

Valmistaudu harjoituksiin tekemällä etukäteen mahdollisimman paljon tehtäviä (tai mahdollisimman pitkälle). Laskuja saa tehdä ryhmätyönä. Laskuja voi laskea vielä harjoituksen ajan. Kun harjoitus päättyy, lasketut tehtävät kirjataan ylös. Jokainen tekee omat ratkaisunsa.

1. Yksiatomisen ideaalikaasun entropia on

$$\frac{3}{2} Nk_B \ln E + Nk_B \ln V - Nk_B \ln N + A$$

jossa  $A$  on vakio. Näytä, että tästä voidaan saada yhteys sisäenergian  $E$  ja lämpötilan  $T$  välille:

$$\frac{dS}{dE} = \frac{1}{T}$$

2. a) Käyttäen Maxwellin nopeusjakaumaa

$$n(v)_{M-B} = \frac{N}{V} \sqrt{\frac{2}{\pi}} \left( \frac{m}{3k_B T} \right)^{3/2} v^2 \exp\left(-\frac{mv^2}{2k_B T}\right)$$

määritä todennäköisin nopeus kaasussa (lämpötila  $T$ ) olevalle hiukkaselle, jonka massa on  $m$ .

b) Onko edellisessä kohdassa ratkaistu nopeus suurempi vai pienempi kuin ”tehollisnopeus”

$$v_{rms} = \sqrt{\frac{3k_B T}{m}}$$

Miksi?

3. Pokerissa nimeltä seven-card stud jaetaan täydestä sekoitetusta pakasta seitsemän korttia kullekin pelaajalle. Kukin pelaaja valitsee saamistaan korteista viisi saadakseen parhaan käden.

a) Kuinka monta erilaista seitsemän kortin jakoa voidaan tehdä 52 kortin pakasta?

b) Jos kortteja annetaan neljälle pelaajalle, kuinka monella tavalla ne voidaan jakaa, jos pelaajat voi tunnistaa?

c) Kuinka monta kättä voidaan muodostaa seitsemästä jaetusta kortista?

4. Yksidimensioiden hila koostuu kahdenlaisista atomeista, joiden massat ovat  $M_1$  ja  $M_2$  sekä hilavakio on  $a$ . Atomien väliset voimat kuvataan lineaarisella jousivakiolla  $C$  ottaen huomioon vain lähimpien naapuriatomien väliset vuorovaikutukset. Laske hilan pitkittäisten hilavärähtelyjen (fononien) aaltovektorin  $q$  ja kulmataajuuden  $\omega$  välinen riippuvuus, eli dispersiorelaatio, kun  $-\frac{\pi}{a} \leq q \leq \frac{\pi}{a}$ .

