

3.2. 質能關係 (Mass-Energy Relationship)

3.2.1. 說出質能關係 $\Delta E = \Delta m c^2$ (Stating Mass-Energy Relationship $\Delta E = \Delta m c^2$)

- 愛因斯坦基於佢對物體慣同物體本身能量關係嘅研究得出以下嘅公式：

$$E = m c^2 \quad (c \text{ 為光速})$$

- 當然中學文憑嘅課程唔係要求我哋明白晒質能關係嘅理論。

- 如果我哋有留意課程就會發覺課程中用嘅公式係：

$$\Delta E = \Delta m c^2$$

- 而當中嘅“ Δ ”有“改變”嘅意思。
- 因此我哋可以理解公式想指出：當物質嘅質量減少咗 Δm 咁多嘅時候，其實質量係會轉會成能量。而相關嘅能量值 ΔE 就係等於“ $\Delta m c^2$ ”。

3.2.2. 用原子質量單位為能量單位 (Using Atomic Mass Unit as a Unit of Energy)

- 當我哋提到“質能關係 $\Delta E = \Delta m c^2$ ”嘅時候，我哋喺講緊原子核咁細嘅嘢入面所發生嘅質量改變。

- 而因為原子核嘅質量比起我哋平日成嘅“1kg”細好多好多。所以科學就定設立咗另一個質量單位“原子質量單位”。

- “原子質量單位”嘅定義係“碳-12 原子質量的 1/12”。

- “原子質量單位”嘅符號係“u”。

- $1 \text{ u} = 1.66054 \times 10^{-27} \text{ kg}$

- ☆ 標題中所指嘅“用原子質量單位為能量單位”，我就覺得只不過係利用公式“ $E = m c^2$ ”計一計 1u 係代表咗幾多能量，意義不大。

- 當 $m = 1\text{u} = 1.66054 \times 10^{-27} \text{ kg}$ 嘅時候，

$$E = (1.66054 \times 10^{-27}) \times (3.00 \times 10^8)^2 = 1.494486 \times 10^{-10} \text{ J}$$

3.2.3. 測定核反應中釋放的能量 (Determining the Energy released in Nuclear Reactions)

- 要計算核反應中釋放嘅能量，方法好簡單。
 - 我哋只要先計算反應前同反應後嘅總質量改變。
 - 再利用公式 $\Delta E = \Delta m c^2$ 計算少咗嘅質量其實變咗幾多能量

- 例如考慮核反應： ${}^2_1\text{H} + {}^3_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He} + {}^1_0\text{n}$
 - 資料： ${}^2_1\text{H}$ 質量 = 2.014102 u； ${}^3_1\text{H}$ 質量 = 3.016049 u；
 ${}^4_2\text{He}$ 質量 = 4.002603 u； ${}^1_0\text{n}$ 質量 = 1.008665 u
 - 反應前嘅總質量 = 2.014102 + 3.016049 = 5.030151 u
 反應後嘅總質量 = 4.002603 + 1.008665u = 5.011268 u
 核反應中總質量嘅改變 = 5.030151 - 5.011268 = 0.018883 u
 - 因此，核反應中釋放嘅能量
 $= \Delta m c^2$
 $= (0.018883 \times 1.66054 \times 10^{-27}) \times (3 \times 10^8)^2$
 $= 2.822 \times 10^{-2} \text{J}$

3.2.4. 應用 $\Delta E = \Delta m c^2$ 解決相關的問題 (Applying $\Delta E = \Delta m c^2$ to Solve Problems)

- 當提到“應用 $\Delta E = \Delta m c^2$ 解決相關的問題”，我認最經典嘅應用例子就係核能發電。
 - 喺核電廠入面，加咗壓嘅水會用嚟冷卻核反應堆（留意加熱咗嘅水嘅沸點會高過平常嘅 100 度）。
 - 而加熱咗嘅水就會再用嚟再將“常壓下嘅水”力熱變成水蒸氣。
 - 而所得嘅水蒸氣就會用嚟推動發電動。

- 而題目就好可能要你先計算核反應堆每秒產生幾多能量，然後再計算所產生嘅能量會將水溫升高咗幾多。
 - 計算水溫改變時我哋要用返喺熱學入面學嘅 $E = mc\Delta T$