

質量欠損について

第1節の表に、原子を構成する3種類の粒子である電子、陽子、中性子の質量を掲載したが、原子1個の質量は、構成粒子の質量の合計よりもわずかに軽い。これを質量欠損 (mass defect) と呼ぶ。たとえば、軽水素原子 ${}^1\text{H}$ の質量は、電子1個の質量と陽子1個の質量の合計より軽い。

| | |
|------------------------|--|
| 電子1個の質量 | $0.000910938 \times 10^{-27} \text{ kg}$ |
| 陽子1個の質量 | $1.672621637 \times 10^{-27} \text{ kg}$ |
| 合計 | $1.673532575 \times 10^{-27} \text{ kg}$ |
| ${}^1\text{H}$ 原子1個の質量 | $1.673532551 \times 10^{-27} \text{ kg}$ |
| 質量欠損 | $0.000000024 \times 10^{-27} \text{ kg}$ |

「原子の構成粒子が分かれて存在している状態」と「原子の状態」のエネルギー差を ΔE とすると、 ΔE と質量欠損の値 Δm との間には $\Delta E = \Delta m c^2$ の関係がある (c は光速)。上記の例では、質量欠損の値から、 $\Delta E = 2.2 \times 10^{-18} \text{ J}$ という値が得られる。これは、「陽子と電子が分かれて存在している状態」と「 ${}^1\text{H}$ 原子の状態」のエネルギー差、すなわち、「水素原子のイオン化エネルギー」に等しい。

質量欠損とエネルギーの対応がもっとはっきり現れるのが核反応である。ウラン 235 (${}^{235}\text{U}$) に中性子を当てると核分裂を起こす。核分裂の仕方は何通りかあるが、いずれの場合も分裂の前後で質量の総和は、ウラン原子1個あたり $3.2 \times 10^{-28} \text{ kg}$ 程度減少する。これを $\Delta E = \Delta m c^2$ に代入すると、およそ $2.8 \times 10^{-11} \text{ J}$ のエネルギーが放出されることになる。1 mol あたりに換算すると、約 $1.7 \times 10^{13} \text{ J mol}^{-1}$ である。

5. 分散と最小二乗法