

(1)

A következő probléma a kettős-hélix DNA molekula szétcsavarodásának egy eléggé erősen egyszerűsített modellje [C. Kittel, Amer. J. Physics **37**, 917 (1969)].

Egy zippzárban minden kapocs két állapotban lehet. Vagy bekapcsolt (legyen ennek energiája 0), vagy pedig nyitott, amikor is energiája ε . Feltételezzük, hogy a zippzárat csak a baloldaltól tudjuk kinyitni, s az s -edik kapocs csak akkor lehet nyitott állapotban, ha a tőle balra levő összes $(1, 2, \dots, s - 1)$ kapocs nyitva van. Mutassuk meg, hogy a T hőmérsékleten levő zippzár állapotösszege a következő alakban írható,

$$Z = \frac{1 - \exp[-(N + 1)\varepsilon/k_B T]}{1 - \exp(-\varepsilon/k_B T)} \quad (1)$$

és számoljuk ki, hogy az $\varepsilon \gg k_B T$ limeszben átlagosan hány kapocs nyitott.

(2)

Fémek ellenállása szobahőmérsékleten arányos annak a valószínűségével, hogy az elektronok szóródnak a rács atomjainak egyensúly körüli oszcillációin. Továbbá a szórási valószínűség arányos az oszcillációk amplitúdónégyzetének átlagával. Feltételezve, hogy a klasszikus statisztikus fizika érvényes az adott hőmérséklettartományban, határozzuk meg az ellenállás hőmérsékletfüggését!

(3)

Használjuk az ekvipartíciós tételt a következő mennyiségek kiszámítására:

- (a) T -hőmérsékletű matematikai inga (hosszúság $1m$, tömeg $10^{-3}kg$) egyensúly körüli kitéréseinek négyzetes fluktuációi.
- (b) T -hőmérsékletű, C kapacitású kondenzátor töltésfluktuációi.

(4)

Etüdüök fajhőre II:

- (a) Általánosítsuk az ekvipartíciós tételt arra az esetre, amikor a q változóval leírt szabadsági fok járuléka az energiába $\alpha|q|^k$ alakú. Az eredményt használjuk a homogén gravitációs térben levő ideális gáz állandó térfogaton vett fajhőjének meghatározására!
- (b) Alacsony hőmérsékleten atomok egy felületen kétdimenziós, szabályos rácsba rendeződnek. Mutassuk meg, hogy e kétdimenziós rács fajhőjáruléka $T \rightarrow 0$ esetén arányos T^2 -tel!

(5)

Nagy tömegű égitestről lassan felszálló rakétában legyen egy hőszigetelt doboz, amelyben ideális gáz van. Számítsuk ki, hogyan változik a gáz hőmérséklete a felszállás során! Először próbáljuk kvalitatíve meghatározni, hogy nő-e vagy csökken-e a hőmérséklet!