中六物理練習卷：放射現象、半衰期與核能

物理　|　時限：75 分鐘　|　總分：100 分　|　共 24 題

第一部分：放射衰變的種類與輻射探測（16 分）

實驗桌上放着三個未標明的放射源，分別發出 α、β 及 γ 輻射，另有薄紙、3 mm 厚鋁板、25 mm 厚鉛磚和一個蓋革－米勒計數器。

1. (a) 比較三種輻射的本質、電荷及穿透本領。（4 分）

2. (b) 把射線導入指向紙面向內的均勻磁場，說明 α 與 β 粒子的偏轉方向有何不同，並指出哪一種射線不偏轉。（4 分）

3. (c) 解釋為何量度樣本前必須先量背景輻射，並說明如何處理讀數。（4 分）

4. (d) 一個氡-222 核放出一個 α 粒子。寫出核反應方程式，並用質量數與原子序數守恆說明之。（4 分）

第二部分：活度、半衰期與指數衰變（17 分）

某放射源的初始活度為 6400 Bq，半衰期為 5.0 天。（取 ln 2 = 0.693）

5. (a) 20 天後該源的活度為多少？（4 分）

6. (b) 活度降至 200 Bq 需時多少天？（4 分）

7. (c) 在 (a) 的時刻，樣本中未衰變的放射性核數目約為多少？（5 分）

8. (d) 兩個不同核素的活度相同，是否代表核數目相同？試加以解釋。（4 分）

第三部分：質量虧損、結合能與核穩定度（17 分）

已知質子質量 1.007276 u、中子質量 1.008665 u、氦-4 原子核質量 4.001506 u、1 u 對應 931.5 MeV。

9. (a) 求氦-4 原子核的質量虧損（以 u 表示）。（5 分）

10. (b) 求該核的結合能（MeV）及每核子結合能。（5 分）

11. (c) 用 $E = mc^2$ 計算 1 u 所對應的能量，以焦耳表示。（取 $c = 3.00 \times 10^8\ \text{m s}^{-1}$，$1\ \text{u} = 1.66 \times 10^{-27}\ \text{kg}$）（3 分）

12. (d) 解釋為何核融合只在輕核之間放能，而核裂變只在重核發生時放能。（4 分）

第四部分：核裂變與核融合的能量比較（17 分）

已知氘核 2.014102 u、氚核 3.016049 u、氦-4 原子核 4.002603 u、中子 1.008665 u，1 u 對應 931.5 MeV、1 MeV 對應 1.602 × 10^-13 J；一次鈾-235 裂變約放出 200 MeV，涉及 235 個核子加一個中子。

13. (a) 考慮反應 氘 + 氚 → 氦-4 + 中子，求每次反應放出的能量（MeV）。（5 分）

14. (b) 把 (a) 的能量換算為焦耳。（4 分）

15. (c) 分別求核融合與核裂變的每核子放能，並比較兩者。（5 分）

16. (d) 指出實現受控核融合的兩項主要困難。（3 分）

第五部分：輻射劑量、防護與應用（16 分）

一名病人接受檢查時吸收了 0.030 J 的 γ 輻射能量，受照射組織質量 2.0 kg。γ 輻射的輻射權重因子為 1，α 輻射為 20。

17. (a) 求病人所受的吸收劑量，以 mGy 表示。（5 分）

18. (b) 求 γ 輻射的等效劑量；若同一吸收劑量由 α 輻射造成，等效劑量為多少？（4 分）

19. (c) 在沒有屏蔽的情況下，距離由 0.50 m 增至 1.50 m，輻射強度變為原來的幾分之幾？（3 分）

20. (d) 說明輻射防護的三項基本原則，並舉一個醫療應用例子說明如何權衡利弊。（4 分）

第六部分：碳-14 定年與放射衰變的應用（17 分）

碳-14 的半衰期為 5730 年。活着的生物體內碳-14 活度維持在 A0，死亡後不再補充，活度按指數規律下降。（取 ln 2 = 0.693）

21. (a) 某樣本的碳-14 活度為 0.25 A0，求其年齡。（5 分）

22. (b) 解釋為何碳-14 定年不適用於上千萬年的樣本。（4 分）

23. (c) 另一樣本的活度為 0.35 A0。用衰變常數 λ = ln 2 ÷ 半衰期 求其年齡。（5 分）

24. (d) 列出使用碳-14 定年時需要接受的兩個假設。（3 分）

TutorZone 物理練習卷｜題目與文章為原創，並非任何學校或出版社的教材。