

**ÓZBEKSTAN RESPUBLIKASÍ**  
**JOQARÍ HÁM ORTA ARNAWLÍ BILIM MINISTRILIGI**

**JOQARÍ BILIM SISTEMASÍ PEDAGOG HÁM BASSHÍ KADRLARDÍ**  
**QAYTA TAYaRLAW HÁM OLARDÍN' BILIMIN JETILISTIRIWIN**  
**ShÓLKEMLESTIRIW BAS ILIMY – METODÍKALÍQ ORAYÍ**

**QARAQALPAQ MÁMLEKETLIK UNIVERSITETI JANÍNDAGÍ**  
**PEDAGOG KADRLARDÍ QAYTA TAYaRLAW HÁM OLARDÍN'**  
**BILIMIN JETILISTIRIW AYMAQLIQ ORAYÍ**

**“NANOTEKNOLOGIYaNÍN FIZIKALÍQ**  
**TIYKARLARÍ HÁM ÁMELIYatta**  
**QOLLANÍLÍWÍ”**  
**moduli boyinsha**

**O Q Í W – M E T O D I K A L Í Q**  
**K O M P L E K S I**

**N ó k i s - 2023**

**Bul oqıw-metodikalıq kompleks joqarı hám orta arnawlı bilim ministriginiń 2023 jil - sanlı buyrıǵı menen tastıyqlanǵan oqıw reje hám dástúr tiykarında tayarlandı.**

**Dúziwshi:**

**QMU, f-m.i.d., professor  
Q.A.Ismaylov**

**Pikir beriwshi:**

**NMPI niń fizikanı oqıtıw  
metodikası kafedrası  
baslıǵı, prof.A.B.Kamalov**

*Oqıw –metodikalıq kompleksm QMU dıń ..... keńesiniń 2023 jil \_\_\_\_\_daǵı \_\_\_-sanlı  
qarırı menen tastıyqlawǵa usınıs etilgen.*

## MAZMUNÍ

<b>I. ISSHI DÁSTÚR</b>	<b>4</b>
II. MODULDI OQÍTÍWDA PAYDALANÍLGAN INTERAKTIV TÁLIM METODLARÍ .....	12
III. TEORIYALÍQ MAĞLÍWMATLAR.....	145
IV. ÁMELIY SHÍNÍGÍWLAR MAZMUNÍ.....	125
V. KEYSLER BANKI .....	138
VI. ÓZ BETINSHE BILIM TEMALARÍ.....	141
VII. GLOSSARIY .....	143
VIII. ÁDEBIYATLAR DIZIMI.....	1478

# I. ISSHI DÁSTÚR

## Kirisiw

Bul dástúr rawajlangan shet el mámleketleriniń joqarı oqıw tarawındaǵı erisken jetiskenlikleri hámde arttırǵan tájriybeleri tiykarında “Fizika” qayta tayarlaw hám bilimin asırıw baǵdarı ushin tayarlangan úlgi okıw reje hámde programma mazmunınan kelip shıqqan halda dúzilgen bolıp, ol házirgi zaman talapları tiykarında qayta tayarlaw hám bilimin asırıw processleriniń mazmunın jetilistiriw joqarı bilim mekemeleri pedagog kadrlarınıń professionallıq kompetentligin dáwirli túrde asırıp barıwın maqset etip qoyadı. Jámiyettiń rawajlanıwı tek ǵana mámlekettiń ekonomikalıq rawajlanıwınıń joqarılıǵı menen emes, balkim bul dáreje hár bir adamnıń kamal tabıwı hám garmoniyalıq rawajlanıwına qanshelik baǵdarlanganlıǵı, innovaciyalardı qollanǵanlıǵı menen de ólshenedi. Demek, bilim sistemasınıń effektivligin asırıw, pedagoglardı zaman talapındaǵı bilim hámde ámeliy kónlikpeler menen qurallandıırıw, shet el aldınıǵı tájriybelerin úyreniw hám bilim ámeliyatına endiriw búgingi kúnniń aktual wazıypası bolıp tabıladı. “Házirgi zaman materialtanıwı hám nanofizika” moduli tap usı baǵdardaǵı máselelerdi sheshiwge qaratılǵan.

Bul moduldi ámelge asırıwda tarawǵa tiyisli aldınıǵı ilim-pán jetiskenlikleri hám joqarı texnologiyalıq processler mánislerin itibarǵa alıw, solarǵa tayanǵan halda lekciya, ámeliy jumislardı shólkemlestiriw, jeteshi ilim-pán hám islep shıǵarıw mekemelerinde alıp barılıp atırǵan prioritet hám keleshekke baǵdarlangan ilimiy hám ámeliy izlenisler menen tanısıw áxmiyetli bolıp tabıladı.

## Moduldiń maqseti hám wazıypaları

“Nanotexnologiyanıń fizikalıq tiykarları hám ámeliyatta qollanılıwı” **moduliniń maqseti:** pedagog kadrlardı qayta tayarlaw hám bilimin asırıw kursı tınlawshıların tábiy pánlerdiń metall, yarımótkizgish, keramika, polimerler, kompozitler fizikası hám nanofizikası tarawları hámde házirgi zaman materialtanıwınıń rawajlanıw kriteriyaları haqqındaǵı bilimlerin jetilistiriw, usı tarawdaǵı respublikamız hám shet ellerdiń jetekshi ilimiy orayları erisken tiykarǵı jetiskenlikler, házirgi zaman ilimiy baǵdarlar hám izlenisler metodları menen tanıstırıw hámde olardı ámeliy jaqtan qollaw tárepinen kónlikpe hám bilimlerge iye bolıwına erisiwden ibarat bolıp tabıladı.

## Moduldiń wazıypaları:

- tábiyiy pánlerdiń metall, yarımótkizgish, polimerler, kompozitler fizikası hám nanofizika tarawları, olardıń házirgi zaman materialtanıwındaǵı ilimiy hám

ámeliy áhmiyeti, rawajlanıw tendenciyası, keleshekke bagdarlangan ilimiy-izertlew baǵdarları haqqındaǵı tiykarǵı bilimlerdi úyreniw;

- Nanotexnologiya hám nanofizika tarawında hámde onıń prioritet baǵdarında respublikamız hám shet elli ilimiy oraylar erisip atırǵan tabıslar, aktual izlenisler, sonday aq, bul saladaǵı ilimiy ádebiyatlar haqqındaǵı analizlengen maǵlıwmatlar menen tanıstırıw;

- tábiyiy resurs hám shiyki zatlar tiykarında materialtanıw, atap aytqanda, metall, keramika, polimerler, kompozitler fizikası hám nanofizikası tarawındaǵı izertlewler aktuallıǵı, ilimiy jańalıǵı hám ámeliy áhmiyeti haqqındaǵı túsinikke iye bolıw;

- Nanotexnologiyalar hám nanofizika baǵdarında házirgi zaman talapları tiykarında shınıǵıwlardı shólkemlestiriw hám ótkiziw tártibin ózlestiriw, sondayaq, oqıtıw processinde ilim-pán jetiskenlikleri, jańa usıllar hám úskenelerden paydalanıw hámde jetekshi innovacion texnologiyalardı qollay alıwdı úyretiw;

### **Modul boyınsha tıńlawshılardıń bilimi, kónlikpesi, kvalifikaciyası hám kompetenciyalarına qoyılatuǵın talaplar**

“Nanotexnologiyanıń fizikalıq tiykarları hám ámeliyatta qollanılıwı” processinde ámelge asırılátuǵın máseleler boyınsha:

#### **Tıńlawshı:**

- Nanotexnologiya hám nanofizikada metallar, yarımótkizgishler, keramika, tábiyiy hám sintetik polimerler fizikası, hám olardıń izertlew obektleri, predmetleri hámde materialtanıw baǵdarındaǵı principial ornı haqqındaǵı tiykarǵı **bilimlerge iye bolıwı;**

#### **Tıńlawshı:**

- tábiyiy pánler tarawında oqıw shınıǵıwlarda jańa pedagogik texnologiyalar hám jetekshi tájriyelerden paydalanıw, shınıǵıwlardıń ózlestiriliwin analizlew, joqarı dárejelerge erisiwge dóretiwshilik penen kirisiw sıyaqlı **ámeliy kónlikpe hám kvalifikaciyalardı iyelewi;**

#### **Tıńlawshı:**

- lekciya, praktika hám öz betinshe tálim shınıǵıwların bir birine baylanıshlı túrde shólkemlestiriw, shınıǵıwlar processinde bayqalatuǵın unamalı jaǵdaylardı xoshametlew hám unamsız illetlerdi joq etiw, ózlestiriwdi analizlew, bahalaw hám ulıwmalastırıw **kompetenciyaların iyelewi kerek.**

### **Moduldi shólkemlestiriw hám ótkiziw boyınsha usınıslar**

“Nanotexnologiyanıń fizikalıq tiykarları hám ámeliyatta qollanılıwı” modulın oqıtıw lekciya hám ámeliy shınıǵıwlar kórinisinde alıp barıladı.

Moduldi oqıtıw processinde tálimniń Házirgi zaman usulları, axbarot-kommunikaciya texnologiyaları qollanıladı, atap aytkanda:

- lekciya sabaqları kompýuter texnologiyaları járdeminde prezentaciyalar hám elektron-didaktik texnologiyalardan paydalanıp alıp barıladı;

- ámeliy shınıǵıwlardı alıp barıwda laboratoriya tájriybeleri, ekspress-sorawlar, test sorawları, aqlıy hújim, gruppalı pikirlew, kollokvium, izertlewler ásbap-úskeneleri hám qurılmalarınan, jetekshi ilimiy mákemeler imkánıyatlarınan paydalanıw, sondayaq, basqa interaktiv tálim usulların qollaw usınıs etiledi.

