

統計力学 2 演習 A

『熱統計物理学演習、その 20』の Q20-3

藤井淳太郎

最終更新日
2021 年 7 月 6 日

Q20-3

Q20-2 から大きなポテンシャル J の表式は『熱統計物理学演習、その 20』の (2) 式

$$J(\beta, V, \mu) = \frac{-1}{\beta} e^{\beta\mu} V \left(\frac{m}{2\pi\hbar^2\beta} \right)^{3/2} \quad (1)$$

と与えられています。圧力 P を計算してください。

『熱統計物理学演習、その 19』における Q19-25 から (T, V, μ) を変数にもつ大きなポテンシャル J に関して、

$$P(T, V, \mu) = - \left(\frac{\partial J}{\partial V} \right)_{T, \mu} \quad (2)$$

と与えられています。また温度 T と逆温度 β はボルツマン定数を k_B として、 $\beta = \frac{1}{k_B T}$ と結ばれることから、変数を T から β に置き換えた圧力は

$$P(\beta, V, \mu) = - \left(\frac{\partial J}{\partial V} \right)_{\beta, \mu} \quad (3)$$

で与えられます。したがって、(1) 式を大きなポテンシャルとして持つ系の圧力は (1) 式を V に関して 1 階の偏微分をしたものに -1 をかけることで求まり、

$$P = \frac{1}{\beta} e^{\beta\mu} \left(\frac{m}{2\pi\hbar^2\beta} \right)^{3/2} \quad (4)$$

となります。こうして、『熱統計物理学演習、その 20』の (5) 式は得られます。 □