

**O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI
XALQ TA'LIM VAZIRLIGI**

NAVOIY DAVLAT PEDAGOGIKA INSTITUTI

UDK: 01 UM FT PP

Xudoyqulova Feruza

**“Qattiq jismlarda issiqlik sig'iminin klassik va kvant statistika
nazariyalarining o'zaro bog'liqligi”**

Mutaxassislik: Nazariy fizika

Magistr akademik darajasini olish uchun yozilgan

DISSERTATSIYA

DAK da himoya qilishga ruxsat berilgan: _____

Ilmiy rahbar: _____

Magistratura bo'limi boshlig'i: _____

Kafedra mudiri: _____

Navoiy – 2012 yil

REJA:

KIRISH

I BOB. FIZIKA TA'LIM JARAYONIDA TALABALARNING AMALIY O'QUV FAOLIYATLARINI RIVOJLANTIRISHNING USLUBIY ASOSLARI

I.1. Talabalarning amaliy o'quv faoliyatlarini rivojlantirish holati

I.2. Talabalarning amaliy o'quv faoliyatlarini rivojlantirishning uslubiy
jihatlari

II BOB. QATTIQ JISM ISSIQLIK SIG'IMINING NAZARIYASI

II.1. Kristall qattiq jism

II.2. Issiqlik sig'imining Eynshteyn nazariyasi

II.3. Issiqlik sig'imining Debay nazariyasi

II.4. Absolyut nol haroratli fermi-gaz

II.5. Kristallardagi energetik zonalar

II.6. Holatlar zichligi. Qattiq jismlar turlari

II.7. Flukuatsiyaning termodinamik nazariyasi

III BOB. FIZIKA MASHG'ULOTLARIDA TALABALARNING NAZARIY DUNYOQARASHINI RIVOJLANTIRISH MAZMUNI VA JORIY ETISH METODIKASI

III.1. Fizika o'qitishda talabalarning nazariy dunyoqarashini o'stirishni
amalga oshirish yo'llari

III.2. Umumiy fizika ta'lim mazmuni va uni kompyuterdan foydalanib
o'qitish

XULOSA

KIRISH

Fizika ta'limi mazmunining yangilanishi – davr talabi

Respublikamizda “Ta’lim to’g’risida” gi Qonun va “Kadrlar tayyorlash milliy dasturi” ning amalga oshirilayotganligi munosabati bilan umumiy o’rta va o’rta maxsus, kasb-hunar ta’limi va Oliy ta’lim muassasalaridagi fizika ta’limi mazmunining yangilanishi, ularning yangi laboratoriya sinflari, yangi laboratoriya jihozlari bilan ta’minlanishi, ta’lim jarayonida axborot texnologiyalaridan keng foydalanish bo’lajak fizika o’qituvchilarini tayyorlash mazmuniga bevosita ta’sir ko’rsatmoqda. Ularning bilim, ko’nikma va malakalariga bo’lgan talablar kuchaymoqda.

O’zbekiston Respublikasi Oliy Majlisining IX sessiyasida (1997-yil 29-avgust) Prezidentimiz I.A.Karimov “Yuqori malakali pedagog kadrlar tayyorlash va qayta tayyorlashga e’tibor berish lozim. Kadrlar tayyorlashning sifati, erkin fikrlovchi shaxsni kamol toptirish, ertaga sinfxonalar va auditoriyalarda kimlar dars va saboq berishiga bog’liq. Yana bir bor ta’kidlab o’tishga to’g’ri keladi: amalga oshirilayotgan barcha islohotlarning taqdiri shu masalaga, ya’ni kadrlar tayyorlashga chambarchas bog’liqligini biz aniq va ravshan anglab olishimiz lozim. O’zini shu mamlakatning haqiqiy vatanparvari deb biladigan har bir kishi bu Dasturni amalga oshirishga o’z mehnatini, o’z ulushini qo’shadi, deb ishonaman” deya ta’kidlab o’tgan edi.

Ma’lumki, ko’p bosqichli ta’lim tizimida o’rta umumta’lim, o’rta maxsus, kasb-hunar ta’limi (akademik litsey va kasb-hunar kollejlari), Oliy ta’lim (bakalavriat va magistratura) da fizika kursi o’rganiladi. Xususan, fizika kursida dars mashg’ulotlarining mazmuni va uni tashkil etish uslublarini takomillashtirish o’qitish metodikasida dolzarb vazifalardan biri hisoblanadi. Talaba va magistrning yuqori saviyadagi bilim va mahoratga ega bo’lishida fizik praktikum va nazariyaning o’rni juda muhimdir. Praktikum paytida talaba va magistr o’z bilimlarini oshirib; olgan nazariy bilimlarini mustahkamlab;

fizikaning asosiy tushunchalari va qonuniyatlarini chuqurroq anglab; eksperimental masalalarni yechish ko'nikma va malakalarini egallab; fizik asbob, qurilmalar va o'lchov asboblari bilan ishlashni o'rganib, fizik eksperiment va namoyish tajribalarini mustaqil bajarish, kuzatish va tajriba natijalarini matematik qayta ishlash usullarini o'zlashtirib oladilar. Bunda yangi pedagogik va axborot texnologiyalaridan foydalanish, yaxshi ijobiy natijalarga olib keladi. Shunga ko'ra, o'qitish uslublarini takomillashtirish bilish nazariyasi, fanning metodologiyasi va o'qitishning psixologik, didaktik asoslariga tayanadi.

Tadqiqotning dolzarbligi. O'zbekiston Respublikasining "Ta'lim to'g'risida" gi qonuni, "Kadrlar tayyorlash Milliy dasturi" oliy o'quv yurtining professor-o'qituvchilari oldiga davr talabiga javob bera oladigan oliy ta'limning mazmuni, vazifalari, shakli va o'qitish metodlari va nazariyasini ishlab chiqish, uni metodik jihatdan ta'minlash muammolarini qo'ydi.

Mustaqil ishlash ko'nikmasiga ega bo'lgan inson boshqalardan bir qator afzalliklarga ega bo'ladi. U har qanday holatdan chiqib keta oladi, chiqqanda ham tez va eng yaxshi yo'l orqali chiqadi. Talabalarni o'quv faoliyatini rivojlantirishning turli xil jihatlari mavjud. Lekin, bugungi kunda bu muammolarning hal etilishi o'z echimini to'liq topmagan.

Hozirgi kunda "Kadrlar tayyorlash milliy dasturi" ning joriy etilishi yangi sifat bosqichiga o'tdi. O'qitish jarayonida talabalarning mustaqil faoliyatlarini rivojlantirish muammosi bozor iqtisodiyoti sharoitida yangi ahamiyat kasb eta boshladi. Ilmiy-texnik taraqqiyot ta'lim mazmuni takomillashuvini yuqori darajaga ko'tarish uchun qulay shart-sharoit yarata boshladi. Jamiyatimizning ijtimoiy-iqtisodiy taraqqiyotini jadallashtirish sharoitida yosh mutaxassis kadrlarning mustaqil ishlash qobiliyatini rivojlantirish omilini vujudga keltirish davr talabiga aylanmoqda. Bugungi kunda ijodiy fikrlaydigan, mustaqil ravishda oqilona faoliyat ko'rsatadigan yoshlar o'ta zarur hisoblanadi.

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 biriga aylanmog'i darkor. Mazkur muammolar, ularni hal qilish, o'qituvchiga, uning pedagogik ilmiy malakasiga, talabalarni bo'lajak kasbiy faoliyatini samarali bajarishga tayyorlash muhim ahamiyat kasb eta boshladi.

Buning uchun yangi pedagogik va axborot texnologiyalaridan samarali foydalanishda oliy ta'lim o'qituvchilaridan quyidagilar talab etiladi:

- ta'lim tizimini isloh qilish, kadrlar tayyorlash sohasida raqobat muhitini shakllantirish;
- ta'limning uzviyligini jamiyatda amalga oshirilayotgan jarayonlarga mosligini ta'minlash;

“Kadrlar tayyorlash milliy dasturi” da birinchi galdagi vazifa yalpisiga o'qitishdan yakka tartibda o'qitishga yondashuvni kuchaytirishga, bo'lajak o'qituvchilarning mustaqil ishlash qobiliyatlarini rivojlantirish muammolarini hal etishdan iboratligi ko'rsatib o'tilgan. Ushbu hol talabalarni mustaqil ishlashga, o'qitishning faol shakli va metodlariga, seminar va amaliy mashg'ulotlarga, munozaralarga, ishlab chiqarish va amaliyotdagi vositalarni modellashtirishga tayangan holda muvaffaqiyatli hal etilishi mumkin. Kelajakda o'quv jarayonini har tomonlama jadallashtirish va uning sifatini oshirishning ishonchli omili o'quv jarayonini kompyuterlashtirishdan iborat bo'ladi.

Yuqoridagilarni amalga oshirish uchun talabalarning mustaqil ishlashi o'qituvchilarning nazorati ostida, metodik va texnik yordamiga tayangan holda tashkil qilishni takomillashtirish kerak. Mamlakatimizda va chet el matbuotlarida e'lon qilingan aksariyat ilmiy maqolalarda ijodkorlikni, mustaqil faoliyatni rivojlantirishga oid imkoniyatlarni izlash zarurati tug'ilganligi ta'kidlab o'tiladi. Yana shu narsaga to'xtalib o'tiladiki, talabalar o'quv materiallarini sifat jihatidan yanada yuqori darajada o'zlashtirishga erishishi kerakligi, ta'lim berish jarayonida turli mashg'ulot turlaridan foydalanish imkoniyatlarini kengaytirilishi, talabalarning bilimlarini muntazam nazorat qilib

borishni ta'minlanishi ta'kidlanadi. Ularning o'qish, o'rganish, ya'ni bilish faoliyatini faollashtirish masalasiga e'tibor qaratiladi.

Tadqiqotning maqsadi: talabalarning nazriy bilimlarini rivojlantirishga yordam beruvchi fizik ta'lim mazmunini yaratish va tegishli tavsiyalar ishlab chiqishdan iborat.

Tadqiqotning farazi va maqsadidan kelib chiqib uning vazifalari quyidagicha belgilandi:

- fizika o'qitish bilan bog'liq talabalarning nazariy bilimlarini oshirish;
- issiqlik sig'imining fizik mohiyatini kvant va klassiy nuqtai-nazardan chuqurroq tushuntirish;
- talabalarga qattiq jismlarda issiqlik sig'imi Dyuylong-Pti qonuniga qat'iy bo'ysunishini yetkazish;
- qattiq jismlardagi zonalar nazariyasini tushuntirish va uning mohiyatini talabaga to'la yetkazish;
- talabalarning nazariy bilimlarini baholash mezonlarini aniqlash;
- fizikadan nazariy ta'limni rivojlantirishning samarali usullarini ishlab chiqish;
- talabalar mustaqil faoliyatlarini rivojlantirishga doir metodik tavsiyalar ishlab chiqish.

Tadqiqotning metodologik asosi: Ta'lim taraqqiyotini belgilovchi ustivor jihatlar, ta'limni takomillashtirish zaruriyatining, obyektiv jarayon ekanligi; Sharq falsafasiga asoslangan hamda bilish jarayoni bilan bog'liq pedagogik, ruhiy (psixologik) adabiyotlar va ulardagi fizikaviy hodisa va tushunchalarni bayon qilish bilan bog'liq nazariy qarashlar, O'zbekiston Respublikasida aniq fanlarni o'qitish, ta'lim jarayonida hozirgi zamon texnikasi va texnologiyasi yutuqlaridan samarali foydalanishga doir qaror va ko'rsatmalar o'quv jarayonida kompyuterdan foydalanish uslubiyotiga oid ko'plab ishlarni tashkil etadi.

Tadqiqotdagi ilmiy yangilik: nazariy rofizika kursini yangi pedagogik texnologiyalardan foydalangan holda o'qitish jarayonida talabalarning mustaqil

ilmiy faoliyatlarini rivojlantirishning quyidagi tashkiliy-metodik asoslari ishlab chiqildi:

- nazariy fizika kursini o'rganish jarayonida talabalarning mustaqil faoliyatlarini rivojlantirishda individual texnologiyalarni qo'llash shakllari va metodlari hamda o'qitish modellari ishlab chiqildi;
- umumiy fizika kursining keyingi rivoji nanotexnologiyalar bo'lsa, nanotexnologik materiallar bevosita qattiq jismlar (kristallar) ekanligini va ularni o'rganishda issiqlik sig'imi va zonalar nazariyasi asosiy o'rin tutishini talabalarga yetkazish;
- qattiq jismlar zonalar nazariyasida Fermi sathining mavjudligi haqida ma'lumotlar berish;
- absolyut haroratni turlicha talqin etish;
- fizika ixtisosligidagi talabalarga ta'lim berishda, amaliy mashg'ulotlarda ijodkorlikni qo'llashning o'ziga xos xususiyatlari belgilandi.

Tadqiqot ishining nazariy ahamiyati:

- nazariy fizika kursining yangilanish imkoniyatlarini ifodalovchi ustivorliklar;
- nazariy fizika kursini o'rganish jarayonida talabalarning mustaqil faoliyatlarini rivojlantirishning shakl va metodlari ishlab chiqildi;
- fizika ixtisosligidagi talabalarning o'quv-tadqiqot faoliyatlarida pedagogik va kompyuter texnologiyalarni qo'llashga o'rgatish tizimi aniqlandi;

Tadqiqotning amaliy ahamiyati quyidagilardan iborat:

- fizika ixtisosligidagi talabalarning zamonaviy pedagogik va kompyuter texnologiyalaridan foydalanib o'qitilganda ta'lim berish sifatining ortganligi;
- nazariy fizika qonunlarini bilgan holda, uning amaliy tadbir'i uchun zamin yaratish;

Tadqiqot ishlari natijasida chiqarilgan ilmiy qoida va xulosalar nazariy jihatdan asoslanib berildi. Olingan natijalar va chiqarilgan xulosalarning

to'g'riligi tadqiqotning maqsadi va ilmiy farazlariga adekvat bo'lgan bir-birini to'ldiruvchi usullaridan foydalanish asosida o'tkazildi.

Ilmiy ish natijalari yuzasidan e'lon qilingan materiallar: magistrant o'zining ilmiy izlanishlari natijasida jami 5 ta maqola e'lon qilingan. Shularning 3 tasi ilmiy dissertatsiya ishi yuzasidan. Maqolalarning 2 tasi ilmiy-amaliy konferensiyalarda va 3 tasi OTM iqtidorli talaba va professor-o'qituvchilarning konferensiyasida.

Nazariy fizika fani va uning asosiy vazifasi

Nazariy fizika fani nimani o'rganadi? Bizni qurshab turgan barcha narsalar barcha borliq olam tushunchasi bilan umumlashtiriladi. Olamni fazo va vaqtda o'zgarishi, ya'ni evolyutsiyasi olam manzarasini hosil qiladi.

Olam va olam manzarasini matematika va mantiqqa tayanib tabiatning eng umumiy prinsiplari va qonunlarini ochish masalasi bilan nazariy fizika fani shug'ullanadi.

Nazariy fizika fanini predmeti va metodi ta'riflashdan oldin ikkita tushuncha "struktura" va "model" haqida yaxshi tasavvurga ega bo'lish kerak.

Struktura obyekt yoki sistemaning elementlar majmuasidan tashkil topganligini va ichki kuchlar ta'sirida bu elementlar orasida mustahkam ravishda turli shakldagi va yo'nalishdagi ichki bog'lanishlar hosil qilgan barqaror sistema tushuniladi. Materiyaning standart modelida strukturani olti pog'onasi molekulalar, atomlar, yadrolar, nuklonlar, dironlar va preonlar mavjud. Demak, nazariy fizika (umuman fizika) oddiy moddiy strukturalarni elementar zarralar, yadrolar, atomlar, molekulalar, moddalar, jismlar, maydonlar va jism va maydondan tashkil topgan sistemalar, ularning tuzilishi, o'zaro ta'siri va harakatini o'rganadigan fandır. Bu ta'rif bevositaga fizikaga ham tegishlidir.

Demak, **struktura** tushunchasi real o'rganilayotgan obyekt (sistema) ning naqadar murakkab ekanligini xarakterlovchi mezondir. Shu bois, **nazariy fizika obyektlar (sistemalar) strukturasini o'rganadigan fandır.**

Nazariy fizika predmetini ya'nada aniqlashtirish uchun **“model”** tushunchasiga e'tibor beramiz. Obyekt (sistema, hodisa) ni bevosita o'rganishning iloji yo'q bo'lsa, juda qimmatga tushsa yoki o'rganish nihoyatda qiyin bo'lsa, juda uzoq muddat talab qilsa, u holda uning nusxasi, modeli yaratiladi. Nazariy fizika esa real obyektlar (sistemalar) va hodisalarni matematik modellarga (nuqta, simvollar, matematik belgilar, amallar, tenglamalar va h.k.) almashtirish orqali shu obyektlar (sistemalar) va hodisalarni o'rganadi.

Real fizik obyektlar (sistemalar) va hodisalarni **matematik modellarga almashtirish orqali** shu obyektlar (sistemalar) va hodisalarni **o'rganish nazariy fizikaning asosiy predmeti (mavzusi)** hisoblanadi.

Nazariy fizikaning metodi shu matematik modellarni tahlil qilish orqali real obyektlar (sistemalar), hodisalar haqida informatsiya olish va ularni qayta tahlil qilish va pirovardida xulosa yoki hukm chiqarishdir. Olingan matematik natija ob'ektning strukturasi aks etadi va olingan so'nggi xulosa interpretatsiyalanadi va olingan fizik nazariya amaliyotga qo'llaniladi va eksperimentda sinovdan o'tadi.

Fizik nazariyani matematik modellashtirish uch bosqichda amalga oshiriladi:

1. Formallashtirish berilgan fizik masalani matematik tilga o'tkazishga aytiladi.

2. Hosil bo'lgan matematik masalani yechish fizik nazariyaning matematik formasi differensial va integral tenglamalar asosida yechiladi va matematik natijalar olinadi.

3. Interpretatsiyalash topilgan yechimni izohlash, ya'ni matematik yechimni matematik tildan qayta “fizika tili” ga fizik tushunchalar formasiga o'tkazish.

Obyekt stukturasidagi bog'lanishlarni, ko'p shaklli xossalarini, ya'ni fizik obyektning barcha xossasini matematik obyekt o'zida to'la aks ettira olmaydi. Lekin shunga qaramay yaxshi matematik model real fizik obyektning eng

muhim belgi va alomatlarini va bog'lanishlarni aks ettiradi va obyekt haqida to'g'ri ma'lumot beradi. Demak, matematik model orqali biz nisbiy haqiqatni ochib, u orqali obyekt sistema) yoki hodisalarni umumiy prinsiplari va qonunlarini ochishga imkon tug'iladi.

Nazariy fizika fani umumiy fizika kursini barcha materiallarini umumlashtiradi va **quyidagi bo'limlarida fundamental fizik nazariyalar** mufassal o'rganiladi: **klassik mexanika, nisbiylik nazariyasi (maxsus va umumiy), elektrodinamika, kvant mexanikasi, statistik fizika va termodinamika.**

Fizikaning har bir sohasidagi nazariya shu sohaga kiruvchi barcha fizik hodisalarni **yagona** nuqtai nazaridan tushuntiradi, bashorat qilaoladi va hisoblay oladi. Fundamental nazariyalar nazariy fizikaning oxirgi bo'limlari bo'lgan **moddalarning mikroskopik nazariyasi, atom yadrosi fizikasi va elementar zarralar fizikasiga** tatbiq qilinadi.

Shuningdek, bu nazariyalar fizikaning ko'plab yangi sohalari, masalan, **nanofizika, fotonika, kvant hisoblashlar fizikasi kabi sohalarga** ham muvaffaqiyatli qo'llanilmoqda.

Nazariy fizika olam manzarasini o'rganishda (bilishda) matematika va mantiqqa suyangan holda tabiatning eng umuiy prinsiplari va qonunlarini ochishga intiladi. Nazariy fizikaning bosh maqsadi olamni nimadan tuzilganligini, uning bo'laklarini nima chambarchas bog'lab turganligini, olam evolyutsiyasi jarayoni qonunlarini bilish va fundamental qonunlarni ochib berishdir.

Fizik nazariyaning pirovard maqsadi olam va olam manzarasini to'la tavsiflovchi yagona nazariya yaratishdir.

I BOB. TA'LIM JARAYONIDA TALABALARNING AMALIY O'QUV FAOLIYATLARINI RIVOJLANTIRISHNING USLUBIY ASOSLARI

I.1. Talabalarining amaliy o'quv faoliyatlarini rivojlantirish holati

Ilmiy kashfiyotlarning o'ziga xos xususiyatlari, shuningdek ijodiy jarayonning pedagogik, psixologik tomonlarini aniqlash, o'qitishda talabalarining mustaqil o'quv faoliyatlarini rivojlantirish uslubini ishlab chiqishdagi asosiy yo'nalishlarni aniqlash imkonini berdi.

Umuman, o'quv faoliyat va uni amalga oshirish masalalari T.V.Gabay, talabalarining o'quv faoliyatini shakllantirish G.S.Abramova, G.N.Aleksandrov va boshqalar tomonidan o'rganilgan. Bu masalaga bag'ishlangan va bugungi kunda dolzarb ahamiyat kasb etgan yana bir qator ishlarni kiritish mumkin.

Fizika darslarida talabalarining ijodiy qobiliyatlarini rivojlantirish V.G.Razumovskiy, talabalarining amaliy ko'nikma va malakalarini shakllantirish A.V.Usova va boshqalar, talabalarining mustaqil ishlarini tashkil etish masalalari A.V.Usova va boshqalar, V.K.Buryak, X.R.Tsekov, J.Toshxonova, J.Kamolovlar tomonidan o'rganilgan. Mazkur masalaga u yoki bu darajada aloqador ishlar ham mavjud.

Vatanimiz olimlaridan E.Turdiqulov, X.Arg'inboev, Yu.Maxmudov, M.Mirzahmedov, D.Shodiyevlarning ishlarida talabalarda amaliy ko'nikmani shakllantirish va fikrlash qobiliyatini rivojlantirish masalalari o'rganilgan.

Talabalarining mustaqil o'quv faoliyatlarini rivojlantirish maqsadida ijodiy jarayonni tashkil qilishda muammoni hal etish uchun o'quv va o'quv axboroti o'rtasidagi optimal munosabatni ta'minlash kerak. O'quv jarayonida zamonaviy axborot texnologiyasini tadbiiq etish yo'llarini ishlab chiqish zarur.

Talabalarining mustaqil o'quv faoliyatlarini rivojlantirish uchun an'anaviy tarzidagi o'qituvchining faolligi va barcha materialni tushuntirish bilan bog'liq bo'lgan darslarning o'rniga ularning faolligini oshirish bilan bog'liq bo'lgan

darslarni amalga oshirish hozirgi kundagi dolzarb masalalardan biridir. Shu munosabat bilan ta'lim jarayonida talabalarning mustaqil bilim olishlarini rivojlantirish, tashkil qilish, ularni mustaqil ravishda tegishli o'quv materialni izlash, topish, o'zlashtirish va bu o'quv materialarga bo'lgan ijodiy munosabatni shakllantirish muhim ahamiyatga egadir.

O'qitish jarayonida talabalarning mustaqil o'quv faoliyatlarini rivojlantirish uchun zarur bo'lgan sharoitni hal qilish yo'llarini birmuncha aniq belgilash uchun o'quv faoliyatning o'ziga xos bo'lgan ayrim pedagogik-psixologik tomonlarini qarab chiqish kerak bo'ldi. Mustaqil o'quv faoliyatning harakterli belgisi sifatidagi subyektiv yangilik talabaning o'quv faoliyatini boshqarish uchun imkoniyat yaratadi. Bunda talaba uchun noma'lum va yangilik bo'lgan narsa o'qituvchi uchun ma'lum bo'lishi shart va zarur. Lekin ushbu shart zarur, biroq yetarli emas. Ushbu faoliyatni o'qituvchi uchun kerak bo'lgan bilim sohasiga yo'naltirish imkonini beruvchi usullarni qo'llash talab qilinadi.

O'quv jarayoni bilan bog'liq bo'lgan sikllilik tamoyili shuni taqozo qiladiki, hozirgi davrda oliy o'quv yurtlarini chuqur fundamental tadqiqotlar keng qamrovli yuqori malakali mutaxassislar tayyorlash bilan uyg'unlashgan o'quv-ilmiy majmualarga aylantirish vazifasi turibdi. Aksariyat olimlarning fikriga ko'ra, ushbu vazifani oliy o'quv yurtining har bir talabasi ilmiy izlanishlarda, amaliy va nazariy tadqiqotlarda, fan yutuqlarini amaliyotga tadbiiq qilishda o'qituvchilar bilan birgalikda faol ishtirok etgandagina hal qilish mumkin.

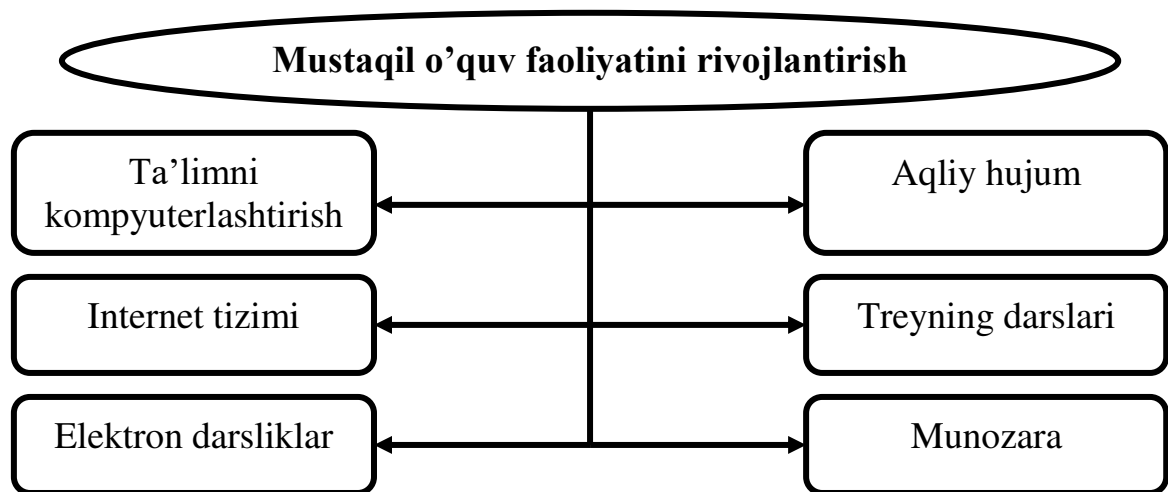
Amaliyotdan olingan natijalar o'rganilajak fanlarning o'qitish funksiyasini amalga oshirish bilan uyg'unlashgan bo'lishi lozim. Ushbu qoida oliy maktab didaktikasida o'quv jarayonini tashkil qilish jarayonlaridan biri sifatida qaraladi. Oliy o'quv yurti talabalarida mustaqil o'quv faoliyatlarni rivojlantirish ularni rejadagi ilmiy tekshirish ishlarida ishtirok etishga jalb qilishga ham ko'maklashdi. Mazkur tadqiqot natijasi Fizika fakulteti talabalarining fizika fanlarini o'rganish jarayonida mustaqil o'quv faoliyatlarini

rivojlantirishga taalluqli ta'lim va tarbiya masalalarini birgalikda hal qilish vositasi bo'lishi mumkinligini isbot etadi.

Ko'pchilik olimlar jumladan, L.I.Rubinskiy, V.P.Bespalko, V.G.Razumovskiy, o'z ma'lumotini kasbiy faoliyat davrida davom ettirish qobiliyatiga ega bo'lgan yuqori malakali mutaxassislar tayyorlash oliy ta'limning e'tiborga olinishi o'ta zarur bo'lgan muhim vazifasidir deb hisoblaydilar.

