



GIBBSNING KANONIK TAQSIMOTI

Avezov Ismoil Yoshuzoq o'g'li

Buxoro davlat universiteti o'qituvchi

ismoil.avezov.yoshuzoqvich@gmail.com

Ismoilov Og'abek Farhod o'g'li

Buxoro davlat universiteti talabasi

Bobomurodov Sardor Sheraliyevich

Buxoro davlat universiteti talabasi

Nusratova Mohinur Nodirbek qizi

Buxoro davlat universiteti talabasi

Annotatsiya: Ushbu maqolada fizik tizimlarning issiqlik muhit bilan termodinamik muvozanatda bo'lishini tavsiflovchi Gibbsning kanonik taqsimoti tahlil qilinadi. Kanonik ansambl konsepsiyasining asoslari, uning kvant va klassik fizika doirasidagi qo'llanilishi, hamda energiya taqsimotiga ta'siri yoritiladi. Shuningdek, taqsimotning statistik fizika va zamonaviy fizikadagi ahamiyati, uning erkin energiya, entropiya va boshqa termodinamik funksiyalar bilan bog'liqligi muhokama qilinadi.

Kalit so'zlar: Gibbs kanonik taqsimoti, statistik fizika, kanonik ansambl, termodinamik muvozanat, erkin energiya, entropiya, energiya taqsimoti, kvant statistika, klassik fizika, issiqlik muhit.



Аннотация: В данной статье рассматривается каноническое распределение Гиббса, описывающее состояние равновесия физической системы, находящейся в тепловом контакте с термостатом. Анализируются основные принципы канонического ансамбля, его применение в классической и квантовой физике, а также влияние на распределение энергии. Кроме того, обсуждается значимость этого распределения в статистической физике и современной науке, а также его связь со свободной энергией, энтропией и другими термодинамическими функциями.

Ключевые слова: Каноническое распределение Гиббса, статистическая физика, канонический ансамбль, термодинамическое равновесие, свободная энергия, энтропия, распределение энергии, квантовая статистика, классическая физика, тепловой резервуар.

Taqsimot funksiyasini topish statistik fizika uchun asosiy masalasidir. Bu masalani yechish uchun mikrokanonik taqsimotni quyidagicha tuzilgan ikki qismdan iborat sistemaga qo‘llaymiz: makroskopik sistemadan uning kichik qismsistemasini ajratib olaylik, uni bundan keyin "jism" deymiz, qolganini "muhit" deymiz. Ko‘pgina kitoblarda katta muhit "termostat" ham deyiladi.

Kanonik taqsimot formulasini keltirib chiqarish uchun har biri termostatda joylashgan deyarli bir-biriga bog‘liq bo‘lmagan podsistemalar yani jismlardan tashkil topgan sistemani tushunish lozim. Hajmning elementar bo‘lagida elementlar soni:

$$dN = g d\Omega \quad (1)$$

Bu yerda g -sistemalar taqsimot zichligi. Sistema uchun holat ehtimolligi :

$$d\omega = \frac{dN}{N} = g e^{\alpha} d\Omega \quad (2)$$

bu yerda α -ehtimolli zichligi. Normalash shartidagi



$$\int d\omega = \int g e^{\alpha} d\omega = 1 \quad (3)$$

Zaif ta'sirlashuvchi sistemalar uchun:

$$E = E_1 + E_2 + E_3 + \dots + E_K = \sum_K E_K \quad (1^*)$$

2-tomondan, butun ansamblning holati $d\omega$ ehtimollik bilan xarakterlanadi. U o'z navbatida alohida sistemalar ehtimolliklariga bog'liq.

$$d\omega = d\omega_1 d\omega_2 d\omega_3 \dots d\omega_k \quad (4)$$

Ansamblning ikkala xususiyati ham eksponensial funktsiyani kiritganda qanoatlantiradi:

$$d\omega_k = \text{const } e^{\alpha E_K} d\Omega_k \quad (5)$$

Bunda eksponensial funktsiya oldidagi ko'paytuvchi va α o'zgarmas barcha sistemalar uchun bir xil tabiatga ega. (1) va (4) tenglamalarga asosan

$$d\omega = d\omega_1 d\omega_2 d\omega_3 \dots d\omega_k = \text{const } e^{\alpha E_1} e^{\alpha E_2} \dots d\Omega_1 d\Omega_2; \quad (2^*)$$

