

**O`ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIY VA O`RTA MAXSUS TA`LIM VAZIRLIGI**

NAMANGAN DAVLAT UNIVERSITETI

Fizika matematika fakulteti

Matematika yo`nalishi

**5460100 – matematika yo`nalishi bo`yicha bakalavriyat
bosqichini bituruvchisi**

MURODOVA SURAYYO MAHKAMJON QIZINING

HC-MODELI UCHUN GIBBS O`LCHOVLARI

Mavzusidagi

BITIRUV MALAKAVIY ISHI

Ilmiy rahbar: f-m.f.n., katta o`qituvchi M.M. Raxmatullayev

NAMANGAN – 2012

I. KIRISH

- I.1. Mamlakatimizda ta'lim sohasida olib borilayotgan islohotlar haqida.
- I.2. O'zbekiston-jahon moliyaviy-iqtisodiy inqirozi sharoitida iqtisodiyotning asosiy ko'rsatkichlari va o'sish sur'atini barqaror saqlab qolgan davlat.
- I.3. Mavzuning dolzarbligi va uning ahamiyati.
- I.4. BMIning maqsadi va vazifalari.
- I.5. Tanlangan ob'ektlar va tadqiqot usullari.
- I.6. BMIning ilmiy yangiligi va amaliy ahamiyati.
- I.7. BMIning tuzilishi va tarkibi.

II ASOSIY QISM

- II.1. Keli daraxti tushunchasi. Keli daraxtining gruppali ko'rinishi.
- II.2. Z^d -da Gibbs o'lchovi tushunchasi.
- II.3. HC – modeli uchun Gibbs o'lchovlari.
- II.4. Davriy o'lchovlar va tenglamalar sistemasi.
- II.5. HC-modeli uchun kuchsiz davriy Gibbs o'lchovining yagonaligi.

III. XULOSA.

IV. FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI.

ILOVA. INTERNET MA'LUMOTLARI

KIRISH

Ma'lumki O'zbekiston Mustaqillikka erishgan kunlardan boshlab Respublikamiz Prezidenti I.A.Karimov mamlakatimizdagi kadrlar tayyorlash masalasiga asosiy e'tiborni qaratib kelmoqda. Prezidentning deyarli har bir ma'ruzasida kadrlar masalasi – asosiy masala ekanligi, yosh malakali mutaxassislarni tayyorlamay turib mamlakatimizni rivojlanishida katta yutuqqa erishib bo'lmasiligini ta'kidlaydilar, quyidagi so'zlar fikrimizning yaqqol dalilidir:

“Biz oldimizga qanday vazifa qo'ymaylik, qanday muammoni yechish zarurati tug'ilmasin, gap oxir – oqibat, baribir kadrlarga va yana kadrlarga borib taqalaveradi. Mubolag'asiz aytish mumkinki, bizning kelajagimiz, mamlakatimizning kelajagi o'rnimizga kim kelishiga yoki boshqacharoq aytganda, qanday kadrlar tayyorlashimizga bog'liq”. (Karimov I. O'zbekiston XXI asrga intilmoqda. – T., “ O'zbekiston”, 1999 y., 18 b.)

Xususan, 1997 yilning 29 avgustida O'zbekiston Respublikasi Oliy Majlisining 9 sessiyasida ta'lim to'g'risidagi qonunga asoslangan **“ Kadrlar tayyorlash milliy dasturi”** qabul qilindi. Bu dastur 3 bosqichdan iborat:

1 – bosqich: 1997 – 2001 yillar. Bunda kadrlar tayyorlash milliy dasturining amalga oshirish uchun zarur shart sharoitlar yaratish.

2 – bosqich: 2001 – 2005 yillar. Bunda huquqiy me'yoriy xujjatlar asosida barkamol avlodni Davlaty ta'limi standartiga javob beradigan qilib tayyorlash maqsad qilib qo'yilgan.

3 – bosqich: 2005 yil va undan keyingi yillar. Bunda davr talabiga mos bo'lgan barkamol avlodni jamiyatimizning rivojlanishi darajasida tarbiyalab voyaga yetkazish maqsad qilib qo'yilgan.

Xozirgi paytda Respublikamizda “Kadrlar tayyorlash milliy dasturida” nazarda tutilgan barcha rejalar muvaffaqiyat bilan amalga oshirildi va davom etilmoqda. Tabiiyki, bu maqsadlarni yuqori saviyada amalga oshirish uchun oliygohlar, kollej va litseylarning bitiruvchilari har tomonlama yetuk kadrlar bo'lib yetishmog'i -zamon talabidir.”

Muhtaram Prezidentimiz I.A.K.arimov, muntazam ravishda yosh avlodning barkamol bo'lib yetishishi va mustaqil O'zbekistonimizning fidoyi kadrlari bo'lmog'i uchun sharoitlar yaratib bermoqdalar, Yoshlarning ta'lim tarbiyasi, bilim saviyasi, dunyoqarashirii shakllantirishdek dolzarb muammolarga alohida e'tibor bermoqdalar.

Kadrlar tayyorlash haqidagi fikrlari quyidagi so'zlaridan ham ko'rishimiz mumkin.

"... Hammamizga teran bir haqiqat ayon bo'lishi kerak - biz yurtimizning ertangi rivoji haqida qanday Chuqur o'ylangan dasturlarni tuzaylik, bu rejalarni bajarish uchun qanday moddiy baza va imkoniyatlar bermaylik, buning uchun qancha ko'p sarmoya safarbar etmaylik, ularning barchasini amalga oshiradigan, ro'yobga chiqaradigan qudratli bir omil borki, u ham bo'lsa, yuqori malakali ishchi kuchi va yurtimizning ertangi kuni, taraqqiyoti uchun mas'uliyatni o'z zimmasiga olishga qodir bo'lgan yetuk mutaxassis Yoshlarimiz, desak, o'ylaymanki, hech qanday xato bo'lmaydi". ("Barkamol avlod dasturi", - T., "o'zbekiston", 2010y., 80bet).

Yurtboshimiz ta'kidlayotgan maqsadlarni yuqori saviyada amalga oshirish uchun oliygohlar, kasb-xunar kollejlari va akademik litseylarning bitiruvchilari har tomonlama yetuk kadrlar bo'lib yetishmog'i, ularning har biriga ishonib topshirilgan ishlarni a'lo darajada uddalay olishi zarurligi - zamon talabidir.

"... Yoshlarni zamonaviy fan va texnikaning, umuman ilm - fanning yutuqlaridan bahramand qilmasdan turib, ularga yuqori malakali mutaxassis bo'lib yetishishiga sharoit tug'dirmay turib, biz Respublikamiz xalq xo'jaligini, sanoat ishlab chiqarish sohaslarini tubdan o'zgartira olmaymiz, buni har doim yodda tutish kerak. Chunki ishsizlik, maosh kamligi, mutaxassislar yetishmasligi va boshqa ko'p yetishmovchiliklar ana shundan deb o'ylayman. ... Demak, xalq saylab qo'ygan deputatlarning birinchi navbatdagi vazifalaridan biri - Yoshlarimiz tarbiyasi. Milliy siyosatni harakat dasturini ishlab chiqish masalasidir."

"Yoshlarni ilm - fanga qiziqtirish, Respublikamiz hayotidagi dolzarb masalalarni etishga tayyorlab borish zarurdir. - **"... Ayniqsa, o'sib-kelayotgan avlod taqdiriga hech kim befarq qaray olmaydi. Bunda oliy o'quv yurtlarining ahamiyati kattadir. Yoshlarni qay usulda o'qitish, ularni tarbiyalash mustaqil mamlakatning yetuk mutaxassislari bo'lishiga qayg'urish har birimizning muqaddas burchimizdir. Bunda Oliy va O'rta maxsus ta'lim tizimi saviyasini jahon andozalari darajasiga etkazish, xalq xo'jaligida qadrlarga bo'lgan talab va ehtiyojlarni ilmiy tahlil asosida aniqlash xorijiy mamlakatlar tajribasidan oqilona foydalanish shu kunning asosiy vazifalaridandir..."** - deb ta'kidlagan muhtaram Prezidentimiz I.A.Karimov ([2]. "Ilm ziyo salohiyati - yurt boyligi" - nutqidan "Ma'rifat" gazetasi. 1993yil, 21 iyul).

Kasb - hunar kollejlari, litsey talabalari, oliy o'quv yurtini tamomlayotgan har bir Yosh mutaxassisni o'z kasbining bilimdoni va jonkuyari qilib tayyorlash

Shu kunning eng birinchi vazifasidir. Bu o'rinda Prezidentimiz I. A. Karimovning ushbu so'zlarini keltirish joiz: - **"... Hukumatimiz fan, ma'rifat va madaniyat sohasiga jiddiy e'tibor bilan qaratmoqda. O'tish davrining eng qiyin va murakkab paytida ham davlat maorifni takomillashtirish, bilimli va har tomonlama barkamol avlodni voyaga yetkazish uchun hech narsani ayamayapti. Axir, o'ylab ko'raylik, birodarlar, biz bugun ne - ne mashaqqatlar bilan qurayotgan davlatimiz, mustaqil va har jihatdan mustahkam mamlakatimiz ertaga kimning qo'lida qoladi?**

Bugungi katta islohotlar evaziga qo'lga kiritayotgan yutuqlarimizni ertaga farzandlarimiz davom ettirishga qodir bo'ladimi - yo'qmi?...

Islohotning taqdiri, uning qay darajada amalga oshirish, birinchi navbatda kadrlarning malakasiga, ularning o'z ishlarini qay darajada o'zlashtirib olganligiga, yurtparvarligi va fidoiyligiga bog'liq".

(A.Karimovning xalq deputatlari Samarqand viloyati kengashi sessiyasida soʻzlagan nutqidan, "Ma'rifat" gazetasi 1995 yil 29 noyabr).

Oliygahni bitirayotgan talabalarning oʻzlari egallagan mutaxassislik boʻyicha malakali mutaxassis boʻlishlari, ilm - fanning, xalq xoʻjaligining turli jabhalaridagi oʻrnini anglab olgan boʻlishlari kerak. Bu oʻrinda I.A.Karimovning ushbu soʻzlarini keltirish maqsadga muvofiqdir:

- "... Zero, ilmu tafakkur odamlar qalbiga nur, ongiga ziyo, xonadonga fayz - baraka keltiradigan buyuk moʻjizadir. Ana shu nuqtai nazardan qaraganda, barkamol, tashkilotchi va zukko kadrlarni tayyorlash ishiga alohida ahamiyat berishimiz kerak. Binobirin, savodli xalq va ilmi rahbarlar bilan ishlash ham oson, ham zavqli..." (I. A.Karimov. "Istiqlol imkoniyatlaridan oqilona foydalanaylik" xalq deputatlari Qashqadaryo viloyati kengashi sessiyasida soʻzlagan nutq. "Ma'rifat" gazetasi. 1995 yil, 6 dekabr).

Oliygoʻhlardagi ta'lim va tarbiya jarayoni shunday tashkil etish lozimki, yosh kadrlar mustaqil ravishda ish yurita oladigan, oʻz fikriga ega boʻlishi, oʻzi egallagan mutaxassislik boʻyicha olgan diplomlarni oqlashlari lozim.

- **"... Universitet diplomi darajasi va obroʻsini oshirish zarur. Buning uchun oʻquv muassasalari moddiy bazasini mustahkamlash, ularni zamonaviy oʻquv va kompyuter texnikasi bilan jihozlash, zarur oʻquv adabiyotlar bilan ta'minlash, oʻquv dasturining turli shakllarini kengaytirish, oʻqituvchilarning mehnatga ragʻbatini kuchaytirish kerak"** - deb ta'kidlaydi Prezidentimiz I.A.Karimov. ("Ishlohotlar izchilligi - inson mafaatlari omili, . "Ma'rifat" gazetasi. 1997yil, 1 mart).

Oliygoʻhlarda talabalarga bilim berish jarayonida zamonaviy ilm - fan yutuqlariga katta e'tibor berish bilan birga oʻtmishdagi tarixiy merosimizni yaxshi oʻrganishimiz va buyuk ajdodlarimizning ishlarini davom ettirishimiz lozim. Bu borada soʻz yuritganda Prezidentimizning quyidagi fikrlari hamma vaqt yodimizda boʻlmogʻi kerak: - **"... Olimlarimiz eng yaxshi anʼanalarni oʻzlashtirib, tarixiy merosimizni chuqur oʻrganib, buyuk ajdodlarimizning ishlarini munosib davom ettirmoqdalar. Ilmiy ziyolilarimizning munosib fazilati hamma vaqt huiimga, ilgʻor ilmiy tafakkurning oldingi marraalarida boʻlishga intilishdan iborat.**

"Oʻzbekiston innavatsion rivojlanish turining xozirgi zamon modeliga oʻtish uchun hamma zarur sharoitlarga ega. Bu model vujudga keltirilgan ilmiy - texnikaviy salohiyatdan keng va samarali foydalanishga, fundamental va amaliy fanning yutuqlarini, chuqur talab qiladigan texnologiyalarni amaliyotga keng joriy etishga, yuqori malakali, iqtidorli ilmiy kadrlar sonini koʻpaytirishga asoslanadi. Bu - mamlakatimiz jahondagi iqtisodiyoti va sanoati rivojlangan mamlakatlar qatoriga kirib borishning zarur sharti va mustahkam poydevori boʻlib xizmat qiladi." (Oʻzbekiston XXI asr boʻsagasi: Xavfsizlikka tahdid, barqarorlik shartlari va taraqqiyoti kafolatlari". I.A.Karimov.Toshkent. "Oʻzbekiston" nashriyoti 1997yil).

Prezidentimizning kadrlar haqidagi ushbu fikrlari katta ahamiyatga ega: - **"... Bu hayotimizning turli jabhalarida, xalq xoʻjaligining barcha sohalarida tub islohotlarni amalga oshirib, yangilanish sari borar ekanmiz, ushbu islohotlarning turmush tarzimizni ijobiy- tomonga oʻzgartirishi, ma'naviy yuksalishimizga koʻmak berishi hamda milliy gʻurur va iftixorlarimizning kuchaytirish koʻp jihatdan har tomonlama yetuk kadrlarga bogʻliq ekanini unutmasligimiz kerak, Respublikamizning iqtisodiy, siyosiy va ma'naviy jixatdan ravnaq topishida, bu sohalaridagi muammolarni hal qilishimizda ham milliy kadrlar bosh omillardan biri boʻladi"** ("Zamonaviy kadrlar tayyorlash - islohotlar muvaffaqiyatining asosi" nutqidan. "Ma'rifat" gazetasi. 1998 yil 28 yanvar).

Respublikamizda amalga oshirilayotgan barcha islohotlarda ilm - fanning yutuqlaridan foydalanish nazarda tutilgandir. Oliygoʻhda ta'lim olayotgan- barcha yoshlar asosiy e'tiborni fan asoslarini egallashga qaratmogʻi kerak, Bu borada Prezidentimiz I.A.Karimovning ushbu fikrlari dasturul - amal boʻlmogʻi shart:

“... Umuman men, fanni ilg`or, taraqqiyot, progress degan so`zlar bilan yonma – yon qabul qilamain. Fanning vazifasi kelajagimizning shakl – tamoyilini yararib berish, ertangi kunimizning yo`nalishlarini, tabiiy qonuniyatlarni, uning qanday bo`lishini ko`rsatib berishdan iborat, deb tushunaman. Odamlarga mustaqillikning afzalligini, mustaqil, bo`lmagan millatning kelajagi yo`qligini, bu. tabiiy qonuniyat ekanini isbotlab, tushuntirib berishi lozim. Fan jamiyat taraqqiyotining olg`a siljituvchi kuchi, vositasi bo`lmog`i lozim”. (I.A.Karimov, “Tarixiy xotirasiz kelajak yo`q”. “ Ma`rifat” jurnali, 1998 yil 5-son).

Endi – matematikaning o`tmishi, xozirgi kuni va kelajagi haqida biroz to`xtalib o`tamiz.

Matematika fani insoniyat hayotida eng asosiy ahamiyat kasb etuvchi fan ekani butun dunyo tan olgandir. Uning har bir kishi uchun har soniyada zarur ekani ravshan, undan hamma u yoki – bu darajada foydalanadi, lekin ushbu jarayonni o`zi anglab etmaydi. Bunga misol qilib vaqt o`lchovini, kundalik harajatlarni, o`qiladigan fanlar va darslar soni, mavzular, transport, yo`nalishlar nomeri va hakazolar.

Matematikaning turli sohalarga: xalq xo`jaligiga, transportga, sanoatga. meditsinaga, biologiya, kimyo, fizika, genetika va boshqa o`nlab fanlarga tatbiqlari turmush darajasi va turli fanlarning shahdam qadamlar bilan olg`a ketishiga ornolgan ekani ravshan

Matematika, bir qarashda, matematikadan yiroq bo`lgan sohalarga, masalan adabiyotga, tilshunoslikka, sport sohasiga, psixologiyaga, tarixga va boshqa sohalarga kirib bormoqda. Matematikaning insoniyat tarixida va rivojlanish jaryonida nechog`lik ahamiyatga ega ekanini juda ko`p allomalar munosib baholaganlar. Masalan, *ulug` shoh va shoir, astronom, matematik alloma* - Mirzo Ulug`bek matematika haqida shunday yozgan: - "**Matematika g`oyat bir yuksak. fanki, unda bir olam mo`jiza yotadi**".

Haqiqatan ham matematika ilmi-insoniyat uchun bebaho-ekaniligini tan olmaydigan aqlli odamni topish amri mahol, chunki har bir fanning rivojlanishi cdarajasi-.bu fan matematik bilimlardan qanchalik foydalana olishi bilan baholanadi.

Jonajon O`zbekistonimiz mustaqillikka erishgan kunlardan boshlaboq butun ta`lim tizimini tubdan isloh qilish rejalari ishlab chiqildi va bosqichima-bosqich amalga oshirilmoqda. Ushbu ta`lim tizimida aniq fanlarni xususan matematika fanini rivojlantirish va uning olamshumul yutuqlarini hayotning turli jabhalariga tatbiq etib, davlatimizni dunyoning – rivojlangan davlatlari qatoridan munosib joy olishiga erishish yo`lida tinmay ish olib borilmoqda,

Qadim zamonlardan boshlab shahar, saroy, madrasa, maqbara, sg`ana, to`g`on, mudofaa devorlari istehkomlari, harbiy yurishlarni tashkil etishda qo`shindagi askarlar soni, qurolyaroq miqdori, zahira hajmi, kiyim-kechak, ot- ulov, masofa, iqlim sharoitlari, geografik joylar xaritasi, daryo, sahro, tog`lardan o`tish masalalari ham hal etilgan.

O`tmishdagi har bir hukmdor, davlat boshliqlari - kim bo`lishidan qat`iy nazar –har bir ish uchun hisobga, aniq rejaga, zahira va imkoniyatlarni bilishga davlat miqyosida o`tkaziladigan tadbir islohotga ketadigan harajat, olinadigan foyda miqdori, ko`riladigan talofot va ziyonlar hajmi haqida ma`lumotga ehtiyoj sezganlar.

Aytilgan muammolarni hal etishga olimlar, shoirlar, musavvir, miuhandislar va boshqa mutaxassislar zarur bo`lgani sababli madrasa va universitetlar dorishmandlik uylari, akademiyalar, maktablar tashkil etilgan va ularning faoliyatlari davlat tomonidan nazorat qilib borilgandir, allomalar, mutaxassislar davlat belgilagan maosh oylik bilan muntazam ta`minlanib turilgan.

Bu allomalarning asarlarining izlab topilishi, tarjima qilinishi va tanqidiy ruhda o`rganib chiqilishi natijasida ilm - fanning turli sohalarida, xususan rriyoziyot (matematika), hikmat (fizika), astronomiya (falakiyot), biologiya, jugrofiya, kimyo va boshqa o`nlab sohalarning beqiyos darajada rivojlanishiga omil bo`ldi, insoniyatning hayoti, turmush tarzi tanib bo`lmas

darajada o'zgardi, o'sdi, yuksaldi, Qadimda aql bovar qilmaydigan ishlar - radio, telegraf, telefon, . robotlar – texnikasi, televideniye, internet aloqalari, samolyotlar, kemalar, avtomobillarning. minglab markalari, kosmik kemalar va ko'plab - mo'jizalar yaratildiki - bulaming hammasi zamonamiz odamlariga xizmat qilmoqda.

