

ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ
ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ
НАМАНГАН МУҲАНДИСЛИК-ПЕДАГОГИКА ИНСТИТУТИ

Технология факультети

Эксперт рухсати Технология факультети декани _____доцент Ш. Атахонов “_____”_____2012 й.	Ҳимояга рухсат этилсин: “Кимёвий технология” кафедраси мудири доцент _____М.Абдуллаев “_____”_____2012 й.
---	---

Бакалавр даражасини олиш учун

БИТИРУВ МАЛАКАВИЙ ИШИ

МАВЗУ: Метанолнинг силикалитдаги адсорбциясини ўрганиш ва унинг
ўқув жараёнига тадбиқи

Битирув малакавий ишини бажарди:
5140900 Касб таълими (Кимёвий технология)
йўналишининг 4 курс талабаси

Қўчқаров Х.

Битирув малакавий иши раҳбари:

Жалалов Х.Р.

Маслаҳатчи:

Алиязаров А

Наманган -2012

Мавзу: Метанолнинг силикалитдаги адсорбциясини ўрганиш

Кириш

Дисперс моддаларнинг актив марказлари табиатини, кучини ва уларнинг миқдорини ўрганиш коллоид кимё (сирт ҳодисалар ва дисперс системалар) фанининг асосий масалаларидан бири ҳисобланади. Чунки, у адсорбция ва катализнинг кўпгина назарий саволларини ечимини топишда муҳим аҳамият касб этади.

Битирув малакавий ишининг долзарблиги. Кейинги йилларда пентасиллар деб аталувчи юқори кремнийли цеолитлар (ЮКЦ) жуда катта қизиқиш уйғотмоқда [1]. Албатта, бу уларнинг ажойиб адсорбцион ва каталитик хоссаларига боғлиқдир. Улар орасида силикалит деб номланувчи цеолит (М.Фланиген томонидан АҚШ да синтез қилинган, сунъий адсорбент) олимларда катта қизиқиш уйғотди. Бунинг боиси шуки, силикалит ЮКЦ лар ичида гидрофоблиги ва органафиллиги билан турли хил экологик ва бошқа қатор масалалар ечимини топишда катта аҳамият касб этишидадир [2]. Айниқса, саноат оқава сувларини органик бирикмалардан тозалашда кенг қўлланилмоқда.

Цеолитларнинг адсорбцион ва каталитик хоссалари уларнинг ғовакли кристалл тузилишларига (структураларига) ҳамда улар таркибидаги актив марказларнинг табиатига, кучига ва сонига юқори даражада боғлиқ бўлади. Шунинг учун силикалит ва ZSM-5 русумли цеолитларни физик-кимёвий характеристикаларини ўрганиш катта амалий аҳамиятга ега. Ҳусусан, ZSM-5 русумли цеолитларни ва уни соф кремнийли аналог-силикалитни адсорбцион хоссаларини тўла ўрганиш катта қизиқиш уйғотади.

Цеолитларни адсорбцион хоссаларини ўрганишнинг бир неча усуллари мавжуд, масалан, ИК-, ЯМР-, ЭПР-спектроскопия, температура-дастурлаш десорбцияси (ТДД), гравимерия ва бошқалар. Мавжуд усуллар ичида термодинамик параметрларни аниқлашнинг тўғридан-тўғри усули адсорбцион-калориметрик метод ҳисобланади. Чунки, у адсорбент сирти билан адсорбат молекулалари орасидаги ўзаро таъсир энергиясини аниқлаш билан бир қаторда цеолитдаги акив марказлар миқдорини ҳам аниқлаш имконини беради.

Битирув малакавий ишининг асосий мақсади метанолнинг силикалитдаги адсорбция изотермасини ва асосий термодинамик характеристикаларини ўрганиш. Шунингдек, изотерма адсорбциясини микроғовакларни ҳажмий тўлиш назарияси тенгламаси (ТОЗМ-теория объёмного заполнения микропор) бўйича ифодалашдан иборат.

Битирув малакавий ишининг амалий аҳамияти адсорбцион-калориметрик тадқиқотлар натижалари ўрганилган системалар учун асосий термодинамик функциялар қийматларини олиш имкониятларини берадики, улар сорбцион техника қурилмалари ва жараёнларини ҳисоблашда, физикавий адсорбциянинг назарий тушунчаларини ривожлантиришда муҳим аҳамият касб этади. Бундан ташқари, моддаларнинг силикалит ва ZSM-5 русумли цеолитларда ўтказилган адсорбцион-калориметрик тадқиқот

натижалари ишлаб чиқаришда алохида аҳамиятга эга. Масалан, силикалит-оқава сувларни органик моддалардан тозалашда ва ZSM-5 русумли цеолит эса каталитик жараёнларда юқори октан сонига эга бўлган бензин олишда қўлланилиши мумкин.

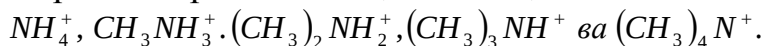
Шундай қилиб, олинган тажриба натижаларини назарий мулохазаларда ва амалий ҳисобларда ишонч билан қўллаш мумкин.

I. Адабиётлар шарҳи

I.I. Цеолит – Силикалитнинг кристалл тузилиши ҳақида қисқача маълумот

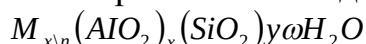
Брекнинг фикрича [3] цеолитлар таркибида даврий системанинг 1 ва 2 группа элементлари, хусусан натрий, калий, магний, кальций, стронций ва барий каби катионлар мавжуд бўлган кристалл тузилишдаги сувли алюмосиликатлардир. Цеолитлар каркасли алюмосиликатлар гуруҳига киради. Уларнинг қирраларида AlO_4 ва SiO_4 лар тетраэдрлар ҳосил қилиб жойлашади. Цеолит каналчаларида жойлашган катионлар ўзаро жуда осон алмашади, шунинг учун уларни Si ва Al дан фарқли равишда алмашинувчи катионлар деб юритилади. Si ва Al лар оддий шароитларда ўзаро алмашмайди ва шу сабабли уларни тетраэдрик (T) ёки каркас атомлари деб аталади.

Кўпгина сунъий цеолитлар аммоний ёки алкиламмоний катионларидан таркиб топган, масалан,



Баъзан цеолитлар синтезида алюминий галлийга, кремний эса-германий ёки фосфорга алмашиб қолиши кузатилади, албатта бунда минералнинг структура формуласи мос равишда ўзгаради.

Умумий ҳолда цеолитларнинг бир элементар ячейкаси учун структура формуласига қуйидаги кимёвий таркиб мос келади:



Бунда M-н валентли катион, ω -сув молекулаларининг сони, y/x – нисбат эса кристалл структурасига мос равишда 1 дан 5 гача бўлган сонларни қабул қилади.

Сўнгги йилларда таркибида жуда кўп миқдорда кремний бўлган қатор цеолитлар синтез қилинмоқда. Цеолитлар таркибида Si/Al нисбатнинг ортиб бориши уларнинг физик-кимёвий характеристикаларини кескин ўзгартириб юборади, хусусан уларни иссиқликка чидамлилиги ортади, адсорбцион ва кислоталик хусусиятлари ўзгаради. Шунинг учун бундай цеолитларни ўрганиш жуда катта илмий ва амалий аҳамият касб этади.

Маълумки, 1965 йилга ажойиб структурага эга бўлган ўта юқори кремнийли ($SiO_2 / Al_2O_3 = 5 \div 100$ ва ундан юқори) ZSM-5 («Zeolite Socony Mobil»-биринчи марта синтез қилган АКШ даги фирманинг номи) русумли цеолитларнинг бутунлай янги авлоди пайдо бўлди [4].

Ушбу битирув малакавий иши силикалитни ўрганишга бағишланганлиги учун биз асосан, силикалитнинг кристалл структура тузилиши билан батафсил танишиб чиқамиз.

Силикалитнинг кристалл панжара параметрлари (орторомбик система-Пнма) $a=2,006$; $b=1,980$ ва $c=1,33$ нм [2]. Силикалитнинг бирламчи кристаллини элементар ячейкасини қуйидагича ифодалаш мумкин $[4TPAON\ 96SiO_2]$. Маҳсулотни 773K температурада қиздириш натижасида унинг таркибидаги органик қисми бутунлай улоқтирилиб, қуйидаги таркибли $4HO\ 96SiO_2$ соф бир жинсли адсорбент ҳосил қилинади.

NaZSM-5 русумли цеолит ва силикалитнинг кристалл панжараларини асосий қисми ҳисобланмиш структура элементлари бешазоли кислород халкаларидан ташкил топган (1-расм). Al миқдори жуда кам бўлганлиги учун бу бешазоли халкалар, асосан кремнийкислородли тетраэдрларнинг бирикишидан иборат [5,6]. Бундай элементлар занжири (1б-расм) кабат бўлиб бирлашади (1в-расм), қайсиким ҳар бир занжир қобикда қўшни занжирларнинг ойнали тасвирини акс эттиради. Силикалитнинг кристалл панжараси фақат кремнийкислородли тетраэдрлардан иборат [2].

Силикалитни структурасида кремнийкислородли тетраэдрлар бешта 5-ва битта 6-азоли халкалардан иборат иккиламчи структуралар ҳосил қилади. Бу иккиламчи структуралар, эҳтимол, ултрасил структурасида мавжуд бўлади ва 550 см^{-1} частотали тебранишларга мос келади [6]. Таъкидлаш жоизки, Е.М.Фланиген ва бошқалар [5] ZSM-5 русумли цеолит ва силикалитни структура тузилишини ўрганишда [6] 5- ва 6-азоли халкаларнинг бирикишидан молекуляр элакнинг кристалл панжараи ҳосил бўлишида 4-азоли халкалар ҳам мавжудлиги ($820\text{--}750\text{ см}^{-1}$ ютилиш сохаларида) ни кузатишди. Кейинги бошқа бир қанча методлар ёрдамида кристалл панжара тузилишини ўрганиш жараёнида ҳам бу ўз тасдиғини топди.

ZSM-5 русумли цеолитлар яъни пентасиллар ва силикалитни кристалланиш жараёнида 10-азоли халкалар қўринишидаги кесимга эга бўлган кесишувчи каналлар системаси ҳосил бўлади. ZSM-5 русумли цеолит ва силикалит учун бу система тўғри ва зинасимон (прямых и зигзагообразных) каналлардан иборат [4–7]. Силикалит учун доиравий зинасимон каналлар диаметри: $d = 0,54 \pm 0,02\text{ нм}$, а уки буйича; б ўқи бўйича тўғри эллиптик каналлар диаметри: $d_1 = 0,58 \pm 0,02\text{ нм}$ ва $d_2 = 0,52 \pm 0,01\text{ нм}$.

ЎЮКЦ ларни бир қанча физик-кимёвий усуллар ёрдамида ўрганилганлиги ҳақида адабиётларда келтирилган, масалан, ИК-, ЯМР-, ЭПР-спектроскопия ва температурали-дастурлаш десорбция (температурно-программированная десорбция) каби методлар шулар жумласидандир. Бирок, адсорбцион-калориметрик метод ёрдамида цеолитларни ўрганишга бағишланган ишлар жуда кам. Улар орасида Х.Тамм ва Х.Штах [8] илмий тадқиқотларини алоҳида қайд этиш мумкин.

1.2. Ўта юқори кремнийли цеолитларнинг барқарорлиги

ЎЮКЦ лар меморий тузилиши (каркаси) нисбатан унчалик кўп бўлмаган алюминий тетраэдрларидан ва жуда кўп миқдордаги кремний (90% дан юқори) тетраэдрларидан ташкил топган. Силикалит структурасида эса алюминий деярли мавжуд эмас. Шунингдек, келтирилган умумий мулохазалардан келиб чиққан ҳолда ЎЮКЦ лар юқори температурага (термостойкость) ва кислотали муҳитга чидамли бўлиши кераклигини олдиндан тасаввур қилиш мумкин.

С.П.Жданов ва унинг шогирдлари [9–10] ZSM-5 русумли цеолит ва силикалитнинг юқори температурага чидамлилиги табиатини ўргандилар. Илмий-тадқиқотлар натижасида улар ЎЮКЦ ларнинг юқори температурага чидамлилиги $\text{SiO}_2 / \text{Al}_2\text{O}_3$ нисбатнинг қийматига боғлиқ бўлади деган хулосага келдилар. Агар бу нисбат ортиб борса (хусусан силикалитда бу нисбат чексизликка интилади), у ҳолда цеолитнинг юқори температурага чидамлилиги ҳам ортади, акс ҳолда-камаяди. Масалан, [2] га мувофиқ, силикалит ҳавода 1373К гача киздирилган вақтда ҳам кристалл структурасини саклайди, 1573К дан аста-секин аморф шишага айлана бошлайди. Шундай қилиб, силикалит кристалл панжарасида алюминий атомлари йўклиги учун ўта юқори температурага чидамли ҳисобланади.

Цеолитларнинг биринчи авлодидан фарқли равишда пентасиллар деб аталмиш цеолитларнинг янги авлоди анча юқори температурага чидамли ҳисобланади, албатта буни боиси уларнинг структурасида алюминий атомлари концентрасининг жуда камлигидир. Шунинг учун бу цеолитларнинг структураси кўпгина ҳолларда 973-1073К температуралар интервалида бузилиши кузатилади. Бундан ташқари, рентгеноструктура таҳлил натижаларига кура ZSM-5 русумли ва ЎЮКЦ ларни 1273К гача температуралар интервалида киздирилганда уларнинг кристалл структураларида ҳеч қандай бузилиш кузатилмайди [11–12]. Шу билан бир вақтда, РФЭС натижаларига мувофиқ [13], ZSM-5 русумли цеолитлар меморий каркасидаги $\approx 15\%$ алюминий атомларининг миграциясга олиб келса керак. Бу ўз навбатида алюминий локализацияланган (ўрин алмашган) жойларда цеолит структурасининг маълум миқдорда бузилишига олиб келиши мумкин.

Шунингдек, пентасил русумли ЎЮКЦ лар юқори кислотали муҳитга чидамлилиги билан ҳам ҳарактерланади. Масалан, силикалит кўпгина минерал кислоталар, плавиковой кислотадан ташқари у билан худди кварц каби ўзаро тасирлашади ва унинг кристалл структураси бузилмайди. Si/Al нисбатнинг ортиб бориши билан цеолитларнинг кислотали муҳитга чидамлилиги ҳам ортиб боради. Кислотали муҳитда классик цеолитлар барқарорлигининг чегараланганлиги уларнинг структурасидан алюминийни ювилиши билан боғлиқ. Шунингдек, кучли кислота тасирида цеолит кристалл структураларининг бузилиши меморий каркасларда тетраэдрик ҳолатда жойлашган алюминий атомлар сонига боғлиқ бўлиши мумкин.