### **Moduldiń oqıw rejedegi basqa modullar menen baylanıshlıǵı hám úzliksizligi**

“Nanotexnologiyanıń fizikalıq tiykarları hám ámeliyatta qollanılıwı” moduli mazmunı oqıw rejedegi “Joqarı energiyalar fizikası hám astrofizikanıń házirgi zaman jaǵdayı” hám “Ámeliy optika, spektroskopiya, lazer fizikası, fotonika” moduli menen baylanısqan halda tábiyiy pánler tarawında pedagog kadrlardıń kásiplik pedagogik tayarlıǵın hám kvalifikaciyasın asırıwǵa xizmet qıladı.

### **Moduldiń joqarı tálimdegi ornı**

Moduldi özlestiriw arqalı tınlawshılar “Házirgi zaman materialtanıw hám nanofizika” tiykarların úyreniw, olardı analizlew, ámelde qollaw hám bahalawǵa tiyisli kásiplik kompetentlik hám kvalifikaciyasına iye boladı. Modul boyınsha pánlerdi özlestiriw joqarı oqıw orınlarında házirgi zaman materialtanıw hám nanofizika tarawlarında tálim alıp atırǵan bakalavriatura hám magistratura studentleri ushın arawlı pánlerdi oqıtıwdı shólkemlestiriwde úlken ahmiyetke iye boladı. Sondayaq, modul tiykarında özlestirilgen bilimler usı pán tarawları boyınsha ilimiy izertlewler alıp barıwda ámeliy jaqtan tiykar bolıp xizmet qıladı.

### **Modul boyınsha saatlar bəlistiriliwi**

№	Modul temaları	Tınlawshınıń oqıw júklemesi, saat				
		Hámmesi	Auditariya oqıw júklemesi			Өz betinshe tálim
			atap aytkanda			
			Jámi	Teoriyalıq	Ámeliy	

1	Nanotexnologiyalar hám nanofizika tiykarları hám házirgi zaman materialların payda etiwdiń fizikalıq faktorları hámde tiykarǵı baǵdarları.	8	8	2	2	3	
2	Metallar hám yarımótkizgishler fizikasınıń ilimiy hám ámeliy áhmiyetleri hámde keleshegi.	6	6	2	2	3	-
3	Nanomateriallar, olardıń fizikalıq qasiyetleri hám ámeliyatta qollanılıwı.	8	8	2	2	2	-
4	Nanostrukturalar, nanosistemalar hám nanokompozitler payda bolıwı, siyrek ushırasatuǵın fizikalıq qásiyetleri hám ámeliy keleshegi.	6	6	2	2	4	
<b>Jámi</b>		<b>28</b>	<b>28</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>12</b>	

# TEORIYaLÍQ ShÍNÍGÍWLAR MAZMUNÍ

## **1-tema: Nanotexnologiyalar hám nanofizika tiykarları hám házirgi zaman materiallar payda etiwdiń fizikalıq faktorları hámde tiykarǵı baǵdarları**

Materialtanıw fizikasınıń predmeti, materiallar klassifikaciyası, qattı hám suyuq halları, quramı, dúzilisi hám áhmiyetli fizikalıq qásiyetleri, shiyki zatları, dúziwdiń fizikalıq faktorları hám imkánıyatları. Metallar, yarımótkizgishler, keramika, polimerler, kompozitler fizikası hám nanofizikasınıń tiykarǵı tarawları hám baǵdarları haqqındaǵı tiykarǵı túsinikler.

## **2-tema: Metallar hám yarımótkizgishler fizikasınıń ilimiy hám ámeliy áhmiyetleri hámde keleshegi.**

Metallar, tómen hám joqarı molekulyar birikpeler tiykarındaǵı materiallar túrleri hám klassifikaciyaları. Materiallardıń amorf-kristall halları, fazalıq diagrammaları, mexanikalıq, termikalıq, optikalıq, elektrofizikalıq, fizikaximiyalıq hám biofizikalıq qásiyetleri. Olardıń házirgi zaman materialların jaratıwda qollanıw imkánıyatları, fizikalıq faktorları hám texnologiyaları hámde ilimiy izertlewler hám olardıń keleshegi.

## **3-tema: Nanomateriallar, olardıń fizikalıq qásiyetleri hám ámeliyatta qollanıwı**

Kompozicion materiallar quramı, túrleri hám tiykarǵı qásiyetleri hámde ámeliy qollanıw tarawları. Kompozicion materiallar jaratıwdıń fizikalıq faktorları. Metall, keramik, polimer kompozitler, olardıń fizikalıq halları hám xarakteristikaları. Kompozit sistemalar morfologiyası hám oǵan tán arnawlı hám siyrek ushırasatuǵın qásiyetleri. Házirgi zaman materialtanıwda kompozitler fizikasınıń ornı hám tiykarları.

## **4-tema: Nanostrukturalar, nanosistemalar hám nanokompozitler payda bolıwı, siyrek ushırasatuǵın fizikalıq qásiyetleri hám ámeliy keleshegi.**

Nanofizika predmeti, nanoobektler, nanodispers sistemalar, nanostrukturalar hám nanomateriallar payda bolıwı, olardıń arnawlı hám siyrek ushırasatuǵın fizikalıq qásiyetleri. Nanomaterialtanıw tiykarları, bunda fundamental hám ámeliy pánler, texnologiyalar hám islep shıǵarıwdıń birleskenligi. Metall, keramika, polimerler, kompozitler tiykarında nanomateriallar payda etiw imkánıyatları. Nanoobektler hám olardıń nanomateriallar jaratıwdaǵı roli hám tiykarlanıwı.



Nanofizika hám nanotexnologiyalar úzliksizligi hámde tiykarǵı ilimiy-izertlew tarawları hám baǵdarları. Nanofizikanıń klassikalıq hám házirgi zaman tábiyiy pánler rawajlanıwı, jańa ilim-pán hám islep shıǵarıw tarawlarınıń ashılıwıdaǵı jetekshiligi, áhmiyeti hám rawajlanıwı. Nanodispers sistemalar, nanomexanikalıq, nanoelektronika, metall hám yarımөtkizgishli nanoqurılımlar, optikalıq nanosensorlar, nanoqatlamlı quyash elementleri, nanoplėnkalar, nanotalalar, nanosorbentlar, nanotrubkalar, nanogellar, nanokomplekslar, nanokompozitler hám t.b.

## **ÁMELIY SHÍNÍǴIWLAR MAZMUNÍ**

### **1-ámeliy shınıǵıw:**

#### **Materiallar gewekligin sorbcion usılda anıqlaw principleri**

Sorbcion usıl principini suw puwların material quramına diffuzion kirip barıwın qadaǵalawǵa tiykarlangan bolıp, onıń járdeminde sorbcion process kinetikasi, materialdaǵı geweklerdiń ólshemleri, salıstırma sırtı hám kólemi sıyaqlı kósetkishler anıqlanadı. Ámeliy shınıǵıwda usı parametrlerdı ámeliy anıqlawdıń tiykarǵı principleri ózlestiriledi.

### **2-ámeliy shınıǵıw**

#### **Nanofiltır materiallardıń effektivligin bahalaw**

Nanotalalı toqıma emes materiallar gewekleriniń nanodiapazonda bolıwı, olar tiykarında nanofiltırlar tayarlaw imkániyatin beredi. Bunday materiallar áhmiyetli eki tárepi menen basqa filtırlardan parıqlanadı: birinshiden, nanoөлshemli bólekshelerdi filtırleydi, ekinshiden, nanotalalardıń sırtlıq aktivligi esabınan gewekler filtırlenip atırǵan zatlardı selektiv túrde uslap qalıw imkániyatına iye boladı. Usı processler shınıǵıwda ámeliy ózlestiriledi.

### **3-ámeliy shınıǵıw:**

#### **Nanoqatlamlı materiallardıń elektrofizikalıq qásiyetleri**

Yarımөtkizgishli metalloksidler tiykarında dúzilgen nanoqatlamlı materiallardıń salıstırma elektr өtkizgishligin tórt zondlı usılda anıqlawdıń principial tárepleri ózlestiriledi. Tájriyeler arnawlı jıynalǵan qurılımda өtkiziledi hám izertlew nátiyjeleri tiykarında nanomaterialdıń elektr өtkizgishlik qábiliyeti bahalanadı.

### **4-ámeliy shınıǵıw: (kөshpe)**

#### **Nanotalalar payda etiwdiń elektrosplin usılı**

Joqarı kernew tásirinde anoddan shıǵıp atırǵan eritpeniń ekranǵa (katod) tartılıwı sebepli eritiwshiniń puwlanıp ketiwi hám makromolekulyar shınjırlardı bir

birine orientacion oralıp qalınlığı nanoөлshemlerde bolğan talalar, yaǵnıy nanotalalar dúziledi. Usı ámeliy shınıǵıwda ayılǵan processti ámelge asırıwdıń principial tárepleri ózlestiriledi.

### **5-ámeliy shınıǵıw: (qoshpe)**

#### **Nanodispers sistemalardıń reologiyalıq qásiyetleri**

Nanodispers sistemalar, yaǵnıy quramında nanoөлshemli bóleksheleri bolğan koncentrlengen eritpe yaqı geldiń aǵıwında deformaciyalıq özgeriwlerin, yaǵnıy reologiyalıq xarakteristikaları, atap aytqanda, effektiv jabısqaqlığı hám jabısqaq aǵıwshańlıǵınıń aktivlik energiyaların anıqlawdıń principleri ózlestiriledi. Usı praktika izertlewi “Reotest-2” qurılmasında yaqı arnawlı jıynalǵan “Reometr” qurılmasında ótkiziledi.