Ushbu kunlarda biror yurtga o'qishga bormay, xonadan chiqmay ham dunyoning turli burchaklarida ro'y berayotgan ilm - fan yutuqlaridan, hodisalar tafsilotidan xabar topmoqdalar, fazoga uchish, oyga qo'nish, uzoq sayyoralarga samoviy kemalarni jo'natish jarayonlarini kuzatish imkoniyatlari paydo bo'ldi.

Eng yangi super EHM larning yaratilishi, murakkab agregat liniyalarni yaratish orqali mehnat unumdoriigini beqiyos darajada o'stirish, yadro energiyasidan insoniyatning tinch maqsadlardagi muammolariga foydalanish. kosmik fazoni tinch maqsadda zabt etish, zamonaviy qurol - yaroqlar, harbiy texnikaning zamonaviy avlodini –yaratish tibbiyotda zamonaviy texnologiyalarni yaratish, cho'l - sahrolarda, tog` va dengizlar qo'ynidagi turli boyliklarni aniqlash va ularni qazib olish yo'llarini ishlab chiqishda - matematika fani asosiy omildir.

Bunday fikrlarning dalili sifatida Respublikamiz Prezidenti I.A.Karimovning quyidagi so'zlarini keltirishimiz maqsadga muvofiqdir:

“ ... Respublikamizda quyidagi yo'nalishlar bo'yicha jahon darajasidagi ilmiy maktablar yaratilgan bo'lib, ularda tadqiqotlar muvaffaqiyatli olib borilmoqda.

Birinchi: Matematika, Ehtimollar nazariyasi, tabiiy va ijtimoiy jarayonlarni modellash, informatika va hisoblash texnikasi sohasidagi tadqiqotlar ...” (I.A.Karimov "O'zbekiston XXI asr bo'saag'asida, xavfsizlikka tahdid, barqarorlik shartlari va taraqqiyot kafolatlari", 262-bet).

"Shundan kelib chiqqan holda, bizning yaqin istiqbolimizdagi eng muhim vazifamiz, boshlagan ishlarimizni izchil davom ettirish iste'mol talabini kengaytirish maqsadida sotsial sohani rivojlantirish, mehnatga haq to'lashni yanada oshirish, xizmat ko'rsatish sektorini, infratuzilma obyektlarini rivojlantirishga, transport va kommunikatsiya loyihalari amalga oshirishga alohida e'tibor berishdir". ("Mamiakatimizda demokratik islohatlarni yanada chuqurlashtirish va fuqarolik jamiyatini rivojlantirish konsepsiyasi ", O'zbekiston Respublikasi Prezidenti Islom Karimovning O'zbekiston Respublikasi Oliy majlisi qomunchilik palatasi vo Senatining qo'shma majlisidagi ma'ruzasi, Norin ovozi gazetasi, 2010 yil 19 – noyabr №46 (6747)- chi son.

Hozirgi zamon matematikasining barcha yutuqlari haqida batafsil so'zlash imkoni kichik bir ish ichida beimkon muammodir, chunki matematika fani shunchalik rivojlanib ketganki, uning yuzlab tarmoqlarida minglab ilmiy ishlar qilinmoqda, chop etilgan ishlarning bir necha foizigina o'rganilib, kundalik hayot ehtiyojlariga tatbiq etiladi xolos.

Mavzuning dolzarbligi. Gibbs o'lchovlari nazariyasi statistik fizika va Evklid kvant nazariyasini o'rganishning asosiy ob'yekti bo'lishi bilan birga bu o'lchov, o'lchovlar nazariyasining nisbatan yangi sohasini tashkil qiladi.

Gibbsning limit o'lchovlari umumiy xarakteristikasi R.L.Dobrushin, O.Lenford va D.Ryuellarning ishlarida keltirilgan. Bu tushunchaning xususiy hollari avvalroq N.N.Bogolyubov va B.I.Xatsetlar tomonidan o'rganilgan. Yuqoridagi ishlarning kengaytirilgan va zamonaviylashtirilgan ko'rinishi N.N.Bogolyubov, D.Ya.Petrina va B.I.Xatsetlarning ilmiy maqolalarida tadqiq etilgan. Shuningdek, R.A.Minlos va D.Ryuellarning ilmiy ishlarini ham eslatib o'tamiz. Shu mavzu bo'yicha O'zbek olimlaridan professorlar N.N.G'aniho'jayev, U.A.Roziqov, F.Muhammedovlar, fan nomzodlari N.N.Xatamov, E.Normatov va boshqalar ilmiy ish olib borishmoqda.

Gibbsning limit o'lchovlarining nazariy – ehtimollik ko'rinishlarini K.Prestonning kitobidan ko'rish mumkin.

Gibbsning limit o'lchovlari nuqtai nazaridan Gauss o'lchovlarini Yu.A.Rozanov, F.Spitser, R.L.Dobrushinlarning ilmiy ishlarida muhokama qilingan.

Gibbs o'lchovining mavjudligi haqidagi teorema va uning isboti R.L.Dobrushin tomonidan keltirilgan. Kvant maydonlari nazariyasining panjarasimon modellariga ta'luqli va bu

teoremani qo'llanishiga K.M.Xinin tomonidan misol ko'rilgan. Uning ilmiy ishida bir nechta umumiy hollar o'rganilgan.

$\varphi(x)$ chegaralanmagan to'plamdan qiymatlar qabul qiluvchi modellar uchun Gibbsning limit o'lchovlari mavjudligi haqidagi teoremlar J. Libovits va E. Prezuttillar ilmiy ishlarida ko'rilgan.

Yang va Li ishlarida, ilk bor, termodinamik limitga o'tishning statistik mexanikaning turli masalalariga va ayniqsa faza almashishlar nazariyasiga qo'llashning ahamiyati ko'rsatilgan.

Markov tasodifiy maydonlar nazariyasi va bu nazariyaning rekurrent tenglamalari usullaridan foydalanib, xususan P.M.Blexer, N.G'anixo'jaev, S.Zaxari, F.Spitser, Yu.Suxov, U.Roziqov va boshqalar tomonidan Keli daraxtida statistik mexanikaning modellari o'rganilgan, davriy Gibbs o'lchovlar to'plami bayon etilgan. Bunday o'lchovlar faqat yoki translyasion-invariant, yoki davri ikkiga teng bo'lgan davriy o'lchovlar bo'lishi isbotlangan.

Shuning uchun davriylikni umumiyroq ta'rifini keltirish va yangi Gibbs o'lchovlarini olish zarur bo'ldi. U.A.Rozikov va M.M.Rahmatullayevlarning ilmiy ishlarida kuchsiz davriy Gibbs o'lchovlari va kuchsiz davriy asosiy holatlar tushunchasi kiritiladi, hamda HC-modeli uchun bunday o'lchovlar ko'rinishi beriladi. HC- modeli uchun hozirgacha faqat translyatsion-invariant va davriy o'lchovlarga o'rganilgan. Ushbu BMI- da HC- modeli uchun kuchsiz davriy Gibbs o'lchovlari o'rganiladi.

Yuqoridagilardan xulosa qilib aytish mumkinki, Bitiruv Malakaviy Ishining mavzusi dolzarbdir.

Har bir Gibbs o'lchoviga bitta fizik sistemaning fazasi mos qo'yiladi. Agar bittadan ko'p Gibbs o'lchovi mavjud bo'lsa u holda fazoviy o'tish bor deb ataladi. Asosiy fazoviy o'tishlar nazariyasi S.A.Pirogov va Ya.G.Sinai ishlarida mujassamlashgan. Zamonaviy Gibbs o'lchovlari nazariyasi va fazoviy o'tishlar nazariyasi quyidagi kitoblarda yoritilgan «Baus M., Nejero C.F. Equilibrium Statistical Physics. –Springer. 2008. 364p.», « Benik C. Ising type Antiferromagnetics. – Springer. 2003. 120p.», «Gallavotti G., Bonetto F., Gentile G. Aspects of Ergodic, Qualitative and Statistical Theory of Motion. – Springer. 2004. 435p.», «Jean Zinn-Justin. Phase Transitions and Renormalization Group. – OXFORD University press. 2007. 452p.», «Palmer J. Planar Ising Correlations. – Prog. Math. Phys. Birkhuser.2007.363p.», «Pierre Brymaud. Markov chains, Gibbs fields, Monte Carlo simulation, and queues. – Springer.1999, 445p.».

Ba'zi modellar (Hard-Core,Izing, Potts, SOS, λ – model va h.z.) uchun translyatsion-invariant va davriy Gibbs o'lchovlari N.N.G'anixo'jaev, U.A.Roziqov, F.Muxammedov, Dj.Libovits, ye.Prezutti Yu.M.Suxov va boshqalar tomonidan, Markov tasodifiy maydonlar nazariyasi va bu nazariyaning rekurrent tenglamalari usullaridan foydalanib o'rganilgan. Shuningdek, ba'zi bir davriy bo'lmagan Gibbs o'lchovlari sinfi ham o'rganilgan.

Keli daraxtida P –adik Gibbs o'lchovlari nazariyasi U.A.Roziqov va F.M.Muxammedovlar tomonidan rivojlantirilgan.

Asosan Izing, Potts λ – modellari va bu modellarning ba'zi bir umumlashmalari uchun fazoviy o'tish mavjud emasligi (P –adik Gibbs o'lchovi yagonaligi) isbotlangan. Shuningdek, parametrlarning fazoviy o'tish mavjud bo'ladigan qiymatlari ko'rsatilgan. Masalan, spin qiymatlari $\{1,2,...,q\}$ to'plamga tegishli bo'lgan P –adik Potts modeli uchun faqat va faqat q son P ga karrali bo'lganda fazoviy o'tish mavjud bo'lishi isbotlangan.

U.A.Roziqov tomonidan Keli daraxtida sanoqli davriy Gibbs o'lchovlari tushunchasi kiritilgan va bunday o'lchovlar to'plami bir jinsli bo'lmagan Izing modeli uchun ko'rsatilgan.

U.A.Roziqov va M.M.Rahmatullayevlar tomonidan ilk bor kuchsiz davriy Gibbs o'lchovi tushunchasi kiritildi, hamda Izing modeli uchun ma'lum shartlar asosida kuchsiz davriy Gibbs o'lchovlari va kuchsiz davriy asosiy holatlar olindi.

Modellar gamiltonianlariga bog'liq masalalarga bag'ishlangan ilmiy ishlar ko'pligiga qaramasdan, haligacha yechilmagan (ochiq) masalalar qolmoqda. Masalan, Gibbs limit o'lchovlari to'plamini to'la tasniflash masalasi hal bo'lishiga (yakunlanishiga) hali ancha bor.

Tadqiqot maqsadi. Ushbu Bitiruv Malakaviy ishda HC- modeli uchun kuchsiz davriy Gibbs o'lchovlari ularga mos tenglamalar sistemasini yechish orqali o'rganiladi.

Bitiruv Malakaviy ish vazifalari. Bitiruv Malakaviy ishida asosan quyidagi masalalar ko'rilgan:

- Keli daraxti uchlari to'plami V va G_k gruppalar o'rtasida o'zaro bir qiymatli moslik mavjudligi o'rganildi.
- Z^d -da Gibbs o'lchovi tushunchasi o'rganildi.
- HC- modeli uchun normal bo'luvchi indeksi 2 bo'lgan holda kuchsiz davriy Gibbs o'lchovlarini topish masalasi va uning yagonaligi o'rganildi.

Tadqiqot ob'ekti va predmeti. HC- modeli uchun kuchsiz davriy Gibbs o'lchovi va uning yagonaligi masalasi.

Tadqiqot usullari. Bitiruv Malakaviy ishida Markov tasodifiy maydonlar nazariyasi va bu nazariyaning rekurrent tenglamalari, o'lchovlar nazariyasi va qisqartirib akslantirish usullaridan foydalanilgan.

Natijalar realizatsiyasi. Bitiruv Malakaviy ishi nazariy xarakterga ega. Bitiruv Malakaviy ishi usullari va natijalari kelgusida Keli daraxtida boshqa modellarning Gibbs o'lchovlarini aniqlashda va maxsus kurslar o'qishda qo'llanishi mumkin.

BMIning tuzilishi va tarkibi: Bitiruv malakaviy ishi: kirish, asosiy qism, xulosa va foydalanilgan adabiyotlar ro'yhatidan iborat bo'lib.

II ASOSIY QISM

II.1. KELI DARAXTI TUSHUNCHASI. KELI DARAXTINING GRUPPALI KO'RINISHI.

Keli daraxtining gruppali tasvirlanishi. Oxirgi yillarda daraxtlarning avtomorfizmlar gruppasini o'rganishga doir juda ko'p ilmiy maqolalar vujudga kela boshladi, ayniqsa Keli daraxti T^k da (Keli daraxti ba'zi bir terminalogiyada Bete panjarasi ham deyiladi). Keli daraxti T^k , bu $k \geq 1$ tartibli cheksiz daraxt bo'lib, ya'ni har bir uchidan roppa-rosa $k+1$ dona qirra chiquvchi, siklsiz cheksiz grafdir.

Faraz qilaylik, $T^k = (V, L, i)$, bu yerda $V - T^k$ -ni uchlar to'plami, L -uning qirralar to'plami va i – insidentlik funksiyasi, har bir $l \in L$ qirraga uning oxirgi nuqtalari $x, y \in V$ ni mos qo'yadi.

Agar $i(e) = \{x, y\}$ bo'lsa, u holda x, y yaqin qo'shnilar deyiladi va bunda $l = \langle x, y \rangle$ ko'rinishda yozamiz.

Keli daraxtida $d(x, y)$, $x, y \in V$ masofa

$$d(x, y) = \min \{d : \exists x = x_0, x_1, \dots, x_{d-1}, x_d = y \in V\},$$

bu yerda $\langle x_0, x_1 \rangle, \langle x_1, x_2 \rangle, \dots, \langle x_{d-1}, x_d \rangle$ yaqin qo'shnilar formula yordamida kiritiladi.

Yuqoridagi minimumni aniqlovchi $\pi = \{x = x_0, x_1 \dots \dots, x_{d-1}, x_d = y \in V\}$ ketma-ketlik x dan y ga yo'l deyiladi.

Bizga N.N.G'anixo'jaev va Blexerlarning birgalikdagi ishlaridan va U.A.Roziqov ilmiy maqolalaridan ma'lumki, Keli daraxtini, tashkil etuvchilari $a_1, a_2, \dots, a_{k+1}$ bo'lgan ikkinchi tartibli $(k+1)$ ta siklik gruppalarni erkin ko'paytmasidan iborat bo'lgan G_k gruppaga orqali tasvirlash mumkin. Buning uchun asosiy tushuncha va tasdiqlarni beramiz.

Ta'rif 2.1.1. G gruppaga A_α qism gruppalarni erkin ko'paytmasi deyiladi, agar A_α qism gruppaga birgalikda butun G gruppani hosil qilsa, ya'ni G ning har bir g elementi A_α dan olingan chekli elementlar ko'paytmasidan iborat bo'lsa:

$$g = a_1 a_2 \dots a_n, a_i \in A_\alpha, \overline{i = 1, n} \quad (2.1)$$

va agar G ning har bir elementi quyidagi shartlar ostida yagona (2.1) ko'rinishda bo'lsa,

1) barcha a_i elementlar birdan farqli

2) (2.1) da A_α qism gruppadan ~~123~~ ¹²³ta element yonma-yon turmaydi, umuman olganda (2.1) ko'paytmada bitta qism gruppaga kirgan bir necha ko'paytuvchini o'z ichiga olgan bo'lsa ham.

Faraz qilaylik, G_k – tashkil etuvchilari $a_1, a_2, \dots, a_{k+1}$ bo'lgan, $(k+1)$ ta ikkinchi tartibli siklik gruppalarni erkin ko'paytmasi bo'lsin.

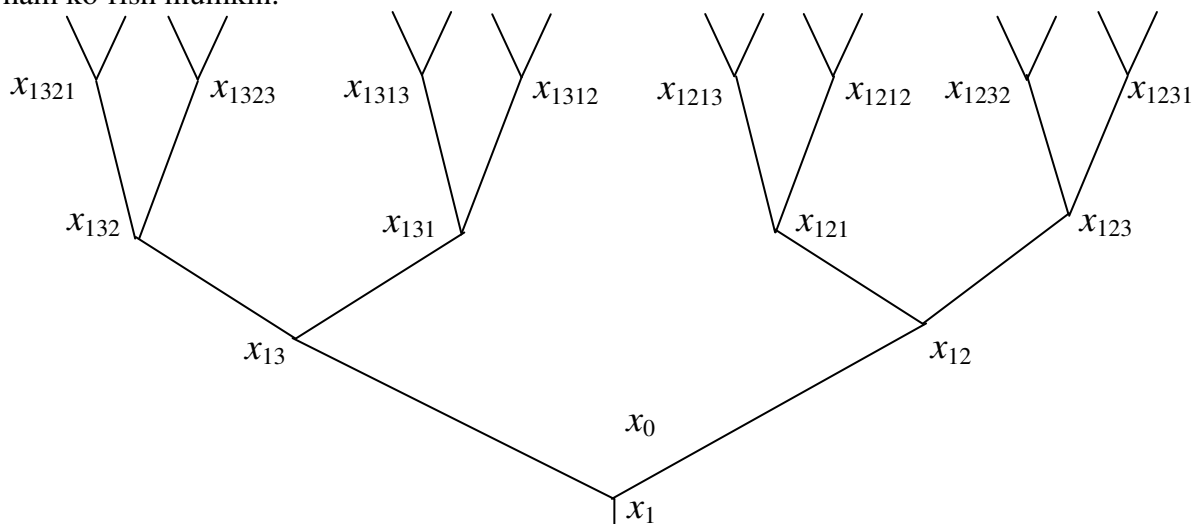
Tasdiq 2.1.1. Keli daraxtining V uchlar to'plami bilan G_k gruppaga orasida o'zaro bir qiymatli moslik mavjud.

Isboti:

Bu moslik quyidagicha quriladi. Fiksrlangan ixtiyoriy $x_0 \in V$ uchga G_k gruppaning e birlik elementini mos qo'yamiz. Umumiylikka zid bo'lmagan holda ko'rilyotgan grafni tekislikda deb qarashimiz mumkin. Keyin x_0 uchga qo'shni bo'lgan uchlarni soat strelkasi yo'nalishiga qarama-qarshi yo'nalish bilan $x_i \in V$ lar bilan nomerlab chiqamiz.

Har bir $x_i \in V$ uch uchun gruppaning $a_i, i = 1, k+1$ tashkil etuvchilarini mos qo'yamiz. Endi har bir $x_i \in V$ uchlar uchun ikkilik x_{ij} nomerlashni aniqlaymiz, bular x_i — ni qo'shnilari bo'ladi. x_i — ni bitta qo'shnilaridan biri x_0 bo'lib, unga $x_{ii} = x_0$ mos qo'yamiz va u holda qolgan $x_i \in V$ qo'shnilarini nomerlash yuqoridagi nomerlash qoidasi bo'yicha bo'ladi. Har bir x_{ij} uch uchun $a_i a_j, i, j = \overline{1, k+1}$ so'zni mos qo'yamiz, $x_{ii} = x_0$ va $a_i^2 = e$ bo'lgani uchun, u holda bu akslantirish keyingi qadamlarda ham saqlanadi.

$x_{i,j}$ uchlarning qo'shnilari uchun uchтали nomerlashni quyidagicha kiritamiz. $x_{i,j}$ - ni bitta qo'shnisi x_i bo'lgani uchun, unga $x_{ijj} = x_i$ mos qo'yamiz va u holda qolgan qo'shnilarini nomerlash yuqoridagi kabi bir qiymatli aniqlanadi. Har bir x_{ijk} uch uchun $a_j a_j a_k$ so'zni mos qo'yamiz. Bu akslantirish oldingi qadam bilan mos keladi, chunki $x_{ijj} = x_i$ va $a_j a_j a_j = a_j a_j^2 = a_j$. Shunday qilib, T^k -Keli daraxtida uchlar to'plami V bilan G_k grupp orasida o'zaro bir qiymatli moslik o'rnatish mumkin. Tasdiq isbot bo'ldi. Uni quyidagi rasmdan ham ko'rish mumkin.



