

**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС ТАЪЛИМ
ВАЗИРЛИГИ**

ҚАРШИ МУХАНДИСЛИК ИҚТИСОДИЁТ ИНСТИТУТИ

САНОАТ ТЕХНОЛОГИЯСИ ФАКУЛТЕТИ

УМУМИЙ КИМЁ КАФЕДРАСИ



**ФИЗИКАВИЙ КИМЁ ФАНИДАН
ЎҚУВ – УСЛУБИЙ МАЖМУА**

Билим соҳаси:	100000 – Гуманитар соҳа
Таълим соҳаси:	140000 – Табиий фанлар
Таълим йўналиши:	5140500 – Кимё

:

ҚАРШИ-2023 й.

Фаннинг ўқув услубий кўрсатма Ўзбекистон Республикаси Олий ва ўрта махсус вазирлиги 202__ йил “___” даги ____ –сонли буйруғи билан (буйруқнинг ____ -иловаси) тасдиқланган “Физикав кимёси” фани дастури асосида тайёрланган.

Тузувчи:

Норбоева Р.Н. - “Умумий кимё” кафедраси ассистенти

Такризчилар:

Камолов Л.С. - “Кимё” кафедраси мудири, кимё фанлари номзоди, доцент.

Нахатов И. - “Кимё” кафедраси кимё фанлари номзоди, доцент.

Фаннинг ўқув услубий кўрсатма Кимё кафедрасининг 2020 йил ____ - августдаги 1-сонли йиғилишида муҳокамадан ўтган ва факультет услубий комиссиясига муҳокама қилиш учун тафсия этилган.

“Кимё” кафедраси мудири: **доц. Нарзуллаев А.Х**

Фаннинг ўқув услубий кўрсатма Қарши ДУ ўқув-методик кенгашида тасдиқланган (2020 йил «___» _____ даги ____ –сонли баённома)

ИМК раиси: **проф. Ю.Эшқобилов**

Ўқув услубий бошқарма бошлиғи: **А.Маллаев**

MUNDARIJA

1. Ma’ruza matni.....
2. Amaliy va laboratoriya mashg‘ulotlari.....
3. Mustaqil ta’lim mashg‘ulotlari.....
4. Glossary.....
5. Ilovalari.....
- 5.1. Fan dasturi.....
- 5.2. Ishchi fan dasturi.....
- 5.3. Tarqatma materiallar.....
- 5.4. Testlar.....
- 5.5. Baholash mezonlari.....
6. O‘UMning elektron varianti.....

**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA O‘RTA
MAXSUS TA’LIM VAZIRLIGI**

**QARSHI DAVLAT UNIVERSITETI
TABIIY FANLAR FAKULTETI**

KIMYO KAFEDRASI

Fizikaviy kimyo
(Ma’ruzalar matni)

5140500 - Kimyo ta’lim yo‘nalishi

Тузувчи: кимё фанлари бўйича фалсафа доктори Бердимуродов Э.Т.

Qarshi 2023 yil

1.Физикавий кимё замонавий кимёнинг назарий асоси.

Ma'ruza rejasi

1.1. Kirish

1.2. Fizikaviy kimyoning vujudga kelishi

1.3. Fizikaviy kimyoning rivojlanishi.

1.4. Fizikaviy kimyoning tekshirish uslublari.

1.5. Fizikaviy kimyoning xalq xo'jaligidagi ahamiyati

Tayanch iboralar va tushunchalar

Fizikaviy kimyo, eritma, Gess qonuni, Agrokimyo, gidratlar nazariyasi, elektrolitik dissosiatsiya nazariyasi, termodinamika uslubi, kinetik nazariya uslubi, kvantlar mexanikasi uslubi.

Adabiyotlar: 1, 3, 5.

KIRISH

Kimyo fani, ayniqsa uning muhim tarmog'i hisoblanuvchi fizikaviy kimyo xalq xo'jaligining hamma sohalarida, ayniqsa qishloq xo'jaligida mo'l va sifatli mahsulotlarini yetkazishda muhim o'rin egallaydi.

Oziq – ovqat mahsulotlari texnologiyasida fizikaviy kimyo fani muhim ahamiyat kasb etadi, chunki deyarli hamma texnologik jarayonlar fizikaviy kimyo fani bilan chambarschas bog'liqdir. Kimyoviy ishlab chiqirish mutaxassislari, qishloq xo'jaligining malakali mutaxassislari va oziq – ovqat mahsulotlarini kimyoviy qayta ishlovchi mutaxassislari umumiy va noorganik kimyo, organik kimyo, agrokimyo hamda biokimyo bilan bir qatorda fizikaviy kimyoni ham chuqur bilishlari kerak, chunki bu fanlarni bilish kimyoviy texnologik jarayonlarda, o'simliklar organizmida va tuproq tarkibida sodir bo'lib turadigan turli jarayonlarni to'la

tushunushga, oziq – ovqat mahsulotlari texnologiyasida esa texnologik jarayonlarni boshqarish va mahsulot chiqish unumini oshirishga, hamda ularning sifatini yaxshilashga yordam beradi.

Bulardan tashqari, keyingi yillarda yangi zamonaviy fizikaviy asbob – uskunalarning yaratilishi hamda ulardan kimyoviy ishlab chiqirishda, qishloq xo'jalik va oziq – ovqat mahsulotlarini ishlab chiqarishda foydalanish mutaxassislarining fizikaviy kimyoni yaxshi o'rganishlarini taqozo etadi.

1.2. FIZIKAVIY KIMYONING VUJUDGA KELISHI

Fizikaviy kimyo fani – atom, molekula, kimyoviy hodisalar, o'zgarishlar va tuzilishlarni fizika usullarida o'rganib, fizika qonun – qoidalari asosida yechib beradigan fan sifatida 18 asrning o'rtalarida vujudga kelgan.

Bunga birinchi bo'lib Rossiya olimi M.V. Lomonosov asos solgan va u fizikaviy kimyo atamasini qo'llagan. 1751 yildan boshlab M. V. Lomonosov talabalarga fizikaviy kimyodan ma'ruzalar o'qiydi va 1754 yili birinchi qo'llanma «Haqiqiy fizikaviy kimyoga kirish» va «Fizikaviy kimyodan tajribalar» nomli eksperiment ishlar uchun dastur yozadi. U fizikaviy kimyoga quyidagicha ta'rif beradi: «Fizikaviy kimyo – kimyoviy operatsiyalar natijasida murakkab moddalarda sodir bo'ladigan o'zgarishlarni fizika qonun – qoidalari va tajribalari asosida tushuntirib beruvchi fan» dir degan. M.V. Lomonosov, kimyoda fizikaviy uslublarni qo'llab o'zining «modda massasi va energiyasining saqlanish qonuni» ni kashf etdi. M.V. Lomonosov, eritma – erigan modda molekulalari bilan erituvchi modda molekulalarining o'zaro ta'siri mahsulotidir – deydi.

Eritma muzlash temperaturasining pasayishi konsentratsiyaga bog'liqligini ko'rsatadi. M.V. Lomonosov birinchi bo'lib molekula to'g'risida tushuncha yaratib, molekula bilan atom o'rtasidagi tafovutlarni aniqlab berdi. U yuqoridagi qayd etilgan kashfiyotlari bilan birinchi fizikaviy kimyogar bo'lib tanildi.

1.3. FIZIKAVIY KIMYONING RIVOJLANISHI

1836 yili Rossiya olimi G.I. Gess kimyoviy reaksiyalar vaqtida umumiy issiqlik effekti doimiy qiymatga ega bo'lib, u orqali reaksiyalar issiqlik effektlarining yig'indisiga teng bo'lishi qonunini kashf etdi. Bu qonun fizikaviy kimyoda termokimyoning asosiy qonunlaridan biri hisoblanadi. Rossiya olimlaridan N.N. Beketovning 1865 yildan boshlab fizikaviy kimyodan ma'ruzalar o'qishi, Bulerovning «Kimyoviy tuzilish nazariyasi» ni yaratishi, 1869 yili D.I. Mendeleevning kimyoviy elementlar davriy qonunini va keyinroq gidratlar nazariyasini yaratishi fizikaviy kimyoning taraqqiyotiga keng yo'l ochib berdi. D.I. Mendeleev birinchi bo'lib qishloq xo'jaligini rivojlantirish uchun kimyodan keng foydalanish kerakligini vazifa qilib qo'ydi, shu bilan agrokimyo faniga asos soldi.

Fizikaviy kimyoni rivojlantirishda I.A. Kablukovning ishlari ham ahamiyatlidir. U D.M. Mendeleevning eritmalar gidrat nazariyasidan foydalanib, elektrolitlarning suvdagi eritmalarida ionlarning gidratlanish hodisasi va elektrolitik dissotsiatsiya jarayonlarida kimyoviy o'zaro ta'sir ko'rsatish hodisalarini ochib berdi. U birinchi bo'lib, Moskva qishloq xo'jalik institutida fizikaviy kimyo kafedrasini tashkil qildi va talabalarga ma'ruzalar o'qiydi.

Fizikaviy kimyoning rivojlanishida chet ellik olimlarning ham hissalarini katta. Masalan, Ya. Vant – Goff, V. Ostvald eritmalarga oid bir qancha qonunlar kashf etdilar. S. Arrenius elektrolit dissotsilanish nazariyasini yaratdi, P. Kyuri,

M. Skladovskaya – Kyuriylar radioaktivlik hodisalarini kashf qildilar, V. Nernst termodinamikaning uchinchi qonunini yaratishga muvaffaq bo'ldi va hokazo.

O'zbekistonda fizikaviy kimyoni rivojlantirishda o'zbek olimlaridan X.R. Rustamov, A.M. Murtazaevlar o'z ishlari bilan katta hissa qo'shdilar. Akademik X.U. Usmanov va uning shogirdlari yuqori molekulyar moddalarning fizikaviy kimyosini o'rganishda hamda yangiliklar yaratishda katta ishlar qilishmoqda. O'zbekiston fanlar akademiyasining akademigi M. N. Nabiev va uning shogirdlari mineral o'g'itlarning fizikaviy kimyosini o'rganishda katta ishlar qilmoqdalar.

1.4. FIZIKAVIY KIMYONING TEKSHIRISH USHLUBLARI

Fizikaviy kimyo moddalarni va kimyoviy reaksiyalarning borishini fizika vositalari yordamida tekshiradi va natijalarini matematik ifodalash yo'llarini izlaydi. Fizikaviy kimyo quyidagi uch uslubga asoslanadi.

1) termodinamika uslubida moddalarning holat parametrlari yordamida tasvirlanadi; bu parametrlar orasidagi bog'lanish holat tenglamalari orqali ifodalanadi. Termodinamika miqdoriy o'lchash mumkin bo'lgan kattaliklarda yoki ana shunday kattaliklarga bog'liq miqdorlardan foydalanadi. Dastlabki klassik termodinamika aniq ifoda va tushunchalarga olib keladi, lekin masalaning kelib chiqishi to'g'risida hech qanday ma'lumot bera olmaydi. Ammo, hozirgi zamo statistik termodinamika bunday savollarga to'liq javob bera oladi.

2) kinetik nazariya uslubida tekshirilayotgan modda yoki hodisa haqida avval biror gipoteza aytiladi, bu gipoteza asosida xulosa chiqarilib, u tajriba natijalari bilan solishtiriladi. Bu uslub aniqlik jihatidan termodinamik uslubdan ustun emas, lekin masalaning mohiyati haqida tasavvur bera oladi.

3) kvantlar mexanikasi uslubi asosida fizikaviy – kimyoviy jarayonlar haqida aniq tasavvur olinadi. Bu uslubda kuchli matematikaviy vositalardan foydalanib aniq formulalar chiqariladi. Kvantlar mexanikasi uslubi atom energiyani ayrim – ayrim kvantlar holida yutadi va kvantlar holida chiqaradi degan tushunchaga asoslanadi.

1.5. FIZIKAVIY KIMYONING XALQ XO'JALIGIDA

AHAMIYATI

Fizikaviy kimyo nafaqat toza nazariy fan sifatida, balki ko'pgina jarayonlarning vujudga kelishi va takomillashuviga ko'mak bergan holda rivojlanib kelgan. Apparatlarni ratsional tanlash va ularda kechadigan jarayonlarni anchagina qulay sharoitlarda o'tkazishni aniqlash uchun fizikaviy kimyo uslublaridan foydalaniladi. Fizikaviy kimyo bilimiga ega bo'lgan texnologda kimyoviy tushunish, ularni ongli ravishda boshqarish, ishlab chiqarish vazifalari va maqsadlariga mos bo'lgan sharoitni tanlash kaliti mavjud bo'ladi. Fizikaviy – kimyoviy tadqiqot uslublari ko'pchilik va har xil turdagi ishlab chiqarishlar uchun juda qimmatli, hamda unumli uslublar hisoblanadi.

Fizikaviy kimyo bizni o'rab turgan olam to'g'risidagi bilimlarimizni, tabiat to'g'risidagi fanlarni boyitadi, uning xulosalari esa umum ilmiy ahamiyatga ega.

Qishloq xo'jaligining ko'p sohalarida, chunochi agronomiyada, agrokimyoda, tuproqshunoslikda, zoomuxandislikda fizikaviy kimyoning zamonaviy analiz uslublaridan muvaffaqiyatli foydalanilmoqda. Masalan, xromatografiya, radioxromatografiya, rentgenografiya, krioskopiya, fotometriya va boshqa usullar keng qo'llanilmoqda.

Fizikaviy kimyo materiyaning tekshirishning fizika ishlab chiqqan nazariy va eksperimental uslublaridan keng foydalaniladi. Bular orasida gazlarning molekulyar kinetik nazariyasi, kvantlar mexanikasi, kimyoviy termodinamika, nishonlangan atomlar uslublari ayniqsa ahamiyatlidir.

Fizikaviy kimyoning amaliy ahamiyati ham katta. Masalan, qishloq xo'jaligida samarali yangi o'g'itlar chiqarish, o'simliklarning kasallik va zararakunandalariga qarshi kurashning kimyoviy usullarini takomillashtirish, tuproqning agronomik xususyatlarini yaxshilash va boshqalarda fizikaviy kimyoning muhim roli bor.

NAZORAT SAVOLLARI

1. Fizikaviy kimyo nimalarni o'rganadi? Uni o'rganish ob'ektlarini ko'rsating.
2. Yangi zamonaviy fizikaviy asbob uskunalar qaysi sohada ko'p qo'llaniladi.
3. Fizikaviy kimyoning asoschisi kim? Bu fan qachon vujudga kelgan?
4. Fizikaviy kimyoni rivojlanishida Rossiyalik olimlaridan kimlar va qaysi ishlari bilan o'z xissalarini qo'shganlar?
5. Fizikaviy kimyoni rivojlanishida CHet ellik olimlaridan kimlar va qaysi ishlari bilan o'z xissalarini qo'shganlar?
6. Fizikaviy kimyoni rivojlanishida O'zbek olimlaridan kimlar va qaysi ishlari bilan o'z xissalarini qo'shganlar?
7. Fizikaviy kimyoning tekshirish uslublari nimalardan iborat?
8. Fizikaviy kimyo xalq xo'jaligida qanday ahamiyatga ega?

2. Идеал газ қонунлари

Ma'ruza rejasi

1. Идеал газнинг асосий тенгламалари
2. Идеал газ қонунлари
3. Системани тавсифловчи физикавий ва кимёвий хоссалар

Термодинамик система материал борлиқнинг ҳақиқий ёки ҳаёлий чегара сирт билан ажратилган макроскопик қисмидир. Термодинамика жуда кўп заррачалардан иборат бўлган системаларни ўрганади. Алоҳида молекулалар, атомлар ёки элементар заррачаларга термодинамикани қўллаб бўлмайди. Агар системанинг ташқи муҳит билан ҳеч қандай ўзаро таъсирлашиши бўлмаса, бундай система изоляцияланган (ташқи муҳитдан ажратилган) дейилади. Агар чегарадан модда алмашилиши кузатилса, унда система очик бўлади, акс ҳолда, яъни ҳеч қандай модда чегара орқали ўтмаса ёпиқ система дейилади. Изоляцияланган системадан фарқли равишда ёпиқ система ташқи муҳит билан иссиқлик алмашилиши мумкин.

Агар система барча нуқталарда бир жинсли бўлса гомоген дейилади, акс ҳолда фазалар ҳақида сўз юритилади. Бир неча фазалардан тузилган система гетероген дейилади. Системанинг бошқа қисмларидан сирт чегараси билан ажратилган бир жинсли материал қисмларнинг тўплами фаза дейилади.

Системани тавсифловчи физикавий ва кимёвий хоссаларнинг тўплами системанинг ҳолатидир. Термодинамик система ҳолатнинг термодинамик параметрлари (T , P , V , S , U , S ва бошқалар) билан тавсифланади. Термодинамиканинг асосий қонунларини тушуниш ва талқин қилишни таъминлайдиган умумий белгиларига қараб термодинамик параметрлар синфларга бирлаштирилган. Сон қийматлари жихатидан доимий кимёвий таркибли системанинг массасига пропорционал бўлган термодинамик параметрлар экстенсив параметрлар дейилади. Экстенсив параметрларга ҳажм, масса, электр зарядининг миқдори, ички энергия, энтропия ва бошқалар мисол бўлади. Сон қийматлари жихатидан системанинг массасига боғлиқ бўлмаган параметрлар интенсив параметрлар дейилади. Интенсив параметрларга босим, температура, электр зарядининг потенциали, солиштирма экстенсив катталиклар (модданинг бирлик миқдори учун олинган) ҳамда барча умумлашган кучлар киради киради. Умумлашган кучлар ва умумлашган координаталар ҳам термодинамик параметрлар бўлиб, механик куч (ёки босим), электр потенциали, кимёвий потенциал ва

бошқалар умумлашган кучларга ва геометрик координата, ҳажм, заряд, маълум компонентнинг массаси умумлашган координаталарга киради. Термодинамик параметрларнинг хаттоки биттасининг ўзгариши билан боғлиқ бўлган системадаги ҳар қандай ўзгариш термодинамик жараён дейилади. Агар параметрнинг ўзгариши фақат бошланғич ва охириги ҳолатларгагина боғлиқ бўлиб, жараённинг йўлига боғлиқ бўлмаса, бундай параметр ҳолат функцияси дейилади.

Температура – термометрияда аниқланадиган объект, уни бевосита ўлчаб бўлмайди, фақат иссиқроқ ёки совуқроқ жисм ҳақида тушунча ҳосил қилиш мумкин. Температура система заррачаларининг ўртача кинетик энергияси бўлиб, жисм қанчалик иситилганлигининг ўлчовидир. Уни температурага боғлиқ бўлган бошқа физикавий параметрларнинг сон қийматлари бўйича аниқланади, бу эса, юқорида таъкидлаганимиздек, эмпирик температура шкалаларини тузишнинг асоси қилиб олингандир.

Иссиқлик – модданинг температураси, массаси ва табиатига боғлиқ бўлган катталиқ бўлиб, алоҳида заррачанинг кинетик энергиясини белгилайди. Системага иссиқлик берилганда молекулаларнинг ўртача кинетик энергияси ортиши ҳисобига системанинг температураси ортади. Демак, иссиқлик энергия узатишнинг бир туридир. Системага берилган иссиқлик ҳар доим ҳам температурани оширмайди. Масалан, муз суюқланаётганда ёки сув қайнаётганда системага иссиқлик бериш температурани ўзгартирмайди ва жараён доимий температурада боради, бунда системадаги молекулаларнинг ўртача кинетик энергияси ўзгармасдан фақат потенциал энергияси ортади. Ушбу иссиқлик музнинг кристалл панжарасини бузишга ёки сувни буғлантириш жараёнига сарфланади (эски адабиётларда “яширин иссиқлик” деб аталган).

Иш – бир системадан иккинчи системага энергия узатишнинг яна бир тури бўлиб, бунда иш бажарилаётган системанинг ички энергияси камаяди, таъсир қилинаётган системанинг энергияси эса, бажарилган ишга мос равишда ортади. Иш ва иссиқлик ўзаро эквивалентдир. Иссиқликнинг ўлчов

бирлиги каллория ва ишнинг ўлчов бирлиги жоуль деб қабул қилинган. Бир каллория 4,1875 жоульга тенг бўлиб, иссиқликнинг механик эквиваленти дейилади.

Ички энергия–жисм барча заррачаларининг бир-бири билан ўзаро таъсирлашиш потенциал энергияси ва алоҳида заррачалар ҳаракатининг кинетик энергиялари йиғиндисидан ташкил топган, яъни молекулаларнинг илгариланма ва айланма ҳаракати энергияси, молекулани ташкил қилган атом ва атом гуруҳларининг ичкимолекуляр тебранма ҳаракати энергияси, атомлардаги электронларнинг айланиш энергияси, атом ядроларидаги энергия, молекулалараро ўзаро таъсирлашиш энергияси ва микрозаррачаларга тегишли бўлган бошқа турдаги энергиялардан иборатдир. Ички энергия система энергиясининг умумий захираси бўлиб, унинг таркибига тўлиқ, бир бутун системанинг кинетик энергияси ва уни ҳолатининг потенциал энергияси кирмайди. Жисмни ички энергиясининг абсолют қиймати маълум эмас, уни тўғридан-тўғри ўлчаш мумкин эмас. Система энергиясини бир бутунлигича бевосита ўлчайдиган ҳеч қандай усуллар мавжуд эмас. Аммо кимёвий термодинамикани кимёвий ходисаларни ўрганишга қўллашда система бир ҳолатдан иккинчисига ўтаётгандаги ички энергиянинг ўзгаришини билмоқ кифоядир. Иш ёки ҳар қандай кўринишдаги энергия интенсивлик ва экстенсивлик факторларининг кўпайтмаси сифатида ифодаланади.

Иссиқлик сиғими – системанинг ҳароратини бир градусга кўтариш учун талаб қилинган иссиқлик миқдори бўлиб, у системага берилган иссиқликнинг температура ўзгаришига нисбатига тенг. Иссиқлик сиғими тушунчасининг киритилиши термодинамика тарихида энг катта ютуқлардан бири бўлган.

Босим – бирлик сирт юзасига таъсир қилувчи куч бўлиб, турли бирликларда ифодаланади: Паскаль, н/м^2 , бар ва мм сим.уст. Бунда доимо система босимининг атмосфера босими билан фарқи эмас, балки абсолют босим кўрсатилади.

Термодинамик система қандайдир бошланғич ҳолатдан чиқиб, қатор ўзгаришларга учрагандан сўнг яна аввалги ҳолатига қайтадиган жараён айланма ёки циклик жараён дейилади. Бундай жараёнда ҳар қандай ҳолат параметрларининг ўзгариши нолга тенгдир. Жараённинг бориш шароитларига қараб изобарик, изотермик, изохорик, адиабатик жараёнлар бир-биридан фарқланади, уларда мос равишда босим, температура, ҳажм ёки энтропиялар ўзгармас бўлади. Адиабатик шароитда система ташқи муҳит билан иссиқлик алмашмаслиги сабабли термодинамиканинг иккинчи қонунидан энтропиянинг ўзгармас бўлиши келиб чиқади.

Атроф муҳитда ҳеч қандай ўзгаришларсиз системанинг бошланғич ҳолатга қайтиш имкониятини берувчи жараён қайтар (мувозанат) жараён дейилади. Хоссалари (температура, босим, таркиб, электр потенциали) вақт ўтиши билан ўз-ўзидан ўзгармайдиган ва алоҳида фазаларнинг барча нуқталарида бир хил қийматга эга бўлган системанинг ҳолатлари қайтар жараёнлар термодинамикасида кўриб чиқилади. Системанинг бундай ҳолатлари мувозанат ҳолатлар дейилади. Мувозанат жараёнда система мувозанат ҳолатларнинг узлуксиз қаторидан ўтади ва квазистатик жараён деб ҳам аталади.

Температура, босим ва фазаларнинг ички таркиби тенг тақсимланмаган ва вақт ўтиши билан ўзгарувчан бўлган ҳолатлар номувозанат ҳолатлар дейилади. Улар қайтмас (номувозанат) жараёнлар термодинамикасида кўриб чиқилади ва унга термодинамиканинг асосий қонунларидан ташқари қатор қўшимча постулотлар киритилади. Жараённинг термодинамик жихатдан қайтар ёки қайтмаслигини кимёвий реакцияларнинг қайтарлиги ёки қайтмаслиги тушунчалари билан чалкаштириш керак эмас. Кимёда ушбу атамалар тўғри ва тесқари йўналишларда бориши мумкин бўлган ҳар қандай реакцияларга қўлланиши мумкин бўлиб, бунда системанинг бошланғич ҳолатга қайтиб келишида атроф муҳитдаги ўзгаришлар эътиборга олинмайди.

3. Реал газлар

Маъруза режаси:

- 1..Реал газларнинг классик назариси
- 2.Реал газларнинг замонавий назариси
- 3.Реал газ қонунлари

Системанинг барча термодинамик параметрларини ўзаро боғлаб турувчи биргина умумий дифференциал тенгламадан келиб чиқадиган натижаларни анализини термодинамиканинг математик аппарати ёрдамида амалга оширилади. Бу тенгламани Гиббснинг фундаментал тенграмаси деб аталади. Аммо, ушбу умумий тенгламани ёзиш учун авваламбор тажрибада ўлчаб бўлмайдиган иккита жуда ҳам муҳим катталиклар – энергия ва энтропия тушунчаларини киритишимиз шарт. Буни термодинамиканинг биринчи ва иккинчи қонунлари ёрдамида амалга оширишимиз мумкин. Назарияни тузиш учун термодинамиканинг қонунларидан ташқари, қўшимча исботларсиз, априори равишда қабул қилинадиган қатор фаразлардан фойдаланилади. Авваламбор системанинг термодинамик мувозанати ҳақидаги постулот киритилади. Ушбу постулот бўйича системанинг ташқи параметрлари вақт ўтиши билан ўзгармаса, мувозанат ўз-ўзидан бузилмайдиган ҳолатга келади. Ушбу ҳолатни стационар (вақтга боғлиқ бўлмаган, лекин номувозанат) дейилади. Классик термодинамика фақат мувозанат ҳолатидаги системаларни ўрганади. Стационар системаларни номувозанат (қайтмас) жараёнлар термодинамикасининг усулларида ифодаланади. Иккинчи постулот температуранинг мавжудлиги ёки термик мувозанат ҳақидаги постулот бўлиб, юқорида такидлаганимиздек, уни термодинамиканинг нолинчи қонуни ҳам дейилади. Термик мувозанатида бўлган системалар ўзаро иссиқлик алмашмайдилар ва системанинг умумлашган кучлари ўзаро тенг бўлади. Ушбу постулот бўйича температурани иссиқлик алмашиниш жараёнлари учун умумлашган куч сифатида киритишимиз мумкин бўлади.

Нихоят, ўрганилаётган системанинг барча хоссалари ташқи параметрлар, температура ва система таркибининг бир қийматли функциясидир.

Системанинг асосий параметрлари бевосита тажрибада аниқланадиган параметрлардир. Булар босим (бирлик юзага таъсир килувчи куч), температура (системадаги молекулалар иссиқлик ҳаракати жадаллигининг ўлчови) ва моляр ҳажмлар ҳамда чин эритмаларда асосий параметрларга концентрация ҳам киради. Қолган параметрлар асосий параметрларнинг функциялари ҳисобланади. Системанинг параметрлари ҳолат тенгламалари орқали ўзаро боғланган бўлиб, физикавий кимёнинг асосий вазифаларидан бири системанинг ҳолат тенгламаларини топишдан иборатдир. Ушбу муаммо ҳал бўлганда эди, ҳар қандай системани термодинамик ифодалаш масаласи ечилган бўларди. Системанинг ҳолат тенгламасини келтириб чиқариш учун уни ташкил қилган заррачалар орасидаги ўзаро таъсир кучларини билиш шартдир. Хозирча ҳолат тенгламасининг аниқ кўриниши фақат идеал газлар учун маълум (I.1). Агар ҳолат тенгламаси маълум бўлса, индивидуал модданинг хоссаларини ифодалаш учун иккита параметрнинг қийматларини билиш кифоя қилади, учинчисини ҳолат тенгламасидан ҳисобласа бўлади. Системанинг параметрлари система ушбу ҳолатга қандай йўл билан келганига боғлиқ бўлмаганлиги сабабли, ушбу катталикларнинг чексиз кичик ўзгариши dz тўлиқ дифференциалдир (қолган иккита параметрларнинг чексиз кичик ўзгаришлари бўйича). Ушбу хусусият термодинамикага тўлиқ дифференциаллар хоссаларига асосланган математик аппаратни беради. Тўлиқ дифференциалларнинг кейинги муҳокамаларда кенг ишлатиладиган айрим хоссаларини кўриб чиқамиз. Қуйидаги

$$z = f(x,y) \quad \text{ва} \quad dz = A dx + B dy \quad (I. 3)$$

функция тўлиқ дифференциал бўлсин.

Унда

$$dz = (\partial z / \partial x)_y dx + (\partial z / \partial y)_x dy \quad (I. 4)$$

бўлади. (I. 4) дан $A = (\partial z / \partial x)_y$ ва $B = (\partial z / \partial y)_x$ ёки $(\partial A / \partial y)_x = \partial^2 z / \partial x \partial y$ ва $(\partial B / \partial x)_y = \partial^2 z / \partial y \partial x$.

Ҳосиланинг қиймати дифференциаллаш тартибига боғлиқ бўлмаганлиги сабабли

$$(\partial A / \partial y)_x = (\partial B / \partial x)_y \quad (\text{I. 5})$$

Ушбу хосса термодинамикада кенг қўлланилади. (I. 4) тенгламани кўриб чиқамиз. Агар $z = \text{const}$ бўлса, унда $dz = 0$ ва (I. 4) тенгламадан:

$$(\partial z / \partial x)_y (dx)_z + (\partial z / \partial y)_x (dy)_z = 0 \quad (\text{I. 6})$$

ёки dy га бўлиб юборсак

$$(\partial z / \partial x)_y (\partial x / \partial y)_z + (\partial z / \partial y)_x = 0, \quad \text{бундан} \quad -(\partial z / \partial y)_x = (\partial z / \partial x)_y (\partial x / \partial y)_z$$

Юқоридагини $(\partial y / \partial z)_x$ га кўпайтирсак

$$(\partial z / \partial x)_y (\partial y / \partial z)_x (\partial x / \partial y)_z = -1 \quad (\text{I. 7})$$

ни оламиз, яъни айлана бўйича олинган учта хусусий ҳосилаларнинг кўпайтмаси доимо -1 га тенг. Тўлиқ дифференциалларнинг бошқа хоссаларидан қуйидагилари

$$\int_1^2 dz = z_2 - z_1 = f(x_2, y_2) - f(x_1, y_1) \quad (\text{I. 8})$$

ҳам ишлатилади, яъни (I. 8) даги интеграл жараён бораётган йўлга боғлиқ бўлмасдан, системанинг фақат бошланғич ва охири ҳолатлари билан белгиланади. Буни аксини ҳам кўрсатиш осон. Агар интегралнинг қиймати йўлга боғлиқ бўлмаса, у ҳолда интеграл остидаги катталиқ тўлиқ дифференциал бўлади. (I. 8) тенгламадан $\oint dz = 0$ эканлиги келиб чиқади, яъни тўлиқ дифференциалдан ёпиқ айлана бўйича олинган интеграл нолга тенгдир. Мана шу барча хоссалар термодинамик системаларнинг параметрларига тавсифли бўлиб, келгусида қўлланилади.

4. Кимёвий термодинамика

Маъруза режаси:

1. Ички энергия
2. термодинамиканинг биринчи қонуни
3. Ҳолат тенгламалари ва термик коэффициентлар

Ички энергия, иш ва иссиқлик орасидаги ўзаро боғланиш термодинамиканинг биринчи қонуни асосида ўрнатилади.

Термодинамиканинг биринчи қонуни инсониятнинг кўп асрлик тажрибасидан келиб чиққан постулотдир. Термодинамика биринчи қонунининг бир неча таърифлари бўлиб, улар ўзаро эквивалент ва бири-биридан келиб чиқади. Агар улардан бирини бошланғич деб олсак, бошқалари унинг хулосаси сифатида пайдо бўлади.

Термодинамиканинг биринчи қонуни энергиянинг сақланиш қонуни билан бевосита боғланган: ҳар қандай изоляцияланган системада энергия захираси доимийдир. Ушбу таърифдан энергиянинг турли кўринишлари бири-бирига қатъий эквивалент миқдорларда ўтиши келиб чиқади. Термодинамиканинг биринчи қонунини қуйидагича таърифлаш ҳам мумкин: энергия сарф қилмасдан туриб иш бажара оладиган машина ясаб бўлмайди. Техника ривожланишининг бошланғич даврида энергия сарфламасдан туриб фойдали иш берадиган машинани яратиш ғояси пайдо бўлган эди. Хозир бундай машинани биринчи тур абадий двигатель, яъни “perpetuum mobile” деб аталади. Термодинамиканинг иккинчи қонунини баён этилаётганда бошқа бир фантастик машина – иккинчи тур абадий двигательни ҳам яратиб бўлмаслиги ҳақида тўхтаб ўтамиз.

Кимёвий термодинамика учун жуда ҳам муҳим бўлган таърифлардан бири ички энергия орқали ифодаланади: ички энергия ҳолат функцияси бўлиб, унинг ўзгариши жараённинг йўлига боғлиқ бўлмасдан, системанинг бошланғич ва охириги ҳолатларигагина боғлиқдир. Система ички энергиясининг ўзгариши ΔU атроф муҳит билан иссиқлик Q ва иш W алмашилиш ҳисобига содир бўлиши мумкин. Агар система олган иссиқликни ва система бажарган ишни мусбат десак, унда термодинамиканинг биринчи қонунидан системанинг ташқаридан олган иссиқлиги ички энергиянинг ўзгаришига ва система бажарган ишга сарфланади. Термодинамика биринчи қонунини математик нуқтаи назардан интеграл кўринишда

$$Q = \Delta U + W \quad (I. 9)$$

дифференциал кўринишда

$$\delta Q = dU + \delta W \quad (I. 10)$$

ва фақат ташқи босимга қарши кенгайиш иши бажарилаётган хусусий ҳол учун

$$\delta Q = dU + pdV \quad (I. 11)$$

кўринишларда аналитик ифодалаш мумкин. (I. 10) ва (I. 11) тенгламаларда dU система ички энергиясининг тўлиқ дифференциалидир, тўлиқ дифференциалнинг хоссалари эса, ҳолат функциясининг хоссаларига мос келади, бунда функциянинг ўзгариши фақат бошланғич ва охириги шартларга боғлиқлигини ва жараённинг йўлига боғлиқ эмаслигини таъкидлаб ўтамиз. Ички энергиядан фарқли, иссиқлик ва иш ҳолат функциялари эмас, улар жараённинг йўлига боғлиқ, аммо уларнинг айирмаси жараённинг йўлига боғлиқ эмас эканлиги юқоридаги тенгламалардан келиб чиқади.

I. 5. Ҳолат тенгламалари ва термик коэффициентлар

Системанинг ҳолат тенгламаларини топиш физикавий кимёнинг асосий вазифаларидан бири эканлиги юқорида алоҳида таъкидлаб ўтилди. Ҳолат тенгламаси системанинг термодинамик тенгламалари ва унинг фазалари билан чамбарчас боғланган. Аммо уни аниқ кўринишда термодинамиканинг асосий тенгламаларидан чиқариб бўлмайди. Ҳолат тенгламаси тажриба йўли билан ёки статистик физика усулларида алоҳида молекулаларнинг тузилиши ва хоссаларини ифодаловчи катталиклар орқали келтириб чиқарилади. Энг содда ҳолат тенгламалари паст босимлардаги газлар учун чиқарилган: Клапейрон-Менделеев, Ван-дер-Ваальс, Бертло ва бошқа тенгламалар. Вақт ўтиши билан массаси ва таркиби доимий ва бир жинсли энг содда системанинг ҳолатини аниқлаш учун учта мустақил ўзгарувчидан иккитасини билиш кифоядир. Мураккаброқ системаларда мустақил ўзгарувчиларга концерация, электр заряди, электростатик поенциал, магнит майдонининг кучланганлиги ва бошқалар кириши мумкин.

Энг содда системанинг p, V, T ўзгарувчиларини боғлаб турувчи ҳолат тенгламасининг мавжудлигига асосланиб, ҳолат параметрларининг хусусий

хоссалари орасидаги муносабатларни топамиз. Ҳолат тенгламасининг умумий кўриниши қўйидагича

$$f(p, V, T) = 0 \quad (I. 12)$$

Ушбу тенгламани ҳажмга нисбатан ечсак:

$$V = f_1(p, T) \quad (I. 13)$$

Иккита ўзгарувчининг тўлиқ дифференциалини топамиз:

$$dV = (\partial V / \partial p)_T dp + (\partial V / \partial T)_p dT \quad (I. 14)$$

$V = \text{const}$ шартини киритамиз ($dV = 0$):

$$(\partial V / \partial p)_T dp + (\partial V / \partial T)_p dT = 0 \quad (I. 15)$$

(I. 15) ни dT га бўламиз:

$$(\partial V / \partial p)_T \cdot (\partial p / \partial T)_V + (\partial V / \partial T)_p = 0 \quad (I. 16)$$

(I. 16) ни қуйидаги кўринишга келтирамиз:

$$(\partial V / \partial p)_T + (\partial p / \partial T)_V = -(\partial V / \partial T)_p \quad (I. 17)$$

(I. 17)нинг иккала тарафини $(\partial T / \partial V)_p$ га кўпайтирамиз ва қуйидагини оламиз:

$$(\partial V / \partial p)_T (\partial p / \partial T)_V (\partial T / \partial V)_p = -1 \quad (I. 18)$$

(I. 18) тенглама умумий характерга эга. Худди шундай ифодалар ўзаро функционал боғланган хоҳлаган учта ўзгарувчига олиниши мумкин. (I. 18) тенглама идеал газ ҳолат тенгламасининг дифференциал кўриниши бўлиб, унга кирувчи хусусий ҳосилалар фазаларнинг маълум муҳим хоссалари билан боғланган. Масалан, жисмнинг термик кенгайиш коэффициенти α хусусий ҳосилалар билан қуйидагича боғланган:

$$\alpha \equiv (\partial V / \partial T)_p \cdot 1/V_0 \quad (I. 19)$$

бу ерда V_0 – стандарт T_0 температурадаги (одатда 0°C) фазанинг ҳажми.

Босимнинг ортиш β (ёки газнинг эластиклик коэффициенти) ва изотермик сиқилиш γ коэффициентлари билан хусусий ҳосилалар ўртасида қуйидагича боғлиқлик мавжуд:

$$\beta \equiv (\partial p / \partial T)_V \cdot 1/p_0 \quad (I. 20)$$

$$\gamma = -(\partial V / \partial p)_T \cdot 1/V_0 \quad (I. 21)$$

бу ерда p_0 – стандарт босим (одатда 1 атм);

V_0 – берилган температура ва p_0 бўлгандаги жисмнинг ҳажми.

(I.19-I.21) тенгламалардан (I.18) тенгламага хусусий ҳосилаларнинг қийматларини қуйсак α , β ва γ термик коэффициентлар орасидаги ўзаро муносабатни келтириб чиқарамиз:

$$\beta p_0 \gamma V_0 / \alpha V_0 = 1 \quad (\text{I. 22})$$

V_0 ва V_0 катталиклар қаттиқ жисм ва суюқликлар учун оддий температураларда яқин, шу сабабли қисқартирилиши мумкин ва $p_0=1$ да

$$\beta \gamma / \alpha = 1 \quad (\text{I. 23})$$

муносабат келиб чиқади. (I. 23) тенглама термик коэффициентлар орасидаги муносабатни кўрсатади ва уларнинг иккитаси тажрибада топилса (одатда α ва β), учинчисини ушбу тенгламадан ҳисобласа бўлади.

Термик коэффициентларни билиш идеал газ қонунларини ва абсолют температуранинг келиб чиқишини тушунишга ёрдам беради. Масалан, термик кенгайиш коэффициентини ҳолат тенгламасидан ва Шарль-Гей-Люссакнинг қонуни $V = V_0(1+\alpha t)$ тенгламасидан аниқлаш бир хил натижага олиб келади.

5. Идеал газларнинг турли жараёнлардаги иши.

Изобарик жараён учун:

$$W_p = p \Delta V = nR(T_2 - T_1) \quad (\text{I. 59})$$

$$Q_p = nC_p(T_2 - T_1) = \Delta H \quad (\text{I. 60})$$

$$\Delta U = nC_v(T_2 - T_1) \quad (\text{I. 61})$$

Ўзгармас босимда системага берилган иссиқлик системанинг ички энергиясини ўзгартиради ва иш бажаради:

$$\delta Q_p = dU + p dV \quad (\text{I. 62})$$

$$dU = C_v dT \quad (\text{I. 63})$$

$$\delta Q_p = C_v dT + p dV \quad (\text{I. 64})$$

Изотермик жараён учун:

$$W_T = nRT \ln(V_2/V_1) = nRT \ln(p_1/p_2) \quad (\text{I. 65})$$

$$Q_T = W_T; \quad (\text{I. 66})$$

$$\Delta U = 0 \quad (\text{I. 67})$$

Адиабатик жараён учун:

$$W_s = -\Delta U \quad (I. 68)$$

$$\Delta U = nC_v(T_2-T_1) \quad (I. 69)$$

$$Q_s = 0 \quad (I. 70)$$

$$W_s = nC_v(T_1-T_2) \quad (I. 71)$$

Изохорик жараёнда кенгайиш иши бажарилмайди

$$W_v = 0 \quad (I. 72)$$

идеал газнинг ички энергияси фақат температуранинг функциясидир. Жоуль қонуни бўйича

$$(\partial U/\partial V)_T = (\partial U/\partial p)_T = 0; U_T = \text{const} \quad (I. 73)$$

Ички энергиянинг ўзгариши изобарик ва изохорик жараёнларда бир хил бўлади:

$$\Delta U = nC_v(T_2-T_1) \quad (I. 74)$$

Жараён иссиқлиги ички энергиянинг ўзгаришига тенг бўлади:

$$Q_v = \Delta U = nC_v(T_2-T_1) \quad (I. 75)$$

I.9. Пуассон тенгламалари

Идеал газнинг адиабата тенгламасини чиқариш учун $\delta Q = pdV + C_vdT$ дан $\delta Q = 0$ бўлганлиги сабабли $-nC_vdT = pdV$ тенгламадан:

$$pdV + C_vdT = 0 \quad (I. 76)$$

(I. 76) га $p = RT/V$ қўйиб, T га бўлсак: $(RdV/V) + C_vdT/T = 0$ ва $R = C_p - C_v$ бўлгани учун

$$(C_p - C_v)dV/V + C_vdT/T = 0 \quad (I. 77)$$

(I. 77) ни C_v га бўлиб, $C_p/C_v = \gamma$ деб белгилаймиз:

$$(\gamma - 1)dV/V + dT/T = 0 \quad (I. 78)$$

(I. 78) ни интегралласак:

$$\ln V^{\gamma-1} + \ln T = \text{const} \text{ ёки } TV^{\gamma-1} = \text{const} \quad (I. 79)$$

хосил бўлади.

Худди шу йўл билан

$$Tp^{(1-\gamma)/\gamma} = \text{const} \quad (I. 80)$$

тенгламасини чиқарамиз.

(I. 79) ни (I. 80) га бўлсак,

$$pV^\gamma = \text{const} \quad (\text{I. 81})$$

ни оламиз. (I. 79), (I. 80), (I. 84) тенгламалар Пуассон тенгламалари дейилади.

6. Термодинамиканинг 2-қонуни.

I. 16. Термодинамика иккинчи қонунининг таърифлари

Жараёнларнинг йўналиши ва бориш чегараларини аниқлаш учун термодинамиканинг биринчи қонуни етарли эмаслиги ҳақидаги хулоса термодинамиканинг иккинчи қонунини ўрнатишга олиб келди. Термодинамиканинг иккинчи қонуни табиатнинг умумий қонунидир ва у биринчи қонунга ўхшаб постулот ҳисобланади. Термодинамиканинг иккинчи қонунини назарий келтириб чиқариб бўлмайди, у термодинамиканинг биринчи қонунидек, барча инсоният тажрибасининг умумлашуvidан иборатдир. Термодинамиканинг иккинчи қонунинг исботи бўлиб ундан келиб чиқадиган барча хулосаларнинг ҳозиргача тажрибада тасдиқланиб келиши хизмат қилади. Термодинамиканинг иккинчи қонуни системада айна температура, босим ва концентрацияларда қайси жараён ўз-ўзидан кета олишини, унинг қанча иш бажаришини, айна шароитда системанинг мувозанат ҳолати қандай эканлигини кўрсатади. Термодинамиканинг иккинчи қонунидан фойдаланиб бирор жараёни амалга ошириш учун қандай шароит яратиш лозимлигини аниқлаш мумкин. Агар термодинамиканинг биринчи қонуни ҳар қандай системаларга тадбиқ қилиниши мумкин бўлган абсолют қонун бўлиб, макро- ва микро-системалардаги ҳар қандай жараёнларга тегишли бўлса, иккинчи қонун – энергиянинг сочилиш қонуни - статистик табиатга эга ва кўп сонли зарралардан иборат, яъни статистика қонунларига бўйсунувчи, системаларгагина тадбиқ қилиниши мумкин. Жуда кўп молекулалардан иборат термодинамик система учун термодинамиканинг иккинчи қонуни ишончлидир. Аммо у кам сонли зарралардан иборат системаларга қўлланганда ўзининг маъносини йўқотади. Бундай системаларда

термодинамиканинг иккинчи қонунига зид бўлган жараёнлар тажрибада кузатилади. Ҳақиқатдан ҳам, молекулаларнинг иссиқлик таъсиридаги хаотик ҳаракати натижасида, уларнинг жуда кичик ҳажмдаги сони доимо ўзгариб туради. Бундай “тасодифий” ўзгаришлар натижасида системанинг зичлиги ўзгаради – флуктуациялар кузатилади. Термодинамик системаларда (макросистемаларда) флуктуацияларнинг деярли таъсири йўқ ва улар ҳеч қандай роль ўйнамайди. Термодинамиканинг иккинчи қонуни статистик термодинамикада тўлароқ физикавий нуқтаи назардан тушунтирилади. У статистик термодинамика постулотларидан келтириб чиқарилиши мумкин.

Термодинамика иккинчи қонунининг умумий таърифлари Карно ва Клаузиуснинг тадқиқотларида берилган. XIX-асрнинг ўртасида Клаузиус, Максвелл ва Кельвинлар ушбу қонуннинг оламшумул аҳамиятини кўрсатдилар. Термодинамиканинг иккинчи қонунига яқин фикрларни биринчи бор М.В.Ломоносов ҳам айтиб ўтган. XIX-асрнинг охирида Максвелл, Больцман ва Гиббслар термодинамика иккинчи қонунининг статистик характерини ўрнатдилар ва статистик механикага асос солдилар. Термодинамиканинг иккинчи қонунини асослаш двигателларнинг сифатини яхшилаш уринишлари билан ҳам боғлиқ. Абадий двигателни қуриш мумкин эмаслиги аниқ бўлгандан сўнг, олимларни фикрини бошқа бир, яъни жисмнинг ички энергиясини ишга айлантириб берувчи даврий равишда ишлайдиган машинани қуриш мумкинмикан, деган ғоя эгаллаб олди (масалан, океanning сувидан энергияни (иссиқликни) олиб ишлайдиган двигателли пароход қуриш фикри). Термодинамика биринчи қонуни, яъни энергетик баланс нуқтаи назаридан бундай двигателни қуриш мумкин. Бу ғояни амалга ошишининг аҳамияти абадий двигател яратиш билан баробар бўлар эди. Ҳақиқатдан ҳам, одамзот океан сувларида, атмосферада ва ер қобуғида мужассамлашган иссиқлик энергиясининг чексиз захираларини ишга айлантириш имкониятига эга бўлганда эди, бу абадий двигател қуриш билан тенг аҳамиятли бўларди. Масалан, океанларнинг сувларини 0,01 град га совутиш ҳисобига ер шаридаги саноат корхоналарини 1500 йил давомида

таъминлайдиган энергияга эга бўлар эдик. Шунинг учун ҳам бундай машинани иккинчи тур абадий двигатель деб аташди ва уни қуришга ҳаракат қилишди. Аммо бу уринишлар муваффақиятсизликка учради.

Табиатнинг қандайдир умумий қонуни борлиги ва у иккинчи тур абадий двигательни яратишга тўсқинлик қилаётгани маълум бўлиб қолди. Ушбу хулосани термодинамика иккинчи қонунининг умумий таърифи деса бўлади:

- системада ҳеч қандай ўзгаришсиз, фақатгина иссиқлик резервуарининг иссиқлиги ҳисобига даврий равишда ишлайдиган машинани, яъни иккинчи тур абадий двигательни қуриб бўлмайди ёки иккинчи тур абадий двигатель, яъни ҳеч қандай қўшимча энергия сарф қилмай туриб, фақат атрофдаги муҳитнинг иссиқлиги ҳисобига иш бажарувчи машинанинг бўлиши мумкин эмас (Оствальд таърифи).

Умумий таърифдан қуйидаги хулоса келиб чиқади:

- иссиқлик камроқ қиздирилган жисмдан кўпроқ қиздирилган жисмга ўз-ўзича ўта олмайди ёки қандайдир миқдордаги ишни иссиқликка айлантирмай туриб, иссиқликни совуқроқ жисмдан иссиқроқ жисмга ўтказиш учун циклик жараёндан фойдаланиб бўлмайди.

Ушбу таъриф 1850 йил Клаузиус томонидан термодинамика иккинчи қонунининг асосий таърифи сифатида таклиф қилинган. Томсон (Кельвин) томонидан эса қуйидаги таъриф таклиф қилинган:

- иссиқликни ишга айлантириш учун жисмни совутишнинг ўзи кифоя эмас, ишнинг иссиқликка айланиши эса жараённинг бирдан-бир натижасидир.

