

放射現象和核能

1 輻射與放射現象

1.1 放射現象

- 我們不斷會接觸到來自周圍環境的輻射。這種輻射稱為本底輻射。

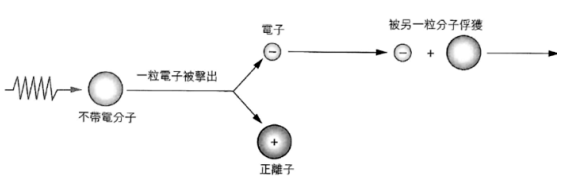


- 常見的核輻射有三種，每種的本質與主要特性如下：

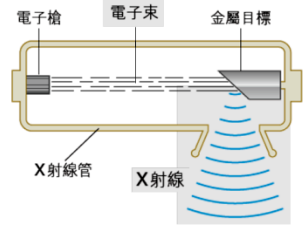
	α 輻射	β 輻射	γ 輻射
本質	氦核	高速移動的電子	電磁波 (高頻)
相對電荷	+2 (每個粒子)	-1 (每個粒子)	不帶電
速率	最高達光速的10%	最高達光速的90%	光速
致電離能力	強	弱	非常弱
穿透能力	弱; 被 1-2 張紙完全吸收	強; 被 5 mm 厚的鋁板完全吸收	非常強; 不會完全被吸收, 25 mm 厚的鉛板只能吸收一半輻射
空氣中的射程	數厘米	數米	超過 100 米
在電場中的偏轉幅度	非常小 	大 	不會偏轉
在磁場中的偏轉幅度	非常小 	大 	不會偏轉
雲室徑跡	粗而直 	幼細而彎曲 	細小而稀疏, 幾乎不能看到
探測器	照相底片、火花計數器、擴散雲室、蓋革—彌勒計數器	照相底片、擴散雲室、蓋革—彌勒計數器	照相底片、擴散雲室、蓋革—彌勒計數器

1.2 X 射線與核輻射

- 致電離輻射是高能粒子流或高能量電磁波，能把分子內的電子擊出。致電離輻射的例子包括：
 - 電磁波：X 射線和 γ 射線
 - 粒子： α 粒子和 β 粒子



- X 射線可由高速電子撞擊金屬產生，是一種頻率高於紫外輻射的電磁波，具有很強的穿透能力。

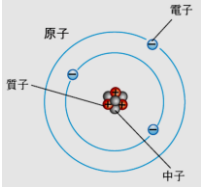


- 核輻射來自放射性原子核。這些原子核自發地放出高能量的輻射，這現象稱為放射現象。

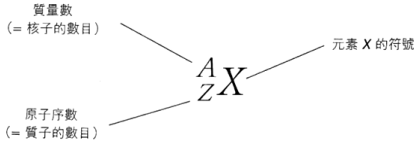
2 原子結構與放射衰變

2.1 原子模型

- 原子結構：



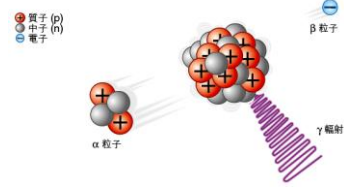
- 質子和中子統稱為核子。
- 以符號表示原子：



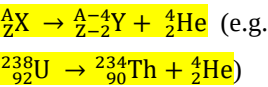
- 具有特定質量數和原子序數的原子核稱為核素，具有放射性的核素稱為放射性核素。
- 原子序數相同，但質量數不同的核數稱為同位素，具有放射性的同位素稱為放射性同位素。

2.2 放射衰變與放射性同位素的應用

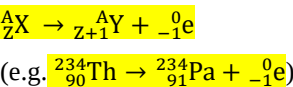
- 放射衰變（或蛻變）由不穩定的原子核引起。在這個過程中，原子核會放射 α 粒子、 β 粒子或 γ 輻射而變得更穩定。



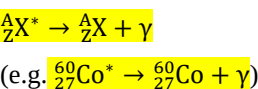
- α 衰變可用以下方程式表示：



- β 衰變可用以下方程式表示：



- γ 輻射可用以下方程式表示：



- 母核：發生衰變的原子核
- 子核：衰變後母核所變成的原子核
- 衰變產物：衰變過程中形成的所有原子／粒子
- 放射強度是每秒鐘蛻變的次數，它的單位是見克 (Bq)，或是每秒鐘蛻變的次數 (s^{-1})。它與未衰變原子核數目的關係，可用以下方程表示：

