

# 3. statisztikus fizika gyakorlat

2023. március 20.

- Határozzuk meg  $N$  darab megkülönböztethető klasszikus harmonikus lineáris oszcillátor
  - (a)  $\Omega_T$  állapotszámát,
  - (b)  $S$  entrópiáját,
  - (c)  $T$  hőmérsékletét,
  - (d)  $\mu$  kémiai potenciálját!
- Határozzuk meg  $N$  darab kvantumos harmonikus lineáris oszcillátor
  - (a)  $\Omega(E, N)$  állapotszámát,
  - (b)  $S$  entrópiáját,
  - (c)  $T$  hőmérsékletét,
  - (d) Rajzoljuk fel az  $S(T)$  függvényt!
  - (e) Határozzuk meg a  $C_V$  hőkapacitást!
- Tekintsünk egy mikrokanonikus rendszert, amelyet  $N$  darab rögzített, nemkölcönható részecske alkot! Mindegyik részecske alapállapota felett egyetlen  $\varepsilon$  energiájú gerjesztett állapot van, mely  $D$  degenerációval rendelkezik!
  - (a) Határozzuk meg az  $\Omega(E, N)$  állapot számot a teljes rendszer energiájának egy alkalmas paraméterezésével!
  - (b) Határozzuk meg az entrópiát!
  - (c) Határozzuk meg a hőmérsékletet!
  - (d) Rajzoljuk fel az  $S(T)/N$  függvényt és mondjuk meg, hol található a maximuma
  - (e) Határozzuk meg a  $C_V$  hőkapacitást!

---

## Példák otthoni gyakorlásra:

- Egy sajátos képzeletbeli rotátor Hamilton-függvénye  $\mathcal{H}(q, \varphi, p, p_\varphi) = K = \frac{p^2}{2m} + \frac{p_\varphi^2}{2\Theta}$ , ahol  $m$  a részecske tömege és  $\Theta$  a tehetetlenségi nyomatéka arra az egy tengelyre vonatkoztatva, ami körül foroghat (összesen 1+1 dimenziós mozgásról van szó: 1 transláció és 1 rotáció). Mekkora az  $L$  hosszú dobozba bezárt  $N \gg 1$  darab, ilyen részecskékből álló rendszer
  - (a)  $\Omega_T$  állapotszáma,
  - (b)  $S$  entrópiája,
  - (c)  $T$  hőmérséklete,
  - (d)  $C_V$  hőkapacitása?
- Legyen két termikusan csatolt megkülönböztethető rendszerünk (pl. kvantumoszillátorok), melyeknek az energiái diszkrét értékeket vehetnek fel:

$$E_n = \hbar\omega n$$

(az egyszerűség kedvéért most nem foglalkozunk a zérusponti energiával).

- (a) Ha a rendszer energiája épp  $E$ , akkor mekkora a degeneráció?  
*Segítség:* paraméterezzük az összenergiát hasonló módon,  $E = \hbar\omega n$ , és adjuk meg annak degenerációját  $n$ , majd ezáltal  $E$  függvényében!
- (b) Ez alapján számoljuk ki az  $\Omega(E)$  állapotszámot!
- (c) Adjuk meg az  $S(E)$ , entrópiát!
- (d) Határozzuk meg a  $T$  hőmérsékletet!
- (e) Határozzuk meg a  $C_V$  hőkapacitást!

3. Tekintsünk egy mikrokanonikus rendszert, amelyet  $N$  darab rögzített, nemkölcönható részecske alkot! Mindegyik részecske alapállapota felett egyetlen  $\varepsilon$  energiájú gerjesztett állapot van. Míg a gerjesztett állapot  $D$  degenerációval rendelkezik, addig az alapállapot  $d > 1$ -szeresen degenerált!
- (a) Határozzuk meg az  $\Omega(E, N)$  állapot számot a teljes rendszer energiájának egy alkalmas paraméterezésével!
  - (b) Határozzuk meg az entrópiát!
  - (c) Határozzuk meg a hőmérsékletet!
  - (d) Rajzoljuk fel az  $S(T)/N$  függvényt és mondjuk meg, hol található a maximuma!
  - (e) Határozzuk meg a  $C_V$  hőkapacitást!