Xalq ta'limi tizimini qayta qurish muammosini hal etishda oliy maktab ilmiy-texnika taraqqiyoti sharoitlarida bilim berish masalalarini mazkur bilimlarni mustahkamlash, unga ishlov berish va o'zgartirish bilan birlashtirishi lozim. Shu bois har qanday ta'limot shunchaki ishlab chiqariladigan emas, balki sermahsul ijodiy xarakterdagi faoliyat deb tushunilmog'i kerak. Bu faoliyat davomida bo'lajak mutaxassis kasbiy bilimlar va ularning tuzilish usullarini o'zlashtiribgina qolmay, balki o'zi ham yangi bilimlar va ijtimoiy ahamiyatga molik tajribani yaratadi. Yuqorida aytilganlardan oliy o'quv yurtlarining fizika fakulteti talabalarida ularning fizika va nazariy fizika fanlarini o'rganishda dastlabki mustaqil o'quv faoliyatlarni rivojlantirishning maqsadga muvofiqligi bevosita kelib chiqadi.

Quyida talabalarning mustaqil o'quv faoliyatlarini rivojlantirish tuzilmasi keltiriladi. O'quv faoliyatni rivojlantirishning mazkur tuzilmasi bizning tadqiqot ishimizda 6 xil blok yondashuv ko'rinishida berildi, ya'ni:



1.1-rasm

Chizmadan ko'rinadiki, ilmiy-tadqiqot ishimizda nazarda tutilgan talabalarning mustaqil o'quv faoliyatlarini rivojlantirishning samarali jihatlari, zamonaviy pedagogik texnologiyalar asosida o'quv mashg'ulotlarini tashkil etishdan iboratdir.

Fizika kursini o'rganish talabalarda yuqorida qayd etib o'tilgan mustaqil o'quv faoliyatni rivojlantirish uchun yetarlicha qulay sharoitlar yaratadi. Talabalarning navbatdagi fanlarni, masalan, nazariy fizika, yadro fizikasini yaxshiroq o'zlashtirishga imkon yaratadi va ularning o'quv faoliyatlarini o'sishiga ko'maklashadi. Binobarin, bo'lajak pedagoglarning yangi sharoitlarda yuzaga keluvchi masalalarni hal qilish qobiliyatlari sezilarli darajada ortadi.

Oliy o'quv yurtining ilmiy-tadqiqot ishlaridan xabardor va fanlarni o'qitish metodikasini egallagan bitiruvchilar maktab, o'rta maxsus, kasb-hunar ta'limi o'quv muassasalari talabalari bilan ishlash tizimini yaxshilashda faol ishtirok etishlari zarur.

Oliy o'quv yurti talabalarining mustaqil o'quv faoliyatlarini rivojlantirish jarayonida ular egallangan bilimlaridan didaktik masalalarni hal etish yo'llarini izlashda foydalanishni o'rganadilar.

Mazkur yo'nalish oliy maktab didaktikasida S.I.Arxangelskiy tomonidan ishlab chiqilgan. Muallif ta'lim berishning tadqiqot metodlari mohiyati ilmiy ishning umumiy mohiyati bilan mos tushadi deb ta'kidlaydi va shuning uchun talabalarning amaliy fanlar sohasida bilimlarini yanada rivojlantiradi va tadqiqot o'tkazish metodlarini egallashlari ularda ilmiy izlanish ko'nikmalari ham hosil bo'lishini ta'minlaydi. Ushbu ko'nikmalar ularning mustaqil o'quv faoliyatlarini rivojlanishga imkoniyat yaratadi.

Talabalarda ilgaridan ma'lum bo'lgan bilim va ko'nikmalarni o'zlashtirishgina emas, balki oliy ta'lim berishning vazifalaridan biri bo'lmish yangi bilim, ko'nikma va malakalarning tadqiq etishni takomillashtirishni ham talab qiladi. Oliy ta'lim didaktikasining o'ziga xos vazifasi ta'lim berishning shunday tashkil etilishiki, bunda talaba amaliyotni o'zi egallagan bilimlar yoki olinadigan ilmiy natijalar yordamida takomillashtira boradi. Ushbu masalani hal

etish uchun umumiy fizika kursida mutaxassislarni tayyorlashda ma'lumot berib, maqsad va vazifalaridan kelib chiqish, ta'lim berish jarayonlariga rioya qilish hamda mavjud pedagogik texnologiyalarning yangi didaktik imkoniyatlarini hisobga olish kerak.

Oliy o'quv yurti o'quv reja va dasturlari, didaktik majmualar to'plamiga ega bo'lishi kerakki, buning natijasida talabalar hamma uchun umumiy, kasbiy jihatdan ahamiyatli bo'lgan bilim, malaka va mahoratlarni egallashlari bilan bir qatorda mustaqil bilim olish mahoratini oshira borishi ham zarur.

Yalpisiga o'qitish biror pedagogik ta'limni yaxshilashning asosiy yo'nalishi sifatida qaraladi. Uni amalga oshirish fizika fakulteti talabalarining real tadqiqot imkoniyatlari va kasbiy-pedagogik tayyorgaliklarini e'tiborga olishni talab qiladi. Buning uchun o'qituvchiga kuzatish va talabalarning o'quv faoliyatlari darajasi haqidagi zarur ma'lumotlarni olish imkoniyatini beruvchi samaraliroq vositalardan foydalanish lozim. Ushbu vosita yangi pedagogik yoki o'qitish texnologiyalari hamda ta'lim jarayonini kompyuterlashtirish kabilar bo'lishi mumkin.

Oliy o'quv yurti (universitet) talabalarida malaka va ko'nikmalarni rivojlantirish muammosini o'quv jarayonini individuallashtirish hamda tabaqalashtirish shartlari bajarilganda hal etish mumkin. O'quv jarayonida o'qishni, mustaqil bilim olishni individuallashtirish yangi pedagogik texnologiya orqali hamda kompyuter vositalaridan kengroq foydalanish orqaligina amalga oshirish mumkin.

Aksariyat psixolog va pedagoglarning ta'kidlashicha, talabaning ichki va tashqi xatti-harakatlari idrok eta olish malakasida uning fikri o'z aksini topadi. Mazkur fikr individual tadqiqot topshiriqlarini bajarish davomida asta-sekin, o'ziga xos tarzda rivojlana borib, sifat jihatdan o'ziga xos bo'lgan yangicha qirralarga ega bo'ladi. Odatda psixologiyada bilimlarni o'zlashtirishning to'rtta bosqichi ko'rsatiladi:

- Idrok etish;
- Tushunish;

- Eslab qolish;
- Olingan bilimlarni amaliyotning turli sohalariga qo'llash;

A.N.Girnik, V.Graf va boshqalar talabalarining bilish faoliyatidagi uchta komponentni ajratib ko'rsatadi:

- Bilimni egallash;
- O'quv malakasi usullarini egallash;
- Ko'nikmalar hosil qilish;

Bilim bu tabiat, jamiyat va inson to'g'risidagi ilmiy tushunchalar yig'indisi bo'lib, ular talaba xotirasida o'qitish jarayonida shakllanadi va mustahkamlanadi. Ongli ko'nikma mustahkam o'zlashtirilgan bilim va malaka bilishning usuli va metodlariga aylanadi. Malaka bilimdan kelib chiqadi, unga suyanadi va bilim asosida shakllanadi. Ko'nikma esa, harakatdagi bilim hisoblanib, tobora bilimni chuqurlashib va mustahkamlashib borishini talab etadi.

Ko'nikma shunday aqliy hamda jismoniy harakatlar, usullar va yo'l-yo'riqlardan iboratki, bular yordami bilan ma'lum maqsadga erishiladi yoki ayni bir faoliyat amalga oshiriladi.

Shunday qilib, ko'nikma talabalar tomonidan olingan bilimlar asosidagi ongli amaliy faoliyati bo'lib, talabaning mustaqil o'quv mehnati uchun muhim hisoblanadi. **Malaka** ayrim komponentlar, mashqlar natijasida avtomatlashib qolgan bilim ko'nikmadir. Malakalar o'qitish jarayonida talaba faoliyatida katta rol o'ynovchi o'zaro aloqalarga asoslanadi. Shu bois, ko'nikma hosil qilishga murakkab, integrativ ta'lim, ijodiy xatti-harakatlarni shakllantirish va bajarishning muvofiqligini ta'minlovchi shaxs xislatlarining dinamik tizim sifatida qarash mumkin.

Olimlar talabalarining o'quv faoliyati to'rt tarkibiy qismdan iborat deb hisoblaydilar:

- Faoliyatning vazifa va usullarini rejalashtirish;
- Xatti-harakatlarni tashkil qilish;
- Isbotlash uchun dalillar keltirish;

- O'zini-o'zi tekshirish;

Fizika fakulteti talabalarining mustaqil o'quv faoliyatini rivojlantirish borasidagi faoliyatining tuzilishi quyidagilardan tashkil topgan:

- Bilishga oid masalani ajratib ko'rsatish;
- Xatti-harakat usullarini aniqlash va qo'llash;
- Masalani hal qilishning yo'llarini topish;
- Ilmiy izlanish ishlarini bajarish;

Talabalarning mustaqil ishi uchun mo'ljallangan topshiriqlarni bajarish ikki turdagi faoliyatni ko'zda tutadi:

- Ichki aqliy faoliyat bunda o'zining mustaqil o'quv faoliyati qanday borayotgani va uning pirovard natijalarini fikran ko'z oldiga keltirish, mazkur natijalarning masala shartlariga muvofiqligini hamda talab qilinadigan xatti-harakatlarning mohiyati va hajmini idrok etish qobiliyatini nazarda tutadi.

- Tashqi (texnik) faoliyat-muayyan ketma-ketlikdagi mustaqil faoliyat ishtirok etgan amaliy xatti-harakatlar. Ular faoliyatni tegishli mahsulotga aylantirib berishni ta'minlaydi;

Yuqorida aytilganlardan kelib chiqqan holda quyidagi xulosani chiqarish mumkin; bilish (izlanish) faoliyati ham aqliy, ham amaliy hatti-harakatlarni o'z ichiga oladi. Bu xulosaga asosan ijodiy ko'nikmalar aqliy va amaliy qismlarga ajratiladi.

Ijodiy izlanish haqida gapiradigan bo'lsak, uning tuzilishi hisoblangan quyidagi jihat: axborot-analitik, xususiy-tadqiqot va namoyish etish bezash tarkibiy qismlari alohida ajralib turadi. Ushbu tarkibiy qismlar quyidagilarni o'z ichiga oladi:

- Mavjud bilimlar haqida axborot olish va uni umumlashtirish;
- Mazkur bilimlarni tahlil va tanqid qilish, muammoni aniqlash;
- Amaliy va tajriba tariqasida tadqiqot o'tkazish;
- Tadqiqot natijalarini qayd etish;

Ilmiy-ijodiy jarayonning umumlashgan ko'rinishdagi tuzilishi quyidagi tarkibiy qismlardan tashkil topadi:

- Masala turini va qidiriladigan qiymatning turini aniqlash;
- Qidiriladigan qiymat va xatti-harakat tamoyillarini aniqlash maqsadida masalaning shartlari bilan tanishib chiqish;
- Masalaning noma'lum va berilgan qiymatlarini aniqlash;
- Ilmiy farazni o'rtaga tashlash va uni tekshirish;
- Topilgan bilim va tomoyillarni belgilash va ularni ishlab chiqish.

Yana bir tasnifda ilmiy izlanish jarayoni tuzilishida tadqiqot o'tkazish metodikasini ishlab chiqish yo'nalishi alohida ajratib ko'rsatiladi. Mualliflar bunday metodika tarkibiga quyidagilarni kiritishadi:

- Tadqiqot o'tkazish obyektlarining tavsiflari;
- Tadqiqot o'tkazish metodi;
- Axborat to'plash va unga ishlov berish tizimlari;
- Tadqiqot natijalarini tahlil qilish va umumlashtirish metodi;
- Ko'rsatma va tavsiyalarni ishlab chiqish;

Kurs va bitiruv, malakaviy ishlarini hamda boshqa ilmiy izlanishlarni bajarishda talabalar mustaqil o'quv faoliyatlaridan ongli ravishda foydalanishlari lozim.

Tegishli adabiyotlarning tahlili shuni ko'rsatadiki, talabalarning mustaqil o'quv faoliyatlari pedagoglarning e'tiborini tobora ko'proq jalb etmoqda. Buning sababi so'ngi vaqtlarda ta'lim sohasida yangicha qarashlarni yuzaga kelganligidir.

Talabalarning o'quv-ijodiy faoliyatini jonlantirish, talabalarning turli xildagi ilmiy tekshirish ishlarida ishtirok etishi, shuningdek, o'quv va ilmiy ishlarni integratsiyalash shartlari bajarilgandagina talabalarda izlanish ko'nikmalarini shakllantirish samarali bo'ladi. O'quv va ilmiy ishlarni integratsiyasi oliy maktabdagi integratsiyalash jarayonlarini rivojlantirishning boshlang'ich bosqichidan iborat bo'lib, bir qator tadqiqotchilarning fikriga ko'ra, mutaxassislar tayyorlashning yangi pedagogik texnologiya tizimini rivojlantirish yo'llaridan biri hisoblanadi.

Talabalar o'zlarining bilish faoliyatlari davomida dastlabki ijodiy malakalarni egallaydilar. Biroq, talabalar ilmiy ishlarini bajarishda va kelajak kasbiy faoliyat jarayonida navbatdagi umumiy fizika, nazariy fizika kurslarini o'qitishda tadqiqot o'tkazish metodikasini mustaqil o'rganish usulini ongli ravishda egallashlari kerak bo'ladi.

Oliy maktab ta'limi nazariyasida ijodiy fikrlash ko'nikmasi alohida ajralib turadi. Ushbu ko'nikma ilmiy va amaliy harakterdagi tadqiqot masalalarini echimini topish va tadbiq qilish, olingan natijalarning to'g'riligini isbotlash, ularni bayon qilish va asoslab berish kabi jihatlarni o'z ichiga oladi.

So'ngi iborada masala echimini asoslab berish lozimligi uqtirib o'tilgan, chunki masalani yechish usullarini topish jarayoni intuitiv bo'lishi mumkin. Olingan natijalardan foydalanish uchun masalani yechish yo'lini anglab olish va uni boshqalar ham tushuna oladigan holatga keltirish lozim.

Umumiy fizika kursini o'rganish jarayonida fizika fakulteti talabalarida mustaqil o'quv faoliyatni shakllantirish uchun mazkur kursning boshqa fanlar bilan o'zaro aloqasini amalga oshirish juda muhimdir. Zero bu sharoit talabalarning o'quv-bilish va ijodiy faoliyatini jonlantiradi. Laboratoriya va amaliy mashg'ulotlar vaqtida talabalarning o'quv-tadqiqot va amaliy faoliyatga uzluksiz va bosqichma-bosqich jalb qilish tamoyili muntazamlilik, rejalilik hamda oddiydan murakkabga tomon hisoblangan algoritmik, keyinroq esa mustaqil ijod qilish faoliyatiga imkon yaratadi.

Shu yo'l bilan bo'lajak fizika o'qituvchilarida turli kutilmagan o'quv sharoitlarda kelib chiqishi mumkin bo'lgan muammolarni hal eta bilish qobiliyati shakllana bordi. Ta'lim tizimida talabalarning mustaqil o'quv faoliyatlari aynan o'quv dasturlari va ta'lim standartlari asosida shakllanadi va rivojlanadi. Oliy ta'limda talabalarga fizika ta'limi jarayonida uzluksizlik va uzviylikni ta'minlovchi dasturlar asosida ta'lim berildi. Biz shu uzviylikni asoslash sifatida dissertatsiya ishimizga ta'limdagi ayrim foydali ketma-ketlik va takrorlanishlarni ta'lim standartlari misolida keltirdik. Bunda ta'lim standartlariga ko'ra fizika kursida uzviy ravishda barcha bosqichlarda

mavzularning o'ziga xos holda takrorlanishini kuzatish mumkin, lekin bular aynan bir-birini to'ldirish ko'rinishida sodir bo'lganligi qayd etildi.

Yuqorida bildirilgan mulohazalarni tasdiqlash maqsadida 1.2-rasmda ko'rsatilgan har uch bo'g'inga tegishli bo'lgan fizika ta'lim standartlarini mazmunini keltirdik:



1.2-rasm

Hozirgi vaqtda fan va ilmiy tadqiqotlarning yangi usullarini jadal rivojlanishi o'quv axboroti hajmining keskin ortishi hamda o'quv jarayonining yanada jadallashuviga olib keladi.

Keyingi yillarda o'quv materialining mazmuni, ta'lim berish metodikasi va usullari o'zgarmoqda. Biroq o'quv mashg'ulotlarini o'tkazish shakllari deyarli o'zgarishsiz qolmoqda. Ta'lim berish jarayoni ham, asosan o'zgarishsiz qolmoqda. Aksariyat o'qituvchilar yangi mashg'ulotni o'tishga kirishishda bundan oldingi materialni, oddiy holda takrorlaydilar.

Hozirgi kunda talabalarining mustaqil ishlashini tashkil qilishni yaxshilash masalalarini jadal ishlab chiqish, ularning mustaqil o'quv faoliyatlarini rivojlantirish hamda o'quv jarayonida yangi metod va texnika vositalaridan foydalanish ishlarini ko'paytirish talab qilinmoqda.

Umumiy fizika kursini o'rganish jarayonida masalan, yangi o'quv texnologiyasining vositasi sifatida kompyuterni qo'llash har bir talabaning individual faol mehnatini tashkil qilishga, o'zini-o'zi nazorat qilishni tashkil qilishga, talabalarining ijodiy faoliyatlari samarasini oshirishga, ularni bir xil yo'sindagi, ishdan ozod qilishga va ijodiy faoliyati uchun ko'proq vaqt ajratishga ko'maklashishi lozim, deb qaraladi.

Biz fizika kursini o'rganish jarayonida kompyuterdan foydalanib tadqiqotlar o'tkazish talabalarining mustaqil o'quv faoliyatlarini rivojlantirish

uchun yangi o'quv texnologiyalarni qo'llash haqidagi masalani ko'rib chiqishni zarur deb hisoblaymiz.

Fizika o'qituvchisini kasbiy va ijodiy jihatdan tarbiyalashning samaradorligi har bir talabaning shaxsiy imkoniyatlari va xohishlarini e'tiborga olgan holda aniq tashkil etilgan ilmiy-tadqiqot ishlari tizimi o'z vazifasini bajargandagina ta'minlanishi mumkin.

O'quv jarayoniga kiritilgan tadqiqot ishlari, o'quv faoliyatlarni rivojlantirish nuqtai nazaridan muayyan afzalliklarga ega.

Birinchidan, o'quv jarayonining tarkibiy qismi bo'lmish tadqiqot ishlari uchun ularni o'tkazishga alohida vaqt ajratilishga hojat yo'q.

Ikkinchidan, didaktikaning asosiy tomoyillariga muvofiq tashkil etilgan ushbu faoliyat turi talabalarning faolligi va mustaqilligini oshiradi. Bu esa ularda mustaqil ishlash ko'nikmasini shakllantirishning ancha samarali bo'lishiga imkon beradi.

Uchinchidan, o'quv tadqiqot ishlari har bir talabaga alohida yondashilgan holda ularning barchasini ijodiy izlanish faoliyatiga jalb qilish imkonini beradi. Bu ham talabalarning ijodiy ko'nikmalarini rivojlantirishga yordam beruvchi muhim omil hisoblanishini keyinroq ko'rib chiqamiz.

Lekin talabalarning mustaqil o'quv faoliyatlarini rivojlantirish holati ma'lum darajada tadqiq etilgan va o'ziga xos natijalar olingan bo'lishligiga qaramasdan bugungi kunda bir qator echimini topmagan muammolar bor ekanligiga ishonch hosil qilish qiyin emasligi aniqlandi.

O'quv va laboratoriya mashg'ulotlarida talabalar xonadagi imkoniyatlardan foydalanib, yaratilgan qurilmalar yordamida laboratoriya mashg'ulotlarini o'tkazish, masalani yechishda oddiy usuldan tashqari kompyuterda masala yechish uchun ham dasturlar yaratishni o'rganish, ularning mustaqil o'quv faoliyatlarini rivojlanishiga yordam beradi.

Oliy o'quv yurti dargohida yosh bo'lajak mutaxassislarga har tomonlama berilgan bilim va malaka ularni mehnat faoliyati davomida o'z ifodasini topadi deb aytish mumkin. Ayniqsa, universitet sharoitida oliy ma'lumot olish jarayoni

ko'p jihatdan talabalarga nazariy bilim berishga yo'naltirilgan. Amaliy mashg'ulotlar, aniqroq qilib aytadigan bo'lsak, amaliyotga bo'lgan e'tibor bo'lajak akademik litsey yoki kasb-hunar kollej o'qituvchilari uchun talab darajasida emas degan xulosaga kelinsa xato bo'lmaydi. Bunga biz fizika fakulteti talabalari uchun tasdiqlangan o'quv rejasini tahlil qilish natijasida keldik.

Demak, kelajakda yaxshi pedagog bo'lish uchun pedagogik uslubiyot blokidagi o'quv fanlari imkoniyatlarining chegaralanganligiga ishonch hosil qilish mumkin. Bu kabi muammolarni ijodiy hal qilish yo'li, qayd etilgandek bo'lajak o'qituvchilarda mustaqil o'quv faoliyatini rivojlantirishdan iborat. Yosh mutaxassislarda bu kabi hislat va fazilatlarini rivojlantirish uchun innovatsion usullardan foydalanib, muammoli vaziyatlarni yuzaga keltirib dars o'tish, shu asosida ularga bilim berib borish ijobiy natija beradi.

I.2. Talabalarning amaliy o'quv faoliyatlarini rivojlantirishning uslubiy jihatlari

Ilg'or pedagogik texnologiyalar serqirrali va keng qamrovlidir. Uning turli xil ko'rinishlari mavjud bo'lib, so'nggi vaqtlarda ko'pchilikning diqqat markazida turadi. Chunki, u keyingi paytlarda o'qitishning samarali vositasi deb qaralmoqda. Oliy ta'lim sohasidagi standart talablarida ham bunga katta e'tibor beriladi.

Mazkur tadqiqot ishimizda fizika o'qitishni kompyuterlashtirish masalasi ilg'or pedagogik texnologiyalarning tarkibiy qismi sifatida qaraldi.

Kompyuter oliy maktabning o'quv jarayoniga mustahkam kirib bormoqda, uni tadbiq etish sur'atlari yil sayin ortmoqda. Keyingi yillarda dunyo bozoriga chiqarilgan dasturlarning soni bir necha mingni tashkil etsa, ichki foydalanish uchun tayyorlanganlarining esa sanog'iga etib bo'lmaydi. Biroq, ularning barchasi ham yetarlicha samarali emas. Ta'lim berishda kompyuterning potensial va real imkoniyatlari orasidagi uzilish ham xuddi mana shunda

namoyon bo'ldi. Hatto, mazkur imkoniyatlarni yetarlicha deb hisoblovchi mutaxassislar ham ta'lim beruvchi mavjud dasturlarning didaktik ahamiyati yetarlicha yaxshi darajada emasligini e'tirof etadilar. Hatto, qoniqarli deb olingan dasturlarning soni, turi mualliflarning ma'lumotlariga ko'ra, umumiy miqdorning 80% dan 95% gacha qismini tashkil etadi, xolos.

Kompyuterning ta'lim tizimiga kirib kelish jarayonini tahlil qilish shuni ko'rsatadiki, kompyuterning texnik xususiyatlari o'zgarishi bilan kompyuter yordamida ta'lim berish prinsiplari ham o'zgardi va to'ldirildi.

O'quv jarayonida foydalaniladigan kompyuterning potensial va real imkoniyatlari orasidagi uzilishning asosiy sabablaridan biri kompyuterdan foydalangan holda ta'lim berishda talabalarda o'quv ko'nikmalarini shakllantirish muammosining ishlab chiqilmaganligidir.

1960-yillarda talabalarining o'quv ko'nikmalarini rivojlantirish asosiy muammolari 10-20 yil ichida hal qilinib, kompyuterli ta'lim berishning ilmiy jihatdan asoslangan texnologiyasi yaratildi deb hisoblangan edi. Biroq ushbu muammolar kutilgandan ancha murakkab bo'lib chiqdi. Buning ustiga, ta'lim berishning mavjud psixologik-pedagogik nazariyalarining birortasidan mazkur muammolarni hal etish uchun bevosita foydalanib bo'lmaydi. Bunday ishlarni amalga oshirishda ta'lim berish nazariyasining deyarli barcha jabhalari qamrab olinishi lozim, bundan tashqari, ta'lim berish vazifalarining kompyuterga yuklanishi tufayli qo'shimcha muammo yuzaga keladi.

Kompyuterning takomillasha borishidan kelib chiqqan holda, ularni o'quv jarayonida qo'llashning uch yo'nalishi belgilandi:

- Kompyuterdan laboratoriya ishlarining yakuniy hisoblashda va masalalar yechishda, matematik modellashtirishda, murakkab jarayonlarni optimallashtirishda, murakkab chizmalarni loyihalashni va ilmiy-tadqiqotlarni avtomatlashtirishda foydalanish;
- Bir qator oliy o'quv yurtlarida boshqarish tizimini avtomatlashtirish; "Dars jadvali", "Kadrlar bo'limi", "Ilmiy tekshirish ishlari", "Abituriyent", "O'zlashtirish" va hokazo tizimchalarni ishlab chiqarish va ulardan foydalanish;

- Kompyuterdan ta'lim oluvchilarning o'quv faoliyatini kompyuter sinfi ta'lim berish tizimlari bilan muloqot rejimida individuallashtirilgan boshqarishda foydalanish. Kompyuterli ta'lim berishni jadallashtirish va individuallashtirish maqsadida qo'llashga qaratiladi;

Kompyuter sinfida ta'lim berish tizimlari kompyuter yordamida o'quv axborotlarini qabul qilish uchun qulay shaklda taqdim etish funksiyalarini, o'quv faoliyatini ta'lim berishning turli metodlarini qo'llagan holda individual tartibida boshqarishni, bilimlarni tekshirishni, kompyuterda hisoblash, axborot olish va chizmagraflar yasashda bevosita foydalanishni ta'minlashni, o'quv jarayoniga oid ma'lumotlarni to'plash va statistik ishlov berishni amalga oshirish uchun mo'ljallangan.

Kompyuterli sinfning moslashuvchanligi hamda mustaqil o'quv faoliyatini boshqarish (nazorat qilinadigan o'zini-o'zi o'qishga) va ijodiy qobiliyatlarini rivojlantirishga yo'naltirilganligi ularning o'ziga xos xususiyatlari hisoblandi.

Bir qator tadqiqotlarda kompyuterli ta'lim berish nazariyasining ayrim jihatlari ko'rib chiqilgan, o'quv jarayonida uni qo'llashga oid metodik tavsiyalar, kompyuterning ayrim tizimlariga qo'yiladigan psixologik va metodik talablar ishlab chiqilgan, ular samaradorligining asosiy ko'rsatkichlari aniqlangan, ammo amaliy dasturlarning namunaviy to'plamlari ishlab chiqilmagan hamda tajriba jarayonida tadbiq etish natijalari yetarlicha bayon etilmagan.

Agar kompyuterli ta'lim berishning nazariy asoslari yetarlicha ishlab chiqilmagan sharoitlarda ta'lim beruvchi dasturlarni tuzib chiqish avvalgidek bo'lsa, u holda metodik jihatdan yaxshi ishlanmagan dasturlar soni ortib ketadi. Mazkur dasturlar esa katta maqsadlar, masalan, mustaqil o'quv faoliyatlarini shakllantirish u yoqda tursin, hatto yaqin kelajakdagi o'quv maqsadlariga erishishini ham ta'minlay olmaydi.

