

М.А. АСҚАРОВ, И.И. ИСМОИЛОВ

ПОЛИМЕРЛАР КИМЁСИ ВА ФИЗИКАСИ

*Ўзбекистон Республикаси Олий ва ўрта махсус таълим
вазирлиги олий ўқув юртарининг кимё-технология
ихтисослиги бўйича таълим олаётган талабалари
· учун дарслик сифатида рухсат этган*

ТОШКЕНТ
«ЎЗБЕКИСТОН» НАШРИЁТ-МАТБАА ИЖОДИЙ УЙИ
2004

24.7
А 86

Муҳаррир: *А. Ҳакимжонов*

Тақризчилар:

кимё фаилари доктори, профессор *Ф.А. Магруппов*,
техника фаилари доктори, профессор *Л.Ю. Юнусов*

Мазкур дарсликда қуйидагилар, яъни юқори молекуляр бирикмалар кимёсининг асосий тушунчалари, синфланиши ва номланиши, синтетик полимерларнинг олиниши, полимерланиш, полимераналогик ўзгаришлар, деструкция реакциялари, карбо ва гетеро занжирли юқори молекуляр бирикмалар ёритилган.

Дарслик олий ўқув юртларининг кимё-технология ихтисослиги бўйича бакалаврият бўйича таълим олаётган талабаларга мўлжалланган.

А $\frac{2804070000-74}{354(04)2004}$ 2004

ISBN 5-640-03208-1

© «ЎЗБЕКИСТОН» НМИУ. 2004 й.

СЎЗ БОШИ

Мустақил Ўзбекистонимизнинг тобора юксалиб бораётган халқ хўжалигининг барча соҳалари, жумладан, снгий ва тўқимачилик саноати, машинасозлик, радио ва электротехника, қурилиш саноатлари ҳамда қишлоқ хўжалигининг ривожланиши турли-туман қимматли хоссаларга эга бўлган кимёвий товлар, пластмассалар, синтетик каучуклар, лак ва бўёқлар ишлаб чиқариш билан чамбарчас боғлиқдир.

Ушбу талабларни инобатга олиб ва беҳисоб кимёвий хом ашёлар: кўмир, нефть ва табиий газларни мўллигини кўзда тутиб, Ўзбекистон Республикаси нафақат табиий полимер диёрни, шу билан бирга асосий ва кўп тармоқли синтетик полимерлар марказига айланиб бормоқда.

Халқ хўжалигини ривожлантиришнинг истиқбол режаларига кўра республикамизнинг кўп жойларида, айниқса, Тошкент, Қашқадарё, Бухоро, Навоий, Самарқанд ва Фарғона вилоятларида полимерлар ишлаб чиқариладиган ҳамда ундан буюмлар тайёрланадиган катта-катта корхоналар қад кўтарди. Бундай катта вазифаларни амалга оширишда ўз касбини мукамал эгаллаган мутахассислар асосий ва ҳал қилувчи роль ўйнайди. Ҳозир республикамизнинг олий ўқув юртларида, жумладан, Тошкент кимё технология, Тошкент тўқимачилик ва снгий саноат институтида, Тошкент Давлат техник университети ва Ўзбекистон Миллий университетида, Бухоро Давлат университети, Гулистон Давлат университетлари ҳамда бир қанча илмий-текшириш муассасаларида бундай мутахассислар тайёрланмоқда. Шу вақтга қадар полимер кимёсидан республикамизнинг олий ўқув юртлари талабаларига бакалаврлик мутахассислигига мўлжалланган, ўзбек тилида дарслик ёритилмаган эди. Шу сабабли олий ўқув юртларининг кимё, кимё-технология факультетлари талабалари учун ўзбек тилида синтетик полимерлар кимёсидан дарслик ёзиш зарурати туғилди. Бу дарслик талабаларга «Полимерлар кимёси

ва физикаси» назарий курсини чуқур ўрганишга ёрдам беради. Дарсликда асосан саноат аҳамиятига эга бўлган усуллар, жараёнлар ва полимер материалларининг хоссаларини кенг ёритувчи мисолларга алоҳида аҳамият берилди.

