

**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС ТАЪЛИМ  
ВАЗИРЛИГИ ҲУЗУРИДАГИ ОЛИЙ ТАЪЛИМ ТИЗИМИ ПЕДАГОГ ВА  
РАҲБАР КАДРЛАРИНИ ҚАЙТА ТАЙЁРЛАШ ВА УЛАРНИНГ  
МАЛАКАСИНИ ОШИРИШНИ ТАШКИЛ ЭТИШ  
БОШ ИЛМИЙ-МЕТОДИК МАРКАЗИ**

**ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТЕХНИКА УНИВЕРСИТЕТИ ҲУЗУРИДАГИ  
ПЕДАГОГ КАДРЛАРНИ ҚАЙТА ТАЙЁРЛАШ ВА УЛАРНИНГ  
МАЛАКАСИНИ ОШИРИШ ТАРМОҚ МАРКАЗИ**

**“Тасдиқлайман”**

ТДТУ ҳузуридаги педагог кадрларни  
қайта тайёрлаш ва уларнинг малакасини  
ошириш тармоқ маркази директори  
Н.Э.Авезов \_\_\_\_\_

“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2015 йил

**“ЮҚОРИ МОЛЕКУЛЯР БИРИКМАЛАР КИМЁСИ”**

**ЎҚУВ-УСЛУБИЙ МАЖМУА**

**ТУЗУВЧИ: У.А.ЗИЯМУХАМЕДОВА т.ф.д. доцент**

**ТОШКЕНТ – 2015**

## Мундарижа

ИШЧИ ЎҚУВ ДАСТУР.....	3
МАЪРУЗА МАТНИ .....	8
1-Мавзу. Макромолекула занжирининг тузилиши, полимерлар бўғинининг турлилиги ва ростланганлиги. ....	8
2-Мавзу. Молекулалараро таъсир кучининг катталиги ва уни баҳолаш. Кооператив эффект. Макромолекуланинг жойлашиш зичлиги.....	12
3-Мавзу. Инициаторлар иштирокида полимерланиш. Франк Рабинович эффекти. Иницирлаш эффекти. ....	14
4-Мавзу Ион полимерланиш ва полимерларнинг бошқа турлари (4 соат)....	19
5-Мавзу: Поликонденсатланиш реакцияларининг ўзига хос жихатлари .....	25
КЎЧМА МАШҒУЛОТЛАР.....	29
АМАЛИЙ МАШҒУЛОТЛАР.....	31
АМАЛИЙ ИШИ № 1. СТИРОЛНИ МАССАДА ПОЛИМЕРЛАНИШ КИНЕТИКАСИ .....	31
АМАЛИЙ ИШИ № 2. СТИРОЛ БИЛАН МЕТАКРИЛ КИСЛОТАСИНИ ТУРЛИ ЭРИГУВЧИЛАР ИШТИРОКИДА СОПОЛИМЕРЛАНИШИ.....	33
АМАЛИЙ ИШИ №3. ПОЛИМЕРНИНГ ЭРИТМАЛАРИДА ФЛОРИ ХАРОРАТИ (Θ - ҲАРОРАТ)НИ АНИҚЛАШ.....	35
АМАЛИЙ ИШИ № 4. АДПИН КИСЛОТАСИНИНГ ДИЭТИЛЕНГЛИКОЛ БИЛАН ПОЛИКОНДЕНСАТЛАНИШИ.....	37
МУСТАҚИЛ ТАЪЛИМ УЧУН САВОЛЛАР .....	40
ДИДАКТИК МАТЕРИАЛЛАР.....	41

# ИШЧИ ЎҚУВ ДАСТУР

## МОДУЛНИНГ МАҚСАДИ ВА ВАЗИФАЛАРИ

**Модулниң мақсади** – Тингловчиларда полимерларни қайта ишлаш технологияси жараёнларини, кимёвий таркибни ўзгартириш, полимерга тўлдирувчилар, пластификаторлар ва бошқа мақсадли қўшимчаларни киритиш ва термомеханик ишлов бериш, олинган материални шакллаш ва ундан буюм олиш, буюм конструкциясининг илмий жихатдан асосланган ва конкрет қўлланилиш шароитларини ҳисобга олинган ҳолда бу синф бирикмаларининг туб масалалари бўйича билим, кўникма ва малакаларни шакллантириш.

### **Модулниң вазифаси :**

- полимерлар кимёси асосларини чуқурроқ ёритиш;
- полимерлар синтези усуллари ҳақида асосий кўрсатмалар бериш;
- кимёвий реакцияларнинг хусусиятлари, полимерларнинг структураси, физик ҳолатлари, деформацион хоссалари ҳақида замонавий кўрсатмалар ҳақида билимларини кенгайтириш;
- полимерларни эритмаларидаги хоссалари, полимерларни молекуляр массаларини аниқлаш усуллари ва уларнинг молекуляр массавий тақсимоти ҳақида кўникма ва малакаларини ривожлантиришдан иборат.

## МОДУЛНИ ЎЗЛАШТИРИШГА ҚЎЙИЛАДИГАН ТАЛАБЛАР

**Кутилаётган натижалар:** Тингловчилар “Юқори молекуляр бирикмалар кимёси” модулини ўзлаштириш орқали қуйидаги билим, кўникма ва малакага эга бўладилар:

### **Тингловчи:**

- полимерлар тузилиши ва умумий физик хоссаларини фарқлай олишни;
- полимерларни синтез қилиш усулларини;
- полимерларнинг юқори молекуляр массасига асосланган кимёвий реакциялар хусусиятини;
- полимерлар синтези реакцияларини;
- полимерланиш ва сополимерланиш реакцияларини;
- поликонденсацияланиш реакцияларини;
- полимерларнинг кимёвий реакциялари ва кимёвий ўзгаришларини;
- полимерлар структурасини *билиши керак*;

### **Тингловчи:**

- полимерларни турли фазовий ва физик ҳолатлардаги деформацион хоссалари ҳақидаги тушунчага эга бўлиш;
- полимерлар хоссалари ва тузилиши ўртасидаги алоқани топа олиш;
- термодинамик ва кинетик эгилувчанликни фарқлай олиш;
- полимерлар аралашмасининг шишланиш (қайта ишлаш) ҳароратини баҳолай олиш;
- полимерлар механик хоссаларини аниқлай олиш;
- полимерлар структураларини баҳолай олиш *кўникмаларга эга бўлиши керак*;
- фазавий ўтиш жараёнини экспериментал ўрганиш;
- полимерлар релаксацион жараёнларини экспериментал тадбиқ қилиш;
- аморф ва кристалл полимерларни термомеханик хоссаларини аниқлаш каби *малакаларига эга бўлиши керак*.

## МОДУЛНИНГ ЎҚУВ РЕЖАДАГИ БОШҚА ФАҢЛАР БИЛАН БОҒЛИҚЛИГИ ВА УЗВИЙЛИГИ

«Нефть ва газ кимёси» модули умумий ва органик кимё, физика, физик кимё, коллоид кимё, нефть ва газни қайта ишлаш технологиясиқ, нефть ва газни қайта ишлаш жараёнлари ва аппаратлари каби фанлар билан узвий алоқада ўрганилади.

## МОДУЛНИНГ ОЛИЙ ТАЪЛИМДАГИ ЎРНИ

“Юқори молекуляр бирикмалар кимёси” модули Олий таълимда фанларида етакчи ўринларни эгаллайди. Турли полимер материалларни синтези усуллари, кимёвий реакцияларнинг хусусиятларини, полимерларнинг структурасини, физик ҳолатларини, деформатсион хоссалари ҳақида замонавий кўрсатмаларни, шунингдек, полимерларни эритмаларидаги хоссаларини, полимерларни молекуляр массаларини аниқлаш усуллари ва уларнинг молекуляр массавий тақсимоти ҳақидаги билимларни эгаллаш имкониятларини беради.

### Модул бирликлари бўйича соатлар тақсимоти: 28 соат

№	Мавзулар	Ўқув юкلامаси, соат						
		Ҳаммаси	Аудитория ўқув юкلامаси					Мустақил иш
			Жами	Жумладан:				
		Назарий		Амалий	Кўчма машғулот	Тажриба алмашиши		
1.	Макромолекула занжирининг тузилиши, полимерлар бўғинининг турлилиги ва ростланганлиги	4	4	2		2		
2.	Молекулалараро таъсир кучининг катталиги ва уни баҳолаш	4	4	2		2		
3.	Инициаторлар иштирокида полимерланиш. Франк Рабинович эффекти	4	4	2		2		
4.	Ион полимерланиш ва полимерларнинг бошқа турлари	4	4	4				
5.	Поликонденсацияланиш реакциялари. Поликонденсацияланиш реакциялари, уларнинг асосий хусусиятлари, полимерланиш реакцияларининг фарқи	2	2	2				
6.	Стиролни массада полимерланиш кинетикаси	2	2		2			
7.	Стирол билан метакрил кислотасинитурли эритувчилар иштирокида сополимерланиши	2	2		2			
8.	Полимернинг эритмаларида флори харорати ( $\theta$ - харорат)ни аниқлаш	4	4		4			
9.	Адипин кислотасининг диэтиленгликол билан поликонденсацияланиши	2	2		2			
<b>Ҳаммаси</b>		<b>28</b>	<b>28</b>	<b>12</b>	<b>10</b>	<b>6</b>		

## МОДУЛ БИРЛИГИНИНГ МАЗМУНИ

### 3.1. Назарий таълим мазмуни

#### 1 мавзу: Макромолекула занжирининг тузилиши, полимерлар бўғинининг турлилиги ва ростланганлиги. (2 соат)

##### Режа:

1. Юқори молекуляр бирикмалар хақида маълумот
2. Юқори молекуляр бирикмалар молекуляр массаси
3. Полимерларни синфланиши

ЮМБ ларнинг молекуляр массалари. Макромолекула, полимер занжири, занжир звеноси, полимерланиш даражаси. Мономер ва полимерлар молекуляр массаси ўртасидаги боғлиқлик. Полимер моддаларга тегишли бўлган полимер молекуляр массаси тушунчаси. Полимер молекуласи кимёвий формулаларини ёзиш усуллари, полимерлар номини келиб чиқиши. Полимерларни асосий занжирини ташкил қилувчи атомлар табиатига қараб синфланиши; гомозанжирли ва гетерозанжирли полимерлар. Занжир тузилиши геометриясига қараб полимерлани синфланиши – чизиқсимон, тармоқланган, тўрсимон, тароқсимон, нарвонсимон, юлдузсимон. Гомополимерлар ва сополимерлар, сополимерлар турлари. Статик, блок ва пайванд сополимерлар. Мисоллар.

#### 2 мавзу. Молекулалараро таъсир кучининг катталиги ва уни баҳолаш. (2 соат)

##### Режа:

1. Мономерлар ва уларнинг тузилиши.
2. Полимерланиш термодинамикаси.
3. Полимерланиш реакцияларини амалга оширишда энталпия ва энтропия жараёнлари.

Полимерланишга мойил бўлган мономерларни тузилиши. Мономерларни реакцияси қобилятини яхшиловчи ва сусайтирувчи омиллар таъсири.

Полимерланиш термодинамикаси. Тўйинмаган бирикмаларни полимерланиши. Кучланиши циклар ва кўп аъзоли гетероатомли циклар полимерланиши. Полимерланиш реакцияларини амалга оширишда энталпия ва энтропия жараёнлари. Табиати турлича бўлган мономерлар полимерланишига температура таъсири.

#### 3 мавзу. Инициаторлар иширокида полимерланиш. Франк Рабинович эффекти. Иницирлаш эффекти. (2 соат)

##### Режа:

1. Радикал полимерланиш босқичлари.
2. Полимерланиш реакциялари кинетикаси
3. Сополимерланиш жараёни

Радикал полимерланиш, жараён ривожланиши босқичлари. Эркин радикал полимерланишда иницирлаш усуллари: фото-, термик иницирлаш, кимёвий иницирлаш усуллари мисоллар келтириш.

Эркин радикалли иницирланган полимерланиш реакциялари кинетикаси. Инициаторлар концентрациясини полимерланиш даражасига таъсири.

Сополимер таркиби тенгламаси (Маё тенгламаси). Сополимерланиш константалари ва уларни турли таркибли статик сополимерлар ҳосил бўлишидаги роли ( $r_1$  ва  $r_2$  константалари турли нисбатлари учун мисоллар).

#### 4 мавзу. Ион полимерланиш ва Полимерларнинг бошқа турлари (4 соат)

##### Режа:

1. Ион полимерланиш
2. Жараён кинетикаси
3. Жараённинг асосий босқичлари

Ион полимерланишда мономер табиати ва ишлатилаётган катализатор турига боғлиқлиги. Катион полимерланиш. Катализаторлар ва сокатализаторлар. Катион полимерланиш жараёнини полиизобутилен синтези мисолида кўриб чиқиш. Жараён кинетикаси. Анион полимерланиш, реакцияда ишлатилаётган катализаторлар. Жараённинг асосий босқичлари. “Тирик занжирлар” ҳақида тушунча, уларни янги полимерлар олишдаги роли.

**5 мавзу. Поликонденсацияланиш реакциялари, уларнинг асосий хусусиятлари, полимерланиш реакцияларининг фарқи. (2 соат)**

**Режа:**

1. Поликонденсацияланиш реакциялари.
2. Поликонденсацияланиш реакцияси кинетикаси
3. Гомо- ва гетерополиконденсация реакциялари

Поликонденсацияланиш реакцияларига кириша оладиган мономерлар тузилиши. Мономерлар функционаллиги, ва уларнинг чизиксимон ва тўрсимон полимерлар ҳосил қила олиш қобилияти. Мисоллар.

Поликонденсацияланиш реакцияси кинетикаси. Мувозанатли ва мувозанатсиз поликонденсацияланиш. Гомо- ва гетерополиконденсация реакциялари. Мисоллар.

**АМАЛИЙ МАШҒУЛОТ МАЗМУНИ**

**1-мавзу: Стиролни массада полимерланиш кинетикаси**

**Режа:**

1. Стиролнинг полимеризацияси
2. Турли хил конентрацияларида полимерланиш тезлиги
3. Инициатор буйича реакциянинг тартибини топиш

**2-мавзу: Стирол билан метакрил кислотасини турли эритувчилар ишгирокида сополимерланиши**

**Режа:**

1. Полимерланиш жараёнида эритувчиларни ишлатиш
2. Эритувчи табиатининг сополимерланиш реакциясига таъсири

**3-мавзу: Полимернинг эритмаларида флори ҳарорати ( $\theta$  - ҳарорат)ни аниқлаш**

**Режа:**

1. Полимер эритмалари
2. Полистирол фракцияларининг фазавий диаграммаси
3. Полимернинг циклогександаги  $\Theta$  — ҳароратини аниқлаш.