Термодинамика иккинчи қонунининг юқоридаги уччала таърифи эквивалентдир, улардан қатор хулосалар келиб чиқади. Масалан, изотермик циклнинг иши нолга тенгдир, акс ҳолда ушбу жисмнинг иссиқлигини ишга айлантириш, яъни иккинчи тур абадий двигатель қуриш мумкин бўлиб қолади. Термодинамиканинг биринчи қонуни икки хил маъноли таърифларга эга бўлса, яъни “ҳеч нарсадан иш пайдо бўла олмайди” ва “иш ҳеч қандай

изсиз йўқолиб кетмайди”, термодинамика иккинчи қонунининг таърифлари биргина маънога эга: “резервуар иссиқлигини ишга тўлиқ айлантириб бўлмайди”. Тескари таъкидлаш нотўғри, чунки ишни тўлиқ равишда иссиқликка айлантириб бўлади. Бу ҳулоса иссиқлик энергиясининг ўзига хослигидан келиб чиқади, яъни у заррачаларнинг хаотик ҳаракатининг маҳсулидир. Энергиянинг бошқа турлари эса (масалан, электр, ёруғлик) заррачаларнинг тартибли ҳаракати билан боғлиқ. Иссиқлик энергияси энергиянинг энг кам самарага эга кўриниши эканлиги табиийдир. Худди шунинг учун энергиянинг барча турлари тўлиқлигича иссиқлик энергиясига айланиш мумкин (тартибли ҳаракатдан эҳтимоли юқорироқ бўлган хаотик ҳаракатга). Иссиқлик эса энергиянинг самаралироқ турларига тўлиқ ўта олмайди, чунки бундай ўтиш хаотикдан тартибли ҳаракатга ўз-ўзидан ўтиш каби эҳтимоли бўлмаган ҳолга, яъни системанинг эҳтимоли кўпроқ ҳолатдан эҳтимоли камроқ ҳолатга ўз-ўзидан ўтишига мос келар эди. Умуман олганда, термодинамиканинг иккинчи қонуни айнан системанинг у ёки бу ҳолатининг эҳтимоллиги билан боғлиқдир. Термодинамиканинг иккинчи қонунини, юқорида таъкидланганидек, турли кўринишдаги энергияларнинг иссиқлик энергиясига секин–аста ўтиши кузатиловчи энергиянинг сочилиш қонуни, деб ҳам таърифлашимиз мумкин. Термодинамика иккинчи қонунининг ушбу таърифидан нотўғри ҳулосаларга келиш ҳам мумкин, масалан, термодинамиканинг иккинчи қонунини чексиз системаларга қўллаганда. Бутун оламни ёки бирор планетани чегараланган термодинамик система деб қабул қилиш ва унга термодинамиканинг иккинчи қонунини қўллаш нотўғри бўлади, чунки энергиянинг иссиқликка тўлиқ айланиши ва иссиқликнинг ўз-ўзидан ишга айлана олмагани сабабли оламда ҳаракат тўхтайдди, температура ошиб кетиб иссиқлик ҳалокатига олиб келади, деган нотўғри фикрлар туғилади.

7.Қайтмас жараёнлар учун термодинамиканинг иккинчи қонуни.

I. 19. Қайтар ва қайтмас жараёнлар учун термодинамиканинг 2- қонуни

Қайтар жараёнлар учун энтропиянинг иссиқликка боғлиқлигини кўриб чиқамиз. Термодинамиканинг 1-қонунидан

$$\delta Q_{\text{қайтар}} = dU + \delta W_{\text{қайтар}} \quad (\text{I. 145})$$

Агар фақат ташқи босимга қарши механик иш бажарилса

$$\delta W_{\text{қайтар}} = p dV \quad (\text{I. 146})$$

1 моль идеал газ учун (I. 89) тенгламадан $dU = nC_V dT$ бўлгани учун (I. 145) тенглама қуйидаги кўринишга келади:

$$\delta Q_{\text{қайтар}} = C_V dT + p dV \quad (\text{I. 147})$$

бу ерда δQ -тўлиқ дифференциал эмас. Идеал газ учун C_V ҳажмдан боғлиқ бўлмагани учун $\left(\frac{\partial C_V}{\partial V}\right)_T = 0$; идеал газ ҳолат тенгламаси $pV = RT$ дан $p = RT/V$

ва $\left(\frac{\partial p}{\partial T}\right)_V = \frac{R}{V}$. Бу ифода ҳам нолга тенг бўлганда тўлиқ дифференциаллик шарти бажарилар эди. Демак

$$\left(\frac{\partial C_V}{\partial V}\right)_T \neq \left(\frac{\partial p}{\partial T}\right)_V \quad (\text{I. 148})$$

Шунинг учун $\delta Q_{\text{қайтар}}$ тўлиқ дифференциал эмас¹.

Идеал газ мисолида (I. 147) тенгламанинг икки тарафини T га бўлсак, у ҳолда $\delta Q_{\text{қайтар}}/T$ тўлиқ дифференциал хоссасига эга бўлиб қолишини исботлаймиз.

Идеал газ учун $pV = nRT$ дан $\frac{p}{T} = \frac{nR}{V}$.

У ҳолда (I. 147) тенглама 1 моль идеал газ учун

$$\delta Q_{\text{қайтар}} = C_V dT + \frac{RT}{V} dV \quad (\text{I. 149})$$

кўринишга келади. (I. 149) тенгламанинг иккала тарафини T га бўлсак

$$\frac{\delta Q_{\text{қайтар}}}{T} = C_V d \ln T + R d \ln V \quad (\text{I. 150})$$

келиб чиқади, бу ерда $\delta Q_{\text{қайтар}}/T$ – келтирилган иссиқлик. (I. 150) тенгламадан

¹ Математикадан маълумки, агар $\delta Z = Mdx + Ndy$ ифодада $\delta Z = dZ$ бўлса, яъни δZ x ва y ўзгарувчилар бўйича тўлиқ дифференциал бўлса, унда M ва N коэффициентлар орасида қуйидаги муносабат бажарилади: $(\partial M / \partial y)_y = (\partial N / \partial x)_y$. Акс ҳолда δZ тўлиқ дифференциал эмас.

$$\left(\frac{\partial C_V}{\partial \ln V}\right)_T = \left(\frac{\partial R}{\partial \ln T}\right)_V = 0 \quad (\text{I. 151})$$

эканлиги кўриниб турибди.

Шундай қилиб, келтирилган иссиқлик $\delta Q_{\text{кайтар}}/T$ идеал газ учун ҳолат функцияси, яъни энтропиянинг тўлиқ дифференциалидир

$$dS = \frac{\delta Q_{\text{кайтар}}}{T} \quad (\text{I. 152})$$

Агар математик нуқтаи назардан термодинамиканинг биринчи қонуни ички энергия ҳолат функцияси эканлиги ҳақидаги ҳулосага олиб келса, термодинамиканинг иккинчи қонуни энтропиянинг ҳолат функцияси эканлигини кўрсатади. Шуни таъкидлаш лозимки, термодинамика биринчи қонунининг математик ифодаси қайтар ва қайтмас жараёнлар учун бирдек адолатли бўлса, (I. 152) тенглама фақат қайтар жараёнлар учун адолатлидир. Бу ҳулоса қайтар циклик жараёнда бажарилган иш максимал эканлигидан келиб чиқади. (I. 152) тенглама “абсолют температура” тушунчасининг ҳам аниқ мазмунини кўрсатиш имкониятини беради. δQ катталиқ тўлиқ дифференциал эмас, dS эса, термодинамиканинг иккинчи қонунига биноан, системанинг бир қийматли ҳолат функциясининг тўлиқ дифференциалидир. Шу муносабат билан $1/T$ катталиқ интегралловчи кўпайтирувчи бўлиб, температураларнинг термодинамик шкаласини аниқлаб беради. Термодинамиканинг иккинчи қонуни температуранинг энг қуйи чегараси $T=0$ ва бу температурада фойдали иш коэффициентини $\eta=1$ эканлигини ҳам аниқлайди.

Энтропия экстенсив катталиқ бўлиб, системадаги модданинг миқдorigа боғлиқ. Агар (I. 152) тенгламани $\delta Q_{\text{кайтар}}=TdS$ кўринишида ёзсак, энтропиянинг экстенсивлик хоссаси янада яққолроқ бўлади. $\delta Q_{\text{кайтар}}$ энергия ўлчовига эга бўлганлиги сабабли, TdS ҳам энергия ўлчовига эга бўлади. Аммо ҳар қандай энергия интенсивлик ва экстенсивлик факторларининг кўпайтмасига тенг бўлади. Бу ерда T - интенсивлик фактори бўлса, dS - экстенсивлик фактори бўлади.

(152) тенглама фақат идеал газлар учун эмас, балки барча моддаларга тегишлидир. Шунинг учун ушбу тенглама ҳар қандай системаларга тааллуқли бўлиб, қайтар жараёнлар учун термодинамика 2-қонунининг математик ифодасидир. Қайтар жараёнлар учун $\delta Q_{\text{қайтар}}=0$, шунинг учун

$$dS=0 \quad \text{ва} \quad \Delta S=0 \quad (\text{I. 153})$$

Бу эса мувозанат ҳолатда энтропия максимал эканлигини билдиради (фақат қайтар жараёнлар бориши мумкин бўлганда).

Агар қайтар жараён система ҳолатининг чегарали ўзгаришида бораётган бўлса, унда

$$\Delta S = S_2 - S_1 = \int_1^2 dS = \int_1^2 \frac{\delta Q_{\text{қайтар}}}{T} \quad (\text{I. 154})$$

Агар жараён изотермик бўлса (I. 154) тенгламадан

$$dS = \frac{Q_{\text{қайтар}}}{T} \quad \text{ва} \quad TdS = Q_{\text{қайтар}} \quad (\text{I. 155})$$

Айланма жараёнларда, ҳар қандай ҳолат функцияси каби, энтропиянинг ўзгариши ҳам нолга тенг:

$$\oint dS = 0 \quad (\text{I. 156})$$

(I. 156) ва (I. 152) тенгламалардан

$$\oint \frac{\delta Q_{\text{қайтар}}}{T} = 0 \quad (\text{I. 157})$$

Қайтар жараёнлар учун термодинамиканинг 2-қонунини энтропиянинг мавжудлиги ва сақланиб қолиши ҳақидаги қонун дейиш мумкин. Қайтар жараёнларда изоляцияланган системаларда (I. 150) тенгламага биноан энтропия доимий бўлиб қолади. Агар қайтар жараён изоляцияланмаган системада борса, системанинг энтропияси ўзгариши мумкин, у ҳолда атроф мухитнинг энтропияси ҳам ўзгаради, бунда қайтар жараёнда қатнашаётган барча жисмларнинг суммар энтропияси ўзгармайди.

Энтропияни тартибсизлик ўлчови ҳам дейишади: модда қанчалик тартибсиз бўлса, унинг энтропияси шунчалик катта бўлади. Масалан, 1 моль сувнинг стандарт шароитдаги (298 К ва 0,1013 МПа) энтропияси турли

агрегат ҳолатлар учун қуйидагича ($\text{Ж}/(\text{моль} \cdot \text{К})$): $\text{H}_2\text{O}(\text{кр.})=39,3$; $\text{H}_2\text{O}(\text{с})=70,0$; $\text{H}_2\text{O}(\text{г})=188,7$.

Маълум миқдордаги модданинг энтропияси молекуланинг мураккаблашиши билан ортади. Масалан, 298 К ва 0,1013 МПа да 1 моль $\text{CO}(\text{г})$ нинг энтропияси 197,4 га $\text{CO}_2(\text{г})$ ники эса, 213 $\text{Ж}/(\text{моль} \cdot \text{К})$ га тенг. Системанинг энтропияси температура ортиши билан ҳам ортади.

Қайтмас жараёнлар учун термодинамика иккинчи қонунининг математик ифодасини чиқарамиз. 1-ҳолатдан 2-га система қайтмас (а) ва қайтар (б) жараёнлар орқали ўтсин. Термодинамиканинг 1-қонунига асосан қайтмас ва қайтр жараёнлар учун

$$\delta Q_{\text{қайтмас}} = dU + \delta W_{\text{қайтмас}} \quad (\text{I. 158})$$

$$\delta Q_{\text{қайтар}} = dU + \delta W_{\text{қайтар}} \quad (\text{I. 159})$$

Кўринишдаги тенгламаларни ёзсак ва айланма жараён учун (I. 158) дан (I. 159) ни айирсак:

$$\delta Q_{\text{қайтмас}} - \delta Q_{\text{қайтар}} = \delta W_{\text{қайтмас}} - \delta W_{\text{қайтар}} \quad (\text{I. 160})$$

ифодани оламиз ушбу ифода 0 га тенг, катта ёки кичик бўлиши мумкин. Агар иккала жараён (тўғри ва тесқари) қайтар бўлса, (I. 160) тенглама нолга тенг бўлади, чунки қайтар жараённи тўғри ва тесқари йўналишларда ўтказилганда системанинг ўзида ҳам, атроф мухитда ҳам ҳеч қандай ўзгаришлар бўлмайди.

Агар (I. 160) тенгламанинг иккала тарафи нолдан катта бўлса, айланма жараённинг бирдан-бир натижаси атроф мухитдан иссиқликнинг ютилиши ва система томонидан эквивалент миқдорда иш бажарилиши бўлади, яъни иссиқликнинг ишга тўлиқ ўтиши кузатилади, бу эса термодинамиканинг 2-қонунига зиддир (Томсон). Агар (I. 160) тенгламада иккала томон нолдан кичик бўлса, бу ҳол термодинамиканинг 2-қонунига зид бўлмайди, чунки бирдан-бир натижа ишнинг иссиқликка тўлиқ ўтиши бўлади. Шундай қилиб, 2-қонуннинг бевосита натижаси ва жараёнларнинг қайтмаслигини белгиловчи 2 та тенгсизлик қуйидагилардир:

$$\delta Q_{\text{қайтмас}} < \delta Q_{\text{қайтар}} \quad \text{ёки} \quad Q_{\text{қайтмас}} < Q_{\text{қайтар}} \quad (\text{I. 161})$$

$$\delta W_{\text{қайтмас}} < \delta W_{\text{қайтар}} \quad \text{ёки} \quad W_{\text{қайтмас}} < W_{\text{қайтар}} \quad (\text{I. 162})$$

(I. 162) дан ҳар қандай қайтмас жараёнларнинг иши доимо қайтар жараённинг ишидан кичикдир (системанинг бир ҳил бошланғич ва охириги ҳолатлари учун). Шунинг учун қайтар жараёнлардаги ишни максимал дейилади:

$$\delta W_{\text{қайтар}} = \delta W_{\text{max}} \quad \text{ва} \quad W_{\text{қайтар}} = W_{\text{max}} \quad (\text{I. 163})$$

Бажарилган иш максимумдан қанчалик кичик бўлса, жараён шунчалик қайтмас бўлади. Иш бажарилмасдан содир бўладиган жараёнлар тўлиқ қайтмас деб аталади.

Қайтмас жараёнда узатилаётган иссиқлик билан энтропиянинг ўзгариши орасидаги муносабатни топамиз. Қайтмас жараёндаги иссиқлик (I. 161) қайтар жараёндагидан кичикдир. (I. 152) тенгламадан

$$dS > \frac{\delta Q_{\text{қайтмас}}}{T} \quad \text{ёки} \quad T dS > \delta Q_{\text{қайтмас}} \quad (\text{I. 164})$$

ёки

$$\Delta S = S_2 - S_1 = \int_1^2 dS > \int_1^2 \frac{\delta Q_{\text{қайтмас}}}{T} \quad (\text{I. 165})$$

Қайтмас ўз-ўзидан борувчи жараёнлар учун изоляцияланган системада $\delta Q_{\text{қайтмас}} = 0$ ва (I. 164) ва (I. 163) тенгсизликлардан

$$dS > 0 \quad \text{ва} \quad \Delta S > 0 \quad (\text{I. 166})$$

Бу тенгсизликларнинг маъноси шундан иборатки, номувозанат ҳолатдаги изоляцияланган системаларда барча қайтмас жараёнлар энтропиянинг ортиши билан боради. Изоляцияланган системаларда $\Delta S < 0$ бўлган жараёнларнинг бориши мумкин эмас. Бундай таъкидлаш фақат изоляцияланган системаларга тегишлидир. Изоляцияланмаган системаларда атроф муҳит энтропиясининг ортиши ҳисобига $\Delta S < 0$ бўлган жараёнлар ҳам бориши мумкин.

Изотермик қайтмас жараёнларда ($T = \text{const}$ да T ни -интеграл остидан чиқариш мумкин):

$$\Delta S > \frac{Q_{\text{қайтмас}}}{T} \quad \text{ва} \quad T \Delta S > Q_{\text{қайтмас}} \quad (\text{I. 167})$$

Қайтмас жараёнларни тутувчи айланма жараёнлар учун

$$\oint \frac{\delta Q_{\text{қайтмас}}}{T} < 0 \quad (\text{I. 168})$$

(I. 164)-(I. 168) тенгсизликлар қайтмас жараёнлар учун термодинамика иккинчи қонунининг ифодасидир. Қайтмас жараёнлар учун термодинамиканинг иккинчи қонуни энтропиянинг мавжудлиги ва ортиб бориши қонунидир.

Қайтар ва қайтмас жараёнлар учун

$$dS \geq \frac{\delta Q}{T}; \quad TdS \geq \delta Q \quad (\text{I. 169})$$

деб умумлаштиришимиз мумкин.

Изоляцияланган системалар учун $\delta Q=0$ бўлгани учун (I. 169) дан

$$dS \geq 0; \quad \Delta S \geq 0 \quad (\text{I. 170})$$

(I. 169) ифодага δQ нинг қийматини қўйсак, термодинамиканинг биринчи ва иккинчи қонунларининг умумлашган ифодасини оламиз.

$$TdS \geq dU + \delta W \quad (\text{I. 171})$$

Системада қайтмас (чексиз кичик) жараён борса, унинг энтропияси dS , биринчидан атроф мухитдан иссиқлик билан маълум миқдордаги энтропия узатилиши (dS_e) ҳисобига, иккинчидан қайтмас жараёнда система ичида маълум миқдорда энтропия dS_i содир бўлиши ҳисобига ўзгаради. Пайдо бўлган энтропия миқдори жараённинг қайтмаслигининг ўлчовидир:

$$dS = -dS_e + dS_i \quad (\text{I. 172})$$

Қайтар жараёнда $dS_i=0$ бўлади.

Энтропия жараёнларнинг бориш-бормаслиги ва йўналишининг ҳамда изоляцияланган ёки адиабатик-изоляцияланган системаларда термодинамик мувозанат ҳолатининг ўлчовидир. Агар изоляцияланган системада ўз-ўзидан боровчи қайтмас жараён ўтаётган бўлса, $dS > 0$ ва $\Delta S > 0$ тенгсизликлардан энтропиянинг ортиши келиб чиқади. Ушбу шартлар изоляцияланган системада жараённинг амалга оширилишининг шартидир. Энтропия камаядиган $dS < 0$ жараёнларни изоляцияланган системаларда амалга ошириб бўлмайди. Изоляцияланган системалардаги жараёнларда энтропия ортиб

бориши билан бир вақтнинг ўзида система мувозанат ҳолатига яқинлашади. Система мувозанатга эришганда барча жараёнлар тўхтайди ва энтропия максимал бўлади. Шундай қилиб, изоляцияланган системанинг мувозанат ҳолати максимал энтропия ҳолатидир.

“Изоляцияланган система” тушунчасининг таърифидан $\delta Q=0$ ва $\delta W=0$ эканлиги ва $\delta Q=dU+\delta W$; $\delta W=pdV$ ифодалардан иккита тенглама келиб чиқади:

$$dU=0 \quad \text{ва} \quad dV=0 \quad (\text{I. 173})$$

Демак, изоляцияланган системада жараёнлар $U=\text{const}$ да боради. Изоляцияланган системадаги мувозанат шароитини $dS \geq 0$ ва $\Delta S \geq 0$ ифодаларга биноан, математик нуқтаи-назардан, ўзгармас энергия ва ҳажмдаги энтропия-

$$(dS)_{U,V} = 0; \quad (d^2S)_{U,V} < 0. \quad (\text{I. 174})$$

нинг максимуми шартни кўринишида ёзиш мумкин.

8.Термодинамиканинг 2-қонунини статистик асослаш.

Статистик термодинамика ёрдамида турли моддаларнинг асосий термодинамик функцияларини (исслиқлик сиғими, U , S ва бошқалар) ҳисоблаш усуллари ишлаб чиқарилганлиги сабабли, биз учун статистик термодинамика аҳамият қозонади. Аслида эса, статистик термодинамика умумий кимёвий термодинамиканинг бўлимларига кирмайди. У статистик физика (механика) қонунларига асосланган бўлиб, статистик усуллар ёрдамида ривожланади.

Термодинамиканинг биринчи қонуни кўп заррачалардан иборат системаларга ҳам, кам заррачалардан иборат системаларга ҳам тадбиқ этилади. иккинчи қонун эса, статистик табиатга эга бўлиб, фақат кўп заррачалардан иборат системаларгагина тадбиқ қилинади. Буни Больцман яхши тушунтириб берган: термодинамиканинг иккинчи қонуни ҳар қандай изоляцияланган системанинг эҳтимоли кам ҳолатлардан эҳтимоли каттароқ ҳолатларга табиий ҳолда ўтишининг натижасини кўрсатади ва

макросистемалар учун каттароқ аниқликка эга бўлган статистик қонундир:
 $S = k \ln W$.

Системанинг ҳолати 2 хил ифодаланади:

- системанинг тўғридан-тўғри ўлчанадиган T , V , P ва бошқа ҳоссаларининг тавсифи бўлган макроҳолат;
- ҳар бир заррачаларнинг ҳоссаларини ифодаловчи микроҳолат.

Макроҳолат микроҳолатлар билан термодинамик эҳтимоллик W орқали боғланган: W нинг қиймати қанчалик катта бўлса, системанинг ушбу ҳолатда бўлишининг эҳтимоллиги юқорироқ бўлади. Макроҳолатга жавоб берувчи микроҳолатларнинг сонини топиш учун статистик термодинамикада фазавий фазо (Γ -фазо) тушунчаси киритилган. Идеал газ молекулаларини кўраётганда Больцман статистикасидан фойдаланилади:

- фазавий фазода молекулаларнинг барча жойлашишлари бир хил эҳтимоллика эга;
- молекулаларнинг фазавий ячейкаларга тақсимланиши микроҳолатни ҳосил қилади;
- молекулаларнинг ячейка ичида бир жойдан иккинчисига ўтиши янги микроҳолатни ҳосил қилмайди;
- иккита молекуланинг иккита ячейкада жой алмашиши янги микроҳолатга мос келади.

Умумий ҳолда термодинамик эҳтимоллик:

$$W = \frac{N!}{N_1! N_2! \dots N_n!} \quad (\text{III. 1})$$

бу ерда N -молекулаларнинг умумий сони; $N_1, N_2, \dots, N_n$ — 1, 2, ... n ячейкалардаги молекулаларнинг сони.

N заррачаларнинг n та ячейкаларга тенг тақсимланганида максимал термодинамик эҳтимоллик

$$W_{\max} = \frac{N!}{\left[\left(\frac{N}{n} \right)! \right]^n} \quad (\text{III. 2})$$

га тенг.

$$N=15 \quad \text{ва} \quad n=3 \quad \text{да} \quad W_{\max}=7,6 \cdot 10^5$$

$$N=20 \quad \text{ва} \quad n=4 \quad \text{да} \quad W_{\max}=1,173 \cdot 10^{10}$$

Молекулаларнинг сони ортиши билан тенг тақсимланишнинг термодинамик эҳтимоллиги жуда ҳам тез ортиб кетади, шунинг учун оддий газ (1 моль да $6,022 \cdot 10^{23}$ та заррача) берилган ҳажмни бир текисда тўлдиради. Газ мувозанат ҳолатида бўлади.

Статистик термодинамиканинг постулотлари:

-ҳар бир ўз ҳолига қўйилган изоляцияланган система эҳтимоли энг катта ҳолатга ўтишга интилади, бунда изоляцияланган системанинг термодинамик эҳтимоллиги максимумга яқинлашади. Демак, термодинамик эҳтимолликнинг максимумига системанинг мувозанат ҳолати мос келади.

Статистик термодинамиканинг постулотларидан термодинамиканинг иккинчи қонуни ҳулоса бўлиб чиқади. $S=k \ln W$ тенгламаси статистик термодинамиканинг асосий тенгламасидир. Ушбу тенглама термодинамика иккинчи қонунининг асосий функцияси – энтропияни (S) статистик термодинамиканинг асосий катталиги –термодинамик эҳтимоллик (W) билан боғлаб туради.

Идеал кристалл модда учун $T=0$ да термодинамик эҳтимоллик $W_0=1$, чунки абсолют нолда идеал кристалл молекулаларнинг фақат биргина тақсимланиши орқали амалга оширилиши мумкин. Демак, статистик термодинамиканинг асосий тенгламаси абсолют нолда $S_0=0$ эканлигини кўрсатади.

9. Термодинамик потенциаллар. Характеристик функциялар

I. 22. Характеристик функциялар

Барча кўриб чиқилган термодинамик потенциаллар табиий шароитларда характеристик функциялар бўлади. Уларнинг бундай номланишига сабаб, функциянинг ўзи ёки унинг табиий параметрлар бўйича ҳосилалари орқали модданинг барча термодинамик хоссаларини очиқ ифодалаш мумкинлигидир. Лекин характеристик функцияларни танлашда унинг қулай бўлишига эътибор бериш керак. Масалан, $U=f(V, S)$ ва $H=f(p, S)$

бўлгани учун U ва H лардан характеристик функция сифатида фойдаланиш кийинчилик туғдиради, чунки энтропияни тўғридан-тўғри ўлчаш имкониятига эга эмасмиз. Худди шундай энтропиядан ҳам характеристик функция сифатида фойдаланиш ноқулай, чунки $S=f(V,U)$ бўлгани учун, ички энергияни бевосита аниқлаш имконияти йўқ. Шунинг учун характеристик функция сифатида кўпинча Гиббс ва Гельмгольц энергияларидан фойдаланилади, чунки улар аниқлаш осон бўлган табиий V , p , T катталикларнинг функцияларидир.

$G=f(p, T)$ ва $F=f(V, T)$ функцияларни кўриб чиқамиз. Ушбу функцияларнинг тўлиқ дифференциалини ёзамиз:

$$dG = \left(\frac{\partial G}{\partial T} \right)_p dT + \left(\frac{\partial G}{\partial p} \right)_T dp \quad (\text{I. 233})$$

$$dF = \left(\frac{\partial F}{\partial T} \right)_V dT + \left(\frac{\partial F}{\partial V} \right)_T dV \quad (\text{I. 234})$$

Термодинамика биринчи ва иккинчи қонунларининг тенгламаларидан қайтар жараёнлар учун (системада фақат ташқи босим кучларига қарши иш бажарилаётган энг содда ҳолни кўриб чиқамиз) юқорида келтирилган (I. 224) ва (I. 229) тенгламаларни (I. 233) ва (I. 234) тенгламалар билан солиштирсак:

$$\left(\frac{\partial G}{\partial T} \right)_p = -S; \quad \left(\frac{\partial G}{\partial p} \right)_T = V \quad (\text{I. 235})$$

$$\left(\frac{\partial F}{\partial T} \right)_V = -S; \quad \left(\frac{\partial F}{\partial V} \right)_T = -p \quad (\text{I. 236})$$

ифодаларни оламиз. (I. 235) ва (I. 236) тенгламалардаги функциялар характеристик функциялар бўлиб, улар системанинг термодинамик хоссаларини очиқ ифодалайди. Масалан, (I. 235) тенгламалардан:

- ўзгармас босимда система температураси ортиши билан Гиббс энергиясини камайишининг ўлчови энтропиядир, яъни $-\left(\frac{\partial G}{\partial T} \right)_p = S$ (манфий

ишора энтропия ортиши билан эркин энергиянинг камайишини кўрсатади);

- ўзгармас температурада система босими ортиши билан Гиббс энергиясини ортишининг ўлчови ҳажмдир.

Худди шундай (I. 233) тенгламалардан Гельмгольц энергиясининг ўзгармас ҳажмда температурага ёки ўзгармас температурада ҳажмга боғлиқ равишда камайиши энтропия ва босимлар орқали очик ифодаланади.

(I. 235) ва (I. 236) тенгламалардан энтропиянинг ҳажм ва босим бўйича ҳосилаларини осон топиш мумкин. Бунинг учун ҳосилаларни қарма-қарши тенглаб (I.235) тенгламадан $\left(\frac{\partial S}{\partial p}\right)_T = \left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_p$ ва (I.236) тенгламадан $\left(\frac{\partial S}{\partial V}\right)_T = \left(\frac{\partial p}{\partial T}\right)_V$ ҳосилаларни топамиз, яъни энтропиянинг турли жараёнларда ўзгаришини кўриб чиқаётганда келтириб чиқарилган тенгламаларни бошқа йўл билан олдик. Термодинамик функцияларни боғловчи бундай тенгламалар жуда кўп. Уларнинг кўпчилиги Н.П.Суворов томонидан жадвалга йиғилган, ундан хоҳлаган $\left(\frac{\partial x}{\partial y}\right)_w$ кўринишдаги ҳосилани ($W=\text{const}$) топиш мумкин. Бунинг учун $W=\text{const}$ га тўғри келувчи устундан ∂x га тўғри келадиган ифодани қатордан топиб, бошқа қатордан топилган ∂y га тўғри келган қийматга бўлинади. Масалан, $\left(\frac{\partial G}{\partial T}\right)_p$ ҳосила учун ∂G ни $p=\text{const}$ билан кесишган катагини оламиз ва ундаги ифодани, яъни $-S$ ни, касрнинг суратига ва ∂T ни $p=\text{const}$ билан кесишган катагини олиб, ундаги ифодани, яъни 1 ни, касрнинг махражига ёзамиз: $\left(\frac{\partial G}{\partial T}\right)_p = \frac{-S}{1} = -S$. Худди шундай $\left(\frac{\partial G}{\partial p}\right)_T = \frac{-V}{-1} = V$ натижани ҳам келтириб чиқариш мумкин.

10. Кимёвий мувозанат.

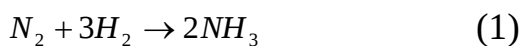
II.1. Кимёвий мувозанат белгилари, шартлари ва қонунлари

Ҳар қандай жараён системани шундай ҳолатга олиб келадики, бунда шароитлар ўзгартирилмаса системада ҳеч қандай кўзга кўринарли ўзгаришлар содир бўлмайди. Қайтар реакцияларда қрама-қарши икки жараённинг тезлиги бараварлашганда реакцион аралашманинг таркиби узок вақт ўзгармай қоладиган барқарор ҳолат кимёвий мувозанат ҳолати дейилади. Қайтмас реакциянинг шароитини ўзгартириб уни қайтар реакцияга айлантириш мумкин. Демак, қайтар ва қайтмас реакциялар орасида

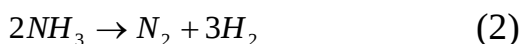
принципиал фарқ йўқ. Барча реакцияларни кимёвий мувозанат ҳолатига келадиган қайтар жараёнлар деб қабул қилсак, бундай системаларга қайтар жараёнлар термодинамикасини қўллай оламиз. Кимёвий реакцияларга термодинамикани тадбиқ қилиш реакциянинг механизми ҳақида ҳеч қандай маълумот бермайди, балки системанинг дастлабки ва охириги ҳолатлари ҳақида ва реакцияга киришувчи моддаларнинг кимёвий мувозанат ҳолатидаги миқдорлари ҳақида маълумотга эга бўламиз. Реакция борадиган муҳитнинг бир жинсли ёки кўп жинсли бўлишига қараб кимёвий мувозанатлар гомоген ёки гетероген мувозанатлар деб аталади. Газларда ва чин эритмаларда бўладиган мувозанатлар гомоген мувозанатлардир. Гетероген мувозанат бир неча фазадан иборат системадаги реакция натижасида қарор топади.

Шундай қилиб, мувозанат статик ҳолат эмас, балки кўзга кўринарли ўзгаришлар кузатилмайдиган динамик ҳолатдир. Матемик нуқтаи назардан мувозанат шартини $V_1=V_2$ кўринишда ёзиш мумкин, бу ерда V_1 ва V_2 – қарама- қарши йўналган жараёнларнинг тезликлари. Бу эса бизга ўрганилаётган системаларда бораётган жараёнларнинг тезликлари ҳақидаги маълумотларга, яъни кинетика қонунларига асосланиб мувозанат қонунларини ўрнатиш имкониятини беради. Аммиакнинг синтези мисолида буни кўриб чиқамиз.

Агар азот билан водородни аралаштириб маълум ташқи шароитларни яратсак қуйидаги жараён кетади:

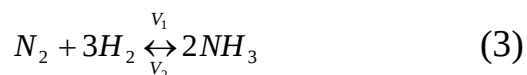


Реакция маҳсулоти ҳосил бўлиши билан аралашмада тескари жараён ҳам пайдо бўлади:



Аммиакнинг миқдори ортиши билан (2) реакциянинг тезлиги ортиб боради. Ниҳоят, аммиакнинг маълум (мувозанат) концентрациясида унинг ҳосил бўлиш ва парчаланиш реакциялари тенглашади ва кимёвий мувозанат ҳолатига эришилади.

Агар ташқи шароитлар ўзгартирилмаса системада кўзга кўринарли ўзгаришлар кузатилмайди. Бунда реакция охиригача бормайди ва мувозанат ҳолатидаги аралашма NH_3 , N_2 ва H_2 ларни тутати. Бундай охиригача бормайдиган ва системани кимёвий мувозанат ҳолатига келтирадиган реакциялар қайтар дейилади:



Шуни яна бир бор таъкидлаймизки, назарий нуктаи назардан барча реакциялар қайтардир, “қайтмас” кимёвий реакцияларни эса, мувозанат чапдан ўнгга кучли силжиган жараён деб қараш лозим. Кимёвий реакциянинг қайтарлиги билан жараённинг термодинамик қайтарлигини чалкаштириш керак эмас:

- кимёвий реакциянинг қайтарлиги ҳақида сўз юритилганда реакция фақат тўғри ва тескари йўналишларда бориши мумкинлиги тушинилади;
- термодинамик мувозанат эса, жараён бораётган системанинг чексиз мувозанат ҳолатларидан ўтиши кераклигини билдиради.

Шундай қилиб, қайтар кимёвий реакция термодинамик жихатдан қайтмас бўлиши мумкин (амалда кўпинча шундай бўлади ҳам).

Мувозанат ҳолатнинг белгилари қуйидагилар:

- вақт ўтиши билан системанинг ўзгармаслиги;
- мувозанат ҳолатга қандай йўл билан эришганликка боғлиқ бўлмаслик (термодинамикадан бевосита келиб чиқадиган асосий белги);
- мувозанатнинг ташқи шароитга боғлиқлиги (ҳар қандай чексиз кичик ўзгаришга мувозанатнинг ҳам чексиз кичик ўзгариши мос келади).

Кимёвий мувозанатнинг асосий миқдорий қонуни 1865 йил Н.Н.Бекетов томонидан ўрнатилган ва уни 1867 йил гомоген системалар учун Гульдберг ва Ваагелар ривожлантирган: ҳосил бўлган моддалар концентрациялари кўпайтмасининг бошланғич моддалар концентрацияларининг кўпайтмасига бўлинмаси ўзгармас температурада

мувозанатдаги системада ўзгармас катталиқ бўлиб, мувозанат константаси дейилади (ушбу қонун “массалар таъсири қонуни” номи билан машҳурдир).

Ҳақиқий мувозанат ҳолатнинг асосий қонунлари авваламбор тажрибада ўрнатилган ва ундан кейингина термодинамик нуқтаи назардан асосланган. Мувозанат ҳолатининг ташқи шароитларга боғлиқ равишда ўзгариш қонуниятини 1884 йил Ле Шателье биринчи бор сифат жиҳатдан кўрсатиб берган ва уни Браун умумлаштирган:

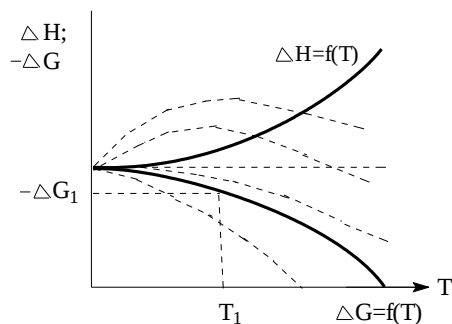
-агар мувозанатдаги системанинг ташқи шароитлари ўзгартирилса, мувозанат ташқи таъсирнинг эффекти камаядиган томонга силжийди (ле Шателье-Браун принципи).

11. Термодинамиканинг 3-қонуни

Буюк тажрибачи олимлар Бертло ва Томсон XIX асрда кимёвий реакциялар иссиқлик чиқариш йўналишида ўз-ўзидан боради, деган принципларни айтганлар. Умумий ҳолда принцип нотўғри, буни эндотермик реакцияларнинг мавжудлиги яққол кўрсатади. Ушбу принцип максимал иш принципи деб ҳам аталади, у паст температуралар учун адолатлидир, чунки қуйи температураларда асосан иссиқлик чиқиши билан борадиган жараёнлар кузатилади, яъни Бертло принципи температура қанчалик паст бўлса, шунчалик тўғри бўлади.

Бертло принципи термодинамик нуқтаи назардан реакциянинг ΔH^0 ва ΔG^0 лари манфий ва ўзаро тенг бўлганда оқланади: абсолют нолда $\Delta H_0^0 = \Delta G_0^0$ бўлади. ΔH^0 ва ΔG^0 ларнинг қийматлари температура абсолют нолга етишган сари бир-бирига асимптотик равишда яқинлашади, яъни $T=0$ да умумий уринмага эга бўлади (2,1-расм).

Юқоридаги фикрлар табиий ҳолда иссиқлик теоремасига ёки қонунига олиб келади, ушбу қонун Нернст томонидан 1906 йил уринма ҳақидаги постулот кўринишда айтилган. Иссиқлик қонуни бўйича, $\Delta G = f(T)$ эгриларидан фақат



II. 1-расм. Реакция энтальпияси ва Гиббс энергиясининг температурага боғлиқлиги.

уринмаси $T=0$ да горизонтал бўлгани реал эгридир, деган хулоса чиқади. Нернстнинг иссиқлик қонунини термодинамиканинг учинчи қонуни деб ҳам аталади: конденсирланган системаларда содир бўладиган реакциялар учун абсолют нолга яқин температурада ΔG нинг қиймати ΔH га яқинлашади ва $\Delta G = f(T)$ ва $\Delta H = f_1(T)$ эгрилари умумий горизонтал уринмага эга бўлади. Термодинамика учинчи қонунининг математик ифодаси қуйидагича:

$$\lim_{T \rightarrow 0} \left(\frac{\partial \Delta G}{\partial T} \right) = \lim_{T \rightarrow 0} \left(\frac{\partial \Delta H}{\partial T} \right) = 0 \quad (\text{II. 41})$$

Агар

$$\left(\frac{\partial G}{\partial T} \right)_p = -S \quad (\text{II. 42})$$

эканлигини назарда тутсак,

$$\left(\frac{\partial \Delta G}{\partial T} \right)_p = -\Delta S \quad (\text{II. 43})$$

эканлигидан ва Нернст қонунидан

$$\lim_{T \rightarrow 0} \Delta S = 0 \quad (\text{II. 44})$$

хулоса келиб чиқади.

Маълумки, термодинамиканинг биринчи ва иккинчи қонунларининг дифференциал тенгламаларидан термодинамик функцияларнинг фақатгина қандай ўзгаришини ҳисоблаш мумкин, аммо уларнинг абсолют қийматларини ҳисоблаб бўлмайди. Термодинамик тенгламаларни интеграллаш натижасида пайдо бўладиган интеграллаш доимийсини термодинамиканинг иккита қонуни асосида аниқлаб бўлмайди. Шу сабабли

термодинамика қонунларига қўшимча чегаравий шарт қўйиш зарурияти пайдо бўлган. Термодинамик тенгламаларни интеграллаш доимийсини ҳисоблаш йўлини Нернст ўзининг юқорида айтилган иссиқлик теоремасида таклиф қилган.

Мувозанат константаларини бевосита аниқлаш учун мувозанатдаги аралашмаларни анализ қилиш керак, бу эса жуда катта меҳнат талаб қилади. Калориметрик тадқиқотларнинг натижаларидан фойдаланиб мувозанат шароитларини назарий ҳисоблаш анча осонроқдир.

Реакциянинг изобарик тенгламасига биноан

$$\frac{d \ln K_p}{dT} = \frac{\Delta H}{RT^2} \quad \text{ёки} \quad \frac{d \ln K_p}{dT} = -\frac{Q_p}{RT^2} \quad (\text{II. 45})$$

(II. 45) ни интегралласак:

$$\ln K_p = -\int \frac{Q_p}{RT^2} dT + C \quad (\text{II. 46})$$

бу ерда C-интеграллаш доимийси; $\Delta H = -Q_p$. Агар C маълум бўлганда иссиқлик эффектнинг температурага боғлиқлигидан мувозанат константасини аниқлаш мумкин бўлар эди. Ушбу шарт кимёвий реакциянинг мувозанат шартидир: $G = \min$, $W' = -\Delta G = 0$ ёки $\frac{\partial G}{\partial T} = 0$, $\frac{\partial \Delta G}{\partial T} = 0$. Максимал фойдали иш $W' = 0$ бўлган температура $W' = f(T)$ боғлиқликдан топилади. Максимал фойдали ишни иссиқлик эффектлари орқали Гиббс-Гельмгольц тенгламаси ёрдамида топиш мумкин:

$$W' - Q = T \frac{dW'}{dT} \quad \text{ёки} \quad \Delta G = \Delta H + \left(\frac{\partial \Delta G}{\partial T}\right)_p \quad (\text{II. 47})$$

бу ерда $W' = -\Delta G$ -қайтар шароитларда ўтказилган кимёвий реакциянинг максимал фойдали иши, Q реал жараённинг иссиқлик эффекти ($Q_p = -\Delta H$).

$W' = f(T)$ ни топиш учун (II. 47) ни интеграллаймиз. Бунинг учун (II.47) ни бошқача кўринишга келтириб оламиз:

$$-Q = T \frac{dW'}{dT} - W' \quad (\text{II. 48})$$

ва (II. 48) $\frac{dT}{T^2}$ га кўпайтирамиз:

$$-\frac{W' dT + T \delta W'}{T^2} = -\frac{Q dT}{T^2} \quad (\text{II. 49})$$

Аммо

$$-\frac{W' dT + T \delta W'}{T^2} = d\left(\frac{W'}{T}\right) = -\frac{Q dT}{T^2} \quad (\text{II. 50})$$

Шунинг учун

$$\frac{W'}{T} = -\int \frac{Q}{T^2} dT + B \quad (\text{II. 51})$$

ёки

$$W' = -T \int \frac{Q}{T^2} dT + BT \quad (\text{II. 52})$$

Юқорида таъсирлаганимиздек, (II. 52) тенгламанинг BT ҳадини топиш учун қўшимча чегаравий шартдан фойдаланиш керак. Тажрибавий натижалардан реакция иссиқлик эффектининг температурага боғлиқлик графигини $Q=f(T)$ тузиш мумкин. Максимал фойдали ишни тажрибада топиб, чексиз эгрилардан тўғрисида танлаб олиш мумкин. Лекин кўп реакциялар термодинамик қайтар эмас, шунинг учун максимал фойдали ишни тажрибада аниқлай олмаймиз.

Конденсацияланган, яъни идеал кристаллардан тузилган ва ўзаро эритмалар ҳосил қилмайдиган системалар учун, Бертолнинг максимал иш принципи фақат $T=0$ да эмас, балки ундан юқорида температураларда ҳам ўзини оқлашига Нернст эътибор берди. Буни Гиббс-Гельмгольц тенгламаларидан тушунтирса бўлади. Бертоло принципи $Q=W'$ бўлганда адолатли эканлиги кўриниб турипти. Гиббс-Гельмгольц (II. 47) тенгламаларидан бу шарт 2 ҳолда бажарилади: $\frac{dW'}{dT} = 0$ да ва $T=0$ да. Кўп й(абсолют нолга яқин), Q ва W' нинг қийматлари деярли тенгдир. Бертоло принципига асосланиб, Нернст абсолют нол яқинида $Q=f(T)$ ва $W'=f(T)$ эгрилари бирлашиб кетади деган тахминни қилди (юқорида келтирилган (II. 41) тенгламадаги Гиббс энергияси ўрнига максимал фойдали ишни қўйдик):

$$\lim_{T \rightarrow 0} \frac{dW'}{dT} = \lim_{T \rightarrow 0} \frac{dQ}{dT} \quad (\text{II. 53})$$

(II. 53) тенглама фақат конденсацияланган системаларга адолатли бўлиб,
(II. 52) тенгламадаги интеграллаш доимийсини ҳисоблашга имконият беради.

(II. 47) тенгламадан

$$\frac{dW^*}{dT} = \frac{W^* - Q}{T} \quad (\text{II. 54})$$

$T=0$ да (II. 54) тенглама ноаниқликка олиб келади, чунки $W^*=Q$. Бунда $\lim_{T \rightarrow 0} \frac{dW^*}{dT} = \frac{0}{0}$ бўлиб қолади. Ушбу ноаниқликни Лопиталь қоида­сига биноан очиш мумкин:

$$\lim_{T \rightarrow 0} \left(\frac{dW^*}{dT} \right) = \frac{\lim_{T \rightarrow 0} \left(\frac{dW^*}{dT} \right) - \lim_{T \rightarrow 0} \left(\frac{dQ}{dT} \right)}{\lim_{T \rightarrow 0} \left(\frac{dT}{dT} \right)} = \lim_{T \rightarrow 0} \left(\frac{dW^*}{dT} \right) - \lim_{T \rightarrow 0} \left(\frac{dQ}{dT} \right),$$

(II. 53) тенгламани ҳисобга олсак

$$\lim_{T \rightarrow 0} \left(\frac{dW^*}{dT} \right) = \lim_{T \rightarrow 0} \left(\frac{dQ}{dT} \right) = 0 \quad (\text{II. 55})$$

Шундай қилиб, $Q=f(T)$ ва $W^*=f(T)$ эгриларига ўтказилган уринмалар абсолют ноль яқинида умумий ва температура ўқига параллел боради. Бундан (II. 52) тенгламадаги B ни осон топиш мумкин:

Кирхгоф тенгламасидан

$$Q = Q_0 - \int_0^T \Delta C dT \quad (\text{II. 56})$$

(II. 52) тенгламага (II. 56) даги Q нинг қийматини қўямиз, бунинг учун (II. 52) ни қуйидаги кўринишда ёзиб оламиз:

$$\frac{W^*}{T} = - \int \frac{Q}{T^2} dT + B \quad (\text{II. 57})$$

$$\frac{W^*}{T} = - \int \frac{Q_0 - \int_0^T \Delta C dT}{T^2} dT + B \quad (\text{II. 58})$$

Доимий қийматга эга бўлган Q_0 ни интеграл остидан чиқарсак (II. 58) тенглама қуйидаги кўринишга келади.

$$\frac{W^*}{T} = \frac{Q_0}{T} + \int \frac{dT}{T^2} \int_0^T \Delta C dT + B \quad (\text{II. 59})$$

ва $T=T_0$ да интеграллар остидаги ифода нолга айланиб кетганлиги учун:

$$\frac{W_0}{T_0} = \frac{Q_0}{T_0} + B \quad (\text{II. 60})$$

Гиббс–Гельмгольц тенгламасини эътиборга олсак:

$$B = \frac{W_0 - Q_0}{T_0} = \lim_{T \rightarrow 0} \left(\frac{dW}{dT} \right) = 0 \quad (\text{II. 61})$$

Шундай қилиб, Гиббс–Гельмгольц тенгламасининг интеграллаш константаси B (идеал кристалл моддалар учун) нолга тенг. Демак, конденсацияланган ситемалар учун

$$W = Q_0 + T \int_0^T \frac{dT}{T^2} \int_0^T \Delta C dT \quad (\text{II. 62})$$

Ушбу тенгламадан конденсацияланган системалардаги кимёвий реакцияларнинг максимал фойдали ишини топиш мумкин, демак, мувозанат шартларини ва константаларини ҳам аниқласа бўлади.

12.Мувозанат константасини ҳисоблаш усуллари

Вант-Гоффнинг кимёвий реакциянинг изобарик тенгламаси $\left(\frac{\partial \ln K_p}{\partial T} \right)_p = \frac{\Delta H}{RT^2}$ ўзгармас умумий босимда мувозанат константасининг температурага боғлиқлигини кўрсатади. Ушбу тенглама $K_p = e^{-\Delta G / RT}$ (ёки $\Delta G = -RT \ln K_p$) тенгламадан келиб чиққан бўлишига қарамасдан кимёвий термодинамиканинг асосий тенгламалари қаторига киритилган.

Мувозанат константасининг температурага боғлиқлиги кўп ҳолларда жуда кучли ифодаланади. Бундай далиллар кимёвий таъсирлашувлар таъсирлашаётган моддаларнинг табиатигагина боғлиқ, деган аввалги тушунчаларни тубдан ўзгартириб юборди, бу эса кимёвий термодинамика ютуқларининг яққол ифодаси бўлди. Термодинамиканинг тенгламалари моддаларнинг маълум реакцияларга киришиш қобиляти уларнинг табиатидан ташқари жараёнларни олиб бориш шароитларига (температура ва босим) боғлиқлигини миқдорий жихатдан ифодалайди. Агар реакцияни олиб бориш шароитлари кўрсатилмаган бўлса, модданинг кимёвий ҳоссалари

билан боғлиқ бўлган кимёвий реакцияга кириш қобилияти ҳақидаги тушунчалар ҳеч қандай маънога эга бўлмасдан қолди. Кимё учун жуда ҳам муҳим бўлган бундай ҳулоса термодинамикани назарий кимёнинг зарурий таркибий қисмига айлантирди.

