

**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIV TA‘LIM, FAN VA INNOVATSIYALAR VAZIRLIGI**

**OLIV TA‘LIM TIZIMI PEDAGOG VA RAHBAR KADRLARINI QAYTA
TAYYORLASH VA ULARNING MALAKASINI OSHIRISHNI
TASHKIL ETISH BOSH ILMIV - METODIK MARKAZI**

**SAMARQAND DAVLAT UNIVERSITETI HUZURIDAGI PEDAGOG
KADRLARNI QAYTA TAYYORLASH VA ULARNING MALAKASINI
OSHIRISH MINTAQAVIV MARKAZI**

**“Fizikaviv kimyo: zamonaviv nazariya va amaliyot ”
moduli bo‘yicha**

O‘ Q U V - U S L U B I Y M A J M U A

Samarqand - 2024

Модулнинг ўқув-услубий мажмуаси Олий таълим, фан ва инновациялар вазирлигининг 2023 йил 25 августдаги 391-сонли буйруғи билан тасдиқланган ўқув дастури ва ўқув режасига мувофиқ ишлаб чиқилган.

Tuzuvchi: SamDU, Biokimyo inistituti “Fizikaviy va kolloid kimyo” kafedrası, k.f.d., prof. H.Turobov

Taqrizchilar: SamDU Umumiy fizika kafedrası mudiri, f-m.f.n., dos.Z.Shodiev.

MUNDARIJA

- I. ISHCHI DASTUR.....
- II. MODULNI O‘QITISHDA FOYDALANILADIGAN INTERFAOL
TA‘LIM METODLARI.....
- III. NAZARIY MASHG‘ULOT MATERIALLARI.....
- IV. AMALIY MASHG‘ULOTMATERIALLARI.....
- V. GLOSSARIY.....
- VI. ADABIYOTLAR RO‘YXATI.....

I. ISHCHI DASTUR

KIRISH

Dastur O‘zbekiston Respublikasining 2020 yil 23 sentabrda tasdiqlangan “Ta’lim to‘g‘risida”gi Qonuni, O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2017 yil 7 fevraldagi “O‘zbekiston Respublikasini yanada rivojlantirish bo‘yicha Harakatlar strategiyasi to‘g‘risida”gi PF-4947-son, 2019 yil 27 avgustdagi “Oliy ta’lim muassasalari raxbar va pedagog kadrlarining o‘zluksiz malakasini oshirish tizimini joriy etish to‘g‘risida”gi PF-5789- son, 2019 yil 8 oktabrdagi “O‘zbekiston Respublikasi oliy ta’lim tizimini 2030 yilgacha rivojlantirish konsepsiyasini tasdiqlash to‘g‘risida”gi PF- 5847-son va 2020 yil 29 oktabrdagi “Ilm-fanni 2030 yilgacha rivojlantirish konsepsiyasini tasdiqlash to‘g‘risida”gi PF-6097-sonli Farmonlari va 2020 yil 12 avgustdagi “Kimyo va biologiya yo‘nalishlarida o‘zluksiz ta’lim sifatini va ilm-fan natijadorligini oshirish chora-tadbirlari to‘g‘risida”gi PK-4805-sonli hamda O‘zbekiston Respublikasi Vazirlar Maxkamasining 2019 yil 23 sentabrdagi “Oliy ta’lim muassasalari rahbar va pedagog kadrlarining malakasini oshirish tizimini yanada takomillashtirish bo‘yicha qo‘shimcha chora-tadbirlar to‘g‘risida”gi 797-sonli Qarorlarida belgilangan ustuvor vazifalar mazmunidan kelib chiqqan xolda to‘zilgan bo‘lib, u oliy ta’lim muassasalari pedagog kadrlarining kasb mahorati hamda innovatsion kompetentligini rivojlantirish, sohaga oid ilg‘or xorijiy tajribalar, yangi bilim va malakalarni o‘zlashtirish, shuningdek amaliyotga joriy etish ko‘nikmalarini takomillashtirishni maqsad qiladi.

Dastur doirasida berilayotgan mavzular ta’lim soxasi bo‘yicha pedagog kadrlarni qayta tayyorlash va malakasini oshirish mazmuni, sifati va ularning tayyorgarligiga qo‘yiladigan umumiy malaka talablari va o‘quv rejalari asosida shakllantirilgan bo‘lib, uning mazmuni kredit modul tizimi va o‘quv jarayonini tashkil etish, ilmiy va innovatsion faoliyatni rivojlantirish, pedagogning kasbiy professionalligini oshirish, ta’lim jarayoniga raqamli texnologiyalarni joriy etish, maxsus maqsadlarga yo‘naltirilgan ingliz tili, mutaxassislik fanlar negizida ilmiy va amaliy tadqiqotlar, o‘quv jarayonini tashkil etishning zamonaviy uslublari bo‘yicha so‘nggi yutuqlar, pedagogning kreativ kompetentligini rivojlantirish, ta’lim jarayonlarini raqamli texnologiyalar asosida individuallashtirish, masofaviy ta’lim xizmatlarini rivojlantirish, vebinar, onlayn, «blended learning», «g‘lipped classroom» texnologiyalarini amaliyotga keng qo‘llash bo‘yicha tegishli bilim, ko‘nikma, malaka va kompetensiyalarni rivojlantirishga yo‘naltirilgan.

Qayta tayyorlash va malaka oshirish yo‘nalishining o‘ziga xos xususiyatlari hamda dolzarb masalalaridan kelib chiqqan xolda dasturda tinglovchilarning mutaxassislik fanlar doirasidagi bilim, ko‘nikma, malaka xamda kompetensiyalariga quyiladigan talablar takomillashtirilishi mumkin.

MODULNING MAQSADI VA VAZIFALARI

Modulning maqsadi: “Fizikaviy kimyo: zamonaviy nazariya va amaliyot” moduli pedagog kadrlarni tayyorlash va malaka oshirish kursi tinglovchilarini fizikaviy, kolloid va polimerlar kimyosi xakidagi bilimlarini takomillashtirish, nazariy taxlil va fizikaviy tadqiqot uslublarini amalda qo‘llash, shuningdek, ularda fizikaviy, kolloid va polimerlar kimyosi to‘g‘risida kunikma va malakalarini tarkib toptirish.

Modulning vazifalari: fizikaviy va kolloid kimyo soxasidagi zamonaviy xolat bilan tanish bo‘lish, tinglovchilarda nazariy taxlil va fizikaviy tadqiqot uslublarini amalda qo‘llash ko‘nikmasi va malakalarini shakllantirish, fizikaviy, kolloid va polimerlar kimyosi sohasida o‘quv- laboratoriya uslubiyatlari ishlab chiqish va amaliyotga tatbiq etishga o‘rgatish.

Modul bo‘yicha tinglovchilarning bilimi, ko‘nikmasi, malakasi va kompetensiyalariga qo‘yiladigan talablar

Modulni o‘zlashtirish jarayonida amalga oshiriladigan masalalar doirasida:

Tinglovchi:

- kimyoning sifat va mikdoriy analizida qo‘llaniladigan asbob uskunalar, zamonaviy analitik, bionoorganik, organik, fizik kimyolardagi yutuklar, kimyo o‘kitish usullari va texnologiyalari soxalari bo‘yicha Respublikada ilmiy- tadqiqot va ilmiy-uslubiy ishlarini rivojlantirishning ustivor yo‘nalishlari va ularning moxiyatini;
- yangi innovatsion va pedagogik texnologiyalarni va ularning xalkaro qiyosiy taxlilini;
- fizik kimyoning zamonaviy tushunchalari va asosiy qonunlari, tadqiqotlarda zamonaviy fizik kimyoviy usullarini;
- kimyo va kimyo o‘qitish uslublari bo‘yicha eksperimental tadqiqotlarni o‘tkazishi va ularning natijalarini qayta ishlash va taxlil qilishni;
- ilmiy-texnikaviy va ilmiy-uslubiy mavzularga mos jurnallarga maqolalar tayyorlash, ixtiro, ilmiy kashfiyotlarni patentlash, fundamental, amaliy, innovatsion va xalkaro loyixalar tayyorlash va litsenziyalashni *bilishi zarur*;

Tinglovchi:

- namunaviy metodikalar va boshqalar bo‘yicha eksperimental tadqiqotlarni o‘tkazish va ularning natijalarini qayta ishlash;
- yangi g‘oyalarni yaratish va ilmiy-tadqiqot ishlarini mustakil olib borish hamda ilmiy jamoada ishlash;
- zamonaviy axborot va pedagogik texnologiyalardan foydalanib noan‘anaviy o‘quv mashg‘ulotlarini o‘tkazish;
- termodinamika qonunlarilarini turli fizik-kimyoviy jarayonlarga qo‘llash;
- o‘qitilayotgan fan bo‘yicha mashg‘ulotlarni o‘tkazish uchun o‘qitishning texnik vositalaridan foydalanish *ko‘nikmalariga ega bo‘lishi kerak*;

Tinglovchi:

- talabalarni o'ziga jalb qilgan xolda yangi pedagogik texnologiyalar asosida fanni tushuntirish;
- kasbiy faoliyatda tabiiy-ilmiy fanlarning asosiy qonunlaridan foydalanish, matematik taxlil va modellashtirish, nazariy va eksperimental tadqiqot metodlarini qo'llash;
- bugungi raqamli texnologiyalar davrida jamiyatning rivojlanishidagi axborot texnologiyalarining mohiyati va ahamiyatini tushunish *malakalariga ega bo'lishi kerak*;

Tinglovchi:

- zamonaviy va innovatsion ta'lim muhitini boshqarish;
- kimyo bo'yicha zamonaviy va innovatsion ta'lim texnologiyalariga asoslangan o'quv-bilish faoliyatini tashkil etish;
- kimyo sohasi bo'yicha tinglovchilarning izlanishli-ijodiy faoliyatga jalb etish *kompetensiyalarni egallashi lozim*.

Modulni tashkil etish va o'tkazish bo'yicha tavsiyalar

Modulni o'qitish ma'rufa va amaliy mashg'ulotlar shaklida olib boriladi.

Modulni o'qitish jarayonida ta'limning zamonaviy metodlari, pedagogik texnologiyalar va axborot-kommunikatsiya texnologiyalari qo'llanilishi nazarda tutilgan:

- ma'rufa darslarida zamonaviy kompyuter texnologiyalari yordamida prezentatsion va elektron-didaktik texnologiyalardan;
- o'tkaziladigan amaliy mashg'ulotlarda texnik vositalardan, ekspress- so'rovlar, test surovlar, aqliy xujum, kichik guruxlar bilan ishlash, laboratoriya asbob-uskunalari bilan ishlash va boshqa interaktiv ta'lim usullarini qo'llash nazarda tutiladi.

Modulning o'quv rejadagi boshqa modullar bilan bog'liqligi va o'zviyligi

“Fizikaviy kimyo: zamonaviy nazariya va amaliyot” moduli o'quv rejadagi birinchi blok va mutaxassislik fanlarining barcha soxalari bilan o'zviy bog'langan xolda pedagoglarning umumiy tayyorgarlik darajasini oshirishga xizmat qiladi.

Modulning oliy ta'limdagi o'rni

“Fizikaviy kimyo: zamonaviy nazariya va amaliyot” modulini o'zlashtirish orqali tinglovchilar ta'lim jarayonini tashkil etishdagi texnologik yondoshuv asoslarini, bu boradagi ilg'or tajriba va yangiliklarni o'rganadilar, ularni taxlil etish, amalda qo'llash va baholashga doir kasbiy yutuqlarga ega bo'ladilar.

№	Modul mavzulari	Tinglovchining yuklamasi, soat				o'quv
		Hammasi	Auditoriya yuklamasi			o'quv
			Jumladan			
			Jami	Nazariy	Amaliy mashg'ulot	Ko'chma mashg'ulot
1	Fizik kimyoning termodinamik qonunlari va eritmalar termodinamikasi	2	2	2		
2	Polimer materiallar xossalarini termodinamik va kinetik jihatdan yoritish. Polimer Gellar	2	2	2		
3	Zamonaviy molekulyar-kinetik nazariyalarni mono-, bi, uch-molekulyar reaksiyalarda qo'llash. Otar holat nazariyasini termodinamik va statistik ifodalash	2	2	2		
4	Geterogen va fermentativ katalizning o'ziga xos xususiyatlari	2	2	2		
5	Kimyoviy jarayonlar. Issiqlik sig'imini kalorimetrik usulda o'lchash orqali termodinamik funksiyalarni hisoblash	2	2		2	
6	Водород энергетикаси: Полимер хусусиятли графитсимон нанофотокатализаторлар	2	2		2	
7	Квант нуқталар синтези, хоссалари ва қўлланилиши.	2	2		2	
8	Полимер гелларнинг бўқиш кинетикаси	2	2		2	
9	Fermentativ kataliz	2	2		2	
	JAMI	18	18	8	10	

Modul bo'yicha soatlar taqsimoti

NAZARIY MASHG'ULOTLAR MAZMUNI

1-Mavzu. Fizik kimyoning termodinamik qonunlari va eritmalar termodinamikasi

Reja:

1. Termodinamikaning birinchi qonuni.
2. Termodinamikaning ikkinchi qonuni.
3. Termodinamikaning uchinchi qonuni.
4. Parsial molyar kattaliklar.

2-Mavzu. Polimer materiallar xossalarini termodinamik va kinetik jihatdan yoritish. Polimer Gellar

Reja:

1. Polimer eritmada qutbiy guruhlar aktivligi.
2. Aralash ion ko'rinishida bo'lgan polimer eritmaning tarkibi va xossalarini aniqlash
3. Quyidagi molekulyar birikmalarning qutbiy guruhlar bilan o'zaro ta'siri.
4. Polimer gel' kinetikasi.

3-Mavzu. Zamonaviy molekulyar-kinetik nazariyalarni mono-, bi, uch-molekulyar reaksiyalarda qo'llash. Otar holat nazariyasini termodinamik va statistik ifodalash

Reja:

1. Faol to'qnashishlar nazariyasi.
2. To'qnashishlar soni orqali tezlik konstantasini hisoblash
3. Faol kompleks nazariyasi.
4. Otar holat nazariyasini termodinamik va statistik ifodalash

4-mavzu. Geterogen va fermentativ katalizning o'ziga xos xususiyatlari

Reja:

1. Geterogen kataliz.
2. Fermentativ kataliz

1-Amaliy ish.

Mavzu: Kimyoviy jarayonlar. Issiqlik sig'imini kalorimetrik usulda o'lchash orqali termodinamik funksiyalarni hisoblash
Nazariy qism

Issiqlik sig'imi moddalarning asosiy issiqlik saqlovchi xususiyatlaridan biridir. Moddalarning termodinamik xossalarini hisoblashda, ularning tozalik darajasini aniqlashda, kimyoviy jarayonlarning issiqlik balansini tuzishda, issiqlik tashuvchilarning maqbul tarkibini tanlashda issiqlik sig'imi haqida bilish zarurdir.

Амалий иш-2. ВОДОРОД ЭНЕРГЕТИКАСИ:

Полимер хусусиятли графитсимон нанофотокатализаторлар

Углерод нитрид полимери замонавий квант материалшунослигининг энг истиқболли объекти хисобланади.

Кимёвий структура бўйича графитга ўхшайди: углерод нитрид гурухлари кимёвий боғ орқали боғланиб, моноатом қалинликдаги қаватларни хосил қилади (қаватлар орасидаги масофа 0,33 нм) ва улар кучсиз ван-дер-ваальс кучлари орқали таъсирлашиб туради.

Амалий иш-3. Квант нуқталар синтези, хоссалари ва қўлланилиши.

Ўлчам эффекти структура элементларининг – заррачалар, кристаллитлар ва донадор кристалларнинг ўлчамлари қандайдир чегаравий катталиқдан кичиклашганда намоён бўлади.

4-амалий иш. Полимер гелларнинг бўқиш кинетикаси

Полимер материаллар бўқишининг физик-математикавий кинетик модели асосида қўшфазавий модель ётиб, бўққан полимер икки фазага: полимер эритма ва мувозанатдаги ташқи эритма фазаларига бўлинади. Ундан ташқари, кинетик моделда ион алмашиниш жараёни ва эритилган моддаларнинг полимер эритмаси фазасига ўтиши ҳисобга олинмаган.

5-амалий иш. Fermentativ kataliz

Fermentlar, yoki enzimlar bular jonli sistemalarda sodir bo'ladigan katalitik kimyoviy reaksiyalardagi oqsil yoki RNK molekulalari va ularning komplekslaridir. Reaksiyalarda ishtirok etayotgan reagentlar substratlar deb, hosil bo'layotgan moddalar mahsulotlar deb ataladi.

O‘QITISH SHAKLLARI

Mazkur modul bo‘yicha quyidagi o‘qitish shakllaridan foydalaniladi:

- ma‘ruzalar, amaliy mashg‘ulotlar (ma‘lumotlar va texnologiyalarni anglab olish, akliy kizikishni rivojlantirish, nazariy bilimlarni mustahkamlash);
- davra suhbatlari (kurilayotgan loyiha yechimlari bo‘yicha taklif berish kobilyatini oshirish, eshitish, idrok kilish va mantiqiy xulosalar chikarish);
- bahs va munozaralar (loyihalar yechimi bo‘yicha dalillar va asosli argumentlarni takdim kilish, eshitish va muammolar yechimini topish kobilyatini rivojlantirish).

I. MODULNI UTSITISHDA F OYDALANILADIGANINTERFAOL TA'LIM METODLARI

Xulosalash (Rezyume, Veer) metodi

Metodning maksadi: Bu metod murakkab, kuptarmokli, mumkin kadar, muammoli harakteridagi mavzularni urganishga karatilgan. Metodning moxiyati shundan iboratki, bunda mavzuning turli tarmoklari bo‘yicha bir xil axborot beriladi va ayni paytda, ularning har biri aloxida aspektlarda muxokama etiladi. Masalan, muammo ijobiy va salbiy tomonlari, afzallik, fazilat va kamchiliklari, foyda va zararlari bo‘yicha urganiladi. Bu interfaol metod tankidiy, taxliliy, anik mantiqiy fikrlashni muvaffakiyatli rivojlantirishga xamda o‘quvchilarning mustakil g‘oyalari, fikrlarini yozma va og‘zaki shaklda tizimli bayon etish, ximoya kilishga imkoniyat yaratadi. “Xulosalash” metodidan ma‘ruza mashG‘ulotlarida individual va juftliklardagi ish shaklida, amaliy mashG‘ulotlarida kichik guruxlardagi ish shaklida mavzu yuzasidan bilimlarni mustaxkamlash, taxlili kilish va takkoshlash maksadida foydalanish mumkin.



Metodni amalga oshirish tartibi:

trener-o‘qituvchi ishtirokchilarni 5-6 kishidan iborat kichik guruxlarga ajratadi;

trening maksadi, shartlari va tartibi bilan ishtirokchilarni tanishtirgach, har bir guruxga umumiy muammoni taxlil kilinishi zarur bo‘lgan kislmlari tushirilgan tarkatma materiallarni tarkatadi;

har bir gurux o‘ziga berilgan muammoni atroflicha taxlil kilib, o‘z muloxazalarini tavsia etilayotgan sxema bo‘yicha tarkatma materialga yozma bayon kiladi;

navbatdagi boskichda barcha guruxlar o‘z takdimotlarini utkazadilar.

Shundan sung, trener tomonidan taxlillar umumlashtiriladi, zaruriy axborotlr bilan tuldiriladi va mavzu yakunlanadi.

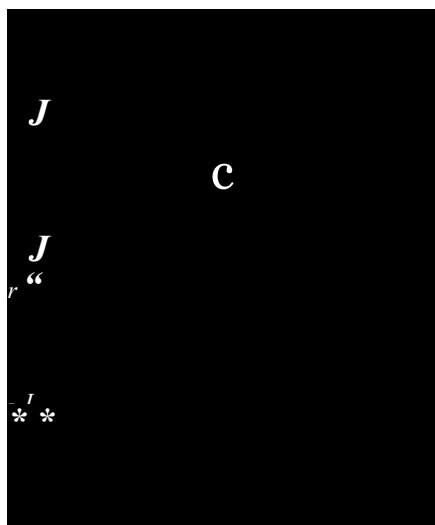
Taxlil turlarining kiyosiy taxlili					
Tizimli taxlil		Syujetli taxlil		Vaziyatli taxlil	
Afzalligi	kamchiligi	afzalligi	kamchiligi	afzalligi	kamchiligi
Mummoni kelib chikish sababli va kechish jarayonini alokadorligi jixatidan urganish imkoniyatiga ega	Aloxida tayyorgarlikka ega bo'lishni, kup vakt ajratishni talab etadi	O'z vaktida munosabat bildirish imkoniyatini beradi	Munosabat boshka bir syujetga nisbatan kullanishga varoksiz	Vaziyat ishtirokchilarining (ob'ekt va sub'ekt) vazifalarini belgilab olish imkonini beradi	Dinamik xususiyatni belgilab olish uchun kullab bo'lmaydi
Xulosa: Taxlilning ular katoridan pedag kamchiliklarni barta ajralib turadi.	barcha turlari xam o'zining afzalligi va kamchiligi bilan bir biridan farkanadi. Lekin, >ogik faoliyat doirasida karor kabo'l kilish uchun tizimli taxlildan foydalanish joriy raf etishga, mavjud resurslardan maksadli foydalanishda afzalliklarga egaligi bilan				

“FSMU” metodi

Texnologiyaning maksadi: Mazkur texnologiya ishtirokchilardagi umumiy fikrlardan xususiy xulosalar chikarish, takkoshlash, kiyoslash orkali axborotni o‘zlashtirish, xulosalash, shuningdek, mustakil ijodiy fikrlash kunikmalarini shakllantirishga xizmat kiladi. Mazkur texnologiyadan ma’ruza mashG‘ulotlarida, mustaxkamlashda, utilgan mavzuni surashda, uyga vazifa berishda xamda amaliy mashG‘ulot natijalarini taxlil etishda foydalanish tavsiya etiladi.

Texnologiyani amalga oshirish tartibi:

- katnashchilarga mavzuga oid bo‘lgan yakuniy xulosa yoki G‘oya taklif etiladi;
- har bir ishtirokchiga FSMU texnologiyasining boskichlari yozilgan koG‘OZlarni tarkatiladi;
- ishtirokchilarning munosabatlari individual yoki guruxiy tartibda takdimot kilinadi.



- фикрингизии баёи этинг
- фикрингизии баёнига сабаб курсатинг
- курсатган сабабингизни исботлаб мисол келтиринг
- фикрингизии умумлаштириинг

ФСМУ тахлили катнашчиларда касбий-назарий билимларни амалий mashklar va mavjud tajribalar asosida tezrok va muvaffaqiyatli o‘zlashtirilishiga asos bo‘ladi.

Namuna.

Fikr: “Tizim atrof muuitdan ajralgan, u bilan yaxlit ta’sirlashuvchi, bir-biri bilan o‘zaro bog‘langan elementlar majmuasi bo‘lib, tadqiqotlar ob’ekti sanaladi”.

Topshirik: Mazkur fikrga nisbatan munosabatingizni FSMU orkali taxlil kiling.

“Assesment” metodi

Metodning maksadi: mazkur metod ta'lim oluvchilarning bilim darajasini baxolash, nazorat kilish, o'zlashtirish kursatkichi va amaliy kunikmalarini tekshirishga yunaltirilgan. Mazkur texnika orkali ta'lim oluvchilarning bilish faoliyati turli yo'nalishlar (test, amaliy kunikmalar, muammoli vaziyatlar mashki, kiyosiy taxlil, simptomlarni aniklash) bo'yicha tashxis kilinadi va baxolanadi.

Metodni amalga oshirish tartibi:

“Assesment” lardan ma'ruza mashG'ulotlarida tinglovchilarning mavjud bilim darajasini urganishda, yangi ma'lumotlarni bayon kilishda, amaliy mashG'ulotlarda esa mavzu yoki ma'lumotlarni o'zlashtirish darajasini baxolash, shuningdek, o'z-o'zini baxolash maksadida individual shaklda foydalanish tavsiya etiladi. Shuningdek, o'qituvchining ijodiy yondashuvi xamda o'quv maksadlaridan kelib chikib, assesmentga kushimcha topshiriklarni kiritish mumkin.

NAZARIY MATERIALLAR

1-Mavzu. Fizik kimyoning termodinamik qonunlari va eritmalar termodinamikasi

Reja:

5. Termodinamikaning birinchi qonuni.
6. Termodinamikaning ikkinchi qonuni.
7. Termodinamikaning uchinchi qonuni.
8. Parsial molyar kattaliklar.

1. Termodinamika – temperatura, issiqlik hamda ishning bir-biriga o‘tishini o‘rganadigan fandır. Shunga muvofiq u yunoncha – «terme» (issiqlik) va «dinamik» (kuch, ish) so‘zlari majmuyidan tashkil topgan. «Termodinamik» so‘zi birinchi marta 1849-yilda Tomson tomonidan Sadi Karno taklif etgan va ish bajaruvchi issiqlik mashinasini xarakterlash uchun sifat tarzida ishlatilgan. 1854-yilda Tomson «termodinamika» so‘zini «issiqlik - ish» ma’nosida qo‘lladi. Termodinamika asosan deduktiv fan bo‘lib, turli masalalar va formulalarni tushunish va amalda qo‘llash nuqtayi nazaridan uning birinchi va ikkinchi qonunlarini sinchiklab o‘rganib chiqish g‘oyat katta ahamiyatga ega. Shuni unutmash kerakki, termodinamik tenglamalarga kiradigan ko‘pchilik kattaliklarni fizikaviy ma’nosi va o‘lchov birliklari bordir. Matematik ifodalarga fizik ma’no berishning sababi termodinamikada bevosita o‘lchab bo‘lmaydigan kattaliklarning mavjudligidadir. Termodinamikani faqatgina turli formulalar ketma-ketligi sifatida o‘rganib bo‘lmaydi.

Ichki energiya parametr ham bo‘lib, sistema holatini xarakterlaydi. Ammo, bu kattalik bevosita o‘lchanishi mumkin emas. Ichki energiya holat funksiyasi xossalriga ega. Sistemaning ichki energiyasi har bir atom yadrosi ichidagi zarrachalarning kinetik va potensial energiyasidan, molekula tarkibidagi atomlar tebranishining kinetik va potensial energiyalaridan, molekuladagi atomlar (yoki atomlar guruhi) aylanish energiyasi, molekulalarning ilgariylanma harakat va nihoyat, sistemadagi molekulalarning o‘zaro taassirotni energiyasidan iborat.

Molekulalararo taassirotni energiyasi ham temperatura ham bosimga bog‘liq. Ilgarilanma, aylanma va tebranma harakatlar energiyasi esa faqat temperaturaga bog‘liq. Yadro energiya va ko‘p holatda elektronlar energiyasi ham amalda temperaturaga bog‘liq bo‘lmay, sistemaning absolyut nol temperaturadagi ichki energiyasi deb qabul qilinishi mumkin. Shunga binoan ideal gaz ichki energiyasi, unda molekulalararo taassirotni yo‘qligi sababli, faqat temperaturaga bog‘liq:

$U=f(T)$ va uning o‘zgarishi quyidagi tenglama yordamida hisoblab topilishi

$$\text{mumkin: } U_{T_2} - U_{T_1} = nC_v dT$$

Bu yerda U_{T_2} va U_{T_1} - mos ravishda T_2 va T_1 temperaturalardagi ichki energiya qiymati, n - mol soni, C_v - o‘zgarish hajmdagi molyar issiqlik sig‘im.

Real gazlar uchun molekular o'zaro ta'sirining potensial energiyasi hisobga olinishi kerak va shuning uchun uning ichki energiyasi ham temperatura, ham bosimga bog'liq:

$$U = f(P, T).$$

Shunga ko'ra bunday sistemalar ichki energiyasi o'zgarishini hisoblash uchun C_v to'g'risidagi ma'lumotdan tashqari yangi holat tenglama, ya'ni P , V va T larning funksional bog'lanishi ma'lum bo'lishi kerak.

Ichki energiya absolyut qiymatini aniqlash mumkin emas. Shuning uchun termodinamikada ichki energiya o'zgarishi aniqlanadi va hisoblanadi. Ichki energiyadan tashqari termodinamikada sistema entalpiyasi deb ataladigan yana bir funksiya muhim rol o'ynaydi. U quyidagi tenglama bilan ifodalanadi:

$$H = U + PV$$

Fizikaviy ma'nosini tushuntirishda entalpiyani shu sistemani yaratish uchun zarur bo'lgan energiyaning miqdoriga o'xshatadilar. Haqiqatdan ham yuqoridagi tenglamadan ko'rinadiki, bu kattalik qiymati ichki energiya va PV hadinig yig'indisiga teng; PV esa V hajmga ega bo'lgan sistemani P bosimdagi muhitga kiritish uchun bajarilishi zarur bo'lgan ishga ekvivalent deb tushuniladi. Entalpiyaning xossalari uning ta'rifidan kelib chiqadi:

1. U , P va V sistema holatini belgilaydi, shuning uchun ham H xuddi shunday xususiyatga ega bo'lishi kerak. Demak, entalpiya ham holat funksiyasi bo'lib, uning o'zgarishi jarayon yo'liga bog'liq emas;
2. Entalpiyanig absolyut qiymatini o'lchash mumkin emas;
3. Ideal gaz uchun

$$H = U + nRT$$

formuladan, temperatura o'zgarganda:

$$\Delta H = \Delta U + nR\Delta T = \int_{T_1}^{T_2} C_v dT + nR\Delta T = \int_{T_1}^{T_2} nC_p dT$$

foydalaniladi. Demak, entalpiyaning temperatura oshishi bilan o'zgarishi ideal gazlar uchun

$$\Delta H = \int_{T_1}^{T_2} nC_p dT$$

tenglamadan hisoblanadi.

Issiqlik, ish va energiyaning bir sistemadan ikkinchisiga yoki sistemadan atrofga o'tishini (sistema holatini emas, balki energiya o'tish jarayonini) xarakterlaydi. Agar energiya issiqlik o'tkazuvchanlik orqali o'tsa, bunda issiqlik shaklida energiya o'tish ko'rinishi deyiladi, agar energiya o'tishi tashqaridagi mexanik, elektrik va boshqa turdagi kuchlarning o'zgarishi bilan bog'liq bo'lsa bunda ish to'g'risida gapirish lozim. Issiqlik va ishni bir-biriga taqqoslab quyidagilarni qayd qilish mumkin:

- 1) ham issiqlik, ham ishni energiyani o'tkazish ko'rinishi deb qarash mumkin;
- 2) issiqlik ham, ish ham jarayon borishiga bog'liq bo'lib, bu bog'lanish termodinamik tenglamalarda δQ va δA yozish bilan ta'kidlanadi;
- 3) ham issiqlik, ham ish intensivlik faktorini hajmiy faktor o'zgarishiga bo'lgan ko'paytmasi shaklida ko'rsatish mumkin.

$$\delta A = pdV \quad \text{va} \quad \delta Q = TdS$$

Masalan issiqlikka nisbatan intensivlik xossa rolini temperatura bajaradi, ekstensivlik xossasini muayyan funksiya $-S$ (entropiya) bajaradi.

Ish–makrofizikaviy, ya’ni muayyan tartibda ish bajaradigan sistemadan boshqa sistemaga energiyani o’tish formasidir. Issiqlik mikrofizikaviy, ya’ni tartibga ega bo’lmagan, zarrachalarning betartib (issiqlik) harakati natijasida energiyani almashinish formasidir. Aylanma jarayonlarda ham, aylanma bo’lmagan jarayonlarda ham ishning har bir turi boshqa turga (mexanik ish elektr ishga teskaricha) yoki issiqlikka aylantirilishi mumkin. Lekin shu jarayonda issiqlikning hammasi ishga aylantirilishi mumkin emas. Sistema tomonidan bajariladigan ish musbat ish deyiladi. Sistema ustida bajariladigan ish esa manfiy ish deyiladi. Sistemaga beriladigan issiqlik musbat hisoblanadi.

Termodinamikaning birinchi qonuni bu – energiyani saqlanish qonunining xususiy holdir.

- Ta’riflari :
1. Energiya yo‘qolmaydi va yo‘qdan bor bo‘lmaydi.
 2. Birinchi turli abadiy dvigatel yaratish mumkin emas.
 3. Izolyatsiyalangan sistemada energiyani umumiy miqdori o‘zgarmas.

Agar sistema tomonidan energiya yutilsa, endotermik jarayon deyiladi va $+Q$ bilan ifodalanadi.

Agar sistema tomonidan energiya ajralib chiqsa, ekzotermik jarayon deyiladi va $-Q$ bilan ifodalanadi.

Agar sistema aylanma jarayon natijasida dastlabki holatiga qaytib kelsa, unda sistemaga berilgan issiqlik va bajarilgan ish o‘zaro teng bo‘ladi. Sistema tomonidan bajarilgan ish A bilan belgilansa, $+A$ sistema bajargan ish, $-A$ sistema ustida tashqi kuchlar ta’siri ostida bajarilgan ish.

Quyida sistemaning ichki energiyasi o‘zgarishi keltirib chiqariladi. Agar sistema I holatdan II holatga o‘tsa, 1-holatda Q_1, A_1 , 2-holatda Q_2, A_2 va hokazo bo‘ladi. Bundan quyidagi ifoda hosil bo‘ladi:

$$Q_1 + Q_2 = A_1 + A_2$$

$$Q_1 + Q_3 = A_1 + A_3$$

$$Q_1 - A_1 = A_2 - Q_2$$

$$Q_1 - A_1 = A_3 - Q_3$$

$$Q_1 - A_1 = A_2 - Q_2 = -(Q_2 - A_2)$$

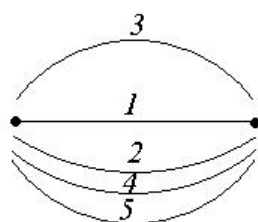
$$Q_1 - A_1 = A_3 - Q_3 = -(Q_3 - A_3)$$

$$Q_1 - A_1 = -(Q_2 - A_2) = -(Q_3 - A_3) = \dots - (Q_n - A_n) = const$$

bo‘ladi. Bundan issiqlik va ish orasidagi farq har qanday sistema uchun doimiy bo‘lib, o‘zgarish yo‘liga bog‘liq emasligi kelib chiqadi. Demak, $(Q-A)$ sistemaning muayyan xossasining o‘zgarishini ifodalaydi, bu xossa ichki energiya deyiladi.

$$Q - A = \Delta U$$

Ichki energiya o‘zgarishi



$$\Delta U = U_2 - U_1$$

$$Q = \Delta U + A$$

Oxirgi tenglama termodinamika birinchi qonunining matematik ifodasini ko'rsatadi.

$$Q = A + \Delta U$$

sistemaga berilgan issiqlik ichki energiya oshishi va sistemaning ish bajarishiga sarflanadi.

$$-\Delta U = A - Q$$

ichki energiya kamayishi hisobiga ish bajarilishi va issiqlik ajralib chiqishi deyiladi.

Agar $A=0$ bo'lsa, $-\Delta U = -Q$ bo'ladi, ya'ni ichki energiya issiqlik energiyasiga aylanadi.

Agar $Q=0$ bo'lsa $-\Delta U = A$ bo'ladi, ya'ni ichki energiya bajarilgan ishga sarflanadi.

Agar sistemada cheksiz kichik o'zgarish sodir bo'lsa, u holda birinchi qonun

$$\delta Q = dU + \delta A$$

shaklida yoziladi va birinchi qonunning matematik ifodasining differensial ko'rinishi deyiladi. Kinetik va potensial energiyadan tashqari energiyalarning hamma turlari ichki energiya deyiladi.

Ichki energiya turlari :

- molekular orasidagi taassurot energiyasi,
- molekuladagi atomlarning o'zaro bog'lanish energiyasi,
- atom va molekularlarning ilgariylanma, tebranma harakat energiyasi,
- yadro energiyasi,
- atomlarning yadrolaridagi harakat energiyasi.

$$E = E_{ilg} + E_{ayl} + E_{tebr} + E_{yad} + E_e$$

Ichki energiyaning absolyut qiymatini hisoblab topish mumkin emas, faqat uning o'zgarishini hisoblab topish mumkin. Sistemalar asosan tashqi bosim ta'siri ostida ish bajaradi va sistemaga ta'sir etgan kuch

$$F = P \cdot S$$

bo'ladi. Bu yerda F - ta'sir etgan kuch; P –tashqi bosim; S - sirt yuza. Bundan bajarilgan ish

$$\delta A = P \cdot S \cdot \Delta l = P \cdot \Delta V$$

bo'ladi. Agar o'zgarish cheksiz kichik bo'lsa, $\delta A = PdV$ bo'ladi. Termodinamika birinchi qonunini

$$\delta Q = dU + PdV$$

shaklida yozish mumkin, u holda bajarilgan ish esa

$$A = \int_1^2 PdV$$

ko'rinishga ega bo'ladi.

Quyida termodinamika birinchi qonunining turli jarayonlarga tadbiri ko'rib chiqiladi. Buning uchun ideal gaz qonunlaridan foydalanib, sistemada ideal gaz mavjud deb olinadi.