Ушбу китоб полимерлар кимёси ва физикасидан бакалаврлик мутахассислари учун ўзбек тилида ёзилган биринчи дарслик бўлгани сабабли камчиликлардан холи эмас, албатта. Муаллифлар китоб ҳақидаги фикр ва мулоҳазаларини юборган китобхонлардан ғоят миннатдор бўладилар.

КИРИШ

Одатда, молекуляр массаси 5 000 дан бир неча миллионгача бўлган моддалар *юқори молекуляр бирикмалар* ҳисобланади. Молекуляр массаси 1000 дан 5000 гача бўлган моддалар хоссалари жиҳатидан паст молекуляр бирикмаларга ҳам, юқори молекуляр бирикмаларга ҳам ўхшамаганлиги учун расман *олигомерлар* деб аталади.

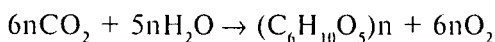
Юқори молекуляр бирикмалар молекулалари ўлчамларининг катталигини назарда тутиб, кўпинча, уларни *макромолекулалар* деб, юқори молекуляр бирикмалар кимёсини эса *макромолекулалар кимёси* деб юритилади.

Юқори молекуляр бирикмалар кимёси бир неча юз ва минглаб атомлардан тузилган макромолекулаларнинг кимёвий хоссаларини, тузилишини, синтези ва таҳлилини, уларда кузатиладиган қонуниятларни ўрганadi.

Юқори молекуляр бирикмалар таркибидаги элементларнинг хусусиятига қараб органик ва анорганик полимерларга бўлинади.

Органик юқори молекуляр бирикмалар, чунончи, ўсимликлар организмнинг асосий таркибий қисмини ташкил қилувчи целлюлоза, крахмал, лигнин, пектин моддалар жонли табиатнинг асосини ташкил қилади. Ҳайвонлар организмдаги оқсиллар, гармонлар, ферментлар ва шу қабилар юқори молекуляр моддалардир. Пахта ва каноп толаларининг қимматли хусусиятлари уларнинг полисахаридлардан — целлюлозадан ташкил топганлигида бўлса, сабзавот ва донларнинг озиғлик хусусияти уларнинг табиий полимер — крахмалдан ташкил топганлигидадир. Демак, ўсимликлар дунёси табиатда юқори молекуляр бирикмалар ҳосил қилувчи қудратли манбадир. Ўсимликларда полисахаридлар, пектин моддалар ва лигнин

биологик жараёнлар натижасида ҳамма вақт ҳосил бўлиб туради. Бу жараёнда асосий хом ашё карбонат ангидрид бўлиб, ундан мураккаб кимёвий ўзгаришлар — фотосинтез натижасида юқори молекуляр бирикмалар пайдо бўлади:



Фотосинтез жараёнида қуёш нурлари энергияси кўплаб ютилади. Бу энергия кимёвий энергияга айланиб, юқори молекуляр бирикмалар ҳосил қилишга сарфланади. Ўсимликлар дунёсининг аҳамияти ҳам шундаки, улар кимёвий энергияни тўплаш билан табиатда углерод элементи мувозанатини сақлаб туради.

Шунингдек, ҳайвонлар организми ҳам юқори молекуляр бирикмалардан, асосан, оқсил моддалардан ташкил топган. Мускул, тери, соч, пай, шох, тирноқ ва шу кабилар аминокислоталардан синтез қилинган оқсиллардан иборатдир.

Шундай қилиб, ўсимлик ва ҳайвон организмларининг ҳаёти юқори молекуляр бирикмаларнинг ҳосил бўлиши, турдан-турга ўтиши ва парчаланиш жараёнлари билан узлуксиз боғлиқдир.

