

Әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық университеті

Химия және химиялық технология факультеті

Органикалық заттар, табиғи қосылыстар мен полимерлер химиясы және технологиясы кафедрасы

ЗАТТЫҢ ПОЛИМЕРЛІК КҮЙІНІҢ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ. ТІЗБЕК ИЛГІШТІГІ. ПОЛИМЕРЛЕРДІҢ КОНФИГУРАЦИЯСЫ ЖӘНЕ КОНФОРМАЦИЯСЫ

6B07101 – Химиядағы наноматериалдар және нанотехнологиялар» білім беру бағдарламасы

К.Х.Н., ДОЦЕНТ: ТОҚТАБАЕВА АСЕЛЬ ҚЫРҒЫЗБАЕВНА

- **МАҚСАТЫ:**

- ПОЛИМЕРЛІК КҮЙДІҢ ТАБИҒАТЫН, ТІЗБЕК ИІЛГІШТІГІНІҢ МАҢЫЗЫН ЖӘНЕ ПОЛИМЕР МОЛЕКУЛАСЫНЫҢ КЕҢІСТІКТЕГІ ҚҰРЫЛЫМДЫҚ ҰЙЫМДАСУЫН ТҮСІНДІРУ. ПОЛИМЕРДІҢ КОНФИГУРАЦИЯСЫ МЕН КОНФОРМАЦИЯСЫНЫҢ ӨЗАРА АЙЫРМАШЫЛЫҒЫН АШЫП КӨРСЕТУ, ОЛАРДЫҢ ПОЛИМЕРДІҢ СЕРПІМДІЛІК, ТҰТҚЫРЛЫҚ, МЕХАНИКАЛЫҚ ЖӘНЕ ТЕРМИЯЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІНЕ ӘСЕРІН ТҮСІНДІРУ.



ЖОСПАРЫ:

- ПОЛИМЕРЛІК КҮЙ ТУРАЛЫ ЖАЛПЫ ҰҒЫМ
- ПОЛИМЕР ТІЗБЕГІНІҢ ҚҰРЫЛЫМДЫҚ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ
- ТІЗБЕК ИІЛГІШТІГІ ЖӘНЕ ОҒАН ӘСЕР ЕТЕТІН ФАКТОРЛАР
- ПОЛИМЕРЛЕРДІҢ КОНФИГУРАЦИЯСЫ: СЫЗЫҚТЫ, ТАРМАҚТАЛҒАН ЖӘНЕ КЕҢІСТІКТІК ТҮРЛЕРІ
- ПОЛИМЕР ТІЗБЕГІНІҢ КОНФОРМАЦИЯСЫ ЖӘНЕ ОНЫҢ СТАТИСТИКАЛЫҚ СИПАТТАМАЛАРЫ
- ПОЛИМЕРДІҢ ФИЗИКА-ХИМИЯЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІНЕ КОНФИГУРАЦИЯ МЕН КОНФОРМАЦИЯНЫҢ ӘСЕРІ

- **ПОЛИМЕРЛЕРДІҢ КОНФИГУРАЦИЯСЫ**

- **КОНФИГУРАЦИЯ** ДЕП МОЛЕКУЛА ҚҰРАЙТЫН АТОМДАРДЫҢ НЕМЕСЕ АТОМДЫҚ ТОПТАРДЫҢ КЕҢІСТІКТЕ НАҚТЫ ОРНАЛАСУЫН ЖӘНЕ ЖЫЛУЛЫҚ ҚОЗҒАЛЫСТЫҢ ӘСЕРІНЕН ӨЗГЕРМЕУІН АЙТАДЫ. БІР КОНФИГУРАЦИЯДАН ЕКІНШІ КОНФИГУРАЦИЯҒА ХИМИЯЛЫҚ БАЙЛАНЫСТАРДЫ ҮЗБЕЙ ӨТУГЕ БОЛМАЙДЫ.

Полимерлер бірнеше
конфигурация деңгейлерін түзеді:

```
graph TD; A[Полимерлер бірнеше конфигурация деңгейлерін түзеді:] --- B[буындар конфигурациясы]; A --- C[буындардың тізбекке қосылу конфигурациясы]; A --- D[үлкен блоктардың тіркелу конфигурациясы]; A --- E[тізбек конфигурациясы];
```

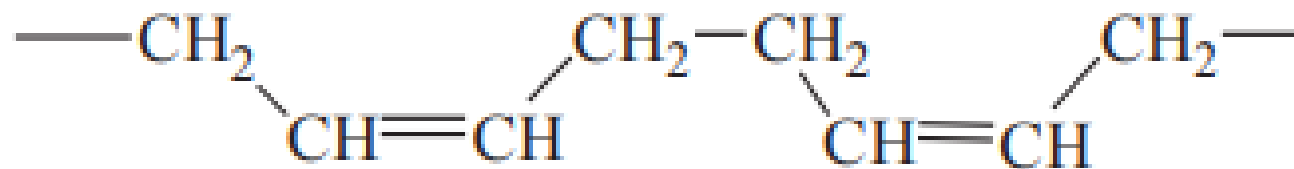
буындар
конфигурациясы

буындардың
тізбекке қосылу
конфигурациясы

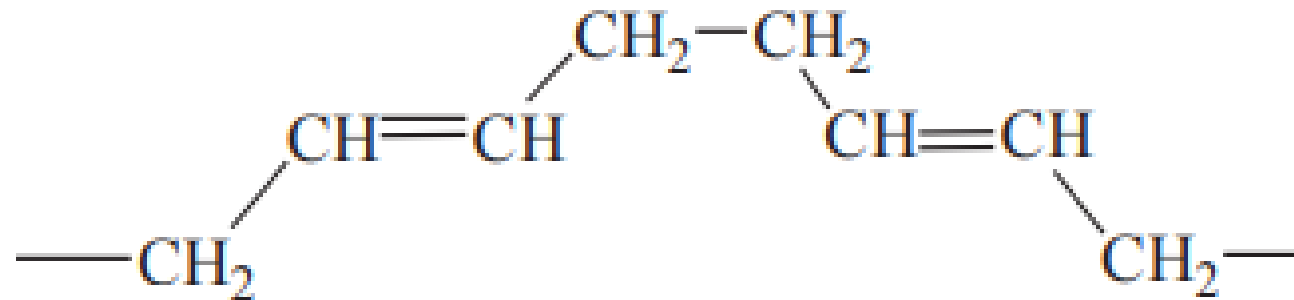
үлкен
блоктардың
тіркелу
конфигурациясы

тізбек
конфигурациясы

- **БУЫНДАР КОНФИГУРАЦИЯСЫ.** БҰЛ КОНФИГУРАЦИЯ НЕГІЗГІ ТІЗБЕГІНДЕ ҚОС БАЙЛАНЫС БАР ПОЛИМЕРЛЕРГЕ (ПОЛИДИЕНДЕРГЕ, ПОЛИАЦЕТИЛЕНДЕРГЕ) ТӘН ЖӘНЕ ОРЫНБАСАРЛАРДЫҢ ҚОС БАЙЛАНЫСҚА САЛЫСТЫРМАЛЫ ТҮРДЕ ОРНАЛАСУЫМЕН АНЫҚТАЛАДЫ:



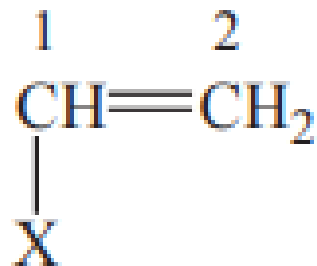
цис-1,4- полибутадиен



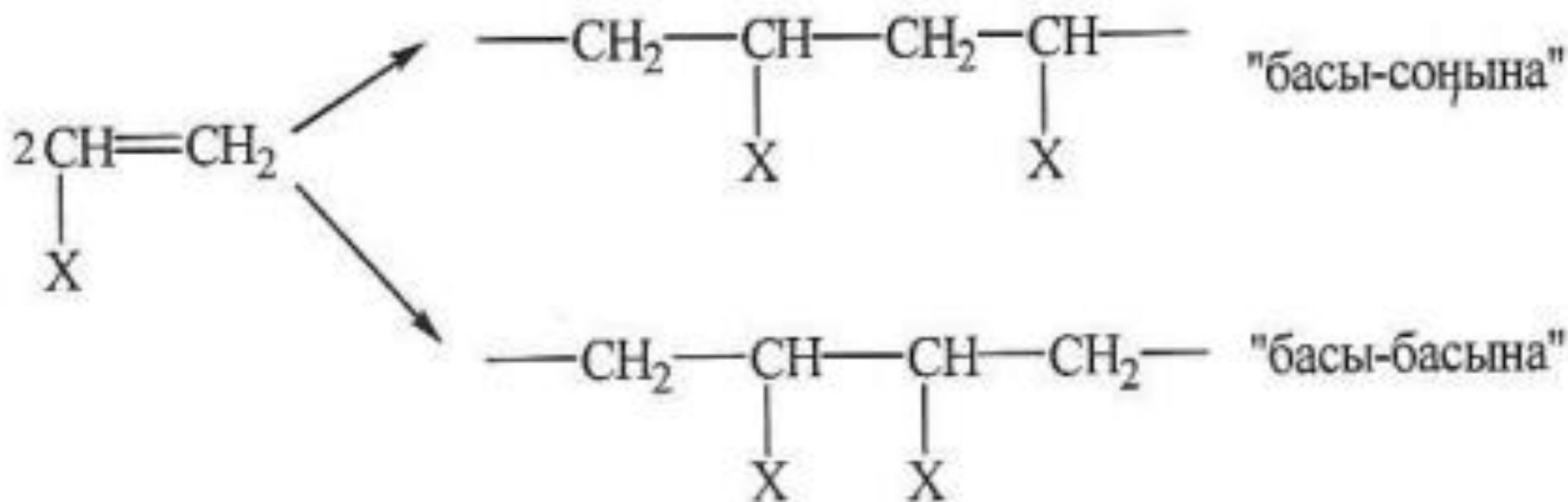
транс-1,4- полибутадиен

Орынбасарлар цис-изомерде қос байланыс кеңістігінің бір жағында, ал транс-изомерде – кеңістіктің екі жағында орналасқан.

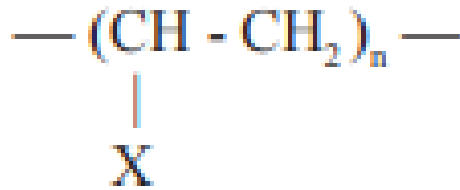
- **ЛОКАЛЬДІ (ЖЕРГІЛІКТІ) ИЗОМЕРИЯ.** ИЗОМЕРЛЕНУДІҢ БҰЛ ТҮРІ ВИНИЛ, ВИНИЛИДЕН ЖӘНЕ ДИЕН ПОЛИМЕРЛЕРІНЕ ТӘН. ВИНИЛ МОНОМЕРІНІҢ МОЛЕКУЛАСЫН АЛАЙЫҚ:



С (1) (басы) және (2) (соңы) атомдарындағы орынбасарлар әртүрлі болғандықтан, екі типті қосылу болуы мүмкін:

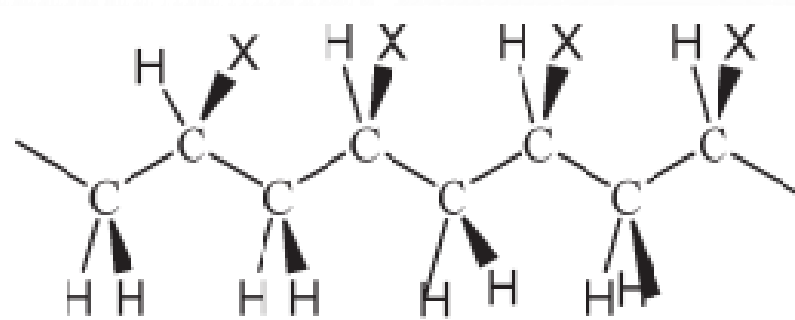


- **СТЕРЕОИЗОМЕРЛЕР.** БҰЛ ИЗОМЕРЛЕР МЫНАДАЙ СИНТЕТИКАЛЫҚ ВИНИЛ ПОЛИМЕРЛЕРІНЕ

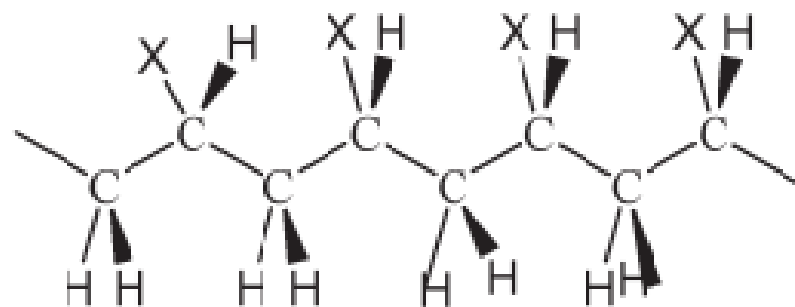


және кейбір табиғи полимерлерге (белоктар, полисахаридтер, нуклеин қышқылдары) тән.

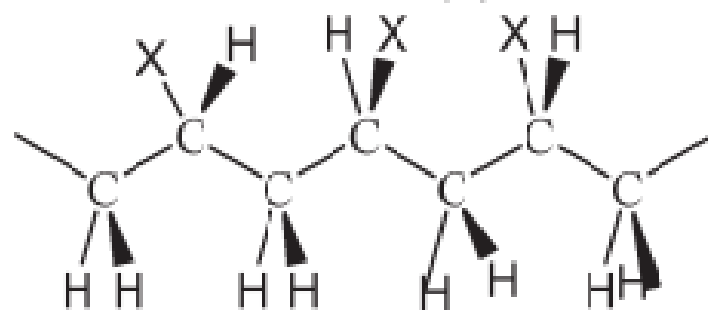
Стереоизомерлердің болуы X орынбасарлары бар көміртегі атомының тетраэдрлік конфигурациясының әртүрлі болатынынан. — (CH₂ - CHX)_n— буынының қаңқасын кеңістікке орналастырайық. Көміртегі атомында орынбасар жалпақ сызықпен өрнектелсе, онда ол оқырманға бағытталған, ал жіңішке сызықпен белгіленсе, онда ол оқырманнан кері бағытталған.



(I)



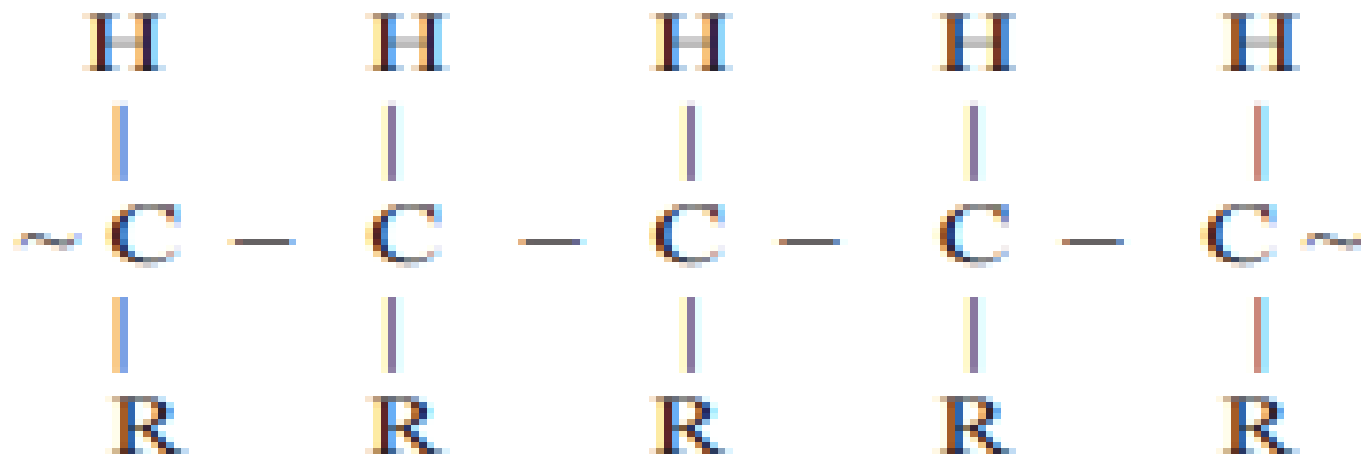
(II)



