量子力学

Ver. 0.0.1

2sjump
tw : @2sjump

2019 年 7 月 13 日

目次

第 1 章

量子力学ことはじめ

この章では、量子力学が適用されるスケールについて、具体的な定数を用いて説明していきます。

1.1　光の粒子性・電子の波動性

(1) Compton 効果

光の粒子性から、その粒子を **光子, photon** という。

角振動数 ω , 波数 k であるとき、その電磁波は

$$E = \hbar\omega, \quad p = \hbar k$$

である photon の集団であるとみなす。

自由電子に X 線を照射する。エネルギーと運動量の保存から、

$$mc^2 + \hbar\omega = c\sqrt{p^2 + mc^2} + \hbar\omega', \quad \hbar\boldsymbol{k} = \hbar\boldsymbol{k'} + \boldsymbol{k}'$$

$\boldsymbol{p}$ の消去により、

$$\Delta\lambdabar := \lambda - \lambda' = \lambdabar_c(1 - \cos\theta)$$

ここで **Compton 波長**：

$$\lambdabar_C = \frac{\hbar}{mc} \sim 10^{-13}\ \mathrm{m}$$

を定義した。これは電子スケールの世界の基本の長さの単位となる。

(2) Bohr モデル

量子条件：

$$mrv = n\hbar, \quad n = 1, 2, 3, ...$$

振動数条件：

$$\hbar\omega_0 = E_{n'} - E_n$$

電子の運動方程式 (EoM: Equation of Mortion)：

$$m\frac{v^2}{r} = \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0^2}\frac{1}{r^2}$$

これらの式より、

$$r_n = \left(\frac{\lambdabar_C}{\alpha}\right)n^2$$

ここで、**微細構造定数, fine-structure constant** ：

$$\alpha = \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0\hbar c} \sim \frac{1}{137}$$

を定義した。微細構造定数は、電磁場にはたらく力、すなわち電磁相互作用の強さをあらわす定数である。
$n = 1$ としたときの半径：

$$a_0 = \frac{\lambdabar}{\alpha} \sim 5 \times 10^{-11}\ \mathrm{m}$$

は **Bohr 半径** と呼ばれる。

参考文献

[1] 砂川重信、量子力学、岩波書店、1991.
[2] 清水明、新版 量子論の基礎 その本質のやさしい理解のために、サイエンス社、2003