Демжи [14] фикрича, алюминий ҳалкага қанча кўп чикса, уни улоқтириш шунчалик осон бўлади. Ҳалқада фақат битта AlO_4 тетраэдр қолганда, уни улоқтириш кийин бўлиб, намуна анча кислотали муҳитга чидамли холга келади. Бу билан ЎЮКЦ ларнинг юқори кислотали муҳитга чидамлилиги жуда осон тушунтирилади, чунки уларнинг кўпчилигини таркибада битта элементар ячейкага 1 тадан 3 тагача алюминий атоми тўғри келади. Т.В.Лимова ва И.Е.Неймарк [15] сунъий ЎЮКЦ лар ($Si/Al = 23$) нинг кислотали муҳитга чидамлилигини ўрганиб, бу цеолитлар кучли кислотали муҳитда ($10nHCl$) ҳам турғун бўлиб, табиий цеолитлар Морденит ва Эрионитларнинг кристалл структуралари бу шароитда бутунлай бузилиб кетади.

Шу билан бир каторда, ЎЮКЦ лар гидротермик барқарорликка ҳам эга бўлади, қайсики бу хусусият уларнинг структураларидаги кремний атомлари миқдори билан боғлиқдир. Цеолитда кристалл панжарадаги катион зичлигининг камайиши билан бир вақтда тетраэдрик шаклдаги кремний икки оксиди миқдорининг ортиши $Al-O-$ (0,172 нм) га нисбатан $Si-O-$ (0,163 нм) ли қисқа боғларнинг мавжудлиги туфайли ҳам юқори температурага чидамлилиги барқарор бўлади, аммо бунда ўзига хос чеклашлар бўлиши мавжуд [2].

Хулоса қилиб айтиш мумкинки, ЎЮКЦ ларнинг юқори температурага, кислотали муҳитга чидамлилиги ва гидротермик барқарорлиги уларга ажойиб адсорбцион ва катталитик хоссалар берадики, цеолитларнинг бу хусусиятлари уларнинг нақадар катта амалий ва назарий аҳамиятга эга эканлигини кўрсатади. Менимча, пентасил типидagi цеолитларни нефтни қайта ишлаш, нефткимёси саноати ва бошқа катталитик жараёнларда (айниқса метанолдан углеводородлар олишда) қўлланилиши уларнинг юқори барқарорликка эга бўлиши билан бевосита боғлиқдир.

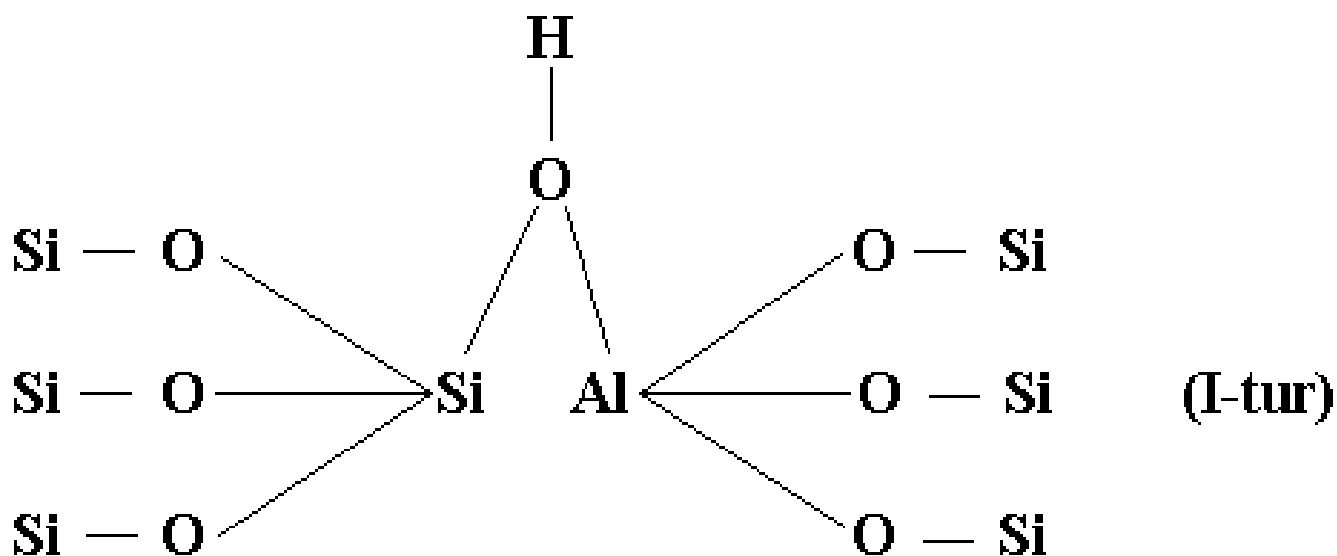
I.3. ZSM-5 русумли цеолитларда адсорбцион марказларнинг тақсимланиши, уларнинг табиати ва кучи

Маълумки, цеолитларнинг адсорбцион ва катталитик хоссалари улар таркибидagi актив марказларнинг мавжудлиги билан боғлиқ. Кўпчилик олимлар томонидан микрокалориметрик усулда HZSM-5 русумли цеолитларни кислотали хоссалари ўрганилди. Аммиакнинг HZSM-5 цеолитдаги адсорбциясини ўрганиш натижасида аниқландики, цеолитларда кислотали марказларнинг икки тури мавжуд бўлар экан: улар Бренстенд ва Льюис кислотали марказлари деб номланади. Бренстенд ёки протонли кислоталиги цеолитлар структурасида протон бериш қобилиятига эга бўлган OH -гуруҳлар мавжуд бўлиши билан тушунтирилади. Льюис ёки апротонли кислотали марказлар электрон жуфтини бириктириб олиш қобилиятига эга бўлади. Бундай марказлар ролини мусбат заряд ташувчи учкоординатали алюминий атом (Al^{3+}) лари ва кремний атом (Si^{3+}) лари, ҳамда

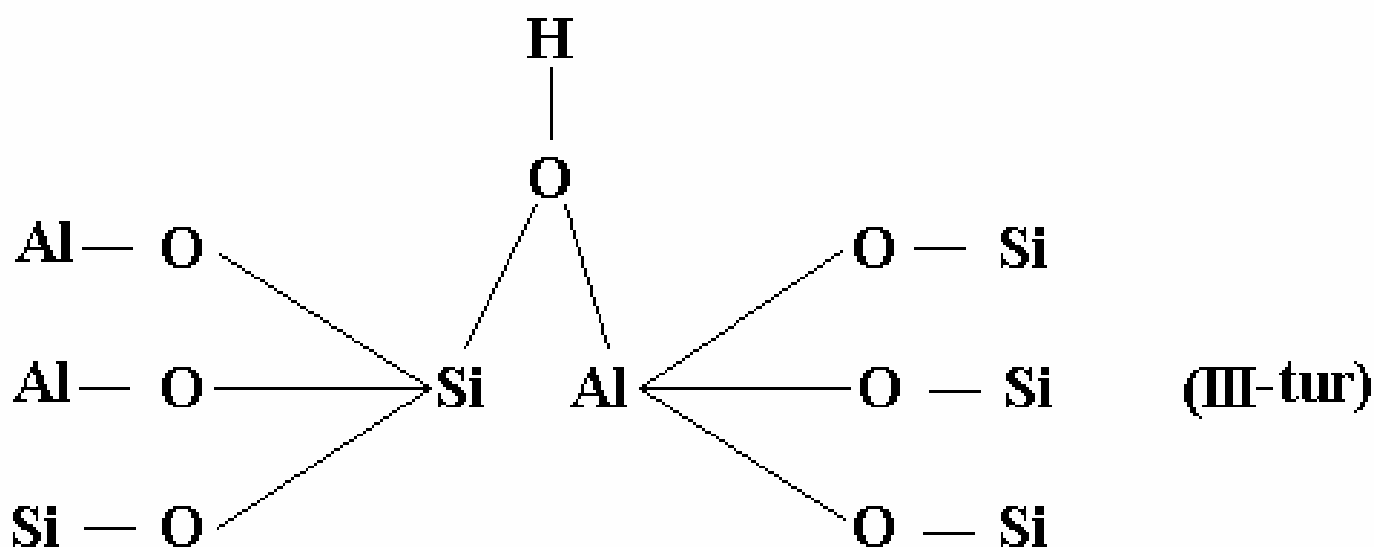
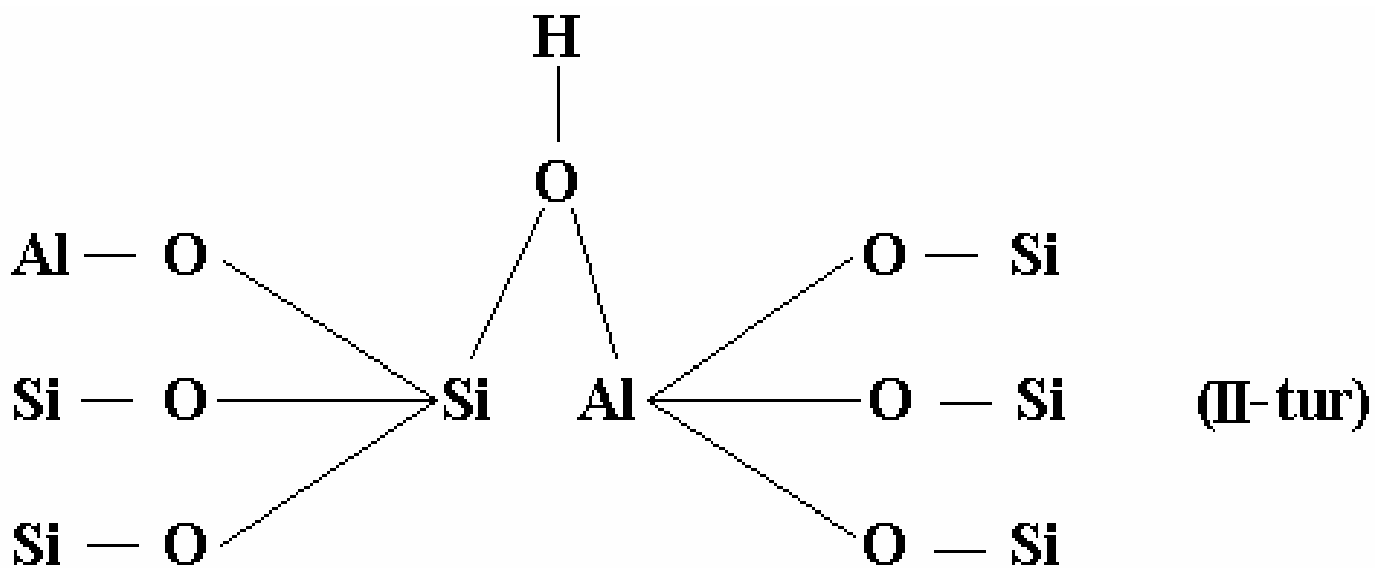
тетраэдрлардаги манфий зарядли алюмокислородларни компенсацияловчи катионлар бажаради.

Инфрақизил спектроскопия усулида ўрганиш натижалари кўрсатадики, пентасилларнинг сирти цеолитларнинг биринчи авлодига ўхшаб икки хил гидроксил гуруҳлар билан қопланган: валент тебраниши 3610 см^{-1} частотага эга бўлган кислотали ва кремнезёмлардаги $\text{Si}-\text{OH}$ –гуруҳларга ўхшаш 3740 см^{-1} –нокислотали. 3720 см^{-1} спектр каттализда ҳеч қандай рол ўйнамайдиган силанол ёки терминал OH -гуруҳлардир. Мутахассисларнинг фикрича, бу гуруҳлар пентасилларда аралашма кўринишида мавжуд бўлган аморф ҳолдаги SiO_2 ларга боғлиқ бўлади. Юқори даражада тоза кристалл панжараларида турли миқдорда алюминий атомлари (элементар ячейкада 0 дан 47 тагача алюминий атомлари) бўлган ва диккат билан тозаланган HZSM-5 цеолит намуналарини ИК-спектроскопия усулида ўрганиш натижасида 3720 см^{-1} спектр ҳақиқатда структурага таъллуқли бўлмаган кремний икки оксиди аралашмаларининг ва жуда кам миқдорда терминал OH -гуруҳларнинг мавжудлигига боғлиқ. Шунинг учун ИК-спектроскопик тадқиқотда бу спектрнинг мавжудлиги цеолитнинг фазовий тозалик ва кристаллик даражаси сифатида хизмат қилиши мумкин.

3600 см^{-1} спектри Na- ёки NH_4 -формали цеолитларни декатионлаштиришда ҳосил бўладиган кислотали OH -гуруҳлар орқали тушунтирилади. Улар кислотали реакцияларда цеолитларнинг катталитик фаоллигини тامينловчи бренстенд кислота марказлари (БКМ) функцияларини бажаради деб қабул қилинади. Бу гуруҳлар цеолит каркасидаги учкоординатали алюминий атомлари билан ($\text{Si}-\text{OH}-\text{Al}$) ёки қуйидаги кўринишда боғланган:



Агар Si/Al нисбат жуда кичик бўлса, у ҳолда бу схемани қуйидаги кўринишда ифодалаш мумкин:



Шунинг учун, гуруҳлар сони кристалл панжарадаги Al миқдорига мос тушиши керак.

ИК-спектроскопик усулда жуда тоза HZSM-5 цеолит намуналарини текшириш натижаларида фақат 3600 см^{-1} спектр чизиғи мавжуд бўлиши аниқланган. Уни эини таҳлил қилиш натижалари ОН-гуруҳлар пентасил каналларининг кесишиш жойларида ҳосил бўлган сатхларда локалланишини кўрсатади. Пентасилларнинг кристаллоқимёвий структураларида юқорида такидланган ОН-гуруҳларнинг икки туридан ташқари адсорбцион ва

катталитик жараёнларда актив марказлар вазифасини бажарувчи катионлар (Na^+ , K^+ , Li^+ ва бошқалар) ҳамда структурадаги дефектлар мавжуд бўлади.

[2] такидланишича, силикалит структурасида деярли Al атомлари ва катионлар мавжуд бўлмайди, органик асосли тетропропиламмоний (ТПА) эса 673K дан юқори температурада дегидратация қилинганда каркастан чиқиб кетади. Демак, силикалитнинг кристалл структурасида жуда ҳам кам миқдорда аморф ҳолатда кремний икки оксиди бўлиши мумкин (бу хулоса адабиётларда тўла тасдиғини топган). Бирок С.П.Жданов шогирдлари билан [16] юқори ажратиш қобилиятига эга ЯМР-спектроскопия усули асосида силикалитда Al атомлари мавжудлигини аниқлади. Ждановнинг тажриба натижаларининг кўрсатишича Фланиген ва шогирдлари томонидан этироф этилган алюминий атомлари силикалитда каркастан ташқарида эмас, балки айнан каркасга тегишли экан.

[3] га мувофиқ, карбон ионлари иштирокида содир бўладиган қатор катталитик реакцияларда цеолитларнинг активлиги кристалл панжарадаги алюминий атомлари билан боғланган уларни сиртидаги кислотали ОН-гуруҳлар мавжудлигига боғлиқ. Пентасилларнинг адсорбцион хусусиятларига цеолитлар структурасидаги алмашинувчи катионлар катта таъсир кўрсатади. Силикалит учун бутунлай ўзгача таркиб ҳарактерли бўлиб, унинг кристалл структурасида катион алмашувчи ионлар ва алюминий атомлари мавжуд эмас. $\equiv Si-O-Si \equiv$ боғ силикалитнинг гидрофоблик хоссасини намоён қилувчи асосий структура элементи ҳисобланади.

