

O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI XALQ TA'LIMI VAZIRLIGI

NAVOIY DAVLAT PEDAGOGIKA INSTITUTI

«FIZIKA-MATEMATIKA» FAKULTETI

FIZIKA- ASTRONOMIYA TA'LIM YO'NALISHI

IV- KURS TALABASI BO'RIYVA GULNOZ BERDIQUL QIZI

Bitiruv malakaviy ishi

**MAVZU: Termodinamika qonunlarining statistik
asoslarini o'rganish**

Ilmiy rahbar: dots. A.A.Axmedov

Bajaruvchi: talaba . G.Bo'riyeva

Navoiy – 2015 y.

DAVLAT ATTESTASIYA KOMISSIYASINING RAISIGA

Navoiy davlat pedagogika instituti “ Fizika- matematika” fakulteti kunduzgi
bo’lim _____ ta’lim
yo’nalishi _____ kurs “ _____ ” guruh talabasi _____
ning _____

mavzusidagi bitiruv malakaviy ishi himoya qilish uchun yuborildi.
Reyting kaydnomasidan ko’chirma, bitiruv malakaviy ishi rahbarining mulohazasi,
kafedraning ishni himoyaga tavsiya etish haqidagi xulosasi, taqrizlar ilova qilinadi.

Fakultet dekani:

dots.I R Kamolov

NAVOIY DAVLAT PEDAGOGIKA INSTITUTI

“Umumiy fizika” kafedrasining bitiruv malakaviy ishi haqidagi

X U L O S A S I

_____ kurs _____ guruhi
o’quvchisi _____
ning _____

mavzusidagi bitiruv malakaviy ishi kafedra yig’ilishida muhokoma
qilingan va Davlat attestasiya komissiyasiga himoya tavsiya etiladi.

Kafedra mudiri:

dots. A M Karimov

MUNDARIJA

Kirish	
I-BOB. Termodinamika va statistik fizikani o'qitishda samaradorlik tushunchasi pedagogic jihatlar	
I.1 Termodinamika qonunlarining statistic asoslarini o'rganishda rivojlanish tarixining muhim bosqichlari.....	
I.2. Termodinamika qonunlarining statistic asoslarini o'rganishda, issiqlik harakati, Ichki energiya.....	
I.3.Molekulyar fizikada issiqlik miqdori. Issiqlik sig'imi.....	
I.4.Termodinamikaning birinchi bosh qonuni va uni gaz izojarayonlariga tadbig'i.....	
I-BOB bo'yicha xulosalar.....	
ASOSIY QISM	
II-BOB. Kllasik va kvant nazariyalar orasidagi munosibatlar	
II.1.Issiqlik sig'imining klassik nazariyasi va uning chegaralanganligi.....	
II.2.Fizika hodisalarni tekshirishda dinamik, statistik va termodinamik usullar...	
II.3.Gaz molekulalarining tezliklari va energiyalari bo'yicha taqsimlanishiga oid Maksvell qonuni, Bolsman taqsimot qonuni.....	
II-BOB bo'yicha xulosalar.....	
III-BOB Kvant xsusiyatlarda hiqattiq jismning ifodalanishi	
III.1. Qattiq jismlar issiqlik sig'imiga oid Eynshteyn nazariyasi. Debay nazariyasi. Fononlar.....	
III-BOB bo'yicha xulosalar.....	
XOTIMA.....	
Foydalanilgan adabiyotlar.....	

Oliy o'quv Yurti

fakulteti

kafedraasi yo'nalishi kurs guruh

“TASDIQLAYMAN”

kafedra mudiri:

“ ” 200 __yil

BITIRUV MALAKAVIY ISHI BO'YICHA TOPSHIRIQ

O'quvchi

(familiyasi,ismi,sharfi)

1.Bitiruv

ishining

mavzusi

“ ” 200 __ yil kafedra majlisida tasdiqlangan

2.Bitiruv

ishi

tipshirish

muddati

3.Bitiruv

ishini

bajarishga

doir

boshlang'ich

ma'lumotlar

4. Hisoblash- tuShuntirish yozuvlarning tarkibi (ishlab chiqiladigan masalalar ro'yxati)

5.Chizma ishlar ro'yxati (chizmalar nomi aniq ko'rsatiladi)

6. Bitiruv ishi bo'yicha maslahatchi(lar)

t/r	Bo'lim mavzusi	Maslahatchi o'qituvchi F.I.Sh.	Imzo, sana	
			Topshiriq berildi	Topshiriq bajarildi
I				
II				
III				

T/r	Bitiruv ishi bosqichlarining nomi	Bajarish muddati (sana)	Tekshiruvdan o'tganlik belgisi
I			
II			
III			
IV			

Bitiruv _____ ishi
rahbari _____
(familiyasi, ismi, sharifi) (imzo)

Topshiriqni _____ bajarishga
oldim _____
(familiyasi, ismi, sharifi) (imzo)

Topshiriq berilgan sana “ ____ ” _____ 200 __yil.

Kirish

Makrotizimlar xususiyatlarini o`rganish bilan nazariy fizikaning bo`limlari termodinamika va nazariy mexanika ham shug`ullanadi. Termodinamika va nazariy mexanika makrotizimlarni tutash muhit deb qaraydi. Statistik fizika esa makrotizimlarni o`rganishda ularni tashkil etgan zarralar xususiyatiga asoslanadi. Statistik fizika jism zarralarining xususiyatlariga asoslangan holda makroskopik xususiyatlarini keltirib chiqaradiki, bu makroxususiyatlarni, ya'ni ularga tegishli bo`lgan makroskopik kattaliklarni bevosita o`lchash yoki hissiyotimiz bilan sezishimiz mumkin bo`lsin.

Termodinamika (yun. termo issiq, dynamis — kuch) — termodinamik muvozanat holatida turgan makroskopik tizimlarning umumiy xossalariga bu holatlar orasidagi utish jarayonlari to'g'risidagi fan. T. fundamental qonun va tamoyillar asosida quriladi.

Termodinamikaning birinchi bosh qonuni tizimning energiya saqlanish qonuni bo'lib, unga, asosan, tizim o'zining ichki energiyasi yoki qandaydir tashqi energiya manbai hisobiga ish bajarishi mumkin. Bu qonunni Yu. R. Mayer ta'riflagan. G. Gelmgolts aniqroq shaklga keltirgan (1874). Termodinamikaning ikkinchi bosh qonun i quyidagicha: issiqlik energiyasi ishga aylanish jarayonida to'liq miqdorda ishga aylanmaydi, issiqlik sovuq tizimdan issiq tizimga o'zo'zidan o'ta olmaydi. Bu qonunni R. Klauzius ta'riflagan (1850). Bu qonunga asosan, har qanday mashina uzatilgan issiklikni to'liq ishga aylantira olmaydi, issiklikning ma'lum qismi sovitkichda qoladi (q. [Karno sikli](#)).

Termodinamikaning uchinchi bosh qonuni entropiyaning mutlaq qiymatini aniqlaydi; Nernstning issiqlik qonuni deb ham ataladi. Bu qonunga ko'ra, ixtiyoriy tizimning entropiya S si mutlaq nolga intiladigan har qanday t-ra T .da bosimga, zichlikka bog'liq bo'lmagan eng oxirgi chegaraviy qiymatiga erishadi. 1911 y.da M. Plank bu qonunni quyidagicha ifodalagan: t-ra mutlaq nolga intilganda tizim entropiyasi ham nolga intiladi.

Termodinamika umumiy yoki fizik termodinamikga, termodinamika . qonunlarini issiqlik texnikasiga tatbiq qiluvchi texnik termodinamikaga, termodinamika qonunlarini kimyoviy va fizikkimyoviy jarayonlarga tatbiq qiluvchi kimyoviy termodinamikaga, termodinamika qonunlari yordamida qaytmas jarayonlarni o'rganuvchi qaytmas jarayonlar termodinamikasiga bo'linadi.

Statistik fizika - nazariy fizika bo'limi. Juda kup miqdordagi bir xil zarralar (molekula, atom, elektron va b.)dan tashkil topgan makroskopik jismlar, ya'ni tizimlar xossalarini alohida zarralar xossalari va ularning o'zaro ta'sirlariga asoslanib o'rganadi. Agar tizim soni cheklangan molekulalardan tashkil topgan bo'lsa, klassik mexanika qonuniyatlaridan foydalanib tizimdagi fizik hodisalarni o'rganish mumkin. Buning uchun molekulalarning boshlang'ich vaqtda fazodagi o'rni, tezligi va ular orasidagi o'zaro ta'sir kuchlarining harakteri ma'lum bo'lsa, har bir molekula uchun harakat tenglamasini tuzish, keyingi istalgan vaqtda hamma molekulalarning fazodagi urinlarini, tezliklarini aniklash mumkin. Bu ma'lumotlar, o'z navbatida, turli fizik kattaliklarni, mas, molekulalarning idish devoriga ko'rsatayotgan bosimini va b. fizik kattaliklarni hisoblashga imkon beradi. Mas, temperatura 0° va bosim 1 atm bo'lgan sharoitda, 1 sm^3 hajmdagi gaz molekulalarining soni taxm. $2,7 \cdot 10^{19}$ dona bo'ladi. Bunday ko'p sonli molekulalarning harakat tenglamalarini yechish, molekulalarning biror vaqtda fazodagi o'rni va tezliklarini aniklash mumkin emas. Ikkinchi tomondan ko'p sonli zarralardan tashkil topgan tizimda alohida zarralarga xos bo'lmagan yangi xususiyatlar yuzaga keladi. Mas, muayyan muvozanatda turgan gazning fizik xossalari har bir molekulaning boshlang'ich vaqtdagi holati, tezligi, yo'nalishi va b.ga bog'liq bo'lmay qoladi.

Statistik fizikada tizimni tashkil etuvchi ko'p miqdordagi zarralar xususiyatlarini ularning dinamik nuqtai nazardan harakterlovchi fizik kattaliklar qiymatlari bo'yicha taqsimot qonunlarini o'rganib, bu qonunlar asosida hisoblangan o'rtacha fizik kattaliklar yordamida tizim xususiyatlari aniqlanadi.

Tizimni tashkil etgan zarralar klassik mexanika yoki kvant mexanika asosida tavsiflanishiga qarab, statistik fizikani klassik statistika yoki kvant statistika deyiladi. Kvant statistika umumiyroq va aniqroq bo'lib, klassik statistika uning xususiy holidir. Ammo hozirgi zamonda juda ko'p masalalarni hal qilishda klassik statistika yetarlidir.

Statistik fizika 2 bo'lim: muvozanat statistik fizika va nomuvozanat statistik fizikadan iborat. Nomuvozanat jarayonlar statistik fizikadansi muvozanati buzilgan tizimlardagi jarayonlarning borishini ifodalovchi tenglamalarni molekulyar tuzilish nuqtai nazaridan keltirib chiqarish, kinetik koeffitsiyentlar (issiqlik o'tkazuvchanlik, diffuziya, yopishkrkdik)ni molekulyar harakteristikalar orqali ifodasini aniqlash va nomuvozanat termodinamikani asoslash kabi masalalar bilan shug'ullanadi. Muvozanatli jarayonlar statistik fizikadansi muvozanatsiz jarayonlar statistik fizikasining xususiy xoli bo'lib, termodinamik muvozanatdagi tizim xossalarini, ular orasidagi bog'lanishlarni, shuningdek, termodinamikaning asoslash masalalarini o'rganadi.

Statistik fizikaning rivojlanishi, asosan, 19-a.ning o'rtalaridan boshlangan. Unga J.Maksvell, R.Klauzius, L.Bolsman, 20-a.da esa nemis fizigi P.Drude, G.Lorents, J.U. Gibbs, polyak fizigi M.Smoluxovski, A.Eynshteyn, Sh.Boze, E.Fermi, P.Dirak va b. S.f.ning rivojlanishiga hissa qo'shishgan.

Statistik fizika nazariy fizikaning asosiy tarkibiy qismlaridan,juda ko'blab zarralardan tashkil zarralardan tashkil topgan fizik tizimlar xususiyatlarini o'rganish bilan shug'ulanadi. Makrotizim deyilganda, odatda, undagi zarralar soni $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ Avogadro sonidan kam bo'lmagan tizim tushuniladi. Ma'lumki, alohida elementar zarralarning va ularning kombinatsiyasidan tashkil topgan atom va molekulalarning xususiyatlari kvant mexanikasida o'rganiladi. Statistik fizika esa xususiyatlari allaqachon o'rganilgan zarralardan tashkil topgan makrotizimlar xususiyatini aniqlash bilan shug'ullanadi.

Juda ko'p zarralardan (molekulalar, atomlar, elektronlar va shu kabilardan tashqil topgai tizim (sistema) *makroskopik (termodinamik) tizim*

deyiladi. Fizikaning klassik mexanika va kvant mexanikasi bo'limlari bunday tizimning holatini va uning xossalarini zarralar dinamik, harakatlari va ularni o'zaro ta'siri asosida organadi.

Tizimning bunday dinamik mikroholatining vaqt buyicha o'zgarishi zarralar kupligi va ularning harakati tufayli, g'oyat murakkab xarakterga ega. Uning dinamik harakatlari amalda tadqiq, qilish mumkin emas. Ammo ko'p zarrali tizimda murakkab o'zgarishini aniqlaydigan dinamik qonuniyat bilan birgalikda shunday statistik qonuniyat ham borki, uni organish statistik fizikaning vazifasi hisoblanadi.

Statistik metod moddani tashkil etgan mikrozzarralar xossalari va harakat qonunlariga asoslanib, sistema xossalarini tadqiq qiladi va o'rganadi. Bu metod asosida gazlar, suyuqlik xossalari, qattiq jismlardagi elektronlar, elektromagnit nurlanishga oid masalalar va boshqa hodisalar o'rganiladi.

Termodinamikaning birinchi qonuni sistemadagi turli xil energiyalarning uzaro ekivalentligini, ular o'rtasidagi bog'lanishni ko'rsatib beradi. Mazmuniga ko'ra bu qonun energiyaning saqlanish va aylanish qonunidir. Termodinamikaning ikkinchi qonuni jarayonlarning borishi va yunalishini aniqlaydi. Demak, termodinamikaning birinchi qonuni energiyaning saqlanishi va aylanishini, ikkinchi qonuni esa bu jarayonlarning qaysi yunalishda ruy berishi mumkinligini aniqlaydi.

Mavzuning dolzarbligi:

Termodinamika qonunlarining statistik asoslarini o'rganish asosida olingan o'rtacha kattaliklar (momentlar), ularning o'zgarishlari, qonunlari makroskopik fizikadagi (termodinamika, gidrodinamika, gazodinamika va shu kabillardagi) parametrlar, ularning o'zgarishlari, qonunlariga mos keladi. Shu ma'noda statistik fizikaning vazifasi makroskopik fizika va uning qonunlarini molekulyar atomistik tasavvurlardan kelib chiqib asoslashdan ham iborat.

Ushbu ishda termodinamika qonunlarining statistik asoslarini o'rganish bo'g'lanishlar taqsimot funksiyalari orasidagi munosabatlar atroficha tahlil qilish

masalasi uni uslubiy jihatdan yoritishga tushunali tarzda tahlil qilish masalasi qo'yilgan.

Tadqiqotning maqsadi : makroskopik tizim termodinamik muvozanat holatida bo'lsa, bunday tizimning statistik qonunlarini va undagi miqdoriy munosabatlarni muvozanatli statistik fizika o'rganadi. Termodinamika qonunlarining statistik asoslarini o'rganishda chegaraviy holatlarda o'tish omillari aniqlash masalasi qo'yilgan.