Термодинамик маълумотлар асосида мувозанат константасини бир неча усулларда ҳисоблаш мумкин. Агар T температура ва ΔG° катталиги маълум бўлса, ҳисоблаш учун $\Delta G^{\circ}_T = -RT \ln K_p$ тенгламанинг ўзи кифоядир. Аммо бундай маълумотлар айрим температуралар учун бўлмаслиги мумкин. Бундай ҳолларда Вант-Гоффнинг изобарик тенгламасини интеграллаш йўлидан борилади. K_p катталигининг бирор температурадаги қиймати маълум бўлиб, унинг бошқа бир температурадаги қийматини аниқлаш керак бўлган ҳолларда Вант-Гофф тенгламасини интеграллаш зарур бўлади. Бундай ҳисоблар учун бирор температурада реакциянинг иссиқлик эффектини, реагентларнинг иссиқлик сиғимларини ва уларнинг температурага боғлиқлигини билиш керак. Бундай ҳисоб-китоблар жуда ҳам узун ва қўп вақтни талаб қилади. Улар Темкин М.И. ва Шварцман Л.А. лар томонидан таклиф қилинган махсус ёрдамчи жадвалларни қўллаш туфайли анча соддалаштирилиши мумкин. Бу жадваллар ΔH°_{298} ва ΔS°_{298} катталиклар ва иссиқлик сиғимларининг температурага боғлиқлиги маълум бўлса реакция эркин энергиясининг ўзгаришини ҳисоблаш имкониятини беради. Вант-Гофф тенгламасини интеграллаш амалий нуктаи-назардан қулайдир. Аввал бу усулдан жуда кенг фойдаланилган. Аммо охирги вақтда мувозанат константаларининг аниқ ҳисобларини бошқа йўл билан олиб боришни авзалроқ кўришади.

Реагентларнинг иссиқлик сиғимларини ифодалайдиган мураккаб полиномлар ўрнига термодинамик функцияларнинг стандарт жадвалларидан кенг фойдаланилади. Бу ҳолларда мувозанат константаларини ҳисоблашда бошланғич $\Delta G^{\circ}_T = -RT \ln K_p$ тенгламанинг ўзи кифоядир. Ҳисобларни ўтказиш учун зарур бўлган Гиббснинг стандарт энергияси $G^{\circ}_T = H^{\circ}_T - TS^{\circ}_T$ стандарт H°_T ёки S°_T ларга нисбатан температурага кучлироқ боғлиқ. Бу эса оралик

температуралар учун хисобларни ўтказишда ноқулайликлар келтириб чиқаради. Шу сабабли ҳозирги вақтда маълумотномалардаги жадвалларда Гиббс энергияси ўрнига келтирилган Гиббс энергияси

$$\Phi = -\frac{G_T^0 - H_0^0}{T} \quad (\text{II. 69})$$

ёки

$$\Phi = -\frac{G_T^0 - H_{298}^0}{T} \quad (\text{II. 70})$$

нинг (температураларнинг 0 дан 298 К гача оралиғидаги тажрибавий маълумотлар бўлмаганда) қийматлари берилади.

13. Фазавий мувозанат.

- 9.1. Faza, komponent va sistemaning erkinlik darajasi.
- 9.2. Fazalar qoidasi.
- 9.3. Bir komponentli sistemalar.
- 9.4. Klazius – Klapeyron tenglamasi.
- 9.5. Ikki komponentli sistemaning holat diagrammasi.

Tayanch iboralar va tushunchalar

Faza, tarkibiy qismlar, komponentlar, komponentlar soni, erkinlik darajasi, fazalar qoidasi, monovariantli sistema, bivariantli sistema, trivariantli sistema, invariantli sistema.

Adabiyotlar: 1, 3, 4, 5.

9.1. FAZA, KOMPONENT VA SISTEMANING ERKINLIK DARAJASI

Ko'p fazali geterogen sistemalardagi muvozanatlarni xarakterlash uchun V. Gibbs 1873 – 78 yillarda termodinamikaning 1 va II qonunlariga asoslanib, fazalar qoidasini taklif qildi. Fazalar qoidasini bir necha faza va bir qancha komponentlardan tuzilgan murakkab sistemalardagi muvozanatlarni sistemalashtiruvchi tamoil deb qarash lozim.

Sistemaning boshqa qismlaridan chegara sirtlar bilan ajraladigan va termodinamikaviy x-ossalari bilan farq qiladigan qismi faza deb ataladi; boshqacha aytganda, faza geterogen sistemaning bir modddan ikki yoki bir necha moddalar aralashmasidan iborat gomogen qismidir. Masalan, gazlar aralashmasi bitta fazani tashkil qiladi, chunki bir gaz ikkinchi gazda cheksiz erigani uchun gazlar bir – biridan chegara sirtlar bilan ajralmaydi. Toza suyuqlik va chin eritmalar ham faqat bitta fazani tashkil qiladi. To'yingan eritmaning o'zi ham birgina fazadan iborat, lekin uning ustidagi to'yingan bug' ham nazarga olinsa, eritma va uning ustidagi bug', albatta, ikki fazadir. Agar eritma tagidagi

qattiq tuz ham bo'lsa, bu sistema uch fazali bo'ladi. Toza qattiq jism qanchalik maydalangan bo'lishiga qaramay, baribir bir faza deb hisoblanadi, chunki ana shu qattiq jism kristallari bir – biridan ajralgan bo'lsa ham, termodinamikaviy xossalari jihatidan bir – biridan farq qilmaydi.

Komponentlar soni degan tushuncha bilan tanishishdan oldin, sistemaning tarkibiy qismlari nima ekanligini yaxshi bilib olish lozim.

Har bir sistema bir yoki bir necha modddadan iborat bo'lib, bu moddalar sistemaning tarkibiy qismlari deb ataladi. Sistemaning tarkibiy qismlari kimyoviy jihatdan bir jinsli moddalar bo'lib, uzoq vaqt davomida alohida tura oladi. Masalan, kaltsiy xlorid eritmasidagi Ca^{2+} va Cl^- ionlarini sistemaning tarkibiy qismlari deb bo'lmaydi, chunki ular sistemadan ajralgan holda mavjud bo'lmaydi; lekin ular kaltsiy xlorid holida mavjud bo'ladi. Shuning uchun kaltsiy xlorid va suvni sistemaning tarkibiy qismlari deyish mumkin.

Sistemaning mustaqil tarkibiy qismlari komponentlar deb ataladi. Komponentlar oddiy yoki murakkab moddalar bo'lishi mumkin. Masalan, tuzning suvdagi eritmasini tayyorlash uchun ikkita tarkibiy qism (suv va tuz) bo'lishi kerak. Bu holda ikki komponentli sistema hosil bo'ladi.

Sistemadagi har qaysi fazaning kimyoviy tarkibini xarakterlash uchun yetarli bo'lgan modda xillarining eng kichik soni sistemaning mustaqil tarkibiy qismlari yoki komponentlari soni deb ataladi.

Kimyoviy sistemadagi komponentlar sonini topish uchun sistemadagi tarkibiy qismlar sonidan shu sharoitda borayotgan kimyoviy reaksiyalar sonini ayirib tashlash kerak. Bu qoida shuni ko'rsatadiki, kimyoviy reaksiya borayotgan muvozanat sistemalarda komponentlarning soni hamma vaqt sistemadagi tarkibiy qismlarning umumiy sonidan kam bo'ladi; kimyoviy jarayonlar bormayotgan fizikaviy sistemalarda esa komponentlar soni hamma vaqt sistemaning tarkibiy qismlari soniga teng bo'ladi. Masalan, qand va suvdan iborat sistemadagi ikkita tarkibiy qism (suv va qand) ikkita komponentdir. Ma'lum bir sistemaning termodinamikaviy holatini to'la xarakterlash yetarli bo'lgan mustaqil o'zgaruvchilar soni sistemaning erkinlik darajasi deyiladi. Boshqacha aytganda, fazalar soniga halal bermay turib, ma'lum chegarada ixtiyoriy o'zgartirish mumkin bo'lgan parametrlar soni sistemaning erkinlik darajasi sonidir. Masalan, sistemani bosim, harorat va komponentlar konsentratsiyalari orqali xarakterlash mumkin. Shular ichida mustaqil o'zgara oladigan kattaliklar sistemaning erkinlik darajasini tashkil qiladi; ularni ixtiyoriy ravishda ma'lum chegarada o'zgartira olamiz; masalan, kimyoviy jihatdan bir jinsli ideal gaz harorat, hajm va bosim kabi termodinamikaviy o'zgaruvchilarga ega. Lekin bulardan har ikkisini mustaqil o'zgaruvchi deb qarash mumkin, chunki uchinchisi $PV = RT$ tenglamadan aniqlanadi. Demak, ideal gazning erkinlik darajasi ikkiga teng; bosim va haroratni yoki hajm va haroratni yoxud bosim va hajmni ixtiyoriy ravishda o'zgartirish mumkin.

9.2. FAZALAR QOIDASI

Fazalar qoidasi komponent, faza, erkinlik darajasi kabi tushunchalar orasidagi munosabatni ko'rsatadi. Fazalar qoidasini faqat muvozanatda turgan sistemalariga tatbiq etish mumkin.

Fazalar qoidasi tubandagicha ta'riflanadi: K komponentdan iborat sistemadagi fazalar soni (Φ) bilan sistemaning erkinlik darajasi (F) yig'indisi sistemaning komponentlar soni $-K$ plus 2 ga teng, ya'ni

$$\Phi + F = K + 2$$

Bu yerda: F – sistemaning erkinlik darajasi. Bu tenglamadagi 2 – bosim va haroratni ko'rsatadi. Bundan:

$$F = K - \Phi + 2$$

Demak, murakkab sistemada erkinlik darajasini topish uchun komponent sonidan faza sonini ayirib, qoldiqqa 2ni qo'shish kerak. Bosim kam ta'sir etadigan kodensatlangan, ya'ni qattiq va suyuq fazadan iborat sistema uchun faza qoidasi

$$F = K - \Phi + 1$$

SHaklida ifodalanadi.

Erkinlik darajasi 1 ga teng bo'lgan sistema monovariantli sistema deyiladi; erkinlik darajasi 2 ga teng bo'lsa bivariantli, boshqacha aytganda, divariantli sistema deb, erkinlik darajasi 3 ga teng bo'lsa, trivariantli sistema va nolga teng bo'lsa, invariantli (nonvariantli) sistema deb ataladi.

Muvozanatdagi sistemalar, bundan tashqari, komponentlar soniga qarab ham sinflarga bo'linadi, masalan, bir komponentli, ikki komponentli va hokazo komponentli sistemalar bo'ldi.

9.3. BIR KOMPONENTLI SISTEMALAR

Suv, muz va bug'dan iborat muvozanat sistemada faqat bitta komponent – suv bor. Bu sistema uch fazalidir: muz, suv, bug'. Lekin fazalarning soni bosim va haroratga bog'liq. Masalan, haroratni oshirish bilan muzning hammasini suvga aylantirib yuborish mumkin bo'lganidek, bosimni oshirib, bug'ni ham suvga aylantira olamiz.

Bir komponentli sistemalar uchun fazalar qoidasi tubandagicha yoziladi:

$$F = 1 - \Phi + 2 \text{ yoki } \Phi + F = 3$$

Agar fazalar soni 3 ga teng bo'lsa $F = 0$

Agar fazalar soni 2 ga teng bo'lsa $F = 1$

Agar fazalar soni 1 ga teng bo'lsa $F = 2$ bo'ladi.

Demak, bir komponentli sistemalarda erkinlik darajasi ikkidan ortiq bo'la olmaydi, fazalar soni esa uchdan ortiq bo'lmaydi. Shuning uchun bir

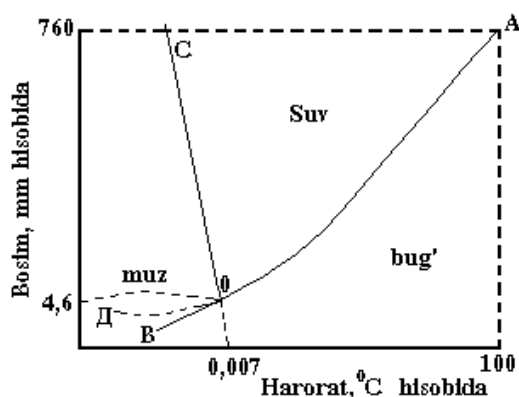
komponentli sistemalarni tasvirlashda abtsissa va ordinata o'qlaridan foydalanish mumkin. Muvozanatdagi sistemalarni grafik usulda tasvirlab, sistemaning holat diagrammasi hosil qilinadi. Grafik tuzish uchun, avvalo, sistemaning xossalari yaxshi tekshiriladi va tekshirish natijalari asos qilib olinadi. Masalan, suv ustida o'tkazilgan tajribalardan tubandagi natijalar olingan.

1. Harorat ko'tarilishi bilan suv bug'ining bosimi ortadi va bu ortish suvning kritik harorati 374°C ga yetguncha davom etadi.

2. Muz ham, garcha oz darajada bo'lsa – da, bug'lanib turadi va har qaysi haroratda ma'lum bug' bosimiga ega bo'ladi.

3. Muzning suyuqlanish harorati bosim ortgan sari (2000 atm gacha) pasayadi. Bosim 132 atmosfera ortganda, muzning suyuqlanish harorati taxminan 1° ga pasayadi. Masalan, 15 atmosfera bosimda muz – 5° da suyuqlanadi. Bosim 2000 atmosferadan oshgach, suvning muzlash harorati orta boshlaydi. Masalan 20760 atmosfera bosimda $+76^{\circ}$ da suyuqlanadigan muz borligi ma'lum bo'ldi. Lekin bu muz o'z strukturasi bilan oddiy muzdan (ya'ni 1 muzdan) farq qiladi va VI muz deb ataladi. Olingan bu natijalarga asoslanib grafik tuzish mumkin.

Abstissalar o'qiga harorat, ordinatalar o'qiga suv bug'ining bosimi quyilib, 9.1 – rasmda ko'rsatilgan diagramma hosil qilinadi.



9.1. – rasm. Suv holatlarining diagrammasi.

Bu diagrammada OA chizig'i suv bug'i bosimining haroratga qarab o'zgarishini ko'rsatadi. OA chizig'iga to'g'ri keladigan harorat va bosimda ikki faza: suv hamda bug' muvozanatda bo'ladi. Bu chiziqdan yuqoridagi bosim va haroratlarda suv suyuq holatda bo'ladi. OA chizig'idan past nuqtalarga to'g'ri keladigan bosim va haroratda suv faqat bug' holatida mavjud bo'ladi. Bundan kurinib turadiki, bosim OA chizig'idan pastroq kamaytirilsa, hamma suv bug'ga aylanib ketadi; agar bosim OA chizig'idan balandroq ko'tarilsa, bug'ning hammasi suvga aylanadi.

OB chizig'i muz bug'i bosimining haroratga qarab o'zgarishini ko'rsatadi. OB ni chizish uchun turli haroratlarda muz bug'ining bosimini ko'rsatadigan ma'lumotlardan foydalaniladi.

OB chizig'ining ustidagi nuqtalarga to'g'ri keladigan bosim va haroratlarda muz, bu chiziqning tagidagi nuqtalarga to'g'ri keladigan bosim va haroratlarda esa bug' bo'ladi.

OC chizig'i bosim o'zgarishi bilan muzning erish harorati o'zgarishini ko'rsatadi. Bu chiziqda bosim BOA chizig'idagi bosimlarga qaraganda ortiq bo'lgani uchun unga to'g'ri keladigan sharoitda bug' bo'lishi mumkin emas.

Punktir bilan chizilgan OD chizig'i OA chizig'ining davomi bo'lib, o'ta sovutilgan suv bug'ining bosimini ko'rsatadi.

9.4. KLAZIUS – KLAPEYRON TENGLAMASI

Yuqorida suv misolida bir komponentli sistemada fazalar bir – biriga aylanishi mumkinligi bilan tanishdik. Masalan, suv bug'lanadi, muz suyuqlanadi va hokazo. Fazalarning bir – biriga bu kabi aylanishda harorat bilan bosim orasidagi bog'lanish Klauzius – Klapayron tenglamasi bilan ifodalanadi:

$$\frac{dP}{dT} = \frac{Q}{T(V_2 - V_1)} \quad (9.1.)$$

bu yerda: Q – bir fazaning ikkinchi fazaga aylanish issiqligi;

V_2 – yuqoriroq haroratda barqaror bo'lgan fazaning hajmi;

V_1 – pastroq haroratda barqaror bo'lgan fazaning hajmi;

T – bu ikki fazaning muvozanat harorati.

Agar $V_2 - V_1$ va Q ma'lum bo'lsa, harorat bir oz o'zgarganda bosim qaysi tomonga o'zgarishini bilish mumkin.

Masalan, suv bug'ga aylanganda Klauzius – Klapayron tenglamasi quyidagicha yoziladi:

$$\frac{dP}{dT} = \frac{\lambda}{T(V_2 - V_1)} \quad (9.2.)$$

bu yerda: λ – suvning bug'ga aylanish issiqligi,

T – suvning bug'ga aylanish harorati,

V_2 – bug'ning hajmi, V_1 – suvning hajmi.

Klauzius – Klapayron tenglamasidan foydalanishda suyuqlikning hajmi bug'ning hajmiga qaraganda g'oyat kichik ekanligi nazarda tutsak, yuqoridagi tenglama quyidagi shaklni oladi:

$$\frac{dP}{dT} = \frac{\lambda}{T \cdot V_2} \quad (9.3.)$$

Kritik haroratdan bug' uchun $PV_2 = RT$ formulani tatbiq etib, undan V_2 ni topiladi: $V_2 = \frac{RT}{P}$ endi Klauzius – Klapayron tenglamasi quyidagicha yoziladi:

$$\frac{dP}{dT} = \frac{\lambda P}{RT^2} \quad (9.4.)$$

lekin $\frac{dP}{P} = d \ln P$ bo'lgani uchun $\frac{d \ln P}{dT} = \frac{\lambda}{RT^2}$ bo'ladi. Bu tenglama T o'zgarishi bilan λ o'zgarmaydi deb faraz qilib integrallangandan keyin:

$$\ln P = -\frac{\lambda}{P} \cdot \frac{1}{P} + C \quad (9.5.)$$

formula hosil bo'ladi. Natural logarifmdan o'nlik logarifmga o'tilsa,

$$\lg P = -\frac{\lambda}{4,576 \cdot T} + C \text{ kelib chiqadi.} \quad (9.6.)$$

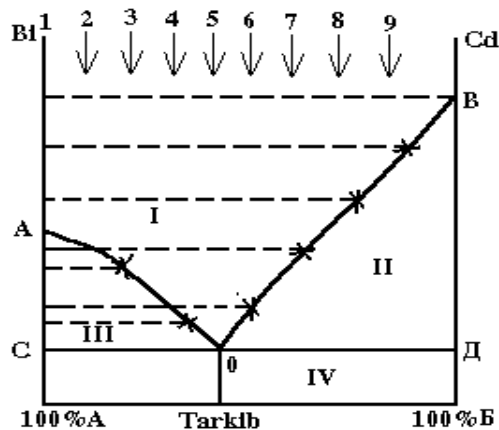
Bu tenglamani chiqarishda bug' ideal gaz qonunlariga bo'ysunadi deb faraz qilingan; aslida bug' bu qonunlarga to'la bo'yso'nmaydi. Shuning uchun ham Klauzius – Klapayron tenglamasi taqribiydir.

9.5. IKKI KOMPONENTLI SISTEMANING HOLAT DIAGRAMMASI

Turli – tuman qotishmalarining sovish chiziqlaridan foydalanib, sistemaning holat diagrammasi tuziladi (9.2. – rasm). Buning uchun abstsissalar o'qiga sistemaning og'irlik yoki molekulyar foizlar bilan ifodalangan tarkibi, ordinatalar o'qiga qotish harorati qo'yiladi. Diagrammaning eng chetki ordinata chiziqlarini toza metallar, masalan, vismut va kadmiy egallaydi. Abstsissalar o'qinin hammasi 100 bo'lakka bo'linadi. Masalan, uning qoq o'rtasi 50% vismut va 50% kadmiyga to'g'ri keladi.

Sovish diagrammasidan olingan ma'lumotlar bu diagrammaga ko'chiriladi. Buning uchun abstsissalar o'qiga qotishma tarkibini, ordinatalar o'qiga esa sovish diagrammasida chiziq singan haroratlarni qo'yib, bir necha nuqta hosil qilinadi. So'ngra bu nuqtalar bir – biri bilan tutashtiriladi. Shunday qilib, ikki komponentli sistemaning suyuqlanish diagrammasi hosil bo'ladi. 9.2 – rasmdagi diagramma ham shu tariqa hosil qilingan. Diagrammada minimumda turadigan 0 nuqta evtektikani ifodalaydi. Diagrammani yuqori qismdagi AOB chizig'i ustida yotuvchi soha (I) har xil tarkibli suyuq qotishmalarga to'g'ri keladi. CD chizig'idan pastdagi soha vismut va kadmiyning qattiq qotishmalariga to'g'ri keladi, chunki 146° dan past haroratda har qanday qotishma ham qotib qoladi. BO ichida yotuvchi soha (II) qattiq kadmiy bilan suyuq qotishmaga to'g'ri keladi. AOC ichida yotuvchi soha (III) suyuq qotishma bilan qattiq vismutning birgalikda mavjud bo'lishiga to'g'ri keladi. AO va BO chiziqlari likvidus chiziqlari deyiladi (likvidus so'zi lotincha bo'lib, suyuq demakdir). CD chizig'i solidus chizig'i deb ataladi (solidus so'zi lotincha bo'lib, qattiq demakdir). Chunki undan pastda qattiq faza turadi. IV soha qattiq evtektika va kadmiy kristallariga, V soha qattiq evtektika va vismut kristallariga to'g'ri keladi.

Endi bu diagrammani fazalar qoidasi nuqtai nazaridan ko'rib chiqamiz.



9.2 – rasm. Bitta evtektik nuqtaga ega bo'lgan ikki komponentli sistema diagrammasi

AO va BO likvidus chiziqlaridan yuqorida faqat bir faza (suyuqlik) bo'ladi; komponentlar soni 2 ga teng, fazalar qoidasi bu soha uchun quyidagicha yoziladi:

$$\bar{F} = K - \Phi + 1; \quad \bar{F} = 2 - 1 + 1; \text{ bundan } \bar{F} = 2$$

Demak, sistemani erkinlik darajasi 2 ga teng, ya'ni AO va BO chiziqlaridan yuqorida yotuvchi sohada haroratni ham, tarkibni ham ixtiyoriy o'zgartirish mumkin, bu vaqtda fazalar soni o'zgarmay qoladi. Sistema ikki variantlidir.

AO va BO chiziqlari bo'ylab vismut va kadmiy kristallari ajralib chiqadi; bu yerda fazalar soni 2 ga teng. Erkinlik darajasi topiladi:

$$\bar{F} = K - \Phi + 1; \quad \bar{F} = 2 + 1 - 2 = 1$$

AO va BO chiziqlari bo'ylab sistema monovariantlidir, ya'ni ma'lum haroratga ma'lum tarkibli suyuq qotishma to'g'ri keladi.

NAZORAT SAVOLLARI

1. Fazalar qoidasini kim, qachon va nimalarga asoslanib taklif qilgan edi?
2. Faza nima? Unga misollar keltiring.
3. Tarkibiy qismlar deb nimaga aytiladi?
4. Komponentlar deb nimaga aytiladi? Unga misollar keltiring.
5. Komponentlar soni deb nimaga aytiladi?
6. Sistemaning erkinlik darjasi to'g'risida ma'lumot bering?
7. Qanday sistemalarga mono-, di-, tri- va invariantli sistemalar deyiladi?
8. Bir komponentli sistemalarga misollar keltiring.
9. Suv holatlarining diagrammasini tushuntiring.
10. Klauzius – Klapeyron tenglamasi qanday bo'ladi?
11. Ikki komponentli sistemaning holat diagrammasini tushuntiring.

12. Likvidus va solidus chiziqlari qanday bo'ladi?

14. Биринчи ва иккинчи тур фазавий ўтишлар.

Фазалараро чегаранинг бўлиши бир фазадан иккинчисига ўтишда барча экстенсив параметрлар қийматларининг сакрашига сабаб бўлади. Оптик хоссаларнинг ўзгариши биринчи навбатда фазалар зичлигининг ўзгариши билан боғлиқдир. Бу, фазалар чегарасини кўриниб турадиган қилади. Бундай биринчи тур фазавий ўтишларда $\Delta G_{ф.ў.}=0$; $\Delta S_{ф.ў.}\neq 0$; $\Delta V_{ф.ў.}\neq 0$; $\Delta \chi_{ф.ў.}\neq 0$.

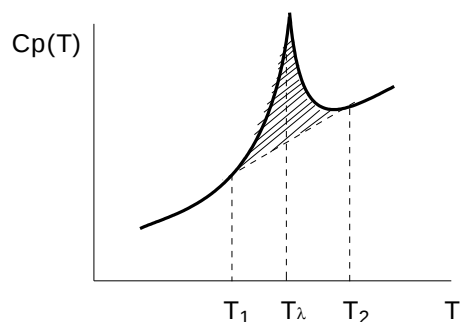
Ўз навбатида фазавий ўтиш иссиқлигининг нолдан фарқ қилиши ($Q_{ф.ў.}=T\Delta S_{ф.ў.}$) ҳар бир конденсирланган фазалар учун $(dp/dT)_{ф.ў.}$ ҳосиласининг сакраб ўзгаришига олиб келади. Бу эса суюқликни ўта совитиш имкониятини ва метастабил ҳолатдаги моддаларни олиш имкониятини беради. Бундай ўтишлар биринчи тур фазавий ўтишлардир.

Кўп вақт биринчи тур фазавий ўтишларгина мумкин, деб ҳисобланар эди. Аммо, кейинчалик экстенсив катталикларнинг қийматлари узлуксиз равишда ўзгарувчи иккинчи тур фазавий ўтишлар ҳам аниқланди:

$$\Delta G_{ф.ў.}=0; \quad \Delta S_{ф.ў.}=0; \quad \Delta V_{ф.ў.}=0; \quad \Delta \chi_{ф.ў.}=0 \quad (V.27)$$

Система шунга қарамасдан маълум бир аниқ физикавий ҳолатдан бошқасига ўтади. Системанинг тузилишидаги ва физикавий ҳолатидаги ўзгаришлар шунчалик каттаки, турли фазалар ҳақида сўз юритса бўлади. Иккинчи тур фазавий ўтишларга қуйидагиларни мисол қилиш мумкин: модданинг ўта ўтказувчанлик хоссасига эга бўлиб қолиши; феррамагнит хоссаларнинг ўзгариши; суюқ гелийнинг ўта оқувчан ҳолатга ўтиши; қотишмалардаги тартибланиш жараёнлари (ўта структураларнинг ҳосил бўлиши); сегнетоэлектриклардаги ўтишлар (кристалларда).

Кўпгина ҳолларда иккинчи тур фазавий ўтишларда иссиқлик сиғимининг температурага боғлиқлиги (V.3 -расм) грек ҳарфи λ кўринишини олади. Иккинчи тур фазавий ўтишга T_λ нинг аниқ қиймати тўғри келади (V.3 -расм).



V.3-расм. 2 –тур фазавий ўтиш соҳасида иссиқлик сиғимининг температурага боғлиқлиги.

Шундай қилиб, иккинчи тур фазавий ўтишда энтропия ва ҳажмнинг узлуксиз ўзгаришида термик кенгайиш $\alpha \equiv \frac{1}{V} \left(\frac{\partial V}{\partial T} \right)_p$, изотермик сиқилиш

$\beta \equiv -\frac{1}{V} \left(\frac{\partial V}{\partial p} \right)_T$ коэффициентлари, иссиқлик сиғими $C_p \equiv \left(\frac{\partial H}{\partial T} \right)_p$ каби катталиклар

сакраб ўзгаради: $\Delta\alpha_{ф.ў.} \neq 0$; $\Delta\beta_{ф.ў.} \neq 0$; $\Delta C_p \neq 0$. Шуниси жуда қизиқки, ушбу катталикларнинг ҳаммаси биринчи тур фазавий ўтишларда сакраб ўзгарувчи катталикларнинг биринчи тартибли ҳосилаларидир.

Гиббс энергиясидан фойдалансак, барча ўтишлар учун $\Delta G = 0$. Аммо, биринчи тур ўтишлар учун Гиббс энергиясининг биринчи тартибли ҳосилалари сакраб ўзгаради: $\Delta V = \Delta \left(\frac{\partial G}{\partial p} \right)_T \neq 0$; $\Delta S = -\Delta \left(\frac{\partial G}{\partial T} \right)_p \neq 0$

Иккинчи тур ўтишлар учун

$$\Delta\alpha_V = \frac{1}{V} \Delta \left(\frac{\partial V}{\partial T} \right) = \frac{1}{V} \left(\frac{\partial^2 G}{\partial T \partial p} \right) \neq 0 \quad (V.28)$$

$$\Delta\beta = -\frac{1}{V} \left(\frac{\partial^2 G}{\partial p^2} \right) \neq 0 \quad (V.29)$$

чунки $\left(\frac{\partial G}{\partial T} \right)_p = -S$; $-\left(\frac{\partial S}{\partial p} \right)_T = \left(\frac{\partial V}{\partial T} \right)_p$; $\left(\frac{\partial G}{\partial p} \right)_T = V$; $\left(\frac{\partial V}{\partial p} \right)_T = -V\Delta\beta$ ва

$$\Delta C_p = -T \left(\frac{\partial^2 G}{\partial T^2} \right) \neq 0 \quad (V.30)$$

чунки $\left(\frac{\partial G}{\partial T} \right)_p = -S$; $-\left(\frac{\partial S}{\partial T} \right)_p = -\frac{C_p}{T}$ бўлади. Бунда $\Delta \left(\frac{\partial G}{\partial p} \right)_T = 0$; $\Delta \left(\frac{\partial G}{\partial T} \right)_p = 0$; $\Delta G = 0$, яъни сўз

Гиббс энергиясининг иккинчи тартибли ҳосилаларининг сакраши ҳақида

кетяпти, бунда Гиббс энергияси ва унинг T ва p бўйича биринчи тартибли ҳосилалари ўзгармас бўлади.

Иккинчи тур фазавий ўтишларнинг таърифига биноан $\Delta H_{ф.ў.} = 0$; $\Delta S_{ф.ў.} = 0$. Шунга қарамасдан охириги йилларда иккинчи тур ўтишлар учун иссиқлик тушунчаси адабиётларда пайдо бўлди (V.3 -расмдаги штрихланган соҳа):

$$\Delta H_{II}^0 = \int_{T_1}^{T_2} \Delta C_{p,аномал} dT, \text{ бу ерда } \Delta C_{p,аномал} - \text{тажрибавий эгри билан пунктир чизиғи}$$

орасидаги иссиқлик сиғимларининг фарқи.

Худди шундай шартли равишда иккинчи тур фазавий ўтишнинг энтропияси ҳам аниқланади: $\Delta S_{II}^0 = \int_{T_1}^{T_2} \frac{\Delta C_{p,аномал}}{T} dT$.

Фазавий ўтишлар термодинамикасида фазаларнинг мувозанат шартларини ифодаловчи $p(T)$ боғланиши эгрисини аниқланиши талаб қилинади. Иккинчи тур фазавий ўтишлар учун тажрибада ΔC_p , $\Delta \alpha$, $\Delta \beta$ қийматларни аниқлаш мумкин. Ушбу маълумотлар фазаларнинг мавжудлик соҳаларини қандай қилиб ифодалайди? Бир компонентли системаларда биринчи тур ўтишлар учун бундай маълумотни Клапейрон–Клаузиус тенгламаси беради

$$\left(\frac{dp}{dT} \right)_{ф.ў.} = \frac{\Delta S_{ф.ў.}}{\Delta V_{ф.ў.}} \quad (V.31)$$

Ушбу тенглама (V.10) тенгламадаги $\Delta H_{ф.ў.}$ ўрнига термодинамиканинг 2 – конунига мувофиқ $T \Delta S_{ф.ў.}$ ифодасини қўйиш билан келтириб чиқарилган.

Иккинчи тур ўтишларда ушбу тенглама ноаниқликка айланади. Ушбу ноаниқликни Лопиталь қоидаси бўйича ечиш мумкин.

Биринчи бўлиб бундай ҳисобни 1933 йилда Эренфест ўтказган. Клапейрон –Клаузиус (V.31) тенгламасидаги сурат ва махражни температура бўйича дифференциалласак, Эренфестнинг биринчи тенгламасини оламиз:

$$\left(\frac{dp}{dT} \right)_{ф.ў.} = \frac{\Delta C_p}{T \Delta \left(\frac{\partial V}{\partial T} \right)_p} = \frac{1}{TV} \frac{\Delta C_p}{\Delta \alpha} \quad (V.32)$$

бу ерда $\left(\frac{\partial S}{\partial T}\right)_p = \frac{C_p}{T}$, $\alpha \equiv \frac{1}{V} \cdot \left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_p$.

(V.31) тенгламани босим бўйича дифференциалласак:

$$\left(\frac{dp}{dT}\right)_{\phi, \dot{y}, \Pi} = - \frac{\Delta \left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_p}{\Delta \left(\frac{\partial V}{\partial p}\right)_T} = \frac{\Delta \alpha}{\Delta \beta} \quad (V.33)$$

чунки $\left(\frac{\partial S}{\partial p}\right)_T = - \left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_p$.

(V.32) ва (V.33) тенгламаларни кўпайтириб, Эрнфестнинг иккинчи тенгламасини оламиз:

$$\Delta C_p = -T \left(\frac{dp}{dT}\right)_{\phi, \dot{y}, \Pi}^2 \Delta \left(\frac{\partial V}{\partial p}\right)_T \quad (V.34)$$

Ушбу тенгламалар қўйилган масаланинг ечимидир, чунки иккита фазанинг мувозанат шартларини ифодалайди ва $p(T)$ эгрининг дифференциал тенгламаси топилади. Ушбу ҳолда (V.32) ва (V.32) тенгламалар бир фазадан иккинчисига ўтаётганда ўзгараётган термодинамик ҳоссалар ёрдамида иккинчи тур $\left(\frac{dp}{dT}\right)_{\phi, \dot{y}}$ ўтишнинг қиймати белгиланади: $(\Delta C_p) \neq 0$; $\Delta \left(\frac{\partial V}{\partial p}\right) \neq 0$; $\Delta \left(\frac{\partial V}{\partial T}\right) \neq 0$.

15. Икки компонентли системалар.

Гиббснинг фазалар қоидаси тенгламасини бир компонентли системаларга қўлласак

$$F = 3 - \Phi \quad (V.26)$$

тенгламани оламиз, чунки (V.6) тенгламада $k=1$ бўлгани учун (V.26) тенглама келиб чиқади. Агар системада 1 та фаза бўлса, $F=2$ бўлади ва системани ифодалаш учун 2 та мустақил параметрларни аниқлаш керак. Агар системада 2 та фаза бўлса (масалан, сув билан буғ мувозанат ҳолатда), у ҳолда T ёки p ни аниқлаш керак, чунки ушбу температура учун фақат биргина мувозанат босими тўғри келади. Агар мувозанатда 3 та фаза бўлса, $F=0$ бўлади, яъни 1 компонентли системада 3 та фаза температура ва босимнинг фақат биргина муносабатида биргаликда мавжуд бўлиши мумкин.

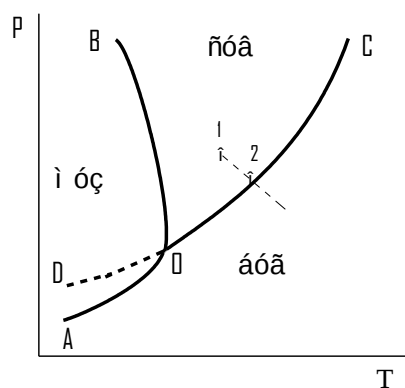
Сувнинг ҳолат диаграммаси

(V.26) тенгламага биноан 1 компонентли системада мувозанат ҳолатидаги фазаларнинг сони 3 тадан кўп бўлиши мумкин эмас: бир компонентли системаларда фазалар битта модданинг турли агрегат ҳолатларидан иборат бўлади. Агар модда турли модификациядаги кристалларни бера олса, юқорида айтганимиздек, уларнинг ҳар бири алоҳида фаза ҳисобланади. Ҳар бир модификация T ва p ларнинг маълум интервалидагина барқарордир. (V.26) тенгламага биноан фақат 1, 2 ва 3 фазали системаларгина мавжуд бўлиши мумкин.

Система ҳолатининг ва ундаги фазавий мувозанатларнинг ташқи шароитлардан ёки унинг таркибидан боғланишини ифодаловчи боғланиш ҳолат диаграммаси ёки фазавий диаграмма дейилади.

V.1–расмда ўртача босимлардаги сувнинг ҳолат диаграммаси келтирилган (1 мПа гача). 3 та эгри ҳолат диаграммасини буғ, суюқлик ва музга тўғри келувчи майдонларга бўлиб турипти. Эгрилар 2 та фаза орасидаги мувозанатга жавоб беради. ОС эгриси сувнинг тўйинган буғ босимининг температурага боғлиқлигини тавсифлайди ва буғланиш эгриси дейилади; ОВ эгриси сувнинг музлаш температурасининг ташқи босимга боғлиқлигини кўрсатади ва суюқланиш эгриси дейилади; ОА эгриси сублиматланиш эгриси дейилади. О нуқта буғ, муз ва сувларнинг бир вақтда ўзаро мувозанатда бўлиш шароитларини ифодалайди.

1 –нуқтада фазалар сони битта бўлиб, эркинлик даражалари сони $F=3-1=2$ бўлади. Бунинг маъноси шуки, маълум чегараларда фазалар сони ва кўринишини ўзгартирмасдан туриб, мустақил равишда p ва T ни ўзгартириш мумкин. 2 –нуқтада $F=3-2=1$. Бу температура ёки босимни



V.1-расм. Ўртача босимлардаги сувнинг ҳолат диаграммаси.

ихтиёрий ўзгариши имкониятини кўрсатади. Бунда иккинчи ўзгарувчи биринчига мос равишда Клапейрон–Клаузиус тенгласига биноан ўзгариши керак. ОС эгриси буғланиш жараёни учун Клапейрон–Клаузиуснинг (V.13) тенгласи билан ифодаланади.

ОВ эгриси эса суюқланиш жараёни учун (V.25) тенглама билан ифодаланади.

ОА эгриси музнинг сублиматланиш жараёнини ифодалайди ва (V.13) тенглама билан ифодаланиши мумкин.

ОД эгриси ўта совитилган сувнинг устидаги тўйинган буғ босимидир. Бундай ҳолат барқарор эмас, чунки ўта совитилган сув доимо каттароқ буғ босимига эга, яъни каттароқ кимёвий потенциалга эга (худди шу температурадаги музга нисбатан). Ўта совитилган сув буғ билан метастабил мувозанатда бўлади. Бундай сувга бир неча муз кристалларини киритсак, унинг тезлик билан музлаши содир бўлади.

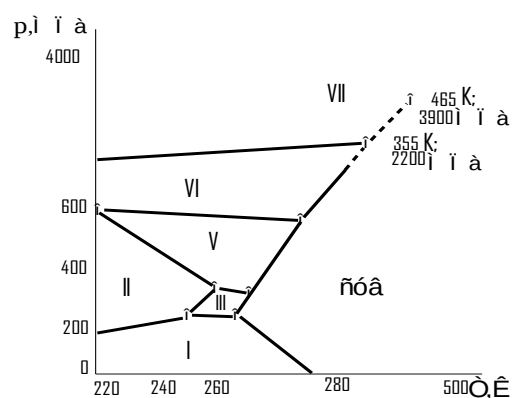
О нуқтада 3 та фаза мувозанатда бўлади ва $F=3-3=0$, яъни система инвариантдир: $p=6,1$ гПа ва $T=273,1576$ К ($0,0076$ °С). Атмосфера босимида (1013 гПа) муз учламчи нуқтага нисбатан пастроқ температурада эрийди. Бу ОВ чизиғининг чапга оғанлиги ва музнинг солиштирма массаси сувникидан кичиклиги билан тушунтирилади. Шунинг учун (V.25) тенгламага мувофик 1013 гПа да музнинг суюқланиш температураси $6,1$ гПа даги учламчи нуқтадагидан пастдир. Бунда система 2 фазали (сув ва муз), чунки $6,1$ гПа дан юқорироқ босимда буғсимон фаза мавжуд бўла олмайди.

Агар системага учламчи нуқтада иссиқлик берсак, у музни эритишга сарфланади, аммо температура ҳам, буғ босими ҳам системада 3 та фаза мавжудлигида ўзгармайди, чунки $F=0$. Барча муз суюқланганда суюқ ва буғ фазалари мувозанатда қолади, система моновариантли $F=1$ бўлиб қолади ва иситишни давом этсак, жараён ОС буғланиш эгриси бўйича кетади. Учламчи нуқтада системани совитиш муз ҳосил бўлишига олиб келади ва барча сув музга айланмагунча температура ва буғ босими ўзгармас бўлиб туради; совитишни давом эттирсак, системада 2 та фаза (муз ва буғ) қолганда,

система моновариантли бўлади ва бугнинг конденсацияланиш жараёни ОА эгрисига мувофиқ боради.

Юқори босимларда сувнинг ҳолат диаграммаси бутунлай бошқача бўлади V.2 –расм. Биринчидан, буғ фазаси умуман бўлмайди, иккинчидан музнинг 6 та модификацияси I-VII пайдо бўлади. Аввал музнинг яна бир IV модификацияси борлиги тахмин қилинган эди, аммо бу тасдиқланмади. Муз I энг кичик зичликка эга, унинг зичлиги сувникидан кичик, бу Клапейрон –

Клаузиус (V.25) тенгламасидан ҳам келиб чиқади, чунки муз I–сув мувозанат эгриси чапга оғган, яъни босим ортиши билан унинг суюқланиш температураси пасаяди. Оддий муз жуда ғовак кристалл структурага эга, аммо юқори босимларда у зичроқ кристалл



V.2-расм. Сувнинг юқори босимлардаги (4000 МПа) ҳолат диаграммаси.

модификацияларга ўтади. Муз II фақатгина қаттиқ фазалар билан (I, III, V) мувозанатда бўлади, қолган модификациялар қаттиқ фазалар билан ҳам, сув билан ҳам мувозанатда бўлиши мумкин. Музнинг III – VII модификацияларининг зичлиги сувникидан каттароқдир, шунинг учун уларнинг суюқланиш эгрилари (V.13) тенгламага биноан ўнгга оғандир. Муз VI нинг зичлиги 273 К да муз I никидан 1,5 марта катта.

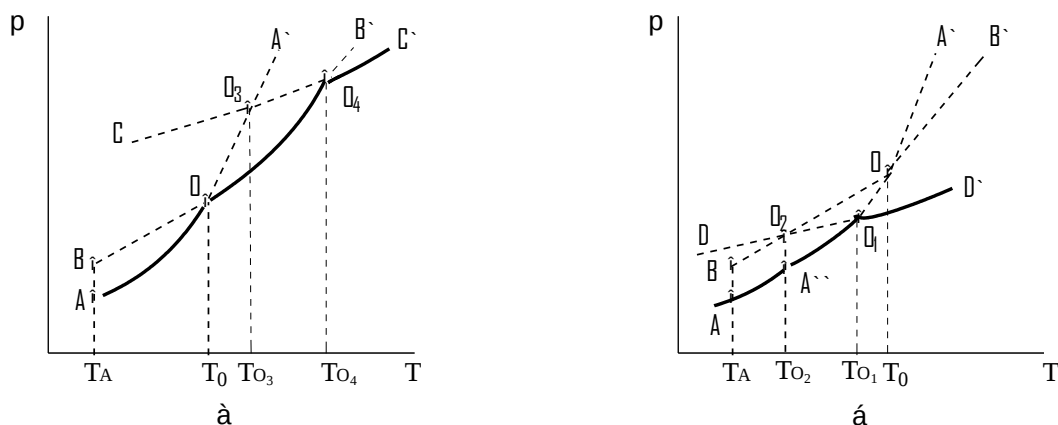
16. Икки компонентли системалар ҳолат диаграммаларининг таҳлили.

Кўпгина моддаларнинг кристаллари бир неча хил аллотропик модификацияда бўлади. Масалан, олтингугурт ромбик ва моноклиник шаклларда, қалай эса оқ тусли кристалл ҳолатида ва кул ранг тусли аморф ҳолатда бўлади.

Моддаларнинг бир кристалл модификациядан бошқа модификацияга ўтиши (Т ва р ўзгариши натижасида) полиморф ўзгариш ёки полиморфизм

деб аталади. Агар кристалл панжаранинг тури ва атомлар сони сақланган ҳолда бир компонентнинг заррачалари (атом ёки ионлари) бошқа компонентнинг кристалл панжара тугунларидаги заррачаларнинг ўрнини олиб қаттиқ эритма ҳосил қилса, кристалл панжарадаги бундай ўзгариш (кристалл панжаранинг ҳажми ва зичлиги ўзгаради) изоморф ўзгариш ёки изоморфизм дейилади (қаттиқ эритмалар қуйида батафсил муҳокама қилинади).

Бирор кристалл модда ташқи шароит ўзгариши билан бир кристалл кўринишдан иккинчисига ўтса ва шароит тикланиши билан аввалги кўринишга қайтса, бундай полиморф ўзгариш энантиотроп фазавий ўтиш дейилади.



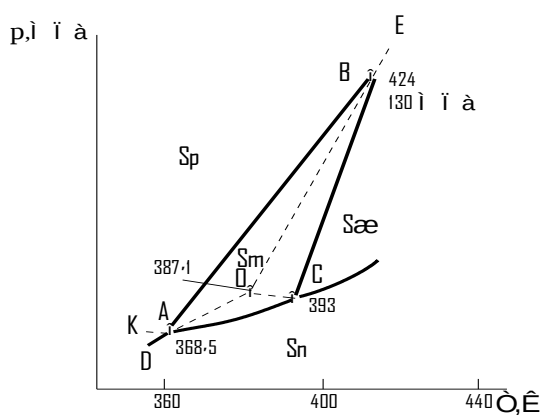
V.4-расм. Энантиотроп (а) ва монокроп (б) фазавий ўтишлари бўлган 1 компонентли системанинг ҳолат диаграммаси.

Энантиотроп ўтишда (V.4-расм, а) иккала полиморф модификацияларнинг ўзаро ўтиш температураси (О нукта) уларнинг суюқланиш температураларидан (O_3 ва O_4 нукталар) пастрокда жойлашган бўлади. Суюқлик –буғ мувозанати эгриси (CC') α - ва β - модификацияларнинг буғ билан мувозанатини ифодаловчи AA' ва BB' эгриларининг кесишган О нуктасидан юқорида жойлашган. А ва О нукталарга мос келувчи температуралар интервалида α -модификация барқарорроқ, чунки АО оралиғидаги буғ босими ВО оралиғидагидан пастрок. О ва O_4 нукталари оралиғидаги температуралар интервалида β -модификация барқарорроқдир, унга BB' эгриси мос келади. O_4 ва C' нукталари оралиғида суюқ фаза

барқарор бўлади (CC' эгриси). AOO_4C' эгрисидан юқорида жойлашган соҳалар бекарор метастабил мувозанат ҳолатларига тўғри келади (BO , OA' , CO_4 , O_4B' оралиқлар). Температурани T_0 дан юқорироққа оширганда β -модификация барқарорроқ бўлади ва α -модификация β га ўтади. Температура T_0 дан камайтирилганда тескари жараён кетади.

Энантиотроп ўтишга мисол қилиб ромбик олтингугуртнинг моноклиникга ўтишини ва тескари жараёни олишимиз мумкин. Агар ромбик олтингугуртни S_p 368,5 К дан юқори температурагача қиздирсак, у моноклиник S_m олтингугуртга айланади. 368,5 К да иккала кўриниш мувозанатда бўлади. Олтингугурт 4 та фазада бўлиши мумкин: буғ, суюқ ва 2 та кристалл (V.5-расм). Диаграммада 4 та соҳа мавжуд: S_p , S_m , S_c , $S_{буғ}$, улар олтингугуртнинг

4 та фазасининг барқарор мавжуд бўлишига жавоб беради. Диаграммада 4 та учламчи нуқталар бор. А нуқтада 368,5 К да $S_p \leftrightarrow S_m$ га ўтади. А нуқта 3 та фазанинг инвариант мувозанатига тўғри келади: S_p ва S_m (2 та қаттиқ фаза) ва 1 та газсимон фаза ва ўтиш нуқтаси дейилади. С нуқтада 393 К да



V.5-расм. Олтингугуртнинг ҳолат диаграммаси.

S_m суюқланади, бу ерда суюқ, S_m ва буғ фазаларининг инвариант мувозанати қарор топади. В нуқтада $S_{суюқ}$ фаза билан яна 2та кристалл модификациялар мувозанатда бўлади. О нуқтада ўта қиздирилган S_p (OB эгриси), ўта совитилган $S_{суюқ}$ (OC эгриси) ва буғ (OA эгриси) биргаликда мавжуд бўлади (OA эгрисидаги буғнинг босими моноклиник олтигугурт билан мувозанатдаги (AC эгриси) буғникидан юқори бўлади). Бунда буғ S_m билан мувозанатдаги буғга нисбатан ўта тўйинган бўлади. О нуқтада 3 та бекарор фазалар метастабил системани ҳосил қилади.

АВ эгриси $S_p \leftrightarrow S_m$ ўтишларнинг температураси босим ўзгариши билан қандай боғланганлигини кўрсатади. СВ эгриси S_m нинг босим ўзгариши билан суюқланиш температурасининг ўзгаришини тавсифлайди: босим ортиши билан S_m нинг суюқланиш температураси ортади, шунинг учун СВ эгриси ўнгга қараб оғандир. Клапейрон–Клаузиус тенгламасидан келиб чиқишича, суюқланиш жараёни учун ΔV мусбатдир, яъни суюқ олтингугуртнинг солиштирма ҳажми S_m нинг солиштирма ҳажмидан каттадир. ДА, АС, СF, эгрилари $S_p \leftrightarrow S_{\text{буғ}}$, $S_m \leftrightarrow S_{\text{буғ}}$ ва $S_{\text{суюқ}} \leftrightarrow S_{\text{буғ}}$ мувозанатларни тавсифлайди.