Yoki,

$$d\omega_k = \text{const } e^{\alpha \Sigma E_K} d\Omega = \text{const } e^{\alpha E} d\Omega; \quad (3^*)$$

Umumiy fazoviy hajm:

$$d\Omega = d\Omega_1 d\Omega_2 d\Omega_3 \dots d\Omega_k \dots \quad (4^*)$$

(5) tenglamadagi α –o'zgarmas musbat bo'lishi mumkin emas. Chunki $\alpha > 0$ da $e^{\alpha E}$ funktsiya E ning o'sishi bilan uzluksiz o'sar edi va natijada normalash sharti



bajarilmaydi. Unga ko'ra ehtimollik har bir sistema uchun birdan katta bo'lishi mumkin emas. Shuning uchun

$$\alpha = -\frac{1}{\theta}; \quad (5^*)$$

Bu yerda θ – musbat kattalik bo'lib, uni Gibbs kanonik taqsimot moduli deb atalgan. Teskari konstanta $\frac{1}{\theta}$ ni olish maqsadga muvofiq, chunki eksponentaga daraja ko'rsatkichi o'lchamsiz bo'lishi kerak, (5) tenglamada esa unga o'lchamga ega bo'lgan kattalik - energiya kiradi. Energiyaning istalgan birliklariga o'lchamsiz kattalikni olish uchun energiya birligiga ega bo'lgan bo'linuvchi kiritish kerak. Unda (5) tenglama quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

$$d\omega = \text{const} e^{-\frac{E}{\theta}} d\Omega; \quad (6)$$

Bu ifodadagi konstanta normalash shartining (3) asosida topiladi:

$$\int d\omega = \text{const} \int e^{-\frac{E}{\theta}} d\Omega = 1 \quad (6^*)$$

Shunda

$$\text{const} = \frac{1}{\int e^{-\frac{E}{\theta}} d\Omega}; \quad (7^*)$$

Demak

$$d\omega = \frac{e^{-\frac{E}{\theta}} d\Omega}{\int e^{-\frac{E}{\theta}} d\Omega}; \quad (7)$$

(7) tenglamaning maxrajidagi o'zgarmas kattalik holat integrali deyiladi va Z bilan belgilanadi:



$$Z = \int e^{-\frac{E}{\theta}} d\Omega \quad (8)$$

Bu tenglama statistika masalalarini yechishda muhim ahamiyat kasb etadi. (8) formuladagi integrallash butun fazalar barchasiga amalga oshiriladi:

$$Z = \int e^{-\frac{E}{\theta}} d\Omega = \int \cdots \int e^{-\frac{E}{\theta}} dq_1 dq_2 \cdots dp_1 dp_2 \cdots \quad (8^*)$$

Z kattalik barcha holatlar barcha aniq integral bo'lib, ansanblining alohida holatiga bog'liq emas. Shuning uchun hisoblashlarni qulaylashtirish uchun

$$Z = e^{-\frac{\psi}{\theta}} \quad (9)$$

ψ – (9) ga asosan energiya o'lchamligiga ega doimiylik (8) va (9) ni (7) ga qo'ysak, u holda

$$d\omega = e^{\frac{\psi-E}{\theta}} d\Omega; \quad (10)$$

(10) bilan (2) ni solishtirib ehtimollik zichligi uchun formulani topamiz:

$$\varpi = e^{\frac{\psi-E}{\theta}} \quad (11)$$

(11) Gibbsning fazoda sistemalarning kanonik taqsimoti.

Hajm birligidagi sistemalar sonini (2) tenglamaning holatidan topish mumkin.

$$\rho = N e^{\frac{\psi-E}{\theta}} \quad (12)$$

Keltirib chiqarilgan munosabatlardan statistikaning ko'pgina masalalari yechiladi. Bulardan eng muhimi aynan sistemalar ansanblida energiya taqsimoti bo'lib, uni (12) tenglamadan topish mumkin.



Statistik fizikadan ma'lumki, hajm energiyasi funksiyasi bo'lib, u

$$d\Omega = \frac{dN}{dE} dE \quad (9^*)$$

ga teng .

Bu munosabatni (10) ga kiritib, E dan E+dE chegaragacha ehtimollik zichligini topamiz:

$$d\omega = e^{\frac{\psi-E}{\theta}} \frac{dN}{dE} dE \quad (13)$$

Bu yerda ansanbl uchun energiya taqsimot funksiyasi hosil bo'ladi:

$$\psi = e^{\frac{\psi-E}{\theta}} \frac{dN}{dE}; \quad (14)$$

(14) tenglamaning analiziga o'tganda makroskopik sistemalar uchun kanonik taqsimoti har turli jihatlarini qayd etib o'tish lozim.

