

放射物理試題

准考證號碼

**注意事項** 試題卷右上角填上准考證號碼，請依題號順序在「答案卷」作答，考完後請將「試題」及「答案卷」一併繳回。

一、選擇題：(每題 2 分，合計 80 分)

- 下列各電磁波：其波長由大到小依序為何？(①微波 ②無線電波 ③可見光 ④X 射線 ⑤紫外光) (1)①>②>③>⑤>④ (2)②>①>③>⑤>④ (3)④>⑤>③>①>② (4)④>①>②>⑤>③。
- 當電磁波之波長增加一倍時，下列何者仍不改變？(1)頻率 (2) 能量 (3)速度 (4)穿透能力。
- 下列那二種元素是屬於同位素？(1) ${}^{15}_7N$ ， ${}^{16}_8O$  (2)  ${}^{133}_{55}Cs$ ， ${}^{133}_{56}Ba$  (3) ${}^{12}_6C$ ， ${}^{14}_6C$  (4)以上皆非。
- 若能將 1 克物質轉換成能量，則可釋出多少能量？(1)0.511MeV (2) 931.5MeV (3)  $9 \times 10^{13}J$  (4)  $9 \times 10^{16}J$ 。
- 一個電子若具有 2 MeV 的動能，則此時電子的質量約為靜止質量的：(1)2 倍 (2)3 倍 (3)4 倍 (4)5 倍。
- 增大 X-光機的電壓，可：(1)增加 X-射線的速度 (2)增加 X-射線的能量 (3)增加 X-射線的波長 (4)增加 X-射線的質量。
- 電子撞擊鎢靶所產生的特性 X 射線能譜為何？(1)連續能譜 (2)單一能量 (3)多個特定能量 (4)以上皆可。
- 已知鎢的 K 層能階為 -70 KeV，L 層為 -11 KeV，M 層為 -2.5 KeV，請問若是 K 層有一電子被移走，下列那一個特性輻射能量不會出現？(1) 59 KeV (2) 67.5 KeV (3) 8.5 KeV (4) 11.0 KeV。
- 下列何者與物質初次作用會產生制動輻射(bremsstrahlung)？(1)中子 (2)電子 (3)X 射線 (4) $\gamma$  射線。
- 以 1MeV 的電子撞擊於不同物質的靶，下列何者產生制動輻射的比例最高？(1)  ${}^{12}_6C$  (2)  ${}^{27}_{13}Al$  (3)  ${}^{39}_{19}K$  (4)  ${}^{63}_{29}Cu$ 。
- 放射治療時將活度為  $A_0$ ，蛻變常數為  $\lambda$  的某射源置於病人體內，經過 t 時間後取出，求其發射輻射(Emitted radiation)為何？(1) $A_0 + A_0 e^{-\lambda t} / \lambda$  (2) $A_0 - A_0 e^{-\lambda t} / \lambda$  (3) $(A_0 - A_0 e^{-\lambda t}) \lambda$  (4) $(A_0 + A_0 e^{-\lambda t}) \lambda$ 。
- 在核種圖上，下列何種衰變不是沿著同重線(isobaric line)移動？(1) $\alpha$  decay (2)  $\beta^-$  decay (3)  $\beta^+$  decay (4) EC decay。
- 元素之原子序數越大時，該元素穩定同位素之原子核趨向於：(1)中子數小於質子數 (2)中子數等於質子數 (3)中子數大於質子數 (4)無規則可循。
- 一般利用中子照射產生的同位素，會以何種型態衰變？(1) $\alpha$  (2) $\beta^+$  (3) $\beta^-$  (4) 電子捕獲。
- 游離輻射中，下列何者與 X 光的特性相同，但來源不同？(1) $\alpha$  (2) $\beta^+$  (3) $\beta^-$  (4) $\gamma$ 。
- 屏蔽計算中之增建因數 (build-up factor)，與下列何者無關？(1)輻射強度 (2)屏蔽厚度 (3)屏蔽材質(4)輻射種類。
- 操作尖峰電壓為 E 的 X 光機，其所發出之能量約相當於多少 E 的單能 X 光射束？(1)1.65 (2)1.00 (3)0.87 (4)0.33。
- 10 MeV X-射線與金片產生成對發生的機率，約是與鋁板產生成對發生的多少倍？(1)6 倍 (2)12 倍 (3)18 倍 (4)36 倍。
- 半值層不受以下何種因素影響？(1)材料厚度 (2) 材料密度 (3)輻射能量 (4)材料種類。
- 1MeV 光子束對碳的質量衰減係數( $\mu/\rho$ )為  $0.00636 m^2/kg$ ，則其原子衰減係數( ${}_a\mu$ )為多少  $m^2/atom$ ？(1) $6.64 \times 10^{-27}$  (2)  $3.12 \times 10^{-27}$  (3)  $2.17 \times 10^{-28}$  (4)  $1.27 \times 10^{-28}$ 。
- 下列何種作用在骨髓裡的吸收能量比軟組織高很多？(1)光電作用 (2)康普吞作用 (3)合調散射作用 (4)成對作用。
- 光子能量為 60keV 至 90keV 時，與軟組織作用中下列何者正確？(1) 主要是光電吸收 (2) 光電和康普吞都重要 (3) 只有康普吞散射 (4) 成對發生開始重要。

