

問題1 [小正準分布による2準位系の計算]

N 個の磁性原子からなる磁性体を考える。各磁性原子は上向きスピン、下向きスピンの2状態をとるとし、その磁気モーメントを μ とする。磁性体には磁場 H がかかっている、各原子はスピンの上向きの際は $-\mu H$ 、下向きの際は μH のエネルギーを持つ。

- (1-1) N 個の磁性原子のうち上向きスピンの数が N_{\uparrow} であるとき、磁性体の全エネルギー E を求めよ。
- (1-2) N 個の磁性原子のうち、上向きスピンの数が N_{\uparrow} となるような微視的状态数 W を求めよ。
- (1-3) ボルツマンの公式 $S = k_B \log W$ から、エントロピー S を計算せよ。その際、スターリングの公式 $\log N! = N \log N - N$ を用いよ。
- (1-4) 熱力学の公式 $1/T = \partial S / \partial E$ を用いて、温度 T の関数として磁性体のエネルギー $E = E(T)$ を計算せよ。
- (1-5) 横軸:温度 T 、縦軸:エネルギー $E(T)$ のグラフの概形を描け。