**4-мавзу: Адипин кислотасининг диэтиленгликол билан поликонденсатланиши**

**Режа:**

1. Поликонденсация реакциялари
2. Поликонденсатланиш реакциясига ҳароратнинг таъсири
3. Поликонденсатланиш реактори ишлаш принципи

**Тавсия этилаётган мустақил ишларнинг мавзулари:**

1. Юқори молекулали бирикмалар кимёси фанининг асосий тушунчалари. Мономер, полимер, олигомерлар.
2. Полимерлар синтези реакциялари. Полимерланиш ва сополимерланиш реакциялари. Полимерланиш реакциясининг асосий тавсифи.
3. Занжирли ва босқичли полимерланиш, уларнинг асосий хусусиятлари.
4. Занжир ўсиши хусусиятлари.

5. Радикал сополимерланиш.
6. Ион полимерланиш.
7. Ион – координацион полимерланиш.
8. Босқичли полимерланиш.
9. Поликонденсацияланиш реакциялари. Поликонденсацияланиш реакциялари, уларнинг асосий хусусиятлари, полимерланиш реакцияларининг фарқи.
10. Олигомерлар, блок-сополимерлар, пайванд сополимерлар синтез қилиш услублари.
11. Поликонденсацияланиш реакцияларининг амалий усуллари.
12. Полимерларнинг кимёвий реакциялари ва кимёвий ўзгаришлари.
13. Макромолекулалар полимерланиш даражасини ўзгартирмайдиган кимёвий реакциялар.
14. Полимерланиш даражасини ўзгаришига олиб келувчи кимёвий реакциялар.
15. Гидролитик реакция турлари.
16. Полимер занжирларини тикиш реакциялари.

**Фойдаланиладиган асосий дарслик ва ўқув қўлланмалар, электрон таълим ресурслари ҳамда қўшимча адабиётлар рўйхати**

**АСОСИЙ АДАБИЁТЛАР**

1. Киреев В.В. «Высокомолекулярные соединения», М., Высш.школа, 1992 г.
2. Шур А.М. «Высокомолекулярные соединения», Учебник .М., Высшая школа, 2008 г
3. Тугов И.И., Кострикина Г.И. Кимё и физика полимеров. М., Кимё, 4 Издание. 2002 г.
4. Кулезнев В.Н., Шершнева В.А. Кимё и физика полимеров. ВШ, 2001 г.

**ҚЎШИМЧА АДАБИЁТЛАР**

1. Зилберман Э.Н., Наволокина Р.А., Примери и задачи по химии Высокомолекулярных соединений. ВШ, 1984г.
2. Торопцева А.М. Лабораторный практикум по химии и технологии Высокомолекулярных соединений» изд. Кимё., 1972г
3. Лосев И.П., Федотова О.Я. «Практикум по химии Высокомолекулярных соединений» , М.. 1958г.
4. У.Н.Мусаев. Т.Б.Бобоев ва б. Полимерлар кимёсидан практикум.2001й, Тошкент, «Университет».
5. [www/newlibrary.ru](http://www/newlibrary.ru)
6. [www/twirpx.com](http://www/twirpx.com)
7. [chemistry-chemistry.com](http://chemistry-chemistry.com)

# МАЪРУЗА МАТНИ

## 1-Мавзу. Макромолекула занжирининг тузилиши, полимерлар бўғинининг турлилиги ва ростланганлиги.

1. Юқори молекуляр бирикмалар хақида маълумот
2. Юқори молекуляр бирикмалар молекуляр массаси
3. Полимерларни синфланиши

### Иборали ва таянч сузлар

Макромолекула, бўғин, такрорланувчи бўғинлар, сополимер, блок, пайванд, конфигурация, фазовий, идентик давр, радикал, атактик, изотактик, синдотактик.

Юқори молекуляр бирикмалар молекуласи оддий бўғинлардан ташкил топган бўлиб, улар қўйидагича ўзаро боғланган бўлади:



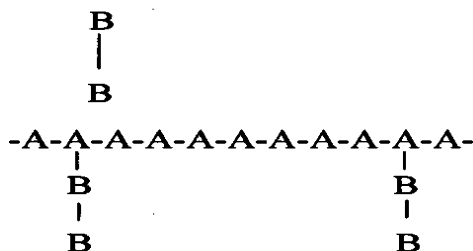
бу ерда, А-такрорланувчи бўғин, n - бўғинлар сони, полимерланиш даражасини ифодалайди.

Полимерларни ҳосил қиладиган қўйи молекулали моддаларни мономерлар (моно-бир демакдир) деб аталади. Агар полимер ҳосил бўлишида мономер молекуласи ўзгармаган ҳолда макромолекула таркибига, такрорланувчи бўғин мономер бўғин деб аталади. Полимер ҳосил бўлишида турли хил мономерлар иштирак эса турли таркибли бўғинлар кўп марта такрорланса бундай полимерлар сополимерлар деб аталади. Масалан таркиби турлича бўлган мономер бўғинларини А,В,С деб ифодаласак улардан ҳосил бўлган сополимерларнинг тузилиши қўйидагича бўлади;



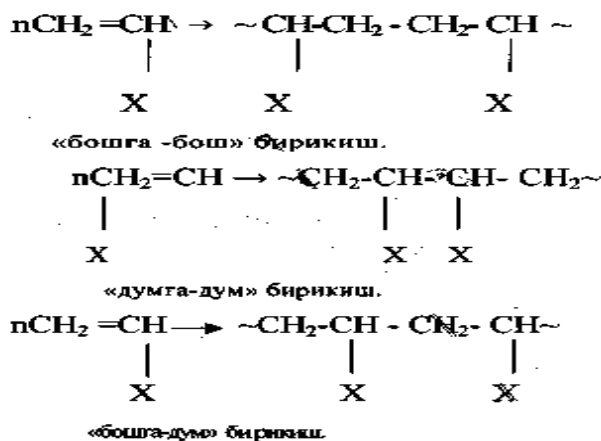
Сополимер молекуласида кўп марта қайтариладиган бўғинлар жойлашишининг кетма-кетлиги тартибсиз бўлса бундай сополимер статик сополимер деб аталади. Баъзи сополимерлар макромолекуласида элементар бўғин бетартиб эмас, балки яхлит узунликдаги блок тарзида жойлашган бўлади. Бундай сополимерларга блок сополимерлар деб аталади. (Масалан: -A-A-A-A-B-B-B-B-A-A-A-A-)

Макромолекулани асосий занжирига иккинчи бирор мономер бўғинлари қўйидагича боғланган бўлса, бундай сополимерларга пайванд сополимерлар деб аталади.



Макромолекулада ёнма-ён жойлашаган мономер бўғинлари бир-бирига нисбатан турли фазовий ҳолатларни (конфигурация) эгаллайди. Полимер макромолекуласида мономер бўғинларининг бир-бирига нисбатан қандай ҳолатда бирикганлиги унинг изомерлари деб аталади. Одатда бундай бирикмалар уч хил булади. Биринчиси бошга-бош, иккинчиси бошга-дум, учинчиси думга-дум. Агар  $\text{CH}_2 = \text{CH}$  типидagi мономерларнинг  $\text{CH}_2\text{X}$  гуруҳини «бош» ва  $\text{CH}$  дум ҳисобласак, юқорида айтилган уч хил бирикиш қўйидаги шаклни олади:

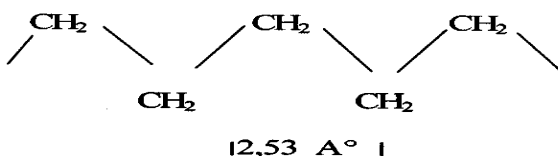




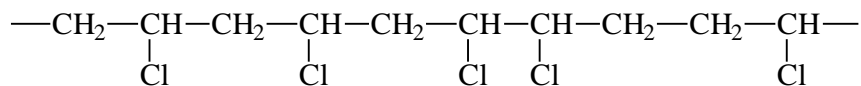
Амалда полимер молекуласи занжирида юкорида кўрсатилган уч хил бирикиш кўзатилади. Макромолекула халқаларининг кимёвий таркиби бир хил бўлса ҳам улар фазовий тузилиши билан фарқланади. Масалан целлюлозанинг Поли- -  $\beta$  - Д ангидроглюкозаси пиран халқалари бир-бирига нисбатан  $180^\circ$  градусга бурилган бўлади, демак целлюлоза макромолекуласининг бир-бирига ўхшаш (идентик) энг оддий структура тузилиши икки элементар халқадан ташкил топади. Бу одатда, «идентик давр» деб аталади. Полимерларнинг идентик даври уларнинг кристалл ҳолати билан боғлиқ, яъни улар кристалланганда макромолекула халқалари маълум ўлчовда қатий ўзгармас ҳолатда жойлашиб қолади.

Полимернинг занжири бир хил фазовий тузилишга эга бўлган ўлчамлардан иборат бўлади. Масалан: табиий каучук ва гутаперча бир хил элементар халқалардан иборат бўлишига қарамай, улар бир - биридан халқаларининг фазовий жойлашиши билан фарқланади. Табиий каучукнинг идентик даври икки изопрен халқасидан ташкил топган ва ўлчами  $8,16\text{Å}$ га тенг. Гутаперчада эса ҳар идентик давр бир изопрен халқасидан иборат ва  $4,8\text{ Å}$  тенг, кристалл ҳолатидаги транс-полиизопрен структурасига эга. Гутаперчадан, сисполиизопрен структурага эга табиий каучукга ўтишда идентик давр ўлчами икки баробар ортиши яъни  $9,6\text{ Å}$  га тенг бўлиши керак эди.

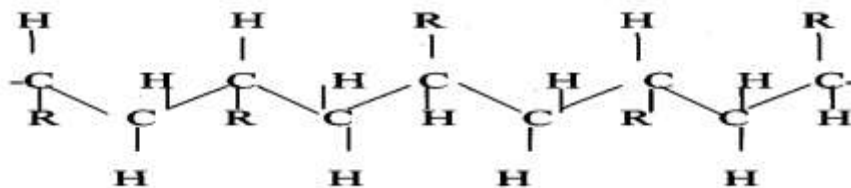
Аммо изомерлардаги С-С-боғлар валент бурчаклари ва атомлараро масофанинг ўзгарганлиги туфайли каучук макромолекуласининг идентик даври  $8,16\text{Å}$ га тенг бўлади. Кристалл ҳолатдаги полиэтиленнинг макромолекуласи бир текисликдаги синиқ чизиксимон углеводород занжиридан иборат бўлиб унинг идентик даври  $2,53\text{ Å}$ га.



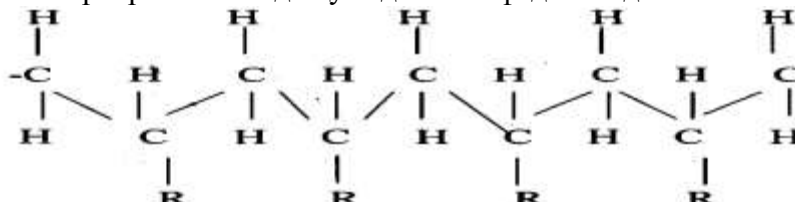
$\text{CH}_2-\text{CH}$  Р типидagi винил мономерларда полимер занжиридаги радикал- Р турли фазовий ҳолатда жойлашади. Радикалнинг ҳолати мономер халқаларининг занжирга қандай ўланганлигига ва фазода қандай жойлашаганлигига боғлиқ. Полимерланиш жараёнида  $\alpha$ -хосиласи винил мономерларидаги ўлчамли углерод атомлари макромолекуляр занжирда ассимметрик бўлиб, D ёки L - стерик конфигурациядан бирига эга бўлади. Яъни макромолекуладаги элементар халқа кутбланган нур текислигини унга бурувчи D шакл ва чапга бурувчи L шаклли фазовий изомерларга хос бўлади. Полимерланиш шароитига қараб D ёки шакли фазовий изомерларга хос макромолекулалар олиш мумкин. Бундай полимерлар изотактик полимерлар деб аталади. Макромолекула занжирида D ёки L конфигурация ассимметрик атомлар навбатма-навбатқайтариладиган полимерлар синдеотактик полимерлар деб аталади. Атактик полимерларда ассимметрик углеводородлар D ёки L конфигурациялар бетартиб жойлашаган бўлади. Текисликда бундай полимерларни қўйидагича тасвирлаш мумкин.



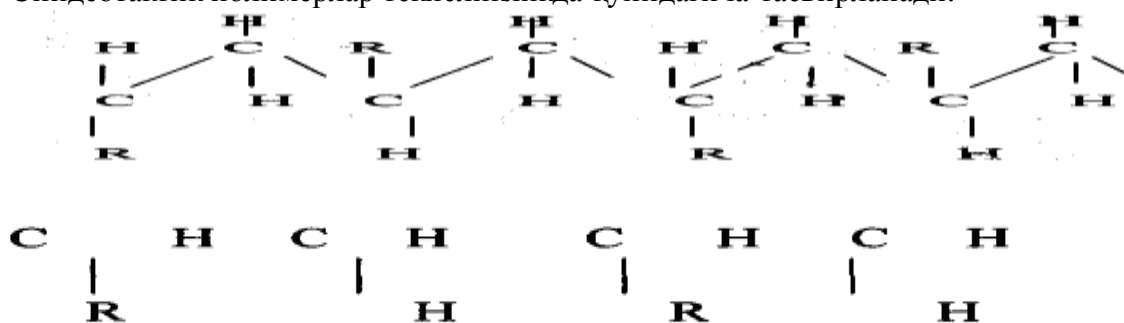
Регуляр полимер Норегуляр поливинилхлорид



Изотактик полимерлар текисликда кўйидагича ифодаланади..



Синдеотактик полимерлар текисликда кўйидагича тасвирланади.



Изотактик ва синдео тактик полимерлар умумий стереотартибли полимерлар ёки стерео регуляр номи билан юритилади. Баъзан макромолекула стереоблок структурали қисмлардан, яъни изотактик ва атактик тузилишга эга булган тузилишлардан ташкил топиши ҳам мумкин. Макромолекула занжирида элементар бўринларнинг жойлашишига қараб регуляр ва норегуляр полимерларга бўлинади. Регуляр полимерларга мисол қилиб каучукни келтириш мумкин. Каучук макромолекуласида изопрен бўғини бир-бири билан 1.4 ҳолатда яъни бош-думга бирикган. Сунъий полимерлардан полихлоретилен: Агарда элементар бўғинлар тартибсиз бирикса яъни бош- думга ёки «бош-бош»га ҳолатда макромолекула ҳосил қилса бундай полимерлар норегуляр полимерлар деб аталади. Бундан ташқари полимерларнинг элементар бўғинлари стереорегуляр тузилишга эга бўлади. Стереорегуляр полимерларда мономер бўғини текисликда аниқ ҳолатда жойлашганлигидан ташқари фазовий тузилишда ҳам тартибда жойлашади. Иккала ҳолатда ҳам мономер бўғини «бош-думга» кўринишида бирикади.