1. Izotermik jarayon. $T = const$ (temperatura o'zgarmas). Ideal gaz holat tenglamasidan foydalanib, bosimning qiymatini topamiz

$$PV = nRT$$

$$P = \frac{nRT}{V}$$

Izotermik jarayonda bajarilgan ish quyidagicha hisoblanadi:

$$A_T = \int_1^2 p dV = \int_1^2 \frac{nRT dV}{V} = nRT \int_1^2 \frac{dV}{V}$$

$$A_T = nRT \ln \frac{V_2}{V_1} = nRT \ln \frac{P_1}{P_2}$$

Bu tenglamadan izotermik jarayonda bajarilgan ish temperaturaga to'g'ri proporsional bo'lib, hajmning o'zgarishiga bog'liqligi kelib chiqadi. Sistemaning ichki energiyasi o'zgarishi nolga teng $\Delta U = 0$ bo'ladi. $Q_T = A_T$ bo'ladi. Sistemaga berilgan issiqlikning hammasi sistema tomonidan ish bajarishga sarflanadi.

$$A_T = Q_T = nRT \ln \frac{V_2}{V_1}$$

2. Izoxorik jarayon. $V = const$. $dV = 0$ (hajm o'zgarmas).

$$A_V = \int_1^2 p dV = 0$$

Izoxorik jarayon natijasida ish bajarilmaydi. Shuning uchun $Q_V = \Delta U$ bo'ladi. Izoxorik jarayonda sistemaga berilgan issiqlikning hammasi ichki energiya oshishiga o'tadi. Buning qiymatini keltirib chiqarish uchun issiqlik sig'imi degan tushuncha kiritiladi. C_V - o'zgarmas hajmda sistema temperaturasini bir gradusga ko'tarish uchun sarf bo'lgan issiqlik miqdori issiqlik sig'imi deyiladi va u quyidagicha ifodalanadi:

$$C_V = \frac{\partial Q}{\partial T}_V = \frac{\partial U}{\partial T}_V$$

C_V - o'zgarmas hajmdagi issiqlik sig'imi. Ichki energiya hajm bo'yicha funksiya bo'lmaganligi uchun

$$U = f(V) \quad C_V = \frac{dU}{dT}; \quad dU = C_V dT$$

bo'ladi. Bir mol modda uchun ichki energiya o'zgarishi

$$dU = C_V dT$$

n mol modda uchun

$$dU = nC_n dT$$

ga teng bo'ladi. Issiqlik sig'ining o'lchov birligi issiqlik/mol*grad. ga teng. n mol modda uchun ichki energiya o'zgarishi quyidagicha hisoblanadi:

$$dU = nC_v dT$$

$$U_2 - U_1 = \Delta U = nC_v (T_2 - T_1)$$

bo'ladi.

3. Izobarik jarayon. $P = const$ (bosim o'zgarmas) bo'lgan holat uchun sistema tomonidan bajarilgan ish hisoblanadi.

$$A_p = \int p dV = p(V_2 - V_1) = p\Delta V$$

C_p - o'zgarmas bosimdagi issiqlik sig'imi.

$$C_p = \frac{\partial Q}{\partial T}_p = \frac{dU}{dT}_p + P \frac{dV}{dT}_p ;$$

$$\frac{dU}{dT} = C_v \quad \text{va} \quad PV/T = R$$

formulalardan

$$C_p = C_v + R$$

ekanligi kelib chiqadi. Hamma vaqt o'zgarmas bosimdagi issiqlik sig'imi o'zgarmas hajmdagi issiqlik sig'imidan katta bo'ladi.

4. Adiabatik jarayonda sistemaga issiqlik berilmaydi va issiqlik atrofga uzatilmaydi, ya'ni $Q = const$. $\delta Q = 0$.

$$\delta Q = dU + pdV \quad \delta Q = 0$$

$$dU + pdV = 0$$

$$-dU = pdV$$

sistemada bajarilgan ish hisobida ichki energiya kamayadi. $V = f(P)$ funksiyadan, hamda

$$dU = C_v dT \quad \text{va} \quad P = \frac{RT}{V}$$

formulalardan foydalanib,

$$dU + pdT = 0 ; C_v dT + RT \frac{dv}{v} = 0$$

tenglama T ga bo'linadi.

$$\frac{C_v dT}{T} + R \frac{dV}{V} = 0$$

bu ifoda integrallanadi va potentsirlanadi.

$$C_v \ln T + R \ln V = const$$

$T^{C_v} V^R = const$ bu erda $T = f(V)$ funksiya orqali ifodalansa,

$$P^{C_v} V^{C_v} V^R = const \quad R^{C_v} = const \quad T = \frac{PV}{R}$$

$C_v + R = C_p$ formuladan

$$P^{C_v} V_{C_p}^{C_p} = const \quad C_v \sqrt{\quad} \text{ildiz chiqariladi.}$$

$$PV^{C_v} = const \quad \frac{C_p}{C_v} = \gamma > 1 \text{ deb belgilanadi,}$$

$P V^\gamma = const$ bo'ladi. Bu tenglama adiabatga yoki Puasson tenglamasi deyiladi.

$$\delta A = -dU$$

$$A_Q = - \int_1^2 dU = -(U_2 - U_1) = -\Delta U$$

$$A_Q = - \int_1^2 dU = - \int_1^2 n C_v dT = -n C_v (T_2 - T_1) = n C_v (T_1 - T_2)$$

Adiabatik jarayonda bajarilgan ish temperaturaning pasayishiga to'g'ri proporsionaldir.

2. Qiymatini yo'qotgan bunday energiya miqdorini xarakterlash uchun termodinamikaga "entropiya" degan tushuncha kiritilgan.

Izotermik jarayonda jismga yutilgan issiqliklar yig'indisining jism absolyut temperaturasiga nisbati shu jismning entropiyasi deyiladi.

$$S = \frac{Q}{T}$$

Sistema birinchi holatdan ikkinchi holatga o'tsa, entropiya o'zgarishi

$$S_2 - S_1 = \Delta S = \int_1^2 \frac{\delta Q}{T}$$

bo'ladi. Agar $T = const$ bo'lsa, $\Delta S = \frac{Q}{T}$

bo'ladi. Sistemani shunday ekstensiv xossasi mavjudki uning o'zgarishi yutilgan issiqlik va temperatura bilan quyidagicha bog'langan:

a) o'zi o'tadigan jarayonlarda $dS > \frac{\delta Q}{T}$

b) muvozanatdagi $dS = \frac{\delta Q}{T}$

v) o'zi o'tmaydigan jarayonlarda $dS < \frac{\delta Q}{T}$

Entropiya orttirmasi keltirilgan issiqlikka teng. Har qanday ish sistema intensiv xossasini ekstensiv xossa orttirmasi ko'paytmasiga teng. Entropiya - sistema

xossasi bo‘lib, u jarayon yo‘liga bog‘liq emas, faqat sistemaning boshlang‘ich va oxirgi holatiga bog‘liq.

$$\Delta S = S_2 - S_1 = \text{const}$$

Muvozanatdagi izotermik jarayon uchun, entropiya o‘zgarishi, termodinamikaning 1-qonuniga asosan:

$$W_T = Q_T = nRT \ln \frac{V_2}{V_1},$$

$$\Delta S = \frac{Q}{T} = nR \ln \frac{V_2}{V_1}$$

teng bo‘ladi.

Sistema izolyatsiyalangan bo‘lsa, issiqlik almashinuvi bo‘lmaydi va $dU = 0$, $dV = 0$, $\delta Q = 0$, shuning uchun

$$\left. \begin{array}{l} dS > 0 - \text{o‘tadigan} \\ dS = 0 - \text{muvozanat} \\ dS < 0 - \text{o‘tmaydi maxsus usulda amalga oshiriladi.} \end{array} \right\} \text{amalga oshmaydigan jarayonlar}$$

O‘zi o‘tmaydigan jarayonga misol: gaz burchakda to‘plansa S entropiya kamayadi, lekin o‘zi siqilmaydi.

Muvozanat sharoiti entropiyaning qiymati quyidagicha bo‘ladi:

$$S_{\max}, \quad dS = 0, \quad d^2S < 0$$

Umumiy holda $dS = 0$ - izolyatsiyalangan sistemada S entropiya oshadi yoki o‘zgarmaydi. Oxirgi ta’rifda izolyatsiyalangan sistemada jarayon o‘tish sharoitida ifodalangan. Demak o‘zidan o‘zi faqat entropiyani oshirish bilan boradigan jarayonlar o‘tishi mumkin: gazlar aralashishi, bosimning tenglashishi, issiqlikning issiq jismdan sovuq jismga o‘tishi. $dS > 0$ izolyatsiyalangan sistemada jarayonning o‘tish sharti.

Agar o‘zi o‘tadigan jarayon izolyatsiyalangan sistemada S entropiyani oshirsa, demak muvozanat holatida entropiya S_{\max} maksimal qiymatga ega bo‘ladi. Entropiyaning o‘lchov birligi kal/molK ; *e.b.*

Agar sistema bir necha qismdan iborat bo‘lib, har biri ma’lum miqdorda issiqlik yutsa yoki yo‘qotsa, entropiyaning umumiy o‘zgarishi ΔS larning algebraik yig‘indisiga teng.

a) izotermik jarayonlar va fazoviy o‘tishlarda entropiya o‘zgarishini

entropiyaning umumiy tenglamadan, ya’ni $\Delta S = \sum_1^2 \frac{\delta Q}{T}$ dan foydalanib, quyidagiga

teng bo‘ladi:

$$\Delta S = S_2 - S_1 = \int_1^2 \frac{\delta Q}{T} = \frac{Q}{T} = \frac{\Delta H_{\phi.y}}{E_{\phi.y}} \quad Q_P = \Delta H$$

$\Delta H_{\phi.y}$ va $T_{\phi.y}$. – fazoviy o‘tish issiqligi va temperaturasi.

Shuni ta’kidlash kerakki, suyuqlanish va bug‘lanish sistemani tartibli holatdan tartibsizlik holatga olib keladi; shu bilan birga ikkalasida ham entropiya oshadi. Demak, entropiya sistemadagi tartibsizlik darajasini belgilaydi deyish mumkin. Shuning uchun $\Delta S_{\delta} > \Delta S_c$ bo‘ladi.

Truton qoidasi: suyuqliklarning molyar bug‘lanish entropiyasi $\Delta S = 21 - 22 \text{ э.б.}$ ga teng. Agar suyuqliklar assotsiatlar hosil qilsa, $\Delta_v S > \Delta S_{trut}$ ($\Delta_v S_{H_2O} = 26 \text{ э.б.}$) bo‘ladi.

Agar issiqlik yutilishi yoki ajralishida temperatura o‘zgarsa, ΔS integrallash usulida topiladi:

$$\Delta S = \int_1^2 \frac{\delta Q}{T} = \int_1^2 \frac{dU + pdV}{T} = \int_1^2 \frac{nC_v dT}{T} + \int_1^2 \frac{nR dV}{V},$$

chunki

$$\delta Q = dU + pdV$$

bosimning o‘rniga

$$P = \frac{nRT}{V}$$

ifoda qo‘yilsa,

$$\delta Q = nC_v dT + nRT \frac{dV}{V}$$

$$\Delta S = nC_v \ln \frac{T_2}{T_1} + nR \ln \frac{V_2}{V_1},$$

hosil bo‘ladi. Bu yerda $\Delta S = f(T, V)$ funksiya ko‘rinishida bo‘ladi. Agar parametrlar o‘rni almashtirilsa,

$$P_1 V_1 = nRT \quad P_2 V_2 = nRT_2$$

$$V_1 = \frac{nRT}{P_1} \quad V_2 = \frac{nRT_2}{P_2}$$

$$\Delta S = nC_v \ln \frac{T_2}{T_1} + nR \ln \frac{nRT_2}{nRT_1} - nR \ln \frac{P_2}{P_1}$$

$$\Delta S = nC_p \ln \frac{T_2}{T_1} - nR \ln \frac{P_2}{P_1},$$

bo‘ladi. Agar

$$T_1 = \frac{P_1 V_1}{nR}, \quad T_2 = \frac{P_2 V_2}{nR}$$

ko‘rinishida yozilsa,

$$\Delta S = nC_v \ln \frac{P_2}{P_1} + nC_v \ln \frac{V_2}{V_1} + nR \ln \frac{V_2}{V_1}$$

$$\Delta S = nC_v \ln \frac{P_2}{P_1} + nC_p \ln \frac{V_2}{V_1}$$

bo‘ladi.

3. Ichki energiya va entalpiyadan farq qilib, entropiyaning absolyut qiymatini hisoblash mumkin. Buni termodinamikaning uchinchi qonuni Plank postulati asosida tushuntirib beradi.

Plank postulati: Ideal kristall moddaning nol Kelvin temperaturada entropiyasi nolga teng yoki absolyut nol temperaturada moddalarning entropiyasi nolga teng. $T=0K$ da $S=0$ bo‘ladi. Hech qanday deffektga ega bo‘lmagan kristall ideal kristall bo‘ladi va uning entropiyasi $S_0=0$ bo‘ladi.

Termodinamika uchinchi qonunini Nernstning issiqlik teoremasi ham tushuntirib beradi.

Nernstning issiqlik teoremasi: $0K$ temperatura yaqinida barcha izotermik jarayonlar entropiyaning o‘zgarishsiz o‘tadi.

Biror moddaning absolyut entropiyasini hisoblash uchun, o‘sha moddaning issiqlik sig‘imini, fazoviy o‘tish issiqliklarini bilish kerak. Absolyut entropiyani hisoblash tenglamasi quyidagicha bo‘ladi:

$$S = \int_0^{T_{suyuq}} \frac{C_{p(q)}}{T} dT + \frac{\Delta H_{suyuq}}{T_{suyuq}} + \int_{T_{suyuq}}^{T_{bug'}} \frac{C_{p(suyuq)}}{T} dT + \frac{\Delta H_{bug'}}{T_{bug'}} + \int_{T_{bug'}}^T \frac{C_{p(g)}}{T} dT$$

Eritmalar turli tarkibdagi bir jinsli sistemalar. Butun hajmda bir xil tarkib va fizik hamda kimyoviy xossalarga ega. Termodinamik nuqtayi nazardan barcha komponentlar bir xil bo‘ladi. Termodinamikada eritmalar xossalari aralash tirish funksiyalari usuli orqali ifodalash katta ahamiyatga ega.

4. Termodinamika bo‘limidan ma‘lumki, ekstensiv parametrlar – sistema umumiy massasiga to‘g‘ri proporsional ($U, H, F, G, S, V, C_p, C_v$) dir. Intensiv parametrlar esa massaga bog‘liq emas (T, P). Shuning uchun bir komponentli sistemalarda ekstensiv parametrlarni intensiv parametrlar orqali ifodalash mumkin. Agar sistema bosimi yoki temperaturasi o‘zgarmas ($P, T = \text{const}$) bo‘lsa, u holda $V=n\bar{V}$ bo‘ladi. Bu erda: \bar{V} -molyar hajm, \bar{V} – parsial hajm. Ideal eritmalar uchun bu kattalik:

$$V = n_A \bar{V}_A + n_B \bar{V}_B$$

ko‘rinishga ega bo‘ladi. Real eritmalarda ($E_{AB} > E_{AA}$) bo‘lganligi sababli umumiy hajm hajmlar yig‘indisidan kam yoki ko‘p bo‘ladi. Shuning uchun tenglamaga

molyar kattaliklar o‘rniga parsial molyar kattaliklar qo‘yilsa, yuqoridagi tenglama quyidagicha ifodalanadi:

$$V = n_A \bar{V}_A + n_B \bar{V}_B$$

bu yerda A va B komponentlarning parsial molyar hajmlari quyidagicha :

$$\bar{V}_A = \left(\frac{\partial V}{\partial n_A} \right)_{P,T,n_B}; \quad \bar{V}_B = \left(\frac{\partial V}{\partial n_B} \right)_{P,T,n_A};$$

bu tenglamalarning ma’nosi – sistemaga dn_i mol komponent qo‘shilganda umumiy hajm o‘zgarishini bildiradi. Binar eritmalar uchun qo‘llanadigan tenglamalardan foydalanib parsial molyar kattaliklarni umumiy holda quyidagicha yozish mumkin:

$$d\underline{Z} = \bar{Z}_1 dN_1 + \bar{Z}_2 dN_2 = (\bar{Z}_2 - \bar{Z}_1) dN_2 \text{ yoki}$$

$$\frac{dZ}{dN_2} = \bar{Z}_2 - \bar{Z}_1$$

bundan

$$\underline{Z} = \bar{Z}_1 N_1 + \bar{Z}_2 N_2$$

$$\bar{Z}_1 = \frac{Z - \bar{Z}_2 N_2}{N_1};$$

$$\frac{dZ}{dN_2} = \bar{Z}_2 - \frac{Z - \bar{Z}_2 N_2}{N_1};$$

$$\bar{Z}_2 = \frac{dZ}{dN_2} + \frac{Z - \bar{Z}_2 N_2}{N_1};$$

$$\bar{Z}_2 = \underline{Z} + (1 - \frac{N_2}{N_1}) \frac{dZ}{dN_2}$$

xuddi shunday

$$\bar{Z}_1 = \underline{Z} - \frac{N_2}{N_1} \frac{dZ}{dN_2};$$

kelib chiqadi.

Demak, parsial molyar kattaliklar eritma tarkibi o‘zgarganda va (P,T = const bo‘lganda) uzluksiz ravishda o‘zgarib boradi. Parsial molyar kattalik bir komponent uchun oshsa, ikkinchi komponent uchun kamayadi (qarama–qarshi tomonga o‘zgaradi). Ideal eritmalarda $\underline{Z}=f(N)$ chiziqli qonuniyat bo‘yicha o‘zgaradi va parsial molyar kattaliklar eritma tarkibiga bog‘liq emas.

Agar molyar hajmlar faqat musbat bo‘lsa, parsial molyar hajmlar musbat, nol, hatto manfiy bo‘lishi mumkin. Parsial molyar kattaliklar yordamida eritmalar termodinamik xossalari o‘zgarishining umumiy qonuniyatlarini aniqlash mumkin. Agar Z funksiya eritmaning biror ekstensiv xossasi bo‘lsa, (masalan V,U,H,F,G) u holda o‘zgarimas bosim va temperaturada Z funksiyaning o‘zgarishi quyidagicha bo‘ladi:

$$dZ = \sum_i \left(\frac{\partial Z}{\partial n_i} \right)_{P,T,n_{j \neq i}}$$

Bu funksiya parsial molyar kattalik yoki bir mol i komponentning termodinamik xossasining o'zgarishidir.

Parsial molyar kattaliklar eritma tarkibiga bog'liq bo'lib, miqdoriga bog'liq emas. Eyler teoremasiga binoan, $P, T = \text{const}$ va tarkib o'zgarmas bo'lsa, parsial molyar kattaliklar

$$Z = \sum_i \bar{Z}_{in_i}$$

ko'rinishga ega bo'ladi. Z funksiya eritma tarkibiga bog'liq bo'ladi. Agar bu ifoda $P, T = \text{const}$ bo'lganda differensiallansa,

$$dZ = \sum_i \bar{Z}_i dn_i + \sum_i n_i d\bar{Z}_i$$

ko'rinishga ega bo'ladi va dZ ning qiymati tenglamaga qo'yilsa,

$$dn_i = \sum_i \bar{Z}_i dn_i$$

$$\sum_i \bar{Z}_i dn_i = \sum_i \bar{Z}_i dn_i + \sum_i n_i d\bar{Z}_i \quad \text{yoki}$$

$$\sum_i n_i d\bar{Z}_i = 0$$

ifoda hosil bo'ladi. Bu tenglama bosim va temperatura o'zgarmas bo'lgandagi Gibbs – Dyugemning umumiy ko'rinishdagi tenglamasi bo'lib, parsial molyar kattaliklarning tarkibga bog'liqligini ko'rsatadi.

Parsial molyar kattaliklarni aniqlashning analitik va grafik usullari bor. Analitik usulini binar eritmalar uchun Gibbs – Dyugem tenglamasi orqali quyidagicha yoziladi:

$$n_1 d\bar{Z}_1 + n_2 d\bar{Z}_2 = 0$$

bunday eritma tarkibining izobarik – izotermik ($P, T = \text{const}$) o'zgarishi ikkala parsial molyar kattalikni o'zgartiradi, lekin bu o'zgarish qarama-qarshi tomonga bo'ladi.

Gibbs–Dyugem tenglamalaridan eng muhimi: kimyoviy potensial uchun yoziladi va u quyidagicha ko'rinishga ega:

$$n_1 d\mu_1 = 0 \quad \text{yoki} \quad N_1 d\mu_1 = 0$$

Binar eritmalar uchun

$$N_1 d\mu_1 + N_2 d\mu_2 = 0$$

Agar eritma va bug' orasidagi muvozanat qaralsa,

$$\mu_{ie} = \mu_{ib} = \mu_i^0 + RT \ln f_i$$

bu tenglamani differensiallab, yuqoridagi tenglamaga qo'yilsa,

$$N_1 d \ln f_1 = -N_2 d \ln f_2$$

$$d \ln f_1 = -\frac{N_2}{N_1} d \ln f_2$$

ko'rinishlarga ega bo'ladi. Bug'ni ideal gazlar aralashmasi deb qaralsa,

$$d \ln P_1 = -\frac{N_2}{N_1} d \ln P_2$$

bo'ladi. Bu tenglama Dyugem–Margules tenglamasi deyiladi. Bu tenglama bug'dagi komponentlarning parsial bosimining o'zgarishini va eritma tarkibi orasidagi bog'lanishni ifodalaydi. Bundan foydalanib bir komponentning parsial bosimini o'lchab, ikkinchi komponentning bug' bosimini hisoblab topish mumkin. Eritmalar uchun

$$\mu_i = \mu_i^* + RT \ln a_i$$

$$N_1 \left(\frac{\partial \ln a_1}{\partial N_1} \right)_{P,T} = N_2 \left(\frac{\partial \ln a_2}{\partial N_2} \right)_{P,T}$$

bo'ladi.

Binar suyuq eritmalar uchun o'zgarmas temperaturada Gibbs-Dyugem tenglamasi quyidagicha bo'ladi:

$$x_1 d\mu_1(c) + x_2 d\mu_2(c) = 0$$

Bu tenglama bug' faza uchun yozilsa,

$$x_1 d\mu_1(\text{bug}') + x_2 d\mu_2(\text{bug}') = 0$$

ko'rinishga ega bo'ladi, chunki muvozanat holatida komponentlarning bug' va suyuq fazalardagi kimyoviy potentsiallari bir xil bo'ladi. Shundan foydalanib,

$$\mu_i = \mu_i^0 + RT \ln P_i$$

tenglama yordamida quyidagi ifodani yozish mumkin:

$$x_1 d\mu_1(\text{bug}') + x_2 d\mu_2(\text{bug}') = x_1 \frac{dp_1}{p_1} + x_2 \frac{dp_2}{p_2} = 0 \text{ yoki}$$

$$dp_1 = -\frac{x_2}{1-x_2} * \frac{p_1}{p_2} dp_2$$

Oxirgi tenglama suyuqlik va bug' orasidagi muvozanatni ifodalab, ideal gaz aralashmasi deb ham qabul qilish mumkin. Bug'ning tarkibini Dalton qonunidan foydalanib ham aniqlash mumkin.

$$p_2 = y_2 p_2^0, \quad p_1 = (1 - y_2) * p_2$$

bundan

$$\frac{p_1}{p_2} = \frac{1-y_2}{y_2}$$

kelib chiqadi.

$$dp_1 = -\frac{x_2}{1-x_2} * \frac{1-y_2}{y_2} dp_2$$

bu tenglama $T = \text{const}$ bo'lgan holat uchun taalluqli bo'ladi. Bu yerda, x_2 - suyuqlikdagi ikkinchi komponentning molyar qismi, y_2 - bug'dagi ikkinchi komponentning molyar qismi. O'zgarmas temperaturada ekstremum nuqtalarda tarkiblar quyidagicha:

$$dp_2 = dp_1 + dp_2 = 0 \quad \text{yoki} \quad dp_1 = -dp_2$$

$$\frac{x_2}{1-x_2} = \frac{y_2}{1-y_2} \quad \text{yoki} \quad x_2 = y_2$$

bo'ladi. Bu tenglamalardan ko'rinadiki, suyuqlik va bug'dagi tarkiblarning umumiy bosimlari bir xil bo'ladi.

$$dp = dp_1 + dp_2 = \left(1 - \frac{x_2}{1-y_2} * \frac{1-y_2}{y_2}\right) dp_2:$$

$$\frac{dp_2}{dx_2} = \frac{(1-x_2) * y_2 - x_2(1-y_2)}{(1-x_2) * y_2} - \frac{dp_2}{dx_2} = \frac{y_2 - x_2}{(1-x_2)y_2} \frac{dp_2}{dx_2}$$

Oxirgi tenglamadagi 3 ta ko'paytuvchi hamma vaqt musbat bo'ladi va ular quyidagilar:

$$y_2 \geq 0: \quad (1-x_2) \geq 0: \quad \frac{dp_2}{dx_2} \geq 0.$$

Bu tenglamadan ko'rinadiki, $\frac{dp_2}{dx_2}$ va $(y_2 - x_2)$ kattaliklar bir xil ishoralarni qabul qiladi. Shundan kelib chiqadiki, agarda $\frac{dp_2}{dx_2} > 0$ bo'lsa, bug' ikkinchi komponent bilan to'yingan bo'ladi, uning mohiyati esa quyidagicha bo'ladi: agar suyuq fazaga ikkinchi komponent qo'shilganda, umumiy bosim ko'tarilsa, bu ikkinchi komponent bilan to'yingan bo'ladi va aksincha, $\frac{dp_2}{dx_2} < 0$ bo'lsa, $y_2 < x_2$ bo'ladi, bug'da ikkinchi komponent miqdori kam bo'ladi.

Назорат саволлари:

1. Кимёвий термодинамиканинг асосий вазифалари нимадан иборат?
2. Термодинамиканинг кулланилиш чегаралари кандай ?
3. Термодинамикада кандай математик аппарат кулланилади?
4. Иссиклик билан ҳарорат тушунчалари орасида кандай фарк бор?
5. Ички энергия деганда нимани тушунасиш ?
6. Термодинамиканинг нолинчи конунини тушунтиринг.
7. Термодинамиканинг биринчи конуни нимани ургатади? Унинг кандай таърифлари бор?
8. Система ҳолатининг чексиз кичик ўзгаришлари ва охириги ўзгариши учун термодинамика 1-конунининг ифодаларини келтиринг.
9. Изоляцияланган системада водороднинг ёниш реакцияси натижасида суюқ сув ҳосил бўлсин. Системанинг ички энергияси ва энтальпияси кандай ўзгаради?
10. Термодинамиканинг 1-конунига биноан иссиқлик жараёнининг функцияси. Гесс конуни эса кимёвий реакциянинг иссиқлик эффекти жараёнининг йулига боғлиқ эмас, дейди. Ушбу карама-каршилиқни тушунтиринг. Ички энергия деганда нимани тушунасиш ?
11. Термодинамиканинг нолинчи конунини тушунтиринг.
12. Термодинамиканинг биринчи конуни нимани ургатади? Унинг кандай таърифлари бор?

2-Mavzu. Polimer materiallar xossalarini termodinamik va kinetik jihatdan yoritish. Polimer Gellar

Reja:

1. Polimer eritmada qutbiy guruhlar aktivligi.
2. Aralash ion ko‘rinishida bo‘lgan polimer eritmaning tarkibi va xossalarini aniqlash
3. Quyi molekulyar birikmalarning qutbiy guruhlar bilan o‘zaro ta’siri.
4. Polimer gel' kinetikasi.

Polimer eritmaning monoion ko‘rinishi uchun Gibbs–Dyugem tenlamasi quyidagicha bo‘ladi:

$$\bar{n}_W d\bar{\mu}_W + \bar{n}_{RA} d\bar{\mu}_{RA} = 0 \quad (1)$$

Bu yerda: n_W va n_{RA} lar polimer eritmadagi komponentlarning mol soni, μ -ularning kimyoviy potentsiali.

Hisoblashlarni osonlashtirish uchun $n_{RA}=1$ deb olinadi. Polimer eritma uchun chegaraviy soha deb shunday tabiatga ega bo‘lgan monomerning cheksiz suyultirilgan eritmasi olinadi. Unday holda $a_W = 1$, $a_{RA} = 0$, $\gamma_{RA_{\pm}} = 1$ deb qabul qilinadi va (1) tenglama integrallanadi:

$$\ln \bar{a}_{RA} = - \frac{a_W(m_{RA})}{a_W(m_{RA} \rightarrow 0)} \frac{\bar{n}_W}{\bar{n}_{RA}} d \ln \bar{a}_W \quad (2)$$

Bu yerda: m – polimer eritmaning molyal konsentratsiyasi.

Suv bilan muvozanatda bo‘lganda polimer eritma minimal konsentratsiyaga ega bo‘ladi. Shuning uchun integrallashning barcha sohasini ikki qismga bo‘lish mumkin:

- $a_W (m_{RA} \rightarrow 0)$ dan $a_W (m_{RA} = \bar{m}_{min})$ gacha;
- $a_W (m_{RA} \rightarrow \bar{m}_{min})$ dan $a_W (m_{RA})$ gacha;

U holda (2) tenglamani quyidagicha yozish mumkin:

$$\ln \bar{a}_{RA} = - \frac{a_W(m_{RA} = \bar{m}_{min})}{a_W = 1(m_{RA} \rightarrow 0)} \frac{\bar{n}_W}{\bar{n}_{RA}} d \ln \bar{a}_W + \frac{a_W(m_{RA})}{a_W(m_{RA} = \bar{m}_{min})} \frac{\bar{n}_W}{\bar{n}_{RA}} d \ln \bar{a}_W \quad (3)$$

Har bir polimer uchun ko‘ndalang bog‘lar miqdori o‘zgarmas kattalik bo‘lgani uchun (3) tenglamadagi birinchi qo‘shiluvchi ham o‘zgarmas bo‘ladi. Buni S_0 bilan belgilaymiz. U holda (3) tenglama quyidagi ko‘rinishga ega bo‘ladi:

$$\ln \bar{a}_{RA} = -S_0 - \frac{\bar{a}_W(\bar{m}_{RA})}{\bar{a}_W(\bar{m}_{RA} = \bar{m}_{min})} \frac{\bar{n}_W}{\bar{n}_{RA}} d \ln \bar{a}_W \quad (4)$$

Yuqoridagilardan shuni ta’kidlash mumkinki, binar polimer eritma tarkibidagi qutbiy gurhlarning aktivliklarini hisoblashda polimer bilan muvozanatda turgan monomer eritmasidagi suvning aktivligini bilish zarurdir.

2. Aralash ion ko‘rinishida bo‘lgan polimer eritmaning tarkibi va xossalari aniqlash

Agar polimer eritmaga AX va BX elektrolitlar tutgan eritma bilan ishlov berilganda polimer eritmaning aralash ion shakli hosil bo‘ladi. Polimer eritma fazasiga AX va BX elektrolitlari sorbirlanmasa, fazalar orasidagi muvozanat AX va BX elektrolitlari bo‘lgan eritma va polimer eritmaning aralash ion shakli orasida sodir bo‘ladi (rasm-1).

Geterogen model nuqtai nazaridan bo‘kkan aralash ion shakl RA va RB polielektrolitlaridan va suvdan iborat eritma deb qarash mumkin. RA va RB polielektrolitlarning mol qismlari har xil bo‘lishi mumkin, ammo mol qismlar yig‘indisi hamma vaqt birga teng bo‘ladi.

$$\bar{X}_{RA} + \bar{X}_{RB} = 1 \quad (5)$$

Polimer eritma tarkibidagi suvning umumiy miqdori (I.25) tenglama orqali aniqlanadi:

$$\bar{n}_w^\Sigma = \bar{n}_w^{RA} \bar{X}_{RA} + \bar{n}_w^{RB} \bar{X}_{RB} \quad (6)$$

QME eritmasi fazasi	TPE eritmasi fazasi
H ₂ O (a_w) AX (m_{AX}, a_{AX}) BX (m_{BX}, a_{BX})	H ₂ O ($\bar{a}_w, \bar{n}_w^\Sigma$) RA ($\bar{X}_{RA}, \bar{m}_{RA}, \bar{a}_{RA}$) RB ($\bar{X}_{RB}, \bar{m}_{RB}, \bar{a}_{RB}$)

Rasm-1. Aralash ion shaklidagi polimer eritmaning AX va BX elektrolitlari bo‘lgan eritma bilan muvozanat holatida komponentlarning tarkibi va kattaliklari.

Polimer eritma tarkibidagi suvning umumiy miqdori har bir ion ko‘rinishning molyar qismiga bog‘liqligi sababli, komponentlarning molyar qismlari o‘zgarishi bilan polimer eritma konsentratsiyasi ham o‘zgaradi. Bunday sistemalarda muvozanatni ifodalash uchun massalar ta’siri qonunidan foydalaniladi. 1–1 zaryadli elektrolitlar uchun muvozanat konstantasi quyidagi ko‘rinishga ega bo‘ladi:

$$K_{muv} = \frac{a_{AX} \bar{a}_{RB}}{a_{BX} \bar{a}_{RA}} \quad (7)$$

Agar tajriba o‘tkazib har bir ion ko‘rinishdagi komponentlarning mol qismlari aniqlansa, ion almashinish muvozanat konstantasini aniqlash mumkin. Buning uchun A.B.Zdanovskiy va G.I.Mikulnlarning ishlaridan foydalanib, (7) tenglamadagi har bir komponentlarning aktivliklari va aktivlik koeffitsientlari uchun tenglamalar yoziladi (8):

$$\begin{aligned}
a_{AX} &= x_{AX} (m_{AX}^{\text{bin}} \gamma_{AX_{\pm}}^{\text{bin}})^2, \\
a_{BX} &= x_{BX} (m_{BX}^{\text{bin}} \gamma_{BX_{\pm}}^{\text{bin}})^2, \\
\bar{a}_{RA} &= \bar{x}_{RA} (\bar{m}_{RA}^{\text{bin}} \bar{\gamma}_{RA_{\pm}}^{\text{bin}})^2, \\
\bar{a}_{RB} &= \bar{x}_{RB} (\bar{m}_{RB}^{\text{bin}} \bar{\gamma}_{RB_{\pm}}^{\text{bin}})^2,
\end{aligned} \tag{8}$$

Bu yerda: $m_{AX}^{\text{bin}}, m_{BX}^{\text{bin}}, \bar{m}_{RA}^{\text{bin}}, \bar{m}_{RB}^{\text{bin}}$ – aniqlanayotgan aralashma tarkibidagi suvning aktivligiga teng bo‘lgan holatdagi binar eritmadagi barcha elektrolitlarning molyal konsentratsiyalari, ($a_w^{\Sigma} = a_w^{\text{bin}}$); $x_{AX}, x_{BX}, \bar{x}_{RA}, \bar{x}_{RB}$ – binar eritmadagi barcha elektrolitlarning mol ulushlari.

O‘rtacha molyal aktivlik koeffitsienlari ($\gamma_{AX_{\pm}}, \gamma_{BX_{\pm}}, \bar{\gamma}_{RA_{\pm}}, \bar{\gamma}_{RB_{\pm}}$) (9) tenglama yordamida hisoblanadi:

$$\begin{aligned}
\gamma_{AX_{\pm}} &= \gamma_{AX_{\pm}}^{\text{bin}} \frac{m_{AX}^{\text{bin}}}{m_A + m_B}, \\
\gamma_{BX_{\pm}} &= \gamma_{BX_{\pm}}^{\text{bin}} \frac{m_{BX}^{\text{bin}}}{m_A + m_B}, \\
\bar{\gamma}_{RA_{\pm}} &= \bar{\gamma}_{RA_{\pm}}^{\text{bin}} \frac{\bar{m}_{RA}^{\text{bin}}}{\bar{m}_A + \bar{m}_B}, \\
\bar{\gamma}_{RB_{\pm}} &= \bar{\gamma}_{RB_{\pm}}^{\text{bin}} \frac{\bar{m}_{RB}^{\text{bin}}}{\bar{m}_A + \bar{m}_B},
\end{aligned} \tag{9}$$

Bu erda: $m_A, m_B, m_X, \bar{m}_A, \bar{m}_B, \bar{m}_R$ – fazalardagi ionlarning molyal konsentratsiyalari; $\gamma_{AX_{\pm}}^{\text{bin}}, \gamma_{BX_{\pm}}^{\text{bin}}, \bar{\gamma}_{RA_{\pm}}^{\text{bin}}, \bar{\gamma}_{RB_{\pm}}^{\text{bin}}$ – jadvallardan olingan qiymatlar.

Polimer eritma tarkibidagi komponentlarning molyal konsentratsiyalari (10) tenglama yordamida hisoblanadi:

$$\begin{aligned}
\bar{m}_{RA} &= \frac{W}{\bar{n}_w^{\Sigma}} \bar{x}_{RA}, \\
\bar{m}_{RB} &= \frac{W}{\bar{n}_w^{\Sigma}} \bar{x}_{RB}, \\
\bar{m}_{RA} + \bar{m}_{RB} &= \bar{m}_R = \frac{W}{\bar{n}_w^{\Sigma}}.
\end{aligned} \tag{10}$$

Polimer eritma fazasidagi suvning aktivligini topish uchun suvning fazalarda taqsimlanish konstantasidan foydalaniladi:

$$\bar{a}_w = K_d^w a_w \quad (11)$$

(I.30) tenglamadagi barcha kattaliklar aniqlangandan so'ng, muvozanat konstantasi quyidagi tenglama yordamida hisoblanadi:

$$K_{muv} = \frac{x_{BX} (\gamma_{BX_{\pm}}^{bin} m_{BX}^{bin})^2 \bar{x}_{RA} (\bar{\gamma}_{RA_{\pm}}^{bin} \bar{m}_{RA}^{bin})^2}{x_{AX} (\gamma_{AX_{\pm}}^{bin} m_{AX}^{bin})^2 \bar{x}_{RB} (\bar{\gamma}_{RB_{\pm}}^{bin} \bar{m}_{RB}^{bin})^2} \quad (12)$$

3. Quyi molekulyar birikmalarning qutbiy guruhlar bilan o'zaro ta'siri. Polimer gellarda elektrolitlarning taqsimlanish konstantalari

QME eritmasi bilan muvozanatda bo'lgan TPE eritmasi orasida komponentlarning fazalar bo'yicha taqsimlanishi rasm-2 da ko'rsatilganidek bo'ladi.