Ko'rsatish mumkinki , (14) tenglamadagi energiya taqsimot funksiyani energiyaning ma'lum qiymatidagi o'tkir maksimum bilan xarakterlanadi. Unga ko'ra kanonik taqsimotda energiya dispersiyasi yetarlicha kichik , ya'ni maksimumga to'g'ri keluvchi energiya qiymatidan chetlashuv juda kichik. Kanonik taqsimotning bu xususiyatini (14) funksiyani analiz qilish orqali tavsiflash mumkin. (14) tenglamaning o'ng tomonidagi ko'paytuvchilarga ahamiyat bersak, ularning har ikkalasi ham energiya funksiyasi. Birinchi ko'paytuvchi monoton kamayuvchi E funksiyani (chunki ψ va θ doimiylar) . Ikkinchi ko'paytuvchi $\frac{d\Omega}{dE}$ energiya bilan tez o'sadi.

Ma'lumki , funksiyalardan biri monoton kamayayotganda ikkinchisi juda tez o'ssa , E kattalik uchun albatta mazkur o'tkir maksimumning hosil bo'lishiga olib keladi. Shunday



qilib (13) ga asosan sistemalar uchun ehtimollikning qandaydir E_{max} dan kichik va katta qiymatlarini qabul qilishi ehtimolligi kichik. θ , E_{max} energiyali holatning chetlashuvlari faqat ko'p sondagi zarrachalardan tashkil topgan sistemalarda ba'zi holatlarda uchrashi mumkin. Biz bu xulosaga energiyaning Gibbs funksiyasi bo'yicha taqsimotida erishdik. Xuddi shu xulosaga fluktuatsiyalar to'g'risidagi asosiy teoremdan keltirib chiqarish mumkin.

Bunday taqsimotda energiyaning fluktuatsiyasi $\frac{1}{\sqrt{N}}$ ga proporsional va katta sondagi sondagi zarrachalardan iborat makroskopik sistemalar uchun 10^{-9} - 10^{-10} % nigina tashkil etadi. Bundan ko'rinadiki, katta ehtimollik bilan termostatda joylashgan makroskopik sistema muvozanat holatida aniq energiyaga ega bo'ladiki, undan chetlashuvlar deyarli bo'lmaydi.

Agar, fazoda tasavvuriy sistemalarni kiritsak va ular real sistema berilganlarini qanoatlantirilsa, sistemalarning ko'pchiligi statistik muvozanatda E_{max} ga yaqin fazo sohasida joylashadi.

Adabiyotlar:

1. Зайнобиддинов С.З., Тешабоев А. Ярим утказгичлар физикаси. Тошкент. «Укитувчи», 1999.
2. Туксанова, З. И., & Ахадова, М. М. к. (2024). ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЛУПРОВОДНИКОВ. *GOLDEN BRAIN*, 2(1), 553–559. Retrieved from <https://researchedu.org/index.php/goldenbrain/article/view/6046>
3. Avezov, I. Y. o'g'li, & Xusenova, E. E. (2024).//RADIOAKTIV NURLARNING INSON ORGANIZMIGA TA'SIRI. *GOLDEN BRAIN*, 2(3), 161–167. <https://researchedu.org/index.php/goldenbrain/article/view/6183>



4. Аvezов , И. Ё. ў., & Гулрух Сирожиддин қизи, М. (2023). РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТКС13 НА БАЗЕ ПТК ТПТС ВВЭР-1000. *GOLDEN BRAIN*, 1(34), 261–265. Retrieved from <https://researchedu.org/index.php/goldenbrain/article/view/5603>
5. Avezov, I. Y. o‘g‘li, Sobirova, M. O. qizi, & Safarova, M. F. qizi. (2023). ATOM FIZIKASI LABORATORIYA DARSLARIDA ELEKTRON DASTUR VA ANIMATSIYALAR. *GOLDEN BRAIN*, 1(11), 164–168. Retrieved from <https://researchedu.org/index.php/goldenbrain/article/view/3147>
6. Avezov Ismoil, Saidov Q.S.//RESPUBLIKAMIZDA AES DAN FOYDALANISH ISTIQBOLLARI//*Involta Scientific Journal*// 2022-05-25. Vol. 1 No. 6 (2022): "*Involta*" *Ilmiy jurnali*.