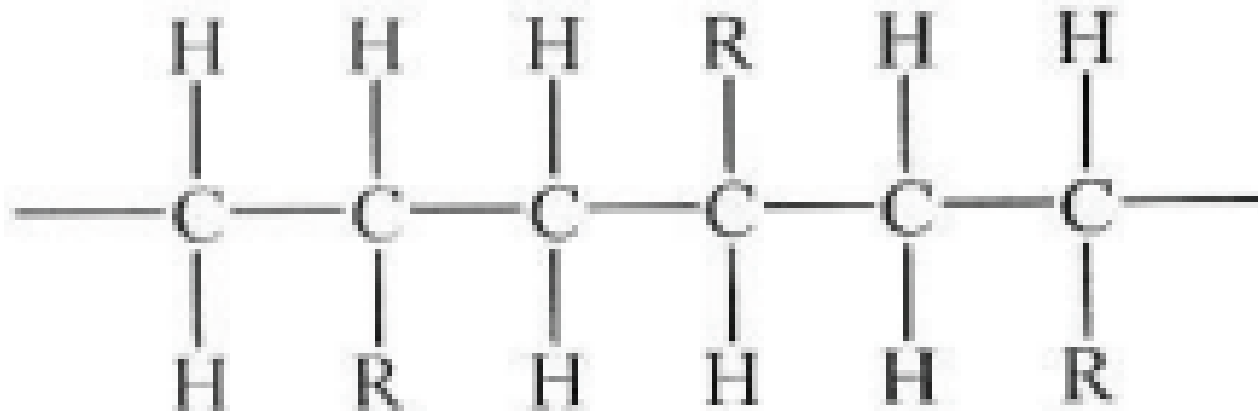
(III)

Винил мономерінің стереоконфігурація түрлері

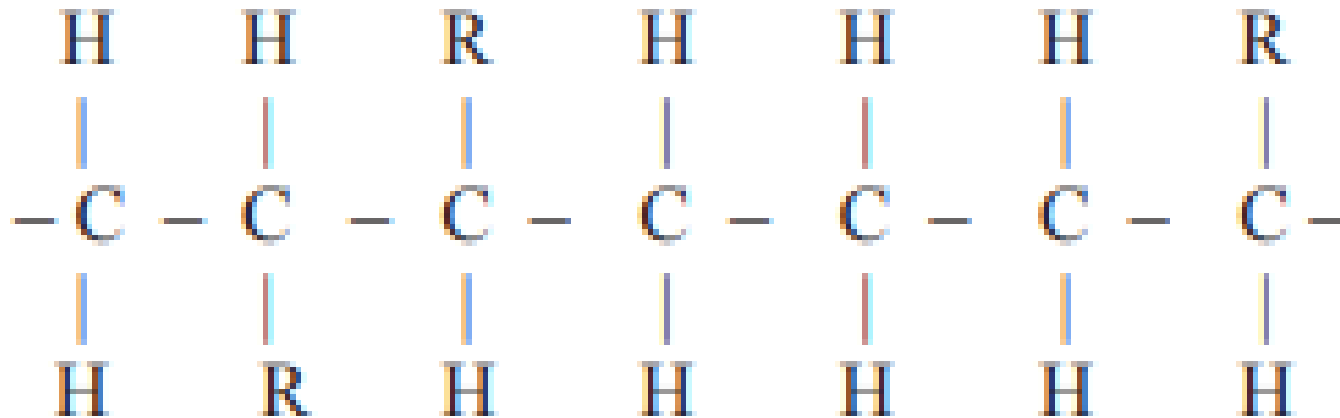
- **ИЗОТАКТИКАЛЫҚ ПОЛИМЕРЛЕРДЕ** МАКРОМОЛЕКУЛАНЫҢ НЕГІЗГІ ТІЗБЕГІНЕ КІРЕТІН ӘРБІР ҚАРАПАЙЫМ БУЫНДАРДА КЕМ ДЕГЕНДЕ БІР АСИММЕТРИЯЛЫ АТОМ БОЛУЫ ТИІС. МОЛЕКУЛАЛЫҚ ТІЗБЕКТІҢ ЖЕТКІЛІКТІ ҰЗЫН БӨЛІГІНДЕ ҚАЙТАЛАНАТЫН БІР ТИПТІ АСИММЕТРИЯЛЫ АТОМДАР БІРДЕЙ КЕҢІСТІКТІК КОНФИГУРАЦИЯДА БОЛУЫ КЕРЕК (БӘРІ D НЕМЕСЕ L). ИЗОТАКТИКАЛЫҚ ПОЛИМЕРЛЕРДІҢ ЖАЗЫҚ ИРЕК КОНФОРМАЦИЯСЫНДАҒЫ БІР ТИПТІ ОРЫНБАСАРЛАР (R) НЕГІЗГІ ТІЗБЕК ЖАТАТЫН ЖАЗЫҚТЫҚТЫҢ БІР ЖАҒЫНДА, АЛ ЕКІНШІ ТИПТІ ОРЫНБАСАРЛАР (H) ЕКІНШІ ЖАҒЫНДА БОЛАДЫ:



- **СИНДИОТАКТИКАЛЫҚ ПОЛИМЕРЛЕРДІҢ** МАКРОМОЛЕКУЛАСЫНЫҢ НЕГІЗГІ ТІЗБЕГІНЕ КІРЕТІН ӘРБІР ҚАРАПАЙЫМ БУЫНДАРДА КЕМ ДЕГЕНДЕ БІР СТЕРЕОИЗОМЕРЛІК ОРТАЛЫҒЫ НЕМЕСЕ ПСЕВДОАСИММЕТРИЯЛЫ АТОМЫ БОЛУҒА ТИІС, ОЛ ӨТЕ ҰЗЫН МОЛЕКУЛАЛЫҚ ТІЗБЕКТЕ БОЛАДЫ, АЛ БІР ТИПТІ ПСЕВДОАСИММЕТРИЯЛЫ АТОМДАР ЖҮЙЕЛІ КОНФИГУРАЦИЯДА ОРНАЛАСАДЫ. СИНДИОТАКТИКАЛЫҚ ПОЛИМЕРЛЕРДІҢ ЖАЗЫҚ ИРЕК КОНФОРМАЦИЯСЫНДАҒЫ БІР ТИПТІ ОРЫНБАСАРЛАР (R) НЕГІЗГІ ТІЗБЕК ЖАТАТЫН ЖАЗЫҚТЫҚТЫҢ ЖАНЖАҒЫНА КЕЗЕК-КЕЗЕК ОРНАЛАСАДЫ:

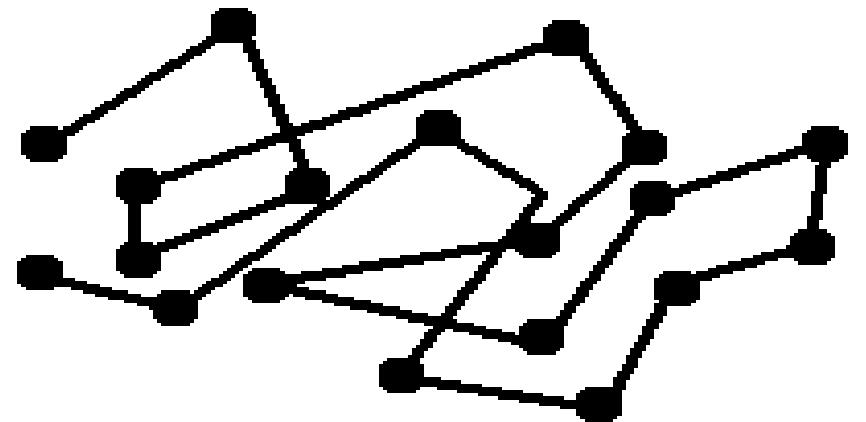


- ЕГЕР ПОЛИМЕР ТІЗБЕГІНДЕГІ ОРЫНБАСАРЛАРДЫҢ ОРНАЛАСУЫНДА ЕШҚАНДАЙ ЗАҢДЫЛЫҚ БОЛМАСА, ОНДА **АТАКТИКАЛЫҚ ҚҰРЫЛЫМ** БОЛАДЫ:



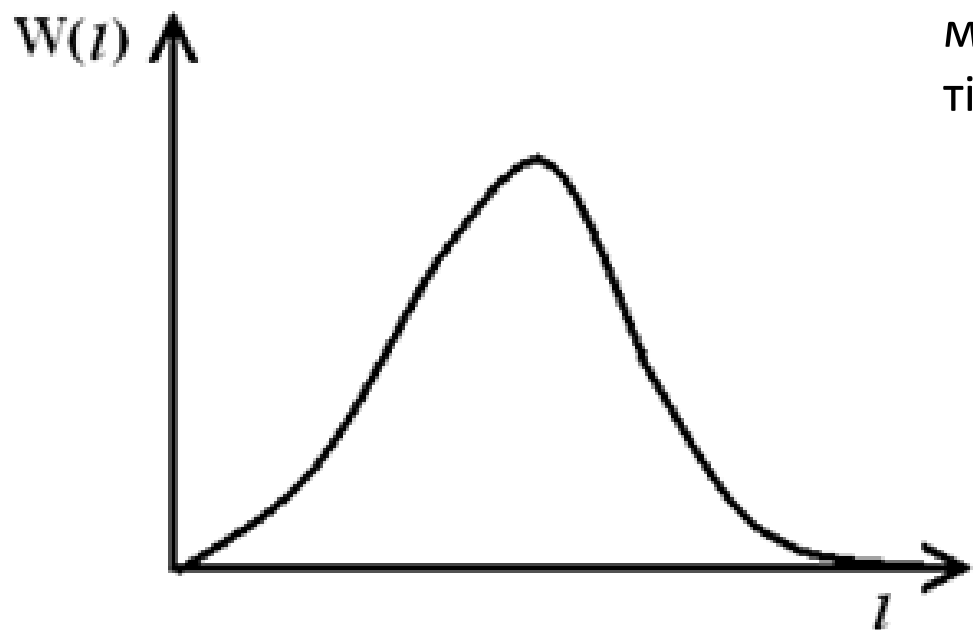
- **ПОЛИМЕРЛІ ТІЗБЕКТІҢ ИЛГІШТІГІ**

- ПОЛИМЕР МОЛЕКУЛАСЫ (МАКРОМОЛЕКУЛА) ТІЗБЕКТЕ ТІГІЛГЕН ҚАЙТАЛАНЫП КЕЛЕТІН БУЫНДАРДАН ТҰРАДЫ. МАКРОМОЛЕКУЛАНЫҢ МҰНДАЙ ҚҰРЫЛЫСЫ ОҒАН ТӨМЕНГІ МОЛЕКУЛАЛЫҚ ҚОСЫЛЫСТАРДА КЕЗДЕСПЕЙТІН ЖАҢА БІР ҚАСИЕТ БЕРЕДІ. БҰЛ ҚАСИЕТ – ***ИЛГІШТІК ҚАСИЕТ***. ИЛГІШТІК ҚАСИЕТ ПОЛИМЕРЛЕРГЕ ТӘН БАРЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРДІ БЕЛГІЛЕЙДІ. ИЛГІШТІК ДЕП ӘРТҮРЛІ БУЫНДАРДЫҢ ХИМИЯЛЫҚ БАЙЛАНЫСТАРДЫҢ БОЙЫМЕН АЙНАЛУ ҚОЗҒАЛЫСЫН АЙТАДЫ ЖӘНЕ БҰЛ АЙНАЛУ ҚОЗҒАЛЫСЫНА ӨТЕ АЗ ЭНЕРГИЯ ЖҰМСАЛАДЫ. ЕРКІН ОРНАЛАСҚАН ТІЗБЕКТІҢ БУЫНДАРЫ КЕҢІСТІКТЕ КӨРШІ БУЫНДАРДЫҢ ОРНАЛАСУЫНА ТӘУЕЛСІЗ ОРЫН АЛУЫ МҰМКІН. ИЗОМЕРЛЕРДІҢ КЕҢІСТІКТЕ ХИМИЯЛЫҚ БАЙЛАНЫСТЫ ҮЗБЕЙ БІР-БІРІНЕ АУЫСУЫН **КОНФОРМАЦИЯ** ДЕП АТАЙДЫ.



- АЛ **КОНФОРМАЦИЯЛЫҚ АЛМАСУ** ДЕП ЖЫЛУ ҚОЗҒАЛЫСЫНЫҢ НЕМЕСЕ СЫРТҚЫ КҮШТІҢ ӘСЕРІНЕН ХИМИЯЛЫҚ БАЙЛАНЫСТЫ ҮЗБЕЙ МОЛЕКУЛА ФОРМАСЫНЫҢ ӨЗГЕРУІН АЙТАДЫ. ЕГЕР ТІЗБЕКТІҢ БАСЫ МЕН СОҢЫНЫҢ АРАСЫНДАҒЫ ШАМАНЫ l ДЕП БЕЛГІЛЕСЕК, ОНДА l ӘРТҮРЛІ КОНФОРМАЦИЯҒА БІРДЕЙ ШАМА БОЛУЫ МҮМКІН. БІРДЕЙ l -ГЕ СӘЙКЕС КЕЛЕТІН КОНФОРМАЦИЯНЫҢ САНЫН $W(l)$ СТАТИСТИКАЛЫҚ ФИЗИКА ЗАҢЫНА БАЙЛАНЫСТЫ ГАУСС ТЕҢДЕУІМЕН ЕСЕПТЕУГЕ БОЛАДЫ.

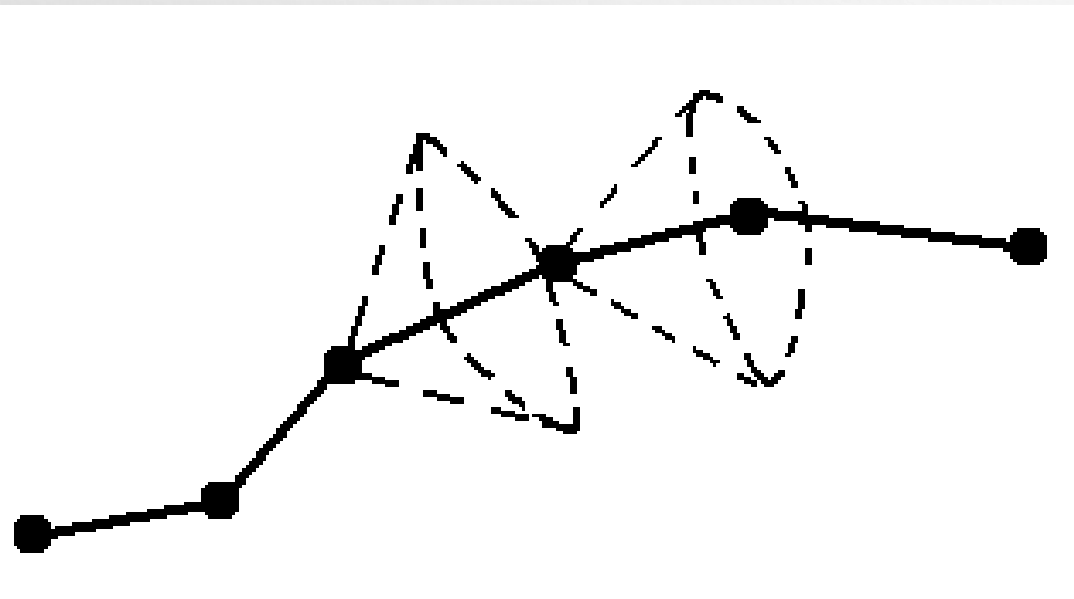
$$W(l)dl = \frac{3}{2\pi Nb^2} \frac{3}{2} 4\pi l^2 \ell - \frac{3l^2}{2Nb^2} dl$$



мұндағы l – тізбектің басы мен соңының арақашықтығы; N – тізбектегі буындар саны; b – буынның ұзындығы.