### **OQÍTÍW FORMALARÍ**

Usı modul boyınsha tómendegi oqıtıw formalarınan paydalanıladı:

- lekciyalar, ámeliy shınıǵıwlar (házirgi zaman materialtanıw hám nanofizika tiykarların ózlestiriw, bul tarawdaǵı bilimlerin ámeliy qollaw kvalifikaciyasını iyelew, materialtanıw hám nanotexnologiyalar rawajlanıwında fizikanıń ornın ańlaw, ózlestirilgen bilimlerin úzliksiz túrde sinap hám bekkemlep barıw);

- ámeliy tájriybeler hám olardıń dodalanıwı (materialtanıw hám nanofizikaǵa tiyisli ámeliy tájriybeler ótkeriw, nátiyjelerin dodalaw, házirgi zaman materiallar klassifikaciyaların ańlaw, fizikalıq qásiyetleri haqqındaǵı teoriyalıq hám ámeliy bilimlerde oqıw hám ilimiy izertlewlerde qollay alıw kvalifikaciyasını iyelew);

- ózlestirilgen bilimlerin analizlew hám bekkemlew (lekciyalar hám ámeliy shınıǵıwlar boyınsha ózlestirilgen bilimlerin házirgi zaman materialtanıw hám nanofizika kóz qarasını analizlew, zárúr jaǵdaylarda qosımsha ádebiyatlar materialları menen bayıtıw, tereńlestiriw hám jánede quramalılastırıp barıw kónlikpesin iyelew).

#### **Bahalaw kriteriyaları**

№	Oqıw-tapsırma túrleri	Maksimal ball	Bahalaw kriteriyası		
		2,5	"alo" 2,2-2,5	"jaqsı" 1,8-2,1	"orta" 1,4-1,7
1.	Test-sınaq tapsırmaların orınlaw	0,5	0,4-0,5	0,34-0,44	0,28-0,3
2.	Oqıw-joybar jumsların orınlaw	1	0,9-1	0,73-0,83	0,56-0,7
3.	Өz betinshe jumıs	1	0,9-1	0,73-0,83	0,56-0,7

	tapsırmaların orınlaw				
--	-----------------------	--	--	--	--

## II. MODULDI OQÍTIWDA PAYDALANÍLATUĞÍN INTERAKTIV TÁLIM METODLARÍ

### “SWOT-analiz” metodu.

**Metodtń maqseti:** bar bolǵan teoriyalıq bilimler hám ámeliy tájriybelerdı analizlew, salıstırıw arqalı problemanı sheshiw jolların tabıwǵa, bilimlerin bekkemlew, tákrarlaw, bahalawǵa, öz betinshe, sın pikirlewdi, nostandart oylawdı payda etiwge xızmet qıladı.

S- (Strength)	kúshli tárepleri
W- (weakness)	ázzi, kúchsiz tárepleri
O- (opportunity)	imkánıyatları
T- (threat)	tosıqlar

**Úlgi :** Házirgi zaman materialtanıwdıń SWOT analizin usı kestege túsiriń.

<b>S</b>	Házirgi zaman materialtanıwdıń kúshli tárepleri	Materialtanıw pánleri hám injenerliginiń birgeligi
<b>W</b>	Házirgi zaman materialtanıwdıń kúchsiz tárepleri	Házirgi zaman materiallar jaratıwdıń ushırasatuǵın shiyki zatlar hám jańa texnologiyalarǵa mıtájliginiń joqarı ekenligi
<b>O</b>	Házirgi zaman materialtanıwdıń imkánıyatları (ishki)	Innovacion islep shıǵarıwdıń keń qollanıwı hám effektivligi
<b>T</b>	Tosıqlar (sırtqı)	Házirgi zaman materiallardı islep shıǵarıwda qosımsha qárejetler payda bolıwı

## Juwmaqlaw (Rezyume, Veer) metodu

**Metodtń maqseti:** bul metod quramalı, kóp tarmaqlı, múmkin bolǵansha, problemalı xarakterindegi temalardı úyreniwge qaratılǵan. Metodtń mánisi sonnan ibarat bolıp, bunda temaniń túrli tarmaqları boyınsha bir qıylı axbarot beriledi hám sol momentte, olardıń hár biri ayrıqsha aspektlerde dodalanadı. Máselen, problema unamlı hám unamsız tárepleri, abzallıqları, kemshilikleri, paydalı hám zıyanlı tárepleri boyınsha úyreniledi. Bul interaktiv metod sınıq, analizlik, anıq logikalıq pikirlewdi tabıslı rawajlandırıwǵa hámde oqıwshılardıń öz betinshe ideyaları, pikirlerin jazba hám awızeki formada sistemalı bayan etiw, qorǵawǵa imkániyat jaratadı. “Juwmaqlaw” metodınan lekciya shınıǵıwlarında individual hám juplıqlardaǵı jumıs formasında, ámeliy hám seminar shınıǵıwlarında kishi gruppalardaǵı jumıs kórinisinde tema boyınsha bilimlerin bekkemlew, analizlew hám salıstırw maqsetinde paydalanıw múmkin.

### METODTÍ ÁMELGE ASÍRÍW TÁRTIBI:

- *trener-oqıtıwshı qatnasıwshılardı 5-6 adamnan ibarat kishi gruppalarǵa ajratadı;*
- *trening maqseti, shártleri hám tártibi menen qatnasıwshılardı tanıstırǵannan soń, hár bir gruppaga ulıwma problemanı analiz qılıwdı zárwr bolǵan bólekleri túsirilgen tarqatpa;*
- *hár bir gruppaga ózine berilgen problemanı jeterlishe analiz qılıp, óz pikirlerin usınıs etilip atırǵan sxema boyınsha tarqatpaǵa jazba bayan qıladı;*
- *náwbettegi basqıshqa barlıq gruppalar óz prezentaciyaların ótkizedi. Bunnan soń, trener tárepinen analizler ulıwmalastırıladı, zárwr axbarotlar menen toltırıladı tema tamamlanadı.*

Úlgi:

Materiallar salıstırma analizi					
Metall		Keramika		Polimer	
abzallıǵı	kemshiligi	abzallıǵı	kemshiligi	abzallıǵı	kemshiligi
Bekkem, qattı, elektr-jıllılıqtı jaqsı ótkizedi	Awır, joqarı temperaturada qayta islenedi, zańlaydi	Joqarı temperaturalarǵa shıdamlı, shiyki zat zapası úlken	Mwrt, Awır, názik	Jeńil, tómen temperaturalar da qayta islenedi, zapası úlken	Joqarı temperaturalar hám kúshli mexanikalıq tásirlerge shıdamsız
<p><b>Juwmaq:</b> Barlıq materiallar da óziniń abzallıǵı hám kemshiligi menen bir birinen sezilerli parqlanadı. Lekin, olardıń kompleks túrde ámeliy qollanıwı kemshilikleri joq etiliwge hám abzallıqların jánede asırıwǵa imkán beredi.</p>					

### III. TEORIYA LÍQ MAĖLÍWMATLAR

#### 1-TEMA: NANOTEKNOLOGIYA HÁM NANOFIZIKA TIYKARLARÍ HÁM HÁZIRGI ZAMAN MATERIALLAR PAYDA ETIWDÍ FIZIKALÍQ FAKTORLARÍ HÁMDE TIYKARGÍ BAĖDARLARÍ

##### *REJE*

*1.1. Nanotexnologiya fizikasınıń predmeti, materiallar klassifikaciyası, dúziliwiniń fizikalıq faktorları hám imkaniyatları;*

*1.2. Metall hám yarımótkizgishli materiallar hámde olardıń fizikalıq xarakteristikaları;*

*1.3. Aqıllı hám elektronik materiallar hám olardıń qollanıwı;*

*1.4. Nanomateriallar hám olardıń ózine tán ushırasatuĖın qásiyetleri.*

**Tayanısh atamalar:** *Házirgi zaman materialtanıw, materialtanıw túrleri hám bağdarları, metall, keramik, polimer, kompozit, aqıllı, elektronik materiallar, nanomateriallar, arnawlı hám siyrek ushırasatuğın materiallar.*

#### **1.1. Nanotexnologiya hám nanofizikanıń predmeti, materiallar klassifikaciyası, dúziliwiniń fizikalıq faktorları hám imkaniyatları**

Nanotexnologiya - bir qatar pán tarawların ózinde birlestirgen, materiallardıń qásiyetlerin ózgeriwini de qattı hám suyıq hallarda túrli faktorlarǵa baylanıslılıǵın úyrenedi. Usı sebepli materialtanıw - metall, yarımótkizgish, keramik, organikalıq birikpeler hám polimerler tiykarındaǵı materiallardıń qásiyetleri hámde olardıń alınıw, strukturalıq formalanıw, ózara tásirlesiw, birigiw hám ıdırau nızamlıqları haqqındaǵı pándir<sup>1</sup>. Ulıwma jaǵdayda bul pán materiallar dúzilisi, qásiyetleri hám olardaǵı processlerdi úyreniwge karatılǵan bolıp, ol materiallar injenerligi menen úzliksiz baylanıslı. Sebebi materiallar injenerliginiń tiykarın fundamental hám ámeliy bilim belgileydi hámde olarǵa tayaanǵan jaǵdayda iqtisodiēt mıtájlikleri ushın zárwr bolǵan tovarlar islep shıǵarıladı.

<sup>1</sup> Introduction to Materials Sciences and Engineering. Techbooks/GTS, 2005. - P.22.

Materiallar tiykarın jer betindegi elementler hám birikpeler kuraydı<sup>1</sup>. 1-kestede bul haqqındaǵı maǵlıwmatlar berilgen. Keleshekte olardıń qatarı jańa oylap tabılǵan kosmik elementler menen bayıtıladı.