Rasm 2.1.1

Yuqoridagi ko'rinishni o'ng ko'rinish deyiladi, chunki bu holda x va y -yon qo'shnilar va ularga mos keluvchi g va l G_k - grupp elementlari yoki $g = ha_i$ yoki $h = ga_j$ ba'zi bir i, j uchun bo'lishi mumkin. Chap ko'rinishi ham xuddi yuqoridagiday aniqlanadi.

Faraz qilaylik, $G_k = T^k, k \geq 1$ Keli daraxtining o'ng ko'rinishi bo'lsin. Ixtiyoriy $x \in G_k$ element quyidagi ko'rinishda bo'ladi:

$x = a_{i_1} a_{i_2} a_{i_3} \dots a_{i_n}$, bu yerda $1 \leq i_m \leq k+1, m = \overline{1, n}$
 n -soni x so'zining uzunligi deyiladi va $l(x)$ ko'rinishda belgilanadi.
 x so'zining qisqarmaydigan yozilishda $a_{i_1} a_{i_2} \dots a_{i_{k+1}}$ harflar sonini $w_x(a_i)$ bilan belgilaymiz. Masalan, $x = a_3 a_5 a_4 a_5 a_2$, u holda

$$w_x(a_2) = w_x(a_3) = w_x(a_4) = 1, \quad w_x(a_5) = 2$$

Ravshanki, x so'zning uzunligi $l(x) = \sum_{i=1}^{k+1} w_x(a_i)$ bo'ladi, yuqoridagi misolda

$$l(x) = l(a_3 a_5 a_4 a_5 a_2) = 1 + 1 + 1 + 2 = 5.$$

N.N.G'anixo'jayev va U.A.Roziqov ishlarida quyidagicha ta'riflar va teorema bor.

Ta'rif 2.1.2. Faraz qilaylik, $M_1, M_2, \dots, M_m$ biror bir to'plamlar va

$M_i \neq M_j, \quad i \neq j \quad (i, j = \overline{1, m})$ bo'lsin. $\bigcap_{i=1}^m M_i$ kesishma qisqaruvchi deyiladi, agar

shunday $i_0 (1 \leq i_0 \leq m)$ mavjud bo'lib,

$$\bigcap_{i=1}^m M_i = \left(\bigcap_{i=1}^{i_0-1} M_i \right) \cap \left(\bigcap_{i=i_0+1}^m M_i \right)$$

o'rinli bo'lsa. $N_k = \{1, 2, \dots, k+1\}$ belgilash kiritaylik.

Teorema 2.1.1. Ixtiyoriy $\emptyset = A \subset N_k = \{1, 2, \dots, k+1\}$ uchun quyidagi shartlarni qanoatlantiruvchi $H_A \subset G_k$ qism gruppasi mavjud:

- a) H_A – indeks 2 ga teng normal bo'luvchi;
- b) $H_A \neq H_B$ ixtiyoriy $A \neq B \subset N_k$ uchun;
- s) $|H_A \cap H_B| = \infty$ va $H_A \cap H_B \subset H_{A \Delta B}, A, B \subset N_k$;
- d) Agar $A_1, A_2, \dots, A_m \subseteq N_k$ va $A_i \cap A_j = \emptyset$ bo'lsin, ixtiyoriy $i \neq j, i, j = \overline{1, m}$, u holda

$$\bigcap_{i=1}^m H_{A_i} \subset H_{\bigcup_{i=1}^m A_i};$$

e) Faraz qilaylik, $A_1, A_2, \dots, A_m \subset N_k$, agar $\bigcap_{i=1}^m H_{A_i}$ -qisqarmaydigan bo'lsa, u holda u indeksi 2^m -ga teng normal bo'luvchi bo'ladi.

f) Har bir $m = \overline{1, 2k}$ uchun qisqarmaydigan

$$H_m = \bigcap_{i=1}^m H_{A_i}$$

kesishma qurish mumkin.

II.2. Z^d -da gibbs o'lchovi tushunchasi.

Gamil'tonianlar.

Tasodifiy jarayonlar nazariyasida har qanday jarayon o'zining chekli qismidagi o'lchovlar sistemasi bilan beriladi. Kolmogorovning fundamental teoremasi tasdiqlaydiki, chekli o'lchovli silindrik to'plamlardan vujudga kelgan o'lchovli to'plamlar σ -algebrasidagi ehtimollik o'lchovlari yuqoridagi o'lchovlar bilan bir qiymatli aniqlanadi. Tasodifiy jarayonlar nazariyasida chekli o'lchovli taqsimotlar bilan jarayon xossalari o'rganish masalasini ko'radi. Klassik statistik mexanika masalalarida biz shu kabi holatdagi masalalarga duch kelamiz. Bu yerda nazariya asosida, biror soha tashqarisida fiksirlangan qiymatli protsess yoki maydon, shart asosidagi tasodifiy jarayon yoki tasodifiy maydonni, shu soha ichidagi bo'lishi

mumkin bo'lgan shartli ehtimollik o'lchovlarini topish mumkin bo'lgan, gamil'tonyan deb ataluvchi tushuncha yotadi.

Asosiy muammo quydagilardan iborat, birinchidan, hech bo'lmasa bitta ehtimollik o'lchovi mavjud bo'lganda, ya'ni gamil'tonian yordamida topilgan ifoda uchun, unga javob beruvchi ehtimollik o'lchovlarini o'rganish bilan;

Ikkinchidan, bu kabi aniqlangan ehtimolliklar o'lchovlari to'plamlari strukturasini o'rganish bilan shug'ullanadi.

Barcha problematika shuki, tabiiy ravishda odatiy Markov zanjiri nazariyasi problematikasini umumiyashtirishdir. Bu yerda, shu kabi o'tuvchi ehtimolliklar sistemasi ehtimollik o'lchovlarini qurish masalasi ham yechiladi.

Bu yerda ko'ramizki, barcha chekli Markov zanjiri nazariyasi musbat ehtimollik o'tishlari bilan kelgusida Gibbs limit o'lchovlari deb ataluvchi trivial xususiy holga o'tkaziladi. Gamil'tonianni esa tabiiy o'tuvchi ehtimolliklarni umumlashmasi sifatida, aniqrog'i esa uning logarifmi deb ko'ramiz.

Aniq tarifga o'tamiz, diskret vaqtli tasodifiy maydonni ko'raylik. Qoydaga d – o'lchovli panjarada aniqlangan $\varphi = \varphi(x)$ funksiyalardan tuzilgan Ω – fazoni ko'ramiz. Boshqa holatni ko'riladigan bo'lsa uni maxsus aytamiz. Kelgusi savollarda panjara ko'rinishi ta'sir etarli darajada bo'lmaydi. Shuning uchun, qoidaga ko'ra $x = (x_1, x_2, \dots, x_d)$ nuqta, Z^d - butun sonlar panjarasida

$$|x' - x''| = \max_{\substack{1 \leq i \leq d \\ x', x'' \in Z^d}} |x'_i - x''_i|$$

metrika bilan yuradi deb o'ylaymiz. Aksincha, fazo ko'rinishi $\varphi(x)$ ning mumkin bo'lgan qiymatlari nazariyasini sezilarli darajada osonlashtirish yoki qiyinlashtirish mumkin.

Quydagi asosiy xususiy holatlarni belgilaymiz.

1. Φ – chekli to'plam.
2. Φ – kompakt metric fazo, xususan tabiiy Borel to'plamlari σ – algebrasini kompaktli gruppalarni bir jinsli fazosi.
3. $\Phi = R'$ yoki R'' , Borel to'plamlari σ algebrasi bilan oxirgi holda ba'zan vector modellar x – da gapiriladi.

4. Ω – fazo σ – o'lchovli qism to'plamlarni σ algebrasili o'lchovli fazo bo'ladi.

$\varphi = \{\varphi(x)\}$ funksiya sistemaning konfiguratsiyasi deb ataladi, ya'ni $\varphi: Z^d \rightarrow \Phi$, $\varphi \in \Omega$. $V \subset Z^d$ qism to'plamdagi chegaralangan φ ni $\varphi(V)$ kabi belgilaymiz, ya'ni $\varphi(V) = \{\varphi(x); x \in V\}$. Barcha bu kabi $\varphi(V)$ fazoni $\Omega(V)$ bilan belgilaymiz.

Endi faraz qilaylik, $V \subset Z^d$ bo'sh bo'lmagan, chekli qism to'plamlar uchun $\varphi(V)$ konfiguratsiyada aniqlangan $T(\varphi(V))$ funksiya berilgan bo'lsin. Bu funksiya qiymati $\varphi(x)$ o'zgaruvchining V to'plamdagi mos ta'sir etuvchi energiyasi deymiz. $T(\varphi(V))$ funksiyalar naborini potensial deb aytamiz. Ixtiyoriy $x_0 \in Z^d$ nuqta quydagi yig'indini hosil qilamiz.

$$\cup (\varphi(x_0); \varphi(x), x \neq x_0) = \sum_{|V|} \frac{1}{|V|} T(\varphi(V))$$

Bu yerda yig'indi x_0 ni o'ziga oluvchi barcha V chekli qism to'plamlar bo'yicha olinadi. $\bigcup (\varphi(x_0), \varphi(x), x \neq x_0)$ miqdor $\varphi(x_0)$ o'zgaruvchini barcha $\varphi(x), x \in Z^d$ o'zgaruvchilar bilan o'zaro ta'sir energiyasi yoki potensialini hosil qiladi.

Umuman aytganda, V ni aniqlovchi qator uzoqlashuvchi bo'lishi ham mumkin. Φ kompakt bo'lgan holda biz qatorni absolyut yaqinlashuvchi bo'lgan potenciallar bilan ish ko'ramiz.

Buning uchun har bir V ga

$$\sup_{\varphi(V)} |T(\varphi(V))| \leq \frac{\text{const} \cdot k}{p^{\alpha d} c_{p^\alpha}^{k-2}}$$

deb olish yetarlidir, bu yerda $p - V$ ning diametri, $k - |V|$, $\alpha > 1 - o'zgaras$.

1.Misol: **Binar ta'sir**. Agar $T \quad |V| = 2$ da gina noldan farqli bo'lsa, u holda T potensialini binar ta'sir deb aytamiz. $V(S', S'')$ uchun yuqoridagi shart quydagicha bo'ladi:

$$|T(\varphi(S'), \varphi(S''))| \leq \frac{\text{const}}{\|S' - S''\|^{\alpha d}}; \quad \alpha > 1.$$

2-Misol: **Radius ta'sirli**. Agar diam $V > R$ tensizlik bajariladigan R son topish mumkin bo'lsinki, unda T potensial uchun $T(\varphi(V)) = 0$ bo'lsin. Yuqoridagi shartli eng kichik songa ta'sir radiusi deb ataladi. Bu holda U ni aniqlovchi yig'indi chekli va barcha φ larda ma'noga ega bo'lib qoladi.

Agar bunday R mavjud bo'lmasa u holda T ni cheksiz radiusli o'zaro raqobatlashuvchi potensial deb ataladi. O'zaro ta'sir radiusi cheksiz bo'lganda, U uchun qator $\varphi(x)$ o'zgaruvchining cheksiz o'sishi hisobiga uzoqlashishi mumkin.

Ixtiyoriy chekli to'plam W uchun

$$H(\varphi(W)) = \sum_{V \subseteq W} T(\varphi(V))$$

Deb olamiz va $H(\varphi(W))$ ni φ konfiguratsiyaning energiyasi deb ataymiz.

$$H(\varphi(W) \varphi(Z^d - W)) = \sum_{\substack{V \cap W \neq \emptyset \\ V \cap (Z^d - W) \neq \emptyset}} T(\varphi(V))$$

yig'indini $\varphi(W)$ bilan $\varphi(Z^d - W)$ konfiguratsiyalarning o'zaro ta'sir energiyasi deb ataymiz, bunda chegaraviy shartlarni qoniqtiradi deymiz. Yuqorida qilingan farazga ko'ra Φ kompakt bo'lgan holda bu qiymat doim chekli bo'ladi. Agar ta'sir radiusi R chekli bo'lsa, u holda oxirgi yig'indida W dan R masofadan uzoqlashmaydigan qism to'plamlar qatnashadi.

$$H(\varphi(W) \varphi(Z^d - W))$$

Qiymatga mos qator absolyut yaqinlashuvchi bo'lsa, umumiy holda bu qiymat aniqlangan deb o'ylaymiz.

$$H(\varphi(W)) + H(\varphi(W) \varphi(Z^d - W))$$

Qiymatga $\varphi(W)$ konfiguratsiyaning $\varphi(Z^d - W)$ chegaraviy shart asosidagi to'liq energiyasi deb ataymiz.

Quyidagi formal qatorni ko'ramiz.

$$H(\varphi) = \sum_{V \subset Z^d} T(\varphi(V)) = \sum_{x \in Z^d} U(\varphi(x); \varphi(y), y \neq x)$$

bu yerda yig'indi V ning barcha bo'sh bo'lmagan qism to'plamlari bo'yicha olinadi.

Bu qator **gamil'tonian** deb ataladi. Uni hech qanday ma'noda Ω ga berilgan funksiya deb qarash mumkin emas, baxtga yarasha bu biz uchun kerak ham emas. Bizga ahamiyatlisi shuki, H yordamida $H(\varphi(W))$ va

$$H(\varphi(W) \varphi(Z^d - W))$$

larni topishimiz mumkin.

Xususan, $H(\varphi') - H(\varphi'')$ ayirma ham φ' va φ'' konfiguratsilar deyarli ustma-ust tushgan holda, ya'ni ustma-ust tushmaydiganlar to'plami chekli bo'lganda ma'noga ega bo'ladi.

Bu asosiy misol bo'ladi.

Gamil'tonian simmetriyasi gruppasi nazariyasining ko'p masalalari va tadbirlarida asosiy tushunchalardan biri gamil'tonian simmetriyasi gruppasidir.

$$(T^y, y \in Z^d) - \Omega \text{ fazoni fazoviy siljitish gruppasi bo'lsin, ya'ni } (T^y \varphi)(x) = \varphi(x - y)$$

bo'lsin.

Gamil'tonian $H(\varphi)$ translyatsion invariant deyiladi, agar $H(\varphi) = H(T^y \varphi)$ shart barcha $y \in Z^d$ lar uchun bajarilsa, ya'ni agar $T(\varphi(V)) = T((T^y \varphi)(V + y))$ boshqacha qilib tushuntiradigan bo'lsak, $T(\varphi(V))$ funksiya panjara bo'yicha V qism to'plamni siltilgan to'plamlari uchun bir xil bo'lsa. Binar ta'sir bo'lgan holda translyatsion invariantlik $T(\varphi(x'), \varphi(x''))$ funksiya ko'rinishi faqat $x'' - x'$ ayirmaga bog'liq ekanini anglatadi.

Umumiy holda $Z_0^d - Z^d$ ning chekli indeksli qism gruppasi bo'lsin va $\{T^y, y \in Z_0^d\}$ - unga mos gruppaga fazoviy siljish gruppasi bo'lsin. Gamil'tonian H davriy (aniqrog'i $Z_0^d -$ davriy) deyiladi, agar $H(\varphi) = H(T^y \varphi)$ tenglik barcha $y \in Z_0^d$ uchun bajarilsa. Bu fiksirlangan V ga $T(\varphi(V + y))$ funksiya ko'rinishi $Z_0^d -$ qism gruppaga bo'yicha y qo'shni sinflarga bog'liq ekanini bildiradi.

Endi Φ qiymatli fazoda G gruppaga ta'sir qilsin deylik. Bu ta'sirni barcha Ω ga davom ettiramiz, bunda $(g\varphi)(x) = g\varphi(x) \forall g \in G$ deb olamiz.

H gamil'tonianni $G -$ invariant deymiz, agar $H(g\varphi) = H(\varphi) \forall g \in G$ uchun bajarilsa, ya'ni

$$T(\varphi(V)) = T((g\varphi)(V))$$

bo'lsa.

3-Misol : $\Phi = \{-1; 1\}$ bo'lsin. Bu asosiy misol bo'ladi. $G -$ gruppaga ikkita elementdan iborat bo'lsin: ayniy almashtirish e va simmetrik $g\varphi = -\varphi$, ya'ni $(g\varphi)(x) = -\varphi(x) \forall x$ uchun bo'lsin. Bunday simmetriya odatda $\langle\langle \pm \rangle\rangle$ simmetriya deyiladi. Agar $\Phi = -\Phi \subset R^1$ bo'lsa, u holda ixtiyoriy binar ta'sirli gamil'tonian

$$H(\varphi) = \sum T(x', x'') \varphi(x') \varphi(x'')$$

$G -$ invariant bo'ladi.

Endi umumiy ta'rifni beramiz. $G - \Phi$ fazoda o'lchovli holatda ta'sir ko'rsatuvchi topologik gruppaga bo'lsin. Bu degani, $\forall f - \Phi$ dagi o'lchovli funksiya uchun $f(g\varphi)$ funksiya $G \times \Phi$ to'g'ri ko'paytmaga o'lchovli funksiya bo'lishini anglatadi.

Ω fazoni almashtiruvchi $\hat{G}$ gruppani qaraylik. Bu yerda $\hat{g} \in \hat{G}$ yagona almashtirish $Z \in Z^d$ va $Z^d * G$ qiymatli $g(y)$ funksiya bilan belgilanadi.

$\hat{g} = (z, g(y))$ almashtirish φ konfiguratsiyaga $(\hat{g}\varphi)(x) = g(x)\varphi(x - z)$, $x \in Z^d$ funksiya bilan ta'sir ko'rsatadi.

$\hat{G}$ da tabiiy ravishdagi topologiyani kiritish mumkin, bunda y topologik gruppaga bo'lib qoladi. Bu topologiyada $\hat{g}_n = (z_n, g_n(y))$ ketma-ketlik $\hat{g} = (z, g(y))$ element yaqinlashadi, agar $\exists N$ topilib $n > N$ larda $z_n = z$, hamda $n \rightarrow \infty$ da $g_n(y) - g(x)$ funksiyaga $y \in Z^d$ da tekis yaqinlashsa.

Ixtiyoriy V chekli qism to'plam uchun va $\hat{g} = (z, g) \in \hat{G}$ almashtirish uchun quydagi tenglikni bajarilishi ravshan.

$$(\hat{g}\varphi)(V) = ((\hat{g}\varphi)(y), y \in V) = (g(y)\varphi(y - z), y \in V) = (g(z + y)\varphi(y), y \in V - z)$$

Oxirgi ifodani $\hat{g}\varphi(V - z)$ bilan belgilaymiz.

Ta'rif 2.2.1: S yopiq qism gruppaga G gruppaning qism gruppasi bo'lsin. $H(\varphi)$ potensial S invariant deyiladi, agar $\forall \hat{g} = (z, g) \in S$ va ixtiyoriy chekli qism gruppaga V va $\forall \varphi \in \Omega$ konfiguratsiya uchun

$$T(\varphi(V)) = T((\hat{g}\varphi)(V - z))$$

tenglik o'rinni bo'lsa.

Gamil'tonianlarga misollar.1. Bir o'lchovli Markov zanjiri.

Faraz qilaylik, Ω r ta holatli Markov zanjirining o'zlashtirilishlar fazosi bo'lsin, ya'ni Φ – to'plam r ta elementdan tashkil topgan bo'lsin. Ω dagi P o'lchov esa ehtimollik o'tishlar matritsasi $\Pi = \|\pi_{ij}\|$ bilan statsionar Markov zanjiriga javob beruvchi o'lchov bo'lsin. Hamda $\pi = \{\pi_1, \dots, \pi_r\}$ statsionar bo'lsin. Soddaligi uchun $\pi_{ij} > 0$ bilan chegaralangan.