Tadqiqot predmeti : Fizik hodisalar va jarayonlarni o'rganadigan dinamik va statistik usuldan tashqari **termodinamik** usul ham mavjuddir. Statistik usuldan farqli termodinamik usul jismlarni va tabiat hodisalarini makroskopik xossalarini, ularning mikroskopik manzarasiga, ya'ni o'rganilayotgan sistemaning ichki tuzilishi va sistemani tashkil etuvchi qismlarining harakat holatlariga e'tibor qilmay o'rganadi. Fizik hodisalarga termodinamik usulni qo'llash imkoniyati ularda energiyaning bir turdan boshqa turiga aylanish jarayonlari bilan bog'liqdir.

Umumiy fizikada molekulalarning tezliklar taqsimotini ifodalashdagi mavjud muammolarni nazariy fizikada uslubiy jihatdan talqin qilib berish uning ishonchliligini metodik yoritish

Tadqiqot ob'ekti:

1.O'quv jarayonida oliy o'quv yurtlarida fizikani o'qitishda eksperimental fizika va nazariy fizika uyg'unligiga erishish. Termodinamika va statistik fizikani texnika oliy o'quv yurtlarida o'qitishda o'quv mashg'ulotlarida nazariy fizikani imkoniyatlaridan foydalanish orqali mavzularni mustahkamlashda, o'qitish sifati va samaradorligini oshirish.

Tadqiqot vazifalari : Termodinamika qonunlarining statistik asoslarini o'rganish oldida quyidagi dolzarb vazifalarni hal etish masalasi turadi:

- zamonaviy pedagogik texnologiyalarni qamrab olgan o'quv qo'llanmalar va darsliklar yaratish;
- Termodinamika qonunlarining statistik asoslarini o'rganishning umumiy masalalarini tahlil qilish va ularni hal etishda o'quv fanini takomillashtirish;

-ilg'or pedagogik tajribalarni o'rganish, umumlashtirish hamda o'quv jarayoniga tadbiq etish;

- Termodinamika qonunlarining statistic asoslarini o'rganishdan egallangan bilim va ko'nikmalarni amaliyotda qo'llay olishni o'rgatish;

-eksperimental qonuniyatlar shakllantirishda - nazariydan foydalanish, matematik modellashtirish, qayta ishlash;

Bitiruv malakaviy ishning tuzilishi:

Bitiruv malakaviy ishi kirish, 3 ta Bob,10ta paragrafdan, xulosalar va tavsiyalar,xotima, foydalanilgan adabiyotlar ro'yhati tashkil topgan.

I.1. Termodinamika qonunlarining statistika asoslarini o'rganishda rivojlanish tarixining muhim bosqichlari

Tabiatning barcha hodisalarini bir butun qilib bog'lovchi energiyaning saqlanish va aylanish qonunining ochilishi tabiatshunoslikda, jumladan, fizikaning rivojlanishida katta ahamiyatga ega. 19-asr o'rtalariga kelib tajriba orqali issiqlik miqdori bilan bajarilgan ish miqdorining o'zaro qiyosiy tengligi isbotlandi va shu asosda issiqlik energiyaning maxsus turi ekanligi aniqlandi. Energiyaning saqlanish va aylanish qonuni issiqlik hodisalari nazariyasining asosiy qonuni bo'lib, u termodinamikannsh birinchi bosh qonuni deb ataladi. Bu qonunni Yu.R.Mayer ta'riflagan, nemis fizigi G.Gelmgots aniqroq shaklga keltirgan (1874). Termodinamikaning rivojlanishida S. Karno, R. Kpauzius, U.Tomson, E.Klapeyron va D.I.A/yendeleyevlarning xizmatlari katta bo'ldi. S. Karno issiqlikning mexanik xdrakatga aylanishini aniqladi, R.Klauzius, U. Tomson issiqlik nazariyasining asosiy qonuni — termodinamikaning ikkinchi bosh qonunini ta'rifladilar, R. Boyl, E. Mariott, J.GeyLyussak, B. Klapeyron ideal gazning xrlat tenglamasini aniqladilar. D.I.Mendeleyev uni barcha gazlar uchun umumlashtirdi va h.k. Termodinamika bilan birga issiqlikning molekulyarkinetik nazariyasi rivojlanib bordi. A. Eynshteyn, polyak fizigi M. Smoluxovski va fransuz fizigi J. Perrenlar broun harakati atom hamda molekulalarning issiqlik harakati ekanligini isbotlab, molekulyarkinetik nazariya asoslari bo'lgan broun harakatining miqsoriy nazariyasini yaratdilar. Bu esa, o'z navbatida, statistik mexanikaning to'la tan olinishiga olib keldi. J.K.Maksvell kiritgan ehtimollik xarakteriga ega bo'lgan statistik tushunchalar asosida gazlardagi molekulalar tezligi, erkin yugurish uzunligi, vaqt birligi ichidagi to'qnashuvlar soni va b. kattaliklarning o'rtacha qiymatlarini topishga yo'l ochildi, traning molekulalarning o'rtacha kinetik energiyasiga bog'likligi ko'rsatildi. Materiyaning kinetik nazariyasi taraqqiy etishi L. Boltsman tomonidan statistik mexanika — Boltsman statistikasishtt yaratilishiga olib keldi. 19-asrning 2yarmida J.K.Maksvell elektromagnit hodisalarning elektromagnit maydon tushunchasiga asoslangan yangi nazariyasini va uni ifodalovchi tegishli tenglamalar tizimini yaratdi. U

tabiatda elektromagnit to'liqlarning mavjudligini, ularning anik, xususiyatlari — bosimi, difraksiyasi, interferensiyasi, tarqalish tezligi, qutblanishi va h.k. borligini aniqladi. Maksvell nazariyasining eng muhim natijasi elektromagnit to'liqlarning tarqalish tezligi yorug'lik tezligiga teng bo'lgan qiymatga ega ekanligi to'g'risidagi xulosa hisoblandi. Maksvell nazariyasidan yorug'likning elektromagnit xususiyatiga ega ekanligi kelib chikdi. G.Ge/ning elektromagnit to'liqlarni aniqlash bo'yicha olib borgan tajribalari buni tasdikladi. 1899 y. P.Lebedev yorug'likning bosimini tajriba orqali aniqladi. 1895 y.da A.S.Popov Maksvell nazariyasidan foydalanib Simeiz alokani yaratdi. Yukrridagi va b. tajribalar Maksvellning elektromagnit nazariyasi to'g'riligiga yakun yasadi.

Shunday qilib, 19-asr fizikasi 2 bo'limdan — jismlar fizikasi va maydon fizikasidan iborat bo'ldi. Jismlar fizikasi asosida molekulyar kinetik nazariya qabul qilingan bo'lsa, maydon fizikasi elektromagnit maydon nazariyasi asosiy rol o'ynadi.

Klassik fizika modda, vaqt, fazo, massa, energiya va h.k. haqidagi maxsus tasavvurlar, tushunchalar, qonunlar, prinsiplardan tashkil topgan. U klassik mexanika, klassik statistika, klassik termodinamika, klassik elektrodinamika va b. bo'limlarga bo'linadi. Klassik mexanikada harakat qonunlari — Nyuton qonunlaridan iborat. Moddiy nuqta, mutlaq qattiq jism, tutash mux, itlar tushunchalari muhim rol o'ynaydi. Bularga moye tarzda moddiy nuqta mexanikasi, mutlaq qattiq jism mexanikasi, tutash muhit mexanikasi mavjud.

Ko'p amaliy hollarda qoniqarli natijalar beradigan klassik fizika katta tezliklar va mikroob'yektlar bilan bog'liq hodisalarni to'g'ri tushuntirishga ojizlik qildi. Shunday hodisalar qatoriga qattiq jismlarning issiqlik sig'imi, atom tizimlarining tuzilishi va ulardagi o'zgarishlar xarakteri, elementar zarralarning o'zaro ta'siri hamda bir-biriga aylanishi, mikrotizimlardagi energetik holatlarning uzlukli o'zgarishi, massaning tezlikka bog'liqligi va b. masalalar kiradi. Fizikaning yangi taraqqiyoti yuqoridagiga o'xshash hodisalarni ham to'g'ri tushuntirib bera oladigan

yangi, noklassik tasavvurlarga olib keldi. Bunday tasavvurlarga asoslangan yangi fizika maydon kvant nazariyasi va nisbiylik nazariyasidan iborat.

Fizikaning klassik va noklassik fizikaga ajratilishi shartlidir. Galiley — Nyuton mexanikasi, Faradey — Maksvell elektrodinamikasi, Boltsman — Gibbs statistikasini, odatda, klassik fizikaga, maydon kvant nazariyasi va nisbiylik nazariyasini hozirgi zamon fizikasiga kiritishadi. Tarixiy jihatdan bu haqiqatan ham shunday. Ammo klassik fizika bilan hozirgi zamon fizikasini bir-biriga qarshi qo'yish asossizdir. Yangi texnika, kosmosni egallash kabi sohalarda klassik fizikadan keng foydalanib muhim yutuqlarga erishilmokda. Maksvell tomonidan elektromagnit qodisalarini o'rganish jarayonlari uning klassik elektrodinamikaⁿⁱ yaratishi bilan yakunlandi. 1897 y.da J. Tomsonning elektron zarrasining ochishi bilan fizika rivojida yangi davr boshlandi.

Hozirgi zamon fizikasi. 19-asr oxirida aniqlangan qator yangiliklar (elektronning ochilishi, elektron massasining tezlik o'zgarishi bilan o'zgarishi, harakatlanuvchi tizimlarda elektromagnit hodisalarining ro'y berishidagi qonuniyatlar va b.) Nyutonning fazo va vaqt mutlaqligi to'g'risidagi tasavvurlarini tanqidiy tekshirib chiqish kerakligini ko'rsatdi. J.Puankare, X.A.Lorents kabi olimlar bu sohada tadqiqotlar olib borishdi. 1900 y.da M. Plank nur chiqarayotgan tizim — ossillyatorning nurlanish energiyasi uzluksiz qiymatlarga ega degan klassik fikrni rad etib, bu energiya faqat uzlukli qiymatlar (kvantlar)dangina iborat degan butunlay yangi farazni ilgari surdi. Shunga asoslanib nazariya bilan tajriba natijalarini taqqoslanganda ularning moye kelishini aniqladi. Plank gipotezasini A. Eynshteyn rivojlantirib, yorug'lik nurlanganda ham, darqalganda ham kvantlar — maxsus zarralardan tashkil topadi degan fikrga keldi. Bu zarralar fotonlar deb ataldi. Foton iborasini 1905 y.da A.Eynshteyn fotoeffekt nazariyasini talqin etishda qo'llagan, bu ibora fizika fanida 1929 y.dagina paydo bo'ldi. Shunday qilib, fotonlar nazariyasiga muvofiq yorug'lik to'lqin (interferensiya, difraksiya) va zarra (korpuskulyar) xususiyatga ega.

1905 y.da A. Eynshteyn Plank gipotezasini rivojlantirib, maxsus nisbiylik nazariyasini yaratdi. 1911 y.da E. Rezerfordning azarralarning jismlarda sochilishini tekshirish tajribasi atomlar yadrosining mavjudligini isbotladi va u atomlarning planetar modelini yaratdi. 1913 y.da N. Bor nurlanishning kvant xarakteri asosida atomlardagi elektronlar ma'lum barqaror holatlargagina ega bo'lib, bu holatlarda energiya nurlanishi sodir bo'lmaydi, degan postulatni yaratdi. Nurlanish elektronlarning bir barqaror holatdan ikkinchi barqaror holatga "sakrab o'tishi"da, ya'ni diskret ravishda ro'y beradi. Bu postulat o'sha yili J. Frank va G. Gers o'tkazgan tajribalarda tasdiklandi. Bor postulati atomning planetar modeli kvant xarakterga ega ekanligini ko'rsatadi.

A. Eynshteyn butun odam tortishishi (gravitatsiya) masalasi bilan shug'ullanib, 1916 y.da fazo, vakt va tortishishning yangi nazariyasi — umumiy nisbiylik nazariyasini yaratdi. Ilgaridan ma'lum va kuzatilgan, ammo to'g'ri hamda mukammal ilmiy tushuntirilmasdan kelayotgan qator hodisa va faktlar nisbiylik nazariyasi tufayli har tomonlama oydinlashdi. Bu nazariya o'ziga qadar fanga ma'lum bo'lmagan ko'plab yangi hodisalar qonunlarning borligini oldindan aytib berdi, eng yangi fan uchun g'oyat zarur bo'lgan natija va xulosalarga erishildi (massaning tezlik o'zgarishi bilan o'zgarishi, massa bilan energiyaning o'zaro boglanishi, yorug'lik nurlarining kosmosdagi jismlarning yaqin atrofidan chetlanib og'ishi va b.). M. Laue kristallarda atomlarning tartibli joylashishini rentgen nurlari difraksiyasi yordamida birinchi bo'lib tushuntirib berdi. Rus fizigi G.V. Vulf va ingliz fizigi U.L.Bregg kristallarda atomlarning joylashishini, ular oralig'idagi masofalarni aniklab, rentgen strukturalari taxliliga asos soldilar. P. Debai, M. Bornlar kristall panjaralari garmonik tebranib turadigan ossilyatorlar yig'indisidan iborat, deb tushuntirdilar.

20-asrning 20-y.lariga kelib, kvant mexanikaga tuda asos solindi, mikrozararalar harakatining norelyativistik nazariyasi to'la isbotlandi. Buning asosini Plank — Eynshteyn — Borlarning kvantlashuv va L. Broylnij materiyaning korpuskulyarto'lqin xususiyati to'g'risidagi (1924) g'oyalari tashkil etdi. 1927 y.da tajribalarda kuzatilgan elektron difraksiyasi bu fikrni tasdikladi. 1926 y.da

avstriyalik fizik E. Shryodinger atomlarning uzlukli energiyaga ega ekanligini ifodalovchi kvant mexanikaning asosiy tenglamasini yaratdi.

Kvant mexanika bilan bir qatorda kvant statistika ham rivojlanib bordi. U ko'p mikrozarralardan tashkil topgan tizimlarning xossalari kvant mexanika qonunlari yordamida o'rganadi. 1924 y.da hindistonlik fizik Sh. Boze kvant statistikasi krnuniyatlarini fotonlarga (spinlari 1 ga teng) tatbiq etib, muvozanatli nurlanish spektorida energiyaning taqsimlanishi uchun Plank formulasini, Eynshteyn esa ideal gaz uchun energiyaning taqsimlanish formulasini keltirib chikardi. 1925 y.da amerikalik fiziklar J.Ulenbek va S.Gausmit elektronning xususiy harakat mikdori momentini anikladilar. Shu yili V. Pauli bir xil kvant holatda faqat bittagina elektron bo'la olishini ko'rsatdi (Pauli prinsipi), shu asosda Mendeleyev davriy sistemasiga nazariy tuye berildi.

1926 y.da E.Fermi va P.Dirak Pauli prinsipiga bo'ysunadigan, spinlari $1/2$ ga teng bo'lgan, bir xildagi zarralar tizimi uchun FermiDirak statistikasinn kashf qildilar.

1928 y.da Ya. Frenkel va V. Geyzenberg ferromagnetizm asosida kvantli almashinishdagi o'zaro ta'sirlar hal qiluvchi ekanligini ko'rsatdilar. 1932 — 33 y.larda fransuz fizigi L.Neyel va Ya.Landaular antiferromagnitizm mavjud ekanligini oldindan bashorat qildilar. X. KamerlingOnnes tomonidan simob, qalay va ba'zi elementlarning o'ta o'tkazuvchanligining hamda Kapitsa tomonidan geliyII ning , o'ta oquvchanlikttg ochilishi kvant statistikasida yangi yo'nalishlarning vujudga kelishiga olib keldi. 1950 y.ga kelib L. Landau va V.Ginzburg o'ta o'tkazuvchanlikning batafsil nazariyasini ishlab chikdilar.

