

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。

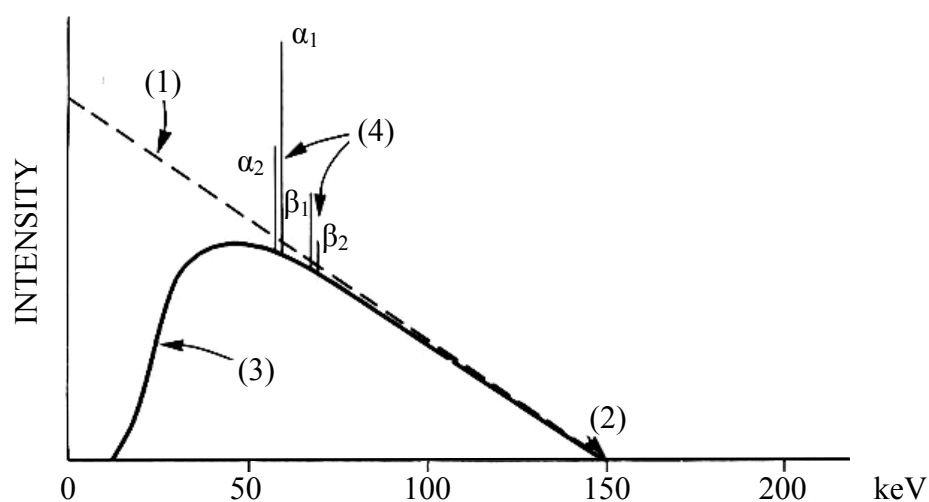
(二)不必抄題，作答時請將試題題號及答案依照順序寫在試卷上，於本試題上作答者，不予計分。

一、請試述下列名詞之意義：（每小題 3 分，共 15 分）

- (一)原子質量單位 (atomic mass unit)
- (二)螢光產率 (fluorescent yield)
- (三)平均壽命 (average life)
- (四) $\beta^+$ 衰變 ( $\beta^+$  decay)
- (五)電腦斷層劑量指標 (computed tomography dose index)

二、下圖是 X 光能譜圖：（每小題 2 分，共 10 分）

- (一)請問這是 X 光管電壓操作在多少時所形成的 X 光能譜？
- (二)請問曲線(1)是什麼輻射？如何形成的？
- (三)為何曲線會在低能量處，由(1)變為(3)？
- (四)由能譜可以知道這是使用什麼材料的陽極靶？
- (五)請根據下表計算(4)的  $K_{\alpha 1}$ 、 $K_{\alpha 2}$ 、 $K_{\beta 1}$  突起處的能量為何？



Critical X ray Absorption Energies (keV)

| Shell            | Oxygen<br>Z = 8 | Calcium<br>Z = 20 | Copper<br>Z = 29 | Molybdenum<br>Z = 42 | Tin<br>Z = 50 | Tungsten<br>Z = 74 | Lead<br>Z = 82 |
|------------------|-----------------|-------------------|------------------|----------------------|---------------|--------------------|----------------|
| K                | .533            | 4.037             | 8.981            | 20.000               | 29.200        | 69.525             | 88.004         |
| L <sub>I</sub>   | .024            | 1.438             | 1.096            | 2.867                | 4.465         | 12.098             | 15.861         |
| L <sub>II</sub>  | .009            | .350              | .953             | 2.625                | 4.156         | 11.541             | 15.200         |
| L <sub>III</sub> | .009            | .346              | .933             | 2.521                | 3.929         | 10.204             | 13.035         |
| M <sub>I</sub>   | —               | .044              | .122             | .505                 | .884          | 2.820              | 3.851          |
| M <sub>II</sub>  | not             | .025              | .074             | .410                 | .756          | 2.575              | 3.554          |
| M <sub>III</sub> | filled          | .025              | .074             | .392                 | .714          | 2.281              | 3.066          |
| M <sub>IV</sub>  | —               | —                 | .007             | .230                 | .493          | 1.871              | 2.586          |
| M <sub>V</sub>   | —               | —                 | .007             | .228                 | .485          | 1.809              | 2.484          |

From Storm and Israel (S1)

(請接背面)

類 科：輻射安全  
科 目：放射物理學

- 三、關於光子與物質作用時產生古典散射 (scattering) 的作用截面以  $\frac{d\sigma_0}{d\theta} = \frac{r_0^2}{2} (1 + \cos^2 \theta) \cdot 2\pi \sin \theta$  表示。而康普敦散射 (Compton scattering)、非同調散射 (incoherent scattering) 與同調散射 (coherent scattering) 則是分別針對古典散射進行修正之。請針對古典散射、康普敦散射、非同調散射、同調散射，分別敘述其所考慮的光子與物質作用的能量傳遞狀態與被作用電子的狀態。(10 分)
- 四、診斷用 X 光的射束品質 (beam quality) 通常用半值層 (half value layer) 表示之。  
(每小題 5 分，共 10 分)  
(一)請敘述診斷用 X 光之半值層的測量方法。  
(二)若所使用的游離腔分別是充填一般空氣與氙氣 (Xenon)，請問二者所評估出的半值層是否會有差別？為什麼？
- 五、碳-14 可用於放射性碳定年法，它的半衰期為 5730 年。請問它的衰變常數與比活度各為多少？(5 分)
- 六、一攝護腺癌病人置入  $^{103}\text{Pd}$  ( $T_{1/2} = 17$  days) 做永久性插種治療，若初始劑量率為 0.38 Gy/h，則置入病人體內三週後病人接受多少劑量？置入一年後，病人接受多少劑量？(5 分)
- 七、關於母子核種的連續衰變，若初始時，母核與子核的個數分別為  $N_{10}$  與 0，時間  $t$  時，母核與子核的個數分別為  $N_1$  與  $N_2$ ，活度分別為  $A_1$  與  $A_2$ ，衰變常數分別為  $\lambda_1, \lambda_2$ ：  
(每小題 5 分，共 10 分)  
(一)請問時間  $t$  時，母核的活度與子核的活度各為多少？  
(二)請根據(一)推導何時子核有最大活度。
- 八、請敘述下列三種斷層掃描之成像原理，並比較其異同之處：X 光電腦斷層掃描 (CT)、單光子發射斷層掃描 (SPECT)、正子電腦斷層掃描 (PET)。(10 分)
- 九、關於輻射醫療曝露品質保證相關法規：(每小題 5 分，共 10 分)  
(一)「輻射醫療曝露品質保證標準」源自於那一個母法中的第幾條？並敘述其條文。  
(二)請問目前已列於「輻射醫療曝露品質保證標準」中的醫療設備有那些？
- 十、近來臺灣已開始發展質子放射治療。(每小題 5 分，共 15 分)  
(一)請敘述質子放射治療的原理。  
(二)請比較以質子、電子與光子進行放射治療時的深度劑量分布。  
(三)使用一 Farmer 游離腔來測量劑量，該游離腔校正時的環境條件為 760 mmHg 與 22°C。當在使用此游離腔在質子射束下量測時，電量計收集到 30 nC 之電荷，已知  $\left(\frac{\overline{W}}{e}\right)_{air} = 33.97$  eV/i.p.，測量時的溫度與壓力為 750 mmHg 與 30°C，請問游離腔內測得的吸收劑量是多少？