**1-keste.** Jer qabıǵı hám atmosferada tarqalǵan elementler [1]

Elementler	Jer qabıǵındaǵı massalıq procenti, %
<b>Kislorod (O)</b>	<b>46,60</b>
<b>Kremniy (Si)</b>	<b>27,72</b>
<b>Alyuminiy (Al)</b>	<b>8,13</b>
<b>Temir (Fe)</b>	<b>5,00</b>
<b>Kalʼciy (Ca)</b>	<b>3,63</b>
<b>Natriy (Na)</b>	<b>2,83</b>
<b>Kaliy (K)</b>	<b>2,70</b>
<b>Magniy (Mg)</b>	<b>2,09</b>
<b>Jámi</b>	<b>98,70</b>
<b>Gazler</b>	<b>Qurǵaq hawa kólemindegi procenti, %</b>
<b>Azot (N<sub>2</sub>)</b>	<b>78,08</b>
<b>Kislorod (O<sub>2</sub>)</b>	<b>20,95</b>
<b>Argon (Ar)</b>	<b>0,93</b>
<b>Karbonat ańidrid (CO<sub>2</sub>)</b>	<b>0,03</b>
<b>Jámi</b>	<b>99,99</b>

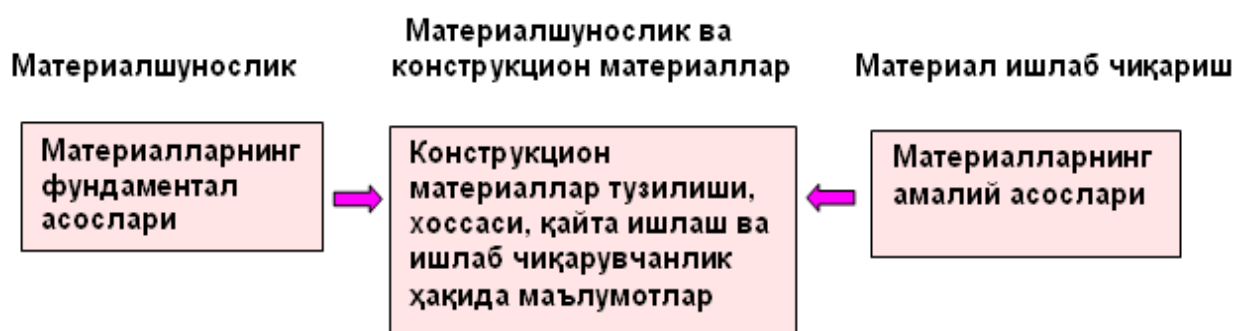
Usı elementler hám birikpeler tiykarında hár túrli materiallar tábiyy hám sintetik processler járdeminde dúziledi. bul tarawda jańadan jańa materiallar jaratıw boyınsha úzliksiz túrde izleniwler alıp barıladı. Atap aytqanda, mashinasazlıq tarawı ushın joqarı temperaturalarǵa shıdamlı, asa bekkem materiallar jaratıw aktual bolsa, elektrotexnikada bolsa usı sıyaqlı jańa materiallardı jaratılıwı joqarı temperaturalarda effektli isleytuǵın elektronika qurılmaları hám ásbapları islep shıǵarıwǵa karatılǵan.

Aviasazlıqta materiallardıń asa bekkemligi hám jeńilligi tiykarǵı faktorlardan esaplanadı. Ximiyalıq texnologiya hám materiallar injenerliginde tiykarǵı tárepi korroziyaǵa shıdamlı tovarlardı jaratıwǵa qaratilǵan boladı. Túrli sanaat tarmaqları aqıllı materiallar hám qurılmalar hámde mikroelektron sistemalar

<sup>1</sup> Introduction to Materials Sciences and Engineering. Techbooks/GTS, 2005. - P.22.

jaratıw hám olardıń siyrek ushırasatuǵın qásiyetlerin anıqlawda sensorlar hám aktivatarlar sıpatında ámeliy qollaw boyınsha aktiviyat júrgizedi. Házirde materialtanıwda jáne bir aktual baǵdar sıpatında nanomateriallar bolıp, olardı jaratıw hám ámeliy qollaw boyınsha dúnyanıń bir qatar jetekshi mámleketlerde ilimiy-izertlewler alıp barılmaqta. Ximiyalıq hám mexanikalıq qásiyetleri menen nanomateriallar bir qatar abzallıqlarǵa iye ekenligin, á sirese, medicina hám elektronika tarawında ózine tán ushırasatuǵın qásiyetlerdi ózinde kósetiwi, olarǵa bolǵan talaptı jánede asırıp jibermekte.

Házirgi zaman materiallardı islep shıǵarıw materialtanıw hám konstrukcion materiallardı ulıwmalastırǵan tarawındı payda etti hámde olardı quramlıq mánisi temendegi sızılma arqalı túsindiriledi <sup>1</sup>.



Buǵan tiykarlanıp, materiallardıń fundamental hám ámeliy tiykarları toplamı konstrukcion materiallar dúzilisi, qásiyeti, qayta islew hám islep shıǵarıwshılıq haqqındaǵı maǵlıwmatlar bazasın payda etti.

Olar tiykarında dúzilgen usı diagrammada materiallar pánleri hám texnikanıń qanday qılıp fundamental pánlerden injenerlik pánlerge qaray bilimler kópirin payda etiwı kórgizbe etilgen<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Introduction to Materials Sciences and Engineering. Techbooks/GTS, 2005. - P.22.

<sup>1</sup> Introduction to Materials Sciences and Engineering. Techbooks/GTS, 2005. - P.22.



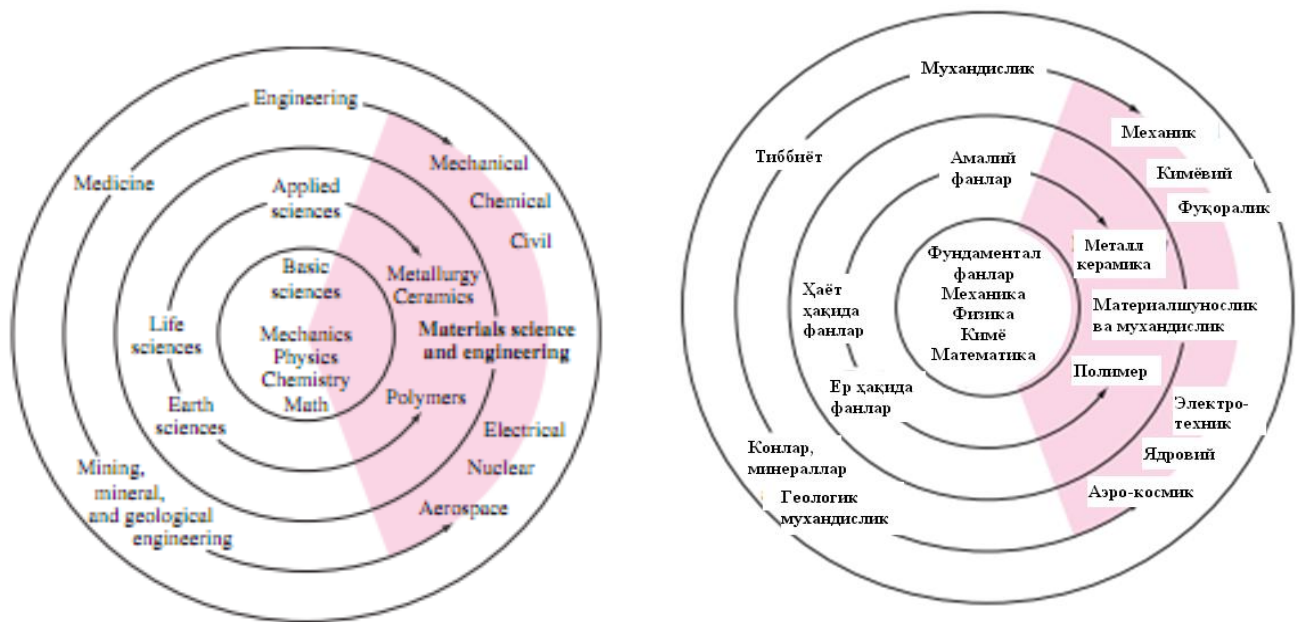


Diagramma úsh ko'lyco hám olar arasında pánler baǵdar tártibin ańlatıwshı doǵa tárizli strelkalardan ibaratdır. Markaziy ko'lycoda fundamental pánler, orta ko'lycoda materialtıw hám betqi ko'lycoda injenerlik ańlatılǵan.

Materialtıw hám injenerlikke tuwrıdan tuwrı baylanıslı bolǵan pánler, qızǵısh reńdegi sektor kórinisinde keltirilgen. Bul sektor mazmun jaǵınan bilimler kópiri dep atılǵan. Materialtıw hám injenerlikke eń jaqın tarawlar bul metallar, keramika hám polimerlerdir. Buǵan búgúngi kúnde tez rawajlanıp kiyatırǵan nanomateriallar kiredi.

**Materiallar túrleri.** Házirgi zaman materiallar ózlarenin mánisine qarap úsh tiykarǵı, yaǵnıy fundamental klasslarǵa ajratıladı: *metall materiallar*; *polimer materiallar*; *keramikalıq materiallar*. Olardıń áhmiyetli tárepleri mexikalıq, elektrik hám fizikalıq qásiyetleridir. Usı tiykarǵı úsh klass injenerlikte áhmiyetli bolǵan jáne eki ámeliy klasslarǵa bólinedi: *kompozit materiallar* hám *elektronik materiallar*. Házirgi zaman materiallar klassına jáne eki gruppaga tiyisli materiallar, yaǵnıy “aqıllı” materiallar hám nanomateriallar kiredi. Bul materiallar haqqında toqtalamız.

## 1.2. Metallar hám yarımótkizgishler fizikasınıń ilimiy hám ámeliy áhmiyetleri hámde keleshegi.

**a) Metall materiallar.** Usı materiallar noorganikalıq zatlar bolıp, olar bir yaki bir neshe metall elementlerden dúzilgen boladı hám olar quramına nometall birikpeler de kiriwi múmkin. Metall materiallar quramın qurawshı tiykarǵı elementler temir, Mıs, alyuminiy, nikel, titan hám usı sıyaqlılar esaplanadı. Nometall elementlerden uglerod, azot, kislorod hám sıyaqlılar metall materiallar

quramında ushraydi.

Ádette, metallar kristall dúziliste bolıp, olardıń atomları tártipli jaylasqan boladı. Usı sebepli metallar eń tiykarǵı hám eń jaqsı jıllılıq hám elektr etkiziwsheń materiallar esaplanadı. Metallar hám olar tiykarındaǵı dúzilgen qatıspalar ádette eki klassqa bōlinedi: - birinshi gruppqa *temirli metallar hám* olar tiykarındaǵı *qatıspalar* bolıp, quramında temirdiń úlken procenti, atap aytqanda, polat yaki shoyan bar boladı: - ekinshi gruppqa, *reńli metallar hám* olar tiykarındaǵı *qatıspalar* bolıp, olar quramında temir derlik balmaydı. reńli metallarǵa alyuminiy, Mıs, cink, titan, nikel sıyaqlılar kiredi<sup>1</sup>.