$A = kN$

其中 k 是衰變常數，代表每單位時間內衰變的概率，它的單位是 s^{-1} 。

- 放射性核素的半衰期是該核素的樣本有一半原子核衰變所需的時間，也相等於它的放射強度減半所需的時間。
- 未衰變原子核數目 N 與時間 t 的關係可以用以下數式衰變函數表示：

$N = N_0 e^{-kt}$

放射強度的變化也可以用以下方程式表示：

$A = A_0 e^{-kt}$

- 半衰期 $t_{1/2}$ 與衰變常數 k 的關係可用以下方程式表示：

$t_{1/2} = \frac{\ln 2}{k}$

- 放射性同位素應用廣泛，例如用於放射治療、示踪物、厚度計和碳—14 年代測定法。

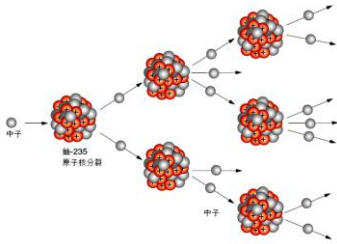
2.3 輻射安全

- 核輻射有極大的潛在危險它能損害或殺死活細胞，改變人體細胞的基因結構，導致癌症或無法治療的輻射疾病。
- 當量劑量的量度單位為希沃特 (Sv)。香港每年本底輻射的平均劑量約為 2 mSv。
- 放射源必須小心處置。

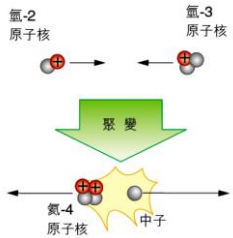
3 核能

3.1 核裂變及核聚變

- 核裂變：一個重的原子核分裂成較輕的原子核時（如中子撞擊鈾-235），會釋放出大量能量。
- 核裂變時，原子核釋放的中子可以引發其他原子核裂變，形成鏈式反應。



- 受控核裂變可用來發電。
- 核聚變：兩個輕的原子核結合成為一個較重的原子核時，會釋放出大量能量。



- 核能有助解決地球未來的能源短缺危機，但同時也帶來嚴重的社會及環境問題。
- 核武（原子彈、氫彈及中子彈）都是由物理原理發展出來的。它們驚人的破壞力來自不受控的核裂變或核聚變，並對整個世界造成威脅。

3.2 質能關係

- 質量可轉化為能量，反之亦然。質量關係可以寫作：

$\Delta E = \Delta mc^2$

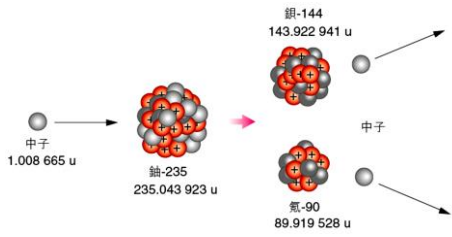
- 原子規模的質量通常用原子質量單位 (u) 來表示：

$1 \text{ u} = 1.66 \times 10^{-27} \text{ kg}$

- 原子質量單位可用作能量的單位。

$1 \text{ u} = 1.49 \times 10^{-10} \text{ J}$

- 於核裂變及核聚變中，反應後粒子的總質量通常較反應前小，失去的質量會轉化成能量。



應考心得

- 放射物理學

- (a) α 是很「重」的粒子（有大的慣性）
- (b) 緊記 α 、 β 和 γ 的特性質，包括其性質、質量、所攜電荷、穿透力、致電離能力等。
- (c) α 所行的方向帶「正」電流、 β 則帶「負」電流； α 很「重」、 β 很「輕」。
- (d) Z = 原子序數或質子數，A = 質量數（質子數 + 中子數），不要攪亂。
- (e) 一定要看清題目有沒有背境輻射。
- (f) 用最簡單的方法去計算在若干時間後，物質所剩餘的數目或質量

$A_0 \xrightarrow{T_{1/2}} \frac{A_0}{2} \xrightarrow{T_{1/2}} \frac{A_0}{4} \dots$

- (g) 懂得核熔合和核分裂的分別。