Демак, силикалитда актив марказлар вазифасини кислотали ОН-гуруҳлар ва унинг кристалл панжараларидаги дефектлар (жуда кам миқдорда аморф ҳолда кремний икки оксиди бирикмаси) мавжудлигидир. Қатор адабиётларда турли хил методлар ёрдамида силикалитни таҳлил қилиш асосида бу фикрлар ўз тасдиғини топди. Шунинг учун силикалитнинг адсорбцион ва катталитик хоссаларини микрокалориметрик усулда ўрганиш катта илмий ва амалий аҳамият касб этади.

II. Тажриба қисми

II.1. Тажриба методикаси

Метанолнинг силикалитдаги адсорбция механизми адсорбция катталиги (адсорбция изотермаси) ни ҳамда адсорбат-адсорбент ва адсорбат-адсорбат орасидаги ўзаро молекуляр таъсирларнинг энергетик характеристикаларини олиш имкониятини берувчи адсорбцион микрокалориметрия усулида амалга оширилди. Методика асосини турли хил моддаларни 303К температурада газ ва буғ фазаларидаги адсорбциясини ўрганиш ётади. Тажрибани амалга оширишда юқори вакуумли адсорбцион қурилма ва унга уланган Тиана-Кальве типидagi ДАК-I-I дифференциаль микрокалориметрдан иборат бўлган системадан фойдаланилди.

II.2. Адсорбцион қурилма

Адсорбцион қурилма (2.1-расм) капилляр микробюретка (7) ва симобли затворлар (3)дан иборат вакуум системадан иборат. Вакуумли мой билан ишлов бериладиган одатдаги шишали кранларни мойда углеводородларни эритиш қобилятига эга бўлган симобли затворлар билан алмаштирилган. Бу ўлчаш аниқлигини оширади, чунки ўрганилаётган адсорбентда мойларда буғлар адсорбцияси содир бўлиши туфайли келиб чиқадиган хатоликдан озод қилинди. Қурилма адсорбентли ампула (13), ўлчов қисмлари (5,9), сақлаш системаси (6,7), газ (6) ва суюқликлар (7)ни тажрибага тайёрловчи ҳамда системада вакуум ҳосил қилувчи насослардан ташқил топган.

Қурилма адсорбатни газ-ҳажмий ва ҳажмий-суюқликли меёрлаб юбориш (дозировка) методлари ёрдамида амалга ошириш имкониятини беради. Кичик мувозанат босимларини ўлчаш учун суюқликнинг оқиш ҳажми 230 см^3 ва капиллярининг диаметри 1,5 мм бўлган Мак-Леод (5) манометридан фойдаланилди (манометр доимийси $5,5 \cdot 10^{-6}$). Адсорбат олдиндан калибрланган $0,1 \text{ мм}^2$ кесимли микрокапилляр (7) ёрдамида вакуумли системага (ишчи ҳажмга) юборилди (дозировали), ундаги суюқлик сатҳи КТ-8 катетометри ёрдамида 0,01 мм аниқликда ўлчанди. Буғларни капилляр деворларида конденсацияланишини бартараф этиш учун уни капиллярдаги температурадан бироз юқорирок температурада электрқиздиргич ёрдамида иситиб турилди. Катетометр ёрдамида ички диаметри 22 мм бўлган U-симон манометр (9) орқали юқорида қайд этилган аниқликда симоб сатҳи ўлчанди. Тўйинган буғ босими юқори бўлган адсорбатлар (масалан, н.пентан ва углерод икки оксиди) махсус монтаж қилинган шарикли бюретка (6) ёрдамида ишчи ҳажмга юборилади. Адсорбентга буғни жуда кам миқдорда юборилганда ажраладиган Пельтье иссиқлигини компенсация қилиш учун вентил (12) дан фойдаланилди.

Адсорбатли капилляр, Мак-Леод манометри, U-симон манометр, қурилма ҳажмини калибровкаловчи газли бюретка ва адсорбентга жуда кичик қисм (порциялаб) адсорбат юборилишини бошқариб турувчи металл

вентиллар ҳаволи термостат ёрдамида доимий ҳароратда ушлаб турилди (2.1-расмдаги штрихлаб қўйилган участка).

Қурилмада вакуум ҳосил қилиш учун ВН-461 маркали форвакуум насоси ва ЦВЛ-100 маркали юқори вакуумли диффузион насослардан фойдаланилди. Универсал адсорбцион калориметрик қурилманинг асосий қисми ҳисобланмиш калориметр Г.У.Раҳматқариев томонидан такомиллаштирилиб, унинг аниқлик даражаси оширилган [17].

2.1.-расм. Универсал юқори вакуумли қурилманинг схемаси

II.3. Қурилмани тажриба ўтказишга тайёрлаш

Адсорбцион қурилманинг ҳамма қисми: Мак-Леод манометри, шарикли бюретка, U-симон манометр тажриба бошлашдан олдин симоб билан калибровка қилинди. Системада юқори вакуум ($133,3 \cdot 10^{-5}$ Па) ҳосил қилингандан сўнг, шарикли бюретка ёрдамида қурилманинг ўлчов амалга ошириладиган қисми ва адсорбентли ампула доимий температурада спектраль тоза гелий билан калибровка қилинди. Калориметр гильза деворлари билан иссиқлик контактини яхшилаш учун адсорбентли ампулага алюминий фольга ўралади. Қуйидаги формула ёрдамида адсорбцион системанинг «ўлик ҳажми» ҳисобланди:

$$n = PV / RT .$$

II.3. Адсорбцион ўлчашларни амалга ошириш ва уларнинг аниқлиги

Ҳажмий усулда ўлчанган адсорбирланган модданинг миқдори, босимнинг дастлабки ва кейинги қийматларининг ўзгариши асосида газ қонуни бўйича ҳисобланди:

$$a = \frac{P_1 V_1}{RT_1} - \frac{P_2 (V_1 + V_2)}{RT_2} \quad (1)$$

Бунда, a -адсорбция катталиги, P_1 ва P_2 -система ҳажмидаги адсорбциягача ва бутун системада мувозанат қарор топгандаги газнинг босимлари, T_1 ва T_2 -ўлчаш температуралари. $V_1 + V_2 = V_{ум}$ -калориметрик ампула ва қурилма ишчи ҳажмлар йигиндиси. P -универсал газ доимийси. (1) формулага асосан ишчи устунда симобнинг мениск ҳолатига (h_i), U-симон манометрнинг дастлабки белгига нисбатан ($h_{бел.}$) ва олдинги серияда (выпуска) газ фазасида қолган адсорбат миқдорини ($P_{кол.}$) ҳисобга олиб, бизнинг ҳол учун (1) формулани n -серия учун қуйидагича ёзамиз:

$$a = \frac{P_{заг.}^i}{RT_i} [V_1 - S(h_{бел.} - h_{заг.}^i)] - \frac{P_{кол.}^i}{RT_{i-1}} [V_1 - S(h_{бел.} - h_{кол.}^{i-1})] - \left\{ \frac{P_{мув.}^i [V_{ум.} - S(h_{бел.} - h_{мув.}^i)]}{RT_i} - \frac{P_{мув.}^{i-1} [V_{ум.} - S(h_{бел.} - h_{мув.}^{i-1})]}{RT_{i-1}} \right\} \quad (2)$$

T_i -тажриба ўтказилган температура, у 303К га тенг. S-U-симон манометрнинг қўндаланг кесим юзаси. Қурилманинг номаълум ҳажми адсорбцион

ўлчашлар тугагандан кейин маълум ҳажмдан куруқ ҳавони кенгайтириш йўли билан калибровка қилинди. Ҳажм катталиклари ҳам газ қонунлари бўйича аниқланди. Номалум ҳажмни ўлчаш аниқлиги $\pm 0,3\%$.

Суюқ микрокапилляр билан ишлаганда адсорбция катталиги (3) формула бўйича аниқланади:

$$a = \frac{S\Delta h\rho}{M} - \left\{ \frac{P_{\text{мув.}}^i [V_{\text{ум.}} - S(h_{\text{дел.}} - h_{\text{мув.}}^i)]}{RT_i} - \frac{P_{\text{мув.}}^{i-1} [V_{\text{ум.}} - S(h_{\text{дел.}} - h_{\text{мув.}}^{i-1})]}{RT_{i-1}} \right\} \quad (3)$$

бунда Δh -капиллярда суюқлик сатҳининг пасайиши, S -микрокапиллярнинг кўндаланг кесим юзаси, ρ – берилган температурадаги суюқ адсорбатнинг зичлиги. M -адсорбатнинг молекуляр оғирлиги. Қолган келтирилган катталиклар (2) –ифодада акс эттирилган физик катталикларнинг ўзидир.

III. Калориметрик ўлчашлар

III.1. Дифференциал адсорбция иссиқлигини аниқлаш методлари

Дифференциал адсорбция иссиқлигини аниқлашнинг асосий икки хил методи мавжуд- изостерик ва калориметрик. Бу методлардан бири турли хил температураларда олинган изотермага Клайперон-Клаузиус тенгламасини тадбик этиш, иккинчиси бевосита адсорбция иссиқлигини тўғридан-тўғри калориметрик усулда аниқлашдан иборат.

Изостерик адсорбция иссиқлиги қуйидаги ифода бўйича аниқланади:

$$Q = RT^2 \left(\frac{\partial \ln P}{\partial T} \right)_a \quad (1)$$

Изостерик адсорбция иссиқлигини турли хил температураларда олинган бир неча изотермаларга асосан аниқлаш, калориметрик ёки хроматографик ва бошқа экспериментал методлар билан аниқланган иссиқлик орқали боғлаб ҳисобланади.

Агар адсорбция иссиқлигини температурага боғланиши ҳисобга олинмаса, у ҳолда (1) ифодани интеграллаб қуйидаги тенглама олинади:

$$\ln P = -\frac{Q}{RT} + B \quad (2) \quad \text{ёки}$$

$$\lg P = \frac{Q}{2,3RT} + B^1 \quad (3)$$

бунда P -мувозанат ҳолатдаги босим, B ва B^1 -лар ўзгармас катталиклар. Маълум бир адсорбция қийматида изостерик адсорбция иссиқлигини аниқлаш битта ва фақат битта адсорбция қийматидаги тўғри чизиқнинг қиялигини ўлчаб ҳисоблашга келтирилади. Изостерани топиш учун турли хил температураларда адсорбция изотермасини ўлчаш зарур, сўнгра барча температураларда P нинг қийматларига асосан маълум адсорбцияланган модда миқдорини ҳисоблаб, яъни $\lg P$ ни $1/T$ га боғланиши ҳосил қилинади. Ҳосил қилинган изостера деярли тўғри чизиқдан иборат бўлади. Ҳар бир изостерадаги қиялик бурчагининг тангенци $\tan \beta$ - берилган адсорбция катталиги a учун $Q/2,3R$ -нинг қийматини беради.

Изостерик адсорбция иссиқлиги кичик мувозанат босимларидаги ўлчаш кийинчиликларига мос равишда Клайперон-Клаузиус тенгламасига мувофиқ ҳисобланади ва у асосан температурага боғлиқ бўлади. Шунингдек, ўз навбатида изостерик адсорбция иссиқлигининг аниқлик даражаси, турли хил температуралардаги адсорбция изотермасини ёки изостерани ўлчашда юқори аниқликка эга бўлишни талаб этади. Лекин суюқлик ҳажмидаги адсорбция босимини, адсорбция ва концентрация катталигини ўлчашда иложи йўқ ҳатоликларга йўл қўйилади. Адсорбция изостерасини ҳисоблашда адсорбцияланган модданинг фазовий ўтишларида асосан катта ҳатоликларга йўл қўйилади.

Иккинчи дифференциал адсорбция иссиқлигини аниқлаш методи-калориметрик методдир. Алоҳида таъкидлаш жоизки, адсорбцияланган модда миқдори (ёки тўлиш даражаси) ни тўғридан-тўғри калориметрик усулда аниқлаш жуда муҳимдир. Бевосита калориметрик метод ёрдамида дифференциал адсорбция иссиқлигини аниқлашнинг фойдали томонларини [14,15] ишларнинг муаллифлари мукамал баён этиб берганлар. Турли хил калориметрлар ичида жуда секин содир бўладиган жараёнлар (адсорбция иссиқлигини аниқлаш) учун энг мақбули иссиқлик ўтказувчи калориметрдир. Иссиқлик ўтказувчи калориметрнинг қулай томонларини ва камчиликларини кўриб чиқамиз.

III.2. Иссиқлик ўтказувчи калориметр ва унинг асосий қулай томонлари

Маълумки, дифференциал адсорбция иссиқлигини аниқлашда асосан уч хил калориметрлар қўлланилади. Улар адиабатик, изотермик ва иссиқлик ўтказувчи калориметрлардир.

Битирув малакавий ишини бажаришда биз учинчи хил, яъни иссиқлик ўтказувчи калориметрдан фойдаландик, қуйида қисқача у ҳақида тўхталамиз. Ташқи қобиғи изоляцияланган бўлишига қарамасдан, у адиабатик ҳисобланмайди, унда ажраладиган иссиқлик калориметрик камерадан узатилиши билан катта металл блокда сочилади.

Лекин калориметрик камерадаги температура жуда кам ўзгаради, қурилмани қатъий изотермик деб бўлмайди; чунки унда унчалик катта қийматга эга бўлмаган температура ўзгаришлари кузатиладики, ундан воз кечиб бўлмайди ва у ўлчаш учун асос ҳисобланади. Жараёнда иссиқлик ажралиши биланоқ унинг калориметрик камерада ажралган асосий қисми (99%), уни блокига узатилади. Фақат 1% атрофидаги иссиқликкина калориметрик камерани температурасини бир оз кўтариб унда қолади. Калориметр блоки ва камера оралиғида жойлашган термопараларга таъсир этувчи калориметрик камера сирти орқали ўтувчи иссиқлик оқимини ўлчаш орқали адсорбция иссиқлиги ҳисобланади. Қурилмада қайд этилган катталик умумий иссиқлик миқдорини эмас, балки иссиқлик қуввати dQ/dt ни ҳисоблаш имконини беради. Иссиқлик ажралиши қанчалик тез содир бўлса, термопараларга уланган гальванометр милларининг шунчалик кўпроқ оғиши кузатилади.