QME eritmasi fazasi	TPE eritmasi fazasi
H ₂ O (a _w) AX (m _{AX} , a _{AX})	H ₂ O (\bar{n}_w^y, \bar{a}_w) RA ($\bar{m}_{RA}, \bar{a}_{RA}$) AX ($\bar{m}_{AX}, \bar{n}_{AX}, \bar{a}_{AX}$)

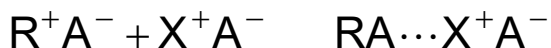
Rasm-2. TPE tomonidan QME sorbsiyasi holatida komponentlarning fazalar orasida taqsimlanishi.

QME ning polielektrolit eritmasi fazasiga kirishi gidratlangan elektrolit molekulasining, aniqrog'i, TPE ning qutbiy guruhi bilan gidratlangan ion juftining o'zaro ta'siri tufayli sodir bo'ladi. Bu jarayonning sababi vodorod yoki koordinatsion bog'larning hosil bo'lishi yoki Van-der-Vaals kuchlarining ta'siri va boshqalar bo'lishi mumkin.

V. M. Zelenkovskiyning "Ion almashinuvchilarda ionlararo va ion-molekulyar o'zaro ta'sirlarni kompyuterda modellashtirish" nomli asarida bu jarayon batafsil ko'rib chiqilgan. Ushbu ishda qarshi ionlar, QME va suv molekulari bo'lgan funksional guruhlarini o'z ichiga olgan ion almashinuvchilardan tashkil topgan polimolekulyar fragmentlar uchun empirik bo'lmagan kvant kimyoviy hisoblar amalga oshirilgan. Bundan tashqari, suvning miqdori gidratlanish darajasiga qarab o'zgarishi ko'rsatilgan. Empirik bo'lmagan hisob-kitoblardan foydalanish jarayondagi har xil turdagi o'zaro ta'sirlarni bir xil darajada sifat jihatidan hisobga olish imkonini beradi. Muallif tomonidan ishlab chiqilgan uslub suv molekulari va ionlarning o'zaro taqsimlanishini tasvirlash, suv molekularining ionlar bilan o'zaro ta'sirini sifat jihatidan ifodalashga olib kelgan. Rasm-3 da suv va ionit qarshi ionlarining funksional guruhga nisbatan o'zaro joylashishining ikkita varianti ko'rsatilgan. V. M. Zelenkovskiyning keyingi ishlarida ba'zi hollarda ion almashinadigan guruh bilan suv molekulari emas, balki erigan QME ning ion juftlari o'zaro ta'sir qilishi ko'rsatilgan. Bunday holda, ion almashinadigan guruh va QME molekulasidan iborat gidratlangan assotsiatlar hosil bo'ladi.

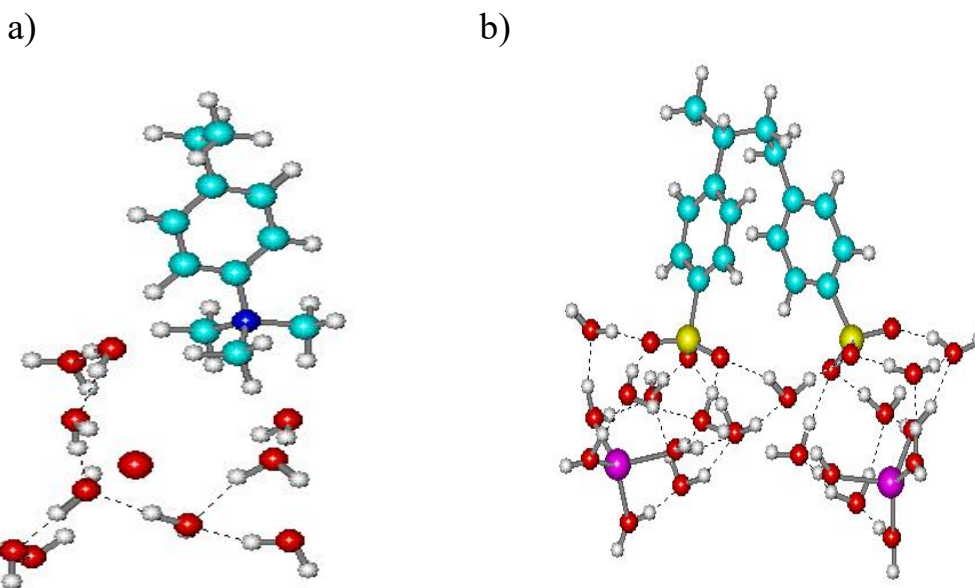
- birinchidan, qutbli guruh bilan bog‘langan gidratlangan ion juftligi PE fazasining tarkibiy qismiga aylanadi. Shuning uchun TPE ning PE dagi aktivligi (\bar{a}_{el}) bu fazadagi suvning aktivligi bilan bog‘liq bo‘ladi (\bar{a}_w). Ya‘ni, elektrolitning PE fazasidagi aktivligi (\bar{a}_{el}) tashqi eritma fazasidagi (a_{el}) aktivligi farq qiladi, bu esa quyidagicha yoziladi: $\bar{a}_{el} \neq a_{el}$.

- ikkinchidan, assotsiatlar hosil bo‘lganda, PE fazasidagi zaryadlangan zarrachalar soni o‘zgarishsiz qoladi:



Ya‘ni, bu vaziyatda qutbli guruh o‘zini adsorbsion markaz sifatida tutadi, bir tomondan polimer matritsasi, ikkinchisi esa gidratlangan ion jufti bilan ekranlanadi. Shu sababli, ma‘lum bir dipolni o‘rab turgan suv miqdori QME ning tabiati va konsentratsiyasiga bog‘liq bo‘lib, bu jarayon suvning umumiy miqdori uchun quyidagicha ifodalandi:

$$\bar{n}_w^y = \bar{n}_w + \bar{n}_w^{el} = (1 - \bar{n}_{el})\bar{n}_w^i + \frac{\bar{n}_{el}W}{\bar{m}_{el}^{bin}} \quad (13)$$



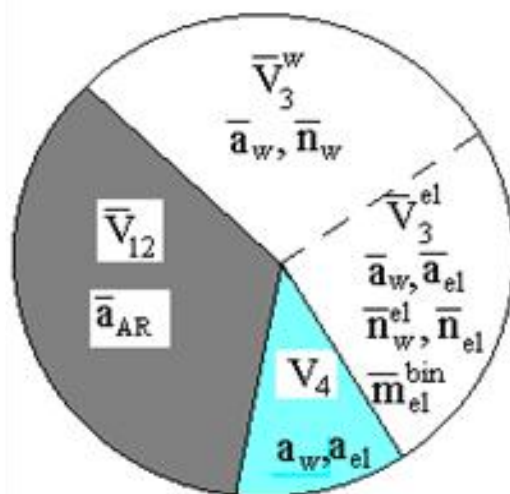
Rasm-3. a) bitta funksional guruhga ega bo‘lgan kuchli asosli anionit, iodid ioni va 10 ta suv molekulasidan iborat sistema; b) ikkita funksional guruhga ega bo‘lgan kuchli kislotali kationit, 2 ta natriy ioni va 20 ta suv molekulasidan iborat sistema.

Suvning fazalar orasida taqsimlanishini uning taqsimlanish konstantasi yordamida ifodalaganda, biz QME ning PE tarkibiga kirib borgan taqdirda, uning fazalar orasida taqsimlanishini taxmin qilamiz. Natijada PE eritmasi fazasi va QME eritmasi fazasi elektrolitlarning taqsimlanish konstantasi yordamida aniqlanadi.

$$K_d^{el} = \frac{\bar{a}_{el}}{a_{el}} \quad (14)$$

Shubhasiz, bu holatda PE fazasining tarkibi va miqdori o'zgaradi. Buning sabablarini to'liq tavsiflash uchun bu holatni batafsilroq ko'rib chiqamiz. Yuqorida aytib o'tilganidek, agar o'rganilayotgan sistema muvozanat holatida bo'lsa, u holda har ikkala fazalardagi suvning aktivliklari suvning taqsimlanish konstantasiga bog'liq bo'ladi. Agar QME PE eritmasi fazasiga kirs, u holda fazalararo muvozanat shartiga ko'ra, K_D^W qiymat o'zgarmasligi kerak. Ya'ni, suvning aktivligi bir xil bo'lib qolishi kerak. Bu faqat PE fazasiga elektrolitlar emas, balki ma'lum bir konsentratsiyali elektrolitlar eritmasi kirib borgan taqdirdagina mumkin bo'ladi.

Faraz qilaylik, QME polielektrolit fazasiga binar eritma shaklida kirs, u holda suvning aktivligi binar PEDagi kabi bo'ladi. Rasm-4 da QME eritmasi bilan bo'kkan tikilgan polimer granulasining tarkibi sxematik tarzda ko'rsatilgan. Bu erda, PE eritmasi hajmi shartli ravishda uch hajmga bo'linadi: \bar{V}_{12} - polielektrolit hajmi, \bar{V}_3^W - "izopiestik" suv hajmi, \bar{V}_3^{el} - \bar{m}_{el}^{bin} - konsentratsiyali binar QME eritma hajmi.



Rasm-4. QME eritmasida bo'kkan tikilgan polimer granulasining tarkibi.

PE fazasi uch komponentli aralashmadan (ikki elektrolit va suv) iborat deb qabul qilinadi. Bu xulosa I.Mikulin va A.Zdanovskiy asarlarida taklif qilingan algoritmgaga muvofiq tuzilgan. Eritmada umumiy ionga ega bo'lgan ikkita elektrolit bo'lsa, QME aktivligining ifodasi quyidagicha bo'ladi:

$$\bar{a}_{el} = \bar{m}_{el} \bar{m}_{\Sigma} \bar{\gamma}_{el_{\pm}}^2 \quad (15)$$

Bu yerda: \bar{m}_{el} - polielektrolit fazasidagi elektrolitning molyar konsentratsiyasi, \bar{m}_{Σ} - eritmaning umumiy konsentratsiyasi, $\bar{\gamma}_{el_{\pm}}$ - aralashmadagi elektrolitning o'rtacha molyar aktivlik koeffitsienti.

$$\bar{\gamma}_{el_{\pm}} = \bar{\gamma}_{el_{\pm}}^{bin} \frac{\bar{m}_{el}^{bin}}{\bar{m}_y} \quad (16)$$

\bar{m}_{el}^{bin} - konsentratsiyali binar eritmadagi elektrolitning $\bar{a}_{el\pm}^{bin}$ - o'rtacha molyar aktivlik koeffitsienti.

\bar{m}_{el} - qiymatni quyidagicha yozish mumkin:

$$\bar{m}_{el} = \frac{\bar{m}_{el}}{\bar{m}_y} \bar{m}_y = \bar{x}_{el} \bar{m}_y = \bar{n}_{el} \bar{m}_y \quad (17)$$

Quyidagi tenglamalardan foydalanib, ikki elektrolitlardan tarkib topgan aralashmalarning ionit tomonidan sorbirlanish jarayonida komponentlarning polielektrolit eritmasi fazasidagi konsentratsiyalarini, miqdorlarini, aktivliklarini tajriba natijalari asosida aniqlashga imkon yaratiladi.

$$\bar{a}_{el} = \bar{m}_{el} \bar{m}_y \bar{a}_{el\pm}^2 = \bar{n}_{el} \bar{m}_y \bar{m}_y \frac{\bar{m}_{el}^{bin^2}}{\bar{m}_y} \bar{a}_{el\pm}^{bin^2} = \bar{n}_{el} \bar{m}_{el}^{bin^2} \bar{a}_{el\pm}^{bin^2} \quad (18)$$

$$K_d^{el} = \frac{\bar{a}_{el}}{a_{el}} = \frac{\bar{n}_{el} \bar{m}_{el}^{bin^2} \gamma_{el\pm}^{bin^2}}{m_{el}^2 \gamma_{el\pm}^{bin^2}} \quad (19)$$

$$\bar{n}_{el} = \frac{K_d^{el} m_{el}^2 \gamma_{el\pm}^{bin^2}}{\bar{m}_{el}^{bin^2} \gamma_{el\pm}^{bin^2}} \quad (20)$$

$$\bar{n}_w^y = \bar{n}_w + \bar{n}_w^{el} = (1 - \bar{n}_{el}) \bar{n}_w^i + \frac{\bar{n}_{el} W}{\bar{m}_{el}^{bin}} \quad (21)$$

$$\bar{m}_{el} = \frac{\bar{n}_{el} W}{\bar{n}_w^y} \quad (22)$$

$$\bar{m}_y = \frac{W}{\bar{n}_w^y} \quad (23)$$

Shunday qilib, K_d^{el} dan foydalanib, polielektrolit fazasi tarkibi haqida to'liq ma'lumot olish mumkin. Natijada muvozanat holatida QME eritmasining turli konsentratsiyalardagi qiymatlarini olgandan so'ng, $\bar{n}_{el} = f(a_w)$ koordinatalarda ushbu elektrolitning sorbsiya izotermasini qurish mumkin. Bu esa reagentsiz usulda aralashmalar tarkibidan komponentlarni ajratib olishga imkon yaratadi.

4. Polimer gel' kinetikasi.

Agar polimer gel' hajmining o'zgarishi birinchi tartibli kinetik tenglama bilan ifodalansa, u holda k- konstanta jarayonning borish vaqtini ifodalaydi, chunki

odatda $t = \frac{1}{k}$ vaqt davomida polimer gel' hajmi taxminan butun bo'kish

jarayonining $\sim 2/3$ qismiga teng bo'ladi. Bu holda bo'kish tezligi polimer gelning to'liq va joriy bo'kish darajalari farqiga to'g'ri proporsional bo'ladi va u quyidagicha ifodalanadi:

$$\frac{dV}{dt} = -k(V - V_{eq}) \quad (24)$$

Bu yerda: V - granulaning joriy vaqt davomidagi hajmi, V_0 - boshlang'ich vaqtdagi granulaning hajmi, bu hajm granulaning suvda bo'kkan hajmiga teng, V_{eq} - granulaning muvozanat holatidagi hajmi, k - granulaning bo'kish tezligi konstantasi.

(24) tenglama yechimi quyidagicha ifodalanadi:

$$V(t) = (V_0 - V_{eq})e^{-kt} + V_{eq} \quad (25)$$

tenglamadan foydalanib, bo'kish tezligi konstantasini quyidagi tenglama orqali hisoblash mumkin:

$$k = -\frac{1}{t} \ln \left(\frac{V_i - V_{eq}}{V_0 - V_{eq}} \right) \quad (26)$$

Agar vaqt davomida granula hajmining o'zgarishi ikkinchi tartibli kinetik tenglama bo'yicha borsa, u holda quyidagi tenglamalardan foydalaniladi:

$$\frac{\partial^2 V_i}{\partial t^2} = -\alpha \frac{\partial(V_i - V_{eq})}{\partial t} + \beta(V_i - V_{eq}) \quad (27)$$

bu yerda: α –Gukning elastiklik konstantasi, β – geldagi fazalararo o'zaro ta'sirni ifodalovchi kattalik.

Bu tenglamaning yechimi quyidagi ifodani beradi.

$$V_i = V_{eq} + Ae^{-K_1 t} + Be^{-K_2 t} \quad (28)$$

α va β kattaliklarni

$$\alpha = -(K_1 + K_2) \quad (29)$$

$$\beta = -K_1 K_2 \quad (30)$$

formular yordamida K_1 va K_2 koeffisientlarning qiymatlarini bilgan holda aniqlash mumkin. Shuningdek A va B koeffisientlarning qiymatlarini aniqlashga qo'shimcha shart qo'yiladi.

Agar tajriba natijalaridan bo'kish jarayoni teskari qiymati logarifmining vaqtga bog'liqligi bitta to'g'ri chiziqqa yotsa, bu to'g'ri chiziqning tangens burchagi k_1 koeffisientning qiymatini bildiradi va bo'kish jarayoni birinchi tartibli kinetik tenglama bilan ifodalanadi. Agar bo'kish jarayoni chiziqli bog'lanishga ega bo'lmasa, u holda ikkinchi tartibli kinetik tenglamadan foydalaniladi.

3-Mavzu. Zamonaviy molekulyar-kinetik nazariyalarni mono-, bi, uch-molekulyar reaksiyalarda qo'llash. Otar holat nazariyasini termodinamik va statistik ifodalash

Reja:

- 1. Faol to'qnashishlar nazariyasi.**
- 2. To'qnashishlar soni orqali tezlik konstantasini hisoblash**
- 3. Faol kompleks nazariyasi.**
- 4. Otar holat nazariyasini termodinamik va statistik ifodalash**

Kimyoviy kinetika nazariyalarining asosiy vazifasi - bu reagentlarning turlicha tuzilishlari va reaksiya yo'liga tayangan holda elementar reaksiyalar tezlik

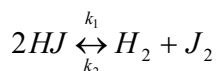
konstantalari va ularning haroratga bog'liqligini hisoblashdan iborat. Bunday nazariyalar asosan faol to'qnashishlar va faol kompleks nazariyalariga bo'linadi.

Faol to'qnashishlar nazariyasi kimyoviy kinetikaning asosiy nazariyalaridan biri bo'lib, unga ko'ra gaz fazada boruvchi kimyoviy reaksiyalar zarrachalarning to'qnashuvi natijasida amalga oshiriladi, ularning umumiy kinetik energiyasi ma'lum bir kritik qiymatdan katta bo'ladi, reaksiyaning faollanish energiyasi bilan aniqlanadi. Bu nazariyaga ko'ra, kimyoviy reaksiya tezligi vaqt birligidagi faol to'qnashuvlar soni bilan belgilanadi. Turli xil reaksiyalar uchun eksponensial oldi omillarning nazariy hisoblangan qiymatlari tajriba natijalaridan olingan qiymatlardan oshib ketganligi sababli, tezlik konstantasini hisoblash uchun kinetik tenglamaga sterik omil deb ataladigan tuzatish koeffitsienti kiritiladi. Bu koeffitsient molekullarning to'qnashuv paytida reaksiya uchun qulay yo'nalishi zarurligini hisobga oladi. Sterik omilning fizik ma'nosini o'tish holati nazariyasi yoritadi va reaksiyaga kirishuvchi molekullar va faollashtirilgan komplekslarning tuzilishi va tuzilishiga bog'liq bo'lgan entropiya omili sifatida belgilanadi.

Faol to'qnashishlar nazariyasida quyidagi asosiy ehtimolliklar hisobga olinadi:

1. O'zaro to'qnashishda bo'lgan A va B molekullarning tezliklari Maksvell taqsimoti bo'yicha taqsimlangan deb qaraladi. Reaksiya borish jarayonining barcha davrida Maksvell bo'yicha taqsimlanish saqlanib qoladi.
2. A va B molekullari sferik zarrachalar deb qabul qilingan bo'ladi.
3. Barcha reaksiyalarda faqat to'qnashgan molekullar ishtirok etadi.

Shuning uchun reaksiya sistemada o'zaro to'qnashgan molekullar sonini bilib, reaksiya tezligini aniqlash mumkin bo'ladi. Misol sifatida quyida vodorod iodidning parchalanish reaksiyasini ko'ramiz.



Vaqt birligi ichida hajm birligida bir xil zarrachalarning to'qnashishlar soni

$$z_n = 2n^2 d^2 \frac{\pi RT}{M}^{\frac{1}{2}} \quad (1)$$

ga teng bo'ladi.

Bu yerda: n – 1 sm³ hajmdagi molekullar soni, d - molekullar diametri, sm; R - universal gaz doimiyligi, erg/mol·grad; M –reaksiyaga kirishuvchi moddaning molekulyar massasi, g/mol.

O'zaro to'qnashgan molekullar soni $z^I = 2z_n$ teng bo'lganligi sababli, tezlik quyidagicha ifodalanadi:

$$W = \frac{2z_n}{N} \quad (2)$$

bu yerda tezlikning o'lchov birligi mol/sm³·sek, N – Avogadro soni.

Agar reaksiyaga kirishayotgan moddalar miqdori 1 mol/sm³ bo'lsa, u holda $W = k$ bo'ladi.

Agar vodorod iodidning parchalanish reaksiyasida $d_{HJ} = 3,5 \cdot 10^{-8} \text{ sm}$,
 $C = 1 \frac{\text{mol}}{\text{sm}^3}$, $T = 698,6 \text{ K}$ bo'lsa, u holda reaksiya tezligi

$$W = \frac{2 \cdot 2 \left(6,02 \cdot 10^{23}\right)^2 \left(3,5 \cdot 10^{-8}\right)^2}{6,02 \cdot 10^{23}} \cdot \frac{3,14 \cdot 8,314 \cdot 10^7 \cdot 698,6}{128}^{1/2} \cdot 10^3 = 1,11 \cdot 10^{11} \text{ mol} \cdot \text{sm}^{-3} \cdot \text{sek}^{-1}$$

ga teng bo'ladi. $C = 1 \frac{\text{mol}}{\text{sm}^3}$, $T = 698,6 \text{ K}$ sharoitda *HJ* parchalanish tezligining tajriba yo'li bilan olingan qiymati esa $1,24 \cdot 10^{-3} \text{ mol/sek sm}^3$ ga teng. Tezliklar orasidagi farq

$$\frac{W_{his}}{W_{taj}} = \frac{1,11 \cdot 10^{11}}{1,24 \cdot 10^{-3}} = 9 \cdot 10^{13}$$

martaga teng bo'ladi. Bu farqni tushuntirish uchun Arrenius quyidagi ehtimollikni ta'kidladi. Oddiy molekular bilan bir qatorda faol molekular mavjud bo'lib, bu molekularning energiyasi juda kattadir va bunday molekularning to'qnashishi hisobida kimyoviy reaksiyalar sodir bo'ladi. Faol molekular deb katta kinetik energiyaga, tebranish energiyasiga yoki elektronlari yuqori energetik pog'onalarda joylashgan molekularga aytiladi. Faollantirish bu reaksiyon jarayonning boshlang'ich va oxirgi holatlarini ajratib turadigan potensial to'siqni yengib o'tish uchun yetarli energiyaga ega bo'lgan molekularning holati bilan ifodalanadi.

E_a -faollanish energiyasi qiymatidan kichik energiyaga ega bo'lmagan molekular soni uchun Bolsman taqsimotiga asosan zarrachalar soni quyidagicha ifodalanadi:

$$z_a = z \cdot e^{-\frac{E}{kT}} \quad (3)$$

bu yerda: z_a - energiyasi E qiymatdan katta bo'lgan molekular soni, z - barcha to'qnashishlar soni.

HJ ning parchalanish reaksiyasi tezligi quyidagicha

$$W = \frac{2 \cdot z \cdot e^{-\frac{E}{kT}}}{N} \quad (4)$$

bo'ladi. Bu formula yordamida hisoblab topilgan aktivlanish energiyasi qiymati $E = 44600 \text{ kal/mol}$ ga teng.

E_a ning qiymatini Arrenius tenglamasi yordamida hisoblab topilgan qiymati ham $E = 44600 \text{ kal/mol}$ ga teng. Bu qiymatlar o'zaro teng bo'lib, Arreniusning "faqat faol molekular to'qnashganda reaksiya sodir bo'ladi" degan fikrini tasdiqlaydi. Ammo ba'zi molekular uchun bunday o'xshashlik kuzatilmaydi.

Misol sifatida $2\text{NO}_2 = 2\text{NO} + \text{O}_2$ reaksiya uchun $200\text{-}300^\circ\text{C}$ harorat sohasida ($d = 2 \cdot 10^{-8} \text{ sm}$) tezlik konstantalar quyidagilarga

$$k_{taj} = 1,25 \cdot 10^{11} e^{-\frac{26500}{kT}}$$

$$k_{naz} = 1,29 \cdot 10^{12} e^{-\frac{26500}{kT}}$$

teng bo'ladi. Bularning nisbatini $\frac{k_{taj}}{k_{naz}} = \frac{1,25}{22,9} = 0,05$

qiymatga teng. Tezlik konstantasining hisoblangan qiymati tajribada olingan qiymatidan 20 marta katta. Shuning uchun faol to'qnashishlar nazariyasi yordamida kimyoviy reaksiyalar tezligini hisoblash formulasida yana bitta koeffitsiyent - sterik omil tushunchasi kiritiladi.

$$W = \frac{2 P z_a}{N}$$

bu yerda: P-sterik omil.

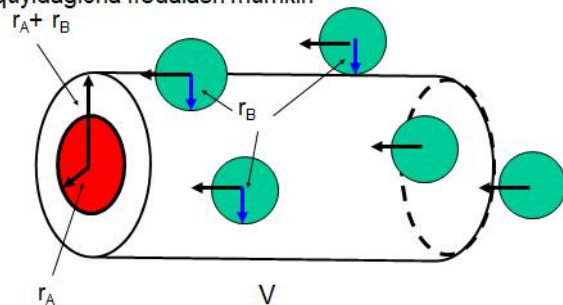
Bu ko'paytuvchining kiritilishi sababi quyidagilardan iborat:

1. Murakkab molekular uchun faol to'qnashishlar paytida faol guruhlar shunday joylashishi kerakki, natijada ular mahsulotlar hosil qilishi kerak.
2. Agar to'qnashish vaqtida energiyani qayta taqsimlanishi sodir bo'lmasa, u holda hosil bo'lgan kompleks parchalanadi va dastlabki molekular o'zaro ta'sirlashmaydi.

Faollanish turli ko'rinishda bo'lishi mumkin:

1. Ilgarilanma va aylanma harakat energiyalarining yuqori bo'lishi;
2. Hosil bo'ladigan molekularidagi atomlar va atomlar guruhlarining tebranma harakat energiyalarining yuqori bo'lishi;
3. Elektronlarning yuqori energetik pog'onada bo'lishi.

Sferik shakldagi A va B molekularining to'qnashishlarini quyidagicha ifodalash mumkin



$$\text{To'qnashishlar soni} = \pi(r_A + r_B)^2 \langle V \rangle n_B$$

Rasm-1. Faol to'qnashishlar nazariyasini sferik shakldagi molekular orqali ifodalash.

To'qnashishlar soni orqali tezlik konstantasini hisoblash

$A + B = C + D$ reaksiyada har bir faol zarrachaning to'qnashishi natijasida bitta molekularning yo'qolishi sodir bo'ladi va u quyidagicha ifodalanadi:

$$W = \frac{Z_{AB}^a}{N} \quad (5)$$

$l \text{ sm}^3$ va $l \text{ sek}$ ichida bir tur molekularning ikkinchi tur molekular bilan to'qnashishlar soni energiyalari bir xil bo'lgan holatda quyidagiga teng.

$$Z_{AB}^a = n_A n_B d_{AB}^2 8\pi RT \frac{1}{M_A} + \frac{1}{M_B} e^{-\frac{E}{RT}} \quad (6)$$

bu yerda: n_A, n_B – $l \text{ sm}^3$ dagi A va B molekularining soni; $d_{AB} = r_A + r_B$ ifoda - A va B larning radiuslari yig'indisi; M_A va M_B – A va B larning molekulyar massalari.

Oxirgi ifoda tezlik konstantasini topish formulasiga qo'yilsa:

$$W = \frac{1}{N} n_A n_B d_{AB}^2 8\pi RT \frac{1}{M_A} + \frac{1}{M_B} e^{-\frac{E}{RT}} \quad (7)$$

hosil bo'ladi. (II.7) ifoda kimyoviy kinetika asosiy postulatining matematik ifodasiga qo'yilsa, quyidagi tenglamalar hosil bo'ladi:

$$W = k \cdot C_A C_B \quad (8)$$

$c_A = \frac{n_A}{N}$, $c_B = \frac{n_B}{N}$ va $W = k \frac{n_A}{N} \frac{n_B}{N}$ bo'lganligini hisobga olib,

$$k \frac{n_A}{N} \frac{n_B}{N} = \frac{1}{N} n_A n_B d_{AB}^2 8\pi RT \frac{1}{M_A} + \frac{1}{M_B} e^{-\frac{E}{RT}} \quad (9)$$

bu ifodadan

$$k = N d_{AB}^2 8\pi RT \frac{1}{M_A} + \frac{1}{M_B} e^{-\frac{E}{RT}} \quad (10)$$

Oxirgi ifoda faol to'qnashishlar nazariyasi uchun tezlik konstantasining fizikaviy mohiyatini ochib beradi va uni hisoblashning matematik ko'rinishi hisoblanadi. Tenglamaning o'ng tomonidagi eksponenta oldi ko'paytuvchisini berilgan haroratda o'zgarmas deb qabul qilinsa, quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

$$N d_{AB}^2 8\pi RT \frac{1}{M_A} + \frac{1}{M_B} e^{-\frac{E}{RT}} = const \quad (11)$$

bundan

$$k = const e^{-\frac{E}{RT}} \quad (12)$$

$$\ln k = \ln const - \frac{E}{RT} \quad (13)$$

bu tenglamani T bo'yicha differensiallab,

$$\frac{d \ln k}{dT} = \frac{E}{RT^2} \quad (14)$$

ifoda hosil bo'ladi. (II.14) - ifoda Arrenius tenglamasi bilan solishtirilsa $E_a = E$ kelib chiqadi. Bu tenglikdan molekulyar-kinetik nazariyalar uchun faollanish energiyasining fizik mohiyatini kelib chiqadi. $T^{\frac{1}{2}}$ ni konstantadan olinsa,

$$N d_{AB}^2 \sqrt{8\pi RT} \left(\frac{1}{M_A} + \frac{1}{M_B} \right)^{\frac{1}{2}} = const \quad (15)$$

bo'ladi. Bundan quyidagi tenglamalar kelib chiqadi:

$$k = const \cdot T^{\frac{1}{2}} \cdot e^{-\frac{E}{RT}} \quad (16)$$

$$\ln k = \ln const + \frac{1}{2} \ln T - \frac{E}{RT} \quad (17)$$

(II.17) ifodani harorat bo'yicha differensialansa, quyidagi hosil bo'ladi:

$$\frac{d \ln k}{dT} = \frac{E + \frac{1}{2} RT}{RT^2} \quad (18)$$

Bu tenglamani Arrenius tenglamasi bilan taqqoslantirilsa, quyidagi ifoda hosil bo'ladi:

$$E_a = E + \frac{1}{2} RT \quad (19)$$

Ammo, ko'pchilik holatlarda reaksiyalar $T \approx 1000 \text{ K}$ oraliklarda olib boriladi va natijada $R \approx 2 \text{ kal/mol} \cdot \text{grad}$ ga teng bo'ladi, shuning uchun $\frac{1}{2} RT \approx T$ bo'ladi va energiya 1000 kal/mol dan oshmaydi. Natijada ko'pchilik reaksiyalarning faollanish energiyasi $10^4 - 10^5 \text{ kal/mol}$ ga teng bo'lib, $E_a = E$ deb qabul qilingan.

(II.15) – tenglamadagi $const$ kattalikni A bilan belgilab, Arrenius tenglamasidagi eksponenta oldi ko'paytuvchisi deb aytiladi va u fizikaviy mohiyatga ega bo'ladi. Arrenius tenglamasi quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

$$k = A \cdot e^{-\frac{E}{kT}} \quad (20)$$

Faol to‘qnashishlar nazariyasida quyidagi asosiy kamchiliklarga ega:

- zarrachalar faqat sferik shaklda deb qabul qilinadi va ularning ichki tuzilishi hisobga olinmaydi;
- hozirgacha faollanish energiyasini hisoblash usuli yo‘q;
- to‘qnashishlar sonini hisoblash muammolari bor, shuning uchun sterik omil tushunchasi kiritilgan.

Faol kompleks nazariyasi

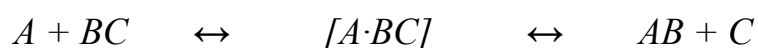
To‘qnashish usuli kimyoviy kinetikaning ko‘p masalalarini tushunishga yordam beradi. Lekin ba‘zan bu usul bergan natijalar tajriba yo‘li bilan olingan natijaga zid keladi va buning sababini tushuntira olmaydi. Masalan, tez va sekin boruvchi reaksiyalarni tushuntirishda yaxshi asoslanmagan qo‘shimcha nazariyalardan – sterik omil, energiyaning erkinlik darajasi, taqsimlanish kabilarni ko‘rsatish mumkin.

Undan tashqari to‘qnashish nazariyasi to‘qnashish jarayonining mexanizmini, ya‘ni to‘qnashish vaqtida qanday qilib kimyoviy reaksiya sodir bo‘lishini tushuntirmaydi, kimyoviy jarayonlarni soddalashtirildi. Bu kamchiliklarni tushuntirish uchun 1935-yilda Eyring va Polyani yangi usul kiritdilar. Bu usul o‘tar holat yoki faol kompleks usuli deyiladi. Faol kompleks usulida faol molekulalar muhim o‘rin egallab, to‘qnashuv paytida faollashtirilgan kompleks hosil qilish uchun yetarli kinetik energiyaga ega bo‘lgan molekulalar hisoblanadi.

Faol kompleks nazariya (o‘tish holati nazariyasi, mutlaq reaksiya tezligi nazariyasi) kimyoviy reaksiyalarning statistik nazariyasining eng oddiy varianti hisoblanadi. Reagentlar molekulalarining elektron tuzilishi va xossalari asosida elementar kimyoviy reaksiyalar tezligini taxminiy hisoblash imkonini beradi. Sistemaning boshlang‘ich holatidan oxirgi holatga o‘tishi beqaror oraliq zarracha – faollashgan kompleks yoki o‘tish holatining hosil bo‘lishi bilan bog‘liq degan taxminga asoslanadi. Faollashgan kompleks o‘zi hosil bo‘lgan molekulalarga nisbatan yuqori potentsial energiyaga ega va qisqa davrga ega bo‘ladi. Faol kompleksning parchalanish tezligini reaksiya mahsulotlarining hosil bo‘lish tezligini belgilaydi. Faollashgan komplekslar va boshlang‘ich molekulalar o‘rtasidagi muvozanatni taxmin qilish asosida kimyoviy reaksiya tezlik konstantasining haroratga bog‘liqligini ifodalovchi kinetik tenglamalarni hosil qilish uchun klassik va statistik termodinamika usullaridan foydalaniladi.

To‘qnashish va o‘tar holat usullarini bir-biriga qarama-qarshi qo‘yish yaramaydi. Faol to‘qnashishlar nazariyasida reaksiyaga kirishayotgan zarrachalarning to‘qnashishlari muhokama etilsa, o‘tar holat nazariyasida esa to‘qnashishdan keying holat muhokama etiladi. Shuning uchun bu usullar bir hodisani nazariy hal qilishga intiladi va bir – birining kamchiligini to‘ldiradi.

Bu nazariyani quyidagi reaksiya misolida tushuntirish mumkin:

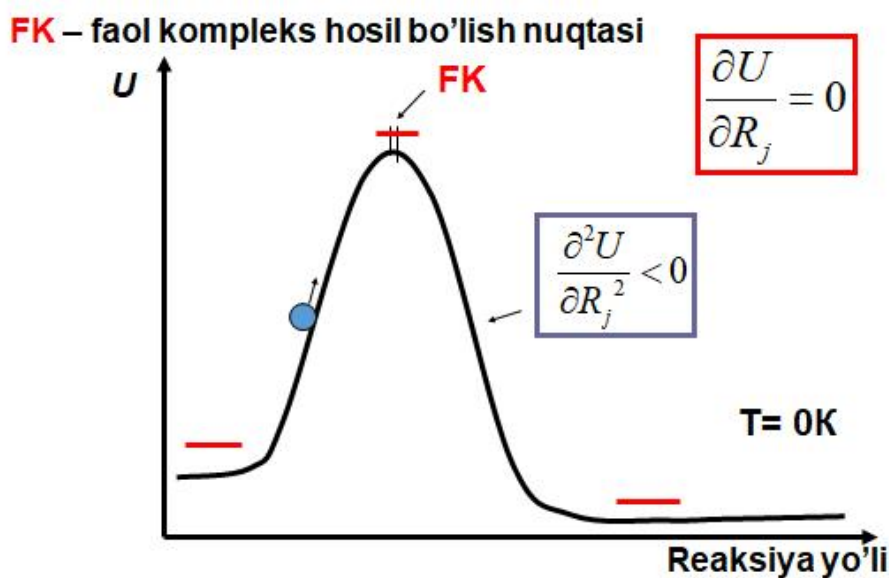


bu yerda: $A + BC$ - dastlabki moddalar, $[A \cdot BC]$ - faol kompleks,

$AB + C$ - reaksiya mahsulotlari hisoblanadi.

Reaksiya natijasida B-C bog‘i uzilib, A-B bog‘i hosil bo‘ladi, lekin bu jarayon birdaniga ro‘y bermaydi. BC molekula, A atomga yaqinlashgan sari B va C atomlar oralig‘i uzayib, ya‘ni B-C bog‘i bo‘shashib boradi. Xuddi shu vaqt ichida A va B atomlar bir-biriga yaqinlasha boradi, ya‘ni A-B bog‘i hosil bo‘la boshlaydi. Ma‘lum paytda B atom bir vaqtning o‘zida ham BC va ham AB molekulaga qarashli bo‘lib qoldi. Ya‘ni A-B-C kompleksi hosil bo‘ladi. Bu kompleks faol kompleks bo‘lib, uning ishlash muddati faol kompleksning hosil bo‘lishidan boshlab parchalanishiga qadar o‘tgan vaqt bilan ifodalanadi. Odatda u kompleksning tabiatiga bog‘liq bo‘lmaydi, haroratga teskari proporsional bo‘lib, 10^{-12} - 10^{-13} sek ga tengdir.

