3. statisztikus fizika gyakorlat

2020. március 2.

1. Határozzuk meg N darab kvantumos harmonikus lineáris oszcillátor
   (a) $\Omega(E,N)$ állapotszámát,
   (b) S entrópiáját,
   (c) T hőmérsékletét,
   (d) C_V hőkapacitását!

2. (Kétállapotú rendszer) Tekintsünk egy mikrokanonikus rendszert, amelyet N darab rögzített, nemkölcsönható részecske alkot! Mindegyik részecske alapállapota felett egyetlen ε energiájú gerjesztett állapot van.
   (a) Határozzuk meg az E energián található állapotok $\Omega(E,N)$ számát!
   (b) Normálrendszerrel van-e dolgunk?
   (c) Határozzuk meg az $S(E,N)$ entrópiát! Hogy függ ez az energiától?
   (d) Mekkora a T hőmérséklet E energián? Mi a helyzet, ha $E > \dfrac{N\varepsilon}{2}$?

3. (Gibbs-paradoxon) Egy zárt rendszer egy rögzített, részecskeáramlást gátló fallal két részre van osztva, a benne lévő gázrészecskék $\dfrac{N}{V}$ sűrűsége a két alrendszerben megegyezik. Mi történik a rendszer entrópiájával (az új egyensúly beállta után), ha a falat eltávolítjuk, és eredetileg
   (a) a két térfélben két különböző féle,
   (b) mindkét térfélben azonos

   ideális gázatomok tartózkodnak? Mi történne a b) esetben, ha az állapotok számlálásánál nem vennénk figyelembe a permutációk $N!$ számát?

Példák otthoni gyakorlásra:

1. Legyen N részecskénk és $V > N$ dobozunk úgy, hogy minden dobozban csak egy részecske lehet. Határozzuk meg az $S(V,N)$ entrópiát! Mi $S(V,N)$, ha egy dobozban akármennyi részecske lehet?

2. Vizsgáljuk meg a Gay-Lussac-kísérlet entrópiaviszonyait, vagyis az entrópiakülönbséget aközött, hogy N darab ideális gázatom V_1 illetve $V_2 > V_1$ térfogatot foglal el!

3. Határozzuk meg N darab klasszikus megkülönböztethető *háromdimenziós* harmonikus oszcillátor
   (a) Ω_T állapotszámát,
   (b) S entrópiáját,
   (c) T hőmérsékletét,
   (d) μ kémiai potenciálját!

4. Tekintsünk B mágneses térbe helyezett $S = \dfrac{1}{2}$ spinű részecskéket! Ha a koordinátarendszer z tengelyét a tér irányában vesszük fel, akkor egy részecske energiáját $\hat{\mathcal{H}} = -\frac{\mu B}{\hbar}\hat{S}_z$ adja meg, ahol $\hat{S}_z$ a szokásos (impulzusmomentum dimenziójú) spin operátor z komponense. A rendszerünk N ilyen megkülönböztethető részecskét tartalmaz.
   (a) Milyen sajátenergiái vannak az egyrészecskés Hamilton-operátornak? Mekkora ezek degeneranciája?
   (b) Az E energia valamilyen célszerű paraméterezésével határozzuk meg az állapotok $\Omega(E,N)$ számát!
   (c) Határozzuk meg az $S(E,N)$ entrópiát
   (d) és a T hőmérsékletet!