1916 y.da A. Eynshteyn yaratgan majburiy nurlanishning kvant nazariyasi asosida 50-y.larga kelib yangi kvant elektronikasi rivoj topdi. N. Basov va A. Proxorov (ulardan mustaqil tarzda amerikalik olim U. Tauns) yaratgan mazerda elektromagnit to'lqinlarni hosil qilish va kuchaytirishni amalga oshirdilar. Bu 60-y.larda yorug'likning kvant generatori — lazerning yaratilishiga olib keldi.

20-asrning 2-choragida atom yadrolari tizimi sirlarini va mavjud bo'layotgan jarayonlarni o'rganish bilan elementar zarralar fizikasining yaratilishi fizikada inqilobiy o'zgarishlar bo'lishiga olib keldi.

A.E.Bekkerel P. Kyuri va M.SklodovskayaKyuri bilan hamkorlikda radioaktiv nurlanishni, keyinchalik E. Rezerford bu nurlanishning o'zo'zidan parchalanishi nurlanish bilan birgalikda hosil bo'lishini ochdilar. 1932 y.da J.Chedvik neytron zarrani ochdi. Rus olimi D.D.Ivanenko va V.Geyzenberglar atom yadrosining protonneytrondan iborat ekanligini anikladilar. 1934 y.da I.JolioKyuri va fizikaJolioKyurilar sun'iy radioaktivlik hodisasini ochdilar.

Tezlatkichlarning yaratilishi zaryadlangan zarralar ta'sirida yadro reaksiyalari hosil qilish imkonini yaratdi. Yadro bo'linishlari hodisasining ochilishi muhim natija bo'ldi. 1939— 45 y.larda birinchi marta uran²³⁵ zanjir reaksiyasi yordamida yadro energiyasi ajralib chiqishiga erishildi. Bu energiyadan tinch maqsadda foydalanish 1954 y.dan amalga oshdi. 1952 y.da termoyadro sintezi (termoyadro portlashi) amalga oshirildi.

I.2. Termodinamika qonunlarining statistic asoslarini o'rganishda, issiqlik harakati, Ichki energiya

Tabiatdagi barcha moddalar molekulalardan tashkil topgan. Moddaning barcha kimyoviy xossasini o'zida saqlab qola oladigan eng kichik zarrasiga **molekula** deb ataladi. Kimyoviy usul bilan tarkibiy qismlarga ajratib bo'lmaydigan moddalar **kimyoviy elementlar** deb ataladi. Molekulalar orasida o'zaro ta'sir kuchlari bo'lib, bu kuchlarning katta-kichikligiga qarab aynan bir moddani o'zi qattiq, suyuq va gaz holatlarida bo'lishi mumkin. Molekulalar orasidagi tutinish kuchlari nolga intilayotgan gaz ideal gazga aylana boshlaydi. Moddalarning xususiyatlarini va xossalarini molekulalarning harakati va o'zaro ta'sir asosida o'rganuvchi nazariyaga **molekulyar - kinetik nazariya** deb ataladi.

Moddaning issiqlik holati uning molekulalarining **issiqlik** (xaotik) **harakati** intensivligi bilan xarakterlanadi. Issiqlik harakat intensivligi o'zgarganda jismning ichki energiyasi va issiqlik holati o'zgaradi.

Issiqlik holatlari har xil bo'lgan ikki modda olaylik. Birinchi modda molekulalarining issiqlik harakati ikkinchisidan intensivroq bo'lsin. Bu moddalarni bir-biriga tekkizsak, birinchi moddaning molekulalari moddalarning tegishish chegarasida ikkinchi modda molekulalariga urilib, ularning issiqlik harakati intensivligini oshiradi. Natijada, moddalarning issiqlik holatlari o'zgaradi: birinchi moddaning ichki energiyasi kamayadi, ikkinchisidiki esa ortadi. Aslida, moddaning issiqlik holatini harorat belgilaydi. Harorat o'z navbatida modda molekulalari issiqlik harakati intensivligini miqdoriy jihatdan xarakterlovchi fizik kattalikdir.

Demak, modda molekulalarining issiqlik harakati qanchalik intensiv bo'lsa, uning harorati shunchalik yuqori bo'ladi.

Biror moddaning bir butun energiyasi deganda shu moddaning kinetik energiyasi bilan moddaning tashqi kuchlar maydonidagi potensial energiyasi hamda shu moddani tashkil etgan mikrozarrachalar energiyasi, ya'ni moddaning ichki energiyalarining yig'indisi tushuniladi.

$W = W_K + W_p + U$ U - ichki energiya tushunchasi molekulalar issiqlik harakatining kinetik energiyasini, molekulalar orasidagi o'zaro ta'sir potensial energiyasini va molekulalar ichidagi boshqa energiyalar (atomning molekulalardagi tebranma harakat energiyasi, atom va ionlarning elektron sathlari energiyasi va boshqalar) ni o'z ichiga oladi.

Ichki energiya sistema holatini belgilaydi. Agar sistema holatining o'zgarishi holat parametrlari R , V , T bilan xarakterlansa, u vaqtda ichki energiya shu holat parametrlarining funksiyasi bo'ladi, ya'ni $U=f(R, V, T)$.

Ichki energiya holatning bir qiymatli funksiyasi hisoblanadi. Bu shu narsani anglatadiki, sistemaning aniq bir tayinli holatiga ichki energiyaning aniq bir qiymati mos keladi. Sistema bir holatdan boshqa holatga o'tganda uning ichki energiyasining o'zgarishi ichki energiyaning bu holatlaridagi qiymatlari ayirmasiga teng bo'lib, bir holatdan boshqa holatga o'tiladigan yo'l shakliga bog'liq emas. Shuning uchun ichki energiyaning hisob boshini tanlash ahamiyatli emas. Ko'pincha $T=0$ da ichki energiya nolga teng deb olinadi.

Ideal gaz ichki energiyasi ta'rifiga binoan ichki energiya faqat molekulalar kinetik energiyalarining yig'indisiga teng. V - hajmdagi gaz molekulalarining soni N ga teng bo'lsa, gazning ichki energiyasi

$$U = W_k N = \frac{i}{2} kT \frac{m}{\mu} N_A = \frac{i}{2} \frac{m}{\mu} RT$$

Bir mol gaz uchun ushbu ifoda

$$U = \frac{i}{2} RT$$

Bu ifodada i - erkinlik darajalari soni. Bir atomli gaz uchun $i=3$ ga ikki atomli gaz uchun $i=5$ ga uch yoki ko'p atomli bo'lsa, $i=6$ ga teng. munosabat ***ixtiyoriy m massali ideal gazning ichki energiyasini ifodalaydi.***

Real gazning molekulalari bir-biri bilan o'zaro ta'sirlashadi, shuning uchun potensial energiyaga ega. Binobarin, real gazning ichki energiyasi molekulalar issiqlik harakatining kinetik energiyasi bilan o'zaro potensial energiyalarining yig'indisiga teng:

$$U = W_k + W_p$$

Molekulalarning o'zaro ta'sir potensial energiyasi molekulalar orasidagi masofaga, demak gaz egallagan hajmga bog'liq bo'ldi. Shuning uchun real gazlar ichki energiyasi faqat haroratgagina emas, balki gaz egallagan hajmga ham bog'liq bo'ladi.

Real gaz molekulalari ilgarilama harakatdan tashqari, aylanma va tebranma harakat qilishi mumkin. Shu harakat tufayli molekulalar shakliga bog'liq bo'lgan ma'lum energiya mavjud bo'ladi. Molekulalar shakli molekula tarkibiga kiruvchi atomlar soniga va ularning joylanishiga ham bog'liq.

Shunday qilib, real gazning ichki energiyasi uning haroratiga, hajmiga va molekulalar strukturasiga bog'liq bo'ladi.

$$U_{p.z.} = \frac{1}{2} NkT + W_{ayl} + W_p + W_{teb}$$

I.3. Molekulyar fizikada issiqlik miqdori. Issiqlik sig'imi

Issiqlikni ichki energiyaning sifat belgilarini anglatuvchi kattalik deyish mumkin, chunki issiqlik orqali berilgan moddaning harorati yuqori yoki past ekanligi to'g'risida ma'lumot olamiz. Issiqlikni kontakt yoki nurlanish tufayli uzatish mumkin. Birinchidan, haroratlar har xil bo'lgan moddalar o'zaro bir-biriga tekizilsa, ma'lum vaqtdan keyin har ikki moddaning haroratlari sekin-asta bir xil qiymatga o'zgarishini kuzatish mumkin. Ikkinchidan, Quyosh nurlari ta'sirida atrof-muhit isiydi.

Bir-biriga tekizish yoki nurlanish orqali bir sistemadan ikkinchi sistemaga berilgan yoki undan olingan energiya issiqlik miqdori deyiladi.

Issiqlik miqdori ham energiya birliklarida o'lchanadi. Issiqlik miqdori **joul**da o'lchanadi. Issiqlik miqdori ham, xuddi bajarilgan ish kabi, holat funksiyasidir. U faqat moddaning boshlang'ich va oxirgi holatlari bilan emas, balki modda holatlarining o'zgarishi amalga oshgan jarayon bilan ham aniqlanadi.

Moddaning **issiqlik sig'imi**, modda haroratini bir kelvinga oshirish uchun unga berilgan issiqlik miqdori bilan xarakterlanadi. Gazlarning issilik sig'imini o'rganishda solishtirma issiqlik sig'im va molyar issiqlik sig'im tushunchalaridan foydalanamiz.

a) 1 kg gaz haroratini 1K ga oshirish uchun kerak bo'lgan issiqlik miqdori bilan o'lchanadigan kattalikka **solishtirma issiqlik sig'imi** deb ataladi. Solishtirma issiqlik sig'imi kichik s harfi bilan belgilanadi va $J/kg \cdot K$ da o'lchanadi.

b) 1 mol gaz haroratini 1K ga oshirish uchun kerak bo'lgan issiqlik miqdori bilan o'lchanadigan kattalikka **molyar issiqlik sig'im** deb ataladi. Molyar issiqlik sig'im katta S harfi bilan belgilanadi va $J/mol \cdot K$ da o'lchanadi. Bu ikki issiqlik sig'imlar orasida quyidagicha bog'lanish bor. Molyar massa μ kg/mol ekanligini eslasak

$$C = \mu c \quad \text{yoki} \quad c = \frac{1}{\mu} C$$

munosabat hosil bo'ladi. Ixtiyoriy m massali gazning issiqlik sig'imi esa $mc = \frac{m}{\mu} C$

ga teng bo'ladi. **O'zgaras hajmdagi ideal gazning molyar issiqlik sig'imi** deganda 1 mol ideal gaz haroratining 1 K ga o'zgarishiga mos keladigan ichki energiya o'zgarishi tushuniladi. Odatda, o'zgaras hajmdagi gazning molyar issiqlik sig'imi S_v bilan belgilanadi

$$C_v = \frac{dU_m}{dT} = \frac{d}{dT} \left(\frac{i}{2} RT \right) = \frac{i}{2} R$$

Gazning o'zgaras bosimda molyar issiqlik sig'imini

$$C_p = \frac{\delta Q}{dT} = \frac{dU_m}{dT} + \frac{\delta A}{dT}$$

yoki

$$C_p = C_v + \frac{pdV_m}{dt}$$

shaklda yozish mumkin. 1 mol gaz uchun yozilgan holat tenglamasi ($RV_m = RT$) ga differensiyallash amalini qo'llab $RdV_m = RdT$ tenglikni hosil qilamiz. Uni

$$C_p = C_v + R = \frac{i+2}{2} R$$

hosil bo'ladi.

nisbatini olsak va γ bilan belgilasak,

$$\gamma = \frac{C_p}{C_v} = \frac{i+2}{i}$$

hosil bo'ladi. Bir atomli gaz uchun $i=3$, $\gamma=5/3=1,67$; ikki atomli gaz uchun $i=5$, $\gamma=7/5=1,4$; ko'p atomli gaz uchun $i=6$, $\gamma=8/6=1,33$.

I.4. Termodinamikaning birinchi bosh qonuni va uni gaz izojarayonlariga tadbig'i

Issiqlik, ish va energiya orasidagi munosabatni issiqlikning mexanik harakatga va ishga aylanish jarayoniga bog'lab o'rganadigan fizikaning bo'limiga **termodinamika** deyiladi. Demak, tabiat hodisalariga energiyaning saqlanish va bir

turdan ikkinchi turga o'tish qonuni asosida qarash termodinamikaning mazmuminini tashkil qiladi.

Termodinamika o'zining ikki fundamental qonuniga tayanadi. Termodinamikaning birinchi bosh qonuni issiqlik hodisalariga energiya saqlanish va bir turdan ikkinchi turga aylanish qonunining tadbig'idan iboratdir. Silindrning qo'zg'oluvchan porsheni ostida turgan gazni qizdiraylik. Gazga berilgan Q issiqlik miqdori uning ichki energiyasini ΔU ortirishga va porshenni Δh balandlikka ko'tarishda (ya'ni ΔV hajmga o'zgarishda) A ish bajarishga sarflanadi.

Ish energiya bir turidan boshqa turiga aylanish o'lchovi bo'lganligi uchun A ish sistema porshenning ko'tarilganligi natijasida olgan mexanik energiyaga teng. Energiyaning saqlanish qonuniga ko'ra

$$Q = \Delta U + A \quad (1)$$

Bu bog'lanish ***termodinamika birinchi bosh qonunining matematik ifodasi bo'lib*** quyidagicha ta'riflanadi:

Sistemaga atrofdagi jismlar bergan issiqlik miqdori sistema ichki energiyasini o'zgarishiga va sistemaning tashqi jismlar ustida ish bajarishga sarflanadi.

Agar sistema o'zining dastlabki holatiga har doim qaytsa, uning ichki energiyasining o'zgarishi $\Delta U = 0$ bo'ladi. U holda termodinamikaning birinchi asosiy qonuni quyidagicha yoziladi:

$$A = Q$$

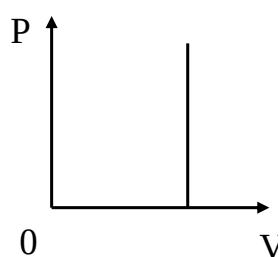
Bundan o'zi olgan energiyadan ko'proq ish bajara oladigan davriy harakatlanuvchi sistema (***birinchi tur abadiy dvigatel***) yaratish mumkin emasligi kelib chiqadi. Bu xulosalardan foydalanib, termodinamikaning birinchi bosh qonunini yana shunday ta'riflash mumkin: ***birinchi tur abadiy dvigatel qurish mumkin emas.***

Termodinamikaning birinchi bosh qonunini differensial ko'rinishi

$$dQ = dU + dA \quad (2)$$

ifodaga ega bo'ladi.

Endi termodinamika birinchi bosh qonuni ideal gazdagi izojarayonlarga tadbiq qilaylik.



3-rasm

1) Izoxorik jarayon ($V=const$) hajm o'zgarmaganligi uchun izoxorik jarayonda ish bajarilmaydi, ya'ni, $A=0$. Natijada termodinamikaning birinchi bosh qonunining ifodasi izoxorik jarayon uchun

$$Q = \Delta U \quad (3)$$

ko'rinishda yoziladi.