Полимерларни синтез қилишда ёки ишлатиш вақтида мономер ўғинларининг жойлашиши регуляр ва норегуляр кўринишда бўлади. Бундай ҳолатда полимернинг тузилиши унинг хоссаларига таъсир қилиши мумкин. Макромолекуланинг регуляр тузилиши унинг механик, физик ва бошқа хоссаларига таъсир этади. Регуляр полимерларда макромолекула занжири бир - бирига жуда яқин жойлашган бўлиб, макромолекулаларнинг бир-бирига молекулаларо кучнинг таъсир самарадорлиги (эффекти) юқори бўлади. Таъкидлаш керакки макромолекула занжирида, ҳаракатчан водород атомлари ва поляр гуруҳларини бир-бирига жуда яқин жойлашган вақтида уларнинг бир-бирига молекулаларо таъсирининг самарадорлиги, фаол водороднинг ва макромолекуланинг мусбат бўғинларининг манфий бўғинларига таъсирида намоён бўлади. Мономер бўғинлари макромолекулада регуляр жойлашган бўлса, унинг кристалланиши учун шароит туғилади.

### **Ўз-ўзини назорат саволлар.**

1. Макромолекула нима, улар ҳақида сўзлаб беринг.
2. Мономерлар ва мономер бўғин ҳақида нима биласиз.
3. Сополимерлар, блок сополимерлар, уларнинг тузилишидаги фарқи
4. Пайванд сополимерларнинг блок сополимерлар тузилишидаги фарқи нимада.
5. Полимерларнинг идентик даври ҳақида нима биласиз.
6. Атактик полимерлар текисликда қандай ифодаланади.
7. Изотактик полимерлар текисликда қандай ифодаланади.
8. Стереорегуляр полимерларга мисоллар келтиринг.
9. Регуляр ва нерегуляр полимерларга мисоллар келтиринг.
10. Макромолекуланинг самарадорлиги деганда нимани тушунасиз.

### **Адабиётлар рўйхати.**

1. Мусаев У.Н., ва бошқалар. Полимерлар кимёсидан практикум. Тошкент. Университет. 2000. 350 бет.
2. Аскарлов М.А., Ёриев О., Ёдгоров Н. Полимерлар физикаси ва кимёси, Тошкент. Ўқитувчи. 1983. 250 бет.
3. А.М. Шур. Высокмолекулярные соединения. Москва. Высшая школа. 1981. 625 с.
4. А.А.Стрепехиев.Высокмолекулярные соединения. Москва. Высшая школа. 1965. 550 с.

## 2-Мавзу. Молекулалараро таъсир кучининг катталиги ва уни баҳолаш. Кооператив эффект. Макромолекуланинг жойлашиш зичлиги.

### Режа:

1. Мономерлар ва уларнинг тузилиши.
2. Полимерланиш термодинамикаси.
3. Полимерланиш реакцияларини амалга оширишда энталпия ва энтропия жараёнлари.

### Иборали ва таянч сўзлар:

Валент боғ, атомлараро куч, молекулалараро куч, ориентацион, индукцион, дисперсион.

Физик-кимё курсидан маълумки, кимёвий жихатдан валентликлари туйинган электрон нейтрал молекулалар бир-бирига яқин келганда ўзаро тортишади. Демак молекулаларни бир - бирига тортиб турадиган молекулалараро куч мавжуд. Бу кучлар таъсирида газлар суюкликга айланади, молекулалар бир- бирига тортишиб мустақкам кристалл ҳосил қилади, бир хил молекулалар, яни мономерлар бирикиб, ЮМБ лар ҳосил қилади. Молекулалараро куч ҳам атомлараро куч каби электр табиатига эга. Молекулалараро куч уч хил (эффектдан) ориентацион, индукцион ва дисперсли кучлардан иборат. Молекулалараро куч Ван-дер-Ваалс кучи деб ҳам аталади. Қутбсиз молекула, ўз атрофида туғма дипол моментига эга бўлган молекулалар таъсирида қутбланади. Натижада қутбланган молекулада индукцион дипол вужудга келади. Шундай қилиб бу молекулалар бир-бирини тортади. Бу тортиш кучи индукцион тортишиш кучи ёки индукцион эффект деб аталади. Унинг энергияси қутбли молекулаланинг туғма диполи ( $\mu$ ) га ва туғма диполи бўлмаган, яъни қутбсиз молекуланинг қутбланувчанлик ( $a$ ) га пропорционал бўлади.

$$V_i = - a \mu^2 / r^6$$

Туғма диполи бор молекула билан туғма диполи бўлмаган қутбсиз, молекула орасидаги тортиш кучи ориентацион, индукцион ва дисперсион кучлар йиғиндиси га тенг:

$$V_{\text{морп}} = V_0 + V_i + V_d = - n/r^6$$

Бу ерда  $n$  - тортишиш константаси,  $r$ -молекуланинг радиуси.

Бир-бирига ўзаро таъсир этувчи молекулалар яқинлашганда улар орасида итариш кучи пайдо бўлади. Молекулалар ўртасидаги итарилиш кучи  $V_m = m/r^{12}$  га тенг.

$$V = V_{\text{морп}} + V_m = -n/r^6 + m/r^{12}$$

Бу ерда  $m$  - итарилиш константаси. Молекулалараро куч тортишиш ва итарилиш кучларининг йиғиндиси га:

Юкори молекуляр бирикмада макромолекулярлар ҳар вақт бир-бирлари билан ўзаро таъсирда бўлади. Шунинг учун макромолекулаларнинг хоссаларини баҳолашда уларнинг валент боғларини хусусияти ва макромолекулалараро таъсирнинг табиатига ахамият бериш керак. Индукцион эффект кучи валент кучларидан 100 марта кичик. Молекулалараро куч валент боғланиш каби электр табиатига эга, аммо у электронларнинг силжиши билан боғлиқ бўлган ўзгаришларга боғлиқ эмас.

Қутбли молекула қутбсиз молекулага таъсир этиши натижасида молекулар маълум тартибда жойлашади.

Бундай жойлашишини ориентацион эффект деб аталади. Индукцион молекулалараро куч молекулалар бир-бирдан узоқлашган сари камаяди. Молекуляр массанинг ортиши билан молекулалараро таъсир кучи орта боради. Молекулалараро таъсир кучининг манбаи атомлар ҳисобланганлиги учун ЮМБларнинг таъсир кучи, валентлик кучининг миқдоридан ортиқ бўлади. ЮМБларнинг хоссаларига водород боғининг таъсири жуда катта бўлиб,

унинг энергия миқдори 20-40 кДж/моль ни ташкил этади. Водород боғ целлюлоза, оксиллар ва маълум сунъий юқори бирикмаларнинг хоссаларига катта таъсир кўрсатади. ЮМБларнинг эритмаларининг қовушқоқлигининг юқори бўлиши, механик хоссалари, эришдан олдин буқиши ва иплар ҳосил қилиши унинг молекулалараро таъсир кучининг катталиги билан боғлиқдир.

ЮМБ ларнинг молекулалараро таъсир кучининг катта бўлиши билан у қўйи молекулали бирикмалардан фарқ қилади. Молекулалараро таъсир кучининг максимал миқдори макромолекулаларнинг бир-бирига нисбатан параллел ҳолатда жойлашганда ва у бир томонга йўналган бўлганда намоён бўлади. Макромолекула занжирини айрим бўлимларнинг қўшни бўлимларга нисбатан ориентацияланиши макромолекулянинг "коопретив эффекти" деб аталади. Макромолекуланинг бир-бирига нисбатан зич жойлашганлиги ҳам макромолекулалараро кучнинг миқдорини ошишига сабаб бўлади. Макромолекуланинг регуляр тузилиши катта аҳамиятга эга бўлиб, функционал гуруҳлар тўғри жойлашганда мусбат зарядли бўлимлар билан манфий зарядли бўлимлар билан ўзаро таъсирланишувига қўлай шароит туғилади.

### **Ўз-ўзини назорат саволлар**

1. Мономерлар ишлаш принципи қандай?
2. Мономерлар тузилишини чизиб беринг.
3. Полимерланиш термодинамикаси моҳияти
4. Полимерланиш реакцияларини амалга оширишда энталпия ва энтропия жараёнлари.
5. Ориентацион эффект деб нимага айтилади?
6. Коопретив эффект" деб нимага айтилади?

### **Адабиётлар рўйхати.**

1. Х.Р Рустамов. Физик кимё. Т., Ўзбекистон нашриёти 2000 йил. 487 бет.
2. Мусаев У.Н. ва бошқалар. Полимерлар кимёсидан практикum. Тошкент. Университет. 2000. 350 бет.
4. Аскарлов М.А., Ёриев О. Ёдгоров Н. Полимерлар физикаси ва кимёси. Тошкент. Ўқитувчи. 1983. 250 бет.
5. А.М. Шур. Высокмолекулярные соединения. Москва. Высшая школа. 1981. 625 с
6. А.А.Стрепехиев. Высокмолекулярные соединения. Москва. Высшая школа. 1965. 550с.

### 3-Мавзу. Инициаторлар иштирокида полимерланиш. Франк Рабинович эффекти. Иницирлаш эффекти.

#### Режа:

1. Радикал полимерланиш босқичлари.
2. Полимерланиш реакциялари кинетикаси
3. Сополимерланиш жараёни

#### Иборали ва таянч сўзлар:

Инициатор, эффект, иницирлаш, эритувчи, босим, иссиқлик таъсири, тенглама, константа, ингибитор, регулятор, эластик, пластик.

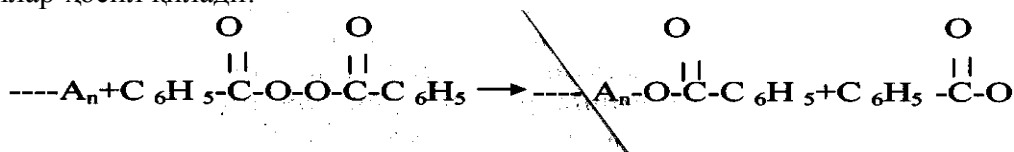
Полимерланиш жараёнларида инициаторли полимерланиш ўзининг осонлиги ва кам энергия талаб қилиши билан ажралиб туради. Шу сабабли барча мономерларни полимерлашда реакция махсус инициаторлар иштирокида олиб борилади. Инициаторларнинг аҳамияти уларнинг осонлик билан парчланиб эркин радикаллар ҳосил қилишидадир. Полимерланиш реакция вақтида инициатор мономерга жуда қисқа масофада жойлашган бўлиб (г,у) дшсоцацияга учраши мумкин бўлган масофада туради ва шу масофада эркин радикалларга парчланади. Радикалнинг ўртача мавжудлик вақтини эйнштейн формуласи орқали топилади.

$$\tau = \frac{1}{6} \frac{r^{-2}}{D}$$

бу ерда  $\tau$  - радикалнинг ўртача мавжудлик вақти  $10^{-10}$  сек,  $D$ -диффузия коэффициенти  $10^{-5}$  см<sup>2</sup>/сек,  $r$ -  $4 \cdot 10^{-8}$  см.

Радикал ўртача мавжудлик вақтида бир-бирига жуда хам яқин жойлашган бўлиб, шу вақтда у яна бирлашиши мумкин. Радикалнинг бундай ҳолатини қафас эффекти ёки Франк-Рабинович эффекти деб аталади.

Инициаторларга мисол қилиб бензоил пероксид, водород пероксид, азо-бис-изобутеронитрил ва калий, натрий, аммоний персульфатларни келтириш мумкин. Инициаторлар полимерланиш жараёнини бошланиши учун мономер оғирлигини 0,01 - 1% миқдорида қўшилади. Масалан: бензоил пероксид 60<sup>0</sup> дан юқори ҳароратда қиздирилганда иккита бензоат гуруҳли радикаллар ҳосил қилади. У парчланиб фенил гуруҳли эркин радикаллар ҳосил қилади.



Иккала бензоат ва фенил радикаллар мономер молекулалар билан бирикиб полимерланишнинг фаол марказларини ҳосил қилади.

Ҳар хил инициаторлар бир хил мономерларнинг реакция тезлигига ҳар хил таъсир қилади. Масалан: бутадиен, стирол ва акрилонитрил 1% перикис бензоил иштирокида полимерланганда уларнинг полимерланиш тезлиги 1:500:100000 нисбатда бўлади. Агарда полимерланиш диазоаминолбензол иштирокида олиб борилса 1:3:25 нисбатда бўлади. Шунингдек, инициаторнинг табиати ҳар хил мономерларни полимерланиш тезлигига ҳар хил таъсир кўрсатиши унинг бирламчи радикалларининг фаоллигини йўқотишига боғлиқ.

Саноатда полимерларни ишлаб чиқаришда инициаторларга қўйидагича талаб қўйилади:

- жараён ҳароратида эркин радикалларга осон парчланиши;
- оддий шароитда улар барқарор бўлиши;
- инициаторнинг парчланиш тезлиги эритувчининг табиатига боғлиқ бўлмаслиги;
- ҳамда иницирлаш тезлик константаси  $K=10^4 - 10^6$  сек га тенг бўлиши талаб этилади.

**Иницирлаш** - радикал полимерланишда инициаторнинг миқдори ва табиати муҳим аҳамиятга эга. Иницирлаш тезлиги инициаторнинг радикалларга парчаланишига боғлиқ.

$$R_i = 2fk_i (Ж) = k_i (Ж)$$

$R_i$  - иницирлаш тезлиги,

$k_i$  - инициаторнинг радикалга айланиш тезлик константаси,

$f$  - иницирлаш эффекти, 0,3-0,8 бўлади,

$Ж$  - инициаторнинг концентрацияси.

### **Мономерларнинг концентрациясини таъсири -радикал полимерланиш.**

Радикал полимерланишда умумий реакция тезлиги жараён бошида мономерларнинг концентрациясига тўғри пропорционал, инициатор концентрациясининг квадрат илдизига тескари пропорционал:

$$V = K' [Ж]^{1/2} [M]$$

$V$  - полимерланиш тезлиги,

$K'$  - полимерланиш реакция тезлик константаси,

$[Ж]$  - инициатор миқдори,

$[M]$  - мономер концентрацияси,

$K' = K_{yc} [k_{y3}/ k_{y3}]^{1/2}$   $K_{yc}$  - занжирнинг ўсиши,  $k_{y3}$  - занжирнинг ўзилиши.

Радикал полимерланишда ўртача полимерланиш даражаси мономер концентрациясига тўғри пропорционал, инициатор концентрациясининг квадрат илдизига тескари пропорционал бўлади:

$$X_r = K' [M] / Ж^{1/2}$$

$X_r$  - ўртача полимерланиш даражаси,

$K'$  - полимерланиш реакция тезлик константаси,

$[Ж]$  - инициатор миқдори,

$[M]$  - мономер концентрацияси,

Радикал полимерланиш жараёни эритмада олиб борилганлиги учун, мономер концентрациясининг камайиши эритувчи молекуласининг реакцияда иштирок этиш эҳтимоллиги ортиб боради ва фаол марказни ўзатилишига сабаб бўлади. Натижада ўртача полимерланиш даражасининг пасайишига олиб келади.

### **Радикал полимерланишда турли факторларнинг таъсири**

Радикал полимерланиш жараёнига иссиқлик инициатор, ингибиторларининг миқдори ва табиати, мономер концентрацияси эритувчи ва босимнинг таъсири асосий факторлардандир.