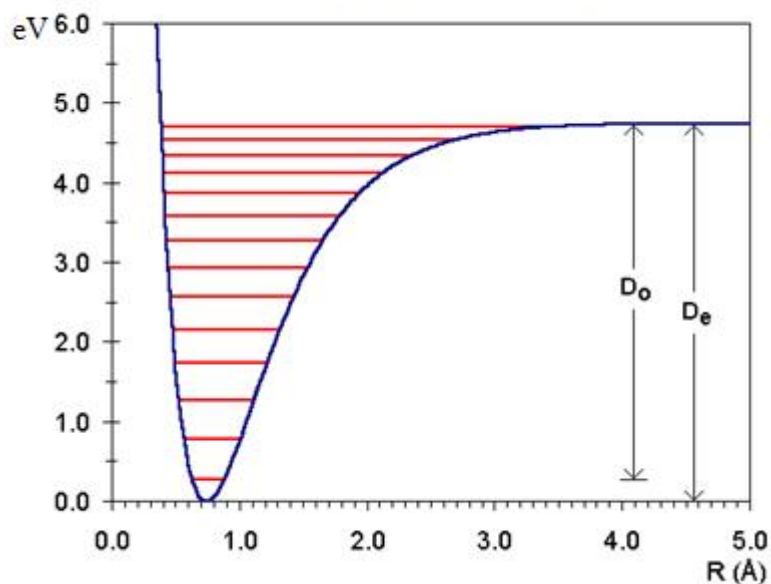
Quyidagi II.5-rasmda A va BC moddalar o‘zaro ta‘sirlashganda A-B-C kompleksi hosil bo‘lishi keltirilgan. Atomlar oralig‘i o‘zgarigan sari sistemaning energiyasi ham o‘zgaradi. Bu jarayonni fazoviy koordinatalar sistemasida ko‘rsatish mumkin. Demak, sistemada moddalar o‘zaro reaksiyaga kirishganda sistemaning energiyasi orta borib, (rasm-II.3.) eng yuqori qiymatiga yetgandan so‘ng yana kamaya boradi. Sistema erishgan eng yuqori qiymatli energiya faollanish energiyasidir.



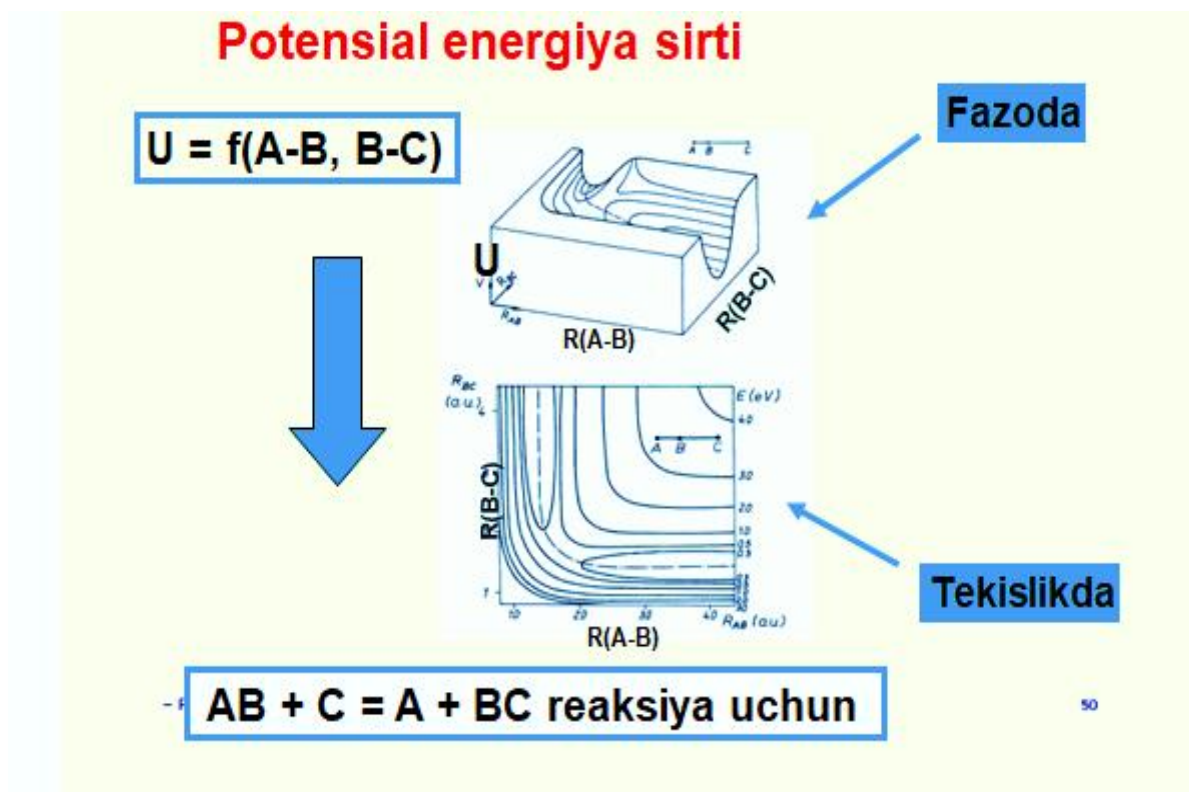
Rasm-II.3. Sistemada energiya o‘zgarishining reaksiya yo‘liga bog‘liqligi.

Kimyoviy reaksiya bu yadrolarning potensial energiya sirti bo‘yicha harakatidir. Potensial energiya sirti bu geometrik sirt bo‘lib, reaksiyaga kirishayotgan zarrachalar potensial energiyalarining reaksiyon muhitning geometrik tuzilishiga bog‘liqligini bildiradi (rasm-II.4).

Potensial energiya sirti egri chizig'i



Rasm-II.4. Potensial energiya sirti.



Rasm-II.5 $A + BC = A + BC$ reaksiya uchun fazoda va tekislikda potensial energiya sirti.

Reaksiyaning tezligi faol kompleks konsentratsiyasiga va ularning harakat tezligiga to'g'ri proporsionaldir.

$$W = kC_1C_2 = \alpha C^* \bar{W} \quad (21)$$

$$k = W/C_1C_2 = \alpha \frac{C^*}{C_1 C_2} \bar{W} \quad (22)$$

$$K^* = BC + A \leftrightarrow [BCA]^* \quad (23)$$

bu yerda: C_1 va C_2 lar reaksiyaga kirishayotgan moddalarning dastlabki konsentrasiyalari, C^* - faol kompleks konsentrasiyasi, W - faol kompleksning o'rtacha aylanish tezligi, α - transmission koeffitsiyent yoki o'tar holat koeffitsiyenti.

$$k = \alpha \frac{C^*}{C_1 C_2} W = \alpha K^* W \quad (24)$$

Termodinamika asoslaridan va gazlarning kinetik nazariyasidan foydalanib, quyidagigini yozish mumkin:

$$k = \alpha \frac{kT}{h} e^{\Delta S^*} \cdot e^{-E/RT} \quad (25)$$

bu yerda, K - Bolsman doimiysi, h -Plank doimiysi, ΔS^* - kompleks hosil bo'lganda entropiya o'zgarishidir. Boshqacha qilib aytganda standart holatdagi boshlang'ich moddalardan bir mol faollashtirilgan komplekslar hosil bo'lishida reaksiya sistema entropiyasining o'zgarishidir. Gibbsning faollanish energiyasi, yani standart holatda bir mol boshlang'ich moddalar va faollashgan kompleks molekularining Gibbs energiyalari o'rtasidagi farq ham muvozanat holatiga muhim o'rin tutadi.

Agar oxirgi tenglamani faol to'qnashishlar nazariyasi tenglamasi bilan solishtirsak

$$K = pZ e^{-\frac{E}{RT}} \quad (26)$$

quyidagi tenglama kelib chiqadi:

$$pZ = \alpha \frac{kT}{h} e^{\frac{\Delta S^*}{R}} \quad (27)$$

Bu munosabat faol kompleks usuli to'qnashish usulidagi eksponenta oldidagi kattalikning fizikaviy ma'nosini oydinlashtiradi va ularni hech qanday shubhasiz chiqarib beradi.

Ikkinchi tomondan faol kompleks usuli reaksiya tezligini reaksiyaga kirishuvchi moddalarning tuzilishi bilan bog'laydi. Agar A^* tuzilishi ma'lum bo'lsa, statistik usul bilan ΔS^* ni hisoblab topish mumkin. Nihoyat E spektral usuli bilan hisoblansa, reaksiya tezligi nazariy usulda hisoblanishi mumkin.

Faol kompleks nazariyasining asosiy tushunchalari quyidagilardan iborat:

- boshlang'ich moddalar faol kompleks nuqtasiga yetib kelsa, albatta mahsulot hosil bo'ladi;

- reagentlar va faol kompleks orasida termodinamik muvozanat qaror topadi;

- klassik fizika qonunlariga bo'ysungan holda faol kompleks nuqtasi yaqinida sistema potensial energiya sirti bo'yicha harakatlanadi;

- kimyoviy reaksiyaning borish jarayoni sistemaning bitta potensial energiya sirtida joylashadi. Bunday qarashda sistemaning elektron holati o'zgarmaydi.

Bu usulning kamchiligi quyidagilar:

- 1) ΔS hisoblash qiyin,
- 2) aniq miqdoriy natijalar olib bo'lmaydi.

4-mavzu. Geterogen va fermentativ katalizning o'ziga xos xususiyatlari

Reja:

3. Geterogen kataliz.

4. Fermentativ kataliz

Qattiq katalizator sirtida katalitik reaksiyalarning borish jarayonini besh bosqichga bo'lish mumkin:

- 1) katalizator sirtiga moddalarning diffuziyalanishi;
- 2) moddalarning qaytar adsorbsiyalanishi;
- 3) adsorbsion qavatda reaksiyaning borishi;
- 4) sirt yuzasidan mahsulotlarning qaytar desorbsiyalanishi;
- 5) reaksiya mahsulotlarining sirt yuzasidan atrofga diffuziyalanishi;

Bunday katalitik reaksiyaning umumiy tezligi eng sekin o'tadigan bosqich tezligiga teng bo'ladi.

Agar reaksiya davomida diffuziya hisobga olinmasa, adsorbsiya - desorbsiya muvozanati tezda qaror topadi, u holda katalitik reaksiyaning tezligi adsorbsion qavatda sodir bo'ladigan reaksiya tezligi orqali aniqlanadi. Bunday holda geterogen kataliz mexanizmi quyidagi ko'rinishda ega bo'ladi:



Chegara sirtida boradigan reaksiyaning umumiy ko'rinishini quyidagicha yozish mumkin:



Bunday reaksiya tezligi

$$W = \frac{k_1 K_{4,S} P_S}{1 + K_{L,S} P_S + K_{L,P} P_P} \quad (3)$$

bo'ladi. Bu yerda: K_L - adsorbsion muvozanat konstantasi, P - parsial bosim.

Shunday qilib, geterogen katalitik reaksiya tezligi dastlabki moddalar va mahsulotlarning parsial bosimi orqali aniqlanadi.

Geterogen katalizning multiplet nazariyasi A. Balandin tomonidan ishlab chiqilgan. Bu nazariya geterogen katalitik reaksiyaning elementar akti multiplet kompleks hosil bo'lishi va parchalanishi degan farazga asoslanadi. Multiplet kompleks hosil bo'lishining hal qiluvchi sharti aktivlashtirilgan adsorbsiyaning mavjudligidir.

Katalizga IYUPAK ta'rifi quyidagicha: Gibbs erkin energiyasining umumiy qiymatini o'zgartirmasdan reaksiya tezligini oshiradigan moddalarga katalizatorlar deyiladi. Bu jarayon kataliz deyiladi. Katalizator bir vaqtning o'zida ham reagent

ham mahsulot hisoblanadi. «Katalizator reagentlarning mahsulotlarga aylanishining yangi reaksiyon yo'lini ochib beradi» deb ham ta'rif berish mumkin.

Katalizning ta'rifi uning kimyoviy mohiyatini ko'rsatib, boshqa ta'sirlar, masalan fizik parametrlar ta'siri ostida tezlikning o'zgarish farqini yoritib beradi. Boshqa tomondan, katalizatorning stexiometrik jihatdan reaksiyalarga ishtirok etmasligi, uning kataliz jarayonida sarflanmasligi bilan tushuntiriladi. Bundan reaksiya paytida katalizatorga hech qanday o'zgarish sodir bo'lmaydi degan xulosa kelib chiqadi. Turli moddalarning reaksiyalarga turlicha katalitik ta'sirining sababi katalizator ishtirokida reaksiya mexanizmining o'zgarishidir, ya'ni jarayon davomida yangi bir yoki bir necha reaksiya yo'llarining paydo bo'lishidir. Reaksiya mexanizmi deb kimyoviy jarayonlarda boshlang'ich moddalardan mahsulotlar hosil bo'lishida sodir bo'ladigan barcha elementar bosqichlar yig'indisiga aytiladi.

Kataliz ikkiga ijobiy va salbiy katalizga bo'linadi. Birinchi holda katalizator ishtirokida reaksiya tezligi oshadi, ikkinchisida esa kamayadi. Bu hodisalarning izohi quyidagicha. Ijobiy katalizda oraliq mahsulot hosil bo'lishida katalizatorning boshlang'ich moddalar bilan kimyoviy o'zaro ta'siri natijasida aktivlanish energiyasi qiymati kamayadi, salbiy katalizda esa aksincha. Shuning uchun reaksiya tezligining ijobiy katalizda oshishi va salbiy katalizda pasayishi yoki hatto uning tugashi kuzatiladi. Bugungi kunda salbiy kataliz o'rniga ingibirlanish atamasi qo'llaniladi.

Katalizda oraliq birikmalar nazariyasi quyidagicha:

1. Katalizator boshlang'ich modda bilan beqaror oraliq birikma hosil qiladi.
2. Oraliq birikma hosil bo'lishi qaytar jarayon bo'lib, teskari yo'nalishda nisbatan tez davom etadi.
3. Beqaror oraliq birikma mahsulotni hosil bo'lish tomoniga nisbatan sekin o'tadi.
4. Katalitik reaksiyaning umumiy tezligi boshlang'ich moddalar konsentratsiyaga bog'liq bo'lmasdan, faqat oraliq moddalar konsentratsiyaga bog'liq bo'ladi.
5. Bitta katalizator reagent bilan o'zaro ta'sir etib bir vaqtning o'zida bir nechta oraliq birikmalar hosil qilishi mumkin.

Katalitik jarayonlarni turli mezonlarga ko'ra tasniflash mumkin.

Komponentlarning fazaviy tarkibiga ko'ra, katalitik reaksiyalar odatda quyidagilarga: gomogen kataliz (agar boshlang'ich moddalar, reaksiya mahsulotlari va katalizator bir fazada bo'lsa, masalan, kislotalar ishtirokida saxaroza eritmalarining inversiyasi) va geterogen katalizga (reaksiya aralashmasi va katalizator turli fazalarda) bo'linadi. Gomogen va geterogen kataliz oralig'ida joylashgan fermentativ kataliz ko'pincha mikrogeterogen kataliz deb ataladi.

Kimyoviy kinetikada katalitik reaksiyalarni ikkita asosiy guruhga bo'lishi quyidagilarga asoslangan:

- gomolitik kataliz, bunda katalizator bilan reagentlarning oraliq kimyoviy birikma hosil qilish jarayoni gomolitik mexanizmga muvofiq sodir bo'ladi; ya'ni bir elektron juftlarning uzilishi va boshqa elektron juftlarning hosil bo'lishi bilan boradi;

- geterolitik kataliz, oraliq kimyoviy o'zaro ta'sirning tabiati - geterolitik, ya'ni jarayon elektron juftlarning uzilishsiz va boshqa elektron juftlarning hosil bo'lishsiz boradi.

Ushbu yondashuvlar bilan oraliq o'zaro ta'sirning tabiati aniqroq ko'rinib, katalizatorning xususiyatlarni ko'rsatadi.

Gomolitik mexanizm bilan boradigan reaksiyalarga quyidagilarni ko'rsatish mumkin: ammiak sintezi, CO va H₂ dan spirtlar sintezi, benzol, fenol va anilin tarkibidagi qo'sh bog'larni gidrogenlash; SO₂ ni SO₃ gacha, NH₃ ni NO gacha, metanolni formaldegidgacha oksidlanishi.

Bunday reaksiyalarda yangi elektron juftlar hosil qilish uchun juftlashmagan elektronlarni berishga qodir moddalar katalizatorlar vazifasini bajaradi. Bularga d- yoki f- metallar yoki ularning birikmalari kiradi.

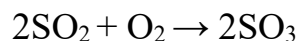
Uglevodorodlarning krekinglash reaksiyalari, spirtlarning degitratlanishi, olefinlarning hidratlanishi kabi reaksiyalar geterolitik mexanizm bo'yicha boradi. Bunday jarayonlarda koordinatsion bog'lanish hosil qilish qobiliyatiga ega bo'lgan Fridel-Krafts katalizatorlari (masalan, Al₂O₃, AlCl₃) qo'llaniladi.

Kataliz - bu o'ziga xos hodisadir, shuning uchun moddaning katalitik faolligi faqat ma'lum bir reaksiyaga nisbatan baholanishi mumkin, ammo ba'zi katalizatorlar bir necha reaksiyalarga nisbatan faollikni ko'rsatishi mumkin. Umuman olganda, katalizatorlarning tarkibi va kimyoviy tuzilishi juda xilma-xildir. Katalizatorlar sof moddalar (metallar, faol uglerod), birikmalar (oksidlar, tuzlar), organik ligandlarga ega bo'lgan metall komplekslari, yoki oqsillar (fermentlar) bo'lishi mumkin. Boshlang'ich moddalar va katalizatorlar miqdorlari o'rtasida stexiometrik nisbatlar mavjud emas. Masalan, nitrat kislotasi ishlab chiqarishda ammiakning oksidlanish jarayonida katalizatorning bir massa qismi boshlang'ich moddalarning 10⁶ massa qismini mahsulotlarga aylanishiga olib keladi. Gomogen katalizda ko'pincha katalizatorning juda oz miqdori (10⁻¹³M dan) ko'p miqdordagi reagentlarni mahsulotlarga aylantirish jarayonini tezlashtiradi. Gomogen kimyoviy reaksiyalarning tezligi katalizator konsentratsiyasiga to'g'ri proporsionalligi tajribalar natijasida aniqlangan.

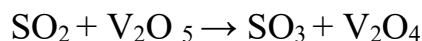
Katalizning ko'plab o'ziga xos mexanizmlari mavjud, misol qilib bir nechta asosiylarini keltiramiz.

1. "O'tkazuvchan" kataliz. Bunda katalizator atom, molekula, elektronlarni tashuvchi vazifasini bajaradi.

Masalan, quyidagi reaksiya



katalizator bo'lmaganda deyarli amalda bormaydi. Aksincha, zamonaviy katalizatorlarning mavjudligi (450 - 550°C da) jarayonni ikki bosqichda amalga oshirishga imkon beradi:

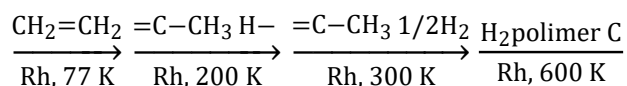


va



2. “Faollanish” katalizi. Bu holatda reaksiyon qobiliyati kichik bo‘lgan modda katalizator bilan o‘zaro ta’sir qilishi natijasida modda faol zarrachaga aylanadi. Natijada jarayon davomida beqaror yangi kimyoviy birikma hosil bo‘ladi. Misol sifatida quyidagilarni ko‘rsatish mumkin:

a) Balandin prinsipi asosida zamonaviy usullar yordamida olefinlarni faollashtirish:

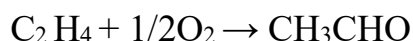


b) Substratlarni kislotalar va asoslar bilan faollashtirish.

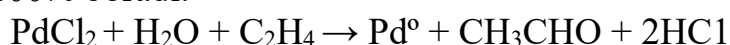
Bu usulning negizida organik birikmalarda neytral holatda molekullarning past faolligi va ular ionlarining yuqori faollikka ega bo‘lishligi yotadi.

3. «Koordinatsion» kataliz. IV-VIII guruh metallari komplekslarning ichki sferalarida katalitik o‘zgarishlar bo‘ladi. Buning natijasida reagentlarning yaqinlashuvi, ularning donor-akseptor xossalari o‘zgarishi, simmetriya taqiqlarini olib tashlanishi va ko‘p elektronli jarayonlar sodir bo‘ladi.

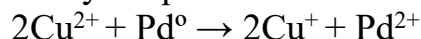
Misol sifatida sanoatda etilenni ikki katalizator Pd²⁺ va Cu²⁺ ionlari ishtirokida asetaldegidgacha oksidlashni ko‘rsatish mumkin.



Bu reaksiya katalizator bo‘lmasa past haroratlarda bormaydi, yuqori haroratlarda oksidlanish esa selektiv emas. Katalizator ishtirokida bu reaksiya T = 400 K va P = 3 bar sharoitida 100% boradi.



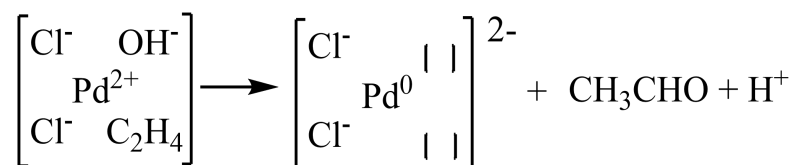
Reaksiyada Pd²⁺ ionlari etilenni oksidlab, Pd⁰ gacha qaytariladi, keyin Cu²⁺ ionlari palladiyni Pd²⁺ gacha regeneratsiyasi qiladi:



va



Bu reaksiyada etilen uchun haqiqiy oksidlovchi Pd²⁺ dir, chunki kislorod etilen molekulasi bilan ta’sirlashmaydi. Jarayon bir necha bosqichlarda koordinatsion birikmalarning hosil bo‘lishi bilan o‘tadi deb taxmin qilinadi va mahsulot hosil bo‘lishi bilan tugaydi:



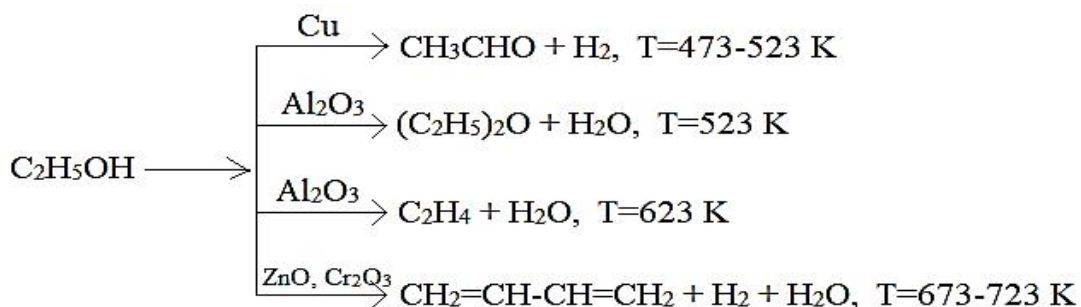
Katalizatorlarning tanlab ta’sir etish qobiliyati muhim ahamiyatga ega, chunki bu qobiliyat reaksiyalarning borish jarayonlarida maqsadli mahsulotlarni shakllantirishga imkon beradi. Masalan, dietil efirning gaz fazasida katalizator ishtirokisiz termik usulda parchalanish reaksiyasi quyidagi yo‘nalishda boradi:



Bu reaksiya yod bug‘i ishtirokida (gomogen kataliz) boshqa yo‘nalishda juda tez o‘tadi.



Katalizatorlarning tanlab ta'sir etish qobiliyatini geterogen katalizga qo'llashda katalizatorlarni tanlashga, jarayonlarning o'tish shart-sharoitlarilariga (T, P) qarab, turli xil mahsulotlarni olish mumkin. Misol sifatida etanolning turli katalizatorlar yordamida oksidlanishini ko'rsatish mumkin.



Katalizatorning selektivligi va boshqa xususiyatlarini fizik-kimyoviy tushuntirish uchun katalitik yoki faol markaz tushunchalarining kiritilishi juda muhimdir. Ushbu nazariyaga ko'ra, kimyoviy reaksiyalarga katalizatorning barcha massasi (hajmi, yuzasi) emas, balki uning faqat faol markazlari ishtirok etishi ko'rsatiladi. Katalizning turiga qarab, faol markazlar:

- geterogen katalizda qattiq zarracha sirtida joylashgan kristall panjaraning atomlari yoki ionlari;
- fermentativ kataliz uchun oqsil molekulasidagi muayyan bir qismi bo'lishi mumkin.

Turli katalizatorlar selektiv ta'siri negizida ular faol markazlarining kimyoviy tarkibi va tuzilishi yotadi. Katalizatorlarning aynan faol markazlari boshlang'ich modda (yoki moddalar) bilan o'ziga xos kimyoviy bog'lanishlar (kovalent, donor-akseptor yoki vodorod) yordamida oraliq birikmalar hosil qiladi. Bunday holda, barcha katalitik reaksiyalar bir necha ketma-ket, parallel yoki tutash reaksiyalar ko'rinishida o'tib, boshlang'ich moddalarni mahsulotlarga aylantiradi va katalizator o'zgarmagan shakllida ajralib chiqadi.

Katalizatorning samaradorligini baholash uchun quyidagi kattaliklar qo'llaniladi.

Gomogen katalizda katalitik faollikni vaqt birligida bitta faol markazda katalizatorning aylanishlar sonini o'lchash bilan hisoblanadi, ya'ni

$$n_k = \frac{W}{C_k}$$

bu yerda: n_k – bir davrda katalizatorning aylanishlar soni, W - reaksiya tezligi, C_k - katalizator konsentratsiyasi.

Katalizatorlarning aylanishlar soni katalizning turiga qarab turli qiymatlarga ega bo'ladi. Masalan, kislota-asosli katalizatorlar uchun $10^{-7}-10^{-2} \text{ s}^{-1}$, fermentativ kataliz uchun esa $10^2 - 10^5 \text{ s}^{-1}$ ga teng bo'ladi.

Davr tushunchasi katalitik va zanjir reaksiyalarda bir-biridan farq qiladi. Ko'pincha katalizator yuzasidagi faol markazlarning tabiati va soni noma'lum bo'lganligi sababli geterogen katalizda aylanishlar sonini aniqlab bo'lmaydi.

Shuning uchun katalizda A – aktivlik va solishtirma aktivlik tushunchalari kiritilgan.

Katalizatorlarning samaradorligi ularning tanlab olish qobiliyati bilan ham baholanadi, ular orasida: integral va differensial selektivliklarni qayd etish mumkin. Xulosa qilganda katalizatorlar ishtirokida reaksiya tezligining o'zgarishiga kataliz deyiladi. Agar reaksiya tezligi katalizatorlar ishtirokida oshsa musbat kataliz, reaksiya tezligi kamaysa manfiy kataliz deyiladi. Kataliz ikkiga: gomogen va geterogen katalizga bo'linadi.

Katalizator deb reaksiyaga kirishib va reaksiya tezligini o'zgartirib, reaksiya tugaganda sof holda ajralib chiqadigan moddalarga aytiladi. Reaksiya tezligini kamaytiruvchi moddalarga ingibitorlar deyiladi. Oqsil tabiatiga ega bo'lgan biologik katalizatorlar fermentlar deyiladi.

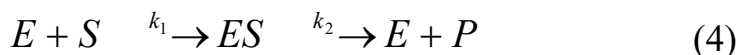
Katalizatorlar reaksiyaga kirishuvchi moddalar bilan oraliq moddalar hosil qilishadi, buning natijasida reaksiya aktivlanish energiyasining qiymati katalizatorsiz o'tadigan reaksiya aktivlanish energiyasining qiymatidan farq qiladi. Musbat katalizda aktivlanish energiyasi qiymati kamayadi, manfiy katalizda esa, aksincha ortadi.

Kimyoviy jarayonlarda katalitik effekt reaksiyaning aktivlanish energiyasi qiymatini kamaytirish orqali erishiladi.

Kimyoviy reaksiyalar termodinamik funksiyalarining o'zgarishi dastlabki va oxirgi moddalar tabiatiga va oraliq moddalar holatiga bog'liq emas bo'lganligi sababli, katalizator reaksiyaning issiqlik effektiga, Gibbs energiyasiga, muvozanat konstantasiga ta'sir etmaydi.

Biologik jarayonlarda qo'llaniladigan katalizatorlar fermentlar deyiladi. Fermentlar ishtirokida boradigan reaksiyalar fermentativ kataliz deb ataladi. Fermentlar, yoki enzimlar bular jonli sistemalarda sodir bo'ladigan katalitik kimyoviy reaksiyalardagi oqsil yoki RNK molekulalari va ularning komplekslaridir. Reaksiyalarda ishtirok etayotgan reagentlar substratlar deb, hosil bo'layotgan moddalar mahsulotlar deb ataladi.

Fermentativ jarayonlar kinetikasining negizida ferment va substrat orasida qaytar oraliq mahsulot - ferment substrat kompleksining hosil bo'lishi va bu kompleksning qaytmas birinchi tartibli reaksiya tezlik konstantasi orqali mahsulotga aylanishi yotadi va bu o'zgarish quyidagicha ifodalanadi:



bu yerda: E- ferment, S-substrat, P- mahsulot, ES- oraliq mahsulot, k_1 va k_2 – elementar bosqichlarning tezlik konstantalari.

Odatda fermentativ reaksiyalar fermentga nisbatan substratni mo'l miqdorda olib boriladi. Shuning uchun ferment to'liq ferment-substrat kompleksi tarkibida kiradi. Natijada reaksiya davomida kompleksning konsentratsiyasi deyarli o'zgarmaydi, boshqacha qilib aytganda vaqtga bog'liq bo'lmaydi va jarayon kvazistatsionar holatda boradi. (IV.20) reaksiyaga kvazistatsionarlik printsiptini qo'llab, reaksiya tezligini qiymatini quyidagi tenglama orqali ifodalash mumkin. Reaksiya kinetikasi quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

$$\frac{d[\text{ES}]}{dt} = k_1[\text{E}][\text{S}] - k_{-1}[\text{ES}] - k_2[\text{ES}] = k_1[\text{E}][\text{S}] - (k_{-1} + k_2)[\text{ES}] = 0 \quad (5)$$

Ferment dastlab erkin holda, reaksiya davomida ferment-substrat kompleksi tarkibida va erkin holda mavjudligini hisobga olinsa quyidagi ko‘rinishga ega bo‘ladi:

$$[\text{E}]_0 = [\text{E}] + [\text{ES}] \quad (6)$$

Bu ifodadan ferment konsentratsiyasi

$$[\text{E}] = [\text{E}]_0 - [\text{ES}] \quad (7)$$

ko‘rinishga ega bo‘ladi va bu qiymatni kvazistatsionarlik prinsipiga qo‘yilsa quyidagicha bo‘ladi:

$$\frac{d[\text{ES}]}{dt} = k_1([\text{E}]_0 - [\text{ES}])[\text{S}] - (k_{-1} + k_2)[\text{ES}] = k_1[\text{E}]_0[\text{S}] - (k_1[\text{S}] + k_{-1} + k_2)[\text{ES}] = 0 \quad (8)$$

bu tenglamadan ferment-substrat kompleksining konsentratsiyasi

$$[\text{ES}] = \frac{k_1[\text{E}]_0[\text{S}]}{k_1[\text{S}] + k_{-1} + k_2} \quad (9)$$

ega bo‘ladi.

Bundan mahsulotning hosil bo‘lish tezligi ferment-substrat kompleksining parchalanish tezligi orqali ifodalanadi:

$$r = \frac{d[\text{P}]}{dt} = k_2[\text{ES}] = \frac{k_1 k_2 [\text{E}]_0 [\text{S}]}{k_1 [\text{S}] + k_{-1} + k_2} \quad (10)$$

ifodaning surat va maxrajini k_1 ga bo‘lib, quyidagi hosil qilinadi

$$r = \frac{k_2 [\text{E}]_0 [\text{S}]}{\frac{k_{-1} + k_2}{k_1} + [\text{S}]} = \frac{k_2 [\text{E}]_0 [\text{S}]}{K_M + [\text{S}]} \quad (11)$$

bu ifodadagi $k_{-1} + k_2 / k_1$ nisbat Mixaelis konstantasi K_M deyiladi. Bu kinetik konstantaning o‘lchov birligi konsentratsiya o‘lchov birligi bilan bir xil bo‘ladi. K_M ning son jihatdan qiymati pH , harorat, ingibitor yoki aktivatorlarning borligi kabi omillarga bog‘liq bo‘lib, 1 dan $10^{-8} \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1}$ gacha oraliqqa o‘zgaradi.

Reaksiyaning boshlang‘ich bosqichida ($[\text{P}] \rightarrow 0$ bo‘lgan holatda), fermentga nisbatan substrat mo‘l bo‘lganda ($[\text{S}]_0 \gg [\text{E}]_0$), substrat konsentratsiyasining kamayishi hisobga olinmaydi va substrat uchun material balans tenglamasi quyidagicha bo‘ladi:

$$[\text{S}]_0 = [\text{S}] + [\text{ES}] + [\text{P}] \approx [\text{S}] \quad (12)$$

Reaksiyaning boshlang‘ich tezligi quyidagicha ko‘rinishga ega bo‘ladi:

$$r_0 = \frac{k_2 [\text{E}]_0 [\text{S}]_0}{K_M + [\text{S}]_0} \quad (13)$$

Agar $k_{-1} \gg k_2$ bo'lsa, u holda fermentativ reaksiyaning birinchi bosqichida vaqt davomida kvazimuvozanat holati vujudga keladi va fermentativ reaksiya tezligini ifodalovchi tenglamada Mixaelis konstantasi o'rniga substrat konstantasi qo'llaniladi va u quyidagicha ifodalanadi:

$$r_0 = \frac{k_2[E]_0[S]_0}{\frac{k_{-1}}{k_1} + [S]_0} = \frac{k_2[E]_0[S]_0}{K_S + [S]_0} \quad (14)$$

$$K_S = \frac{k_{-1}}{k_1} = \frac{[E][S]}{[ES]} \quad (15)$$

bu yerda: K_S -substrat konstantasi. Bundan substratning turlicha boshlang'ich konsentratsiyalarida reaksiyaning boshlang'ich tezligi turlicha ko'rinishlarga ega bo'ladi.

1) Agar substratning boshlang'ich konsentratsiyasi Mixaelis konstantasidan kichik bo'lsa, u holda $[S]_0 \ll K_M$ va

$$r_0 = \frac{k_2[E]_0[S]_0}{K_M} \quad (16)$$

bo'ladi. Fermentativ reaksiya ferment bo'yicha ham, substrat bo'yicha ham birinchi tartibli bo'ladi.

2) Agar substratning konsentratsiyalari yuqoriroq bo'lsa $[S]_0 \gg K_M$ u holda reaksiyaning boshlang'ich tezligi $r_0 = k_2[E]_0$ substrat konsentratsiyasiga bog'liq bo'lmaydi va fermentativ reaksiyaning maksimal tezligi deb aytiladi va r_{max} bilan belgilanadi. Reaksiyaning boshlang'ich tezligi quyidagi tenglama orqali ifodalanadi:

$$r_0 = \frac{r_{max}[S]_0}{K_M + [S]_0} \quad (17)$$

bu Mixaelis-Menten tenglamasi deyiladi.

Mixaelis konstantasi fermentning substratga nisbatan moyilligini ifodalaydi (konstanta qanchalik kichik bo'lsa, ferment moyilligi shunchalik katta bo'ladi). Odatda K_M 10^{-6} dan 10^{-2} mol/l qiymatlarni qabul qiladi.

Tajribada olingan natijalardan foydalanib, reaksiya tezligini hisoblash uchun Mixaelis-Menten tenglamasini boshqacha yozish mumkin.

$$\frac{1}{W} = \frac{1}{W_{max}} + \frac{K_M}{W_{max}} \frac{1}{[S]} \quad (18)$$

Yoki, boshqacha yozilsa,

$$W = W_{max} - K_M \frac{W}{[S]} \quad (19)$$

ko'rinishga ega bo'ladi. Bu tenglamalardagi K_M va W_{max} larning qiymatini aniqlash uchun reaksiya boshlang'ich tezligini substratning boshlang'ich konsentratsiyasiga bog'liqligini tajriba yo'li bilan aniqlab, tajribadan olingan natijalarni $1/W_0 - 1/[S]_0$ yoki $W_0 - W_0/[S]_0$ bog'liqlik koordinatalarga qo'yib hisoblanadi.

Nazorat savollari

1. Zamonaviy fizikaviy kimyoda kataliz qanday o‘rin egallaydi?
2. Katalizatorga ta’rif bering.
3. Katalizga ta’rif bering.
4. Issiqlik va yorug‘lik katalizator bo‘la oladimi?
5. Katalizatorga IYUPAK bo‘yicha ta’rif bering.
6. Katalitik jarayonlarni klassifikasiyalang.
7. Gomogen katalizga misollar keltiring.
8. Geterogen katalizga misollar keltiring.
9. “O‘tkazuvchan” katalizning mohiyatini tushuntiring.
10. “Faollanish” katalizga misollar keltiring.
11. «Koordinatsion» katalizga misollar keltiring.
12. Katalizator yuzasidagi faol markazlarning mohiyatini tushuntiring.
13. Katalizatorning samaradorligi deganda nimani tushunasiz?
14. Kataliz jarayonidagi oraliq birikmaning vazifasini izohlang.
15. Bir necha bosqichda boradigan katalitik reaksiyalarga misollar keltiring

Amaliy mashg'ulot materiallari

1-Amaliy ish.