Izoxorik jarayonning (R, V) diagrammadagi grafigi ordinata o'qiga parallel to'g'ri chiziqdan iborat bo'ladi (7.1-rasm). Izoxorik jarayonda solishtirma issiqlik sig'im:

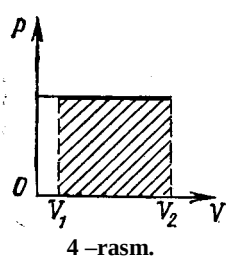
$$C_V = dU_M / dT$$

bunda va (7.6) ni hisobga olib, quyidagini hosil qilamiz:

$$dU_M = \mu C_V dT \quad (4)$$

bunda S_V - izoxorik molyar issiqlik sig'im.

Demak, gazning ichki energiyasi o'zgarishi uning harorati o'zgarishi dT ga to'g'ri proporsional ekan.



4-rasm.

2) Izobarik jarayon ($P = const$)

Izobarik jarayonning (P, V) diagrammadagi grafigi abssissa o'qiga parallel to'g'ri chiziqdan iborat bo'ladi (4-rasm).

Bu jarayonda hajm V_1 dan V_2 gacha izobarik kengayganda bajarilgan ishning qiymati $A = P (V_2 - V_1)$ to'g'ri to'rt burchakning yuziga teng bo'ladi. Elementar hajmlarda bajarilgan ish esa $dA = PdV$ shaklida yoziladi.

Bundan foydalanib, 1 mol gaz uchun termodinamikaning birinchi bosh qonunini quyidagicha yozishimiz mumkin:

$$dQ = C_V dT + PdV \quad (5)$$

izobarik molyar issiqlik sig'im,

$$C_p = \frac{dQ}{dT};$$

hosil qilamiz. Buni (5) qo'yib

$$C_p dT = C_v dT + R dv \quad (6)$$

munosabat olinadi.

1 mol gaz uchun olingan holat tenglamasidan differensial olsak $RdV=RdT$ hosil bo'ladi. Buni (7.16) ga qo'yib quyidagi munosabatni yozamiz.

$$C_p dT = C_v dT + R dT$$

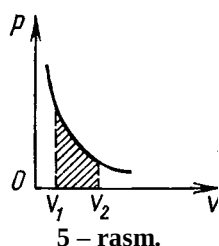
yoki

$$C_p = C_v + R \quad (7)$$

Bu ifoda Robert - Mayer tenglamasi deyiladi va C_p ning C_v bilan farqi R ga teng ekanligini ko'rsatadi. Demak, 1 mol gazni 1K ga isitganda, bosim o'zgarmas bo'lgan holda sarf qilingan issiqlik miqdorining farqi bajarilgan ish RdV ga teng bo'lib, uning qiymati R ga teng.

3). **Izotermik jarayon ($T=\text{sonst}$)**. Ideal gazning ichki energiyasi o'zgarmaydi. Demak, $dT=0$ $dU=\mu C_v dT=0$ bo'ladi. U holda termodinamikaning birinchi bosh qonuni

$$dA=dQ=RdV \quad (8)$$



ko'rinishida yoziladi. Klapayron-Mendeleyev tenglamasidan foydalanib,

$$P = \frac{m RT}{\mu V}$$

munosabatni hosil qilamiz. Uni ideal gazning hajmi V_1 va V_2 gacha o'zgarganda bajarilgan ishni hisoblash formulasiga qo'ysak

$$A = \int_{V_1}^{V_2} p dV = \frac{m}{\mu} RT \int_{V_1}^{V_2} \frac{dV}{V} = \frac{m}{\mu} RT \ln \frac{V_2}{V_1} \quad (9)$$

Bu ifodadagi $\frac{m}{\mu} RT$ izotermik jarayon uchun o'zgarmas kattalikdir. Izotermik jarayonning (R, V) diagrammadagi grafigi giperbolik egri chiziqdır (5-rasm).

4. Adiabatik jarayon ($dQ=0$). Gaz tashqaridan hech qanday issiqlik miqdori olmaydi va uni tashqariga bermaydi.

Gazlarda adiabatik jarayon juda tez o'tadi, shuning uchun issiqlik almashinuvi deyarli amalga oshmaydi. Termodinamikaning birinchi bosh qonuni quyidagi ko'rinishda yoziladi:

$$dA = -dU \quad (10)$$

Demak, adiabatik jarayon tashqi jismlar ustida bajarilgan ish ichki energiyaning kamayishi hisobiga bajariladi. Agar $dA > 0$ bo'lsa, $dU < 0$ va aksincha bo'ladi. formulada $dU = C_v dT$ ekanligini e'tiborga olib quyidagicha ko'rinishda yozish mumkin

$$P \cdot dV = -C_v dT \quad (11)$$

Bundan

$$dT = -\frac{1}{C_v} P dV \quad (12)$$

munosabatni hosil qilamiz.

Ideal gaz holat tenglamasi ($PV_m = RT$) ga differensiallash amalini qo'llaylik

$$P dV_m + V_m dP = R dT$$

Bu yerdagi dT ni o'rniga (7.22) dagi qiymatini qo'ysak

$$P dV_m + V_m dP = -\frac{R}{C_v} P dV_m$$

yoki

$$\left(1 + \frac{R}{C_v}\right) P dV_m + V_m dP = 0 \quad (13)$$

ifodani hosil qilamiz. Bundagi

$$1 + \frac{R}{C_v} = \frac{C_v + R}{C_v} = \gamma$$

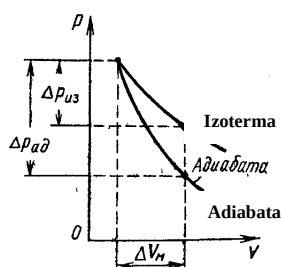
ekanligini e'tiborga olsak, (quyidagicha yozamiz:

$$\gamma P dV_m + V_m dP = 0$$

Bu ifodani γdV_m ga hadlab bo'lsak

$$\gamma \frac{dV_m}{V_m} + \frac{dP}{P} = 0$$

hosil bo'ladi. Oxirgi munosabat $\ln PV_m^\gamma$ funksiyaning



6 – rasm.

differensialidir. Shuning uchun

$$d(\ln pV_M^\gamma) = 0$$

ko‘rinishda yozishimiz mumkin. Bu tenglikni

$$PV_M^\gamma = \text{const} \quad (14)$$

shaklida ham yozish mumkin.

(14) tenglama Puasson tenglamasi deb ataladi.

Bunda $\gamma = \frac{C_p}{C_v}$ adiabata ko‘rsatgichi bo‘lib, adiabatik jarayon uchun $\gamma > 1$,

izobarik jarayon uchun esa $\gamma = 1$. (7.24) tenglamani

$$\left. \begin{aligned} TV^{\gamma-1} &= \text{const} \\ TP^{\frac{1-\gamma}{\gamma}} &= \text{const} \end{aligned} \right\} \quad (15)$$

ko‘rinishida ham yozish mumkin.

Adiabatik jarayonning (R, V) diagrammadagi grafigi 6-rasmda tasvirlangan. Grafikdan ko‘rinadiki, adiabata izotermadan tikroq bo‘lar ekan. Gaz adiabatik kengayganda uning harorati T_1 dan T_2 gacha o‘zgarsa, bajargan ishi

$$A = S_v(T_1 - T_2) \quad (16)$$

teng bo‘ladi.

I-Bob bo'yicha xulosalar

Mening BMI ishimda nazariya va amaliyot uyginligini taminlash maqsadida fizikaviy jarayonlar jism zarralarining xususiyatlariga asoslangan holda mikroskopik xususiyatlarini keltirib chiqaradi.

Makrotizimlar xususiyatlarini o'rganish bilan nazariy fizikaning bo'limlari termodinamika va nazariy mexanika ham shug'ullanadi. Termodinamika va nazariy mexanika makrotizimlarni tutash muhit deb qaraydi. Statistik fizika esa makrotizimlarni o'rganishda ularni tashkil etgan zarralar xususiyatiga asoslanadi. Statistik fizika jism zarralarining xususiyatlariga asoslangan holda makroskopik xususiyatlarini keltirib chiqaradiki, bu makroxususiyatlarni, ya'ni ularga tegishli bo'lgan makroskopik kattaliklarni bevosita o'lchash yoki hissiyotimiz bilan sezishimiz mumkin bo'lsin.

Statistik fizika esa xususiyatlari allaqachon o'rganilgan zarralardan tashkil topgan makrotizimlar xususiyatini aniqlash bilan shug'ullanadi.

Statistik fizika fanlari orasida uygunlik mavjud bo'lib, amaliy ma'lumotlarni nazariy qonuniyatlar asosida ochib beriladi. Statistik fizika molekulyar fizikaning chegaraviy holatida macro va mikrotizimlarni hususiyatlarini o'rganish bilan shugilanadi.

4. Maktab fizika kursida to'rtta gaz hodisasi : izotermik, izobarik, izoxorik, adiabatik jarayonlarni o'rganiladi. Termodinamikaning birinchi qonuni o'rganilganda ulardan izotermik va adiabatik jarayonlarga maksimal ish hosil qila olishi tushuntiriladi. Issiqlik mashinasining maksimal foydali ish koeffitsiyentini beruvchi Karno sikli shu ikki jarayondan tashkil topgan bo'ladi. Shuning uchun gaz bajaradigan ishni aynan shu jarayonlar uchun chuqurroq o'rgatish maqsadga muvofiqdir

II.1.Issiqlik sig'iminin klassik nazariyasi va uning chegaralanganligi

Gaz molekulasiining **erkinlik darajasi** deganda, shu gaz holatini to'la aniqlovchi va bir-biriga bog'liq bo'lmagan **koordinatalar soni** tushuniladi. Agar molekula bir to'g'ri chiziq bo'ylab harakatlanayotgan bo'lsa, uning vaziyati bitta koordinata bilan aniqlanadi, demak ($i=1$) erkinlik darajalar soni birga teng. Molekula tekislikda harakatlanayotgan bo'lsa, uning holatini ikkita koordinata bilan aniqlash mumkin, demak $i=2$. Fazoda molekula vaziyati uchta koordinata bilan aniqlanadi, $i=3$ ga teng. Gaz ikki atomli bo'lgan holda molekulaning erkinlik darajasi ortadi ($i=5$). Molekulalar 3 va undan ortiq atomlardan iborat bo'lsa, $i=6$ bo'ladi. Umumiy erkinlik darajasi nechaga teng bo'lishidan qat'iy nazar, uning uchta ilgari harakatga mos keladi.

Klassik nazariyaga asosan molekulaning to'la mexanik energiyasi erkinlik darajalari bo'yicha bir tekis taqsimlanadi va bitta erkinlik darajasiga to'g'ri kelgan energiya $\frac{1}{2}kT$ ga teng. Molekulalari bitta, ikkita va ko'p atomdan iborat bo'lgan ideal gazning o'zgarmas hajmdagi molyar issiqlik sig'imi (S_v) va o'zgarmas bosimdagi molyar issiqlik sig'imi (S_p) uchun quyidagi hisoblashlarni bajaraylik $i=3$ bir atomli gaz molekulasi uchun

$$C_v = \frac{i}{2}R = \frac{3}{2}R = \frac{3}{2}8,31 \text{ J/mol}\cdot\text{K} = 12,47 \text{ J/mol}\cdot\text{K}$$

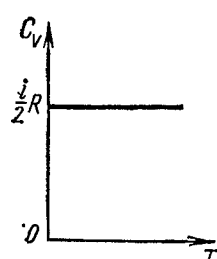
$$C_p = \frac{i+2}{2}R = \frac{5}{2}8,31 \text{ J/mol}\cdot\text{K} = 20,78 \text{ J/mol}\cdot\text{K}$$

$i=5$ ikki atomli gaz molekulasi uchun

$$C_v = \frac{i}{2}R = \frac{5}{2}R = 20,78 \text{ J/mol}\cdot\text{K};$$

$$C_p = \frac{i+2}{2}R = \frac{7}{2}R = 29,09 \text{ J/mol}\cdot\text{K}$$

$i=6$ uch va undan ortiq atomlardan tashkil topgan molekulalar uchun

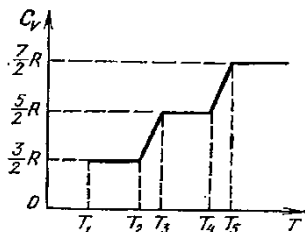


7 – rasm.

$$C_v = \frac{i}{2}R = \frac{6}{2}R = 24,94 \text{ J/mol}\cdot\text{K};$$

$$C_p = \frac{i+2}{2} R = \frac{8}{2} R = 33,25 \text{ J/mol}\cdot\text{K}$$

8 – rasm.



Bu topilgan natijalarni ba'zi gazlar uchun tajribada topilgan molyar issiqlik sig'implari (S_v va S_r) bilan solishtiraylik. Bir atomli gazlar geliy uchun $S_v = 12,48$, $S_r = 20,94$ va argon uchun $S_v = 12,48$, $S_r = 21,23$ bu tajriba natijalari klassik nazariya asosida hisoblangan. Molekulalari ikki atomdan tashkil topgan N_2 , O_2 gazlar uchun [$C_v^{H_2} = 20,39$, $C_p^{H_2} = 28,76$; $C_v^{N_2} = 20,77$, $S_r = 28,64$] ham tajriba va nazariya natijalari orasida yetarlicha moslik mavjudligiga qanoat hosil qilamiz. Lekin molekulalari uch va undan ortiq atomdan tashkil topgan gazlar uchun tajriba natijalari $C_v^{H_2O} = 27,84$, $C_p^{H_2O} = 36,22$; $C_v^{CH_4} = 27,26$, $C_p^{CH_4} = 35,63$ suv bug'lari va metan gazlari uchun) nazariy hisoblarga mos kelmasligini ko'rib turibmiz.

Endi issiqlik sig'imining haroratga bog'liqligini tekshiraylik. Klassik nazariyaga asosan issiqlik sig'im haroratga bog'liq emas (7-rasm).

Tajriba natijalari esa issiqlik sig'imning haroratga bog'liq ekanligini ko'rsatdi (8-rasm). Rasmdagi grafikda molekulalari ikki atomdan iborat bo'lgan gazlar uchun o'zgarmas hajmdagi molyar issiqlik sig'imning haroratga bog'liqligi tasvirlangan. Grafikdan shu narsa ko'rinadiki, S_v ning qiymati faqat ayrim harorat oraliqlaridagina o'zgarmaydi va ular i ning turli qiymatlariga mos keladi. Past va yuqori haroratlarda amaliy qiymatlarning nazariy qiymatlardan farqi yetarli darajada kattadir. Amalda harorat ko'tarilsa, S_v oshadi, harorat pasaysa S_v kamayadi. Bulardan ko'rinadiki, tajriba yo'li bilan olingan natijalarni nazariy qiymatlardan farqini klassik nazariya tushuntirishga ojizdir. Klassik nazariya molekula va

atomlarning aylanma va tebranma harakat energiyalari harorat o'zgarishiga mos bo'lgan kT energiyaning **uzluksiz** qiymatlarini qabul qiladi deb tushuntiradi. Kvant mexanikasida esa atom sistemalar energiyasi **diskret** (uzlukli) qiymatlarga ega bo'la oladi deb, yoki boshqacha aytganda, atom sistemalar energiyasining o'zgarishi **sakrashsimon tarzda** amalga oshadi deb o'rganadi.

Shunday qilib, gaz issiqlik sig'imini tushuntirishdagi ba'zi qiyinchiliklar klassik nazariyaning chegaralanganligini ko'rsatadi. Bu esa molekulalarning harakati kvant mexanikasidagina to'la tushuntirilish mumkinligini ifodalaydi.

II.2.Fizika hodisalarni tekshirishda dinamik, statistik va termodinamik usullar

Agar sistema faqat bitta yoki son jihatidan cheklangan jismlardan yoki jism qismlaridan tashkil topgan bo'lsa, **dinamik** qonuniyatlaridan foydalanib sistemadagi fizik hodisalar va jarayonlarni o'rganish mumkin.

