

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,  $LET_{\Delta}$ )  $L_{\Delta}$ 。

二、將一  $0.6 \text{ cm}^3$  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  $\Delta$  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  $^{60}\text{Co}$  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  $50 \text{ cm}^3$  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  $\text{mGy}$  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  $\text{mSv}$  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） $\lambda$  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）