Qatıspalardı tayarlawda ximiyalıq jandasıu hám túrli kompozitler payda bolıwı júdá aktualdir. Komponentlerdiń durıs saylanıwı super qatıspalar tayarlawǵa imkán beredi.

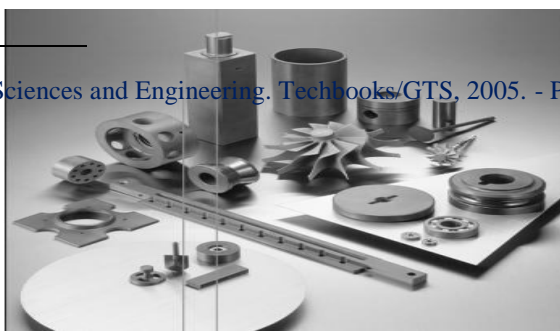


1- súwret. Metall qatıspadan jasalǵan turbo dwigatel sūwreti.

Máselen, nikel tiykarlı, temir-nikel-kobalt tiykarlı super qatıspalar joqarı basımlarda isleytuǵın aeronavtikalıq turbo dwigatellarında qollanıladı (1-súwret). Metal qatıspalar tiykarında materiallar islep shıǵarıwda Metallardıń ximiyalıq tábiati hám kompozicion strukturalar shōlkemlestiriw qábiliyeti inábatqa alınǵan jaǵdayda, olardan arnawlı poroshoklar tayaarlanıp shiyki zatlar sıpatında qollanıladı. Bunday jandasıu kam energiya sarplaǵan hám waqıttan utqan jaǵdayda arnawlı hám siyrek ushırasatuǵın formadaǵı hám qásiyetli materiallar hám olar tiykarındaǵı tovarlar jaratıw imkániyatların beredi.

**b) Keramikalıq materiallar.** Usı gruppqa materialları noorganikalıq materiallar túrine kiredi hámde olardıń quramında metall hám nometall elementler ózara ximiyalıq birikken jaǵdayda dúzilgen boladı. Keramikalıq materiallar kristall, amorf yaki olardıń aralaspaları tiykarında dúziledi. Kōpshilik keramikalıq materiallar joqarı bekkemlikke iye, joqarı jıllılıq tásirine shıdamlı, biraq

<sup>1</sup> Introduction to Materials Sciences and Engineering. Techbooks/GTS, 2005. - P.22.



sınıwshańlıq tendenciyasına iye boladı. Keramikalıq materiallardıń abzallığı, olardıń jeńilligi, joqarı bekkemlik hám qattılıkka iye bolıwı, jaqsı jıllılıkka shıdamlı hám jemiriliuge shıdamlılıǵı kórinedi (3 hám 4-súwret).

3-súwret. Keramikalıq materiallar tiykarındaǵı qurılımlar [1].



4-súwret. Titan hám karbonitrid tiykardagi keramikadan islep shıǵarılǵan joqarı effektli sharikli podshipnik.

Keramikalıq materiallardıń qollanıwı, haqıyqatan, sheklenbegen bolıp, olar aero-kosmanavtikadan tartıp, ápiwayı metal materiallarǵa shekem, tibbiy-biologiyalıq avtomobilsazlıqqa shekem, bir qatar arnawlı hám siyrek ushırasatuǵın industriya tarawlarında óz ornın tapqan<sup>1 2</sup>. Keramikalıq shisha materiallarda eki kemshilik baklanadı: - birinshiden olar quramalı, ekinshiden mort hám metallarǵa salıstırǵanda súykeliwdegi jemiriliwi kishidir. Ulıwma alǵanda, keramikalıq materiallar da islep shıǵarıwda óziniń salmaqlı ornı menen ajıralıp turadı.

### **1.3. Polimer hám kompozit materiallar hámde olardıń fizikalıq xarakteristikaları**

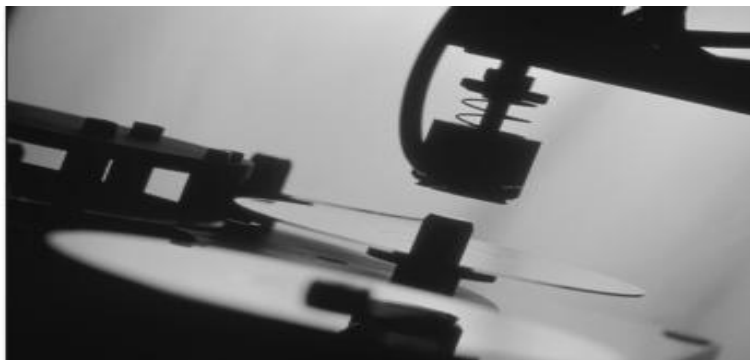
*a) Polimer materiallar.* Kópshilik polimerler sıızıqlı yaqi tar sıyaqlı molekulyar dúziliske iye bolıp, ádette organikalıq (uglerod tutqan) birikpeler

---

<sup>1</sup> Introduction to Materials Sciences and Engineering. Techbooks/GTS, 2005. - P.22.

<sup>2</sup> William D. Callister Jr. Materials Sciences and Engineering. An Introduction. John Wiley & Sons. Ins. 2010. – P. 1000.

tiykarında sintez qılınğan boladı. Ustmolekulyar dúzilisi boyınsha polimer materiallar amorf-kristall halda boladı hám kristall bökleri amorf shıńırlar menen birigedi. Polimer materiallardıń bekkemligi hám elastikligi keń masshtabda ózgeredi. Kópshilik polimer materiallardıń elektr ótkizgishligi júdá kishi yaki ulıwma elektr tokın ótkizbeydi hámde dielektrik qásiyetin ózinde kórsetedi. Usı sebepten bir qatar polimerler elektr izolyatırlar sıpatında keń qollanadı <sup>1,2</sup>. Biraq, polimerge tán fizikalıq tábiat, olardan cıfralı video diskler islep shıǵarıw imkániyatın beredi (5-súwret).

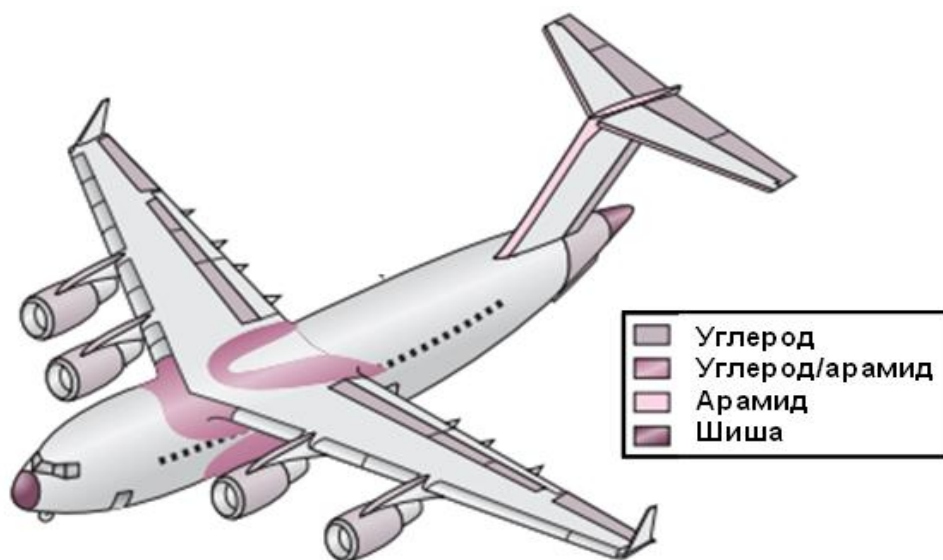


5-súwret. Polikarbon plastik video diskler [1].

Házirde polimer materialardıń qollanıwı metallardan kem emes hám onıń zapası metal resurslarına qaraǵanda anaǵurlım úlken. Polimerler ximiya, fizika, biologiya hám texnologiyalar tarawlarında keń qollanıwda. Ásirese, polimerlerge tán elastomerlik júdá siyrek ushırasatuǵın qásiyet. Polimer aralaspalar tiykarında mashinasazlıq, sport áńjamları, túrli bitovoy hám texnika ushın qurılmalar tayarlanadı. Polimer talalar kiyim kenshek hám túrli texnikalıq materiallar jaratıwda keń qollanıladı. Polimerlerden buyımlar hám qurılmalar islep shıǵarıw, olardıń eritpeleri yaki suyultpaları tiykarında ámelge asırıladı. Polimerler massasın jeńilligi hám metallarǵa salıstırǵanda tómen temperaturalarda (100 – 250 °S) suyıqlanıwı olardı qayta islew texnologiyaları ushın úlken abzallıq beredi.

**b) Kompozit materiallar.** Kompozitler eki yaki onnan artıq quram materialları (fazalıq yaki úsh tárepleme) qosılıp dúzilgen, olardan biri tiykar (matrica) bolǵan jańa material. Payda qılınğan kompozit ádette quramın quraǵan Komponentler qásiyetlerinen jaqsıroq hám quramalıraq qásiyetlerge iye boladı. Kópshilik kompozit materiallar tanlanǵan toltırıwshı yaki armirlewshı materiallar tiykarında qosılıwshań smola baylawshı arnawlı qásiyetli yaki qálegen xarakteristikalı materiallar alıw imkánın beredi. Kompozitler kóp túrlerge bólinedi. Eń úlken muǵdarlarda islep shıǵarılatuǵın kompozitler túrine talalı yaki böksheler toltırıwshı sıpatında matrica kóleminde bolǵan materiallar kiredi.