Mavzu: Kimyoviy jarayonlar. Issiqlik sig'imini kalorimetrik usulda o'lchash orqali termodinamik funksiyalarni hisoblash

Nazariy qism

Issiqlik sig'imi moddalarning asosiy issiqlik saqlovchi xususiyatlaridan biridir. Moddalarning termodinamik xossalarini hisoblashda, ularning tozalik darajasini aniqlashda, kimyoviy jarayonlarning issiqlik balansini tuzishda, issiqlik tashuvchilarning maqbul tarkibini tanlashda issiqlik sig'imi haqida bilish zarurdir.

Ma'lumki, sistema tomonidan issiqlik yutilsa uning harorati oshadi, shuning uchun yutilgan issiqlik miqdori – δQ bilan sistema haroratining ko'tarilishi dT orasidagi proporsionallik koeffitsiyenti issiqlik sig'imi deyiladi va u quyidagicha ifodalanadi:

$$C_x = \left(\frac{\delta Q}{dT} \right)_x \quad (1)$$

bu yerda: x – tajriba bajarilayotgan muayyan sharoitni ko'rsatada (misol bosim, hajm va shunga o'xshash sharoitlar), δQ –cheksiz kichik miqdordagi issiqlikning o'zgarishi.

Tajribalarda haqiqiy va o'rtacha issiqlik sig'imi haqida gapiriladi. Yuqorida keltirilgan (I.10) ifoda haqiqiy issiqlik sig'imini ko'rsatib, sistemada cheksiz kichik harorat o'zgarishini bildiradi. Sistemada agar $T_2 > T_1$ farqqa harorat o'zgarganda T_1 va T_2 haroratlar oralig'idagi sistemaning issiqlik sig'imi o'rtacha issiqlik sig'im deyiladi va u quyidagicha ifodalanadi:

$$\bar{C} = \frac{Q}{T_2 - T_1} \quad (2)$$

bu yerda: Q –sistemani T_1 dan T_2 gacha qizdirish uchun kerak bo'ladigan issiqlik. Shunday qilib, modda haroratini bir gradusga ko'tarish uchun beraladigan issiqlik miqdori uning o'rtacha issiqlik sig'imi deyiladi.

O'rtacha va haqiqiy issiqlik sig'implari o'zaro bir-biri bilan quyidagicha bog'liq bo'ladi:

$$\bar{C} = \frac{1}{T_2 - T_1} \int_{T_1}^{T_2} C dT \quad (3)$$

Issiqlik sig'imining o'lchov birligi $J \cdot K^{-1}$ (yoki $kal \cdot K^{-1}$). Odatda issiqlik sig'imi moddaning muayyan massasiga yoki miqdoriga tenglashtirib hisoblanib, grammda yoki molda olinadi. Shuning uchun solishtirma issiqlik sig'imi $J \cdot K^{-1} \cdot g^{-1}$, molyar issiqlik sig'imi esa $J \cdot K^{-1} \cdot mol^{-1}$ o'lchov birliklariga ega. Issiqlik sistemaning holat funksiyasi bo'lmaganligi sababli, issiqlik sig'imi ham holat funksiya bo'la olmaydi va uning qiymati sistemada sodir bo'ladigan issiqlik almashinuviga bog'liq bo'ladi. Ammo, amaldagi juda muhim sharoitlarda o'zgarimas bosim va 'zgarimas hajmlarda issiqlik sig'imi sistemaning holat funksiyasiga aylanadi va bunday holatlar quyidagicha ifodalanadi:

$$C_V = \frac{\delta Q_V}{dT} = \left(\frac{\partial U}{\partial T} \right)_V \quad (4)$$

va

$$C_P = \frac{\delta Q_P}{dT} = \left(\frac{\partial H}{\partial T} \right)_P \quad (5)$$

bu yerda: C_V va C_P – mos ravishda o‘zgarmas hajm va o‘zgarmas bosimlardagi issiqlik sig‘imlari, U – ichki energiya, H – sistema entalpiyasi.

$\frac{\delta Q_V}{dT}$ va $\frac{\delta Q_P}{dT}$ nisbatlar kalorimetr yordamida tajribalarda aniqlanadi. Ko‘p hollarda jarayonlarni hisoblashda $C_P - C_V$ farqni bilish yetarlidir. $C_P - C_V$ farq termodinamikaning matematik apparati yordamida aniqlanadi. (4) va (5) tenglamalardan foydalanib izoxor va izobar issiqlik sig‘imlari uchun quyidagi ifodani yozish mumkin:

$$\begin{aligned} C_P - C_V &= \left(\frac{\partial H}{\partial T} \right)_P - \left(\frac{\partial U}{\partial T} \right)_V = \left[\frac{\partial}{\partial T} (U + pV)_P \right] - \left(\frac{\partial U}{\partial T} \right)_V = \\ &= \left(\frac{\partial U}{\partial T} \right)_P - \left(\frac{\partial U}{\partial T} \right)_V + p \left(\frac{\partial V}{\partial T} \right)_P \end{aligned} \quad (6)$$

Sistemaning ichki energiyasini bir tomondan T va V larning, ikkinchi tomondan T va p larning funksiyalari ekanligini bilgan holda quyidagi nisbatni yozamiz:

$$dU = \left(\frac{\partial U}{\partial T} \right)_V dT + \left(\frac{\partial U}{\partial V} \right)_T dV = \left(\frac{\partial U}{\partial T} \right)_P dT + \left(\frac{\partial U}{\partial p} \right)_T dp \quad (7)$$

bu ifodadan $p = const$ bo‘lgan sharoit uchun quyidagi tenglik kelib chiqadi:

$$\left(\frac{\partial U}{\partial T} \right)_P - \left(\frac{\partial U}{\partial T} \right)_V = \left(\frac{\partial U}{\partial V} \right)_T \left(\frac{\partial V}{\partial T} \right)_P \quad (8)$$

Agar (7) tenglama (8) ifodaga qo‘yilsa, u holda izobar va izoxor issiqlik sig‘imlarini bir-biriga bog‘lovchi tenglama kelib chiqadi:

$$C_P - C_V = \left[\left(\frac{\partial U}{\partial V} \right)_T + P \right] \left(\frac{\partial V}{\partial T} \right)_P \quad (9)$$

Muvozanatli jarayonlar uchun termodinamikaning birinchi va ikkinchi qonunlarini umumlashtiruvchi tenglama quyidagicha ifodalanadi:

$$dU = TdS - pdV \quad (10)$$

bu tenglamadan $T = const$ holat uchun

$$\left(\frac{\partial U}{\partial V} \right)_T = T \left(\frac{\partial S}{\partial V} \right)_T - p \quad (11)$$

hosil bo‘ladi. Maksvell tenglamalari asosida

$$\left(\frac{\partial S}{\partial V} \right)_T = \left(\frac{\partial p}{\partial T} \right)_V \quad (12)$$

u holda

$$\left(\frac{\partial U}{\partial V} \right)_T + p = T \left(\frac{\partial p}{\partial T} \right)_V \quad (13)$$

kelib chiqadi. Bu ifoda sistemaning izotermik kengayishidagi yashirilingan issiqlikni tajribalarda o‘lchash mumkin bo‘lgan kattaliklar orqali aniqlash imkonini beradi. (12) va (13) tenglamalardan foydalanib ifodani quyidagicha yozish mumkin:

$$C_P - C_V = T \left(\frac{\partial p}{\partial T} \right)_V \left(\frac{\partial V}{\partial T} \right)_P \quad (14)$$

(14) ifodadan ideal gazlarning turli sharoitlardagi issiqlik sig'irlarini bog'lovchi Mayer tenglamasini keltirib chiqarish mumkin:

$$C_p - C_V = nR \quad (15)$$

yoki 1 mol gaz uchun:

$$C_{p,m} - C_{V,m} = R \quad (16)$$

bo'ladi.

Eyler nisbatlaridan foydalanib p, V va T lar uchun quyidagilarni yozish mumkin:

$$\left(\frac{\partial p}{\partial T}\right)_V \left(\frac{\partial T}{\partial V}\right)_p \left(\frac{\partial V}{\partial p}\right)_T = -1 \quad (17)$$

$$\left(\frac{\partial p}{\partial T}\right)_V = -\frac{1}{\left(\frac{\partial T}{\partial V}\right)_p \left(\frac{\partial V}{\partial p}\right)_T} = -\frac{\left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_p}{\left(\frac{\partial V}{\partial p}\right)_T} \quad (18)$$

Issiqlik sig'imini hisoblash

Har qanday termodinamik funksiyaning haroratga bog'liqligini (issiqlik effekti, entropiya o'zgarishi, izobar potensial o'zgarishi) hisoblash uchun reaksiyaga ishtirok etayotgan moddalarning issiqlik sig'irlarini bilish zarur. Issiqlik sig'imi qiymati amalda T va C_x larni o'lchash orqali aniqlanadi ($x = p, V$). Tajriba natijalarini turlicha hisoblash mumkin (Debay va Eynshteyn funksiyalari orqali va boshqa usullar). Eng ko'p ishlatiladigan usul bu issiqlik sig'iminin harorat qatoridir. Issiqlik sig'irlarini aniqlashda kalorimetrik o'lchashlar aniqroq natija beradi. Issiqlik sig'imi ko'pincha harorat qator yordamida beriladi va bu qator Mayer qatori orqali ifodalanadi. Bu qator fizik ma'noga ega emas, faqat hisoblash natijalarining aniq qiymatini olishga qo'llaniladi.

$$C_p = a + bT + CT^{-2} \quad (19)$$

Bu tenglama haroratning keng sohasida issiqlik sig'imga bog'liqligini ko'rsatadi. Yuqori haroratlarda tenglamaning o'ng tomonidagi uchinchi qo'shiluvchi kichik qiymatni qabul qiladi va bog'liqlik chiziqlik ko'rinishga ega bo'ladi, past haroratlarda esa uchinchi qo'shiluvchi katta ta'sir ko'rsatib, issiqlik sig'iminin haroratga bog'liqligi egri chiziq tuzilishiga ega bo'ladi. Ko'pincha issiqlik sig'iminin haroratga bog'liqligi

$$C_p = a + bT + CT^2 \quad (20)$$

tenglama orqali ifodalanadi. Ammo yuqori haroratlarda bu bog'liqlik tajriba natijalaridan farq qiladi. Shuningdek ko'pchilik hollarda uchinchi qo'shiluvchi manfiy qiymatni qabul qiladi bu esa o'z navbatida ma'noga ega emas. Agar manbalarda moddalarning issiqlik sig'irlari haqida kattaliklar keltirilmagan bo'lsa, u holda issiqlik sig'irlar quyidagi usullar yordamida aniqlanadi.

Issiqlik sig'imi yordamida termodinamik funksiyalarni hisoblash

Berilgan harorat oralig'ida fazaviy o'tish holati kuzatilmagan toza kristall moddaning standart entropiyasi va entalpiyasining o'zgarishi quyidagi formulalar yordamida hisoblanadi:

$$S_T^0 - S_0^0 = \int_0^T \frac{C_p}{T} dT \quad (21)$$

$$H_T^0 - H_0^0 = \int_0^T C_p dT \quad (22)$$

(I.30) ifodadagi entropiya – S_0^0 moddaning $T=0$ K dagi entropiyasidir.

Issiqlik sig'imining haroratga bog'liqligi orqali sistemaning entalpiyasi va entropiyasini hisoblash uchun (21) va (22) ifodalarni integrallash kerak bo'ladi.

Moddalarning issiqlik sig'imini o'lchashda oddiy adiabatik kalorimetrdan foydalanish mumkin. Bu usulning mohiyati turli boshlang'ich haroratga ega bo'lgan ikki suyuqlik orasida issiqlik almashuvi (aralashish usuli) natijasida sistema harorati o'zgarishini o'lchashdan iborat.

Aralashish usulida kalorimetrda m_1 massaga va T_1 haroratga ega bo'lgan suvga m_2 massaga va T_2 haroratga ega aniqlanayotgan modda kiritiladi. Issiqlik almashuvi natijasida kalorimetrda harorat T_3 ga teng bo'ladi. Issiqlik sig'imini aniqlash uchun quyidagi issiqlik balansi tenglamasi tuziladi. Kalorimetrik sistemaning issiqligi quyidagiga teng bo'ladi:

$$Q = (k + m_{H_2O} \cdot c_{H_2O})(T_3 - T_1) \quad (23)$$

Issiqlik miqdori qizdirilgan manbadan issiqlikning sovuq manbaga berilishiga teng.

$$Q = m_x \cdot c_x (T_2 - T_3) \quad (24)$$

Bu ikkala tenglamalarni birgalikda yechib noma'lum moddaning solishtirma issiqlik sig'imini (c_x) topish mumkin. Agar aniqlanayotgan modda suyuqlik bo'lib suv bilan aralashadigan bo'lsa, u holda kalorimetrik sistema yordamida hisoblanadigan issiqlik miqdorini aniqlashda ikki suyuqlikning aralashish issiqligini ham hisobga olish nazarda tutiladi.

Amaliy qism. No'malum moddaning issiqlik sig'imini aniqlash

Ishning maqsadi: Aralashish usulida suyuqlik yoki qattiq moddaning issiqlik sig'imini aniqlash.

Ishni bajarish tartibi: Analitik tarozida yoki 0,01 g aniqlikda 2–3 g kaliy xlorid tuzi o'lchanadi. So'ngra kalorimetrning quruq holdagi ichki stakanini tarozida o'lchab, ustiga 100 ml distillangan suv quyib, yana o'lchanadi. O'lchangan og'irliklar orasidagi farqdan foydalanib suvning massasi aniqlanadi. Kalorimetrik usulda kaliy xlorid namunasini eritib kalorimetr doimiysi aniqlanadi. Tajriba davomida haroratning o'zgarishini har 10–15 sekund davomida qayd etish kerak. Keyin tajribani quyida keltirilgan «A», «B» punktlardagi vazifalar yordamida olib borish kerak.

A. Aralashish usulida suyuqlik issiqlik sig'imini aniqlash

1. Toza va quruq issiqlikka chidamli kimyoviy stakan analitik tarozida o'lchanadi, ustiga aniqlanayotgan suyuqlikdan 50 ml quyib, yana tarozida tortiladi. O'lchangan og'irliklar orasidagi farqdan foydalanib aniqlanayotgan suyuqlikning massasi aniqlanadi. O'qituvchi tomonidan ko'rsatilgan haroratgacha (60–80°C) isitkich yordamida suyuqlik tutgan stakan qizdiriladi. Qizdirish tajribaning boshlang'ich davri tugaguncha davom ettiriladi.
2. Analitik tarozida 0,01 g aniqlikda 50 ml distillangan suv o'lchanadi va kalorimetrning ichki stakaniga quyiladi. 5–7 minut davomida kalometrik tajribaning boshlang'ich davri bajariladi. Tajriba davomida haroratning o'zgarishi har 10–15 sekund davomida qayd etiladi. Tajriba boshlang'ich davrining oxirgi harorati (T_1) va qizdirilgan suyuqlikning harorati (T_2) yozib olinadi.
3. Kalorimetr (T_2) haroratgacha qizdirilgan aniqlanayotgan suyuqlikni joylashtirib tajribaning asosiy davri bajariladi. Haroratning oshish jarayoni tugagandan so'ng tajribaning oxirgi davri bajariladi.
4. Ikki stakanda analitik tarozi yordamida 0,01 g aniqlikda 50 ml distillangan suv va 50 ml aniqlanayotgan suyuqlik o'lchanadi. So'ngra 15 minut davomida stakanlardagi suyuqliklar va atrof-muhit haroratlari tenglashguncha termostatlanadi. Bir xil haroratga ega bo'lgan aniqlanayotgan suyuqlik va suvning aralashish jarayoni bo'yicha kalorimetrik tajriba o'tkaziladi.

B. Aralashish usulida qattiq modda issiqlik sig'imini aniqlash

1. Analitik tarozida yoki 0,01 g aniqlikda aniqlanayotgan qattiq modda o'lchanadi. Issiqlikka chidamli kimyoviy stakanga 50 ml issiqlik tashuvchi vazifasida suyuqlik (ichimlik suvi) quyib va unga aniqlanayotgan qattiq moddani joylashtiring. O'qituvchi tomonidan ko'rsatilgan haroratgacha (60–80°C) isitkich yordamida qattiq modda tutgan stakan qizdiriladi. Qizdirish tajribaning boshlang'ich davri tugaguncha davom ettiriladi. Qizdirilgan qattiq moddaning boshlang'ich davrdagi oxirgi harorati (T_2) yozib olinadi.
2. Analitik tarozida yoki 0,01 g aniqlikda 100 ml distillangan suv o'lchanadi va kalorimetrning ichki stakaniga quyiladi. 5–7 minut davomida kalometrik tajribaning boshlang'ich davri bajariladi. Tajriba davomida haroratning o'zgarishi har 10–15 sekund davomida qayd etiladi. Tajriba boshlang'ich davrining oxirgi harorati (T_1) yozib olinadi.
3. Pinset yordamida T_2 haroratgacha qizdirilgan qattiq moddani stakandan olib ohista kalorimetr (T_2) joylashtiring. Kalorimetrik tajribaning asosiy davri bajariladi. Haroratning oshish jarayoni tugagandan so'ng tajribaning oxirgi davri bajariladi.

Tajriba natijalarini hisoblash

Har bir kalorimetrik o'lchashlar natijalarini 1-jadvalga kiriting.

Jadval-1

Davr	O'lchash tartibi	t, sek	T, °C

Har bir tajribaning boshlang'ich, asosiy va oxirgi davrlarining boshlanish va tugash vaqtlarini qayd eting.

A, B. Aralashish usulida suyuqlik yoki qattiq moddaning issiqlik sig'imini aniqlash

1. Tajriba natijalaridan foydalanib $T = f(t)$ bog'liqlik grafigini chizing. Grafiklar yordamida suvda kaliy xloridning erish jarayonida (ΔT_{KCl}) va turli haroratlarda ikki moddalarning aralashishida harorat o'zgarishini (ΔT_{aral}) aniqlang. Agar tajriba aniqlanayotgan suyuqlik va suv aralashishi natijasida olib borilgan bo'lsa, aralashish jarayonida harorat o'zgarishi aniqlanadi. Bu haroratning o'zgarishi Reno — Pfaundler formulasi yordamida ham hisoblanadi. Olingan natijalar taqqoslanib, ularning o'rtacha qiymati olinadi.
2. Hosil bo'lgan kaliy xlorid eritmasining molyalligi hisoblanadi. Eritmaning massasini erituvchi va erigan modddalar massalari yig'indisiga teng deb oling.
3. Kalorimetr doimiysini aniqlang. Buning uchun KCl ning suvdagi va hosil bo'lgan molyal eritmadagi integral erish issiqligini toping. Tuzning integral erish issiqligini jadvallarda berilgan qiymatlarini grafik ravishda chiziqli interpolatsiya qilish bilan ham topish mumkin. Bu usulda molyar integral erish issiqligini solishtirma erish issiqligiga o'tkazish kerak. Eritmaning solishtirma issiqlik sig'imi suvning solishtirma issiqlik sig'imiga teng deb olinadi.
4. Issiqlik balansining tenglamasini tuzing va noma'lum suyuqlik va qattiq moddaning o'rtacha issiqlik sig'implari qiymatlarini hisoblang. Sistemaning muvozanatdagi harorati deb $T_1 + \Delta T_{aral}$ kattaligini qabul qiling. Agar suyuqlikning issiqlik sig'imi aniqlansa, u holda issiqlik balansining tenglamasini tuzishda aralashish issiqligini hisobga oling.

Nazorat savollari.

1. Issiqlik sig'imi deb nimaga aytiladi?
2. Issiqlik sig'imining haroratga bog'liqligini ko'rsating.
3. Issiqlik sig'imini aniqlash usullarini ko'rsating.
4. Issiqlik sig'imining termodinamik funksiyalarga bog'liqligini ifodalang.
5. Issiqlik sig'imining o'lchov birligi nimaga teng?
6. O'zgarmas bosim va o'zgarmas hajmdagi moddalarning issiqlik sig'imlarining farqi nimaga teng?
7. Issiqlik sig'imi termodinamik funktsiya bo'ladimi?
8. Kalorik koeffitsiyentlarning ma'nosini tushuntiring.
9. Termik koeffitsiyentlarning ma'nosini tushuntiring.
10. Kalorik va termik koeffitsiyentlar orasidagi bog'liqlikni keltirib chiqaring.
11. Kalorik va termik koeffitsiyentlarni termodinamik funksiyalar orqali ifdalang.

Амалий иш-2. ВОДОРОД ЭНЕРГЕТИКАСИ: Полимер хусусиятли графитсимон нанофотокатализаторлар

Углерод нитрид полимери **замонавий квант материалшунослигининг энг истиқболли** объекти хисобланади.

Кимёвий структура бўйича графитга ўхшайди: углерод нитрид гурухлари кимёвий боғ орқали боғланиб, **моноатом қалинликдаги қаватларни** хосил қилади (қаватлар орасидаги масофа **0,33 нм**) ва улар кучсиз ван-дер-ваальс кучлари орқали таъсирлашиб туради.

Катта сирт юзасига эга, **таъқиқланган соҳанинг кенглиги 2,7 эВ**, сирти электронларга бой бўлганлиги учун кўринадиган нур соҳасида **юқори фотокаталитик тавсифларга** эга.

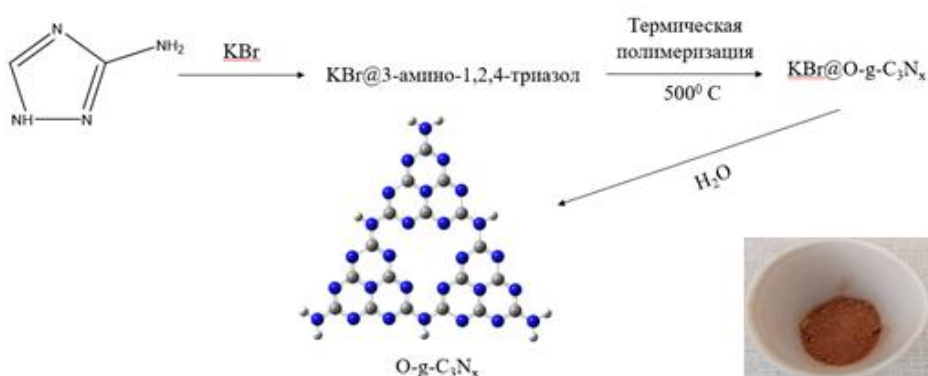
Ярим ўтказувчанлик, юқори қаттиқлик ва асослиликка эга, металл сақламайди, интеркаляция ва адсорбцион хусусиятларига эга бўлган полимер материал.

Захарли саноат чиқиндиларини фотопарчалаш ҳамда водород энергетикаси соҳасида ушбу материалларнинг ўрни беқиёсдир.

Водород ажралиб чиқиш реакциясини (HER) фаоллаштирувчи полимер углерод нитрид яримўтказгичларнинг синтези арзон ва улар захарсиз, атроф муҳит учун зарарсиз, фотоэлектромимёвий хоссаларга, юқори кимёвий ва термик стабилликка эга, биологик уйғунлашувчан ва сувни ўтказмайди.

Улардан ясалган электрон қурилмалар жуда юқори (500°C гача) бўлган температураларда ишлаши мумкин, бугунги органик электроника учун бундай шароитларни умуман қўллаб бўлмайди.

ГРАФИТСИМОН КИСЛОРОД ДОПИРЛАНГАН O-g-C₃N_x ТАРКИБЛИ ФОТОКАТАЛИЗАТОР СИНТЕЗИ СХЕМАСИ

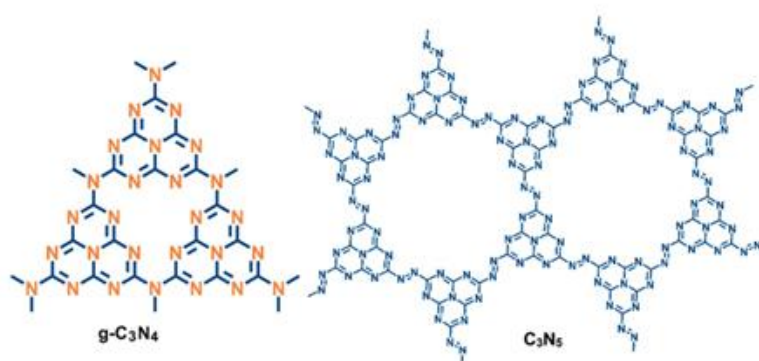


Энг аҳамиятли кашфиёт шундаки, ушбу материалда зарядлар графитсимон қаватларга перпендикуляр бўлган бир ўлчамда транспорт

қилинади. Шу сабабли углерод нитридларга оддий органик ярим ўтказгич материаллар рақобат қила олмайди.

Бундай полимерларни графен асосида ўстириш алоҳида аҳамиятга эга бўлиб, уларнинг перпендикуляр ўтказувчанлиги билан графеннинг текислик бўйича юқори ўтказувчанлигининг комбинациясини келтириб чиқариш мумкин.

O-g-C₃N_x ТАРКИБЛИ НАНОЗАРРАЧАЛАРНИНГ ТУЗИЛИШИ



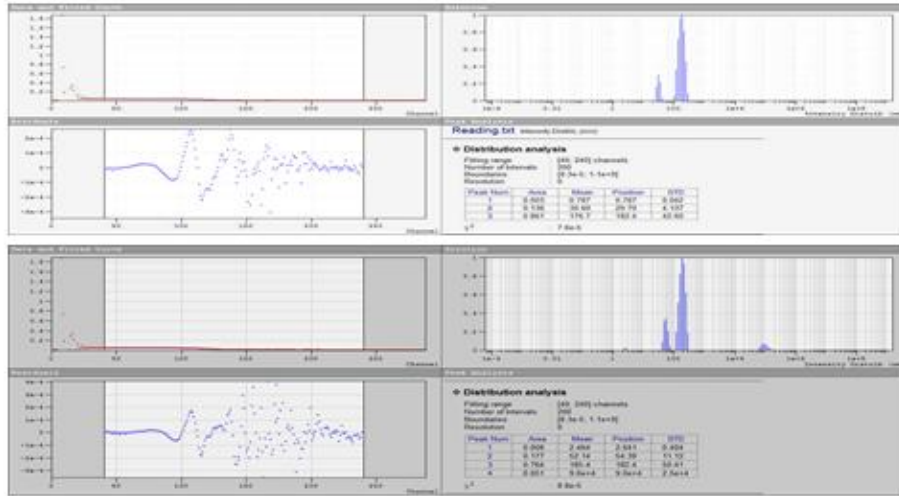
Бундай катта қизиқиш графитсимон углерод нитридларнинг фақат фотокаталитик хоссаларга эгаллиги эмас, балки уларнинг кимёвий ва электрокимёвий жихатдан ҳам самарали катализаторлар эканлигидадир.

Энг аҳамиятли натижа фотокатализаторлар учун регенерация талаб қилинмайди ва кўп маротаба қўлланилиши мумкин.

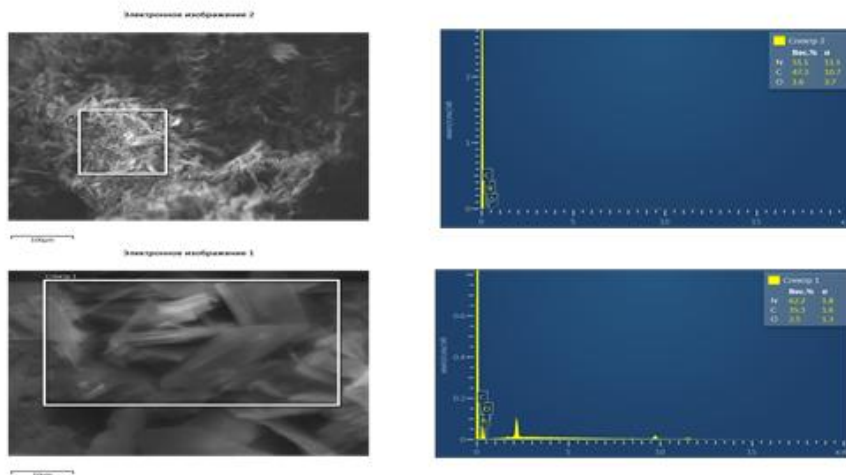
O-g-C₃N₄ ФОТОКАТАЛИЗАТОРЛАРИНИНГ РЕНТГЕН НУРЛАРИ ДИФРАКЦИЯСИ



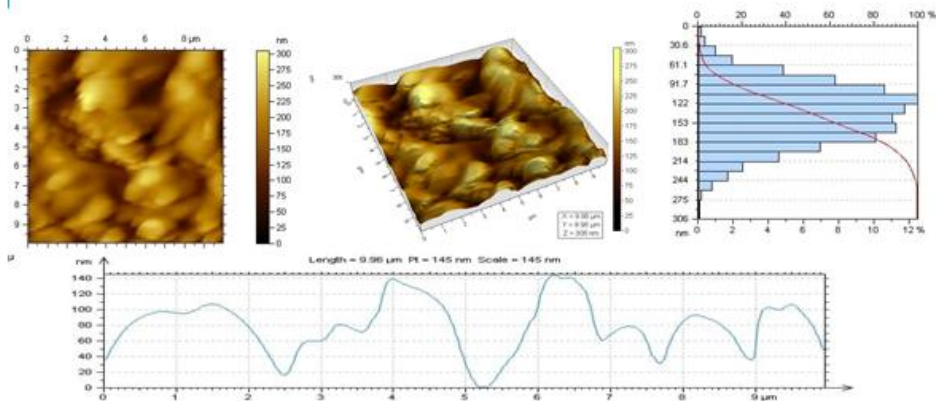
КИСЛОРОД ДОПИРЛАНГАН O-g-C₃N₄ НАНОЗАРРАЧАЛАРИНИНГ НДС (нурнинг динамик сочилиш) ТАДҚИҚОТЛАРИ



O-g-C₃N₄ НИНГ ЭНЕРГИЯ-ДИСПЕРСИОН СПЕКТРАРИ



O-g-C₃N₅ ЗАРРАЧАЛАРИНИНГ АКМ ТАДҚИҚОТИ



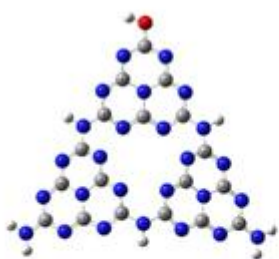
Тадқиқотларнинг кўрсатишича, синтез қилинган графитсимон $g-C_3N_4$ таркибли углерод нитрид полимерлар 1,5 соат давомида родамин Б ни тўлиқ парчалади.

Маълумки, Орол бўйи худудининг экологик муаммоси глобал умумбашар муаммо бўлиб, тезлик билан ўзининг ҳал бўлишини кутмоқда.

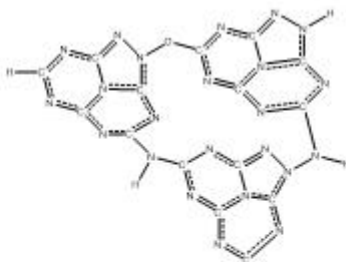
$g-C_3N_5$ полимерлари тупроқлар таркибидаги захарли бўлган турли кимёвий моддаларни (гербецид, пестицидларни) парчалаш учун қўллаб кўрилди ва тупроқ таркибидаги органик моддаларни деярли тўлиқ парчаланишига эришилди.

СИНТЕЗ ҚИЛИНГАН ТУРЛИ СТРУКТУРАЛИ ГРАФИТСИМОН УГЛЕРОД НИТРИДЛАР

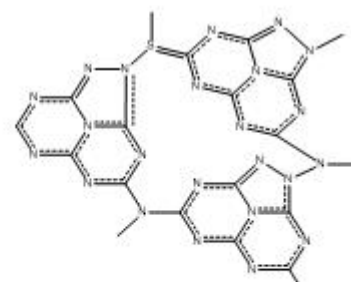
$O-g-C_3N_4$



$O-g-C_2N_3$



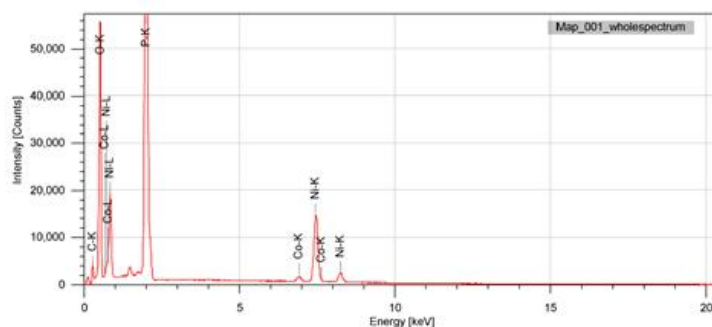
$S-g-C_2N_3$



33

Водород энергетикаси йўналишида NiMeP (Me=Co, Fe, Cu) уч ўлчамли ўзи ташувчи полифункционал нанокатализаторлар яратиш ва унинг сув электролизидида водород ажралиб чиқишининг каталитик механизмини ўрганиш бўйича илмий тадқиқотлар жадал олиб борилмоқда.

Ni-Co-P ЭЛЕКТРОКАТАЛИЗАТОРИНИНГ ЭНЕРГО-ДИСПЕРСИОН СПЕКТРИ

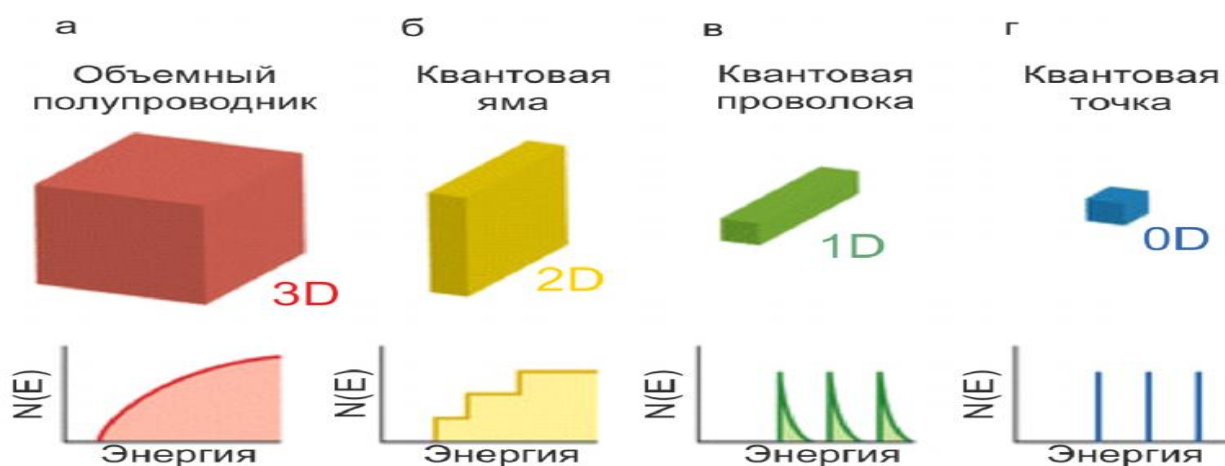


Амалий иш-3. Квант нуқталар синтези, хоссалари ва қўлланилиши.

Ўлчам эффекти структура элементларининг – заррачалар, кристаллитлар ва донадор кристалларнинг ўлчамлари қандайдир чегаравий катталиқдан кичиклашганда намоён бўлади.

Бундай эффектлар кристалл доналарининг ўртача ўлчами **100 нм дан ошмаганда** пайдо бўлади ва кристалл доналарининг ўлчамлари **10 нм дан кам** бўлган ҳолда жуда аниқ намоён бўлади. **Квант ўлчамларидаги эффектлар** модда ва материалларнинг электрон хоссаларида пайдо бўлади ва электрон гази ўлчамининг кичиклашиши билан боғлиқ, бу эса **энергетик спектрнинг ўзгаришига олиб келади**.

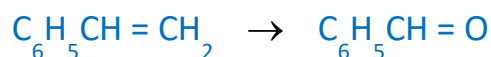
Расмда турли ўлчамлардаги материалларда намоён бўладиган энергетик спектрлар келтирилган: 3D материалларда энергия текис ортаётган бўлса, 2D ҳолда зинасимон кўринишга эга, 1D материал максимумга эга, 0D квант нуқталарида эса, энергия дискрет равишда ўзгаради.



Бошқа термодинамик тавсифлар ҳам ўзгаради – мувозанат константалари ва стандарт электрод потенциаллар.

Масалан, **күмуш нанозарраларининг** ўлчами кичиклашганда Ag^+/Ag жуфтнинг стандарт потенциали манфий бўлиб қолиши мумкин ва күмуш суюлтирилган кислоталарда водород чиқиши билан эрийди.