Техникада кўп миқдорда ишлатиладиган органик юқори молекуляр моддалардан энг муҳими сифатида табиий каучукни кўрсатиш мумкин. Ҳозирги замон техника тараққиётида каучук ва резинасиз ҳеч бир соҳани, айниқса, транспорт ва алоқани деярли ривожлантириб бўлмайди.

Жонли табиатда органик юқори молекуляр бирикмаларнинг аҳамияти қанчалик катта бўлса, жонсиз табиатда анорганик юқори молекуляр бирикмаларнинг аҳамияти шунчалик каттадир. Ер шарининг асосий қисми кремний, алюминий каби юқори валентли элементларнинг оксидларидан иборат бўлиб, улар ўзаро бириккан ҳолда макромолекулалар ҳосил қилади. Минерал жинслар, асосан, ана шу макромолекулалардан ташкил топган. Буларнинг ичида кремний оксид полимерлари асосий ўринни эгаллайди, унинг миқдори ер қобиғида 50—60 фоизни ташкил этади. Табиатда кремний, асосан, кремний оксидидан таш-

кил топган полимер ҳолида ёки мураккаб юқори молекуляр силикатлар, кўпинча, алюмосиликатлар ҳолида учрайди. Чунончи, кварц кўпчилик тоғ ва қум жинсларни ташкил қилувчи кремний ангидриднинг полимеридан иборатдир.

Кимё фанининг назарий ва амалий ютуқларини чуқур ўрганиш юқори молекуляр бирикмаларнинг муҳим хусусиятларини билиб олишга имкон берди. Масалан, моддаларнинг молекуляр массаси ортиши билан молекулаларнинг ҳаракатчанлиги камайиб боради, бу эса жисмнинг физик-кимёвий хоссаларига тубдан таъсир кўрсатиб, эриш, суюқланиш, буғланиш, кристалланиш ва деформацияланиш хоссаларини ўзгартириб юборади. Турли моддалар кимёвий реакцияларга киришиш учун фақатгина бир-бири билан боғланиб қолмай, балки ўзаро диффузияланиши ҳам шартдир. Паст молекуляр бирикмаларда молекулаларнинг ҳаракатланиши ва ўзаро диффузияланиши осонлигидан улар кимёвий реакцияларга тез ва осон киришади. Аксинча, юқори молекуляр бирикмаларда макромолекулаларнинг катталиги туфайли, улар ўзаро суст диффузияланади, шунинг учун ҳам кимёвий реакцияларга жуда секин киришади, баъзан эса мутлақо киришмайди. Шундай макромолекулалардан ташкил топган жисملаргина ер юзида бўладиган физик ва кимёвий ўзгаришга узоқ вақт давомида бардош бера олиши мумкин.

Ер юзида паст ва юқори молекуляр моддалар тўхтовсиз равишда бир-бирига айланиб туради. Табиатда полимерларнинг ҳосил бўлиш ва парчаланиш жараёнларининг узлуксиз алманиши туриши моддаларнинг кимёвий ҳаракатининг энг муҳим ва ўзига хос хусусиятидир. Паст молекуляр бирикмалардан юқори молекуляр бирикмаларнинг ҳосил бўлиши ва уларнинг парчаланиши натижасида қайтадан паст молекуляр модлага айланиши моддаларнинг кимёвий хоссаларини ўзгартирибгина қолмай, балки уларнинг энергетик ҳолатини ва массасини ҳам ўзгартириб, умуман, табиатнинг ривожланиш жараёнини амалга оширади.

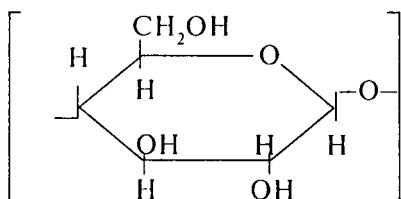
Синтетик полимерларнинг баъзилари кимёвий жиҳатдан олтин ва платинадан ҳам барқарор бўлса, баъзилари

мустаҳкамлиги ва қаттиқлиги жиҳатидан олмосга яқинлашади.