17. Уч компонентли системалар

Уч компонентли системанинг таркибини ифодалаш учун тенг томонли учбурчакдан фойдаланилади. Учбурчакнинг учларига тоза компонентларнинг таркиби, томонларига 2 компонентли системаларнинг таркиби қўйилади. Учбурчакнинг ичидаги ҳар бир нуқта уч компонентли системанинг таркибини кўрсатади.

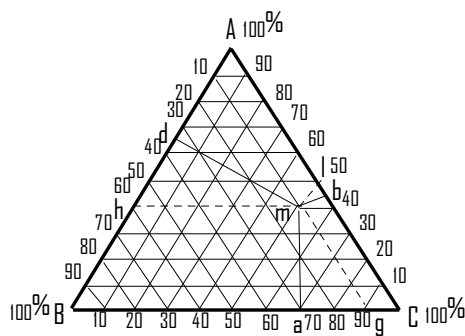
Уч компонентли системада ўзгарувчан катталиклар сифатида p , T ва 2 та концентрация бўлади. Одатда 3 компонентли конденсирланган системаларнинг тадқиқоти ўзгармас босимда олиб борилади. 3 та ўзгарувчидан боғлиқ бўлган системанинг ҳоссаларини фазовий диаграмма орқали ифодалаш мумкин, бундай диаграмма 3 томонли тўғри бурчакли призма кўринишида бўлади. Призманинг асосини тенг томонли учбурчак ташкил қилади ва у учламчи системанинг таркибини кўрсатади, баландлиги эса температуранинг белгилайди. Уч компонентли системани текисликда ифодалаш учун босим ҳам, температура ҳам ўзгармаслиги шарт.

Тенг томонли учбурчакнинг учлари А, В ва С тоза моддаларга мос келади. Учбурчакнинг ичида жойлашган ҳар бир нуқта уч компонентли системаларнинг таркибини ифодалайди. Нуқта қанчалик учбурчакнинг учига яқин бўлса, шу компонентнинг фоизи шунчалик кўп бўлади.

Тенг томонли учбурчак воситасида уч компонентли системанинг таркибини ифодалаш учун 2 усулдан фойдаланилади: Гиббс ва Розебум усуллари.

Гиббс усулига кўра (V.20-расм), уч компонентли системанинг учбурчак ичидаги бирор нуктага тўғри келадиган таркибини аниқлаш учун, ўша нуктадан учбурчакнинг уччала томонига перпендикуляр туширилади. Бу кесмаларнинг йиғиндиси тенг томонли учбурчакнинг баландлигига тенг, уни 100 % деб қабул қиламиз. Учбурчак ичидаги m нукта учбурчакнинг A учидан узоқда бўлгани учун бу нуктадаги аралашмада A компонентнинг миқдори кам бўлади, яъни A нинг миқдори унинг қаршисидаги томондан бошланган перпендикулярнинг узунлиги билан белгиланади. Масалан, m нуктадаги аралашманинг таркибида 40 % A бор. Худди шундай усулда B ва C компонентларнинг таркиби ҳам топилади: 10% B ва 50% C .

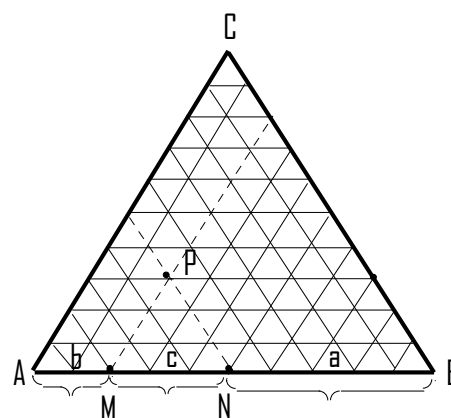
Розебум усулида системанинг таркибини аниқлаш учун m нуктадан учбурчакнинг 2 томонига параллел чизиқлар ўтказилади (V.21-расм). Учбурчакнинг AB томонидаги кесмаларнинг йиғиндиси тенг томонли учбурчакнинг томонига тенг.



V.20-расм. Уч компонентли система таркибини Гиббс усулида тасвирлаш.

P нуктадан учбурчакнинг 2 томонига ўтказилган параллел чизиқлар AB томонни 3 га бўлади ва бу AM , MN , ва NB кесмалар A , B ва C компонентларнинг миқдорини беради.

Учбурчакнинг В учининг каршисидаги томонга чизилган параллел b кесмани беради ва ушбу кесма В нинг миқдорини белгилайди. Учбурчакнинг А учининг каршисидаги томонга чизилган параллел a кесмани беради ва у А компонентнинг миқдорини белгилайди. Тенг томонли учбурчакнинг томонини 100% деб



V.21-расм. Уч компонентли система таркибини Розебум усулида тасвирлаш.

қабул қилсак, у ҳолда Р нуқта учун $A=50\%$, $B=20\%$ эканлигини ҳамда С компонентнинг миқдори 30% га тенглигини аниқлаш мумкин.

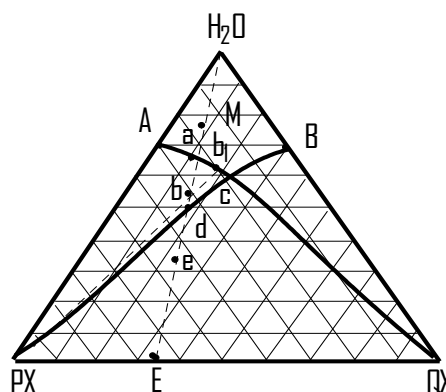
Уч компонентли системаларнинг ҳолат диаграммаларини тузишда босимни ўзгармас деб қабул қилсак, системанинг эркинлик даражаси $F=3-\Phi+1=4-\Phi$ тенглама билан ифодаланади. Температура ҳам ўзгармас бўлганда эркинлик даражаси $F=3-\Phi$ ифода орқали аниқланади.

Сув билан иккита туз (бир хил ионли) системасидаги фазавий мувозанатни кўриб чиқамиз. Агар иккала тузда катион ва анионлар турлича бўлса, у ҳолда система 4 компонентли бўлиб қолади.

V.22-расмда сув–бир хил ионли 2 туз системаси изотермик проекциясининг ҳолат диаграммаси ифодаланган. Тузлар сув билан гидратлар ёки қўш туз, комплекс бирикма ёки қаттиқ эритмалар ҳосил қилмайди. Розебум учбурчагининг учлари H_2O , PX ва QX тоза компонентларига мос келади. А нуқта сувнинг тўйинган эритмасида PX нинг концентрациясини, В нуқта эса, QX тузининг сувнинг тўйинган эритмасидаги концентрациясини кўрсатади. АС эгриси PX тузининг QX нинг турли таркибли эритмаларидаги эрувчанлигини тавсифлайди, ВС эгриси эса, QX тузининг PX нинг сувли эритмасидаги эрувчанлигини кўрсатади. С нуқтада эритма иккала туз билан тўйинган (эвтоника) бўлади. H_2O чўққи билан АСВ орасидаги майдонда жойлашган ҳар бир нуқта тузларнинг

тўйинган эритмаларига жавоб беради. АСРХ майдонидаги хохлаган нукта 2 та тузнинг эритмаси ва РХ қаттиқ туздан иборат 2 фазали системани ифодалайди. СВQX майдонидаги хохлаган нукта 2 та тузнинг эритмаси ва QX қаттиқ туздан иборат системани билдиради. РХСQX майдони 3 фазали системаларга мос келади: иккала туз билан тўйинган С таркибли эритма ҳамда РХ ва QX кристаллари.

Агар М фигуратив нуктага мос келувчи тўйинмаган эритма олиб, секин—аста сувни буғлатсак, сувнинг камайиб бориши билан системадаги тузларнинг миқдорий нисбати ўзгармайди. Шунинг учун буғлатиш жараёнида системанинг таркибига жавоб берувчи фигуратив нукталар (H_2O) Е чизиғида ётади. *a* нуктада



V.22-расм. Бир хил ионли 2 та тузнинг сувда эрувчанлигининг диаграммаси. Розебум учбурчагига изотермик проекция.

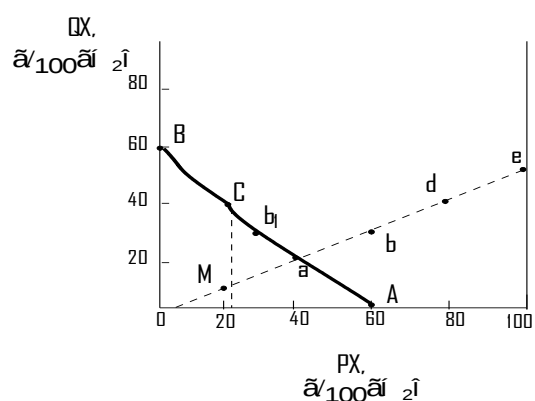
РХ тузининг кристаллари ажрала бошлайди. *e* фигуратив нуктага мос келувчи эритманинг таркибини топиш учун РХ чўққидан ва *e* нуктадан АС эгрисидаги e_1 нуктагача кесишгунча коннода ўтказамиз.

d нуктада эритма иккала тузга нисбатан тўйинган бўлиб қолади: ушбу эритманинг таркиби С нукта билан ифодаланади. Сувни буғлатишни давом эттирсак иккинчи QX тузининг кристалланиши бошланади. Эритманинг таркиби ўзгармас бўлиб қолади (С нукта), чунки 3 та фаза бўлганда изотермик проекцияда эркинлик даражалари сони нолга тенг бўлади ($\Phi=3$; $F=k-\Phi=3-3=0$). *e* нуктада система С таркибли эритма ва РХ ва QX кристалларининг аралашмасидан иборат бўлади. Сув тўлиқ чиқарилганда Е нуктада РХ ва QX қуруқ тузларнинг аралашмаси ҳосил бўлади. Ушбу тузларнинг масса миқдорларининг муносабати QXE ва RXE кесмаларнинг муносабатига тенг бўлади.

Бир хил ионли ва эвтоникага эга бўлган икки туз эритмасининг ҳолат диаграммасини тўғри бурчакли координаталар системасида ҳам ифодалаш

мумкин. Координата ўқлари бўйича компонентларнинг нисбий миқдорлари қўйилади. Бундай ифодалашда РХ ва QX тоза компонентларга жавоб берувчи нуқталар чексизликда бўлади. С нуқтада эритма иккала туз билан тўйинган.

М нуқта билан ифодаланган 2 тузнинг тўйинмаган эритмасидан ўзгармас температурада сувнинг буғланишини кўриб чиқамиз. Фигуратив нуқта ОМе тўғри чизиғи бўйича силжиб боради, чунки иккала тузнинг системадаги массаларининг нисбати ўзгармаяпти. *a* нуқтада РХ тузининг кристалланиши



V.23-рasm. Бир хил ионли иккита тузнинг сувдаги эрувчанлик диаграммаси. Тўғри бурчакли координаталар системасидаги изотермик проекция.

бошланади; *e* нуқтада РХ кристаллари билан e_1 таркибли эритма мувозанатда бўлади; *d* нуқтада иккинчи QX тузнинг кристалланиши бошланади ($\Phi=3$) ва эритманинг таркиби С нуқта билан тавсифланади. Буғлатиш давом эттирилса иккала туз кристалларининг ажралиб чиқиши давом этади. Эритманинг таркиби ўзгармайди, чунки эркинлик даражаларининг сони нолга тенг ($F=k-\Phi=3-3=0$).

Агар тузлар сув билан гидратлар ёки қўш тузлар, комплекс бирикмалар ёки қаттиқ эритмалар ҳосил қилса, икки тузнинг сувдаги эритмаларининг ҳолат диаграммалари анча мураккаб кўринишда бўлади.

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

**QARSHI DAVLAT UNIVERSITETI
KIMYO KAFEDRASI**



**FIZIKAVIY KIMYO FANIDAN LABORATORIYA ISHLARI UCHUN
USLUBIY KO'RSATMA**

Bilim sohasi: 100 000 – Gumanitar soha
Ta'lim sohasi: 140 000 – Tabiiy fanlar
Ta'lim yo'nalishi: 5140500 – Kimyo

:

QARSHI – 2019

Ushbu uslubiy ko'rsatma O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligining 2019 yil 1 martdagi "Yangi o'quv uslubiy ko'rsatmalarni tayyorlash bo'yicha uslubiy ko'rsatmani tavsiya etish to'g'risida"gi 107-sonli buyrug'iga asosan tayyorlandi.

Uslubiy ko'rsatma O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligining 20____ yil ____ _____dagi ____-sonli buyrug'i bilan tasdiqlangan "Fizikaviy kimyo" fanining o'quv dasturi asosida ishlab chiqildi.

Tuzuvchi: **E. Berdimurodov** Kimyo kafedrasining o'qituvchisi
Taqrizchilar: **I. Naxatov** Kimyo kafedrasining dotsenti
M. Qurbonov Kimyo kafedrasining katta o'qituvchisi

Uslubiy ko'rsatma "Kimyo" kafedrasining 201____ yil _____dagi "____"-son yig'ilishida muhokamadan o'tgan va universitet o'quv-metodik kengashida muhokama qilish uchun tavsiya etilgan.

Kafedra mudiri: **dots. L.S.Kamolov**

Uslubiy ko'rsatma Qarshi davlat universiteti o'quv-metodik kengashida tasdiqlangan (201 -yil «____» _____dagi ____-sonli bayonnoma).

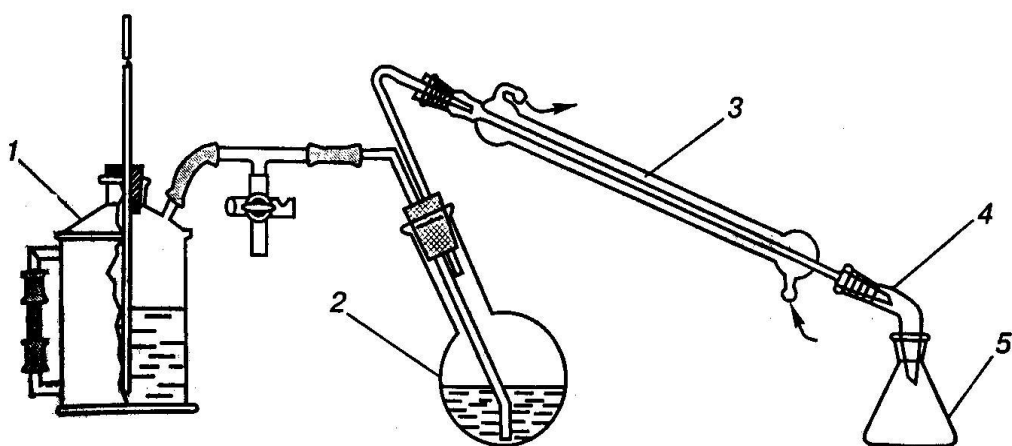
IMK raisi: **prof. Yu. Eshqobilov**

"Kelishildi"
O'quv-uslubiy boshqarma boshlig'i: **M. Fayzullaev**

O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIY VA O‘RTA MAXSUS TA‘LIM VAZIRLIGI

QARSHI DAVLAT UNIVERSITETI
KIMYO KAFEDRASI

FIZIKAVIY KIMYO FANIDAN LABORATORIYA ISHLARI
(Kimyo 2- kurs (3-4 semestrlar))



QARSHI-2019

1-LABORATORIYA ISHI

Fizikaviy kimyo laboratoriyasida ishlash qoidalari va xavfsizlik texnikasi

1. Laboratoriyada ish boshlashdan oldin xalat kiyish, suv, elektr gaz borligini, mo`rili shkafning ishlash – ishlamasligini ko`zdan kechirish, so`ngra xavfsizlik texnikasi qoidalariga rioya qilish kerak.
2. Xar bir talaba, iloji boricha, o`zi uchun ajratilgan joyda ishlashi kerak.
3. O`tkaziladigan tajribaning tavsifi, unda ishlatiladigan asbob va reaktivlar talabaning ish daftarida to`liq yozilgan bo`lishi lozim. Tajriba materialini talaba to`liq o`zlashtirganiga o`qituvchi iqror bo`lganidan keyingina ishni bajarishga ruxsat etadi.
4. Tajriba o`tkazilayotganda ozodalikka va saranjom – sarishtalikka rioya qilish kerak.
5. Ish vaktida gaz yoki vodoprovod jo`mraklari va shunga o`xshashlar elektr asboblari, tarozilar ishlamay qolsa, tezda laborantga murojaat qilish kerak.
6. Tajriba tugagach gaz gorelkasi, suv jo`mraklarini berkitish, elektr asboblarini o`chirish va tajriba natijalarini laboratoriya daftariga yozish kerak.
7. Talaba ishlatib bo`lgan reaktivlarni joyiga qo`yishi, o`zi sintez qilgan moddani laborantga topshirishi lozim. Ishlatgan idishlarni va asboblarni tozalab, shkaflarga qo`yib ish joyini toza qoldirishi lozim.
8. Laboratoriya darsini qoldirgan talabaning o`qituvchisiz yoki katta laborantsiz tajriba o`tkazishi ruxsat etilmaydi.

Laboratoriyada rioya qilish kerak bo`lgan xavfsizlik texnikasi qoidalari

Laboratoriyada ko`ngilsiz xodisalar sodir bo`lmasligi uchun quyidagi qoidalarga rioya qilish kerak:

1. Laboratoriyada o`t o`chirgich jun material va yashikda qum bo`lishi kerak.
2. Natriy va kaliy metallarini kerosinda, benzolda yoki toluolda saqlash lozim. Ular qisqich bilan olinib, filtr qog`oz ustida skalpel yordamida mayda bo`laklarga bo`linadi. Filtr qog`oz ustida qolgan natriy yoki kaliy metallarining mayda bo`laklarini tashlab yuborish man etiladi. Ularni maxsus idishlarga solish yoki spirda eritib yuborish kerak.
3. Oson uchuvchan yoki tez yonuvchan organik erituvchilar (benzol, toluol, benzin, etil spirti va x.k) saqlanadigan idish og`zini ochiq xolda alanga yoki elektr plitkalari oldida qoldirish man etiladi. Bunday eritmalarni laboratoriyada bir litrdan ko`p saqlash mumkin emas. Tajriba o`tkazilayotganda asbobning germetik ulanganligini kuzatish kerak. Oson uchuvchan va tez yonuvchan organik moddalarni ochiq alanga yordamida qizdirish man etiladi.
4. Tajriba o`tkazilayotgan vaqtda ish joyini tashlab ketish qat`iyan man etiladi.
5. Kislotani eritmasi tayyorlanayotganda suvni kislotaga emas, balki kislotani suvga oz – oz miqdorda solib tayyorlash lozim.
6. Organik moddalarni xidlash, mazasini ta`tib ko`rish va ularni og`zi ochiq idishda qoldirish mumkin emas.
7. Tajriba tugatilgach, gaz, suv va elektr asboblarini o`chirish va ish joyini navbatchi laborantga topshirish lozim.

Ko'ngilsiz xodisalar ro'y berganda birinchi yordam ko'rsatish

1. Laboratoriyada aptechka bo'lishi shart, uning qayerda joylashganligi va undan qanday foydalanishni talabalar bilishi lozim.
2. Issiqlik ta'sirida kuygan joyga tezda spirt yoki kaliy permanganat eritmasi bilan xo'llangan paxta qo'yiladi.
3. Ko'zga yoki badanning biror joyiga kislota sachrasa, o'sha yerni dastlab yaxshilab suv bilan, so'ngra sodaning 3 % li eritmasi bilan yuviladi.
4. Ishqor sachraganda esa dastlab suv bilan, so'ngra sirka kislotaning 1% li eritmasi bilan yuviladi.
5. SHisha kesgan joy dastlab shisha siniklaridan tozalanadi, so'ngra yodning 3% li eritmasi surtiladi va sterillangan bint bog'lanadi.
6. Gazlar ta'sirida zaharlanganda tezda novshadil spirt xidlatib ochiq xavoga olib chiqiladi.
7. Fenol ta'sirida kuyganda zaharlangan joyni spirt bilan artish kerak.
8. Brom ta'sirida kuygan joyni spirt yoki suyultirilgan ishqor eritmasi bilan yuvib, keyin yana spirt bilan artiladi.
9. Brom hidi bilan zaharlanganda spirt bug'idan chuqur nafas olib sut ichib ochiq havoga chiqarish kerak.
10. Agar suvda erimaydigan organik modda teriga to'kilib, kuydirsa, kuygan joy shu modda eriydigan erituvchi bilan yuviladi.

2-LABORATORIYA ISHI

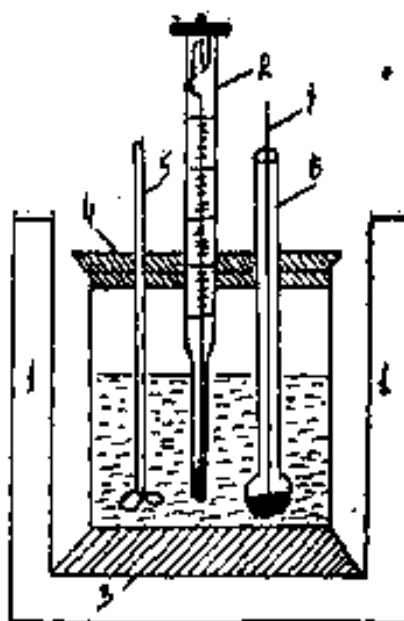
Termoximiya. Tuzning erish issiqligini topish

1-ish. ANORGANIK BIRIKMALARNING ERISH ISSIQLIGINI ANIQLASH

Protsesslarning issiqlik effektlarini maxsus kalori-metrlarda o'lchanadi. Kalorimetrlarning eng sodda ko'rinishi 3-rasmda berilgan. Bu turdagi kalorimetrlar: 1- izotermik qobiqdan; 2- termometrdan; 3- o'lchash idishidan; 4- qopqoq; 5- aralashtirgich; 6- o'lchanayotgan modda solinadigan idishcha- oson sinadigan ampuladan va 7- shisha tayoqchadan (ampulani sindirish uchun) iboratdir.

Harorat o'zgarishini odatda, Bekman termometrii orqali o'lchanadi.

Ishni bajarish uchun 3 o'lchash idishiga 400-500 sm³ erituvchi suyuqlik qo'yiladi. Suyuqlikning og'irlik miqdori bo'sh idish va suyuqlik solingan idish og'irligini $\pm 0,5$ aniqlikda tortib olish orqali aniqlanadi. Suyuqlik harorati 1 izotermik qobiq haroratiga yaqin bo'lishi kerak. So'ngra ampulaga sinalayotgan modda solinadi. Moddaning og'irligini bo'sh ampulaning og'irligi va modda bilan birgalikdagi og'irligi farqini 0,0002 aniqlikda aniqlanadi.



Suyuqlik solingan 3 idishni 1 izotermik qobiq ichiga solib, 4 qopqoq berkitiladi va maxsus teshikcha orqali modda solingan ampulani tushiriladi.

Kalorimetrik o'lchash ishini quyidagi tartibda olib boriladi:

Bekman termometri o'rnatiladi; kalorimetr doimiysi aniqlanadi; protsessning issiqlik effekti o'lchanadi.

Kalorimetr doimiysini aniqlash

O'rganilayotgan protsessning issiqlik effektini quyidagi tenglama orqali topish mumkin:

$$\Delta H = K\Delta t \quad (6)$$

bunda ΔH - protsess issiqlik effekti;

K - kalorimetr doimiysi;

Δt - harorat o'zgarishi.

Ma'nosi jihatidan kalorimetr doimiysi K kalorimetr issiqlik sig'imi bo'lib, miqdori jihatidan kalorimetr barcha qismlari haroratini bir daraja ko'tarish uchun sarf bo'ladigan issiqlik miqdorini ko'rsatadi. Kalorimetr doimiysini, asosan, ikki uslub: amaliy uslub va nazariy uslub orqali aniqlash mumkin.

Amaliy uslub bo'yicha kalorimetr doimiysini, ko'p hollarda, maxsus elektr isitgich yordamida kalorimetr suyuqligining harorati o'zgarishini aniqlash orqali topiladi. Elektr manbai sifatida akkumulyatorlardan yoki doimiy tok to'g'rilagichlaridan foydalaniladi. Harorat o'zgarishini Bekman termometri yordamida 0,002-0,003 daraja aniqligida o'lchanadi. Isitilish vaqti sekunderlarda o'lchanadi.

Jaul-Lens qonuni bo'yicha

$$\Delta H = IU\tau \quad (7)$$

bunda H - berilgan issiqlik;

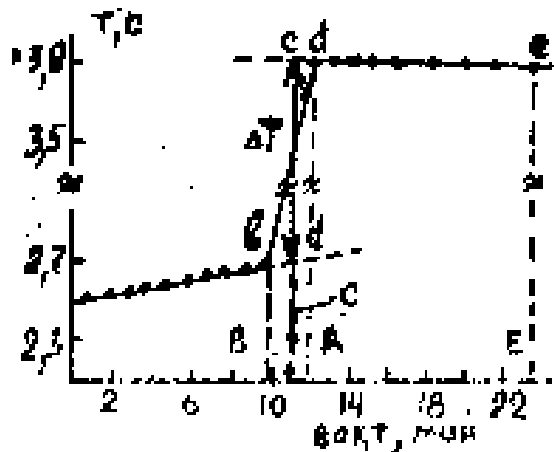
I - ampermetr ko'rsatkichi;

U - voltmeter ko'rsatkichi;

τ - tok o'tkazilgan vaqt.

(6) va (7) tenglamalaridan foydalanib, K ning qiymatini topish mumkin. Kalorimetr haroratning o'zgarishi Δt ni aniqlash uchun dastlab kalorimetr harorati bir minut oralig'ida 0,01 darajaga o'zgaradigan holatga, ya'ni harorat o'zgarishi doimiyligiga erishish kerak. Bunga iqrar bo'lgandan so'ng, 10 ta dastlabki o'lchash ishini bajarish kerak. Har bir haroratni o'lchash oralig'i 0,5-1,5 minutni tashkil qilishi lozim. So'ngra ma'lum vaqt oralig'ida isitgichdan tok o'tkaziladi. Tok o'tkazilishi to'xtatilgandan so'ng harorat o'zgarishi yana 10 marotaba o'lchanadi. Olingan natijalar millimetrlri qog'ozga chizma ko'rinishida tushiriladi. (4-rasm).

Harorat o'zgarishi Δt ni topish uchun boshlang'ich va oxirgi muvozanat nuqtalari to'g'ri chiziq orqali birlashtiriladi, (AC va BD chiziqlar va punktir chizig'i orqali C va B nuqtalaridan so'ng ozgina davom ettiriladi. So'ngra CB egrisining o'rta qismi topib olinib, shu nuqta orqali ordinata o'qiga parallel chizig'i o'tkaziladi. B va E nuqtalariga mos keladigan t_1 va t_2 harorat qiymatlari farqini beradi ($t_2 - t_1 = \Delta t$). Δt ni bilgan holda (6) tenglamasidan foydalanib, K ning qiymatini topamiz.



Kalorimetr doimiysini topishning ikkinchi usuli nazariy usul bo'lib, bu usul bo'yicha K ning qiymati kalorimetr suyuqligi va u bilan ta'sirda bo'lgan kalorimetr qismlarining issiqlik sig'implari yig'indisini olish orqali topiladi. Buni biz quyidagi tenglama orqali ifodalaymiz:

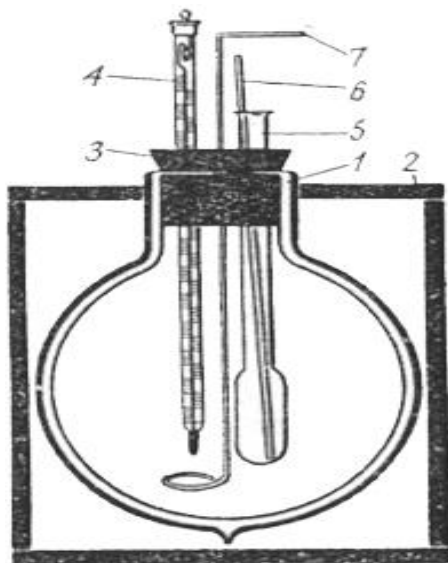
$$K = \sum c_i g_i \quad (8)$$

c_i va g_i - kalorimetr qismlarining issiqlik sig'imi (J/gK) va og'irlik miqdori (g). Kalorimetr qismlariga o'lchash idishi, termometr aralashtirgich, ampula, shisha tayoqcha va kalorimetr suyuqliklari kiradi. Bu usul bilan topilgan kalorimetr doimiysi nisbatan xatolikka ega bo'lishi mumkin. Bu xatolikni kalorimetr suyuqligi bilan ta'sirda bo'lgan kalorimetr qismlari og'irliklarini aniq belgilash orqali kamaytirish mumkin.

2-ish. Tuzning erish issiqligini topish

Tuz suvda eriganda quyidagi ikki jarayon sodir bo`ladi:

1. Moddani kristall panjarasini buzilishi va molekullarni ionlarga ajralishi. Bunda Q_1 issiqlik yutiladi.



6 - rasm. Kalorimetr tuzilishi.

1 - Dyuar idishi; 2 - shtativ; 3 - teshikli tiqin; 4 - Bekman termometri; 5 - ampula; 6 - shisha tayoqcha; 7 - aralashtirgich.

2. Ionlarni gidratatsiyasi. Bunda Q_2 issiqlik ajraladi.

Tuzning erish issiqligi bu ikki jarayonning issiqlik effektlarini algebratik yig`indisiga teng:

$$Q_{\text{erish}} = Q_2 + Q_1$$

SHuning uchun mustaxkam kristall panjaraga ega va qiyin gidratlanuvchi moddalar issiqlik yutilishi bilan eriydi. Kristall panjarasi mustaxkam bo`lmagan va eritmada kuchli gidratlangan ionlar hosil qiluvchi moddalar, masalan, vodorod yoki gidroksil ionlari, issiqlik ajralishi bilan eriydi.

Moddaning erish issiqligi 1 mol eriyotgan moddaga mos keladigan erituvchi miqdori oshishi bilan oshadi. Agar 1 mol moddaga 100 - 300 mol erituvchi to`g`ri kelsa, eritmani keyingi suyultirish unchalik ta`sir qilmaydi.

Ishdan maqsad. 1. Issiqlik effektlarini kalorimetrik usulda o`lchash bilan tanishish. 2. Tuzni erish issiqligini aniqlash.

Kerakli asbob va reaktivlar. Aralashtirgichli shisha idish yoki 0,5 l sig`imli D`yuar idishi; 0,5 l sig`imli stakan; Bekman termometri; tuz uchun ampula; shisha tayoqcha; analitik tarozi; chinni xovoncha; texnik tarozi; 1 minutlik qum soati; KNO_3

Qurilma tuzilishi. Erish issiqligini aniqlash uchun kalorimetrdan foydalanish mumkin. D`yuar idishini tiqiniga Bekman termometri va tuz uchun shisha tayoqchali probirka joylanadi. Eritma aralashtirgich bilan aralashtiriladi.

Kalorimetr doimiysini aniqlash. Kalorimetrdan boradigan jarayonni issiqlik effektini aniqlash uchun kalorimetr doimiysini, ya`ni termometr, aralashtirgich, probirka, suv va tuzli kalorimetrni xaroratini  $1^\circ\text{C}$  ga ko`tarish uchun talab qilinadigan issiqlikni kaloriyadagi miqdorini bilish kerak. Δt ga qizdirish uchun talab qilinadi:

$$Q = \frac{K \cdot \Delta t}{m};$$

Bu yerda: Q - tuzning erish issiqligi; m - tuzning mollar soni; Δt - kalorimetrdagi xarorat o`zgarishi; K - kalorimetr doimiysi.

Kalorimetr doimiysi K ni erish issiqligi ma`lum bo`lgan tuz yordamida aniqlash mumkin, masalan KNO_3 ni erish issiqligidan. Buning uchun KNO_3 (5 - 7 gr) chinni xavonchada eziladi.

0,01 aniqlikda tayoqchali bo'sh ampula o'lchanadi, unga 5 gr ($\cong 0,05$ mol) tuz solinadi va yana o'lchanadi.

Massalar farqidan tuzning massasi aniqlanadi. D'yuar idishi (qopqoqsiz) 0,1 gr aniqlikda texnik tarozida o'lchanadi va unga 18°C li 300 ml suv solinadi. Idish yana o'lchanadi va massalar farqidan suv massasi aniqlanadi.

Kalorimetr tiqin bilan berkitilib unga Bekman termometri, aralashtirgich va tuzli ampula joylanadi. Keyin suv va tuz eritmasi xarorati Bekman termometri yordamida aniqlanadi. Kaliy nitratni erishi issiqlik yutilishi bilan boradigan jarayon bo'lganligi uchun Bekman termometri shunday joylanadiki, bunda simob meniski uning yuqori qismida turadi.

Kalorimetrni atrof - muxit bilan issiqlik almashishini xisobga olish va xaroratni xaqiqiy o'zgarishini aniqlash uchun kalorimetrik jarayon uch bosqichga bo'linadi:

1. Dastlabki davr, 5 minut davom etadi;
2. Asosiy davr - tuzni erish jarayoni;
3. Oxirgi davr - 5 minut davom etadi.

Kalorimetrda suvni aralashtirib xarorat kuzatiladi, u atrof - muxit bilan issiqlik almashinishi natijasida o'zgarib turadi. YArim minut oralig'ida xarorat o'zgarishi deyarli bir xil bo'lganda, ya'ni xaroratni bir tekis o'zgarishi sodir bo'lganda, 5 minut davomida yarim minut farqi bilan 0,002 grad aniqlikda xarorat o'lchanadi. Bundan keyin tayoqcha bilan tuz solingan ampula sindiriladi, eritma aralashtirilib turilib yuqoridagi usulda xarorat o'lchanib boriladi. Agar xarorat juda tez pasayib borib, xaroratni mingdan va yuzdan bir ulushlarini kuzatish qiyin bo'lsa, xarorat ozroq aniqlikda o'lchanadi. Xarorat yana bir tekis o'zgarib borishi, asosiy davr tugab, oxirgi davr boshlanganidan dalolat beradi. Oxirgi davrda xam dastlabki davrdagidek xarorat 5 minut davomida o'lchanadi.

Tuzni erish xaroratini o'zgarishini aniq xisoblash uchun millimetrli qog'ozda grafik chiziladi, bunda abtsissa o'qida vaqt, ordinata o'qida 0,5 minut ichida xaroratni o'zgarishi yoziladi. Agar shu yo'l bilan topilgan nuqtalarni birlashtirsak, dastlabki va oxirgi davr uchun ikkita egri chiziq xosil bo'ladi, ularni egriligi kalorimetr va atrof - muxit o'rtasidagi xaroratni farqiga bog'liq.

SHu usul bilan Δt topilgach, kalorimetr doimiysi quyidagi tenglamadan topiladi:

$$K = \frac{Q_{\text{erish}} \cdot m}{\Delta t};$$

Bu yerda: Q_{erish} - tuzni ma'lum erish xarorati; m - tuzni mollar soni; Δt - tuzni erishi natijasida kalorimetrda xaroratni o'zgarishi;

Kaliy nitrat uchun 18°C da erish xarorati:

$$Q_{\text{erish}} = -35,62 \cdot 10^3 \text{ dj/mol} = -8,52 \text{ kkal/mol}$$

3-ish. Kristalgidratlarning hosil bo'lish issiqligini aniqlash

Kerakli asbob va reaktivlar: Kalorimetrik o'lchash olib borish qurilmasi, CuSO_4 ning suvsiz tuzi, $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, millimetr qog'oz.

Ishning bajarilishi: 1,6 g suvsiz mis sulfat o`lchab olinadi, yuqoridagi laboratoriya ishidagi kabi erish issiqligi aniqlanadi. Shundan keyin 2,5 g mis kuporosi olinadi va uning ham erish issiqligi aniqlanadi.

Olingan natijalar millimetr qog`oziga chizilib haroratlar farqidan har ikkala tuzning erish issiqligi aniqlanadi.

Gess qonunidan foydalanib kristallogidratning hosil bo`lish issiqligini suvsiz tuzning erish issiqligidan kristallogidratni erish issiqligini ayirib topish mumkin:

$$Q = Q_{\text{suvsiz}} - Q_{\text{krist.}}$$

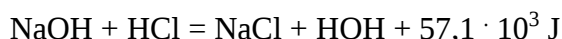
3-LABORATORIYA ISHI

Neytrallanish va gidratlanish issiqliklarini aniqlash

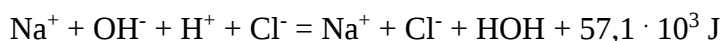
1-ish. Neytrallanish issiqligini aniqlash

Kuchli kislotalarni suvli eritmalarini kuchli asoslar bilan neytrallashda deyarli bir xil issiqlik ajralib chiqadi va u 1 g - ekv kislota yoki asos uchun $57,1 \cdot 10^3$ dj ga teng (neytrallanish issiqligini doimiyliqi qonuni).

Elektrolitik dissotsiatsiya nazariyasi bo`yicha bu qonun quyidagicha tushuntiriladi. Kislota va asoslar o`rtasidagi reaksiya vodorod va gidroksil ionlari birikishiga va kam dissotsialanadigan suv xosil bo`lishiga olib keladi. Masalan, xlorid kislota natriy ishqori bilan neytrallanishini quyidagicha ifodalash mumkin:



Ion shaklida esa:



Na^+ va Cl^- ionlari reaksiyaning o`ng va chap tomonlarida borligini inobatga olib reaksiyani quyidagicha yozish mumkin:



SHunday qilib, qaysi kislota va asos olinishidan qat`iy nazar neytrallanish reaksiya natijasida vodorod va gidroksil ionlaridan suv xosil bo`lar ekan. 1 mol suvni xona xaroratida xosil bo`lishida $57,1 \cdot 10^3$ J issiqlik ajraladi.

Gramm - ekvivalent kislota va gramm - ekvivalent asosni o`zaro ta`sirlashishi natijasida ajraladigan issiqlik neytrallanish issiqligi deyiladi.

Kuchsiz kislota kuchli asos yoki aksincha kuchli kislota kuchsiz asos bilan neytrallashda issiqlik effekt $57,1 \cdot 10^3$ J dan kam yoki ko`p bo`lishi mumkin.

1 mol elektrolitni ionlarga parchalanishida ajraladigan issiqlik miqdori dissotsiatsiyaning issiqlik effekti deyiladi.

SHuning uchun kuchsiz kislotalarni kuchli asoslar bilan va aksincha kuchsiz asoslarni kuchli kislotalar bilan neytrallashda neytrallanish issiqligi turlicha bo`ladi. Masalan, fluorid kislota kaliy ishqori bilan neytrallanish issiqligi $66,9 \text{ kJ/g-ekv}$, tsianid kislota natriy ishqori bilan neytrallanish issiqligi esa $53,9 \text{ kJ/g-ekv}$.

Tajriba yo`li bilan kuchsiz kislota kuchli asos bilan neytrallanish issiqligi aniqlab, Gess qonuni asosida kuchsiz kislota dissotsialanish issiqligini aniqlash mumkin. Tajribada topilgan

neytrallanish issiqligi bo'yicha kislota yoki asosni neytrallash uchun olingan miqdorini aniqlash mumkin.

Bu xisob quyidagi tenglama yordamida amalga oshiriladi.

$$n = \frac{(Q - q) \cdot 1000}{57,1 \cdot V};$$

Bu yerda: n - kislota normalligi; Q - tajribada topilgan neytrallanishni issiqlik effekti; q - eritmani suyuqlantirish issiqligi; V - kislotani tajriba uchun olingan xajmi.

Ishdan maqsad. Sirka kislotani natriy ishqori bilan neytrallashni issiqlik effektini va sirka kislotani dissotsialanish issiqligi aniqlash.

Kerakli asbob va reaktivlar: Issiqlik effektini aniqlash uchun qurilma; ishqor solish uchun ampula; 10 % li natriy gidroksid eritmasi; muzli sirka kislota.

Ishning bajarilishi: Kuchsiz kislotani kuchli asos bilan neytrallash issiqligini aniqlash uchun kalorimetr yig'iladi. Kalorimetr tiqiniga termometr va aralashtirgichdan tashqari ishqor uchun ampula xam qo'yiladi.

Neytrallanish reaksiyasi issiqlik ajralishi bilan boradi; shuning uchun Bekman termometri shunday joylanadiki, bunda tajriba boshida termometr kapillyaridagi simob pastgi shkalada bo'ladi. Kalorimetr yig'ilgach tiqiniga bo'sh ampula qo'yilib kalorimetr doimiysi aniqlanadi.

Kalorimetr doimiysi aniqlangach neytrallanish issiqligini aniqlashga kirishiladi.

6 gr muzli sirka kislota 0,1 gr aniqlikda o'lchangan 500 ml sig'imli o'lchov kolbasiga solinadi (g_1 massa). Keyin kislota distillangan suv bilan belgigacha suyultiriladi. Kislota xarorati xona xaroratiga tenglashtiriladi va yana o'lchanadi (g_2 massa). Massalar farqidan eritma massasi aniqlanadi; kislota kalorimetrga solinadi.

Texnik tarozida 4 gr natriy gidroksid (qattiq) o'lchanadi, 50 ml sig'imli o'lchov kolbaga solinadi va oz - oz distillangan suv solinib to'liq eritiladi.

Eritma xona xaroratigacha sovutilgach oldindan o'lchangan tayoqchali ampulaga quyiladi; eritmali ampula o'lchanadi va massalar farqidan ishqor massasi aniqlanadi.

Sirka kislota va ishqor eritmaları tayyorlangach, ishqorli ampula tiqinga qo'yiladi; keyin ampula tubi tayoqcha bilan sekin sindiriladi. Eritmani aralashtirib turib Δt xisoblanadi. Neytrallanish issiqligini quyidagi tenglamadan xisoblaymiz:

$$Q = K \cdot \Delta t$$

bu yerda: Q - neytrallashda ajralgan issiklikning umumiy miqdori; K - kalorimetrlning doimiysi; Δt - tajribada kuzatilgan xaroratning oshishi.

Neytrallash uchun 0,1 mol kislota va 0,1 mol ishqor olingan edi.

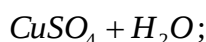
Berilgan miqdor kislotani neytrallanish issiqligini aniqlagandan keyin uning gramm - ekvivalenti uchun neytrallanish issiqligi xisoblanadi. Kuchli kislotalarni kuchli asoslar bilan neytrallashda 57,1 kJ ajralishini bilgan xolda Gess qonuni bo'yicha sirka kislotani dissotsialanish issiqligini xisoblash mumkin:

$$Q_{\text{dissots.}} = Q - 57,1$$

2- ish. Tuzning gidratlanish issiqligini topish

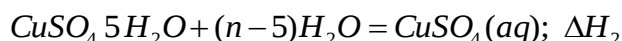
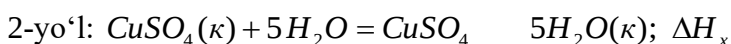
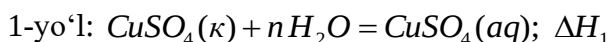
Gidratlanish issiqligi deb, suvsiz quruq tuzdan bir mol qattiq kristallogidrat hosil bo'lish protsessining issiqlik effektiga aytiladi. Odatda bu issiqlik effektini tajriba usuli bilan aniqlab bo'lmaydi. Bu masalani kalorimetr yordamida suvsiz toza tuzni va shu tuz kristallogidratini ko'p miqdordagi suvda erish issiqligini aniqlash va Gess qonunidan foydalanilgan holda hal qilish mumkin.

Masalan, mis sulfatning gidratlanishini olaylik. Boshlang'ich holatda 1 mol kristallik mis sulfatiga va n mol suvga egamiz.



Oxirgi holda: $\text{CuSO}_4(\text{aq})$ - ya'ni CuSO_4 ning n mol suvdagi eritmasi hosil bo'ladi.

Boshlang'ich holatdan oxirgi holatga o'tishni ikki yo'l bilan olib borish mumkin.



Gess qonuniga binoan quyidagini yozish mumkin:

$$\Delta H_1 = \Delta H_x + \Delta H_2 \quad (10)$$

Bu degan so'z, birinchi yo'l bilan olib borilgan protsessning issiqlik effekti ikkinchi yo'l bilan olib borilgan protsesslar issiqlik effektlarining yig'indisidan iborat. Natijada (10) dan

$$\Delta H_x = \Delta H_1 - \Delta H_2$$

ekanligini ko'rishimiz mumkin.

Ishni bajarish uchun $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ tuzini yaxshilab maydalab, ikki marotaba 10 g dan tortib olinadi. Birinchi tortib olingan tuz kristallogidratni erish issiqligini aniqlashga ishlatiladi. Ikkinchi tortib olingan tuzni chinni idishda to ko'k rang yo'qolguncha qizdiriladi. Bunda kristallogidrat tarkibidagi suv chiqib ketadi va suvsiz mis sulfat tuzi qoladi. Suvsiz CuSO_4 ni eritish uchun 400g suv olsak, $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ni eritish uchun 396,4 g suv olamiz (3,6 g farq 10 g kristallogidrat tarkibidagi suv miqdori).

Ishni bajarish 1- ishda ko'rsatilganidek amalga oshiriladi.

Bajarilgan ish xatosini aniqlash

Kalorimetr doimiysini aniqlayotganda qilingan xatoni hisoblash uchun quyidagi tenglamadan foydalaniladi:

$$\frac{\Delta C_K}{C_K} = \frac{\Delta K + \Delta C_C}{K - C_C}$$

C_K va ΔC_K - suyuqlikning izobarik solishtirma issiqlik sig'imi va absolyut chetlashish qiymati;

K va ΔK - kalorimetr doimiysi va uning absolyut chetlashish qiymati;

C_c va ΔC_c - kalorimetrlarning suyuqliksiz issiqlik sig'imi va uning absolyut chetlashish qiymati.

Erish issiqligini va neytrallanish issiqligini aniqlanganda qilingan xatoni hisoblash uchun quyidagi tenglamadan foydalaniladi:

$$\frac{(\Delta H)}{\Delta H} = \frac{\Delta K}{K} + \frac{2(\Delta T)^1}{\Delta T} + \frac{+ 2\Delta g}{g}$$

bunda

$(\Delta T)^1$ -termometr shkalasining aniqligi;

Δg -o'lchanayotgan modda og'irligi aniqligi.

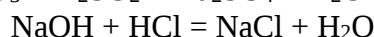
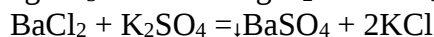
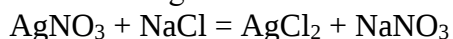
Idish doimiysini aniqlanayotgandagi xato taxminan 3%ni tashkil qilsa, issiqlik effektini aniqlanayotganda ham shuncha miqdorda xatoga yo'l qo'yish mumkin. Natijada umumiy xato ~ 6%ni tashkil etadi. Idish doimiysini nazariy yo'l bilan hisoblanganda xato yana ham katta bo'lishi mumkin.

4-LABORATORIYA ISHI

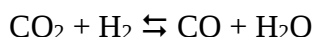
Kimyoviy muvozanatga turli xil omillarning ta'sirini o'rganish:harorat,konsentrasiya va boshqalar.

NAZARIY MA'LUMOT

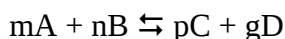
Kimyoviy reaksiyalar qaytmas va qaytar harakterda bo'lishi mumkin. Ular reaksiya kirishayotgan moddalarning tabiati va boshqa faktorlarga turlicha munosabatda bo'lishlari mumkin. Kimyoviy reaksiyaning qaytmaslik sharti reaksiya natijasida cho'kma hosil bo'lishi, gaz modda ajralib chiqishi va yomon ionlanadigan modda hosil bo'lishi bilan xarakterlanadi.



Qaytar reaksiyalarda esa hosil bo'lgan modda bir vaqtning o'zida reaksiya uchun olingan moddalarga parchalanib turadi. Shuning uchun, reaksiya qaytar harakterda bo'ladi. lekin shunday holatlar ham mavjudki reaksiya natijasida qancha modda hosil bo'lsa, uning shuncha qismi parchalanib turadi. Boshqacha qilib aytganda, chapdan o'nga yo'naluvchi reaksiya tezligi bilan o'ngdan chapga yo'naluvchi reaksiya tezligi o'zaro teng bo'ladi. Qaytar reaksiyalarga misol qilib, ekvimolekulyar konsentratsiyalarda olingan karbonat angidrid bilan vodorod orasida yopiq idishlarda 1200⁰ da boradigan reaksiyani ko'rsatish mumkin. Bu reaksiyaning tenglamasi:



Bu reaksiyada, bir vaqtning o'zida bir – biriga qarshi ikkita jarayon sodir bo'ladi. To'g'ri (o'ngdan chapga) reaksiya natijasida uglerod (II) – oksid va suv hosil bo'lsa, ular ham o'z navbatida ta'sirlanib karbonat angidrid va suv suv hosil qilishi mumkin. Lekin kimyoviy reaksiya tezliklarining qiymatlari ma'lum vaqtda o'zaro teng bo'lib qolish holatlari ham mavjud. Shunga mos kelgan holat kimyoviy muvozanat deb yuritiladi. Uning umumiy ko'rinishda quyidagicha ifodalash mumkin:



massalar ta'siri qonuniga asosan to'g'ri va teskari tomon yo'naluvchi reaksiyalarning tezliklarini ifoda etsak, u quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

$$V_1 = K_1 \cdot C_A^m \cdot C_B^n \quad V_2 = K_2 \cdot C_C^p \cdot C_D^g$$

Kimyoviy muvozanatning hosil bo'lishiga sabab, reaksiya boshlanishi vaqtida reaksiya uchun olingan moddalarning kontsentratsiyalari asta – sekin kamayib boradi. Reaksiyadan hosil bo'lgan moddalarning kontsentratsiyalari esa asta – sekin ortib boradi. Muvozanat sodir bo'lganda esa, ularning qiymati ma'lum vaqt orasida o'zaro tenglashib qoladi. Shu vaqtga mos kelgan yuqoridagi reaksiyaning ko'rinishini quyidagicha ifodalash mumkin:

$$\text{SHuning uchun } \frac{K_1}{A_2} = \frac{C_C^p \cdot C_D^g}{C_A^m \cdot C_B^n} \text{ bo'ladi deb qarash mumkin. Tenglamadagi nisbatlarning}$$

qiymatini «K» bilan almashtirib yozish natijasida quyidagi bog'lanishni hosil qilish mumkin.

$$\frac{C_C^p \cdot C_D^g}{C_A^m \cdot C_B^n}$$

bu yerda K – kimyoviy reaksiyaning muvozanat konstanti. U har bir reaksiya uchun o'zgarmas kattalik bo'lib, moddalarning kontsentratsiyalariga bog'liq bo'lmasdan temperaturaga bog'liqdir.