Ta'lim berish texnologiyasi asosida aqliy xatti-harakatlarning bosqichma-bosqich shakllantirish nazariyasi ishlab chiqilgan bo'lib, u o'quv faoliyatini

boshqarish qoidalarini yechib beradi va mazkur jarayonni qo'llashga imkoniyat yaratadi. Pedagogikada kompyuterdan foydalangan holda ta'lim berish jarayonining tashkil qilinishi ishlab chiqilgan bo'lib, u ta'lim berishning ta'lim oluvchilarning imkoniyatlariga mos keluvchi turli darajalarini ko'zda tutadi. Pedagogikada, shuningdek, o'quv jarayonida kompyuterni qo'llash metodikasi ham qisman yaratilgan. Ta'lim beruvchi dasturlarni tuzishning umumiy metodikasida, turli tizimlar uchun mo'ljallangan amaliy dasturlar majmui hamda turli fanlar bo'yicha o'quv metodik materiallar ishlab chiqilgan.

Muammolarning ikkinchi guruhini kompyuterli ta'lim berishga asoslangan texnologiyani yaratish muammosi tashkil etadi.

Pedagogik texnologiya tushunchasi adabiyotlarda turlicha talqin qilinadi. Biz esa mazkur atamani ta'lim berish faoliyatini amalga oshirish uchun foydalaniladigan vositalar tizimi hamda tizimning ishlash usuli deb tushunamiz. Bunday vositalarga faqat ideal vositalar (masalan, o'quv axboroti) emas, balki moddiy vositalar (xususan, kompyuter) ham kiradi; bunda mazkur vositalarning har biri pedagogik texnologiyaga rioya qilingan holda foydalanilishi mumkin hamda ular belgilangan ta'lim berish funksiyalarining bajarilishini ta'minlay oladi.

Ta'lim berish texnologiyasi bu zarur bo'g'in bo'lib, amaliy fanlar va ta'lim berish jarayonida talabalarda o'quv ko'nikmalarini shakllantirishni o'zaro bog'lash uchun xizmat qiladi.

Bunda o'ziga xos muammolarni, kompyuterning o'quv jarayonidagi o'rni va vazifasi o'qituvchining shu sharoitlardagi ahamiyatidan tortib, o'quv jarayonini kompyuter yordamida boshqarishning o'ziga xos xususiyatlari, talabalarning kompyuter bilan muloqotini yo'lga qo'yish, ta'lim berishni individuallashtirish bilan bog'liq bo'lgan muammolarni yechishga to'g'ri keladi.

Keyingi yillarda intellektual ta'lim berish tizimlari tobora ko'proq tarqalmoqda. Bunda:

- Intelektual ta'lim berish tizimlari ta'lim berishni boshqarishni faqat natijaga qarabgina emas, balki masalani hal qilish jarayonida ham amalga oshiriladi;

- Ta'lim berish oddiy tilda sodir etiladi, xatti-harakatlarni rejalashtirish, ta'lim berish muhokama etiladi;

- Ta'lim oluvchi modeli ta'lim jarayonida aniqlashtiriladi;

Ta'lim berish bosqichlarining, ta'lim berish funksiyalarini kompyuterga yuklangan holda amalga oshirish uchun mazkur funksiyalarni mufassal tahlil qilish eng avvalo o'quv faoliyatini aks ettirishning asosiy parametrlarini ajratib ko'rsatish lozim. Bu esa o'z navbatida, o'quv faoliyatining mazmuni va o'quv faoliyatini aks ettirish jarayoniga ta'lim oluvchilarni jalb qilish xususiyatlarini tadqiq qilishni, o'quv masalalarini mufassal tahlil qilishni talab qiladi.

Ta'lim berishning o'ziga xos yangi texnologiyasi ta'lim berishning umumiy nazariyasi bilan uning amaliy tadbiri orasidagi bog'lov bo'g'inidir. Shu asosida "Kadrlar tayyorlash Milliy dasturi" da pedagogik texnologiyaga katta e'tibor berilgan. Shuning asosida talabalarning mustaqil o'quv faoliyatlarini rivojlantirish omili sifatida kompyuterdan foydalanish pedagogik texnologiyaning ta'lim beruvchi dasturlari orqali amalga oshiriladi. Shu bois, bunday dasturlarni loyihalashning psixologik-pedagogik muammolarining alohida guruhini tashkil qiladi. O'quv jarayonida kompyuterdan samarali foydalanish uchun mazkur muammolarni hal qilish lozim.

Masalan, elektron darsliklardan foydalanib talabalarning mustaqil o'quv faoliyatlarini rivojlantirish, internet tizimiga kirib turli joylardagi o'quv dasturlari va fan yutuqlari bilan tanishish imkonini beradi.

Talabalar elektron darsliklar yordamida o'rganmoqchi bo'lgan mavzuning mazmuni, mavzuga oid barcha yangiliklar, fikrlar bilan, agarda masala berilgan bo'lsa undagi kattaliklar, formuladagi ko'rsatkichlarning birliklari va ularning kerakli jihatlari bilan tanishish imkoniga ega bo'ladilar. Bu esa, oliy ta'lim jarayonidagi o'qitish samaradorligini yanada oshiradi.

Zamonaviy kompyuterlar ulardan o'qitishning texnikaviy vositalarining markazlashtirilmagan komplekslarida samarali foydalanishga imkon beruvchi bir qancha afzalliklarga ega.

U holda ta'lim berishning nazariy muammolari kompyuterli ta'lim berish texnologiyasining ilmiy poydevori sifatida maydonga chiqadi. Mazkur texnologiya esa ta'lim beruvchi dasturlar vositasida ta'lim berish texnologiyasi nazariyasi uchun tajriba o'tkazish maydonigina bo'lib qolmay nazariya oldiga bir qancha ilmiy muammolar qo'yadi va ularning echimi darajasida muayyan talablar belgilaydi. Ta'lim berishni loyihalash ham nazariy muammolar echimini ham mazkur muammolarni texnologiyalashtirish yo'llarini ma'qullash imkonini beribgina qolmay, balki ta'lim berish nazariyasi va texnologiyasi oldiga o'ziga xos muammolarni qo'yadi. Bizning fikrimizcha, quyidagi muammolar hal etilishi talab qilinadi.

- kompyuter dasturi ta'minotining didaktik imkoniyatlarini aniqlash;
- talabalarda o'quv ko'nikmalarini rivojlantirishga imkon beruvchi kompyuter dasturlar tuzish;
- fizika kursining o'ziga xos xususiyatlarini hisobga olgan holda metodik tavsiyalar ishlab chiqish;
- o'quv jarayonida kompyuterdan foydalanish uchun bo'lajak pedagogik kadrlarni tayyorlash;

Mazkur muammolarni to'laqonli echimi oliy maktab fizika ta'lim jarayonida talabalardan mustaqil o'quv faoliyatlarini rivojlantirishga obyektiv holda imkoniyatlar yaratadi. Ushbu holat o'z navbatida fizika ta'lim samaradorligini oshirishda yangi pedagogik texnologiyaning muhim tarkibiy mazmunini kompyuterizatsiyalashni o'rnini aniqlashga asos bo'ldi.

XX asr boshlarida fizikada inqilobiy o'zgarishlar yuz berdi. Nisbiylik nazariyasi va Kvant mexanikasi yaratildi. Statistik g'oyalar keng tasdiqqa ega bo'ldi. Mikroolamdagi hodisalarni statistik xarakterda bo'lishligi, ehtimollik bilimlarni kuchsizligi alomati emas, balki alohida qonuniyat ekanligi, diskretlik faqatgina moddalarga emas, balki maydonga ham xos xususiyat ekanligi kabilar

insoniyat dunyoqarashiga jiddiy ta'sir ko'rsatdi deb hisoblash mumkin. Demak, fizika ta'limini gumanitarlashtirish uchun uning mazmunida dunyoqarash, falsafiy, ekologik jihatlariga e'tibor berish kerak.

Fizikaning o'ta keng hajmga ega mazmundorligi uning turli tuman qo'llanish sohalarining mavjudligi, generalizatsiyalash tamoyiliga amal qilishni ta'kidlaydi. Haddan tashqari ortib borayotgan o'quv materiallar hajmi etakchi, muhim g'oyalar va nazariyalar atrofida umumlashtirilgan holda o'rganilishini taqoza etadi. Bu hol talabalar xotirasini zo'riqishidan ma'lum darajada xalos etadi. Talabalar fizika fanidagi fundamental g'oyalarni o'zlashtirib olishlari lozim. Ushbu hol yuqorida ta'kidlab o'tilganidek xronologik tartibda emas, balki fizika o'quv fani materiallarini generalizatsiyalash tamoyili asosida tuzishni talab etadi. Masalan, spektral qonunlar, kvant mexanikasi, issiqlik jarayonlarining qaytmasligini statistik qonunlar asosida o'rganilishi maqsadga muvofiq hisoblanadi. O'MKHT o'quv muassasalarida fizika o'qitish samaradorligini, uning mahsuldorligini oshirishning metodik omillaridan biri o'quv materiallarini generalizatsiyalashni davom etdirilishi lozimligini qayd qilib o'tdik. Statistik g'oyalar asosida generalizatsiyalash o'ziga xos yangi imkoniyatlar ochishi mumkin ekanligini ham muhim yo'nalish sifatida qarayapmiz. Chunki hozirgi zamon fizikasi (XX asr) ning asoschilaridan hisoblangan Bolsman, Maksvell, Eynshteyn, Smoluxovskiy, Bor, Pauli, Geyzenberg, Shredinger va boshqalarning ishlarida fizikaning fundamental tamoyillaridan hisoblangan ehtimoliy statistik g'oyalar keng o'rin egallaydi va ular bilan talabalarni xabardor qilish fizika ta'limi mazmunining ilmiy darajasini oshirishda yangi ufqlar ochadi. Ushbu hol fizika o'qitish metodikasini talabalarda abstrakt tafakkurni emas, balki aksincha, aniq, konkret misollar, tajriba faktlari asosida mulohaza yuritishga moslangan tafakkurni rivojlantirishga yo'naltirilganligi ham bizga ma'lum. Demak, ehtimoliy-statistik g'oyalar va ularni o'quv muassasalarining turli bo'g'inlarida uzviy holda o'rganib borish yetarlicha dolzarb hisoblanadi. Agar o'quv muassasalarining quyi bo'g'inlarida determenistik yondashuv va shu asosda tajriba omillari

asosida xulosa chiqarish ustivorlik qilgan bo'lsa, bil'aks, yuqori bo'g'inglarda talabalarning yosh xususiyatlariga bog'liq holda, ularning bilimlarini boyib borishi asosida, dunyoqarashlarining kengayishi munosabati bilan abstraksiyalash qobiliyatlari o'sadi va shunga muvofiq fizikani nazariy umulashtirishlar, ehtimoliy-statistik tasavvurlar asosida o'rganib borish imkoniyatlari kengayadi. Ehtimoliy-statistik g'oyalarni o'rganish fizika va tabiiy-ilmiy o'quv fanlarida turli bosqichlarda o'rganiladi.

Yangi pedagogik (o'qitish) texnologiyalar mazmunan debatlar, o'zaro o'rganish, aqliy hujum, munozaralar uyushtirish, modellashtirish, kompyuter yoki distantsion o'qitish, internet tizimiga chiqish kabi ko'plab pedagogik (ta'lim-tarbiya) tizimini qamrab olganligi keng pedagogik jamoatchilikka ma'lum.

Masalaning eng muhim jihati har bir yangi pedagogik faoliyat ko'rinishini o'z o'rnida unumli foydalana bilish deb bilmoq zarur. Kompyuterlashtirish ham bugun o'ziga xos yangi bir yo'nalish sifatida faoliyat ko'rsatayotganini ta'kidlagan holda, o'qitishda yangi texnologik ko'rinish sifatida ham qarash davri keldi deb hisoblash mumkin.

II BOB. QATTIQ JISM ISSIQLIK SIG'IMINING NAZARIYASI

II.1. Kristall qattiq jism

Faraz qilaylik, kristall qattiq jismda atomlar regulyar joylashgan bo'lsin (yacheykalar qat'iy ravishda takrorlanib joylashgan bo'lsin) bunday joylashishlar to'plami kristallik panjarani hosil qiladi. **Kristall panjaraning har bir tugunida atom joylashgan. Bu ideal kristall modelidir.**

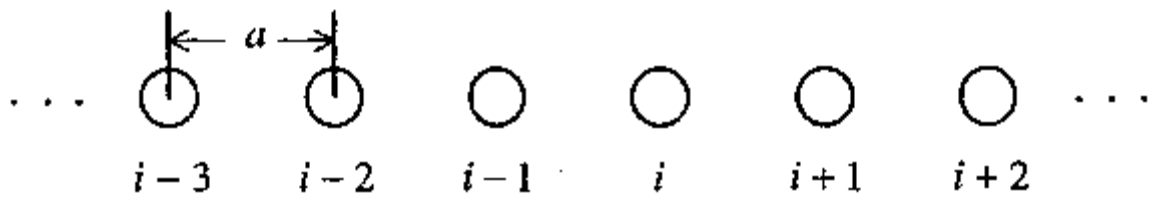
Kristallning aniq nazariyasi elektronlar va atomlar (yadrolar) ning o'zaro ta'siri e'tiborga olingan tenglamani yechishga asoslangan bo'lishi zarur. Bunday aniq tenglama asosida olingan energiya sathlaridan statistik yig'indi (integral) aniqlanishi, so'ng undan termodinamik kattaliklar aniqlanishi lozim. Ammo, bu yo'l amalda bajarilishi mumkin bo'lmagan qiyinchilikka olib boradi. Shu sababli, masalani soddalashtiruvchi quyidagi ikki asosiy yaqinlashuvlar – adiabatik va garmonik yaqinlashuvlar qabul qilinadi.

Ma'lumki, elektronning massasi yadroning massasiga nisbatan juda kichik. Shu sababli yadro siljiganda elektronlar tezda (yadro siljishiga ketgan vaqtga nisbatan tezda) yadroga “muvofiqlanib” oladi. Boshqacha aytganda, yadro tebranishi davri elektronlarning relaksatsiyasi vaqtiga nisbatan juda katta bo'lgani uchun yadro harakatiga qaraganda elektronlar harakatini alohida ajratib qarash mumkin, ya'ni elektronlar bir onda (juda tez) yadroga muvofiqlashishga ulgurganliklari sababli elektronlarning holati yadroning berilgan vaqtdagi (ondagi) koordinatalari bilan aniqlanadi. Mana shunday usul bilan qarash adiabatik yaqinlashishdan iborat.

Adiabatik yaqinlashishda kristall atomlarining (ionlarining) tebranishi deyilganda, yadrolarning tebranishlari tushuniladi. Bunday qarash (tasavvur) kristall uchun faqat yadrolarning koordinatalariga bog'liq bo'lgan potensial energiya kiritilishiga imkon beradi. Agar kristall atomlarining tebranish amplitudalari kristall panjarasi qadamiga nisbatan katta bo'lmaganda, kristall potensial energiyasini qatorga yoyib, uning kvadratik hadi bilan cheklanish

mumkin. Bu holda kristallning atomlarini garmonik ossillyatorlar to'plamidan iborat deb qarash mumkin bo'ladi. Bu usul **garmonik yaqinlashish**dir. Bu model, ayniqsa, kristallning issiqlik sig'imini qarashda qulaydir. Boshqa, ba'zi masalalarni, jumladan, issiqlikdan kengayishini qarashda bu modelni takomillashtirish talab etiladi, ba'zan esa boshqa model bilan to'ldirish talab etiladi.

Bir o'lchovli kristall panjara. Garmonik yaqinlashishni ko'raylik. i atomning siljishini u_i bilan belgilaylik. Kristall mexanik muvozanatda bo'lganda, atomlar orasidagi masofa a ga teng bo'lsin (1-rasm).



2.1-rasm

N ta atomdan iborat bu bir o'lchovli kristallning potensial energiyasi V ni qatorga yoyaylik:

$$\begin{aligned} V(u_0, u_1, u_2, \dots, u_{N-1}) &= \\ &= V_0 + \sum_i \left(\frac{\partial V}{\partial u_i} \right) u_i + \frac{1}{2} \cdot \sum_{ij} G_{ij} \cdot u_i \cdot u_j + \dots \end{aligned} \quad (2.1.1)$$

Bunda V_0 kristallning muvozanat holatidagi minimal potensial energiyasi, u nolga teng deb qabul qilinadi, ikkinchi hadda $\left(\frac{\partial V}{\partial u_i} \right)_0$ energiyadan olingan hosila muvozanatli holatda potensial minimum bo'lganligi uchun $\left(\frac{\partial V}{\partial u_i} \right)_0$ nolga teng:

$$G_{ij} = \frac{\partial^2 V}{\partial u_i \cdot \partial u_j}$$

Muvozanatli holatdagi (ya'ni $u_i = 0$ dagi) potensial V dan olingan ikkinchi tartibli hosilalar, ular faqat i va j atomlar orasidagi masofaga bog'liq musbat kattaliklardir.

Kristallning garmonik modeliga asosan, (2.1.1) qatorning $\frac{1}{2} \cdot \sum_{ij} G_{ij} \cdot u_i \cdot u_j$ hadlari bilan chegaralanadi, ya'ni atom siljishlari kichik bo'lganda qolgan boshqa yuqori tartibli hadlar juda kichik ekanligi sababli, ular hisobga olinmaydi. Demak,

$$V = \frac{1}{2} \cdot \sum_{ij} G_{ij} \cdot u_i \cdot u_j \quad (2.1.2)$$

i atomning harakat tenglamasini yozaylik. Unga ta'sir etayotgan kuch

$$F_i = -\frac{\partial V}{\partial u_i} = -\sum_j G_j \cdot u_j \quad (2.1.3)$$

Nyutonning ikkinchi qonuniga asosan,

$$-\frac{\partial V}{\partial u_i} = m \cdot \frac{\partial^2 u_i}{\partial t^2}$$

yoki buni e'tiborga olib, (2.1.3) ni

$$m \cdot \frac{\partial^2 u_i}{\partial t^2} + \sum_j G_{ij} \cdot u_j = 0 \quad (2.1.4)$$

ko'rinishda yozamiz. Umumiy holda, u_e vaqt t va atomning koordinatasi $x_e = a \cdot l$ ning funksiyasidir. u_e ni quyidagicha almashtiraylik:

$$u_l = \sum_k \xi_k(t) \cdot e^{ix_e k} \quad (2.1.5)$$

(2.1.5) ni (2.1.4) ga qo'yamiz,

$$m \sum_k \xi_k(t) \cdot e^{ix_e k} + \sum_{jk} C_{ej} \cdot \xi_k(t) \cdot e^{ix_e k} = 0$$

yoki

$$\sum_k \left[m \cdot \ddot{\xi}_k + \sum_j C_{ij} \cdot e^{i(x_j - x_e)k} \cdot \xi_k \right] = 0 \quad (2.1.6)$$

Kuch doimiylar C_{ej} faqat atomlar orasidagi masofa $|l - j|$ ga bog'liq bo'lib, l va j larning alohida qiymatlariga bog'liq emas. Shu sababli, (2.1.6) dagi yig'indi shu $|l - j|$ bo'yicha olinadi, shularga asosan,

$$m \cdot \omega_k^2 = \sum C_{ij} \cdot e^{i(x_j - x_e)k} \quad (2.1.7)$$

belgilash kiritamiz va buni nazarda tutib, (2.1.6) ni qayta yozamiz:

$$\sum_k (\xi_k + \omega_k^2 \cdot \xi_k) = 0 \quad (2.1.8)$$

ξ_k erkin o'zgaruvchilar bo'lganligi sababli (2.1.8) dagi yig'indi nolga teng bo'lishi uchun har bir had nolga teng bo'lishi shart, ya'ni

$$(\ddot{\xi}_k + \omega_k^2 \cdot \xi_k) = 0 \quad (2.1.9)$$

Shunday qilib, (2.1.5) almashtirish orqali kristall panjarasi atomlari harakatini ifodalovchi dinamik masala, ossillyatorlar to'plamini qarash masalasiga keltirildi (3 o'lchovli holda ham masala shunday hal qilinadi).

Bu tabiiy koordinatalari u_i ni normal koordinatalar (tebranishlar, moddalar) ξ_k bilan almashtirilishi deyiladi. Bu juda muhim natija bo'lib, erkin garmonik ossillyatorning energiya sathlarini aniqlashga imkon beradi. Undagi chastota ω yuqoridagi belgilash (2.1.7) asosida topiladi. Sistemaning energiya sathlari esa qanday koordinatalar sistemasida aniqlanishiga bog'liq emas. Energiya sathlari aniqlanganidan keyin, statistik yig'indi (integral) topilib va u orqali barcha termodinamik parametrlar aniqlanishi mumkin. Issiqlik sig'imini aniqlash uchun har bir atomni 3 o'lchovli ossillayotdan iborat deb qaraymiz. Bu holda N ta atomdan iborat kristallni $3N$ ta chiziqli garmonikl ossillayotlar bilan almashtiriladi. Har bir ossillayotning o'rtacha energiyasi $\langle \varepsilon(\omega) \rangle$ bo'lsa, bu modelga asosan N ta atomdan iborat kristallning ichki energiyasi

$$U = 3 \cdot N \cdot \langle \varepsilon(\omega) \rangle \quad (2.1.10)$$

ifoda bilan aniqlanadi. Hajm V o'zgarmas bo'lganda, qattiq jism issiqlik sig'imi

$$C \equiv C_V = \left(\frac{\partial U}{\partial T} \right)_V \quad (2.1.11)$$

ifoda bilan aniqlanadi. (2.1.10) ifodaga asosan,

$$C = 3 \cdot N \cdot \frac{\partial \langle \varepsilon \rangle}{\partial T} \quad (2.1.12)$$

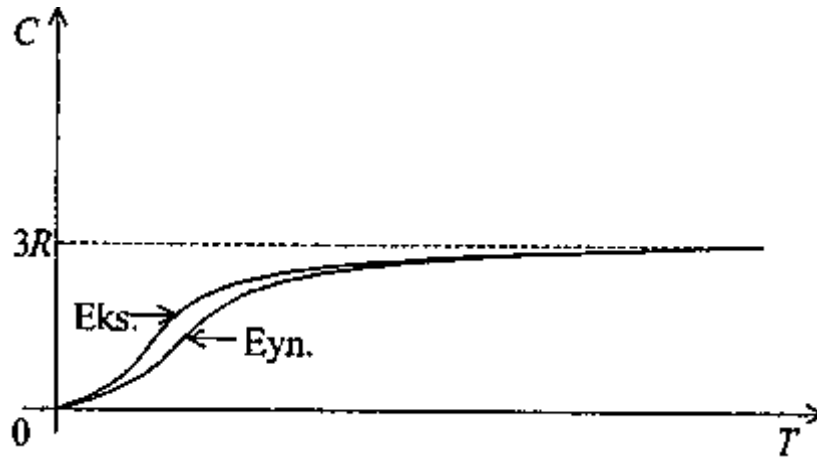
Klassik hol. Agar harorat yetarli darajada yuqori bo'lsa, ossillyatorning o'rtacha energiyasi $\langle \varepsilon \rangle = k \cdot T$ ekanligi ma'lum. Bu holda, kristallning issiqlik sig'imi

$$C = 3 \cdot N \cdot k \quad (2.1.13)$$

yoki 1 mol uchun, $N = N_A$, $k = \frac{R}{N_A}$ ekanligidan,

$$C = 3 \cdot R \quad (2.1.14)$$

bo'ladi, bunda N_A Avogadro soni. (2.1.14) ifoda **Dyulong-Pti qonuni** deyiladi. (2.1.3) yoki (2.1.4) dan ko'rinadiki, qattiq jismning issiqlik sig'imi uning xossasiga ham, haroratiga ham bog'liq emas. Issiqlik sig'im C ning qattiq jism xossasiga bog'liq emasligi nihoyatda ajablanarli!



2.2-rasm

Haqiqatan ham tajriba, yuqori haroratlarda Dyulong-Pti qonuni o'rinli ekanligini tasdiqlaydi (2.2-rasm). Ammo, past haroratdagi qattiq jismning issiqlik sig'imi Dyulong-Pti qonunidan keskin farq qiladi va harorat kamayishi bilan u ham kamayib boradi (2.2-rasm).

II.2. Issiqlik sig'imining Eynshteyn nazariyasi

Issiqlik sig'imining past haroratlarda haroratga bog'liq ekanligini ko'rsatish uchun Eynshteyn ossillyatorlarni kvant statistika asosida qaradi. Ma'lumki, kvant mexanika asosida chiziqli garmonik ossillyatorning energiyasi

$$\varepsilon_n = \hbar \cdot \omega \cdot \left(n + \frac{1}{2} \right)$$

qiymatlar abul qiladi. Uning o'rtacha energiyasi

$$\langle \varepsilon(\omega) \rangle = \frac{\hbar \cdot \omega}{2} \cdot \operatorname{cth} \frac{\hbar \cdot \omega}{2 \cdot k \cdot T} \quad (2.2.1)$$

ifoda bilan aniqlanadi.

$$C = 3 \cdot N \cdot \frac{\partial \langle \varepsilon \rangle}{\partial T}$$

asosida issiqlik sig'iminin topishda (2.2.1) dan foydalanamiz. Bunda,

$$\frac{\partial \langle \varepsilon \rangle}{\partial T} = \frac{\partial \langle \varepsilon \rangle}{\partial x} \cdot \frac{\partial x}{\partial \beta} \cdot \frac{d\beta}{dT}$$
$$x = \beta \cdot \hbar \cdot \omega \quad (2.2.2)$$

$$\beta = \frac{1}{k \cdot T}$$

$$\frac{\partial \langle \varepsilon \rangle}{\partial x} = \frac{\hbar \cdot \omega}{2} \cdot \frac{\partial}{\partial x} \cdot \left(\frac{e^{x/2} + e^{-x/2}}{e^{x/2} - e^{-x/2}} \right) = -Z^2 \cdot \hbar \cdot \omega \quad (2.2.3)$$

bunda

$$\frac{1}{Z} = e^{x/2} - e^{-x/2}$$

$$\frac{\partial x}{\partial \beta} = \hbar \cdot \omega \quad (2.2.4)$$

$$\frac{d\beta}{dt} = -\frac{k}{(k \cdot T)^2}$$

(2.2.2) ga (2.2.3) va (2.2.4) ni qo'yib, bitta ossillyatorga to'g'ri kelgan issiqlik sig'imi uchun

$$\frac{\partial \langle \varepsilon \rangle}{\partial T} = k \cdot (x \cdot Z)^2 \quad (2.2.5)$$

ifodani topamiz. (2.2.5) ifodani

$$C = 3 \cdot N \cdot \frac{\partial \langle \varepsilon \rangle}{\partial T}$$

ga qo'yib, qattiq jism issiqlik sig'imi uchun

$$C = 3 \cdot N \cdot k \cdot (x \cdot Z)^2 \quad (2.2.6)$$

Eynshteyn formulasini olamiz. Bunda

$$x = \frac{\hbar \cdot \omega}{k \cdot T} = \frac{T_e}{T}$$

$$T_e = \frac{\hbar \cdot \omega}{k}$$

T_e xarakteristik harorat deyiladi.