Alohida olingan atom va molekula harakati ham dinamika qonuniyatlariga bo'ysunadi. Shuning uchun 1 sm^3 hajmdagi tartibsiz harakatlanayotgan molekulalar bilan bog'liq hodisalarni dinamik qonuniyatlar asosida tekshirish mumkin. Buning uchun, avvalo, alohida olingan molekulalarni o'rganib chiqib, keyin hamma molekulalarning fazodagi o'rinlarini, tezliklarini, ular orasidagi o'zaro va idish devoriga ko'rsatayotgan ta'sir kuchlarining xarakterlarini aniqlash mumkin.

Chunki, bir sekunda bir millionga yaqin amalni bajaradigan elektron hisoblash mashinasida 1 sm^3 dagi barcha molekulalarning o'rinlarini va tezliklarini qayd qilish uchun kamida 6 million yil sarflanishi kerak. Bunday hollarda alohida matematik usulga - **statistik usulga** tayanish maqsadga muvofiq bo'ladi. Statistik usul ehtimollik nazariyasidan foydalanishga asoslangan. **Statistik usul** bir-biriga o'xshagan juda ko'p, lekin bir-biridan mustaqil bo'lgan hodisalar to'plamini tekshirish uchun qo'llaniladigan usuldir. Juda ko'p sonli zarrachalardan tashkil topgan sistemaning fizik xususiyatlarini statistik usuldan foydalanib o'rganuvchi fizikaning bo'limi - **statistik fizika** deb ataladi.

Statistik usul yordamida tabiat hodisalarini yetarlicha chuqur va aniq tekshirish mumkin bo'lganligi uchun bunga asoslangan statistik fizika hozirgi davrda fizika fanining turli sohalariga muvoffaqiyatli tadbiq etilmoqda. Masalan, molekulyar fizikada issiqlik hodisalarini; elektromagnetizmda jismlarning elektr o'tkazuvchanlik va magnit xususiyatlarini; optikada issiqlik nurlanish va boshqa hodisalarni statistik fizika asosida o'rganiladi.

Fizik hodisalar va jarayonlarni o'rganadigan dinamik va statistik usuldan tashqari **termodinamik** usul ham mavjuddir. Statistik usuldan farqli termodinamik usul jismlarni va tabiat hodisalarni makroskopik xossalarini, ularning mikroskopik manzarasiga, ya'ni o'rganilayotgan sistemaning ichki tuzilishi va sistemani tashkil etuvchi qismlarining harakat holatlariga e'tibor qilmay o'rganadi. Fizik hodisalarga termodinamik usulni qo'llash imkoniyati ularda energiyaning bir turdan boshqa turiga aylanish jarayonlari bilan bog'liqdir.

Jismlarning fizik xususiyatlarini termodinamik usul bilan o'rganadigan fizikaning bo'limiga **termodinamika** deb ataladi. Termodinamika tajribalaridan aniqlangan juda ko'p ma'lumotlarni umumlashtirgan ikki fundamental qonunga tayanadi.

Shunday qilib, mikroskopik zarrachalaridan tashkil topgan sistemaga oid tadqiqotlarda har ikkala usul ham statistik va termodinamik usullar keng qo'llaniladi va ular o'zaro bir-birini to'ldiradi.

Makroskopik sistema parametrlari

Juda ko'p sonli atom va molekulalardan tashkil topgan sistema - **makroskopik sistema** deb ataladi. Makroskopik sistema holatini to'la ravishda aniqlay oladigan fizik kattaliklar **makroskopik parametrlar** deb ataladi. Shu parametrlar va ularning o'lchov birliklari bilan tanishaylik.

Hajm. Tashqi kuchlar ta'siriga qaramay qattiq jism molekulalari orasida o'zaro ta'sir kuchli bo'lgani uchun o'zlarining hajmlari va shaklini, suyuqliklar esa o'z hajmlarini saqlaydilar. Gazlar esa molekulalar orasida o'zaro ta'sir kuchsiz

bo'lgani uchun o'zi solingan idish hajmini egallaydi. Shunday qilib, **sistema hajmi** degan fizik kattalik kiritiladi, hajm M^3 larda o'lchanadi.

Harorat. Moddaning issiqlik holatini xarakterlash uchun termodinamik kattalik **harorat** tushunchasi kiritiladi.

SI da haroratning absolyut termodinamik shkalasi, ya'ni **Kelvin shkalasi** asosiy birlik sifatida qabul qilingan. **Suvning uchlanma nuqtasi, ya'ni qattiq, suyuq va gazsimon fazalarining muvozanatli holatini aniqlovchi nuqta haroratigacha bo'lgan harorat intervalining $1/273,16$ qismi bir kelvin (K) deb qabul qilingan.** Bu birlikdan tashqari, haroratni o'lchashda **Celsiy shkalasi** keng qo'llaniladi. Normal bosimda muzning erishi va suvning qaynash haroratlari intervalining $1/100$ ulishi celsiy shkalasidagi 1°C ni beradi. Suvning muzlash, erish va bug'lanish fazalarining muvozanatli holatiga to'g'ri kelgan haroratni 0°C deb olsak, u vaqtda uchlanma nuqtaning harorati kelvin shkalasida $273,16\text{ K}$ shu sharoitda suvning qaynash harorati esa $373,16\text{ K}$ teng bo'ladi.

Demak, Kelvin va Selsiy shkalalari orasidagi bog'lanish quyidagi tenglama bilan ifodalanadi:

$$T = 273,16 + t \quad (17)$$

bunda sistemaning Kelvin shkalasi bo'yicha o'lchangan harorat T harfi bilan, Selsiy shkalasi bo'yicha o'lchangan harorat esa t harfi bilan belgilanadi.

Bosim. Bosim ($R=F/S$) yuza birligiga normal ta'sir etuvchi kuch bilan o'lchanuvchi fizik kattalikdir. Bosimning asosiy birligi sifatida **paskal (Pa)** qabul qilingan. Bosimning **millimetr simob ustuni (mm.sim.ust)** birligidan ham foydalaniladi. Bu birliklar orasida quyidagicha bog'lanish bor $1\text{ mm.sim.ust} = 133,322\text{ Pa}$

Modda miqdori. Modda miqdorini o'lchash uchun asosiy birlik sifatida Mol qabul qilingan. Moddaning bir molining massasiga uning **molyar massasi** deyiladi. **Uglerod - 12 ning $0,012\text{ kg}$ massasidagi atomlar soniga teng strukturaviy element (masalan, atom, molekula) lardan tashkil topgan moddaning miqdori bir mol(μ) deb ataladi.** Molyar massa kg/mol da o'lchanadi

va μ harfi bilan belgilanadi. Masalan, kislorod (O_2) ning molyar massasi $\mu=0,032$ kg/mol, vodorod (H_2) uchun $\mu=0,02$ kg/mol, azot (N_2) uchun $\mu=0,028$ kg/mol, 1 mol moddada molekulalar soni moddaning turiga bog'liq bo'lmagan o'zgarmas kattalik bo'lib **Avagadro soni** deb ataladi va odatda, N_A deb belgilanadi, u $N_A = 6,0222 \cdot 10^{23} \text{ 1/mol}$ teng bo'ladi.

Molekulalarining soni N ga teng bo'lgan modda miqdorida necha mol borligini aniqlash uchun quyidagi ifodadan foydalanamiz:

$$\nu = \frac{N}{N_A}, \quad \nu = \frac{m}{\mu} \quad (18)$$

Bitta gaz molekulaning massasi m_m kg bo'lsa, bir mol gazning massasi, ya'ni molyar massasi

$$\mu = m_m \cdot N_A \text{ kg/mol} \quad (19)$$

teng bo'ladi. N ta molekulalardan tashkil topgan gazning massasi: $M=m_m N$. Bu ikki massaning nisbatidan foydalanib biror V hajmdagi molekulalarning sonini aniqlaylik:

$$N = \frac{M}{\mu \cdot N_A} \quad (20)$$

Demak, N ta gaz molekulasi egallagan hajm ma'lum bo'lsa, birlik hajmdagi molekulalar soni, ya'ni **molekulalar konsentratsiyasini** aniqlash mumkin.

$$n = \frac{N}{V} \quad (21)$$

Normal sharoitda 1 kilomol gazning egallagan hajmi $V_v=22,4 \text{ m}^3$ ekanligini e'tiborga olib, 1m^3 hajmdagi molekulalar soni $n_0 = N_A/V_m = 2,7 \cdot 10^{25} \text{ m}^{-3}$ ga teng ekanligi aniqlanadi. Bu esa **Loshmidt soni** deb ataladi.

Molekulalar massa $\sim 10^{-26} \text{ kg}$ juda kichik bo'lganligi sababli, odatda, atom va molekulalarning massalarini massaning atom birligi (m.a.b) da ifodalanadi. M.a.b. qiymat jihatdan uglerod - 12 atomi massasining 1/12 ulishiga teng qilib olinadi:

$$1 \text{ m.a.b.} = \frac{1}{12} m_c = 1,6607 \cdot 10^{-27} \text{ kg} \quad (22)$$

II.3. Gaz molekulalarining tezliklari va energiyalari bo'yicha taqsimlanishiga oid Maksvell qonuni, Bolsman taqsimot qonuni

Molekulyar-kinetik nazariya natijalarini eslasak, gaz molekulalari har xil tezliklar bilan tartibsiz harakat qilishlari ayon bo'ldi. Molekulalarning o'zaro to'qnashishlari tufayli ularning tezliklari miqdor va yo'nalish jihatdan uzluksiz ravishda o'zgarib turadi. Keyinchalik tekshirishlardan ma'lum bo'ldiki, normal sharoitda har bir molekula bir sekunda taxminan 10^{10} marta to'qnashar ekan. Shu sababli, juda qisqa vaqt ichida ham tezligi aniq qiymatga ega bo'lgan molekulalarning sonini aniqlash mumkin emas. Lekin ixtiyoriy yo'nalishda tezligi v dan $v+dv$ gacha intervalda yotgan molekulalar sonini aniqlash mumkin. Tezliklarning butun sohasini tezlikning juda kichik dv ga teng intervallariga ajrataylik. Bunda har bir tezliklar intervaliga dN molekulalar soni to'g'ri keladi deb olaylik. dN sistemadagi barcha molekulalar soni N ga va tezlik intervali dv ga proporsional bo'ladi.

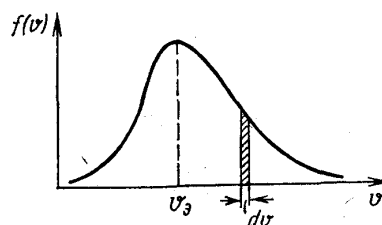
$$dN \sim N dv \quad (23)$$

tezlik funksiyasi kattaligini kiritib (23) ni quyidagicha yozish mumkin.

$$dN = f(v)N dv$$

yoki

$$\frac{dN}{N dv} = f(v) \quad (24)$$



9 – rasm.

(24) ifodani molekulalarning tezliklar bo'yicha taqsimot funksiyasi deyiladi.

$F(v)$ - funksiya dv tezliklarga ega bo'lgan, molekulalar qolgan barcha molekulalarning qanday ulushini tashkil etish ehtimolligini ko'rsatadi.

Bu taqsimot funksiyasini birinchi bo'lib ingliz fizigi Maksvell nazariy yo'l bilan - ehtimollar nazariyasi asosida aniqlagan edi. Taqsimot funksiyasi Maksvell

tomonidan 9-rasmda chizilgan egri chiziqli sifatida tasvirlangan. Maksvell $f(v)$ funksiyasining analitik ifodasi quyidagi ko'rinishda keltirib chiqariladi:

$$f(v) = \frac{4}{\sqrt{\pi}} \left(\frac{m_m}{2kT} \right)^{3/2} e^{-\frac{m_m v^2}{2kT}} v^2 \quad (25)$$

bu yerda m_m - molekulaning massasi, T - gazning absolyut harorati.

Biror hajmdagi gazning v dan $v + dv$ gacha tezliklar bilan harakatlanayotgan molekullarning nisbiy soni quyidagi munosabatdan foydalanib topiladi:

$$\frac{dN}{N} = f(v)dv = \frac{4}{\sqrt{\pi}} \left(\frac{m_m}{2kT} \right)^{3/2} e^{-\frac{m_m v^2}{2kT}} v^2 dv \quad (26)$$

Uning qiymati 9-rasmdagi Maksvell egri chizig'i ostidagi shtrixlangan yuzachaga teng. (26) ifoda ***molekulalarning tezliklari bo'yicha taqsimlanishiga oid Maksvell qonuni deyiladi.***

Maksvell egri chizig'ining maksimumga to'g'ri kelgan tezligini eng katta ***ehtimolli tezlik (v_e)*** deb ataladi. v_e ning qiymatini topish uchun $f(v)$ funksiyadan v bo'yicha olingan hosilani nolga tenglashtiramiz va

$$v_e = \sqrt{\frac{2kT}{m_m}} \quad (27)$$

ekanligini topamiz.

Harorat yuqorilashgan sari Maksvell egri chizig'i pasayib katta tezliklar sohasiga cho'ziladi.

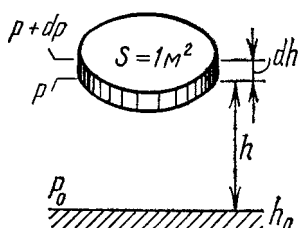
Ideal gaz molekullarining energiya bo'yicha taqsimoti $\frac{dN}{N}$, w dan $w+dw$ energiya oralig'ida $w = mv^2/2$ kinetik energiyaga ega bo'lgan gaz molekullari umumiy soni N ning qanday ulishini tashkil qilishi bilan aniqlanadi:

$$\frac{dN}{N} = f(w)dw = \frac{2}{\sqrt{\pi}} (kT)^{-3/2} e^{-w/kT} \sqrt{w} dw \quad (28)$$

Bu ifoda gaz molekullarining issiqlik harakat energiyalari bo'yicha taqsimlanishiga oid Maksvell qonuni deb ataladi. Maksvell nazariyasining to'g'riligi 1920 yilda nemis olimi Shtern tajribasida isbotlangan.

Bolsman taqsimot qonuni

Ideal gaz molekulyar-kinetik nazariyasining asosiy tenglamasi va gazning holat tenglamasini keltirib chiqarishda hamda molekulalarning tezliklari bo'yicha taqsimlanishiga oid Maksvell qonunida gaz molekulalariga tashqi kuchlar ta'sir qilmaydi va shular sababli molekulalar berilgan hajmda bir tekis taqsimlangan deb hisoblandi. Aslida atmosferamiz ostidagi gazning har bir molekulasini birinchidan Yerning tortish kuchi maydonida bo'lsa, ikkinchidan havo molekulalari doimo issiqlik harakatida bo'ladi. Havo molekulalarining issiqlik harakati bo'lmaganda edi, barcha molekulalar Yer sirtida to'planib 10 metr qalinlikdagi zich qatlamni hosil qilgan bo'lar edi. Shunday qilib, havo molekulalarining issiqlik harakati va



10 –rasm.

Yer tortish kuchining bir vaqtning o'zida ta'siri tufayli Yer atrofiga bizni doimo o'rab turgan atmosfera mavjud. Atmosferamizdagi havo molekulalarining balandlik bo'yicha taqsimlanishi shu ikki ta'sir kuchlarining natijasidir.