Ўлчам эффекти **гетероген катализда** кенг тарқалган. Каттароқ зарралар кўрсатмаган каталитик фаолликни нанозарралар кўрсатади. Масалан, **олтин нанокластерлари** ҳаво шароитида стиролни бензальдегидгача селектив оксидлайди:



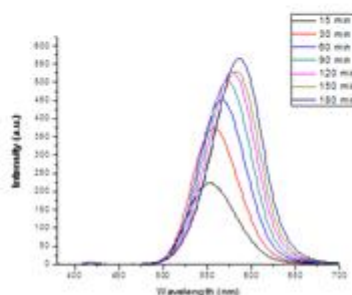
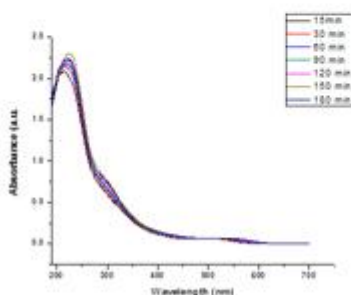
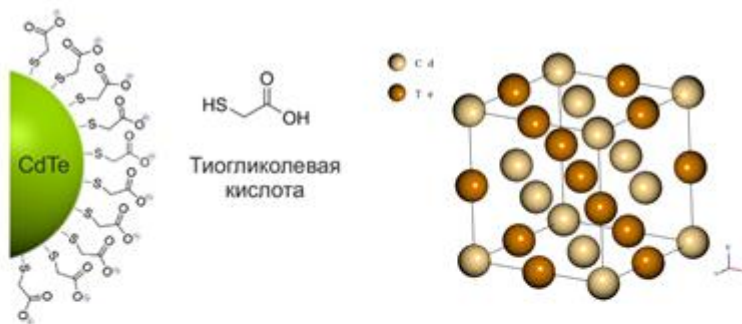
Олтиннинг каттароқ зарралари эса ушбу реакцияга таъсир кўрсатмайди.

Квант нуқталари (КН) 2-10 нм ли ўлчамли ярим ўтказгич нанокристаллар ҳисобланиб, бугунги кунда улар бетакрор оптик, кимёвий, физик хоссалари туфайли оптоэлектроника, электроника, фотоника, биология ва тиббиётда энг истиқболли объектга айланди.

Ўлчамларининг кичиклиги боис бундай кристаллар “йирик” ярим ўтказгич кристалларидан фарқланувчи хоссаларга эгадир.

Заряд ташувчилари учун фазовий чекланиш КН нинг электрон сатҳларининг дискрет структураси кўринишидаги квант-ўлчам эффектига олиб келади ва шу сабабли КН баъзида “сунъий атомлар” деб номланади.

Квант нуқталар



Кимёвий усулда олинадиган КН, одатда, сувда эримайди. Аммо КН сиртида гидрофиль гуруҳ тутган молекуляр қобиқларни ҳосил қилиш орқали уларни сувда эрувчан ҳолатга олиб келиш мумкин.

Шу сабабли сувда эрувчан CdTe КН олиш учун синтез жараёнида меркаптосирка (тиогликоль, TGA, HSCH_2COOH) кислотасидан фойдаланилди.

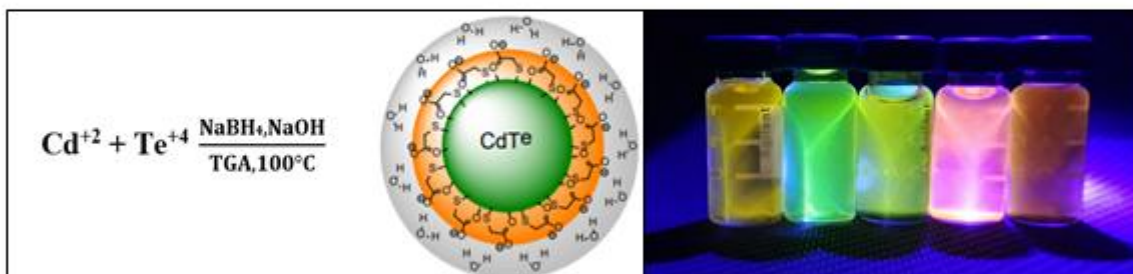
TGA таркибидаги – OH гуруҳи CdTe КН сиртида манфий заряд ҳосил қилиб, унинг сувда эрувчанлигини таъминлайди.

Коррозиядан химоялаш мақсадида углерод квант нуқталаридан фойдаланиш янги ривожланиб бораётган усул бўлиб, улар сувда яхши эрувчан, антибактериал, паст токсиклик, термик фаол, кимёвий барқарор, экологик тоза ва юқори самарадорликни намоён қилмоқда.

Углерод квант нуқталари дастлаб графит, графен каби нанотрубкалар ва нано олмосдан олинган. Сўнги вақтларда эса глюкоза, сахароза, лимон кислотаси ва полисахаридлар кўринишидаги арзон хомашёлардан фойдаланилмоқда.

Уларнинг афзаллик томонларидан бири ўлчамининг юқори аниқлик билан назорат қилиш ва чиқарилган фотоннинг энергиясини ўзгартира олиш имкониятидир.

СТАБИЛИЗАНГАҢ CdTe КВАНТ НУҚТАЛАРИ СИНТЕЗИ СХЕМАСИ ВА КЎРИНУВЧАН СОҲАДАГИ НУРЛАРНИНГ ЭМИССИЯСИ

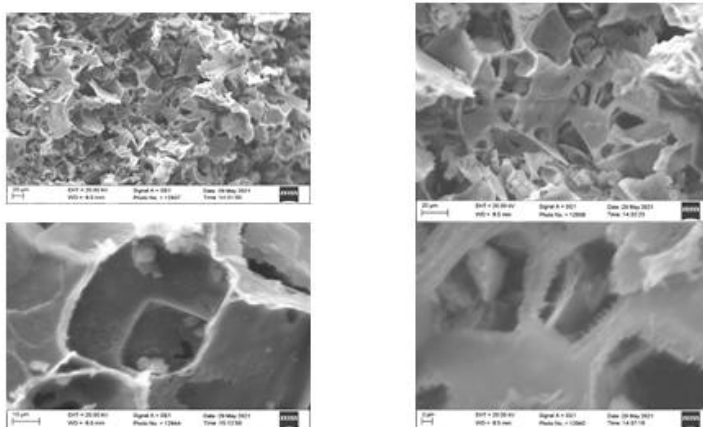


Углерод квант нуқталари (CD) - наноматериалларнинг янги синфи, яхши ингибиторлар эканлиги аниқланди.

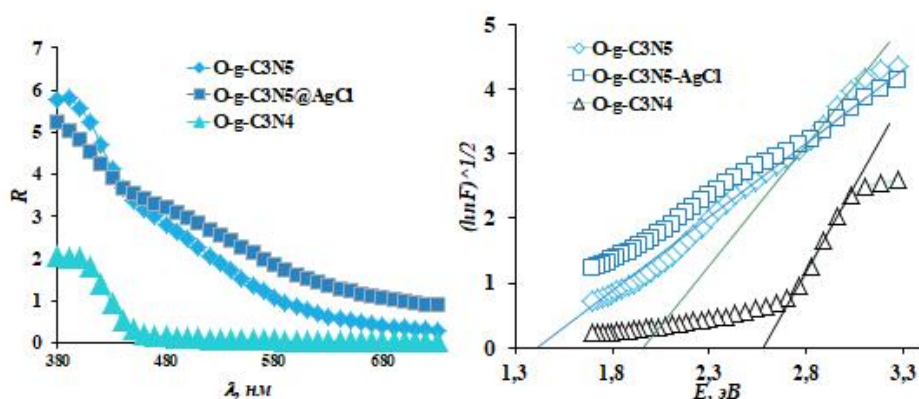
Экологик тоза азот қўшилган функционал углерод нуқталари (N-CD) бир нечта функционал гуруҳларга эга бўлган иккита арзон хомашёнинг бир босқичли гидротермик реакцияси орқали **гидротермал усулда осон синтез қилинди**, яъни лимон кислотаси ва карбамиддан.

Уларнинг коррозияни H_2SO_4 муҳитида ингибирлаш хоссаси электрохимёвий усуллар ва сирт таҳлилари орқали тизимли равишда текширилди.

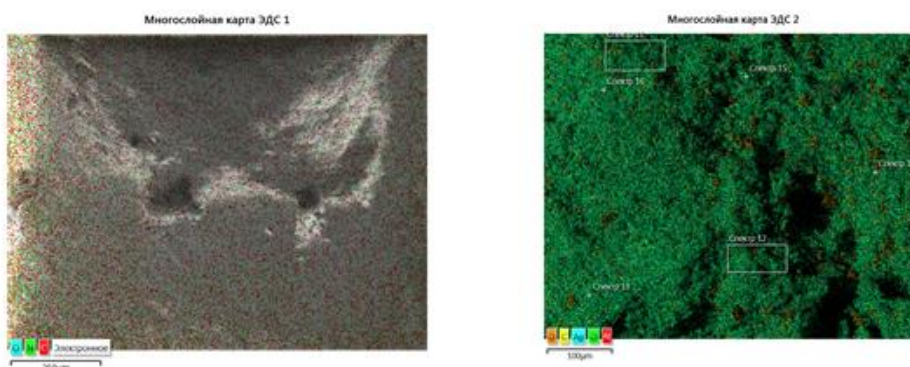
О-г-C₃N₂ НИНГ СЭМ-МИКРОФОТОГРАФИЯЛАРИ: X200 (а) X500 (б), X1000 (в) X2000 (г)



СИНТЕЗ ҚИЛИНГАН МАТЕРИАЛЛАРНИНГ ДИФФУЗ ҚАЙТАРИШ СПЕКТРЛАРИ (а) ВА ТАУЦ ЭГРИЛАРИ (б)



$O-g-C_3N_4$ ВА $O-g-C_3N_5@AgCl$ ЛАРДА ЭЛЕМЕНТЛАРНИНГ ТАРҚАЛИШ ХАРИТАЛАРИ



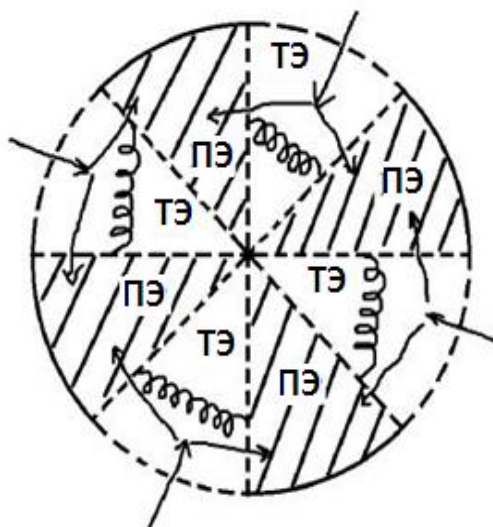
4-амалий иш. Полимер гелларнинг бўкиш кинетикаси

Назарий қисм.

Полимер материаллар бўкишининг физик-математикавий кинетик модели асосида қўшфазавий модель ётиб, бўккан полимер икки фазага: полимер эритма ва мувозанатдаги ташқи эритма фазаларига бўлинади. Ундан ташқари, кинетик моделда ион алмашиниш жараёни ва эритилган моддаларнинг полимер эритмаси фазасига ўтиши ҳисобга олинмаган.

Полимер материаллар бўкишининг физик-математикавий, қўшфазавий кинетик модели ўз ичига бир неча тенгламалар системасини қабул қилади. Бу тенгламаларнинг ечими вақт давомида полимер материаллар бўкиш даражасининг ўзгаришини, мувозанат ҳолатидаги бўкиш даражасини аниқлаш ҳамда система релаксация вақтини топиш имконини беради. Турли

тузилишдаги полимер материаллар ичида бу тенгламалар ёрдамида гранулалари сферик шаклидагиларни ўрганиш катор афзалликларга эга. Физик-математикавий, қўшфазавий кинетик моделнинг полимер гелларнинг бўкишини ўрганишда қўлланилишининг қулайлиги шундан иборатки, бўккан полимер системасидаги турли ўлчовларидаги компонентлар хоссалари тўғрисидаги манбалардаги маълумотлардан фойдаланиб ҳисоблаш имконини беради. Полимер геллар бўкиши қўшфазавий кинетик моделининг схемаси 1-расмда кўрсатилган.



Расм-1. Бўккан полимер гелнинг икки фазали кинетик модели схемаси. ПЭ – полимер эритма фазаси, полимер ва «боғланган» сувдан ташкил топган. Бу фаза ҳажми ташқи эритмадаги сувнинг активлигига қараб ўзгаради; ТЭ – ташқи эритма фазаси ёки «эркин» сув фазаси. Мувозанат ҳолатида бу фазанинг таркиби ташқи эритма таркибидан фарқ қилмайди. Моделдаги тенгламалар системасида урта коэффициент мавжуд бўлиб, уларнинг моҳияти қуйидагилардан иборат:

- k_1 [м/с] – сувнинг кимёвий потенциали градиенти таъсири остида (сувнинг активликлари фарқи) грануладан чиқаётган ёки (гранулага кираётган) оқим тезлиги;

- k_2 [с⁻¹] – мувозанат ҳолатидаги полимер каркаснинг релаксация вақтини ифодалайди;

- k_3 [м/с] – сувнинг кимёвий потенциали градиенти таъсири остида (концентрациялар фарқи) гранула ичида эриган модданинг ютилиш тезлигини билдиради.

Суюқликда бўлган полимер гелнинг бир қисмини ва унинг сирт юзасини полимер эритма эгаллайди, натижада сувнинг тақсимланиш коэффициентида кўринадикки, полимер гел таркибидаги ташқи эритма фазасида “боғланган” сув активлиги “эркин” сув активлигига нисбатан кичик

бўлади. Бунда полимер эритма фазасидаги “боғланган” сув миқдори максимал қийматга эга бўлади (2.расм).

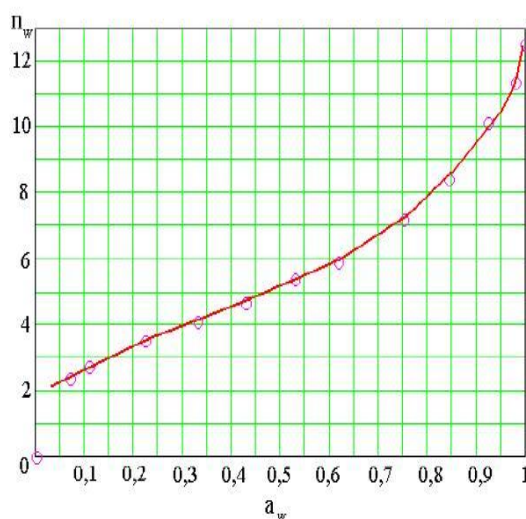
$$K_d = \frac{\bar{a}_w}{a_w} \quad (1)$$

бу ерда: K_d - сувнинг тақсимланиш константаси, \bar{a}_w ва a_w – мос равишда полиэлектролит ва ташқи эритма фазалардаги сувнинг активлиги.

Қўшфазавий моделга биноан полимер гел ҳажми уч ҳажм йиғиндисидан: куруқ полимер ҳажми, сорбцияланган сув ҳажми ва ташқи эритма ҳажмидан иборат. Ҳисобларни бажариш учун аввал полимер гел таркибидаги ташқи эритма фазаси ҳажми аниқланади. Бунинг учун полимер гел ва полимер эритмалар ҳажмлари маълум бўлса, қуйидаги тенгламадан аниқланади.

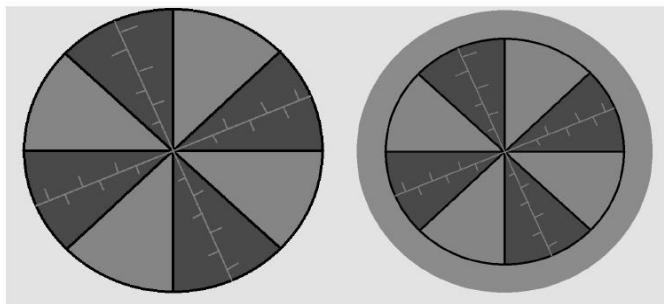
$$V_f = V_g - V_r - V_s \quad (2)$$

бу ерда V_s – «боғланган» сувнинг ПЭ фазасидаги максимал миқдори бўлиб, берилган полимер томонидан сувнинг сорбция изотермасидан топилади. V_g - полимер гел ҳажми, V_r - куруқ ионит ҳажми ва V_f -ташқи эритма фазаси ҳажми. Полимер эритмага ботирилганда сувнинг активлиги тоза сувникига нисбатан ҳамма вақт кичик бўлганлиги сабабли, полимер гелнинг сув - ПГ мувозанати системасидан эритма-ПГ мувозанат системасига ўтганда полимер эритма фазасига “боғланган” сув миқдорининг камайиши кузатилади. «Боғланган» сув миқдорининг полимер эритма фазасида камайиши полимер занжири атрофида гидрат қават диаметрини кичрайтиради, бунинг натижасида полимер тўр ҳажми камаяди. Бу эса полимер гел ҳажмининг камайишига сабаб бўлади. Полимер эритма фазасидан чиққан сув полимер гел ҳажмидан ташқарида бўлиб, полимер гел атрофида алоҳида қатлам ҳосил қилади (расм-3).



Расм-2. Сувнинг полимер сорбентга сорбцияланиш изотермаси.

Баъзи ҳолларда полимер эритма ҳажми камайган сари, ташқи эритма ҳажми ҳам камаяди. Сувнинг ҳаммаси полимер гелдан ташқарига чиқади, ташқи эритма билан аралашади ва гранула сиртидаги эритмани суюлтиради (расм-4), бу ходиса эса бўқиш кинетикасига таъсир этади. S_{max} —тажрибада кўринадиган гранула сирт юзасининг максимал қиймати (кўпинча бу сувдаги гранула ўлчами), S —амалдаги гранула сирти юзаси; h —амалдаги сирт қатлам қалинлиги. Полимер гелнинг бошқа қисмини ташқи эритма фазаси ташкил этади (расм-4). Ташқи эритма концентрацияси ўзгариши билан полистирол ва дивинилбензол асосида олинган полимер гелларда бу фаза ҳажми ўзгармайди. Ташқи эритма фазасидан “эркин” сув полимер гел ташқарисидаги эритма ёрдамида сиқиб чиқарилади. Сиқиб чиқариш тезлиги икки фазадаги сувнинг кимёвий потенциаллари фарқига ҳамда ташқи эритманинг зичлиги ва ковушқоқлигига боғлиқ.



Расм-3. Гранула ўлчамининг камайиши туфайли сирт қатламнинг ҳосил бўлиши.

2-тенгламада ташқи эритма таркибининг ўзгариши билан полимер гел бўқиш даражаси ўзгариши орасидаги боғланишнинг математик ифодаси келтирилган. Полимер гел сувга ботирилган деб тасавур қилинади. Бу ҳолда полимер гелдаги ташқи эритма фазасини “эркин” сув тўлдиради. Полимер гел грануласи эритмага ботирилганда, полимер гелдаги “эркин” сув ва ташқари эритмадаги сувнинг кимёвий потенциаллари фарқи полимер гелдан ташқи эритмага сувнинг оқимини ташкил этади (2-тенгламанинг ўнг томонидаги биринчи қўшилувчи). Сувнинг оқим тезлигига электрокимёвий потенциаллар фарқидан ташқари полимер матрицанинг эластиклиги ҳам таъсир этади (2-тенгламанинг ўнг томонидаги иккинчи қўшилувчи).



Расм-4. Полимер материаллар гранулалари ичида ва ташқарисида эритма концентрациясининг ўзгариши схемаси.

Полимер каркасининг сиқилиши туфайли унинг атрофида ташқи сирт қатлами ҳосил бўлиб, унда концентрациянинг ўзгариши қуйидаги тенглама билан ифодаланади:

$$\frac{dV}{dt} = k_1 \ln \frac{a_w(c_b)}{a_w(\bar{c})} S + k_2 (V_f^{eq} - V_f) \quad (3)$$

бу ерда: V -вақт давомида гранула ҳажми ўзгариши, V_f^{ef} - ташқи эритманинг мувозанат ҳолатидаги ҳажми, V_f - ташқи эритманинг вақт давомидаги ҳажми, $a_w(C_D)$ - сирт юзаси қатламидаги сувнинг активлиги, $a_w(C)$ - ташқи эритмадаги сувнинг активлиги, c_b -ташқи сирт қатламдаги эриган модданиннг концентрацияси. Уни оқимлар тенглиги шарти асосида қуйидагидан топиш мумкин:

$$\frac{d(c_b [V_{max} - V])}{dt} = S_{max} \frac{D}{h} (c_0 - c_b) - k_3 (c_b - \bar{c}) S - c^* \frac{dV}{dt} \quad (4)$$

$$c^* = \begin{cases} c_b, & \text{агарда } \frac{dV}{dt} \geq 0 \\ \bar{c}, & \text{агарда } \frac{dV}{dt} \leq 0 \end{cases} \quad (I.17)$$

c^* -бу ерда ва ундан кейин гранула сиртининг кўринган қисмидаги эриган модда концентрацияси. Осмотик жараёндан фарқ қилиб, полимер гелдан сув оқимининг чиқиши билан бирга полимер гелнинг ичига томон ташқи эритма оқими ҳосил бўлади. Бу эса ташқи эритма фазасида эриган модда концентрацияси ва миқдорининг ошишига сабаб бўлади. Полимер гелда эриган модда миқдорининг ошиш тезлиги гранула сирти яқинидаги эритма концентрациясига боғлиқ, чунки полимер гел таркибидан сувнинг ажралиб чиқиши туфайли гранула сирти яқинидаги эритма концентрацияси доимо ўзгариб туради (6-тенглама).

$$\frac{dQ}{dt} = c^* \frac{dV}{dt} + k_3 (c_b - \bar{c}) S \quad (5)$$

Ташқи эритма фазасидаги эриган модда концентрациясининг ошиши полимер эритма фазасидаги сув миқдорининг камайишига сабаб бўлади. Бу эса полимер гел умумий ҳажмининг камайишини билдиради. Бу жараён куйидаги тенглама билан ифодаланади.

Амалий қисм.

Тикилган полиэлектрولитлар гранулаларининг бўкиш кинетикасини ўрганишга доир тажрибалар оптик микрометрия усул (ОМУ)дан фойдаланиб олиб борилади. Бу усул вақт давомида эритмада бўккан полимер ҳажмини аниқлаш имконини беради. Бўкиш давомида сферик гранулалар ҳажми бир меъёрада ошади. ОМУ ёрдамида полимер геллардаги бўкиш жараёнини назорат қилиш асбобининг кўриниши 1-расмда келтирилган. Асбоб махсус жиҳозланган микроскоп ва компьютердан иборат. Компютерда тажриба натижаларини ҳам регистратсия, ҳам қайта ишлашга имкон берадиган дастурлар пакети мавжуд. Видеокамера ва ундаги таъминланиш дастури тажриба натижаларини 1280*960 пиксель катталиқда регистратсия қилиш ва регистратсия такрорлигини белгилаш имконини беради. Ускунанинг ишлаш қобилияти 750 пиксель/мм. Ўлчашлар хатоси 1 мм.га 1 пиксель, ёки гранула диаметри ўлчанганда 0,13-0,50%, гранула ҳажми ўлчанганда 0,4-1,5% ташкил қилади.



Расм-5. Оптик микрометрия усулда полимер гел бўкишини аниқлаш асбоби. 1 – видеокамера; 2 – оптик микроскоп; 3-ячейка; 4- дастурлар пакети билан жиҳозланган ПК.

Оптик микрометрия усулида тажрибаларни бажариш кетма-кетлиги
Тажриба бажариш кетма-кетлиги куйидагича:

1. Дистилланган сувда бўккан полимер сорбент грануласи планшет ячейкасига жойлаштирилади, устига дистилланган сув солинади ва шиша билан ёпилади.
2. Кейин микроскопда гранула тасвир кўриниши яққол қилиб фокусировка қилинади (ўлчаш аниқлиги шунга боғлиқ) ва унинг

фототасвири олинади. Шунга нисбатан грануланинг бошланғич ҳажми ҳисобланади.

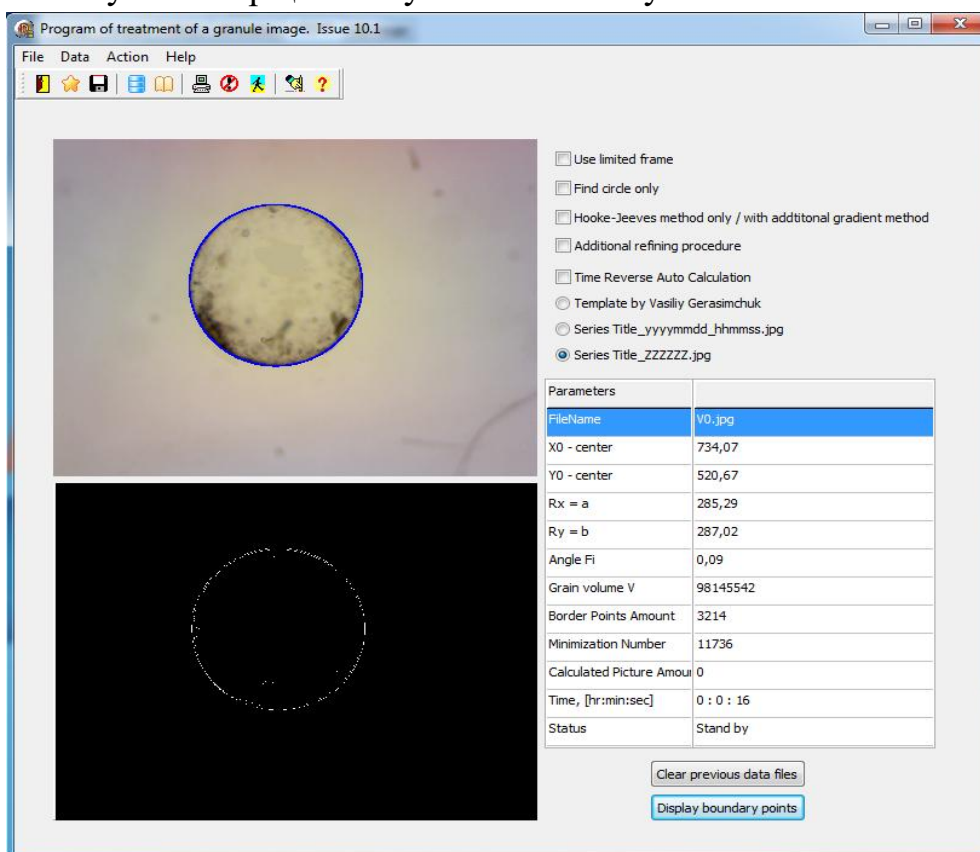
3. Кейин гранула планшетнинг аввалдан текшириладиган эритма солинган бошқа ячейкасига ўтказилади ва ячейка шиша билан ёпилиб, микроскопнинг предмет столига ўтказилади (зарур бўлганда фокусировка кераклича регулировка қилинади) ва сурат такрорлиги берилиб, суратга олиниш бошланади.
4. Тажриба натижаларини қайта ишлашда «Grain_Size_Treatment_10_1» дастуридан фойдаланилади. Бу усул тасвир чегара нуқталарини топиш усули «Cannydetection»га асосланган. Суратни қайта ишлаш тезлиги 1сек. дан 7 секундгача. Қайта ишлаш принципи қуйидагича: гранула тасвири чегара нуқталари топилганда дастур уч йўналишдаги радиус (x,y,z) ларни ҳисоблайди (учинчи кўринмайдиган радиус-z иккита бошқа радиуслар ярим йиғиндисига тенг деб қабул қилинади). Кейин дастур уч радиус қийматига қараб ҳажмларни ҳисоблайди ва ўртачасини топади.

Дастур жадвал кўринишидаги пакет файл ҳисоботни тайёрлайди. Унда суратга олиш вақти секундларда, гранула радиусларининг уч йўналишдаги қийматлари пикселларда, ҳар қандай вақт учун гранула ҳажми куб пикселларда ва гранула ҳажмининг нисбий қиймати (V_i/V_0) берилади. Бу ерда V_0 - грануланинг бошланғич (сувда бўктирилгандаги) ҳажми, V_i - грануланинг муайян вақтдаги ҳажми. Расм-2,да шу дастурнинг интерфайси кўрсатилган.

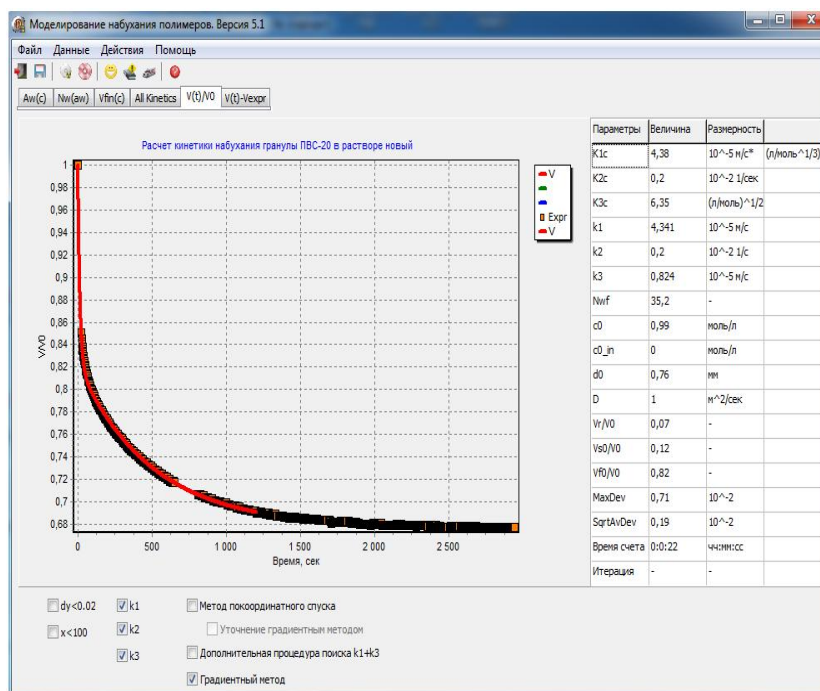
5. Тажриба натижалари қайта ишлангандан кейин, пакетли файл (унга тажрибалар қайта ишлар натижалари ҳисоботи киритилган) «Polymer_swelling_kinetics 5.1» дастурига киритилади. Бу дастур тажрибавий графиклар чизиш, тенгламалар системасида полимер бўқиш кинетикасини тушунтирадиган коэффицентларни танлаш, эритма концентрациясини аниқлаш имконини беради.

Ҳисобни бажаришдан аввал шу дастур ойнасида «Ҳисоб учун фойдаланиладиган параметрлар берилиши» (расм-3га қаранг) ўрганиладиган полимерни танлаш ва қайси модда эритмаларида бўқишини ўрганилишини аниқлаш керак. Агар дастур маълумот базасида ўрганилаётган полимер ёки модда тўғрисида маълумот бўлмаса, дастурга «новый» ячейкасини топиб етишмаган маълумот киритилиши керак. Коэффицентларни ахтариш амалини бажаришдан аввал муайян параметрларни киритиш керак: тажрибада ишлатилган грануланинг диаметри (d_0 , мм), эритма концентрацияси ($C_0_external$, моль/л), бўқиш кинетикасини ўлчаш вақти (T_{max} , сек), эритилган бирикманинг водород боғлар сонига таъсир коэффиценти (p ,

л/моль). Таъсир коэффиенти қиймати ҳажмнинг тажрибада олинган нисбий мувозанат қийматига қараб танланади. Ҳамма зарур бўлган параметрлар киритилгандан кейин тажриба натижаларини математик қайта ишлаш учун кинетик коэффицентларни танлашга киришади. Агар муайян бирикма эритмаси учун кинетик коэффицентлар (k_1 , k_2 , k_3 ва p) тўғри топилган бўлса, уларнинг қийматидан амалий кинетик чизмага аппроксимация ясаш мумкин ва шундай қилиб унинг концентрациясини бутун чизма ёки унинг бир қисми бўйича топиш мумкин.



Расм-2.Тажриба натижаларини қайта ишлаш «Grain_Size_Treatment_10_1» дастури интерфайси.



Расм-3. «Polymer_swelling_kinetics5.1» дастурининг интерфайси. Сарик нуқталар – тажрибада олинган натижа. Қизил эгри чизик математик қайта ишлашни тажриба чизмасига аппроксимацияси (1200 сек соҳада).

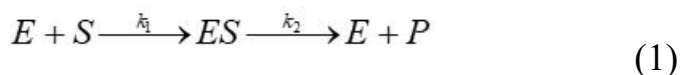
Бу дастурда тажрибада олинган натижалар қайта ишлангандан кейин натижалар жадвал шаклида чиқади: топилган коэффициентлар (k_1, k_2, k_3) қиймати, концентрациянинг топилган қиймати ва қайта ишланган соҳадаги тажриба натижаларининг аппроксимация четланишининг максимал (MaxDev) ва ўрта квадратик (SqrtAvDev) қийматини беради. Агар натижалар қайта ишланганда ўрта квадратик четланиш бирдан ошса, бундай натижалар яроқсиз деб ҳисобланади.

5-amaliy ish. Fermentativ kataliz

Nazariy qism

Fermentlar, yoki enzimlar bular jonli sistemalarda sodir bo‘ladigan katalitik kimyoviy reaksiyalardagi oqsil yoki RNK molekulalari va ularning komplekslaridir. Reaksiyalarda ishtirok etayotgan reagentlar substratlar deb, hosil bo‘layotgan moddalar mahsulotlar deb ataladi.

Fermentativ jarayonlar kinetikasining negizida ferment-E va substrat-S orasida qaytar oraliq mahsulot - ferment substrak-ES kompleksining hosil bo‘lishi va bu kompleksning qaytmas birinchi tartibli reaksiya tezlik konstantasi orqali mahsulotga-P aylanishi yotadi va bu o‘zgarish quyidagicha ifodalanadi:



bu yerda: k_1 va k_2 – elementar bosqichlarning tezlik konstantalari.

Odatda fermentativ reaksiyalar fermentga nisbatan substratni mo'1 miqdorda olib boriladi. Shuning uchun ferment to'liq ferment-substrat kompleksi tarkibida kiradi. Natijada reaksiya davomida kompleksning konsentratsiyasi deyarli o'zgarmaydi, boshqacha qilib aytganda vaqtga bog'liq bo'lmaydi va jarayon kvazistatsionar holatda boradi. Reaksiya kinetikasi quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

$$\frac{d[ES]}{dt} = k_1[E][S] - k_{-1}[ES] - k_2[ES] = k_1[E][S] - (k_{-1} + k_2)[ES] = 0 \quad (2)$$

Ferment dastlab erkin holda, reaksiya davomida ferment-substrat kompleksi tarkibida va erkin holda mavjudligini hisobga olinsa quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

$$[E]_0 = [E] + [ES] \quad (3)$$

Bu ifodadan ferment konsentratsiyasi

$$[E] = [E]_0 - [ES] \quad (4)$$

ko'rinishga ega bo'ladi va bu qiymatni kvazistatsionarlik prinsipiga qo'yilsa quyidagicha bo'ladi:

$$\frac{d[ES]}{dt} = k_1([E]_0 - [ES])[S] - (k_{-1} + k_2)[ES] = k_1[E]_0[S] - (k_1[S] + k_{-1} + k_2)[ES] = 0 \quad (5)$$

bu tenglamadan ferment-substrat kompleksining konsentratsiyasi

$$[ES] = \frac{k_1[E]_0[S]}{k_1[S] + k_{-1} + k_2}$$

(6)

ega bo'ladi. Bundan mahsulotning hosil bo'lish tezligi ferment-substrat kompleksining parchalanish tezligi orqali ifodalanadi:

$$r = \frac{d[P]}{dt} = k_2[ES] = \frac{k_1 k_2 [E]_0 [S]}{k_1 [S] + k_{-1} + k_2} \quad (7)$$

ifodaning surat va maxrajini k_1 ga bo'lib, quyidagi hosil qilinadi

$$r = \frac{k_2 [E]_0 [S]}{\frac{k_{-1} + k_2}{k_1} + [S]} = \frac{k_2 [E]_0 [S]}{K_M + [S]} \quad (8)$$

bu ifodadagi $k_{-1} + k_2 / k_1$ nisbat Mixaelis konstantasi K_M deyiladi. Bu kinetik konstantaning o'lchov birligi konsentratsiya o'lchov birligi bilan bir xil bo'ladi. K_M

ning son jihatdan qiymati pH , harorat, ingibitor yoki aktivatorlarning borligi kabi omillarga bog‘liq bo‘lib, 1 dan 10^{-8} mol * l $^{-1}$ gacha oraliqqa o‘zgaradi.

Reaksiyaning boshlang‘ich bosqichida ($[P] \rightarrow 0$ bo‘lgan holatda), fermentga nisbatan substrat mo‘l bo‘lganda ($[S]_0 \gg [E]_0$), substrat konsentratsiyasining kamayishi hisobga olinmaydi va substrat uchun material balans tenglamasi quyidagicha bo‘ladi:

$$[S]_0 = [S] + [ES] + [P] \approx [S] \quad (9)$$

Reaksiyaning boshlang‘ich tezligi quyidagicha ko‘rinishga ega bo‘ladi:

$$r_0 = \frac{k_2[E]_0[S]_0}{K_M + [S]_0} \quad (10)$$

Agar $k_{-1} \gg k_2$ bo‘lsa, u holda fermentativ reaksiyaning birinchi bosqichida vaqt davomida kvazimuvozanat holati vujudga keladi va fermentativ reaksiya tezligini ifodalovchi tenglamada Mixaelis konstantasi o‘rniga substrat konstantasi qo‘llaniladi va u quyidagicha ifodalanadi:

$$r_0 = \frac{k_2[E]_0[S]_0}{\frac{k_{-1}}{k_1} + [S]_0} = \frac{k_2[E]_0[S]_0}{K_S + [S]_0}, \quad K_S = \frac{k_{-1}}{k_1} = \frac{[E][S]}{[ES]} \quad (11)$$

bu yerda: K_S -substrat konstantasi. Bundan substratning turlicha boshlang‘ich konsentratsiyalarida reaksiyaning boshlang‘ich tezligi turlicha ko‘rinishlarga ega bo‘ladi.