Тізбектің басы мен соңының арасының шамасы бойынша конформацияның таралуы

- ИДЕАЛДЫ ПОЛИМЕР МОЛЕКУЛАСЫ МЕН ИДЕАЛДЫ ГАЗДЫҢ ҚАСИЕТТЕРІН САЛЫСТЫРСАҚ, ИДЕАЛДЫ ГАЗДЫҢ СЕРПІМДІЛІГІ МЕН ПОЛИМЕР МОЛЕКУЛАСЫНЫҢ ЭЛАСТИКАЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІ ҰҚСАС. ОСЫ ҚАСИЕТТЕРДІҢ ПАЙДА БОЛУ СЕБЕПТЕРІ ЭНТРОПИЯНЫҢ ӨЗГЕРУІМЕН БЕЛГІЛЕНЕДІ. ЕРКІН ОРНАЛАСҚАН ТІЗБЕК ЕҢ ИІЛГІШ ТІЗБЕК БОЛАДЫ. РЕАЛДЫ ТІЗБЕКТІ ПОЛИМЕР МОЛЕКУЛАЛАРЫНДА ВАЛЕНТТІ БҰРЫШТАРЫНЫҢ БЕЛГІЛІ БІР ШАМАСЫ БОЛАДЫ.



Белгілі бір валенттік бұрышы бар тізбектің
конформациясы

Сыртқы күштердің және жылулық
қозғалыстардың жиілігінің бірбіріне
қатынасына байланысты
конформация әртүрлі болуы мүмкін:

1. Статистикалық шумақ, яғни әртүрлі дәрежеде бүктелген конформация, сызықты полимерге тән.

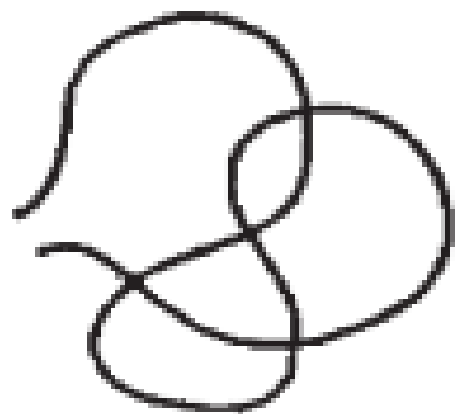
2. Спиральды конформация, белоктарға және нуклеин қышқылдарына тән.

3. Глобулалық конформация – қатты бүктеліп, пішіні тығыз шарға айналған конформация. Мұндай конформация молекулалық әрекеттестігі күшті макромолекулаларда болады, мысалы, фтор атомдары бар полимерлер (политетрафторэтилен).

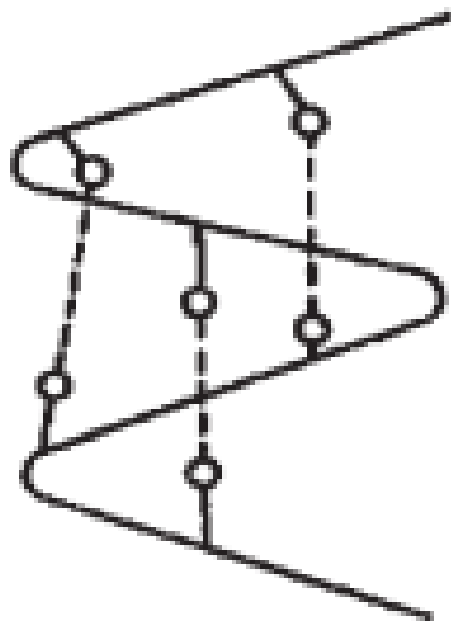
4. Таяқша конформация.

5. Қатпарлы конформация, кристалды полимерлерге тән.

6. Бүгілмелі конформация, мысалы, поли-п-бензамидке тән.



а



б



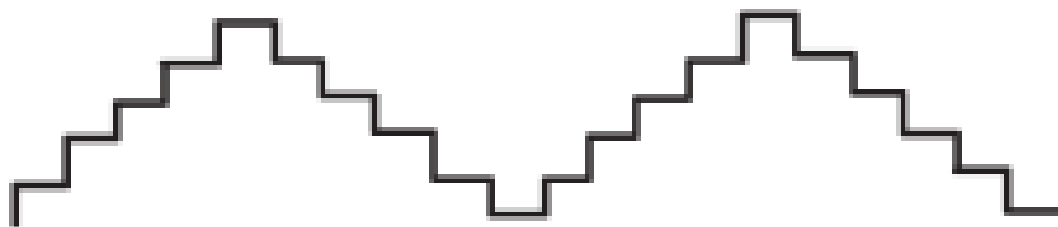
в



г



д



е

Макромолекула конформациялары: а – статистикалық шумақ;
б – спираль; в – глобула; г – таяқша; д – қатпарлы; е- бүгілмелі



ПОЛИМЕРЛЕДІҢ ФАЗАЛЫҚ КҮЙЛЕРІ

Полимерлерге екі фазалық күй тән: кристалды және аморфты

Кристалдық фазалық күйге кристалдық тордың және атомдар немесе молекулалардың орналасуында

сұйық - молекулалардың бір–бірінен ара–қашықтықтары үлкен және текшелену тығыздығы жоғары

газ тәріздес – молекулалардың бір–бірінен ара–қашықтықтары алыс және текшелену тығыздығы аз