Klassik hol $x \ll 1$. Ya'ni yuqori haroratli hol

$$k \cdot T \gg \hbar \cdot \omega$$

$$T \gg T_e$$

Bu holda Z ifodasidagi eksponentni darajalari bo'yicha qatorga yoyib, birinchi ikkita had bilan chegaralash (cheklanish) yetarli:

$$\frac{1}{Z} = e^{x/2} - e^{-x/2} \approx 1 + \frac{x}{2} - 1 + \frac{x}{2} \approx x$$

Demak, (2.2.6) ifodadan $C_k \approx 3 \cdot N \cdot k$ Dyulong-Pti qonuni kelib chiqadi.

Kvant hol $x \gg 1$. Bu holda

$$k \cdot T \ll \hbar \cdot \omega$$

$$T \ll T_e$$

ya'ni harorat past, diskretlik omili (fakti) nazarda tutilgan holda,

$$\frac{1}{Z} = e^{x/2} - e^{-x/2} \approx e^{x/2}$$

Bu ifodani (2.2.6) ga qo'yib, past haroratlardagi kristallning issiqlik sig'imi uchun

$$C_{kB} \approx 3 \cdot N \cdot k \cdot x^2 \cdot e^{-x} \quad (7)$$

ifodani olamiz. Bunda $T \rightarrow 0$ ($x \rightarrow \infty$) bo'lganda, $C(T)$ haroratga bog'liq bo'lib, u nolga intiladi (2.2-rasm). Eynshteyn formulasi (2.2.7) past haroratlardagi issiqlik sig'imining haroratga bog'liq ekanligini tavsiflasa-da, ammo miqdoriy tomonidan eksperiment bilan solishtirilganda tafovut (farq) borligi aniqlandi (2.2-rasm). Shu sababli Eynshteyn 1906-yilda yaratgan nazariyani takomillashtirish lozim bo'lib qoldi.

II.3. Issiqlik sig'imining Debay nazariyasi

Eynshteyn qaragan modelda qattiq jismning har bir atomi bir xil chastota bilan tebranadi. Shu sababli, $k \cdot (x \cdot Z)^2$ ni ossillyatorlar soni $3N$ ga ko'paytirib,

Issiqlik sig'iminin Eynshteyn formulasi aniqlangan edi. Agar har bir atom (yoki ossillyator) o'zining xususiy chastotasi ω_i bilan tebransa, u holda

$$C = 3 \cdot N \cdot k \cdot (x \cdot Z)^2$$

dan

$$k \cdot [x(\omega) \cdot Z(\omega)]^2$$

ni $3N$ ga ko'paytirish o'rniga $3N$ hadlarni yig'ishtirish zarur bo'ladi, ya'ni

$$C = \sum_{i=1}^{3N} C(\omega_i) = k \cdot \sum_{i=1}^{3N} [x(\omega_i) \cdot Z(\omega_i)]^2 \quad (2.3.1)$$

Bu ifodani ixchamlab, amalda foydalaniladigan soda ko'rinishga keltirish uchun yig'indi integral bilan almashtiriladi. **Buning uchun Debay modelida kristalni uzluksiz (yaxlit) muhit deb qarab, unda elastik to'lqinlar tarqalmoqda deyiladi.**

Bu iborani boshqacha tushuntirish mumkin. Tabiiy tebrangichlar (atomlarning) tabiiy koordinatalari orqali yozilgan harakat tenglamalaridan normal koordinatalar orqali yozilgan tenglamalarga o'tilsa (ma'lum almashtirishlar orqali), har bir normal koordinata tenglamasi chiziqli garmonik ossillyator harakat tenglamasidan iborat bo'ladi, ya'ni atomlarning tabiiy koordinatalardan normal koordinatalarga o'tilganda, atomlarning harakat tenglamalari $3N$ ta ossillyatorlarning tenglamalaridan iborat bo'lib qoladi. Ossillyatorning energiyasi

$$\varepsilon_n = \hbar \cdot \omega \cdot \left(n + \frac{1}{2} \right)$$

bo'lib, uning o'rtacha qiymati

$$\langle \varepsilon \rangle = \frac{\hbar \cdot \omega}{2} \cdot \text{cth} \frac{\hbar \cdot \omega}{2 \cdot k \cdot T}$$

ifodadan iborat. Bunda ω elastik to'lqin – tovush to'lqinining chastotasi $\varepsilon_0, \varepsilon_1, \varepsilon_2, \dots$ energiyalar esa to'lqin kvantlari – fononlarning energiyalari (xuddi elektromagnit to'lqinining kvantlari – fotonlar bo'lgani kabi). Endi asosiy masala $\omega, \omega + d\omega$, intervaldagi holatlar soni – ossillyatorlar soni $g(\omega) \cdot d\omega$ ni aniqlashdan iborat. Berilgan chastota qiymatiga

$$C(\omega) \cdot g(\omega) \cdot d\omega = k \cdot (x \cdot Z)^2 \cdot g(\omega) \cdot d\omega$$

Issiqlik sig'imi mos kelganligi uchun ω , $\omega + d\omega$, chastota intervaliga to'g'ri kelgan qattiq jismning issiqlik sig'imi

$$C = \int_0^{\omega_D} C(\omega) \cdot g(\omega) \cdot d\omega \quad (2.3.2)$$

dan iborat. Agar $(0, \omega_D)$ intervalga to'g'ri kelgan issiqlik sig'imini aniqlamoqchi bo'lsak, (2.3.2) ni shu intervalda integrallash lozim bo'ladi, ya'ni

$$C = k \cdot \int_0^{\omega_D} (x \cdot Z)^2 \cdot g(\omega) \cdot d\omega \quad (2.3.3)$$

Endi $g(\omega) \cdot d\omega$ ni aniqlaylik. Kristall qattiq jismda ko'ndalang va bo'ylama to'lqinlar tarqaladi. Ularning har biriga ω , $\omega + d\omega$, intervalga mos kelgan holatlar sonlari (ossillyatorlar soni)

$$\left(2 \cdot \frac{\omega^2}{2 \cdot \pi^2 \cdot v_s^3} + \frac{\omega^2}{2 \cdot \pi^2 \cdot v_l^3} \right) \cdot d\omega$$

yig'indidan iboratdir (bu holatlar sonini hisoblash Plank formulasini isbot qilishda hisoblanganday bo'ladi. Faqat bunda fanonlar tezliklari v_s va v_l lar olingan). Bunda v_s va v_l mos ravishda ko'ndalang va bo'ylama to'lqinlar tezliklari, birinchi hadda "2" koeffitsiyent ko'ndalang to'lqinning 2 ta qutblanishi tufayli kiritildi. Demak,

$$\begin{aligned} g(\omega) \cdot d\omega &= \left(2 \cdot \frac{\omega^2}{2 \cdot \pi^2 \cdot v_s^3} + \frac{\omega^2}{2 \cdot \pi^2 \cdot v_l^3} \right) \cdot d\omega = \\ &= \frac{3 \cdot \omega^2}{2 \cdot \pi^2 \cdot v^3} \cdot d\omega \end{aligned} \quad (2.3.4)$$

Bunda

$$\frac{3}{v^3} = \frac{2}{v_s^3} + \frac{1}{v_l^3} \quad (2.3.5)$$

belgilash kiritildi. Umumiy holda tezliklar v_s va v_l chastota ω ga bog'liq, $v_s(\omega)$, $v_l(\omega)$ va demak, v^3 ham chastotaga bog'liq, ya'ni dispersiya hodisasi mavjud. Ammo, bu dispersiya hodisasi e'tiborga olinmasa, v^3 ni integral ishorasi ostidan tashqariga chiqarish mumkin. Bu holda (2.3.3) ni

$$C = \frac{3 \cdot k}{2 \cdot \pi^2 \cdot \nu^3} \cdot \int_0^{\omega_D} (x \cdot Z)^2 \cdot \omega^2 \cdot d\omega \quad (2.3.6)$$

ko'rinishda yozish mumkin. Bunda integral yuqori chegarasi (Debay chastotasi ω_D) aniqlanishi lozim. Buning uchun

$$x = \frac{\hbar \cdot \omega}{k \cdot T} \ll 1$$

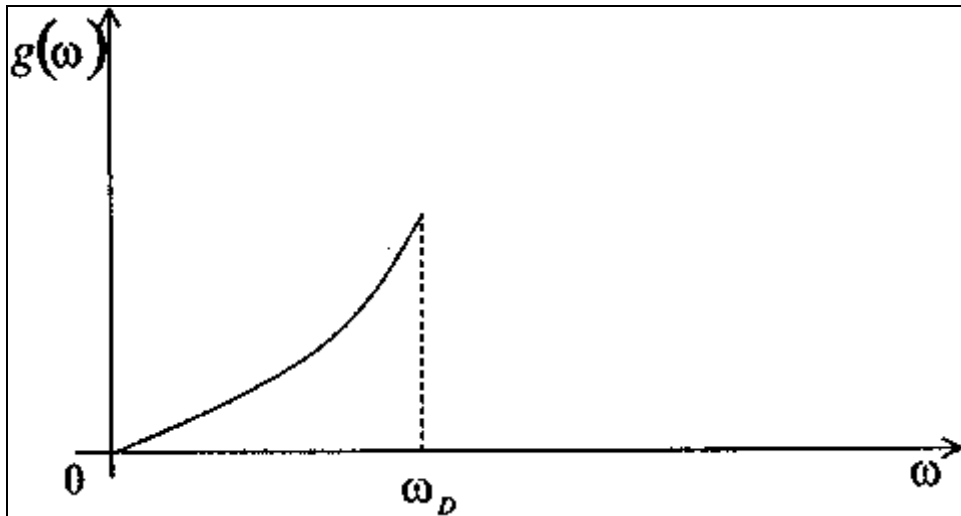
bo'lganda, ya'ni harorat yetarli darajada yuqori bo'lganda, issiqlik sig'imi C Dyulong-Pti qonuniga asosan $3 \cdot N \cdot k$ ga teng bo'ladi, ya'ni

$$C = k \cdot \int_0^{\omega_D} (x \cdot Z)^2 \cdot g(\omega) \cdot d\omega \approx 3 \cdot N \cdot k$$

Bu holda $x \cdot Z \approx 1$ ekanligidan

$$\int_0^{\omega_D} (x \cdot Z)^2 \cdot g(\omega) \cdot d\omega \approx \int_0^{\omega_D} g(\omega) \cdot d\omega = 3 \cdot N \quad (2.3.7)$$

Demak, holatlar “yig'indisi” ossillayotlar yig'indisiga teng. (2.3.7) ifoda Debay sharti deyiladi.



2.3-rasm

$g(\omega)$ ning (2.3.4) dan qiymatini (2.3.7) ga qo'yib olamiz:

$$\frac{3}{2 \cdot \pi^2 \cdot \nu^3} \cdot \int_0^{\omega_D} \omega^2 \cdot d\omega = \frac{\omega_D^3}{2 \cdot \pi^2 \cdot \nu^3} = 3 \cdot N$$

Bundan noma'lum ω_D ni topamiz:

$$\omega_D^3 = 6 \cdot \pi^2 \cdot N \cdot \nu^3 \quad (2.3.8)$$

Holatlar zichligi $g(\omega)$ ning (2.3.4) ifodasini ω_D orqali quyidagicha yozamiz (2.3-rasm).

$$g(\omega) = \begin{cases} \frac{9 \cdot N \cdot \omega^2}{\omega_D^3} & \omega \leq \omega_D \\ 0 & \omega > \omega_D \end{cases} \quad (2.3.9)$$

$$T_D = \frac{\hbar \cdot \omega_D}{k}$$

Yuqoridagi ifoda **Debay harorati** deyiladi. Birlik hajmdagi ichki energiya U ning ifodasini yozaylik:

$$\begin{aligned} U &= \int_0^{\omega_D} \langle \varepsilon \rangle \cdot g(\omega) \cdot d\omega = \frac{9 \cdot N}{\omega_D^3} \cdot \int_0^{\omega_D} \frac{\hbar \cdot \omega}{e^x - 1} \cdot \omega^2 \cdot d\omega = \\ &= \frac{9 \cdot N \cdot k^4 \cdot T^4}{\omega_D^3 \cdot \hbar^3} \cdot \int_0^{x_D} \frac{x^3 \cdot dx}{e^x - 1} = \frac{9 \cdot N \cdot k \cdot T}{x_D^3} \cdot \int_0^{x_D} \frac{x^3 \cdot dx}{e^x - 1} \\ D(\eta) &= \frac{3}{\eta^3} \cdot \int_0^{\eta} \frac{x^3 \cdot dx}{e^x - 1} \end{aligned} \quad (2.3.10)$$

Bunda,

$$x_D = \frac{\hbar \cdot \omega_D}{k \cdot T} = \frac{T_D}{T} = \eta$$

$D(\eta)$ **Debay funksiyasi** deyiladi. Demak, kristallning ichki energiyasi uchun

$$U = 3 \cdot N \cdot k \cdot T \cdot D(\eta) \quad (2.3.11)$$

ifodasi olamiz. Bu (2.3.11) ifodadan kristallning fonon modeli asosidagi issiqlik sig'imi ifodasini olamiz:

$$C = \frac{\partial U}{\partial T} = 3 \cdot N \cdot k \cdot D(\eta) + 3 \cdot N \cdot k \cdot T \cdot \frac{\partial D}{\partial \eta} \cdot \frac{\partial \eta}{\partial T} \quad (2.3.12)$$

1. Yuqori haroratli holni qaraylik. Bunda $T \gg T_D$ ($x \ll 1$) shart bajarilsin. Bu holda quyidagi yoyishdan foydalanamiz:

$$\frac{x^3}{e^x - 1} = x^2 - \frac{1}{2} \cdot x^3 + \frac{x^4}{12} - \dots \quad (2.3.13)$$

Bu holda,

$$\begin{aligned} D(\eta) &= \frac{3}{\eta} \cdot \int_0^{\eta} \left[x^2 - \frac{1}{2} \cdot x^3 + \frac{x^4}{12} \right] \cdot dx = \\ &= \frac{3}{\eta^3} \cdot \left[\frac{\eta^3}{3} - \frac{1}{8} \cdot \eta^4 + \frac{1}{60} \cdot \eta^5 - \dots \right] = \\ &= 1 - \frac{3}{8} \cdot \eta + \frac{1}{20} \cdot \eta^2 - \dots \end{aligned} \quad (2.3.14)$$

Demak, bu holda,

$$U = 3 \cdot N \cdot k \cdot T \cdot \left[1 - \frac{3 \cdot T_D}{8 \cdot T} + \frac{1}{20} \cdot \left(\frac{T_D}{T} \right)^2 - \dots \right] \quad (2.3.15)$$

Bundan,

$$U = \frac{\partial U}{\partial T} = 3 \cdot N \cdot k \cdot \left[1 - \frac{1}{20} \cdot \left(\frac{T_D}{T} \right)^2 + \dots \right] \quad (2.3.16)$$

2. Past haroratli holni qaraylik. Bunda $T_D \gg T$ shart bajarilsin. Bu $\eta \rightarrow \infty$ holda

$$\begin{aligned} D(\eta) &= \frac{3}{\eta} \cdot \int_0^{\eta} \frac{x^3 \cdot dx}{e^x - 1} = \frac{3}{\eta^3} \cdot \xi(4) \cdot G(4) = \\ &= \frac{3}{\eta^3} \cdot \frac{\pi^4}{90} \cdot 3! = \frac{\pi^4}{5 \cdot \eta^3} \\ D(\infty) &= \frac{\pi^4}{5 \cdot \eta^3} \end{aligned} \quad (2.3.17)$$

Demak,

$$\begin{aligned} U &= 3 \cdot N \cdot k \cdot T \cdot D(\infty) = 3 \cdot N \cdot k \cdot T \cdot \frac{\pi^4}{5 \cdot \eta^3} = \\ &= \frac{3 \cdot N \cdot k \cdot T^4 \cdot \pi^4}{5 \cdot T_D^3} \end{aligned} \quad (2.3.18)$$

Bunda,

$$\begin{aligned} C &= \frac{\partial U}{\partial N} = \frac{12 \cdot \pi^4 \cdot N \cdot k}{5 \cdot T_D^3} \cdot T^3 = \\ &= \frac{12 \cdot \pi^4 \cdot N \cdot k}{5} \cdot \left(\frac{T}{T_D} \right)^3 \end{aligned} \quad (2.3.19)$$

(2.3.19) ifoda kristall qattiq jism issiqlik sig'imi uchun (1912-yilda olingan) Debay qonunidir.

Izoh. Issiqlik sig'imi ifodasi (2.3.6) dan $T_D \gg T$ bo'lganda Debay qonunini bevosita olish mumkin. Haqiqatan ham,

$$\begin{aligned} C &\approx \frac{3 \cdot k}{2 \cdot \pi^2 \cdot \nu^3} \cdot \int_0^{\omega_D} (x \cdot Z)^2 \cdot \omega^2 \cdot d\omega = \\ &= 9 \cdot N \cdot k \cdot \left(\frac{T}{T_D} \right)^3 \cdot \int_0^{x_D} Z^2 \cdot x^4 \cdot dx = \\ &= 3 \cdot N \cdot k \cdot \frac{3}{\eta^3} \cdot \int_0^{\eta} Z^2 \cdot x^4 \cdot dx \end{aligned} \quad (2.3.20)$$

Bunda integral $x \gg 1$ bo'lganda,

$$\begin{aligned} J &= \int_0^{\infty} Z^2 \cdot x^4 \cdot dx = \int_0^{\infty} \frac{x^4 \cdot e^x \cdot dx}{(e^x - 1)^2} = \\ &= -\frac{x^4}{e^x - 1} \Big|_0^{\infty} + 4 \cdot \int_0^{\infty} \frac{x^3 \cdot dx}{e^x - 1} = 4 \cdot \int_0^{\infty} \frac{x^3 \cdot dx}{e^x - 1} = \\ &= 4 \cdot \xi(4) \cdot G(4) = \frac{4 \cdot \pi^4}{15} \end{aligned} \quad (2.3.21)$$

ekanligidan foydalanib, yana Debay qonuni

$$C = \frac{12 \cdot \pi^4 \cdot N \cdot k}{5} \cdot \left(\frac{T}{T_D} \right)^3$$

olindi. Integral uchun

$$\int_0^{\infty} \frac{x^s \cdot e^x \cdot dx}{(e^x - 1)^2} = S! \cdot \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n^s} = S! \cdot \xi(S) = 3! \cdot \frac{\pi^4}{90} = \frac{\pi^4}{15}$$

ifoda olinadi. Bu yerda $\xi(S)$ zeta funksiyasining qiymatlari jadvalda beriladi.

$$\xi\left(\frac{3}{2}\right) = 2,612$$

$$\xi(2) = \frac{\pi^2}{6}$$

$$\xi\left(\frac{5}{2}\right) = 1,341$$

$$\xi(3) = 1,202$$

$$\xi(4) = \frac{\pi^4}{90}$$

$$\xi(5) = 1,037$$

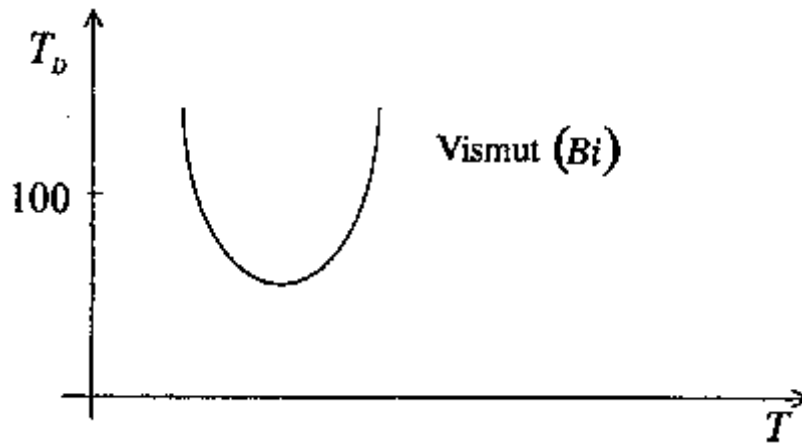
$$\xi(6) = \frac{\pi^6}{945}$$

Bir necha qattiq jismlarning Debay harorati T_D ni quyidagi jadvalda keltiramiz:

2.1-jadval

Qattiq jismlarning Debay harorati

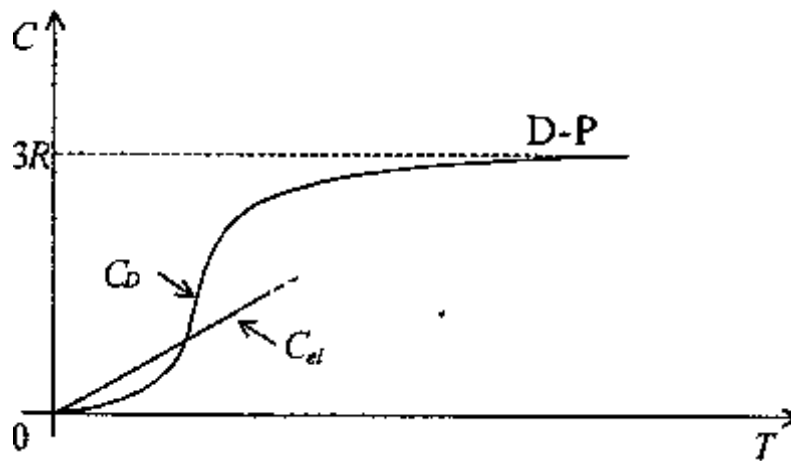
T/r	Kristall harorat T_D , K	
1	Qo'rg'oshin	88
2	Yod	106
3	Benzol	150
4	Kaliy	100
5	Natriy	172
6	Osh tuzi	281
7	Mis	315
8	Temir	453
9	Beriliy	1000
10	Olmos	1860



2.4-rasm

Shunday qilib, Debay qonuniga ko'ra $T \rightarrow 0$ bo'lganda, issiqlik sig'imi $C \approx T^3$ qonun bo'yicha nolga intiladi. Past haroratlarda tajribada shunday qonuniyat kuzatiladi. Ammo, bir qator hollarda, Debay harorati T_D haroratga bog'liq bo'lganligi uchun (2.4-rasm), issiqlik sig'imining haroratga bog'liqligi

Debay qonunidan chetlanadi. Buning sababi shuki, o'zining real kristall panjaralariga ega bo'lgan real kristall uzluksiz (yaxlit) muhit (kontinuum) bilan almashtirilishi va uning uchun maksimum chastota ω_D qabul qilinishidir. Bunday almashtirish nisbatan kichik chastotalar (katta to'lqin uzunliklar) uchun yaxshi natija beradi, chunki bu holda bunday to'lqin uchun kristallning atom tuzilishi unchalik katta ahamiyatga ega emas. Chastota ortishi bilan kristallning strukturasi (atomlararo masofa) rol o'ynay boshlaydi va demak, issiqlik sig'imining haroratga bog'liqligi Debay qonunidan chetlana boshlaydi. $1^\circ K$ atrofida tajriba natijalarining Debay qonunidan chetlanishi kuzatiladi.



2.5-rasm

Bu sohada kristallning elektron strukturasi (elektronlar sistemasi issiqlik sig'imi) fonon strukturasi ustunlik qilishi sabablidir (2.5-rasm).

II.4. Absolyut nol haroratli fermi-gaz

Erkin zarralar Fermi sistemasini qarash uchun

$$N = \int f(\varepsilon) \cdot g(\varepsilon) \cdot d\varepsilon = a \cdot V \int_{\varepsilon_0}^{\infty} \frac{\varepsilon^{1/2} \cdot d\varepsilon}{e^{\beta \cdot (\varepsilon - \mu)} + 1}$$

va

$$E = \int f(\varepsilon) \cdot g(\varepsilon) \cdot \varepsilon \cdot d\varepsilon = a \cdot V \int_{\varepsilon_0}^{\infty} \frac{\varepsilon^{3/2} \cdot d\varepsilon}{e^{\beta \cdot (\varepsilon - \mu)} + 1}$$

ning $\frac{N}{aV}$ va $\frac{E}{aV}$ ifodalaridagi

$$I_n = \int_{\varepsilon_0}^{\infty} \frac{\varepsilon^n \cdot d\varepsilon}{e^{\beta \cdot (\varepsilon - \mu)} + 1} \quad (2.4.1)$$

integralni aniqlash zarur. Bu integral $T=0^{\circ}K$ da, $f(\varepsilon)=1$ bo'lgani uchun, quyidagi

$$I_n = \int_0^{\mu} \varepsilon^n \cdot d\varepsilon$$

sodda ko'rinishga keladi. Avval shu sodda holni ko'raylik. $T=0^{\circ}K$ bo'lsin. $T=0^{\circ}K$ da Fermi-gazning termodinamik parametrlarini aniqlaylik ($\varepsilon_0=0$ bo'lsin).

$$N = a \cdot V \int_0^{\mu} \varepsilon^{1/2} \cdot d\varepsilon = \frac{2}{3} \cdot a \cdot V \cdot \mu_0^{3/2} \quad (2.4.2)$$

$$\mu_0 = \left(\frac{3 \cdot N}{2 \cdot a \cdot V} \right)^{2/3}$$

$$U_0 = E = a \cdot V \int_0^{\mu} \varepsilon^{3/2} \cdot d\varepsilon = \frac{2}{5} \cdot a \cdot V \cdot \mu_0^{5/2} \quad (2.4.3)$$

(2.4.2) va (2.4.3) dan

$$\frac{U_0}{N} = \frac{3}{5} \cdot \mu_0 \quad (2.4.4)$$

Bundan energiya zichligi

$$u_0 = \frac{U_0}{V}$$

$$u_0 = \frac{3}{5} \cdot \frac{N}{V} \cdot \mu_0 \quad (2.4.5)$$

ifoda bilan aniqlanadi. Ideal gaz ifodasi

$$P = \frac{2}{3} \cdot u$$

dan foydalanib, **to'la aynigan Fermi-gaz bosimi P_0** ni aniqlaymiz:

$$P_0 = \frac{2}{5} \cdot \frac{N}{V} \cdot \mu_0 \quad (2.4.6)$$

Demak, bosim P_0 zichlik

$$n = \frac{N}{V}$$

ga quyidagicha bog'liq:

$$P \sim \left(\frac{N}{V}\right)^{5/3} = n^{5/3}$$

Haroratga esa bog'liq emas! ($T=0^{\circ}K$ da). Ideal klassik gaz uchun

$$P = n \cdot k \cdot T$$

ekanligini eslatamiz. Shunday qilib, $T=0^{\circ}K$ da ideal Fermi-gazning bosimi noldan farqli bo'lib, elektronlar uchun baholanganda $P \sim (10^4 - 10^5) \text{ atm}$ atrofida bo'ladi. Metallardagi elektron sistemaning aynish harorati

$$T = \frac{\mu_0}{k} = \frac{\varepsilon_f}{k \sim 10^4 K}$$

Demak, metallardagi elektron sistemani **aynigan gaz** deb, kvant statistika asosida qarash zarur. $10^4 K$ da jism qattiq agregat holida qolishmaydi. To'la aynigan Fermi sistemaning boshqa termodinamik parametrlarni P_0 , U_0 , μ_0 asosida aniqlash mumkin.