$V = \{k, k+1, \dots, k+m\}$ uchun ixtiyoriy konfiguratsiya $\varphi(V) = (\varphi(k), \varphi(k+1), \dots, \varphi(k+m))$ ga teng.

$$\pi_{\varphi(k)} \cdot \pi_{\varphi(k)\varphi(k+1)} \cdot \pi_{\varphi(k+1)\varphi(k+2)} \cdot \dots \cdot \pi_{\varphi(k+m-1)\varphi(k+m)} = \exp \left\{ \ln \pi_{\varphi(k)} + \sum_{i=k}^{k+m-1} \ln \pi_{\varphi(i)\varphi(i+1)} \right\}$$

Gamil'tonianni kiritamiz.

$$H(\varphi) = - \sum_{i=-\infty}^{i=\infty} \ln \pi_{\varphi(i)\varphi(i+1)}$$

funksiya $T(\varphi(V))$ yuqoridagi misolda noldan farqli bo'ladi va faqat agar $V = (i, i+1)$

$$T(\varphi(i), \varphi(i+1)) = \ln \pi_{\varphi(i)\varphi(i+1)}$$

bo'lsa. Bu yozilgan Markov zanjirini gamil'toniani deyiladi.

2. d o'lchovli Iril model. Φ fazo ikkita 1 va -1 ni qabul qiluvchi $\varphi(x)$ funksiyaning qiymatlar to'plamidan iborat bo'lsin, ya'ni $\Phi = \{-1, 1\}$. Quydagicha gamil'tonianni ko'ramiz.

$$T(\varphi(V)) = J\varphi(x)\varphi(y) \quad V = (x, y), \|x - y\| = 1$$

dan boshqa holda nolga teng bo'lsin. Bu holat esa

$$T(\varphi(V)) = J\varphi(x)\varphi(y),$$

ya'ni

$$H = J \sum_{\substack{(x,y): \\ \|x-y\|=1}} \varphi(x)\varphi(y)$$

Bunday gamil'tonianli sistema d – o'lchovli Izing (nol tashqi maydonli) $J < 0$ bo'lganda y Ferromagnit Izing modeli, $J > 0$ bo'lganda y antiferromagnit Izing modeli deb ataladi. H gamil'tonian translyatsion invariant bo'ladi va Z_2 simmetrik gruppani o'tkazib yuboradi. Bunda Z_2 ikkita elementdan iborat e – ayniy almashtirish va g simmetriya bunda $(g\varphi)(x) = -\varphi(x)$. Bu $\langle\langle \pm \rangle\rangle$ simmetriya gruppasidir.

Quyidagi gamil'tonianli L tashqi maydonli modelni:

$$H = J \sum_{\|x-y\|=1} \varphi(x)\varphi(y) + h \sum_{x \in Z^d} \varphi(x)$$

Bu holda gamil'tonian faqat translyatsion invariant bo'ladi.

3. Klassik rotator. $\alpha \geq 1$ ixtiyoriy bo'lsin. Φ – fazo qiymatlari m o'lchovli sfera $\Phi = S^m$ bo'lsin.

Φ – fazo qiymatlari sifatida $SO(n)$ gruppani olamiz. $\varphi = \{\varphi(e)\}$ konfiguratsilar fazosini qaraymiz. U quyidagi shartni qanoatlantirsin: $\varphi(-e) = \varphi^{-1}(e)$ barcha e larda.

Yanga-Millsa gamil'toniani deb quyidagi gamil'tonianga aytiladi.

$$H = \sum TV(\varphi(x_1, x_2)\varphi(x_2, x_3)\varphi(x_3, x_4)\varphi(x_2, x_1))$$

Bu yerda x_1, x_2, x_3, x_4 –lar panjaraning ikki o'lchovli uchlari tanlanmasi (nabori). Shuning uchun $x_1 \rightarrow x_2 \rightarrow x_3 \rightarrow x_4$ yig'indi barcha shunday yacheykalar bo'yicha. Oxirgi munosabatda T_r sifatida ixtiyoriy $SO(n)$ gruppada xarakterini olish mumkin.

Yanga-Mills gamil'toniani juda boy simmetriya gruppasiga ega. $g = \{g(x)\}$ – qiymatlari $S(O(n))$ gruppada bo'lgan Z^d dagi ixtiyoriy funksiya bo'lsin.

$l = (x, y)$ uchun $(g\varphi)(l) = g^{-1}(x)\varphi(l)g(y)$ deyish mumkin.

H ning formulasidagi har bir qo'shiluvchilar va shu bilan birga barcha gamil'tonianlarda g ta'sir saqlaydi.

Bunday holat H ning

$$\prod_{x \in Z^d} SO(n)(x)$$

gruppaga nisbatan invariantligini bildiradi.

Yanga-Mills maydonini quyidagi ko'rinishda tasvirlash mumkin. Z^d panjarani har bir nuqtasi n – o'lchovli $R^n(x)$ fazoga ega. $U(l), l = (x, y)$ ni $R^n(x)$ va $R^n(y)$ fazolardagi izometrik almashtirishdek qarash mumkin.

$\varphi = \{\varphi(l)\}$ barcha konfiguratsiyalar esa bu fazoda huddi “ bog'langanlik “ sifatida qarash mumkin. H gamil'tonianga avtomorfizm qo'llansa, hosil bo'luvchi $g(x)$ element o'zgarmaydi.

Limit Gibbs' o'lchovi

H – gamil'tonian berilgan bo'lsin. $\varphi(V)$ – konfiguratsiyalar fazosidagi har bir V uchun o'lchov aniqlangan bo'lsin. Bu o'lchov normallangan bo'lishi shart emas. Har bir chekli V to'plam uchun quydagicha konfiguratsiyani qaraylik. $\varphi(Z^d - V)$, $\forall \varphi(V)$ uchun

$$H(\varphi(V) | \varphi(Z^d - V))$$

chekli va

$$\Xi = \int \exp \{-H(\varphi(V)) - H(\varphi(V) | \varphi(Z^d - V))\} * \prod_{S \in V} d\chi(\varphi(S)) \quad (2.2.1)$$

Bu integral ham chekli. Bu integralni statistic yig'indi deyiladi.

Tarif 2.2.2: $\varphi(Z^d - V)$ chegaraviy shart ostida V hajmdagi sgartli Gibbs taqsimoti deb $\varphi(V)$ konfiguratsiyalar $\Omega(V)$ fazosidagi shunday taqsimot ehtimolligiga aytiladiki, unda

$$\prod_{S \in V} dX(\varphi(S))$$

o'lchov bo'yicha taqsimot zichligi quydagicha bo'lsa:

$$p(\varphi(V) | \varphi(Z^d - V)) = Z^{-1} \exp \{-H_V(\varphi)\} \quad (2.2.2)$$

$$H_V(\varphi) = H(\varphi(V)) + H(\varphi(V) | \varphi(Z^d - V))$$

Aytaylik, $V_1 \subset V_2$ bo'lsin va $\varphi(V_1)$ va $\varphi(V_2 - V_1)$, $\varphi(Z^d - V_2)$ konfiguratsiyalar berilgan bo'lsin. Ta'rif 2.2.1 ga ko'ra

$$p(\varphi(V_1) | \varphi(Z^d - V_1)) = \frac{p(\varphi(V_2) | \varphi(Z^d - V_2))}{p(\varphi(V_2 - V_1) | \varphi(Z^d - V_2))}$$

Maxraj quyidagi integralga teng.

$$\int p(\varphi(V_2) | \varphi(Z^d - V_2)) \prod_{S \in V_1} dX(\varphi(S))$$

Quyidagi ta'rif barcha nazariyalar uchun markaziy hisoblanadi.

Ta'rif 2.2.3: Ω fazoda H gamil'tonianga javob beruvchi p taqsimot ehtimolligi limit Gibbs taqsimoti deyiladi, agar ixtiyoriy chekli $V \subset Z^d$ uchun

1) $H(\varphi(V) | \varphi(Z^d - V))$, Z – chekli bo'ladigan $\varphi \in \Omega$ konfiguratsiyalar to'plami uchun p – ehtimollik 1 ehtimollik bilan ro'y bersa.

2) p – 1gat eng ehtimollik bilan indutsirlangan p taqsimot fiksirlangan $\varphi(Z^d - V)$ chegaraviy shart uchun $\Omega(V)$ da shartli ehtimollik

$$\prod_{S \in V} dX(\varphi(S))$$

o'lchovga nisbatan absolyut uzluksiz va uning bu o'lchoviga nisbatan zichlik funksiyasi

$$p(\varphi(V)|\varphi(Z^d - V)) = \frac{\exp\{-H_V(\varphi)\}}{\Xi} = \frac{\exp\{-H(\varphi(V)) - H(\varphi(V)|\varphi(Z^d - V))\}}{\Xi}$$

teng bo'lsa.

Boshqacha qilib aytganda, 1 p – ehtimollik bilan bu shartli ehtimollik $\varphi(Z^d - V)$ chegaraviy shart ostida shartli Gibbs taqsimoti bo'lsa.

Agar Φ kompakt, o'zaro ta'sir radiusi chekli va barcha $T(\varphi(V))$ funksilar uzluksiz bo'lsa, u holda 1.1–1.3 barcha $\varphi(Z^d - V)$ konfiguratsiyalar uchun ma'noga ega bo'ladi. Shu bilan birga umumiy ehtimollar nazariyasi shartli ehtimolliklarni faqat deyarli hamma yerda mavjudligini ta'minlab oladi holos. Shuning uchun ta'rif 2.2.3 ga deyarli hamma yerda aniqlanganlik iborasini hamma yerda aniqlangan iborasi bilan almashtiradi. Bu holat o'lchovlar nazariyasini “ 0 o'lchovli to'plam aniqligida ” qurilish bilan bog'langan.

Statistik fizikaning asosiy muammosi bu – berilgan gamil'tonian uchun unga javob beruvchi barcha limit Gibbs taqsimotlarini topishdan iborat. Bu muammo faqat alohida soddahollargina to'la yechiladi.

μ_0 Ω da aniqlangan ixtiyoriy ehtimollik o'lchovi bo'lsin. Ixtiyoriy chekli to'plam V uchun $\mu_0(\cdot|\varphi(Z^d - V))$ shartli ehtimollikni kiritami ($\Omega(V)$ – konfiguratsiyalar fazosida). Bu taqsimotda μ_0 deyarli doim aniqlangan. Ammo biz faqat chekli $V_1 \subset V_2$ larda doim aniqlangan deb faraz qilgan edik. V_1 va V_2 lar quyidagi tenglikni qanoatlantiradi.

$$\int_{c_2} \mu_0(c_1|\varphi(Z^d - V_1)) d\mu_2(\varphi(V_2 - V_1)|\varphi(Z^d - V_2)) = \mu_0(c_1 \times c_2|\varphi(Z^d - V_2))$$

Bu yerda c_1, c_2 – ixtiyoriy o'lchovli $\Omega(V_1), \Omega(V_2)$ larni qism to'plamlari.

$d\mu_0(\varphi(V_2 - V_1)|\varphi(Z^d - V_2))$ – shartli ehtimollik taqsimoti $\varphi(V_2 - V_1)$ konfiguratsiyada $\varphi(Z^d - V_2)$ – fiksirlangan konfiguratsiyadir.

Endi 2.2.1 va 2.2.2 larga qarab

$$(\varphi(Z^d - V)) = \int \exp[-H(\varphi(V)|\varphi(Z^d - V)) - H(\varphi(V))] d\mu_0(\varphi(V)|\varphi(Z^d - V)) \quad (2.2.3)$$

va $\varphi(V)$ konfiguratsiyalar fazosida shartli taqsimot $\mu_0(\cdot|\varphi(Z^d - V))$ ga nisbatan absolyut uzluksiz, zichligi (1.2') kabi.

Ta'rif 2.2.4: p ehtimollik taqsimoti μ_0 o'lchov va H gamil'tonian bilan qurilgan limit Gibbs taqsimoti deyiladi. Indutsirlangan shartli ehtimollik deyarli $\mu_0(\cdot|\varphi(Z^d - V))$ ga nisbatan barcha yerda absolyut uzluksiz bo'lsa va zichlik funksiyasi (1.2') kabi bo'lsin. μ_0 o'lchov sifatida limit Gibbs taqsimotini chekli radiusdagi o'zaro ta'sir potensialini qarashimiz mumkin.

Limit Gibbs o'lchovi va gamil'tonianlarning simmetrik gruppallari.

S - H gamil'tonianning simmetrik gruppallari bo'lsin. Faraz qilaylik, μ_0 o'lchov S gruppaga nisbatan invariant bo'lsin. Bu holatda limit Gibbs taqsimoti barcha to'plamlari S gruppalar orbitasida yotadi.

Davriy chegaraviy shart. Juda ko'p masalalar Limit Gibbs taqsimotini davriy chegaraviy shart ostida qarashni talab qiladi. Bunday taqsimotni qaqnday qurishni ko'rsatamiz. $V - d$ o'lchovli to'g'ri to'rtburchak bo'lsin. Uning bir uchi $O = (0, 0, \dots, 0)$ nuqtada bo'lsin bunda V ni chekli indeksli qism gruppaa $Z_0^d \subset Z^d$ ning fundamental to'g'ri to'rtburchagi sifatida qarash mumkin. Davriy konfiguratsiyani qaraymiz. $\varphi = \{\varphi(x), x \in Z^d\}$ bunda $V - \text{davr } \forall t \in Z_0^d$

uchun $T'\varphi = \varphi$ konfiguratsiyalarni ko'rib chiqamiz. Z_0^d – davriy konfiguratsiyalar fazosida o'lchovi

$$\prod_{S \in V} dX(\varphi(S))$$

quyidagiga teng bo'lsa

$$\Xi^{-1} \exp \left\{ - \sum U(\varphi(x); \varphi(y), y \neq x) \right\}$$

Ξ – normallovchi ko'paytuvchi.

$$\Xi = \int \exp \left\{ - \sum U(\varphi(x); \varphi(y), y \neq x) \right\} \prod_{S \in V} dX(\varphi(S))$$

Uni V hajmli chegaraviy shartli davriy Gibbs taqsimoti deyiladi.

Ozod chegaraviy shartlar. V hajmli Gibbs taqsimotni ozod chegaraviy shartli deyiladi, agar uning $\prod_{S \in V} dX(\varphi(S))$ o'lchovi

$$\Xi^{-1} \exp \{ - H(\varphi(V)) \}$$

ko'rinishida bo'lsa.

Φ – metrik kompakt bo'lsin. U holda Tixonov teoremasiga ko'ra Ω – ham metrik kompakt bo'ladi.

Faraz qilaylik, chekli $V \subset Z^d$ to'plam uchun

$$H_V(\varphi) = H(\varphi(V)) + H(\varphi(V^c) | \varphi(Z^d - V))$$

funksiyani Ω da uzluksiz, χ chekli o'lchovli ko'rinishda tasvirlanadi.

Teorema 2.2.1: aytilgan shartlarda H gamil'tonian uchun kamida bitta limit Gibbs o'lchovii mavjud.

Isbot : V_n ning qism to'plamlari o'suvchi ketma-ketlik hosil qilsin.

$$V_1 \subset V_2 \subset \dots \subset V_n \subset \dots, \quad \bigcup_n V_n = Z^d$$

va ixtiyoriy chegaraviy shartlar ketma-ketligini olamiz

$$\varphi(Z^d - V_k), k = 1, 2, \dots$$

V_k ning ajratilgan qism to'plamlari ketma-ketligi va $\varphi(Z^d - V_k)$ konfiguratsiya Ω fazodagi P_k – ehtimollik o'lchovini aniqlaydi.

$$P_k(d\varphi(V_k) | \varphi(Z^d - V_k)) = P(\varphi(V_k) | \varphi(Z^d - V_k)) \bullet$$

$$\bullet \prod_{x \in V_k} d\chi(\varphi(x))$$

$$P_k(\varphi(Z^d - V_k)) = 1$$

Bu yerda p (1.2) dagi p . Ω ning kompaktligidan P_k ketma-ketlik shunday qism ketma-ketlikka egaki, bu qism ketma-ketlik Ω dagi ehtimollik taqsimoti p ga sust yaqinlashadi. Bundan P_k ham p ga sust yaqinlashadi. p ni H gamil'tonian uchun limit Gibbs taqsimoti ekanligini isbotlaymiz.

Ixtiyoriy ikkita chekli kesishmaydigan qism to'plamlar V, W lar uchun va uzluksiz chegaralangan $f(\varphi(V)), g(\varphi(W))$ funksiyalar uchun quyidagi tengliklar o'rinli ekanligini tekshirish yetarli.

$$\int_{\Omega} f(\varphi(V)) g(\varphi(W)) dP(\varphi) = \int g(\varphi(W)) P(\varphi) \times$$

$$\times \left[\int f(\varphi(V)) P(\varphi(V) | \varphi(Z^d - V)) \times \prod_{x \in V} d\chi(\varphi(x)) \right]$$

P_k taqsimot uchun juda katta k lar uchun bu tengliklar o'rinli, ya'ni

$$V_k \supset V$$

$$\int_{\Omega} f(\varphi(V))g(\varphi(W))dP_k(\varphi) = \int g(\varphi(W))P(\varphi) \times \\ \times \left[\int f(\varphi(V))P(\varphi(V)|\varphi(Z^d - V)) \times \prod_{x \in V} d\chi(\varphi(x)) \right]$$

Integral $\left[\int f(\varphi(V))P(\varphi(V)|\varphi(Z^d - V)) \times \prod_{x \in V} d\chi(\varphi(x)) \right]$ ning funksiyasidir. Bu $H_V(\varphi)$ ni

uzluksizligidan kelib chiqadi. Shuning uchun bu tenglikni har ikki tomonini $k \rightarrow \infty$ da limitga o'tsak, isbot qilish kerak bo'lgan tasdiqni hosil qilamiz.

Teorema isbotlandi.

Ta'rif 2.2.5: M – To'la separabelmetrik fazo bo'lsin. Agar ixtiyoriy t uchun $(-\infty < t < \infty)$ $\{m; h(m) \leq t\}$ to'plam M da kompakt bo'lsa, L – uzluksiz funksiya M da kompakt deyiladi.

Ta'rif 2.2.6: Agar barcha $\{P_n\} \subset \{P\}$ ketma-ketliklardan sust yaqinlashuvchi ketma-ketlik ajratish mumkin bo'lsa, M dagi $\{P\}$ ehtimollik o'lchovi oilasini nisbatan kompakt deyiladi.

Quyidagi teoremani keltiramiz. Bu teoremada kompaktlik kriterisi keltirilgan.

Proxorov Teoremasi: Agar quyidagi shartlarni qanoatlantiruvchi uzluksiz, nomanfiy, kompakt $h(m)$ funksiya va C o'zgarmas son topish mumkin bo'lsa,

$$\int_M h(m)dP(m) < C \quad \text{barcha } p \in \{P\}$$

$\{P\}$ ehtimollik o'lchovi oilasini kompakt deyiladi.

$\varphi = \{\varphi(x), x \in Z^d\}$ cheksiz konfiguratsiyalar fazosi Ω ga qaqytamiz. O'suvchi chekli qism to'plamlar $V_p \subset Z^d$, $V_p \subset V_{p+1}$, $\cup V_p = Z^d$ ketma-ketligini fiksirlaymiz. Agar Φ – to'liq separable metric fazo bo'lsa, u holda Ω ni ham to'liq separable metrik fazoga olib kelish mumkin. Ixtiyoriy

$$\bar{\varphi} = \{\bar{\varphi}, x \in Z^d\}, \\ \overline{\bar{\varphi}} = \{\overline{\bar{\varphi}}, x \in Z^d\}$$

lar uchun Ω dan

$$d(\bar{\varphi}, \overline{\bar{\varphi}}) = \sum_{x \in Z^d} \frac{1}{Z^{\|x\|}} \frac{d(\bar{\varphi}(x), \overline{\bar{\varphi}}(x))}{1 + d(\bar{\varphi}(x), \overline{\bar{\varphi}}(x))}.$$

Shuning uchun aytishimiz mumkinki, ehtimollik o'lchovi Ω da sust yaqinlashar ekan.

Teorema 2.2.2: Agar har bir $x \in Z^d$ uchun $C_x > 0$ o'zgarmas va $\forall P \in \{P\}$ uchun Φ da quyidagi $\int_{\Omega} h_x(\varphi(x))dP < C_x$ shartni qanoatlantiruvchi nomanfiy, uzluksiz kompakt $h_x(\varphi)$ funksiya topilsa, $\{P\}$ ehtimollik o'lchovi oilasi nisbatan kompakt bo'ladi.

