

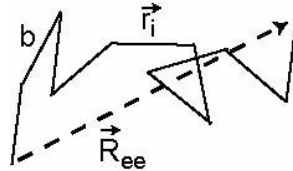
問題 1 4 (物理学)

以下の文章を読み、各問に答えよ。

問1) ポリマー (重合体) が歩幅 b の酔歩 (ランダムウォーク) 鎖であるとしたとき、下図のような N 歩の酔歩後の末端間距離 R_{ee} は

$$\vec{R}_{ee} = \vec{r}_1 + \vec{r}_2 + \dots + \vec{r}_N = \sum_{i=1}^N \vec{r}_i$$

! で表される。この運動の平均二乗距離は $\langle R_{ee}^2 \rangle = Nb^2$ であることを示しなさい。



問2) 問1のようにポリマーを酔歩鎖として扱うとき、末端間距離が L である場合について考える。

ポリマーの末端間距離が L になる確率 $p(L)$ は式(1)のように表される。

$$p(L) = \frac{\Gamma_M(L)}{\sum_L \Gamma_M(L)} \quad (1)$$

ここで $\Gamma_M(L)$ はポリマーの末端間距離が L であるときのポリマーの形状の数を表す。 N が十分大きな値であるときの $p(L)$ は式(2)のように表される。

$$p(L) = \text{const.} \exp\left[-\frac{3L^2}{2Nb^2}\right] \quad (2)$$

ここで、次の(a)~(d)の問に答えなさい。

- エントロピーの値を計算しなさい。
- 自由エネルギーを計算しなさい。(各形状における内部エネルギーは一定であると仮定してよい。)
- ポリマー鎖の末端に微小な力をかけるとき、その力を末端間距離の関数として求めなさい。
- 小さな力で引っ張った時のポリマーのばね定数を求めなさい。