Past haroratli fermi-gaz termodinamikasi. Past haroratli Fermi-gazning ichki energiyasi U va zarralarning soni N ni aniqlaylik. Buning uchun (1) dagi I_n ning taqribiy ifodasi

$$I_n = \int_{\varepsilon_0}^{\infty} \frac{\varepsilon^n \cdot d\varepsilon}{e^{\beta \cdot (\varepsilon - \mu)} + 1} \approx \frac{\mu^{n+1}}{n+1} \left[1 + \frac{n \cdot (n+1)}{6} \cdot \left(\frac{\pi \cdot k \cdot T}{\mu} \right)^2 \right] \quad (2.4.7)$$

dan foydalanamiz, bunda

$$\left(\frac{\pi \cdot k \cdot T}{\mu_0} \right)^2$$

gacha aniqlik bilan topiladi.

$$I_{\frac{1}{2}} = \frac{N}{a \cdot V} = \frac{2}{3} \cdot \mu^{3/2} \left[1 + \frac{1}{8} \cdot \left(\frac{\pi \cdot k \cdot T}{\mu} \right)^2 \right] \quad (2.4.8)$$

Agar $T=0^{\circ}K$ da bo'lsa, yana avvalgi natijani olamiz:

$$\mu = \mu_0 = \left(\frac{3}{2} \cdot \frac{N}{a \cdot V} \right)^{2/3} \quad (2.4.9)$$

(2.4.8) va (2.4.9) dan

$$\mu_0^{3/2} = \mu^{3/2} \cdot \left[1 + \frac{1}{8} \cdot \left(\frac{\pi \cdot k \cdot T}{\mu_0} \right)^2 \right] \quad (2.4.10)$$

kichik hadda μ ni μ_0 bilan almashtirildi. (2.4.10) dan

$$\mu_0^{3/2} = \mu^{3/2} \cdot \left[1 - \frac{1}{8} \cdot \left(\frac{\pi \cdot k \cdot T}{\mu_0} \right)^2 \right] \quad (2.4.11)$$

$$\begin{aligned} \mu &= \mu_0 \cdot \left[1 - \frac{1}{8} \cdot \left(\frac{\pi \cdot k \cdot T}{\mu_0} \right)^2 \right]^{2/3} \approx \\ &\approx \mu_0 \cdot \left[1 - \left(\frac{\pi \cdot k \cdot T}{\mu_0} \right)^2 \cdot \frac{1}{12} \right] \end{aligned} \quad (2.4.12)$$

$I_{3/2}$ ni yozaylik:

$$I_{\frac{3}{2}} = \frac{U}{a \cdot V} = \frac{2}{5} \cdot \mu^{5/2} \cdot \left[1 + \frac{5}{8} \cdot \left(\frac{\pi \cdot k \cdot T}{\mu_0} \right)^2 \right] \quad (2.4.13)$$

(2.4.8) va (2.4.13) ifodalardan ushbu nisbatni olamiz:

$$\frac{U}{N} = \frac{I_{\frac{3}{2}}}{I_{\frac{1}{2}}} = \frac{3}{5} \cdot \mu \cdot \frac{1 + \frac{5}{8} \cdot \left(\frac{\pi \cdot k \cdot T}{\mu} \right)^2}{1 + \frac{\pi^2}{8} \cdot \left(\frac{k \cdot T}{\mu} \right)^2}$$

Bundan,

$$U = \frac{3}{5} \cdot \mu \cdot N \cdot \frac{1 + \frac{5}{8} \cdot \left(\frac{\pi \cdot k \cdot T}{\mu} \right)^2}{1 + \frac{1}{8} \cdot \left(\frac{\pi \cdot k \cdot T}{\mu} \right)^2}$$

ifodani olamiz. (2.4.11) dan foydalanib, quyidagi taqribiy ifodani olamiz:

$$\begin{aligned} U &= \frac{3}{5} \cdot \mu_0 \cdot N \cdot \left[1 - \frac{1}{8} \cdot \left(\frac{\pi \cdot k \cdot T}{\mu_0} \right)^2 \right]^{2/3} \cdot \frac{1 + \frac{5}{8} \cdot \left(\frac{\pi \cdot k \cdot T}{\mu_0} \right)^2}{1 + \frac{1}{8} \cdot \left(\frac{\pi \cdot k \cdot T}{\mu_0} \right)^2} \approx \\ &\approx \frac{3}{5} \cdot \mu_0 \cdot N \cdot \left[1 - \frac{1}{8} \cdot \frac{2}{3} \cdot \left(\frac{\pi \cdot k \cdot T}{\mu_0} \right)^2 \right] \cdot \left[1 + \frac{5}{8} \cdot \left(\frac{\pi \cdot k \cdot T}{\mu_0} \right)^2 \right] \cdot \left[1 - \frac{1}{8} \cdot \left(\frac{\pi \cdot k \cdot T}{\mu_0} \right)^2 \right] \approx \\ &\approx \frac{3}{5} \cdot \mu_0 \cdot N \cdot \left[1 - \frac{1}{12} \cdot \left(\frac{\pi \cdot k \cdot T}{\mu_0} \right)^2 \right] \cdot \left[1 + \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{\pi \cdot k \cdot T}{\mu_0} \right)^2 \right] \approx \end{aligned}$$

$$\approx \frac{3}{5} \cdot \mu_0 \cdot N \cdot \left[1 + \frac{5}{12} \cdot \left(\frac{\pi \cdot k \cdot T}{\mu_0} \right)^2 \right] = b + \frac{a}{2} \cdot T^2 \quad (2.4.14)$$

Bundan elektron gazning issiqlik sig'imi S_e ni aniqlaymiz:

$$S_e = \left(\frac{\partial U}{\partial T} \right) \cdot \nu = \frac{\pi^2 \cdot N \cdot k}{2} \cdot \left(\frac{k \cdot T}{\mu_0} \right)$$

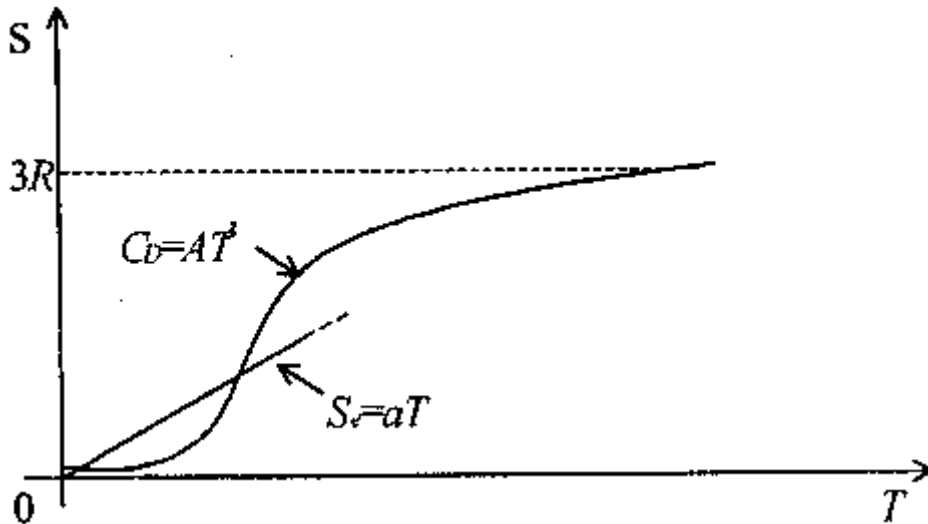
yoki

$$S_e = a \cdot T \quad (2.4.15)$$

Bunda,

$$a = \frac{\pi^2 \cdot N \cdot k}{2 \cdot \mu_0}$$

haroratga bog'liq bo'lmagan doimiy kattalik.



2.6-rasm

Elektron sig'im C_e juda past haroratda chiziqli qonun

$$C_e = a \cdot T$$

ga bo'ysunadi. Bu esa tajribadan olingan natijaga mos keladi. Juda past haroratda kristall qattiq jismning to'la sig'imi

$$C = aT + AT^3$$

ifoda bilan aniqlanadi. Bunda

$$A = \frac{12 \cdot \pi^4 \cdot k \cdot N}{5 \cdot T_D^3}$$

Bu haroratda elektron issiqlik sig'imi S_e fonon issiqlik sig'imidan ustunlik qiladi (2.6-rasm). Past haroratda elektron gazining bosimi va entropiyasini aniqlaylik:

$$P = \frac{2 \cdot u}{3} = \frac{2 \cdot N}{5 \cdot V} \cdot \mu_0 \cdot \left[1 + \frac{5}{12} \cdot \left(\frac{\pi \cdot k \cdot T}{\mu_0} \right)^2 \right] \quad (2.4.16)$$

Bizga ma'lumki,

$$U_0 = \frac{3}{5} \cdot N \cdot \mu_0$$

$$P_0 = \frac{2}{3} \cdot N \cdot \mu_0$$

Bulardan foydalanib, bosim uchun (past haroratda):

$$P = P_0 \cdot \left[1 + \frac{5}{12} \cdot \left(\frac{\pi \cdot k \cdot T}{\mu_0} \right)^2 \right] \quad (2.4.17)$$

ifodani olamiz, bunda bosim P haroratning kvadratiga mutanosib. Solishtirma entropiyani aniqlaymiz. Entropiya S ni

$$S = \int_0^T \frac{C_V}{T} \cdot dT$$

ifodadan aniqlash mumkin.

$$S = \frac{\pi^2 \cdot N \cdot k}{2} \cdot \left(\frac{k \cdot T}{\mu_0} \right) \quad (2.4.18)$$

Erkin energiya F ni

$$F = U - S \cdot T$$

ifoda orqali aniqlaymiz:

$$F = \frac{3}{5} \cdot N \cdot \mu_0 \cdot \left[1 - \frac{5}{12} \cdot \left(\frac{\pi \cdot k \cdot T}{\mu_0} \right)^2 \right]$$

Shunday qilib, asosiy termodinamik parametrlarni absolyut nol haroratdagi Fermi sathi energiyasi μ_0 orqali ifodaladik. Qolgan termodinamik parametrlarni esa shu aniqlangan asosiy termodinamik parametrlar orqali ifodalash mumkin. Jumladan,

$$P = - \left(\frac{\partial F}{\partial V} \right)_T$$

yoki ideal gaz formulasi $P \cdot V = \frac{2}{3} \cdot U$ dagi yana (2.4.16)

$$P = \frac{2 \cdot N}{5 \cdot V} \cdot \mu_0 \cdot \left[1 + \frac{5}{12} \cdot \left(\frac{\pi \cdot k \cdot T}{\mu_0} \right)^2 \right]$$

ifoda olinadi. Oxirgi kvant mexanika va kvant statistika yaratilganga qadar issiqlik sig'imga tegishli klassik statistikadagi ziddiyatlarga va uning kvant statistikada hal etilishiga qisqacha to'xtaldik. Birinchidan, metallarda elektr o'tkazuvchanlik, issiqlik o'tkazuvchanlikni erkin elektronlar modelidan foydalanib, (massani effektiv massa bilan almashtirib) tushuntirish mumkin. Klassik statistikadagi bu fikrga (modelga) asosan metallarning issiqlik sig'imi izolyatornikidan taxminan 2 marta ortiq bo'lishi kerak. Chunki har bir zarraga (elektronga) klassik statistik fizikaga asosan, $\frac{3}{2} \cdot k \cdot T$ energiya to'g'ri keladi.

Ma'lumki, dielektriklarda (izolyatorlarda) erkin elektronlar yo'q deb qaraladi. Ammo, tajriba ko'rsatadiki, metallar va izolyatorlarning issiqlik sig'imi yuqori haroratda taxminan bir xil va ular Dyulong Pti qonuniga bo'ysunadi. Bu ziddiyat kvant statistikasida osonlikcha hal etiladi. Ko'pgina metallarda Fermi sathi energiyasi μ_0 2eV bilan 10 eV orasida bo'ladi. Bu holda agar harorat $T=300^{\circ}K$ bo'lsa,

$$C_V = \frac{\pi^2 \cdot N \cdot k}{2} \cdot \left(\frac{k \cdot T}{\mu_0} \right)$$

ifodadagi $\left(\frac{k \cdot T}{\mu_0} \right)$ uchun

$$\frac{k \cdot T}{\mu} \approx \frac{300 \cdot k}{2 \cdot 10^4} = \frac{3 \cdot k}{200} = 0,015 \cdot k$$

$$\frac{k \cdot T}{\mu} \approx \frac{300 \cdot k}{10 \cdot 10^4} = 0,003 \cdot k$$

qiymatlar olinadi, $\frac{\pi^2}{2} \approx 5$ bo'lganda, bu qiymatlardan elektron issiqlik sig'imi umumiy issiqlik sig'imga 0,075 va 0,015 hissa yoki 1,5%-7,5% hissa qo'shishi kelib chiqadi. Amalda elektronlar kristall issiqlik sig'imga 2%-8% hissa qo'shadilar.

II.5. Kristallardagi energetik zonalar

Qattiq jismlardagi elektronlarning holatlari erkin atomlardagi elektronlar holatlariga ko'p jihatdan o'xshaydi, chunki kristalldagi qo'shni atomlar elektronlarining o'zaro ta'siri atom tuzilishini, strukturasi to'la buzib yubora olmaydi. Ammo, shu bilan birga bu elektronlarning o'zarota'siri tufayli erkin atomlardagi energiya sathlari shunchalik kuchli ta'sir oldi va g'alayonlikka uchraydiki, natijada kristallarda bir qator uning o'ziga xos yangi hodisa va effektlar paydo bo'ladi. Bu yangi hodisalardan eng muhimi – erkin atomlardagi valent elektronlar energiya sathlarining deyarli uzluksiz sathlarga – energetik zonalarga yoyilib ketishidir. Bi energetik zonalar esa qattiq jismning elektr, magnit va optik xossalari sodir bo'lishiga sababchilik qiladilar.

Energetik zonalar. Energiya zonalari paydo bo'lishini quyidagicha tushuntirish mumkin. Faraz qilaylik, N ta atomlar mavjud bo'lsin. Har bir atomning biror energiya sathi, masalan, i sathi g karrali aynish darajasiga ega bo'lsin. Ammo atomlar bir-biri bilan o'zaro ta'sirda bo'lmagani uchun N ta zarralardan iborat bo'lgan bu sistemada i energetik sath N_g karrali aynish darajasiga ega bo'ladi. Endi atomlar bir-biriga yaqinlashib, kristall panjara hosil qilsin. Bu holda atomlarning o'zaro ta'sirlari tufayli erkin atomning N_g karrali holatlari o'zgaradi. Boshqacha aytganda, o'zaro ta'sir bo'lmagan holdagi N_g ekvivalent (simmetrik) holatlar o'zaro ta'sir tufayli buziladi va ular bir-biriga juda yaqin bo'lgani uchun energetik sathlar dastasi deyarli uzluksiz energiya zonasini hosil qiladi. Bu o'zaro ta'sir tufayli:

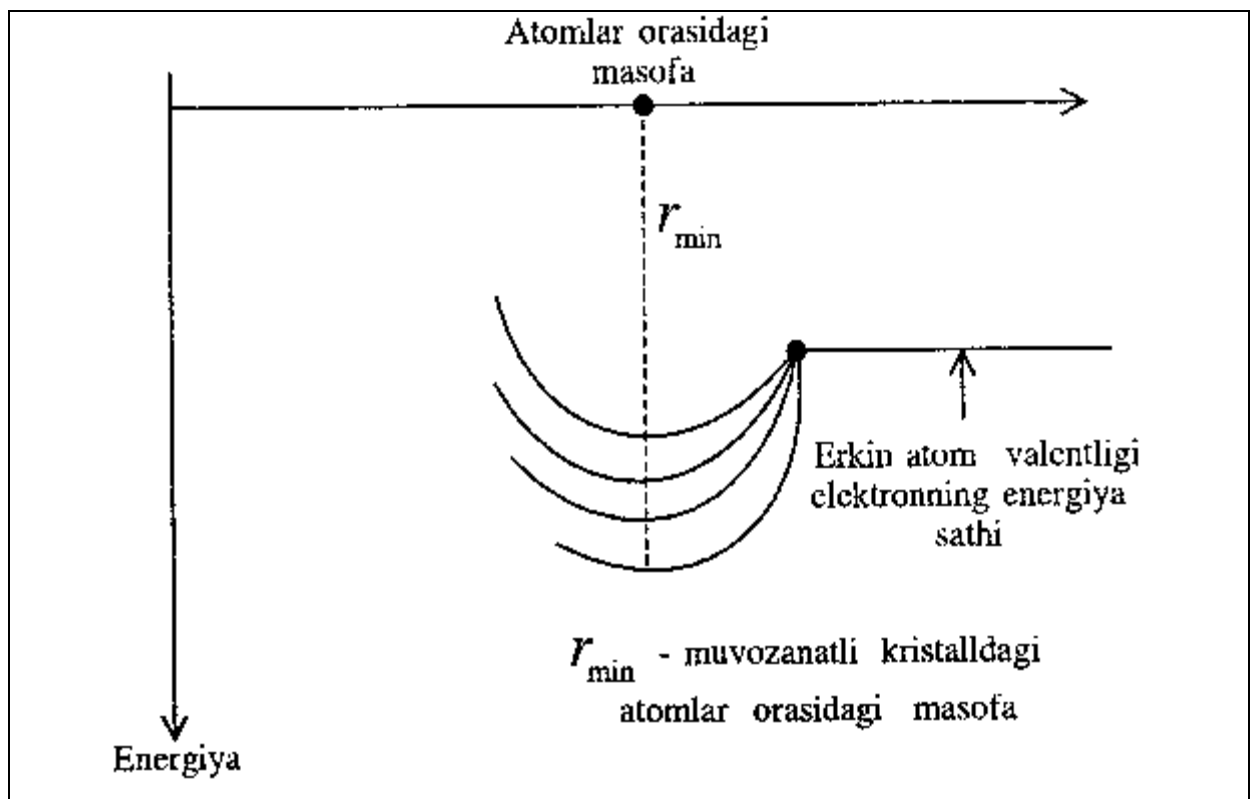
Birinchidan, energiya sathlarining pastga siljishi yuz beradi, chunki atomlar orasida bog'lanish hosil bo'ladi (molekuladagi atomlar bog'lanishi kabi);

Ikkinchidan, bu o'zaro ta'sirga, tabiiyki, atomdagi yadrodan uzoqdagi valentli elektronlar duch keladilar (ta'sirga chalinadilar), chunki ular qo'shni atomlarga eng yaqin joylashgan bo'ladilar;

Uchinchidan, atomlar orasidagi muvozanat holatiga to'g'ri kelgan masofa energiyaning minimum qiymatiga mos kelishi lozim. Yanada atomlarning yaqinlashuvida ular orasidagi itarish kuchi tufayli energiya ortib boradi (2.7-rasm).

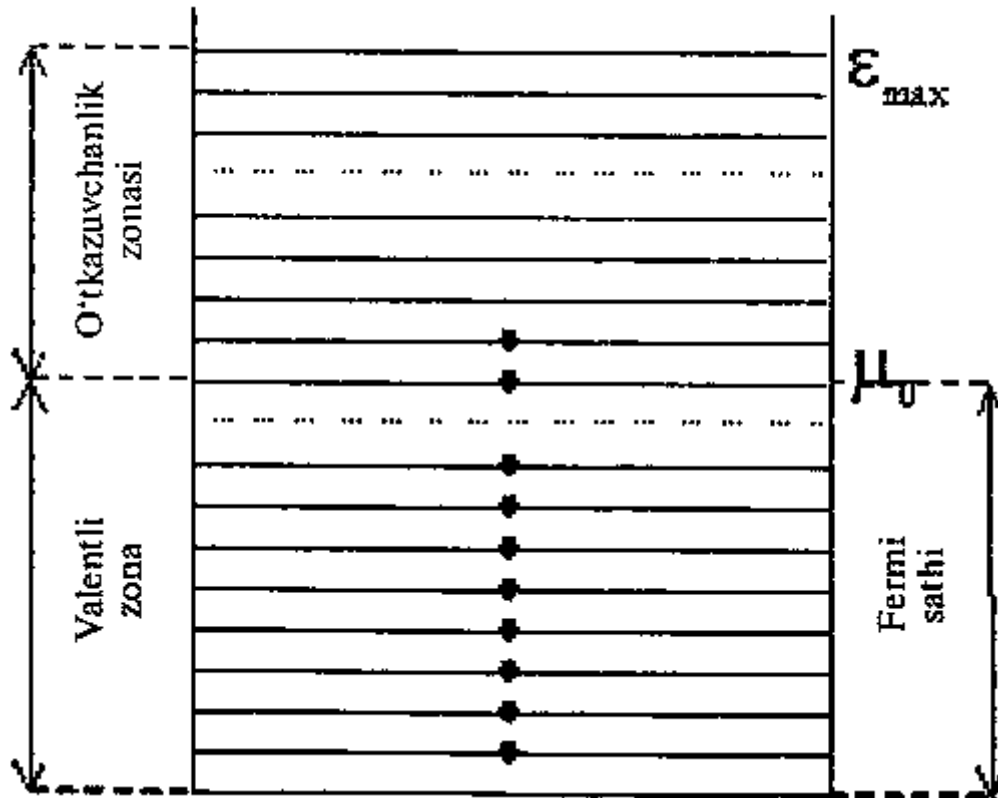
To'rtinchidan, atomlar erkin bo'landagi energiyasathlai N_g ular yaqinlashib o'zaro ta'sirda bo'lganda deformatsiyalanib o'zgarsalar-da, ularing soni g o'zgarmaydi.

Boshqacha aytganda, s – zonada har bir atomga to'g'ri keluvchi 2 ta elektron, p – zonada har bir atomga to'g'ri keluvchi 6 ta elektron bo'la olishi mumkin, ya'ni S – zonada $2N$ ta, P – mavjud bo'ladi, ya'ni zonalarning yuqori chegarasi mavjud bo'ladi.



2.7-rasm

Masalan, S holatda bittadan elektron bo'lsin – atomlardagi valentli elektronlar N ta, S zonadagi holatlar soni (energetik sathlar) soni $2N$ ta. Demak, masalan, $T=0^{\circ}K$ da shu S zonaning yarmi Pauli prinsipiga asosan, elektronlar bilan to'lgan (uni valentli zona deyiladi), qolgan yarmi bo'sh (uni o'tkazuvchanlik zonasi deyiladi) zonadan iboratdir (2.8-rasm).



2.8-rasm

Agar S holatda 2 ta elektron bo'lsa (masalan, kaliy), S – zona elektronlar bilan to'lgan bo'ladi. Ammo S – zona P – zona bir-birini o'zaro yopgan bo'lsa, ular ham metallar hosil qiladi. Ba'zi qattiq jismlarda (yarim o'tkazgich va dielektrlarda) valentli zona bilan o'tkazuvchanlik zonasi orasida ta'qiqlangan Δ energiya kenglikka ega bo'lgan zona mavjud bo'ladi. Agar qattiq jism harorati $T > 0$ bo'lsa, yuqorida aytganimizday, valentli zonaning Fermi sathi atrofidagi (yaqinidagi) elektronlar o'tkazuvchanlik zonasiga issiqlik fluktuatsiyalar tufayli o'tadilar. Bu elektronlar, endi har bir atomga tegishli bo'lmasdan kristaldagi barcha atomlarga tegishli deb qaralishi mumkin. Bu fikrni shunday tushuntirish mumkin: erkin atomlardagi valentli elektronlarning to'liq funksiyalari, atomlar yaqinlashib, kristall hosil qilganda, bir-birini qisman yopib, ketishadi. Shu sabaabli, bir atomga tegishli elektron, ikkinchisiga ma'lum ehtimol bilan o'tishi mumkin. Shunday qilib, elektron butun kristall bo'yicha migratsiya qilib yurishi mumkin. 2.9-rasmda S holat funksiyalari bir-biri bilan qisman umumiy lashishi, yopishi ko'rsatilgan. O'tkazuvchanlik zonasidagi bunday elektron atomlarga

ozmi-ko'pmi bog'liq bo'lganligi uchun unga tashqi elektr maydon ta'sir etsa, uning harakati erkin elektronlar harakatidan farqlanadi. Ammo uni effektiv massa m bilan erkin harakaatlanayotgan zaryadli zarra deb qaralishi mumkin, ya'ni

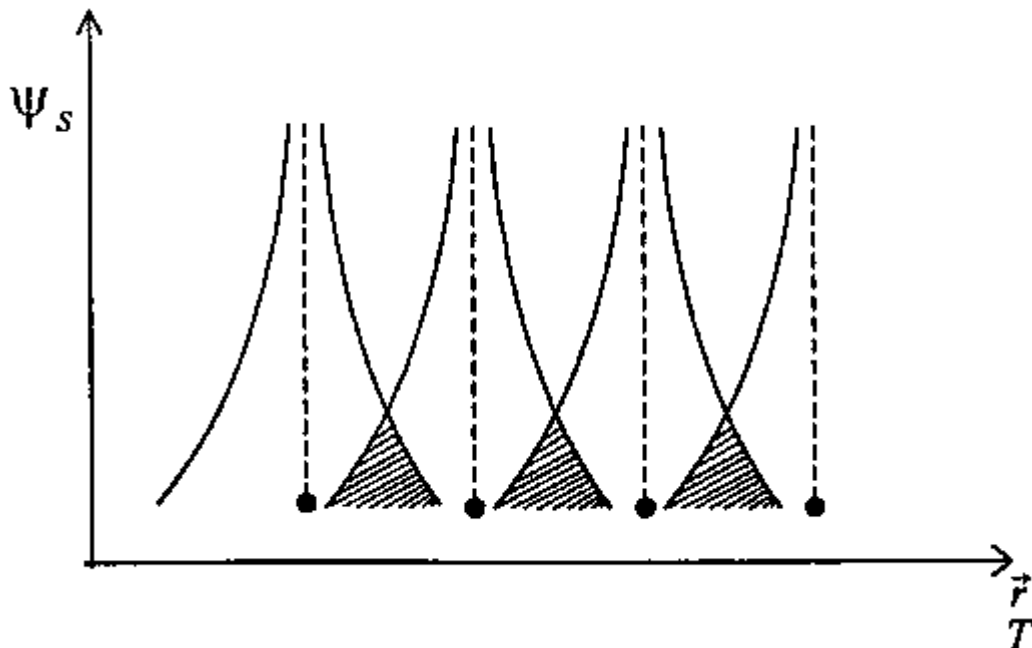
$$e \cdot \vec{E} = m \cdot \vec{a}$$

O'tkazuvchanlik zonasidagi bu m massali zarra erkin harakatlanayotgan elektrondan farqli bo'lganligi sababli (uni, zarrani) kvazielektron deyiladi.

Oddiy hollarda kvazizarraning (fonon, polyaron va shu kabilarning) massasini topish uchun dispersiya qonuni $E(p)$ berilgan bo'lsa,

$$\frac{1}{m} = \frac{\partial^2 E(p)}{\partial P^2}$$

ifoda orqali topiladi.



2.9-rasm

Bunda o'tkazuvchanlik zonasidagi elektronning E – energiyasi, P – kvazimpulsi. Dispersiya qonuni anizotropiya xarakteriga ega bo'lsa, effektiv massa tenzor xarakterga ega bo'ladi. Kristall qattiq jismdagi o'tkazuvchanlik zonasida harakatlanayotgan elektron uchun effektiv massa m aniqlangan bo'lsa, u holda

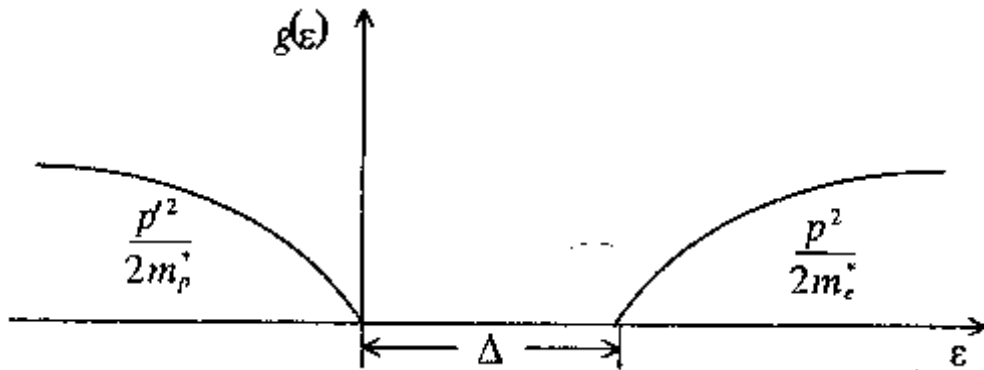
$$E(p) = \frac{p^2}{2 \cdot m}$$

o'rinli bo'ladi, bu holda holatlar zichligi

$$g(\varepsilon) = a \cdot \varepsilon^{1/2}$$

$$a = 2 \cdot \pi \cdot \left(\frac{2 \cdot m}{h^2} \right)^{3/2}$$

ifoda bilan aniqlanadi. Umumiy holda o'tkazuvchanlik zonasidagi elektron va valentli zonadagi teshik (kovak) energiyalari impulslar bilan murakkab bog'lanishda bo'ladi. Ammo amalda o'tkazuvchanlik zonasi tubi yaqinidagi elektronlar va valentli zona yuqorisidagi teshiklar (kovaklar) bilan ish ko'riladi. Bunday elektronlarni effektiv m_e massali kvazielektronlar va effektiv m_p massali $|e|$ – zaryadli kvazipozitronlar deb qaralishi mumkin. Bu holda holat zichligi funksiyasi erkin elektronlardagi kabi paraboladan iborat bo'ladi (2.10-rasm).