Isbot : Haqiqatdan ham

$$h_{V_p}(\varphi(V_p)) = \max h_x(\varphi(x))$$

funksiya $\Omega(V_p)$ fazoda nomanfiy va kompaktdir. Undan tashqari

$$\int h_V dp \leq \sum_{x \in V_p} C_x$$

U yog'iga Proxorov teoremasini qo'llansa teorema isbot bo'ladi.

Endi Limit Gibbs taqsimotini mavjudlik teoremasini formilirovkovkasi bilan shug'illanamiz.

Faraz qilaylik, H gamil'tonian uchun quyidagilarni topish mumkin.

1) Φ fazoda kompakt va nomanfiy h funksiyani sonlar naborini o'zgarlas.

2) Barcha $x \in Z^d$ uchun $\sum |C(x, y)| \leq C$ $0 < C < 1$ bo'lgan o'zgarlas C ni va $\{C(x, y), x \in Z^d, y \in Z^d\}$ sonlar tanlanmasini, ixtiyoriy $\varphi(Z^d - V)$ chegaraviy shart ostida chekli $V \subset Z^d$ uchun $K > 0$ ni. Bu K shunday sonki, shartli Gibbs taqsimoti aniqlangan va

$$\begin{aligned} & \int h(\varphi(x)) P(\varphi(V) | \varphi(Z^d - V)) \prod_{y \in V} d\chi(\varphi(y)) \leq \\ & \leq K + \sum_{y: y \neq x} C(x, y) h(\varphi(y)) \end{aligned} \quad (2.2.3)$$

Dobrushin teoremasi: Yuqoridagi ikki shartni va unga qo'shimcha quyidagi 3 ta shartni qanoatlantiradigan H gamil'tonian uchun Limit Gibbs o'lchovlari to'plami bo'sh emas.

3) $x \in Z^d$ uchun va uzluksiz chegaralangan Φ dagi $g(\varphi)$ uchun quyidagilarni topish mumkin bo'lsa:

1) $W_n \subset Z^d$, $\bigcup_n W_n = Z^d - \{x\}$ chekli qism to'plamlar ketma-ketligini

2) $n \rightarrow \infty$ da $\sum_{y \in Z^d} d^{(n)}(x, y) \leq D^{(n)} \rightarrow 0$ bo'lgan $d^{(n)}(x, y), y \neq x$ nomanfiy sonlar tanlanmasini.

3) Ixtiyoriy chegaraviy $\varphi(Z^d - \{x\})$, $\sum_{x \neq y} (c(x, y) h(\varphi(y))) < \infty$ shart uchun

$$\begin{aligned} & \left| \int g(\varphi(x)) P(\varphi(x) | \varphi(Z^d - \{x\})) d\chi(\varphi(x)) - f_n(\varphi(W_n)) \right| \leq \\ & \leq D^{(n)} + \sum_{x \neq y} d^{(n)}(x, y) h(\varphi(y)) \end{aligned}$$

bo'lgan uzluksiz chegaralangan $f_n(\varphi(W_n))$ funksiyalar ketma-ketligini.

Isbot: $V_n \subset Z^d$ ning o'suvchi qism to'plamlarini fiksirlaylik.

Chegaraviy shart $\bar{\varphi}(Z^d - V_n)$ shundayki, $h(\bar{\varphi}(y)) \leq A$, $y \in Z^d - V_n$. Bunda A qandaydir o'zgarlas son. Ω da ehtimollik o'lchovi P_n ketma-ketlikni quramiz.

$$\begin{aligned} & P_n(\bar{\varphi}(Z^d - V_n)) = 1 \\ & P(d\varphi(V_n) | \bar{\varphi}(Z^d - V_n)) = P(\varphi(V^{(n)}) | \bar{\varphi}(Z^d - V_n)) \prod_{y \in V_n} d\chi(\varphi(y)) \end{aligned}$$

Birinchi P_n kuchsiz kompakt ketma-ketlik ekanligini ko'rsatamiz. Bu yuqoridagi teoremadan va quyidagi lemmadan kelib chiqadi.

Lemma 2.2.1: $\sup \int h(\varphi(x)) dP_n \leq \frac{k}{1-c} + \frac{A}{1-c} = k_0$

Isbot: Ixtiyoriy n uchun quyidagini ko'rsatamiz.

$$m = \max \int h(\varphi(x)) P(\varphi(V_n) | \bar{\varphi}(Z^d - V_n)) \prod_{y \in V_n} d\chi(\varphi(y)) \leq k_0$$

Agar $m < \infty$ ligini bilsak, (1.11) dan

$$\begin{aligned} & \int h(\varphi(x)) P(\varphi(x) | \varphi(V_n - \{x\})); \\ & \bar{\varphi}(Z^d - V_n) d\chi(\varphi(x)) \leq k + \sum c(x, y) h(\varphi(y)) + cA \end{aligned}$$

dan m ni qanoatlantiradigan x ni olamiz.

Ohirgi tenglikni har ikki tomonini P_n bo'yicha integrallaymiz. Natijada quyidagi tengsizlikni qanoatlantiruvchi m sonini hosil qilamiz.

$$m \leq K + \sum c(x, y) m + cA \leq K + mc + cA$$

yoki

$$m \leq \frac{K + cA}{1 - c} \leq K_0$$

$m < \infty$ aniqlashda bu fikrlarimizni takomillashtiramiz. Barcha nomanfiy $h(\varphi(x))$ funksiyalar uchun

$$\int h(\varphi(x))P(\varphi(x)|\varphi(V_n - x)), \\ \varphi(Z^d - V_n)d\chi(\varphi(x)) \leq \sum_{y \neq x} c(x, y)h(y) + K$$

ni P_n o'lchov bo'yicha integrali $(k + A) \cdot (1 - c)^{-1}$ dan oshmasligini ko'rsatamiz.

$\varepsilon > 0$ uchun $e(\varphi(V_n))$ o'lchovli funksiyalar to'plami ε ni kiritamizki, bunda $0 \leq e(\varphi(V_n)) \leq 1$, $\int e(\varphi(V_n))dP_n \geq 1 - \varepsilon$

$$G_\varepsilon = \inf \max \int h(\varphi(x))e(\varphi(V_n))dP_n$$

deyish mumkin. Ko'rinib turibdiki, $G_\varepsilon < \infty$. Biz $G_\varepsilon \leq (k + A) \times (1 - c)^{-1}$ ekanligini ko'rsatamiz. Bu yerda Fatu lemmasidan talab qilingan tasdiq kelib chiqadi.

$\delta > 0$ olamiz va $e_0 \in G_\varepsilon$ funksiya topamizki,

$$\max \int h(\varphi(x))e_0(\varphi(V_n))dP_n \leq G_\varepsilon(1 + \delta)$$

va hech bo'lmaganda bitta $x_0 \in V_n$ uchun

$$\int h(\varphi(x_0))e_0(\varphi(V_n))dP_n \geq G_\varepsilon(1 - \delta)$$

e_0 ni shunday tanlaymizki, ohirgi tengsizlikni qanoatlantiradigan x_0 nuqtalar to'plamining zichligi eng kichik bo'lsin. Bu mumkin. V_n – chekli to'plam bo'lsin.

$$\tilde{e}_0(\varphi(V_n)) = \tilde{e}_0(\varphi(V_n - x_0)) = \int e_0(\varphi(V_n)) \times \\ \times P(\varphi(x_0)|\varphi(V_n - x_0), \varphi(Z^d - V_n))d\chi(\varphi(x_0))$$

deyish mumkin.

Ko'rinib turibdiki, $\tilde{e}_0 \subset \varepsilon$ va barcha $x \in V_n - \{x_0\}$ uchun

$$\int h(\varphi(x))\tilde{e}_0dP_n = \int h(\varphi(x))e_0dP_n \leq G_\varepsilon(1 + \delta)$$

e_0 ning minimalligidan kelib chiqadiki,

$$\int \tilde{e}_0(\varphi(V_n))h(\varphi(x_0))dP_n \geq G_\varepsilon(1 - \delta)$$

Teorema shartlaridan

$$G_\varepsilon(1 - \delta) \leq \int \tilde{e}_0(\varphi(V_n))h(\varphi(x_0))dP_n = \int \tilde{e}_0(\varphi(V_n - x_0))dP_n(\varphi(V_n - x_0)) \times \\ \times P(\varphi(x_0)|\varphi(V_n - x_0), \varphi(Z^d - V_n))d\chi(\varphi(x_0)) \leq \\ \leq \int \tilde{e}_0(\varphi(V_n - x_0)) \cdot \left(\sum_{y \in V_n - x_0} c(x_0, y)h(\varphi(y)) + cA \right) dP_n \leq \\ \leq k + cG_\varepsilon(1 + \delta) + cA$$

yoki

$$G_\varepsilon(1 - \delta - c(1 + \delta)) \leq A + K$$

δ ni ixtiyoriyligidan

$$G_n \leq (K + \Lambda)(1 - c)^{-1}$$

Lemma isbot bo'ldi.

Demak, P_n – kompakt ketma-ketlik ekan. Umumiylikka zarar yetkazmagan holda P_n ning limitini hisoblaymiz. $P_n \rightarrow \bar{P}$ ga kuchsiz yaqinlashadi. $\bar{P} = \lim P_n$ $\bar{P}$ H gamil'tonianning limit Gibbs taqsimoti ekan. P_n ning P ga kuchsiz yaqinlashishidan va h ning uzluksizligidan quyidagi kelib chiqadi.

$$\int h(\varphi(x))d\bar{P}(\varphi) \leq k_0$$

har qanday $x \in Z^d$ da

$$\sum_{y \in Z^d} \|c(x, y)\| h(\varphi(y))$$

shuning uchun funksiyani o'rta qiymati chekli va $\sum c(x, y)h(\varphi(y))$ qator $\bar{P}$ ga 1 ehtimollik bilan yaqinlashadi.

Bundan kelib chiqadiki, ixtiyoriy chekli V uchun quyidagi chegaraviy shart ostida $\bar{P}$ – ehtimollik 1 ga teng.

$$\varphi(Z^d - V), \text{ bu yerda } \sum_{y \in Z^d - V} |c(x, y)h(\varphi(y))| < \infty$$

$\Omega(V)$ fazoda $\varphi(V)$ konfiguratsiya shartli Gibbs taqsimoti bo'lishini ko'rsatamiz. Yuqorida aytilgan shartlar quyidagi qatorni yaqinlashishi uchun yetarli chegaraviy shartdir.

$$\sum |c(x, y)h(\varphi(y))|$$

Endi bu tasdiq bir nuqtali qism to'plam V uchunligini tekshirish yetarli. Bu quyidagi o'lchovlar nazariyasidagi faktdan kelib chiqadi: $(M, \sigma) - (M_i, \sigma_i)$ o'lchovli fazoning to'g'ri ko'paytmasi bo'lsin, ya'ni $(M, \sigma) = \otimes (M_i, \sigma_i)$. M dagi barcha P ehtimolliklar o'lchovlar ko'paytmasi

$$\prod_{i=1}^l d\chi(x_i)$$

ga nisbatan bir qiymatli aniqlanadi. Quyidagi shartli G da berilgan ehtimolliklar bo'lsin.

Har bir $(m_1, m_2, \dots, m_{i-1}, m_{i+1}, \dots, m_n)$ da

$$P(\cdot | m_1, m_2, \dots, m_{i-1}, m_{i+1}, \dots, m_n)$$

$x \in Z^d$, $V \subset Z^d$ da x ni fiksirlaymiz. Uzluksiz chagaralangan u , U funksiyalar mos ravishda Φ va $\Omega(U)$ da aniqlangan.

Quyidagilarni ko'rsatish yetarli.

$$\begin{aligned} & \int U(\varphi(V))\mu(\varphi(x))d\bar{P}(\varphi) = \\ & = \int_{\Omega} U(\varphi(V))d\bar{P} \int u(\varphi(x))P(\varphi(x) | \varphi(Z^d - x))d\chi(\varphi(x)) \end{aligned} \quad (2.2.4)$$

Ixtiyoriy P_n taqsimot uchun yozilgan tengliklar ko'rinib turibdiki, qanoatlantiradi: Agar $V \subset V_n$ bo'lsa, u holda

$$\begin{aligned} & \int U(\varphi(V))\mu(\varphi(x))dP_n(\varphi) = \\ & = \int_{\Omega} U(\varphi(V))dP_n \int u(\varphi(x))P(\varphi(x) | \varphi(Z^d - x))d\chi(\varphi(x)) \end{aligned} \quad (2.2.5)$$

$n \rightarrow \infty$ da (2.2.5) ning chap tomoni (2.2.4) ning chap tomoniga yaqinlashadi.

3) shartdan foydalanib u funksiya uchun teorema formulirovkasini keltiramiz.

$$\int |u(\varphi(x))P(\varphi(x) | \varphi(Z^d - x))d\chi(\varphi(x)) - f_p(\varphi(W_p))| \leq$$

$$\leq D^{(p)} + \sum_{y \neq x} d^{(p)}(x, y) h(\varphi y) \quad (2.2.6)$$

Bu yerda

$$\int u(\varphi(x)) P(\varphi(x) | \varphi(Z^d - x)) d\chi(\varphi(x)) = f_p(\varphi(W_p)) + \varepsilon_p(\varphi),$$

$$|\varepsilon_p| \leq D^{(p)} + \sum_{y \neq x} d^{(p)}(x, y) h(\varphi(y)),$$

buni (2.2.5) ga qo'yib

$$\int U(\varphi(V)) \mu(\varphi(x)) dP_n(\varphi) = \int U(\varphi(V)) (f_p(\varphi(W_p)) + \varepsilon_p) dP_n$$

Bu munosabatdan $n \rightarrow \infty$ da limitga o'tsak,

$$\begin{aligned} \int U(\varphi) f_p(\varphi(W_p)) d\bar{P} - D^{(p)}(1 + K_0) \max |U(\varphi)| &\leq \\ &\leq \int U(\varphi(V)) \mu(\varphi(x)) d\bar{P}(\varphi) \leq \\ &\leq \int U(\varphi(V)) f_p(\varphi(W_p)) d\bar{P} + D^{(p)}(1 + K_0) \max \|U(\varphi)\| \end{aligned}$$

(2.2.6) dan va lemmadan kelib chiqadiki, f_p $p \rightarrow \infty$ da

$\int u(\varphi(x)) p(\varphi(x) | \varphi(Z^d - x)) d\chi(\varphi(x))$ ga $L'(\Omega, \sigma, \bar{P})$ fazoda yaqinlashadi. Ohirgi tengsizlikdan $p \rightarrow \infty$ ga o'tilsa, (2.2.4) hosil bo'ladi. Teorema isbot bo'ldi.

Eslatma: 1) agar Φ – kompakt bo'lsa, $h \equiv 0$

2) agar $p(\varphi(x) | \varphi(Z^d - x))$ doim aniqlangan va Tixonov topologiyasida uzluksiz funksiyasi bo'lsa, u holda Dobrushin teoremasidagi 3) shart $d^{(n)}(x, y) = 0$ da bajariladi.

3) agar H – gamil'tonian transliyatsion-invariant bo'lsa, barcha $\bar{P}$ limit Gibbs taqsimotlarining siljish $(T^x)^* \bar{P}$ lari ham limit Gibbs taqsimoti bo'ladi.

4) $G_V^0(H) - V$ hajmli har xil chegaraviy shartli, chekli, qavariq chiziqli kombinatsiyalar to'plami bo'lsin. $G_V(H)$ - sust topologik fazo bilan $G_V^0(H)$ – ni tutashuvdir. O'z-o'zidan {bir qancha} ba'zi bir regularlik shartlari quyidagi strukturada hosil bo'ladi.

a_1) Agar $V_n \subset Z^d$ va $P_n \in G_V^0(H)$, $V_n \rightarrow \infty$, $P = \lim P_n$ bo'ladigan o'suvchi ketma-ketlik topish mumkin bo'lsa va faqat shunda $P \in G(H)$

a_2) $G(x)$ bo'shmas, qavariq Ω dagi kompakt to'plam va $G(H) = \bigcap G_V(H)$, bu yerda kesishma barcha chekli $V \subset Z^d$ lar bo'yicha. $G(H)$ ning chekka nuqtalari ajralmaydigan Gibbs taqsimoti deyiladi.

a_3) $P \in G(H)$ ajralmaydigan bo'ladi, faqat P – regular bo'lganda, ya'ni ixtiyoriy $A \in \sigma$ uchun va ixtiyoriy B_n ketma-ketlik uchun

$$\lim |P(A \cap B_n) - P(A)P(B_n)| = 0$$

bo'lsa, bu yerda B_n σ – algebrada yotadi. $\varphi(x)$ tasodifiy miqdor, $x \in Z^d - V_n$, $V_n \rightarrow \infty$.

a_4) $G(H)$ ning har xil chekka nuqtalari o'zaro singulyar, shuning uchun $G(H)$ Shoke simpleksi bo'ladi.

Misol: Kvant maydon nazariyasining panjarali modeli uchun limit Gibbs taqsimotini mavjudligi.

Bu modelda $\Phi = R'$, gamil'tonian esa quyidagi ko'rinishda bo'ladi

$$H = H_0 + H^{\text{Int}} = \sum_{\|x-y=1\|} (\varphi(x) - \varphi(y))^2 + m_0^2 \sum_{x \in Z^d} \varphi^2(x) + \sum_{x \in Z^d} Q(\varphi(x)) \quad (2.2.7)$$

bu yerda

$$Q(t) = \sum_{p=1}^{2r} a_p t^p, \quad a_{2r} > 0, \quad r \geq 1$$

$$H_0 = \sum_{\|x-y\|=1} (\varphi(x) - \varphi(y))^2 + m_0^2 \Sigma \varphi^2(x)$$

(2.2.7) dagi Gamil'tonian o'zaro ta'sir radiusi 2 ga teng bo'lgan transliyatsion-invariant, binar gamil'toniandir.

χ o'lchov sifatida Lebeg o'lchovini olamiz. Ixtiyoriy chekli V hajmda shartli taqsimot ixtiyoriy chegaraviy shartda aniqlangan.

Dobrushin teoremasidan foydalanib (2.2.7) gamil'tonianning hech bo'lmaganda bitta limit Gibbs taqsimoti borligini ko'rsatamiz.

$r = 1$ uchun biz Gauss statsionar taqsimotiga javob beruvchi kvadratik gamil'tonianga egamiz. Quyida esa $r > 1$ degan ziddiyatga kelimiz. kompakt sifatida $h(\varphi) = ch\varphi$ ni olamiz.

$$c(x, y), \quad 0 < c < 1, \quad \sum_y |c(x, y)| \leq c < 1$$

$$\frac{\int ch\varphi(x) \exp \left\{ 2\varphi(x) \sum_{\|x-y\|=1} \varphi(y) - m_0^2 \varphi^2(x) - Q(\varphi(x)) \right\} d\varphi(x)}{\int \exp \left\{ 2\varphi(x) \sum_{\|x-y\|=1} \varphi(y) - m_0^2 \varphi^2(x) - Q(\varphi(x)) \right\} d\varphi(x)} \leq$$

$$\leq K + \sum_{h \neq x} c(x, y) ch\varphi(y) \quad (2.2.8)$$

Yetarli katta $|b|$ larda

$$L(b) = bf(b) - Q(f(b))$$

deyish mumkin. Faraz qilaylik, $b > 0$, $b \rightarrow \infty$ da $f(b) \rightarrow \infty$ u holda

$$D_1(b) \sim \frac{1}{2} \exp \{L(b+1) - L(b)\} \rightarrow \infty \quad b \rightarrow \infty \quad \text{da}$$

$$D_2(b) \sim \frac{1}{2} \exp \{L(b-1) - L(b)\} \rightarrow 0 \quad b \rightarrow 0$$

va Lagranj teoremasi bo'yicha qandaydir $Q(b)$ da $0 < Q(b) < 1$

$$D(b) \sim D_1(b) \sim \frac{1}{2} \exp \{L(b+1) - L(b)\} \sim \frac{1}{2} \exp \{f(b+o(b))\}$$

Osongina ko'rish mumkin

$$f(b) \sim \text{const} \cdot b^{1/(2r-1)} \quad b \rightarrow \infty$$

da va shuning uchun

$$f(b+o(b)) - f(b) \rightarrow 0 \quad b \rightarrow \infty$$

da. Va nixoyat quyidagi natijaga kelimiz.

$$D(b) \sim \frac{1}{2} \exp \{f(b)\} \quad b \rightarrow \infty$$

da $A \quad |b| > A$ da quyidagi ikki tengsizlik bir vaqtda bajarilsin.

$$D(b) < \exp \{f(b)\} \quad \text{va}$$

$$\exp \{f(b)\} < \frac{1}{2} ch \frac{b}{4d}$$

$K = \max D(b)$ deyish mumkin.