C_A va C_B – reaksiyaga kirishayotgan moddalarning kontsentratsiyasi.

C_C va C_D – reaksiyaga hosil bo'lgan moddalarning kontsentratsiyasi.

m; n; p; g – stexiometrik koeffitsientlar.

Muvozanatda turgan sistemaga tashqaridan biror ta'sir ko'rsatilsa, unda o'zgarish sodir bo'ladi. muvozanatdagi sistemalar muvozanatiga reaksiyaga kirishayotgan moddalarning kontsentratsiyalari, temperatura va bosimning ta'sirini har tomonlama o'rganish natijasida Le – Shetele qoidasi yaratildi. Le – Shetele printsipi bo'yicha, muvozanatda turgan sistemaning muvozanati tashqaridan qandaydir ta'sir ko'rsatilib o'zgartirilsa, unda muvozanatning siljishi sodir bo'ladi. uning yo'nalishi esa ko'rsatilayotgan ta'sirga teskari yo'nalishda bo'ladi, ya'ni bosim ortishi bilan reaksiya hajm kamayish tomoniga, temperatura ortishi bilan esa reaksiya issiqlik yutilishi tomoniga, kontsentratsiya ortishi bilan esa, modda hosil bo'lishini ta'min qilish tomoniga yo'naladi.

. TAJRIBALAR

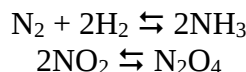
1. Probirkaning to'rtidan bir qismigacha Temir (III) – xloridning suyultirilgan eritmasidan quyuing. Uning ustiga shu miqdorda suyultirilgan ammiy rodanid eritmasidan qo'shing. So'ng aralashmani ohista chayqating. Hosil qilingan och qizil rangli eritmaning reaksiya tenglamasini yozib harakterlang.

2. Eritmani turtda probirkaga mumkin qadar barobar qilib bo'ling. Probirkalarning birini tekshirish yoki o'zgarishlarni solishtirib ko'rish uchun saqlang. Ikkinchi probirkaga temir (III) – xlorid tuzining kontsentrlangan eritmasidan, uchinchisiga esa ammiy rodanidning kontsentrlangan eritmalaridan qo'shing. Hosil qilingan eritmalarining rangini tekshirish uchun qoldirilgan probirkadagi suyuqlikning rangi bilan solishtirib, kimyoviy muvozanatning qaysi tomonga siljiganini aniqlang. Eritmaning rangi to'qlashsa, kimyoviy eritmaga ammiy xlorid

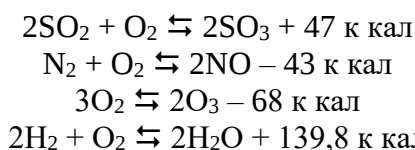
tuzi kristallaridan bir necha dona tashlang va eritma rangining o'zgarishini tekshirish uchun olib quyilgan probirkadagi eritmaning rangini o'zgarishini tekshirish uchun olib quyilgan probirkadagi eritmaning rangiga solishtirib aniqlang. Bajarilgan tajribalar vaqtida sodir bo'lgan reaksiya tenglamalariga to'g'ri kelgan reaksiyalarning muvozanat konstantasini ifoda qiling.

MASHQ VA MASALALAR.

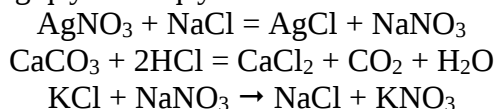
1. Quyidagi reaksiyalar uchun kimyoviy muvozanat konstantasining matematik ifodasini yozing.



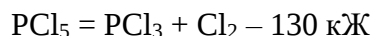
2. Quyida keltirilgan reaksiyalarda temperatura va bosimning ortishi bilan kimyoviy reaksiyaning muvozanati qaysi tomonga siljiydi?



3. Quyidagi reaksiyalarning qaysi biri qaytar xarakterda ekanini tushuntiring.



4. Quyidagi muvozanatdagi sistemada qanday qilib fosfor (III) – xlorid miqdorini orttirish mumkinligini ko'rsating:



5-LABORATORIYA ISHI

Gomogen reaksiyalarning muvozanat konstantalarini aniqlash.

KIMYOVIY REAKTSIYALARNING TEZLIGI.

NAZARIY MA'LUMOT.

Kimyoviy reaksiyalar ham boshqa protsesslar singari, vaqtga bog'liq bo'ladi va shuning uchun, biror tezlik bilan harakterlanadi. Bazi reaksiyalar shunday tez boradiki, amalda ularning bir onda bo'ladi deb hisoblash mumkin. Suvdagi eritmalarda kislotalar, tuzlar va asoslar orasida boradigan ko'pgina reaksiyalar yoki portlash reaksiyalari ana shunday reaksiyalardir. Bazi reaksiyalar shunday sekin boradiki, ularning tamom bo'lishi uchun yillar va hatto asrlar kerak bo'ladi; bunday reaksiyalar jumlasiga organik moddalarning ko'pgina reaksiyalari kiradi.

Har xil kimyoviy protssselarni o'rganish, kimyoviy reaksiyalarning tezligi, reaksiyaga kirishayotgan moddalar tabiatiga va miqdoriga hamda reaksiya borayotgan sharoitga bog'liq ekanligini ko'rsatadi. Bunday sharoitga temperatura, bosim, katalizator ishtirok etish yoki yetmasligi va boshqalar kiradi.

Kimyoviy reaksiyalar tezligi, kimyoning kimyoviy kinetika deb ataladigan bo'limida o'rganiladi.

Molekulalarning o'zaro ta'sir etishi uchun, avvalo, ular o'zaro to'qnashishi kerak. Molekulalar o'zaro qanchalik ko'p to'qnashsa, kimyoviy reaksiya shunchalik tez boradi. To'qnashuvlar soni temperaturaga hamda reaksiyaga kirishayotgan molekulalar kontsentratsiyasiga bog'liq. Reaksiyaga kirishayotgan moddalarning kontsentratsiyasi qancha yuqori bo'lsa, molekulalarning o'zaro to'qnashish soni ham shuncha ko'p bo'ladi. to'qnashganda har qanday molekulalar ham o'zaro ta'sir etavermay, balki «aktiv» energiyaga ega bo'lgan molekulalargina o'zaro ta'sir etadi. Temperatura ko'tarilishi va reaksiyaga kirishayotgan

modddalar konsentratsiyasining ortishi bilan «aktiv» molekular soni ham ortadi, buning natijasida kimyoviy reaksiya tezligi ham ortadi. Masalan ta'sir qonuni quyidagicha ta'riflanadi: Kimyoviy reaksiya tezligi reaksiyaga kirishayotgan moddalarning molyar konsentratsiyalari ko'paytmasiga to'g'ri proporsionaldir.

$A + B = C + D$ tipidagi reaksiya uchun massalar ta'siri qonunining matematik ifodasi quyidagicha bo'ladi:

$$V = K \cdot C_A \cdot C_B,$$

Bu yerda V – reaksiya tezligi;

C_A va C_B – A va B moddalarning molekulyar konsentratsiyasi,

K – reaksiya tezligi konstantasi (bu konstanta har bir reaksiya uchun reaksiyaga kirishayotgan moddalarning tabiatiga va temperaturasiga bog'liq).

Agar reaksiyaga kirishuvchi A va B moddalarning formulasida koeffitsientlar bo'lsa, masalan, $mA + nB = C$ bo'lsa, tezlik tenglamasi quyidagi ko'rinishni oladi:

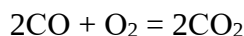
$$V = K \cdot C_A^m \cdot C_B^n$$

Agar reaksiyada qattiq moddalar ishtirok etsa, reaksiya tezligini hisoblashda faqat gaz holatidagi va erigan moddalarnigina konsentratsiyasi olinadi. Qattiq moddalar reaksiyaga faqat yuzasi bilan ishtirok etadi, shu sababli qattiq moddaning maydalanish darajasi ham kimyoviy reaksiya tezligiga ta'sir etadi: qattiq modda qancha mayda bo'lsa, kimyoviy reaksiya tezligi shuncha yuqori bo'ladi.

Kimyoviy reaksiyaning tezligiga temperatura ham juda katta ta'sir ko'rsatadi. Temperatura har 10^0 ko'tarilgan reaksiya tezligining ikki – uch marta ortishi tajriba yo'li bilan aniqlangan; temperatura pasayganda reaksiya tezligi xuddi o'shancha marta kamayadi. Bu bog'lanish Vant – Goff qonunidir, uning matematik ifodasi quyidagicha bo'ladi:

$$V_{t_2} = V_{t_1} \cdot j^{\frac{t_2 - t_1}{10}}$$

kimyoviy reaksiya tezligining qanday o'zgarishini uglerod (II) – oksid bilan kislorod orasida reaksiya misolida ko'rsak bo'ladi. unda reaksiyada ishtirok etayotgan uglerod (II)– oksidning konsentratsiyasini 3 barovar o'zgartirsak, masala quyidagi tenglama asosida yechiladi:



reaktsiyaning boshlang'ich tezligi:

$$V_1 = K [CO]^2 [O_2]$$

Kvadrat qavslarda moddalarning konsentratsiyasi ko'rsatilgan. Uglerod (II) – oksidning konsentratsiyasi 3 – marta ortirilgandan keyin kimyoviy reaksiya tezligi

$$V_2 = K [3CO]^2 [O_2] = K \cdot 9 [CO]^2 [O_2].$$

bo'ladi. V_1 va V_2 larni taqqoslab ko'rib, uglerod (II) – oksid konsentratsiyasi 3 marta ortganda kimyoviy reaksiya tezligi 9 marta ortishini tushunish oson.

Kimyoviy reaksiya tezligining o'zgarishida kataliz hodisasi ham katta rol o'ynaydi. Turli kimyoviy reaksiyalar tezligining o'zgartiradigan moddalar ma'lum. Bunday moddalar katalizatorlar deb ataladi. Reaksiya tezligining oshiruvchi moddalar musbat, reaksiya tezligini kamaytiruvchi moddalar esa manfiy katalizatorlar deb ataladi.

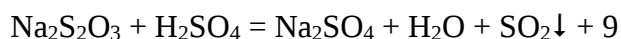
Biz uchun zararli reaksiyalar tezligini sekinlashtiruvchi moddalar hozirgi vaqtda keng tarqalgan. Masalan, metallar korroziyasini, oziq – ovqat moylavrining achishni, kauchuk va boshqa polimerlarning oksidlanishini kamaytiradigan moddalar ko'p ishlatiladi. ular reaksiya davomida o'zgarmaydi. Bunday moddalar ingibitorlar deb ataladi. Ingibitorlarga quyidagilar misol bo'la oladi:

1) tetraetilen qo'rg'oshin $Pb(C_2H_5)_4$ – ichki yonuv dvegatellarida yoqilg'ini detonatsiyadan saqlaydi.

2) alfa-naftol – kreking benzini oksidlanishdan va smola hosil qilishidan saqlaydi.

TAJIRIBALAR

Sulfat kislota bilan natriy tiosulfat o'zaro reaksiyaga kirishi natijasida oltingugurt ajralib chiqib, loyqa hosil qiladi:



Reaksiya boshlangandan loyqa hosil bo'lguncha o'tgan vaqt shu reaksiyaning tezligi hisoblanadi.

1–tajriba. Reaksiya tezligining reaksiyaga kirishuvchi moddalar konsentratsiyasiga bog'liqligi.

Uchta probirkaga sulfat kislota eritmasidan 5ml dan quying. Uchta stakanchaning yoki kolbachaning birinchisiga natriy tiosulfat eritmasidan 15 ml, ikkinchisiga natriy tiosulfat eritmasidan 10 ml va 5 ml suv, uchinchisiga natriy tiosulfat eritmasidan 5 ml va 10 ml suv soling. Vaqtni belgilab turib, har qaysi stakanchaga probirkalardan biridagi kislotani quyib, tezda aralashtiring. Har bir stakanda qancha vaqtdan so'ng (sekund hisobida) loyqa hosil bo'lishini kuzating. Ishni quyidagi tartibda yozing.

Stakanning nomeri	Sulfat kislota eritmasining	Natriy tiosulfat eritmasining	Suvning	Natriy tiosul- fatning nisbiy konsentrats iyasi	Loyqa hosil bo'lish vaqti t ⁰ (sek)	Reaktsiyaning nisbiy tezligi V= $\frac{I}{t}$
	Hajmi, ml hisobida					
1	5	15	0	3		
2	5	10	5	2		
3	5	5	10	1		

Kuzatish natijalarini grafik tarzida ifodalang. Buning uchun abstsissalar o'qiga $Na_2S_2O_3$ ning nisbiy konsentratsiyasini, ordinatalar o'qiga esa reaksiyaning nisbiy tezligini qo'ying.

2–tajriba. Reaksiya tezligining temperaturaga bog'liqligi.

Bitta probirkaga natriy tiosulfat eritmasidan 5 ml, ikkinchi probirkaga esa sulfat kislota eritmasidan 5 ml quying. Probirkalarni suvli stakanga solib qo'ying. Har 5-7 minutda suv temperaturasi o'lchab borib, ikkala probirkadagi eritmani aralashtiring va loyqa hosil bo'lguncha o'tgan vaqtni (sekund hisobida) aniqlang. Boshqa ikkitaprobirka olib, ularning biriga natriy tiosulfat eritmasidan 5 ml, ikkinchisiga esa sulfat kislota eritmasidan 5 ml quying. Probirkalarni suvli stakanga tushiring. Suvning temperaturasi avvalgi tajribadagi temperaturadan 100 oshiring. Probirkalardagi eritmalarni aralashtiring. Loyqa hosil bo'lguncha o'tgan vaqtni hisoblang. Ishni quyidagi tartibda yozing.

Tajriba nomeri	Tajriba o'tkazilgan harorat	Loyqa hosil bo'lish vaqti	Reaksiyaning nisbiy tezligi
1			
2			
3			

Abtsissalar o'qiga temperaturani va ordinatalar o'qiga reaksiyaning nisbiy tezligini qo'yib, kuzatish natijalarini egri chiziq bilan ifodalang.

3 – tajriba. Reaksiya tezligiga katalizatorning ta'siri.

Vodorod peroksidning parchalanishi odatdagi temperaturada sekin boradi, agar katalizator qo'shilsa, uning parchalanishi tezlashadi. Probirka hajmining 1/3 qismigacha vodorod peroksid eritmasidan quying. Unga bir chimdim (pichoq uchida) marganets (IV) – oksid soling va probirkaga chug'lanib turgan cho'pni tushiring (cho'p suyuqlikka tegmasin). Kuzatilgan hodisaning sababinin tushuntirib bering.

NAZORAT SAVOLLARI VA MASALALAR.

1. Kimyoviy reaksiya tezligi va unga ta'sir etadigan faktorlar nima?
2. reaksiya tezligining temperaturaga bog'liqligi qanday bo'ladi?
3. Ingibator va promotorlar nima?
4. Vodorod va kisloroddin suv hosil bo'lish reaksiyasining tezligi tenglamasini tuzing hamda vodorod kontsentratsiyasi uch marta oshirilganda reaksiya tezligi qanday o'zgarishini ko'rsating.
3. temperatura koeffitsientini 2 ga bo'lganda, temperaturani 40°C dan 70°C ga ko'targanda reaksiya tezligi necha marta ortadi?

6-LABORATORIYA ISHI

Individual suyuqlikning molyar bug'lanish issiqligini aniqlash

Ishning maqsadi:

1. Pufakcha hosil bo'lgandagi maksimal bosimni o'l-chashdan foydalanib bir necha temperaturalarda suyuqlikni sirt tarangligini o'lchash (Rebinder metodi).
2. Berilgan suyuqlikni tajribada olingan va adabi-yotdagi qiymatlar bo'yicha δ -T" ligini temperaturaga bog'liqlik grafikidan kritik temperaturasini topish.
3. Yangi 1 cm^2 yuza hosil bo'lgandagi entropiya va en-talpiyani o'zgarishini hisoblash.

Metodni printsipi

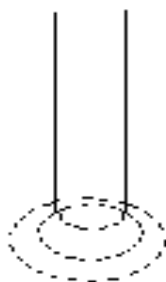
Pufakcha hosil bo'lgandagi maksimal bosimni o'l-chash metodi, suyuqlikka kapillyar orqali havo pufakchasini uzilishiga berilgan bosimni o'lchashga asoslangan.

Kapillyardan pufakchani sekin suyuqlikga siqilganda ichki ortiqcha bosim vujudga keladi, bu esa Laplas qonuniga asosan bunda sirt tarangligi aniqlanadi δ_{cr} va pufakchani egri sirti

$$\nabla P = \frac{2\delta}{r_m},$$

bu yerda r -kapillyardagi suyuqlikni botiqligini (menisk) egri chizig'ini radiusi. ∇P -ortiqcha bosim.

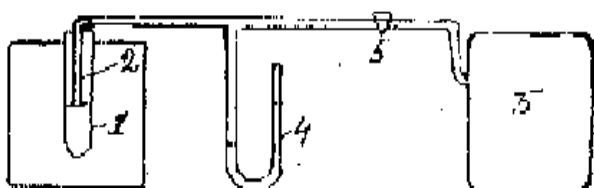
Egri chizig'ini radiusi pufakchani suyuqlikka siqish darajasiga qarab, o'zgaradi.



8-rasmdan ko'rinib, turibdiki, boshlanish vaqtdagi pufakcha egrilik chizig'i katta radiusga ega va uning sirti tekis desa, ham bo'ladi ($r \gg r$) vaqt o'tishi bilan egriligini radiusi kichiklashib boradi, pufakcha qabriqlashib boradi va $r_M = r$ bo'lganda ichki pufakchani ortiqcha bosimi maksimal qiy-matga yetadi (∇P_{MAX}). Bu bosim kapillyardagi tashqi bosimga tengdir. Kelgusida pufakchani o'lchovini oshirish uchun tashqi bosimni oshirish talab qilmaydi, chunki pufakcha kattalashgan sari undagi ichki bosim Laplas qonuniga asosan kichiklashib boradi. Trubkadagi havo natijasida pufakcha shakliga kirishga intiladi va kapillyardan uzilishiga olib keladi. Shunday qilib, shu metod bilan sirt tarangligini aniqlash tashqi bosimni o'lchashga olib kelada, bu esa $\sigma > p$ ga tengdir. Pufak hosil bo'lgandagi maksimal bosim o'lchash metodi bilan sirt tarangligini aniqlashda buni ustidagi suyuqlikni sirt qavatini gidrostatik bosimini hisobga olish kerak. Ammo, agar kapillyar suyuqlikda juda chuqurlikda bo'lmasa, uning radiusi kichik bo'lganligi tufayli qo'shimcha bosimni hisobga olmasa ham bo'ladi.

Ishni bajarish tartibi.

Pufak hosil bo'lgandagi maksimal bosimni oddiy o'lchash variant bo'lgan Robender pribori yordamida o'lchash mumkin u quyidagi yacheykalardir: 1-o'lchash yacheykasi, 2-kapillyar, 3-kompressor qaysiki buni yordamida ichki bosim hosil qilinadi va 4- monometr, 5-mikrovint.



O'lchashni quyidagicha olib boriladi:

Ma'lum bir chegaragacha tekshiriladigan suyuqlik 1- yacheykaga qo'yiladi, so'ngra bu suyuqlik yuzasiga kapilyar uchi 1 mm atrofida tegib turiladi. Kapilyar kompressor va monometr bilan rezina trubasi orqali ulanadi. Kompressor orqali kapillyardagi havo bosimini mikrovint bilan normal-lashtirib turiladi, monometrni krani shunday burash kerak, chunki bunda asbobda ortiqcha bosim hosil qilinsa, mono-metrdagi suyuqlik chiqib ketadi.

Kapilyar uchida hosil bo'lgan havo pufakchasi ∇P_{MAX} etganda suyuqlikni sirt qavatidan uziladi. Bu paytda sistemada bosim kamayadi va monometrdagi suyuqlik tusha boshlaydi, ammo yangi pufak hosil bo'lganligi tufayli yana ko'tariladi. Har doim monometrdagi suyuqlikni darajasi tushib ko'tarilib turadi.

Monometrdagi suyuqlikni mana shu holatini kamay- tirish uchun (8-10 sek.) da pufak hosil bo'lib turishiga erishiladi. Agar monometrni ko'rsatishi 2-3 sek. davomida o'zgarmasa, u holda monometrni chap va o'ng tomonidagi ko'tarilish va tushish darajasini farqini $\nabla h = h_1 - h_2$ yozadilar. Kapillyarni radiusini o'lchashdagi qiyinchiligini chetlatish uchun sirt taranglikni aniqlashda nisbiy metoddan foydalaniladi. Buning uchun (idish) kapilyar doimiysi K topiladi, qaysiki maksimal bosim va sirt tarangligi ma'lum bo'lgan moddaga (etalon) nisbatan topiladi.

$$K = \frac{\delta_{\nabla T}}{\nabla P_{\nabla T}}$$

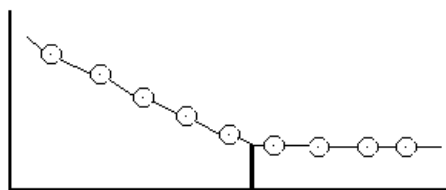
∇P bosimni aniqlab koeffitsientni hisoblab tekshirilayotgan suyuqlikni sirt tarangligini hisoblaydilar.

$$\delta = K * \nabla P_{max}$$

Etalon suyuqlik sifatida H_2O yoki benzol olinadi. Tekshiriladigan suyuqlikni bir necha temperaturalarda o'l-chaydilar (tekshiriladigan suyuqlik uchun temperaturalarni o'qituvchi ko'rsatadi). O'lchashdan oldin suyuqlikni temperaturalarda termostatda, so'ngra amaliy va adabiyotdagi berilgan qiymatlar bo'yicha sirt tarangligini temperaturaga bog'liq egri chizig'i chiziladi ($\delta - T$) bu egri chiziqdan berilgan suyuqlikni kritik temperaturasi topiladi va 1 cm^2 yuza hosil bo'lgandagi entropiyasini va entalpiyasini hisoblaydi.

1-ish. Suvda organik moddalarning eruvchanligini ularni sirt tarangligini o'lchash orqali aniqlash

Sekin-asta suvga organik sirtga-aktiv moddalar (SAM) qo'shib borilsa, aralashmani sirt tarangligini kamayishiga olib keladi. Keyinchalik qo'shib borish natijasida to'yingan nuqtasiga erishilsa, eriydigan moddalar qo'shib borilsa ham sirt tarangligini o'zgartirmaydi. $\delta - 0$ koordinatlardagi grafigida chizib ko'rish mumkin, ya'ni oldin kamayib borib, so'ngra tuyingan nuqtaga yetgandan keyin (δ) o'zgarmay qoladi.



bu yerda a-to'yingan nuqtasi - qo'shiladigan moddaning hajmi

a-nuqtaga to'g'ri kelgan suyuqlikni hajmi orqali uning massasi aniqlanadi, ya'ni $m = \rho \cdot V$ (ρ - tajriba temperaturasi-dagi suyuqlikni zichligi) va og'irlik tsotsentrlarida eruvchanlik hisoblanadi, butun eritmani og'irligini toza suvni og'irligiga teng deb (ya'ni 100 g eritmadagi moddani grammlar soni) olinadi. Metodning printsipli va ishini bajarish tartibi 1-ishda qanday bo'lsa, shunday. Ammo, 1-ishda foydalanadigan 1-idishni o'rniga 250 ml stakan, byuretkada tekshiriladigan organik modda va magnit aralashtirgich olish kerak.

Eruvchanlikni aniqlash uchun doimiy temperatura zarur (ish vaqtida uy temperaturasi) olinadi. Toza suvni mono-metrdagi ko'tarilish darajasini farqni ∇h aniqlash uchun (stakanga 100 ml suv qo'yiladi). har safar ma'lum miqdorda suvga organik modda qo'shib ∇h ni o'lchab boriladi. Keyin sirt tarangligini hajmga bog'liqlik grafigi chiziladi ($\delta - \rho$). Tekshiriladigan modda sifatida anilin, etil efiri, izobutil spirti, nitrobenzol, karbon turtxlorid, benzol, toluol va boshqalarni olish mumkin. Bu ishini majburiy va kurs ishi sifatida qo'yish mumkin. Bir necha moddalarni eruvchanligi shu metod bilan aniqlab, boshqa eruvchanlikni aniqlaydigan metodlar bilan solishtirish mumkin.

2-ish. Mol sirt energiyasini mol bug'lanishi issiqligi orasidagi korrelyatsiya borligini aniqlash

Ishni bajarish tartibi 1- ishda ko'rsatilgandek.

Bir necha organik suyuqliklar uchun galoidlarni hosi-lalari, spirtlar, uglevodorodlar va boshqa suyuqliklarni Rebin-der metod bilan o'lchab, mol sirt energiyasini hisoblash kerak. Sirt tarangligini o'lchagan temperaturalardagi bug'lanish is-siqliklarni ma'lumotnomadan topib, mol sirt energiya mol bug'lanish energiyasini funktsiya sifatida - mol sirt ener-giyasini bog'liqlik grafigi chiziladi. Agar nuqtalar bir to'g'ri chiziqqa yotsa korrelyatsiya koeffitsientini yoki eng kichik kvadratlar metodi bo'yicha to'g'ri chiziq tenglamasidagi koeffitsientini hisoblash "Iskra 124" da tuzilgan program-madan foydalanish mumkin, bu programmada shu metodik ko'rsatmada biriktirilgan.

7-LABORATORIYA ISHI

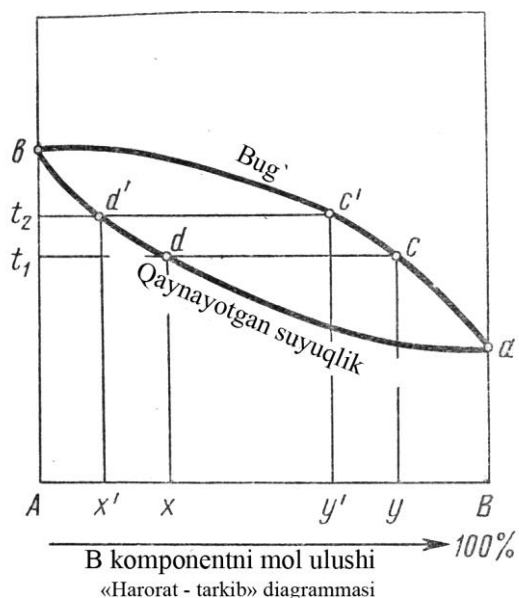
Ikki komponentli qattiq sistemalarning suyuqlanish holat diagrammalarini tuzish.

Binar aralashmalar

Binar aralashmalarni haydash

Bunday aralashmalarning suyuq xolatidagi komponentlari nisbati eritma bilan muvozanatda turgan bug'ining komponentlari nisbatidan farq qiladi. Oson uchuvchan komponent haydalgan sari, eritmaning qaynash harorati oshib, aralashma tarkibiga bog'liq bo'ladi.

Doimiy bosimda qaynash haroratini aralashma tarkibiga bog'liqlik grafigi ("Harorat-tarkib" diagrammasi) rasmda tasvirlangan, bunda ordinatalar o'qiga harorat, abtsissalar o'qiga aralashma tarkibi joylashtiriladi. Pastki egri chiziq suyuq aralashma tarkibini qaynash haroratiga bog'liqligini, yuqorigi esa bug' tarkibini bog'liqligini ko'rsatadi. Bu egri chiziqlar linzasimon shakl hosil qilib, uning o'rtasi qaynayotgan suyuqlik va to'yingan bug' tarkibiga mos keladi.



"Harorat – tarkib" diagrammasi ayni haroratda suyuq aralashma va bug' tarkibi ma'lum bo'lganda qurilishi mumkin. B komponent oson uchuvchan bo'lgan, A va B komponentlardan iborat aralashmani ko'rib chiqamiz. Diagrammadagi a va b nuqtalar toza komponentlarning qaynash haroratlariga mos keladi. Oson uchuvchan komponent B ni qo'shilishi aralashmani qaynash haroratini pasaytiradi, buning natijasida suyuqlik va bug'da komponentlar nisbati o'zgaradi. B komponent uchuvchan bo'lganligi sababli, bug'da B komponent ko'proq bo'ladi.

Doimiy tashqi bosimda x nuqtaga mos keluvchi tarkibli suyuqlikni haydalish jarayonini ko'rib chiqamiz. Qizdirilganda aralashma t_1 haroratda qaynaydi (suyuqlikni qaynash egrisida d nuqta); bu haroratda bug'ni tarkibi y nuqtaga mos keladi (bug' egrisida c nuqta), ya'ni u oson uchuvchan komponent B ga boy bo'ladi, buning natijasida suyuqlikda A komponent miqdori oshadi va aralashmani qaynash harorati oshadi; x chapga x' ga o'tadi. Yangi tarkibli aralashmaga qaynash harorati t_2 mos keladi (suyuqlikni qaynash egrisida d' nuqta), ushbu haroratda bug' y' tarkibga mos keladi (bug' egrisida c' nuqta). Suyuqlikni bug'lanishi davom qilgach, oxirgi qismi qiyin uchuvchan komponent A dan iborat bo'ladi.

Bug'ni kondensatsiyasida nisbatlar teskari bo'ladi. Masalan, y'x' tarkibli bug' t_2 haroratda kondensatsiyalanib boshlaydi va oson uchuvchan komponent B ga boy bo'lgan x'tarkibli kondensat beradi.

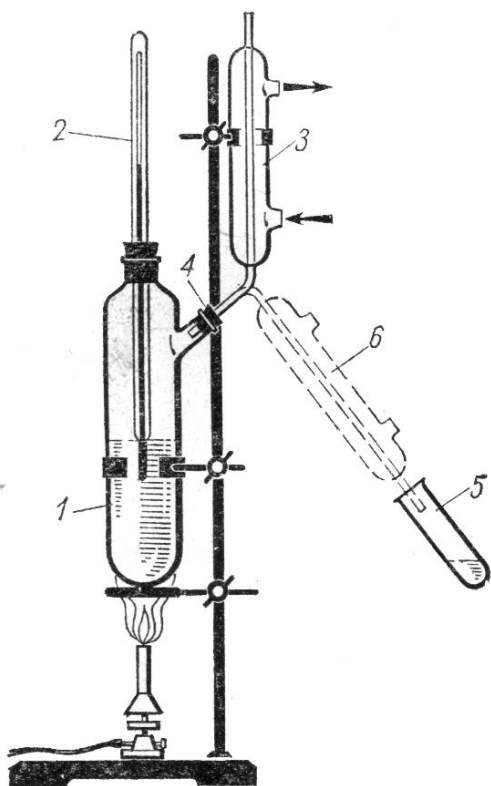
Suyuqlikni ozgina miqdori bug'langanda ham uning tarkibi o'zgarishini inobatga olib, suyuqlik ustidagi to'yingan bug' tarkibini aniqlash uchun namunani harorat o'zgarmay qolganda, ya'ni suyuqlik qaynaganda olish kerak bo'ladi. Turli foiz konsentratsiyali eritmalarini qaynatib, birinchi bug'ining tarkibini aniqlab "Harorat – tarkib" diagrammasini tuzish mumkin.

Ishning maqsadi: o'zaro cheksiz eruvchi eritmalarini haydashni o'rganish va olingan natijalar asosida "Harorat – tarkib" diagrammasini tuzish.

Kerakli asbob va reaktivlar. Suyuq aralashmalarni qaynash haroratini aniqlash qurilmasi; chinni bo'lakchalari; 50 ml li rezina tiqinli uchta kolba; rezina tiqinli 1 ml suyuqlik sathi

belgilangan uchta probirka; NaOH ni 0,1 n li eritmasi; fenolftalein; CH_3COOH ; millimetr qog'oz.

Qurilmani tuzilishi. Suyuq aralashmaning qaynash haroratini aniqlash qurilmasi qaynatish uchun idish 1, termometr 2, sovutgich 3 dan iborat bo'ladi. Sovutgichning ichki naychasi tiqin 4 ga erkin harakatlana olib, holat 6 ga o'tadigan qilib qo'yiladi.



Suyuq aralashmalarning qaynash haroratini aniqlash qurilmasi.
1-qaynatish uchun idish; 2-termometr; 3-sovutgich;
4-tiqin; 5-namuna olish uchun probirka.

Qurilma shtativga joylashtirilib, idish 1 ga tekshirilayotgan suyuqlik solinadi va bir tekis qaynashi uchun bir nechta dona chinni bo'laklari tashlanadi. Idish bir og'ziga tiqin orqali 120-130 grad li termometr simobi suyuqlikka ozgina kirib turadigan qilib joylanadi. Keyin idish 1 sovutgich 3 bilan ulanadi, sovutgichdan suv o'tkaziladi va suyuqlik qaynaguncha qizdiriladi.

Harorat o'zgarmay qolganda (suyuqlik qaynaganda) sovutgich 6 holatga o'tkaziladi va probirka 5 ga 1 ml distillyat olinadi. SHundan keyin qurilma buziladi, idishdan suyuqlik to'kib tashlanadi, idish yaxshilab yuviladi va keyingi tekshiriladigan suyuqlik bilan chayiladi.

YUqoridagi tajriba har bir aralashma bilan o'tkazilib, qaynash harorati yozib boriladi. Probirkaga olingan distillyatlar 0,1 n li NaOH eritmasi bilan titrlanadi.

Eritma tayyorlash. 35-40 ml dan 20%, 40% va 60% li sirka kislota eritmaları tayyorlanadi.

Ishni bajarish. Dastlab yuqorida ko'rsatilgan usul bilan suv va sirka kislotani qaynash haroratlari alohida topiladi. Olingan natijalar "Harorat – tarkib" diagrammasida a va b nuqtalari qilib belgilanadi. Keyin har bir olingan namuna idish 1 ga solinib, qaynash harorati aniqlanadi va olingan distillyat titrlanib, uning tarkibi aniqlanadi. Olingan natijalar quyidagi jadvalga yoziladi.

Aralashma eritmaları	Aralashma tarkibi	Qaynash harorati ($^{\circ}\text{C}$)	Distillyat (bug') tarkibi
	Suyuqlik A 100%		
	Suyuqlik B 100%		
Eritma 1			
Eritma 2			
Eritma 3			

Olingan natijalar asosida grafik tuziladi, bunda ordinatalar o`qiga harorat, abtsissalar o`qiga suyuqlik va bug` tarkiblari qo`yiladi.

Tavsiya etilgan adabiyotlar ro`yxati

Asosiy adabiyotlar:

1. Стромберг А.Г., Семченко Д.П. Физическая химия. М. “Химия”: 2002.
2. Акбаров Х.И. “Физикавий кимё”, Тошкент: ЎЗМУ, 2006, 66 б.
3. Akbarov X.I., Sagdullayev B.U., Tillayev R.S. “Fizikaviy kimyo”, Toshkent:, 2014.

Qo`shimcha adabiyotlar

1. Мищенко К.П. и др. Практические работы по физической химии. Л: ГХИ. 1982: Fizik kimyodan amaliy mag`ulotlar. Toshkent: “O`qituvchi”, 1998. (Akbarov X.I., Tillayev R.S. tarjimasini).
2. Akbarov X.I. “Fizikaviy kimyo”. Majmua 2013 y.
3. Akbarov X.I. Fizik kimyodan amaliy mashg`ulotlar. Toshkent, 1991
4. Akbarov X.I., Tillayev R.S. “Fizikaviy kimyodan amaliy mashg`ulotlar”, Toshkent; O`zMU, 2006, 43 b.
5. Statistika termodinamika: O`quv qo`llanma. Tuzuvchi B.U.Sagdullayev, Toshkent, 1990.
6. Смирнова Е.А. Курс статистической термодинамики в физической химии: Учеб.пособие 2-е изд. М: «Высшая школа», 1982. 456 с.

Internet va ZiyaNet saytlari

1. www.Ziyo.net
2. <http://www.uralrti.ru>.
3. <http://www.fizchim.ru>.

**O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA O'RTA
MAXSUS TA'LIM VAZIRLIGI
QARSHI DAVLAT UNIVERSITETI
TABIIY FANLAR FAKULTETI
KIMYO KAFEDRASI**

«FIZIKAVIY KIMYO»

(Mustaqil ishlarni bajarish bo'yicha uslubiy ko'rsatmalar)

5440400- Kimyo ta'lim yo'nalishi

Tuzuvchi: PhD. Berdimurodov E.T

Qarshi – 2019 yil

Mustaqil talim topshiriqlari

1. Fizikaviy kimyo alohida fan sifatida ro'yobga kelishi. Fizikaviy kimyoning XVIII asr namoyondalari. Fanning rivojlanishi.
2. Fizikaviy kimyoni fan sifatida tanilishiga qaysi olimlar o'z hissasini qo'shgan. XVIII – XIV asrlar davomida kimyoda qanday yangi kashfiyotlar qilindi.
3. Kimyoviy termodinamika tushunchasi. Kimyoviy termodinamika atamalari. Termodinamikaning birinchi qonuni. Ideal gazlarning kengayish ishi.
4. Termokimyo fanining maqsadi. Gess qonuni va uning tatbiqi. Reaktsiya issiqlik effekti haroratdan bog'liqligi.
5. Termodinamikaning birinchi qonunining kamchiliklari. Termodinamikaning ikkinchi qonuni. Karno sikli.
6. Turli jarayonlar uchun yentropiyasining hisoblash. Aralashish yentropiyasi. Gibbs va Gelmdols yenergiyalari.
7. Kimyoviy muvozanati. Muvozanat sodir bo'lganda Gibbs energiyasining o'zgarishi. Muvozanat doimiyliigi haroratga bog'liqligi.
8. Plank postuloti, Nerstning issiqlik tenglamasi. Termodinamikaning III – qonuni.
9. Statistik termodinamika fani. Mikroholat va tartibsizlik. Angambillar.
10. Aralashish yentropiyasining statistik talqini. Ideal gazlar uchun aralashish yentropiyasi tenglamasi qanday keltirib chiqariladi.
11. Qaytmas jarayonlar uchun termodinamikaning ikkinchi qonuni enfropiyani mavjudlik va oshish qonunidir.
12. Mikrosistemalarda yenergetik nuqtai nazardan bir-biriga yaqin bo'lgan holatlarni umumlashtiruvchi kattalik.
13. Fazoviy muvozanat tushunchasi. Fazalar qoidasining tushunchalari. Bir komponentli sistemalar. Suvning holat diogrammasi.
14. Bir komponentli sistemalar holat diogrammalarining turlari. Monotrop va yenantrop o'tishlar.
15. Ikki komponentli sistemalar. Yevtektikali ikki komponentli sistemalar. Yelka qoidasi.
16. Sistemadagi har qaysi fazaning kimyoviy tarkibini ifodalash uchun yetarli bo'lgan modda hillarining eng kichik soni.

**O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA O'RTA
MAXSUS TA'LIM VAZIRLIGI
QARSHI DAVLAT UNIVERSITETI
TABIIY FANLAR FAKULTETI
KIMYO KAFEDRASI**

**«FIZIKAVIY KIMYO»
(Glossariy)**

5440400- Kimyo ta'lim yo'nalishi

Tuzuvchi: PhD. Berdimurodov E.T

Qarshi – 2019 yil

1. **Atom** – musbat zaryadlangan atom yadrosi bilan manfiy zaryadlangan elektronlardan tarkib topgan elektrneytral zarrachadir.
2. **Alkimyo** – IV asrdan XVII asrgacha faoliyat ko'rsatgan kimyo fanini rivojlanishida ijobiy rol o'ynagan arab alkimyosi va unga qarshi o'laroq, G'arbiy Yevropa alkimyosi reaksiya, ilmga xilof oqim bo'lgan, cherkov bilan feodallar manfaati uchun xizmat qilgan oqimdir. Alkimyogarlarning butun harakati sirli «falsafiy tosh»ni axtarib topishga qaratilgan edi. Bu tosh go'yo noas metallarni asl metalga aylantirishi, inson umrini uzaytiruvchi elektr yoki bu kasalliklarni davolash kerak edi.
3. **Avogadro domiysi** – $6,02 \cdot 10^{23}$ g/mol.
4. **Alfa zarracha (α – zarracha)** – musbat zaryadga ega bo'lgan zarracha bo'lib, uning massasi 4 uglerod birligiga teng, tezligi 20000 km/sek, geliy ionlari (He^{2+}) dan iborat.
5. **Asosiy guruhcha** – tipik elementlardan tashkil topgan elementlar qatoridir.
6. **Aktinoidlar** – VI davrda tartib raqamlari 90 ...103 bo'lgan 14 element aktinoidlar oilasini hosil qiladi.
7. **Aktseptor** – elektron juftini o'zining bo'sh orbitaliga qabul qiladigan atom yoki iondir.
8. **Atomli yoki birinchi tartibdagi birikmalar** – hosil bo'lishida valentlik qoidasiga bo'ysunadigan moddlardir. C_2Cl_2 , BF_3 , NH_3 , FeCl_3 kabi moddalar birinchi tartibdagi birikmalar qatoriga kiritiladi.
9. **Anion komplekslari** – markaziy ionining zaryadi uni qurshab turgan ligandlar zaryadlarining yig'indisidan kichik bo'lgan komplekslardir.
10. **Aminatlar** – ichki sferasida organik aminlar bo'lgan koordinatsion birikmalardir. Organik aminlardan etilendiamin va piridin ($\text{S}_5\text{N}_5\text{N}$) juda ko'p metallar bilan komplekslar hosil qiladi.
11. **Ammiakatlar** – o'zining ichki sferasida ammiya bo'lgan koordinatsion birikmalardir. Ammiak molekulasi har biri bittadan koordinatsion o'rinni egallaydi. Shuning uchun ichki sferada bo'ladigan ammiak molekullar soni markaziy ionning koordinatsion soniga bog'liq bo'ladi. Mis, nikel, kobalt kabi elementlar juda barqaror ammiakatlar hosil qiladi.
12. **Atsidokomplekslar** – ligandlari kislota qoldiqlaridan iborat koordinatsion birikmalardir. Masalan, $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$. Qo'shaloq tuzlar ham atsidokomplekslar jumlasiga kiradi, masalan, $\text{KCl} \cdot \text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$.
13. **Alfa nurlar** – musbat zaryadli zarrachalar oqimidir. Massasi 4 uglerod birligiga teng va tezligi esa 20000 km/sek atrofida bo'ladi.
14. **Atom tuzilishining yadro nazariyasi** – bu nazariyaga muvofiq atom markazida musbat zaryadli yadro joylashgan bo'lib, uning atrofida elektronlar aylanib yuradi. Atom tarkibining musbat zaryadli qismini ingliz olimi E. Rezerford alfa – zarrachalarning tarqalishini o'rganish natijasida kashf etdi va 1911 yildi atom tuzilishining yadro nazariyasini taklif qildi.
15. **Atomning hayajonlangan holati** – atomga tashqaridan energiya berilganda elektronning yadroga yaqin orbitadan yadrodan uzoq orbitaga o'tish holatidir. Bunda, elektron yadroga yaqin orbitaga o'tishida atom energiya chiqaradi, yadrodan uzoqroq orbitaga o'tishida esa energiya yutadi. Yadrodan uzoq turgan

- elektronning energiya zapasi ko'p bo'ladi. Bu vaziyat yuqori energetik darajadagi vaziyat deyiladi. Bunda atom hayajonlangan holatda bo'ladi.
16. **Biokimyo** – tirik organizmalarda sodir bo'ladigan kimyoviy jarayonlarni o'rganadigan fandır.
 17. **Bertollidlar** – o'zgaruvchan tarkibli birikmalardir. Bertollidlarning tarkibi o'zgarib turadi va steziometrik nisbatlarga muvofiq kelmaydi. Masalan, uran (VI) – oksidning tarkibi odatda UO_3 formula bilan ifodalanadi. Haqiqatda esa uning tarkibi $UO_{2,5}$ dan UO_3 gacha bo'ladi va boshqalar.
 18. **Beta zarracha (β – zarracha)** – manfiy zaryadga ega bo'lgan zarracha bo'lib, uning harakat tezligi 100000 km/sek ga tengdir. Bu nur tez harakatdagi elektronlar oqimidan iborat.
 19. **Bosh kvant son** – ayni orbitaning energiyasi uning yadrodan uzoq va yaqinligiga qay tarzda bog'liq ekanligini tavsiflaydi va elektron energiyasining kattaligini ko'rsatadi. Bu tushuncha fanga dastlab 1913 yild Nyu Bor tomonidan kiritilgan.
 20. **Bog'lanish energiyasi** – kimyoviy bog'lanishni uzish uchun zarur bo'lgan energiya miqdoridir.
 21. **Valent elektronlar** – asosiy guruhcha elementlari atomining yadrodan eng uzoqda turgan sirtqi qavatining s va r elektronlari, shuningdek, qo'shimcha guruhcha elementlarining sirtqi qavatidagi S – elektronlari va sirtqidan oldingi pog'onaning qisman d – elektronlaridir.
 22. **Vodorod bog'lanish** – elektrmanfiyligi katta bo'lgan element atomi bilan boshqa molekuladagi vodorod atomi orasida vujudga keladigan ikkinchi darajali kimyoviy bog'lanishdir.
 23. **Vodorod ko'rsatgich** – eritmadagi vodorod ionlari konsentratsiyasining teskari ishora bilan olingan unli logarifmi vodorod ko'rsatgich yoik rN deb ataladi. «Vodorod ko'rsatgich» tushunchasini 1909 yilda daniyalik kimyogar Syorensen kiritgan.
 24. **Vodorod elektrod** – elementlarning standart elektrod potentsialini o'lchashda ishlatiladigan vodorod elektroddir. Bu qurilmadagi vodorod elektrodi sifatida ishlatiladigan platina plastinka yuza sathini kattalashtirish maqsadida g'ovakli platina bilan qoplangan bo'lib, u H^+ ionining konsentratsiyasi $1 \text{ mol} \cdot l^{-1}$ bo'lgan sulfat kislota eritmasiga tushirilgan bo'ladi. Elektrod tagidagi gaz holdagi tozalangan vodorod oqimi yuboriladi, erkin holdagi vodorod va eritmadagi N^+ orasida muvozanat holat yuz beradi, bunda molekulyar vodorod atomar holga o'tishini platina elektrod amalga oshiradi.
 25. **Gazlar zichligi** – bir gaz muayyan hajmi massasining xuddi shunday hajmdagi ikkinchi gaz (usha sharoitlarda olingan) massasiga nisbati birinchi gazning ikkinchi gazga nisbatan zichligi deyiladi.
 26. **Gamma nur (γ – nur)** – zaryadsiz zarracha bo'lib, xuddi rentgen nuriga o'xshab elektr magnit to'lqin xossasiga ega. U juda qalin metall plastinkasidan ham o'tadi. U elektr maydonida og'maydi. O'zining tabiati jihatidan yorug'lik nurlariga o'xshaydi, lekin to'lqin uzunligining juda kichikligi bilan undan farq qiladi.