**Иссиқлик таъсири**—маълумки харорат кўтарилиши билан кимёвий реакцияларнинг тезлиги орта боради. Полимерланиш жараёнининг иссиқлик таъсирида тезлашиши билан бир қаторда тизимда ўзатилаётган элементар реакцияларнинг тезликлари ҳам ортади. Яни фаол марказнинг ҳосил бўлиш тезлиги билан, занжирнинг ўсиш тезлиги, шунингдек занжирнинг узилиш тезлиги ҳам тезлашади, натижада полимерланиш тезлиги сусайиб, ҳосил бўлган полимернинг ўртача молекуляр массаси камаяди. Бундан ташқари молекуляр бирикмалар фракциялари миқдори ҳам кўпаяди. Занжирнинг ўсиш тезлиги ортиши натижасида занжирнинг узунлиги ўзгармаган ҳолда полимернинг массаси ортиб боради. Вант-Гофф конунига мувофиқ жараён харорати  $10^\circ$  га ошганда полимерланиш тезлиги 34 баробарга ортиши мумкин. Масалан стиролнинг  $20^\circ$  хароратдаги бензоил пероксид иштирокида полимерланиши бир йил давом эца, ҳосил бўлган полистиролнинг массаси 55000 атрофида бўлади. Агар бу реакция  $120^\circ$ да олиб борилса жараён 24 соатда тугайди. Аммо молекуляр масса 167000 дан ошмайди.

Полимерланиш жараёни юқори хароратда олиб борилганда тизимда бир қатор бир-бирига қарама – қарши реакцияларнинг тезлашауви натижасида ҳосил бўлган

полимерларнинг физик, механик ва бошқа хоссалари ёмонлашади ва унинг молекуляр массаси камаяди.

**Эритувчининг таъсири** - эритмада мономернинг миқдори ортиши билан полимерланиш жараёнининг умумий тезлиги ва ҳосил бўлаётган полимернинг молекуляр массаси ортиб боради.

Полимерланиш жараёнида ишпирок этмайдиган инерт эритувчи муҳитида полимерланиш тезлиги кўйидаги эмпирик тенглама билан ифодаланади.

$$V_{\text{ум}} = K \cdot [M]^2$$

$V_{\text{ум}}$  – полимерланиш тезлиги,

$K$  - полимерланиш тезлик константаси 1-1,5 атрофида,

$M$  - молекуланинг концентрацияси,

Айрим ҳолларда тизимда мономер концентрариясининг камайиши билан полимерланиш жараёнида эритувчи молекуласининг ишпирок этиши кузагилган.

**Босимнинг таъсири** - радикал полимерланиш реакциясига босимни таъсирини  $K$ . Вил ўрганиб, 100 атмосфера ва ундан юқори босимда бир вақтни ўзида полимерланиш тезлиги ва полимерланиш даражаси ошади деган хулосага келди. З.Л.Раговин ва унинг шогирдлари томонидан 8 атмосфера босимда метилметаакрилатнинг полимерланиш тезлиги атмосфера босимидагига қараганда уч марта ошиши аниқланган.

М.Еванс ва М.Поляни таклиф этган формулага мувофиқ

$$d \ln K_1 / dP = -V / RT$$

кимёвий реакциясининг тезлик константаси  $K$ , босим ошиши билан ортади.

Саноатда юқори босимда полимерлаш кенг қўлланилади. Баъзи мономерлар атмосфера босимида полимерланмайди, юқори босимда эса полимерларнинг ҳосил бўлиш фоиизи ошади. Босимнинг ошиши юқори молекуляр бирикмаларнинг физик ва кимёвий хоссаларига таъсир кўрсатади.

### Ингибиторлар ва регуляторлар

Полимерланиш реакциясини бутунлай тухтатувчи кимёвий моддалар ингибиторлар деб аталади. Полимерлар олиш учун хом ашё ҳисобланган мономерларни муддатидан олдин полимерланишдан сақлаш учун улар ингибитор 0,1 - 1,5% миқдорда аралаштириб қўйилади. Ингибитор эркин радикалга парчаланиб макрорадикал ёки фаол марказ билан бирикиб уларни ўсишдан тухтади, яъни занжир узилади. Ингибиторлар сифатида гидрохинон, ароматик аминлар, нитробирикмалар, феноллар, мис, темир, қалайнинг органик бирикмалари ингибитор сифатида ишлатилади.

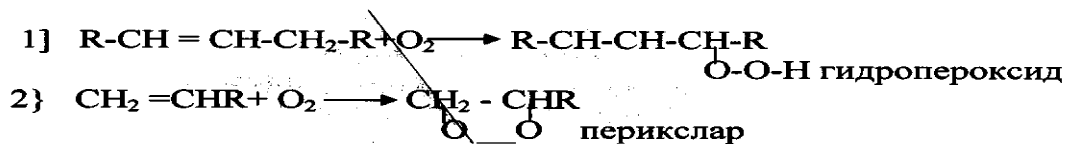
Регуляторлар ингибиторлардан фаркли улароқ занжир ўсишини тухтатиб керакли молекуляр массага эга бўлган полимер олишга ёрдам беради. Регуляторни қўлланиши натижасида занжирнинг ўзатилиш тезлиги ўсиш тезлигига яқин бўлади. Регулятор сифатида алифатик меркаптанлар қўлланилади.

Регулятор макромолекуладаги қўшбоғларга бирикиб тармоқли уч ўлчамли тузилишга эга бўлган полимерларни ҳосил бўлишига тусқинлик қилади натижада каучукнинг эластиклик ва пластиклик хоссалари ўзгармайди.

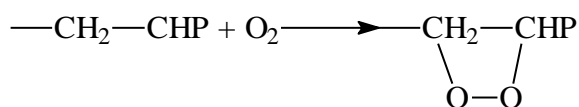
### Радикал полимерланишда кислород ва қўшимча моддаларнинг таъсири

Маълумки кислород радикал полимерланиш жараёнида муҳим рол ўйнайди. Кудалик мономерлар албатта ҳаво атмосферасидан маълум миқдордаги, кислородни ютади. Шу сабабдан мономерларга ютилган кислород радикал полимерланиш жараёнига ижобий ёки салбий таъсир кўрсатади, яъни реакция тезлигини оширади ёки секинлаштиради. Мономерларни ҳаводаги кислородни ютиши натижасида мономер билан кислород молекуласи ўзаро таъсир этишиб натижада гидропероксид ёки перикслар ҳосил бўлади.





Агарда ҳосил бўлган гидропероксидлар барқарор бўлса, мономернинг полимерланиш фаоллигини сусайтиради, беқарор бўлса реакция муҳитида эркин радикалларга парчаланиб, полимерланиш жараёни тезлаштиради. Кислород молекуласи билан ўсаётган радикалларнинг реакция муҳитида ўзаро таъсиридан пероксид радикаллар ҳосил бўлади.



Айрим ҳолларда перикс радикаллари ўзаро бирикиб, занжирни усиши тўхтади натижада паст молекуляр массали полимерлар ҳосил бўлади.

Кислород таъсирида, кўпчилик мономерларнинг полимерланиш жараёни секинлик билан бошланиб, кейинчалик индуктив вақт оралиғи ўтгандан сўнг, жараёни тезлиги кескин ортада, бу ҳолат пероксид радикалларининг фаол марказларини ҳосил қилиб жараёни тезлашганлигини кўрсатади. Масалан бу ходиса винилхлорид, акрил кислотасининг ҳосилалари, стирол ва бошқа мономерлада кўзатилади.

Шундай қилиб, мономер таркибида учрайдиган қўшимча моддалар полимерланиш жараёни секинлаштириши ёки бутунлай тўхтадиб қўйиши мумкин. Шунинг учун мономерлар қўшимча моддалардан тозаланиши лозим.

### Радикал полимерланишда молекуляр массавий тақсимланиш

Молекуляр полимерланишда молекуляр массавий тақсимланиш мураккаб кўринишда бўлади. Юқори молекулали бирикмаларнинг олиниш усулига қараб, макромолекуладаги бўғинлар сони ва полимерланиш даражаси бир-биридан фарқ қилади, шунинг учун уларнинг узунлиги ва молекуляр массаси турлича бўлади. Полимерларга хос бу хусусият полидесперслик деб айтилади. Шу сабабдан полимерлар учун муҳим катталиқ ўртача қийматга эга бўлиб, ўртача молекуляр масса билан ифодаланади. Ўртача молекуляр массалари бир хил бўлган полимерларда ҳам полидесперслик ҳар хил бўлиши ва бир-биридан кескин фарқ қилиши мумкин. Бу фарқни миқдорий жиҳатдан характерлаш учун иккинчи муҳим катталиқ молекуляр массавий тақсимланиш тушунчаси киритилган. Полимерларда алоҳида олиган макромолекулаларнинг массаси бир-биридан қанчалик кескин фарқ қилса, полидесперслик шунчалик юқори ва полимерлар кенг чегарадаги молекуляр массавий тақсимланишга эга бўлади.

### Ўз-ўзини назорат саволлар.

1. Франк-Рабинович эффекти.
2. Бензоил пероксидни радикалларга айланиш механизми.
3. Инициаторларни мономерларга таъсири ҳақида мисоллар келтиринг.
4. Инициаторларга саноатда қандай талаблар қўйилади.
5. Радикал полимерланишда иссиқликнинг таъсири.
6. Радикал полимерланишда эритувчининг таъсири.
7. Радикал полимерланишда босимнинг таъсири.
8. Радикал полимерланишда мономерлар концентрациясининг таъсири.
9. Радикал полимерланишда ингибиторлар ва регуляторларнинг таъсири.
10. Радикал полимерланишда кислород ва қўшимча молдаларнинг таъсири.
11. Радикал полимерланишда молекуляр массавий тақсимланиш.

### Адабиётлар рўйхати.

1. Х.Р.Рустамов. Физик кимё. Т., Ўзбекистон нашриёти 2000 йил. 487 бет.
2. Мусаев У.Н. ва бошқалар. Полимерлар кимёсидан практикум. Тошкент. Университет. 2000. 350 бет.
3. Асқаров М.А., Ёриев О., Ёдгоров Н. Полимерлар физикаси ва кимёси. Тошкент. Ўқитувчи. 1983. 250 бет.
4. А.М. Шур. Высокомолекулярные соединения. Москва. Высшая школа. 1981. 625 с.
5. А.АЮгрехиев. Высокомолекулярные соединения. Москва. Высшая школа. 1965. 550с.
6. Н. Зилберман и др. Примери и задачи по химии Высокомолекулярных соединений. Москва. Высшая школа. 1999 -200с

## 4-Мавзу Ион полимерланиш ва полимерларнинг бошқа турлари (4 соат)

Режа:

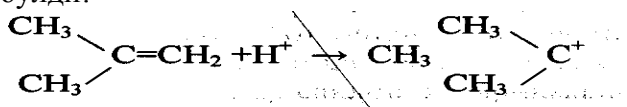
1. Ион полимерланиш
2. Жараён кинетикаси
3. Жараённинг асосий босқичлари

### Иборали ва таянч сузлар:

Изоцианатлар, диизоцианатлар, карбонил карбоанион, миграция, цикллар, босқичли ва занжирли механизмлар.

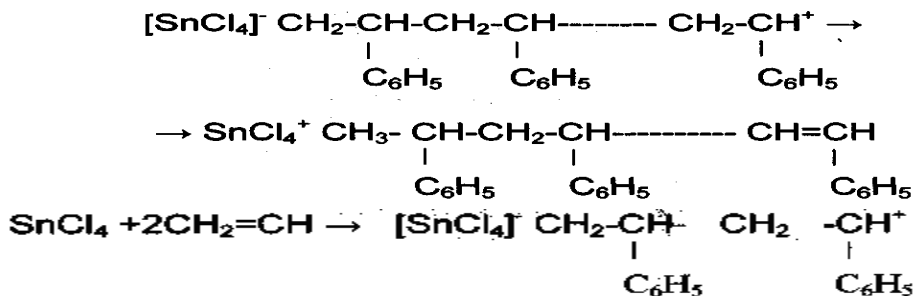
Ионли полимерланишда фаол марказ вазифасини занжир учудаги ионлар бажаради ва қарама-қарши ион билан ион жуфтани ҳосил қилади. Ионли полимерланиш катализаторлар иштирокида боради. Катализаторларнинг инициаторлардан фарқи шундаки, улар полимерланиш жараёнида сарф бўлмайдилар ва ҳосил бўлаётган полимер таркибига кирмайдилар. Ионли полимерланиш катион, ёки анион ҳосил бўлиши билан боради. Шунинг учун уни катионли ва анионли полимерланишга ажратилади. Ион полимерланишга  $C=C$ ,  $C=O$ ,  $C$  боғлар сақловчи бирикмалар ва гетеро халқали бирикмалар учрайди.

Катионли полимерланиш кислоталар ва Фридель-Крафтс катализаторлари ( $AlCl_3$ ,  $BF_3$ , ва х.к.) иштирокида боради. Бундай катализаторлар электронларнинг кучли акцепторлари ҳисобланади, мономерларни катионли полимерланишга киришиши учун электрондонор хусусиятига эга бўлиши керак. Катионли полимерланишни биринчи булиб, 1877 йилда Бутлеровкузатган эди: у сульфат кислота иштирокида изобутиленни полимерлашга муваффақ бўлди:

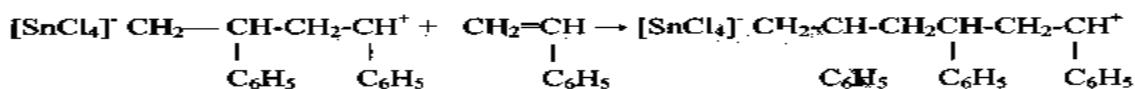


Бунда ҳосил бўлган карбоний катионли полимерланиш учун фаол марказ бўлиб ҳисобланади.

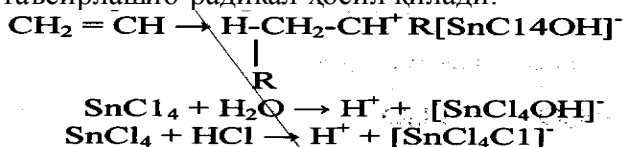
Катионли полимерланиш механизмини стиролнинг таъсирида полимерланиш мисолида кўриб чиқайлик фаол марказининг пайдо бўлиши: Занжирнинг узилиши:



Занжирнинг ўсиши;



Ионли полимерланишда занжирнинг узилиши мономолекуляр механизм буйича содир бўлади. Люис кислоталари таъсирида борадиган катионли полимерланишда катализаторлар: сув, протонли кислоталар, спиртлар, эфирлар ва х.к. катта рол ўйнайдилар. Бунда катализаторлар билан сокатализаторларнинг комплекси ҳосил бўлади. Комплекс мономер билан узаро таъсирлашиб радикал ҳосил қилади.