$|b| \leq A$ da

$$D(b) \leq K \leq K + \sum_{\|x-y\|=1} c(x, y) ch \varphi(y)$$

$|b| > A$ da esa

$$\begin{aligned} D(b) &\leq \exp \{f(b)\} < \frac{1}{4d} ch \left(\frac{b}{4d} \right) = \\ &= \frac{1}{2} ch \left(\frac{1}{2d} \sum_{\|x-y\|=1} \varphi(y) \right) \leq \frac{1}{4d} \sum_{\|x-y\|=1} ch \varphi(y) \leq K + \sum_{\|x-y\|=1} c(x, y) ch \varphi(y) \end{aligned}$$

Qavariq funksiyalar uchun Iyensen tengsizligi asosida yuqoridagilar o'rinli.

Isbot: $\varphi = f(a) + t$ deymiz va quyidagilarni hosil qilamiz.

$$\begin{aligned} F(a) &= \exp \{af(a) - P(f(a))\} \times \\ &\times \int_{-\infty}^{\infty} \exp \left\{ -\frac{P''(f(a))}{2!} t^2 - \dots - \frac{P^{(2r)}(f(a))}{(2r)!} t^{2r} \right\} dt \end{aligned}$$

Integrallash sohasini ikki qismga bo'lamiz.

$$|t| < a^{\frac{3/2-2r}{2r-1}} \quad \text{va} \quad |t| > a^{\frac{3/2-2r}{2r-1}}$$

$$f(a) = \sigma \left(a^{\frac{1}{2r-1}} \right), \text{ u holda } P^{(h)}(f(a)) = \sigma \left(a^{\frac{2r-k}{2r-1}} \right) \text{ va integrallash sohasini birinchisida}$$

$$|P^{(k)}(f(a))t^{2k}| \leq \text{const} \cdot a^{\frac{2r-k}{2r-1} + \frac{3/2-2r}{2r-1}} = \text{const} \cdot a^{\frac{3/2-k}{2r-1}}$$

$k \geq 2$ da ohirgi ifoda 0 ga yaqinlashadi. Birinchi integral sohasida bu integral quyidagi integralga ekvivalent ekanini ko'rsatish oson.

$$\int_{-\infty}^{\infty} \exp \left\{ -\frac{P''(f(a))}{2} t^2 \right\} dt = \sqrt{\frac{2\pi}{P''(f(a))}}$$

o'zgaras α , $0 < \alpha < 1$ da

$$\frac{P''(f(a))}{2} \cdot (1-\alpha)t^2 + \dots + \frac{P^{(2r)}(f(a))}{(2r)!} t^{2r}$$

funksiya nomanfiy.

Bundan bevosita ikkinchi sohadagi integral birinchi sohadagi integraldan kichik bo'lishi kelib chiqadi. Lemma isbotlandi.

II.3. HC – modeli uchun Gibbs o'lchovlari.

τ^k - bu $k \geq 1$ tartibli cheksiz Keli daraxt, ya'ni siklsiz graf bo'lib, har bir uchidan $k+1$ ta qirra chiqadi. Faraz qilaylik, $\tau^k = (V, L, i)$ bo'lsin, bu yerda $V - \tau^k$ ning uchlari to'plami, L - uning qirralari to'plami va i - insidentlik funksiyasi bo'lib, har bir $l \in L$ qirraga uning chetki uchlari bo'lmish $x, y \in V$ larni mos qo'yadi.

Agar $i(l) = \{x, y\}$ bo'lsa, u holda x va y lar x uchning eng yaqin qo'shnilari deb aytiladi va $l = \langle x, y \rangle$ kabi yoziladi. Keli daraxtida $d(x, y)$ ($x, y \in V$) masofa ushbu formula bilan aniqlanadi:

$$d(x, y) = \min \{d \mid \exists x = x_0, x_1, \dots, x_{d-1}, x_d = Y : \langle x_0, x_1 \rangle, \dots, \langle x_{d-1}, x_d \rangle\}.$$

Fiksirlangan $x^0 \in V$ uchun ushbu belgilashlar kiritiladi:

$$W_n = \{x \in V \mid d(x, x^0) = n\},$$

$$V_n = \{x \in V \mid d(x, x^0) \leq n\}, \quad (2.3.1)$$

$x \in W_n$ uchun esa quyidagicha belgilash kiritamiz:

$$S(x) = \{y \in W_{n+1} : d(x, y) = 1\}.$$

Faraz qilaylik, $\Phi = \{0, 1\}$ - spin qiymatlar va $\sigma \in \Phi^V$ - konfiguratsiya bo'lsin, ya'ni $\sigma = \{\sigma(x) \in \Phi : x \in V\}$, bu yerda $\sigma(x) = 1$ sharti Keli daraxtida x uch bandligini, $\sigma(x) = 0$ sharti esa x uch bo'shligini bildiradi.

Agar V (mos ravishda V_n yoki W_n) dagi har qanday qo'shni $\langle x, y \rangle$ lar uchun $\sigma(x)\sigma(y) = 0$ bo'lsa, u holda σ - konfiguratsiya mukmin bo'lgan deyiladi va bunday konfiguratsiyalar to'plamini Ω (Ω_{V_n} va Ω_{W_n}) deb belgilaymiz. Ravshanki, $\Omega \subset \Phi^V$.

HC-modelining gamil'toniani quyidagicha aniqlanadi:

$$H(\sigma) = \begin{cases} J \sum_{x \in V} \sigma(x), & \text{agar } \sigma \in \Omega \\ +\infty, & \text{agar } \sigma \notin \Omega, \end{cases} \quad (2.3.2)$$

bu yerda $J \in R$.

Faraz qilaylik, $\mathbf{B}$ - Ω ning silindrik qism to'plamlaridan hosil bo'luvchi σ -algebra bo'lsin. Ixtiyoriy n uchun $\mathbf{B}_{V_n} = \{\sigma \in \Omega : \sigma|_{V_n} = \sigma_n\}$ orqali $\mathbf{B}$ -qismalgebrani belgilaymiz, bu yerda $\sigma|_{V_n}$ σ ning V_n dagi izi, $\sigma_n : x \in V_n \rightarrow \sigma_n(x)$ - V_n dagi mumkin bo'lgan konfiguratsiya.

Ta'rif 2.3.1 Har qanday $\lambda > 0$ uchun gibssning HC-o'lchovi (Ω , $\mathbf{B}$) da aniqlangan, ixtiyoriy n va $\sigma_n \in \Omega_{V_n}$ uchun

$$\mu\{\sigma \in \Omega : \sigma|_{V_n} = \sigma_n\} = \int_{\Omega} \mu(d\omega) P_n(\sigma_n | \omega_{W_{n+1}}) \quad (2.3.3)$$

shartni qanoatlantiruvchi μ ehtimollik o'lchovidir, bunda

$$P_n(\sigma_n | \omega_{W_{n+1}}) = \frac{e^{-H(\sigma_n)}}{Z_n(\lambda; \omega|_{W_{n+1}})} 1(\sigma_n \vee \omega|_{W_{n+1}} \in \Omega_{V_{n+1}}).$$

Bu yerda $\vee$ simvoli konfiguratsiyalarning birlashmasini bildiradi va $Z_n(\lambda; \omega|_{W_{n+1}})$ - bu ushbu

$$Z_n(\lambda; \omega|_{W_{n+1}}) = \sum_{\sigma_n \in \Omega_{V_n}} e^{-H(\sigma_n)} 1(\sigma_n \vee \omega|_{W_{n+1}} \in \Omega_{V_{n+1}}) \quad (2.3.4)$$

$\omega|_{W_n}$ chegaraviy shartga ega bo'lgan normallashtiruvchi ko'paytma.

Ma'lumki, τ^k ni yasovchilari mos ravishda $a_1, \dots, a_{k+1}$ bo'lgan 2-tartibli $k+1$ ta sikllik gruppalarining G_k erkin ko'paytmasi shaklida tasvirlash mumkin.

Faraz qilaylik $\hat{G}_k$ - G_k ning qism gruppasi bo'lsin.

Agar gibss o'lchovi biror chekli indeksli $\hat{G}_k \subset G_k$ qism gruppaga nisbatan invariant bo'lsa, u holda u $\hat{G}_k$ -davriy deyiladi.

Ma'lumki [13], Keli daraxtida HC modelidagi har bir Gibss o'lchoviga

$$z_x = \prod_{y \in S(x)} (1 + \lambda z_y)^{-1} \quad (2.3.5)$$

tenglamani qanoatlantiruvchi $z = \{z_x, x \in G_k\}$ miqdorlar to'plamini mos qo'yish mumkin, bu yerda $\lambda = e^J > 0$ - parametr. Belgilash kiritamiz:

$$f(z) \equiv f(z, \lambda) = \frac{1}{(1 + \lambda z)^k}, \quad \lambda_{cr} = \frac{k^k}{(k-1)^{k+1}}$$

Tasdiq 2.3.1 [13]. 1) Agar $\lambda \leq \lambda_{cr}$ bo'lsa, u holda (2.3.5) funksional tenglama yagona $z_x = z^*$ yechimga ega, bunda $z^* > 0$ — $z = f(z)$ tenglamaning yagona yechimi.

2) Agar $\lambda > \lambda_{cr}$ bo'lsa, u holda (2.3.5) funksional tenglamaning ixtiyoriy yechimi

$$z_- \leq z_x \leq z_+, \quad \forall x \in V,$$

tengsizlikni qanoatlantiradi, bu yerda $z_-, z_+ > 0$ sonlar $z_- = f(f(z_-))$, $z_+ = f(z_-)$ tengliklar orqali aniqlanadi yoki bu tengliklar

$$z_- = \lim_{n \rightarrow \infty} f^{(2n-1)}(1), \quad z_+ = \lim_{n \rightarrow \infty} f^{(2n)}$$

munosabatlarga ekvivalent, bu yerda

$$f^{(n+1)}(z) = f(f^{(n)}(z)), \quad n = 0, 1, \dots$$

Xususan,

$$(1 + \lambda)^{-k} < z_x < 1, \quad x \in V$$

Ta'rif 2.3.2 Agar har qanday $x \in G_k$, $y \in \hat{G}_k$ lar uchun $z_{yx} = z_x$ bo'lsa, u holda $z = \{z_x, x \in G_k\}$ miqdorlar $\hat{G}_k$ - davriy deyiladi.

G_k -davriy miqdorlar translyatsion-invariant deyiladi.

Har qanday $x \in G_k$ uchun $\{y \in G_k : x, y >\} \setminus S(x)$ to'plam yagona elementga ega ([14],[15]), uni $x_\downarrow$ deb belgilaymiz.

Faraz qilaylik, $G_k / \hat{G}_k = \{H_1, \dots, H_r\}$ faktor-gruppa bo'lsin, bu yerda $\hat{G}_k - r \geq 1$ indeksli normal bo'luvchi.

Ta'rif 2.3.3 Agar $x \in H_i$, $x_\downarrow \in H_j$, $\forall x \in G_k$ lar uchun $z_x = z_{ij}$ bo'lsa, $z = \{z_x, x \in G_k\}$ miqdorlar $\hat{G}_k$ — kuchsiz davriy deyiladi.

Agar z_x miqdor $x_\downarrow$ ga bog'liq bo'lmasa, kuchsiz davriy o'lchovlar oddiy davriy o'lchovlar bilan ustma-ust tushadi (2.3.2-ta'rifga qarang).

Ta'rif 2.3.4 Agar μ - o'lchov $\hat{G}_k$ -(kuchsiz) davriy z miqdorlar to'plamiga mos kelsa, u holda μ - o'lchov $\hat{G}_k$ -(kuchsiz) davriy deyiladi.

II.4. Davriy o'lchovlar va tenglamalar sistemasi.

[13] ishda λ va k larga qo'yilgan ba'zi shartlarda $G_k^{(2)}$ - davriy Gibbs o'lchovlarining mavjudligi ko'rsatilgan, bunda $G_k^{(2)}$ - juft uzunlikdagi so'zlardan iborat qism gruppa.

Quyidagi teorema Keli daraxtida HC-modeli uchun Gibssning faqat $G_k^{(2)}$ -davriy o'lchovlari bo'lishi mumkinligini ko'rsatadi.

Teorema 2.4.1 har qanday normal bo'luvchi $\zeta \subset G_k$ uchun HC – modelning ixtiyoriy ζ -davriy Gibss o'lchovi translyatsion – invariant bo'ladi yoki $G_k^{(2)}$ - davriy Gibss o'lchovi bo'ladi.

Isbot. $g(z, \lambda) = (1 + \lambda z)^{-1}$ bo'lsin. Ravshanki, $g(y, \lambda) = g(z, \lambda) \Leftrightarrow y = z$, shuning uchun teoremaning isboti [9] dagi teorema-2 ning isboti kabi bo'ladi.

Quyidagi teorema normal bo'luvchi $\zeta \subset G_k$ ga qanday shart qo'yilsa, HC – modellining ζ - davriy Gibss o'lchovi translyatsion – invariant bo'lishini aniqlaydi.

Teorema 2.4.2 Agar normal bo'luvchi $\zeta \subset G_k$ uchun $\zeta \cap \{a_1, \dots, a_{k+1}\} \neq \emptyset$ (ya'ni, ζ hech bo'lmaganda bitta yasovchini o'z ichiga olsa) bo'lsa, u holda HC-modeli uchun har qanday ζ - davriy Gibss o'lchovi translyatsion– invariant bo'ladi.

Isbot. [9] ishdagi teorema 3 ga o'xshab isbot qilinadi.

Mazkur ishda biz 2 indeksli ixtiyoriy ζ normal bo'luvchi uchun ζ - kuchsiz davriy Gibbs o'lchoqlarini o'rganamiz.

$\emptyset \neq A \subset N_k = \{1, 2, \dots, k+1\}$ bo'lsin. Ma'lumki, G_k gruppaning 2 indeksli ixtiyoriy qism gruppasi

$$H_A = \{x \in G_k : \sum_{i \in A} \omega_x(a_i) - \text{juft son}\}$$

ko'rinishga ega, bu yerda $\omega_x(a_i)$ -bu $x \in G_k$ so'zdagi a_i harflar soni.

Ma'lumki, H_A - kuchsiz davriy z miqdorlar quyidagi ko'rinishga ega:

$$z_x = \begin{cases} z_{00}, & x \in H_A, x_{\downarrow} \in H_A \\ z_{01}, & x \in H_A, x_{\downarrow} \in G_k \setminus H_A \\ z_{10}, & x \in G_k \setminus H_A, x_{\downarrow} \in H_A \\ z_{11}, & x \in G_k \setminus H_A, x_{\downarrow} \in G_k \setminus H_A. \end{cases} \quad (2.4.1)$$

Belgilashlar kiritamiz: $z_1 = z_{00}$, $z_2 = z_{01}$, $z_3 = z_{10}$, $z_4 = z_{11}$ va $|A| = i - A$ to'plamning elementar soni. (2.3.5) ga asosan, $z_i (i = \overline{1, 4})$ lar quyidagi tenglamalar sistemasini qanoatlantiradi:

$$\begin{cases} z_1 = \frac{1}{(1 + \lambda z_3)^i} \cdot \frac{1}{(1 + \lambda z_1)^{k-i}} \\ z_2 = \frac{1}{(1 + \lambda z_3)^{i-1}} \cdot \frac{1}{(1 + \lambda z_1)^{k-i+1}} \\ z_3 = \frac{1}{(1 + \lambda z_2)^{i-1}} \cdot \frac{1}{(1 + \lambda z_4)^{k-i+1}} \\ z_4 = \frac{1}{(1 + \lambda z_2)^i} \cdot \frac{1}{(1 + \lambda z_4)^{k-i}} \end{cases} \quad (2.4.2)$$

Izox 1. $A = N_k$ bo'lganda 2 indeksli H_A unga mos normal bo'luvchi $G_k^{(2)}$ bilan ustma – ust tushsin. Bu hol [9] da o'rganilgan. Bundan tashqari, $G_k^{(2)}$ - kuchsiz davriy Gibbs o'lchoqlari $G_k^{(2)}$ davriy bo'ladi. Shuning uchun $H_A = G_k^{(2)}$ holni o'rganmaymiz.

2) (2.4.2) da $z_1 = z_2 \Leftrightarrow z_3 = z_4$ ekanligini ko'rsatish qiyin emas. Agar $z_1 = z_2 = z_3 = z_4$ bo'lsa, u holda (2.4.2) ning (z_1, z_2, z_3, z_4) yechimi translyatsion-invariant Gibbs o'lchovi bo'ladi. Bu yechim, agar $(z_1 \neq z_2, z_3 \neq z_4)$ $z_1 = z_2, z_3 = z_4$ bo'lsa, $G_k^{(2)}$ - (kuchsiz) davriy Gibbs o'lchov bo'ladi.

3) Ravshanki, ixtiyoriy $A \neq N_k$ uchun $H_A \cap \{a_1, \dots, a_{k+1}\} \neq \emptyset$. Shuning uchun teorema 2 ga asosan, H_A davriy Gibbs o'lchovi translyatsion invariantdir. Bu esa, (2.4.2) sistema $z_1 = z_2, z_3 = z_4, z_1 \neq z_3$ shartlarni qanoatlantiruvchi (z_1, z_2, z_3, z_4) yechimga ega emasligini ifodalaydi.

(2.4.2) sistemani quyidagicha yozib olamiz:

$$\begin{cases} z_1 = \left(\frac{1 + \lambda z_1}{1 + \lambda z_3} \right)^i \cdot \frac{1}{(1 + \lambda z_1)^k} \\ z_2 = \left(\frac{1 + \lambda z_1}{1 + \lambda z_3} \right)^{i-1} \cdot \frac{1}{(1 + \lambda z_1)^k} \\ z_3 = \left(\frac{1 + \lambda z_4}{1 + \lambda z_2} \right)^{i-1} \cdot \frac{1}{(1 + \lambda z_4)^k} \\ z_4 = \left(\frac{1 + \lambda z_4}{1 + \lambda z_2} \right)^i \cdot \frac{1}{(1 + \lambda z_4)^k} \end{cases} \quad (2.4.3)$$

$z_1 / z_2, z_3 / z_4$ nisbatlarni tuzamiz:

$$\begin{cases} \frac{z_1}{z_2} = \frac{1 + \lambda z_1}{1 + \lambda z_3} \\ \frac{z_3}{z_4} = \frac{1 + \lambda z_2}{1 + \lambda z_4} \end{cases} \quad (2.4.4)$$

Bu tenglamalar asosida (2.4.4) ni quyidagicha yozamiz:

$$\begin{cases} z_1 = \left(\frac{z_1}{z_2} \right)^i \cdot \frac{1}{(1 + \lambda z_1)^k} \\ z_2 = \left(\frac{z_1}{z_2} \right)^{i-1} \cdot \frac{1}{(1 + \lambda z_1)^k} \\ z_3 = \left(\frac{z_4}{z_3} \right)^{i-1} \cdot \frac{1}{(1 + \lambda z_4)^k} \\ z_4 = \left(\frac{z_4}{z_3} \right)^i \cdot \frac{1}{(1 + \lambda z_4)^k} \end{cases} \quad (2.4.5)$$

(2.4.5) ning birinchi tenglamasidan z_2 ni, to'rtinchi tenglamasidan z_3 ni topib, mos ravishda (2.4.2) ning to'rtinchi va birinchi tenglamalariga qo'yib, quyidagi tenglamalar sistemasiga ega bo'lamiz:

$$\begin{cases} z_1 = \frac{(1 + \lambda z_4)^k}{((1 + \lambda z_4)^{k/i} + \lambda z_4^{1-1/i})^i} \cdot \frac{1}{(1 + \lambda z_1)^{k-i}} \\ z_4 = \frac{(1 + \lambda z_1)^k}{((1 + \lambda z_1)^{k/i} + \lambda z_1^{1-1/i})^i} \cdot \frac{1}{(1 + \lambda z_4)^{k-i}} \end{cases} \quad (2.4.6)$$

yoki

$$\begin{cases} z_1 = \varphi(z_4) \cdot \psi(z_1) \\ z_4 = \varphi(z_1) \cdot \psi(z_4), \end{cases} \quad (2.4.7)$$

bu yerda

$$\varphi(z) = \frac{(1 + \lambda z)^k}{((1 + \lambda z)^{k/i} + \lambda z^{1-1/i})^i}, \psi(z) = \frac{1}{(1 + \lambda z)^{k-i}}$$

II.5. HC-modeli uchun kuchsiz davriy Gibbs o'lchovining yagonaligi.