Синтетик полимерлардан конструкцион материаллар, кимёвий толалар, нозик пардалар, лак-бўёқлар, изоляция материаллари, ион алмаштирувчи сорбентларгина тайёрланмай, балки енгил, чиройли ва мустаҳкам қурилиш ашёлари, тиббиёт асбоб-ускуналари ҳам яратилмоқда.

Юқори молекуляр бирикмалар кимёсидаги асосий тушунчалар

Юқори молекуляр бирикманинг молекуласи юз минг ва ундан ортиқ атомларнинг ўзаро ковалент боғлар билан бирикишидан ҳосил бўлган бўлиб, одатда, уни *макромолекула* дейилади, Масалан, целлюлоза молекуласининг тузилиши:



табiiй каучук $[-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{C}(\text{CH}_3)-\text{CH}_2-]_n$

полиэтилен $[-\text{CH}_2-\text{CH}_2-]_n$

Кўпчилик табiiй ва синтетик полимерларнинг макромолекулалари кўп марта такрорланадиган бир хил элементар звенолардан ташкил топган бўлади:



Бундай макромолекулали бирикмалар *полимерлар* деб, уларни синтез қилишда ишлатиладиган паст молекуляр бирикмалар эса *мономерлар* деб аталади, «n» индекс макромолекуладаги элементар звенолар сонига тенг бўлиб,

одатда, юқори молекуляр бирикманинг *полимерланиш даражаси* P ни ифодалайди. Полимерланиш даражаси, *полимернинг молекуляр массаси* (M) ва мономернинг молекуляр массаси (m) ўзаро қуйидаги нисбатда боғланган бўлади:

$$P = \frac{M}{m}$$

бундан $M = m \cdot P$, яъни полимернинг молекуляр массаси (M) унинг элементар звеносининг молекуляр массаси (m) билан полимерланиш даражаси (P) нинг кўпайтмасига тенг.

Шуни ҳам айтиш керакки, барча юқори молекуляр полимерлар мунтазам такрорланувчи бир хил мономер звенолардан ташкил топмайди, баъзи юқори молекуляр бирикма макромолекуласидан элементар звенони ажратиш олиш мумкин эмас, чунки бундай макромолекула кимёвий таркиби жиҳатидан бир-биридан фарқ қилалган ва турли тартибда жойлашган элементар звенолардан ташкил топган бўлади. Масалан:



ёки



Бу ерда A , B ва C — кимёвий таркиби турлича бўлган элементар звенолар. Шундай номунтазам тузилган юқори молекуляр бирикмаларга оқсил, лигнин, синтетик бирикмалардан кўпчилик сополимерлар мисол бўла олади.

Таркиби ва тузилиши жиҳатидан бир хил, аммо молекуляр оғирлиги (полимерланиш даражаси) ҳар хил бўлган макромолекулали бирикмалар *полимергомологик қаторни* ташкил қилади. Амалда ҳар қандай юқори молекуляр бирикма ўзининг макромолекулалари узунлиги бўйича мураккаб полимергомологик қаторлардан ташкил топган бўлиб, уларни муайян барча усуллар билан бир хил молекуляр массага эга бўлган аниқ фракцияларга ажратиш имконияти топилган. Шунинг учун ҳам одатда полимернинг

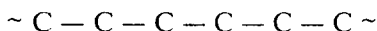
молекуляр оғирлигига тақсимланиш функцияси кўшимча равишда берилади.

Тақсимланиш функцияси 1 грамм полимердаги маълум молекуляр массага эга бўлган макромолекулалар миқдорини кўрсатади.

Юқори молекуляр бирикмаларнинг синфланиши ва номланиши

Барча юқори молекуляр бирикмалар асосий занжирининг тузилишига қараб, икки синфга бўлинади: *карбозанжирли* полимерлар, *гетерозанжирли* полимерлар.