Yer sirtida balandlikni h_0 , bosimni p_0 va hajm birligidagi molekulalar sonini n_0 deb olaylik. h balandlikda p bosim ostida birlik hajmda n dona molekula mavjud deb hisoblaylik. h -balandlikda qalinligi dh va asosining yuzi $S=1 \text{ m}^2$ bo'lgan qatlamni ajrataylik. Gazni bir jinsli deb, uning haroratini esa o'zgarmas deb olaylik (6.5-rasm). Bu qatlamning quyi va yuqori asoslariga ta'sir etuvchi atmosfera bosimini p va $p + dp$ deb belgilaylik. Bu elementar hajmdagi molekulalar soni hajm birligidagi molekulalar sonining (n), uning hajmiga $dv = Sdh$ ko'paytmasi bilan ifodalanadi. Qatlamning umumiy og'irligi esa

$$dp = n \cdot Sdh \cdot m_m g \quad (29)$$

teng bo'ladi va quyidagi bosimni hosil qiladi

$$dp = \frac{dp}{S} = -\frac{n m_m g S dh}{S} = -n m_m g dh \quad (30)$$

Minus ishorasi h orta borishi bilan bosimni kamayotganligini ko'rsatadi.

$$p = nkT \quad (31)$$

(30) ni (31) ga taqsimlasak

$$\frac{dP}{P} = -\frac{m_M g dh}{kT}$$

hosil qilamiz, uni g , T o'zgarmas deb hisoblab h_0 dan h gacha va P_0 dan P gacha integrallaylik

$$\int_{P_0}^P \frac{dP}{P} = -\frac{m_M g}{kT} \int_{h_0}^h dh$$

$$\ln P - \ln P_0 = -\frac{m_M g}{kT} (h - h_0)$$

tenglamani hosil qilamiz. Bu ifoda ustida potensialashni bajarsak:

$$\frac{P}{P_0} = e^{-\frac{m_M g}{kT} (h - h_0)}$$

yoki $h_0=0$ da

$$P = P_0 e^{-\frac{m_M g}{kT} h} \quad (32)$$

ifodaga erishamiz, $\kappa = \frac{R}{N_A}$, $m_m \cdot N_A = \mu$ ekanliklarini e'tiborga olsak (32) ni quyidagi

ko'rinishda yozamiz:

$$P = P_0 e^{-\frac{\mu g h}{RT}} \quad (33)$$

Bu tenglama **barometrik formula** deb ataladi. (33) dan foydalanib:

$$\frac{P}{P_0} = \frac{n}{n_0}$$

deb hisoblab (6.33) ni quyidagicha ifodalaymiz:

$$n = n_0 e^{-\frac{m_M g h}{kT}} \quad (34)$$

Bu ifodadagi $m_m g h = U$ potensial energiyani ifodalaydi. U holda (34) munosabat

$$n = n_0 e^{-\frac{U}{kT}} \quad (35)$$

ko'rinishda yoziladi. Bu munosabatni **Bolsman taqsimoti** deb ataladi.

(35) ifoda balandlik ortishi bilan havo zarrachalarining konsentratsiyasi kamayib borishini ko'rsatadi.

MASALALAR

1-masala. Pastki qismi berk bo'lgan vertikal nayda $h_1=30$ sm balandlikdagi simob ustuni bilan o'ralgan havo ustuni bor. Temperatura $t_1=27^0\text{C}$ dan $t_2= -23^0\text{C}$ gacha o'zgarganda simob ustuni qancha Δh pastga tushadi?

Berilgan: $h_1=30$ sm = 0,3m , $t_1=27^0\text{C}$ $T_1= (273 + 27)$ K=300K

$$\underline{t_2= -23^0\text{C} \quad T_2= (273 - 23) \text{ K}=250\text{K}}$$

$$\Delta h \sim ?$$

Yechish. Agar naydagi havo ustunining T_1 temperaturadagi hajmi V_1 va T_2 temperaturadagi hajmi esa V_2 bo'lsa, Gey-Lyussak qonuniga ko'ra quyidagi munosabatni yozish mumkin.

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

bunda $V_1=Sh_1$ va $V_2=Sh_2$ (S - nayning ko'ndalang kesim yuzi) bo'lganidan

$\frac{Sh_1}{T_1} = \frac{Sh_2}{T_2}$ yoki $h_2 = h_1 \frac{T_2}{T_1}$ bo'ladi. Bundan naydagi simob ustunining pasayishi

quyidagiga teng bo'ladi:

$$\Delta h = h_1 - h_2 = h_1 - h_1 \frac{T_2}{T_1} = h_1 \left(1 - \frac{T_2}{T_1}\right) = h_1 \frac{T_1 - T_2}{T_1}$$

berilganlarning son qiymatlari o'rniga qo'yib hisoblansa, quyidagi kelib chiqadi:

$$\Delta h = h_1 \frac{T_1 - T_2}{T_1} = 0,3 \frac{300 - 250}{300} = 0,05\text{m} = 5\text{sm}$$

2-masala. Gazni o'zgarmas hajmi ($V_1=\text{const}$) da $\Delta T = 30\text{K}$ ga isitilganda uning bosimi uch marta ortgan bo'lsa, gazning boshlang'ich T_1 va oxirgi T_2 temperaturalari topilsin.

Berilgan: $\Delta T = 30\text{K}$, $\frac{p_1}{p_2} = 3$

$$\underline{T_1 \sim ? \quad T_2 \sim ?}$$

Yechish. Sharl qonuniga muvofiq o'zgarmas hajmda gazning bosimi absolyut temperaturaga proporsional, ya'ni:

$$\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}$$

bunda $T_2 = T_1 + \Delta T = T_1(1 + \frac{\Delta T}{T_1})$ bo'lgani uchun $\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_1(1 + \frac{\Delta T}{T_2})}$, bundan gazning

boshlang'ich T_1 -temperaturasi quyidagiga teng bo'ladi:

$$T_1 = \frac{\Delta T}{\frac{p_2}{p_1} - 1} = \frac{30}{3-1} = 15K$$

u vaqtda gazning oxirgi T_2 temperaturasi osongina aniqlash mumkin:

$$T_2 = T_1 + \Delta T = 15 + 30 = 45K$$

3-masala. $V=10l$ hajmli ballonda $p_1=1MPa$ bosim ostida $T_1=300K$ haroratda geliy bor. Ballondagi $m=10g$ geliy sarflangandan keyin ballondagi harorat $T_2=290K$ gacha pasaydi. Ballonda qolgan geliyning bosimi p_2 aniqlansin.

Berilgan: $V=10l = 10 \cdot 10^{-3} m^3 = 10^{-2} m^3$, $p_1=1MPa = 10^6 Pa$,

$$T_1=300K = 300K, m=10g = 10^{-2}kg$$

$$\underline{T_2=290K = 290K}$$

$$p_2 \sim ?$$

Yechish. Masala yechish uchun ikki marta gazning boshlang'ich va oxirgi holatlari uchun Klapeyron-Mendeleyev formulasidan foydalanamiz. Boshlang'ich holat uchun tenglama

$$p_1 V = \frac{m_1}{M} RT_1 \quad (1)$$

ko'rinishga ega, oxirgi holat uchun esa

$$p_2 V = \frac{m_2}{M} RT_2 \quad (2)$$

bunda m_1 va m_2 boshlang'ich va oxirgi holatlardagi geliy massasi, (1) va (2) tenglamalardan m_1 va m_2 massalarni topamiz:

$$m_1 = \frac{Mp_1 V}{RT_1} \quad (3)$$

$$m_2 = \frac{Mp_2 V}{RT_2} \quad (4)$$

(3) dan (4) ni ayirsak,

$$m = m_1 - m_2 = \frac{Mp_1 V}{RT_1} - \frac{Mp_2 V}{RT_2}$$

bundan p_2 ni topamiz

$$p_2 = \frac{RT_2}{MV} \left(\frac{Mp_1V}{RT_1} - m \right) = \frac{T_2}{T_1} p_1 - \frac{m}{M} \frac{RT_2}{V} \quad (5)$$

(5) formuladagi geliyning molyar massasi M dan boshqa barcha kattaliklar ma'lum.

$$M = 4 \cdot 10^{-3} \text{ kg/mol}$$

kattaliklarning qiymatlarini (5) ga qo'yib natijani olamiz:

$$p_2 = \frac{290}{300} \cdot 10^6 - \frac{10^{-2} \cdot 8,31 \cdot 290}{4 \cdot 10^{-3} \cdot 10^{-2}} = 3,64 \cdot 10^5 = 364 \text{ kPa}.$$

4-masala. Sig'imi $V=6,9\text{l}$ bo'lgan ballonda $m=2,3\text{g}$ massali azot bor. Qizdirishda molekulalarning bir qismi atomlarga dissotsilandi. Dissotsilanish koeffitsienti $\alpha=0,2$ 1) qizdirishdan avvalgi azot molekulalarining umumiy soni N_1 va azot molekulalarining konsentratsiyasi n_1 ; 2) qizdirilgandan keyin azot molekulalarining konsentratsiyasi n_2 va atomlarning n_3 konsentratsiyalari aniqlansin.

Berilgan: $V = 6,9\text{l} = 6,9 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$, $m = 2,3\text{g} = 2,3 \cdot 10^{-3} \text{ kg}$, $\alpha = 0,2$;

$$N_1 \sim? \quad n_1 \sim? \quad n_2 \sim? \quad n_3 \sim?$$

Yechish. Ta'rifga binoan, gaz zarralarining konsentratsiyasi zarralar sonini gaz egallagan idish sig'imi nisbatiga tengdir.

$$n = \frac{N}{V} \quad (1)$$

a) qizdirishdan avvalgi gaz molekulalari soni N_1 ni topamiz:

$$N_1 = \nu N_A = \frac{m}{M} N_A = \frac{m}{KM_G} N_A \quad (2)$$

Bunda ν -azotning modda miqdori: N_A —Avagadro doimiysi; M — azotning molyar massasi; M_G —azotning nisbiy molyar massasi; $K=10^3$ kg/mol kattaliklarning qiymatlarini (2) ga qo'ysak

$$N_1 = \frac{2,3 \cdot 10^{-3}}{10^{-3} \cdot 8} \cdot 6,02 \cdot 10^{23} = 4,94 \cdot 10^{23} \text{ dona molekula}$$

n_1 konsentratsiyani (1) dan topamiz:

$$n_1 = \frac{N_1}{V} = \frac{4,94 \cdot 10^{23}}{6,9 \cdot 10^{-3}} = 7,16 \cdot 10^{25} m^{-3}$$

b) qizdirilgandan keyingi konsentratsiya $n_2 = \frac{N_1(1-\alpha)}{V}$ (3) munosabatdan topiladi.

Bunda N_2 atomlarga ajralmagan molekulalarning soni. Kattaliklarning qiymatlarini (3) ga qo'yib quyidagini olamiz:

$$n_2 = \frac{4,94 \cdot 10^{23}(1-0,2)}{6,9 \cdot 10^{-3}} m^{-3} = 5,73 \cdot 10^{23} m^{-3}$$

Azot qizdirilgandan keyin atomlarning konsentratsiyasi

$$n_3 = \frac{2N_1\alpha}{V} \quad (4)$$

(4) formuladagi 2 soni har bir molekula ikkitadan atomga parchalanishini ifodalaydi. (4) ga kattaliklarni qiymatlarini qo'yib

$$n_2 = \frac{2 \cdot 4,94 \cdot 10^{23} \cdot (1-0,2)}{6,9 \cdot 10^{-3}} m^{-3} = 0,286 \cdot 10^{26} m^{-3} = 2,86 \cdot 10^{25} m^{-3}$$

5-masala. Idishda modda miqdori $\nu=1,2$ mol bo'lgan gaz saqlanadi. Bu gazni ideal gaz sifatida qarab, tezliklari ν eng katta ehtimoliy tezlik u_E ning 0,001 qismidan kam bo'lgan molekulalar soni ΔN aniqlansin.

Berilgan: $\nu=1,2$ mol

$$\frac{\frac{\nu_{\max}}{u_e}}{\Delta N \sim ?}$$

Yechish. Masalani yechish uchun molekulalarning nisbiy tezliklar ($u = \frac{\nu}{\nu_0}$)

bo'yicha taqsimotidan foydalanish qulay. Nisbiy tezliklari u dan $u + \Delta u$ gacha oraliqda joylashgan molekulalarning soni

$$dN(u) = \frac{4N}{\sqrt{\pi}} e^{-u^2} u^2 du \quad (1)$$

formula bilan aniqlanadi; bu yerda N -molekulalarning to'liq soni.

Masalaning shartiga ko'ra, bizni qiziqtiradigan molekulalarning maksimal tezligi

$$v_{\max} = 0,001 v_e, \text{ bundan } U_{\max} = \frac{v_{\max}}{v_e} = 0,001. \quad u \ll 1 \text{ ning bunday qiymatlari uchun (1)}$$

ifodada $e^{-u^2} \approx 1 - u^2$ deb olamiz. $u = (0,001)^2 = 10^{-6}$ qiymatni e'tiborga olmay, (1) ifodani

$$dN(u) = \frac{dN}{\sqrt{\pi}} u^2 du \quad (2)$$

ko'rinishda yozamiz. Bu ifodani u bo'yicha 0 dan $u_{\max}$ gacha integrallab, quyidagini olamiz:

$$\Delta N = \frac{4N}{\sqrt{\pi}} \int_0^{\max} u^2 du = \frac{4N}{\sqrt{\pi}} \left| \frac{u^3}{3} \right|_0^{\max} \text{ yoki } \Delta N = \frac{4N}{3\sqrt{\pi}} u_{\max}^3 \quad (3)$$

(3) molekulalar soni N ni modda miqdori va Avagadro doimiysi orqali ifodalab, hisoblash formulasini topamiz:

$$\Delta N = \frac{4vN_A}{3\sqrt{\pi}} u_{\max}^3 \quad (4)$$

v, N_A -kattaliklarning qiymatlarini (4) ga qo'yib hisoblasak:

$$\Delta N = \frac{4 \cdot 1,2 \cdot 6,02 \cdot 10^{23}}{3 \cdot 1,77} (10^{-3}) = 5,44 \cdot 10^{14} \text{ ta molekula}$$

6-masala. $m = 10^{-18}$ g massali chang zarrachasi havoda muallaq turibdi. Havo qatlamining chang zarrachalarining konsentratsiyasi 1% dan ko'pga farq qilmaydigan qalinligi aniqlansin. Butun hajmda havoning harorati T bir xil va 300 K ga teng.

Berilgan:

$$T = 300 \text{ K}, m = 10^{-18}, g = 10^{-21} \text{ kg}$$

$$\frac{\Delta n}{n} = 0,01$$

$$\Delta z \sim ?$$

Yechish. Chang zarrachalarining muvozanatli taqsimotida ularning konsentratsiyasi faqatgina tik yo'nalgan o'q bilan mos keluvchi f ning koordinatasiga bog'liq bo'ladi. Bu holda chang zarrachalarining taqsimotiga Bolsman formulasini qo'llash mumkin:

$$N = n_0 e^{-\frac{U}{kT}} \quad (1)$$

Bir jinsli maydonda $U=mgz$ bo'lganligidan

$$n = n_0 e^{\frac{-mgz}{(kT)}} \quad (2)$$

Masalaning shartiga ko'ra, konsentratsiyaning Δh balandlik bo'yicha o'zgarishi n ga nisbatan kam $\left(\frac{\Delta h}{n} = 0,01\right)$, shuning uchun ham konsentratsiyaning o'zgarishi Δn ni uncha katta bo'lmagan xatolik bilan differensial dn ga almashtirish mumkin.