Quyidagi lemma bizning kelgusi tadqiqotlarimiz uchun foydalidir:

Lemma. 1) Agar (2.4.2) -sistemada $z_1 = z_4$, $z_2 = z_3$ bo'lsa, u holda $z_1 = z_2 = z_3 = z_4$ bo'ladi.

2) $z_1 = z_4 \Leftrightarrow z_2 = z_3$

Isbot. 1) holni isbotlash uchun ushbu ayirmani qaraymiz:

$$\begin{aligned} z_1 - z_3 &= \frac{1}{(1 + \lambda z_3)^i (1 + \lambda z_1)^{k-i}} - \frac{1}{(1 + \lambda z_2)^{i-1} (1 + \lambda z_4)^{k-i+1}} = \\ &= \frac{(1 + \lambda z_2)^{i-1} (1 + \lambda z_4)^{k-i+1} - (1 + \lambda z_3)^i (1 + \lambda z_1)^{k-i}}{(1 + \lambda z_3)^i (1 + \lambda z_1)^{k-i} (1 + \lambda z_2)^{i-1} (1 + \lambda z_4)^{k-i+1}} = \\ &= \frac{(1 + \lambda z_2)^{i-1} (1 + \lambda z_4)^{k-i+1} - (1 + \lambda z_2)^{i-1} (1 + \lambda z_1)^{k-i+1}}{(1 + \lambda z_3)^i (1 + \lambda z_1)^{k-i} (1 + \lambda z_2)^{i-1} (1 + \lambda z_4)^{k-i+1}} + \\ &+ \frac{(1 + \lambda z_2)^{i-1} (1 + \lambda z_1)^{k-i+1} - (1 + \lambda z_3)^i (1 + \lambda z_1)^{k-i}}{(1 + \lambda z_3)^i (1 + \lambda z_1)^{k-i} (1 + \lambda z_2)^{i-1} (1 + \lambda z_4)^{k-i+1}} = \\ &= A_1(z_4 - z_1) + B_1(z_2 - z_3) + C_1(z_1 - z_3), \end{aligned}$$

ya'ni

$$z_1 - z_3 = A_1(z_4 - z_1) + B_1(z_2 - z_3) + C_1(z_1 - z_3), \quad (2.5.1)$$

bu yerda

$$A_1 = \frac{\lambda \left[(1 + \lambda z_4)^{k-i} + (1 + \lambda z_4)^{k-i-1} (1 + \lambda z_1) + \dots + (1 + \lambda z_1)^{k-i} \right]}{(1 + \lambda z_1)^{k-i} (1 + \lambda z_3)^i (1 + \lambda z_4)^{k-i+1}};$$

$$B_1 = \frac{\lambda (1 + \lambda z_1) [(1 + \lambda z_2)^{i-2} + (1 + \lambda z_2)^{i-3} (1 + \lambda z_3) + \dots + (1 + \lambda z_3)^{i-2}] }{(1 + \lambda z_2)^{i-1} (1 + \lambda z_3)^i (1 + \lambda z_4)^{k-i+1}};$$

$$C_1 = \frac{\lambda}{(1 + \lambda z_2)^{i-1} (1 + \lambda z_3) (1 + \lambda z_4)^{k-i+1}}.$$

Ravshanki, A_1, B_1, C_1 - musbat sonlar. Undan tashqari, (2.4.2) ning uchinchi tenglamasidan $C_1 = \lambda z_3 / (1 + \lambda z_3)$ kelib chiqadi. Lemmaga asosan, $z_1 = z_4, z_2 = z_3$ va (2.5.1) ga ko`ra $z_1 = z_2 = z_3 = z_4$ ekanligi kelib chiqadi.

2) $z_1 = z_4$ bo`lsin, u holda (2.4.4) ga ko`ra:

$$\frac{z_3}{z_2} = \frac{1 + \lambda}{1 + \lambda} \frac{z_2}{z_3}.$$

Bundan $z_2 = z_3$ kelib chiqadi.

Endi $z_2 = z_3$ bo`lsin. U holda (2.4.4) ga ko`ra

$$\frac{z_1}{z_4} = \frac{1 + \lambda z_1}{1 + \lambda z_4}.$$

Bundan $z_1 = z_4$ kelib chiqadi. Lemma isbotlandi.

Teorema 2.5.1 Ushbu shartlardan biri bajarilsin:

- 1) $i = 1$;
- 2) $i = \frac{k+1}{2}$;
- 3) $i = k$;
- 4) $i = k - 1$,

bu yerda $i = |A|$. U holda HC-modeli uchun barcha H_A - kuchsiz davriy Gibbs o`lchovlari translyatsion invariant bo`ladi.

Isbot. Teoremani isbotlash uchun (2.4.7)- sistema faqat $z_1 = z_2 = z_3 = z_4$ ko`rinishdagi yechimga ega ekanligini ko`rsatish yetarli. Buning uchun (2.4.7) da 1-tenglamadan 2-tenglamani ayiramiz va Lagranjning o`rta qiymat haqidagi teoremasidan foydalanib topamiz:

$$\begin{aligned} z_1 - z_4 &= \varphi(z_4) \psi(z_1) - \varphi(z_1) \psi(z_4) = \\ &= \varphi(z_4) \cdot \psi(z_1) - \varphi(z_1) \cdot \psi(z_1) + \varphi(z_1) \cdot \psi(z_1) - \varphi(z_1) \cdot \psi(z_4) = \\ &= \psi(z_1) \cdot [\varphi(z_4) - \varphi(z_1)] + \varphi(z_1) \cdot [\psi(z_1) - \psi(z_4)] = \\ &= \psi(z_1) \cdot \varphi'(\xi) \cdot (z_4 - z_1) + \varphi(z_1) \cdot \psi'(\eta) \cdot (z_1 - z_4), \end{aligned}$$

bu yerda $\xi \in (z_1, z_4)$, $\eta \in (z_1, z_4)$.

Bundan

$$(z_1 - z_4) \cdot [1 + \psi(z_1) \cdot \varphi'(\xi) - \varphi(z_1) \cdot \psi'(\eta)] = 0. \quad (2.5.2)$$

Demak, $z_1 = z_4$ yoki

$$1 + \psi(z_1) \cdot \varphi'(\xi) - \varphi(z_1) \cdot \psi'(\eta) = 0 \quad (2.5.3)$$

Bu yerda

$$\psi'(\eta) = -\frac{\lambda(k-i)}{(1+\lambda\eta)^{k-i+1}} \leq 0,$$

ya'ni $\psi(\eta)$ funksiya kamayuvchi chunki $i \leq k$, $\lambda > 0$, $\eta > 0$; $\varphi(z)$ funksiyaning $\xi \in (z_1, z_4)$ nuqtadagi hosilasi esa

$$\varphi'(\xi) = \frac{\lambda(1+\lambda\xi)^{k-1} [\lambda\xi(k-i+1) - i + 1]}{\xi^{1/i} [(1+\lambda\xi)^{k/i} + \lambda\xi^{1-1/i}]^{i+1}}.$$

1) $i = 1$ bo'lsin. Bu holda yuqorida keltirilgan formulalardan $\varphi'(\xi) > 0$ ekanligi kelib chiqadi va $\psi'(\eta) \leq 0$ ekanligidan (2.5.3) tenglama yechimga ega emas. Shuning uchun $z_1 = z_4$ va lemmaga asosan $z_1 = z_2 = z_3 = z_4$ kelib chiqadi.

2) $i = \frac{k+1}{2}$ bo'lsin. (2.4.3) tenglama yechimga ega emasligini ko'rsatamiz, ya'ni

$$\psi(z_1)\varphi'(\xi) - \varphi(z_1)\psi'(\eta) > -1. \quad (2.5.4)$$

1 – tasdiqqa asosan

$$\frac{1}{(1+\lambda)^k} < \xi < 1, \frac{1}{(1+\lambda)^k} < z_1 < 1.$$

U holda $i = \frac{k+1}{2}$ bo'lsa quyidagi baho o'rinli:

$$\begin{aligned} \psi(z_1) \cdot \varphi'(\xi) - \varphi(z_1) \cdot \psi'(\eta) &= \frac{1}{(1+\lambda z_1)^{k-\frac{k+1}{2}}} \cdot \frac{\lambda(1+\lambda\xi)^{k-1} \left[\lambda\xi \left(k - \frac{k+1}{2} + 1 \right) - \frac{k+1}{2} + 1 \right]}{\xi^{\frac{2}{k+1}} \left[(1+\lambda\xi)^{\frac{2k}{k+1}} + \lambda\xi^{1-\frac{2}{k+1}} \right]^{\frac{k+1}{2}+1}} + \\ &+ \frac{(1+\lambda z_1)^k}{\left[(1+\lambda z_1)^{\frac{2k}{k+1}} + \lambda z_1^{1-\frac{2}{k+1}} \right]^{\frac{k+1}{2}}} \cdot \frac{\lambda \left(k - \frac{k+1}{2} \right)}{(1+\lambda\eta)^{k-\frac{k+1}{2}+1}} > \\ &> \frac{\lambda \left(1 + \frac{\lambda}{(1+\lambda)^k} \right)^{k-1} \left[\frac{\lambda}{(1+\lambda)^k} \cdot \frac{k+1}{2} - \frac{k+1}{2} + 1 \right]}{\left[(1+\lambda)^{\frac{k-1}{2}} + \lambda \right]^{\frac{k+3}{2}}} + \frac{\left(1 + \frac{\lambda}{(1+\lambda)^k} \right)^k \cdot \lambda(k-1)}{2 \left[(1+\lambda)^{\frac{2k}{k+1}} + \lambda \right]^{\frac{k+1}{2}} (1+\lambda)^{\frac{k+1}{2}}} \\ &> \frac{\lambda \left[(1+\lambda)^k + \lambda \right]^{k-1} \cdot \left[\lambda(k+1) - (k-1)(1+\lambda)^k \right]}{2(1+\lambda)^{k^2+k+1} \left[(1+\lambda)^{2k} + \lambda \right]^{k+3}} + \frac{\left[(1+\lambda)^k + \lambda \right]^k \cdot \lambda(k-1)}{2(1+\lambda)^{k^2+k+1} \left[(1+\lambda)^{2k} + \lambda \right]^{k+3}} > -1. \end{aligned}$$

Bu yerdan ma'lumki,

$$\begin{aligned}
& \lambda \left[(1+\lambda)^k + \lambda \right]^{k-1} \left[\lambda(k+1) - (k-1)(1+\lambda)^k \right] + \\
& + \lambda(k-1) \left[(1+\lambda)^k + \lambda \right]^k + 2(1+\lambda)^{k^2+k+1} \left[(1+\lambda)^{2k} + \lambda \right]^{k+3} = \\
& = \lambda \left[(1+\lambda)^k + \lambda \right]^{k-1} \cdot \left[\lambda(k+1) - (k-1)(1+\lambda)^k + (k-1) \left[(1+\lambda)^k + \lambda \right] \right] + \\
& + 2(1+\lambda)^{k^2+k+1} \left[(1+\lambda)^{2k} + \lambda \right]^{k+3} > 0,
\end{aligned}$$

chunki

$$\lambda(k+1) - (k-1)(1+\lambda)^k + (k-1) \left[(1+\lambda)^k + \lambda \right] = 2k\lambda > 0.$$

Demak, (2.4.2) sistema bu holda faqat $z_1 = z_2 = z_3 = z_4$ yechimga ega.

3) $i = k$ bo'lsin. Birinchi tasdiqqa asosan

$$\frac{1}{(1+\lambda)^k} < \xi < 1$$

U holda quyidagi tengsizlik o'rinli:

$$\varphi'(\xi) = \frac{\lambda(1+\lambda\xi)^{k-1} \left[\lambda\xi(k-i+1) - i+1 \right]}{\xi^{\frac{1}{i}} \left[(1+\lambda\xi)^{\frac{k}{i}} + \lambda\xi^{1-\frac{1}{i}} \right]^{i+1}} > \frac{\lambda \left(1 + \frac{\lambda}{(1+\lambda)^k} \right)^{k-1} \left[\lambda \frac{k-i+1}{(1+\lambda)^k} - i+1 \right]}{\left[(1+\lambda)^{\frac{k}{i}} + \lambda \right]^{i+1}}. \quad (2.5.5)$$

$i = k$ da $\psi(z) = 1$, ya'ni $\psi'(z) = 0$ va (2.5.3) tenglama quyidagi ko'rinishga ega:

$$\varphi'(\xi) + 1 = 0$$

(2.5.5) tengsizlik esa quyidagi ko'rinishni oladi:

$$\varphi'(\xi) > \frac{\lambda \left[(1+\lambda)^k + \lambda \right]^{k-1} \left[\lambda + (1-k)(1+\lambda)^k \right]}{(1+2\lambda)^{k+1} (1+\lambda)^{k^2}}$$

Ravshanki, agar $\varphi'(\xi) > -1$ bo'lsa, (2.5.3) tenglama yechimga ega emas, buni tekshiramiz. Buning uchun quyidagini isbotlash kerak:

$$\frac{\lambda \left[(1+\lambda)^k + \lambda \right]^{k-1} \left[\lambda + (1-k)(1+\lambda)^k \right]}{(1+2\lambda)^{k+1} (1+\lambda)^{k^2}} > -1.$$

Xaqiqatan ham,

$$\lambda \left[(1+\lambda)^k + \lambda \right]^{k-1} \left[\lambda + (1-k)(1+\lambda)^k \right] + (1+2\lambda)^{k+1} (1+\lambda)^{k^2} > 0$$

yoki

$$\lambda^2 \left[(1+\lambda)^k + \lambda \right]^{k-1} + (1+\lambda)^k \left[(1+2\lambda)^{k+1} (1+\lambda)^{k^2-k} - (k-1) \lambda \left[(1+\lambda)^k + \lambda \right]^{k-1} \right] > 0.$$

Ushbu

$$(1+2\lambda)^{k+1}(1+\lambda)^{k^2-k} - (k-1)\lambda \left[(1+\lambda)^k + \lambda \right]^{k-1}$$

ayirma musbat ekanligini ko'rsatamiz. Buning uchun $(1+2\lambda)^{k+1}$ va $\left[(1+\lambda)^k + \lambda \right]^{k-1}$ larni Nyuton binomi bo'yicha yozamiz va quydagicha gruppalaymiz:

$$\begin{aligned} & (1+2\lambda)^{k+1}(1+\lambda)^{k^2-k} - (k-1)\lambda \left[(1+\lambda)^k + \lambda \right]^{k-1} = \\ & = (2\lambda)^{k-1}(1-\lambda)^{k^2-k} + \lambda^k \cdot \left[(k+1)2^k(1+\lambda)^{k^2-k} - k+1 \right] + \\ & + (1+\lambda)^k \lambda^{k-1} \cdot \left[\frac{k(k+2)}{2} 2^{k-1}(1+\lambda)^{k^2-2k} - (k-1)^2 \right] + \\ & + (1+\lambda)^{2k} \lambda^{k-2} (k-1) \cdot \left[\frac{k(k+1)}{3} 2^{k-2}(1+\lambda)^{k^2-3k} - \frac{(k-1)(k-2)}{2} \right] \\ & + \dots + (1+\lambda)^{k^2-3k} \lambda^3 (k-1) \cdot \left[\frac{k(k+1)}{3} 2^3(1+\lambda)^{2k} - \frac{(k-1)(k-2)}{2} \right] + \\ & + (1+\lambda)^{k^2-2k} \lambda^2 \cdot \left[\frac{k(k+1)}{2} 2^2(1+\lambda)^k - (k-1) \right] + \\ & + (1+\lambda)^{k^2-k} \lambda \cdot \left[(k+1)2 - (k-1) \right] + (1+\lambda)^{k^2-k}. \end{aligned}$$

Hosil bo'lgan tenglikning o'ng tomondagi kvadrat qavslar ichidagi ifodalar k ning mos qiymatlarida musbat. Demak, $\varphi'(\xi) > -1$, bundan esa (2.5.2) tenglama $i = k$ da faqat $Z_1 = Z_4$ ko'rinishdagi yechimga egaligi kelib chiqadi va yuqoridagi lemmaga asosan (2.4.2) tenglamalar sistemasi faqat birgina $Z_1 = Z_2 = Z_3 = Z_4$ yechimga ega ekanligi kelib chiqadi.

4) $i = k - 1$ bo'lsin. Bu hol ham avvalgilarga o'xshash isbotlanadi. 1 – tasdiqdan foydalanib (2.5.4) tengsizlikni $i = k - 1$ da isbotlaymiz.

Haqiqatan,

$$\begin{aligned}
& \psi(z_1) \cdot \varphi'(\xi) - \varphi(z_1) \cdot \psi'(\eta) = \\
& = \frac{\lambda(1+\lambda\xi)^{k-1}(2\lambda\xi - k + 2)}{(1+\lambda z_1)^{\xi^{\frac{1}{k-1}}} \left[(1+\lambda\xi)^{\frac{k}{k-1}} + \lambda\xi^{\frac{k-2}{k-1}} \right]^k} + \frac{\lambda(1+\lambda z_1)^k}{\left[(1+\lambda z_1)^{\frac{k}{k-1}} + \lambda z_1^{\frac{k-2}{k-1}} \right]^{k-1} (1+\lambda\eta)^2} > \\
& > \frac{\lambda((1+\lambda)^k + \lambda)^{k-1} (2\lambda + (2-k)(1+\lambda)^k)}{(1+\lambda)^{k^2+1} \left[(1+\lambda)^{\frac{k}{k-1}} + \lambda \right]^k} + \frac{\lambda((1+\lambda)^k + \lambda)^k}{\left[(1+\lambda)^{\frac{k}{k-1}} + \lambda \right]^{k-1} (1+\lambda)^{k^2+2}} > \\
& > \frac{\lambda((1+\lambda)^k + \lambda)^{k-1} (2\lambda + (2-k)(1+\lambda)^k)}{(1+\lambda)^{k^2+2} \left[(1+\lambda)^k + \lambda \right]^k} + \frac{\lambda((1+\lambda)^k + \lambda)^k}{\left[(1+\lambda)^k + \lambda \right]^{k-1} (1+\lambda)^{k^2+2}} = \\
& = \frac{\lambda \left[2\lambda + (2-k)(1+\lambda)^k \right] + \lambda((1+\lambda)^k + \lambda)^2}{(1+\lambda)^{k^2+2} \left[(1+\lambda)^k + \lambda \right]} > -1,
\end{aligned}$$

bu yerdan

$$2\lambda^2 + \lambda((1+\lambda)^k + \lambda)^2 + (1+\lambda)^k \cdot \left[(1+\lambda)^{k^2+2} + \lambda(1+\lambda)^{k^2-k+2} - (k-2)\lambda \right] > 0,$$

chunki kvadrat qavslar ichidagi ifoda musbat. Shuni isbotlash talab etilgan edi.

Teorema to'la isbotlandi.

Bu teoremdan $i \in \left\{ 1, \frac{k+1}{2}, k-1, k \right\}$ lar uchun λ ning ixtiyoriy qiymatlarida

barcha kuchsiz davriy Gibbs o'lchovlari translyatsion-invariantdir.

Ushbu teorema i ning barcha qiymatlarida λ parametriga shartlar beradi.