27. **Guruh** – elementlarning davrlar bo'yicha taqsimlanishi natijasida vertikal yo'nalishda bir – biriga o'xshash elementlar oilasining vujudga kelgan qatoridir.
28. **Geterogen sistema** – fizikaviy yoki kimyoviy xossalari jihatidan o'zaro farq qiladigan va bir – biridan chegara sirtlari bilan ajralgan ikki yoki bir necha qismlardan yoki bir necha fazadan tuzilgan sistemadir.
29. **Gomogen sistema** – fizikaviy yoki kimyoviy xossalari jihatidan o'zaro farq qilmaydigan va bir – biridan chegara sirtlari bilan ajralmagan, bir fazadan iborat sistemadir.
30. **Gomogen kataliz** – reaksiyaga kirishuvchi moddalar va katalizator bir fazali sistemadir. Masalan, ular gaz yoki suyuq sistemani hosil qiladi, katalizator bilan reaksiyaga kirishuvchi moddalar orasida chegara sirti bo'lmaydi.
31. **Geterogen kataliz** – reaksiyaga kirishuvchi moddalar bilan katalizator turli fazalardan iborat sistemadir. Bunda reaksiyaga kirishuvchi moddalar bilan katalizator orasida chegara sirti bo'ladi. Odatda katalizator – qattiq modda, reaksiyaga kirishuvchi moddalar – gazlar yoki suyuqliklar bo'ladi.
32. **Gidratlanish** – erishda erituvchi bo'lgan suv molekulalarining eruvchi modda molekulalari bilan birikishidir. Bunda unchalik barqaror bo'lmagan birikmalar hosil bo'ladi.
33. **Gipertonik eritmalar** – konsentratsiya yuqori bo'lgan eritmaning osmotik bosimi katta bo'lgan eritmadir.
34. **Gipotonik eritmalar** – konsentratsiyasi kichik bo'lgan eritmalarining osmotik bosimi kam bo'ladi va ular gipotonik eritmalar deb ataladi.
35. **Gidroliz darajasi** – gidrolizlangan tuz molekulalari sonining eritilgan tuz molekulalari soniga bo'lgan nisbatidir.
36. **Galbvanik elementlar** – kimyoviy energiyani elektr energiyasiga aylantirish uchun xizmat qiladigan asboblardir. Ularning ishlashi metallarning boshqa metallarni ularning tuzlaridan siqib chiqarish reaksiyasiga asoslangan.
37. **Gemoglobin** – tirik hujayralarni koslorod bilan ta'minlab turuvchi moddadir. U temirning koordinatsion birikmasi hisoblanadi.
38. **Gidratlar va akvakomplekslar** – ichki va sirtqi qavatida suv molekulalari tutgan koordinatsion birikmalardir. Agar suv molekulasini koordinatsion birikmalarda ligandlik vazifasini bajarsa, bunday birikmalarni akva – komplekslar deb ataladi.
39. **Daltonidlar** – o'zgarmas tarkibli birikmalardir. Daltonidlarning tarkibi butun sonli stexiometrik indeksleri bor oddiy formulalar bilan ifodalanadi, masalan, H_2O , HJ , CCl_4 , CO_2 va boshqalar.
40. **Davr** – elementlarning xossalari asta – sekin o'zgarib boradigan, ishqoriy metall (birinchi davr vodorod) bilan boshlanib nodir gaz bilan tugaydigan gorizontal qatordir.
41. **Dipol sistema** – miqdoriy jihatdan baravar va bir – biriga nisbatan ma'lum masofada joylashgan, qarama – qarshi elektr zaryadlaridan iborat sistemadir.
42. **Donor** – aktseptor bog'lanish – kovalent bog'lar hosil qiluvchi elektronlarning biri dastlab bir atomda, ikkinchisi boshqa atomda bo'lishi shart emas, bu juftlar bog'lanish hosil bo'lishidan avval, o'zaro birikuvchi atomlarning faqat birida

- bo'lib, ikkinchi atomda bo'sh orbitallar mavjud bo'lsa, kovalent bog'lanishning bir turi – koordinatsion yoki donor – aktseptor bog'lanish hosil bo'ladi.
43. **Donor** – bog' hosil qilish uchun o'zining elektron juftini beradigan atom yoki iondir.
 44. **Dativ bog'lanish** – juft d – elektronlar hisobiga amalga oshadigan donor – aktseptor bog'lanishdir.
 45. **Dinamik muvozanat** – muvozanat holatida to'g'ri reaksiya ham, teskari reaksiya ham to'xtamaydi, shu sababli bunday muvozanat harakatdagi yoki dinamik muvozanat deyiladi.
 46. **Diffuziya** – bir modda zarrachalarining ikkinchi modda ichida taqsimlanishini ta'minlovchi jarayondir.
 47. **Dissotsilanish darajasi** – ionlarga ajralgan molekulalar sonining umumiy erigan molekulalar soniga nisbatidir.
 48. **Yonish issiqligi** – bir mol modda to'liq yonganda ajralib chiqadigan issiqlik miqdoridir.
 49. **Ionlar** – atomlarning elektron yo'qotishi yoki birkirib oilishi natijasida hosil bo'ladigan zarrachalardir.
 50. **Ionlanish energiyasi** – atomdan elektronni ajratib olish va uni yadro ta'sir etadigan zonadan uzoqlashtirish uchun zarur bo'lgan energiya miqdoridir.
 51. **Ion bog'lanish** – ionlar orasida elektrostatik tortishuv tufayli vujudga keladigan kimyoviy bog'lanishdir, uni elektrvalent bog'lanish ham deyiladi.
 52. **Ionli birikmalar** – ionlarning bir – biriga tortilish yo'li bilan hosil bo'lgan birikmalardir, ularni geteropolyar birikmalar ham deyiladi.
 53. **Izotonik eritmalar** – konsentratsiyasi o'zaro teng bo'lgan eritmalarining osmotik bosimlari ham teng bo'ladi, bunday eritmalar izotonik eritmalaridir.
 54. **Indikatorlar** – rangi vodorod ionlarining konsentratsiyasiga qarab o'zgaradigan moddalardir. Masalan, lakmus, fenolftalein, metilnoring va nitrofenol eng ko'p ishlatiladigan indikatorlardir (indikator so'zi lotincha «indico», ya'ni «ko'rsataman» so'zidan olingan).
 55. **Izotoplar** – bir elementning bir – biridan massasi jihatidan farq qiladigan atomlaridir. Elementning davriy sistemada keltirilgan atom massasi, uning turli izotoplari massalar sonining o'rtacha qiymatidir. Bu qiymat ularning tabiatda tarqalishiga mos keladigan qilib, foiz hisobida olinadi. Masalan, xlor massasi 35 va 37 ga teng bo'lgan atomlardan iborat bo'lib, bunda $^{35}_{17}\text{Cl}$ izotop miqdori 75% va $^{37}_{17}\text{Cl}$ izotop 25% ni tashkil qiladi. Xlorning o'rtacha atom massasi 35,45 ga teng
 56. **Izobarlar** – massalar soni bir – biriga teng bo'lgan turli elementlar atomlaridir. Yadro zaryadi bilan farq qiladigan, ammo massasi bir xil bo'ladigan atomlar mavjud. Masalan, $^{40}_{18}\text{Ar}$, $^{40}_{19}\text{K}$, va $^{40}_{20}\text{Ca}$ va hokazolar.
 57. **Kimyo** – dunyoni tashkil etgan elementlarni hamda shu elementlardan hosil bo'lgan turli – tuman moddalarni, ularning tarkibi, tuzilishi, xossalari va o'zgarishlarini, shuningdek bu o'zgarishlarda sodir bo'ladigan xossalarni o'rganadigan fandir.

58. **Kimyoviy o'zgarishlar** – kimyoviy reaksiyalar ham deyiladi, ularda dastlabki moddalardan, ya'ni xom ashyodan boshqa tarkibga va boshqa xossalarga ega bo'lgan mahsulotlar olinadi.
59. **Kimyoviy ekvivalent** – elementning bir massa qism vodorod va 8 massa qism kislorod bilan birika oladigan yoki shularga almashina oladigan miqdoridir.
60. **Katod nurlari** – elektrodlar kavsharlangan shisha nayda havo so'rib olinsa va unga yuqori kuchlanishli elektr quvvati ulansa, katodda nur tarala boshlaydi. Bu nurlar katod nurlaridir.
61. **Kichik davrlar** – bitta qatordan tashkilotgan 1... davrlardir.
62. **Katta davrlar** – juft va toq qatorlardan tashkil topgan 4...7 davrlardir.
63. **Kovalent bog'lanish** – umumiy (o'zaro bog'laydigan) elektron juftlarning hosil bo'lishi natijasida vujudga keladigan kimyoviy bog'lanishdir.
64. **Kimyoviy termodinamika** – kimyoviy jarayonlarda har xil turdagi energiyalarning bir – biriga aylanishini o'rganadigan sohadir.
65. **Kimyoviy kinetika** – kimyoviy jarayonlar tezligi haqidagi ta'limotdir.
66. **Kimyoviy reaksiya tezligi** – sistemaning hajmi o'zgarmaganda reaksiyaga kirishayotgan moddalardan birining konsentratsiyasini vaqt birligi ichida o'zgarishidir.
67. **Katalizator** – reaksiya tezligini o'zgartiradigan, lekin reaksiya natijasida kimyoviy jihatdan o'zgarmaydigan moddalardir.
68. **Kataliz** – reaksiya tezligining katalizator ta'sirida o'zgarishidir.
69. **Katalitik reaksiyalar** – katalizatorlar ishtirokida sodir bo'ladigan kimyoviy reaksiyalardir.
70. **Katalitik zaharlar** – katalizatorga ozgina qo'shilganda ham uning katalitik faolligini keskin kamytiradigan moddalardir.
71. **Kimyoviy muvozanat** – reaksiyaga kirishayotgan moddlar sistemasining to'g'ri va teskari reaksiyalarning tezligi o'zaro teng bo'lgan holatdir.
72. **Kimyoviy muvozanatning siljishi** – reaksiya sistemasining bir muvozanat holatidan boshqasiga o'tishi holatidir. Agar sharoit o'zgarganida oxirgi moddalarning konsentratsiyasi ko'paysa, muvozanat reaksiya mahsulotlari tomoniga siljigan bo'ladi. Agar boshlang'ich moddalarning konsentratsiyasi ko'paysa, u holda muvozanat boshlang'ich moddalar hosil bo'lishi tomoniga siljigan bo'ladi.
73. **Kristallgidratlar** – tarkibida suv molekulalari bor kristallardir.
74. **Kristallizatsiya suvi** – kristallgidratlar tarkibiga kiradigan suvdur.
75. **Krioskopiya** – kimyoda eritmaning muzlash shartlarini o'rganuvchi bo'limdir.
76. **Kuchli elektrlitlar** – har xil konsentratsiyadagi eritmalarda ham sezilarli darajada yaxshi dissotsilanadigan birikmalardir. Kuchli elektrolitlar suvda eriganda ionlarga to'liq dissotsilanadi. Kuchli elektrolitlarga deyarli barcha tuzlar, kuchli kislota va kuchli asoslar kiradi.
77. **Kuchsiz elektrolitlar** – molekulalari hatto suyultirilgan eritmalarda ham oz darajada dissotsilanadigan elektrolitlardir. Ularga ba'zi kislotalar (masalan, sirka, tsianid, karbonat kislotalar va hokazo), ba'i asoslar (masalan, ammoniy gidroksid, organik asoslar va hookazo) va ba'zi tuzlar (masalan, $\text{Hg}(\text{CN})_2$, HgCl_2 , $\text{Fe}(\text{SCN})_3$, FeF_3 va hokazo) kiradi.

78. **Korroziya** – metallarning tevarak – atrofdagi muhit taʼsirida yemirilishidir. Bu oʻz – oʻzidan boradigan oksidlanish – qaytarilish jarayonidir. Yemirilishning sodir boʻlish mexanizmiga koʻra korroziya ikki xil – kimyoviy va elektrkimyoviy boʻladi.
79. **Kimyoviy korroziya** – metallning tevarak – atrofdagi muhitda oksidlanib yemirilishida sistemada elektr oqimi paydo boʻlmasa, bunday yemirilish kimyoviy korroziyalanish deyiladi. Bu holda metall muhitning tarkibiy qismlari – gazlar va noelektrolitlar bilan reaksiyaga kirishadi.
80. **Kompleks (koordinatsion) birikmalar** – shunday birikmani, uning molekuli yoki ioni markaziy ion yoki atomga ega boʻlib, buni bir necha ion yohud molekulalar yaʼni ligandlar qurshab turadi. kompleks birikmalar hatto eritmalarda ham mustaqilligini saqlab qolishga intiladi, ionlarga ham dissotsilanadi.
81. **Kation kompleks** – markaziy ionining musbat zaryadi uni qurshab turgan ligandlar manfiy zaryadlari yigʻindisidan ortiq boʻlgan komplekslardir.
82. **Koordinatsion soni** – kompleks tarkibida markaziy atom bilan bevosita birikkan ligandlar orasidagi bogʻlanishlar sonidir. Markaziy ionning koordinatsion soni 1 dan 12 ga qadar boʻlishi mumkin. Lekin 8 dan katta koordinatsion sonlar kam uchraydi.
83. **Kompleks hosil qiluvchi** – kompleks birikma tarkibidagi ionlardan biri boʻlib, markaziy oʻrinni egallovchi musbat zaryadli iondir.
84. **Koordinatsion sigʻim** – ayni ligand kompleksining ichki qavatida markaziy ion atrofida necha joyni band qilsa, bu son ligandning koordinatsion sigʻimi deb ataladi.
85. **Lantanoidlar** – VI darda lantandan keyin tartib raqamlari 58 – 71 boʻlgan 14 ta element oilasidir. Lantanoidlar soʻzi «lantanga oʻxshash» degan maʼnoni bildiradi. Ular baʼzan lantanidlar ham deyiladi, bu lantandan keyin keladigan degan maʼnoni bildiradi.
86. **Le – Shatele printsip** – kimyoviy muvozanat holatidagi sistemaga tashqaridan taʼsir etilib, uning biror sharoiti oʻzgartirilsa, sistemada oʻsha tashqi taʼsirni kamaytirishga intiladigan jarayon kuchayadi.
87. **Ligandlar yoki addendlar** – kompleks hosil qiluvchi atrofida joylashgan, maʼlum sondagi qarama – qarshi zaryadli ionlar yoki neytral molekulalardir. Addendlar yoki ligandlar koordinatsion birikmaning ichki sferasini tashkil etadi. Masalan, $K_4[Fe(CN)_6]$ kompleks tuzida kompleks hosil qiluvchi valentli temir ioni boʻlib, addendlar – tsian ionlaridir. Tashqi koordinatsion sferada kaliy ionlari joylashgan.
88. **Murakkab moddalar** – turli xil elementlarning atomlaridan hosil boʻlgan moddalardir.
89. **Molekula** – ayni modda tarkibini va kimyoviy xossalarini ifodalovchi eng kichik zarrachadir. Molekulalarning oʻzaro jipslashishi natijasida «molekulyar tuzilishli» moddalar hosil boʻladi.
90. **Massa atom birligi** – 1961 yilda atom massasining birligi qilib uglerod izotopi ^{12}C atom massasining 1/12 qismiga teng boʻlgan massa atom birligi (m.a.b.) qabul qilingan.

91. **Mol** – moddaning 0,012 kg uglerod izotopi ^{12}C da necha atom bo'lsa, tarkibida shuncha struktura birliklar (molekula, atom, ion, elektron va boshqalar) bo'ladigan miqdoridir.
92. **Molyar massa** – modda massasining moddaning miqdoriga nisbatiga teng kattaligidir.
93. **Molyar hajm** – modda hajmining shu moddaning miqdoriga nisbatidir. Normal sharoitda turli gazlarning 1 moli 22,4l ga teng hajmni egallaydi.
94. **Makroolam** – kishi ko'zi yordamida ko'rish mumkin bo'lgan barcha zarrachalardir.
95. **Mikroolam** – bu ko'z bilan ham, mikroskop yordami bilan ham ko'rinmaydigan ob'ektlardir. Ular jumlasiga molekula, atom, elektron, proton, neytronlar kabi elementar zarrachalar kiradi. Mikroob'ektlarning eng muhim xususiyatlari shundaki, ular ham zarracha, ham to'lqin xossalarini namoyon qiladi.
96. **Magnit kvant son** – elektron orbitallarning fazodagi vaziyatini xarakterlaydi, uning qiymatlari - ℓ dan $+\ell$ gacha bo'la oladi, nol ham bo'lishi mumkin. Magnit kvant son ayni energetik qobiqda necha xil orbital bor ekanligini orbitallarning shaklini ko'rsatadi.
97. **Manfiy katalizator yoki ingibitorlar** – reaksiya tezligini pasaytiradigan moddalardir.
98. **Musbat katalizator** – reaksiya tezligini oshiradigan moddalardir.
99. **Muvozanat konsentratsiyasi** – reaksiyada ishtirok etayotgan moddalarning muvozanat holatdagi konsentratsiyasidir.
100. **Molyar konsentratsiya yoki molyarlik** – erigan moddaning 1 litr eritmadagi mollar soni bilan ifodalanishidir.
101. **Molyal konsentratsiya yoki molyallik** – 1 kg erituvchida erigan moddaning mollar soni bilan ifodlanishidir.
102. **Metallarning kuchlanishlar qatori** – metallarning normal potentsiallarini nazarda tutib, ular tartib bilan bir qatorga qo'yilsa, vodorodning bir tomonida manfiy potentsiolga ega metallar, ikkinchi tomonida esa musbat potentsialli metallar joylashadi. U metallarning kuchlanish qatoridan iborat bo'lib, ular aktivlik qatori deb ham aytiladi.
103. **Molekulali yoki yuqori tartibdagi birikmalar** – biror sodda birikmaning boshqa sodda birikma bilan o'zaro birikishi natijasida hosil bo'ladigan birikmalardir. Masalan, mis (II) – xlorid eritmasiga ammiak ta'sir ettirilganda bu ikki sodda birikmadan molekulyar birikma hosil bo'ladi. Keyinchalik, molekulyar yoki yuqori tartibli birikmalarning nisbatan barqarorlari kompleks (koordinatsion) birikmalar deb ataladi.
104. **Nisbiy atom massa** – elementning tabiiy izotoplar tarkibidagi atomi o'rtacha massasining uglerod ^{12}S atom massasining $1/12$ qismi nisbatiga teng kattaligidir.
105. **Nisbiy molekulyar massa** – moddaning tabiiy izotoplar tarkibidagi molekulasini o'rtacha massasining uglerod atomi ^{12}C massasining $1/12$ qismi nisbatiga teng qiymatidir.

106. **Neytron** – zaryadsiz zarracha bo'lib, uning massasi 1,0087 m.a.b. ga teng, yadro tarkibida bo'ladi.
107. **Nodir gazlar** – VIII guruhning asosiy guruhchasi elementlaridir.
108. **Normal kontsentratsiya yoki normallik** – erigan moddaning 1 litr eritmadagi ekvivalentlar soni bilan ifodalanishidir.
109. **Noelektrolitlar** – suvdagi eritmalari elektr oqimini o'tkazmaydigan moddalardir.
110. **Neytral komplekslar** – markaziy ionning zaryadi bilan ligandlar zaryadlarining yig'indisi orasidagi ayirma nolga teng bo'lgan komplekslardir.
111. **Nuklonlar** – yadro tarkibidagi proton va neytronlarning umumiy nomidir. Bu ikki xil zarrachalar deyarli bir xil massaga ega bo'lib, u taxminan bir uglerod birligiga teng. Massalar soni nuklonlarning umumiy sonini, ya'ni ayni element atom yadrosidagi proton va neytronlar sonini bildiradi.
112. **Nurlanishning kvant nazariyasi** – bu nazariyaga muvofiq energiya uzluksiz ravishda ajralib chiqmaydi, balki u mayda – mayda bo'laklar yoki portiya – portiya holida ajralib chiqadi va kvantlardan iborat bo'ladi. Bu nazariyani 1900 yili nemis fizigi Plank maydonga tashladi.
113. **Orbital kvant son** – elektron orbitallar shaklini tasvirlaydi. Orbital kvant sonning qiymati 0 dan $n - 1$ ga qadar bo'lishi mumkin. Uning qiymatlari lotin alfavitining kichik harflari (s,p,d,f,g,...h) bilan ko'rsatiladi. Bu tushuncha fanga 1916 yilda A.I. Zommerfeld tomonidan kiritilgan.
114. **Osmos** – erituvchi zarrachalarining yarim o'tkazgich parda orqali o'tish jarayonidir. Agar erituvchi eritma o'rtasiga yarim o'tkazgich parda (membrana) qo'yilsa, bu parda orqali erituvchi zarrachalari eritmaga o'tib, uni suyultira boshlaydi.
115. **Osmotik bosim** – erigan modda zarrachalari yarim o'tkazgich orqali o'ta olmaganligi sababli unga urilib ko'rsatiladigan bosimdir.
116. **Oddiy moddalar** – bitta elementning atomlaridan hosil bo'lgan moddalardir.
117. **Pnevmatik kimyo (gazlar kimyosi)** – gazlarga oid ishlar, tajribalar, kuzatishlar, xulosalar. Uning asoschisi gollandiya olimi Van Gelmont bo'lib, gazlarga va biyg'ish jarayoniga oid ko'p ishlarni bajargan.
118. **Planetar nazariya** – 1888 yilda Rossiya olimi B.N. Chicherin tomonidan taklif qilingan bo'lib, 1903 yilda Tomson bu nazariyani inkor qilib o'zining nazariyasini taklif qildi. Bu nazariyaga ko'ra atom butun hajm uzra bir tekis tarqalgan musbat zaryaddan iborat bo'lib, bu musbat zaryadni manfiy zaryadli elektronlar neytrallab turadi. 1911 yilda ingliz olimi E. Rezerford o'z tajribalari asosida Tomson nazariyasining puchligini isbot qilid va planetar nazariyani qaytadan tikladi. Bu nazariyaga ko'ra atom xuddi «Quyosh» sistemasi kabi tuzilgan va uning markaziga musbat zaryadli yadro joylashgan, uning atrofida esa manfiy zaryadli elektronlar harakatlanadi.
119. **Proton** – musbat zaryadli zarracha bo'lib, uning massasi 1,0073 m.a.b. (massa atom birligi)ga va zaryadi +1 ga teng, yadro tarkibiga kiradi, vodorod yadrosidir.

120. **Prton** – netron nazariyasi – bu nazariyaga muvofiq vodorod atomining yadrosidan boshqa barcha atomlarning yadrolari protonlar bilan neytronlardan tarkib topgan.
121. **Pi – bog'lanish (π – bog'lanish)** – ayrim elektronlarning sigma – bog'lanishlar chizig'idan tashqarida o'z elektron bulutlarini qoplaydi. Bunday bog'lanish pi – bog'lanish deb ataladi.
122. **Promotorlar** – katalizatorga aralashtirilganda uning ta'sirini kuchaytiradigan moddalardir.
123. **Plazmoliz** – o'simlik hujayrasi toza suvga tushurilganda xujayra shishib, o'z hajmini kattalashtiradi. O'simlik pardasining burishib qolishini plazmoliz deb ataladi.
124. **Polikislotalar** – kislota molekulasiga shu yoki boshqa kislotaaning anhidridi kelib qo'shilgan mahsulotlardir. $H_2S_2O_7$ polikislotaadir, chunki u H_2SO_4 ni SO_3 bilan to'yintirilganda hosil bo'ladi.
125. **Poligalogenidlar** – markaziy ioni va ligandlari galogenlardan iborat koordinatsion birikmalardir. Masalan, $K[JJ_2]$, $K[JCl_4]$, $K[BrCl_2]$ va boshqalar.
126. **Proton - neytron nazariyasi** – bu nazariyaga muvofiq atom yadrosi proton va neytronlardan tuzilgan. Yadro reaksiyasini chuqur o'rganish natijasida Rossiya fizigi Ivonenko va u bilan bir vaqda nemis fizigi Geyzenberg (1932 yilda) atom yadrosi tuzilishining proton – neytron nazariyasini taklif qildilar.
127. **Pauli printsiipi** – bir atomda to'rtala kvant sonlari bir – birinikiga teng bo'lgan ikkita elektron bo'la olmaydi. Shunga ko'ra, bir orbitalda paralel spinli ikki elektron birgalikda mavjud bo'la olmaydi. Bunday elektronlarni juftlashmagan yoki yakka elektronlar deyiladi.
128. **Radioaktivlar hodisasi** – elementlarning o'z – o'zidan nurlar chiqarish hodisasidir.
129. **Radioaktiv elementlar** – faqat radioaktiv izotoplardan tarkib topgan elementlardir.
130. **Radioaktivlik hodisasi** – o'z – o'zidan nurlanish hodisasidir. Bu hodisani chuqur o'rganish shuni ko'rsatadiki, ba'zi radioaktiv elementlar alfa – nurlar, boshqasi beta – nurlar, ayrimlaridan gamma – nurlar ham chiqadi.
131. **Spin kvant son** – maxsus kvant – mexanik miqdor bo'lib, ilgari vaqtlarda uni elektronning o'z o'qi atrofida aylanishini xarakterlovchi son deb aytilar edi. Uning son qiymatlari $+1/2$ va $-1/2$ bo'lishi mumkin.
132. **Sigma bog'lanish (σ – bog'lanish)** – o'zaro birikuvchi atomlar orasida bitta valent chiziq bilan tasvirlanadigan yaka bog'lanish hosil bo'lganida, elektron bulutlar usha atomlarning yadro markazlariaro eng yaqin to'g'ri chiziq bo'ylab bir – birini qoplasa, bunday turni sigma bog'lanish deb ataladi.
133. **Sistema** – tashqi muhitdan ajralgan deb faraz qilingan modda yoki moddalar guruhidir.
134. **Solvatlanish** – eritmada suvdan boshqa erituvchilar (spirt, efir, atseton va boshqalar) qo'llanilganda ularning erituvchi molekullari bilan ta'sirlanish jarayonidir.
135. **Suvning ion ko'paytmasi** – suvdagi vodorod ionlari bilan gidroksid kontsentratsiyalarini ko'paytmasidir.

136. **Standart elektrod potentsiali** – standart sharoitda sodir bo'ladigan oksidlanish – qaytarilish jarayonida yuzaga chiqadigan elektrod potentsialdir.
137. **Tibbiyot (yatro kimyo) kimyosi** – kasalliklarni davolashda kimyoviy preparatlardan foydalanish tajribalarini targ'ib qilgan oqimdir. Bu oqim asoschisi shveytsar tabibi Paratsels edi.
138. **Tugallanmagan davr** – VII davr nodir gaz bilan tugamagani uchun bu davr shunday nomlanadi.
139. **Tipik elementlar** – II va III davr elementlaridir. Ularning D.I. Mendeleev shunday deb atagan.
140. **Termokimyo** – kimyoviy o'zgarishlarning energetik effektlarini o'rganuvchi soha.
141. **Termodinamika** – u yoki bu jarayonlarning kechish imkoniyatlarini va ularning yo'nalishini, har xil energiya turlari va ularning bir-biriga aylanish miqdoriy nisbatlarini o'rganadigan sohadir.
142. **To'yingan eritma** – eritma tayyorlanganda, erimay qolgan modda bilan cheksiz uzoq vaqt birga mavjud bo'la oladigan ya'ni muvozanatda turadigan eritmadir.
143. **Tuzlarning gidrolizlanishi** – erigan tuz ionlarining suvning N^+ va ON^- ionlarini o'zaro kimyoviy ta'sir etib, muhitning vodorod ko'rsatgichini o'zgartirishidir. Natijada ko'pgina tuzlarning eritmalari kislotali yoki ishqoriy muhitga ega bo'lib qoladi.
144. **Uyg'onish davri** – bu davrda hayot kimyo oldiga yangidan – yangi amaliy masalalarni qo'ydi, tabiatni hayotdan ajratilgan holda o'rganish yo'qola boshladi va kimyo fani aniq tajriba natijalariga asoslanib xulosalar chiqaradigan bo'ldi.
145. **Uzun davrli variant** – D.I.Mendeleev davriy sistemasining birinchi varianti bo'lib, ular 1869 yilda tuzdi. Bu sistemada 63 ta element bo'lib, ular 19 ta gorizonta va 6 ta vertikal qatorga joylashtirilgan edi.
146. **Fizikaviy kimyo** – moddalar tarkibi, tuzilishi va ularda kechadigan o'zgarishlarni fizika qonun qoidalari asosida o'rganadigan fandır.
147. **Flogiston nazariyasi** – XVII asrning oxirida nemis kimyogari Shtal yaratgan bo'lib, u taxminan fanda 100 yil hukmronlik qilgan. Bu nazariyaga ko'ra, barcha yonuvchi moddalarda flogiston ya'ni olov modda mavjud. Bunday modda metallarda ham bo'ladi, ayniqsa ko'mirda ko'p. Moddalar yondirilganda yoki qattiq qizdirilganda go'yo flogiston uchib ketib, tuproqqa o'xshash modda – kuyundi qoladi. Bu nazariyaning noto'g'riligini tajribalar asosida frantsuz olimi A. Laeaze isbotlagan.
148. **Faza** – geterogen sistemaning boshqa qismlaridan chegara sirtlari bilan ajralgan gomogen qismidir.
149. **Xlorofil** – o'simliklarning yashil qismida bo'ladigan va fotosintezni amalga oshiradigan moddadir. U magniyning koordinatsion birikmasidir.
150. **Element** – yadrosining musbat zaryadi bir xil bo'lgan atomlarning muayyan turidir.
151. **Es – orbital (S – orbital)** – sferik simmetriyali, ya'ni shar shaklida bo'ladi, bunda vodorod atomining orbitali $n=1$ misol bo'la oladi.

152. **Elektronga moillik** – atomning elektron biriktirib olishida ajralib chiqadigan energiyadir.
153. **Elektr manfiylik** – ionlanish energiyasi bilan elektronga moillikning arifmetik yig'indisidir.
154. **Ekzotermik reaksiyalar** – issiqlik chiqishi bilan boradigan reaksiyadir.
155. **Endotermik reaksiyalar** – issiqlik yutilishi bilan boradigan reaksiyalardir.
156. **Erish issiqligi** – bir mol modda 300 – 400 mol erituvchida eriganida ajralib chiqadigan yoki yutiladigan issiqlik miqdoridir.
157. **Entropiya** – moddada yuz berishi mumkin bo'lgan va uzluksiz o'zgarib turadigan holatlarni xarakterlovchi funktsiyadir.
158. **Eritma** – ikk yoki bir necha komponentdan iborat qattiq yoki suyuq gomogen sistemadir.
159. **Erituvchi** – o'z agregat holatini eritmaga o'tkazadigan moddadir.
160. **Eritmaning konsentratsiyasi** – eritmaning yoki erituvchining ma'lum massa miqdorida yoki ma'lum hajmida erigan modda miqdoridir.
161. **Erigan moddaning massa ulushi** – erigan modda massasining eritmaning umumiy massasiga nisbatidir.
162. **Eritmaning titri** – eritmaning 1 millilitridagi erigan moddaning mass miqdoridir.
163. **Eruvchanlik** – moddaning u yoki bu erituvchida erish xususiyatidir. Qattiq modda erituvchiga tushirilganda uning ionlari yoki molekulalari qutbli erituvchi molekulalari bilan ta'sirlashishi natijasida erish jarayoni boshlanadi. Ayni moddaning ma'lum haroratda 100g erituvchida erib to'yingan eritma hosil qiladigan massasi uning eruvchanlik koeffitsienti yoki eruvchanligi deb ataladi.
164. **Ebulioskopiya** – eritmaning qaynash shartlarini o'rganuvchi bo'limdir.
165. **Elektrolitlar** – suvdagi eritmaları yoki suyuqlanmalari elektr oqimini o'tkazadigan moddalardir. Kislota, asos va tuzlar elektrolitlardir.
166. **Eruvchanlik ko'paytmasi** – oz eriydigan elektrolitlarning to'yingan eritmasidagi ionlar konsentratsiyalarining ko'paytmasi ayni haroratda o'zgarmas miqdordir.
167. **Elektrkimyoviy korroziya** – metallning elektrolit muhitida yemirilishida sistema ichida elektr oqimi vujudga kelsa, bunday yemirilish elektrkimyoviy korroziyalanish deyiladi.
168. **Elektroliz** – qizdirib suyuqlantirilgan elektrolit yoki uning suvdagi eritmasi orqali elektr oqimi o'tganda sodir bo'ladigan oksidlanish – qaytarilish jarayonidir.
169. **Elektron** – elementar zarracha bo'lib, juda kichik manfiy zaryadlangan zarrachadir. Uning massasi vodorod atomining massasidan 2000 marta kichikdir.
170. **Elektronlarning normal vaziyati** – elektronlarning ma'lum kvantlangan orbita bo'ylab harakatlanishidir. Elektron ana shu orbita bo'ylab harakatlanishida o'z energiyasini yo'qotmaydi va energiya yutmaydi. Elektron yadroga eng yaqin birinchi orbatida turganda uning energiya zapasi eng oz bo'ladi. Elektronning bu vaziyati normal vaziyat deyiladi.

171. **Energiyaning minimumga intilish printsipli** – unga binoan, qobiqchalarning elektron bilan to'lib borishi qobiqcha energiyasining kattalashib borishi tartibida amalga oshadi.
172. **Yadro reaksiyalari** – atom yadrolarining elementar zarrachalar bilan va bir – biri bilan o'zaro ta'sirlashishi natijasida o'zgarishidir.
173. **Qisqa davrli variant** – bu variantda o'zaro o'xshash elementlar vertikal qatorlarga joylashgan, unda 8 ta vertikal, 10 ta gorizontal qator bor edi.
174. **Qo'shimcha guruhcha** – katta davrlarda joylashgan oraliq elementlar qatoridir.
175. **Qutbsiz kovalent bog'lanish** – elektmanfiyligi bir xil bo'lgan atomlar orasida umumiy elektron juftlar hosil bo'lishini hisobiga vujudga keladigan kovalent kimyoviy bog'lanishdir ($H:H, :\ddot{Cl} : :\ddot{Cl} :, :N::N:$).
176. **Qutbli kovalent bog'lanish** – elektr manfiyliklari bir – biridan oz farq qiladigan atomlar hosil qilgan kimyoviy bog'lanishdir ($H:Cl, H:O:H, H: \underset{\cdot\cdot}{\overset{N}{:}} : H$ va boshqalar).
177. **Qaytar jarayon** – bir sharoitning o'zida ikki tomonga bora oladigan jarayondir boshqacha qilib aytganda, ikki tomonlama boradigan jarayon deyiladi.
178. **Qaytmas jarayon** – faqat bir yo'nalishda boradigan va reaksiyaga kirishayotgan boshlang'ich moddalar oxirgi mahsulotlarga to'liq aylanadigan jarayondir. Shuning uchun bunday reaksiyalar amalda qaytmas, boshqacha aytganda, bir tomonlama boruvchi jarayonlar deb ataladi.
179. **Qo'sh elektr qavat** – plastinka o'z tuzi eritmasiga tushirilganda, plastinka sirtidan ionlar eritmaga o'tib plastinka manfiy zaryadlangan, uning yaqinidagi eritma esa musbat zaryadlanadi. Natijada bunday sistemada metall plastinkasi bilan eritma orasida qarama – qarshi zaryadga ega bo'lgan qavat hosil qilishiga sababchi bo'lgan hodisa yuz beradi.
180. **O'zgarmas bosimdagi issiqlik effekti** – o'zgarmas bosimda olib borilgan reaksiyada ajralib chiqqan yoki yutilgan issiqlik miqdoridir. U Q_p bilan belgilanadi.
181. **O'zgarmas hajmdagi issiqlik effekti** – o'zgarmas hajmda olib borilgan reaksiyada ajralib chiqqan yoki yutilgan issiqlik miqdoridir. Uning issiqlik effekti Q_v bilan belgilanadi.
182. **Xund koidasi** – ayni pogonachada turgan elektronlar mumkin kadar juftlashmaslikka, ya'ni spinlarning igindisi mumkin kadar kattalashtirilishga intiladi.
183. **Hosil bo'lish issligi** – oddiy moddalardan bir mol birikma hosil bo'lganida ajralib chiqadigan yoki yutiladigan issiqlik miqdoridir.
184. **Harorat koeffitsenti** – harorat har 10^0C ga ko'tarilganda reaksiya tezligining necha marta ortishini ko'rsatuvchi sonidir.

**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС
ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ**

Рўйхатга олинди:
№ _____
201__ йил _____

Олий ва ўрта махсус таълим
вазирлиги

201__ йил “__” _____

**ФИЗИКАВИЙ КИМЁ
ФАН
ДАСТУРИ**

Билим соҳаси:	100000	–	Гуманитар соҳа
Таълим соҳаси:	140000	–	Табиий фанлар
Таълим йўналиши:	5140500	–	Кимё

ТОШКЕНТ – 201__

Ўзбекистон республикаси Олий ва ўрта махсус таълим вазирлигининг 201__ йил “___” даги “___” – сонли буйруғининг ___ - иловаси билан фан дастури рўйхати тасдиқланган.

Фаннинг ўқув дастури Олий ва ўрта махсус, касб-хунар таълими йўналишлари бўйича Ўқув-услубий бирлашмалар фаолиятини Мувофиқлаштирувчи Кенгашнинг 201__ йил “___” _____ даги “___”- сонли мажлис баёни билан маъқулланган.

Фан дастури Мирзо Улуғбек номидаги Ўзбекистон Миллий университетида ишлаб чиқилди.

Тузувчилар:

Акбаров Х.И. – “Физикавий кимё” кафедраси профессори, к.ф.д.
Сагдуллаев Б.У. – “Физикавий кимё” кафедраси доценти, к.ф.н.

Такризчилар:

Рахмонбердиев Ғ.И. Тошкент кимё-технология институти профессори,
к.ф.д.
Шарипов Х.Т. Фан ва тараққиёт ДУК. профессор, к.ф.д.

Фан дастури Мирзо Улуғбек номидаги Ўзбекистон Миллий университети Кенгашида кўриб чиқилган ва тавсия қилинган (201__ йил “___” _____ даги “___” – сонли баённома).

I. Ўқув фанининг долзарблиги ва олий касбий таълимдаги ўрни

Ушбу дастур ҳозирги замон “Физикавий кимё” фанининг назарий асосини ташкил этади. Ушбу фан материянинг “кимёвий” ҳаракат масалаларини талқин қилиш, кимёвий термодинамика ва кимёвий кинетика ёрдамида кимё фани учун катта аҳамиятга эга бўлган “реакцияга кириш қобиляти” деган тушунчани талқин қилиш, физикавий кимё қонунларини жонли табиатнинг янгидан-янги моҳиятларини очиб беришда татбиқ этиш масалаларини қамрайди.

“Физикавий кимё” умумкасбий фан ҳисобланиб, кимёнинг бошқа бўлимларини чуқурроқ ўрганишга ва улардаги умумий қонуниятларни тушунишга замин бўлиб хизмат қилади.

II. Ўқув фанининг мақсади ва вазифаси

Фанни ўқитишдан мақсад - талабаларга физикавий кимё қонунларининг маъносини ёритиб бериш, шу қонунларнинг қўлланиш соҳаларини ўргатиш ва аниқ кимёвий масалаларни ҳал қилишда ушбу қонунларнинг амалий имкониятларини тўғри тушунтириш. Шу сабабли, физикавий кимё асосларини ўрганишда, бу фаннинг барча бўлимлари ўртасидаги мавжуд боғлиқликни бўйича кўрсатмалар беришдан иборатдир. Физикавий кимё фани кимё фанида қўлланадиган усуллар ва саноатда ҳамда турмушда кенг қўлланиладиган моддаларни физик-кимёси ва термодинамикаси ҳақида йўналиш профилига мос кўникма ва малака шакллантиришдир.

Фаннинг вазифаси — кимёнинг назарий қонунларидан турли масалаларни ҳал қилишда уддабуронлик билан фойдаланиш қобилятини ривожлантириш, кимёвий реакциялар маҳсулдорлигини аниқ ҳисоблаш. Турли ҳисоблаш ишларида маълумотномалардан унумли фойдалана олиш. Термодинамик катталикларнинг тақрибий қийматларини топиш. Турли ҳолат диаграммаларидан тўғри фойдаланиш, кимёвий жараёнларнинг кинетик катталикларини аниқлаш, кимёвий жараёнларнинг берилган механизмлари учун кинетик тенгламаларни ҳисоблаб топишни чуқур ўргатишдан иборат. Фан бўйича талабаларнинг билим, кўникма, ва малакаларига қуйидаги талаблар қўйилади. **Талаба:**

– физикавий кимё фани, унинг вазифалари, тадқиқот усуллари; статистик термодинамиканинг физикавий кимёдаги роли; номувозанат жараёнларнинг термодинамикаси; кимёвий мувозанатларни термодинамик тавсифлаш; эритмаларнинг замонавий назариялари; кимёвий кинетика ва катализ назариялари, механизмлари ва қонуниятлари ҳақидаги **масаввурга эга бўлиши;**

– классик, кимёвий, статистик ва номувозанат термодинамикани турли жараёнларга қўллашни; физик-кимёвий усуллар ёрдамида бир ва кўп компонентли системалардаги ўзаро таъсирларни таҳлил қилишни;

эритмаларни термодинамик жихатдан тавсифлашни; электролит эритмаларининг ўзига хос хусусиятларини; электрокимёвий, кимёвий ва каталитик жараёнларнинг кинетикаси ва термодинамикасини **билиши ва улардан фойдалана олишни;**

– физик-кимёвий усулларни реал жараёнларни талқин қилишга қўллаш; термодинамика ва кинетика қонуниятларига асосланган ҳолда физик-кимёвий жараёнларни бошқариш; кимёвий реакцияларнинг механизмлари ва қонуниятларини билган ҳолда кинетик тенгламаларни тузиш; каталитик жараёнларни бошқариш **қўникмаларига эга бўлиши керак.**

Ш. Асосий назарий қисм (маъруза машғулоти)

1- мавзу. Физикавий кимё замонавий кимёнинг назарий асоси

Асосий тушунчалар: термодинамик система, изоляцияланган система, ёпиқ система, очик система, гомоген ва гетероген системалар, узлуксиз система, системанинг ҳолати, термодинамик параметрлар, термодинамик жараён, ҳолат функцияси, айланма жараён, изобар, изотерм, адиабат, изохор, изобар-изотерм ва изохор-изотерм жараёнлар, қайтар ва қайтмас жараёнлар, интенсив ва экстенсив катталиклар. Физикавий кимё фанини ривожланишида Ўзбекистон олимларининг хизматлари.

2- мавзу. Идеал газ қонунлари

Идеал газ қонунлари. Ҳолат тенгламалари ва термик коэффицентлар. Иссиқлик, температура, босим, ички энергия, иш, интенсивлик факторлари, термометрик шкала, абсолют ҳарорат, термометрлар. Газлар кинетик назариясининг асосий тенгламаси (Больцман тенгламаси). Газларнинг иссиқлик сиғими. Иссиқлик сиғимининг эркинлик даражаси билан боғлиқлиги.

3-мавзу. Реал газлар

Реал газлар. Ван-дер-Ваальс тенгламаси. Газларнинг конденсатланиши. Критик нукта. Буғ ва газ орасидаги фарқ. Келтирилган босим, ҳажм ва ҳарорат.

4-мавзу. Кимёвий термодинамика

Кимёвий термодинамиканинг вазифаси. Термодинамикани биринчи қонунининг таърифлари. Термодинамика биринчи қонунининг математик ифодаси, унинг интеграл, дифференциал ҳамда хусусий қўринишлари. Калорик коэффицентлар. Термодинамиканинг биринчи қонунини калорик коэффицентлар орқали ифодалаш.

5- мавзу. Идеал газларнинг турли жараёнлардаги иши

Идеал газнинг турли жараёнлардаги кенгайиш иши, жараён иссиқлиги ва ички энергиянинг ўзгариши. Жоуль қонуни. Идеал газнинг адиабата тенгламаси. Пуассон тенгламалари. Энтальпия. Гесс қонуни ва ундан келиб чиқадиган ҳулосалар. Термокимё. Хосил бўлиш ва ёниш иссиқликлари. Иссиқлик сиғимининг ҳароратга боғлиқлиги. Реакция иссиқлик эффектининг ҳароратга боғлиқлиги. Кирхгоф тенгламаси.

6- мавзу. Термодинамиканинг 2-қонуни

Термодинамиканинг иккинчи қонуни ва унинг таърифлари: Томсон (Кельвин), Оствальд, Клаузиус, Каратеодори. Энтропия тушунчаси. Карно цикли. Фойдали иш коэффициенти. Қайтар жараёнлар учун термодинамиканинг иккинчи қонуни. Келтирилган иссиқлик ва унинг тўлиқ дифференциал эканлиги. Энтропия экстенсивлик фактори эканлиги. Изоляцияланган системаларда термодинамик жараённинг ўз-ўзича боришини, йўналиши ва чегарасини белгиловчи умумий кўрсаткич. Максимал иш тушунчаси. Энергиянинг диссипацияси. Энтропиянинг тартибсизлик ўлчови эканлиги.

7- мавзу. Қайтмас жараёнлар учун термодинамиканинг иккинчи қонуни.

Тўлиқ қайтмас жараёнлар. Қайтмас ўз-ўзидан боровчи жараёнлар учун изоляцияланган системада, изотермик қайтар жараёнлар ҳамда циклик қайтмас жараёнлар учун термодинамика иккинчи қонунининг ифодалари. Қайтар ва қайтмас жараёнлар учун термодинамика иккинчи қонунининг ифодаси. Термодинамика биринчи ва иккинчи қонунларининг умумлашган тенгламаси.

8- мавзу. Термодинамиканинг 2-қонунини статистик асослаш.

Больцман тенгламаси. Система ҳолатининг термодинамик эҳтимоллиги билан унинг энтропияси орасидаги боғланиш. Термодинамиканинг 1-қонуни абсолют қонун эканлиги ва термодинамиканинг 2-қонунининг статистик табиати. Флуктуациялар тушунчаси. Турли жараёнларда энтропиянинг ўзгариши. Термик ва калорик коэффициентлар орасидаги боғлиқлик.

9- мавзу. Термодинамик потенциаллар. Характеристик функциялар.

Термодинамик потенциаллар. Характеристик функциялар. Изобарик-изотермик ва изохорик-изотермик потенциаллар. Гиббс ва Гельмгольц энергиялари. Гиббс- Гельмгольц тенгламалари. Кимёвий потенциал.

10- мавзу. Кимёвий мувозанат

Массалар таъсири қонуни. Мувозанат константалари. Кимёвий реакциянинг изотерма тенгламаси (Вант-Гофф тенгламаси). Кимёвий реакциянинг изобарик ва изохорик тенгламалари. Кимёвий мойиллик. Реал системаларнинг термодинамикаси. Льюис-Рендалл постулати. Учувчанлик (фугитивлик) ва активлик тушунчалари.

11-мавзу. Термодинамиканинг 3-қонуни

Нернстинг иссиқлик теоремаси. Планк постулати. Абсолют энтропия. Планк постулатидан келиб чиқадиган хулосалар. Абсолют нольга эриша олмаслик принципи.

12-мавзу. Мувозанат константасини ҳисоблаш усуллари

Мувозанат константасини Темкин ва Шварцман усулида ҳисоблаш. Нернстинг иссиқлик теоремаси ва Планк постулатига асосланиб, термодинамик функцияларнинг стандарт қийматлари бўйича мувозанат константасини ҳисоблаш.

13-мавзу. Фазавий мувозанат

Фаза, компонент, компонентлар сони, эркинлик даражаси тушунчалари. Гиббснинг фазалар қоидаси. Системанинг вариантлиги. Системаларнинг синфланиши. Бир компонентли системалар учун фазалар қоидаси. Сув ва олтингугурт учун ҳолат диаграммалари. Буғланиш эгриси учун Клапейрон–Клаузиус тенгламасининг дифференциал ва интеграл кўринишлари.

14-мавзу. Биринчи ва иккинчи тур фазавий ўтишлар

Биринчи ва иккинчи тур фазавий ўтишлар. Эренфест тенгламаси. Полиморф ўтишлар. Моно- ва энантиотроп фазавий ўтишлар. Физик-кимёвий анализ.

15-мавзу. Икки компонентли системалар

Икки компонентли системалар. Совуш ва ҳолат диаграммалари. Ҳолат диаграммаларининг турли кўринишлари.

16-мавзу. Икки компонентли системалар ҳолат диаграммаларининг таҳлили

Икки компонентли системаларнинг ҳолат диаграммаларини анализ қилишда ликвидус, солидус чизиқлари, эвтектик нуқта, эвтектик таркибли суюқ қотишма, эвтектик ҳарорат, фигуратив нуқта, коннода чизиғи, конгруэнт ва инконгруэнт суюқланувчи кимёвий бирикмалар, сингуляр ва дистектик нуқталар, перитектик нуқта каби тушунчалар. Елка қоидаси.

17-мавзу. Уч компонентли системалар

Қаттиқ эритмалар. Изоморфизм тушунчаси. Уч компонентли системалар. Уч компонентли системанинг таркибини ифодалашда Гиббс ва Розебум усуллари. Бир хил ионли ва эвтоникага эга бўлган икки туз эритмасининг ҳолат диаграммаси. Тузлар сув билан гидратлар ёки қўш тузлар, комплекс бирикмалар ёки қаттиқ эритмалар ҳосил қилувчи мураккаб ҳолат диаграммалари.

18-мавзу. Эритмалар

Эритмалар ҳақида умумий тушунчалар. Идеал, чексиз суюлтирилган ва реал эритмалар. Парциал моляр катталиклар. Гиббс–Дюгем ва Дюгем–Маргулис тенгламалари. Эритмаларнинг замонавий назарияси: сольватланиш ва гидратланиш, сольват қават тушунчаси.

19-мавзу. Эритмаларни термодинамик нуқтаи-назардан синфланиши

Идеал, чексиз суюлтирилган, реал эритмалар. Регуляр ва атермал эритмалар. Эритма компонентларининг кимёвий потенциалли. Активлик, активлик коэффиценти. Учувчанлик, учувчанлик коэффиценти.

20-мавзу. Компонентнинг эритма устидаги буғ босими

Компонентнинг эритма устидаги буғ босими. Рауль ва Генри қонунлари. Идеал, чексиз суюлтирилган ва реал эритмалар учун Рауль ва Генри қонунлари.

21-мавзу. Қаттиқ моддаларнинг эрувчанлиги

Қаттиқ моддаларнинг эрувчанлиги. Шредер тенгламаси. Эбулиоскопик ва криоскопик қонунлар.

22-мавзу. Осмотик босим қонунлари

Диффузия ва осмос. Де фриз қонуни. Осмотик босим қонунлари. Вант-Гофф қонуни. Таксимланиш коэффициентлари. Экстракция.

23-мавзу. Суюқлик-буғ мувозанати

Суюқлик-буғ мувозанати. Гиббс-Коновалов қонунлари. Вревский қонунлари. Азеотроп аралашмалар ва уларнинг хоссалари.

24-мавзу. Электрохимия назариялари

Электролит эритмаларнинг тузилишлари ҳақида тушунчалар. Аррениус назарияси. Ионларнинг ўзаро таъсирини термодинамик нуқтаи-назаридан ифодалаш. Фаоллик ва фаоллик коэффициентлари. Дебай-Хюккель назариясининг асосий эҳтимолликлари. Ион атмосферасининг потенциали. Электролитлар ҳақида замонавий тушунчалар.

25-мавзу. Солиштира ва эквивалент электр ўтказувчанлик

Солиштира ва эквивалент электр ўтказувчанлик. Ионлар ҳаракатчанлиги ва Кольрауш қонуни. Ташиш сони. Оствальднинг суюлтириш қонуни. Кондуктометрик титрлаш.

26-мавзу. Ионларнинг ҳаракатчанлиги

Ионларнинг ҳаракатчанлиги, эквивалент электр ўтказувчанлик ва ташиш сонини Дебай-Хюккель-Онзагер назарияси асосида эритма таркибига боғлиқлигини талқини.

27-мавзу. Электрохимиявий жараёнлар термодинамикаси

Электрод потенциалининг ҳосил бўлиши. Диффузион ва оксидланиш-қайтарилиш потенциаллари. Концентрацион элементлар. Электродларни синфлаш. Стандарт электродлар.

28-мавзу. Электр юритувчи куч

Электр юритувчи кучни аниқлаш усуллари. Электр юритувчи кучдан физик-химиявий таҳлилда фойдаланиш. Металлар коррозияси.

29-мавзу. Электр юритувчи ва мувозанат константаси

Мувозанатдаги электрохимиявий занжирлар ва уларнинг электр юритувчи кучи, Нернст ва Гиббс-Гельмгольц тенгламалари. Электрод потенциалининг ҳосил бўлиши. Диффузион ва оксидланиш-қайтарилиш потенциаллари. Оксидланиш-қайтарилиш реакцияларини химиявий ва электрохимиявий амалга ошириш усуллари.