Полимерлер үшін тек сұйық және қатты агрегаттық күйлер тән



ЗАТТАРДЫҢ АГРЕГАТТЫҚ ЖӘНЕ ФАЗАЛЫҚ КҮЙЛЕРІ

**Агрегаттық
күйлер**

газ тәріздес

сұйық

қатты

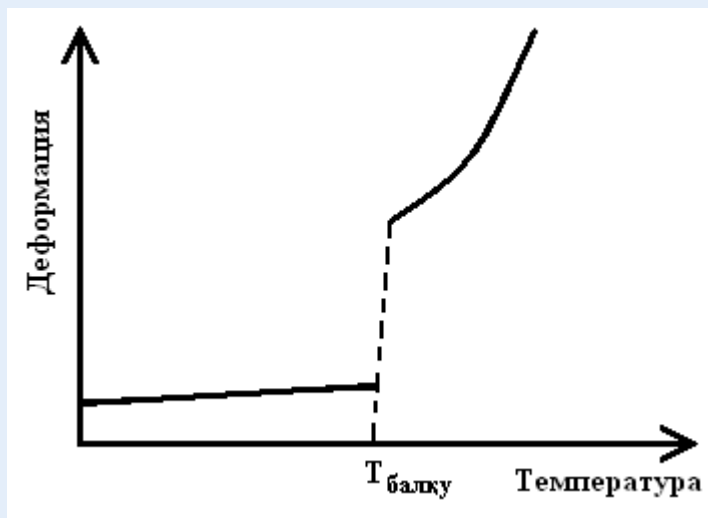
**Фазалық
күйлер**

аморфты

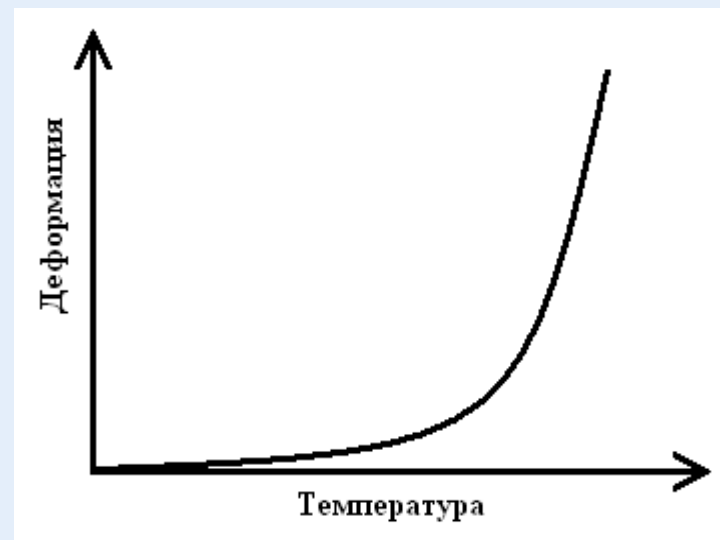
кристалды



Полимерлердің физикалық күйлері және термодинамикалық қасиеттері



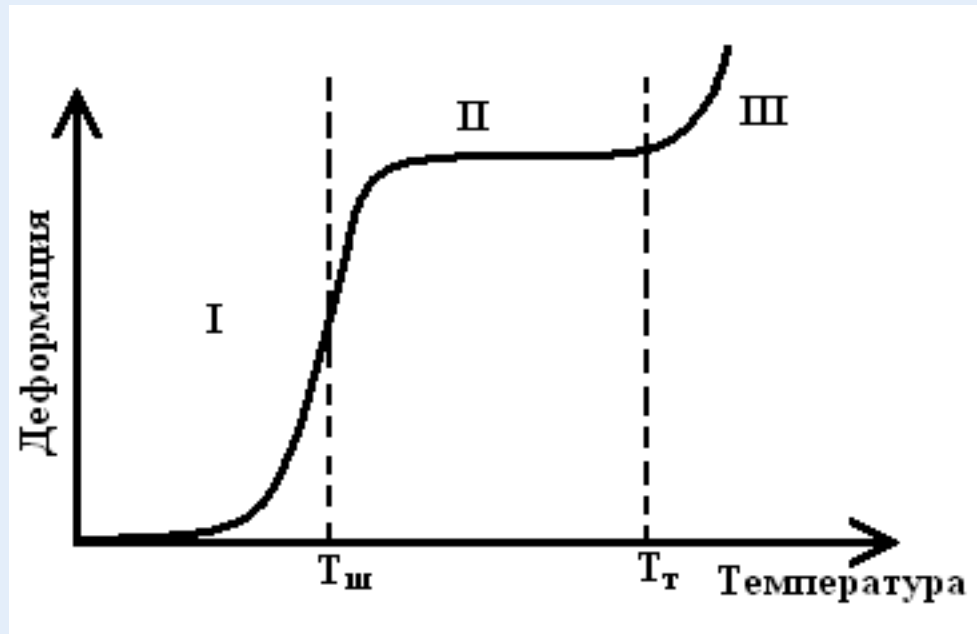
Төменгі молекулалы кристалды зат үшін деформацияның температурадан тәуелділігі



Шыныланатын төменгі молекулалы сұйықтың термомеханикалық қисығы



Аморфты полимерлердің термодинамикалық қисығы





АМОРФТЫ ПОЛИМЕРЛЕРДІҢ ФИЗИКАЛЫҚ КҮЙЛЕРІ

*Шыны тәрізді
полимерлер үшін
салыстырмалы
түрде үлкен
емес серпімді
(қайтымды)
деформациялар
(1-10%) тән.*



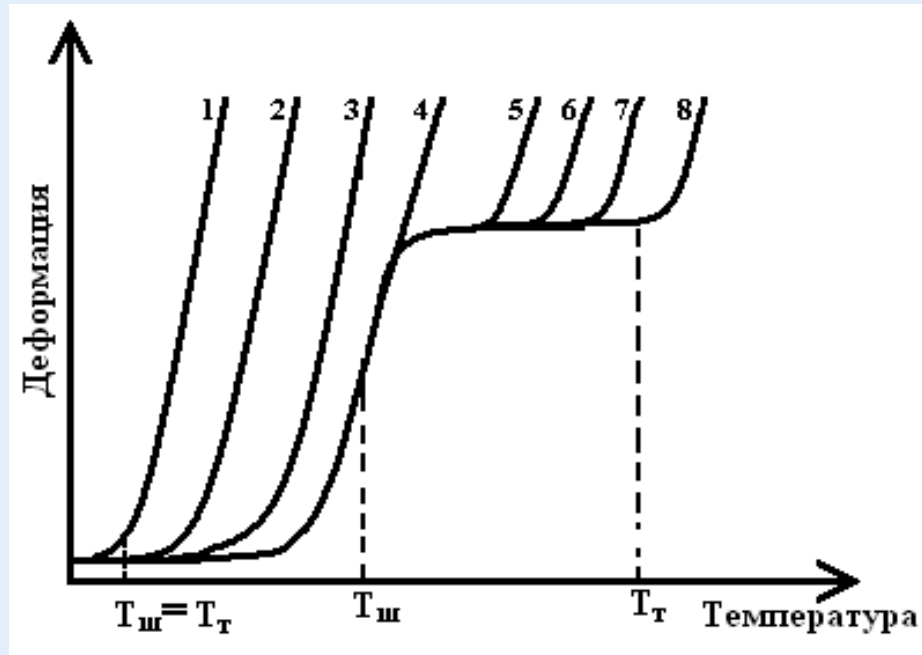
*Тұтқыраққыш
күйде полимер
тұтқыр
сұйықтық
сияқты
қайтымсыз
деформациялана
ды (ағу
деформациясы)*

*Жоғары эластикалық күйде полимер аздаған кернеудің
әсерінен жүздеген процентке дейін қайтымды түрде
деформациялана алады*

ЖОҒАРЫ ЭЛАСТИКАЛЫҚ КҮЙ ТЕК ПОЛИМЕРЛЕРГЕ ҒАНА ТӘН



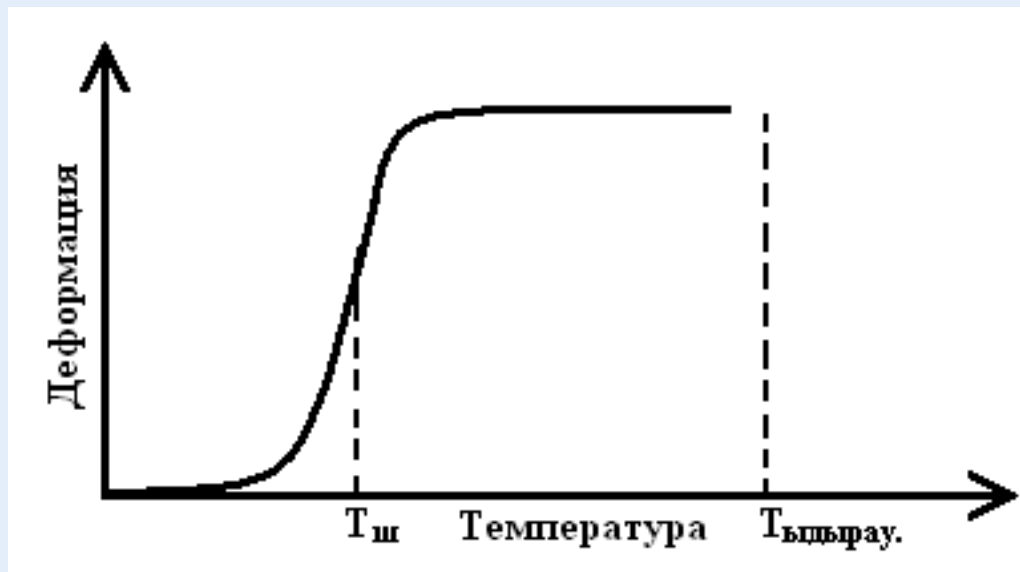
Сызықты полимергомологтарға тән термомеханикалық қисықтар