Катионли полимерланишда ҳрсил булаётган полимернинг молекуляр массасини камайтирувчи занжирнинг узатилиш реакцияси ҳам содир бўлиши мумкин. Бу ўсаётган макро иондан протоннинг қандайдир бошқа заррачага кучиши натижасида амалга ошади. Мономер ва эритувчи молекулалари ёки анион (X) вазифасини бажариши мумкин. Катионли полимерланиш тезлигига эритувчининг табиати кучли таъсир кўрсатади. Эритувчининг диелектрик таомийлиги ортиши билан катионли полимерланиш тезлиги ортади. Бунинг сабаби шундаки, кўпинча катионли полимерланишининг умумий активланиш энергияси манфий қийматга эга бўлади.

$$E = E_{ин} + E_{ус} - E_{уз}$$

Занжир усишининг фаолланиш энергияси  $E_{ус}$  нинг қиймати 5 ккал / молдан 10 ккал/молгача узариши мумкин.

Элементар реакциялар тезликлари қўйидаги тенгламалар билан ифодаланади:

Фаол мшжазнинг ҳрсил булиши:  $U_{ин} = K_{ин}[M][K]$

Занжирнинг усиши:  $U_{ус} = K_p[M]^{-M^+п}$

Занжирнинг узилиши:  $U_{уз} = k[-M^+х п]$

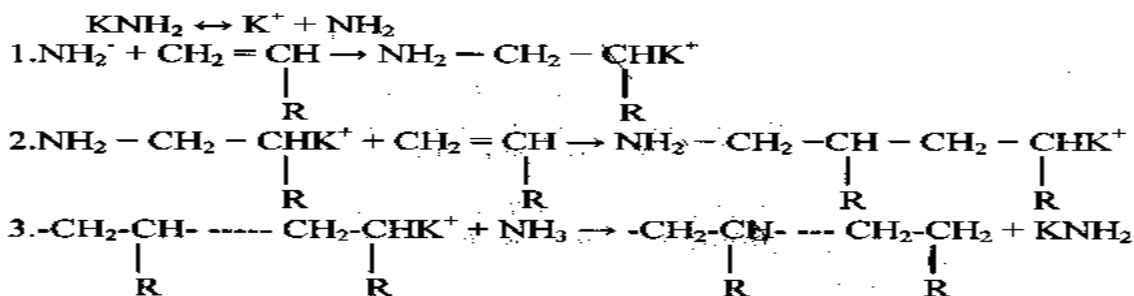
Бу ерда  $[-M^+п]$ -фаол марказнинг концентрацияси,  $[K]$ -катализаторнинг концентрацияси,  $[M]$  -мономернинг концентрацияси. Полимерланиш даражаси ( $\bar{P}$ ) билан мономер, коццентрацияси орасида қўйидагича боғланиш маълум:

$$\bar{P} = \frac{V_{ус}}{V_{уз}} = \frac{K_{ус}[M][M^+]}{K_{уз}[-M^+х п]}; \quad \bar{P} = K'[M]$$

Демак, катионли полимерланишда маҳсулотнинг полимерланиш даражаси катализаторнинг концентрациясига боғлиқ эмас.

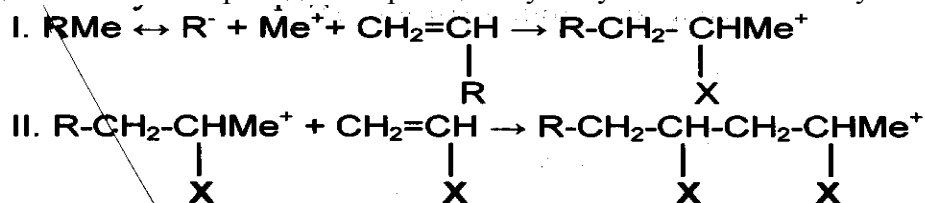
Анионли полимерланиш электрон донор хусусиятига эга бўлган катализаторлар ишгирокида боради. Табиийки, бунда мономер электроноакцептор булиши керак. Ишқорий металллар ва уларнинг амидлари, металл- органик бирикмалар ҳамда уларнинг эритмалари анион полимерланишда катализатор вазифасини утайди.

Амидлар таъсиридаги полимерланиш механизмини қўйидаги схема билан ифодалаш мумкин



Реакция аммиаки эритмада, олиб борилгани учун занжирнинг узилиши эритувчи молекуласига узатилиши оркали амалга ошади.

Анионли полимерланиш металлорганик бирикмалар ишгирокида қўйидаги схема буйича боради: Металл ишгирокида ҳам реакция шунга ўхшаш механизм буйича боради.

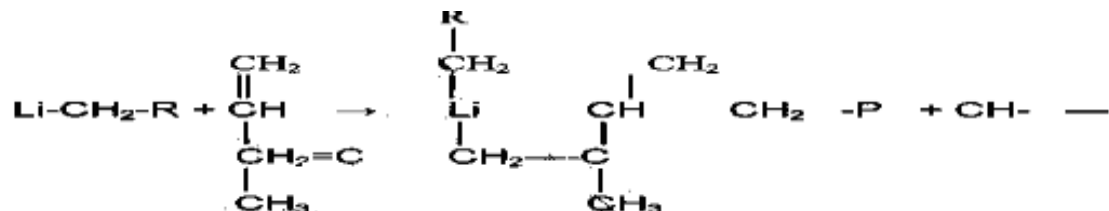


Баъзи ҳолларда анион полимерланишида занжирнинг узилиши ва узатилиши кузатилмайди. Мономернинг ҳаммаси сарфланиб тугагандан кейин ҳам реакция муҳитда

фаол марказлар сақланиб қолади. Мономер қўшилганда занжирнинг ўсиши давом этади. Шунинг учун бундай фаол марказлар "тирик занжирлар" ёки "тирик" полимерланиш деб аталади.

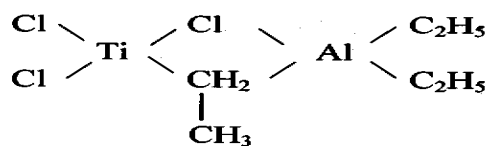
Ион полимерланиш радикал полимерланишга ухшаш занжир реакциялардан иборат булиб, фақат ўсаётган занжир учидagi радикал ўрнида катион ёки анион бўлиш билан фарқланади. Фаолланиш энергияси радикал полимерланиш жараёнида (94 кДжол/мол) ташкил қилса ион полимерланишда эса фаулсимон жрияси (63 кДжол/мол) кичик қийматга эга бўлиши билан фарқланади.

Металлорганик бирикмалар таъсиридаги полимерланишда металл билан мономер координацион боғлар орқали бирикиб, комплекс ҳосил қилиши мумкин. Масалан:



Бундай комплекс таъсирида борадиган полимерланишни анион-координацион полимерланиш дейилади.

Циглер-Натта комплекс катализаторлари ишгирокида борадиган анион-координацион полимерланиш кенг тарқалган. Циглер-Натта катализаторлари таркибига 1-3 группа металлларининг металлоргадшк бирикмалари ва ИВ-ВИИ группа металлларининг хлоридлари қиради. Масалан:  $\text{Al}(\text{C}_2\text{H}_5)_3$  ва  $\text{TiCl}_3$  асосидаги катализаторлар қўйидаги структурага эга:



Комплекснинг металл-углерод боғини орасига мономер кириши натижасида фаол марказ ҳосил булади:

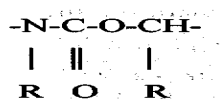
Бу катализаторлар ишгирокида стереорегуляр полимерлар ҳосил булгани учун бундай полимерланиш стереорегуляр полимерланиш деб ҳам аталади.

### Полимерларнинг бошқа турлари

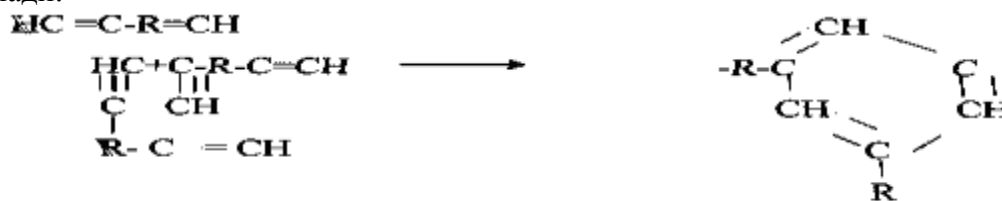
Учламчи боғ сакловчи мономерлар, карбонил ва изоцианатларни полимерланиши таркибида учламчи боғи булган мономерларнинг полимерланиши, винил радикали X булган мономерларга нисбатан кам урганган Уларнинг тузилиши ва молекуляр массасини аниқлаш мунозарали булиб, улар ҳақида олиб борилган илмий татқиқотлар молекуляр бирикма массасини юқори эмаслигини кўрсатади. Масалан: ацетиленни полимерлаш учун алюминий комплексининг геюгандаги эритмасидан  $20^\circ$  хароратда атмосфера босимида утказилса, молекуляр массаси 10 минг атрофида кристалл поливинилден олинади.

Нитрил комплексини полимерлаш  $200^\circ$  дан юқори хароратда Лиоис кислоталари катион сокатализаторлари ишгирокида олиб борилса, рангли  $(-\text{C}=\text{K}-)_x$ , молекуляр массаси бир неча минга яқин полимер олинади.

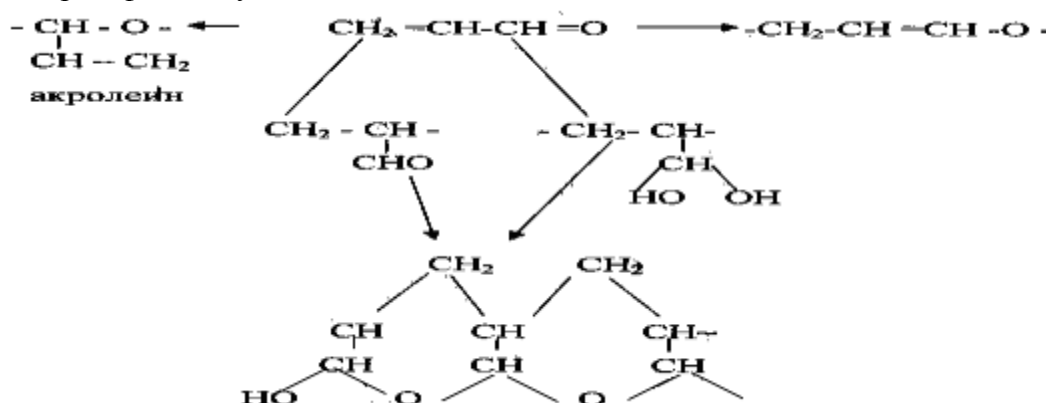
Изоцианатлар. Изоцианатлар металметақрилат, акрелонитрил, диенлар органик оксидлар билан осон сополимерланади. Агарда сомономер сифатида алдегидлар кулланилса, уретан тузилишга эга полимер ҳосил булади.



Коболт ва никелнинг комплекс бирикмаларини диацетилен билан узаро таъсири натижасида турсимон полимер хосил булади, яъни полициклотримерланиш реакцияси содир булади.



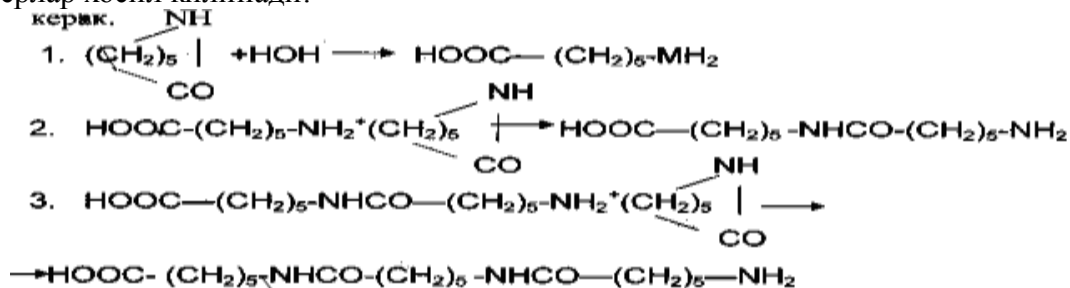
Карбон бирикмаларини полимерланиши паст (манфий) хароратда содир бўлиб, гурухининг C = O кутбланиш юкори бўлганлиги учун у юкори кимёвий фаолликка эга. У масалан: Акролеиннинг радикал ва ион иницаторлари иштирокида полимерланганда полимерланиш реакцияси C = O, C = C боғлари бўйича бориши аниқланган ва сокатализатор сифатида сув ишлатилган.



Молекулаларо боғланиш натижасида нарвон ва тунсимон тузилишга эга бўлган полимерлар синтез қилинади. Карбонил гурухлар аниқ бир шароитда алдегид бирикмалар каби реакцияга киришади.

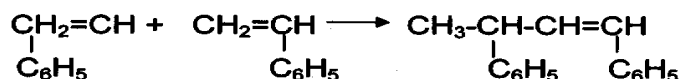
Капролактамдан поликапролактам хосил қилиш реакцияси ҳам босқичли полимерланишга мисол бўла олиши мумкин. Бу реакцияни бошланиши учун ҳам капролактамга озроқ сув қўшилади. Демак, босқичли полимерланиш реакцияси бошланиши учун карбоксил ва аминогурухлари хосил бўлиши

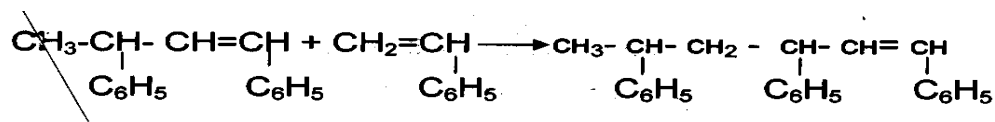
Бу реакцияни ОН гурухини силжиши билан ҳам ёзилиши мумкин. Куп атомли спиртлар билан диазоцианидлардан ҳам босқичли полимерланиш механизми бўйича полимерлар хосил қилинади:



Бунда глицериндаги ОН- гурухининг водороди диазоцианат молекуласидаги туйинмаган азот атомига утади. Кислороднинг бўш қолган боғи эса карбоксил гурухи билан бирикади.

Босқичли полимерланиш механизми бўйича винил мономерлари полимерланиши амалга ошиши мумкин. Масалан, стирол ёки изобутиленни полимерланишини шундай ёзиш мумкин.



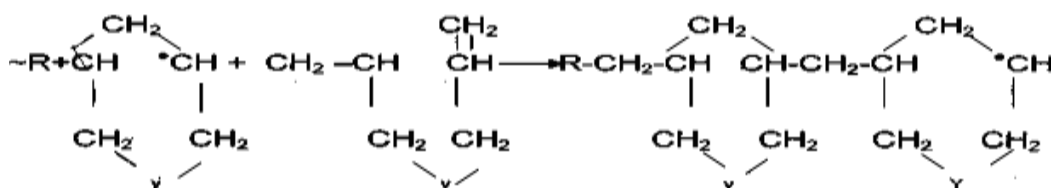


### Циклик полимерланиш

Таркибида икки қушбоғ тугган мономерларнинг молекулалараро таъсири натижасида халқали макромолекулалар ҳосил қилиб полимерланиши циклик ёки ёпик занжирли полимерланиш дейилади.

