

## 量子力学 3 量子力学 GII, 演習問題 (4) 散乱問題 (担当: 加藤雄介) 2014.1.28

記号の詳細は講義ノートを参照のこと。IV の目的

- 散乱問題の基本的な枠組みを理解すること (散乱問題の境界条件、散乱振幅、散乱断面積)
- 部分波展開による散乱問題の取り扱いを理解すること
- 積分方程式の方法、ボルン近似の内容と適用範囲を理解すること
- 典型的な具体例 (剛体ポテンシャル、球状井戸型ポテンシャル、湯川型ポテンシャル) を通して、低エネルギー散乱、高エネルギー散乱、共鳴散乱などの特徴を理解すること

### 問題 IV - 01 「散乱問題 剛体ポテンシャル」

半径  $a$  の剛体球ポテンシャルによる粒子の散乱における位相のずれの正接 (tangent)  $\tan \delta_l(k)$  を球ベッセル関数と球ノイマン関数を用いて表せ。

### 問題 IV - 02 「散乱問題 剛体ポテンシャル (長波長、低エネルギー極限)」

半径  $a$  の剛体球ポテンシャルによる粒子の散乱における全断面積の低エネルギー極限を求めよ。

### 問題 IV - 03 「散乱問題 剛体ポテンシャル (短波長、高エネルギー極限)」

半径  $a$  の剛体球ポテンシャルによる高速粒子の散乱における全断面積を求めよ。高速の極限でも古典解 ( $\pi a^2$ ; 幾何学的断面積) を再現しないのはなぜか。

### 問題 IV - 04 「散乱問題 グリーン関数」

$$G_0(r) = -\frac{e^{\pm ikr}}{4\pi r}$$

が

$$(\nabla^2 + k^2) G_0(r) = \delta(\mathbf{r})$$

の特解であることを示せ。

### 問題 IV - 05 「散乱問題 ボルン近似」

湯川型ポテンシャル  $U(r) = U_0 \frac{b}{r} e^{-r/b}$  に対する微分断面積と散乱断面積をボルン近似で求めよ。このポテンシャルに対するボルン近似の適用条件を低エネルギーの場合と高エネルギーの場合にそれぞれ答えよ。

### 問題 IV - 06 「散乱問題 ボルン近似」

ガウス型  $U(r) = U_0 e^{-r^2/b^2}$  に対する微分断面積と散乱断面積をボルン近似で求めよ。このポテンシャルに対するボルン近似の適用条件を低エネルギーの場合と高エネルギーの場合にそれぞれ答えよ。また前問の湯川型ポテンシャルの結果と比較し、類似点と相違点を論じよ。

### 問題 IV - 07 「散乱問題 ボルン近似」

中心力ポテンシャル  $U(r)$  に対する位相のずれをボルン近似で求めよ。