Teorema 2.5.2 $\lambda \in (0, \lambda_{cr}] \cup \left[\frac{i-1}{z_-(k-i+1)}, +\infty \right)$ bo'lganda HC – modelida

barcha H_A – kuchsiz davriy Gibbs o'lchovlari translyatsion-invariantdir, bu yerda z_- va λ_{cr} miqdorlar 1- tasdiqda aniqlangan.

Isbot. $\lambda \in (0, \lambda_{cr}]$ bo'lgan hol 1- tasdiqdan kelib chiqadi. (2.5.3) tenglamani qayarmiz. Agar $\varphi'(\xi) \geq 0$ bo'lsa, (2.5.3) tenglama yechimga ega emasligi ravshan, bu esa

$$\lambda \xi(k-i+1) - i + 1 \geq 0$$

yoki

$$\lambda \geq \frac{i-1}{\xi(k-i+1)}$$

ekanligini bildiradi. 1-tasdiqqa asosan $z_- \leq \xi$ edi. U holda oxirgi tengsizlikning o'ng tomonidagi ξ ni z_- ga almashtirib kerakli natijaga erishamiz.

Teorema 2.5.3 Agar $i < \frac{k+1}{2}$ bo'lsa, bu yerda $i = |A|$, u holda ixtiyoriy $\lambda > 0$ uchun $HC - modelida$ barcha $H_A - kuchsiz$ davriy Gibbs o'lchovlari translyatsion – invariant bo'ladi.

Isbot. Teoremani isbotlash uchun (2.5.4) tengsizlikni $i < \frac{k+1}{2}$ da isbotlash yetarli.

Buning uchun 1 – tasdiqdan foydalanib, quyidagicha baholaymiz:

$$\begin{aligned}
 & \psi(z_1) \cdot \varphi'(\xi) - \varphi(z_1) \cdot \psi'(\eta) = \\
 & = \frac{\lambda(1+\lambda\xi)^{k-1} [\lambda\xi(k-i+1) - i + 1]}{(1+\lambda z_1)^{k-i} \xi^{\frac{1}{i}} \left[(1+\lambda\xi)^{\frac{k}{i}} + \lambda\xi^{1-\frac{1}{i}} \right]^{i+1}} + \frac{\lambda(k-i)(1+\lambda z_1)^k}{\left[(1+\lambda z_1)^{\frac{k}{i}} + \lambda z_1^{1-\frac{1}{i}} \right]^i (1+\lambda\eta)^{k-i+1}} > \\
 & > \frac{\lambda \left(1 + \frac{\lambda}{(1+\lambda)^k} \right)^{k-1} \left[\frac{\lambda(k-i+1)}{(1+\lambda)^k} - i + 1 \right]}{(1+\lambda)^{k-i} \left[(1+\lambda)^{\frac{k}{i}} + \lambda \right]^{i+1}} + \frac{\lambda(k-i) \left(1 + \frac{\lambda}{(1+\lambda)^k} \right)^k}{\left[(1+\lambda)^{\frac{k}{i}} + \lambda \right]^i (1+\lambda)^{k-i+1}} > \\
 & > \frac{\lambda \left((1+\lambda)^k + \lambda \right)^{k-1} [\lambda(k-i+1) + (1-i)(1+\lambda)^k]}{(1+\lambda)^{k^2+k-i+1} \left[(1+\lambda)^k + \lambda \right]^{i+1}} + \frac{\lambda(k-i) \left((1+\lambda)^k + \lambda \right)^k}{(1+\lambda)^{k^2+k-i+1} \left[(1+\lambda)^k + \lambda \right]^i} > -1
 \end{aligned}$$

Bundan

$$\lambda \left((1+\lambda)^k + \lambda \right)^{k-i-2} [\lambda(k-i+1) + (1-i)(1+\lambda)^k] + \lambda(k-i) \left((1+\lambda)^k + \lambda \right)^{k-1} + (1+\lambda)^{k^2+k-i+1} > 0$$

$a = 1 + \lambda$ belgilash kiritib oxirgi tengsizlikni quyidagicha yozib olamiz:

$$\lambda(a^k + \lambda)^{k-i-2} [\lambda(k-i+1) + (1-i)a^k] + \lambda(k-i)(a^k + \lambda)^{k-1} + a^{k^2+k-i+1} > 0$$

yoki

$$\begin{aligned}
 & \lambda(a^k + \lambda)^{k-i} [\lambda(k-i+1) - (i-1)a^k] + \lambda(k-i)(a^k + \lambda)^{k-i+2} + a^{k^2+k-i+1} (a^k + \lambda)^2 = \\
 & = \lambda(a^k + \lambda)^{k-i} [\lambda(k-i+1) + (k-i)(a^k + \lambda)^2 - (i-1)a^k] + a^{k^2+k-i+1} (a^k + \lambda)^2.
 \end{aligned}$$

$(k-i)(a^k + \lambda)^2 - (i-1)a^k$ ayirma teorema shartlari bajarilganda musbat ekanligini ko'rsatamiz.

Haqiqatan,

$$\begin{aligned}
& (k-i)(a^k + \lambda)^2 - (1-i)a^k = (k-i)a^{2k} + 2(k-i)\lambda a^k + (k-i)\lambda^2 - (i-1)a^k = \\
& = (k-i)a^{2k} + 2(k-i)\lambda a^k + (k-i)\lambda^2 - (i-1)a^k = a^k [(k-i)a^k - (i-1)] + 2(k-i)\lambda a^k + (k-i)\lambda^2.
\end{aligned}$$

$a = 1 + \lambda$ ekanligini hisobga olib ushbu ayirmani qaraymiz:

$$(k-i)a^k - (i-1) = (k-i)(1+\lambda)^k - (i-1) = k-i + (k-i)k\lambda + \dots + (k-i)\lambda^k - (i-1).$$

Bu yerdan ko'rinadiki, oxirgi ifoda $k-2i+1 > 0$ bo'lganda, ya'ni $i < \frac{k+1}{2}$ bajarilganda musbat bo'ladi.

Endi (i, k) juftliklar uchun $\frac{k+1}{2} < i < k-1$ ($k > 3$) holni qarash qoldi, xolos.

Teorema 2.5.4 Agar $\frac{k+1}{2} < i < k-1$, $i = |A|$, $k > 3$ bo'lsa, u holda ixtiyoriy $\lambda > 0$ uchun HC – modelida barcha H_A – kuchsiz davriy Gibbs o'lchovlari translyatsion-invariantdir.

Isboti. Bu yerda ham teorema shartlari bajarilganda (2.5.4) tengsizlikni isbotlash yetarli. Yuqoridagidek, birinchi tasdiqdan foydalanib quyidagi bahoni olamiz:

$$\begin{aligned}
& \psi(z_1) \cdot \varphi'(\xi) - \varphi(z_1) \cdot \psi'(\eta) > \\
& > \frac{\lambda \left[(1+\lambda)^k + \lambda \right]^{k-1} \cdot \left[\lambda(k+1-i) - (i-1)(1+\lambda)^k \right]}{(1+\lambda)^{k^2+k-i} \left[(1+\lambda)^{\frac{k}{i}} + \lambda \right]^{i+1}} + \frac{\lambda(k-i) \left[(1+\lambda)^k + \lambda \right]^k}{(1+\lambda)^{k^2+k-i+1} \left[(1+\lambda)^{\frac{k}{i}} + \lambda \right]^i}
\end{aligned}$$

Teorema shartidan foydalanib hamda har bir kasrning suratini kamaytirib, maxrajini esa kattalashtirib quydagicha baholaymiz:

$$\begin{aligned}
& \psi(z_1) \cdot \varphi'(\xi) - \varphi(z_1) \cdot \psi'(\eta) > \\
& > \frac{\lambda \left[(1+\lambda)^k + \lambda \right]^{k-1} \cdot \left[\lambda(k+1-(k-1)) - (k-1-1)(1+\lambda)^k \right]}{(1+\lambda)^{k^2+k-\frac{k+1}{2}} \cdot \left[(1+\lambda)^{\frac{k}{2}} + \lambda \right]^{k-1+1}} + \frac{\lambda(k-(k-1)) \cdot \left[(1+\lambda)^k + \lambda \right]^k}{(1+\lambda)^{k^2+k-\frac{k+1}{2}+1} \cdot \left[(1+\lambda)^{\frac{k}{2}} + \lambda \right]^{k-1}} > \\
& > \frac{\lambda \left[(1+\lambda)^k + \lambda \right]^{k-1} \cdot \left[2\lambda - (k-2)(1+\lambda)^k \right]}{(1+\lambda)^{2k^2+k+1} \cdot \left[(1+\lambda)^k + \lambda \right]^k} + \frac{\lambda \cdot \left[(1+\lambda)^k + \lambda \right]^k}{(1+\lambda)^{2k^2+k+1} \cdot \left[(1+\lambda)^k + \lambda \right]^k} = \\
& = \frac{\lambda \cdot \left[2\lambda - (k-2)(1+\lambda)^k \right]}{(1+\lambda)^{2k^2+k+1} \cdot \left[(1+\lambda)^k + \lambda \right]} + \frac{\lambda}{(1+\lambda)^{2k^2+k+1}} > -1
\end{aligned}$$

Bundan

$$\begin{aligned} & \lambda \cdot [2\lambda - (k-2)(1+\lambda)^k] + \lambda \cdot [(1+\lambda)^k + \lambda] + (1+\lambda)^{2k^2+k+1} \cdot [(1+\lambda)^k + \lambda] = \\ & = 3\lambda^2 + (1+\lambda)^k \cdot [\lambda + \lambda(1+\lambda)^{2k^2+1} + (1+\lambda)^{2k^2+k+1} - (k-2)\lambda] > 0 \end{aligned}$$

Oxirgi tengsizlik $(1+\lambda)^{2k^2+k+1} - (k-2)\lambda$ ayirma musbat bo`lgani uchun o`rinli ekanligini ko`rish qiyin emas. Teorema isbotlandi.

III. XULOSA

Men bu Bitiruv Malakaviy Ishini yozishda HC- modeli uchun Gibbs o'lvcholari bilan tanishib chiqdim. Bitiruv malakaviy ishda haqiqiy o'zgaruvchili funksiyalar nazaryasi va matematik analiz asoslaridan ko'pgina misollar keltirilgan va yana ayrim kontrmisollarga doir javob topish qiyin bo'lgan savollarga tushunarli tarzda yetarli ko'rsatma va javoblarni berishga harakat qildim.

Ushbu bitiruv malakaviy ishdagi kontrmisollarni hisoblash davomida Koshi alomatidan, Kolmogorov teoremasidan, Riman integralidan, Dalamber alomatidan, Teplissa matrissasidan, Makleron qatoridan foydalanib borildi.

Bu Bitiruv Malkaviy Ishda ko'rib chiqilgan kontrmisollar bu mavzuga qiziquvchi talabalarga muammali bo'lgan misollarni ular uchun tushunarli tarzda yoritib berilgan deb o'ylayman.

Bu mavzu menda juda katta ta'assurot qoldirdi. Agar mavzuda berilgan barcha misollarni o'rganib, tahlil qilib chiqilsa, maqsadga muvofiq bo'lar edi. Men ularning ba'zilarini tahlil qilib o'rganib chiqa oldim, sababi bu keltirilgan misollarni o'rganib chiqish uchun matematikaning ko'pgina bo'limlaridan yaxshigina bazaviy bilimga ega bo'lish kerakligini tushunib yetdim. Kelajakda mana shu bitiruv malakaviy ishdagi misollarni o'rganib chiqishni o'z oldimga maqsad qilib qo'ydim.

“Ta'lim – tarbiya tizimini o'zgartirmasdan turib, ongni o'zgartirib bo'lmaydi. Ongni, tafakkurni o'zgartirmasdan turib esa biz ko'zlagan oliy maqsad – ozod va obod jamiyatni barpo etib bo'lmaydi” - deydi I.A.Karimov. Men ham Prezidentimizning ushbu gaplariga amal qilgan holda kelajakda vatanim uchun kerakli kadrlardan biri bo'lib, kelajak avlodni yetuk, bilimli, tarbiyali, el yurtga sodiq farzandlar bo'lib yetishishida o'z hissamni qo'shaman.

XULOSA

Mening Bitiruv Malakaviy Ishim “**HC-modeli uchun Gibbs o'lvcholari**” deb nomlanib ehtimollar nazariyasi, statistik fizika, kvant mexanikasining ma'lum ob'ektiga qaratilgan bo'lib o'lvcholar nazariyasining bir yo'nalishi deyish mumkin. Ma'lumki, berilgan gamil'tonian uchun Gibbs o'lvchovining fazaviy diagrammasi bu gamil'tonianning asosiy yakkalangan (turg'un) holatining diagrammasiga yaqin bo'ladi.

BMI da Z^d panjarasi, yani T^k Keli daraxtida HC-modeli uchun kuchsiz davriy Gibbs o'lvcholarini topish o'rganiladi. Bunda HC - modeli uchun normal bo'luvchining indeksi 2 bo'lganda kuchsiz davriy Gibbs o'lvcholarini topish maqsadida tenglamalar sistemasini keltirib chiqardim va tenglamalar sistemasining yechimlari parametr qanday bo'lishidan qat'iy-nazar translyatsion-invariant bo'lishini ko'rsatdim.

Bitiruv Malakaviy Ishim Kirish, Asosiy qism va Xulosadan iborat. Bundan tashqari BMIga foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati va internet ma'lumotlari ilova qilganman. BMI ning Kirish qismi yurtboshimiz Islom Abdug'aniyevich Karimovning nutqlaridan boshlangan, hamda bu qismda ishning dolzarbligi, maqsadi, vazifalari, manbalari va ilmiy ahamiyati yoritib berilgan. Bitiruv malakaviy ishim ilmiy va referativ xarakterga ega.

Bitiruv malakaviy ishimda asosan gamil'tonianlar, fizik modellar, Gibbs o'lvchovni topishning Markov tasodifiy maydonlar nazariyasi va bu nazariyaning rekurrent tenglamalari usullarini va konturlar usulini o'rgandim. Shu sohaga doir bir nechta adabiyotlar va ilmiy maqolalardan foydalandim.

“Ta'lim – tarbiya tizimini o'zgartirmasdan turib, ongni o'zgartirib bo'lmaydi. Ongni, tafakkurni o'zgartirmasdan turib esa biz ko'zlagan oliy maqsad – ozod va obod jamiyatni barpo

etib bo`lmaydi” - deydi I.A.Karimov. Men ham Prezidentimizning ushbu gaplariga amal qilgan holda kelajakda Vatanim uchun kerakli kadrlardan biri bo`lib, kelajak avlodni yetuk, bilimli, tarbiyali, el yurtga sodiq farzandlar bo`lib yetishishida o`z hissamni qo`shaman.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YHATI

1. Karimov I.A. "Barkamol avlod orzusi" Toshkent – 2000 yil.
2. Karimov I.A. "Inson baxt uchun tug'iladi", "Sharq" – T. 2001
3. Karimov I.A. "Yuksak ma'naviyat – yengilmas kuch". Toshkent "Ma'naviyat" 2005.
4. Karimov I.A. "Jahon moliyaviy – iqtisodiy inqirozi, O'zbekiston sharoitida uni bartaraf etishning yo'llari va choralari" – T: O'zbekiston, 2009 yil.
5. Karimov I.A. "Mamlakatimizda demokratik islohotlarni yanada chuqurlashtirish va fuqorolik jamiyatini rivojlantirish konsepsiyasi" – T: O'zbekiston, 2010 yil.
6. Karimov I.A. "Mamlakatimizni modernizatsiya qilish va kuchli fuqorolik jamiyati barpo etish-ustuvor maqsadimiz". "Xalq so'zi" gazetasi 2010 yil. 27 yanvar.
7. Karimov I.A. "Mamlakatimizni modernizatsiya qilish yo'lini izchil davomi – taraqqiyotimizning muhim omilidir", "Ishonch" gazetasi; 2010 yil 8 – dekabr.
8. Karimov I.A. "Barcha reja va dasturlarimiz vatanimiz taraqqiyotini yuksaltirish, xalqimiz farovonligini oshirishga xizmat qiladi", "Xalq so'zi" gazetasi, 2011 yil 22 – yanvar.
9. O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Maxkamasining "Ta'lim to'g'risida"gi va "Kadrlar tayyorlash dasturida" gi qonuni 1997 – yil, 29 – avgust.
10. C.J.Preston, Gibbs States on Countable Sets, Cambridge Tracts Math., 68, Cambridge Univ. Press, Cambridge, 1974.
11. Синай Я.Г., Теория фазовых переходов. Строгие результаты. Наука. М. 1980.
12. B. Martin, U.A.Roziqov, Yu.M. Suhov, J.Nonlin. Math. Phys., 12:3 (2005), 432-448.
13. U.A.Roziqov, Yu.M. Suhov, Queueing Systems, 46 (2004), 197-212.
14. Rahmatullaev M.M, U.A. Roziqov, TMF, 156:2 (2008). 292-302.
15. S.Zachary, Ann. Prob., 11(1983), 894-903.

NamDU DAK OUMTVning bitiruv malakaviy ishini bajarishga qo'yiladigan talablar haqidagi 31.12.98 yil 362-sonli buyrug'i bilan tasdiqlangan Nizomga asosan bitiruvchining malakaviy ishi biyicha quyidagi xulosaga keldi:

№	Bitiruv malakaviy ishining darajasi	Ball	To'plagan ball
1.	Hajmi va sifatli rasmiylashtirish (tushuntirish hajmi 10-15 ming so'z hajmida, chizmalar A2 formatli qog'ozda 5-6 varaq bo'lishi kerak):		
	A) talabga javob beradi	10	
	B) talabga javob berishi to'la emas	8	
	V) rasmiylashtirish sifatli emas	6	
2	Mavzuning ta'minlanishi		
	A) buyurtmachi tashkilot tavsiya qilgan	10	
	B) davlat dasturi yoki grant loyihasi bo'yicha	8	
	V) NamDU dasturi yoki boshqa dolzarb muammo	6	
3	Mavzu dalzarbligini asoslash:		
	A) yetarli darajada asoslangan	10	
	B) yetarli darajada asoslanmagan	8	
	V) noaniq asoslangan	6	
4	Maqsad va vazifalarini ifodalanganligi:		
	A) aniq	10	
	B) aniqligi to'la emas	8	
	V) aniq emas	6	
5	Ilmiy-tadqiqot usullaridan foydalanish:		
	A) to'la	10	
	B) qisman	8	
	V) yetarli foydalanmagan	6	
6	Olingan natijalarni yangilik va ishonchlilik darajasi:		
	A) yangi va ishonchli	10	
	B) ilgari olinganga qiyoslangan	8	
	V) ishonchligi to'la emas	6	
7	Himoya qismining mazmuni:		
	A) bevosita qillshaga tavsiyalar berilgan	10	
	B) tavsiyalar ishonchli emas	8	
	V) tavsiyalar tushunarsiz va umuman berilmagan	6	
8	Adabiyotlardan foydalanish:		
	A) Xorijiy, O'zbekiston Respublikasi ilmiy jurnallari, monografiyalar, internet materiallaridan yetarli miqdorda	10	
	B) ilmiy adabiyotlardan yetarli qisman foydalanigan	8	
	V) faqat darslik, o'quv qo'llanma, metodik ko'rsatmalar, ma'ruza matnlari, ma'lumotnomalar va boshqalardan	6	
9	Himoya (ma'ruza) qilish:		
	A) a'lo	10	
	V) yaxshi	8	
	V) qoniqarli	6	
10	Tashqi taqriz:		
	A) a'lo	10	
	V) yaxshi	8	
	V) qoniqarli	6	
	BMI bo'yicha yig'ilgan yakuniy ball		

Izox: Har bir band bo'yicha aniqlangan ball doiraga olib chiqiladi va umumiy yig'ilgan ballni 100 ga nisbatan foizi chiqariladi.

Talabanning BMI bo'yicha to'plagan reyting bali ____%

DAK raisi: _____

A`zolari: _____

Kotib(a) _____

M.O`. sana «__» _____ 20 _ y

INTERNET MANBALARI VA MATERIALLARI.

1. <http://allmath.ru/highermath/mathanalysis/matan/matan.htm>
2. info@allmath.ru