Иссиқлик ўтказувчи калориметрларнинг қулай томонлари қуйидагилардир:

- 1). Уларда температура ўзгариши жуда кам миқдорда кузатилади, шу сабабли уларни катъий изотермик деб ҳисоблаш мумкин.
- 2). Ўлчаш натижасида бевосита иссиқлик, яъни энтальпия аниқланади. система ва модданинг иссиқлик сиғимини билиш шарт эмас.
- 3). Қурилмадан иссиқлик ажралишининг Пельтье эффектини катъий компенсация қилишда нулинчи метод бўйича фойдаланиш мумкин.
- 4). Калориметр фойдаланиш учун жуда қулай бўлиб, у ажралаётган иссиқликни тез ва узлуксиз қайд этиш имкониятига эга.
- 5). Қурилманинг сезгирлиги ўта юқори бўлиб, ишончилиги катта (у иссиқлик қуввати 0,2 мкВт тартибдаги аниқликда ўлчаш имкониятига эга). Ундан деярли жуда узок давом этувчи жараёнларнинг иссиқлик эффектларини ўлчашларда ишонч билан фойдаланиш мумкин.
- 6). Калориметр ўрганилаётган адсорбцион система учун жараённинг термокинетикасини олиш имкониятини беради. Термокинетика-адсорбция механизмини тушунтиришда муҳим аҳамиятга эга.

III.3. Пельтье иссиқлик эффектидан фойдаланиш

Адсорбция иссиқлигини ўрганишда Тиана-Кальве типдаги ДАК-1-1 микрокалориметридан фойдаланилди. Унинг схемасига Раҳматқариев Г.У. [17] томонидан иссиқликни ўлчашдаги аниқлик даражасини бир тартибда ошириш имкониятини берувчи зарурий ўзгартиришлар амалга оширилган.

Маълумки, анчадан буён калориметрияда эндотермик иссиқлик эффектларини Жоул иссиқлик эффекти ёрдамида компенсациялашдан фойдаланилади. Иссиқлик оқимини миқдорий қайд этиш принципи бўйича ишловчи Тиана калориметрида Жоул эффекти билан бирга эндотермик жараёнларни компенсация қилиш учун анча такомиллаштирилган бу қурилмаларда биринчи марта экзотермик жараёнларни компенсация қилишда Пельтье эффекти қўлланилади.

Термобатарейалар калибровкаси нулинчи метод бўйича амалга оширилди.

Пельтье иссиқлик эффектнинг қуввати қуйидаги тенглама қўринишида ёзилади:

$$W = nPI + RI^2 \quad (4)$$

бунда I-компенсация ток кучи.

Калориметрда Пельтье доимийси 12,82 мВ га тенг. Иссиқлик оқими бўйича ДАК-1-1 калориметрнинг доимийси К ўзи ёзувчи қурилма перосининг 1 мм га оғиши учун 0,7 мкВт га тенг.

III.4. Адсорбция иссиқлигини ўлчаш аниқлиги

Тиана-Кальве типдаги калориметрда умумий иссиқлик эффекти $\tau_2 - \tau_1$ вақт оралиғида қуйидаги ифода бўйича аниқланади:

$$Q_{\tau_1}^{\tau_2} = \sum W_i \Delta \tau_i + K_w \int_{\tau_1}^{\tau_2} \ell d\tau + K_c (\ell_2 - \ell_1) \quad (5)$$

бунда биринчи ҳад- τ_i вақт оралиғидаги W қувват билан Пельтье эффекти ёрдамида амалга оширилган иссиқлик эффектлари компенсация иссиқлиги алгебраик йигиндисидир; K_w ва K_c лар иссиқлик оқими ва иссиқлик сифими бўйича калориметр доимийлари; ℓ -ўзи ёзувчи қурилма перосининг нулинчи қадам (белгини ҳисобга олган ҳолда) га нисбатан оғиш катталиги; ℓ_1 ва ℓ_2 -лар τ_1 ва τ_2 вақт моментларидаги оғишлари. (5)-тенгламадаги учинчи ҳад нолга тенг, чунки иссиқлик эффектига бошланғич нулинчи ва охириги нулинчи қадамларда ажралган иссиқлик миқдорларининг ҳаммаси киради. У ҳолда (5)-тенгламани қуйидагича ёзиш мумкин:

$$Q_{\tau_1}^{\tau_2} = \sum W_i \Delta \tau_i + K_w \int_{\tau_1}^{\tau_2} \ell d\tau \quad (6)$$

Компенсацияланган иссиқлик (биринчи ҳад)ни аниқ ўлчовчи потенциометр ва вақтни ўлчовчи счетчиклар ёрдамида юқори аниқликда баҳолаш мумкин. Баҳолаш аниқлиги потенциометр ва каршилиқларнинг ўчаш аниқлигига жавоб беради. Фойдаланилган қурилмалар биринчи синф аниқлигидаги қурилмалар жумласидандир. Асосий ҳато аккумулятордан бериладиган ток кучининг тебраниши туфайли вужудга келади. Бу ўзгариш тажриба учун 0,005 миллиампердан ошмайди. Тажриба давомида ток катталиги ёзиб борилади, сўнгра унинг ўртача қийматидан фойдаланилади. 10 мА компенсацион ток учун ҳато катталиги (тажрибадаги ўртача ток кучи) $\approx 0,03\%$ ни ташкил қилади.

Тенгламадаги иккинчи ҳад $-\int_{\tau_1}^{\tau_2} \ell d\tau$ τ_1 дан τ_2 гача вақт оралиғи учун маълум сезгирликда чизилган эгри чизик билан нулинчи қадам орасидаги юза ҳисобланади. Бу юза нулинчи қадамдан ўнг ва чап томонда жойлашган юзачаларнинг алгебраик йигиндисидир. Юза бўйича иссиқликни аниқлашда олдиндан ўзи ёзувчи қурилма перосига нисбатан бирлик юза калибровка қилинди. Бундай калибровкани мингдан бир калория аниқликкача амалга ошириш мумкин. Юза планиметр ёрдамида аниқланди. Кўпгина тажрибаларда юза бўйича иссиқликни аниқлашда йўл қўйилган ҳатолик 1-2% ни ташкил этади. Одатда калориметрик тажриба шундай ўтказиладики, унда компенсацияланган иссиқлик улуши умумий эффектнинг 95% дан кам бўлмайди. У ҳолда компенсацияланмаган иссиқлик улуши умумий иссиқлик миқдorigа нисбатан жуда кам. Ноқулай шароитларда (тажриба давомийлиги жуда катта бўлганда) 90% атрофида иссиқликни компенсация қилиш имконияти мавжуд бўлиб, 10% и планиметрия йўли орқали баҳоланади ва уни аниқлаш ҳатолиги 3% гача ортади.

Дифференциал адсорбция иссиқлигини аниқлаш учун унча катта бўлмаган адсорбат порцияси (улуши)ни молларда ифодаланган адсорбцияланган модда миқдorigа бўлиш керак:

$$Q = \frac{\sum W_i \Delta \tau_i + K_w \int_{\tau_1}^{\tau_2} \ell d\tau}{\Delta a} \quad (7)$$

Шунингдек, ўлчашнинг чегаравий тасодифий ҳатолиги иссиқлик эффектидаги ва мана шу тажрибадаги адсорбция катталиги Δa ни ўлчашда йўл қўйилган ҳатоликлар билан аниқланади. Адсорбциядаги ҳатолик катталиги олдин кўриб чиқилган. У қулай шароитлар учун 0,5% ва ноқулай шароитлар учун эса 5% гача етади. Шундай қилиб дифференциал адсорбция иссиқлиги кўпгина тез содир бўладиган ва қулай шароитлардаги тажрибалар учун Δa ни аниқлашдаги максимал нисбий ҳатолик 1,5-2,5%, узоқ вақт давом этадиган (юзлаб соатлаб) тажрибалар ёки кичик солиштирма сиртга эга бўлган намуналар учун аниқлик камайиб кетади ва у 3% дан 6% гача бўлади.

III.5. Адсорбент ва адсорбат ҳақида

Адсорбцион тадқиқотлар синтетик силикалитда амалга оширилди. Адсорбент доктор Б.Фальке (Германия) томонидан [2] да баён этилган методика бўйича синтез қилинган. силикалит элементар ячейкасининг таркиби – 96SiO_2 .

Адсорбцион-калориметрик тадқиқотни амалга оширишдан олдин силикалит намунаси прессланди, улар 1-2 мм ўлчамгача майдаланди сўнгга, ампулага жойлаштирилди. Намуна ампула билан биргаликда вакуум системасига боғланиб, қиздиргич печига жойлаштирилди ва 773K температурада $133,33 \cdot 10^{-5}$ Па гача 6 соат давомида вакуум насос ёрдамида ҳавоси сўриб олинди. Шундан кейин у калориметр ячейкасига ҳеч қандай қаршиликларсиз туша оладига қилиб адсорбцион қурилмага пайка қилинди. Ҳар бир тажриба ўтказишдан аввал адсорбент 723K температурада юқори вакуум ($133,33 \cdot 10^{-5}$ Па) ҳосил булгунча 10 соат давомида тозаланди (ҳавоси сўриб олинди).

Метанол-кимёвий тоза модда, эриган газлардан бир неча бор ҳавосини сўриб олиш йўли билан тозаланди. Адсорбат оғир ва енгил аралашмалардан адсорбцион-эвакуацион методи билан бир неча бор музлатиб ҳавосини сўриб олиш йўли билан тозаланди.

IV. Тажриба натижалари ва уларнинг таҳлили

IV.1. Метанолнинг силикалитдаги адсорбцияси

Бу булимда силикалитнинг метанол молекулалари билан ўзаро таъсирини қараб чиқамиз. Силикалитнинг адсорбцион характеристикаларини ўрганиш учун метанолнинг силикалитдаги изотермаси ва дифференциал адсорбция иссиқлиги аниқланди, ҳамда адсорбция энтропияси ва озод энергиялари ҳисобланди. Олинган натижалар бошқа муаллифлар томонидан аниқланган маълумотлар билан солиштирилиб, таҳлил қилинди.

Маълумки, силикалит гидрофоб адсорбент ҳисобланади, шунинг учун унинг сиртидаги гидрофоб катламни ўрганиш мақсадида метанолнинг силикалитдаги адсорбция изотермаси, дифференциал адсорбция иссиқлиги ва кинетикаси аниқланди ва олинган натижалар асосида бу система учун адсорбция энтропияси ва озод энергияси ҳисоблаб чиқилди.

IV.2. Метанолнинг силикалитдаги адсорбция изотермаси

Метанолнинг силикалитдаги адсорбция изотермаси деярли тўйиниш даражасигача етказилган ($P/P_c=0,85$ да $a=3,2$ ва $\alpha=0,13$) ва у гистерезис сиртмоғига эга эмас (4-расм). Цеолитнинг чегаравий сорбцион ҳажми метанол бўйича $0,13\text{см}^3/\text{г}$, шунингдек, у бензол бўйича ҳам $\approx 0,13\text{см}^3/\text{г}$ га тенг бўлади [2,18], шу билан бир вақтда [2] муаллифлар ҳисобича метанол бўйича у $0,193\text{см}^3/\text{г}$ ни ташкил қилади. Менимча, [2] да силикалитнинг сорбцион ҳажмини ҳисоблашда ҳатога йўл қўйилган, метанол бўйича у $0,193$ га эмас, балки $0,15\text{см}^3/\text{г}$ га тенг бўлиши керак. У ҳолда метанолга нисбатан силикалитни сорбцион ҳажмининг 20-25% га паст бўлишини метанолнинг ОН-группасига нисбатан гидрофоблигини намоён бўлиши ва CH_3 -гурӯҳига нисбатан етарли даражада филност эмаслигидан далолат беради, шунинг учун метанол молекулалари силикалитнинг тўғри ва зинасимон каналарида ҳамда уларнинг кесишиш жойларида зич адсорбциялана олмайди. C_6H_6 молекулаларининг зич адсорбциялана олмаслик сабаби, стерик омилларга боғлиқ. п.алканларнинг молекулаларигина эгилиб, силикалитнинг адсорбцион фазосини зич қилиб тўлдиришлари мумкин, ва улар учун сорбцион ҳажмнинг қиймати силикалитнинг умумий каналари ҳамда текисликлари бўйича кристаллографик $\approx 0,193\text{см}^3/\text{г}$ қийматига мос келади. Бизнинг натижаларимизга кўра сорбцион ҳажм учун бензол билан гептаниннг нисбати $0,103/0,163 = 0,63$ га тенг.

Метанолнинг силикалитдаги адсорбция изотермаси бошланғич қисмларда қабарик бўлиб, у кучли адсорбцион ўзаро таъсирлашувчи адсорбцион марказлар мавжудлигини кўрсатади. Сўнгра изотерма икки эгри чизиқдан ўтиб, яна қаварик ҳолатига ўтади, у метанол учун етарли бўлган сорбцион соҳанинг яққол тўйиниш даражасига эришганлигини ифодалайди. Изотермада иккинчи эгри чизиқнинг ҳосил бўлиши бир жинсли ғовак

системалар учун характерли бўлган адсорбат-адсорбат ўзаро таъсирларининг намоён бўлишини кўрсатади.

4-расм. Метанолнинг силикалитдаги адсорбция изотермаси. 1- ва 2-лар биринчи ва иккинчи тажриба сериялари. Кора нуқталар-десорбция.

5-расм. Метанолнинг силикалитдаги дифференциал адсорбция иссиқлиги (а) ва энтропияси (б). 1,2-биринчи ва иккинчи тажриба сериялари. Штрихланган горизонтал чизиқ-конденсация иссиқлиги.

IV.3. Метанолнинг силикалитдаги дифференциал адсорбция иссиқлиги

Метанол силикалитдаги дифференциал адсорбция иссиқлиги (Q_a) 5-расмда кўрсатилган. Тажрибанинг дастлабки пайтида, яъни кичик тўлдиришлар областида (Q_a)нинг қиймати жуда юқори бўлиб, унинг қиймати ≈ 43 кЖ/моль гача етади. Таъкидлаш жоизки, бензолнинг дифференциаль адсорбция иссиқлиги ҳам бу соҳада жуда юқори, аммо бу соҳа метанолга нисбатан анча паст 0.1 ва 0,4 ммоль/г. Метанол ва бензолнинг силикалитдаги дифференциал адсорбция иссиқлигининг юқори бўлиши кристалнинг ташқи сиртида ва каналларнинг кесишиш жойларида ОН-гурух ионларининг жойлашиши билан изохланади.

Метанолнинг силикалитдаги адсорбция иссиқлигининг (200°C да вакуум ҳосил қилингандан кейин) иккинчи сериясида ≈ 15 кЖ/моль нинг қиймати юқори қийматли участканинг пасайишига олиб келди ва адсорбция изотермасининг 0,2 ммоль/г га камайтиради. Бундай ҳодиса метанолнинг оксидли гидроксидли шунингдек кремнеземлардаги хемосорбциясида сирт метаксил грухларининг ҳосил бўлиши билан кузатилади. Бироқ, такидлаб ўтиш керакки, (Q_a)нинг юқори участкаларида, яъни метаксил грухлари ҳосил бўлмасдан адсорбатнинг асосий қисми қайтар ўзаро таъсирлашади. Метанолнинг силикалит микроговакларидаги адсорбция иссиқлиги 0,5 ммоль/г минимумгача пасайиб, сўнгра узлуксиз ортиб боради 60 кДж/моль максимумга эришгунча ва адсорбциянинг 3,2 ммоль/г қийматларида конденсация иссиқлигигача камаяди. (Q_a) нинг юқори қийматга эга бўлиши барча бир жинсли адсорбентларга хос бўлган адсорбат-адсорбат ўзаро таъсир натижаси ҳисобланади. Адсорбат молекулаларининг жамоавий (коллективный) ўзаро таъсири адсорбция энтропия графигида яққол намоён бўлади. Энтропия қийматининг 70 Ж/мольК га камайиши тўйиниш участкаларида метанол молекулалари ҳаракатининг кучли чегараланишига олиб келади ва адсорбатнинг ҳолати қаттиқ моддага якин ўхшашликка эга бўлишини кўрсатади (Метанолнинг суяқ ҳолатдаги энтропияси нолга тенг деб қабул қилинган).