30-мавзу. Химиявий кинетика

Химиявий кинетика - химиявий реакцияларнинг тезлиги ва механизми ҳақидаги фан. Унинг асосий тушунчалари. Кинетикани ўрганишнинг назарий ва амалий аҳамияти. Кинетик қизиклар ва уларни тузиш усуллари. Гомо- ва гетероген реакцияларга массалар таъсири қонунини қўллаш. Дифференциал ва интеграл кинетик тенгламалар.

31-мавзу. Реакцияларнинг тартиби ва молекулярлиги.

Реакция тартибини топишнинг Оствальд-Ноес, Вант-Гофф ва бошқа усуллари. Кимёвий реакцияларнинг тезлик доимийсини ҳисоблаш усуллари. Реакция тезлигига таъсир этувчи омиллар: реагентлар концентрацияси, стерик омил, ҳарорат, эритувчининг табиати, ион кучи.

Кимёвий реакцияларнинг кинетик жиҳатдан табақаланиши. Оддий ва мураккаб реакциялар. Оддий реакциялар кинетикаси, уларга мос келадиган кинетик тенгламаларни келтириб чиқариш. Аррениус тенгламаси. Фаолланиш энергияси ва уни ҳисоблаш усуллари. Кинетиканинг назариялари: фаол тўқнашувлар назарияси ва ўтар ҳолат ёки фаоллашган комплекс назарияси. Қайтар реакциялар кинетикаси. Ёнма-ён, биргаликда ва кетма-кет кетадиган реакциялар кинетикаси.

32-мавзу. Катализ. Гомоген катализ назариялари

Катализнинг таърифи ва унинг умумий хусусиятлари. Кимёвий ва биокимёвий реакцияларда, кимёвий маҳсулотлар ишлаб чиқаришда катализнинг ўрни ва аҳамияти. Саноат миқёсида қўлланиладиган асосий каталитик жараёнлар.

Гомоген ва гетероген каталитик жараёнларнинг табақаланиши. Гомоген катализнинг назариялари ва механизмлари. Гомоген катализда оралик бирикмалар. Гомоген катализнинг кинетикаси. Гомоген катализга мисоллар.

33-мавзу. Гетероген катализ назариялари

Гетероген катализаторларни олиш усуллари: чўктириш, шимдириш, механик аралашмалар ва металл қотишмалар тайёрлаш. Гетероген катализ. Гетероген каталитик реакцияларнинг асосий босқичлари. Гетероген катализаторлар юзасидаги фаол марказларнинг мавжудлиги ҳақидаги тасаввурлар ва уларнинг табиати. Гетероген катализдаги оралик бирикмалар. Гетероген каталитик реакцияларда адсорбциянинг ўрни. Катализаторлар иштирокидаги гетероген реакцияларнинг механизмлари. Адсорбिलाш қобилиятига қараб катализаторларнинг фаоллигини аниқлаш. Катализаторларнинг асосий тавсифлари: фаоллиги, селективлиги, унумдорлиги, регенерация қилишга қобилияти, солиштирма юзаси.

34-мавзу. Статистик термодинамика элементлари

Статистик термодинамика вазифалари. Макро- ва микроҳолатлар ва термодинамик эҳтимоллик. Фазавий фазо тушунчаси. Больцман тенламоси. Статистик термодинамиканинг постулати. Ҳолатлар бўйича йиғинди. Асосий термодинамик катталиклар учун статистик ифодалар. Уларни ҳолатлар бўйича йиғинди орқали ифодалаш. Аралаштириш энтропияси. Илгарилама, тебранма, айланма ва электрон ҳаракатлар ҳолатлари бўйича йиғиндилар.

35-мавзу. Чизиқли термодинамика

Қайтмас (нормувозанат) жараёнларнинг термодинамикаси. Оқимлар. Умумлашган кучлар. Квазистационар, стационар, экспоненциал кўринишда ўзгарувчи оддий ва лавинасимон жараёнлар. Оқим ва умумлашган куч орасидаги муносабат. Оқимни ҳаракатлантирувчи интенсивлик факторлари.

Иссиқлик оқимининг харорат градиентига, масса оқимининг концентрация градиентига, электр оқимининг потенциал градиентига боғлиқлиги. Оқимларнинг ўзаро таъсири: термодиффузия, Дюфур эффекти, диффузион потенциал ва концентрацион қутбланиш. Оқимлар жараёнида система энтропиясининг ўзгариши. Энтропиянинг вақт бирлигида ортиши билан оқимлар ва умумлашган кучлар орасидаги боғланиш. Онзагернинг ўзаролик муносабати. Кинетик коэффициентларнинг симметриклик принципи. Компенсацияланмаган иссиқлик. Компенсацияланмаган иссиқлик ва кимёвий мойиллик. Энтропиянинг ташқи ва ички ўзгариши. Энтропиянинг ҳосил бўлиш тезлиги. Изоляцияланган системалар учун энтропиянинг тўлиқ ўзгариши. Номувозанат жараёнлар термодинамикасининг ривожланиш босқичлари. Пригожин, Глансдорф, Казимир ва бошқа олимларнинг номувозанат жараёнлар термодинамикасининг усуллари чизиқли бўлмаган соҳага тадбиқ қилиши. Локал мувозанатлар ҳақидаги постулот. Компенсацияланмаган иссиқликнинг термодинамик функцияларнинг ўзгариши билан боғлиқлиги. Кимёвий ўзгарувчи, кимёвий мойиллик ва термодинамиканинг биринчи қонуни.

IV. Амалий машғулотлари бўйича кўрсатма ва тавсиялар

Амалий машғулотларни ташкил этиш бўйича кафедра профессор-ўқитувчилари томонидан кўрсатма ва тавсиялар ишлаб чиқилади. Маъруза машғулотларида олган билим ва кўникмаларни мисол ва масалалар ечиш билан мустаҳкамлайдилар ҳамда янада бойитадилар. Бунга жамоа бўлиб машқ қилиш йўли билан ва мустақил ишлаш йўли билан эришилади.

Амалий машғулотлар мультимедиа қурилмалари билан жиҳозланган аудиторияда бир академик гуруҳга бир ўқитувчи томонидан ўтказилиши лозим. Машғулотлар фаол ва интерфаол усуллар ёрдамида ўтилиши, мос равишда муносиб педагогик ва ахборот технологиялар қўлланилиши мақсадга мувофиқ.

Амалий машғулотлар учун қуйидаги мавзулар тавсия этилади:

1. Идеал газ қонунларига оид масала ва мисоллар.
2. Гесс ва Кирхгофф қонунларига оид масала ва мисоллар.
3. Термодинамиканинг биринчи қонунига оид масала ва мисоллар.
4. Термодинамиканинг иккинчи қонунига оид масала ва мисоллар.
5. Термодинамиканинг учинчи қонунига оид масала ва мисоллар.
6. Кимёвий мувозанатга оид масала ва мисоллар.
7. Мувозанат константасини келтириб чиқаришга оид масала ва мисоллар.
8. Фазалар қоидаси бўйича масала ва мисоллар.
9. Эритмаларга оид масала ва мисоллар.
10. Кимёвий потенциал бўйича масала ва мисоллар.

V. Лаборатория ишлари бўйича кўрсатма ва тавсиялар

Лаборатория машғулотлари учун тавсия этиладиган мавзулар:

1. Калориметрия. Эриш, нейтралланиш ва гидратланиш иссиқликларини аниқлаш.
2. Термик анализ. Икки компонентли системаларнинг ҳолат диаграммаларини ўрганиш.
3. Криоскопия. Эритмаларнинг криоскопик ва эбулиоскопик хоссаларини ўрганиш.
4. Эритмаларнинг электр ўтказувчанлиги.
5. Кондуктометрик титрлаш.
6. Электр юритувчи куч ва уни ўлчаш. Электрод потенциаллар.
7. Потенциометрик титрлаш.
8. Моддаларнинг молекуляр тузилишини рефрактометрик усул билан ўрганиш.
9. Суюқликларнинг тўйинган буғ босими ва уларнинг фазавий ўтиш иссиқликларини ҳисоблаш.
10. Суюқликларнинг сирт таранглигини ўрганиш ва термодинамик праметрларини ҳисоблаш.
11. Бимолекуляр реакцияларнинг хусусий ва умумий тартибларини аниқлаш.
12. Реакцияларнинг тезлигига муҳит ион кучи ва ҳароратнинг таъсири. Фаолланиш энергиясини топиш.

VI. Семинар машғулотларини ўтказиш бўйича кўрсатма ва тавсиялар

Семинар машғулотлари учун тавсия этиладиган мавзулар:

1. Термодинамиканинг биринчи қонуни.
2. Турли жараёнларнинг энергетик балансини тузиш.
3. Гесс қонуни. Термохимёвий ҳисоблар.
4. Кирхгоф қонуни.
5. Термодинамиканинг иккинчи қонуни.
6. Хараактеристик функциялар ва термодинамик потенциаллар.
7. Идеал газ энтропиясининг ўзгариши.
8. Турли жараёнлар энтропияси. Аралаштириш энтропияси.
9. Кимёвий мувозанат. Мувозанатнинг изотермик, изобарик ва изохорик тенгламаларининг талқини. Темкин-Шварцман усули.
10. Абсолют энтропияни ҳисоблаш усуллари.
11. Статистик термодинамика қонуниятлари.
12. Фазалар қонидаси. Бир компонентли системалар. Клапейрон-Клаузиус ва Эренфест тенгламалари
13. Икки ва уч компонентли системаларнинг ҳолат диаграммалари.
14. Бир ва икки атомли газларнинг термодинамик функцияларини ҳисоблаш.
15. Эритмалар термодинамикаси. Суюлтирилган эритмаларнинг қонуниятлари.
16. Гиббс-Коновалов қонунлари. Хайдаш.

17. Электр ўтказувчанлик.
18. Электр юритувчи куч. Электрокимёвий потенциалларни ҳисоблаш.
19. Кимёвий кинетика.
20. Каталитик жараёнлар.

Изоҳ. Ишчи дастур тузишда ажратилган соатга мос равишда семинар машғулоти танланади ва ўтказилади. Семинар мавзулари рўйхати ишчи ўқув дастурида янгиланиши, кенгайтирилиши мумкин.

VII. Мустақил таълим ва мустақил ишлар

Мустақил таълим учун тавсия этиладиган мавзулар:

1. Реакцияларнинг стандарт иссиқлик эффекти. Иссиқлик эффектнинг ҳароратга боғлиқлиги.
2. Ҳар хил жараёнлардаги энтропия ўзгаришини ҳисоблаш. Характеристик функциялар.
3. Термодинамик қийматлар асосида мувозанат константасини ҳисоблаш.
4. Бир ва икки атомли газларнинг термодинамик функцияларини ҳисоблаш. Чизиқли жараёнлар термодинамикаси.
5. Мувозанат доимийсини статистик термодинамика маълумотлари бўйича ҳисоблаш.
6. Активлик ва активлик коэффициенти.
7. Уч компонентли системаларнинг мураккаб диаграммаларини ўрганиш.
8. Ион ташиб ва ион ташимасдан ишлайдиган акумуляторлар ва уларнинг ишлаш принциплари.
9. Идеал газ қонунлари. Термик ва калорик коэффициентлар орасидаги муносабатлар.
10. Термодинамиканинг 1-қонуни, Гесс, Кирхгофф қонунлари бўйича материалларни ўрганиш.
11. Адиабата тенгламаларини келтириб чиқариш. Жоуль қонуни.
12. Энергетик баланс. Энтропия ва тартибсизлик бўйича мисоллар ечиш.
13. Кимёвий реакцияларда энтропия ўзгаришининг сабаблари.
14. Жараёнларда энтропиянинг ўзгариши таҳлил қилиш бўйича матрицалар. Характеристик функцияларни очиқ ифодалаш. Суворов жадвали.
15. Эритмалар термодинамикаси бўйича матрицалар.
16. Активлик ва учувчанлик бўйича мисоллар ечиш.
17. Эритмаларнинг замонавий назариялари. Регуляр ва атермал эритмалар.
18. Икки компонентли система суюқланиш диаграммаси макетининг таҳлили.
19. ЭЮК ни аниқлаш усуллари. ЭЮК дан физик-кимёвий таҳлилда фойдаланиш.
20. Металлар коррозияси назариялари.
21. Биринчи ва иккинчи тур фазавий ўтишлар. Эренфест тенгламалари.

Изоҳ. Мустақил таълим учун тавсия этилган мавзуларнинг соатлари лаборатория ва семинар машғулотирига тайёргарлик кўриши

соатларидан ортиб қолган соатлар ҳажмидан келиб чиққан ҳолда белгиланади.

Фан бўйича курс иши

Курс иши фан мавзуларига таалукли масалалар юзасидан талабаларга якка тартибда тегишли топшириқ шаклида берилади. Курс ишининг ҳажми, расмийлаштириш шакли, баҳолаш мезонлари ишчи фан дастурида ва тегишли кафедра томонидан белгиланади. Курс ишини бажариш талабаларга фанга оид билим, кўникма ва малакаларни шакллантиришга хизмат қилиши керак.

Курс иши учун тавсия қилинадиган мавзулар:

7. Калорометрик ўлчашлар
8. Суюқликларнинг тўйинган буғ босими
9. Диссоциланиш босими.
4. Эритмаларнинг музлаш ҳарорати. Криоскопия.
5. Эритмаларнинг қайнаш ҳарорати . Эбулиоскопия.
6. Ўзаро чегарасиз аралашувчи суюқликларнинг ҳолат диаграммалари.
7. Ўзаро чегарали аралашувчи суюқликларнинг ҳолат диаграммалари.
8. Беқарор кимёвий моддалар ҳосил қилувчи системаларнинг ҳолат диаграммаси.
9. Уч копонентли системаларнинг ҳолат диаграммалари.
10. Тақсимланиш қонуни, экстракция.
11. Гальваник элементлар термодинамикаси.
12. Гальваник элементлар электр юрутувчи кучи ва уни аниқлаш усуллари.
13. Электродлар потенциални аниқлаш усуллари.
14. Потенциометрик титрлаш
15. Электролит эритмаларининг электр ўтказувчанлиги.
16. Кондуктометрик титрлаш.
17. Ташиш сонини аниқлаш.
18. Молекулаларнинг қутбланиши.
19. Моддаларнинг дипол моментларини аниқлаш.
20. Суюқликларнинг сирт таранглигини ўрганиш.
21. Электролит моддалар эритмаларнинг музлаш ҳароратини ўрганиш.
22. Калориметрик усулда кучсиз электролитларнинг диссоциланиш иссиқликларини ўрганиш.
23. Қийин эрувчан тузларнинг эрувчанлигини электр ўтказувчанлик усули билан аниқлаш.
24. Кристаллогидратларнинг ҳосил бўлиш иссиқликларини ўрганиш.
25. Жараёнларнинг иссиқлик эффектига ҳароратнинг таъсирини ўрганиш.
26. Турли хил копонентли системаларнинг юқори босим ва ҳароратдаги ҳолат диаграммаларини талқини.
27. Буфер эритмаларининг рН ни электрокимёвий усул билан аниқлаш.
28. Енгил учувчан аралашмаларни босқичли хайдаш.

29. Азеотроп эритмаларни ажратиш.

30. Эритмаларининг электр ўтказувчанлиги

Изох: Курс иши мавзулари ишчи ўқув дастурда кенгайтирилиши, талабаларнинг фан доирасидаги индивидуал қизиқишларига кўра танланиши ҳам мумкин. Талаба 1 та мавзунини танлаб, шу мавзу бўйича маълумот бериши лозим.

VIII. Асосий ва қўшимча адабиётлар ҳамда ахборот манбаалари

Асосий адабиётлар

1. Howard Devoe Thermodynamics and chemistry. A.P.Ch.E. University of Maryland, 2015.
2. Anatol Malijevsky Physical Chemistry in brief, Institute of Chemistry, Prague, 2005.
3. Clifford E. Dike Physical Chemistry a modern information, Teylor and Francis Grup. LLC, 2012.
4. Х.И. Акбаров, Р.С. Тиллаев, Б.У. Саъдуллаев. Физикавий кимё, Тошкент, Университет, 2014, 436 бет.

Қўшимча адабиётлар

5. Мирзиёев Ш.М. Танқидий таҳлил, қатъий тартиб-интизом ва шахсий жавобгарлик - ҳар бир раҳбар фаолиятининг кундалик қонидаси бўлиши керак. Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамасининг 2016 йил якунлари ва 2017 йил истиқболларига бағишланган мажлисидаги Ўзбекистон Республикаси Президентининг нутқи. // Халқ сўзи газетаси. 2017 йил 16 январь, №11.
6. Мирзиёев Ш.М. Буюк келажакимизни мард ва олийжаноб халқимиз билан бирга қурамиз. Тошкент, Ўзбекистон. 2017.
7. Мирзиёев Ш.М. Қонун устуворлиги ва инсон манфаатларини таъминлаш юрт тараққимоти ва халқ фаровонлигининг гарови. ЎзР Конституцияси қабул қилинганлигининг 24 йиллигига бағишланган тантанали мажлисидаги маъруза. 2016 йил 7 декабрь
8. Мирзиёев Ш.М. Эркин ва фаровон, демократик Ўзбекистон давлатини биргаликда барпо этамиз. Ўзбекистон республикаси Президенти лавозимига киришиш тантанали маросимига бағишланган Олий Мажлис палаталарининг қўшма мажлисидаги нутқ. Ўзбекистон, -2017й.
9. ЎзР ПҚ-2909. Олий таълим тизимини янада ривожлантириш чоратадбирлари тўғрисида. Тошкент ш., 2017 й. 20 апрель.
10. Усмонов Х.У., Рустамов Х.Р., Рахимов Х.Р. Физик химия. Тошкент: “Ўқитувчи”, 1974.
11. Стромберг А.Г., Семченко Д.П. Физическая химия. М. “Химия”: 2002.

Интернет сайтлари

12. www.Ziyo.net
13. <http://www.uralrti.ru>.
14. <http://www.fizchim.ru>.



**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС ТАЪЛИМ
ВАЗИРЛИГИ**

ҚАРШИ ДАВЛАТ УНИВЕРСИТЕТИ

Рўйхатга олинди:

« __ » _____ 2019 – йил

«Тасдиқлайман»

Ўқув ишлари проректори
Ю.Х.Эшқобилов

« __ » - август 2019 - йил

**ФИЗИКАВИЙ КИМЁ
ФАНИНИНГ ИШЧИ ЎҚУВ ДАСТУРИ**

Билим соҳаси: 100000 – Гуманитар соҳа
Таълим соҳаси: 140000 – Табiiй фанлар
Таълим йўналиши: 5140500 – Кимё

Умумий ўқув соати - **426** соат

Шу жумладан:

Маъруза - 68 соат (3 семестр - 42 соат, 4 семестр – 26 соат)

Амалий машғулотлари - 34 соат (3 семестр - 22 соат, 4 семестр – 12 соат)

Лаборатория машғулотлари - 170 соат (3 семестр – 106 соат, 4 семестр – 64 соат)

Мустақил таълим соати - **174** соат (3 семестр – 100 соат; 4 семестр – 74 соат)

ҚАРШИ-2019 й.

Фаннинг ишчи ўқув дастури Ўзбекистон Республикаси Олий ва ўрта махсус вазирилиги 201__ йил “__” даги ____ –сонли буйруғи билан (буйруқнинг ____ -иловаси) тасдиқланган “Физикавий кимё” фани дастури асосида тайёрланган.

Тузувчи:

Бердимуродов Э.Т. - “Кимё” кафедраси кимё фанлари бўйича фалсафа доктори.

Такризчилар:

Камолов Л.С. - “Кимё” кафедраси мудири, кимё фанлари номзоди, доцент.

Нахатов И. - “Кимё” кафедраси кимё фанлари номзоди, доцент.

Фаннинг ишчи ўқув дастури Кимё кафедрасининг 2019 йил ____ - августдаги 1-сонли йиғилишида муҳокамадан ўтган ва факультет услубий комиссиясига муҳокама қилиш учун тафсия этилган.

“Кимё” кафедраси мудири: **к.ф.н., доц. Л.С.Камолов**

Фаннинг ишчи ўқув дастури Табiiй фанлар факультети услубият комиссияси томонидан кўриб чиқилган ва тафсия этилган:

Факультет УК раиси: **И.Ҳайитов**

Фаннинг ишчи ўқув дастури Табiiй фанлар факультети илмий кенгашининг 2019 йил ____ - августдаги 1-сонли йиғилишида тасдиқланган ва фойдаланишга тафсия этилган.

Факультет кенгаши раиси: **доц.Б.Бойсунов**

Фаннинг ишчи ўқув дастури Қарши ДУ услубий кенгашининг 2019 йил ____ - августдаги 1-сонли йиғилишида тасдиқланган.

Ўқув услубий бошқарма бошлиғи: **М. Файзуллаев**

1. Ўқув фанини ўқитилиши бўйича услубий кўрсатмалар

Фанни ўқитишдан мақсад - талабаларга физикавий кимё қонунларининг маъносини ёритиб бериш, шу қонунларнинг қўлланиш соҳаларини ўргатиш ва аниқ кимёвий масалаларни ҳал қилишда ушбу қонунларнинг амалий имкониятларини тўғри тушунтириш. Шу сабабли, физикавий кимё асосларини ўрганишда, бу фаннинг барча бўлимлари ўртасидаги мавжуд боғлиқликги бўйича кўрсатмалар беришдан иборатдир. Физикавий кимё фани кимё фанида қўлланадиган усуллар ва саноатда ҳамда турмушда кенг қўлланиладиган моддаларни физик-кимёси ва термодинамикаси ҳақида йўналиш профилига мос кўникма ва малака шакллантиришдир.

Фаннинг вазифаси – кимёнинг назарий қонунларидан турли масалаларни ҳал қилишда уддабуронлик билан фойдаланиш қобилиятини ривожлантириш, кимёвий реакциялар маҳсулдорлигини аниқ ҳисоблаш. Турли ҳисоблаш ишларида маълумотномалардан унумли фойдалана олиш. Термодинамик катталикларнинг тақрибий қийматларини топиш. Турли ҳолат диаграммаларидан тўғри фойдаланиш, кимёвий жараёнларнинг кинетик катталикларини аниқлаш, кимёвий жараёнларнинг берилган механизмлари учун кинетик тенгламаларни ҳисоблаб топишни чуқур ўргатишдан иборат.

Фан бўйича талабаларнинг билим, кўникма, ва малакаларига қуйидаги талаблар қўйилади.

– физикавий кимё фани, унинг вазифалари, тадқиқот усуллари; статистик термодинамиканинг физикавий кимёдаги роли; номувозанат жараёнларнинг термодинамикаси; кимёвий мувозанатларни термодинамик тавсифлаш; эритмаларнинг замонавий назариялари; кимёвий кинетика ва катализ назариялари, механизмлари ва қонуниятлари ҳақидаги **тасаввурга эга бўлиши;**

– классик, кимёвий, статистик ва номувозанат термодинамикани турли жараёнларга қўллаш; физик-кимёвий усуллар ёрдамида бир ва кўп компонентли системалардаги ўзаро таъсирларни таҳлил қилиш; эритмаларни термодинамик жихатдан тавсифлаш; электролит эритмаларининг ўзига хос хусусиятларини; электрокимёвий, кимёвий ва каталитик жараёнларнинг кинетикаси ва термодинамикасини **билиши ва улардан фойдалана олишни;**

– физик-кимёвий усулларни реал жараёнларни талқин қилишга қўллаш; термодинамика ва кинетика қонуниятларига асосланган ҳолда физик-кимёвий жараёнларни бошқариш; кимёвий реакцияларнинг механизмлари ва қонуниятларини билган ҳолда кинетик тенгламаларни тузиш; каталитик жараёнларни бошқариш **кўникмаларига эга бўлиши керак.**

2. Маъруза машғулоти

Асосий тушунчалар: термодинамик система, изоляцияланган система, ёпиқ система, очиқ система, гомоген ва гетероген системалар, узлуксиз система, системанинг ҳолати, термодинамик параметрлар, термодинамик

жараён, ҳолат функцияси, айланма жараён, изобар, изотерм, адиабат, изохор, изобар-изотерм ва изохор-изотерм жараёнлар, қайтар ва қайтмас жараёнлар, интенсив ва экстенсив катталиклар. Физикавий кимё фанини ривожланишида Ўзбекистон олимларининг хизматлари. Идеал газ қонунлари. Ҳолат тенгламалари ва термик коэффициентлар. Иссиқлик, температура, босим, ички энергия, иш, интенсивлик факторлари, термометрик шкала, абсолют ҳарорат, термометрлар. Газлар кинетик назариясининг асосий тенгламаси (Больцман тенгламаси). Газларнинг иссиқлик сиғими. Иссиқлик сиғимининг эркинлик даражаси билан боғлиқлиги. Реал газлар. Ван-дер-Ваальс тенгламаси. Газларнинг конденсатланиши. Критик нукта. Буг ва газ орасидаги фарқ. Келтирилган босим, ҳажм ва ҳарорат. Кимёвий термодинамиканинг вазифаси. Термодинамикани биринчи қонунининг таърифлари. Термодинамика биринчи қонунининг математик ифодаси, унинг интеграл, дифференциал ҳамда хусусий кўринишлари. Калорик коэффициентлар. Термодинамиканинг биринчи қонунини калорик коэффициентлар орқали ифодалаш. Идеал газнинг турли жараёнлардаги кенгайиш иши, жараён иссиқлиги ва ички энергиянинг ўзгариши. Жоуль қонуни. Идеал газнинг адиабата тенгламаси. Пуассон тенгламалари. Энтальпия. Гесс қонуни ва ундан келиб чиқадиган ҳулосалар. Термокимё. Хосил бўлиш ва ёниш иссиқликлари. Иссиқлик сиғимининг ҳароратга боғлиқлиги. Реакция иссиқлик эффектининг ҳароратга боғлиқлиги. Кирхгоф тенгламаси. Термодинамиканинг иккинчи қонуни ва унинг таърифлари: Томсон (Кельвин), Оствальд, Клаузиус, Каратеодори. Энтропия тушунчаси. Карно цикли. Фойдали иш коэффициенти. Қайтар жараёнлар учун термодинамиканинг иккинчи қонуни. Келтирилган иссиқлик ва унинг тўлиқ дифференциал эканлиги. Энтропия экстенсивлик фактори эканлиги. Изоляцияланган системаларда термодинамик жараённинг ўз-ўзича боришини, йўналиши ва чегарасини белгиловчи умумий кўрсаткич. Максимал иш тушунчаси. Энергиянинг диссипацияси. Энтропиянинг тартибсизлик ўлчови эканлиги. Тўлиқ қайтмас жараёнлар. Қайтмас ўз-ўзидан боровчи жараёнлар учун изоляцияланган системада, изотермик қайтар жараёнлар ҳамда циклик қайтмас жараёнлар учун термодинамика иккинчи қонунининг ифодалари. Қайтар ва қайтмас жараёнлар учун термодинамика иккинчи қонунининг ифодаси. Термодинамика биринчи ва иккинчи қонунларининг умумлашган тенгламаси. Больцман тенгламаси. Система ҳолатининг термодинамик эҳтимоллиги билан унинг энтропияси орасидаги боғланиш. Термодинамиканинг 1-қонуни абсолют қонун эканлиги ва термодинамиканинг 2-қонунининг статистик табиати. Флуктуациялар тушунчаси. Турли жараёнларда энтропиянинг ўзгариши. Термик ва калорик коэффициентлар орасидаги боғлиқлик. Термодинамик потенциаллар. Характеристик функциялар. Изобарик-изотермик ва изохорик-изотермик потенциаллар. Гиббс ва Гельмгольц энергиялари. Гиббс- Гельмгольц тенгламалари. Кимёвий потенциал.

Кимёвий мувозанат

Массалар таъсири қонуни. Мувозанат константалари. Кимёвий реакциянинг изотерма тенгламаси (Вант-Гофф тенламаси). Кимёвий реакциянинг изобарик ва изохорик тенгламалари. Кимёвий мойиллик. Реал системаларнинг термодинамикаси. Льюис-Рендалл постулати. Учувчанлик (фугитивлик) ва активлик тушунчалари. Нернстнинг иссиқлик теоремаси. Планк постулати. Абсолют энтропия. Планк постулатидан келиб чиқадиган ҳулосалар. Абсолют нольга эриша олмаслик принципи. Мувозанат константасини Темкин ва Шварцман усулида ҳисоблаш. Нернстнинг иссиқлик теоремаси ва Планк постулатига асосланиб, термодинамик функцияларнинг стандарт қийматлари бўйича мувозанат константасини ҳисоблаш.

Фазавий мувозанат

Фаза, компонент, компонентлар сони, эркинлик даражаси тушунчалари. Гиббснинг фазалар қонунлари. Системанинг варианты. Системаларнинг синфланиши. Бир компонентли системалар учун фазалар қонунлари. Сув ва олтингугурт учун ҳолат диаграммалари. Буғланиш эгриси учун Клапейрон–Клаузиус тенгламасининг дифференциал ва интеграл кўринишлари. Биринчи ва иккинчи тур фазавий ўтишлар. Эренфест тенгламаси. Полиморф ўтишлар. Моно- ва энантиотроп фазавий ўтишлар. Физик-кимёвий анализ. Икки компонентли системалар. Совуш ва ҳолат диаграммалари. Ҳолат диаграммаларининг турли кўринишлари. Икки компонентли системаларнинг ҳолат диаграммаларини анализ қилишда ликвидус, солидус чизиқлари, эвтектик нукта, эвтектик таркибли суюқ қотишма, эвтектик ҳарорат, фигуратив нукта, коннода чизиғи, конгруэнт ва инконгруэнт суюқланувчи кимёвий бирикмалар, сингуляр ва дистектик нукталар, перитектик нукта каби тушунчалар. Елка қонунлари. Қаттиқ эритмалар. Изоморфизм тушунчаси. Уч компонентли системалар. Уч компонентли системанинг таркибини ифодалашда Гиббс ва Розебум усуллари. Бир хил ионли ва эвтоникага эга бўлган икки туз эритмасининг ҳолат диаграммаси. Тузлар сув билан гидратлар ёки қўш тузлар, комплекс бирикмалар ёки қаттиқ эритмалар ҳосил қилувчи мураккаб ҳолат диаграммалари.

Эритмалар

Эритмалар ҳақида умумий тушунчалар. Идеал, чексиз суюлтирилган ва реал эритмалар. Парциал моляр катталиклар. Гиббс-Дюгем ва Дюгем-Маргулис тенгламалари. Эритмаларнинг замонавий назарияси: сольватланиш ва гидратланиш, сольват қават тушунчаси. Идеал, чексиз суюлтирилган, реал эритмалар. Регуляр ва атермал эритмалар. Эритма компонентларининг кимёвий потенциаллари. Активлик, активлик коэффициенти. Учувчанлик, учувчанлик коэффициенти. Компонентнинг эритма устидаги бўғ босими. Рауль ва Генри қонунлари. Идеал, чексиз суюлтирилган ва реал эритмалар учун Рауль ва Генри қонунлари. Қаттиқ моддаларнинг эрувчанлиги. Шредер тенгламаси. Эбулиоскопик ва криоскопик қонунлар. Диффузия ва осмос. Де фриз қонуни. Осмотик босим қонунлари. Вант-Гофф қонуни. Таксимланиш коэффициенти. Экстракция. Суюқлик-бўғ мувозанати. Гиббс-Коновалов

қонунлари. Вревский қонунлари. Азеотроп аралашмалар ва уларнинг хоссалари.

Электрохимия назариялари

Электролит эритмаларнинг тузилишлари ҳақида тушунчалар. Аррениус назарияси. Ионларнинг ўзаро таъсирини термодинамик нуқтаи-назаридан ифодалаш. Фаоллик ва фаоллик коэффициентлари. Дебай-Хюккель назариясининг асосий эҳтимолликлари. Ион атмосферасининг потенциалли. Электролитлар ҳақида замонавий тушунчалар. Солиштира ва эквивалент электр ўтказувчанлик. Ионлар ҳаракатчанлиги ва Кольрауш қонуни. Ташиш сони. Оствальднинг султириш қонуни. Кондуктометрик титрлаш. Ионларнинг ҳаракатчанлиги, эквивалент электр ўтказувчанлик ва ташиш сонини Дебай-Хюккель-Онзагер назарияси асосида эритма таркибига боғлиқлигини талқини. Электрод потенциалининг ҳосил бўлиши. Диффузион ва оксидланиш-қайтарилиш потенциаллари. Концентрацион элементлар. Электродларни синфлаш. Стандарт электродлар. Электр юритувчи кучни аниқлаш усуллари. Электр юритувчи кучдан физик-химий таҳлилда фойдаланиш. Металлар коррозияси.

Мувоzanатдаги электрохимий занжирлар ва уларнинг электр юритувчи кучи, Нернст ва Гиббс-Гельмгольц тенгламалари. Электрод потенциалининг ҳосил бўлиши. Диффузион ва оксидланиш-қайтарилиш потенциаллари. Оксидланиш-қайтарилиш реакцияларини химий ва электрохимий амалга ошириш усуллари.

Химий кинетика

Химий кинетика - химий реакцияларнинг тезлиги ва механизми ҳақидаги фан. Унинг асосий тушунчалари. Кинетикани ўрганишнинг назарий ва амалий аҳамияти. Кинетик қизиклар ва уларни тузиш усуллари. Гомо- ва гетероген реакцияларга массалар таъсири қонунини қўллаш. Дифференциал ва интеграл кинетик тенгламалар. Реакция тартибини топишнинг Оствальд-Ноес, Вант-Гофф ва бошқа усуллари. Химий реакцияларнинг тезлик доимийсини ҳисоблаш усуллари. Реакция тезлигига таъсир этувчи омиллар: реагентлар концентрацияси, стерик омил, ҳарорат, эритувчининг табиати, ион кучи.

Химий реакцияларнинг кинетик жиҳатдан табақаланиши. Оддий ва мураккаб реакциялар. Оддий реакциялар кинетикаси, уларга мос келадиган кинетик тенгламаларни келтириб чиқариш. Аррениус тенграмаси. Фаолланиш энергияси ва уни ҳисоблаш усуллари. Кинетиканинг назариялари: фаол тўқнашувлар назарияси ва ўтар ҳолат ёки фаоллашган комплекс назарияси. Қайтар реакциялар кинетикаси. Ёнма-ён, биргаликда ва кетма-кет келадиган реакциялар кинетикаси.

Катализ. Гомоген катализ назариялари

Катализнинг таърифи ва унинг умумий хусусиятлари. Химий ва биохимий реакцияларда, химий маҳсулотлар ишлаб чиқаришда катализнинг ўрни ва аҳамияти. Саноат миқёсида қўлланиладиган асосий каталитик жараёнлар.

Гомоген ва гетероген каталитик жараёнларнинг табақаланиши. Гомоген катализнинг назариялари ва механизмлари. Гомоген катализда оралик бирикмалар. Гомоген катализнинг кинетикаси. Гомоген катализга мисоллар.

Гетероген катализ назариялари

Гетероген катализаторларни олиш усуллари: чўктириш, шимдириш, механик аралашмалар ва металл қотишмалар тайёрлаш. Гетероген катализ. Гетероген каталитик реакцияларнинг асосий босқичлари. Гетероген катализаторлар юзасидаги фаол марказларнинг мавжудлиги ҳақидаги тасаввурлар ва уларнинг табиати. Гетероген катализдаги оралик бирикмалар. Гетероген каталитик реакцияларда адсорбциянинг ўрни. Катализаторлар иштирокидаги гетероген реакцияларнинг механизмлари. Адсорбилаш қобилятига қараб катализаторларнинг фаоллигини аниқлаш. Катализаторларнинг асосий тавсифлари: фаоллиги, селективлиги, унумдорлиги, регенерация қилишга қобиляти, солиштира юзаси.

Статистик термодинамика элементлари

Статистик термодинамика вазифалари. Макро- ва микроҳолатлар ва термодинамик эҳтимоллик. Фазавий фазо тушунчаси. Больцман тенламаси. Статистик термодинамиканинг постулати. Ҳолатлар бўйича йиғинди. Асосий термодинамик катталиклар учун статистик ифодалар. Уларни ҳолатлар бўйича йиғинди орқали ифодалаш. Аралашуш энтропияси. Илгарилама, тебранма, айланма ва электрон ҳаракатлар ҳолатлари бўйича йиғиндилар.

Чизиқли термодинамика

Қайтмас (нормувозанат) жараёнларнинг термодинамикаси. Оқимлар. Умумлашган кучлар. Квазистационар, стационар, экспоненциал кўринишда ўзгарувчи оддий ва лавинасимон жараёнлар. Оқим ва умумлашган куч орасидаги муносабат. Оқимни ҳаракатлантирувчи интенсивлик факторлари. Иссиқлик оқимининг ҳарорат градиентига, масса оқимининг концентрация градиентига, электр оқимининг потенциал градиентига боғлиқлиги. Оқимларнинг ўзаро таъсири: термодиффузия, Дюфур эффекти, диффузион потенциал ва концентрацион қутбланиш. Оқимлар жараёнида система энтропиясининг ўзгариши. Энтропиянинг вақт бирлигида ортиши билан оқимлар ва умумлашган кучлар орасидаги боғланиш. Онзагернинг ўзаролик муносабати. Кинетик коэффициентларнинг симметриклик принципи. Компенсацияланмаган иссиқлик. Компенсацияланмаган иссиқлик ва кимёвий мойиллик. Энтропиянинг ташқи ва ички ўзгариши. Энтропиянинг ҳосил бўлиш тезлиги. Изоляцияланган системалар учун энтропиянинг тўлиқ ўзгариши. Нормувозанат жараёнлар термодинамикасининг ривожланиш босқичлари. Пригожин, Глансдорф, Казимир ва бошқа олимларнинг нормувозанат жараёнлар термодинамикасининг усуллари чизиқли бўлмаган соҳага тадбиқ қилиши. Локал мувозанатлар ҳақидаги постулот. Компенсацияланмаган иссиқликнинг термодинамик функцияларнинг ўзгариши билан боғлиқлиги. Кимёвий ўзгарувчи, кимёвий мойиллик ва термодинамиканинг биринчи қонуни.

Т/р	Маъруза машғулоти мавзулари	Хажми
3 семестр		
1.	Физикавий кимё замонавий кимёнинг назарий асоси	2
2.	Идеал газ қонунлари	2
3.	Реал газлар	2
4.	Кимёвий термодинамика	2
5.	Идеал газларнинг турли жараёнлардаги иши.	2
6.	Термодинамиканинг 2-қонуни.	2
7.	Қайтмас жараёнлар учун термодинамиканинг иккинчи қонуни.	2
8.	Термодинамиканинг 2-қонунини статистик асослаш.	2
9.	Термодинамик потенциаллар. Характеристик функциялар.	2
10.	Кимёвий мувозанат.	2
11.	Термодинамиканинг 3-қонуни.	2
12.	Мувозанат константасини ҳисоблаш усуллари.	2
13.	Фазавий мувозанат.	2
14.	Биринчи ва иккинчи тур фазавий ўтишлар.	2
15.	Икки компонентли системалар.	2
16.	Икки компонентли системалар ҳолат диаграммаларининг таҳлили.	2
17.	Уч компонентли системалар.	2
18.	Эритмалар.	2
19.	Эритмаларни термодинамик нуқтаи-назардан синфланиши.	2
20.	Компонентнинг эритма устидаги бўғ босими	2
21.	Қаттиқ моддаларнинг эрувчанлиги	2
	Жами:	42
4 семестр		
1.	Осмотик босим қонунлари	2
2.	Суюқлик-бўғ мувозанати	2
3.	Электрокимё назариялари	2
4.	Солиштира ва эквивалент электр ўтказувчанлик	2
5.	Ионларнинг ҳаракатчанлиги	2
6.	Электрокимёвий жараёнлар термодинамикаси	2
7.	Электр юритувчи куч	2
8.	Электр юритувчи ва мувозанат константаси	2
9.	Кимёвий кинетика. Реакцияларнинг тартиби ва молекулярлиги	2
10.	Катализ. Гомоген катализ назариялари	2
11.	Гетероген катализ назариялари	2
12.	Статистик термодинамика элементлари	2
13.	Чизиқли термодинамика	2

	Жами:	26
--	--------------	-----------

Жами 68

3. Амалий машғулотлари

Амалий машғулотларни ташкил этиш бўйича кафедра профессор-ўқитувчилари томонидан кўрсатма ва тавсиялар ишлаб чиқилади. Маъруза машғулотларида олган билим ва кўникмаларни мисол ва масалалар ечиш билан мустаҳкамлайдилар ҳамда янада бойитадилар. Бунга жамоа бўлиб машқ қилиш йўли билан ва мустақил ишлаш йўли билан эришилади. Мустақил ишлашда дарсликларни, ўқув қўлланмаларни, услубий қўлланмаларни, тарқатма ва кўргазмали ашёларни аҳамияти каттадир.

№	Амалий машғулотлари мавзулари	Дарс соатлари ҳажми
3-семестр (22)		
1.	Идеал газ қонунларига оид масала ва мисоллар.	2
2.	Гесс ва Кирхгофф қонунларига оид масала ва мисоллар.	2
3.	Термодинамиканинг биринчи қонунига оид масала ва мисоллар.	2
4.	Термодинамиканинг иккинчи қонунига оид масала ва мисоллар.	4
5.	Термодинамиканинг учинчи қонунига оид масала ва мисоллар.	4
6.	Кимёвий мувозанатга оид масала ва мисоллар.	4
7.	Мувозанат константасини келтириб чиқаришга оид масала ва мисоллар.	4
4-семестр (12)		
1.	Фазалар қонундаси бўйича масала ва мисоллар.	4
2.	Эритмаларга оид масала ва мисоллар.	4
3.	Кимёвий потенциал бўйича масала ва мисоллар.	4

Жами 32

Амалий машғулотлар мультимедиа қурилмалари билан жиҳозланган аудиторияда бир академ. гуруҳга алоҳида ўтилади. Машғулотлар фаол ва интерфаол усуллар ёрдамида ўтилиди, “Кейс-стади” технологияси ишлатилади, кейслар мазмуни ўқитувчи томонидан белгиланади. Кўргазмали материаллар ва ахборотлар мультимедиа қурилмалари ёрдамида узатилади.

4. Лаборатория ишларини ташкил этиш бўйича кўрсатмалар

Лаборатория ишлари талабаларнинг назарий билимларини амалиётга қўллаш бўйича кўникмаларини ҳосил қилади ва уларнинг малакасини оширишга хизмат қилади. Лаборатория ишлари бўйича олинган натижаларни қайта ишлаш, маълумотномаларда келтирилган физик–кимёвий катталиклардан

фойдалана олиш, графиклар ва жадваллар тузиш тартиб- қоидаларига қўйилмаган ҳосил қилиш мақсад қилиб қўйилади.

Лаборатория ишларининг тавсия этиладиган мавзулари:

- 13.Термохимия. Эриш, нейтралланиш ва гидратланиш иссиқликларини аниқлаш.
- 14.Икки компонентли системаларнинг ҳолат диаграммаларини ўрганиш.
- 15.Эритмаларнинг криоскопик ва эбулиоскопик хоссаларини ўрганиш.
- 16.Эритмаларнинг электр ўтказувчанлиги.
- 17.Кондуктометрик титрлаш.
- 18.Электр юритувчи куч ва уни ўлчаш. Электрод потенциаллар.
- 19.Потенциометрик титрлаш.
- 20.Моддаларнинг молекуляр тузилишини рефрактометрик усул билан ўрганиш.
- 21.Суюқликларнинг тўйинган буғ босими ва уларнинг фазавий ўтиш иссиқликларини ҳисоблаш.
- 22.Суюқликларнинг сирт таранглигини ўрганиш ва термодинамик параметрларини ҳисоблаш.
- 23.Бимолекуляр реакцияларнинг хусусий ва умумий тартибларини аниқлаш.
- 24.Реакцияларнинг тезлигига муҳит ион кучи ва ҳароратнинг таъсири. Фаолланиш энергиясини топиш.

Тўр	Лаборатория машғулоти мавзулари	Хажми
4-семестр		
1.	Моляр рефракция	14
	Fizikaviy kimyo laboratoriyasida ishlash qoidalarini va xavfsizlik texnikasi.	
	DR301-95 Raqamli refraktometrda ishlash	
	Суюқликларни моляр ва солиштира рефракцияларни ҳисоблаш.	
2.	Сирт таранглиги	14
	Пикнометрик усули ёрдамида суюқликларни зичлигини топиш.	
	Ребиндер усулида суюқликнинг турли температуралардаги сирт таранглигини аниқлаш Термодинамиканинг 1 ва 2 қонунларидан фойдаланиб бирлик юза учун энтропия ва энтальпияларни ўзгаришини ҳисоблаш	
	Сиртнинг моляр Гиббс энергиясини ҳисоблаш. $T_{\text{критик}}$ температурани аниқлаш. Парахорни амалий ва назарий ҳисоблаш	

3.	Калориметрия	14
	Бекман термометрини созлаш.	
	Термокимё.	
	Тузнинг эриш, суюлтириш иссиқликларини аниқлаш.	
	Тузнинг нейтралланиш иссиқлигини аниқлаш.	
	Тузнинг гидратланиш иссиқлигини аниқлаш.	
4.	Термик анализ	14
	Нафталинни совиш диаграммаси	
	Дифениламинни совиш диаграммаси	
	Нафталин ва дифениламинни ҳолат диаграммаси	
5.	Криоскопия	14
	Бекман термометрини созлаш	
	Маълум моддани молекуляр массасини аниқлаш	
	Номаълум моддани молекуляр массасини аниқлаш	
6	Суюқликнинг тўйинган буғ босими	14
	Динамик усули ёрдамида суюқликларнинг ҳар хил ҳароратда буғланиш иссиқлигини аниқлаш	
	Клаузиус-Клапейрон тенгламасидан моляр буғланиш иссиқлигини ҳисоблаш	
	Клаузиус-Клапейрон тенгламасидан суюқликнинг атмосфера босимидаги қайнаш температурасини аниқлаш	
7	Электр ўтказувчанлик	14
	Кольрауш Уитстон кўприги ёрдамида идиш доимийсини аниқлаш	
	Кольрауш кўприги ёрдамида эквивалент электр ўтказувчанликни аниқлаш	
	Кучсиз электролитнинг диссоцияланиш даражасини ва диссоцияланиш константасини аниқлаш	
	Кучли электролитнинг диссоцияланиш даражасини ва диссоцияланиш константасини аниқлаш	
	Кольрауш кўприги ёрдамида солиштирама электр ўтказувчанликни аниқлаш	
8	Кондуктометрик титрлаш	14
	Кольрауш Уитстон кўприги ёрдамида кучсиз кислотани эквивалент нуқтасини аниқлаш	
	Кольрауш Уитстон кўприги ёрдамида кучли кислотани эквивалент нуқтасини аниқлаш	
	Кольрауш Уитстон кўприги ёрдамида аралашмани	

	эквивалент нуқтасини аниқлаш	
9	Электр юритувчи куч	16
	Якоби-Даниэл элементини компенсациялаш усули ёрдамида ЭЮК ни аниқлаш	
	Мис электродини потенциалини аниқлаш	
	Рух электродини потенциалини аниқлаш	
	Номаълум эритманинг рН ни аниқлаш	
10	Потенциометрик титрлаш	14
	Хингидрон электроди ёрдамида кучли кислота ва кучли асос потенциометрик титрлаш	
	Хингидрон электроди ёрдамида кучсиз кислота ва кучли асос потенциометрик титрлаш	
	Хингидрон электроди ёрдамида аралашмани потенциометрик титрлаш	
11	Бимолекуляр реакцияларнинг хусусий ва умумий тартибларини аниқлаш	14
	Сахариметр ёрдамида турли концентрацияларда сахарозанинг гидролизланиш реакция кинетикасини ўрганиш	
	Сахарозанинг гидролизланиш реакциясини тезлик доимийсини аниқлаш	
	Сахарозани хлорид кислота билан аралаштирилгандаги бурчак бурилишини аниқлаш	
12	Реакцияларнинг тезлигига мухит ион кучи ва ҳароратнинг таъсири	14
	Реакциянинг тезлигига мухит ион кучини таъсирини аниқлаш	
	Реакциянинг тезлигига ҳароратнинг таъсирини аниқлаш	
	$\lg k/k_0$ ни ион кучига боғлиқлик графигини чизиш	

Жами 170

5. Мустақил таълим ва мустақил ишлар

Мустақил таълим учун тавсия этиладиган мавзулар:

22. Реакцияларнинг стандарт иссиқлик эффекти. Иссиқлик эффектнинг ҳароратга боғлиқлиги.
23. Ҳар хил жараёнлардаги энтропия ўзгаришини ҳисоблаш. Характеристик функциялар.
24. Термодинамик қийматлар асосида мувозанат константасини ҳисоблаш.

25. Бир ва икки атомли газларнинг термодинамик функцияларини ҳисоблаш. Чизикли жараёнлар термодинамикаси.
26. Мувозанат доимийсини статистик термодинамика маълумотлари бўйича ҳисоблаш.
27. Активлик ва активлик коэффициентлари.
28. Уч компонентли системаларнинг мураккаб диаграммаларини ўрганиш.
29. Ион ташиб ва ион ташимасдан ишлайдиган аккумуляторлар ва уларнинг ишлаш принциплари.
30. Идеал газ қонунлари. Термик ва калорик коэффициентлар орасидаги муносабатлар.
31. Термодинамиканинг 1-қонуни, Гесс, Кирхгофф қонунлари бўйича материалларни ўрганиш.
32. Адиабата тенгламаларини келтириб чиқариш. Жоуль қонуни.
33. Энергетик баланс. Энтропия ва тартибсизлик бўйича мисоллар ечиш.
34. Кимёвий реакцияларда энтропия ўзгаришининг сабаблари.
35. Жараёнларда энтропиянинг ўзгариши таҳлил қилиш бўйича матрицалар. Характеристик функцияларни очиқ ифодалаш. Суворов жадвали.
36. Эритмалар термодинамикаси бўйича матрицалар.
37. Активлик ва учувчанлик бўйича мисоллар ечиш.
38. Эритмаларнинг замонавий назариялари. Регуляр ва атермал эритмалар.
39. Икки компонентли система суюқланиш диаграммаси макетининг таҳлили.
40. ЭЮК ни аниқлаш усуллари. ЭЮК дан физик-кимёвий таҳлилда фойдаланиш.
41. Металлар коррозияси назариялари.
42. Биринчи ва иккинчи тур фазавий ўтишлар. Эренфест тенгламалари.

