中六物理練習卷：放射衰變、核能與輻射安全

中六（S6）　物理　｜　時限：75 分鐘　｜　總分：100 分　｜　共 12 題

甲部：放射衰變與半衰期（4 題 25 分）

放射衰變：α 衰變使質量數減 4、原子序減 2；β^- 衰變質量數不變、原子序加 1；γ 發射只放出能量。寫核反應式時要同時核對質量數與原子序的守恆。

1. 解釋 α 粒子、β 粒子與 γ 射線三者的本質，並比較它們的電荷、穿透能力與電離能力（每項各一句）。

2. 寫出下列核反應的完整方程式，要標明質量數與原子序：(a) 鈾-238 放出 α 粒子；(b) 碳-14 放出 β 粒子；(c) 氮-14 受 α 粒子撞擊後放出一個質子。

3. 什麼是放射性核素的半衰期？(a) 用衰變常數說明半衰期與衰變快慢的關係；(b) 一個樣本經過 4 個半衰期後，未衰變的原子核佔原本的幾分之幾？(c) 半衰期會不會因溫度、壓力或化學狀態而改變？解釋。

4. 某放射性樣本初時活度為 800 Bq，半衰期 5 日。(a) 求 15 日後的活度；(b) 求活度首次低於 50 Bq 所需的最短時間；(c) 說明「活度」與「劑量」的分別。

乙部：核反應、結合能與核能（4 題 33 分）

半衰期與衰變：$t_{1/2} = \ln 2 / \lambda$，$A = \lambda N$。每過一個半衰期未衰變的核數減半，n 個半衰期後剩 (1/2)^n。計算時 λ 與時間的單位要一致，並留意題目問「低於」時要取超過整數個半衰期的答案。

5. 鈷-60 的半衰期為 5.27 年，某樣本含 1.0×10^{18} 個鈷-60 原子核。(a) 求衰變常數 λ（以 y^{-1} 計）；(b) 用 $A = \lambda N$ 求活度（以 Bq 計）；(c) 解釋為何 10 年後活度不是零。

6. 氦-4 原子核的質量虧損為 0.0304 u，已知 1 u 相當於 931.5 MeV。(a) 求氦-4 的結合能（MeV）；(b) 求每核子結合能；(c) 解釋為何每核子結合能越大，原子核越穩定。

7. 比較核裂變與核融合：(a) 兩者分別涉及什麼核？(b) 各舉一個反應式；(c) 兩者同樣靠質量虧損放能，為何都會放出能量？(d) 為何核融合在地球上難以持續進行？

8. 鈾-235 每次裂變平均放出 200 MeV（$1\ \text{eV} = 1.6 \times 10^{-19}$ J）。(a) 求 1 克鈾-235 完全裂變放出的能量（J）；(b) 已知 $1\ \text{kWh} = 3.6 \times 10^{6}$ J，求相當於多少 kWh；(c) 說明反應堆中減速劑與控制棒的作用。

丙部：輻射安全、劑量與應用評估（4 題 42 分）

核能與劑量：結合能 = 質量虧損 × 931.5 MeV，每核子結合能越大核越穩定；裂變與融合都因生成物結合能較高而放能。吸收劑量 D = E/m（Gy），等效劑量 H = D × 輻射加權因數（Sv）。

9. 輻射安全：(a) 使用 γ 射源時寫出三項防護措施並各說明理由；(b) 為何處理 γ 射源要用鉛而不用紙？(c) 舉出兩個背景輻射來源；(d) 說明蓋革計數器與雲霧室的分別。

10. 一名工作人員的 0.50 kg 組織吸收了 0.020 J 的 β 輻射能量。(a) 求吸收劑量（Gy 及 mGy）；(b) β 的輻射加權因數為 1，求等效劑量（Sv）；(c) 若同一能量由 α 輻射（加權因數 20）吸收，等效劑量是多少？並解釋差別。

11. 碳-14 的半衰期為 5730 年，活樹木體內的碳-14 與大氣保持平衡，生物死亡後不再補充。(a) 某古代木器的碳-14 活度只有活木的 25%，求其年齡；(b) 寫出所用公式；(c) 說明此定年法的兩個限制。

12. 核能發電的評估：(a) 寫出兩項優點與兩項缺點，每項一句；(b) 說明高放射性廢料為何要深埋地質處置；(c) 寫出現代反應堆三項安全設計及其作用；(d) 就香港情況，你認為應否大幅增加核電比例？用兩個理由支持立場。

TutorZone 中六（S6）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。