Bunday matricalar sıpatında metallardan alyuminiy, keramikadan alyuminiy oksidi, polimerlerden epoksid smola keń qollanıladi. Usı sebepten kompozitler túrleri qollanılğan matricağa salıstırğanda *metall matricalı kompozit (MMK)*, *keramikalıq matricalı kompozit (KMK)*, *polimer matricalı kompozit (PMK)* dep júritiledi <sup>1,2</sup>. Talalı yaki bökesheli toltırırshılar da tiykarǵı úsh klasstan qálegen birinen saylanıwı múmkin. Bul klasslardı uglerod, shisha, aramid, karbid silikonı hám basqa usı sıyaqlı materiallar kuraydı. 6-súwrette uglerod tala – epoksid smola tiykarındaǵı kompozit materiallardıń SU-17 transport samolëtiniń qaysı bökelerinde qollanılǵanlıǵı reńli súwretlengen. Usı qanatları uzunlıǵı 165 fut bolǵan SU-17 samolëtqa 15000 funt házirgi zaman kompozit materiallar qollanılğan.



6-súwret. SU-17 transport samolëti.

Kompozicion materiallar bir qatar tarawlarda, ásirese, aero-kosmanavtika, avtomobilsazlıq, turmıs mútájliginde, sport qurılmaları islep shıǵarıwda kóplegen metall Komponentler almasırmaqta.

Házirgi zaman kompozit materiallardıń injenerlik praktikada keń qollanatuǵın eki túri dep shishatalalı-armirlewshi material toltırırshı hám polistirol yaki epoksid smola matrica sıpatında isletilgen kompozit hám sondayaq, uglerod talalar

<sup>1</sup> Introduction to Materials Sciences and Engineering. Techbooks/GTS, 2005. - P.22.

<sup>2</sup> William D. Callister Jr. Materials Sciences and Engineering. An Introduction. John Wiley & Sons. Ins. 2010. – P. 1000.

toltırıwshı sıpatında epoksid smolaǵa qosılǵan kompozitler sanaladı.

Ulıwma alǵanda, kompozit materiallar házirgi zaman materialtanıw hám islep shıǵarıwlarda tiykarǵı taraw hám baǵdarlardan esaplanadı. Olarǵa bolǵan mútájlikler joqarı bolıp, onda zamanagoy materialtanıw fizikası birlemshi qural hám tiykarǵı pán sıpatında qollanıladı.

#### 1.4. Aqıllı hám elektronikalıq materiallar hám olardıń qollanıwı

a) *Elektronikalıq materiallar.* Usı túr materialları salmaǵı kólemli materiallar islep shıǵarıwda tiykarǵılardan balmasada, biraq olar házirgi zaman injenerlik texnologiyaları júdá áhmiyetli materiallar túri esaplanadı <sup>1,2</sup>. Elektronikalıq materiallar jaratıwda eń áhmiyetli elemntler biri taza kremniy bolıp, onıń hár túrli modifikacion ózgeriwler elektrofizikalıq hám texnologik xarakteristikaları ózertiriw hámde onnan túrli maqsetlerde paydalanıw múmkin [1]. Máselen, onıń tiykarında házirde keń qollanılıp atırǵan kishi kólemli mikrosxemalar islep shıǵarıwmaqta (7-súwret).



7-súwret. Házirgi zaman mikroprocessor chipinde elektronikalıq materiallar



8-súwret. Robototexnikada elektronikalıq materiallar qollanıwı

Bunday material hám tovarlar júdá keń tarawlarda, atap aytqanda, jasalma

<sup>1</sup> Introduction to Materials Sciences and Engineering. Techbooks/GTS, 2005. - P.22.

<sup>2</sup> William D. Callister Jr. Materials Sciences and Engineering. An Introduction. John Wiley & Sons. Ins. 2010. – P. 1000.

joldaslar, házirgi zaman komp'yuter texnikasi, esaplaw mashinaları, cifralı indikatarlar hám saatlar, robototexnika sıyaqlı tarmaqlardı tiykarǵı elementleri hám tayanısh detalları yaqi qurılmaları esaplanadı (8-súwret). Kremniy tiykarlı yarımótkizgishler házirde ulıwma elektrotexnika hám elektronika, sondayaq, házirgi zaman nanoelektronikada tiykarǵı eletronikalıq material sıpatında qollanılmaqta. Ásirese, quyash elementlerin jaratıwda ol tiykarǵı element hám resurs esaplanadı.

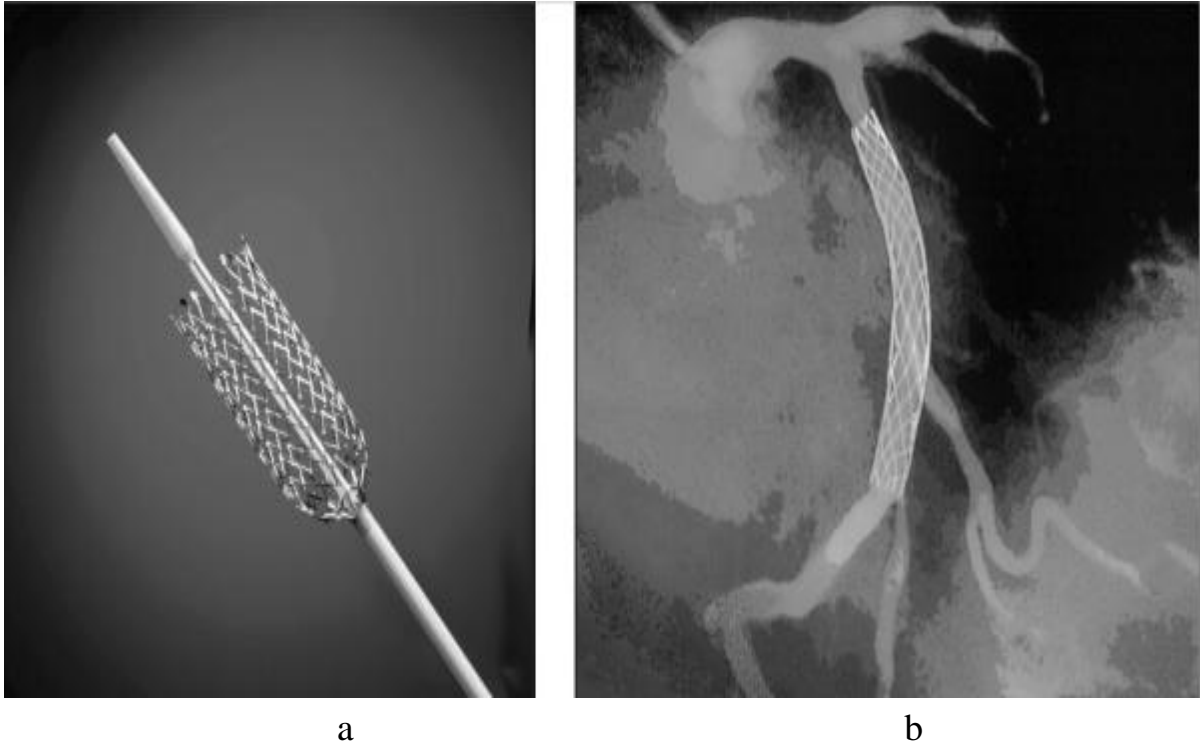
**b) Aqıllı materiallar.** Ayrım materiallar kóp jıllar dawamında ámeliy qollanılıp kelinedi hám olar sırtqı ortalıq (temperatura, mexanikalıq kernew, jaqtılıq, ıǵallıq, elektr hám magnit maydanlar) tásirinde óziniń áhmiyetli (mexanikalıq, elektrik hám basqa) qásiyetlerin, dúzilisi hám funkciyasın ózgartiriw qábilietine iye boladı. Bunday materiallar ulıwma jaǵdayda “*Aqıllı*” materiallar dep júritiledi<sup>1,2</sup>. Aqıllı materiallar yaqi sistemalar, kóp hallarda sensorlar yaqi aktivatarlar sıpatında qollanıladı. Sensorlar ortalıqtıń ózgeriwini sezıwshi qurallar bolsa, aktivatarlar bolsa ózine tán funkcional qásiyetin yaqi onı kórsetiwdi ámelge asırıw ushın xızmet qıladı. Máselen, ayrım aqıllı materiallar temperatura, jaqtılıq, elektr maydon tásirleri ózgergende reńin ózgerterdi yaqi basqa reń payda qıladı.

Bir qatar texnologik áhmiyetli bolǵan aqıllı materiallar aktivatar funkciyasıda *formasın yadında saqlawshı qatısqa* yaqi *pezoelektrik* keramikalıq qurılmalar sıpatında qollanıladı. Ásirese, biomedicina tarawında formasın yadında saqlawshı qatıspalardan diywalları bosasıp qalǵan arteriyalardı bekkemligin asırıwshı diywal sıpatında yaqi tarayıp qalǵan arteriyalardı keńeytiriwshi qural sıpatında paydalanıladı (9-súwret)..

---

<sup>1</sup> Introduction to Materials Sciences and Engineering. Techbooks/GTS, 2005. - P.22.

<sup>2</sup> William D. Callister Jr. Materials Sciences and Engineering. An Introduction. John Wiley & Sons. Ins. 2010. – P. 1000.



9-súwret. Formasın yadında saqlawshı qatıspanıń tarayǵan arteriyanı keńeytiriwshi (a) hám arteriyanıń diywalların bekkemligin asırıwshı (b) sıpatında qollanıwı.

Bunda nikel-titan yaki mis-cink-alyuminiy tiykarındaǵı qatıspalar qollanıladı hám tat baspaytuǵın sımlar járdeminde arteriyaǵa kiritiladi <sup>1,2</sup>.

Pezoelektrik materiallardan jasalǵan akvatarlar mexanikalıq kúshlerdiń tásiri astında elektr maydanın payda qıladı. Kerisinshe, elektr maydanı ózgeriwı ayırım materiallarda mexanikalıq qubılıslar yaki ózgeriwlerdi payda bolıwına sebep boladı. Bular elektr hám mexanikalıq kúshler tiykarında terbeliwshı materiallardı jaratıwǵa imkán beredi. Bunday principler tiykarında mikroelektromexanikalıq sistemalar (MEM) yaki mikromashinalar islep shıǵarıw imkániyatı bar.