1) Agar substratning boshlang‘ich konsentratsiyasi Mixaelis konstantasidan kichik bo‘lsa, u holda $[S]_0 \ll K_M$ va

$$r_0 = \frac{k_2[E]_0[S]_0}{K_M} \quad (12)$$

bo‘ladi. Fermentativ reaksiya ferment bo‘yicha ham, substrat bo‘yicha ham birinchi tartibli bo‘ladi.

2) Agar substratning konsentratsiyalari yuqoriroq bo‘lsa $[S]_0 \gg K_M$

u holda reaksiyaning boshlang‘ich tezligi $r_0 = k_2[E]_0$ substrat konsentratsiyasiga bog‘liq bo‘lmaydi va fermentativ reaksiyaning maksimal tezligi deb aytiladi va r_{max} bilan belgilanadi. Reaksiyaning boshlang‘ich tezligi quyidagi tenglama orqali ifodalanadi:

$$r_0 = \frac{r_{max}[S]_0}{K_M + [S]_0} \quad (13)$$

bu Mixaelis-Menten tenglamasi deyiladi.

Amaliy qism

Peroksidaza fermenti yordamida Mixaelis konstantasi va reaksiyaning maksimal tezligini aniqlash

Ishning maqsadi: Peroksidaza fermenti yordamida kaliy iodidni vodorod peroksid bilan oksidlanish reaksiyasining kinetikasi o'rganish va fermentativ reaksiyaning effektiv kinetik parametrlarini aniqlash.

Ishni bajarish: Iodid ionlarini vodorod peroksid bilan fermentativ oksidlanish reaksiyasi kislotaviy muhitda $\text{pH} = 4-5$ bo'lganda olib boriladi. Peroksidaza fermenti va substratlar: kaliy iodid bilan vodorod peroksidlarning eritmaları 0,1M li atsetat buferida tayyorlanadi. Dastlabki moddalar eritmaları konsentratsiyalari kaliy iodidniki $6 \cdot 10^{-2}\text{M}$ va vodorod peroksidniki $4 \cdot 10^{-3}\text{M}$ teng bo'ladi. Ishchi eritmalar bufer eritma yordamida suyultirish yo'li bilan hosil qilinadi. Ferment preparati och-qo'ng'ir rangli kukunsimon modda bo'lib, atsetatli buferda yaxshi eriydi. Peroksidaza fermentining o'rtacha molekulyar massasi $44100\text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ ga teng. $\text{pH} = 4.6-4.7$ ga teng bo'lgan atsetatli bufer quyidagicha tayyorlanadi: 100 ml 1 M li sirka kislotasi eritmasiga 50 ml 1 M li natriy gidroksid eritmasi quyilib, distillangan suv yordamida 500 ml ga yetkaziladi. pH ko'rsatkich pH -metr yordamida aniqlanadi. Reaksiyaning borish kinetikasi fotokolorimetr yoki spektrofotometr bilan aniqlanadi. Reaksiya bevosita qalinligi 1 sm bo'lgan kyuveta yordamida olib boriladi. Reaksiya natijasida ajralib chiqayotgan iodning konsentratsiyasini 400 nm to'lqin uzunligida yutilish spektrini o'lchash orqali aniqlanadi.

1. Kaliy iodid bilan Mixaelis konstantasi va reaksiyaning maksimal tezligini aniqlash

Fermentning va ikkinchi substrat-vodorod peroksidning konsentratsiyalarini o'zgarish holda ushlab, turli konsentratsiyali kaliy iodid eritmaları bilan fermentativ reaksiyaning boshlang'ich tezligi aniqlanadi. 1-jadvalda reaksiyon aralashma tayyorlash uchun kerak bo'ladigan eritmaların boshlang'ich konsentratsiyalari keltirilgan. Aralashmaning umumiy hajmi o'zgarish bo'lib, 4 ml ni tashkil etadi.

Jadval-1

Reaksiyon aralashma tayyorlash uchun kerak bo'ladigan eritmaların boshlang'ich konsentratsiyalari (ml)

KI	Atsetatli bufer	Peroksidaza	H ₂ O ₂
0.1	3.3	0.1	0.5
0.2	3.2	0.1	0.5
0.3	3.1	0.1	0.5
0.5	2.9	0.1	0.5
1.0	2.4	0.1	0.5

1.5	1.9	0.1	0.5
-----	-----	-----	-----

Tajribadan oldin aniqlanayotgan eritmalarining optik zichliklari o'lchanadi. Kyuvetaga bufer eritma, kaliy iodid va peroksidaza eritmalarini (jadval-1 dagi nisbatda olib) quyung va spektrofotometrning (fotokolorimetr) kyuveta bo'limiga joylashtiring. Dozator yordamida vodorod peroksid eritmasi yuborib, fermentativ reaksiyani boshlang. So'ngra reaksiyon aralashmaning optik zichligini o'lchab oling. Buger–Lambert–Ber qonuni asosida eritmalarining optik zichliklaridan foydalanib, I₂ konsentratsiyasini hisoblang.

$$D = \epsilon l C$$

bu yerda: D -optik zichlik, ϵ -molyar yutiliish koeffitsiyenti, l -kyuveta qalinligi.

Har bir kinetik tajriba 5-10 minut davom etadi. Tajriba tugagandan so'ng kyuvetani suv bilan yuvib, navbatdagi tajribalar uchun unga yangi eritma namunasi quyung va tajriba o'tkazing. Shunday usulda H₂O₂ konsentratsiyasini o'zgarmas holda saqlab, KI ning oltita turli konsentratsiyali eritmalarini bilan tajribalar o'tkazing va jadval-2 ga o'xshash oltita jadvalni to'ldiring.

Jadval-2

Tajriba natijalari

Tajriba	Substrat eritmasi hajmi vaqt davomida o'zgaradi,... ml							
Tajriba vaqti, s	0							
Optik zichlik								
I ₂ konsentratsiyasi, M	0							

2. Vodorod peroksid bilan Mixaelis konstantasi va reaksiyaning maksimal tezligini aniqlash

Fermentning va ikkinchi substrat-kaliy iodidning konsentratsiyalarini o'zgarmas holda ushlab, turli konsentratsiyali vodorod peroksid eritmalarini bilan fermentativ reaksiyaning boshlang'ich tezligi aniqlanadi. 3-jadvalda reaksiyon aralashma tayyorlash uchun kerak bo'ladigan eritmalarining boshlang'ich konsentratsiyalari keltirilgan. Aralashmaning umumiy hajmi o'zgarmas bo'lib, 4 ml ni tashkil etadi.

Kyuvetaga bufer eritma, kaliy iodid va peroksidaza eritmalarini (jadval-III.12dagi nisbatda olib) quyung va spektrofotometrning (fotokolorimetr) kyuveta bo'limiga joylashtiring. Dozator yordamida yetarli miqdorda vodorod peroksid eritmasi yuborib, fermentativ reaksiyani boshlang. Reaksiyon aralashmaning optik

zichligini o'lchab oling. Buger–Lambert–Ber qonuni asosida eritmalarning optik zichliklaridan foydalanib, I₂ konsentratsiyasini hisoblang.

Har bir kinetik tajriba 5-10 minut davom etadi. Tajriba tugagandan so'ng kyuvetani suv bilan yuvib, navbatdagi tajribalar uchun unga yangi eritma namunasi quyding va tajriba o'tkazing. Shunday usulda H₂O₂ konsentratsiyasini o'zgarish holda saqlab, KI ning oltita turli konsentratsiyali eritmalarini bilan tajribalar o'tkazing va jadval-III.11 ga o'xshash oltita jadvalni to'ldiring.

Jadval-3

Reaksiyon aralashma tayyorlash uchun kerak bo'ladigan eritmalarning boshlang'ich konsentratsiyalari (ml)

KI	Atsetatli bufer	Peroksidaza	H ₂ O ₂
1.5	2.3	0.1	0.1
1.5	2.2	0.1	0.2
1.5	2.1	0.1	0.3
1.5	1.9	0.1	0.5
1.5	1.6	0.1	0.8
1.5	1.4	0.1	1.0

Tajriba natijalarini hisoblash

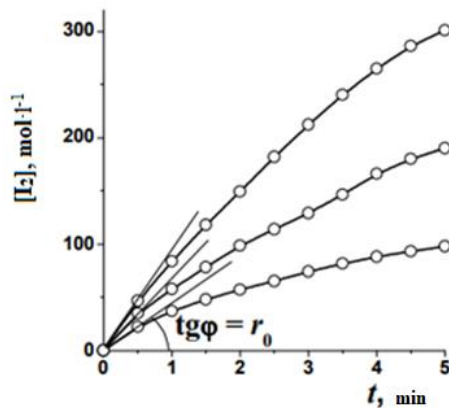
Tajribalarning o'lchash natijalaridan foydalanib kinetik egri chiziqlarni tuzing (reaksiya natijasida ajralib chiqqan iod konsentratsiyasining vaqtga bog'liqligi) va grafikning boshlang'ich to'g'ri chiziqli sohasi yordamida reaksiyaning boshlang'ich tezligini aniqlang. Misol sifatida 1-rasmda boshlang'ich tezlikni topish keltirilgan. Olingan natijalarni 4-jadvalga kiriting va o'lchov birliklarini ko'rsating. Har bir tajribadagi substratning boshlang'ich konsentratsiyasini hisoblang va ularni ham 4-jadvalda ko'rsating.

Substrat konsentratsiyasini hisoblashga misol. Kaliy iodidning boshlang'ich konsentratsiyasi $[KI]_0 = 6 \cdot 10^{-2} M$. Ishchi eritmaning hajmi 4 ml bo'lib, misol sifatida unda 1 ml KI bor deb olamiz. Kaliy iodid eritmasi to'rt marta suyultirilganligi uchun reaksiyon aralashmada uning konsentratsiyasi $6 \cdot 10^{-2} : 4 = 1.5 \cdot 10^{-2} M$ ga teng bo'ladi.

Jadval-4

Reaksiya boshlang'ich tezligining substrat boshlang'ich konsentratsiyasiga bog'liqligi

Tajriba tartibi	Substratning boshlang'ich konsentratsiyasi $[S]_0$	Reaksiyaning boshlang'ich tezligi r_0



Rasm-1. Vodorod peroksidning uchta turli boshlang'ich konsentratsiyalarida reaksiya mahsuloti iodning ajralib chiqish kinetik egri chiziq-lari.

Nazorat savollari

1. Fermentlar deb qanday moddalarga aytiladi?
2. Fermentativ reaksiyalar nechanchi tartibli reaksiyalarga misol bo'ladi?
3. Qanday moddalarga substratlar deb aytiladi?
4. Oddiy fermentativ reaksiyalar uchun Mixaelis-Menten tenglamasini keltirib chiqaring.
5. Mixaelis konstantasining o'lchov birligi nimaga teng?
6. Reaksiya maksimal tezligining o'lchov birligi nimaga teng?
7. Substrat konsentratsiyasining oshishi bilan reaksiya tartibi qanday o'zgaradi?
8. Substrat konsentratsiyasining oshishi bilan substrat bo'yicha reaksiya tartibi qanday o'zgaradi?
9. Fermentativ katalizga misollar keltiring.
10. Fermentativ reaksiyalar borish mexanizmini tushuntiring.
11. Fermentativ reaksiyalar oddiy yoki murakkab reaksiyalarga mansub izohlab bering.

MASHQLAR TO‘PLAMI

1-машқ

Абсолют харорат	Бу, цельсий шкаласи бўйича нульдан 273.16 ₀ паст бўлган ва абсолют ноль деб аталувчи градусдан бошлаб хисобланадиган хароратдир.
Адсорбция	модда заррачаларининг (молекула, атом, ионларнинг) иккинчи модда юзасига шимилиш жараёни.
Агрегат ҳолат	моддалар одатда газ, суюқ ва каттик ҳолатда бўлади, бўларни моддаларнинг агрегат ҳолати дейилади.
Агрегация	юкори дисперс заррачаларни ўзаро бирикиб, кйирик заррачалар ҳосил килишига айтилади.
Аддитив хоссалар	Бирор система, модда ёки эритманинг баъзи хоссаларига уларнинг таркибий хоссаларининг йигиидисидан иборат бўлиши.

2-машқ

Гомоген система	бир фазадан иборат системаларга айтилади.
Гетероген система	турли физик ва кимёвий хоссаларга эга турли фазалардан иборат система.
Гидратлар	купгина моддалар эриганда уларнинг молекулалари эритувчи молекулалари билан бирикади, бу ҳосил бўлган бирикмалар сольватлар дейилади, агарда эритувчи сув бўлса гидратлар дейилади. Баъзи гидратлар етарли даражада баркарор бўлиб улар эритмадан ташқарида ҳосил бўладилар, бўларни кристаллогидроитлар деб аталади, масалан, $\text{CuSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$, $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

Гидратланиш иссиклиги	сув молекулаларини эриган модда молекулалари билан ўзаро боғланиши жараёнида ажралиб чиқадиган иссикликка айтилади
Ёниш иссиклиги	бир грамм (ёки 1 грамм молекула) тула ёнганда ажралиб чиқадиган иссиклик.

3-машқ

Диффузион потенциал	икки эритмани ажратиб турадиган юза орқали ионлар диффузияси натижасида ҳосил бўладиган потенциал.
Ярим емирилиши даври	радиоактив элементинг бошда олинган миқдорининг яримиси емирилгунча кетган вақти, масалан ининг ярим емирилиши даври $4.6 \cdot 10^9$ йил.
Изоморфизм	Кимёвий табиатлари жихатидан бир-бириларига яқин бўлган моддаларни бир хил шакилдаги кристаллар ҳосил қилишига айтилади.
Изотерма	жараёни ўзгармас ҳароратда қандай қонуният билан боришини курсатувчи математик ва геометрик ифодаси.

ГЛОССАРИЙ

Термин	Ўзбек тилидаги шаруи	Инглиз тилидаги шаруи
Абсолют харорат	Бу, цельсий шкаласи бўйича нульдан 273.160 паст бўлган ва абсолют ноль деб аталувчи градусдан бошлаб хисобланадиган хароратдир.	This is a temperature below 273.160 degrees Celsius, which is calculated from the zero zero, and the absolute zero.
Адсорбция	модда заррачаларининг (молекула, атом, ионларнинг) иккинчи модда юзасига шимилиш жараёни.	The process of absorbing particles (molecules, atoms, ions) into the surface of the second substance.
Агрегат ҳолат	моддалар одатда газ, суюқ ва каттик ҳолатда бўлади, бўларни моддаларнинг агрегат ҳолати дейилади.	Substances are usually gas, liquid, and solid, which is called aggregate state of matter.
Агрегация	юкори дисперс заррачаларни ўзаро бирикиб, кйирик заррачалар ҳосил қилишига айтилади.	highly dispersed particles that are bonded together to form
Аддитив хоссалар	Бирор система, модда ёки эритманинг баъзи хоссаларига уларнинг таркибий хоссаларининг йигиидисидаи иборат бўлиши.	The presence of a particular system, substance, or solution with some of its constituent properties.
Гомоген система	бир фазадан иборат системаларга айтилади.	single phase systems.
Г етероген система	турли физик ва кимёвий хоссаларга эга турли фазалардан иборат система.	system of different phases with different physical and chemical properties.

Гидратлар	<p>купгина моддалар эриганда уларнинг молекулалари эритувчи молекулалари билан бирикади, бу хосил бўлган бирикмалар сольватлар дейилади, агарда эритувчи сув бўлса гидратлар дейилади. Баъзи гидратлар етарли даражада барқарор бўлиб улар эритмадан ташқарида хосил бўладилар, бўларни</p>	<p>When most substances are dissolved, their molecules are combined with solvent molecules, the compounds that are formed are called solvates, and if solvent water is called hydrates. Some hydrates are stable enough to form outside the solution, which are called crystalloglycites, such as $\text{CuSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$, $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$</p>
------------------	---	---

	кристаллогидроитлар деб аталади, масалан, $\text{CuSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$, $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	
Гидратланиш иссиқлиги	сув молекулаларини эриган модда молекулалари билан ўзаро боғланиши жараёнида ажралиб чиқадиган иссиқликка айтилади	the heat released by the interaction of water molecules with dissolved molecules
Ёниш иссиқлиги	бир грамм (ёки 1 грамм молекула) тула ёнганда ажралиб чиқадиган иссиқлик.	one gram (or 1 gram of molecule) of heat that is completely dissolved in the combustion.
Диффузион потенциал	икки эритмани ажратиб турадиган юза орқали ионлар диффузияси натижасида ҳосил бўладиган потенциал.	potential due to ion diffusion through the surface separating the two solutions.
Ярим емирилиши даври	радиоактив элементинг бошда олинган микдорининг яримиси емирилгунча кетган вақти, масалан ининг ярим емирилиши даври $4.6 \cdot 10^9$ йил.	the half-life of the radioactive element at the beginning of its decay, for example, the half-life of y is $4.6 \cdot 10^9$ years.
Изоморфизм	Кимёвий табиатлари жихатидан бир-бириларига яқин бўлган моддаларни бир хил шакилдаги кристаллар ҳосил қилишига айтилади.	It is said that they have the same form of crystals as substances that are close to each other in their chemical properties.
Изотерма	жараёни ўзгармас ҳароратда қандай қонуният билан боришини курсатувчи математик ва геометрик ифодаси.	mathematical and geometric expression of how the process proceeds at constant temperature.
Ички энергия —	моддани ташкил қилган атом ва молекулалар ҳаракатининг энергия захираси.	energy reserve of movement of atoms and molecules that comprise matter.
Ионлар ҳаракатчан- лиги	ионларни эритмадаги ҳаракат тезлигини курсатади.	indicates the velocity of the ions dissolved in the
Иссиқлик сигим	а) солиштирма иссиқлик сигим, бу 1 г модда	а) Specific heat capacity, which is the heat used to raise the

	<p>ҳароратини 10C га кутариш учун сарфланадиган иссиқлик; б) моляр иссиқлик ситим, бу 1 моль мода ҳароратини 10C га кутариш учун сарфланадиган</p>	<p>temperature of 1 g of the substance to 10 C; b) Molar heat capacity, which is the heat used to raise the fashion temperature of 1 mole to 10 C</p>
Катализ	<p>Кимёвий реакция тезлигини баъзи моддалар яъни катализаторлар иштирокида</p>	<p>The process of changing the rate of a chemical reaction with the presence of certain substances, catalysts</p>
Криоскопик доимий	<p>1000 г эритувчида 1 моль мода эриган эритманинг тоза эритувчининг мўзлаш (котиш) ҳароратига нисбатан пасайишини курсатувчи катталик. Бу катталик турли эритувчилар учун турлича</p>	<p>Size, indicating a decrease in the dissolved solvent per 1000 g of solvent freezing (freezing) temperature. This size varies for different solvents.</p>
Иш	<p>бир системадан иккинчи системага энергия ўзатишнинг 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.</p> <p>Иссиқликнинг улчов бирлиги калория ва ишнинг улчов бирлиги жоуль деб қабул қилинган</p>	<p>is another type of energy transfer from one system to another, where the internal energy of the system in which it operates is reduced, and the energy of the affected system increases accordingly. Work and heat are mutually equivalent. The unit of measure of heat is the calorie and the unit of measure is considered to be joule</p>
Босим	<p>бирлик сирт юзасига таъсир қилувчи куч бўлиб, турли бирликларда ифодаланади: <i>Паскаль, н/м², бар</i> ва <i>мм сим.уст.</i> Бунда доимо система босимининг атмосфера босими билан фарқи эмас,</p>	<p>unit is the force acting on the surface and expressed in various units: Pascal, n / m², bar and mm sim.ust. It always shows absolute pressure, not the difference of system pressure with atmospheric pressure.</p>

FIZIKAVIY KIMYONING ZAMONAVIY MUAMMOLARI FANIDAN TEST SAVOLLARI

1.	Qanday jarayonga qaytar jarayon deyiladi ?	Reaksiya yunalishi teskari tomonga borishi mumkin bo'lgan, ammo bosim, hajm va temperatura o'zgarmasdan qolgan jarayonga aytiladi.	Reaksiya o'z yunalishini teskari tomonga o'zgartirib, hajm o'zgarib, temperatura va bosim o'zgarmasdan qolgan jarayonga aytiladi	O'z yunalishini teskari tomonga o'zgartirganda bosim, temperatura o'zgarib, hajm o'zgarmasdan qolgan sistemaga aytiladi	Reaksiya yunalishini istalgan bosqichda teskari tomonga borishda parametrlarning birortasi (ayni paytda bosim) cheksiz kichik qiymatga o'zgarishiga aytiladi
2.	Izotermik jarayonda sistema bajargan ishning tenglamasini tanlang.	$A = RT \ln \frac{V_2}{V_1}$	$A = RT \ln - \frac{P_2}{P_1}$	$A = RT \ln - \frac{T_2}{T_1}$	$A = -RT \ln - \frac{T_2}{T_1}$
3.	Izoxorik jarayonda sistema bajargan ishning tenglamasini tanlang.	$A = 0$	$Q_V = \Delta U$	$Q_V = \Delta U = U_1 - U_2$	$Q_V = \Delta U = U_2 - U_1$
4.	Bir mol gaz izoxorik xolda T_1 dan T_2 gacha qizdirildi. Shu gaz ichki energiyasi o'zgarishining umumiy ifodasini kursating.	$\Delta U = C_V (T_2 - T_1)$	$\Delta U = - \int_{T_1}^{T_2} C_V dT$	$\Delta U = \int_{T_2}^{T_1} dC_V dT$	$\Delta U = (C_p - C_V)(T_2 - T_1)$
5.	Kimyoviy reaksiya issiqlik sig'iminin o'zgarishi temperatura o'zgarishi bo'lib $\Delta C_p = \Delta a + \Delta B T + \Delta C T^2$ tenglama bilan ifodalanadi va Δa , ΔB , ΔC koeffisientlar noldan katta. Koeffisientlar qanday fizikaviy manoga ega?	Ma'noga ega emas	Moddalarning solishtirma issiqlik sig'imi	Moddalarning molyar issiqlik sig'imi	Issiqlik effektining o'zgarishi
6.	Agar bir litr hajmdagi berk idishda 2 mol geliyni 1°C qizdirilganda jarayonning	0	RT	R	2RT

	bajargan ishi nimaga teng bo'ladi?				
7.	A, B va C moddalarning yonish va hosil bo'lish issiqliklari qiymati ma'lum. Bu qiymatlar bir xil aniqlikda olingan (masalan $\pm 5\%$). A, B, C moddalar orasidagi reaksiya issiqlik effektini topish uchun qanday qiymatlar olib ishlatiladi?	Hosil bulish issiqligi qiymatlari ishlatiladi, chunki hosil bo'lgan issiqlikning qiymati yonish issiqligi qiymatidan kam bo'lgani sababli hosil bo'lish issiqligi farqini hisoblaganda kam xatolikka yul quyiladi	Yonish issiqligi qiymatlari ishlatiladi, chunki bu qiymatlar yonayotgan modda uchun bir muncha aniq qiymatdir	Ikkalasining ham qiymati ioshlatilishi mumkin, chunki buning farqi yuq	Hosil bulish issiqligi qiymatlarini ishlatish mumkin, chunki bu usul keng tarqalgan
8.	Temperatura oshishi bilan kimyoviy reaksiya issiqlik effekti qanday o'zgaradi va bu o'zgariosh xarakteri nima bilan aniqlanadi?	Ortadi yoki kamayadi. Dastlabki va oxirgi moddalar issiqlik sig'imiga bog'liq	Temperaturaga bog'liq bo'lmaydi	Temperatura qanday ortib borsa shunday kamayadi	Temperaturaga bog'liq bo'lmaydi, ortadi
9.	Gibbs energiyasi uchun matematik ifodani tanlang.	$G = H - TS$	$G = F + pV$	$G = F - TS$	$G = H - pV$
10.	Entropiya sistemaning holatiga bog'liq bo'ladimi ?	Sistema dastlabki holatdan oxirgi holatga o'tishda sistema entropiyasining o'zgarishi dastlabki va oxirgi holatiga bog'liq bulib, jarayon bosib o'tgan yulga bog'liq bo'lmaydi	Entropiya sistemaning dastlabki holatdan oxirgi holatga o'tishida sistema entropiyasining o'zgarishi sistemaning dastlabki va oxirgi holatiga bog'liq bo'lmaydi	Systema dastlabki holatdan oxirgi holatga o'tishda sistema S ning o'zgarishi faqat boshlang'ich va oxirgi holatga va bosib utgan yulga bog'liq bo'ladi	Sistema dastlabki holatdan oxirgi holatga o'tishda sistema S ning o'zgarishi jarayon yuliga bog'liq bo'lib sistemaning dastlabki va oxirgi holatiga bog'liq bo'lmaydi
11.	Entropiyaning matematik ifodasini tanlang.	$dS = \frac{\delta Q}{T}$	$dS = \frac{\delta A}{V}$	$dS = \frac{\delta A}{T}$	$dS = \frac{\partial \omega}{p \quad v}$
12.	Qaytmas jarayonlarda adiabetic sistema uchun entropiya qiymati nimaga teng bo'ladi?	Entropiyani qiymati kamayadi	Entropiyani qiymati ortadi	Entropiyani qiymati nolga teng bo'ladi	Entropiyani qiymati o'zgarmay qoladi

13.	Adiabatik sistemada qaytar jarayonlar entropiyasi qanday o'zgaradi?	S qaytar <0	Entropiyani qiymati S > 0	S = qaytar	S=const.
14.	O'z-o'zidan boradigan jarayonlarda $\Delta S < 0$ bo'lganda sistema I holatdan II holatga o'tishi mumkinmi?	Yuq	Mumkin	Har doim mumkin	Umuman mumkin emas, hotto $\Delta S = 0$ bulganda ham
15.	Ichki energiya, hajm, isobar-izotermik potentsial doimiy bo'lganda (T, P=const) o'z-o'zidan boradigan jarayonlar entropiyasining o'zgarishi qanday bo'ladi?	$\Delta S > 0$ $\Delta S = 0$	$\Delta G < 0$ $\Delta S > 0$	$\Delta G > 0$ $\Delta G = 0$	$\Delta S < 0$ $\Delta G > 0$
16.	Entropiyaning o'lchov birligi nimadan iborat?	Dj/(grad mol)	Dj	Dj k ⁻¹	Dj kulon
17.	Izotermik jarayon uchun entropiyaning o'zgarishi qaysi formula yordamida hisoblanadi	$\Delta S = \frac{\delta Q}{T}$	$\Delta S = -\frac{Q}{T}$	$\Delta S = \frac{Q}{V}$	$\Delta S = -\frac{Q}{V}$
18.	Erigan modda molyar qismini ifodalaydigan tenglama qaysi?	$N_2 = \frac{P_1^0 - P_1}{P_1^0}$	$\Delta T = K \cdot C$	$P = P_0 N_1$	$E = \frac{P_1}{P_1^0}$
19.	Gelmgols funktsiyasi uchun matematik ifodani tanlang.	F = U – TS	F = G – TS	F = G – pV	F = U + pV
20.	Entalpiya uchun o'zgaruvchlar to'plamini tanlang.	T, V, n _i	S, p, ξ	S, V, ξ	S, P, nk
21.	Ichki energiyani qaysi funktsiya ko'rinishda ifodalash qulay. $f(T, S, \xi)$.	f(S, V, n _i)	f(S, V, ξ)	f(S, p, ξ)	f(S, P, nk)
22.	Gibbsning fundamental tenglamasini tanlang.	dG = – SdT + Vdp	dG = – TdS – Vdp	dG = SdT + pdV	dG = SdT – Vdp
23.	Birinchi tartibli reaksiyaning yarim yemirilish vaqti qaysi formula yordamida topiladi?	$t_{1/2} = \frac{1}{k} \ln 2$	$t_{1/2} = \frac{1}{k} \ln 1$	$t_{1/2} = \frac{1}{2k} \ln 1$	$t_{1/2} = \frac{1}{k} \ln 2$

24.	Kimyoviy reaksiya kinetikasining asosiy metodlarini tanlang?	Reaksiya tezligining hajm o'zgarishi, spectral analiz, polyarometrik va xromotografiya usuli bilan aniqlash	Reaksiya tezligini spectral analiz bilan aniqlash	Reaksiya tezligini Polyarometrik, elektroximiyaviy usul bilan aniqlash	Reaksiya tezligini hajm o'zgarishi bilan aniqlash
25.	Kimyoviy reaksiya tezligini qaysi formula ifodalaydi ?	$W = \pm \frac{1}{V} \frac{dn}{dV}$	$\mathcal{G} = \pm \frac{1}{V} \frac{dT}{dC}$	$\mathcal{G} = \frac{1}{V} \frac{dV}{dT}$	$\mathcal{G} = \pm \frac{1}{V} \frac{dq}{dC}$
26.	Reaksiya tartibini aniqlash usullarini tanlang?	Izolyatsiyalash, Vant-Goff, Yarim yemirilish va kinetik tenglamalarga mos kelish usuli	Vant_Goff usuli	Yarim yemirilish vaqti	Molekulyar tenglamalarga muvofiq kelishi
27.	Birinchi tartibli qaytmas reaksiya kinetik tenglamasini tanlang ?	$k = \frac{1}{\tau} \ln \frac{a}{a-x}$	$k = a \ln(a-x)$	$k = \tau \ln(a-x)$	$k = \ln a + \cos t$
28.	Nolinchi tartibli qaytmas reaksiya tezligi reaksiyaga kirishuvchi moddalarning konsentratsiyasiga bog'liq bo'ladimi ?	Bog'liq bo'lmaydi	Bo'liq bo'ladi	Konsentratsiya yuqori bo'lganda	Suyultirilgan eritma konsentratsiyasiga bog'liq bo'ladi
29.	Quyidagi formulalardan qaysi biri bilan ikkinchi tartibli reaksiyaning yarim emirilish vaqtini hisoblash mumkin ?	$t_{1/2} = \frac{1}{C_0 k_{II}}$	$t_{1/2} = \frac{n}{n} \left(\frac{2}{a}\right)^{n-1}$	$t_{1/2} = \frac{k}{k-1} \left(\frac{2}{a}\right)^{n-1}$	$t_{1/2} = \frac{n}{K} \frac{2^n}{a^{n-1}}$
30.	Ketma-ket borayotgan reaksiya tezligi qanday aniqlanadi?	Kimyoviy reaksiyaning eng sekin boradigan limitlangan bosqichi bilan aniqlanadi	Kimyoviy reaksiyaning o'rtacha tezlikda boradigan bosqichi bilan aniqlanadi	Kimyoviy reaksiyaning eng tez boradigan limitlangan bosqichi bilan aniqlanadi	Kimyoviy reaksiyaning eng tez boradigan bosqichi bilan aniqlanadi
31.	Parallel reaksiyalar deganda nimani tushunasiz?	Parallel reaksiya deb – bir vaqtning o'zida ikki va undan ortiq yo'nalishida boradigan reaksiyalarga aytiladi	Parallel reaksiya deb – to'g'ri (o'ng tomon) yo'nalishida boradigan reaksiyalarga aytiladi	Parallel reaksiya deb – faqat teskari (chap tomon) yo'nalishida boradigan reaksiyalarga aytiladi	Parallel reaksiya deb – bir vaqtning o'zida to'g'ri va teskari boradigan reaksiyalarga aytiladi

32.	Sterik ta'sir (fazoviy) deganda nimani tushunasiz?	Kimyoviy reaksiya tezligiga ta'sir qiluvchi boshqa hamma faktorlardan tashqari konsentratsiyaning ta'siri	Kimyoviy reaksiya tezligiga ta'sir qiluvchi boshqa hamma faktorlardan asosiysini aks ettiruvchi kattalik	Kimyoviy reaksiya tezligiga ta'sir qiluvchi boshqa hamma faktorlardan bosim, temperaturani aks ettiruvchi kattalik	Kimyoviy reaksiya tezligiga ta'sir qiluvchi boshqakimyoviy faktorlarning umumiy ta'sirini aks ettiradi
33.	Bir mol modda fotoximyaviy reaksiyaga kirishganda yutilgan nur energiyasining miqdori tenglamasini yozing?	$E = N_0 h \nu$	$E = \frac{N_0 \lambda c}{h}$	$E = \frac{hc}{\lambda}$	$E = n \gamma$
34.	Kimyoviy reaksiyaning yo'li deb nimaga aytiladi?	Reaksiyaga kirishuvchi zarrachalarda buladigan energetik o'zgarishlar	Reaksiyaga kirishuvchi zarrachalarning o'zgarishi uchun sarflangan eng kichik energiya	Reaksiyaga kirishuvchi zarrachalar orasidagi o'zgarishi uchun sarflangan eng kichik energiya	Reaksiyaga kirishuvchi zarrachalar orasidagi masofa
35.	Energiya g'ovidan qanday molekulalar osha oladi?	Faqat faol molekulalar	Faqat manfiy zarrachalar	Faqat neytral molekulalar	Birorta molekula osha olmaydi
36.	Kimyoviy o'zgarish bo'lmagan holatda ochiq sistemalar uchun termodinamika birinchi qonuning differentsiya ko'rinishdagi ifodasini tanlang.	$dU = TdS - pdV + \sum_k \mu_k dn_k$	$dU = -TdS + pdV + \sum_k \mu_k dn_k$	$dU = SdT - pdV + \sum_k n_k d\mu_k$	$dU = SdT - pdV$
37.	Zanjir reaksiyasining boshlanishi uchun qanday molekulalar bo'lishi kerak?	Faol markazlar va bunday faol markazlar vazifasni bajaruvchi valentligi to'yinmagan atom va radikallar	Faol markazlar, komplekslar	Faol markazlar	Faol markazlar bo'lgan molekulalar
38.	Kataliz (haqidagi) deganda nimani tushunasiz ?	Katalizatorlar ishtirokida boradigan reaksiyalar katalitik reaksiyalar,	Kimyoviy reaksiyani tezlatuvchi jarayonga kataliz deyiladi	Reaksiya brogan sohaga va mexanizmga ta'sir ko'rsatgan jarayonga	Kataliz deb – oksidlanish-qaytarilish jarayoni bilan boradigan sohaga aytiladi

		ularni borish hodisasiga kataliz deyiladi		kataliz deyiladi	
39.	Eritmalarda boradigan kimyoviy reaksiya tezlik konstantasi qaysi formula bo'icha hisoblanadi ?	$K_{erit} = \chi \frac{KT}{h} \frac{C_{AB}^*}{C_A C_B} e^{\frac{-E}{RT}}$	$K_{erit} = \chi \frac{KT}{h} e^{\frac{-E}{RT}} \frac{j_{AB}}{j_A j_B}$	$K_{erit} = \frac{C_{AB}^*}{C_A C_B}$	$K_{erit} = \chi \frac{KT}{h} \frac{C_{AB}^*}{C_A C_B} \frac{j_{AB}^*}{j_A j_B}$
40.	Termodinamikaning ikkinchi qonuni	Postulat holida ta'riflangan	Kvant kimyosi qonunlari asosida keltirib chiqarilgan	Statistik xarakterga ega	Qollanilish uchun mutlaq
41.	Qanday molekularlar bo'lishi zanjir reaksiyasining boshlanishi uchun kerak?	Zanjir reaksiyasi boshlanishi uchun faol markazlar va bunday faol markazlar vazifasi-valentligi to'yinmagan atom va radikallar bo'lishi shart	Zanjir reaksiyasi boshlanishi uchun faol markazlar, komplekslar bo'lishi shart	Zanjir reaksiyasi boshlanishi uchun faol markazlar bo'lishi shart	Zanjir reaksiyasi boshlanishi uchun faol markazlar va juftlashmagan radikallar bo'lishi shart
42.	Kataliz (haqidagi) tushunchasiga izoh bering?	Katalizatorlar ishtirokida boradigan reaksiyalar katalitik reaksiyalar va bunday boorish hodisasi kataliz deyiladi	Kimyoviy reaksiyani tezlatuvchi jarayonga kataliz deyiladi	Reaksiya brogan sohaga va mexanizmga ta'sir ko'rsatgan jarayonga kataliz deyiladi	Kataliz deb – oksidlanish-qaytarilish jarayoni bilan boradigan sohaga aytiladi
43.	Elyektr yurituvchi kuch va Gibbs energiyasi orasidagi bog'liqlikni tanlang.	$E = -\frac{\Delta G}{nF}$	$E = \frac{\Delta G}{nF}$	$E = \frac{F}{G}$	$E = nF G$
44.	Dissosilanish konstantasi va darajasi orasidagi bog'liqlik formulasini tanlang.	$K = \frac{C\alpha^2}{1-\alpha}$	$K = \sqrt{C\alpha}$	$K = C(\alpha + 1)^2$	$K = \frac{C}{1-\alpha^2}$
45.	Arryenius nazariyasining kamchiliklarini tanlang.	Ion-dipol va ion-ion o'zaro ta'siri hisobga	Ion-dipol o'zaro ta'siri hisobga olmagan	Ion-ion o'zaro ta'siri hisobga olmagan	Ion atmosferasi hisobga olmagan

		olmagan			
46.	Solishtirma eleyktr o'tkazuvchanlik dyeb nimaga aytiladi.	Maydoni 1sm ² va uzunligi 1sm bo'lgan idishdagi eleyktrolitning eleyktr o'tkazuvchanligiga aytiladi	Maydoni 10sm ² va uzunligi 100sm bo'lgan idishdagi eleyktrolitning eleyktr o'tkazuvchanligiga aytiladi	Bir-biridan 1sm masofada turgan ikki eleyktrod orasidagi 1g-ekv eleyktrolit bo'lgan eritmaning eleyktr o'tkazuvchanligiga aytiladi	Myetallarning eleyktr o'tkazuvchanligiga aytiladi
47.	Solishtirma eleyktr o'tkazuvchanlikning o'lchov birligini tanlang.	$OM^{-1} CM^{-1}$	$\frac{OM^{-1}}{CM^{-1}}$	$OM^{-1} CM^2$	$OM \kappa$
48.	Defekti bo'magan kristalning entropiyasi absolyut nul haroratda nulga teng ifodasi	Plank postulate deyiladi	Nernstning issiqlik teoremasi deyiladi	Fazoviy muvozanat qonuni deyiladi	Klayzius-Klapeyron tenglamasi deyiladi
49.	Dissosilanish darajasi va ekvivalyent eleyktr o'tkazuvchanlik orasidagi bog'lanish qaysi Tenglamada to'g'ri ko'rsatilgan.	$\alpha = \frac{\lambda}{\lambda}$	$\alpha = \lambda \lambda$	$\chi = \alpha c$	$\alpha = \frac{\chi}{c}$
50.	Eleyktrokimyo fanining pyedmyeti dyeganda nima tushuniladi.	Eleyktrodlarda boradigan jarayonlar Termodinamikasi va Kinetikasini o'rganishni tushuniladi	Eleyktrodlarda boradigan jarayonlarning Kinetikasini o'rganilishi tushuniladi	Eleyktrodlarda boradigan oksidlanish-qaytarilish jarayoni tushuniladi	Eleyktrodlarda boradigan jarayonlarda eleyktrod bilan eritma orasidagi o'zaro munosabat tushuniladi
51.	Ionlarning o'rtacha faolliqi qaysi tenglama yordamida hisoblanadi ?	$a_{\pm} = \sqrt[n]{a_+^{v+} a_-^{v-}}$	$a_{\pm} \sqrt[n]{a_+^{v+}}$	$a_{\pm} = \sqrt[n]{a_+^{v+} - a_-^{v-}}$	$a_{\pm} = \sqrt[n]{a_-^{v-}}$
52.	Ionlarning o'rtacha faollik koefisyentini tanlang.	$\gamma_{\pm} = \sqrt[n]{\gamma_+^{v+} \gamma_-^{v-}}$	$\gamma_{\pm} = \sqrt[n]{\gamma_-^{v-} - 1}$	$\gamma_{\pm} = \sqrt[n]{\gamma_-^{v-}}$	$\gamma_{\pm} = \sqrt[n]{\gamma_+^{v+}}$
53.	Ekvivalyent eleyktr o'tkazuvchanlikning o'lchov birligi nimadan iborat.	$M^2 OM^{-1} 2 - \varepsilon \kappa \beta^{-1}$	$OM^{-1} 2 - \varepsilon \kappa \beta$	$OM^{-1} CM^{-1}$	$\frac{OM}{M^2} \varepsilon - \varepsilon \kappa \beta$

