

## 統計物理学 演習問題 2

2013/11/08

提出期限: 11月15日 全学共通科目レポートボックスへ

1. 磁場  $B$  のもとで、磁気モーメントの  $z$  成分として  $\mu, 0, -\mu$  を取り得る粒子  $N$  個からなる系を考える。カノニカル分布の考えを用いてこの系の分配関数を求め、自由エネルギー、エントロピー、比熱および磁化を求めよ。
2. 図1のように、 $-e$  の電荷を持つイオン  $N$  個が  $xy$  平面内で格子定数  $b$  の正方格子を作っている。イオンと同数の  $+e$  の電荷を持つ粒子が図の白丸で示す各イオンの中心から  $a$  だけ離れた4つの位置のうちいずれか一つをそれぞれ占有するものとする。異なるイオンに属する粒子間の相互作用は十分に小さいものとして、以下の問いに答えよ。
  - (a)  $x$  方向に電場  $E$  をかけたとき、この系の分配関数を求めよ。
  - (b) このとき、系の電気双極子モーメント  $P$  を温度の関数として求めよ。
  - (c)  $xy$  平面内の任意の方向に電場をかけたときの感受率  $(\partial P / \partial E)_{E=0}$  を求めよ。
3.  $N$  個の要素からなる鎖が一次的に図2のように連なっている。それぞれの要素の長さを  $a$ 、鎖の両端の距離を  $x$  とし、鎖の関節は自由に折れ曲がるものとする。(ゴム弾性のモデル)
  - (a) 鎖のエントロピーを  $x$  の関数として求めよ。
  - (b) この鎖が温度  $T$  にある場合、鎖の両端の距離を  $x$  に保つための力を求めよ。

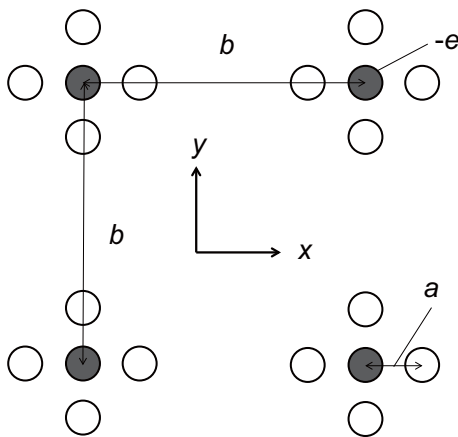


図 1: 負イオン格子と正電荷

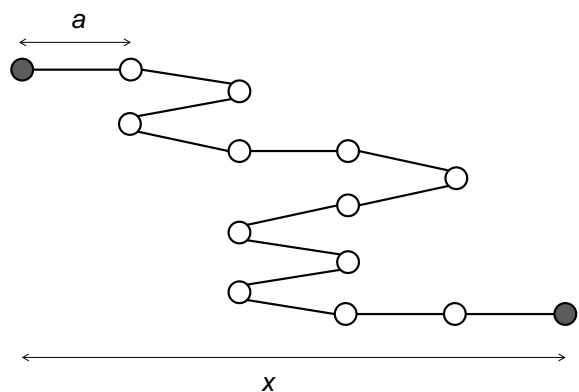


図 2: ゴムのモデル図

以上