

— 統計物理学 理解度確認試験 — 2011. 12.7 (10:10—11:25) 初貝

解答に必要な記号、物理量などは適宜定義せよ。また講義で未習と思うものは「未習」と記せ。各問とも短く問題を書いた上で解答を続けよ。

I. 統計力学の原理について解答せよ。可能であれば全て量子統計力学として考えよ。

- (1) 等重率の原理について述べよ
- (2) 密度行列とはなにか
- (3) 温度とはなにか
- (4) ミクロカノニカルアンサンブル (ミクロカノニカル集団) とはなにか
- (5) エントロピーとは何か
- (6) カノニカルアンサンブルとはなにか
- (7) 分配関数とは何か
- (8) 一粒子の分配関数が知られているとき、独立な N 粒子系の分配関数を書け。
- (9) ヘルムホルツの自由エネルギーとは何か
- (10) グランドカノニカルアンサンブルとはなにか
- (11) 化学ポテンシャルとはなにか
- (12) 大分配関数とは何か
- (13) 統計集団の同等性について述べよ。
- (14) 熱力学的極限とはなにか
- (15) 示量性の物理量、示強性の物理量とは、何か例をあげて述べよ。

II. 量子力学の基礎について解答せよ。

- (1) 時間に依存するシュレディンガー方程式を書け
- (2) 定常状態とは何かを述べ、その波動関数を定める方程式を書け。
- (3) 自由粒子のハミルトニアンをかけ。
- (4) 自由粒子の波数 k とするとき、体積 V の箱の中で規格化した波動関数をかけ。
- (5) 周期的境界条件を課した平面波について説明せよ。

- (6) (3次元)自由粒子の状態密度を導け
- (7) 電子、光子 (photon)、フォノンの統計性を書け
- (8) 1次元調和振動子のエネルギー準位を書け。
- (9) 3次元調和振動子のエネルギー準位をその縮退度と共に下から4個まで書き下せ。

III. 量子統計力学の基礎について解答せよ。

- (1) フェルミ粒子とはなにか
- (2) ボーズ粒子とはなにか
- (3) フェルミ粒子の生成消滅演算子を c_i としたときその反交換関係を書き下せ。
- (4) ボーズ粒子の生成消滅演算子を c_i としたときその交換関係を書き下せ。
- (5) 自由フェルミ粒子系の大分配関数を導け (結果だけでも可)
- (6) 自由ボーズ粒子系の大分配関数を導け (結果だけでも可)
- (7) フェルミ・ディラック分布関数とはなにか。ただし、一粒子状態のエネルギーを ϵ とせよ。
- (8) ボーズ・アインシュタイン分布とはなにか、ただし、一粒子状態のエネルギーを ϵ とせよ。
- (9) フェルミ・ディラック分布を導け
- (10) ボーズ・アインシュタイン分布を導け

IV. (量子)統計力学に関する現象について解答せよ。

- (1) フェルミエネルギーとはなにか、電子のフェルミエネルギーはおよそどの位か
- (2) 低温の電子比熱の温度依存性を書き、定性的に説明せよ。
- (3) 音響フォノンとは何か
- (4) 低温のフォノン比熱の温度依存性を書け
- (5) ボーズ・アインシュタイン凝縮とはなにか
- (6) 黒体輻射とはなにか
- (7) 磁性体の平均場近似 (分子場近似) について述べよ。
- (8) 秩序変数と相転移について述べよ。
- (9) 一次転移、2次転移の違いを述べよ。