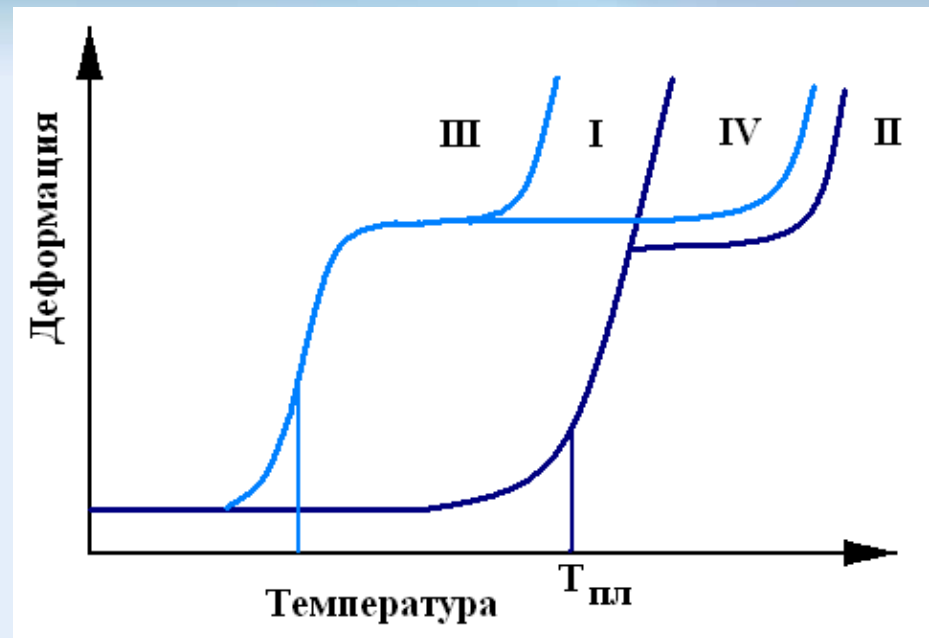


Нөмірлердің жоғарылауы полимерлену дәрежесінің жоғарылауына сәйкес



Сәл тігілген аморфты полимерлердің термомеханикалық қисығы



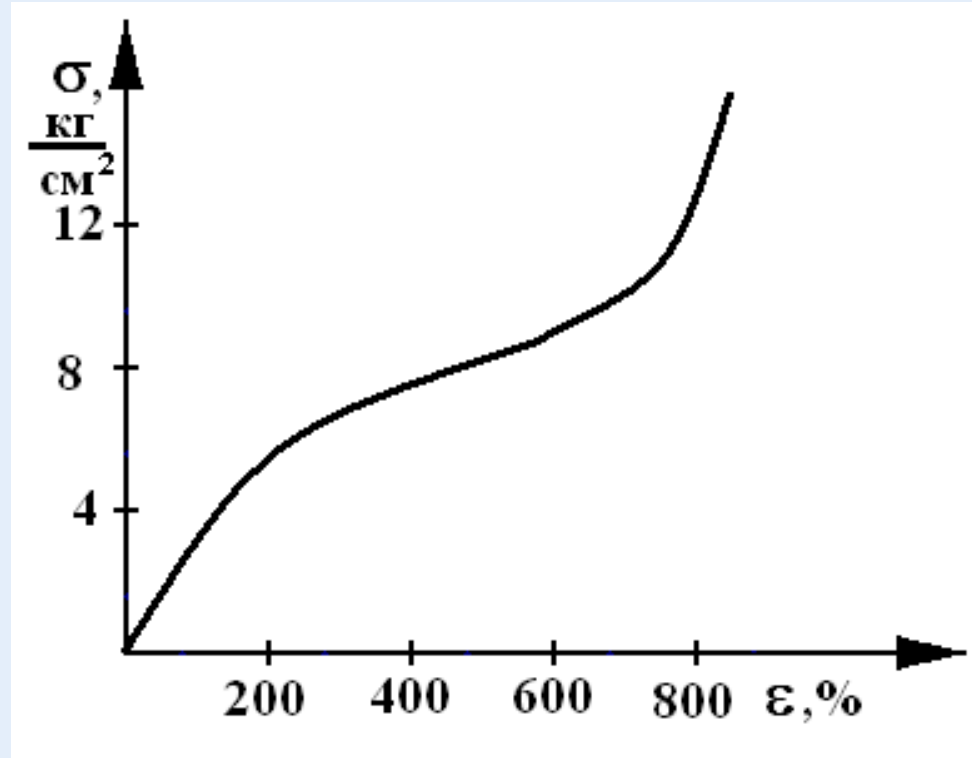


I, II – полимерлену дәрежесі әр түрлі кристалды полимерлердің термомеханикалық қисықтары;

III, IV – химиялық құрлысы ұқсас аморфты полимерлердің термомеханикалық қисықтары.



Жоғары эластикалық күйдің термодинамикасы



Табиғи каучуктың деформация-кернеу қисығы



Жоғары эластикалық күйдің термодинамикасы

Термодинамиканың бірінші заңына сәйкес жүйенің ішкі энергиясы U сырттан келген жылудың шамасымен Q жұмсалған жұмыстың қосындысына тең.

$$dU = dQ + dA \quad (1)$$

$$dU = TdS + dF$$

$$dF = dU - TdS = fdl$$

Термодинамиканың екінші заңы бойынша:

$$dQ = TdS. \quad (2)$$

Созуға жұмсалған жұмыс: $dA = fdl - pdv. \quad (3)$

$$f = \left(\frac{dU}{dl} \right)_{T,V} - T \left(\frac{\partial S'}{\partial r} \right)_{T,V} = \left(\frac{dF}{dl} \right)_{T,V}$$



Жоғары эластикалық күйдің статистикалық (кинетикалық) теориясы

$$W_r = A e^{-b'^{1/2} r^2}$$

$$b' = \left(\frac{3}{2} \frac{1}{Nb^2} \right)^{1/2}$$

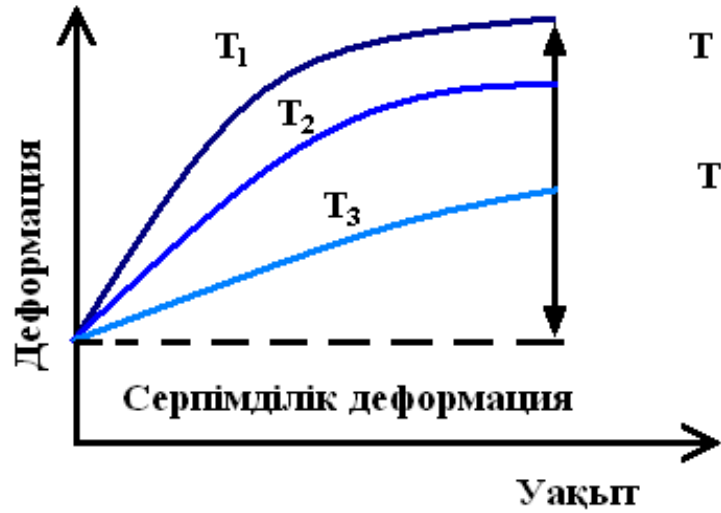
$$A = \left[\frac{3}{2\pi Nb^2} \right]^{3/2} 4\pi$$

$$S = k \ln W_r = k \ln A - kb'^{1/2} r^2$$

$$f = \frac{dF}{dl} = -T \left(\frac{\partial S}{\partial r} \right)_T = 2kTb'^{1/2} r$$

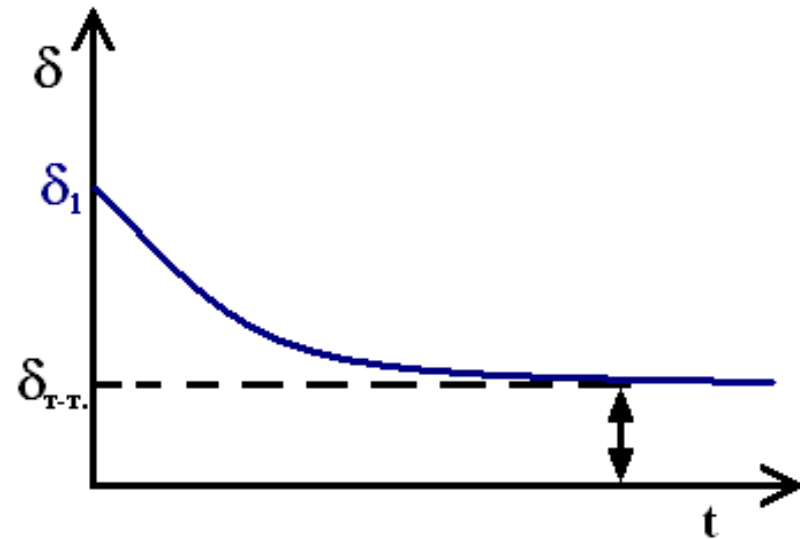
$$\delta_0 = \frac{\rho}{M} RT \left(\lambda - \frac{1}{\lambda^2} \right)$$

