

請務必於試卷紙上作答，違者該科不於計分。

計算問答題，計 10 題，每題 10 分，可以使用計算機。

1. 史賓瑟-艾迪克(Spencer-Attix)的布拉格-戈雷空腔理論(Bragg-Gray cavity theory)假設從氣體(含腔壁)釋放的其他慢電子處於電子平衡的狀態，沒有淨能量轉移，所以史賓瑟-艾迪克公式化(Spencer-Attix formulation)為： $\frac{D_{\text{med}}}{D_{\text{gas}}} = \left(\frac{\bar{L}}{\rho}\right)_{\text{gas}}^{\text{med}}$ 。請問 $\left(\frac{\bar{L}}{\rho}\right)_{\text{gas}}^{\text{med}}$ 的意義為何？
2. 因為氟化鋰(LiF)的有效原子序數 Z_{eff} 為 8.31，與軟組織的 Z_{eff} 為 7.64、水的 Z_{eff} 為 7.51 最為相近，所以氟化鋰(LiF)為最常用於人員體外劑量測量的熱發光劑量計(TLD)。請問含 Mg、Cu 或 P 為雜質的 LiF 材料之雜質用途為何？
3. 高劑量率(high dose rate, HDR)近接治療(brachytherapy)常使用 ^{192}Ir 射源。請問 ^{192}Ir 的蛻變型態與蛻變子核為何？
4. 臨床上的鈮 ^{90}Y 微球體體內放射治療。當 ^{90}Y 與 1 mg 的 ^{90}Sr 達到永久性放射性平衡時，則 ^{90}Y 的重量為何？(^{90}Sr 的半化期 $t_{1/2} = 28.8 \text{ y}$ ， ^{90}Sr 的比活度為 138 Ci/g， ^{90}Y 的半化期 $t_{1/2} = 64.1 \text{ h}$)，
5. 若解像力(resolution)為 10 線對/毫米(l.p./mm)，則其能夠分辨兩物體間的最短距離為何？
6. 當 CT 掃描儀 X 光的平均能量為 74 keV，密質骨(dense bone)的直線衰減係數 μ 為 0.38 cm^{-1} ，水的 μ 為 0.19 cm^{-1} ，請計算密質骨的 CT 值(CT number, CTN)為何？
7. 常用正子藥物(positron pharmaceutical) ^{18}F -FDG 的迴旋加速器生成核反應式為： $^{18}_8\text{O} + ^1_1\text{p} \rightarrow ^{18}_9\text{F} + ^1_0\text{n} + Q$ 。在 β^+ 蛻變的過程中，同時有微中子(neutrino) ν 伴隨產生，其反應式為： $^1_1\text{p} \rightarrow ^1_0\text{n} + ^0_1\text{e} + \nu$ ，反應能量 Q 為： $^A_Z\text{X} \rightarrow ^A_{Z-1}\text{Y} + ^0_1\text{e} + \nu + Q$ 。若 $m(\text{X})$ 為母核的原子核質量， $m(\text{Y})$ 為子核的原子核質量， $m(\text{e})$ 為電子的質量，且 $m(\text{X})$ 、 $m(\text{Y})$ 與 $m(\text{e})$ 均以原子質量單位(u)為單位，則反應能量 Q 為何？
8. 使用醫用直線加速器(medical LINAC)輸出 6 MV X 光射束作腦部照射治療，採用兩側相對照野(parallel opposed fields)，SAD=100 cm，病灶劑量為 200 cGy，每門(port)照野的劑量加權(dose weighting)相同，照野為 $15 \times 15 \text{ cm}^2$ ，腦部厚度 15 cm，沒有使用托盤，照射腦部的中心面(midplane)每門所需的 MU 為何？[在 SAD=100 cm、照野 $10 \times 10 \text{ cm}^2$ 、深度 $d = 1.5 \text{ cm} (=d_{\text{max}})$ 、沒有托盤的絕對劑量校正，6 MV X 光射束劑量輸出為 1.00 cGy/MU。6 MV X 光射束在照野 $15 \times 15 \text{ cm}^2$ 、SAD=100 cm、深度 7.5 cm(=15 cm/2)的 TMR=0.850，照野大小因數(field size factor) FSF 為 1.031]
9. 有一腫瘤含有 2×10^9 無性生殖而來的細胞接受照射，若依循單擊動力學(single-hit kinetics)，每一細胞被擊中的平均數為 1，則有多少細胞殘存(存活)？
10. 在標準狀況(STP)下，體積為 0.6 cm^3 的空氣腔曝露在輻射場中產生 3×10^{-10} 庫倫(C)的電量，求空氣所吸收的劑量為多少 Gy？(空氣密度= 1.293 kg/m^3 ， $W/e=33.97$ 焦耳/庫倫)