(2) ifodani z bo'yicha differensiallab, quyidagini olamiz.

$$dn = -n_0 \frac{mg}{kT} e^{\frac{-mgz}{(kT)}} \cdot dz$$

$$N_0 e^{\frac{-mgz}{(kT)}} = n \text{ ekanligidan } dn = -\frac{mg}{kT} n dz$$

Bundan bizni qiziqtiruvchi koordinata o'zgarishini topamiz:

$$dz = -\frac{kT}{mg} \frac{dn}{n}$$

dz, dn larni $\Delta z, \Delta n$ chekli orttirmalar bilan almashtirsak

$$\Delta z = \frac{kT}{mg} \cdot \frac{\Delta n}{n} \quad \frac{\Delta n}{n} = 0,01, K = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ J / K} = 9,81 \text{ m / s}^2, T = 300 \text{ K} \quad \Delta z = 4,23 \text{ mm}$$

II-Bob boyicha xulosalar

Maktab kursining Molekulyar fizika bo'limi termodinamika va statistika elementlaridan iborat bo'lib, unda modda tuzilishi va xossalari o'rganiladi. Molekulyar kinetik tasavvurlar maktab dasturiga kiritilgan bo'lib ular butun kurs davomida issiqlik hodisalarini, modda tuzilishi va xossalarini o'rganish uchun o'zak bo'lib xizmat qiladi. Ammo ulardan chiqadigan xulosalar faqat maktabdagina emas fizika kursining o'qitilishini keyingi bosqichlarida ham sifat xarakteriga ega bo'ladi. Shunday qilib, ideal gazlarni qo'llanilish chegarasida real gazlardagi jarayonlarni o'rganishda muhim ahamiyatga ega.

Gaz qonunlarni o'rganishda o'quv tajribasidan keng foydalaniladi. Bu o'quv tajribalari ham bilimlar manbai, ham o'qitish uslubi va ko'rgazmalilik turi hisoblanadi. Bu usul gaz qonunlari haqidagi ilmiy dunyoqarashni to'g'ri shakllantiradi, fizik tushuncha, nazariya va qonunlarni chuqur o'zlashtirish imkonini beradi. Gaz qonunlarini bu tarzda o'rganish bilimlarni amaliyotga qo'llash imkonini beradi. Bu tadqiq qilish usuli o'quvchilarni tajriba otkazish va undan kerakli xulosalar chiqara olish ko'nikmalarini shakllantiradi.

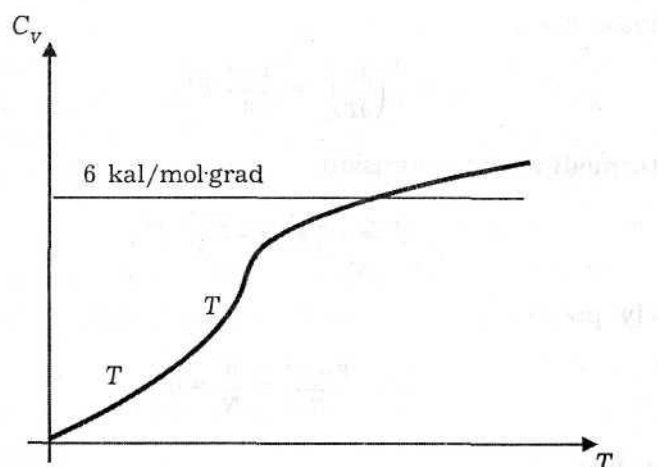
III.1. Qattiq jismlar issiqlik sig'imiga oid Eynshteyn nazariyasi. Debay nazariyasi. Fononlar

Qattiq jismlarda atomlar kristall panjaralari tugunlarida joylashgan bo'ladi va o'zlarining muvozanat holati atrofida tebranma harakatda bo'ladilar. Past temperaturalarida tebranish uncha katta bo'lmaydi va potensial energiya atomlarning muvozanat holatlariga nisbatan siljishining kvadratiga proporsional bo'ladi. Bu holda panjara tugunlaridagi har bir atomning tebranma harakatini garmonik ossillyator deb qarash mumkin. Bu esa qattiq jism energiyasining garmonik **ossillatorlar** energiyasiga teng deyish imkonini beradi.

1. Agar kristalldagi atomlar soni N ta bo'lsa, u holda sistema $\sim 3N$ erkinlik darajasiga ega bo'ladi. Garmonik ossillatorning bitta erkinlik darajasiga to'g'ri kelgan o'rtacha energiya $E = kT$ bo'ladi.

Shunday qilib, klassik nazariya bo'yicha qattiq jism energiyasi $E = ikT$ va issiqlik sig'imi esa $C_v = 3R = 6 \text{ kal/mol} \cdot \text{grad}$ bo'ladi. Bu Dyulong-Pti qonuni deb yuritiladi. Bu qonun ko'pchilik qattiq jismlar uchun uy temperatura sohasida o'rinli bo'ladi. Ammo past temperaturalarda bu qonun umuman yaroqsiz bo'lib qoladi.

Past temperaturalarda barcha kristallarning issiqlik sig'imi temperatura pasayishi bilan kamayadi. Bundan tashqari olmos kristallining issiqlik sig'imi yuqori temperaturalarda ham Dyulong-Pti qonuniga bo'ysunmaydi.



11- rasm. Qattiq jismlarda issiqlik sig'imining temperatura bo'yicha o'zgarishi.

Demak, kristall misolida biz yana klassik statistikadagi tekis taqsimlanish qonunining o'rinsiz bo'lishiga duch keldik.

1906-yilda Eynshteyn qattiq jismlar issiqlik sig'imini past temperaturalarda Dyulong-Pti qonunidan chetga chiqishini ko'rsatadi va uni quyidagicha tushuntiradi. Kristall panjara tugunlaridagi tebranuvchi har bir atomni uchta erkinlik darajasiga ega bo'lgan kvant ossillator deb qarash kerak. Bir xil tanlangan atomlardan tashkil topgan kristall panjaralaridagi hamma atomlar teng xuquqli bo'ladi va bir xil « ν » chastota bilan muvozanat holat atrofida tebranadi. Agar qattiq jism $3N$ ta atomdan tashkil topgan bo'lsa, u holda o'rtacha energiya

$$E = 3N \frac{h\nu}{2} + \frac{3Nh\nu}{\exp\left(\frac{h\nu}{kT}\right) - 1} \quad (36)$$

bo'ladi. Bu yerda $3Nh\nu/2 = J_Q$ ifoda $T = 0$ dagi energiya bo'lib, nolinchi energiya deyiladi. Bu ifoda kichik chastota sohasida klassik formula, ya'ni Dyulong-Pti qonuniga o'tadi. Katta chastota va past temperaturalar sohasida

$$E = E_0 + 3Nh\nu \exp\left(-\frac{h\nu}{kT}\right) \quad (37)$$

ko'rinishni oladi. Bu ifodadan qattiq jism issiqlik sig'imi

$$C_v^k = 3Nk \left(\frac{h\nu}{kT}\right)^2 \exp\left(-\frac{h\nu}{kT}\right) \quad (38)$$

ko'rinishni oladi. Bu bir qarashda tajriba natijasi bilan mos tushganday, lekin bunday emas ekan (1- rasm), chunki past temperaturalar sohasida $C_v \sim T^3$ bo'lishi kerak.

2. Debay nazariyasi

Qattiq jismlarning issiqlik sig'imi nazariyasi 1912- yilda Debay tomonidan hal qilingan deb hisoblanadi. Debay nazariyasiga yaqinroq nazariya Born va Karman tomonidan ham berilgan. Debay nazariyasiga ko'ra, qattiq jismda ikkita ko'ndalang va bitta bo'ylama to'lqin tarqaladi. Qattiq jismlarda bu to'lqinlarning tarqalishi kristall panjara diskretligiga ko'ra chastota bo'yicha chegaralangan bo'ladi. To'lqin uzunligi kristall panjara doimiysidan kichik bo'lgan to'lqinlar qattiq **jism** bo'ylab tarqala olmaydi. Shunga ko'ra qattiq jismda chastotalari $\nu \rightarrow 0$ va $\nu = \nu$ intervalda bo'lgan to'lqinlarga tarqala oladi.

Agar V hajmdagi qattiq jism N ta atomdan **tashkil** topgan bo'lsa, u holda qattiq jism $3N$ ta garmonik kvant **ossillatorlar** to'plamidan iborat deb qaraladi. Bu ossillatorlar xususiy ν_k chastota bilan tebranadi.

Har bir kvant ossillatorning o'rtacha energiyasi

$$E_k = \frac{h\nu_k}{2} + \frac{h\nu_k}{\exp\left(\frac{h\nu_k}{kT}\right) - 1} \quad (39)$$

va V hajmdagi qattiq jismning o'rtacha energiyasi

$$E = E_0 + \sum_{k=1}^{3N} \frac{h\nu_k}{\exp\left(\frac{h\nu_k}{kT}\right) - 1} \quad (40)$$

bo'ladi. Bu yerda

$$E_0 = \sum_{k=1}^{3N} \frac{h\nu_k}{2} \quad (41)$$

nolinchi energiya. JV juda katta son ekanligini hisobga olsak, ν , $\nu + d\nu$ chastota intervalidagi kvant ossillatorlar uchun quyidagi ko'rinishni oladi:

$$E = E_0 + \int_0^{\nu_{\max}} \frac{h\nu}{\exp\left(\frac{h\nu}{kT}\right) - 1} g(\nu) d\nu. \quad (42)$$

Bu yerda $g(u)du$ — chastota intervali ν , $\nu + du$ dagi kvant ossillatorlar soni yoki ko'ndalang va bo'ylanma tebranishlar soni.

Kvant ossillatorlar soni. Bu yerda summa

$$3N = \sum_k g(\nu_k). \quad (43)$$

mumkin bo'lgan hamma chastotalar

bo'yicha olingan. Agar $g(\nu)$ ma'lum bo'lsa, u holda bu tenglikdan $\nu_{\max}$ chastotani hisoblash mumkin. Vazifa $g(\nu_k)$ ni hisoblashdan iborat. $g(\nu_k)$ k -moddaga tegishli ko'ndalang va bo'ylanma tebranishlar soni. Faraz qilaylik, ν_t , $\nu_t + d\nu_t$ chastota intervalidagi ko'ndalang to'lqinlar soni

$$g(\nu_t) d\nu_t = 2 \cdot \frac{4\pi V}{c_t^3} \nu_t^2 d\nu_t, \quad (44)$$

ν_t , $\nu_t + d\nu_t$ chastota intervalidagi bo'ylama tebranishlar soni

$$g(\nu_t) d\nu_t = \frac{4\pi V}{c_l^3} \nu_t^2 d\nu_t \quad (45)$$

bo'lsa, u holda $\nu_t = \nu_x$ bo'lgan hoi uchun ν , $\nu + d\nu$ chastota intervalidagi turg'un va bo'ylanma tebranishlar soni, ya'ni kvant ossillatorlar soni

$$g(\nu)d\nu = \begin{cases} 4\pi V \left(\frac{2}{c_t^3} + \frac{1}{c_l^3} \right) \nu^2 d\nu, & \nu \leq \nu_{\max} \\ 0, & \nu > \nu_{\max} \end{cases} \quad (46)$$

bo'ladi. Bu yerda c_t va c_l — turg'un va bo'ylanma tebranishlarning tarqalish tezligi, ν_t va ν_l lar esa tebranish chastotalari. Natijada

$$3N = \int_0^{\nu_{\max}} 4\pi V \left(\frac{2}{c_t^3} + \frac{1}{c_l^3} \right) \nu^2 d\nu \quad (47)$$

ifodadan ν , $\nu + d\nu$ chastota intervalidagi kvant holatlar soni

$$g(\nu)d\nu = 4\pi V \frac{c_t^3 + c_l^3}{c_t^3 \cdot c_l^3} \nu^2 d\nu \quad (48)$$

ni yuqoridagi ifodaga qo'yib, turg'un va bo'ylanma tebranishlarni tarqalish tezliklari teng bo'lgan holi uchun quyidagi ifodani olamiz:

$$E = E_0 + \frac{12\pi V}{c^3} \int_0^{\nu_{\max}} \frac{h\nu^3}{\exp\left(\frac{h\nu}{kT}\right) - 1} d\nu. \quad (49)$$

$h\nu/kT = x$ yangi o'zgaruvchi kiritish natijasida:

$$E = E_0 + \frac{12\pi k^4 V}{c^3 h^3} T^4 \int_0^{h\nu_{\max}/kT} \frac{x^3 dx}{\exp(x) - 1} \quad (50)$$

ifodani olamiz. Bu qattiq jism energiyasini ifodalaydi. Past temperaturalar sohasida, ya'ni $T \ll h\nu_{\max}/kT$ da integralning yuqori chegarasini cheksiz bilan almashtirish mumkin. Natijada qattiq jismlarning energiyasi

$$E = E_0 + \alpha T^4 \quad (51) \quad \text{(ko'rinishini oladi. Bu yerda } a =$$

$47r^5 k^4 V / 5c^3 h^3$. Past temperaturalarda qattiq jism issiqlik sig'imi $C_v = (3T^3$ ko'rinishini oladi. Agar $h\nu_m/k = T_D$ - Debay temperaturasi kiritsak va yuqoridagi ifodalardan $c^3 = \frac{4\pi V}{3N} \nu_{\max}^3$ ekanligini hisobga olsak, u holda past temperaturalar sohasida qattiq jismlarning issiqlik sig'imi (goloid tuzlar yoki oskidlar uchun) quyidagi ko'rinishini oladi:

$$C_v = \frac{12\pi^4 NkT^3}{5T_D^3}. \quad (52)$$

Bu formula tajriba natijasi bilan miqdoriy tomonidan mos tushadi. Qattiq jismlarning holatini aniqlash uchun katta termodinamik potensial $B = -2E/3$ dan foydalanib aniqlash mumkin. Chunki katta termodinamik potensialning o'zgarishidan foydalanib, termodinamik kattaliklarni hisoblash mumkin bo'ladi.

Qattiq jismlarda, gazlar va suyuqliklardan farqli ravishda, issiqlik faqat issiqlik o'tkazuvchanlik orqali uzatiladi.

Umuman aytganda, kristalda issiqlik energiyasi fononlar, fotonlar, erkin elektronlar (yoki erkin kovaklar), elektron-kovak juftlari, eksitonlar orqali uzatilishi mumkin. Biz bu bandeda fonon issiqlik o'tkazuvchanlikni qarang chiqamiz. Uni ba'zan panjaraviy issiqlik o'tkazuvchanlik ham deyiladi. Agar qattiq jism namunasi uchlari turli temperaturalarda tutib turilsa, u holda namunadan issiqlikning uzluksiz oqimi vujudga keladi: issiqroq uchdagi kristall panjara tugunlari kattaroq amplituda bilan tebranadi, ular o'zlari bog'langan qo'shnilariga ta'sir qilib, ularning tebranish amplitudasini (binobarin, energiyasini) orttiradi, bu qo'shnilar o'z navbatida namunaning sovuqroq uchi tomonga bu ta'sirni (issiqlik energiyasini) uzatadi.

Masalan, dT/dx temperatura gradienti mavjud bo'lgan (sterjenning) namunaning dS ko'ndalang kesimi orqali dt vaqtda o'tgan dQ issiqlik oqimini molekulyar fizika fanidan ma'lum

$$dQ = -\lambda \frac{dT}{dx} dS dt \quad (53)$$

ifoda bo'yicha hisoblash mumkin, bundagi λ - issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti.

Biz kristall pa'jarasi atomlari tebranishlarini fononlar deb ataladigan kvazi zarralar orqali ifodalash mumkinligini ko'rgan edik, Ana shunga ko'ra kristallarda issiqlik energiyasini fononlar orqali uzatiladi deb aytish mumkin.

