

# 量子力学2008：プリント(9)

担当：星健夫、TA：谷川雅一

## 14

教科書(原・岡崎「工科系のための現代物理学」)p.102の演習問題[1]を解け。

## 15

$a, b$  を実定数とするとき、行列

$$H = \begin{pmatrix} a & b \\ b & a \end{pmatrix}$$

の固有値・固有ベクトルを求めよ。

## 16

水素類似原子とは、 $+Z$  値の原子核を持ち、電子を 1 つだけもつ系(仮想的な原子)のことである。そこでの 1 電子のエネルギーは、主量子数を  $n$  として、以下のように書ける(参考:これまでの講義内容、原島「初等量子力学」(14.2.23)式);

$$E_n = -\frac{mZ^2}{2\hbar^2 n^2} \left( \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0} \right)^2 = -A \left( \frac{Z}{n} \right)^2. \quad (1)$$

ここで、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  $\epsilon_0$ 、プランク定数を  $\hbar$  とした。 $A \approx 13.6\text{eV}$  はエネルギー定数である。

一方、現実の原子は全部で  $Z$  個の電子をもつ。このうち、価電子(最外殻電子)の個数を  $Z_v$  個、内殻電子の個数を  $Z_c (\equiv Z - Z_v)$  と書くことにする。内殻電子が原子核を完全に遮蔽すると考えると、価電子 1 個あたりのエネルギーを、

$$E_n = -A \left( \frac{Z_v}{n} \right)^2. \quad (2)$$

と考えることができる(説明不要)。すると  $-E_n$  は、「価電子を 1 つ取り除くために必要なエネルギー(イオン化工エネルギー)」の近似的表式をみなすことができる。

(a) Li 原子は、 $n = 2, Z_c = 1$  に相当する。 $-E_n$  を eV 単位で計算せよ。

(b) イオン化工エネルギーの実験値の表が、教科書(原・岡崎「工科系のための現代物理学」)p.85 の表 4.1 に載っている。上記の方法によるイオン化工エネルギーの表式の妥当性を、検証せよ。

注: 化学の教科書では、イオン化工エネルギーの実験値を、パラメータ  $S$  を入れた式

$$I = A \left( \frac{Z - S}{n} \right)^2. \quad (3)$$

で書くことがある。 $S$  は、I の実験値から決める定数で、遮蔽定数(screening constant)という。

## お知らせ

- サポートウェブページを以下に設けるので、隨時参照すること。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>
- 補講（後日休講の予定があるため）：7月1日（火）5限。場所は後日掲示。

以上。