$$E = 3RT \frac{\rho}{M}$$

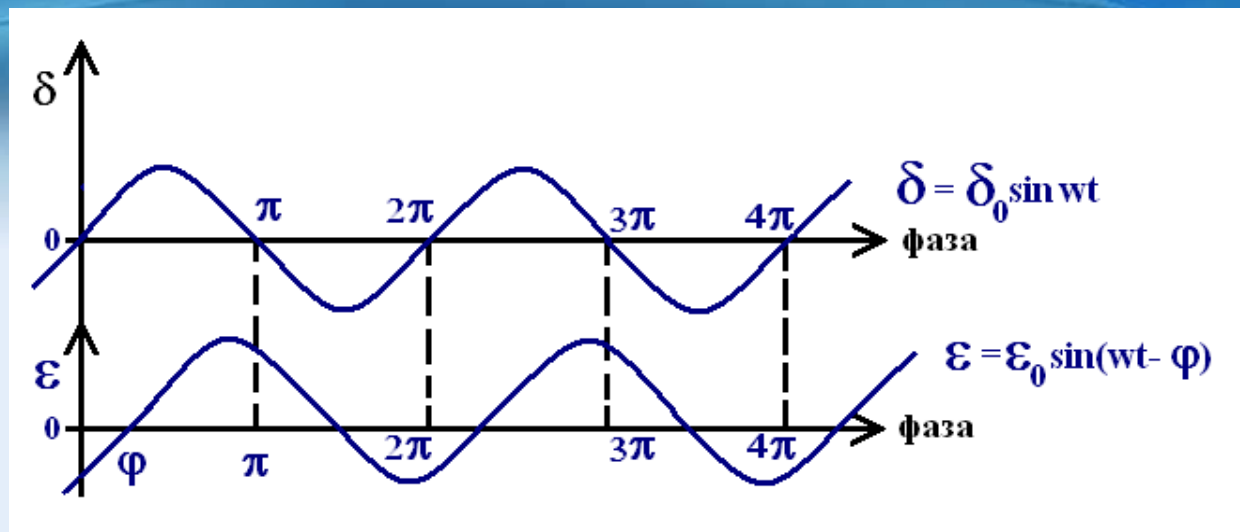


T - температура
 $T_1 > T_2 > T_3$
Толық жоғары
эластикалық
деформация

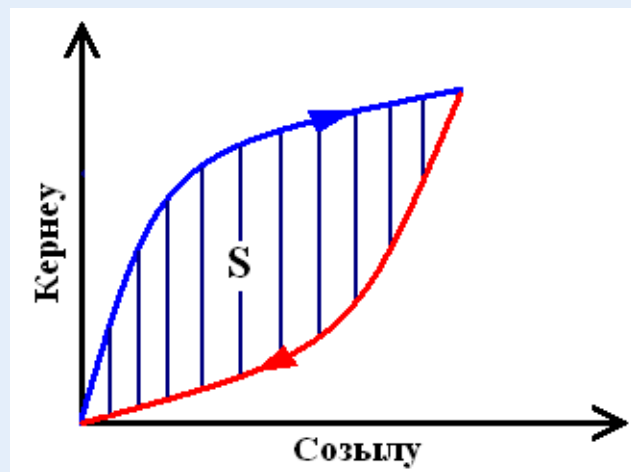
Полимердің деформациясының
әртүрлі температурадағы,
бірдей кернеуде уақыттан тәуелділігі



$\varepsilon_{т-т}$ деформациясындағы
каучуктың кернеу
релаксациясының қисығы



**Ауыспалы периодты деформацияның
релаксация уақытына тәуелділігі**



Гистерезис құбылысы

- **ҚОРЫТЫНДЫ:**

- ЗАТТЫҢ ПОЛИМЕРЛІК КҮЙІ — МОЛЕКУЛАЛАРЫ ҰЗЫН ТІЗБЕКТІ, МАКРОМОЛЕКУЛАЛЫҚ ҚҰРЫЛЫМҒА ИЕ ЕРЕКШЕ КҮЙ, ОЛ ТӨМЕН МОЛЕКУЛАЛЫ ЗАТТАРДЫҢ ГАЗ, СҰЙЫҚ ЖӘНЕ ҚАТТЫ КҮЙЛЕРІНЕН АЙТАРЛЫҚТАЙ ЕРЕКШЕЛЕНЕДІ. ПОЛИМЕР ТІЗБЕГІ ЕРКІН ИЛУ, БҰРЫЛУ ЖӘНЕ КЕҢІСТІКТЕ ӘРТҮРЛІ ПІШІН ҚАБЫЛДАУ ҚАБІЛЕТІНЕ ИЕ БОЛҒАНДЫҚТАН, ОНЫҢ ФИЗИКАЛЫҚ КҮЙІ МЕН ҚАСИЕТТЕРІ ОСЫ ИЛГІШТІККЕ ТІКЕЛЕЙ БАЙЛАНЫСТЫ.
- ПОЛИМЕРДІҢ **КОНФИГУРАЦИЯСЫ** — МАКРОМОЛЕКУЛАНЫҢ ХИМИЯЛЫҚ БАЙЛАНЫСТАРЫНЫҢ ТҰРАҚТЫ КЕҢІСТІКТІК ОРНАЛАСУЫ (МЫСАЛЫ, ЦИС-, ТРАНС-, ИЗОТАКТИКАЛЫҚ, АТАКТИКАЛЫҚ ҚҰРЫЛЫМДАР), АЛ **КОНФОРМАЦИЯСЫ** — БАЙЛАНЫСТАР АЙНАЛАСЫНДАҒЫ ЕРКІН БҰРЫЛУ НӘТИЖЕСІНДЕ ПАЙДА БОЛАТЫН УАҚЫТША КЕҢІСТІКТІК ПІШІНДЕР ЖИЫНТЫҒЫ.
- КОНФИГУРАЦИЯЛЫҚ ЖӘНЕ КОНФОРМАЦИЯЛЫҚ ЕРЕКШЕЛІКТЕР ПОЛИМЕРДІҢ МОЛЕКУЛАЛЫҚ МАССАСЫНА, ТЫҒЫЗДЫҒЫНА, СЕРПІМДІЛІГІНЕ ЖӘНЕ ЕРІТІНДІ МЕН БАЛҚЫМАДАҒЫ ҚАСИЕТТЕРІНЕ ШЕШУШІ ӘСЕР ЕТЕДІ. СОНДЫҚТАН ПОЛИМЕРДІҢ ТІЗБЕК ИЛГІШТІГІ МЕН КЕҢІСТІКТЕГІ ҚҰРЫЛЫМЫН ЗЕРТТЕУ ОНЫҢ ФИЗИКА-ХИМИЯЛЫҚ МІНЕЗ-ҚҰЛҚЫН ТҮСІНУДІҢ ЖӘНЕ ЖАҢА МАТЕРИАЛДАР ЖАСАУДЫҢ МАҢЫЗДЫ НЕГІЗІ БОЛЫП ТАБЫЛАДЫ.

• **ӘДЕБИЕТ:**

1. ТОҚТАБАЕВА А.Қ. ПОЛИМЕРЛІК ҚОМПОЗИТТІК МАТЕРИАЛДАРДЫ АЛУ ЖӘНЕ ЗЕРТТЕУ ӘДІСТЕРІ. АЛМАТЫ, 2009. -153Б.
 2. ИРМУХАМЕТОВА Г.С. ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ: УЧЕБ. ПОСОБИЕ ДЛЯ ВУЗОВ; КАЗНУ ИМ. АЛЬ-ФАРАБИ. - АЛМАТЫ: ҚАЗАҚ УН-ТІ, 2016. - 175 С.
 3. ПОЛИМЕРНЫЕ КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ: СТРУКТУРА, СВОЙСТВА, ТЕХНОЛОГИЯ. ПОД.РЕДАКЦИЕЙ БЕРЛИНА А.А. – СПБ., ИЗД-ВО «ПРОФЕССИЯ», 2008. – 560С.
 4. ПРИНЦИПЫ СОЗДАНИЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ А.А. БЕРЛИН, С. А. ВОЛЬФСОН, В. Г. ОШМЯН, Н. С. ЕНИКОЛОПОВ. — М.: ХИМИЯ, 1990. — 240 С.
 5. САЙФУЛЛИН, Р.С. ФИЗИКОХИМИЯ НЕОРГАНИЧЕСКИХ ПОЛИМЕРНЫХ И КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ / РЕНАТ САЛЯХОВИЧ САЙФУЛЛИН- М.: ХИМИЯ, 1990.- 239 С.
 6. ПОЛИМЕРНЫЕ КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ: СТРУКТУРА, СВОЙСТВА, ТЕХНОЛОГИЯ: УЧЕБ. ПОСОБИЕ / М. Л. КЕРБЕР И ДР.; ПОД ОБЩ. РЕД. А. А. БЕРЛИНА- СПБ.: ПРОФЕССИЯ, 2009.- 556, [4] С.
- БАТАЕВ, А. А. КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ. СТРОЕНИЕ, ПОЛУЧЕНИЕ, ПРИМЕНЕНИЕ: УЧЕБ. ПОСОБИЕ / А. А. БАТАЕВ, В. А. БАТАЕВ- М.: ЛОГОС, 2006.- 397, [3] С.- (НОВАЯ УНИВ. Б-КА).