(Debay nazariyasi bōyicha, panjaraning uygʻongan holatini kristall hajmida erkin harakatlanuvchi fononlar ideal gazi kōrinishida tasavvur qilinadi. Fononlar gazi temperaturalarning muayyan oraligʻida ideal gaz xossalariga egʻa, shuning uchun qattiq jismning panjarasi (fononlar) issiqlik ōtkazuvchanligʻi koeffitsientini ideal gʻaznikiday kōrinishda ifodalasa bōladi:

$$\lambda_f = \frac{1}{3} C l_f v_m \quad (54)$$

bunda C — fononlar gʻazi birlik hajmining issiqlik sigʻimi,

l_f — fononning erkin yugurish yōli ōrtacha uzunligi, v_m ,- mazkur jismda tovush tezligi.

Fononlarning erkin yugurish ōrtacha l_f uzunligini hisoblash ancha qiyin, ammo nazariyaning sifatiy tahlili yetarlicha yuqori temperaturalarda l_f — ning mutloq temperaturaga teskari proportsional ekanligini kōrsatadi.

Shuning uchun λ_f issiqlik ōtkazuvchanlik koeffitsienti ham $T > \theta$ bōlganda mutlaq temperaturaga teskari proportsional, chunki bu sohada C va v_m kattaliklar temperaturaga bogʻliq emas.

Yetarlicha toza kristallarda mutlaq nolga yaqin temperaturalarda l_f — namunaning ōlchamlariga bogʻliq.

Buning sababi shuki, past temperaturalarda fononlar zichligi juda kam, binobarin, fononlararo tōqnashishlar ehtimoli kichik, bu holda fononlar namunaning u chegarasidan bu chegarasiga deyarli tōqnashishsiz harakat qiladi, demak, agar namuna ōlchami d bōlsa, $l_f = d$ bōladi.

$$\text{Bu holda, } \lambda_f = \frac{1}{3} C' v_m d \quad (55)$$

Endi (55) ifodaning ōng tomonida faqat C - gina temperaturaga bogʻliq. Debay qonuniga kōra, $C' \sim T^3$, binobarin, $l_f - T^3$ bōlishi kerak. Bu xulosani tajriba tasdiqlaydi.

III-Bob bo'yicha xulosalar

Termodinamikaning ikkinchi bosh qonuni quyidagicha: issiqlik energiyasi ishga aylanish jarayonida to'liq miqdorda ishga aylanmaydi, issiqlik sovuq tizimdan issiq tizimga o'zo'zidan o'ta olmaydi. Bu qonunni R. Klauzius ta'riflagan (1850). Bu qonunga asosan, har qanday mashina uzatilgan issiklikni to'liq ishga aylantira olmaydi, issiklikning ma'lum qismi sovitkichda qoladi

. Termodinamika va nazariy mexanika makrotizimlarni tutash muhit deb qaraydi. Statistik fizika esa makrotizimlarni o'rganishda ularni tashkil etgan zarralar xususiyatiga asoslanadi. Statistik fizika jism zarralarining xususiyatlariga asoslangan holda makroskopik xususiyatlarini keltirib chiqaradiki, bu makroxususiyatlarni, ya'ni ularga tegishli bo'lgan makroskopik kattaliklarni bevosita o'lchash yoki hissiyotimiz bilan sezishimiz mumkin bo'lsin.

. Statistik fizika esa xususiyatlari allaqachon o'rganilgan zarralardan tashkil topgan makrotizimlar xususiyatini aniqlash bilan shug'ullanadi.

Statistik fizika 2 bo'lim: muvozanat statistik fizika va nomuvozanat statistik fizikadan iborat. Nomuvozanat jarayonlar statistik fizikadansi muvozanati buzilgan tizimlardagi jarayonlarning borishini ifodalovchi tenglamalarni molekulyar tuzilish nuqtai nazaridan keltirib chiqarish, kinetik koeffitsiyentlar (issiqlik o'tkazuvchanlik, diffuziya, yopishkrkdik)ni molekulyar karakteristikalar orqali ifodasini aniqlash va nomuvozanat termodinamikani asoslash kabi masalalar bilan shug'ullanadi. Muvozanatli jarayonlar statistik fizikadansi muvozanatsiz jarayonlar statistik fizikasining xususiylari xoli bo'lib, termodinamik muvozanatdagi tizim xossalarini, ular orasidagi bog'lanishlarni, shuningdek, termodinamikaning asoslash masalalarini o'rganadi.

XOTIMA

Meninig BMI ishimda nazariya va amaliyot uyginligini taminlash maqsadida fizikaviy jarayonlar jism zarralarining xususiyatlariga asoslangan holda mikroskopik xususiyatlarini keltirib chiqaradi.

Termodinamika va nazariy mexanika makrotizimlarni tutash muhit deb qaraydi. **Statistik fizika esa makrotizimlarni o`rganishda ularni tashkil etgan zarralar xususiyatiga asoslanadi.** Statistik fizika jism zarralarining xususiyatlariga asoslangan holda makroskopik xususiyatlarini keltirib chiqaradiki, bu makroxususiyatlarni, ya'ni ularga tegishli bo`lgan makroskopik kattaliklarni bevosita o`lchash yoki hissiyotimiz bilan sezishimiz mumkin bo`lsin.

Termodinamika va statistik fizikani o`qitishda samaradorlik tushunchasi pedagogic jihatlari fanlaaro integrasiyada uygunlik mavjud bo`lib, amaliy ma'lumotlarni nazariy qonuniyatlar asosida ochib beriladi va nazariy masala echishlar orqali mustahkamlanadi. Statistik fizika molekulyar fizikaning chegaraviy holatida macro va mikrotizimlarni hususiyatlarini o`rganish bilan srhug`ilanadi.

Mazkur ishda **Termodinamika va statistik fizikani o`qitishda** o`qitishda chegaraviy holatdagi muammolarni nazariy usul yordamida tahlil etish fanlararo integrasiyadan o`rinli foydalanish imkoniyatlari ko`rib chiqildi, jumladan taqsimot funksiyalari munosibatlari shuningdek Maksvell tezliklar taqsimoi statistic usluboyoti o`rganildi.

BMIda nazariy fizika kusining statistic fizika bo`limida jism zarralarining xususiyatlariga asoslangan holda makroskopik xususiyatlarini keltirib chiqaradiki, bu makroxususiyatlarni, ya'ni ularga tegishli bo`lgan makroskopik kattaliklarni bevosita o`lchash yoki hissiyotimiz bilan sezishimiz mumkin bo`lsin.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. A.Boydadaev Klassik statistic fizika.Toshkent, «O'qituvchi»,2003-352 bet
- 2.A.Abdumalikov, R. Mamatqulov.Termodinamika va statistic fizika.Toshkent, «Voriz nashriyoti» MChJ,2006-392bet
- 3.E.To'raev,Sh .Jo'raev, Y.To'raev Termodinamika va statistic fizika.Toshkent, «Sharq» 2002-128 bet
4. I.Kvasnikov «Termodinamika,statisticheskaya fizika.V 4_yox tomax.Uchebnoy posobiya diya vuzov.Moskva.Izd-vo MGU.kvantovaya statistika2005-352str.
5. Yu.B.Rumer,M.Sh.Rivkin «Termodinamika,statisticheskaya fizika i kinetika»- M.:»Nauka»,1977g.252 str.
6. E.A. Detlaf. B. M. Yavorskiy. «Fizika kursi» Moskva. 1989 yil. 296 bet
7. Yu.L.Klimontovich. Statisticheskaya fizika -M.:»Nauka», 1982g 608 str.
8. Zisman.O.M. Todes.M.. « Umumiy fizika kursi» «Nauka».1965g 242 str.
9. D.V.Sivuxin. «Obshiy kurs fiziki» I t. Moskva. Nauka. 1977. 285 str
10. R.V.Telesnin, V.F.Yakovlev «Kurs fiziki» Molekulyarnaya fizika. Moskva. Prosvesheniye. 1970. 285 str
11. I.V.Savelev «Umumiy fizika kursi» I t. Toshkent. O'qituvchi. 1973 yil. 296 bet.
12. F.M.Kuni. Statisticheskaya fizika i termodinamika. »Nauka», 1981-351 str.
13. V.S.Volkenshteyn «Umumiy fizika» kursi bo'yicha masalalar to'plami. Toshkent. O'qituvchi. 1981 yil. 299 bet..
14. A.Detlaf. B.Yavorskiy «Spravochnik po fizike». Moskva. Nauka. 1985. 285 str
15. N.I.Goldfarb «Sbornik voprosov i zadach po fizike». Moskva. Visshaya shkola. 1983 285 str
16. Mamatqulov R. Tursunov A.A»Termodinamika va statistik fizikadan masalalar» Toshkent. O'qituvchi. 2003 yil. 152 bet.
17. N.I.Goldfarb «Fizikadan savol va masalalar to'plami». Toshkent. O'qituvchi. 1973 yil,246 bet..
18. D.I.Saxarov «Sbornik zadach po fizike». Moskva. Prosvesheniye. 1965.212 str.
19. X.Kuxling «Spravochnik po fizike». Moskva. Mir. 1983. 254 str.

20. M.Ismoilov, M.S.Yunusov «Elementar fizika kursi». Toshkent. O'qituvchi. 1989 yil,285 bet..
21. «Yosh fizik» ensiklopedik lug'ati. Toshkent. O'zbekiston milliy ensiklopediyasi. 1989 yil,123 bet..
22. B.F.Izbosarov «Elektr kursidan uslubiy qo'llanma». Navoiy. 2002 yil,140 bet..
23. R.A.Gladkova «Fizikadan savol va masalalar to'plami». Toshkent. O'qituvchi. 1983 yil,256 bet.
24. O.F.Kabardin «Fizika». Moskva. Prosvesheniye. 1981. 345 стр.
25. A.I.Bolsun, B.K.Galyakevich «Fizika». Moskva. Ayris Rolf. 1999. 306 стр.
26. K.A.Putilov «Kurs fiziki». I tom. Moskva. Fizika-matematicheskaya literatura. 1963. 278 стр.
27. S.E.Frish, A.V.Timoreva «Umumiy fizika kursi». I tom. Toshkent. O'qituvchi. 1972 yil,298 bet..
28. B.F.Izbosarov, I.I.Ismoilov, J.A.Toshxonova, B.K.Habibullayev, M.X.O'lmasova, A.Egamberdiyev. Fizikadan laboratoriya praktikumi,1-qism. ToshDPU. 1988 yil,187 bet..
29. A.A.Axmedov, I.R.Kamolov «Fizikadan ma'lumotnoma». Navoiy. 2005 yil,114 bet..
30. O'zbekiston milliy ensiklopediyasi V,VI VII tom. Toshkent. O'zbekiston milliy ensiklopediyasi davlat ilmiy nashriyoti. 2004 yil,212 bet..
31. A.G.G'aniyev, A.K.Avliyoqulov, G.A.Almardonova «Fizika». I qism. Toshkent. O'qituvchi. 2002 yil,236 bet..
32. B.F.Izbosarov, I.R.Kamolov «Magnetizm». Aloqachi nashriyoti. Toshkent. 2006 yil,342 bet..
33. B.F.Izbosarov, I.R.Kamolov. Fizika kursi. Toshkent. Iqtisod-Moliya. 2006 yil,289 bet..
34. Sovremennaya, universalnaya ensiklopediya shkolnika. Moskva «BAO Press» 2005. 275 стр.
35. Spavochnik shkolnika. Bishkek 2000. 156 стр.
36. A.V.Metelskiy. «Kimyo». Samarqand DU 2006 yil,189 bet.
37. B.F.Izbosarov, A.K.Qutbedinov. Termodinamika asoslari. Navoiy. 2004 yil,216 bet.
38. A.A.Abdukarimov. R.Mamatqulov. Termodinamika va statistik fizika Toshkent.Voris nashriyoti MChJ 2006yil – 392bet.

Internet saytlari

- 1.www.ziynet.uz –Axborot ta'lim tarmog'I sayti.
- 2.www.refarat.uz- Refaratlar,kurs ishi va diploma ishlari

BITIRUV MALAKAVIY ISHIGA TASHQI TAQRIZ

Toliba _____

_____kurs_____

guruh_____yo'nalishi

Mavzu _____

Bitiruvmalakaviyishiningmazmuni:

Umumiyhajmi_____bet

Ishquyidagibo'limlarbo'yichabajarilgan:_____

Ishning kamchiliklari;_____

Ishga _____ va _____ muallufga _____ berilgan
baho: _____

Tuzuvchi:

BITIRUV MALAKAVI YISHIGA TAQRIZ

Talaba _____

____IV- kurs____guruh _____yo'nalishi

Mavzu_____

Bitiruv malakaviy ishining mazmuni:

Umumiyhajmi_____bet

Ish quyidag bo'limlar bo'yicha bajarilgan: _____

_____I

shning ijobiy tomonlari:_____

Ishning

kamchiliklari:_____

Ishga _____ va _____ muallifga _____ berilgan

baho_____

Ilmiy rahbar:

(F.I.Sh.)

(imzo)

HIMOYA KUNI

Mavzuning aktualligi	Ishning mustaqil bajarilish darajasi	Amaliy ahamiyat	Yangi adabiyotlardan foydalanish darajasi
12	32	16	10

Rasmiylashtirish sifati	MBI himoyasi	Jami	%
10	20	100	

DAK raisi _____

DAK a'zolari _____

G.Bo'rievaning Termodinamika qonunlarining statistic asoslarini o'rganish mavzusidagi BMI ishiga

Taqriz

Hozirgi kunda ta'lim jarayonida interaktiv metodlar, innovatsion texnologiyalar pedagogik va axborot texnologiyalarini o'quv jarayoniga qo'llashga bo'lgan qiziqish, e'tibor kundan-kunga kuchayib bormoqda. Bunga asosiy sabablardan biri, shu vaqtgacha an'anaviy ta'limda o'quvchi talabalarni faqat tayyor bilimlarni egallashga o'rgatilgan bo'lsa, zamonaviy texnologiyalar ularni egallayotgan bilimlarini o'zlari qidirib topishlariga, mustaqil o'rganib tahlil qilishlariga, hatto xulosalarni ham o'zlari keltirib chiqarishlariga o'rgatadi. Ta'lim jarayonida o'qituvchi-talaba asosiy ko'rinishga aylanadi.

Bo'lajak mutaxassislarning mustaqil o'quv faoliyatlarini rivojlantirish, o'quv va ilmiy ishlarining mushtarakligini ta'minlash, talabalarni ilmiy tadqiqotlarga jalb qilish, shular asosida mutaxassislar tayyorlash sifatini oshirish-oliy o'quv yurtining asosiy vazifalaridan biri. Mazkur muammolar, ularni hal qilish, o'qituvchiga, uning pedagogik ilmiy malakasiga, talabalarni bo'lajak kasbiy faoliyatini samarali bajarishga tayyorlash muhim ahamiyat kasb eta boshladi.

BMIishi kirish va uch bobdan iborat bo'lib, unda talabalarning mustaqil o'quv faoliyatini rivojlantirish mazmuni va joriy etish metodikasi hamda pedagogic tajriba sinov ishlarini nashkil qilish, o'rganish va uning natijalarini qayd qilishi kabi dolzarb mavzularni o'z ichiga qamrab olgan. Yaxlit olib qaraganda, BMI muallif tomonidan mustaqil izlanish natijasida olingan tadqiqotlarga asoslangan.

BMI da tavsiya qilingan natijalar nazariy va amaliy jihatdan asoslanganligi, yetuk olimlar tomonidan yaratigan va tavsiya etilgan usullarni oliy o'quv yurtlari, kasb-hunar kollejlari va umumta'lim maktablari o'qituvchilari uchun muhim axborot manbai bo'lib xizmat qiladi.

Taqrizchi:

dots. E.Hudoyberdiev

