 的半衰期為 59.4 天，植入時攝護腺的初始劑量率為 $6.8 \times 10^{-2} \text{ Gy}\cdot\text{h}^{-1}$ ，請問：(一)整個療程，攝護腺的吸收劑量為何？(二)第一個月 (以 30 天計算) 內的吸收劑量占整個療程劑量的百分比？(15 分)

- 六、已知銫-137 原子 K 層、L 層、M 層的電子束縛能 (binding energy) 分別是 36.0 、 5.4 、 1.1 keV 。銫-137 的核衰變圖 (decay scheme) 如下圖。今有一點射源 ^{137}Cs 活度 $1.0 \mu\text{Ci}$ ，則：(一) 1 秒鐘共釋出幾個 662 keV 的光子？(二) 1 秒鐘共釋出幾個 K 層內轉換 (internal conversion) 電子？(三) K 層內轉換電子的初始動能為何？(四) KLM 奧杰電子 (Auger electron) 的動能為何？(20 分)

