

## 2. statisztikus fizika gyakorlat

2020. február 24.

1. Tekintsük a klasszikus lineáris oszcillátort mikrokanonikus eloszlásban ( $E$  energia és  $\delta E$  energiabizonytalanság mellett!)
  - (a) Határozzuk meg a hely  $\langle x^2 \rangle$  második momentumát!
  - (b) Határozzuk meg az impulzus  $\langle p^2 \rangle$  második momentumát!
  - (c) Mit mondhatunk e kettő viszonyáról?
  - (d) Határozzuk meg a hely szórásnégyzetét!
  - (e) Határozzuk meg a hely  $\langle x^4 \rangle$  negyedik momentumát!
2. Határozzuk meg  $N$  darab megkülönböztethető klasszikus harmonikus lineáris oszcillátor
  - (a)  $\Omega_T$  állapotszámát,
  - (b)  $S$  entrópiáját,
  - (c)  $T$  hőmérsékletét,
  - (d)  $\mu$  kémiai potenciálját!
3. Adott két dobozunk, amelyekbe részecskéket pakolunk egymástól függetlenül, összesen  $N$  darabot. Az első dobozba való jutás valószínűsége  $p$ .
  - (a) Mekkora annak a  $P(n)$  valószínűsége, hogy az első dobozba éppen  $n$  részecske jutott?
  - (b) Mennyi az első dobozban lévő részecskék átlagos száma és a részecskeszám szórása? Mekkora a relatív hiba?
  - (c) Nagy  $N$  esetét feltéve adjuk meg  $P(n)$  Gauss-közelítését! (Tipp: Használjuk fel  $\ln P(n)$  Taylor-sorát másodrendig!)
  - (d) Egy  $2 \times (10 \text{ nm})^3$  térfogatú dobozban 50 ideális gázatom van (ez nagyságrendileg megfelel a légköri levegő molekuláinak darabsűrűségének). A nagyságrendileg  $300 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  levegőbéli hangsebesség alapján becsüljük meg az időt, amíg egy részecske átmegy a doboz egyik feléből a másikba! Az ennyi idő alatt kialakuló konfigurációkat függetlennek tekintve nagyságrendileg mennyi időbe telik, amíg az összes részecske összegyűlik a doboz egyik felében? Mekkora ugyanez az idő egy  $2 \text{ mm}^3$  térfogatú dobozban (arányosan több részecskével)?

---

### Példák otthoni gyakorlásra:

1. Az ideális gáz Hamilton-függvénye  $\mathcal{H}(q_i, p_i) = \sum_{j=1}^{3N} \frac{p_j^2}{2m}$ . Határozzuk meg termodinamikai limeszben a rendszer
  - (a)  $\Omega_T$  állapotszámát,
  - (b)  $S$  entrópiáját,
  - (c)  $T$  hőmérsékletét,
  - (d)  $C_V$  hőkapacitását!
2. 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?