

[例題：電気力と重力]

原子の体積の大部分は真空であると説明されることがある。しかし、その領域は力が働かない自由空間だろうか、水素原子の場合に具体的に調べてみる。電子と陽子はいずれも電荷と質量を持っているので、電気力と重力の大きさを比較してみよう。ただし、陽子と電子の間の距離を r , それぞれの質量を M, m として、 $M = 1.6726231 \times 10^{-27} \text{kg}$, $m = 0.91093897 \times 10^{-30} \text{kg}$, 電荷素量 $e = 1.60217733 \times 10^{-19} \text{coul}$, 重力定数 $G = 6.67259 \times 10^{-11} \text{N} \cdot \text{m}^2/\text{Kg}^2$ 、真空の誘電率 ε_0 は $\frac{1}{4\pi\varepsilon_0} = 8.98755 \times 10^9 \text{N} \cdot \text{m}^2/\text{Coul}^2$ として与えられる値を用いてよい。

解答例

電気力の大きさ F_{elec} , 重力の大きさ F_{grav} と、それらの比は次のように表わされる。

$$F_{\text{elec}} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \frac{e^2}{r^2}, \quad (1)$$

$$F_{\text{grav}} = G \frac{Mm}{r^2}, \quad (2)$$

$$\frac{F_{\text{elec}}}{F_{\text{grav}}} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \frac{e^2}{GMm}. \quad (3)$$

このように、比は距離に依存しない。ここで具体的な値を代入すると

$$\frac{F_{\text{elec}}}{F_{\text{grav}}} = 0.22 \times 10^{40}. \quad (4)$$

このように、原子の原子核と電子の間隙は自由真空ではなく、強い電気力が働いているので、荷電粒子は容易には貫通できない。ただ、電氣的に中性の粒子（例えば、中性子）にはこのような制約はない。