

等 別： 高考二級

類 科： 輻射安全

科 目： 輻射劑量與輻射生物

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、請列式說明：（每小題 5 分，共 10 分）

(一)直線能量轉移（linear energy transfer, LET） L 。(二)限制阻擋本領（restricted stopping power, LET_{Δ} ） L_{Δ} 。二、將一 0.6 cm^3 Farmer-型游離腔（Farmer-type ionization chamber）置入水假體中，以平衡厚度的等效組織為腔壁，以醫用直線加速器輸出 10 MV 的 X 光射束的照射 50 秒，測得電容為 30 pF，受照射後跨過游離腔的電壓差為 104 V，則水的吸收劑量率（以 cGy/min 為單位）為何？（截止能量 Δ 為 10 keV 的水對空氣的平均限制阻擋本領比為 $(\bar{L}/\rho)_{air}^{water}=1.127$ ， $\rho_{air}=1.293\times 10^{-3} \text{ g/cm}^3$ ，空氣的 $(\bar{W}/e)_{air}=33.97 \text{ eV/離子對}$ ）（10 分）三、在空氣（air）中，以 ^{60}Co 照射套上鈷帽（cobalt cap）的 Farmer-型游離腔（Farmer-type ionization chamber）作輻射劑量測量，鈷帽的材質為壓克力， $(\bar{L}/\rho)_{air}^{acrylic}\times(\bar{\mu}_{en}/\rho)_{acrylic}^{air}=1.020$ （截止能量 $\Delta=10 \text{ keV}$ ）。若 Farmer-型游離腔所測得其所在位置的空氣吸收劑量 D_{air} 為 105 cGy。若不考慮 Farmer-型游離腔腔內的氣體（gas）溫度、壓力修正，則：（每小題 5 分，共 10 分）(一) D_{air} 與 D_{gas} 之關係式為何？(二) Farmer-型游離腔腔內的氣體吸收劑量 D_{gas} 為何？

四、在單靶單擊模型（single target, single-hit model）中，若減少細胞殘存為原來 37% 所需的輻射劑量為 2 Gy，則殘存率（survival rate）1% 的劑量為多少 Gy？（10 分）

五、關於劑量-回應曲線（dose-response curve）函數 $F(D)$ ，其中， $F(D)$ 是劑量為 D 時輻射效應的發生率或發病率（incidence），請列式與圖示說明：

（每小題 5 分，共 10 分）

(一)一般化的劑量-回應曲線函數 $F(D)$ 。(二)線性二次曲線（linear-quadratic curve, LQ curve）的劑量-回應曲線函數 $F(D)$ 。

(請接背面)

等 別： 高考二級
類 科： 輻射安全
科 目： 輻射劑量與輻射生物

六、今有某人於照射場內，接受意外暴露。請計算：（每小題 5 分，共 10 分）

- (一)若某器官（密度 $\rho = 1.04 \text{ g/cm}^3$ ）於 50 cm^3 之區域內，吸收了 $6.5 \times 10^8 \text{ MeV}$ 之能量，試求其平均吸收劑量（以 mGy 為單位）為何？
- (二)若該能量沉積是由 LET 為 $10 \text{ keV}/\mu\text{m}$ （水中）之游離粒子所致， $Q = 0.32L - 2.2$ ，試問其等效劑量（以 mSv 為單位）為何？

七、水分子的輻射分解產物中，氫氧自由基（ $\text{OH}\cdot$ ）的產量非常高，已知 $\text{OH}\cdot$ 的擴散常數（diffusion constant） $D = 2 \times 10^{-5} \text{ cm}^2/\text{s}$ ，擴散時間（diffusion time） $\tau = 10^{-12} \text{ s}$ ，則水分子輻射分解產物的擴散距離（diffusion distance） λ 為何（以埃為單位）？（10 分）

八、劑量率（dose-rate）是指單位時間內累積的總輻射劑量，劑量率的高低會影響細胞修復的程度，也會直接影響到細胞殘存率（survival rate）的大小，請說明：（每小題 5 分，共 10 分）

- (一)劑量率效應（dose-rate effect）。
- (二)反劑量率效應（inverse dose-rate effect）。

九、請圖示說明 50%劑量（50% dose）。（10 分）

十、臨床上，次致死傷害（sublethal damage）修復的現象經常應用於放射治療，請說明。（10 分）