— карбозанжирли полимерларнинг асосий занжири фақат углерод С атомидан иборат бўлади:



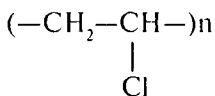
Углерод атомининг қолган боғлари водород, алкил, арил ва ҳоказо группалар билан боғланган бўлиши мумкин. Бундай полимерларга табиий каучук, анорганик полимерлардан эса графит, олмос ва бошқалар мисол бўла олади.

Синтетик карбозанжирли полимерлар жумласига винил ва дивинил мономерлардан ҳосил бўлган барча полимерлар кирилади.

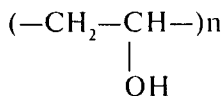
Гетерозанжирли полимер молекуласининг асосий занжирида углероддан ташқари кислород, азот, олтингургурт, фосфор, кремний ва бошқа элементларнинг атомлари ҳам бўлади. Гетерозанжирли табиий органик юқори молекуляр бирикмаларга мисол қилиб оқсил, целлюлоза, лигнинларни, гетерозанжирли синтетик юқори молекуляр бирикмаларга эса оддий ва мураккаб полиэфирлар, полиамидлар ва полиуретанларни келтириш мумкин.

Карбозанжирли юқори молекуляр бирикмаларнинг номлари дастлабки мономер номининг олдига *поли* кўшимчасини қўшиш билан тузилади, масалан, винилхлориддан олинган полимер поливинилхлорид, пропилендан полипропилен, стиролдан олингани эса полистирол деб аталади.

Таркибида винил радикали ($\text{CH}_2=\text{CH}-$) бўлган мономерлардан ҳосил қилинган юқори молекуляр бирикмалар *винил полимерлари* деб аталади:



поливинилхлорид



поливинил спирт

Барча карбозанжирли полимерлар органик кимёдаги синфига биноан, юқори молекуляр углеводородлар ёки уларнинг ҳосилалари деб қаралиб, қуйидаги синфларга бўлинади.

1-жадвал

Карбозанжирли юқори молекуляр бирикмаларнинг синфлари

Номи	Формуласи
1	2
Тўйинган углеводородлар ва уларнинг ҳосилалари	
Тўйинган углеводородлар: Полиэтилен	$[-\text{CH}_2-\text{CH}_2-]_n$
Полипропилен	$[-\text{CH}_2-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-]_n$
Полиизобутилен	$[-\text{CH}_2-\underset{\text{CH}_3}{\overset{\text{CH}_3}{\text{C}}}-]_n$
Полистирол	$[-\text{CH}_2-\underset{\text{C}_6\text{H}_5}{\text{CH}}-]_n$
Тўйинган углеводородларнинг галоидли ҳосилалари	
Поливинилхлорид	$[-\text{CH}_2-\underset{\text{Cl}}{\text{CH}}-]_n$

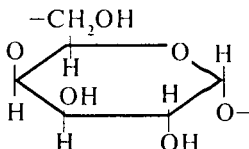
1	2
Поливинилиденхлорид	$\begin{array}{c} \text{Cl} \\ \diagdown \\ [-\text{CH}_2-\text{C}-]_n \\ \diagup \\ \text{Cl} \end{array}$
Политетрафторэтилен	$[-\text{CF}_2-\text{CF}_2-]_n$
Спиртлар ва уларнинг оддий ҳамда мураккаб эфирлари	
Поливинил спирт	$\begin{array}{c} [-\text{CH}_2-\text{CH}-]_n \\ \diagup \\ \text{OH} \end{array}$
Поливинилацетат	$\begin{array}{c} [-\text{CH}_2-\text{CH}-]_n \\ \diagup \\ \text{OCOCH}_3 \end{array}$
Ацеталлар: Поливинилформал	$\begin{array}{c} [-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}-]_n \\ \qquad \qquad \\ \text{O} \qquad \qquad \text{O} \\ \diagdown \qquad \diagup \\ \text{CH}_2 \end{array}$
Поливинилбутирал	$\begin{array}{c} [-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}-]_n \\ \qquad \qquad \\ \text{O} \qquad \qquad \text{O} \\ \diagdown \qquad \diagup \\ \text{HC}-\text{C}_3\text{H}_7 \end{array}$
Кислоталар ва уларнинг ҳосилалари	
Полиакрил кислота	$\begin{array}{c} [-\text{CH}_2-\text{CH}-]_n \\ \diagup \\ \text{COOH} \end{array}$
Полиметакрил кислота	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \diagdown \\ [-\text{CH}_2-\text{C}-]_n \\ \diagup \\ \text{COOH} \end{array}$