### **1.5. Nanomateriallar hám olardıń ózine tán ushırasatuǵın qásiyetleri.**

**Nanomateriallar.** Házirgi zaman materiallardıń usı túri tiykarlanıp ólshemi, yaǵnıy masshtabın (bóleksheler diametri, qırları ólshemi, qatlam qalınlıǵı) 100 nm ( $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$ ) den kishiligi hám fizikalıq, fizik-ximiyalıq qásiyetlerin joqarı dáreje, effekt hám kósetkishlerde ózinde kósetiwı menen tradicion materiallardan keskin parq qıladı. Nanomateriallar shártli túrde bólingen bir qatar túrleri bar bolıp, olardıń tiykarǵı wákilleri nanometall, nanopolimer, nanokeramikalıq,

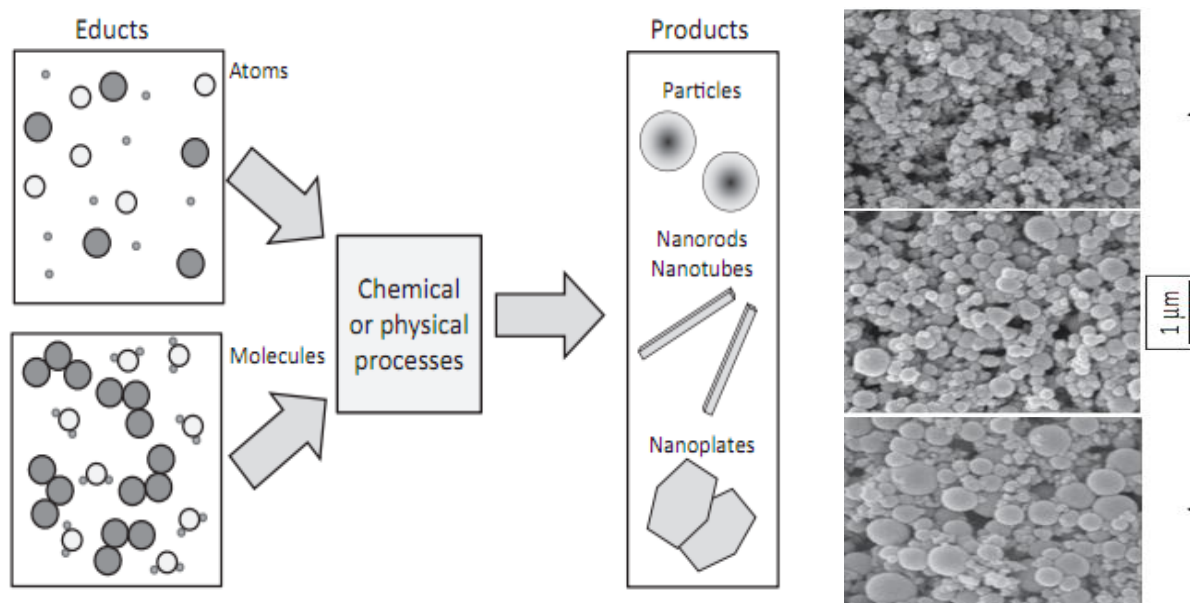
<sup>1</sup> Introduction to Materials Sciences and Engineering. Techbooks/GTS, 2005. - P.22.

<sup>2</sup> William D. Callister Jr. Materials Sciences and Engineering. An Introduction. John Wiley & Sons. Ins. 2010. – P. 1000.



nanoelektronikalıq hám nanokompozit dep júritiledi. Bul boyınsha өлshemi 100 nm dan kishi bolğan keramikalıq poroshoklar, metall bөleksheler, polimer plenkalar, elektronikalıq өtkizgishler өзiniń nanomateriallar yaki nanostrukturalı materiallar sıpatındaǵı tábiyatın өзinde көrsetedi.

Nanomateriallar formalanıw principi hám olar tiykarında alınatuǵın túrli formalı tovarlar 10-11- súwrette ańlatılǵan <sup>2,3</sup>.



10-súwret. Nanomateriallar payda etiw

11-súwret. Nanobөleksheler

### 1.6. Materialanıw fizikasınıń tiykarǵı baǵdarları.

Materialanıw fizikasınıń izertlew obektleriniń tábiyatın inábatqa alǵan jaǵdayda shártli túrde төмендегі баǵdarǵa ajratıw múmkin.

<sup>2,3</sup> William D. Callister Jr. Materials Sciences and Engineering. An Introduction. John Wiley & Sons. Ins. 2010. – P. 1000.

<sup>3</sup> Dieter Vollath Nanoparticles-Nanocomposites-Nanomaterials. An introduction for beginners. – Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Boschstr. Weinheim, Germany, 2013. – P. 322.



Нáзирги заман материаллар ислеп шйғарыwdы́н физикаға байланислы rawajlanıwında төмендегилер байqалмақта:

- metall (polat) hám qatısqa материаллар úlesi kemeymekte, polimerler, kompozitler, keramikalıq hám biomateriallar úlesi aspaqta.
- kosmanovtika, samolëtsazlıq, avtomobilsazlıq, medicina, twqımashılıq hám jeńil sanaat, awıl xojalıǵı, komp’yuter texnologiyaları hám t.b. tiykarǵılıqqa iye balmaqta. Olardıń mánisi төмендегіше:

*Kosmik materialtanıw* - kosmik keńislikte qollaw ushın jaraqly materiallardı jaratıw hám izertlew.

*Nanotexnologiya* - ølshemi nanometrli tártipte bolǵan материаллар hám konstrukciyalardı jaratıw hám izertlew.

*Kristallografiya* - kristallar fizikasın úyreniw, kristallar defektlerin anıqlaw hám t.b.

*Metallurgiya (metaltanıw)* - Metallardıń qásiyetlerin úyreniw.

*Keramika* - zolyaciya, elektronika, yarımøtkizgishler ushın keramikalıq материаллар jaratıw hám izertlew, sondayaq, kompozicion keramikalıq материаллар islep shıǵıw hám olardıń fizikalıq qásiyetlerin úyreniw<sup>2,3,4</sup>.

*Biomateriallar* - insán denesine implantat sıpatında qollasa bolatuǵın

<sup>2,3</sup> William D. Callister Jr. Materials Sciences and Engineering. An Introduction. John Wiley & Sons. Ins. 2010. – P. 1000.

<sup>3</sup> Dieter Vollath Nanoparticles-Nanocomposites-Nanomaterials. An introduction for beginners. – Wiley-VCH Verlag GmbH & Co.KGaA, Boschstr. Weinheim, Germany, 2013. – P. 322.

materiallardı izertlew.

*Polimer hám kompozicion materiallar* - tabiiy hám sintetikalıq polimer tiykarındaǵı arıawlı qásiyetli materiallar, polimerler tiykarında kompozitlerdi jaratıw hám izertlew.

Polimer kompozitler tómendegi tiykarǵı gruppalarǵa bólinedi:

- qatlamlı plastikler yaki tekstolitler. Birinshi toltırıwshı talasıyaqlı material qollanadı;
- quyma yaki presslengen kompozitler. Kompozit qırqılǵan talalar, shiyki jipler, pısken jipler menen toltırıladı;
- orientirlengen armirlengen plastikler. Bunda shisha yaki sintetikalıq talalar, jipler, jgutlar bir birine parallel etip jaylastırıladı hámde olar ústine baylawshı quyıladı;
- shishaplastikler. Kompozit shisha talalar yaki kanop talalar (gazmollar) tiykarında tómen temperaturalarda presslew arqalı dúziledi.

Materialtıw tiykarın belgilewshı hám onıń rawajlanıwında tayanısh bolatuǵın pánler bólimleri tómendegi izbe-izlikte ayılǵan:

## МАТЕРИАЛШУНОСЛИК ТАЯНАДИГАН ФАНЛАР БЎЛИМЛАРИ

- Термодинамика — материаллар барқарорлиги, фазаларини ўзгариши ва фазавий диаграммалари тузиш каби бирламчи вазифалар ўрганилади.
- Термик таҳлил (термогравитометрия) — материаллар хоссаларини ҳарорат таъсири остида ўзгаришини, турли газлар таъсирида ҳам ўзгариши ўрганилади.
- Кинетика — модаларнинг фазавий ҳолатини ўзгариши, структурасини термик парчланиши и дуффузиясини ўрганилади.
- Қаттиқ жисмлар кимёси — қаттиқ фазада кўзатиладиган кимёвий жараёнлар ўрганилади..
- Қаттиқ жисм физикаси — қаттиқ материалларда, масалан, яримўтказгичлар ва ўтаўтказувчан материалларда квант эффеқтларини ўрганилади.
- Полимерлар физикаси — макромолекулалар асосидаги материалларнинг структураси ва физик хоссалари ўрганилади.
- Композитлар физикаси — матрица ва тўлдирувчи асосида шаклланган материаллар тузилиши ва физик хоссалари ўрганилади.
- Наноматериаллар физикаси, кимёси ва технологияси — наноўлчамли материалларнинг олиниши, тузилиши ва хоссалари физика, кимё ва технологияларнинг алоҳида бўлими сифатида ўрганилади.

Házirgi zaman materialtanıwdıń birlemshi wazıypaları төмендегіше:

“Bekkemliktiń fizikalıq tiykarları”

“Nurlanıwdıń material yaki zat penen өзара тásirlesiwі”

“Qattı deneler radiacion fizikası”

“Materialtanıwda modellestiriw”

“Materiallardı komp’yuterli joybarlawdıń fizikalıq tiykarları”

Material qásiyeti - bul materialdıń sırtqı faktorlar тásirine belgili dárejede yaki formada sezgirlik көсетiw qábilieti. Ádette bul qásiyetler 4 gruppаға bөлinedi:

- *mexanikalıq*;

- *fizikalıq*;

- *ximiyalıq*;

- *texnologiyalıq*.

Materialtanıwda ayrıqsha jáne bir qásiyet talıqlanadı, bul - fizik–ximiyalıq qásiyetler.