54.	$\frac{\partial G}{\partial n_k}$ hosila ni ifodalaydi.	k komponentning kimyoviy potentsiali	k komponentning partzial mol Gibbs energiyasi	k komponentning mol entropiyasi	k komponentning mol Gibbs energiyasi
55.	Oksidlanish-qaytarilish eleyktrodlari zanjirining E.YU.K. hisoblash tenglamasini tanlang.	$E = E^0 + \frac{RT}{F} \ln \frac{a_{Fe^{2+}}}{a_{Fe^{3+}}}$	$E = E^0 + \frac{RT}{F} \ln a_{Fe^{3+}}$	$E = E^0 + \frac{RT}{2F} \ln \frac{a_{Fe^{3+}}}{a_{Fe^{2+}}}$	$E = E^0 + \frac{RT}{F} \ln a_{Fe^{2+}}$
56.	Vodorod eleyktrodi potentsialini aniqlash formulasini tanlang. (P_{H_2} 16a Q_{H^+} 1)	$E = E^0 + \frac{RT}{2F} \ln \frac{P_{H_2}}{a_{H^+}^2}$	$E = \frac{RT}{F} \ln \frac{P_{H_2}}{a_{H^+}^2}$	$E = E^0 + \frac{RT}{2F} \ln a_+$	$E = E_0 + \frac{RT}{F} \ln P_{H_2}$
57.	Birinchi turdagi eleyktrodni tanlang.	Vodorod eleyktrodi	Kumushxlorli eleyktrod	Xingidron eleyktrodi	Oksidlanish-qaytarilish eleyktrodi
58.	Eleyktroliz deb nimaga aytiladi ?	Eleyktrolit suyuqlanmasi va eritmasi orqali eleyktr toki o'tganda eleyktrodlarda boradigan oksidlanish-qaytarilish reaksiyasi	Eleyktrolitlarning eritmalarida ionlarga ajralishi	Eritmalarida ionlarning eleyktr o'tkazuvchanligi	Eritmalarda boradigan oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari
59.	Faradey qonunlarining matematik ifodasini tanlang .	$m = \frac{\mathcal{Q} I t}{F}$	$K = \frac{c\alpha^2}{1-\alpha}$	$\alpha = \frac{\lambda}{\lambda}$	$E = E^0 + RT \ln a_t$
60.	Faradey sonining qiymatini tanlang.	96500	8,314	0,082	197000
61.	Kuchli eleyktrolitlar uchun Kolraush tenglamasini tanlang.	$\lambda = \lambda^0 - b\sqrt{c}$	$\lambda = \lambda^0 + ab\sqrt{c}$	$\lambda = b\sqrt{c}$	$\lambda^0 = \lambda + \sqrt{c}$
62.	Debay-Xyukkelning kuchli eleyktrolitlar eritmalari uchun I tenglamasini ko'rsatin.	$\lg \gamma_{\pm} = -Az_+z_-\sqrt{J}$	$\lg \gamma_{\pm} = a\sqrt{J}$	$\lg \gamma_{\pm} = -\frac{z_+z_-A\sqrt{J}}{1+aB\sqrt{J}}$	$\lg \gamma_{\pm} = -\frac{z_+z_-A\sqrt{J}}{1+aB\sqrt{J}} + c$
63.	Eleyktrodlar uchun Lippmanning I va II Tenglamalarini tanlang.	$\frac{\partial \tau}{\partial \varepsilon} = -q; -\frac{\partial^2 \tau}{\partial \varepsilon^2} = c$	$\partial \tau \bullet \partial \varepsilon = -q;$ $\frac{\partial^2 \tau}{\partial \varepsilon^2} = c$	$\frac{\partial^2 \tau}{\partial \varepsilon} = q; \frac{\partial \tau}{\partial \varepsilon^2} = c$	$\frac{\partial \tau}{\partial \varepsilon^2} = q; -\frac{\partial^2 \tau}{\partial \varepsilon^2} = -c$

64.	Qaysi matematik ifoda Ostwaldning suyultirish qonunini ifodalaydi ?	$K = \frac{c\alpha^2}{1-\alpha}$	$K = c\alpha^2$	$K = \frac{c^2\alpha}{\alpha+1}$	$K = \frac{c\alpha}{1+\alpha}$
65.	Eritmaning ion kuchi qaysi formulada to'g'ri ko'rsatilgan ?	$I = \frac{1}{2} \sum c_i z_i^2$	$J = \frac{1}{2} \sum m_i z_i$	$J = \sum m_i z_i^2$	$J = \sum m_i + z_i$
66.	Kumush xloridning elektrod potensialini aniqlash tenglamasini tanlang.	$E = E^0 - \frac{RT}{F} \ln a_{Cl^-}$	$E = E^0 + \frac{RT}{2F} \ln a_{Cl^-}$	$E = \frac{RT}{F} \ln a_{Cl^-}$	$E = E^0 + \frac{RT}{nF} \ln a_{H^+}$
67.	Elyektrolizning mohiyati	Elyektrolit suyuqlanmasi va eritmasi orqali elektrotoki o'tganda elektrodalarda boradigan oksidlanish-qaytarilish reaksiyasi	Elyektrolitlarning eritmalarida ionlarga ajralishi	Eritmalarida ionlarning elektrot o'tkazuvchanligi	Eritmalarda boradigan oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari
68.	Elektroda ajralgan modda miqdori qaysi formula bo'yicha hisoblanadi ?	$m = \frac{\sum Jt}{F}$	$\kappa = \frac{c\alpha^2}{1-\alpha}$	$\alpha = \frac{\lambda}{\lambda}$	$E = E^0 + RT \ln a_i$
69.	Gibbsning fazalar qoidasi	$\phi = k - f + 2$	$\omega = 2 - k + f$	$\omega = f - k - 2$	$\omega = k - f - 1$
70.	Ergan moddaning konsentratsiyasi oshishi bilan eritmaning kristallanish temperaturasi	Pasayadi	Konsentratsiyaning kvadratiga proporsional oshadi	O'zgarmaydi	Eksponensiya qonuni bo'yicha oshadi
71.	Kuchli elektrolitlar uchun Kohlraush tenglamasini tanlang.	$\lambda = \lambda^0 - b\sqrt{c}$	$\lambda = \lambda^0 + ab\sqrt{c}$	$\lambda = b\sqrt{c}$	$\lambda^0 = \lambda + \sqrt{c}$
72.	Kimyoviy Kinetik - bu haqidagi fan	Kimyoviy reaksiyalar mexanizmi va tezligi	Moddalar tuzilishi	Kristallar strukturasi	Dispers sistemalar xossalari
73.	Formal Kinetika – Kinetikaning bo'limi bo'lib, unda	Berilgan reagent va mahsulotlarga bog'liq bo'lmagan holda reaksiyaning borishini	Reaksiya tezligining konsentratsiyaga bog'liqligi o'rganiladi	Reaksiya tezligining Temperaturaga bog'liqligi o'rganiladi	Reaksiya tezligining katalizatorga bog'liqligi o'rganiladi

		vaqtga bog'liqligini qaraladi			
74.	Kimyoviy reaksiya mexanizmi – bu	Reaksiya o'tishi mumkin bo'lgan oddiy reaksiyalar (bosqichlar) to'plami	Reaksiya o'tishi mumkin bo'lgan parallyel reaksiyalar (bosqichlar) to'plami	Reaksiya o'tishi mumkin bo'lgan qaytar reaksiyalar (bosqichlar) to'plami	Reaksiya o'tishi mumkin bo'lgan zanjir reaksiyalar (bosqichlar) to'plami
75.	Kimyoviy reaksiya Tezligi W – bu ...	Hajm va vaqt birligidagi o'zgarish aktlari soni	Hajm va Temperatura birligidagi o'zgarish aktlari soni	Hajm birligidagi o'zgarish aktlari soni	Vaqt birligidagi o'zgarish aktlari soni
76.	Massalar ta'siri qonuniga ko'ra reaksiya Tezligi	Reaksiyaga kirishadigan zarrachalar konsentrasiyasidan olingan darajali funksiya	Temperaturadan olingan darajali funksiya	Konsentrasiyaning Teskari qiymatidan olingan darajali funksiya	Katalizator konsentrasiyasidan olingan darajali funksiya
77.	Kinetik egri chiziq – bu ...	Konsentrasiya yoki modda miqdorining vaqtga bog'liqligi	Temperaturaning vaqtga bog'liqligi	Katalizator konsentrasiyasidan olingan darajali funksiya	Katalizator konsentrasiyaning vaqtga bog'liqligi
78.	Asosiy eleymentar reaksiyalar tiplari:	Gomolitik, gyeterolitik, kyelishilgan – sinxron	Ekzotermik, endotermik	Qaytar, qaytmas	Parallyel, ketma-ket
79.	Arryenius Tenglamasi qaysi formula bilan ifodalanadi ?	$k = Ae^{-\frac{E}{RT}}$	$V = kC_A^m C_B^n$	$V_{t_2} = V_{t_1} \gamma^{\frac{\Delta t}{10}}$	$V = \mp \frac{dC}{dt}$
80.	Oddiy birinchi tartibli reaksiya tezlik doimiysining o'lchov birligini aniqlang ?	1/sek	1/s, 1/(M*s)	l ² /s, 1/(M ² *s)	O'lchovsiz
81.	Oddiy ikkinchi tartibli reaksiya tezlik doimiysining o'lchov birligini aniqlang ?	1/s, 1/(M*s)	1/s	l ² /s, 1/(M ² *s)	O'lchovsiz
82.	Oddiy uchinchi tartibli reaksiya tezlik doimiysining o'lchov birligini aniqlang ?	l ² /s, 1/(M ² *s)	1/s	1/s, 1/(M*s)	O'lchovsiz
83.	Monomolyekulyar reaksiyalar uchun eksponyensialoldi ko'paytuvchisining	10 ¹³ s ⁻¹	10 ⁻¹⁰ l/s, 10 ¹¹ M ⁻¹ s ⁻¹	10 ⁻³³ l/s, 10 ⁸ M ⁻² s ⁻¹	1

	mo'tadil qiymati nechaga teng ?				
84.	Bimonomolyekulyar reaksiyalar uchun eksponyensialoldi ko'paytuvchisining mo'tadil qiymati nechaga teng ?	$10^{-10} \text{ l/s}, 10^{11} \text{ M}^{-1}\text{s}^{-1}$	10^{13} s^{-1}	$10^{-33} \text{ l/s}, 10^8 \text{ M}^{-2} \text{ s}^{-1}$	1
85.	Trimonomolyekulyar reaksiyalar uchun eksponyensialoldi ko'paytuvchisining mo'tadil qiymati nechaga teng ?	$10^{-33} \text{ l/s}, 10^8 \text{ M}^{-2} \text{ s}^{-1}$	10^{13} s^{-1}	$10^{-10} \text{ l/s}, 10^{11} \text{ M}^{-1}\text{s}^{-1}$	1
86.	Kinetikaning to'g'ri vazifasi – bu	Reaksiya myexanizmi va tezlik doimiysidan kyelib chiqqan holda konsentrasiyaning vaqtga bog'liqligini topish	Reaksiya myexanizmi va tezlik doimiysidan kyelib chiqqan holda konsentrasiyaning temperaturaga bog'liqligini topish	Reaksiya myexanizmi va tezlik doimiysidan kyelib chiqqan holda konsentrasiyaning katalizatorga bog'liqligini topish	Tezlik doimiysidan kyelib chiqqan holda konsentrasiyaning vaqtga bog'liqligini topish
87.	Kinetikaning teskari vazifasi – bu	Konsentrasiyaning vaqtga bog'liqligidan reaksiya myexanizmi va tezlik doimiysini topish	Konsentrasiyaning temperaturaga bog'liqligidan reaksiya myexanizmi va tezlik doimiysini topish	Konsentrasiyaning katalizatorga bog'liqligidan reaksiya myexanizmi va tezlik doimiysini topish	Konsentrasiyaning vaqtga bog'liqligidan tezlik doimiysini topish
88.	Katalizning multiplyet nazariyasini kim yaratgan ?	A.A.Balandin	N.I.Kobozyev	F.F.Volkyenshteyn	S.Arryenius
89.	Katalizning faol ansambllar nazariyasini kim yaratgan ?	N.I.Kobozyev	A.A.Balandin	F.F.Volkyenshteyn	S.Arryenius
90.	Katalizning elyektron nazariyasini kim yaratgan ?	F.F.Volkyenshteyn	N.I.Kobozyev	A.A.Balandin	S.Arryenius
91.	Sirt Potensial energiya (SPE) – bu	Molyekulyar komplyeksning atomlar koordinatalari funksiyasi sifatidagi potensial	Molyekulyar komplyeksning atomlar koordinatalari funksiyasi sifatidagi kinetik	Molyekulyar komplyeksning atomlar koordinatalari funksiyasi sifatidagi ichki energiyasi	Molyekulyar komplyeksning atomlar koordinatalari funksiyasi sifatidagi erkin energiyasi

		energiyasi	energiyasi		
92.	Reaksiya koordinatalari – bu	Ryeagyentdan mahsulotgacha energiyetik eng qulay yo'l	Ryeagyentdan mahsulotgacha qulay yo'l	Ryeagyentgacha energiyetik eng qulay yo'l	Mahsulotgacha energiyetik eng qulay yo'l
93.	Zanjirning hosil bo'lishi – bu	Radikallarning hosil bo'lishi	Erkin valyentli radikallarni saqlash bilan radikallar ishtirokida boradigan reaksiyalar	Radikallarning yo'qolishi	Molyekulaning hosil bo'lishi
94.	Zanjirning o'sishi (davom etishi) – bu	Erkin valyentli radikallarni saqlash bilan radikallar ishtirokida boradigan reaksiyalar	Radikallarning hosil bo'lishi	Radikallarning yo'qolishi	Molyekulaning hosil bo'lishi
95.	Zanjirning uzulishi – bu	Radikallarning yo'qolishi	Molyekulaning hosil bo'lishi	Erkin valyentli radikallarni saqlash bilan radikallar ishtirokida boradigan reaksiyalar	Radikallarning hosil bo'lishi
96.	Fotokimyoviy reaksiyalar – bu	Ultrabinafsha, ko'rinish yoki infraqizil nurlar kvantlarining yutilishi hisobiga boradigan reaksiyalar	Elyementar zarrachalarning yutilishi hisobiga boradigan reaksiyalar	Issiqlikning yutilishi hisobiga boradigan reaksiyalar	Radikallar hosil bo'lishi bilan boradigan reaksiyalar
97.	Gomogen kataliz – bu	Katalizator bilan reaksiyon aralashma bir xil fazada bo'lgan kataliz	Biologik katalizatorlar – fyermentlar ishtirokidagi kataliz	Katalizator bilan reaksiyon aralashma har xil fazada bo'lgan kataliz	Metall katalizatorlar ishtirokidagi kataliz
98.	Fyermentat kataliz – bu	Biologik katalizatorlar – fyermentlar ishtirokidagi kataliz	Katalizator bilan reaksiyon aralashma bir xil fazada bo'lgan kataliz	Katalizator bilan reaksiyon aralashma har xil fazada bo'lgan kataliz	Metall katalizatorlar ishtirokidagi kataliz
99.	Gyeterogen kataliz – bu	Katalizator bilan reaksiyon	Biologik katalizatorlar –	Katalizator bilan reaksiyon	Metall katalizatorlar

		aralashma har xil fazada bo'lgan kataliz	fyermentlar ishtirokidagi kataliz	aralashma bir xil fazada bo'lgan kataliz	ishtirokidagi kataliz
100.	Kislota-asosli kataliz – bu	Kislota va asos ishtirokidagi kataliz	Katalizator bilan reaksiyon aralashma har xil fazada bo'lgan kataliz	Biologik katalizatorlar – fyermentlar ishtirokidagi kataliz	Katalizator bilan reaksiyon aralashma bir xil fazada bo'lgan kataliz
101.	Avtokatalitik reaksiya –bu	Reaksiya mahsulotlaridan biri ishtirokidagi kataliz	Kislota va asos ishtirokidagi kataliz	Katalizator bilan reaksiyon aralashma har xil fazada bo'lgan kataliz	Katalizator bilan reaksiyon aralashma bir xil fazada bo'lgan kataliz
102.	Fyermentativ reaksiyalarda ingibitor qanday vazifani o'taydi ?	Fyerment faolligini pasaytiradi	Fyerment faolligini oshiradi	Fyerment faolligiga ta'sir etmaydi	Reaksiyani tezlatadi
103.	Keltirilgan ifodalardan qaysi biri Mexails-Menten formulasi ?	$V = V_{\max} \frac{[S]}{K_M + [S]}$	$k = Ae^{-\frac{E}{RT}}$	$V = kC_A^m C_B^n$	$V_{t_2} = V_{t_1} \gamma^{\frac{\Delta}{10}}$
104.	Reaksiya tezlik doimiysining qiymati qaysi omilga bog'liq ?	Temperaturaga	Ryeagyentlar konsentrasiyasiga	Mahsulotlar konsentrasiyasiga	Bosimga
105.	Reaksiya tezlik doimiysi temperatura ko'tarilishi bilan qanday o'zgaradi ?	Eksponyensial qonun bo'yicha oshadi	Eksponyensial qonun bo'yicha pasayadi	Kamayadi	Temperaturaning kvadratik qiymatiga proporsional ravishda oshadi
106.	Taklif etilgan $w = kc$ Kinetik tenglamaning to'g'riligi qanday aniqlanadi ?	"Ryeagyent konsentrasiyasi –vaqt" grafigining to'g'ri chiziqliqi bo'yicha	"Vaqt-ryeagyent konsentrasiyasining kvadrati" grafigining to'g'ri chiziqliqi bo'yicha	"Vaqt-ryeagyent konsentrasiyasining Teskari qiymati" grafigining to'g'ri chiziqliqi bo'yicha	"Vaqt-ryeagyent konsentrasiyasi logarifmi" grafigining to'g'ri chiziqliqi bo'yicha
107.	Birinchi tartibli reaksiyaning integral kinetik tenglamasini tanlang.	$\ln c_o - \ln c = k\tau$	$w = kc^2$	$\frac{1}{c_o} - \frac{1}{c} = k\tau$	$\frac{1}{c_o^2} - \frac{1}{c^2} = k\tau$
108.	Ikkinchi tartibli reaksiyaning integral kinetik tenglamasini tanlang.	$\frac{1}{c_o} - \frac{1}{c} = k\tau$	$w = kc^2$	$\ln c_o - \ln c = k\tau$	$\frac{1}{c_o^2} - \frac{1}{c^2} = k\tau$

109.	Ikkinchi tartibli reaksiyaning integral kinetik tenglamasini tanlang.	$\frac{1}{c_o^2} - \frac{1}{c^2} = k\tau$	$* \frac{1}{c_o} - \frac{1}{c} = k\tau$	$w = kc^2$	$\ln c_o - \ln c = k\tau$
110.	Ikkinchi tartibli reaksiyaning yarim o'tish vaqtini aniqlang.	$\tau_{1/2} = \frac{1}{kc_o}$	$\tau_{1/2} = \frac{\ln 2}{k}$	$\tau_{1/2} = \frac{\ln c_o}{k}$	$\tau_{1/2} = \frac{c_o}{k}$
111.	Birinchi tartibli reaksiyaning yarim o'tish vaqtini aniqlang.	$\tau_{1/2} = \frac{\ln 2}{k}$	$\tau_{1/2} = \frac{1}{kc_o}$	$\tau_{1/2} = \frac{\ln c_o}{k}$	$\tau_{1/2} = \frac{c_o}{k}$
112.	Nulinchi tartibli reaksiyaning yarim o'tish vaqtini aniqlang.	$\tau_{1/2} = \frac{c_o}{k}$	$\tau_{1/2} = \frac{1}{kc_o}$	$\tau_{1/2} = \frac{\ln 2}{k}$	$\tau_{1/2} = \frac{\ln c_o}{k}$
113.	Bosim 3 marta kamaytirilsa $\text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{SO}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CS}_2(\text{g}) + 4\text{O}_2(\text{g})$ reaksiyaning to'g'ri tezligi necha martaga kamayadi ?	27 martaga	6 martaga	9 martaga	3 martaga
114.	Agar berilgan $\text{CO} + \text{Cl}_2 \leftrightarrow \text{COCl}_2$ sistemada dastlabki moddalarning boshlag'ich konsentrasiyalari (mol/l) mos ravishda $[\text{CO}] = 0,3$; $[\text{Cl}_2] = 0,2$ bo'lsa va ma'lum vaqtdan keyin $[\text{CO}]$ ning konsentrasiyasi 0,6 gacha, $[\text{Cl}_2]$ niki esa 1,2 gacha oshirilsa reaksiya tezligi necha martaga oshadi ?	12	8	6	10
115.	Agar sistemaning bosimi 2 marta oshirilsa $4\text{NH}_3(\text{g}) + 5\text{O}_2(\text{g}) \leftrightarrow 4\text{NO}(\text{g}) + 6\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ to'g'ri reaksiyaning tezligi necha martaga oshadi?	512 martaga	64 martaga	128 martaga	256 martaga
116.	Reaksiya tezligini 81 martaga oshirish uchun gaz aralashmaning temperaturasini necha gradusga oshirish kerak (Temperatura koeffitsiyenti 3 ga teng) ?	40°	30°	20°	50°
117.	Reaksiya tezligini 16 martaga oshirish	20°	30°	40°	50°

	uchun gaz aralashmaning temperaturasini necha gradusga oshirish kerak (temperatura koeffitsiyenti 4 ga teng) ?				
118.	Agar muvozanat konsentrasiyalari (mol/l): $[Cl_2]=0,04$; $[H_2O]=0,016$; $[HCl]=0,08$; $[O_2]=0,1$ ga teng bo'lsa, berilgan $4HCl(g)+O_2(g)\leftrightarrow 2H_2O(g)+2Sl_2(g)$ reaksiyaning muvozanat konstantasini hisoblang.	0,1	0,04	0,2	0,3
119.	Agar muvozanat konsentrasiyalari (mol/l): $[NO]=0,56$; $[O_2]=0,28$; $[NO_2]=0,44$ ga teng bo'lsa, berilgan $2NO + O_2 \leftrightarrow 2NO_2$ reaksiyaning muvozanat konstantasini hisoblang.	2,2	5,6	2,8	4,4
120.	Agar muvozanat konsentrasiyalari (mol/l): $[N_2]=0,4$; $[N_2O]=0,2$; $[CO_2]=0,06$ ga teng bo'lsa, berilgan $C(\text{grafit}) + 2N_2O(g) \leftrightarrow 2N_2(g) + SO_2(g)$ reaksiyaning muvozanat konstantasi nechaga teng.	0,24	0,40	0,16	0,32
121.	Muvozanatdagi $2ZnS(kr) + 3O_2(g) \leftrightarrow 2ZnO(kr) + 2SO_2(g)$, $\Delta H < 0$ reaksiyada qaysi shart bajarilganda chapga siljiydi ?	Temperaturaning oshirilishi	Kislorod konsentrasiyasining oshirilishi	ZnO ning qo'shimcha qo'shilishi	Bosimning oshirilishi
122.	Qaysi reaksiyalar juftida hajmning oshirilishi muvozanatni siljishiga ta'sir etmaydi ?	$H_2(g) + I_2(g) \leftrightarrow 2HI(g)$; $N_2(g) + O_2(g) \leftrightarrow 2NO(g)$	$2SO_2(g) + O_2(g) \leftrightarrow 2SO_3(g)$; $H_2(g) + Sl_2(g) \leftrightarrow 2HCl(g)$	$N_2O_4(g) \leftrightarrow 2NO_2(g)$; $N_2(g) + 3H_2(g) \leftrightarrow 2NH_3(g)$	$PCl_5(g) \leftrightarrow PCl_3(g) + Cl_2(g)$; $2CO(g) + O_2(g) \leftrightarrow 2CO_2(g)$
123.	Bosim pasaytirilganda berilgan $SO(g) + 3H_2(g) \leftrightarrow SH_4(g) + H_2O(g)$ reaksiyaning muvozanati qaysi tomonga siljiydi ?	Dastlabki moddalar tomonga	Mahsulotlar hosil bo'lish tomonga	Siljmaydi	Konsentrasiyaning maksimum qiymati orqali o'tadi

124.	Sistema hajmining qo'paytirilishi qaysi reaksiya muvozanatini daslabki moddalar tomonga siljitadi ?	$2\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \leftrightarrow 2\text{SO}_3(\text{g})$	$\text{N}_2\text{O}_4(\text{g}) \leftrightarrow 2\text{NO}_2(\text{g})$	$\text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g}) \leftrightarrow 2\text{HI}(\text{g})$	$\text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g}) \leftrightarrow 2\text{HI}(\text{g})$
125.	Sistema temperaturaning pasaytirilishi va bosimning oshirilishi qaysi reaksiya muvozanatini daslabki moddalar tomonga siljitadi ?	$\text{SO}_3(\text{g}) \leftrightarrow 2\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) ; \Delta H^\circ > 0$	$\text{N}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \leftrightarrow 2\text{NO}(\text{g}); \Delta H^\circ < 0$	$4\text{HCl}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \leftrightarrow 2\text{Cl}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{j}); \Delta H^\circ < 0$	$2\text{CO}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \leftrightarrow 2\text{CO}_2(\text{g}); \Delta H^\circ < 0$
126.	k_1 va k_2 – mos ravishda to'g'ri va teskari reaksiyalarning tezlik loimiylari. Berilgan $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 = 2\text{NH}_3$ reaksiyaning to'g'ri tezligi ifodasini tanlang.	$k_1 * [\text{N}_2] * [\text{H}_2]^3$	$k_1 * [\text{N}_2] * 3[\text{H}_2]$	$k_2 * [\text{NH}_3]^2$	$k_2 * 2[\text{NH}_3]$
127.	k_1 va k_2 – mos ravishda to'g'ri va teskari reaksiyalarning tezlik loimiylari. Berilgan $2\text{NO}_2 = 2\text{NO} + \text{O}_2$ reaksiyaning teskari tezligi ifodasini tanlang.	$k_2 * [\text{NO}]^2 * [\text{O}_2]$	$k_2 * [\text{NO}] * [\text{O}_2]^2$	$k_2 * ([\text{NO}]^2 + [\text{O}_2])$	$k_2 * [\text{NO}] * [\text{O}_2]$
128.	Temperatura 60 gradusga ko'tarilganda kimyoviy reaksiya tezligi 64 martaga oshgan bo'lsa, reaksiyaning temperatura koeffitsiyentini hisoblang.	2	3	4	2,5
129.	Agar temperatura koeffitsiyenti 3 ga teng bo'lsa, reaksiya tezligini 243 martaga oshirish uchun gazlar aralashmasi Temperaturasini 25 dan necha gradusgacha ko'tarish kerak ?	75°	50°	60°	80°
130.	Berilgan $2\text{NO}(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) = \text{N}_2\text{O}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g})$ kimyoviy reaksiyaning molyekulyarligini aniqlang.	3	2	4	1

IX. ADABIYOTLAR RO'YXATI:

I. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining asarlari

1. Mirziyoyev Sh.M. Buyuk kelajagimizni mard va olijanob xalimiz bilan birga uramiz. – T.: “O'zbekiston”, 2017. – 488 b.
2. Mirziyoyev Sh.M. Milliy taraqqiyot yo'limizni at'iyat bilan davom ettirib, yangi bosqichga ko'taramiz. 1-jild. – T.: “O'zbekiston”, 2017. – 592 b.
3. Mirziyoyev Sh.M. Xalimizning roziligi bizning faoliyatimizga berilgan eng oliy baodir. 2-jild. T.: “O'zbekiston”, 2018. – 507 b.
4. Mirziyoyev Sh.M. Niyati ulu. xal.ning ishi .am ulu., .ayoti yoru. va kelajagi farovon bo'ladi. 3-jild.– T.: “O'zbekiston”, 2019. – 400 b.
5. Mirziyoyev Sh.M. Milliy tiklanishdan – milliy yuksalish sari. 4-jild.– T.: “O'zbekiston”, 2020. – 400 b.

II. Normativ-huquqiy hujjatlar

6. O'zbekiston Respublikasining Konstitusiyasi. – T.: O'zbekiston, 2018.
7. O'zbekiston Respublikasining 2020 yil 23 sentyabrda .abul .ilingan “Ta'lim to'risida”gi O'R.-637-sonli .onuni.
8. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2015 yil 12 iyun “Oliy ta'lim muassasalarining raxbar va pedagog kadrlarini .ayta tayyorlash va malakasini oshirish tizimini yanada takomillashtirish chora-tadbirlari to'risida”gi PF-4732-sonli Farmoni.
9. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2017 yil 7 fevral “O'zbekiston Respublikasini yanada rivojlantirish bo'yicha .arakatlar strategiyasi to'risida”gi 4947-sonli Farmoni.
10. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2017 yil 20 aprel "Oliy ta'lim tizimini yanada rivojlantirish chora-tadbirlari to'risida”gi P.-2909-sonli .arori.
11. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2018 yil 21 sentyabr “2019-2021 yillarda O'zbekiston Respublikasini innovasion rivojlantirish strategiyasini tasdiqlash to'risida”gi PF-5544-sonli Farmoni.
12. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2019 yil 27 may “O'zbekiston Respublikasida korrupsiyaga .arshi kurashish tizimini yanada takomillashtirish chora-tadbirlari to'risida”gi PF-5729-son Farmoni.
13. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2019 yil 17 iyun “2019-2023 yillarda Mirzo Ulubek nomidagi O'zbekiston Milliy universitetida talab yu.ori bo'lgan malakali kadrlar tayyorlash tizimini tubdan takomillashtirish va ilmiy salohiyatini rivojlantirish chora-tadbirlari to'risida”gi P.-4358-sonli .arori.
14. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2019 yil 27 avgust “Oliy ta'lim muassasalari ra.bar va pedagog kadrlarining uzluksiz malakasini oshirish tizimini joriy etish to'risida”gi PF-5789-sonli Farmoni.

15. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2019 yil 8 oktyabr "O'zbekiston Respublikasi oliy ta'lim tizimini 2030 yilgacha rivojlantirish konsepsiyasini tasdiqlash to'rtida"gi PF-5847-sonli Farmoni.

16. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2020 yil 12 avgust "Kimyo va biologiya yo'nalishlarida uzluksiz ta'lim sifatini va ilm-fan natijadorligini oshirish chora-tadbirlari to'rtida"gi P.-4805-sonli qarori.

17. O'zbekiston Respublikasi Prezidenti Shavkat Mirziyoyevning 2020 yil 25 yanvardagi Oliy Majlisga Murojaatnomasi.

18. O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 2019 yil 23 sentyabr "Oliy ta'lim muassasalari raqab va pedagog kadrlarining malakasini oshirish tizimini yanada takomillashtirish bo'yicha qo'shimcha chora-tadbirlar to'rtida"gi 797-sonli qarori.

Sh. Maxsus adabiyotlar

19. Akbarov X.I. Fizikaviy kimyo kursidan uslubiy qo'llanma. Toshkent. 2016, 66 b.

20. Akbarov X.I., Tillayev R.S., Sa'dullayev B.U. Fizikaviy kimyo. "Universitet", 2015, 436 b.

21. Asekretov O.K., Borisov B.A., Bugakova N.Yu. i dr. Sovremennyye obrazovatelnyye tekhnologii: pedagogika i psixologiya: monografiya. – Novosibirsk: Izdatelstvo SRNS, 2015. – 318 s. <http://science.vvsu.ru/files/5040BC65-273B-44BB-98C4-CB5092BE4460.pdf>

22. Belogurov A.Yu. Modernizatsiya prosessa podgotovki pedagoga v kontekste innovatsionnogo razvitiya obshchestva: Monografiya. – M.: MAKS Press, 2016. – 116 s. ISBN 978-5-317-05412-0.

23. Gulobod Abduratullo. Ibrat, R. Ishmuhammedov, M. Normuhammedova. An'anaviy va no'an'anaviy ta'lim. – Samarqand: "Imom Buxoriy xalqaro ilmiy-tadqiqot markazi" nashriyoti, 2019. 312 b.

24. Muslimov N.A va boshqalar. Innovatsion ta'lim texnologiyalari. O'quv-metodik qo'llanma. – T.: "Sano-standart", 2015. – 208 b.

25. Stromberg A.G., Semchenko D.P. Fizicheskaya ximiya. M.: «Vysshaya shkola». 2019.

26. Oliy ta'lim tizimini raqamli avlodga moslashtirish konsepsiyasi. Yevropa Ittifoqi Erasmus+ dasturining ko'magida. https://hiedtec.ecs.uniruse.bg/pimages/34/3._UZBEKISTAN-CONCEPT-UZ.pdf

27. Tomina Ye.V. Modulnaya tekhnologiya obucheniya ximii v sovremennom obrazovatel'nom prosesse: Uchebno-metodicheskoye posobiye 2018. <http://bookzz.org/>

28. Tojimumhammedov S. Zamonaviy organik kimyo. Malaka oshirish kursi tinglovchilari uchun o'quv qo'llanma. Toshkent, "Mumtoz so'z", 2019 y.

29. Tojimumammedov .. S. Organik barikmalarning tuzilishi va reaksiyaga kirishish .obiliyati. Toshkent, “Mumtoz so’z”, 2019 y.

30. Tojimumammedov .. S. Nitrozofenollarning sintezi va xossalari. Monografiya. Toshkent, “Mumtoz so’z”, 2020 y.

INTERNET MANZILLARI

1. <http://edu.uz> – Ўзбекистон Республикаси Олий ва ўрта махсус таълим вазирлиги

2. <http://lex.uz> – Ўзбекистон Республикаси .онун .ужжатлари маълумотлари миллий базаси

3. <http://bimm.uz> – Олий таълим тизими педагог ва рабар кадрларини .айта тайёрлаш ва уларнинг малакасини оширишни ташкил этиш бош илмий-методик маркази

4. <http://ziyonet.uz> – Таълим портали Ziyonet

5. <http://natlib.uz> – Алишер Навоий номидаги Ўзбекистон Миллий кутубхонаси

6. www.chemnet.ru – химическая информационная сеть (Россия).

7. www.anchem.ru – Аналитическая химия и химический анализ. Портал химиков- аналитиков.

8. <http://www.chemspider.com/> – Химических соединений и смесей, принадлежащая королевскому химическому обществу Великобритании.

9. <http://www.natlib.uz> – Алишер Навоий номидаги Ўзбекистон Миллий кутубхонаси 57. <http://vle3.chem.msu.ru/course/index.php?categoryid=10>