

FYSA2042, Statistical Physics B

Vihjeet # 2

15. maaliskuuta 2024

Tehtävä # 1

Eri lajien hiukkasten partitiofunktioiden laskemista on käsitelty luentomonisteen luvussa 3.4. Idea on tässä tehtävässä sama. Kannattaa piirtää samanlainen taulukko kuin luentojen kuvassa 3.3, jotta muistaa sisällyttää kaikki tarvittavat termit partitiofunktioon erityisesti bosonien tapauksessa.

Tehtävä # 2

Todennäköisyys sille, että systeemi on tilassa i saadaan suurkanonisesta todennäköisyysjakaumasta p_i (luentojen luku 2). Nyt halutaan todennäköisyys sille, että systeemi on missä tahansa tilassa, jossa on juuri N hiukkasta, eli halutaan laskea yhteen kaikkien tilojen i todennäköisyydet p_i , jotka toteuttavat tämän ehdon. Miten voimme rajata summan tällä tavalla? Luentomonisteen luvusta 2.1 saattaa olla apua tämän miettimiseen.

Tehtävä # 3

Luentomonisteen luvussa 2.3 käsiteltiin suurkanonisen systeemin hiukkasluvun fluktuaatiota, ja johdettiin näiden fluktuaatioiden varianssi (josta saadaan keskihajonta). Jos todennäköisyydellä $P(N)$ on maksimit N_1 ja N_2 , ja systeemin hiukkasluku on toinen näistä, mitä voi tapahtua jos $|N_1 - N_2|$ on samaa luokkaa kuin fluktuaatioiden keskihajonta? Entä mitä käy, jos $|N_1 - N_2|$ on reilusti tätä suurempi? Kurssin A-osan loppupuolella käsiteltäessä Isingin-mallia havaittiin, että jos Ising-ferromagneetin lämpötila laskee kriittisen lämpötilan alapuolelle ulkoisen magneettikentän puuttuessa, niin jotakin suurea kuvaava funktio on moniarvoinen, eli systeemillä samassa lämpötilassa matemaattisesti kaksi mahdollista arvoa tälle suurelle. Miten tämä vertautuu nyt tarkasteltavaan tapaukseen?

Tehtävä # 4

Kuten jo tehtävänannossa annetussa vihjeessä ohjeistetaan, kannattaa lukea kemiallinen potentiaali Helmholtzin vapaan energian differentiaalista, ja pohtia mitä suure μ käytännössä mittaa. Kohdassa (b) haluttuun tulokseen pääsee aika

suoraviivaisesti aloittamalla (a)-kohdan esityksestä kemialliselle potentiaalille ja sijoittamalla aiemmin johdettuja tuloksia.

Tehtävä # 5

Palauta mieleen kvanttimekaniikan kurssilla käydyt pyörimismäärän kytkemissäännöt.