

量子力学2008：プリント（1）

担当：星健夫、TA：谷川雅一

1

電子の質量を m 、電子の電荷量の絶対値を e 、真空の誘電率を ϵ_0 、プランク定数を $\hbar$ とする。 Z 価の水素型原子について、古典モデルを考える ($Z = 1$ が水素原子に対応)。電子が半径 r 、速度 v で、 xy 平面内を等速円運動している場合、ニュートン方程式は

$$\frac{mv^2}{r} = \frac{Ze^2}{4\pi\epsilon_0 r^2} \quad (1)$$

に帰着される。運動量 (ベクトルの大きさ) は $p = mv$ で与えられる。このとき、エネルギー E

$$E = \frac{p^2}{2m} - \frac{Ze^2}{4\pi\epsilon_0 r} \quad (2)$$

と角運動量 l (正確には角運動量ベクトルの z 成分)

$$l = mvr \quad (3)$$

は、一定となる。Bohr の量子化条件は、角運動量 l を

$$l = n\hbar \quad (n = 1, 2, 3, \dots) \quad (4)$$

と (天下りの的に) 量子化するものである。

(a) n によって量子化される半径 r , エネルギー E の表式を求めよ。

(b) $Z = 1, n = 1$ の場合について、半径 r のおよその値を、SI 単位で概算せよ。

(c) $Z = 1, n = 1$ の場合について、エネルギー E のおよその値を、電子ボルト (eV) 単位として概算せよ。

(d) この手法は、量子力学成立以前の理論 (前期量子論) である。量子力学との違いは、どこにあるか。説明せよ。

注: (b)(c) では、以下の値を使え; $m \approx 10^{-30}\text{kg}$, $\hbar \approx 10^{-34}\text{Js}$, $4\pi\epsilon_0 \approx 10^{-10}\text{C}/(\text{Vm})$, $e^2 \approx 3 \times 10^{-38}\text{C}^2$, 光速 $c \approx 3 \times 10^8\text{m/s}$, $1\text{ eV} \approx 2 \times 10^{-19}\text{J}$ 。

講義の概要

- 量子力学の基礎と、簡単な系への応用を学ぶ。 ナノテクノロジーを中心とした工学分野への応用を、最終目標とする。
- テキスト：原 康夫・岡崎 誠「工科系のための 現代物理学」裳華房（毎回持参していることが前提）。配布したプリントも、必ず持参すること。
- 昨年度2年後期科目「応用物理学II」相当の内容を既知とする。また、昨年度までの数学系科目の内容を基礎とする。後期科目「材料物性論」では、本科目の知識を既知とする。
- サポートウェブページを以下に設けるので、随時参照すること。配布プリントのPDF ファイルも、（一部をのぞいて）載せる予定。

<http://www.damp.tottori-u.ac.jp/~hoshi/edu/index.html>