Метанолнинг силикалитдаги адсорбция иссиқлиги Н-боғланиш, CH_3 -гурухучун инкремент иссиқлиги, у бизнинг фикримизча ≈ 15 кЖ/моль ни ташкил этади, ОН-гурухнинг цеолит билан ўзаро таъсир дисперсион энергияси ≈ 5 кЖ/моль ларнинг йиғиндиси бўйича аниқланади, яъни

$Q=41\text{кЖ/моль}$ бу қиймат тажрибада олинган $Q=43\text{кЖ/моль}$ қийматига жуда яқиндир. Сув буғларининг силикалитдаги адсорбция иссиқлигининг қўпол ҳисоби $Q_{\text{сув}} = Q_{\text{метанол}} - Q_{\text{CH}_2} = 43-10=33\text{кЖ/моль}$, бу қиймат сувнинг конденсация иссиқлиги (44кЖ/моль) дан жуда кичикдир. Бу силикалитнинг гидрофоблигини тасдиқлайди ва сув буғлари силикалитда адсорбцияланмаслиги кераклигини исботлайди. Сув молекуласи фақат битта Н-боғланиш ҳосил қилиши мумкин ва тенг кучли иккита Н-боғланиш ҳосил қилиши мумкин эмас.

IV.4. Метанолнинг силикалитдаги адсорбция энтропияси

Метанолнинг адсорбция энтропияси изотерма ва дифференциал адсорбция иссиқлигига асосан Гиббс-Гельмгольц тенгламаси бўйича ҳисобланди:

$$\Delta S_a = \frac{\Delta H - \Delta G}{T} = \frac{-(Q_a - L) + RT \ln P/P_s}{T} \quad (8)$$

бунда L-конденсация иссиқлиги, ΔH ва ΔG -лар жараённинг стандарт ҳолатидан адсорбирланган ҳолатигача ўтканда энтальпия ва озод энергияларнинг ўзгариши.

5-расмда (юқорида) метанолнинг моляр дифференциал адсорбция энтропиясини суюқ метанол энтропиясига нисбатан олинган ўзгаришининг (ΔS_a) адсорбция катталигига боғланиши келтирилган. Адсорбциянинг дастлабки қийматлари $a \approx 0,5 \text{ ììëü } / \tilde{a}$ дан $a \approx 1,0 \text{ ììëü } / \tilde{a}$ гача (ΔS_a) мусбатдир. Адсорбциянинг $\approx 0,5 \text{ ììëü } / \tilde{a}$ қийматларида энтропия ўзининг максимал қиймати ($+30 \text{ Ж/мольК}$) га эришади, сўнгра аста-секин камайиб боради ва адсорбциянинг чегаравий қийматларида суюқ метанолнинг энтропиясига тенг бўлади. Энтропиянинг мусбат ва адсорбция энергиясининг кичик қийматларга эга бўлиши силикалит каналчаларида метанолнинг ҳаракатчанлиги юқори эканлигидан далолат беради.

IV.5. Метанолнинг силикалитдаги адсорбция термокинетики

Агар барча кимёвий ва биологик жараёнларнинг иссиқлик эффекти билан содир бўлишини ҳисобга олсак, у ҳолда иссиқлик қувватларини вақт функцияси сифатида аниқ ифодалаш, бу ходисаларнинг кинетикасини ўрганиш учун энг кизикарли метод бўлиб ҳисобланиши маълум бўлади [31]. Q-жуда кичик вақт τ интервали давомида содир бўлаётган жараёнда ажралаётган иссиқлик миқдори деб қабул килсак, у ҳолда

$$dQ/d\tau = f(\bar{a}) \quad (9)$$

функция бу жараённинг термокинетикини аниқлайди.

Ходиса секин содир бўлган холларда Тиана-Кальве микрокалориметри билан қайд этилган график (9) тенглама бўйича ифодаланган эгри чизикка жуда якин келади. Аксинча, тез содир бўлувчи ходисалар учун қайд этиш натижасида фақат тақрибий график ҳосил қилинади, бироқ уни олинган эгри чизикларни назарий ҳисоб-китоб қилиш йўли билан тузатиш мумкин.

А.А.Исирикян [32] таъкидлаган эдики, фақат Тиана-Кальве калориметри ёрдамидагина адсорбция жараёнида ажраладиган иссиқлик эффектнинг термокинетикасини кузатиш мумкин бўлди. Ҳақиқатда, Тиана формуласига мувофиқ калориметрик эгри чизиги йўлидан иссиқлик оқими ω нинг жараён вақти τ га катъий боғланишини осонгина ҳосил қилиш мумкин:

$$\omega = K_{\omega} + K_c (dl / d\tau) \quad (10)$$

бунда K_{ω} ва K_c -лар иссиқлик оқими ва иссиқлик сизими бўйича калориметр доимийлари, $l = f(\tau)$ -ўлчов қурилмасининг кўрсатиши. Узоқ давом этувчи жараёнлар учун, бундай жараёнларга базан сорбцион жараёнлар ҳам киради, Тиана тенгламасидаги иккинчи ҳад жуда кичик бўлади ва жараённинг умумий иссиқлик оқими бевосита қурилманинг қайд этиши орқали аниқланади. Калориметрик эгри чизиги йўли бўйича нафақат ўрганилаётган сорбцион жараённинг бази бир кинетик ҳарактеристикаларини, балки адсорбатнинг адсорбент каркасида жойлашиши ва ҳатто адсорбция катталигининг чегаравий қийматларида дифференциал адсорбция иссиқлиги эгри чизигининг йўли тўғрисида ҳам хулоса чиқариш мумкин.

Сунъий цеолитларнинг биринчи авлодларида жуда кўпгина адсорбцион системалар учун адсорбция термокинетикаси ўрганилган бўлиб, пентасил типдаги цеолитлар учун адсорбция термокинетикасини ўрганиш катта кизикиш уйғотади. 6-расмда адсорбция катталигининг иссиқлик ажралиш вақтига боғланиши келтирилган. Метанолнинг кучли адсорбция соҳасида ($a \approx 0,1$ ммоль/г гача) жараён тезлиги жуда секин содир бўлади. Адсорбциянинг катта қийматларида дастлаб кескин тезлашади, ва 3 соат атрофида мувозанат ўрнатилади, сўнгра адсорбциянинг 0,7 ммоль/г қийматларида максимум (10 соат)га эришиб яна секинлашади. Шундан кейин адсорбция тезлиги аста-секин тезлашади, $a \geq 1,1$ ммоль/г да тургунлашади ва мувозанат тақрибан 3 соатлар атрофида қарор топади. Адсорбциянинг секин содир бўлиши метанол молекулаларини силикалитнинг актив марказларида секин тақсимланишига боғлиқ. Бу марказларни банд бўлиши билан адсорбция тезлашади. Адсорбция жараёнининг тезлашиши силикалит каналчаларининг гидрофоб табиатга эга эканлигидан далолат беради.

6-расм. Адсорбцион мувозанат қарор топиш вақтининг метанолнинг силикалитдаги адсорбция катталигига боғланиши.

V. Метанолнинг силикалитдаги адсорбцияси мавзусини ўқув жараёнига тадбиқи

«Sirt hodisalar. Adsorbsiya» mavzusining dars ishlanmasi

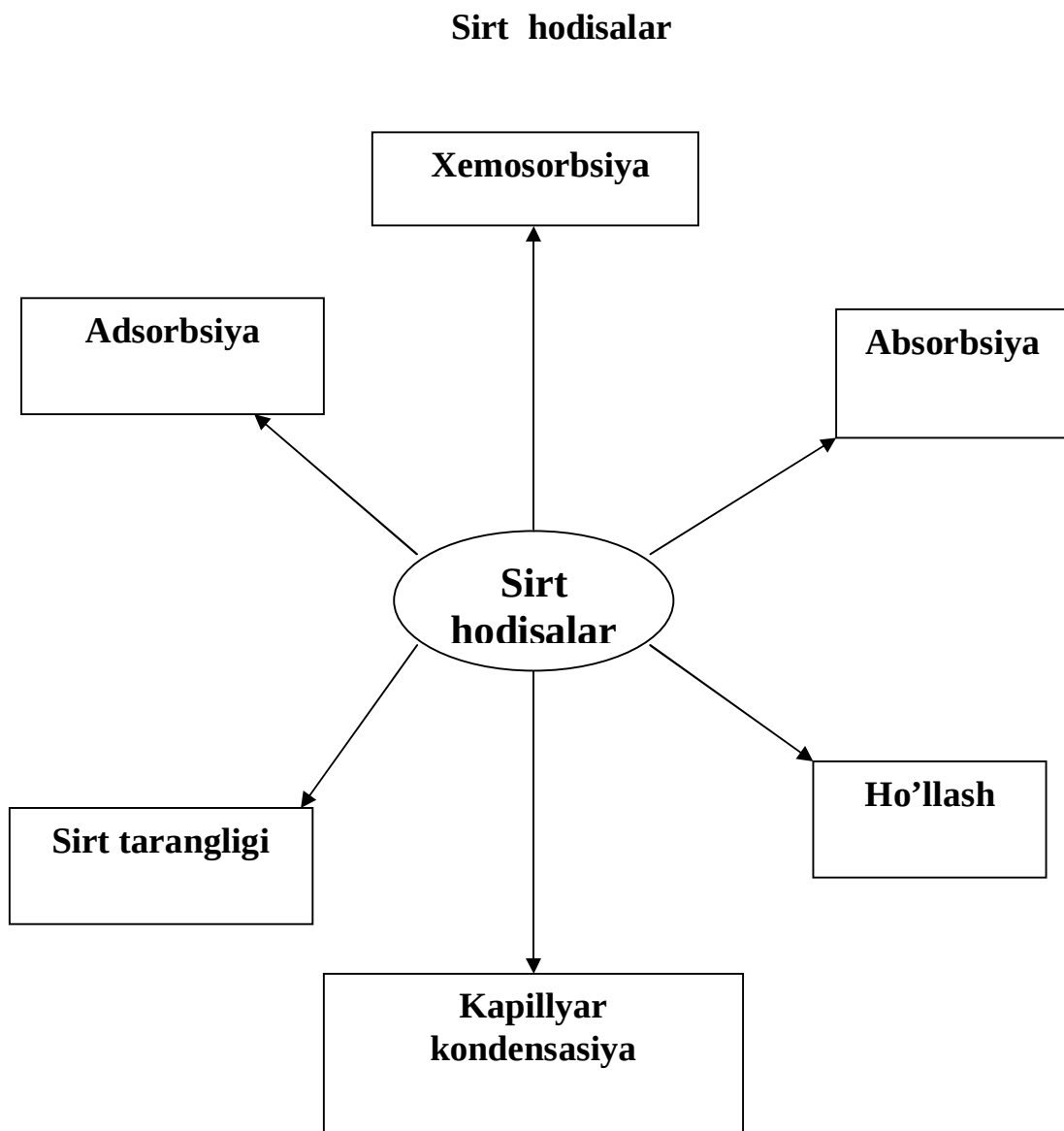
<i>O'quv soati: 6 soat</i>	<i>O'quvchilar soni:</i>
<i>O'quv mashg'uloti shakli:</i>	<i>Ma'ruza:</i>
<i>Ma'ruza rejasi:</i>	1. Adsorbsiya va uning turlari. 2. Eritma-gaz chegarasidagi adsorbsiya. 3. Qattiq jism-gaz chegarasida bo'ladigan adsorbsiya. 4. Monomolekulyar adsorbsiya nazariyasi. 5. Kapillyar kondensatlanish. 6. Qattiq jism-eritma chegarasida bo'ladigan adsorbsiya. 7. Eritmadagi monomolekulyar adsorbsiya. 8. Ionlar adsorbsiyasi-xromatografiya. 9. Xo'llash.
<i>O'quv mashg'ulotining maqsadi:</i> Adsorbsiya va uning turlari. Eritma-gaz chegarasidagi adsorbsiya. Qattiq jism-gaz chegarasida bo'ladigan adsorbsiya. Monomolekulyar adsorbsiya nazariyasi. Kapillyar kondensatlanish. Qattiq jism-eritma chegarasida bo'ladigan adsorbsiya. Eritmadagi monomolekulyar adsorbsiya. Ionlar adsorbsiyasi-xromatografiya. Xo'llash bilan tanishtirish.	
<i>Pedagogik vazifalar:</i> - O'zbekiston Respublikasi Prezidenti I.Karimovning "Jahon moliyaviy-iqtisodiy inqirozi, O'zbekiston sharoitida uni bartaraf etishning yo'llari va choralari" nomli asarlaridan kelib chiqqan holda sirt hodisalari va adsorbsiya bilan tanishiladi. - Sirt hodisalarining fizik mohiyatini tushuntirish.	<i>O'quv faoliyatining natijalari:</i> - O'zbekiston Respublikasi Prezidenti I.Karimovning "Jahon moliyaviy-iqtisodiy inqirozi, O'zbekiston sharoitida uni bartaraf etishning yo'llari va choralari" nomli asarlaridan kelib chiqqan holda sirt hodisalari va adsorbsiya bilan tanishiladi. - Sirt hodisalarining fizik ma'nosini o'rganish.
<i>Ta'lim metodlari:</i>	Ma'ruza, klaster, «aqliy hujum», namoyish etish
<i>Ta'lim vositalari:</i>	Ma'ruza matni, kompyuter, videoproektor, slaydlar, format qog'ozlari, markerlar, skotch
<i>O'qitish shakllari:</i>	Frontal, jamoaviy, guruhlarda ishlash.
<i>O'qitish shart-sharoiti:</i>	Texnik vositalardan foydalanishga va guruhlarda ishlashga mo'ljallangan auditoriya
<i>Monitoring va baholash</i>	Savol-javob, Nazorat savollari

