

1160 : 電子を原子核の周りに留める力には万有引力は関係しないか？

(多くの方は正しく理解していると思いますが、万有引力は原子・分子の世界では関係ないことそ数値でたしかめます)

キーポイント：万有引力定数，クーロン力，原子・分子では万有引力は無視

結論的にいいますと、原子や分子の個々の系では、万有引力（重力）は全く関与しません。クーロン力も万有引力も力は距離の2乗に反比例します。しかし、万有引力定数 (G : universal gravitation constant, $6.6726 \times 10^{-11} \text{m}^3 \text{kg}^{-1}$) は小さく、電子の質量も原子核の質量もとても小さいので、万有引力による力は非常に小さくなります。実際に水素原子をモデルに、原子核と電子に働く万有引力とクーロン力を計算してみましょう。原子核と電子の距離を 0.5\AA ($=10^{-10} \text{m}$) とします。

クーロン力：

$$f^{\text{electrostatic}} = -\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \times \frac{Q \times Q}{r^2} = -\frac{(1.6 \times 10^{-19} \text{C})^2}{4 \times 3.14 \times 8.85 \times 0.5^2 \times 10^{-12} \text{C}^2 \cdot \text{N}^{-1} \cdot \text{m}^{-2} \times (10^{-10} \text{m})^2}$$
$$\approx -9.2 \times 10^{-8} \text{N}$$

万有引力：

$$f^{\text{gravitation}} = -G \frac{m_1 \times m_2}{r^2} = 6.67 \times 10^{-11} \text{N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2} \times \frac{(1.67 \times 10^{-27} \text{kg})(9.11 \times 10^{-31})}{(0.5 \times 10^{-10} \text{m})^2}$$
$$\approx -4.0 \times 10^{-47} \text{N}$$

両者の比をとると万有引力はクーロン力の 10^{-39} となり、完全に無視できる量です。したがって、電子と留めおく原因は、万有引力は関係なくクーロン力であるといえます。