Ёпик халқали полимерланиш узининг характериға кура икки хил тарзда занжирли ёки босқичли механизм бўйича содир булиши мумкин. Энг куп тарқалган ёпик; халқали полимерланиш турларидан бири ички ва молекулалараро таъсир натижасида молекуласи зуриқишға учрамаган ёпик занжирли диен органик бирикмаларнинг полимерланишидир. Масалан, радикал инциаторлар таъсирида пентадиеннинг 1,6 ва 2,5 ҳосилаларининг полимешаниши натижасида макромолекуланинг асосий занжирида 5 аъзоли алифатак ёпик; бугинлардан иборат полимерлар ҳосил бўлади.

Полимерланиш жараёнининг механизми қўйидагича тавсифланади. Актив марказ тугган усаётган занжирнинг учи эркин радикалнинг биомолекулар таъсири натижасида диен молекуласининг қўшбоғларидан бири билан бирикадиган галогенланган углерод атомининг ички молекуляр ўзаро таъсири ҳосил бўлган ёпик халқали фаол марказ мономер молекулалари билан бирикиб занжирнинг қайта ўсишини бошлаб беради.



Мономерларнинг циклик полимерланиши натижасида, макромолекула занжирида ёпик халқанинг ҳосил бўлиши мономернинг табиатиға, тузилишиға ҳамда полимерланиш жараёнининг шарт-шароитиға боғлиқ бўлади. Ёпик занжирли полимерланишнинг асосий хусусиятларидан бири шундаки, бу усул ёрдамида юқори узига хос хоссаларға эға бўлган камёб, карбо-ҳамда гетеро занжирли полимерлар, сополимерлар олинади. Масалан, акрил ва метаакрил ангидрид, малеин ангидрид билан дивинил эфирини сополимери винилацетат билан дивинилацетат билан ёпик халқали сополимер олинади. Ёпик халқали полимерлашнинг тузилишини ўрганиш учун уларни калийперхлорат билан купораси юқори ҳароратда қиздирилади, ҳосил бўлган ароматик углевородлар ҳосиласини ажратиб олиб, дастлабки бирикмаларнинг таркиби ва тузилиши ИК, ЯМР. УФ стереоскопик усуллар билан ўзаро солиштириб аниқланади.

### Ўз-ўзини назорат саволлар.

1. Учламчи боғ сақловчи мономерларға мисоллар келтиринг.
2. Учламчи боғларни қайси электронлар ҳосил қилади.
3. Карбонил гуруҳлар сақдовчи мономерларға мисоллар) келтиринг.
4. Босқичли полимерланиш механизмини тушунтиринг.
5. Босқичли полимерланиш реакциясига мисоллар келтиринг.
6. Циклик полимерланиш нима.
7. Циклик полимерланиш механизмини тушунтиринг.
8. Ёпик халқанинг ҳосил бўлиши Мономерларнинг қандай хусусиятиға боғлиқ
9. Ёпик, халқали сополимерлар олишға мисоллар келтиринг.
10. Гетрохалқали полимерлар таркибида қандай ноорганик атомлар бор.

### Адабиётлар рўйхати

1. Х.Р.Рустамов. Физик кимё. Т., Ўзбекистан нашриёти 2000 йил. 487 бет.
2. Мусаев У.Н. ва бошқалар. Полимерлар кимёсидан практикум. Ташкент. Университет. 2000. 350 бет.
3. Аскарлов М.А., Ёриев О., Ёдгоров Н. Полимерлар физикаси ва кимёси. Тошкент, Ўқитувчи. 1083. 250 бет.
4. А.М. Шур. Высокмолекулярные соединения. Москва. Высшая школа. 1981.625 с.
5. А.А.Стрепехиев. Высокмолекулярные соединения. ;Москва. Высшая школа. 1965. 550с
6. В.В.Коршчак. Высокмолекулярные соединения. Москва. Высшая школа. 1974. А16, №5, 926 с.



## 5-Мавзу: Поликонденсатланиш реакцияларининг ўзига хос жихатлари

### Режа:

1. Поликонденсацияланиш реакциялари.
2. Поликонденсацияланиш реакцияси кинетикаси
3. Гомо ва гетерополиконденсация реакциялари

### Иборали ва таянч сузлар:

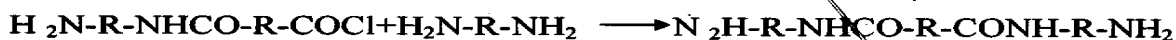
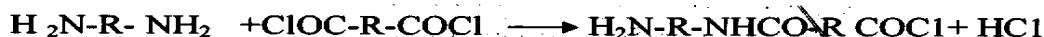
Поликондецатлаш, функционал гурухлар, гомополиконденсатлаш, гетрополикондецатлаш поликонденсатлаш термодинамикаси, полимерланиш даража-синтезлик константаси

### 1. Поликонденсатланиш реакциялари

Поликонденсатланиш реакцияси деб таркибида икки ёки ундан куп функционал гурухи булган мономерларнинг бир-бири билан таъсирланиши ёки полимернинг реакцион қобилиятли гурухлари билан таъсирланиши, хдмда хосш булган полимерлар макромолекулаларини узаро таъсирланиши натижасида юкори молекуляр моддалар хосил булишига айтилади. Поликонденсатланиш натижасида макршолокулаларни хосил булиши учун органик кимё фанидан маълум булган Хохлаган конденсатланиш ёки бирикиш реакциясидан фойдаланиш мумкин. Лекин бундай реакцияларда мономерларда турли хил ёки бир хил камида икки функционал гурухи булиши керак. Одатда конденсатланиш реакциялари натижасида полимер билан куии молекуляр моддалар хдм (сув, спирт аммиак, водород хлорид ва \*к.) ажралиб чиқади. Мисол тариқасида полиэтерификацияланиш реакцияларини курайлик:



Бу реакция натижасида оксикислрталарни узаро таъсирлашиши натижасида сув молекуласи ажралиб чиқади ва реакцияда давомида полиэфир хосил булади. Худди шундай хиаминлар билан икки асосли кислоталарнинг бихлорангидридлари реакцияга кириши натижасида хосил булади:



Бу реакцияларда полимерланиш реакцияларидан фаркли уларок хрсилх булган полимерларнинг булимларг мономерларнинг тузилишидан фарк килади.

Поликонденсатланишнинг иккала хрлида хам реакция натижасида хосил булган макромолекулаларнинг четки кисмларида функционал булади ва улар занжирни усишига крдирдир. Поликонденсатданиш реакциясининг хар бир боскичидаги моддалар карорли булиб уларни ажратиб олиш мумкин. Бу хусусият поликонденсатланиш реакциясининг полимерланишдан асосий фарқларидан би риди.

2. Поликонденсатланишнинг турлари. Гомополконденсациялаш. Гетрополиконденсациялаш. Сополиконденсациялаш поликонденсатлаеишга факат

бифункционал гурухли мономерлар катнашса реакция натижасида чизиксимон тузилиши полимер хосил булади. Бундай поликонденсатлашга чизикли поликонденсатлаш дейилади. Юқорида келтирилган полиэфирлар ва полиамидлар олиш реакциялари мисол бўла олади.

б) иккидан ортиқ функционал гурухли мономерларни поликонденсатцияланиши натижасида шрокланган полимер хосил булади. Бундай реакцияларга фазовий поликонденсатланиш дейилади.

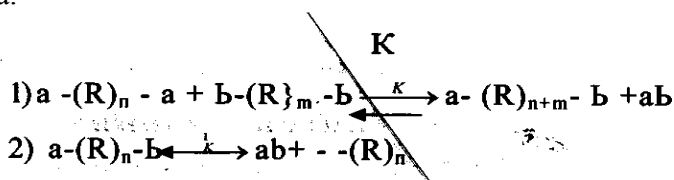
Масалан: глицерин билан фтал кислотасининг поликонденсатланиши натижасида турсимон курунишга эга булган модда хосил булади;

в) поликонденсацияга энг камида икки функционал гурух, тугган битта мономер учраса бундай реакцияга гомополиконденсатланиш дейилади. Масалан: г) таркибидан функционал гурух тугган энг камида икки мономер бир-бири билан узаро таъсирлашиб полимер хосил қилса бундай реакцияга

д) икки ва ундан кўп бир турли мономерлар поликонденсатланса бу реакцияга сополшконденсатланиш дейилади. Масалан: аминакапрон кислотаси билан аминакапрон кислотасини узаро реакциялари:

### 6.3. Поликонденсатлашнинг термодинамикаси

Поликонденсатланиш реакцияси давомида икки хил мувозанатга еришиш мумкин: 1) хосил булган куймолекуляр модда билан полимер орасида, Полимер билан хосил булган циклик бирикма орасида.



К<sub>1</sub> ва К<sub>2</sub> -лар мувозанат константалари. 1С-чизиксимон модда билан циклик бирикмаларнинг термодинамик потенциалларини фаркига боғлиқ.

$$\Delta G^0 = \Delta H^0 - T \Delta S^0 = -RT \ln K'$$

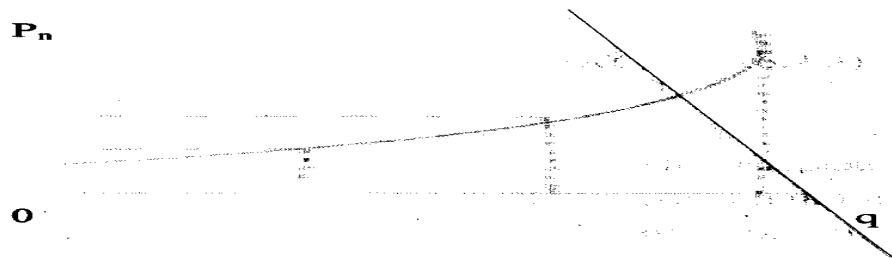
ΔG<sup>0</sup>, ΔH<sup>0</sup> ва ΔS<sup>0</sup> лар термодинамик потенциал, полимерни хосил бўлиши эса бимолекуляр реакцияни турига киради.

Шунинг учун концентрация камайганда циклик бирикманинг хосил бўлиши кучаяди. Концентрацияни кўпайтириш эса чизиксимон полимери хосил бўлиш имкониятини оширади. К<sub>1</sub> ни кийматига қараб поликонденсатланиш мувозанатли ва мувозанатсиз поликонденсатланиш реакцияларига бўлинади. Одатда К<sub>1</sub> = 10-100 гача кийматларга эга бўлса полимернинг молекуляр массаси ва реакциянинг унуми мувозанатдаги мономернинг концентрациясига боғлиқ, чулади. Бундай реакциялар мувозанатли ёки қайтар поликонденсатланиш дейилади. Агар К<sub>1</sub> > 1000 бўлса поликонденсатланиш реакцияси мувозанатсиз ёки қайтмас реакция булади. Масалан, дихлорангидридларнинг диаминлар билан поликонденсатланишида К<sub>1</sub> > 10<sup>15</sup>; қайтар поликонденсатланишда хосил булган куй молекуляр модда билан полимер орасида жуда тез мувозанат хосил булади. Шунинг учун қайтар поликонденсатланишда полимери унумини кўпайтириш учун хосил бўлаётган куй молекуляр моддани реакция мухитдан чиқариб турилади.

### Поликонденсатланиш кинетикаси

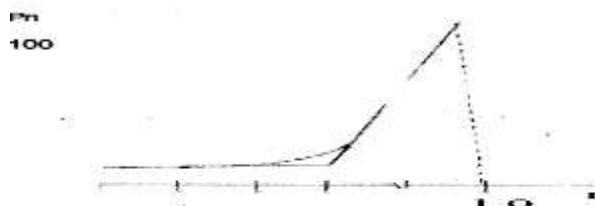
а) чизиксимон поликонденсатланишда реакциянинг тезлиги сарф бўлаётган компонентларнинг бирортасини концентрациясига боғлиқ булади.

$$P_n = \frac{C_0}{C} = \frac{1}{1-q} = 1 + KC_0T \quad (6.4.3)$$



у ифодадан куришиб турибдики  $P_n$  реакция давомида ортиб бориши маълум булди.

$$P_n = \frac{1+r}{1+r-2rq} \quad (6.4.4)$$



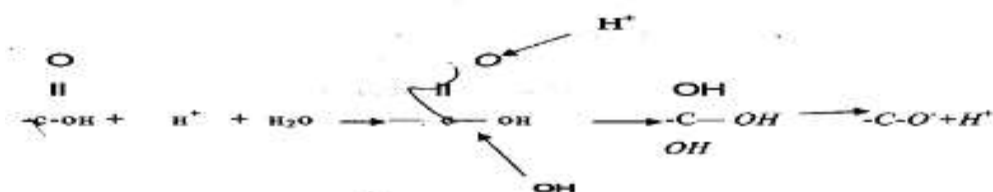
6.4.2.-расм. Полимернинг молекулар массасини боғликлиги

6.4.2. расмда полимернинг молекулар массасини  $r$  ни кийматига боғликлиги курсатилган. Расмдан куришиб турибдики, факат  $Ca=C$  га яқинлашгандагина молекулар масса тез орта бошлайди.

### 6.5. Поликонденсатланиш тезлиги ва полимер молекулар массасига хароратнинг таъсири.

Поликонденсатланиш реакциясининг иссиқлик эффекти (8-10 кал) кичик булганиучун, реакция харорати полимернинг молекулар массасига кам таъсир кияди. Лекин харорат оширилиши системани паст темпеатурада эришиш мум-кин булмаган мувозанат ҳолатига келишини тезлаштиради. харошт оширилганда реакцияда ажралиб чиқаётган куйимолекулар моддаларни юқотиш осон булади, бу эса поликонденсация мувозанатини юқоримолекулар моддалар ҳосил булиш томонига силжишига олибкселади. Лекин бу хароратни специфик таъсири натижаси эмас. Бундай эффектга реакция аралашмага инерг газ юбориш, вакуум ҳосил килипгеа х.к. оркали ҳам эришиш мумкин. Бирок харорат оширилганда киска вақт ичида энг юқори полимерланиш даражасига эришилади. Амалда реакция бошида мувозанат ҳолатига тезроқ эришиш учун поликонденсатланиш юқорирок хароратда олиб борилади, кейин эса полимернинг молекулар массасини ошириш учун реакция аралашма бирмунча совутилади. Амалда поликонденсатланиш реакцияси тезлигини ошириш учун катализаторлардан ҳам фойдаланилади. Купчилик ҳолларда (минерал кислоталар, нордон тузлар, органик сулфоқислоталар, ишқорлар, металлларнинг галогенидлари оддий конденсатланиш реакцияларига қандаи катиизаторлик қилса,

полнконденгатланишда ҳам шундай вазифани утайди. Масалан, полиетерификация реакциясида кучли кислоталар,  $COOH$  гуруҳни протонлаб актив ҳолатга келтиради:



Циклик бирикмаларнинг полимерланишига ухшаш полимерларни циклик структурага катализатор имкон яратади. Температуранинг ортиши мувозанат ҳолатига ва мувозанатдаги

полимер молекуляр массасига таъсир қилмайди, балки системанинг мувозанатга келишчани тезлаштиради.

