

Két órátk van, hogy megoldjátok a dolgozatot, valamint befényképezzétek és a tárgy e-mail címére (statfizgyak@gmail.com) elküldjétek. Minden feladat új oldalon kezdődjön! Most kivételesen nem muszáj egybefűzni és átkonvertálni pdf-be, azonban ilyenkor a képfájloknak a nevében legyen benne, hogy melyik feladathoz tartoznak! Legkésőbb 18:00-kor meg kell érkeznie a postaládába, inentől percenként -1 pont.

Sima fehér papírra írjatok! Minden beadott lap jobb felső sarkában legyen feltüntetve a név és a Neptun kód! Az oldalak legyenek számozva, és kék vagy fekete tollal írjatok! Csak azt fogadom el, amit el tudok olvasni.

Zh-n az órai jegyzetet lehet használni, és az ott fellépő összefüggéseket is, amennyiben pontosan hivatkoztok rá. Névvél ellátott formuláknál elég a nevet megadni pl Stirling-formula, ekvipartíció tétel, Gauss-integrál stb. Minden számolást írjatok ki részletesen pl bonyolultabb integrálásnál, hogy milyen változócseré volt.

Egyéb segédeszköz, illetve egymással kommunikálás csalásnak minősül, és azonnali bukást, valamint fegyelmi eljárást von maga után.

---

## Beugró

A beugró részt nyugodtan lehet az első feladat elé írni, nem kell új lapra. Elég egy szavas vagy képletes választ írni. Az 5 kérdésből 4-nek hibátlannak kell lennie.

1. Mik a nagykanonikus potenciál természetes változói?
2. A szabadenergiából hogyan lehet kiszámolni egy gáz nyomását? (legegyszerűbb, homogén eset)
3. Mi az ideális gáz állapotegyenlete?
4. Adott hőmérsékleten ha egy rendszer energiaszintjeit  $\varepsilon_i$ -vel jelöljük, akkor egyensúlyban mi az  $i$ -edik állapotban a megtalálás valószínűsége?
5. Mennyi egy sűrűségmátrix spúrja?

## Feladatok

1. Egy buborék felületi energiája arányos magával a felülettel. Adott külső nyomáson és hőmérsékleten határozzuk meg a nyomást és a hőmérsékletet a buborék belsejében! (4p)
2. Adott egy rendszer, mely független részecskékből áll. Az egyes részecskék  $-\Delta$  vagy  $\Delta$  energiájúak lehetnek. Határozzuk meg, hogy adott energián, azaz makroállapot mellett

ennyi a mikroállapotok száma! Mi az energia és a hőmérséklet közötti összefüggés? (4p)

3. Egy rendszer energiaszintjei:  $\varepsilon_n = n\varepsilon_0$ , degenerációjuk  $g_n = n$  módon függ az  $n = 0, 1, 2, \dots$  kvantumszámtól. Számítsuk ki a rendszer belső energiáját  $T$  hőmérsékleten! (4p)

*Bónusz kérdés: Adjuk meg a magas és az alacsony hőmérsékletű viselkedést! (+1p)*

4. Egy rendszer Hamilton-operátora

$$H = \Delta \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 0 \end{pmatrix},$$

a hozzá tartozó sajátvektorok pedig

$$|1\rangle = \begin{pmatrix} 1 \\ -1 \\ 1 \\ -1 \end{pmatrix} \frac{1}{2} \quad |2\rangle = \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ -1 \\ 0 \end{pmatrix} \frac{1}{\sqrt{2}} \quad |3\rangle = \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ -1 \end{pmatrix} \frac{1}{\sqrt{2}} \quad |4\rangle = \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \end{pmatrix} \frac{1}{2}.$$

Egy fizikai mennyiség operátora pedig

$$A = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 2 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 2 \\ 2 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 2 & 1 & 0 \end{pmatrix}.$$

**a,** Határozzuk meg  $Z(\beta)$  állapotösszeget! (1p)

**b,** Számoljuk ki az  $\langle A \rangle$  várhatóértéket adott hőmérsékleten! (3p)

*Segítség: Az  $A$  és  $H$  mátrixok kommutálnak.*

5. (Bónusz kérdés) Hány keze van egy félkezű embernek? (+1p)

*Veszeli Máté*