2.10-rasm

Bu holda dispersiya qonuni

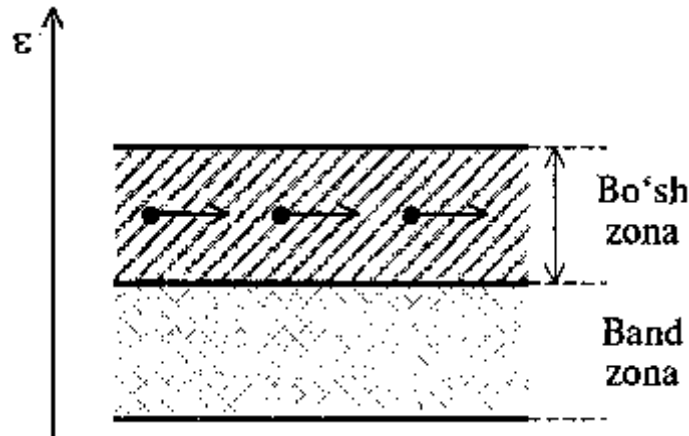
$$\varepsilon(\vec{p}) = \Delta + \frac{p^2}{2 \cdot m_e} \quad (\text{elektronlar uchun})$$

$$\varepsilon^1(\vec{p}) = \Delta + \frac{p^2}{2 \cdot m_p} \quad (\text{kovaklar uchun})$$

ko'rinishda yozish mumkin. Bu yerda tashqi elektr maydon ta'siri tufayli valent zona “**shifti**” dagi elektronlardan qisman o'tkazuvchanlik zonasiga o'tishi mumkinligini ham nazarda tutmoq kerak.

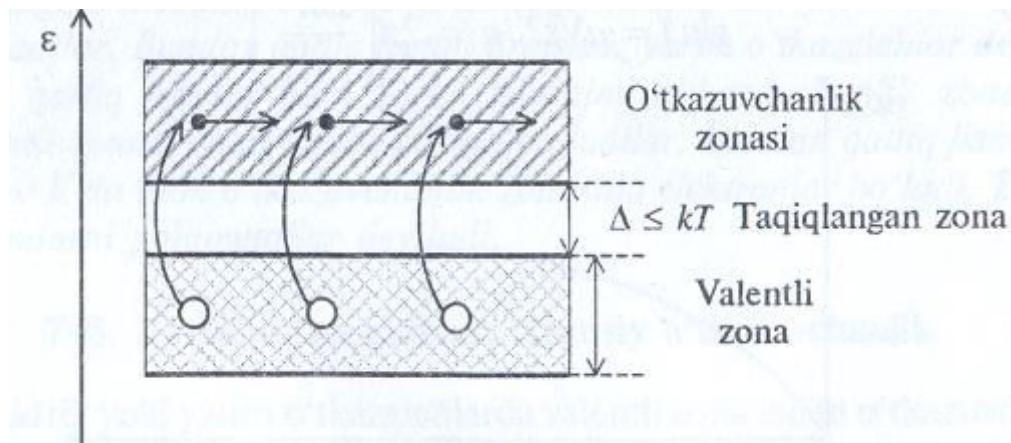
II.6. Holatlar zichligi. Qattiq jismlar turlari

Zonalar tasavvurlariga asosan qattiq jismlarni turlarga bo'lish juda qulay. Agar zonaning bir qismi to'lgan bo'lib, qolgan qismi bo'sh bo'lsa yoki to'lgan zona bilan yuqori zona ma'lum darajada bir-birini yopsa, bunday qattiq jismlar metallardan iboratdir (2.11-rasm).



2.11-rasm

Agar to'lgan zonadan keyin energiya tirqishi Δ bo'lsa, ya'ni ta'qiqlangan zona bo'lsa, bunday qattiq jismlarni (izolyator) yoki yarim o'tkazgichlar deyiladi. Agar energiya tirqishi $k \cdot T$ dan yetarli darajada katta bo'lsa, ya'ni $\Delta > k \cdot T$ shart bajarilsa, valentli zonadan o'tkazuvchanlik zonasiga elektronlar amalda o'tmaydi va demak, elektr tok hosil qiluvchi elektronlar bo'lmagani uchun bunday qattiq jismlar izolyatorlar (dielektriklar) deyiladi.

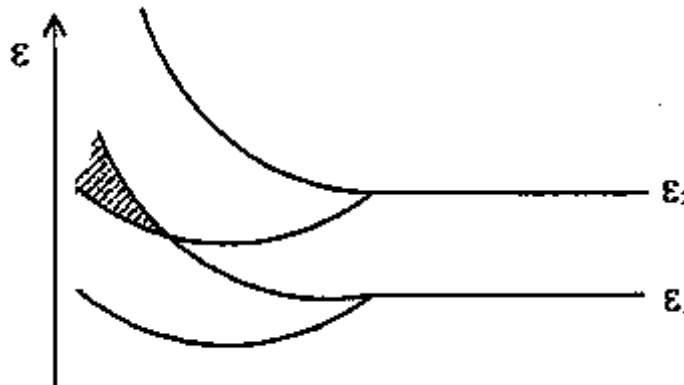


2.12-rasm

Agar ta'qiqlangan zona kengligi Δ uncha katta bo'lmay, $k \cdot T$ ga teng yoki undan kichik bo'lsa, ya'ni $\Delta \leq k \cdot T$ bo'lsa, T haroratda valentli zonadan o'tkazuvchanlik zonasiga flukuatsiyalar tufayli talaygina elektronlar o'tishi mumkin. Elektr maydon qo'yilsa (kiritilsa), bu serharakat "chaqqon" elektronlar toki hosil qiladi. Bunday qattiq jismlar yarim o'tkazgichlar deyiladi (2.12-rasm). Energetik sathlar va valentli elektronlar sonlariga qarab, qattiq jismning qaysi turga tegishli ekanligini aytish mumkin.



2.13-rasm



2.14-rasm

Masalan,

1. Bir valentli elektronlarga ega eng qattiq jismlar metallardir (ishqoriy metallar: *Na*, *K*, *Rb*, *Cu*, *Ag*, *Au*). Bulardagi valentli zonaning yarmi to'lgan bo'ladi.
2. Har bir yacheykaga toq sondagi elektronlar to'g'ri kelgan qattiq jismlar ham metallardir. Masalan, *Al*, *Ga*, *In*, *Tl* ning har bir atomiga 3 ta valentli elektron to'g'ri keladi. Bular bir zonani va keyingi zonani qisman to'ldiradilar.

3. Har bir atomga juft elektronlar to'g'ri kelgan qattiq jismlarning hammasi ham dielektrik (izolyator) bo'lavermaydi. Masalan, quyi zona bilan yuqori zonalar bir-birini qisman yopishi mumkin (2.13-2.14-rasmlar), bunday qattiq jismlar ham metallardan iborat bo'ladi.

2.13-2.14-rasmlarda sathlarning bir-biri bilan qisman yopilishi, umumiy lashuvi ko'rsatilgan.



2.15-rasm

Yuqorida erkin zarra modelida

$$\varepsilon(p) = \frac{p^2}{2 \cdot m}$$

ko'rinishdan foydalanib, holatlar zichligi (soni) uchun

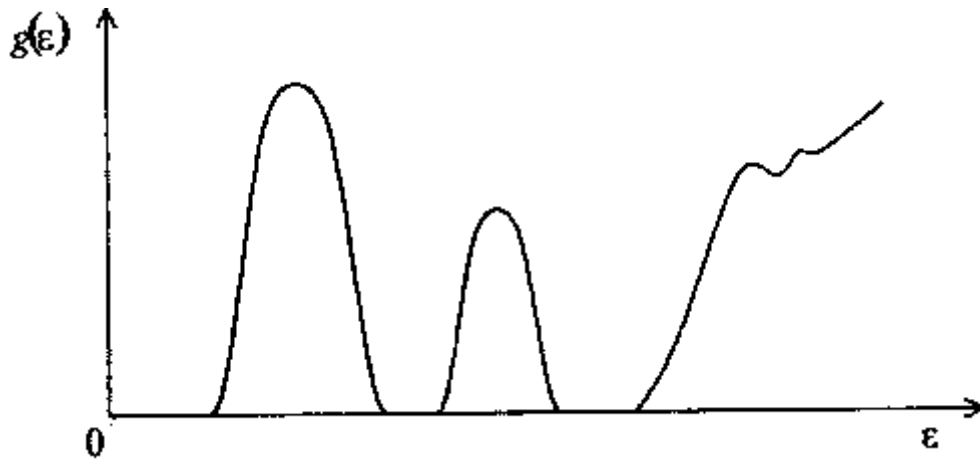
$$g(\varepsilon) = a \cdot V \cdot \varepsilon^{1/3}$$
$$a = 2 \cdot \pi \cdot \left(\frac{2 \cdot m}{h^2} \right)^{3/2}$$

va uning grafigi ko'rsatilgan edi (2.15-rasm). Umumiy holda, kristall qattiq jismdagi elektronlar davriy maydonda murakkab harakat qiladilar. Shu sababli, uning holatlar zichligi

$$g(\varepsilon) = a \cdot V \cdot \varepsilon^{1/2}$$

ga nisbatan murakkab funksiya bilan tavsiflanadi. Natijada holatlar zichligi $g(\varepsilon)$ bir necha qismlarga bo'linib ketadi. Kristalldagi elektronlar

energiyasi spektrining zonalar tarkibi (strukturasi) sxematik ravishda 2.16-rasmda ko'rsatilgan. Albatta, har bir konkret kristall o'zining zonalar strukturasi ega bo'ladi.



2.16-rasm

Shunday qilib, yakkalangan (erkin) atomdagi energiya sathlari diskret xarakterga ega. Kristall hosil bo'lishda atomlar bir-biriga yaqin kelishib, ularning energetik sathlari o'zaro ta'sir natijasida ma'lum siljishlarga ega bo'ladi.

Shu bilan birga valentli elektron esa o'zining atomiga taalluqli bo'lishidan tashqari, bo'lishidan tashqari, u ma'lum darajada erkin deb ham hisoblanadi. Buning natijasida kristalda energiya zonolari hosil bo'ladi. Metallardagi energetik kenglik $\Delta=0$ va yarim o'tkazgichlar va dielektriklarda $\Delta \neq 0$ bo'lishi bilan tanishdik.

Shunday tipdagi qattiq jismlar borki, ularda $\Delta=0$ bo'lsada, o'tkazuvchanlik zonasidagi elektronlar, metallardagiga nisbatan bir necha tartibga kam bo'lib, yarim o'tkazgichlar tipiga kiradilar. Bunday qattiq jismni tirqishsiz yarim o'tkazgichlar deyiladi. Shunday qattiq jismlar ham borki, ularning o'tkazuvchanlik zonasining tubi valentli zonasi yuqorisidan pastda bo'ladilar. Bundan qattiq jismlarda, hatto $T=0^{\circ}K$ da ham o'tkazuvchanlik zonasida elektronlar bo'ladi. Bunday qattiq jismlarni polumetallar deyiladi.

II.7. Flukuatsiyaning termodinamik nazariyasi

Faraz qilaylik, sistema $X(x_1, x_2, \dots)$ parametrga nisbatan aniqlangan bo'lib, buning o'rtacha qiymati quyidagicha bo'lsin:

$$\bar{X}(x_1, x_2, \dots)$$

Biz X ning haqiqiy qiymatlarining o'rtacha qiymat \bar{X} dan chetlanishi qonuniyatini, ya'ni X ning qiymatlari ehtimollari taqsimotini aniqlashimiz lozim. Flukuatsiyaning aniqlash uchun (o'lchamsiz) entropiyaning umumiy ta'rifi

$$S = - \langle \ln f(E) \rangle \quad (2.7.1)$$

ifodadan foydalaniladi. Bunda kanonik taqsimotni quyidagicha aniqlaymiz:

$$f(E) = Z^{-1} \cdot e^{-\beta \cdot E} \quad (2.7.2)$$
$$\beta = \frac{v}{U}$$

Bunda Z – statistik integral (yig'indi), U – ichki energiya, $2v$ – sistemaning gamiltonianini aniqlovchi parametrlar soni, yuqori haroratda, energiyaning erkinlik darajalari bo'yicha teng taqsimlanishi qonuni o'rinli bo'lganda (2.7.2) taqsimot Gibbsning kanonik taqsimotiga o'tadi. Bundan kanonik ansambl entropiyasini topamiz:

$$S = v + \ln Z \quad (2.7.3)$$

Sistema yoki uning biror qismini xarakterlaydigan fizik kattalik $X(x_1, x_2, \dots)$ ning o'zgarishi bilan sistemaning holati o'zgaradi. Faraz qilaylik, entropiya tenglamasi (2.7.3) faqat muvozanat holatidagi sistema uchun o'rinli bo'lmasdan, X ning barcha qiymatlarida ham o'rinli bo'lsin:

$$S(X) = v(X) + \ln Z(X) \quad (2.7.4)$$

Flukuatsiya hodisasida erkinlik darajalari soni doimiy deb, (2.7.3) va (2.7.4) ifodalardan quyidagiga ega bo'lamiz:

$$\frac{Z(X)}{Z(\bar{X})} = \exp[S(X) - S(\bar{X})] \quad (2.7.5)$$

Bunda,

$$S(X) - S(\bar{X}) = \Delta S(X) \leq 0$$

va demak nisbat $\frac{Z(X)}{Z(\bar{X})}$ (0,1) intervalda o'zgaradi va sistemaning muvozanatli holatdan chetlanishi ehtimoli $w(X, \bar{X})$ ni aniqlaydi, ya'ni

$$w(X, \bar{X}) = A \exp[\Delta S(X)] \tag{2.7.6}$$

Bunda A – normallash shartidan aniqlanadi.

$$\begin{aligned} w(X, \bar{X}) &= \frac{Z(X)}{Z(\bar{X})} \\ \Delta S(X) &= [S(X) - S(\bar{X})] \end{aligned}$$

(2.7.6) ifodani **Eynshteyn formulasi** deyiladi.

Quyidagi bir o'zgaruvchan $X(x_1) = x$ bo'lgan holni qarab chiqaylik. Parametr x ning o'rtacha qiymati \bar{x} dan chetlanishi kichik bo'lsin. Bu holda $S(x)$ ni qatorga quyidagicha yoyalik:

$$\begin{aligned} S(x) &= S(\bar{x}) + \frac{\partial S}{\partial X} \Big|_{x=\bar{x}} (x - \bar{x}) + \\ &+ \frac{1}{2} \cdot \frac{\partial^2 S}{\partial X^2} \Big|_{x=\bar{x}} (x - \bar{x})^2 + \dots \end{aligned} \tag{2.7.7}$$

$x = \bar{x}$ bo'lganda entropiya $S(x)$ maksimum qiymatga ega bo'ladi. Shuning uchun

$$\begin{aligned} \frac{\partial S}{\partial X} \Big|_{x=\bar{x}} &= 0 \\ \frac{\partial^2 S}{\partial X^2} \Big|_{x=\bar{x}} &< 0 \end{aligned} \tag{2.7.8}$$

(2.7.8) ga asosan

$$[S(x) - S(\bar{x})] = \Delta S(x) = -\frac{\beta}{2} (x - \bar{x})^2 \tag{2.7.9}$$

Bunda,

$$\beta = \left| \frac{\partial^2 S}{\partial X^2} \right| > 0$$

(2.7.9) ni nazarda tutib, (2.7.6) formulani quyidagi ko'rinishda yozamiz:

$$W(x) = A \exp \left[-\left(\frac{\beta}{2} \right) \cdot (x - \bar{x})^2 \right] \tag{2.7.10}$$

(2.7.10) dagi A quyidagi normallash sharti

$$\int_{-\infty}^{\infty} W(x) \cdot dx = 1 \quad (2.7.11)$$

dan topiladi. (2.7.10) ni (2.7.11) ga qo'yib,

$$A = \left(\frac{\beta}{2 \cdot \pi} \right)^{1/2}$$

ekanini topamiz. Shunday qilib, x kattalikning fluktuatsiyasi qiymatlari uchun quyidagi taqsimot funksiyasini olamiz:

$$W(x) = \left(\frac{\beta}{2 \cdot \pi} \right)^{1/2} \cdot \exp \left[- \left(\frac{\beta}{2} \right) \cdot (x - \bar{x})^2 \right] \quad (2.7.12)$$

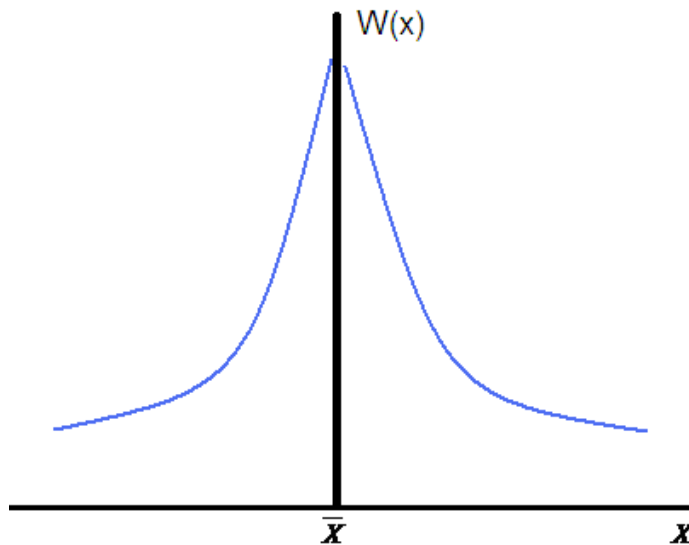
Bu taqsimot **Gauss taqsimoti** (yoki normal taqsimot) deyiladi. Bu taqsimot simmetrikdir va $x = \bar{x}$ da maksimumga ega (2.17-rasm). Kvadratik fluktuatsiya o'rtachasi $\overline{(x - \bar{x})^2}$ ni (2.7.12) asosida aniqlaymiz:

$$\overline{(x - \bar{x})^2} = \int_{-\infty}^{\infty} (x - \bar{x})^2 \cdot W(x) \cdot dx = \frac{1}{\beta} \quad (2.7.13)$$

Demak,

$$W(x) = \left[2 \cdot \pi \overline{(x - \bar{x})^2} \right]^{-1/2} \exp \left[- \frac{(x - \bar{x})^2}{2 \cdot \overline{(x - \bar{x})^2}} \right] \quad (2.7.14)$$

Yuqorida bir parametrlning fluktuatsiyasini qaradik. Xuddi shuningdek, ko'p parametrlar fluktuatsiyalarini ko'rish mumkin. Bunda sistema entropiyasi shu parametrlar x_1, x_2, \dots, x_n ning funksiyasi $S(x) = S(x_1, x_2, \dots, x_n)$ bo'ladi.



2.17-rasm

Bu holda parametrlarning o'rtacha qiymatlaridan chetlanishi ehtimoli $W(X)$ ni quyidagicha yozamiz:

$$W(X)dx_1, dx_2, \dots, dx_n = A \exp[\Delta S(X)]dx_1, dx_2, \dots, dx_n \quad (2.7.15)$$

Bunda,

$$X = X(x_1, x_2, \dots, x_n)$$

$S(X)$ ni $(x_i - \bar{x}_i)$ darajalar bo'yicha qatorga yoyamiz, $(x_i - \bar{x}_i)$ ni kichik deb, ikkinchi tartibli hadlarni hisobga olish bilan chegaralanamiz, ya'ni

$$S(X) = S(\bar{X}) + \sum_i^n \frac{\partial S}{\partial x_i} \Big|_{x_i=\bar{x}_i} (x_i - \bar{x}_i) + \\ + \frac{1}{2} \cdot \sum_{i,j}^n \frac{\partial^2 S}{\partial x_i \cdot \partial x_j} \Big|_{x_i=\bar{x}_i, x_j=\bar{x}_j} (x_i - \bar{x}_i) \cdot (x_j - \bar{x}_j) + \dots$$

yoki (2.7.8) ga asosan,

$$S(X) = S(\bar{X}) - \frac{1}{2} \cdot \sum_{i,j}^n \beta_{i,j} \cdot (x_i - \bar{x}_i) \cdot (x_j - \bar{x}_j) \quad (2.7.16)$$

(2.7.16) ni (2.7.15) ga qo'yib, aniqlashimiz lozim bo'lgan fluktuatsiya ehtimollari taqsimotini topamiz:

$$W(X) = A \exp \left[-\frac{1}{2} \sum_{i,j}^n \beta_{i,j} \cdot (x_i - \bar{x}_i) \cdot (x_j - \bar{x}_j) \right] \quad (2.7.17)$$

Bunda A – normallashtirish sharti

$$\int_{-\infty}^{\infty} \dots \int_{-\infty}^{\infty} W(X) dx_1, dx_2, \dots, dx_n = 1 \quad (2.7.18)$$

dan topiladi $A = (2 \cdot \pi)^{-n/2} \cdot \sqrt{\beta} \cdot \beta_m$ – matritsa $\beta_{i,j}$ ning determinanti.

Termodinamik parametrlar fluktuatsiyasi. Termodinamik parametr X ning ΔX ga o'zgarishi tufayli sistemaning ichki energiyasi U , entropiyasi S va hajmi V ning o'zgarishlari ΔU , ΔS va ΔV bo'lsin. O'zgarmas harorat va bosimdagi sistemada fluktuatsiya sababli ntashqi kuchlar bajargan ish termodinamika asosida quyidagicha aniqlanadi:

$$dA \geq dU + p \cdot dV - T \cdot dS$$

(bunda $\theta dS = k \cdot T \cdot dS = T \cdot dS_0$ qulaylik uchun indeksda nol yozilmaydi).

Bunda minimal ish uchun

$$dA_{\min} = dU + p \cdot dV - T \cdot dS \quad (2.7.19)$$

ifodaga ega bo'lamiz. Bu ifodada T va P muvozanatdagi qiymatlar. U ni ΔU va ΔS darajalari bo'yicha qatorga yoyamiz:

$$\begin{aligned} \Delta U = & \frac{\partial U}{\partial S} \cdot \Delta S + \frac{\partial U}{\partial V} \cdot \Delta V + \frac{1}{2} \cdot \left[\frac{\partial^2 U}{\partial S^2} \cdot (\Delta S)^2 + \right. \\ & \left. + \frac{\partial^2 U}{\partial V^2} \cdot (\Delta V)^2 + 2 \cdot \frac{\partial^2 U}{\partial S \cdot \partial V} \cdot \Delta S \cdot \Delta V \right] + \dots \end{aligned} \quad (2.7.20)$$

Ma'lumki, bu ifodada hosilalar uchun ularning muvozanatdagi qiymatlari olinadi.

$$\begin{aligned} T &= \frac{\partial U}{\partial S} \\ -P &= \frac{\partial U}{\partial V} \end{aligned} \quad (2.7.21)$$

larni nazarda tutib, T va P parametrlarning o'zgarishini yozamiz:

$$\Delta T = \Delta \left(\frac{\partial U}{\partial S} \right) = \frac{\partial^2 U}{\partial S^2} \cdot \Delta S + \frac{\partial^2 U}{\partial V \cdot \partial S} \cdot \Delta V \quad (2.7.22)$$

$$-\Delta P = \Delta \left(\frac{\partial U}{\partial V} \right) = \frac{\partial^2 U}{\partial V^2} \cdot \Delta V + \frac{\partial^2 U}{\partial S \cdot \partial V} \cdot \Delta S \quad (2.7.23)$$

(2.7.22) ni ΔS ga, (2.7.23) ni esa ΔV ga quyidagicha ko'paytiramiz:

$$\Delta S \Delta T = \frac{\partial^2 U}{\partial S^2} \cdot (\Delta S)^2 + \frac{\partial^2 U}{\partial V \cdot \partial S} \cdot \Delta V \cdot \Delta S \quad (2.7.24)$$

$$-\Delta P \Delta V = \frac{\partial^2 U}{\partial V^2} \cdot (\Delta V)^2 + \frac{\partial^2 U}{\partial S \cdot \partial V} \cdot \Delta S \cdot \Delta V \quad (2.7.25)$$

(2.7.21), (2.7.24) va (2.7.25) larni nazarda tutib, (2.7.20) tenglikni quyidagi ko'rinishda yozamiz:

$$\Delta U = T \cdot \Delta S - P \cdot \Delta V + \frac{1}{2} \cdot (\Delta T \cdot \Delta S - \Delta P \cdot \Delta V) \quad (2.7.26)$$

X ning chekli o'zgarishi $X + \Delta X$ uchun (2.7.26) ni

$$\Delta A_{\min} = \Delta U - T \cdot \Delta S + P \cdot \Delta V \quad (2.7.27)$$

Ko'rinishda yozib, bu ifodaga (2.7.26) dan ΔU ni olib kelib qo'ysak, quyidagi munosabat hosil bo'ladi:

$$\Delta A_{\min} = \frac{1}{2} \cdot (\Delta T \cdot \Delta S - \Delta P \cdot \Delta V)$$

ΔA_{min} ning bu ifodasi

$$W(X, \Delta X) = C \cdot \exp \left[-\frac{\Delta A_{min}}{k \cdot T} \right]$$

ga qo'yib, termodinamik parametrlar fluktuatsiyalari uchun quyidagini olamiz:

$$W(X, \Delta X) = C \cdot \exp \left[\frac{1}{2 \cdot k \cdot T} (\Delta P \cdot \Delta V - \Delta T \cdot \Delta S) \right] \quad (2.7.28)$$

Bu yerda $\theta = k \cdot T$ deb qabul qilindi.

Zarralar soni fluktuatsiyasi. Sistemaning bir qismi hajmining fluktuatsiyasi uchun

$$\overline{(\Delta V)^2} = -k \cdot T \cdot \left(\frac{\partial V}{\partial P} \right)_T \quad (2.7.29)$$

tenglik o'rinlidir. Agar sistema qismi N ta zarralardan iborat bo'lsa, (29) ni N^2 ga bo'lsak, solishtirma hajm fluktuatsiyasi uchun quyidagi tenglik hosil bo'ladi:

$$\overline{\left(\frac{\Delta V}{N} \right)^2} = -\frac{k \cdot T}{N^2} \cdot \left(\frac{\partial V}{\partial P} \right)_T \quad (2.7.30)$$

bu fluktuatsiya sistema hajm yoki zarralar soni o'zgarmas deb qaralayotganiga bog'liq emas. Shuning uchun, (2.7.30) asosida ma'lum hajmdagi zarralar soni fluktuatsiyani aniqlashimiz mumkin. Haqiqatan ham,

$$\Delta \left(\frac{V}{N} \right) = V \cdot \Delta \left(\frac{1}{N} \right) = -\frac{V}{N^2} \cdot \Delta N \quad (2.7.31)$$

Buni kvadratga ko'tarib, so'ng o'rtachalab quyidagini topamiz:

$$\frac{V^2}{N^4} \overline{(\Delta N)^2} = \overline{\left(\Delta \frac{V}{N} \right)^2}$$

yoki (2.7.30) ni e'tiborga olib, quyidagi zarralar fluktuatsiyasi ifodasini yozamiz:

$$\overline{(\Delta N)^2} = -\frac{k \cdot T \cdot N^2}{V^2} \left(\frac{\partial V}{\partial P} \right)_T \quad (2.7.32)$$

Kritik holatda $\left(\frac{\partial V}{\partial P}\right)_T$ siqiluvchanlik cheksizlikka intiladi. Shuning uchun (2.7.31) dan ko'rinadiki, zarralar soni fluktuatsiyasi cheksizlikka intiladi. Shu sababli, kritik holatdagi jarayonlar maxsus qaralishi lozim.