#### **Ўз-ўзини назорат саволлар**

1. Поликонденсатлаш реакциясининг юналиши қандай мезонларга боғлиқ.
2. Поликонденсатланиш термодинамикаси нима.
3. Поликонденсатланиш кинетикаси нима.
4. Поликонденсатланиш Реакция мономерларнинг концентрациясига боғлиқлик тенгламаси.
5. Полимерланиш даражасини реакцияни ортиш даражасига боғлиқлиги.
6. Полимернинг молекуляр массасини полимерланиш даражасига боғлиқлиги.
7. Полимерланиш тезлиги ва полимер молекуляр массасига ҳароратнинг таъсири.

#### **Адабиётлар рўйхати.**

1. А.М. Шур. Высокомолекулярные соединения. Москва. Высшая школа. 1981. 625 с.
1. Мусаев У.Н. ва бошқалар. Полимерлар кимёсидан практикum. Тошкент. Университет, 2000. 350 бет.
2. Аскарлов М.А., Ёриев О. Ёдгоров Н. Полимерлар физикаси ва кимёси. Тошкент. Уқитувчи. 1983. 250 бет.
3. А.А.Стрепехиев. Высокомолекулярные соединения. Москва. Высшая школа. 1965. 550с.

## КЎЧМА МАШҒУЛОТЛАР

Кўчма машғулотлар Ўзбекистон Республикасининг энг илғор илмий йўналишлар бўйича ишлайдиган илмий текшириш институтларида олиб борилади. Булар: Кембридж университети ишгирокидаги Ўзбекистон миллий университети қошида ташкил этилган Юқори технологиялар маркази ва Ўзбекистон Кимё-фармацевтика илмий тадқиқот институти.

**1. Юқори технологиялар маркази.** Ўзбекистон миллий университети қошидаги Кембридж университети билан ҳамкорликда ташкил этилган илмий тадқиқот институти. Институт замонавий физик-кимёвий анализлар учун жихозлар билан таъминланган. Синтез ва технологияларни тадқиқот ва анализларини юқори даражада ўтказиш шароитлари мавжуд.

**2. А.Султонов номли Ўзбекистон кимё-фармацевтика илмий тадқиқот институти нефт ва газ йўналишига олиб борилаётган илмий ишлар ҳақида маълумот**

Институт таркибида 11 та лаборатория мавжуд бўлиб 3 таси нефт ва газ маҳсулотлари сифат кўрсаткичларини оширишни ўрганишга оид:

**1. Гидротозалаш катализаторлари технологиялари ва экологик муаммолар лабораторияси**

Лабораторияда катализаторлани синтезлаш ва ўрганиш учун, ёқилғи, газ ва мой маҳсулотларини сифатини тахлиллаш учун етарлича шароитлар мавжуд. Бугунги кунга қадар лаборатория ходимлари томонидан нефт ва газ маҳсулотларини сифат кўрсаткичларини оширувчи бир қатор катализатор партиялари ишлаб чиқилиб саноат корхоналарига жорий этилган.

- ФЗС- мойларни гидротозалаш катализатори химоя қатлам форконтакти

- КФЦ- дизел ёқилғисини гидротозалаш катализатори химоя қатлам форконтакти

- АНМ 2/3 – мойларни гидродеароматизация қилиш катализаторлари

- Ёқилғи, газ ва мойларни гидротозалаш, гидротўйинтириш, гидрирлаш катализаторлари ва бошқалар.

Қилинган ишлар бўйича техник шартлар тасдиқланиб, патентлар олинган

**2. Органик синтезлар учун сорбентлар ва катализаторлар технологияси лабораторияси**

Лабораторияда илмий тадқиқот ишлари учун барча шароитлар мавжуд. Бугунги кунга қадар лаборатория ходимлари томонидан газ маҳсулотларини сифат кўрсаткичларини оширувчи газларни қайта ишлашда ишлатиладиган сорбентларни тадқиқ қилиш билан шуғулланади. Қилинган ишлар:

- Ишлатилган фаоллаштирилган кўмирларни қайта тиклаб саноатга жорий қилинган

- Цеолитларни регенираци қилиб пропан-бутан аралашмаларини қуриштириш ташкиллаштирилган

- Газларни олтингурутсизлантиришда ишлатиладиган аминларни жараён давомида кўпикланишини ва сифатини бузилишини олдини олиш бўйича технология ишлаб чиқилган. ва бошқалар.

Қилинган ишлар бўйича техник шартлар тасдиқланиб, патентлар олинган.

**3. Нефтни оғир фракцияларини крекинглаш катализаторлари ва жараёнлари лабораторияси**

Лабораторияда катализаторлани синтезлаш ва ўрганиш учун, ёқилғи, газ ва мой маҳсулотларини сифатини тахлиллаш учун етарлича шароитлар мавжуд. Бугунги кунга қадар лаборатория ходимлари томонидан нефтни оғир фракцияларини крекинглаб олинган маҳсулотларини ҳажмини ошириш бўйича бир қатор катализатор партиялари ишлаб чиқилиб саноат корхоналарига жорий этилган.

- Мазугни каталитик крекинг қилиш катализаторлари ва технологияси.

- Нефтни оғир маҳсулотларини гидрокрекин қилиш катализаторлари ва технологияси

- Термик крекинг жараёнларини такомиллаштириш ва жараённи юмшатиш. ва бошқалар.

Малака оширишга тайинланган ўқитувчиларни қуйдаги ташкилотларда қўшимча малака ошириши таклиф этилади:

**- Нефт ва газни қайта ишлаш заводлари**

Чиноз мини НҚИЗ. (Тошкент)

Хонабоддаги мини цехлар (Тошкент)

“Bobur OIL” МЧЖ (Тошкент)

“UzPrista” ҚК (Фарғона)

«Ремко» ҚК

Фағона НҚИЗ

Бухоро НҚИЗ

Жарқўрғон ОНҚИЗ

Шуртаннефтегаз МЧЖ

Шуртан ГКМ

Муборак МЧЖ

Устюрт ГКМ

Модуль бўйича белгиланган амалий ишлар юқорида кўрсатилган илмий текшириш институтларида олиб борилса ҳам бўлади.

## АМАЛИЙ МАШҒУЛОТЛАР

### АМАЛИЙ ИШИ № 1. СТИРОЛНИ МАССАДА ПОЛИМЕРЛАНИШ КИНЕТИКАСИ

#### Режа:

1. Стиролнинг полимеризацияси
2. Турли хил конентрацияларида полимерланиш тезлиги
3. Инициатор буйича реакциянинг тартибини топиш.

**Ишдан мақсад:** Стиролнинг инициаторни турли хил конентрацияларида полимерланиш тезлигини ўрганиш ва инициатор буйича реакциянинг тартибини топиш.

**Реактивлар:** Стирол, азо-бис-изо-бутиронитрил, гексан ёки петролей эфири, инерт газ.

**Жиҳозлар:** Рефрактометр, 20°C ва 70°C ли термостат, шлиф пробкали пробиркалар (3 та), бюкслар (3 та), 100 см<sup>3</sup> ли стаканлар (3 та), пипетка, узун игнали шприц, шпател, соат ойнаси.

**Ишнинг бажарилиши:** Учта шлифли пробиркага 15гр дан стирол қуйиб 0,2; 0,5; ва 1 % (Мономер оғирлигига нисбатан) инициатор қўшилади. Инициатор соат шишасида аналитик тарозида аниқлик билан тортиб олинади. Хосил қилинган эритмалар инерт газ билан 10 минут пуфлаб юборилади (тозаланган азот бўлса ҳам бўлади). Сўнгра пробиркалар оғзи беркитилиб, 70°C ли термостатга жойлаштирилади. Хар 10 минутда пробиркалардан шприц ёрдамида бироз эритма олиб рефрактометрда синдириш кўрсаткичи топилади. Олинган натижалар қуйидаги 1 - жадвалга ёзилади:

Жадвал – 1

Микдор, г		Инициатор, %	Вақт, мин	нд <sup>20</sup>	Полимер унуми	
Мономер	Инициатор				г	%

Полимер унумини рефрактометр ёрдамида аниқлаш, эритма синдириш кўрсаткичининг полимерланиш жараёнида (вақт бирлигида) ўзгаришига асосланган, чунки мономер ва полимер учун нд хар хил. Синдириш кўрсаткичи билан полимер унуми орасидаги боғлиқлик 2 - жадвалда келтирилган.

Жадвал – 2

Полимер унумининг		нд <sup>20</sup> —га боғлиқлиги	
нд <sup>20</sup>	полимер унуми, %	нд <sup>20</sup>	полимер унуми, %
1,5420	0	1,5500	16
1,5429	2	1,5504	17
1,5435	3	1,5508	18
1,5441	4	1,5511	19
1,5446	5	1,5515	20
1,5451	6	1,5518	21
1,5455	7	1,5520	22
1,5461	8	1,5523	23
1,5465	9	1,5525	24

1,5468	10	1,5528	25
1,5475	11	1,5531	26
1,5482	12	1,5534	27
1,5488	13	1,5537	28
1,5492	14	1,5540	29
1,5495	15	1,5543	30

Реакция тезлигини мол/л · сек да қуйидаги формуладан ҳисоблаб топилади:

$$V = \frac{X \cdot d_m \cdot 1000}{t \cdot M_m \cdot 60 \cdot 100};$$

бунда — X — полимер унуми, t — реакция вақти, M<sub>m</sub> — мономернинг молекуляр массаси, d<sub>m</sub> — мономернинг зичлиги.

Олинган натижалардан фойдаланиб lgV — lg[I] координаталарида график чизилиб, ҳосил бўлган тўғри чизиқнинг тgα дан реакциянинг инициатор бўйича тартиби топилади (lgV = lgK + nlg[I]).



## АМАЛИЙ ИШИ № 2. СТИРОЛ БИЛАН МЕТАКРИЛ КИСЛОТАСИНИ ТУРЛИ ЭРИТУВЧИЛАР ИШТИРОКИДА СОПОЛИМЕРЛАНИШИ

### Режа:

1. Полимерланиш жараёнида эритувчиларни ишлатиш
2. Эритувчи табиатининг сополимерланиш реакциясига таъсири

**Ишдан мақсад:** эритувчи табиатининг сополимерланиш реакциясига таъсирини ўрганиш.

**Реактивлар:** Стирол, метакрил кислотаси (ёки акрил кислотаси), диоксан, диметилформаид, пиридин, толуол, азобисизобутиронитрил, КОН нииг 0,1 н сиртли эритмаси, инерт газ.

**Жихозлар:** Термостат, шиф пробкали ампулалар (5 дона), қопқокли стакан (сиғими 100 см<sup>3</sup>), сиғими 100 см<sup>3</sup> лик кимёвий стаканлар (5 дона), Петри косачаси (5 дона), конуссимон колба (сигами 250 см<sup>3</sup>) (5 дона).

**Ишнинг бажарилиши:** 100 см<sup>3</sup> сиғимли стаканда 30 см<sup>3</sup> 2:1 моляр нисбатда тайёрланган стирол билан метакрил кислотаси (МАК)нинг аралашмаси қуйилади. Мономер аралашмасининг оғирлигига нисбатан 0,5 % миқдорда инициатор тортиб олиб, унга қўшилади. Инициатор эриб кетгандан сўнг 5 та ампулага шу эритмадан ташқари қолган ампулаларга 5 см<sup>3</sup> дан толуол, диоксан, диметилформаид ва пиридин қуйилади. Ампулалар инерт газ билан пуфлаб юборилади ва оғизлари беркитилиб 60°С ли термостатга ўрнатилади. Ампулалардаги эритмалар бироз қуюқлашгунча сополимерланиш реакциясини давом эттирилади. Сўнгра ампулалар совутилиб реакцион аралашмалардан бирма-бир алохида стаканларда хосил бўлган сополимер чўктириб олинади. Диоксан ва диметилформаидли эритмалар учун чўктирувчи қилиб сув олинади. Толуол ва пиридинли эритмаларга эса петролей эфири чўктирувчи қилиб олинади. Чўкмаларни ажратиб олинади, ювилади ва қуритилади. Қуритиш ишлари Петри косачаларида, оғирлиги ўзгармай қолгунча вакуумли шкафта олиб борилади. Хосил бўлган сополимерларда карбоксил гурухларининг миқдори ва ундан фойдаланиб сополимерларнинг таркиби топилади. Карбоксил гурухларининг миқдорини топиш учун сополимер диметилформаид (ДМФ)да эритилиб КОН нинг спиртдаги 0,1 М эритмаси билан титрланади:

$$\hat{E} \cdot \tilde{A} = \frac{(V_1 - V_2) \cdot f \cdot 0.0045 \cdot 100}{g};$$

бунда К.Г. — карбоксил гурухлар миқдори, %

V<sub>1</sub> ва V<sub>2</sub> — полимер эритмасини ва контрол эритмани титрлаш учун сарф бўлган ишқор эритмасининг миқдори, мл

f—0,1М КОН эритмаси коцентрациясининг тўғирлагич коэффициенти

г—полимернинг оғирлиги

Карбоксил гурухининг миқдоридан фойдаланиб МАК нинг полимердаги миқдори топилади:

$$X_2 = \frac{\alpha \cdot M_{i\hat{A}\hat{E}}}{\hat{i}_{\delta.\hat{a}}}$$

бунда — X<sub>2</sub> — МАК нинг сополимердаги миқдори, %

M<sub>МАК</sub> — МАК нинг молекуляр массаси

M<sub>Ф.Г.</sub> — функционал гурухнинг молекуляр массаси

Стиролнинг сополимердаги миқдори X<sub>1</sub> = 100 – X<sub>2</sub> дан топилади. Юқоридаги қайд этилган мономерларнинг дастлабки аралашмадаги миқдоридан ва МАК нинг сополимер таркибидаги миқдоридан фойдаланиб M<sub>1</sub>, M<sub>2</sub>, m<sub>1</sub>, m<sub>2</sub> яъни дастлабки аралашмадаги

мономерларнинг моляр қисми ва сополимер таркибидаги мономер звеноларнинг моляр қисмлари ҳисобланиб жадвалга ёзилади.

$M_1$  ва  $M_2$  ларни концентрациясини моляр қисмга ўтказиш учун реакцияга олинган ҳажмий нисбатларни аввало зичлиги орқали оғирлик қисмига ўтказилади.  $m_1$  ва  $m_2$  лар эса қуйидагича топилади:

$$m_1 = \frac{X_1 / A_1}{X_1 / A_1 + X_2 / A_2}; m_2 = \frac{X_2 / A_2}{X_1 / A_1 + X_2 / A_2};$$

бунда —  $X_1, X_2$  — лар мономерларнинг сополимердаги миқдори, % (оғирлиги)

$A_1, A_2$  — лар  $M_1$  ва  $M_2$  мономерларнинг молекуляр массаси

Олинган натижалар қуйидаги жадвал-3 га ёзилади:

Жадвал - 3

№	Дастлабки аралашма таркиби мол, %		Сополимерланиш вақти, мин.	Полимернинг унуми		Эритувчи	Сополимер таркиби мол, %		Сополимерланиш тезлиги, % / мин.
	$M_1$	$M_2$		г	%		$M_1$	$M_2$	

$M_1, M_2$  — стирол ва метакрил кислотасининг дастлабки аралашмадаги концентрацияси, моляр %,  $m_1, m_2$  — стирол ва метакрил кислотасининг сополимердаги миқдори, моляр %;

**Вазифа:** Сополимер таркибининг эритувчи табиатига боғлиқлигини изохланг. Метакрил кислотасининг фаоллигига эритувчиларнинг таъсирини тушунтиринг.

