

[問] 水素原子の電子が量子数 $n=2$ の軌道から $n=1$ の軌道へ移るとき、発生する光の波長はいくらか。ただし、リュードベリ定数を $1.1 \times 10^7 \text{ m}^{-1}$ とする。

【Theme 3】原子核の構造と反応

原子の中心には、原子の質量の大半を担う『原子核』がある。原子核の構造と反応をみていこう！

(1) 質量とエネルギーの等価原理

特殊相対性理論 (1905年 アインシュタイン) によって、時間と空間の概念が一変した!!

<わかったこと>
 「質量」と「エネルギー」は等価である。
 ↓つまり...
『質量はエネルギーのひとつの形態である』

質量 m のエネルギーは、光速を c として、

$$E = mc^2 \quad : \quad \text{『静止エネルギー』}$$

これは質量 m の物体が静止状態でもつエネルギーを意味する！

[問] 1.0 kg の質量と等価のエネルギーはいくらか。ただし、光速 $c = 3.0 \times 10^8 \text{ m/s}$ とする。

宇宙を構成する物質は、初期宇宙にあった莫大なエネルギーからつくられている！

まとめ (静止エネルギー)

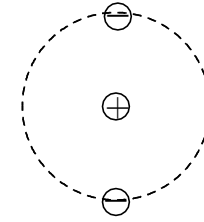
質量 m の物体が静止状態でもつエネルギー E は、

$$E = mc^2$$

(2) 原子核の構造と結合エネルギー

<長岡半太郎 (1904年) の原子模型>

原子は中心に正の電荷をもつ粒子があり
 そのまわりを電子が運動しているという模型。



<ラザフォードの α 粒子の散乱実験 (1909年~1911年) でわかったこと>

- ・原子の中心には、原子の質量の大半を担う正の電荷をもった小さな核が存在する。
- ・『原子核』は、正の電荷をもつ『陽子』と電荷をもたない『中性子』が『核力』によって結合した状態である。
- ・陽子と中性子 (まとめて『核子』という) の質量はほぼ等しく、約 $1.7 \times 10^{-27} \text{ kg}$ 電子の質量の約 2000倍!!

原子核を表記するとき、元素記号の左側に『原子番号』と『質量数』を添える。

「原子核に含まれる陽子の個数」 = 「原子番号」
 「質量数」 = 「核子の個数」

${}^{12}_6\text{C}$ (炭素原子核)
 陽子の数 : 6
 中性子数 : $12 - 6 = 6$

『原子核の質量は、それを構成している核子の質量和より小さい』

↑ この質量差を『質量欠損』という!!

原子番号を Z 、質量数 A の原子核の質量を M 、陽子と中性子の質量を、それぞれ、 m_p 、 m_n として、質量欠損は ...

$$\Delta M = \underbrace{Zm_p}_{\text{陽子の質量}} + \underbrace{(A-Z)m_n}_{\text{中性子の質量}} - M$$

質量とエネルギーの等価原理から考えると、原子核の静止エネルギーは構成核子の静止エネルギーの総和より ...

$$\Delta Mc^2 = Zm_p c^2 + (A-Z)m_n c^2 - Mc^2$$

だけ少ないことがわかる！