«Sirt hodisalar. Adsorbsiya» ma’ruzasining texnologik xaritasi

<i>Faoliyat bosqichlari:</i>	<i>Faoliyatning mazmuni:</i>	
	<i>O’qituvchi:</i>	<i>Tinglovchi :</i>
I. Mavzuga kirish bosqichi (20 daqiqa)	1.1. O’quv fanidagi ikkinchi mavzuning nomini e’lon qiladi. Mavzu haqida dastlabki tushuncha beradi va mavzu yuzasida uslubiy va tashkiliy ishlarning asosiy tomonlarini ochib beradi. 1.2. Mazkur mavzu bo’yicha o’rganiladigan mashg’ulotlarni e’lon qiladi, ular haqida qisqacha ma’lumot beradi hamda laboratoriya va amaliy mashg’ulotlar bilan bog’laydi. 1.3. Ma’ruza bo’yicha baholash mezonlari bilan tanishtiradi (slayd). Adabiyotlar ro’yxatini taqdim etadi va izohlaydi (slayd). 1.4. Mashg’ulot rejalari bilan tanishtiradi: 1. Adsorbsiya va uning turlari. 2. Eritma-gaz chegarasidagi adsorbsiya. 3. Qattiq jism-gaz chegarasida bo’ladigan adsorbsiya. 4. Monomolekulyar adsorbsiya nazariyasi. 5. Kapillyar kondensatlanish. 6. Qattiq jism-eritma chegarasida bo’ladigan adsorbsiya. 7. Eritmadagi monomolekulyar adsorbsiya. 8. Ionlar adsorbsiyasi-xromatografiya. 9. Xo’llash bilan o’quvchilarni tanishtiradi.	Tinglaydilar. Tinglaydilar va yozib oladilar Mavzuni daftarlariga yozadilar O’z fikrlarini bildiradilar. Berilgan ma’lumotlarni yozib oladilar, talqin qiladilar va o’z fikrlarini bildiradilar.
II. Asosiy bosqich (50 daqiqa)	2.1. Namoyish qilish va izohlash yordamida asosiy nazariy ma’lumotlarni beradi, slaydlarda namoyish etib, tushuntiradi (1,2,3-ilova). 2.2. Mashg’ulot bo’yicha ma’ruza matni va mashg’ulot mazmunidan kelib chiqqan holda manbalarni tarqatadi: mashg’ulot rejasi va asosiy tushunchalar bilan tanishib chiqishni taklif qiladi. Sirt hodisalar va adsorbsiya bo’yicha tarqatma material beradi (1,2,3-ilovalar). 2.2. Mashg’ulotning asosiy vazifalarini yechish uchun o’quvchilar guruhlariga bir qancha savollar bilan murojaat qilinadi, jumladan, Sirt hodisalar qaysi hodisalar kiradi? degan savol ham guruhlar o’rtasiga tashlanadi. Savollarga o’quvchilar yozma ravishda javob yozib, taqdimot qilishlari topshiriladi (3-ilova). Bajarilgan ishga o’quvchilar baho beradilar	Tinglovchilar 3 guruhga bo’linadi va berilgan texnologik usullar bo’yicha ishlaydilar. Guruh boshliqlari ularni himoya qiladilar. O’quvchilar tarqatma materialni tahlil qiladilar va mohiyatini o’rganadilar.

III. Yakuniy bosqich (10 daqiqa)	3.1. Mashg'ulot bo'yicha yakuniy xulosalar qiladilar. Faoliyat natijalarini izohlaydi. 3.2. O'quvchilar faoliyatini va belgilangan o'quv maqsadlariga erishilganlik darajasini tahlil qiladi va baholaydi. 3.3. Mustaqil ishlashlari uchun vazifa beradi: (1) Keyingi mashg'ulot uchun mavzuga doir qiziqarli ma'lumotlarni internet, jurnal va gazetalardan olib kelishlarini topshiradi; (2) savollarga og'zaki javob topib kelishni vazifa qilib tayinlaydi (3,4- ilovalar).	Savollar beradilar Vazifani yozib oladilar
---	--	--

1-ilova



Fazalar bo'linish chegarasida modda konsentratsiyasining ortishiga adsorbsiya deyiladi. Agar yutilayotgan moddayutuvchi moddaning butun hajmi bo'ylab tarqalib ketsa, bu xodisa absorbsiya deyiladi.

Sirtida adsorbsiya xodisasi sodir bo'layotgan modda adsorbent, yutilayotgan modda esa adsorbitiv deyiladi. Adsorbsiyaning miqdoriy harakteristikasi bo'lib, Γ adsorbsiya kattaligi xizmat qiladi. Odatda uni adsorbent sirtining S yuza birligida yoki adsorbentning massa birligida adsorblangan modda miqdori X bilan ifodalanadi.

$$\Gamma = X/S \text{ [mol / m}^2\text{]}; \quad \Gamma = X/m \text{ [mol / kg]}.$$

Sirt hodisalar. Adsorbsiya haqida ma'lumot.

Dyuklo-Traube qoidasi: kislota tarkibida bitta CH_2 guruxining ortishi bilan kislota ning suv sirtidagi adsorblanishi taxminan 3-3,5 marta ortadi. Dyuklo-Traube qoidasi kislotalar, aldegidlar, aminlar, murakkab efirlar va boshqa organik moddalar uchun ham tatbiq qilinishi mumkin.

O'zgarmas temperaturada adsorbsiya kattaligining muvozanat bosimi (konsentratsiyasi)ga bog'lanish grafigi adsorbsiya izotermasi deb ataladi. Adsorbsiya izotermasi shakliga ko'ra parabolani eslatadi va shuning uchun uni Freyndlihnning adsorbsiya tenglamasi deb ataladigan quyidagi emperik formula bilan xisoblanadi:

$$X/m = KP^{1/n}$$

Nazorat uchun savollar

1. Adsorbsiya bilan absorbsiyaning farqi nimada?
2. Qanday moddalar SAMlar deb ataladi?
3. Difil molekulalarning tuzilishi qanday?
4. SAM molekulalrining uglevodorod zanjirlari uzunligiga ko'ra sirt aktivlik qanday o'lchanadi?
5. Qattiq adsorbentlarda gazlarning adsorbsiyasiga qanday omillar ta'sir qiladi? Adsorbsiya izotermasi nima?
6. Monomolekulyar adsorbsiya qanday nazariyaga asoslangan?
7. G'ovak adsorbentlarda bug'larning adsorbsiyasi gazlarning adsorbsiyasidan qanday farq qiladi?
8. Eritmalarning molekulyar adsorbsiyasiga erituvchi, adsorbent va erigan moddalarning tabiati qanday ta'sir ko'rsatadi?
9. Nima uchun ba'zi bir oziq-ovqat maxsulotlaridan zaxarlanganda aktivlangan ko'mir iste'mol qilish tavsiya etiladi?
10. Elektrolitning qanday ionlari qattiq jismda adsorbilanadi?
11. Ion almashish adsorbsiyasining xususiyati nima? Ionitlar nima va ular qaerlarda qo'llaniladi?
12. Hromatografik taxlil metodi qanday principga asoslangan? Bu taxlil metodining qanday ijobiy tomonlari bor?
13. Sirtni suv (benzol) bilan xo'llanish xususiyatini qanday amalga oshiriladi?
14. Flotasiya nima va undan qanday maqsadlarda foydalaniladi?
15. Gibbs va Lengmyur tenglamalarining mohiyatini tushuntirib bering?
16. Kapillyar kondensatlanish xodisasini izoxlab bering?

Tayanch so'z va iboralar:

- | | |
|---------------------------|----------------------------------|
| 1. Adsorbsiya | 11. Adsorbsiya izotermasi |
| 2. Absorbsiya | 12. Freyndli tenglamasi |
| 3. Adsorbitiv | 13. Monomolekulyar adsorbsiyasi |
| 4. Absorbent | 14. Kopillyar kondensatlanishi |
| 5. Sorbsiya | 15. Xromatagrafiya |
| 6. Sirt aktiv moddalar | 16. Ion almashinish adsorbsiyasi |
| 7. Sirt noaktiv moddalar | 17. Xo'llash |
| 8. Difil molekulalar | 18. Hidrofil sirt |
| 9. Gibbs tenglamasi | 19. Oleofil sirt |
| 10. Dyuklo-Traube qoidasi | 20. Flotasiya |

**«Sirt hodisalar. Adsorbsiya» mavzusidagi
LABORATORIYADA TA'LIM TEXNOLOGIYASI**

<i>O'quv soati: 4 soat</i>	<i>O'quvchilar soni:</i>
<i>O'quv mashg'ulotining shakli:</i>	Bilimlarni mustahkamlash va chuqurlashtirish bo'yicha tajriba mashg'uloti
<i>Mashg'ulot rejasi:</i>	laboratoriya mashg'uloti. Sirka kislotaning ko'mir sirtida adsorbsiyalanishini o'rganish. Adsorbentning solishtirma sirtini aniqlash.
<i>O'quv mashg'ulotining maqsadi:</i>	O'quv fanidan tajriba ishlarini bajarilishi umumiy prinsiplari, ishlatiladigan idish, asboblari va jihozlari bo'yicha umumiy tasavvurlarini shakllantirish va laboratoriya ishini bajarish bilan tanishtirish.
<i>Pedagogik vazifalar:</i> - O'zbekiston Respublikasi Prezidenti I.Karimovning "Jahon moliyaviy-iqtisodiy inqirozi, O'zbekiston sharoitida uni bartaraf etishning yo'llari va choralari" nomli asarlaridan kelib chiqqan holda sirt taranglik xodisalarini o'rganiladi. - Ishni bajarish tartibi o'rgatiladi. - Ishni bajarish uchun zarur bo'lgan idish, asboblari va jihozlari bilan tanishtiriladi.	<i>O'quv faoliyatining natijalari:</i> - O'zbekiston Respublikasi Prezidenti I.Karimovning "Jahon moliyaviy-iqtisodiy inqirozi, O'zbekiston sharoitida uni bartaraf etishning yo'llari va choralari" nomli asarlaridan kelib chiqqan holda sirt taranglik xodisalarini o'rganiladi. - Ishni bajarish tartibi o'rganiladi. - Ishni bajarish uchun zarur bo'lgan idish, asboblari va jihozlari bilan tanishiladi.
<i>Ta'lim metodlari:</i>	Aqliy hujum, suhbat, savol-javob
<i>Ta'lim vositalari:</i>	Laboratoriya mashg'ulotlari uchun uslubiy ko'rsatma, tarqatma material, laboratoriya idishlari, asbob va jihozlari
<i>Ta'lim shakli:</i>	Frontal, jamoaviy, guruhlarda ishlash.
<i>O'qitish shart-sharoitlari:</i>	Texnik vositalardan foydalanish va guruhlarda ishlashga mo'ljallangan tajriba xonasi
<i>Monitoring va baholash:</i>	Nazorat savollari, savol-javob, reyting tizimi asosida baholash.

«Sirt hodisalar. Adsorbsiya» mavzusi bo'yicha laboratoriya mashg'ulotining texnologik xaritasi

Faoliyat bosqichlari:	Faoliyatning mazmuni:	
	O'qituvchi:	Tinglovchi:
Tayyorgarlik bosqichi:	Qo'shimcha o'quv materialini tayyorlaydi. Guruhlarda ishlash uchun topshiriqlarni ishlab chiqadi. Guruhdan bir o'quvchini tanlaydi va o'qituvchi vazifasini bajarishini aytib, mashg'ulotni o'tkazish yo'l-yo'riqlarini o'rgatadi.	Eshitadi, zarur ma'lumotlarni yozib oladi.
I. Kirish bosqichi (5daqqa)	1.1.Mavzuning nomi, maqsadi va rejalashtirilgan natijalarini eslatadi. 1.2.Guruhlar faoliyatini baholash mezonlarini e'lon qiladi (1-ilova).	Tinglaydilar.
II. Asosiy bosqich (65 daqiqa)	- O'quvchilar bilimlarini faollashtirish maqsadida aqliy hujum metodidan foydalanib, quyidagi savolni beradi: 1. Sirt hodisalariga misollar keltiring? 2. Laboratoriya ishlarini bajarish tartibini tushuntiring? 3. Laboratoriya ishini bajarish uchun qanday jihozlar va reaktivlar zarur? - O'quvchilardan biri javoblarni doskaga yozib boradi. - Javoblarni tahlil qiladi, to'ldiradi, tuzatishlar kiritadi. -O'quvchilarni uchta kichik guruhga bo'ladi, va ularga topshiriq beradi. (2-ilova). - Guruhlarda ishni tashkil qiladi. Berilgan vazifani extiyotkorlik bilan bajarishlarini uqtiradi. -Guruhlarda vazifalar taqsimlanishiga yordam beradi. Guruhlar ishini kuzatadi, yo'l-yo'riqlar beradi, yo'naltiradi. -Olingan natijalar asosida taqdimot boshlanishini e'lon qiladi. Yo'naltiruvchi, maslahatchi sifatida ishtirok etadi. Javoblarni aniqlashtiradi, to'ldiradi, izoh beradi va tuzatishlar kiritadi.	Berilgan savolga javob beradilar. Javoblarni hamkorlikda muhokama qilishadi. Guruhlar faoliyatni boshlaydi. Berilgan savollarni o'rganib chiqadi, savollarga javob topadi, o'zaro muhokama qiladi va sxema va jadvallar asosida format qog'oziga tushiradi. Tayyor ishlarini doskaga iladi. Har bir guruhdan ishtirokchilar chiqib namoyish qilish orqali o'z ishlarini taqdim qiladilar. O'zaro berilgan savollarga javob beradilar.