1	2
Полиметилметакрилат	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \diagdown \\ -\text{CH}_2-\text{C}- _n \\ \diagup \\ \text{COOCH}_3 \end{array}$
Полиакриламид	$\begin{array}{c} -\text{CH}_2-\text{CH}- _n \\ \diagup \\ \text{CONH}_2 \end{array}$
Полиакрилонитрил	$\begin{array}{c} -\text{CH}_2-\text{CH}- _n \\ \\ \text{CN} \end{array}$
Тўйинмаган углеводородлар ва уларнинг ҳосилалари	
Полибутадиен	$ -\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2- _n$
Полиизопрен (табiiй каучук, гуттаперча)	$\begin{array}{c} -\text{CH}_2-\text{CH}=\text{C}-\text{CH}_2- _n \\ \diagup \\ \text{CH}_3 \end{array}$
Тўйинмаган углеводородларнинг галондли ҳосилалари	
Полихлорпрен	$\begin{array}{c} -\text{CH}_2-\text{CH}=\text{C}-\text{CH}_2- _n \\ \\ \text{Cl} \end{array}$

Гетерозанжирли юқори молекуляр бирикмалар таркибига қандай гетероатом киришига қараб кислородли, азотли, олтингугуртли ва элемент-органик полимерларга бўлинади.

Полимерларнинг бу группаси ҳам органик кимёда қабул қилинган қоидага биноан номланади.

**Гетерозанжирли юқори молекуляр бирикмаларнинг
синфлари**

Номи	Формуласи
Кислородли полимерлар	
Полиоксиэтилен ва унинг ҳосилалари	$\begin{array}{c} \text{R} \\ \diagdown \\ -\text{CH}_2-\text{C}-\text{O}- _n \\ \diagup \\ \text{R}' \end{array}$
Полиоксипропилен ва унинг ҳосилалари	$\begin{array}{c} \text{R} \\ \diagdown \\ -\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{C}-\text{O}- _n \\ \diagup \\ \text{R}' \end{array}$
Полиформальдегид (полиоксиметилен)	$ -\text{CH}_2-\text{O}- _n$
Полиалкилформаллар	$ -(\text{CH}_2)_x-\text{O}-\text{CH}_2-\text{O}- _n$
Полисахаридлар	
Мураккаб полиэфирлар	$\text{H}- -\text{O}-\text{R}-\text{OOC}-\text{R}'-\text{CO}- _n$ <p>Бу ерда: R – гликол радикали R' – тўйинган ёки ароматик икки негизли кислота радикали</p>
Азотли полимерлар	
Оқсиллар Полипептидлар	$\begin{array}{c} -\text{NH}-\text{CH}-\text{CO}- _n \\ \diagdown \\ \text{R} \end{array}$