## АМАЛИЙ ИШИ №3. ПОЛИМЕРНИНГ ЭРИТМАЛАРИДА ФЛОРИ ХАРОРАТИ (Θ - ХАРОРАТ)НИ АНИҚЛАШ

### РЕЖА:

1. Полимер эритмалари
2. Полистирол фракцияларининг фазавий диаграммаси
3. Полимернинг циклогександаги Θ — хароратини аниқлаш.

**Ишнинг мақсади:** Полистирол фракцияларининг фазавий диаграммаси ҳосил қилиш ва полимернинг циклогександаги Θ — хароратини аниқлаш.

**Реактивлар:** Ҳар хил молекуляр массали полистирол фракцияларининг циклогександаги турли концентрацияли эритмалари.

**Жиҳозлар:** Ҳаво термостати, Т—16 хилидаги термостат, эритмалар солинган ампулалар.

**Ишнинг бажарилиши:** Фазавий диаграммаларни ҳар хил таркибли аралашмани кетма —кет қиздириш ва совитиш орқали лойқаланиш хароратини нуқталаридан ҳосил қилинади.

Полистирол фракциялари ва циклогексаннинг ҳар хил таркибли аралашмалари солиб қавшарланган ампулаларни 40 — 50°C гача қиздирилган ҳаво термостатига киритиб шу хароратда гомоген тиниқ эритмалар ҳосил бўлгунча вақти — вақти билан ампулалардаги аралашмаларни аралаштирган ҳолда 30 дақиқа ушлаб турилади.

Сўнгра ампулаларни 35°C ли сувли термостатга кўчирилади. Ампулаларни шу хароратда 6 дақиқа давомида ушлаб туриб, кейин уларни совута бошланади. Бунинг учун термостат хароратини 5°C га камайтирилади ва ҳ.к. Сувли термостатнинг харорати ҳар 10 дақиқада 1 — 2°C га камайиши керак. Ампулалардаги эритмаларнинг лойқаланишини оддий кўз билан кузатилади. Фазавий бўлиниш харорати т.ф.б. деб, термостатдаги ампулалар орқасига жойлаштирилган газетадага босма матнни эритма орқали ўқиб бўлмайдиган даражадаги лойқаланиш харорати олинади. Хароратни сувли термостатта жойлаштирилган назорат термометри бўйича белгиланади. Ҳамма ампулалардаги эритмалар лойқаланиб бўлгач термостат хароратини ошириш орқали уларни қиздира бошланади. Эритмалар орқасидаги газета матнни ўқиш мумкин бўлган ҳолдаги хароратини белгилаб олинади. Полимер — эритувчи аралашмасини қиздирилгандаги ва совугандаги фазаларга бўлиниш хароратлари 0,5°C дан кўпга фарқ қилиши керак эмас. Ҳар-бир аралашма учун ўртача Тф.б. топилади. Натижалар 4 - жадвалга туширилади.

Жадвал – 4

Натижаларни ёзиш шакли

Фракциянинг молекуляр массаси	Ампулалар тартиб рақами	Концентрация, г/дл	Тф.б.		
			совутгандаги	қиздиргандаги	ўртача

**Натижаларни ҳисоблаш.** Олинган натижалар асосида ордината ўқига Тф.б. абсцисса ўқига эса эритма концентрацияси С ни кўйиб полимернинг ҳамма фракциялари учун фазавий диаграммалар чизилади. Циклогександаги ҳар хил молекуляр массали полистиролнинг эриш критик хароратлари  $T_{кр}$  аниқланади. Θ — хароратни топиш учун  $1/T_{кр} = f(1/M^{0.5})$  боғланишда график чизилади. Бунда М — полимернинг молекуляр массаси. Ҳосил бўлган чизикни  $1/M^{0.5}=0$  гача экстраполяция қилиб  $1/0$  нинг қиймати топилади.

Жадвал – 5

Натижаларни ёзиш шакли:

**Вазифа:** Полистирол — циклогексан системасининг фазавий диаграммасини таҳлил қилинг ва тушунтиринг.

M	$1/M^{0,5}$	$T_{кр}, K$	$1/T_{кр}$	$\Theta, K$	$\Theta, ^\circ C$

## АМАЛИЙ ИШИ № 4. АДИПИН КИСЛОТАСИНИНГ ДИЭТИЛЕНГЛИКОЛ БИЛАН ПОЛИКОНДЕНСАТЛАНИШИ

### Режа:

1. Поликонденсация реакциялари
2. Поликонденсатланиш реакциясига ҳароратнинг таъсири
3. Поликонденсатланиш реактори ишлаш принципи

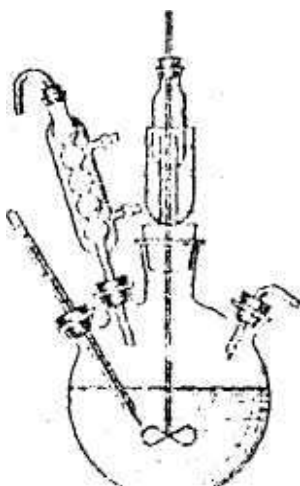
**Ишдан мақсад:** Поликонденсатланиш реакциясига ҳароратнинг таъсирини ўрганиш.

**Реактивлар:** Адипин кислотаси, диэтиленгликол, п — толуолсулфоқислота, хлороформ, этил спирти, КОН (0,1 н спиртли эритмаси), фенолфталеин, инерт газ (ёки азот).

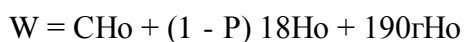
**Жиҳозлар:** 100 см<sup>3</sup> сиғимли 4 оғизли колба, механик аралаштиргич, термометр (200°С ли), совутгич, шиша таёқча, стакан ёки колба, резина нок (капиллярлик), соат ойнаси.

**Ишнинг бажарилиши:** Реакцион колбага (1-Расм) 14,6 гр (0,1 мол) адипин кислотаси, 9,5 мл (0,1 мол) диэтиленгликол ва 0,152 гр (0,8 мол) п — толуолсулфоқислота солинади. Дастлаб қиздирилган Вуд қотишмали ҳаммомга колба ўрнатилади. Найчадан инерт газ ўтказиб қўйилади ва поликонденсатланишни 150°С да олиб борилади. Термометр ўрнатилган жойдан реакция давомида намуна олиб турилади. Биринчи намуна 45 минутда, кейингилари эса ҳар 15 минутда олиб турилади. Шундай ишни 160°, 170° ва 180°С ларда ҳам ўтказилади. Колбадан намуна олаётганда аралаштиргич тўхтатиб турилади ва капиллярли резина ноки билан 1 мл ча намуна олинади. Олинган намуна жуда тезлик билан аввало тортилган стаканга пуфлаб туширилади. Сўнг стаканга 10 мл хлороформ қўйилади ва устига 10 мл этил спирти қўйилиб полимер эритмаси ҳосил қилинади. Эритма 0,1 н КОН нинг спиртли эритмаси билан титрланади.

1 - Расм. Поликонденсатланиш реактори



Реакция учун баланс тенгламасини ёзилса қуйидаги ифода ҳосил бўлади:



W—реакцион аралашмадан олинган намунанинг оғирлиги, г;  
H<sub>o</sub> — намунадаги звеноларнинг моллар сони, P—реакциянинг тугалланиш даражаси, г — катализатор моллар сонини звенонинг моллар сонига нисбати. 190 - п — толуолсулфоқислотанинг молекуляр массаси. г = 0,004 га тенг, С эса бир эфир боғига тўғри келган полимер звеносининг молекуляр оғирлиги:

$$S = \frac{\dot{I}_a + \dot{I}_D - 2M_B \cdot \text{H}_2\text{O}}{2} = 108$$

M<sub>A</sub> —адипин кислотасининг, M<sub>B</sub> —эса диэтиленгликолнинг молекуляр массаси. Олинган намунани титрлаш учун сарф бўлган ишқорнинг миқдори В қуйидаги ифода билан характерланади:

$$B = (1 - P)\text{H}_o + p\text{H}_o$$

В нинг маълум қийматларида полимернинг молекуляр массаси ҳисобланади.

$$P_n = \frac{1}{1 - D} = \frac{A - 18}{S + 190 \cdot r - rE}$$

Бу ерда э = W/B; текшириляётган системага юқоридаги ифода шундай ёзилади:

$$\frac{1}{1 - D} = \frac{A - 18}{108.76 - 0.004E}$$

Олинган натижалар асосида  $1/(1-P)$  ни вақт билан ўзгариш графиги чизилади. Ҳосил бўлган тўғри чизикнинг тга сидан реакциянинг тезлик константаси топилади. Шу график юқорида қайд этилган 4 хил ҳароратга чизилиб, ҳар бири учун тезлик константаси топилади. Сўнг  $\lg K = \phi(1/T)$  графигидан (активланиш энергияси) топилади. ( $E = tга \cdot R$  кЖ/мол,  $\varepsilon = 19,15$  тга  $\cdot$  кЖ/мол).

**Вазифа:** Полиэфир ҳосил бўлиши реакциясини ёзилсин. Ҳароратнинг реакцияни тугалланиш даражасига таъсири тушунтирилсин.

### Назорат саволлари

1. Мономерлар ва мономер бўғин ҳақида нима биласиз.
2. Сополимерлар, блок сополимерлар, уларнинг тузилишидаги фарқи
3. Пайванд сополимерларнинг блок сополимерлар тузилишидаги фарқи нимада.
4. Атактик полимерлар текисликда қандай ифодаланади.
5. Изотактик полимерлар текисликда қандай ифодаланади.
6. Регуляр ва нерегуляр полимерларга мисоллар келтиринг.
7. Макромолекуланинг самарадорлиги деганда нимани тушунаси.
8. Франк-Рабинович эффекти.
9. Инициаторларга саноатда қандай талаблар қўйилади.
10. Радикал полимерланишда иссиқликнинг таъсири.
11. Радикал полимерланишда эритувчининг таъсири.
12. Радикал полимерланишда кислород ва қўшимча молдаларнинг таъсири.
13. Радикал полимерланишда молекуляр массавий тақсимланиш.
14. Полимерланиш термодинамикасининг моҳияти нима.
15. Занжирнинг ўсиши ва ўзилшини тушунтиринг
16. Полимерланишнинг умумий тезлиги қандай реакциялар тезлиги билан аниқланади.
17. Полимерланиш тезлиги инициатор концентрациясига боғлиқми?
18. Гел-эффекти нима.
19. Ион сополимерланиш нима.
20. Радикал сополимерланишда ўринбосарларнинг фаоллик қаторини келтиринг ва тушунтиринг.
21. Анион сополимерланишда ўринбосарларнинг фаоллик қаторини келтиринг ва тушунтиринг.
22. Катион сополимерланишда ўринбосарларнинг фаоллик қаторини келтиринг ва тушунтиринг.
23. Ион полимерланишнинг радикал полимерланишдан фарқи нима.
24. Катион полимерланишга мисоллар келтиринг.
25. Катион полимерланишда фаол марказ ташкил қилиш учун қандай моддалар ишлатилади.
26. Катион полимерланиш механизмини тушунтириг.
27. Катион полимерланиш реакциясига тезлигига қандай омиллар таъсир кўрсатади.
28. Анион полимерланиш.
29. Анион полимерланишда фаол марказ ташкил қилиш учун қандай мод-далар қўлланилади.
30. Анион полимерланиш механизми қандай босқичлардан иборат.
31. Анион полимерланишга мисоллар келтиринг.
32. Циғлер-Матта катализаторлари ишгироқида полимерланиш реакцияси механизмини тушунтиринг.
33. Учламчи боғ сақловчи мономерларга мисоллар келтиринг.
34. Учламчи боғларни қайси электронлар ҳосил қилади.
35. Карбонил гуруҳлар сақдовчи мономерларга мисоллар келтиринг.
36. Циклик полимерланиш нима.
37. Циклик полимерланиш механизмини тушунтиринг.

38. Ёпиқ халқанинг хосил бўлиши Мономерларнинг қандай хусусиятига боғлиқ
39. Ёпиқ халқали сополимерлар олишга мисоллар келтиринг.
40. Поликонденсатланиш термодинамикаси нима.
41. Полимернинг молекуляр массасини полимерланиш даражасига боғлиқлиги.
42. Олтингургурт билан вулканланиш реакциясига мисоллар келтиринг.
43. Олтингургуртсиз вулканланишга мисоллар келтиринг.
44. Блок сополимерланишга мисоллар келтиринг.
45. Пайвандда ва блок сополимерланишни қандай аҳамияти бор.
46. Энталпия ва энтропиянинг физик маъносини тузлунтиринг.
47. Полимерланишнинг иссиқлик эффекти қандай омилларга боғлиқ.
48. Стерик эффект деганда нимани тушунасиз.
49. Ўриндошларнинг ўлчамларини полимерланиш реакциясига таъсири.
50. Поликонденсатцнялаш реакциясининг йўналиши қандай мезонларга боғлиқ.
51. Поликонденсатланиш термодинамикаси нима.
52. Поликоденсатланиш кинетикаси нима.
53. Полимерланиш даражасини реакцияни бориш даражасига боғлиқлиги.
54. Полимернинг молекуляр массасини полимерланиш даражасигабоғлиқлиги .
55. Полимерланиш тезлиги ва полимер молекулар массасига ҳароратнинг таъсири.

## МУСТАҚИЛ ТАЪЛИМ УЧУН САВОЛЛАР

1. Юқори молекулали бирикмалар кимёсининг назарий асослари фанининг асосий тушунчалари.
1. Мономер, полимер, олигомерлар.
2. Полимерлар синтези реакциялари. Полимерланиш ва сополимерланиш реакциялари. Полимерланиш реакциясининг асосий тавсифи.
3. Занжирли ва босқичли полимерланиш, уларнинг асосий хусусиятлари.
4. Занжир ўсиши хусусиятлари.
5. Радикал сополимерланиш.
6. Ион полимерланиш.
7. Ион – координацион полимерланиш.
8. Босқичли полимерланиш.
9. Поликонденсацияланиш реакциялари. Поликонденсацияланиш реакциялари, уларнинг асосий хусусиятлари, полимерланиш реакцияларининг фарқи.
10. Олигомерлар, блок-сополимерлар, пайванд сополимерлар синтез қилиш услублари.
11. Поликонденсацияланиш реакцияларининг амалий усуллари.
12. Полимерларнинг кимёвий реакциялари ва кимёвий ўзгаришлари.
13. Макромолекулалар полимерланиш даражасини ўзгартирмайдиган кимёвий реакциялар.
14. Полимерланиш даражасини ўзгаришига олиб келувчи кимёвий реакциялар.
15. Гидролитик реакция турлари.
16. Полимер занжирларини тикиш реакциялари.



## ДИДАКТИК МАТЕРИАЛЛАР