Изоҳ. Мустақил таълим учун тавсия этилган мавзуларнинг соатлари лаборатория ва семинар машғулотларига тайёргарлик кўриш соатларидан ортиб қолган соатлар ҳажмидан келиб чиққан ҳолда белгиланади.

6. Фан бўйича курс иши

Курс иши фан мавзуларига таалуқли масалалар юзасидан талабаларга яқка тартибда тегишли топшириқ шаклида берилади. Курс ишининг ҳажми, расмийлаштириш шакли, баҳолаш мезонлари ишчи фан дастурида ва тегишли кафедра томонидан белгиланади. Курс ишини бажариш талабаларга фанга оид билим, кўникма ва малакаларни шакллантиришга хизмат қилиши керак.

Курс иши учун тавсия қилинадиган мавзулар:

10. Калорометрик ўлчашлар
11. Суюқликларнинг тўйинган буғ босими
12. Диссоциланиш босими.
4. Эритмаларнинг музлаш ҳарорати. Криоскопия.

5. Эритмаларнинг қайнаш ҳарорати . Эбулиоскопия.
6. Ўзаро чегарасиз аралашувчи суюқликларнинг ҳолат диаграммалари.
7. Ўзаро чегарали аралашувчи суюқликларнинг ҳолат диаграммалари.
8. Беқарор кимёвий моддалар ҳосил қилувчи системаларнинг ҳолат диаграммаси.
9. Уч копонентли системаларнинг ҳолат диаграммалари.
10. Тақсимланиш қонуни, экстракция.
11. Гальваник элементлар термодинамикаси.
12. Гальваник элементлар электр юрутувчи кучи ва уни аниқлаш усуллари.
13. Электродлар потенциални аниқлаш усуллари.
14. Потенциометрик титрлаш
15. Электролит эритмаларининг электр ўтказувчанлиги.
16. Кондуктометрик титрлаш.
17. Ташиш сонини аниқлаш.
18. Молекулаларнинг қутбланиши.
19. Моддаларнинг дипол моментларини аниқлаш.
20. Суюқликларнинг сирт таранглигини ўрганиш.
21. Электролит моддалар эритмаларнинг музлаш ҳароратини ўрганиш.
22. Калориметрик усулда кучсиз электролитларнинг диссоциланиш иссиқликларини ўрганиш.
23. Қийин эрувчан тузларнинг эрувчанлигини электр ўтказувчанлик усули билан аниқлаш.
24. Кристаллогидратларнинг ҳосил бўлиш иссиқликларини ўрганиш.
25. Жараёнларнинг иссиқлик эффектига ҳароратнинг таъсирини ўрганиш.
26. Турли хил копонентли системаларнинг юқори босим ва ҳароратдаги ҳолат диаграммаларини талқини.
27. Буфер эритмаларининг рН ни электрокимёвий усул билан аниқлаш.
28. Енгил учувчан аралашмаларни босқичли хайдаш.
29. Азеотроп эритмаларни ажратиш.
30. Эритмаларининг электр ўтказувчанлиги

Изох: Курс иши мавзулари ишчи ўқув дастурда кенгайтирилиши, талабаларнинг фан доирасидаги индивидуал қизиқишларига кўра танланиши ҳам мумкин. Талаба I та мавзунини танлаб, шу мавзу бўйича маълумот бериши лозим.

8. Тавсия этилган адабиётлар рўйхати

Асосий адабиётлар

1. Howard Devoe Thermodynamics and chemistry. A.P.Ch.E. University of Maryland, 2015.
2. Anatol Malijevsky Physical Chemistry in brief, Institute of Chemistry, Prague, 2005.
3. Clifford E. Dike Physical Chemistry a modern information, Teylor and Francis Grup. LLC, 2012.
4. Х.И. Акбаров, Р.С. Тиллаев, Б.У. Саъдуллаев. Физикавий кимё, Тошкент, Университет, 2014, 436 бет.

Қўшимча адабиётлар

5. Мирзиёев Ш.М. Танқидий таҳлил, қатъий тартиб-интизом ва шахсий жавобгарлик - ҳар бир раҳбар фаолиятининг кундалик қонидаси бўлиши керак. Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамасининг 2016 йил якунлари ва 2017 йил истиқболларига бағишланган мажлисидаги Ўзбекистон Республикаси Президентининг нутқи. // Халқ сўзи газетаси. 2017 йил 16 январь, №11.
6. Мирзиёев Ш.М. Буюк келажагимизни мард ва олийжаноб халқимиз билан бирга қурамыз. Тошкент, Ўзбекистон. 2017.
7. Мирзиёев Ш.М. Қонун устуворлиги ва инсон манфаатларини таъминлаш юрт тараққимёти ва халқ фаровонлигининг гарови. ЎзР Конституцияси қабул қилинганлигининг 24 йиллигига бағишланган тантанали мажлисдаги маъруза. 2016 йил 7 декабрь
8. Мирзиёев Ш.М. Эркин ва фаровон, демократик Ўзбекистон давлатини биргаликда барпо этамыз. Ўзбекистон республикаси Президенти лавозимига киришиш тантанали маросимига бағишланган Олий Мажлис палаталарининг қўшма мажлисидаги нутқ. Ўзбекистон, -2017й.
9. ЎзР ПҚ-2909. Олий таълим тизимини янада ривожлантириш чоратадбирлари тўғрисида. Тошкент ш., 2017 й. 20 апрель.
10. Усмонов Х.У., Рустамов Х.Р., Рахимов Х.Р. Физик химия. Тошкент: “Ўқитувчи”, 1974.
11. Стромберг А.Г., Семченко Д.П. Физическая химия. М. “Химия”: 2002.

Интернет сайтлари

12. www.Ziyo.net
13. <http://www/uralrti.ru>.
14. <http://www.fizchim.ru>.

Баҳолаш жадвали

Талабалар билимини баҳолаш мезонлари

а) **5 (аъло)** учун талабанинг билим даражаси қуйидагиларга жавоб бериши лозим:

- Ҳулоса ва қарор қабул қилиш;
- Ижодий фикрлай олиш;
- Мустақил мушоҳада юрита олиш;
- Олган билимларини амалда қўллай олиш;
- Моҳиятини тушуниш;
- Билиш, айтиб бериш;
- Тасаввурга эга бўлиш;

б) **4 (яхши)** учун талабанинг билим даражаси қуйидагиларга жавоб бериши лозим:

- Мустақил мушоҳада юрита олиш;
- Олган билимларини амалда қўллай олиш;
- Моҳиятини тушуниш;
- Билиш, айтиб бериш;

- Тасаввурга эага бўлиш;
в) **3 (қониқарли)** учун талабанинг билим даражаси қуйидагиларга жавоб бериши лозим:
- Моҳиятини тушуниш;
- Билиш, айтиб бериш;
- Тасаввурга эага бўлиш;
г) талабанинг билим даражаси **2 (қониқарсиз)** деб қуйидаги ҳолларда баҳоланади:
- Аниқ тасаввурга эага бўлмаслик;
- Жавобларда хатоликларга йўл қўйилганлик; Билмаслик.

Testlar

“5140500 kimyo” ta’lim yo‘nalishi
Fizikaviy kimyo fanidan test savollari

№	Test topshirig'i	A	B	C	D
1.	Metallarning metalmaslardan farqini belgilovchi eng asosiy xossalari.	Yaltiroqlik, yarim o'tkazuvchanlik, ionlanish potentsialining kichikligi	Yaltiroqlik, issiqlikni yaxshi o'tkazish, ionlanish potentsialining kattaligi	Yaltiroqlik, issiqlik o'tkazuvchanlik, yuqori elektronga moyillik	Yaltiroqlik, elektr tokini o'tkazuvchanlik, ionlanish potentsialining kichikligi
2.	Tarkibida 10% qo'shimchalar bo'lgan 1 t natriy xlorid eritmasining elektrolizi natijasida hosil bo'ladigan natriy gidroksidi massasini aniqlang.	111 kg	227 kg	554 kg	55,4 kg
3.	Evtektik aralashmalarining eng asosiy xossasi – ularning	Kattiqligi	yumshoqligi	o'tga chidamliligi	oson suyuqlanuvchanligi
4.	Quyida keltirilgan qotishmalardan an qaysi biri samolyotsozlikda eng ko'p ishlatiladi.	latun'	mannaliy	silumin	gidronaliy
5.	Eng Og'ir va eng engil qattiq va eng qiyin suyuqlanuvchi metallar guruhini ko'rsating.	Pt, Mg, W, Cr	Au, Be, Cr, Mo	Os, Na, W, Ti	Os, Li, Cr, W
6.	Videman – Frans qonuni quyidagicha ta'riflanadi	metallar issiqlik o'tkazuvchanligining elektr o'tkazuvchanligiga nisbatan doimiy kattalikdir	metallar elektro o'tkazuvchanligining issiqlik o'tkazuvchanlikka nisbati doimiy kattalikdir	metallarning eruvchanligi temperaturaga bog'liq emas	metallarning issiqlik o'tkazuvchanligi ayni metall tabiatiga bog'liq emas.
7.	Metall buyumlar korroziyasi (emirilish) tezligi elektrolit eritmasining tabiatiga bog'liq. Agar elektrolit tarkibid Bulgan taqdirda metall buyum eng tez emiriladi.	yuqori haroratda kislotali muhitda oksidlovch	past haroratda kislotali muhitda qaytaruvchi	past haroratda ishqoriy muhitda oksidlovchi	yuqori haroratda ishqorli muhitda qaytaruvchi
8.	Kontsentrlangan HNO ₃ da erimaydi.	Zn	Ag	Cu	Cr
9.	Suyuqlantirilgan metallar o'zaro aralashtirilganda bir-biri bilan ta'sirlanib CuZn ₃ , Na ₂ Pb, Ca ₃ Pb ₂ va h.k kabi kimyoviy birikmalar hosil qiladi. Bunday birikmalar deb ataladi.	qattiq eritmalar	intermetallidlar	evtektik aralashmalar	qotishmalar
10.	Li → Na → K → Rb → Cs qatorida normal	Kamayadi	ortadi	o'zgarmaydi	litiydan natriyga o'tganda kamayadi,

	oksidlanish-qaytarilish potentsiallari qanday o'zgaradi.				kaliydan tseziyga o'tganda deyarli o'zgarmaydi
11.	Litii-seziy ($\text{Li}^+ \rightarrow \text{Cs}^+$) qatorida kationlarning gitratlanish energiyalari (kkal/mol) qanday o'zgaradi.	Ortadi	kamayadi	dastlab ortadi, keyin esa kamayadi	avval kamayadi, keyin ortadi
12.	Ishqoriy metallar galloidlarining suvda eruvchanliklarida qanday qonuniyatlar mavjud.	ftorid va xloridlari eruvchanligi litiydan tseziyga tomon ortadi, bromid va yodidlarniki kamayadi.	litiydan tseziyga tomon ftorid va xloridlarning eruvchanligi kamayib, bromid va yodidlarniki ortadi	ftorid va bromidlarning eruvchanligi litiydan tseziygacha ortib, xlorid va yodidlarniki kamayadi	litiydan tseziyga tomon ftorid va bromidlarning eruvchanligi kamayib, xlorid va yodidlarniki ortadi.
13.	$\text{Na} \rightarrow \text{K} \rightarrow \text{Rb} \rightarrow \text{Cs}$ qatorida ozonidlarning barqarorligi qanday o'zgaradi	Kamayadi	o'zgarmaydi	ortadi	avval ortib, keyin kamayadi
14.	$\text{Be} \rightarrow$ qatorida atom va ion radiuslari, ionlanish potentsiallari qanday o'zgaradi.	atom va ion radiuslari, ionlanish potentsiallari deyarli o'zgarmaydi	atom va ion radiuslari kamayadi, ionlanish potentsiallari ortadi	atom va ion radiuslari o'zgarmaydi, ammo ionlanish potentsiallari ortadi	atom va ion radiuslari ortadi, ionlanish potentsiallari kamayadi
15.	$\text{BeO} \rightarrow \text{BaO}$ qatorida oksidlarning qattiqliklari va gidratlanish energiyalari qanday o'zgaradi	qattiqliklari ham gidratlanish energiyalari ham kamaydi	qattiqliklari ham gidratlanish energiyalari ham ortadi	qattiqliklari ham gidratlanish energiyalari ham o'zgarmaydi	qattiqliklari kamayadi, gidratlanish energiyalari ortadi
16.	Sanoatda berilliy qaysi sxema bo'yicha olinadi	$\text{BeO} + \text{Mg} \xrightarrow{t} \text{Be} + \text{MgO}$	$3\text{BeO} + 2\text{Al} \xrightarrow{t} 3\text{Be} + \text{Al}_2\text{O}_3$	$\text{BeO} + \text{H}_2 \xrightarrow{t} \text{Be} + \text{H}_2\text{O}$	$\text{BeCl}_2 \xrightarrow{\text{do}6\text{NaCl}} \text{Be} + \text{Cl}_2$
17.	Laboratoriyada magniy lentasi yonib ketdi. Yong'inni o'chirish kerak	suv bilan	karbonat kislotali o't o'chirgichdan foydalanib	qum sepib	ichimlik soda sepib
18.	Nima sababdan magniy gidroksidini ammoniy tuzlari ishtirokida cho'ktirib bulmaydi	NH_4^+ ionlari OH^- ionlari bilan Be^{2+} ionlariga nisbatan mustahkamroq bog'lanadi	NH_4^+ ionlarining kislota qoldig'i ionlari bilan bog'lanishi Be^{2+} ga nisbatan kuchsizroq	katta xajmga ega bo'lgan NH_4^+ ionlari OH^- anionlarining Be^{2+} bilan bog'lanishini ekranlashtiradi.	ammiak molekulasida Be^{2+} ionlari bilan kompleks ion hosil qiladi.
19.	Qurilishda ishlatiladigan alebastr quyidagicha qotib gipsga aylanadi. SHu jarayonning sxemasini tuzing (alebastr va gipsning kimyoviy formulalarini to'g'ri yozing).	$\text{CaSO}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CaSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$	$\text{CaSO}_4 + \text{H}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	$\text{CaSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CaSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	$2\text{CaSO}_4 + \text{H}_2\text{O} + 3\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2(\text{CaSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O})$
20.	III guruhning boshqa barchaguruhlardan eng asosiy farqi shundaki, bu guruhda	faqat p va d elementlar joylashgan	birorta ham s element yo'q	ko'proq sondagi elementlar joylashgan	p va d elementlar bilan birga f - elementlar ham joylashgan
21.	Alyuminiy kukuni	6837,4 kkal/mol	5400,8 kkal/mol	7905,4 kkal/mol	6907,4 kkal/mol

	avtogen kavsharlashda kislorod oqimida eng effektiv yonilg'i sifatida ishlatiladi. 1 kg alyuminiy kukuni yondirilganda qancha issiqlik ajralib chiqadi. ($\Delta H^0_{\text{Al}_2\text{O}_3}$ 373 kkal/mol)				
22.	Suvsiz MeMeO_2 tipidagi alyuminatlar, gallatlar, indatlar va tallatlar quyidagi reaksiyalarning qaysi biri orqali olinadi.	$\text{Me}_2\text{O}_3 + \text{MeOH} + \text{Aq} \rightarrow \text{Me}^I\text{MeO}_2 +$	$\text{Me}_2(\text{OH})_3 + \text{MeOH} + \text{Aq} \rightarrow \text{Me}^I\text{MeO}_2 +$	$\text{Me}_2\text{O}_3 + \text{Me}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{Me}^I\text{MeO}_2 +$	$\text{Me}_2\text{O}_3 + \text{Me}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Me}^I\text{MeO}_2 +$
23.	Yondiruvchi asboblarda (gaz zanjigalkalari va plitalarida o't chiqaruvchi tosh (kremen)) sifatida	Sc ning Fe bilan	La ning Fe bilan	Y ning Cr bilan	Ce ning Fe bilan
24.	Titanning nitrat kislotada erish reaksiyasi sxemasini ko'rsating	$\text{Ti} + 4\text{HNO}_3 \rightarrow \text{Ti}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$	$\text{Ti} + 6\text{HNO}_3 \rightarrow \text{Ti}(\text{NO}_3)_3 + 3\text{NO}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$	$\text{Ti} + 8\text{HNO}_3 \rightarrow \text{Ti}(\text{NO}_3)_4 + 4\text{NO}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$	$\text{Ti} + 4\text{HNO}_3 \xrightarrow{\text{nH}_2\text{O}} \text{TiO}_2 \bullet \text{nH}_2\text{O} + 4\text{NO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
25.	Vannadiy qo'shilgan (1% gacha) go'latlar muhim xossasi bilan ajralib turadi.	o'tga chidamligi	yaltiroqligi	yumshoqligi	o'ta qattiqligi
26.	Xrom sanoatda sanoatda quyidagi reaksiya buyicha olinadi.	$2\text{CrCl}_3 + 3\text{Zn} \rightarrow 2\text{Cr} + 3\text{ZnCl}_2$	$2\text{Cr}_2\text{O}_3 + 6\text{HI} \rightarrow 2\text{Cr}_2 + \text{HI}_2\text{O}_3$	$2\text{Cr}_2\text{O}_3 + 2\text{HI} \rightarrow 2\text{Cr} + \text{HI}_2\text{O}_3$	$2\text{Cr}_2\text{O}_3 + 3\text{Mg} \rightarrow 2\text{Cr} + 3\text{MgO}$
27.	Quyidagi reaksiya tenglamasining chap va o'ng tomonlaridagi koeffitsentlar yig'indisi mos ravishda ga teng. $\text{NaCrO} + \text{PbO}_2 + \text{NaOH} \rightarrow$	5,4	6,4	6,6	7,6
28.	Vol'fram metaliga konsentrlangan H_2SO_4 ta'sirini yozing	$\text{W} + 2\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{WSO}_4 + \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$	$2\text{W} + 6\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{W}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{SO}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$	$8\text{W} + 3\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 8\text{WO}_3 + 6\text{SO}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$	$\text{W} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$ reaksiya bormaydi
29.	Marganetsning quyidagi H_2SO_4 da erish reaksiyasini yozing	$\text{Mn} + 2\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{MnSO}_4 + \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$	$\text{Mn} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{MnSO}_4 + \text{H}_2$	$\text{Mn} + 4\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Mn}(\text{SO}_4)_2 + 2\text{SO}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$	$\text{Mn} + 2\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{MnO}_2 + 2\text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
30.	MnO_4^- ioni qaytaruvchilar ta'sirida muhitga bog'liq holda turli holatlarga o'tadi. Uning kislotali muhitda qaysi holatga o'tishini ayting.	MnO_4^{2-}	MnO_3^-	MnO_2	E. Mn^{2+}
31.	VIII B guruhidagi elementlardan faqat ikkitagina guruh nomeriga mos oksidlanish darajasi (+8) hamoyon qilishlari mumkin,	Fe,Pt	Pd,Os	Jr,Pt	E.Ru,Os

	bular				
32.	Po'lat quyishning qaysi usuli fosforqa boy chuyanni qayta ishlash uchun eng yaroqli usul sifatida sanoatda qo'llaniladi.	Bessemer usuli	Tomas usuli	Margen usuli	Elektrepechlarda kuyish
33.	Fe tuzlariga sifatli reaksiya sifatida kaliy rodanid bilan reaksiyasi qo'llaniladi. Reaksiya natijasida	Oq rangli cho'kma $\text{Fe}(\text{NCS})_3$ cho'kadi	To'q qizil rangli $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_3(\text{NCS})_3]$ cho'kma hosil bo'ladi	To'q kuk rangli $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_3(\text{NCS})_3]$ cho'kmaga tushadi	Eritma $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_3(\text{NCS})_3]$ ning hosil bo'lishi natijasida to'q qizil rangga bo'yaladi.
34.	Nikel qo'shilgan qotishmalar turlicha maxsus xossalarga ega, ularning asosiy qismi, ya'ni aksariyati bilan boshqa qotishmalardan ajralib turadi.	o'ta qattiqligi	oson quyuluvchanligi	elastikligi	yuqori qarshilikka egaligi
35.	VIII B guruhida joylashgan elementlardan birining nomi Rossiya bilan bog'liq. Bu qaysi element.	Ni	Ru	Rh	Pd
36.	Iridiy zar suvida erib hosil qiladi	JrCl_2	JeCl_3	JrCl_4	Reaksiya bormaydi
37.	Misning qotishmalaridan biri Devard qotishmasi – laboratoriyada qaytaruvchi sifatida ishlatiladi. Uning tarkibi quyidagicha:	60% Cu; 40% Zn	90% Cu; 10% Al	90% Cu; 10% Zn	56% Cu; 31% Ni; 13% Zn
38.	Kumushning quyida keltirilgan birikmalaridan biri meditsinada 'lyapis' nomi bilan ishlatiladi.	AgCl	AgBr	AgNO ₃	Ag ₂ O
39.	Zn bulagi mul ishqor eritmasiga tashlanganda quyidagi reaksiya boradi. Xuddi shunday reaksiyani II b guruhidagi boshqa elementlar uchun ham yozish mumkinmi? To'g'ri javob juftligini ko'rsating.	$\text{Zn} + 2\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{ZnO}_2 + \text{H}_2$ yo'q	$\text{Zn} + 2\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{ZnO}_2 + \text{H}_2$ ha	$\text{Zn} + 2\text{NaOH} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4] + \text{H}_2$ yo'q	$\text{Zn} + 2\text{NaOH} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4] + \text{H}_2$ ha
40.	¹¹⁹ Cd izotopi yadro reaktorlarida	α - zarrachalar manbai	β - zarrachalarni ushlab qoluvchi	neytronlar manbai	neytronlarni ushlab qoluvchi
41.	Simib (II) – nitrat eritmasiga mo'l ishqor KON eritmasi qo'yilganda boradigan reaksiya tenglamasini ko'rsating.	$\text{Hg}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{KOH} \rightarrow \text{Hg}(\text{OH})_2 + 2\text{KNO}_3$	$\text{Hg}(\text{NO}_3)_2 + 4\text{KOH} \rightarrow \text{K}_2[\text{Hg}(\text{OH})_4] + 2\text{KNO}_3$	$\text{Hg}(\text{NO}_3)_2 + 4\text{KOH} \rightarrow \text{K}_2\text{Hg}_2 + 2\text{KNO}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$	$\text{Hg}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{KOH} \rightarrow \text{HgO} + 2\text{KNO}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$
42.	Bitta polioltingugurt S molekulasi massasi ma'lum bir temperaturada $4,26 \cdot 10^{-}$	4	8	9	6

	^{22}g ga teng, oltingugurt atomining massasi esa $5,32 \cdot 10^{-23}$ g ga teng. Polioltingugurt molekulasida tarkibidagi atomlar soni X ni toping. X =				
43.	0,2 l 0,25 M kaliy permanganat va 0,2 l 0,25 M kaliy yodidning suvli eritmalari aralashtirildi. Hosil bo'lgan qattiq moddalarning massalari (g) yig'indisini aniqlang.	15,58	31,16	7,79	3,9
44.	0,75 l eritma tarkibida 18,1 g KreO_4 bor. Shu eritmaning molyar konsentratsiyasini hisoblang.	0,08	0,8	0,008	0,018
45.	Kislotali muhitda oksidlovchilik xossalari o'rganish uchun KmnO_4 ning 250 ml 0,3 normalli eritmasi tayyorlangan. Bynda qancha toza KmnO_4 eritilgan.	4,74 g	1,18 g	3,51 g	2,37 g
46.	3 valentli elementning 1,5 grammi 3,63 g xlorli birikma hosil qiladi. Uning massasini toping.	11	27	45	75
47.	Sovunlanish reaksiyasida sirka etilefirining boshlangich konsentratsiyasi 0,002 mol/l edi 25 ml da 0,0054 mol/l bo'ldi. Reaksiya tezligini hisoblang.	$2.92 \cdot 10^{-2}$	$2.92 \cdot 10^{-4}$	$5.84 \cdot 10^{-2}$	$5.84 \cdot 10^{-4}$
48.	$2\text{SO}_2 + 3\text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{SO}_3$ sistemasining xajmi 2 marta kamayganda to'g'ri va teskari reaksiyalarning tezligi qanday o'zgaradi? ortadi.	2 va 4 marta	3 va 6 marta	4 va 8 marta	8 va 4 marta
49.	BaSO_4 ning 1000 ml to'yingan eritmasi tarkibida necha g BaSO_4 bor? BaSO_4 ning EK = $1,2 \cdot 10^{-10}$	0,005 g	0,0025 g	0,0005 g	0,00625
50.	$^{41}_{19}\text{K}$ izotopi yadrosi deutronlar bilan nurlangan proton	$^{40}_{19}\text{K}$	$^{41}_{20}\text{Ca}$	$^{42}_{20}\text{Ca}$	$^{42}_{19}\text{K}$

	chiqaradigan chala yongan yadro hosil bo'ladi. Reaksiya natijasida hosil bo'ladigan oxirgi izoyopning belgisini yozing				
51.	Davriy qonunning hozirgi zamon ta'rifiga asosan: Kimyoviy elementlarning xossalari, shuningdek ular birikmalarining shakl va xossalari elementlar bilan davriy bog'liklikda bo'ladi. Tarifda tushib qoldirilgan qaysi co'zno qo'yish mumkin.	Yadro zaryadlari	Atom massalari	Atom og'irliklari	Neytronlar soni
52.	Davr ichida element atom nomerining ortishi bilan elementlarning	Atom radiuslari va elektron manfiyliklari kamayadi	Atom radiuslari ortadi va elektron manfiyliklari kamayadi	Atom radiuslari kamayadi va elektron manfiyliklari ortadi	Atom radiuslari ham va elektron manfiyliklari ham ortadi
53.	Davriy sistemaning III A va III V guruhlarini o'z ichiga oladi.	9 elementni	5 elementni	23 elementni	37 elementni
54.	Qanday elementlar zarrachalari atomning umumiy massasida asosiy rol o'ynaydi.	Protonlar va elektronlar	Neytronlar va elektronlar	Protonlar va neytronlar	Faqat protonlar
55.	Zn ²⁺ ionining elektron konfiguratsiyasi quyidagi qaysi formulaga to'g'ri keladi.	1S ² ,2S ² ,2P ⁴	1S ² ,2S ² ,2P ⁶ ,3S ² ,3P ⁶	1S ² ,2S ² ,2P ⁶ ,3S ² ,3P ⁶ ,3d ¹⁰	1S ² ,2S ² ,2P ⁶ ,3S ² ,3P ⁶ ,3d ¹⁰ ,4S ²
56.	Elektronga moyillik deb aytiladi.	O'yg'ongan atomdan elektronni uzish uchun sarf bo'lgan energiyaga	Element atomining o'ziga elektron zichligi tortish qobiliyatiga	Elektronning yuqori energetik davriga o'tish qobiliyatiga	Elektronning atomiga yoki ionga birikishida energiyaning o'zgarishiga
57.	Ikkita neytral atom konfiguratsiyasiga qarang 1. 1S ² ,2S ² ,2P ⁶ ,3S ¹ 2. 1S ² ,2S ² ,2P ⁶ ,3S ² ,3P ⁶ ,4S ¹	A da natriyning elektron konfiguratsiyasi ko'rsatilgan	A va V da xar xil elementlar ko'rsatilgan	V atomdan 1 ta atomni uzib olish uchun ketgan energiya A atomdagidan kam	A holatdan V holatga o'tish uchun energiya zarur
58.	Xlor molekulasidagi har bir atom tashqi elektron qavatida 8 tadan elektron bor. Nechta elektron bu ikki atom orasida umumiy hisoblanadi.	1 ta elektron	2 ta elektron	7 ta elektron	8 ta elektron
59.	Metall atomlari enert gaz konfiguratsiyasini hpsil qilish uchun hosil qiladi. Ular ion	ionlar, elektronlar, elektr o'tkazuvchanligi	kristallar, atomlar, elektr o'tkazuvchanligi	molekulalar, ionlar, yassilanishi	zarrachalar, protonlar, yartiroqligi

	panjaralarda joylashadilar va ularning erkin harakatlanishi uchun imkoniyat mavjud bo'ldi. Bu bilan metallarning yaxshi tushuntiriladi. Bo'sh joylarni quyida keltirilgan so'zlar bilan to'ldiring.	i			
60.	Qanqay birikma bir vaqtning o'zida kimyoviy bog'lanishning ham kovalent va ion tipini namoyon qiladi	KCl NaCl	NH ₄ Cl, PH ₄ Cl	CCl ₄ Cl ₄	CO ₂ ,SO ₂
61.	Quyidagi moddalardan qaysilari 10°C issiqlikda qattiq holatda bo'ladi.	H ₂ O, NH ₃ , CH ₄ .	F ₂ ,Cl ₂ ,Br ₂ .	SO ₃ ,J ₂ ,NaCl	Si, Sb, Hg
62.	Berilgan natijalar asosida quyidagi reaksiyaning $2Mg_{(k)}+CO_{2(r)}=2MgO_{(k)}+C_{(k)}$ issiqlik effektini H_{298}^0 hisoblang. H_{298}^0 (Mg) = - 601,8 kDj/mol, H_{298}^0 (CO ₂)= - 395,5 kDj/mol	+ 350 kDj/mol	-801,1 kDj/mol	+810 kDj/mol	-595 kDj/mol
63.	$Fe_2O_3 + 3H_2 = 2Fe + 3H_2O$ shu reaksiya uchun izobar izotermik potentsial $\Delta G_{298}^0 = 545 \frac{kDj}{mol}$ ga teng. Bu reaksiya to'g'ri qo'nalishda borishi mumkinmi?	Ha.	Ahamiyatsis daraja	Kam ishonarli	Aniq emas
64.	Kuchsiz elektronlar tushunchasini bildiring	moddaning ionlarga to'liq parchalanishi	moddaning ionlarga parchalanmasligi	moddaning 30% i ionlarga parchalanishi	32 dan 4 % gacha ionlarga parchalanishi
65.	Kompleksning tashqi koordinatsion sferasining hosil qiluvchi zarrasi bilan kompleks zarrachalar orasida kimyoviy bog'lanish mavjud bo'ladi.	kovalent qutubli	kovalent qutubsiz	koordinatsion	vodorod bog'lanish
66.	Kislarod o'z birikmalarida asosan tipidagi kimyoviy bog'lanish hosil qiladi.	kovalent qutubli	kovalent qutubsiz	donor-aktseptor	vodorod bog'lanish
67.	$\Delta + e = 1$ minimal yig'indisi 1 ga teng bo'lganda ikkita	$\pi = 1 \ e = 1 \ m = 1$	$\pi = 1 \ e = 0 \ m \neq 0$	$\pi = 1 \ e = 0 \ m = 1$	$\pi = 1 \ e = 2 \ m = 1$

	elektron ($2n^2=2$) joylanishi mumkin. Shunga ko'ra He($Z=2$) atomidagi elektronlarning n, e va me lardagi quymatlarini ko'rsating.				
68.	$2\text{KO}_{(r)} + \text{O}_{2(r)} \rightarrow \text{NO}$ va O_2 larning konsentratsiyalarini bir vaqtning o'zida 3 marta kutarsak, yuqoridagi reaksiyaning tezligi qanday oz'garadi.	15 marta	30 marta	27 marta	9 marta
69.	Oltinugurtning yonish reaksiyasi toza kislorodda O_2 da havoga nisbatan necha marta tez boradi.	2 marta	5 marta	1,5 marta	4 marta
70.	Quyidagi ifodalarning qaysi biri $2\text{NO} + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{NO}_2$ reaksiyaning muvozanat konstantasining matematik ifodasi bo'ladi.	$\frac{[\text{NO}][\text{O}_2]}{[\text{NO}_2]}$	$\frac{[\text{NO}_2]}{[\text{NO}_2]}$	$\frac{[\text{NO}_2]}{[\text{NO}]^2[\text{O}_2]}$	$\frac{[\text{NO}_2]}{[\text{NO}][\text{O}_2]}$
71.	Massa ulushi 6%ga teng bo'lgan NaOH eritmasini tayyorlash uchun massa ulushi 30% 200 gr eritmaga qancha suv solinadi.	300 g	500 g	800 g	1000 g
72.	Laboratoriya stakanida suv qizdirlilayapti suvni qaynash 0 sini aniqlash uchun qanday zaruriy chora kurish lozim:	stakanni qopqog'i bilan berkitish kerak.	qizdirish tezligini oshirish kerak	suvga etil spirti quyish kerak	suvga osh tuzi qushish kerak
73.	CO_2 ning suvdagi eruvchanligiga quyidagilar ta'sir qiladi	bosim	temperatura	gazning o'tish tezligi	gazning suv bilan ximiyaviy ta'siri
74.	Quyidagi keltirilgan kislotalardan qaysi biri kuchli kislota	HI	HCl	HBz	HJ
75.	Bir hil element atomlarining bittasini oksidlanish darajasini ortishi va ikkinchisini kamayishi bilan boradigan reaksiyalarga disproportional (dismutatsiya) reaksiyalari deyiladi. Bunga quyidagi reaksiyani misol qilib bo'lmaydi.	$2\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HNO}_3 + \text{HNO}_2$	$\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCl} + \text{HClO}$	$3\text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{KmnO}_4 + \text{MnO}_2 + 4\text{KOH}$	$2\text{FeSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons (\text{FeOH})_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4$
76.	Sanoatda ko'p miqdorda kislorod	kaliy permanganatni	suyuq havoni fraktsiyalab	bariy pereoksidni termik parchalash	kaliy nitratni termik parchalash qo'li bilan

	quyidagi usullarning biri yordamida olinadi:	termik parchalash bilan	xaydash yo`li bilan	yo`li bilan	
77.	Qaysi reaksiya natijasida vodorod ajraladi.	$\text{Cu} + \text{HCl}_{(er)} \rightarrow$	$\text{Zn} + \text{HNO}_3_{(suyul)} \rightarrow$	$\text{Zn} + \text{H}_2\text{SO}_4_{(kons)} \rightarrow$	$\text{Cu} + \text{H}_2\text{SO}_4_{(kons)} \rightarrow$
78.	Qaysi reaksiyalarda vodorod qaytaruvchilik xossalarini namoyon qiladi.	$\text{Na} + \text{H}_2 \rightarrow$	$\text{Ca} + \text{H}_2 \rightarrow$	$\text{Ba} + \text{H}_2 \rightarrow$	$\text{Li} + \text{H}_2 \rightarrow$
79.	Davriy sistemadagi galogenlarda gruppachasi elementlarining atom nemeplarining ortib borishi bilan ularning saqlanish va qiynash temperaturallari	kamayadi	ortib boradi	o`zgarmaydi	kamayadi, so`ngra ortadi
80.	Galogenlar quyidagi umumiy xossaga ega.	barcha galogenlar gaz holatida bo`lib molekulasini 2 atomli bo`ladi.	barcha galogenlar ishqoriy metallar bilan MeI tipidagi birikmalar hosil qiladilar va birikmalar ion tipidagi qattiq moddalar hisoblanadi.	barcha galogenlar vodorod va uglerod bilan kovalent bog`lanish hosil qiladi.	barcha galogenlar faqat oksidlovchi xossasini namoyon qiladi
81.	Eng kuchli oksidlovchi hossasini namoyon qiladi.	Fe_2	Cl_2	Br_2	J_2
82.	VI A gruppada elementlari atomlaridagi ayrim xossalarni jumlasidan atom va ion (O^{2-}) radiuslari qatorida qonuniy ravishda	kamayib boradi	ortib boradi	o`zgarmaydi	kamayadi, keyin ortadi
83.	Vodorod sulfidini temir (III) xlorid eritmasidan o`tkazilganda cho`kmasi hosil bo`ladi.	$\text{Fe}(\text{OH})_2$	$\text{Fe}(\text{OH})_3$	$\text{Fe}(\text{OH})\text{Cl}_2$	S
84.	Alyuminiy tartib nomeri Al – 13, tellurniki Te-52, tellurid alyuminiy birikmasining formulasi bo`ladi.	Al_2Te_3	Al_2Te	Al_3Te	AlTe
85.	Qanday elementlar zarrachalari atomning umumiy massasida asosiy rol o`ynaydi.	Protonlar va elektronlar	Neytronlar va elektronlar	Protonlar va neytronlar	Faqat protonlar
86.	Azot atomi elektron formulasining tuzilishi.	$\text{N} :$	$\cdot \ddot{\text{N}} :$	$\cdot \ddot{\text{N}} :$	$\cdot \ddot{\text{N}} :$
87.	$\text{NH}_3\text{-PH}_3\text{-AsH}_3\text{-SbH}_3\text{-BiH}_3$ qatorida vodorod birikmasining darqarorligi.	ortib boradi	kamayadi	kamayadi, co`ngra ortadi	o`zgarmaydi
88.	Laboratoriya sharoitida kam	$\text{N}_2\text{H}_2 \rightarrow$	$\text{NH}_2\text{Cl} + \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow$	$\text{NH}_4\text{Cl} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$	$\text{NH}_4\text{Cl} + \text{HNO}_3 \rightarrow$

	miqdorda ammiakni quyidagi reaksiya yordamida olish mumkin.				
89.	Azot (III) oksidini natriy gidroksidi eritmasiga yuttirilganda tarkibli birikma hosil qiladi.	NO_2 va NO	NaNO_3 va NaNO_2	NaNO_3	NaNO_2
90.	Konsentlangan nitrat kislotasi bilan ammiyakning o'zaro ta'siri natijasida hosil bo'ladi	AsH_3	As_2O_3	H_3AsO_3	H_3AsO_4
91.	C-Si-Ge-Sn-pb qatorida elementlarning metalmaslik xossalari	ortadi	susayadi	o'zgarmaydi	ortadi, so'ngra susayadi
92.	Metal karbonati (bilan) kislotaga ishlov berilganda hosil bo'ladi	$\text{C}_{(\text{kat})}$	$\text{O}_{2(\text{r})}$	$\text{CO}_{(\text{r})}$	$\text{CO}_{2(\text{r})}$
93.	Konlardan birida olinadigan ko'mir-tarkibida: 0-82,2% H-4,6% -1,0% 0-4% -1,2% H_2O -1,0% kul – 6,0% bir kilo bunday kumirning tonishi uchun kerak bo'ladigan havo xajmi tashkil qiladi.	$1,5 \text{ m}^3$	$1,7 \text{ m}^3$	$7,5 \text{ m}^3$	$8,5 \text{ m}^3$
94.	Eng kuchli oksidlovchi	Co_2	SiO_2	GeO_2	SnO_2
95.	Disilaning yonishi kimyoviy reaksiya tenglamasida koefitsientlar qiymatlariga teng bo'ladi.	1,3,2,3.	1,6,2,6.	2,6,4,5	2,7,4,6.
96.	Laboratoriyada borish olish uchun quyidagi reaksiyadan foydalaniladi	$\text{B}_2\text{O}_3 + \text{Mg} \xrightarrow{t}$	$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 + \text{Ca} \xrightarrow{t}$	$\text{B}_2\text{H}_6 \xrightarrow{t}$	$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 + \text{k} \xrightarrow{t}$
97.	Boranlar (borning vodorodli birikmalari) quyidagi reaksiya natijasida olinadi:	elementlar sintezidan	birikmalarni vodorod bilan qaytarib	Mg_3B_7 bilan HCl ning o'zaro ta'siridan	V ni K_2SO_4 o'zaro ta'siridan
98.	Asl gazlardan geliydan radionlarga o'tgan sari reaksiya moyilligi qanday o'zgaradi?	kamayadi	o'zgarmaydi	kuchayadi, so'ngra kamayadi	kamayadi, so'ngra kuchayadi
99.	Asl gazlardan qaysi biri kimyoviy nuqtai nazardan ko'proq o'rganilgan?	He	Ne	Ar	Xe
100.	Ftorning xossasi haqida keltirilgan fikrlardan javob to'g'ri kelmaydi	eng aktiv element	eng agressiv element	eng kuchli elektromanfiy	eng kuchli oksidlovchi

Baholash mezonlari

**«Физикавий кимё» фанидан
талабанинг фан бўйича ўзлаштириш кўрсаткичини назорат
қилишда қуйидаги мезонлар тавсия этилади:**

Баҳолаш мезони (8 семестр)

ЖН№1	ЖН(МТ)№2	ОН	ЯБ	Жами
20	20	30	30	100
оғзаки	оғзаки	ёзма	ёзма	

Жорий назоратлар оғзаки, тест, ёзма шаклда олиниши мумкин.

Оралик назоратлар ёзма шаклда олинади. Оралик назоратларда 3 тадан саволга ёзма тарзда жавоб ёзиш талаб этилади. Саволларга тўлиқ жавоб ёзилса максимал 20 балл берилади.

Якуний назорат ёзма шаклда олинади. Якуний назорат 4 та саволдан иборат бўлиб, ҳар бир савол 7,5 баллгача баҳоланади. Саволларга тўлиқ жавоб ёзилса максимал 30 балл берилади.

Жорий назоратлар талабаларнинг лаборатория ишларини назарий жихатдан ёритиб бера олиши, ишларини бажара олиши, олган натижаларини қайта ишлай олиш қобилиятига қараб баҳоланади. Ҳар бир лаборатория ишини лаборант қабул қилиб олади, ўқитувчи олинган натижаларини текшириб, талабани баҳолайди. Жорий назорат балларида иш дафтарини тутиш ҳолати ҳам инобатга олинади.

**«Физик-кимёвий жараёнлар термодинамикаси» фанидан талабалар
билимини рейтинг тизими асосида баҳолаш мезони.**

«Физик-кимёвий жараёнлар термодинамикаси» фани бўйича рейтинг жадваллари, назорат тури, шакли, сони ҳамда ҳар бир назоратга ажратилган максимал балл, шунингдек жорий ва оралик назоратларининг саралаш баллари ҳақидаги маълумотлар фан бўйича биринчи машғулотда талабаларга эълон қилинади.

Фан бўйича талабаларнинг билим савияси ва ўзлаштириш даражасининг

Давлат таълим стандартларига мувофиқлигини таъминлаш учун қуйидаги назорат турлари ўтказилади:

жорий назорат (ЖН) – талабанинг фан мавзулари бўйича билим ва амалий кўникма даражасини аниқлаш ва баҳолаш усули. Жорий назорат фаннинг хусусиятидан келиб чиққан ҳолда амалий машғулотларда оғзаки сўров, тест ўтказиш, суҳбат, назорат иши, коллеквиум, уй вазифаларини текшириш ва шу каби бошқа шаклларда ўтказилиши мумкин;

оралик назорат (ОН) – семестр давомида ўқув дастурининг тегишли (фанларнинг бир неча мавзуларини ўз ичига олган) бўлими тугаллангандан кейин талабанинг назарий билим ва амалий кўникма даражасини аниқлаш ва баҳолаш усули. Оралик назорат бир семестрда икки марта ўтказилади ва шакли (ёзма, оғзаки, тест ва ҳоказо) ўқув фанига ажратилган умумий соатлар ҳажмидан келиб чиққан ҳолда белгиланади;

якуний назорат (ЯН) – семестр якунида муайян фан бўйича назарий билим ва амалий кўникмаларни талабалар томонидан ўзлаштириш даражасини баҳолаш усули. Якуний назорат асосан таянч тушунча ва ибораларга асосланган “Ёзма иш” шаклида ўтказилади.

ОН ўтказиш жараёни кафедра мудири томонидан тузилган комиссия иштирокида мунтазам равишда ўрганиб борилади ва уни ўтказиш тартиблари бузилган ҳолларда, **ОН** натижалари бекор қилиниши мумкин. Бундай ҳолларда **ОН** қайта ўтказилади.

Олий таълим муассасаси раҳбарининг буйруғи билан ички назорат ва мониторинг бўлими раҳбарлигида тузилган комиссия иштирокида **ЯН** ни ўтказиш жараёни мунтазам равишда ўрганиб борилади ва уни ўтказиш тартиблари бузилган ҳолларда, **ЯН** натижалари бекор қилиниши мумкин. Бундай ҳолларда **ЯН** қайта ўтказилади.

Талабанинг билим савияси, кўникма ва малакаларини назорат қилишнинг рейтинг тизими асосида талабанинг фан бўйича ўзлаштириш даражаси баллар орқали ифодаланади.

«Физик-кимёвий жараёнлар термодинамикаси» фани бўйича талабаларнинг семестр давомидаги ўзлаштириш кўрсаткичи 100 баллик тизимда баҳоланади.

Ушбу 100 балл баҳолаш турлари бўйича қуйидагича тақсимланади:

Я.Н.-30 балл, қолган 70 балл эса Ж.Н.-40 балл ва О.Н.-30 балл қилиб тақсимланади.

Балл	Баҳо	Талабаларнинг билим даражаси
86-100	Аъло	Хулоса ва қарор қабул қилиш. Ижодий фикрлай олиш. Мустақил мушоада юрита олиш. Олган билимларини амалда қўллай олиш. Билиш, айтиб бериш. Тасаввурга эга бўлиш.
71-85	Яхши	Мустақил мушоада қилиш. Олган билимларини амалда қўллай олиш. Билиш, айтиб бериш. Тасаввурга эга бўлиш.
55-70	Қониқарли	Моҳиятини тушунтириш. Билиш, айтиб бериш. Тасаввурга эга бўлиш.
0-54	Қониқарсиз	Аниқ тасаввурга эга бўлмаслик.

Фан бўйича саралаш бали 55 баллни ташкил этади. Талабанинг саралаш балидан паст бўлган ўзлаштириши рейтинг дафтарчасида қайд этилмайди.

Талабаларнинг ўқув фани бўйича мустақил иши жорий, оралиқ ва якуний назоратлар жараёнида тегишли топшириқларни бажариши ва унга ажратилган баллардан келиб чиққан ҳолда баҳоланади.

Талабанинг фан бўйича рейтинги қуйидагича аниқланади: 100 О VR, бу ерда: В- семестрда фанга ажратилган умумий ўқув юкламаси (соатларда); Ў - фан бўйича ўзлаштириш даражаси (балларда).

Фан бўйича жорий ва оралиқ назоратларга ажратилган умумий баллнинг 55 фоизи саралаш балл ҳисобланиб, ушбу фоиздан кам балл тўплаган талаба якуний назоратга киритилмайди.

Жорий ЖН ва оралиқ ОН турлари бўйича 55бал ва ундан юқори бални тўплаган талаба фанни ўзлаштирган деб ҳисобланади ва ушбу фан бўйича якуний назоратга кирмаслигига йўл қўйилади.

Талабанинг семестр давомида фан бўйича тўплаган умумий бали ҳар бир назорат туридан белгиланган қоидаларга мувофиқ тўплаган баллари йиғиндисига тенг.

ОН ва **ЯН** турлари календар тематик режага мувофиқ деканат томонидан тузилган рейтинг назорат жадваллари асосида ўтказилади. **ЯН** семестрнинг охириги 2 ҳафтаси мобайнида ўтказилади.

ЖН ва **ОН** назоратларда саралаш балидан кам балл тўплаган ва узрли сабабларга кўра назоратларда қатнаша олмаган талабага қайта топшириш учун, навбатдаги шу назорат туригача, сўнгги жорий ва оралиқ назоратлар учун эса якуний назоратгача бўлган муддат берилади.

Талабанинг семестрда **ЖН** ва **ОН** турлари бўйича тўплаган баллари ушбу назорат турлари умумий балининг 55 фоизидан кам бўлса ёки семестр якуний жорий, оралиқ ва якуний назорат турлари бўйича тўплаган баллари йиғиндиси 55 балдан кам бўлса, у академик қарздор деб ҳисобланади.

Якуний назоратда “Ёзма иш”ларни баҳолаш мезони

Якуний назорат “Ёзма иш” шаклида амалга оширилганда, синов кўп вариантли усулда ўтказилади. Ҳар бир вариант 2 та назарий савол ва 4 та амалий топшириқдан иборат. Назарий саволлар фан бўйича таянч сўз ва иборалар асосида тузилган бўлиб, фаннинг барча мавзуларини ўз ичига қамраб олган.

Ҳар бир назарий саволга ёзилган жавоблар бўйича ўзлаштириш кўрсаткичи 0-3 балл оралиғида баҳоланади. Амалий топшириқ эса 0-6 балл оралиғида баҳоланади. Талаба максимал 30 балл тўплаши мумкин.

Ёзма синов бўйича умумий ўзлаштириш кўрсаткичини аниқлаш учун вариантда берилган саволларнинг ҳар бири учун ёзилган жавобларга қўйилган ўзлаштириш баллари қўшилади ва йиғинди талабанинг якуний назорат бўйича ўзлаштириш бали ҳисобланади.

Фойдаланиладиган асосий дарсликлар ва ўқув

қўлланмалар рўйхати

Асосий дарсликлар ва ўқув қўлланмалар

1. Е.Н.Еремин. “Основы химической термодинамики”. М.: “Высшая школа”, 1978, 391 с.
2. О.М.Полторок. «Термодинамика в физической химии». М.: «Высшая школа», 1991, 319 с.
3. М.Х.Карапетьяц. «Химическая термодинамика». М.: «Гос.хим.издат», 1953.

4. Х.У.Усманов, Х.Р.Рустамов, Х.Р.Рахимов. «Физик химия». Тошкент: «Ўқитувчи», 1974.

Қўшимча адабиётлар

5. Х.Р.Рустамов. «Физик кимё». Тошкент: «Ўқитувчи», 1980.
6. А.Г. Стромберг, Д.П.Семченко. «Физическая химия» М.: «Химия», 1988.
7. Физик кимёдан амалий машғулотлар. Тошкент: «Ўқитувчи», 1998. Х.И.Акбаров, Р.С.Тиллаев таржимаси.
8. Р.С.Тиллаев «Физик-кимёвий жараёнларнинг термодинамикаси» Маърузаларнинг электрон версияси. 2006 й, 50 б.
9. Х.И.Акбаров «Физикавий кимё», Тошкент: ЎзМУ, Маърузаларнинг электрон версияси. 2006 й, 66 б.
10. www.Ziyo.net
11. <http://www/uralrti/ru>.
12. <http://www.fizchim.ru>.