МУНДАРИЖА

Сўз боши	3
Кириш	5
Юқори молекуляр бирикмалар кимёсидаги асосий тушунчалар.....	8
Юқори молекуляр бирикмаларнинг синфланиши ва номланиши	10
1 Қисм. СИНТЕТИК ПОЛИМЕРЛАРНИНГ ОЛИНИШИ.....	17
1-боб. Полимерланиш реакциялари	18
1.1. Радикали полимерланишда актив марказнинг пайдо бўлиши	21
1.2. Мономерларнинг комплекс-радикал полимерланиши	30
1.3. Мономер моддаларнинг тузилиши ва уларнинг полимерланиш хусусиятлари	40
1.4. Запжирнинг узатилиши	49
1.5. Сополимерланиш реакциясининг асосий қонунлари	55
1.6. Ионли ёки каталитик полимерланиш	68
1.7. Полимерланиш жараёнининг технологик усуллари	79
2-боб. Поликонденсатланиш	
2.1. Поликонденсатланиш реакциялари	84
2.2. Поликонденсатланиш реакциясининг асосий қонунлари	93
2.3. Сополиконденсатланиш реакциялари	99
2.4. Фазовий поликонденсатланиш	104
2.5. Пайванд ва блок сополимерлар синтез қилиш	110
3-боб. Макромолекулаларнинг полимераналогик ўзгаришлари	124
3.1. Полимераналогик ўзгаришлар	128
3.2. Макромолекулаларaro реакциялар	135
3.3. Полимерлар макромолекулаларида кимёвий реакциялар	140
4-боб. Гетерозанжирли полимерлар	150
5-боб. Полимерлар деструкцияси	164
5.1. Кимёвий деструкция	167
5.2. Оксидланиш деструкцияси	169
5.3. Физикавий деструкция	175
5.4. Механик-кимёвий жараёнлар	180

II қисм. 6-боб. ПОЛИМЕРЛАРНИНГ ФИЗИК-КИМЁВИЙ ХОССАЛАРИ

6.1. Полимер молекуласининг қайишоқлиги	189
6.2. Аморф полимерларнинг уч физик ҳолати	196
6.3. Полимерларнинг шишасимон ҳолати	202
6.4. Полимерларнинг юқори эластик ҳолати	205
6.5. Полимерларнинг қовушоқ-оқувчан ҳолати	207
6.6. Полимерларнинг кристалл ҳолати	220

7-боб. Юқори молекуляр бирикма эритмаларининг хоссалари. Полимер эритмасининг мицелляр ва молекуляр назариялари	237
--	------------

7.1. Юқори молекуляр бирикмалар эритмасига фазалар қондасининг татбиқ этилиши	239
7.2. Юқори молекуляр бирикмаларнинг бўқиши ва эриши	244
7.3. Юқори молекуляр бирикмаларнинг суюлтирилган эритмасининг баъзи хоссалари	249

8-боб. Полимерларнинг молекуляр массаси ва полидисперслиги ...	261
---	------------

8.1. Ўртача молекуляр масса	263
-----------------------------------	-----

9-боб. Полимерларнинг концентранган эритмалари	279
---	------------

9.1. Аморф полимерлар пластификациясининг умумий таърифи	279
9.2. Полимернинг пластификатланиш механизми	282
9.3. Ивиқлар	288

III қисм. ПОЛИМЕРЛАРНИНГ МУҲИМ ТУРЛАРИ

10-боб. Карбозанжирли юқори молекуляр бирикмалар	294
---	------------

10.1. Тўйинган полиуглеводородлар	303
10.2. Тўйинмаган полиуглеводородлар	310
10.3. Галогенли полимерлар	319
10.4. Поливинилспиртлар, полиакрилатлар ва уларнинг хоссалари	328
10.5. Фенолформальдегид смолалар	348

11-боб. Гетерозанжирли юқори молекуляр бирикмалар	356
--	------------

11.1. Целлюлоза ва унинг ҳосилалари	371
11.2. Полиамид ва шу типдаги полимерлар	386

12-боб. Кимё фанининг экологик муаммолари	398
--	------------

Ўзбекистон кимё саноатининг истиқболи	405
Ўзбекистон кимё саноати концернининг асосий корхоналари	410
СИ-системасининг асосий бирликлари ва кенг тарқалган бирликларга ўтиш коэффициентлари	412
Фойдаланилган адабиётлар	413