«Sirt hodisalar. Adsorbsiya» mavzusi bo'yicha
AMALIY MASHG'ULOTDA TA'LIM TEXNOLOGIYASI

<i>O'quv soati: 2 soat</i>	<i>O'quvchilar soni:</i>
<i>O'quv mashg'uloti shakli:</i>	Bilimlarni mustahkamlash va chuqurlashtirish amaliy mashg'uloti
<i>Mashg'ulot rejasi:</i>	1. Adsorbsiya va uning turlari. 2. Eritma-gaz chegarasidagi adsorbsiya. 3. Qattiq jism-gaz chegarasida bo'ladigan adsorbsiya. 4. Monomolekulyar adsorbsiya nazariyasi. 5. Kapillyar kondensatlanish. 6. Qattiq jism-eritma chegarasida bo'ladigan adsorbsiya. 7. Eritmadagi monomolekulyar adsorbsiya. 8. Ionlar adsorbsiyasi-xromatografiya. 9. Xo'llash.
<i>O'quv mashg'ulotining maqsadi:</i>	Adsorbsiya va uning turlari. Eritma-gaz chegarasidagi adsorbsiya. Qattiq jism-gaz chegarasida bo'ladigan adsorbsiya. Monomolekulyar adsorbsiya nazariyasi. Kapillyar kondensatlanish. Qattiq jism-eritma chegarasida bo'ladigan adsorbsiya. Eritmadagi monomolekulyar adsorbsiya. Ionlar adsorbsiyasi-xromatografiya. Xo'llash bo'yicha misol va masalalar ishlashni o'rgatish.
<i>Pedagogik vazifalar:</i>	<i>O'quv faoliyatining natijalari:</i>
Sirt hodisalari va adsorbsiyalarni batafsil o'rgatiladi.	Sirt hodisalari va adsorbsiyalarni batafsil o'rganadi.
<i>Ta'lim metodlari:</i>	Suhbat, munozara, «aqliy hujum», zig-zag, klaster, savol-javob
<i>Ta'lim vositalari:</i>	Ma'ruza matni, amaliy mashg'ulotlar uchun uslubiy ko'rsatma, kompyuter, videoproektor, slaydlar, format qog'ozlari, markerlar, skotch
<i>O'qitish shakllari:</i>	Jamoaviy, individual, kichik guruhlarda ishlash.
<i>O'qitish shart-sharoiti:</i>	Texnik vositalardan foydalanishga va guruhlarda ishlashga mo'ljallangan auditoriya
<i>Monitoring va baholash:</i>	Savol-javob, nazorat savollari

«Sirt hodisalar. Adsorbsiya» mavzusidagi amaliy mashg'ulotning texnologik xaritasi

<i>Faoliyat bosqichlari:</i>	<i>Faoliyatning mazmuni:</i>	
	<i>O'qituvchi:</i>	<i>Tinglovchi:</i>
Kirish bosqichi (15daqqa)	-O'quvchilar davomatini o'rganadi. -Mavzuning nomi, maqsadi va rejalashtirilgan natijalarini eslatadi. -Kichik guruhlarda ishlash uchun topshiriqlarni ishlab chiqadi. -Guruhlar faoliyatini baholash mezonlarini e'lon qiladi (1-ilova).	- Tinglaydilar, zarur ma'lumotlarni yozib oladilar.
II. Asosiy bosqich (65 daqiqa)	2.1.O'quvchilar bilimlarini faollashtirish maqsadida aqliy hujum metodidan foydalanib, quyidagi savolni beradi: - Alkanlarni xossalarini aytib bering. - Fizikaviy- kimyoviy xossalari va ishlatilishi usullarni aytib bering. - Reaksiya turlarini sanab, ularga doir misollar keltiring. -Javoblarni tahlil qiladi, to'ldiradi, tuzatishlar kiritadi. -O'quvchilarni uchta kichik guruhga bo'ladi, va ularga topshiriq beradi. (2-ilova). - Guruhlarda ishni tashkil qiladi. Berilgan vazifani sxema va jadvallar asosida bajarishlarini uqtiradi. -Guruhlarda vazifalar taqsimlanishiga yordam beradi. Guruhlar ishini kuzatadi, yo'l-yo'riqlar beradi, yo'naltiradi. - Taqdimot boshlanishini e'lon qiladi. Yo'naltiruvchi, maslahatchi sifatida ishtirok etadi. Javoblarni aniqlashtiradi, to'ldiradi, izoh beradi va tuzatishlar kiritadi.	Berilgan savolga javob beradilar. Javoblarni hamkorlikda muhokama qilishadi. Guruhlar faoliyatini boshlaydi. Berilgan topshiriqlarni o'rganib chiqadi, savollarga javob topadi, o'zaro muhokama qiladi va sxema hamda jadvallar asosida format qog'oziga tushiradi. Tayyor ishlarini doskaga iladi. Har bir guruhdan ishtirokchilar chiqib namoyish qilish orqali o'z ishlarini taqdim qiladilar. O'zaro berilgan savollarga javob beradilar.

Ekspert varag'i №1

Quyida berilganlarga asosan: *a*) adsorbsiya izotermasini chizing; *o*) adsorbsiya turini aniqlang;

e) adsorbsiya izoterma tenglamasini yozing?

25°C temperaturada SaH ceolitida H₂S ning adsorbsiyasi:

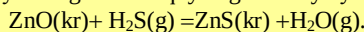
P_{H₂S}, mm.sim.ust. 4 6 16 24 50 78 120 154 238

$a \cdot 10^3 \text{ } \kappa\text{z} / \kappa\text{z}$

25 30 48 53 66 72 78 84 88

Ekspert varag'i №2

Tabiiy gazni H₂S dan adsorbsion tozalash 400°S temperaturada GIAP-10 yutkichda amalga oshiriladi. Bu jarayonning asosida quyidagi reaksiya yotadi:



Bu jarayon adsorbsiyaning qanday turiga tegishli? Berilgan adsorbsiyaning issiqligini xisoblang va berilgan adsorbentda H₂S ning solishtirma adsorbsiyasining temperaturaga miqdoriy bog'lanishini xisoblang? (Javobi: -78,28kJ/mol).

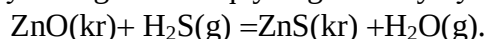
Ekspert varag'i №3

Suv sirtida 0,0001g stearin kislota S₁₇N₂₅SOON 470sm² yuzali monomolekulyar qatlam xosil qiladi. Stearin kislota zichligi 0,85g/sm³. Kislota bitta molekulasiga egallagan yuzani va molekula uzunligini aniqlang? Stearin kislota molyar massasi 284g/mol. (Javobi: S₀=0,22nm²; $\ell = 2,5\text{nm}$).

Mavzu yuzasidan topshiriqlar

1. Suv sirtida 0,0001g stearin kislota S₁₇N₂₅SOON 470sm² yuzali monomolekulyar qatlam xosil qiladi. Stearin kislota zichligi 0,85g/sm³. Kislota bitta molekulasiga egallagan yuzani va molekula uzunligini aniqlang? Stearin kislota molyar massasi 284g/mol. (Javobi: S₀=0,22nm²; $\ell = 2,5\text{nm}$).

2. Tabiiy gazni H₂S dan adsorbsion tozalash 400°S temperaturada GIAP-10 yutkichda amalga oshiriladi. Bu jarayonning asosida quyidagi reaksiya yotadi:



Bu jarayon adsorbsiyaning qanday turiga tegishli? Berilgan adsorbsiyaning issiqligini xisoblang va berilgan adsorbentda H₂S ning solishtirma adsorbsiyasining temperaturaga miqdoriy bog'lanishini xisoblang? (Javobi: -78,28kJ/mol).

3. Quyida berilganlarga asosan: *a*) adsorbsiya izotermasini chizing; *o*) adsorbsiya turini aniqlang; *e*) adsorbsiya izoterma tenglamasini yozing?

25°C temperaturada SaH ceolitida H₂S ning adsorbsiyasi:

P_{H₂S}, mm.sim.ust. 4 6 16 24 50 78 120 154 238

$a \cdot 10^3 \text{ } \kappa\text{z} / \kappa\text{z}$

25 30 48 53 66 72 78 84 88

25°C temperaturada NaA ceolitida H₂S ning adsorbsiyasi:

P_{H₂S}, mm.sim.ust. 6 26 50 76 102 152 184 224

$a \cdot 10^3 \text{ } \kappa\text{z} / \kappa\text{z}$

78 100 110 128 132 138 142 146

25°C temperaturada NaH ceolitida H₂S ning adsorbsiyasi:

P_{H_2S} , mm.sim.ust. 4 6 14 24 50 78 120 154 182 234
 $a \cdot 10^3 \text{ K}^2 / \text{K}^2$ 60 96 130 140 152 160 166 170 172 178
 Barcha xollarda H_2S molekulasining diametrini $3,8 \cdot 10^{-10} \text{ m}$ ga teng deb olinsin.

3-ilova

Test savollari:

1. Ютувчи жисмнинг факат юза кисмига ютилишига нима дейилади?

*Адсорбция;
 Абсорбция;
 Хемосорбция;
 Сорбция.

2. Ютилувчи моддани ютувчи модданинг бутун хажми буйича ютилишига нима дейилади?

*Абсорбция;
 Адсорбция;
 Хемосорбция;
 Десорбция;

3. Адсорбентдан ютилган моддани кайтариб чикаришга нима дейилади?

*Десорбция;
 Абсорбция;
 Адсорбция;
 Сорбция.

4. Тўлиқ сирт энергияси қандай ифодаланади?

* $G_s = A \max = \sigma * S$

$G_s = \sigma + q$

$G_s = \sigma - q$

$G_s = \sigma * 2S$

5. Сирт ходисаларнинг термодинамик синфланишини кўрсатинг.

* $dG = -SdT + Vdp + \sigma dS + \mu_i dn_i + \phi dq$

$dG = -TdS + pdV + \sigma dS + \mu_i dn_i + \phi dq$

$dG = TdS + pdV + \sigma dS + \mu_i dn_i + \phi dq$

$dG = SdT + Vdp + \sigma dS + \mu_i dn_i + \phi dq$

6. Сирт таранглик σ қандай ифодаланади?

* $\sigma = \Delta G / S$; $\sigma = A \max / S$;

$\sigma = S / \Delta G$; $\sigma = A \max / V$;

$\sigma = \Delta G / S$; $\sigma = S / A \max$;

$\sigma = \Delta G / p$; $\sigma = A \max / p$;

7. Сирт таранглик деб нимага айтилади?

*Сиртни 1 cm^2 га катталаштириш учун сарфланадиган энергия;

Сиртни 10 cm^2 га катталаштириш учун сарфланадиган энергия микдори;

Сиртни 100 cm^2 га катталаштириш учун сарфланадиган энергия микдори;

Сиртни 500 cm^2 га катталаштириш учун сарфланадиган энергия микдори.

8. Сирт-актив модда нима?

*Фазаларо сиртга ютилиб, сирт энергиясини камайтиради;

Сиртга ютилганда сирт энергиясини камайтирмайди;

Сиртга адсорбцияланиб, сирт таранглигини оширади;

Фазаларо чегара сиртга ютилиб, сирт энергиясини оширади.

VI. Мавзунинг иқтисодий самарадорлиги

Маълумки, цеолитдан қишлоқ ва халқ хўжалигининг турли соҳаларида, қурилишда, чорвачиликда озуқа сифатида, катализаторлар сифатида (масалан, метанолдан цеолит- NaZSM-5 катализаторлигида октан сони 95 дан катта бўлган бензин ишлаб чиқаришда), турли хил экологик муаммоларнинг ечимини топишда, саноат корхоналаридан чиқадиган зарарли моддаларни ушлаб қолувчи адсорбентлар сифатида ва бошқа саноат корхоналарининг қатор тармоқларида қўлланилиб келинмоқда. Ўзбекистон Республикасида табиий цеолитларнинг монтмориллонит, клиноптилолит, морденит, бентонит каби турлари мавжуд бўлиб, улардан ишлаб чиқаришнинг ҳар хил соҳаларида маълум бир аниқ мақсадларда самарали фойдаланиб келинмоқда. Табиий цеолитларнинг физик-кимёвий, адсорбцион, каталитик ва бошқа хоссаларини ўрганиш ҳамда олинган натижаларни амалиётга татбиқ этиш борасида Ўзбекистон Республикаси Фанлар Академиясининг “Умумий ва ноорганик моддалар кимёси” илмий- текшириш институтида мархум, профессор Эргаш Арипович Ариповнинг шогирдлари – кимё фанлари докторлари, профессорлар С.З.Мўминов, А.А. Агзамходжаев, Г.Норметова, Б.Н.Набиев ва бошқа олимлар тинимсиз илмий-тадқиқот ишларини давом эттириб, олган натижаларини амалиётга қўллаб келмоқдалар.

Табиий цеолитлар билан бир қаторда сунъий цеолитлар ҳам профессор, кимё фанлари доктори Ғайрат Убайдуллаевич Раҳматқариев раҳбарлигида ўрганилмоқда. Сунъий цеолитларнинг физик-кимёвий ва бошқа хоссалари табиий цеолитларникидан тубдан фарқ қилади. Бунинг асосий сабаби шундан иборатки, сунъий цеолитлар мунтазам кристалл тузилишга эга бўлиб, уларнинг кристалл панжарасида аморф фаза деярли бўлмайди. Сунъий цеолитларнинг бундай тузилишга эга бўлиши, уларда табиий цеолитларда такрорланмайдиган ажойиб хоссалар мавжуд бўлишини таъминлайди. Лекин, алоҳида такидлаб ўтиш лозимки, сунъий цеолитларнинг таннари жуда қimmat, чунки уларни синтез қилиш механизми ўта мураккабдир.

Шунинг учун четдан олиб келинаётган оқловчи цеолитларни ўрнини бошқа олинадиган маҳаллий цеолитлардан фойдаланишнинг иқтисодий жиҳатдан самарали эканлигини исботлашга ҳаракат қиламиз.

Завод регламентига ва бухгалтерия ҳужжатларига асосан 2000 йилда заводда 3100 кг Грузия оқловчи цеолитлари 697 500 сўмга сотиб олинган, бошқача сўз билан айтганда 1 кг Грузия оқловчи цеолит нархи 225 сўмга тушган. Грузия оқловчи цеолити қадоқланган ҳолга келгунча сарф этилган маблағларни ҳисоблаб, улардан фойдаланиш самарадорлигини кўрсатиш учун қуйидаги параметрларни асос қилиб олиш ва ҳозирги кунда завод томонидан сотиб олинаётган цеолит нархини солиштириш орқали эришиш мумкин.

Бир тонна маҳаллий цеолитни тайёр маҳсулот кўринишига келтириш учун зарур бўладиган сарф харажатлар. Булардан ташқари цеолитларни давлат гранти стандарти талабларига келтириш учун ишқорлардан фойдаланилганда рафинация қилинмаган қора мой таркибидаги эркин кислоталар микдорининг ютилиши беш карра юқори. Цеолит заводи

шароитида четдан олиб келинган цеолитлардан фойдаланилганда ўртача кислоталикка эга бўлган цеолити йўқотилиши одатда 3,9% га камайтирсак цеолитнинг бу йўқотилиши бор йўғи 0,48% ни ташкил этади.

Юқоридаги маълумотлардан кўриниб турибдики, ёх заводларида полигарсит гилларидан фойдаланиш иқтисодий жihatдан мақсадга мувофиқдир. Самарали цеолитнинг бир тоннасини ишлатиш вақтида цеолит йўқотилишини камайтириш ҳисобига 263 минг сўм фойда олиш мумкинлиги исботланган. Бир тонна цеолитни ишлаб чиқаришни ташкил этиш учун эса 41 минг сўм сарф-ҳаражат қилинади.

Шундай қилиб цеолит ишлаб чиқариш корхоналарида фойдаланишдан олинadиган фойда ҳисобидан цеолит ишлаб чиқаришни йўлга қўйиш учун зарур бўлган сарф-ҳаражатларни бир йил ичида қоплаши мумкин. Агар юқоридаги кўрсаткичларни Ўзбекистон Республикаси ҳудудида ишлаб чиқариш корхоналарида ишлашга тадбиқ этилса, маҳаллий оқловчи цеолит ашёсини иқтисодий самараси янада юқори бўлишлиги реал ҳақиқат эканлигига шубҳа йўқ.

VII. Меҳнат муҳофазаси ва ҳаёт фаолияти ҳавфсизлиги

Ўқув лаборатория жиҳозларини ўрнатиш , ишлатиш бўйича умумий кўрсатмалар ҳавфсизлик техникаси қоидалари

Ўқув лаборатория жиҳозларини қуйидаги талабларга жавоб берадиган хонага ўрнатилиши ва ишлатилиши зарур.

