

2015年度 A1 ターム 量子力学 3  
(担当: 加藤雄介) 2015.09.15  
第 01 回講義 (09/15) に関連した問題 「同種粒子」

## 理解度確認問題

### 第 1 問

$x = (\mathbf{r}, \sigma)$  として、ある一粒子波動関数  $\phi(x)$  により、ある  $N$  粒子状態の波動関数が

$$\phi(x_1)\phi(x_2)\cdots\phi(x_N) \quad (1)$$

で表されたとする。この粒子はボソンかフェルミオンか。

### 第 2 問

あるふたつの一粒子波動関数  $\phi_a(x), \phi_b(x)$   $a \neq b$  により、ある 2 粒子状態の波動関数が

$$\phi_a(x_1)\phi_b(x_2) - \phi_a(x_2)\phi_b(x_1) \quad (2)$$

で表されたとする。この粒子はボソンかフェルミオンか。

### 第 3 問

ボース粒子の統計性または波動関数の対称性に由来する特徴的な現象をあげ、それを説明せよ。

### 第 4 問

フェルミの統計性または波動関数の対称性に由来する特徴的な現象をあげ、それを説明せよ。

## 補足問題

**第 5 問** 同じ粒子数  $N$  の自由ボース気体 (スピン 0) と自由フェルミ気体 (スピン 1/2) が仕切りを隔てて一つの箱に閉じ込められている。仕切り壁は熱を通し、また両方の気体は共通の熱源に接しているものとする。温度が十分高いとき、ボソンの部屋とフェルミオンの部屋はほぼ同じ体積  $V$  であった。徐々に温度を下げていくと仕切り壁がある向きに動き出した。以下の問いに答えよ。

1. 仕切り壁が動き始めた温度を評価せよ。1 程度の無次元定数は無視してよい。
2. 仕切り壁が動き始めたときの向きはどちらか (ボソン部屋からフェルミオン部屋の向きか、その逆か)。根拠とともに述べよ。

**第 6 問** 井戸型ポテンシャル  $V(x) = 0$  ( $x \in [0, a]$ ),  $V(x) = \infty$  ( $x \notin [0, a]$ ) の下で

1. 一粒子基底状態で、運動量を測定したときの測定値とその確率を求めよ。
2. 相互作用のないボソンの 2 粒子基底状態において全運動量を測定したときの測定値とその確率を求めよ。