## 放射物理試題

共二頁第 2 頁

23. 拍攝胸部 X 光片發現第一張看到的是清晰的肋骨及其他骨骼結構，而第二張顯現清楚的氣腔、氣管的輪廓，請問兩張片子所使用的高電壓，哪一組最有可能：(1)第一張 80KV，第二張 300KV (2)第一張 80KV，第二張 2MV (3)第一張 300KV，第二張 80KV (4)第一張 2MV，第二張 80KV。
24. 10MeV 的光子與鉛發生作用，下列哪一種係數的值最大？ (1)質量衰減係數(mass attenuation coefficient) (2)質能轉移係數(mass energy-transfer coefficient) (3)質能吸收係數(mass energy-absorption coefficient) (4)以上三者一樣大。
25. 請問質量衰減係數 ( $\mu/\rho$ ) 的物理意義為何？ (1)光子與單位質量物質的作用機率 (2)電子與單位質量物質的作用截面 (3)中子與單位質量物質的作用截面 (4)輻射在單位長度損失的能量。
26. 下列物質中，每克質量的電子數目以何者為最小？ (1)氫 (2) 碳 (3)鋁 (4)鉛。
27. 質量衰減係數 (Mass attenuation coefficient) 的單位為： (1) $\text{g} \cdot \text{cm}^{-2}$  (2)  $\text{g}^{-1} \cdot \text{cm}^2$  (3)  $\text{g} \cdot \text{cm}^{-1}$  (4)  $\text{g}^{-1} \cdot \text{cm}$ 。
28. 已知經  $N=N_0e^{-\mu x}$  計算後知  $N=5000$ ，但經偵檢器度量結果發現實際  $N=7500$ ，請問增建因數值 (Buildup factor) 為多少？ (1) 0.67 (2) 1.5 (3) 2.5 (4) 3.75。
29. 半值層(HVL)和什一值層(TVL)兩者之間的關係是：(1)1 HVL=0.31 TVL (2)1 HVL=3.33 TVL (3)1 HVL=10 TVL (4)1 HVL=33.3 TVL。
30. 評估  $^{60}\text{Co}$  治療室主屏蔽時，得穿透分數為  $1 \times 10^{-2}$ ，試問需鉛屏蔽多少毫米？(鉛之什一值層厚度為 40 毫米) (1)27.7 (2)40 (3)80 (4)1600。
31. 下列哪一種輻射產生制動輻射的機率較大？(1)質子 (2)中子 (3)電子 (4)阿伐粒子。
32. 對 15MeV 的 X 光射束而言，在骨骼中的平均能量轉移為 12.0 MeV，能量轉為制動輻射的百分比為 6.7%，則平均能量吸收為多少 MeV？ (1)11.0 (2)11.2 (3)11.4 (4)11.6。
33. 已知鋁的密度為  $2.7\text{g}/\text{cm}^3$ ，則 5 MeV 的電子在鋁中的射程約為多少公分？(1)0.93 cm (2) 1.85 cm (3) 3.7 cm (4) 4.86 cm。
34. 直線能量轉移(linear energy transfer, LET)的單位為： (1)keV/ $\mu\text{m}$  (2)MeV  $\text{cm}^2/\text{g}$  (3)keV  $\mu\text{m}$  (4)MeV  $\text{g}/\text{cm}^2$ 。
35. 那一放射治療之劑量深度曲線會出現布勒格尖峰 (Bragg peak)？(1)中子 (2)質子 (3)核種近接治療 (4)光子遠距治療。
36. 以  $^{218}\text{Po}$  的阿伐粒子照射細胞。假設此細胞之敏感標靶(target)之厚度為  $10 \mu\text{m}$ ，阿伐粒子在進入標靶之前能量為 3.25MeV，在標靶中的平均直線能量轉移為  $100\text{keV}/\mu\text{m}$ ，求阿伐粒子離開標靶時之能量為多少 MeV？ (1)4.25 (2) 3.25 (3) 2.25 (4) 1.25。
37. 以  $^{218}\text{Po}$  的阿伐粒子照射細胞。假設此細胞之敏感標靶(target)為方邊長  $10 \mu\text{m}$  的立方塊，其密度為  $1\text{g}/\text{cm}^3$ 。阿伐粒子在進入標靶之前能量為 3.25MeV，在標靶中的平均直線能量轉移為  $100\text{keV}/\mu\text{m}$ ，求此阿伐粒子穿過標靶後有多少劑量(cGy)留在標靶內？ (1) 16 (2) 26 (3) 36 (4) 46。
38. 直線加速器輸出 20 MeV 得高能電子射束，其在水中的實際射程為 9.2cm，則在水中 4 cm 的平均電子能量為多少 MeV？(1)6.6 (2)8.7 (3)11.3 (4)15.0。
39. 光子與物質作用時，平均轉移能量 ( $E_{\text{tr}}$ )、平均吸收能量 ( $E_{\text{ab}}$ )、制動輻射流失能量 ( $E_{\text{B}}$ )，三者間的關係為何？ (1) $E_{\text{tr}}=E_{\text{ab}}+E_{\text{B}}$  (2) $E_{\text{B}}=E_{\text{ab}}-E_{\text{tr}}$  (3) $E_{\text{tr}}=E_{\text{ab}}-E_{\text{B}}$  (4) $E_{\text{ab}}=E_{\text{B}}-E_{\text{tr}}$ 。
40. 輻射在空氣中產生一個離子對，平均消耗能量約為多少？ (1)0.51eV (2) 2.8 eV (3) 34 eV (4)100erg。

## 二、問答與計算：(每題 10 分，合計 20 分)

1. 已知一核種攝入體內後，其衰變係數(Decay constant)為  $0.346(\text{hr}^{-1})$ ，試問該核種於體內時之平均壽命 (Average Life,  $T_{\text{av}}$ )及半衰期各為幾小時？
2. 有一游離腔受 X 光照射後，在 0.6 立方公分的空腔內收集到  $1.293 \times 10^{-8}$  庫倫的電荷，求空氣的吸收劑量為多少 Gy？ ( $W=33.85 \text{ eV} / \text{ion pair}$ ，空氣密度為  $0.001293 \text{ g}/\text{cm}^3$ )