- Хонанинг майдони 60-70 кв.м. ташкил этиши керак.
- Хона умумий ҳаво тортиш вентиляция билан тaminланган бўлиши керак.
- Хона водопровод ва канализация тармоғига уланган бўлиши керак.
- Хона деворлари чангланмайдиган материал билан бўялган (эмульсия ёки бошқа бўёқ) бўлиши керак.
- Хонада 1 та аптечка, 2 та ОУ-5 турдаги ўт ўчиргич, ҳамда кўриқлаш ва ёнғинга қарши сигнализация билан жиҳозланиши керак.
- Хона ҳарорати 22-28⁰ даражада бўлиши, қиш пайтида иситиш билан ёзда кондиционер ёрдамида сақланади. Намлик 60% дан, чанглик даражаси 1 мг/м³ дан ошмаслиги керак. Хонани иситиш учун электр иситувчи жиҳозлардан фойдаланиш ман этилади.
- Электр манбаи хона учун алоҳида ўтказилади. Автомат ўчиргич (АВ-25А) кўндаланг кесими 10мм² бўлган уч симли алюминий, ёки кўндаланг кесими

6мм² бўлган мис ўтказгич билан таминланади. Ток кучланиши 220В бўлиши ва учинчи сим ерга уланиши зарур. Ерга уловчиларнинг қаршилиги 4 Ом дан ошмаслиги керак. Ҳар бир қурилма (кириш кучланиши 42 Вольт ва ундан юқори бўлса) ерга уланиши шарт.

- Хона ишлаб чиқарувчи ташкилот тавсия этган ҳамда жиҳозларни фойдаланиш талабларига мувофиқ махсус мебел билан жиҳозланади. **Ўқув лаборатория жиҳозлари(ЎЛЖ)ни** сақлаш учун мўлжалланган шкаф ва стеллажлар фойдаланиш учун қулай жойда жойлаштирилади. Кимёвий реактивларни сақлаш учун мўлжалланган шкафлар махсус ўйиб киритилган кулфлар билан жиҳозланган бўлиб имконият бўлса алоҳида хонада сақланишлари лозим.

- Хонани тозалаш нам ҳолда бажарилади. Бу пайтда барча қурилмалар ўчирилган ва махсус ниқоб билан ёпилган бўлиши керак.

- **Ўқув лаборатория жиҳозларини** ишга тушириш, сервис хизмати кўрсатиш ва тамирлаш ишларини махсус курсларда тайёргарликдан ўтган ва мувофиқлик гувоҳномасини олган мутахассислар амалга ошириши мумкин.

Ҳавфсизлик чоралари

1.Ўқув лаборатория жиҳозларида ишлаш учун ўқитилган ва техника ҳавфсизлиги бўйича биринчи гуруҳ эгаси бўлган фойдаланувчига рухсат берилади.

-ЎЛЖ қисмлари, блокларини кузатиш, очиш, тозалаш, мойлаш каби ишлар техника электр манбаидан ўчирилган ҳолда бажарилади.

-ЎЛЖ электр манбаига уланган пайтда раземлардан платаларни олиш, жойига қўйиш, компьютер устки қисмини ёки бошқа блокларини ечиш ман этилади.

-ЎЛЖ нинг ишчи ўринлари хонада шундай ўрнатилиши керакки, фойдаланувчиларнинг электр симларига иситиш тармоқларига, сув трубаларига ва бошқа ҳавфли жиҳозларга тасодифан тегиб кетиши мустасно бўлсин.

-Электр манбаига уланган ЎЛЖ ни назоратсиз қолдириш ман этилади.

-Иш тугагандан кейин ЎЛЖ ни электр манбаидан ўчириш керак. Электр розеткасидан улагичларни олиб қўйиш шарт.

ЎКС ни ўрнатиш тартиби

-ЎЛЖ таркибига кирувчи қурилмаларни махсус мебелга ўрнатиш.

- 4.1. ЎЛЖ ни шундай жойлаштириш зарурки, уларга (олди панелига) қуёш нури тушмасин.
- 4.2. Иситиш системаси радиаторларидан ва бошқа иситиш ускуналарида камидан бир метр узоқликда жойлаштирилсин.
- 4.3. Ерга уловчи сим билан ЎЛЖ таркибий қисмлари корпуси уланганлигини текширилсин.

5. Сақлаш қоидалари

- 5.1. ЎЛЖ қадоқланган ҳолда иситиладиган ва шамоллатиладиган қуруқ хонада сақланади. Ҳаво ҳарорати $5-35^{\circ}\text{C}$ ва нисбий намлик $(60\pm 10)\%$ бўлиши керак.
- 5.2. Вақтинчалик ишлатилмаётган техникани коррозияни олдини олиш мақсадида ҳар 3 ойда қўздан кечириб туриш зарур.
- 5.3. ЎЛЖ куз-қиш пайтида илиқ хонада яшиқлардан чиқариш, электр манбаига эса 6 соат шу хонада тургандан кейин улаш керак.

6. ЎКС ни транспорт воситасида ташиш қоидалари

- 6.1. ЎЛЖ ни транспорт воситасида ташиш ишлаб чиқарувчи-ташкилот қадоқлаган ҳолда усти ёпиқ воситаларда ташилади.
- 6.2. Қадоқланган қурилмалар транспорт воситаси ҳаракати пайтида маҳкам ҳолатда бўлиши ва жойидан қўзғалмаслиги керак.
- 6.3. ЎЛЖ ни транспорт воситасига юклаш-тушириш пайтида силташ, қаттиқ қўзғалишга йўл қўймаслик керак, акс ҳолда қурилмалар бузилиши ва носозликлар пайдо бўлиши мумкин.

Хулоса

Тажриба натижалари асосида қуйидаги хулосаларга келинди:

- 1). ДАК-1-1 калориметри Тиана-Кальве калориметрига ўхшаш, бироқ компенсацион режимда у қўшимча иккиламчи калориметр хусусиятини намоён қилади. Қурилманинг ишлашдаги ютуқ ва камчиликлари таҳлил қилиниб, уни бетараф қилиш ва такомиллаштириш ишлари амалга оширилди.
- 2). Метанол буғларининг силикалитдаги диффурунциаль адсорбция иссиқлиги аниқланди. Цеолит таркибида унчалик кўп бўлмасада гидроксильгрупплари мавжуд бўлиб, улар метанол билан кимёвий ўзаро таъсирлашиб сирт метаксил группларини ҳосил қилади. Метанол силикалит сорбцион ҳажмининг 80% ниғина тўлдиради. Силикалитнинг адсорбцион каналчалари бир жинсли микроғовакли система ҳисобланади ва уларда яққол жамоавий (коллетивний) адсорбат-адсорбат ўзаро таъсирлари содир бўлади.
- 3). Метанолнинг адсорбция иссиқлиги билан CH_2 -гурух учун инкремент адсорбция иссиқлиги орасидаги фарқ бўйича метанолнинг силикалитдаги адсорбция иссиқлигини ҳисоблаш натижалари унинг катталиги ≈ 33 кЖ/моль га тенг эканлигини кўрсатди, бу қиймат сув буғлари конденсация иссиқлигидан анча кичикдир. Айнан мана шу катталик силикалитнинг гидрофоблигидан далолат беради.
- 4). Метанолнинг адсорбциясида адсорбция катталигининг адсорбцион мувозанат қарор топиш вақтига боғланиши ўрганилди ва унда адсорбциянинг секин ва тез содир бўлиш соҳалари аниқланди.
- 5). Мавзуни ўқитишда илғор педагогик ва ахборот технологияларини қўллаш ўқитиш самарадорлигини оширишга олиб келиши исботланди.

Фойдаланилган адабиётлар

1. И.А.Каримов Юксак маънавият енгилмас куч. Т.:Маънавият. 2008.-176 бет.
2. И.А.Каримов Баркамол авлод Ўзбекистон тараққиётининг пойдевори. Т.: Шарқ. 1997.
3. И.А.Каримов Баркамол авлод орзуси. Тошкент. Ўзбекистон. 2002.
4. Д.Брек. Цеолитовые молекулярные сита: Пер. с англ.—М.: Химия, 1976.-781с.
5. Миначев Х.М., Кондратьев Д.А. Свойства и применение в катализе цеолитов типа пентасил//Успехи химии.-1983.-т.52.-С.1921-1973.
6. Flanigen E.M., Bennet J.M., Grose R.W., Cohen J.P./Patton R.L. and Kirdiner R.M. Silicalite a new hydrophobic crystalline silica molecular sieve//Nature.-1978.-v.271.-P.512-516.
4. Д.Брек. Цеолитовые молекулярные сита: Пер. с англ.—М.: Химия, 1976.-781с.
5. Л.И.Пигузова. Новые сверхвысококремнистые цеолиты и их применение в нефтепереработке: -М.: ЦНИИТЭнефтехим, 1977.-74с.
6. Olson D.H., Kokotailo G.T., Lowton S.L.,Meier W.M. Crustal stracture and stracture-related propeterties of ZSM-5//J.Phys.Chtm.-1981.-v.35.-P.2238-2243.
7. Kokotailo G.T., Meier W.M. Pentasil family of high silica crustalline materials//Special publication No33.The Chtm.society London.-1980.-p.133-139.
8. Левинбук М.И., Хаджиев С.Н., Топчиева К.В. О некоторых особенностях адсорбционных свойств цеолита ультрасил//Вест.Моск.Ун-та. Сер.2., Химия.-1981.-№5.-С.505-507.
9. Тамм Х., Штах Х, Калориметрические исследования адсорбции циклоалканов на Силикалите//Изв. АН СССР, Сер.хим.-1985.-№4.-С.148-155.
10. Жданов С.П., Феоктистова Н.Н., Козлова Н.И., Пирютко М.М. Силикалиты и их термостабильность//Изв.АН СССР, Сер.хим.-1985.-№12.-С.2667-2673.
11. Жданов С.П., Феоктистова Н.Н., Козлова Н.И., Полякова И.Г. О термостабильности высокремнеземных цеолитов семейства ZSM-5//Изв.АН СССР, Сер.хим.-1985.-№12.-С.2663-2667.
12. Миначев Х.М., Кондратев Д.А., и др. Влияние состава температуры прокаливания на каталитические свойства СВК цеолита в превращениях изобутилена//Изв.АН СССР, Сер.хим.-1981.-№6.-С.1310-1315.
13. Волков В.Ю., Калико Б.А., Липкинд В.А.,Задымов В.В. Влияние термической обработки на адсорбционные и каталитические свойства СВК цеолитов//Химия и техн.топлив. и масел.-1982.-№6.-С.8-10.
14. Vedrine J.C., Auroux A., Bolis V., Dejaifve P., Nagy J.D., et al. Infrared, microcolorimetric and electron spin resonance investigations of the acidic properties of the HZSM-5 zeolite//J.Catal.-1979.-v.59.-P.246-262.

15. Dempsey E. Acid strength and aluminum site reactivity of Y zeolites//J.Catal.-1974.-v.33.-P.497-499.
16. Лимова Т.В., Неймарк И.Е. О некоторых физико-химических свойствах сверхвысокремнеземистого цеолита//Колл.журн.-1979.-т.41.-С.354-357.
17. Жданов С.П., Феоктистова Н.Н., Козлова Н.И., Пирютко М.М. Силикалиты и их термостабильность//Изв.АН СССР,Сер.хим.-1985.-№12.-С.2667-2673.
18. Ахмедов К.С., Беглов Б.М., Рахматкариев Г.У., Хаустова А.А. Применение отечественного микрокалориметра ДАК-1-1 в адсорбционных исследованиях//Всесоюз.симпозиум по применению калориметрии в адсорбции и катализе: Тез.докл.-Новосибирск,1983.-Препринт №63.
19. Тамм Х., Штах Х., Регент Н.И. Калориметрические исследования адсорбции ароматических углеводородов на силикалите//Изв.АН СССР, Сер.хим.-1982.-№12.-С.2820-2822.
20. Н.Азизхўжаева Педагогик технологиялар ва педагогик маҳорат. – Тошкент. 2003. – 144 бет.
21. Н.Х.Авлиёкулов Замонавий ўқитиш технологиялари.- Т.: 2001.
22. Р.Х.Жўраев, У.Қ.Толипов Педагогик фаолият, технологиялар ва маҳорат. “Узлуксиз таълим” журнали 2003 №2.
23. Т.Ю.Насриддинова, И.Р.Асқаров Кимё ўқитишда меҳнат муҳофазаси ва ҳавфсизлик техникаси. – Т.: “Ўқитувчи” 1995.
24. А.Саттаров Информатика ва ахборот технологиялари. 3-нашри-Т.: “Ўқитувчи” НМий.2008.-272 бет.
25. Интернет маълумотлари олиш мумкин бўлган сайтлар:
<http://www.chemport.ru>
<http://www.cultinfo.ru/fulltext/>

М у н д а р и ж а

Кириш.....	2
1. Адабиётлар шархи.....	3
1.1. Силикалитнинг кристалл тузилиши ҳақида қисқача маълумот.....	3
1.2. Ўта юқори цеолитларнинг барқарорлиги.....	5
1.3. ZSM-5 русумли цеолитларда адсорбцион марказларнинг тақсимланиши, уларнинг табиати ва кучи.....	6
II. Тажриба қисми	10
II.1. Тажриба методикаси.....	10
II.2. Адсорбцион қурилма.....	11
II.3. Қурилмани тажриба ўтказишга тайёрлаш.....	12
II.4. Адсорбцион ўлчашларни амалга ошириш ва уларнинг аниқлиги.....	12
III. Калориметрик ўлчашлар.....	13
III.1. Дифференциаль адсорбция иссиқлигини аниқлаш методлари.....	13
III.2. Иссиқлик ўтказувчи калориметр ва унинг асосий қулай томонлари..	14
III.3. Пельтье иссиқлик эффектидан фойдаланиш.....	15
III.4. Адсорбция иссиқлигини ўлчаш аниқлиги.....	15
III.5. Адсорбент ва адсорбат ҳақида.....	17
IV. Тажриба натижалари ва уларнинг таҳлили.....	17
IV.1. Метанолнинг силикалитдаги адсорбцияси.....	17
IV.2. Метанолнинг силикалитдаги адсорбция изотермаси.....	18
IV.3. Метанолнинг силикалитдаги дифференциаль адсорбция иссиқлиги..	18
IV.4. Метанолнинг силикалитдаги адсорбция энтропияси.....	20
IV.5. Метанолнинг силикалитдаги адсорбция термокинетикаси.....	21
V. Метанолнинг силикалитдаги адсорбцияси мавзусини ўқув жараёнига тадбиқи.....	22
VI. Мавзунинг иқтисодий самарадорлиги.....	32
VII. Мехнат муҳофазаси ва ҳаёт фаолияти ҳавфсизлиги.....	33
Хулоса.....	36
Фойдаланилган адабиётлар.....	37

Илова

Интернет ва Зиёнет маълумотлари

Жадваллар

Аннотация

Битирув малакавий ишида метанолнинг силикалитдаги адсорбцияси ўрганилиб, бу система учун адсорбция иссиқлиги, изотермаси, энтропияси ва термокинетикаси олинган. Бу катталик технологик жараёнлардаги техник ҳисобларни амалга оширишда муҳим аҳамиятга эга. Мавзуни ўқув жараёнига тадбиқи талабаларда цеолитлар ва уларнинг хоссалари ҳақида малака ҳамда кўникма ҳосил бўлишига олиб келади.