Kvant ideal zarralar soni fluktuatsiyasi. Ideal kvant zarralar sistemasining muvozanat holati uchun Fermi-Dirak taqsimot funksiyasi

$$\bar{n}_i \equiv f(\varepsilon_i) = \frac{1}{e^{\frac{\varepsilon_i - \mu}{kT}} + 1}$$

Boze-Eynshteyn taqsimot funksiyasi

$$\bar{n}_i \equiv f(\varepsilon_i) = \frac{1}{e^{\frac{\varepsilon_i - \mu}{kT}} - 1} \quad (2.7.33)$$

o'rinli, bunda $\bar{n}_i - \varepsilon_i$ energiyali i kvant holatdagi zarralarning o'rtacha soni. Sistemaning kvant zarralar soni n_i ning fluktuatsiyasini quyidagi

$$\overline{(\Delta n_i)^2} = k \cdot T \cdot \left(\frac{\partial \bar{n}_i}{\partial \mu}\right)_T \quad (2.7.34)$$

formula asosida aniqlaymiz. (2.7.32) va (2.7.33) lardan $\left(\frac{\partial \bar{n}_i}{\partial \mu}\right)_T$ ni topib, so'ng (2.7.34) ga qo'yib, Fermi-gaz uchun

$$\overline{(\Delta n_i)^2} = \bar{n}_i \cdot (1 - \bar{n}_i) \quad (2.7.35)$$

Boze-gaz uchun

$$\overline{(\Delta n_i)^2} = \bar{n}_i \cdot (1 + \bar{n}_i) \quad (2.7.36)$$

ifodalarni olamiz. Klassik ideal gaz uchun Bolsman taqsimotidan foydalansak, (34) formula asosida

$$\overline{(\Delta n_i)^2} = \bar{n}_i \quad (2.7.37)$$

ekanligini topamiz. Klassik ideal gaz uchun olingan (2.7.37) natija (2.7.35) va (2.7.36) formuladan $n_i \ll 1$ bo'lgan chegaraviy holda kelib chiqadi.

III BOB. FIZIKA MASHG'ULOTLARIDA TALABALARNING NAZARIY DUNYOQARASHINI RIVOJLANTIRISH MAZMUNI VA JORIY ETISH METODIKASI

III.1. Fizika o'qitishda talabalarning nazariy dunyoqarashini o'stirishni amalga oshirish yo'llari

Umumiy fizika kursining nazariy bo'limlarini o'zlashtirish bilan birga talabalar har xil usulda masalalar yechish ko'nikmalarini egallaydilar.

Umumiy fizika kursi bo'yicha masalalar yechishning maqsadlaridan biri, talabalarning nazariy bilimlarini amaliy masalalarni yechishda qo'llashga o'rgatishdir.

Masalani yechish va mustaqil ishlash va olingan nazariy bilimni amalga tadbiq qilish talabani shunday vaziyatga qo'yishi mumkinki, u bu holatda hamma qiyinchiliklarni o'zi mustaqil yengib masalani to'g'ri yechishga harakat qiladi.

Umumiy fizika kursida laboratoriya ishlarini bajarish ham ko'zda tutilgan. Mazkur laboratoriya ishlaridan maqsad talabalarda laboratoriya uskunalaridan, o'lchash asboblardan foydalanish hamda fizika kursidan olingan nazariy bilimlarni mustaqamlash va laboratoriya tadqiqotlari o'tkazish malakalarini hosil qilishdan iborat.

Oliy o'quv yurtlarida umumiy fizika kursi bo'yicha o'zlashtirishning asosiy masalalarini quyidagicha ifodalash mumkin. Umumiy fizika kursi o'qitilgandan so'ng talaba:

- Fizika hodisalarining texnika va ishlab chiqarishdagi ahamiyatini aniq tushunishi;
- Fizikaning asosiy qonun va printsiplarini bilishi;
- Aniq hodisalarni tekshirishda qaysi fizik qonunni qo'llash zarurligini bilishi;

- Tekshirilayotgan fizik hodisa yoki tushunchaning matematik tavsifini tuza bilishi;

- Amaliy masalalarni yecha bilishi;
- Fizik kattaliklarni hisoblash uchun SI sistemasidan foydalana olishi;
- Turli fizik qonun, hodisa va tushunchalarni taqqoslay olishi;
- Turli fizik jarayonlarni grafik ravishda tasvirlay olishi;
- Turli ko'rinisdagi hodisa va tushunchalarni analogiya metodi asosida tushuna olish yoki tushuntira olishi;

- O'quv qo'llanmalari va ilmiy jurnallar va elektron darsliklar bilan mustaqil ishlay olish, internet tizimidan foydalana olish, o'qib chiqilgan mavzu bo'yicha asosiy masalani ajrata bilishi;

- O'z mulohazalarini og'zaki va yozma bayon qila olishi kerak.

Shuningdek talabalar o'quv dasturidagi materiallarini bilishdan tashqari uni talabalarga tushuntira bilish uslublarini egallashlari ham zarur.

Umumiy fizika kursini o'rganishda ilmiy tadqiqotlar, laboratoriya mashg'ulotlari talabalarning mustaqil ijodini, tafakkurini o'stirishda katta ahamiyatga ega. Ular yangi materialni o'rganish jarayonida talabalarning fikrlashini mumkin qadar faollashtirishga imkon beradi. Biz tadqiqot ishlarimizda "Pedagogika va psixologiya" va "Umumiy fizika" kafedralarida talabalarning o'quv tadqiqot ishlarini tashkil qilishning quyidagi shakllaridan foydalandik.

- Dastur doirasidan chetga chiquvchi kursning turli muammolari bo'yicha referatlar yozish.

- Tadqiqot ishlarini bajarishda hisoblash-grafik topshiriqlarni bajarish.

Ushbu dastur mutaxassisni (uzluksiz ravishda kompyuterdan foydalanib) tayyorlashning butun o'quv davri mobaynida foydalanishni nazarda tutadi. Fizik masalalar yechish dasturini kompyuterga kiritish va uni hal etish, o'quv jarayonida kompyuterni albatta qo'llashga yo'naltirishni amalga oshirish imkonini beradi.

Talabalar mustaqil o'quv faoliyatlarini rivojlantirishning asosiy usullaridan biri talabalarni masalalar yechishga va mustaqil fikrlashga yo'llashdan iborat. O'qitish jarayonida bilimlarni o'zlashtirishni shartli holda to'rt bosqichga bo'lamiz:

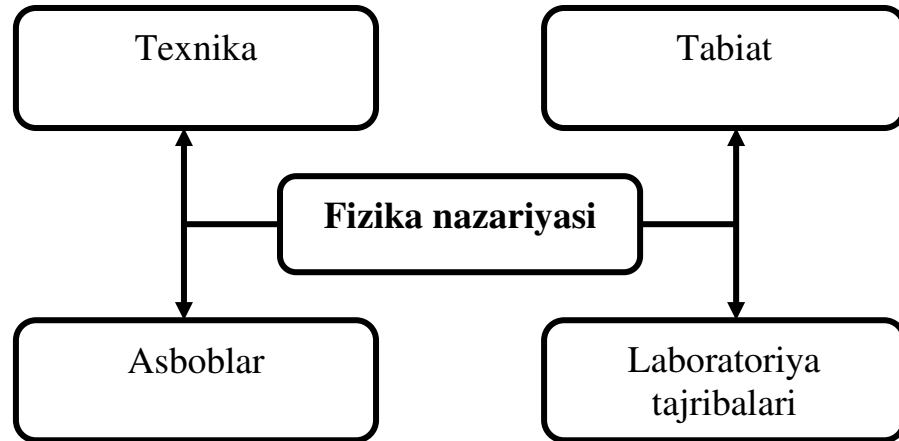
- tushunish;
- esda saqlash;
- ma'lum qoida va formulalar bo'yicha qo'llash;
- yangi sharoitlarda qo'llash;

Dastlab birinchi bosqichda talaba yangi materialni bilib oladi (fakt, nazariya, natija, eksperiment) uni tushunadi, yangi tushuncha bilan eski ma'lum tushuncha o'rtasida bog'lanish o'rnatadi, yangi tushunchaning eski ma'lum tushunchalardagi ahamiyatini o'rnatib borib, shuni o'zlashtira boradi. So'ngra ikkinchi bosqichda, talaba materialni shunday o'zlashtiradiki, u materialni qanday ma'noda qabul qilgan bo'lsa, shunday ma'noda qayta aytib berish imkoniga bo'ladi, ya'ni o'qituvchi nimani bayon etgan bo'lsa, shuni qayta aytib berishi, yoki darslik tekstini so'zlab berishi, u yoki bu tajribani qayta bajarish, rasmni qayta chizishi mumkin. Uchinchi bosqichda talaba mazkur masalani yechish uchun qanday qoida yoki qonunlarni qo'llashi kerakligi shartda bevosita ko'rsatib berilgan mashq qildirish xarakteridagi masalalarni yechishida ushbu materiallardan foydalanish qobiliyatiga ega bo'lishi kerak. Materialni o'zlashtirishning eng yuqori bosqichi hisoblangan to'rtinchi bosqichda talaba o'zida mavjud bo'lgan bilimlardan yangi masalalarni yechishda foydalanadi, bunday masalalar shartida (bevosita ham, bilvosita ham) uni yechish uchun qanday qoida va qonunlarni qo'llay bilish kerakligi oldindan aytib berilmaydi. Talabalar bu masalalarni echganlarida yangi bilimlar egallasalar (shuningdek, bu bilimlarni ham yaxshi o'zlashtirish kerak), u holda materialni o'zlashtirishning yakunlovchi bosqichi ko'pincha birinchi bosqich bo'lib qoladi.

O'quv jarayonining bosqichlarga bunday bo'linishi garchand shartli va nisbiy bo'lsa-da, biroq ma'noga egadir, chunki intellektning sifat jihatidan farq

qiluvchi funksiyalarini rivojlantirish uchun metodlar va mashqlar tanlash imkonini beradi.

O'qitish jarayonini turli bosqichlari va ularga mos keluvchi mashq tiplarini namoyish qilishda ijodiy mashqlar mazmunini fizika nazariyasi asosida quyidagicha yo'nalishlarga ajratish mumkin:



3.1-rasm

Mustaqil o'quv faoliyatni rivojlantirish muammosi o'quv jarayonini individuallashtirish, hamda fizika kursini o'rganishni kompyuterdan foydalanish hisobiga oson va engil hal qilish mumkin.

O'tkazilgan tajriba natijalari fizika kursiga taalluqli namunaviy usuldagi masalalar kompyuterdan foydalanilganda bir xilda samarali bo'lishini ko'rsatadi.

Tajriba davomida quyidagilar aniqlandi:

- fizika kursining o'qitishning biz taklif qilgan mazmuni talabalarda zarur nazariy bilimlarni ta'minlaydi;
- fizika kursini o'qitishning taklif etilayotgan yangi usuli talabalarda mustaqil izlanish, intilish qobiliyatini o'stirishga yordam beradi;
- masalalarni yechishda faollikning namoyon bo'lishi talabalarda mustaqil o'quv faoliyatini rivojlantirish mezonida sifatida qabul qilindi.

Tajribaviy ta'lim berishni o'tkazishda asosiy e'tibor talabalarning amaliy tadqiqot bosqichlarini hamda ularning mustaqil izlanish faoliyatini aniqlashga qaratildi.

O'rtacha tekshiruv baholarini o'zaro solishtirish tajribaviy guruhlardagi nazariy bilimlarining umumiy darajasi tekshiruv guruhlaridagidan yuqori ekanligini ko'rsatadi.

Tajribaviy ta'lim berish fizika kursiga oid amaldagi dasturning tuzilishi va mazmunidagi mavjud kamchiliklarni belgilangan hajm doirasidan chiqmagan holda bartaraf etish imkoniyatini yuzaga keltirdi. Talabalarning katta miqdordagi tipik masalalarni yechishni kompyuter yordamida bajarish, mustaqil o'quv faoliyatining shakllanishiga yordam beradi.

O'tkazilgan tajriba natijalari kompyuterdan foydalangan holda boshqa fanlarni ham o'rganishni tashkil qilish shakllari va o'qitish usullariga oid amaliy tavsiyalar ishlab chiqishga imkon beradi. Tadqiqot jarayonida zamonaviy pedagogik texnologiyani qo'llash va amaliyotga tadbiiq qilish nafaqat masalalar yechishda, fizikadan laboratoriya ishlarini kompyuterda modellashtirishga ham e'tibor berildi.

Hozirgi vaqtda ko'pgina o'quv yurtlarda fizikadan o'tkaziladigan laboratoriya ishlari uchun asbob-uskuna va jihozlar unchalik yetarli emas. Bu muammoni hal etish maqsadida dasturda ko'rsatilgan ayrim laboratoriya ishlarini kompyuterda modellashtirish va o'quv jarayoniga tadbiiq etish mumkin.

Biz "Jismlarning og'irlik markazini topish", "Suyuqlikning sirt taranglik koeffitsientini tomchi usuli yordamida aniqlash", "Gaz bosimining haroratga bog'liqligini o'rganish", "Metallar elektr qarshiligining haroratga bog'liqligini o'rganish", "Matematik mayatnik yordamida erkin tushish tezlanishi qiymatini aniqlash" va boshqa mavzularda o'tkaziladigan laboratoriya ishlarini kompyuterda modellashtirdik.

Buning natijasi o'laroq, talabalar laboratoriya ishlarini kompyuter mavjud bo'lgan joy (laboratoriya xonasi, kutubxona, uy) da bajarish, olingan natijalarga ko'ra esa o'z bilimlarini yanada oshirish va mustahkamlash imkoniga ega bo'ldilar.

III.2. Umumiy fizika ta'lim mazmuni va uni kompyuterdan foydalanib o'qitish

Tadqiqot jarayonida fizikadan amaliy mashg'ulotlarning kompyuterdan foydalanib dars o'tishning guruhli, kichik guruhli va yakka tartibda singari bir qancha shakllari ko'zda tutilgan.

Fizikadan dars o'tishning frontal shaklida kompyuterdan ko'rgazmali ta'lim berishning asosiy texnika vositasi sifatida foydalaniladi. Umumiy fizika kursini an'anaviy tarzda o'qitishda chizma va formulalar doskada tasvirlanadi yoki shu maqsadda plakat, slaydlar, kinofilm yoki videofilmlardan foydalaniladi. Materialning bayon qilishning an'anaviy shaklida talabalar tez toliqishadi. Kompyuterdan foydalanish o'zining yangiligi bilan talabaning diqqat-e'tiborini jalb qiladi, ularni faollashtiradi.

Kompyuter yordamida dars o'tishning yakka tartibdagi shaklida talabalar nazariy materialni mustaqil o'rganadilar va o'zlari bajarayotgan xatti-harakatlarni tekshirib boradilar.

Talaba shaxsiy kompyuter bilan ishlar ekan, masalani yechish yo'lini mustaqil ravishda izlaydi va uning echilish jarayonini aniq tushunishga ega bo'ladi. Mazkur ta'lim berish shaklining kamchiligi shundaki, bunda talaba o'zi yo'l quygan xatoliklarni mustaqil tahlil qilishi mumkin, biroq ularni boshqa talabalar bilan muhokama qila olmaydi.

Bizningcha, ta'lim berishning ancha muvofiq keladigan shakli shundan iboratki, bunda o'quv guruhi har birida kamida bitta yaxshi o'zlashtiradigan talaba bo'lgan ikki-uch kishidan iborat bo'lgan guruhchalarga bo'linadi. Bunda talabalar o'zlari mustaqil ravishda topgan echimlarini taqqoslash, yuzaga keluvchi muammolarni birgalikda hal etish, yo'l qo'yilgan xatolarni tahlil qilish, bir-birini tekshirish va o'zaro ko'maklashish imkoniga ega bo'ladilar.

Zamonaviy pedagogik texnologiyalar yordamida ta'lim berishga bag'ishlangan ilmiy ishlarni tahlil qilish hamda fizika fakultetining talabalari bilan amaliy mashg'ulotlar o'tkazish xususiyatlarini e'tiborga olgan holda biz

umumiy fizika kursiga oid asosiy masalalarni yechishning (o'qituvchi yordamida) dasturlar to'plamini yaratdik. Ushbu to'plam quyidagi mavzularga oid dasturlarni o'z ichiga oladi:

Birinchi qism quyidagi matnli axborotdan tashkil topgan:

- dastur bilan ishlash qoidalari;
- joiz belgilashlar;
- yechish algoritmining so'z bilan ifodalangan tavsiyasi;
- topshiriqlarning talqini;
- turli ko'rinishdagi yordamlar;
- to'g'ri javoblar.

Ikkinchi qism boshqaruvchi kichik dastur bo'lib, quyidagi funksiyalarini bajarilishini ta'minlaydi:

- takrorlanmaydigan topshiriqlarni tasodifan tanlash;
- topshiriqning ta'lim berish muvaffaqiyatiga bog'liq holda axborot dozasini tanlash;
- arifmetik hisoblashlarni avtomatlashtirish;
- dastur bilan ishlashning ko'p rejimli tartibini tashkil qilish (bosqichma-bosqich tekshirish, oxirgi natija bo'yicha tekshiruv);
- dastur bilan ishlash natijalarini to'plash va saqlash; statistik ma'lumotlarni to'plash.

Yuqorida qayd etib o'tilgan dasturlardan birinchidan, masalalarni yechish ko'nikmalarini tabaqalashtirilgan tarzda egallash, ikkinchidan butun o'quv guruhi ko'nikmalarining shakllanganlik darajasini tez aniqlashda, uchinchidan, talabalarning mustaqil ijodiy faoliyatni rivojlantirishda foydalanish mumkin.

Kompyuter yordamida ishlashning mazmuni, shakli va metodlariga ko'ra umumiy fizika kursiga oid barcha turdagi masalalarni ikkita guruhga ajratish mumkin.

Birinchi guruh masala yechish algoritmi bo'yicha ancha oddiy bo'lgan masalalarni o'z ichiga oladi. Mazkur guruh talabalarning kompyuterga ko'nikishlarini ta'minlash maqsadida o'qituvchilik malakalarini egallash uchun

xizmat qiladi. Ilmiy ishda ko'rsatib o'tilganidek, tayyorgarlik darajasi turlicha bo'lgan talabalarni o'qitishda turlicha yondoshuvlarni qo'llash lozim.

Ikkinchi guruh mazmun jihatdan xilma-xil masalalarni o'z ichiga oladi. Bunday masalalar echilishining ancha murakkabligi, yordam va ko'rsatma berishning keng tarmog'i mavjudligi, ishlash shakllarining murakkablashuvi hamda ta'lim berishning tabaqalashtirish usullarining mavjudligi bilan ajralib turadi.

Umumiy fizika kursini o'rganishda kompyuterdan foydalanishning boshlang'ich ko'nikmalarini olgan hamda amaliy ko'nikmalarini egallagan talabalar fizikaga oid boshqa fanlarni muvaffaqiyatli o'zlashtirishi mumkin. Kompyuterdan foydalanish umumiy fizikaga oid fanlarning puxta o'rganilishiga imkon beradi. Bizning fikrimizcha, umumiy fizika kursini o'rganishda kompyuterdan foydalanish tadqiqot tajribalarini o'tkazishda hisob-kitoblarga sarflanadigan vaqtni chuqurroq anglash imkonini beradi.

O'quv jarayoniga kompyuterni asta sekin bosqichma-bosqich joriy eta borishning maqsadga muvofiqligini ta'kidlash lozim.

Birinchi bosqich eng oddiy bo'lib-kompyuterda barcha hisoblash ishlarini hal qilinadi. Ushbu bosqichda talaba va o'qituvchilar o'quv jarayonida kompyuterdan foydalanishning o'ziga xos xususiyatlari va shart-sharoitlariga asta-sekin ko'nika boradilar. Tajribaning ko'rsatishicha, dastlab o'qituvchilarni kompyuter bilan ishlashga tayyorlash kerak. So'ngra bilimi kuchli talabalar jalb qilingan holda namunaviy hisoblashlarni kompyuterda bajarish hamda namunaviy masalalarni yechish dasturlarini tuzishga o'tish lozim. Umumiy fizika kursiga oid laboratoriyalarni kerakli hisoblash texnikasi bilan jihozlangandan so'ng laboratoriya va amaliy mashg'ulotlarga tegishli metodik ko'rsatmalar ishlab chiqish hamda hisoblashlarni kompyuterda bajarish uchun mo'ljallangan individual topshiriqlarni tuzish lozim.

Umumiy fizika kursini o'qitishda kompyuterdan foydalanishning samaraliroq metodik usullarini aniqlash mumkin. Buning uchun o'quv

jarayoniga kompyuterni tadbiq qilish bosqichlarining davomiyligi yetarlicha bo'lishi lozim.

Umumiy fizika kursini o'rganish va o'qitishda kompyuterdan foydalanib, talabalarining mustaqil o'quv faoliyatlarini rivojlantirish jarayoniga ta'sirini ko'rib chiqishda shuni ta'kidlash lozimki, kompyuterni qo'llashning dastlabki bosqichidayoq talabalarda bir qancha zarur ko'nikmalar shakllanadi. Bunday ko'nikmalarga blok tizimlarni tuzish, dasturlar tuzishni, muloqatli va operatsion tizimlarda terminal tuzilmalar bilan ishlashni, tayyor dasturlar to'plamidan foydalanishni, dasturning kompyuterdan o'tishini tekshirishni kiritish mumkin. Shu bilan birga umumiy fizika kursiga oid laboratoriya va amaliy mashg'ulotlarda kompyuterdan foydalanish, algoritmini tuzish, dasturlarning ishlashini tahlil qilish, ish xujjatlarini rasmiylashtirish orqali yakunlash kabi muhim ko'nikmalarni shakllantirishga imkoniyat yaratadi.

Talabalarda mustaqil ishlash ko'nikmalarini rivojlanti-rishning samarali vositalaridan biri ularga elektron darsliklardan foydalanib ko'p variantli, optimallashtirilgan masalalar yechishni o'rgatishdir. Bunday masalalarni yechish metodikasi, eng avvalo, mazkur masalalar har qaysi turining o'ziga xos xususiyatlari, shuningdek, ularning mazmuni, didaktik vazifasi, talabalarining tayyorgarligi va boshqa shart-sharoitlar bilan aniqlanadi.

Elektron darsliklardan foydalanish mazkur jarayonga yangi imkoniyatlar ochib beradi. Aksariyat masalalar uchun ularni yechish ketma-ketligi, asosan, bir xil tartibda, masalani yechishni o'zlashtirish, uning mazmunini tahlil qilish, yechish usulini topish, uni muhokama qilish va amaliy faoliyatga tadbiq etish zarur.

Ko'p variantli masalani yechish uni o'zlashtirishdan, ya'ni talabalarda mazkur masalaning mazmuni haqida aniq ravshan tushuncha hosil qilishdan boshlanadi. Bunga masalaning shartini grafik tasvirlash sezilarli darajada ko'maklashadi. Mazkur tasvirlar oddiy bo'lishi hamda ularni displey ekranida yasashga ko'p vaqt talab qilmasligi lozim. O'qituvchi grafik tasvirlarni yasash dasturini oldindan tayyorlab qo'ygani ma'qul. Talabalarining masala shartini

yaxshi anglamay, uni yechishga kirishishiga yo'l qo'ymaslik kerak, chunki masalani yechish birdan-bir maqsad emas, balki talabalarning bilish va o'quv faoliyatini rivojlantirish, ularning fizik tafakkurini o'stirish vositasi hamdir. Masalaning sharti qanday tushunilganligini tekshirish maqsadida dastur tarkibiga talabalarning masala shartini yoki asosiy jihatlarini to'liq takrorlash hamda mazkur shartda ko'rsatilgan fizik tushunchalar va kattaliklarning ma'nosini mustaqil tushuntirib berishga ko'maklashadigan o'rganuvchi bosqichni kiritish mumkin. Masala to'liq o'zlashtirishga erishilganidan keyingina uni tahlil qilishga o'tish mumkin.

Masalani tahlil qilishni suhbat o'tkazish metodi bilan amalga oshirish eng ma'qul usul hisoblanadi. Bunda talabalar oldiga masalaning mazmuniga chuqurroq kirib borishga imkon beruvchi, shu bilan bir qatorda, bir vaqtda, uning echimini faol izlashga imkoni boricha yordamlashuvchi savollar qo'yiladi. Chunonchi, "Masalada nimani aniqlash talab kilinadi? Masalani yechish uchun nimani bilish kerak? Masalaning shartida uni yechish uchun zarur ma'lumotlar bormi? Qanday ma'lumotlar etishmaydi? Ularni qanday topish mumkin?" va hokazo.

Murakkabroq masalalarni yechishda o'qituvchi avval echilgan masalalardan birini eslatib o'tishi mumkin. Masalani yechishda bunday eslatib o'tishlar, odatda, talabalarning ijodiy guruhining qo'yilgan masalani tezda hal etish uchun yetarli bo'ladi. Biroq bu usulni har doim ham masalan, talabalar to'g'ri javobni topa olmaydigan hollarda tavsiya etmaslik kerak. Bu usuldan ayrim hollarda foydalanish yechimni izlashni engillashtiradi. Savollarning soni va ularning muayyanlik darajasi talabalarning fizik tushunchalariga, tayyorgarlik darajasiga bog'liq. Fizik masalalarni yechish ko'nikmalari egallab borilgan sari talabalarning mustaqil fikr yuritishlari ortib boradi. Masalani yechishning talabalar tomonidan taklif etilgan usuli muhokama qilinishi lozim. Ushbu muhokama masala yechishning qonuniy davomi bo'lib xizmat qiladi. Misol keltiramiz:

Talabalar guruhiga kartochkalar tarqatilgan bo'lib, o'rganiladigan mavzuga muvofiq, masalan impulsning saqlanish qonunini muhokama etish taklif qilinadi. Talabalar impulsning saqlanish qonunini, test savollarini va uning javoblarni muhokama qiladilar. Talabalarning mexanikadan olgan bilimlaridagi tipik kamchilik shuki, ular jismga ta'sir etuvchi kuchlarni jismlarning o'zaro ta'siri bilan bog'lamaydilar. Bunday kamchilik ayniqsa moddiy nuqtaning aylana bo'ylab harakatida markazga intilma kuch deb ataluvchi kuch ta'sir etishini odatda, talabalar mustahkam o'zlashtiradilar. Biroq ular bu kuchni jismlarning o'zaro ta'siri tufayli yuzaga keluvchi kuchlardan tashqari va unga bog'liq bo'lmagan maxsus kuch deb qarashga moyildirlar. Buning sababi bu kuchni markazga intilma kuch deb atalishidagina emas. Agar talabalar berilgan jismga ta'sir etuvchi kuch deb hamma vaqt jismning tezligini o'zgartiruvchi boshqa jismlarning ta'siri tushunilishini aniq o'zlashtirmagan bo'lsa, ular har bir alohida holda tangentsial yoki normal tezlanishni yuzaga keltiruvchi tortishish kuchi va elastiklik kuchlariga, yana markazga intilma kuch, markazdan qochma inertsiya kuch, reaksiya kuchi va boshqa kuchlarni qo'shaveradilar. Bu masalalar yetarlicha aniq bayon etilmasa, talabalar markazga intilma va markazdan qochma inertsiya kuchlarni jismning aylana bo'ylab harakatidan paydo bo'luvchi maxsus tabiatli kuchlar deb qaraydilar.

