

2005 年度統計力学 II 宿題 1 (4 月 11 日出題、18 日提出) 解答

吉森 明

[問題 1.] 与えられたエネルギー準位 ϵ_k に対して、(マクスウェル) ボルツマン統計が成り立たなくなる温度を化学ポテンシャル μ とボルツマン定数 k_B で表せ。 ($\epsilon_k \gg \mu$)

[解答] 教科書 P115 の図 7.1 から、

$$\frac{(\epsilon_k - \mu)}{k_B T} \ll 1 \quad (1)$$

のとき、3 つの統計が大きくずれずれる。したがって、

$$T \gg \frac{(\epsilon_k - \mu)}{k_B} \quad (2)$$

の時、ボルツマン統計が成り立たない。

[解説] これは、問題があまり良くありませんでした。申し分けありません。何人が質問してくれた人がいましたが、この問題の通りだと、温度が高いほどボルツマン統計が成り立たなくなります。それでは、授業で言ったことと矛盾します。

実は、物理量を変化させる時、

何を固定して、変化させるか

ということがとても大事で、授業では、粒子数を一定にしていたのに対し、宿題では、化学ポテンシャルを一定にする場合でした。化学ポテンシャルを一定にすると、温度が高い方が 3 つの統計が離れてきます。もし、宿題で粒子数を一定にすると、温度と共に化学ポテンシャルも変化するので、違う結果になります。理想気体の場合、ボルツマン統計で化学ポテンシャルが計算できるので、興味のある人は、代入して粒子数を一定にすると、どうなるか考えてみて下さい。

[問題 2.] 理想気体と考えることの出来る系を授業で説明したもの以外に挙げなさい。

[解答]

- 希薄な溶液
- 超流動ヘリウム (統計力学 (長岡著、岩波) p217) ← 理想フェルミ気体とみなしうる系。

等

問題に無かったので、私が悪いのですが、できれば、系を挙げるだけではなくて、理由も書いて欲しかったです。