

物理学 C 講義内容確認テスト (6 月 26 日実施)

前回のテストで扱った一次元のゴム紐の性質を調べる。自然長からの変位を $x(> 0)$ とすると(図 1)、復元力 f は

$$f(T, x) = -ATx$$

とかける。ここで T は温度、 A は定数である。第一法則は準静的過程に於いて

$$dU = TdS - fdx$$

となる。ただし、 U は内部エネルギー、 S はエントロピーである。また、長さを一定にしたときの熱容量 C_L は定数とする。

断熱過程に於ける温度 T と変位 x の関係を以下の手順に従って調べよ。

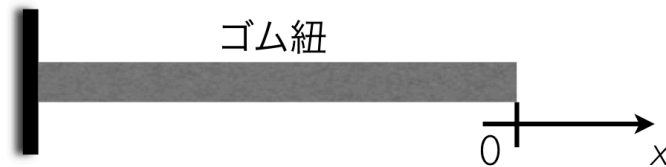


図 1: ゴム紐における変位 x の定義図

問: (1) 次の関係式を求めよ。

$$\left(\frac{\partial S}{\partial T}\right)_x = \frac{C_L}{T}$$

(2) 断熱変化における温度 T の変位 x 依存性 $(\partial T/\partial x)_S$ を、 C_L と f を用いて表せ。ただし、(1)の結果と Maxwell の関係式

$$\left(\frac{\partial S}{\partial x}\right)_T = \left(\frac{\partial f}{\partial T}\right)_x$$

は断りなしに用いてよい。計算した結果からゴム紐を引っ張ると温度は上がるか下がるか答えよ。

(ヒント: エントロピー S を変位 x と温度 T の関数 $S(x, T)$ として全微分を取る)