

1180：電子エネルギー

(電子エネルギーの概念はとても重要です。関連する種々のエネルギーも含めてしっかり学習しましょう)

キーポイント：電子のエネルギーの基準；位置（ポテンシャル）エネルギー；力とエネルギーの関係；仕事；運動エネルギー；不確定性原理

電子エネルギー (electronic energy) は原子（あるいは分子など）の中の電子の持っているエネルギーのことを指します。

[エネルギー]

仕事 (W) は力 (f) ×動いた距離 (s) です。電子に仕事を加えるとその量だけ電子はエネルギーを持ちます。ここで重要なことは、エネルギーは物体に力を作用させた結果の値であることで、原因ではないことを認識することです（化学現象の解析に重要となります）。

原子核と電子が ∞ 距離はなれているときのエネルギーの基準とし、それを電子エネルギー=0とします。仕事を受けた物質のエネルギー (V) は、力 (f) ×距離 (s) を集積したものです。 f が一定なら $V=fs$ ですが、 f が原子核からの距離 (s) に依存し、 s の関数 $f(s)$ となるので、 V は積分の形となります。距離 r の2つの電荷 Q_1 と Q_2 との間に働くエネルギーの大きさ (V) は次式で表されます。

$$V(r) = \int_{\infty}^r f(s) ds = \int_{\infty}^r k \frac{Q_1 Q_2}{s^2} ds = k \frac{Q_1 Q_2}{r}$$

このエネルギー (V) は位置 r を与えると定まる量ですので位置エネルギーとかポテンシャルエネルギー (potential energy) とよべれます。

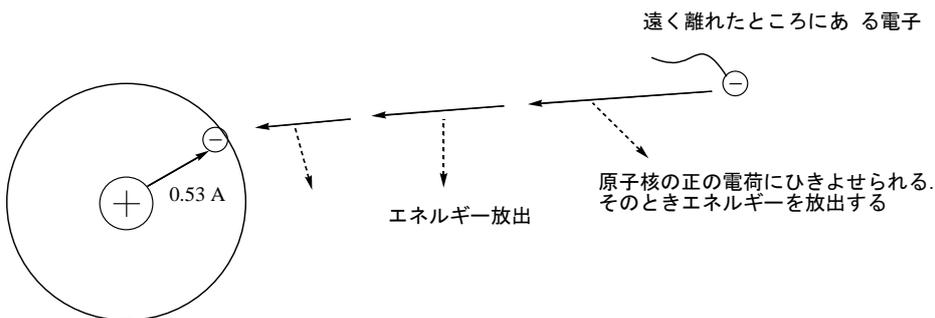


図 1. 電子のエネルギー。

[電子エネルギーは負の値]

陽子と電子から水素原子となる時、エネルギーを放出します（放出されたエネルギーを受け取る媒体がなければこの現象は起こらず陽子と電子が分離した状態（プラズマ状態）になっています。物質の希薄な宇宙空間で見られます）。エネルギーを放出したので、電子エネルギーは負の値を持つことになります。

たとえば、水素原子の原子核と電子の平均距離は約 0.53 Å です。水素原子の位置エネルギー (V) は、

$$V = k \frac{Q_1 Q_2}{r} = \frac{1}{4 \times 3.14 \times 8.85 \times 10^{-12} \text{ C}^2 \cdot \text{N}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}} \frac{-1.6 \times 10^{-19} \text{ C} \times 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}}{0.53 \times 10^{-10} \text{ m}}$$
$$= -4.35 \times 10^{-18} \text{ N} \cdot \text{m} (\equiv \text{J})$$

となります。1モルあたりに換算すると、 $-2.62 \times 10^6 \text{ J}$ あるいは -2620 kJ で、負の符号はその量だけ、外界（水素原子の外）に仕事をした（あるいはエネルギーを放出した）ことを示します（ k の値の意味は [1170](#) を参照してください）。

[電子エネルギー]

電子が原子核近くに凝集すると、 V は低下しますが、不確定性原理により、電子の持つ運動エネルギー (T) が増加します。合計のエネルギー (E) は $T+V$ で、この値が電子エネルギーです。