Talabalarni har qanday holda o'rganiladigan harakatlarni, mavjud jismning boshqa jismlar bilan o'zaro ta'siri nuqtai-nazaridan tahlil qilishga o'rgatish kerak.

Talabalarning dinamika qonunlarini to'g'ri chiziqli va aylana bo'ylab harakatga tadbiiq qilishga doir masalalarni yechishda umumiy metodlarni bilishlariga intilish kerak. Bu yagona metod asosan quyidagilardan iborat:

Shunday qilib, o'qitish jarayonida talabalar mustaqil o'quv faoliyatini ta'minlanganligi ularni chuqur bilimga ega bo'lishining yakuniy bosqichi hisoblanadi.

Elektron darsliklardan foydalanib o'qitish jarayonida talabalarning mustaqil o'quv faoliyatlarini rivojlantirish metodikasining nazariy va amaliy asoslari katta ahamiyat kasb etadi.

Talabalarning mustaqil o'quv faoliyatlarini rivojlantirishda predmetning mazmuni birinchi o'rinda turadi. Shuningdek, o'quv materialining tuzilishi va uni bayon etish metodi ham katta ahamiyatga egadir. Mustaqil o'quv faoliyatlarini rivojlantirishga bo'lgan qiziqish ko'pincha o'quv vaqtini tejashga bo'lgan qiziqishga duch keladi, chunki materialni quyidagi, ya'ni natijaviy vaqt model gipoteza mantiqan kelib chiquvchi natijalarni tajribada tekshirish tizimi bo'yicha siklik bayon etish sof nazariy bayon etishga qaraganda ko'p vaqt talab qiladi.

Binobarin, o'quv materialining mazmunini tanlash haqidagi, uning tuzilishi va bayon etish metodlari haqidagi masala o'qitish maqsadlariga bog'liq holda hal qilinishi kerak. Agar biz talabalarni yangi vaziyat, qonunlar bilan tanishtirsak u holda talabalarga ular foydalanadigan tayyor nazariy xulosalarni berishning o'zi kifoya qiladi. Agar talabalarni faqatgina xabardor qilish emas, balki o'qitish jarayonida ularning faoliyatlarini rivojlantirish masalasi qo'yiladigan bo'lsa, u holda o'quv materialining bayonini nazariya qaysi natijaviy faktlar asosida yuzaga kelganini va nazariyaning to'g'riligi qanday eksperimentda tasdiqlanganini tushuntirmasdan turib, tayyor nazariy ma'lumotlar asosida tushuntirish mumkin emas.

Talabalarga ta'lim berishda eksperimental ijodiy masalalar tavsiya etish va uni yechish va yechilgan masalani muhokama etish muhim ahamiyat kasb etadi.

Ijodiy faoliyatga guruhdagi barcha talabalarni jalb qilish uchun bildirilgan takliflar muhokamasini shunday tashkil etish lozimki, bunda har bir talaba o'zining tushunchalarini ayta olsin. Bu o'rganiladigan materialni tanlab olishni ancha engillashtiradi, bundan tashqari, talabalarni tadqiqotni maqsadli va faol olib borishga o'rgatadi.

Talabalarni mazkur masalani yechishning umumiy xususiyatlari bilan tanishtirib, ularga turli variantlarni yechib ko'rishni taklif etish mumkin.

Nima uchun faqat shu echim eng maqbulligini barcha talabalar tushunib etishi uchun mazkur echimni muhokama qilish lozim.

Umumiy fizika kursini o'rganish jarayonida kompyuterdan faqat hisoblash ishlarini bajarishda foydalanish bilan cheklanish maqsadga muvofiq emas, chunki bunda kompyuter imkoniyatlarining kichik bir ulushidagina foydalaniladi, xolos.

Bizningcha, kompyuterdan ko'p variantli va optimallashtirilgan masalalarni yechish uchun (juda ko'p bo'lmasa, namunaviy va standart dasturlar bo'yicha) foydalanish maqsadga muvofiqdir. Bu holda kompyuter muhim grafik masalalarni hal qilishi mumkin.

Standart dastur bilan ishlashda talaba boshlang'ich kattaliklarni turlicha o'zgartirishi va bu o'zgarishlarning provard natijaga ta'sirini tadqiq qilish mumkin. Boshlang'ich kattaliklarni o'zgartirish natijalarini hisob-kitob natijalari bilan solishtirar ekan, talaba juda muhim xulosalarga kelish imkoniga ega bo'ladi.

Ushbu xulosalarning ahamiyati shundaki, ular darslik yoki o'qituvchida emas, balki mustaqil ravishda masalani yechishdadir.

Umumiy fizika kursini o'rganishda, nazariy materialni o'rganish bilan bir qatorda, talabalar mustaqil ravishda hisoblash-grafik ishlarini bajaradilar. O'quv faoliyatining ushbu ko'rinishida ham kompyuterdan foydalanish mumkin.

Shunday qilib, umumiy fizika kursini o'rganishda kompyuterdan samarali foydalanish ko'riladigan muammolarning mohiyatiga chuqurroq kirib borishni talab qiladi.

Xulosa qilib shuni aytish mumkinki:

- umumiy fizika kursini kompyuter yordamida o'rganishda talabalarda quyidagicha ijodiy ko'nikmalar shakllanadi;
- muloqatli, operatsion tizimlardan hamda amaliy dasturlar majmuidan foydalanish ko'nikmasi;

- dasturlarni mashinadan o'tishini tekshirish hamda o'z ishining natijalarini kuzatish ko'nikmasi.

Umumiy fizika kursini o'rganishda kompyuterdan foydalanish zarur algoritmi tuzishga o'tishni va tayyor dasturli modullarni jalb qilishni ko'zda tutadi.

Hisoblash-grafik ishlarni kompyuter yordamida bajarish talabaga faqat o'quv masalalarni yechishga emas, balki kelajak pedagogik faoliyatda kompyuterni qo'llash haqida fikr-mulohazalar bildirishga imkon beradi.

Kompyuter yordamida ta'lim berishning xarakterli belgilari quyidagilardan iborat deb ko'rsatish mumkin:

- o'quv materialini izchillik bilan rasmiylashtirish;
- talabalarning bilimlarini egallashda mustaqilligi va aktivligini oshirish maqsadida ish vaqtlaridan ongli foydalanishlariga erishish;
- bilish faoliyatini ob'ektiv boshqarish o'quv materiallarini muvaffaqiyatli o'zlashtirish bilan bevosita bog'liqligi;
- ta'limni ma'lum darajada individuallashtirish va uni talabalarning jamoa mehnati bilan olib borish;
- talabalar faoliyatini ratsionalizatsiya va intenfikatsiya qilish uchun o'quv jaryonida kompyuter vositalarini qo'llash o'qituvchilarning vaqtdan tejimli foydalanishlariga olib keladi.

XULOSA

Umumiy fizika ta'limi pedagogik jarayonining ajralmas tarkibiy qismi bo'lib, ta'limning umumiy maqsadlariga muvofiq talaba shaxsini tarbiyalashga xizmat qiladi. Respublikamiz mustaqilligining dastlabki yillarida ta'lim-tarbiya sohasini isloh qilish natijasida to'plangan tajribalar, chiqarilgan bir qator xulosalar asosida amaldagi ta'lim-tarbiya tizimini hozirgi taraqqiyot va kelgusidagi talablar darajasiga ko'tarishga, uni takomillashtirishga jiddiy e'tabor berish zarurligi ta'lim-tarbiyaning uzluksizligini ta'minlashdan kelib chiqib, "Kadrlar tayyorlash Milliy dasturi" va "Ta'lim to'g'risida" gi Qonun O'zbekiston Respublikasi Oliy majlisining IX sessiyasida muhokama qilindi va tasdiqlandi. Shu munosabat bilan barcha o'quv predmetlari qatori fizika ta'lim oldiga ham aniq vazifalar qo'yildi.

Fizika ta'lim standarti fizika o'quv predmetining majburiy mazmunini belgilab beradi. Umumiy fizika ta'limi standarti, fizika ta'limi tizimidagi barcha komponentlarni: ta'limning uzluksizligi, tashkiliy shakllari, usullari, vositalari va boshqalarni qayta ko'rib chiqish mezonini hisoblanadi.

Fizika ta'limi konsepsiyasi esa fizika ta'limining yo'nalishi va maqsadi yosh avlodning fizika fani asoslarini chuqur egallashi, talabalarning siyosiy-g'oyaviy, estetik, ekologik tarbiyasi, tabiatga va jamiyatga bo'lgan ijobiy munosabat, qadimgi yashab ijod etib o'tgan buyuk mutafakkirlar, keyingi yillarda olimlarimizning fizika sohasidagi erishgan yutuqlariga oid o'quv materiallari bilan tanishtirib borish orqali vatanga bo'lgan e'tiqodini shakllantirish, kasbga yo'naltirish ko'zda tutiladi.

Fizika ta'lim standarti – fizika o'qitishda talabalarga beriladigan ta'lim va tarbiyaning mazmuni nigizini belgilovchi ko'rsatkichlar, shuningdek talabalar tayyorgarlik darajasidagi bilim va amliy faoliyatlari darajasi me'yorini belgilaydigan me'zon bo'lib hisoblanadi.

Fizika ta'lim standarti – umumiy fizika ta'lim dasturi va o'quv materiallarining hajmini belgilab beruvchi me'zon bo'lib xizmat qiladi.

Fizika ta'lim standarti – fizika ta'limida talabalarning davlat va jamiyat oldidagi vazifalari, burchi va javobgarligini qay darajada his qilishlarini me'zoni bo'lib ham hisoblanadi.

Umumiy fizika ta'lim standarti fizika o'quv predmetidan talabalarga beriladigan bilimlar miqdori, talabalar egallaydigan bilim, hosil qiladigan amaliy ko'nikma va malakalar hajmini ko'rsatuvchi me'yor bo'lib, umumiy o'rta ta'lim maktabdagi fizika ta'limi negizini belgilovchi ko'rsatkichlar talabalarning fizika ta'limidan tayyorgarlik darajasiga qo'yiladigan talablar majmuasidan iborat bo'lgan hujjat tariqasida tasdiqlanadi va xizmat qiladi. Umumiy fizika kursidan talabalarning oladigan bilimlarining zarur hajmiga asos soladi, talabalardagi tashkilotchilik qobiliyat, malakalari va amaliy tajribasini rivojlantiradi.

Mustaqil O'zbekiston Respublikasi bugun halqaro hamjamiyatning va global moliyaviy-iqtisodiy bozorning ajralmas tarkibiy qismi hisoblanayotgan bir davrda, uning iqtisodiy tarmoqlarini modernizatsiya qilish, sohalarini texnik va texnologik qayta jihozlash, jahon standartlariga mos mahsulotlar ishlab chiqarish uchun mutaxassis kadrlarni yangi talablar va uslublar asosida tayyorlash, ularga zamonaviy bilimlarni berish dolzarb masalalardan biridir. Ushbu maqsadlarning ijobiy natijaga ega bo'lishi, eng avvalo, yosh avlodga ilmiy bilimlar asoslarini puxta o'rgatish, ularda keng dunyoqarash hamda tafakkur ko'lamini hosil qilish, ma'naviy-axloqiy sifatlarini shakllantirish borasidagi ta'limiy-tarbiyaviy ishlarni samarali tashkil etishga bog'liqdir.

Zero, yurtning porloq istiqbolini yaratish, uning nomini jahonga keng yoyish, ulug' ajdodlar tomonidan yaratilgan milliy-madaniy merosni jamiyatga namoyish etish, ularni boyitish, mustaqil O'zbekiston Respublikasining rivojlangan mamlakatlar qatoridan joy egallashini ta'minlash yosh avlodni komil inson hamda malakali mutaxassis qilib tarbiyalashga bog'liqdir.

Shu sababli, O'zbekiston yosh, rivojlanayotgan mamlakatlar ichida birinchilardan bo'lib ta'lim tizimini isloh qilishga kirishdi. Respublikamizda Kadrlar tayyorlash milliy dasturi va "Ta'lim to'g'risida" gi Qonunlar qabul qilindi. "Ta'lim to'g'risida" gi qonun, Prezidentimizning "O'zbekiston XXI

asrga intilmoqda” kitobi, Oliy majlisning birinchi sessiyasida qilgan ma’ruzalaridan kelib chiqib, respublikamizda kasblar yo’nalishi bo’yicha mutaxassis kadrlar tayyorlashga alohida e’tibor berilmoqda. Bu sohada, yani kadrlar tayyorlash va ta’lim samaradorligini oshirishda bir qator loyihalar, iqtisodiy ta’lim islohotlari amalga oshirilmoqda.

O’zbekiston Respublikasi Prezidenti I.A.Karimovning kishilarning umumta’lim va professional malaka darajasini oshirish, yangi talablar asosida kishilarning savodxonligini oshirish, uzluksiz ta’lim tizimini joriy qilish borasidagi tashabbuslari negizida iqtisodiy sohalarda yetuk mutaxassislar va raqobatbardosh kadrlar tayyorlash orqali tarmoqlardagi o’sish parametrlarining yaxshilanishiga erishilmoqda.

Ma’lumki, uzluksiz va uzviylik ta’lim tizimida ortiqcha takroriylikka chek qo’yib, eng avvalo, jamiyatning ma’naviy va intellektual salohiyatini kengaytiradi, qolaversa, davlatning ijtimoiy va ilmiy-texnik taraqqiyotini takomillashtirish omili sifatida ishlab chiqarishning barqaror rivojlanishini ta’minlaydi.

Pedagogik texnologiyalarning rivojlanishi va ularning o’quv-tarbiya jarayoniga kirib kelishi oqibatida, shuningdek, axborot texnologiyalarining tez almashinuvi va takomillashuvi jarayonoda har bir inson uchun o’z kasbiy tayyorgarligini, mahoratini kuchaytirish imkoniyati yaratildi.

Ta’limning barcha bosqichlariga oid umumiy pedagogik va didaktik talab talaba (yoki talaba) ning dasturiy bilim, tasavvur va ko’nikmalari asosida mustaqil ishlash samaradorligini takomillashtirish, ilmiy fikrlashga, o’quv faniga qiziqishni kuchaytirish, kasbiy bilimlarini faolligini oshirishdan iboratdir. Iqtisodiy ta’limda pedagogika tajribasi, zamonaviy pedagogik texnologiyalarining talaba (yoki talaba) larning fanlarga qiziqtirishga, ularning mustaqil ishlashda faolliklarini oshirishda cheksiz ekanligi tasdiqlanmoqda.

Ta’limning bugungi vazifasi talabalarni kun-sayin oshib borayotgan axborot ta’lim muhiti sharoitida mustaqil faoliyat ko’rsata olishga, axborot oqimidan oqilona foydalanishga o’rgatishdan iboratdir. Buning uchun ularga

uzluksiz ravishda mustaqil ishlash imkoniyati va sharoitini yaratib berish zarur. Shu sababli, ta'lim jarayonini texnologiyalashtirish, aniq vazifalarni qo'ygan holda, dars mashg'ulotlarining usul va vositalarini to'g'ri tanlash orqali shaxsning intellektual salohiyati va ijodiy qobiliyatini rivojlantirish, jamiyatdagi har bir fuqaroning bilim va malakasini oshirish, tezkor ta'lim uchun shart-sharoit yaratish mumkin. Yuqoridagilardan kelib chiqqan holda pedagogika oliy o'quv yurtlari bakalavr yo'nalishida tahsil olayotgan talabalar uchun "Fizika" fanining maqsadi va vazifalari, hamda ta'lim berish texnologiyasini loyihalashtirishdagi asosiy konseptual yondashuvlarni keltiramiz:

Shaxsga yo'naltirilgan ta'lim. Bu ta'lim o'z mohiyatiga ko'ra ta'lim jarayonining barcha ishtirokchilarini to'laqonli rivojlanishlarini ko'zda tutadi. Bu esa ta'limni loyihalashtirilayotganda, albatta ma'lum bir ta'lim oluvchining shaxsini emas, avvalo, kelgusidagi mutaxassislik faoliyati bilan bog'liq o'qish maqsadlaridan kelib chiqqan holda yondoshishni nazarda tutadi.

Tizimli yondashuv. Ta'lim texnologiyasi tizimning barcha belgilarini o'zida mujassam etmog'i lozim: jarayonning mantiqiyliigi, uning barcha bo'g'inarini o'zaro bog'liqligi, yaxlitligi.

Faoliyatga yo'naltirilgan yondashuv. Individning jarayonli sifatlarini shakllantirish, ta'lim oluvchining faoliyatini faollashtirish va tezlashtirish, o'quv jarayonida uning barcha qobiliyati va imkoniyatlarini, tashabbuskorlini ochishga yo'naltirilgan ta'limni ifodalaydi.

Dialogik yondashuv. Bu yondashuv o'quv jarayoni ishtirokchilarining psixologik birligi va o'zaro munosabatlarini yaratish zaruriyatini bildiradi. Uning natijasida shaxsning o'z-o'zini faollashtirishi va o'z-o'zini ko'rsata olishi kabi ijodiy faoliyati kuchayadi.

Hamkorlikdagi ta'limni tashkil etish. Ta'lim beruvchi va ta'lim oluvchi o'rtasida demokratik, tenglik, hamkorlik kabi o'zaro sub'yektiv munosabatlarga, faoliyat maqsadi va mazmunini birgalikda shakllantirish va erishilgan natijalarni baholashga qaratish zarurligini bildiradi.

Muammoli ta'lim. Ta'lim mazmunini muammoli tarzda taqdim qilish asosida ta'lim oluvchilarning o'zaro faoliyatini tashkil etish usullaridan biridir. Bu jarayon ob'yektiv qarama-qarshiligi va uni hal etish usullarini aniqlash, dialektik tafakkurni va ularni amaliy faoliyatda ijodiy qo'llashni shakllantirishni ta'minlaydi.

Axborotni taqdim qilishning zamonaviy vositalari va usullarini qo'llash. Bu yangi kompyuter va axborot texnologiyalarini o'quv jarayonida qo'llashdir.

O'qitish uslublari va texnikalari: ma'ruza (kirish, mavzuiy, ma'lumotli, ko'rgazmali (vizuallashtirgan), anjuman, aniq vaziyatlarni yechish), munozara, muammoli uslub, pinbord, aqliy hujum, tezkor-so'rov, savol-javob, amaliy ishlash usullari.

O'qitishni tashkil etish shakllari: dialog, polilog, muloqot, hamkorlik va o'zaro o'qitishga asoslangan frontal, jamoaviy va guruhlarda o'qitish.

O'qitishning vositalari: o'qitishning an'anaviy vositalari (o'quv qo'llanma, ma'ruza matni, tarqatma materiallar) bilan bir qatorda chizma organayzerlar, kompyuter va axborot texnologiyalari.

Kommunikasiya usullari: talabalar bilan tezkor qaytar aloqaga asoslangan bevosita o'zaro munosabatlar.

Qaytar aloqalarning (ma'lumotning) usul va vositalari: tezkor-so'rov, o'qitish diagnostikasi.

Boshqarish usullari va vositalari: o'quv mashg'uloti bosqichlarini belgilab beruvchi texnologik karta ko'rinishidagi o'quv mashg'ulotlarini rejalashtirish, qo'yilgan maqsadga erishishda o'qituvchi va tinglovchining birgalikdagi harakati, nafaqat auditoriya mashg'ulotlari, balki auditoriyadan tashqari mustaqil ishlarning nazorati.

Monitoring va baholash: o'quv mashg'ulotida va butun dars davomida mavzu yuzasidan nazorat savollarini berib borish orqali o'qitishning natijalari rejali tarzda kuzatib boriladi.

Barchaga ma'lumki, XX asr kishilik jamiyati taraqqiyoti tarixidan fan va texnika sohasida yuz bergan inqiloblar davri sifatida joy olgan.

Ta'lim tizimini texnologiyalashtirish g'oyasi o'tgan asrning boshlarida G'arbiy Yevropa hamda AQSh da o'rtaga tashlangan edi. Ta'lim jarayonini texnologiyalashtirish nazariyasining shakllanishi uzoq muddatli vaqt oralig'ida kechdi. Ta'lim texnologiyasi muammolarini tadqiq etuvchi tashkilotlar tuzildi, maxsus jurnallar tashkil etildi:

T/r	Mamla- katlar	Tashkilot nomi	Tashkil topgan yil	Jurnal nomi	Nashr etilgan yili
1	AQSh	Ta'lim kommunikat- siyasi Assotsiatsiyasi	1971	Ta'lim texnologiyasi (Education Technoloy)	1961
2	Angliya	Pedagogik ta'lim Milliy Kengashi	1967	Ta'lim texnologiyasi va dasturli ta'lim	1964
				Ta'lim texnologiyasi	1970
3	Yaponiya	4 nomda ilmiy jamiyatlar faoliyat olib bormoqda	1965-70	Ta'lim texnologiyasi	1965
				Ta'lim texnologiyasi sohasidagi tadqiqotlar	1965
4	Italiya			Ta'lim texnologiyasi	1971

Yuqorida nomlari keltirilgan tashkilot hamda ilmiy jurnallar faoliyatining asosiy mazmuni ta'lim texnologiyasi muammolari bo'yicha olib borilayotgan ilmiy tadqiqotlar mazmuni va natijalarini umumlashtirib, tahlil etib borish,

shuningdek, ushbu tadqiqotlar natijalarining tahlili asosida muayyan tavsiyalarni ishlab chiqish, eng samarali tadqiqotlarni ommalashtirishdan iboratdir.

Ta'lim texnologiyasining mohiyati, uning yutuqlari bilan ta'lim sohasi xodimlarini xabardor etib borish, ularning bu boradagi malakalarini oshirishga yo'naltirilgan faoliyatni tashkil etish ham ta'lim texnologiyasi muammolarini tadqiq etuvchi tashkilotlar zimmasidadir.

O'zbekiston Respublikasida ta'lim texnologiyalari bo'yicha anchagina tajribalar to'planayotgan bo'lsada, qator muammolar ham mavjud.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

- 1) I.Karimov. “O’zbekistonning o’z istiqlol va taraqqiyot yo’li”. T. O’zbekiston. 1992. 78 bet.
- 2) I.Karimov. “Barkamol avlod orzusi”. T. O’zbekiston. 1999. 248 bet.
- 3) I.Karimov. “O’zbekiston XXI asr bo’sag’asida: xavfsizlikka tahdid, barqarorlik shartlari va taraqqiyot kafolatlari”. T. O’zbekiston. 1999. 326 bet.
- 4) I.A.Karimov. “Yuksak ma’naviyat – yengilmas kuch”. T. Ma’naviyat. 2008. 176 bet.
- 5) I.A.Karimov. “O’zbekiston Mustaqillikka erishish ostonasida”.T. O’zbekiston. 2011. 440 bet.
- 6) O’zbekiston Respublikasining “Ta’lim to’g’risida” gi qonuni. T. O’zbekiston. 1997.
- 7) O’zbekiston Respublikasining “Kadrlar tayyorlash milliy dasturi”. T. O’zbekiston. 1997.
- 8) A.Rasulmuxamedov, B.Izbosarov, J.Kamolov. “Fizika kursi”. Mexanika. T. O’qituvchi. 1989. 221 bet.
- 9) J.Kamolov, A.Rasulmuxamedov, B.Izbosarov, I.Ismoilov. “Fizika kursi”. T. O’qituvchi. 1992. 192 bet.
- 10) B.F.Izbosarov, I.R.Kamolov. “Elektromagnetizm”. T. Iqtisod-Moliya. 2006. 340 bet.
- 11) O’.Q.Tolipov, M.Usmonboyeva. “Pedagogik texnologiyalarning tatbiqiy asoslari”. T. Fan. 2006. 261 bet.
- 12) B.F.Izbosarov, I.R.Kamolov. “Umumiy fizikadan laboratoriya ishlari”. T. Voris-nashriyot. 2007. 288 bet.
- 13) B.F.Izbosarov, I.R.Kamolov. “Molekulyar fizika va termodinamika asoslari”. T. Yurist-media markazi nashriyoti. 2008. 288 bet.

14) Izbosarov B, Kamolov I, Axmedov A, Ro'ziyev R. "Masalalar yechishda amaliy mashg'ulotlarni uyg'unlashtirishning pedagogik imkoniyatlari". Pedagogik ta'lim jurnali. 1-son. 2008.

15) B.F.Izbosarov, I.R.Kamolov. "Molekulyar fizikani o'qitishda grafik usullardan foydalanish". Fizika, matematika va informatika jurnali. 1-son. 2008.

16) M.Mamadazimov. "Astronomiya". T. O'qituvchi. 2008. 264 bet.

17) B.F.Izbosarov, I.R.Kamolov. "Mexanika". Yurist-media markazi. T. 2009. 344 bet.

18) B.F.Izbosarov, I.R.Kamolov, Yu.S.Ne'matov. "Fizikadan ma'lumotnoma". Yurist-media markazi. T. 2009. 388 bet.

19) D.I.Kamolova. "Ommabop astronomiya". Toshkent. "Lider-Press" nashriyoti. 2009. 108 bet.

20) D.I.Kamolova, G.I.Ramazonova. "Koinot jumboqlari" (I qism). Toshkent. "Sano-standart" nashriyoti. 2011. 124 bet.

21) D.I.Kamolova, G.I.Ramazonova. "Koinot jumboqlari" (II qism). Toshkent. "Sano-standart" nashriyoti. 2012. 124 bet.

22) Sh.O.Toshpo'latova, *F.A.Jalilova (Xudoyqulova). "Создание организационных, педагогических, психологических условий для развития научного мышления каждого ученика при изучении физики". "Uzluksiz ta'lim sifat va samaradorligini oshirishning nazariy-amaliy muammolari" nomli Respublika ilmiy-uslubiy konferensiya materiallari to'plami. Samarqand. 2009.

23) I.R.Kamolov, F.Mardonova, *F.A.Xudoyqulova. "Astronomiyadan "Yupiter sayyorasi" mavzusini individual pedagogik texnologiyalar asosida o'qitish". Professor-o'qituvchilar va talabalarning XXVI ilmiy-amaliy konferensiya materiallari to'plami. Navoiy. 2011.

24) *F.A.Xudoyqulova, X.Nurmurodova. "Ali Qushchi tavalludiga 610 yil". "Yilning eng iqtidorli talabasi" tanloviga yuborilgan ilmiy maqolalar to'plami. Navoiy. 2012.

25) F.B.Mardonova, *F.A.Xudoyqulova, Yu.S.Ne'matov. "Maktab o'quvchilarida o'zini-o'zi boshqaruvni tashkil etishning nazariy asoslari". "Ta'lim va tarbiya jarayoniga zamonaviy yondashuvlar: muammolar, vazifalar, yechimlar" nomli iqtidorli magistrant va talabalarning IX ilmiy-amaliy konferensiyasi materiallari to'plami. Navoiy 2012.

26) Sh.O.Toshpo'latova, *F.A.Xudoyqulova. Fizika darslarida didaktik o'yinlardan foydalanish orqali o'quvchilarning aqliy qobiliyatlarini shakllantirish usullari". Professor-o'qituvchilar va talabalarning XXVII ilmiy-amaliy konferensiya materiallari to'plami. Navoiy. 2012.