*Mexanikalıqalıq qásiyetler* materiallardı sırtqı kúshler (mexanikalıq, deformacıyalıq), jıllılıq hám basqa tásirlerge bar bolǵan strukturasını ıdıratpastan qarsılıq kórsete alıw qábiliyetin ańlatadı.

*Mexanikalıq qásiyetler* - plastik hám bekkemlik qásiyetlerge ajratıladı.

*Plastik qásiyet* - materialdıń massası özgermegen jaǵdayda forması hám olsheminiń özgeriwini ańlatıwshı deformacıyanıw qábiliyetin xarakterleydi.

*Deformacıyanıń tiykarǵı túrleri* – sozıw, qısılıw, jılıw, buralıw hám qayrılıwlar. Olar qaytar hám qaytpas hámde qaldıq deformacıyalar bolıwı múmkin. Qaytar deformacıya sırtqı tásir alıp taslansa tolıǵınsha joq boladı.

*Ijılıwsheń deformacıya* - bul qaytar deformacıya bolıp, sırtqı tásir alıp taslansa tez tolıǵınsha joq boladı, elastik deformacıya bolsa joq bolıwı ushın belgili waqıt talap etedi.

*Plastik deformacıya* - bul qaytpas deformacıya bolıp, sırtqı tásirler sebepli payda boladı hám tásirler alıp taslansa da saqlanıw qaladı<sup>2,3,4</sup>

*Bekkemlik qásiyeti* - bul materialdıń belgili shárayıt hám shegaralarda mexanikalıq, jıllılıq hám basqa tásirler nátiyjesinde payda bolatuǵın ishki kernew hám deformacıyasına ıdıramastan qarsılıq kórsetiw qábiliyetin ańlatadı.

Mexanikalıq qásiyetler standart talaplarına muwapıq mexanikalıq sınaqlar etkiziw arqalı anıqlanadı.

Mexanikalıq sınaqlar:

- *ctatikalıq*; - *dinamikalıq*; - *súyretiliwsheńlik*; - *sharshawlıq*; - *jemiriwsheńlik*.

Plastik deformacıya sırtqı tásirler astında uzaq waqıt dawamında áste artıp baratuǵın hám qaldıq deformacıyanıw payda etpeytuǵın bolsa, ol súyretiliwsheńlik delinedi.

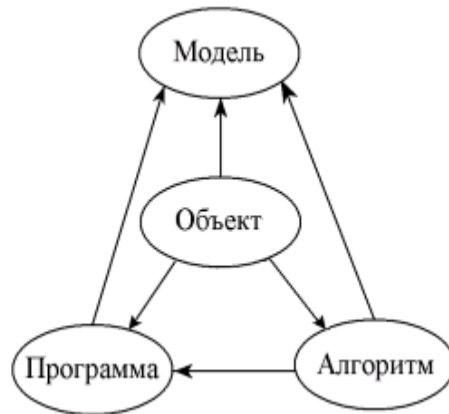
Materialtanıw modellestiriwi temendegishe boladı (12-súwret).

---

<sup>2,3,4</sup> William D. Callister Jr. *Materials Sciences and Engineering. An Introduction.* John Wiley & Sons. Ins. 2010. – P. 1000.

3. Dieter Vollath *Nanoparticles-Nanocomposites-Nanomaterials. An introduction for beginners.* – Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Boschstr. Weinheim, Germany, 2013. – P. 322.

4. Mustafa Akay. *Introduction to Polymer Science and Technology* & Ventus Publishing ApS, 2012, - P.169



12-сúwret. Materialtanıwda modellestiriwdi tiykarlawshi sızılma

Materialtanıw obektine salıstırǵanda shártli túrde úsh tiykarǵı tarmaqqa baǵdarlanadı, yaǵnıy: “Modelь”, “Programma”, “Algoritm”. Bunda algoritmde modelge tuwrıdan tuwrı karatılǵan túrde yaki programma arqalı karatılǵan halda jumıs júritiledi. Bul logikalıq baylanıs materiallar modellestiriw effektli esaplanadı.

Ulıwma alǵanda materiallardıń *struktura (structure)* hám *qásiyetleri (properties)* eki júdá áhmiyetli materialtanıw hám injenerlikke tayaanǵan jaǵdayda *qayta islew (processing)* hám *qollanıw (performance)* ǵa baylanıslı boladı<sup>2,4</sup> hám tómendegishe sıpatlanadı (13-súwret):

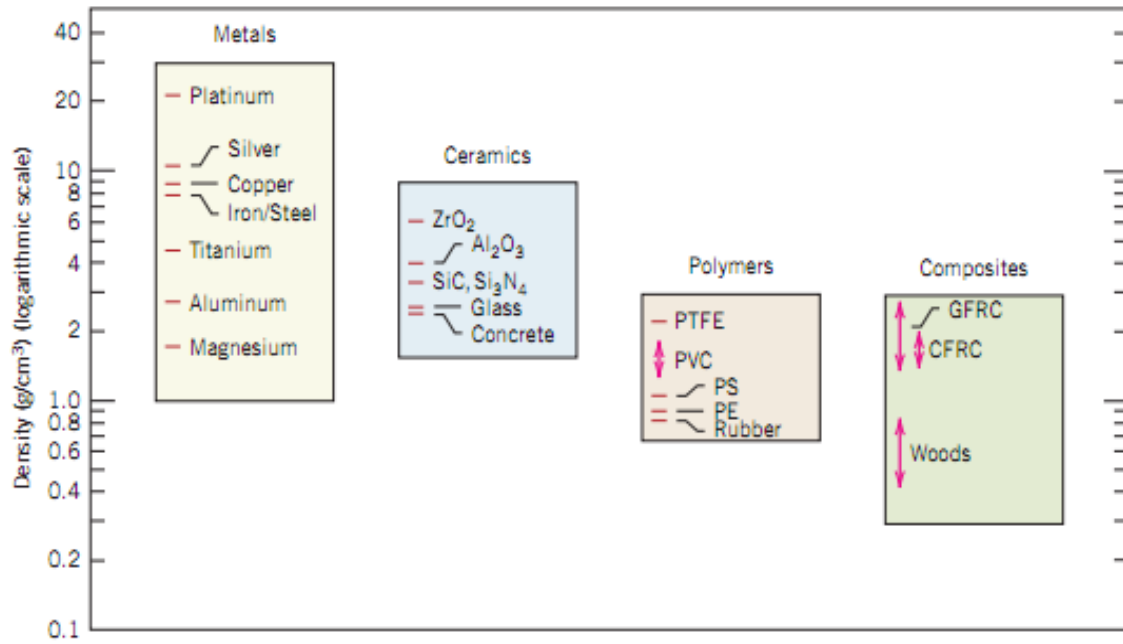


13-súwret. Materialtanıw hám injenerliktiń tórt quram tiykarları hám olardıń ózara izbe-izligi.

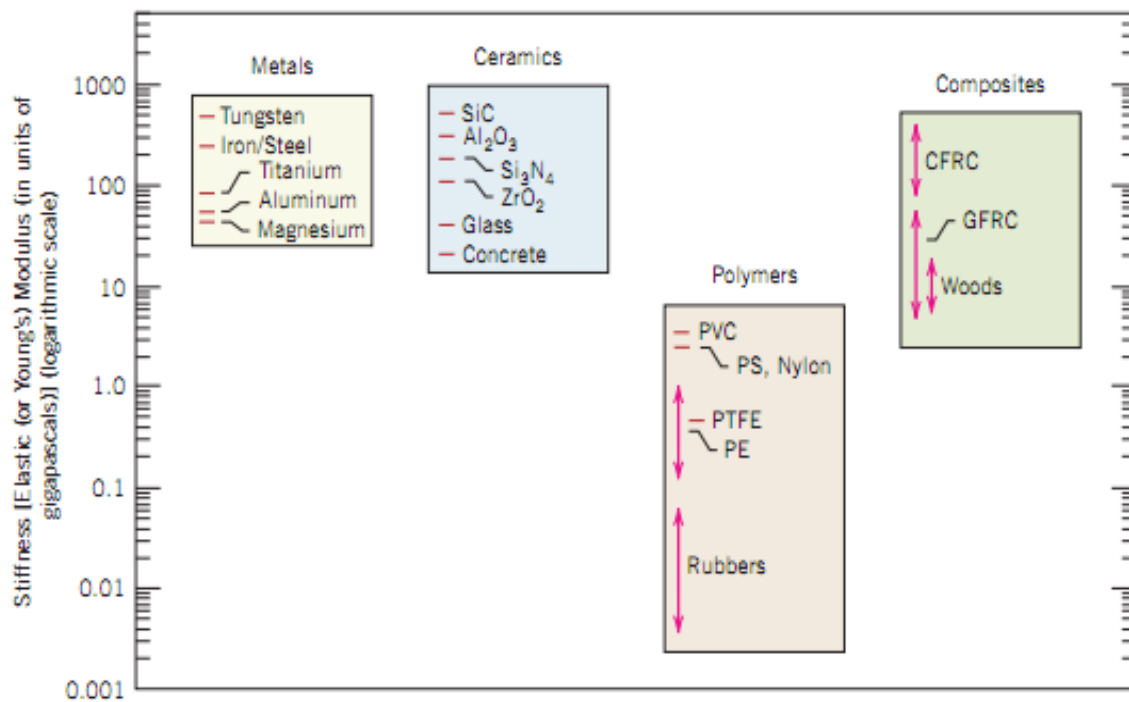
Keyingi gistogrammalarda <sup>2</sup>túrli metallar, keramikalar, polimerler hám kompozitlerdiń ójire temperaturasında tıǵızlıǵı, qattılıǵı, bekkemligi, jarılıwǵa ornıqlılıǵı hám elektr ótkizgishligi salıstırılmalı salıstırılǵan (14-19 –súwret).

<sup>2,4</sup> William D. Callister Jr. *Materials Sciences and Engineering. An Introduction.* John Wiley & Sons. Ins. 2010. – P. 1000.4. Mustafa Akay. *Introduction to Polymer Science and Technology & Ventus Publishing ApS,* 2012, - P.169

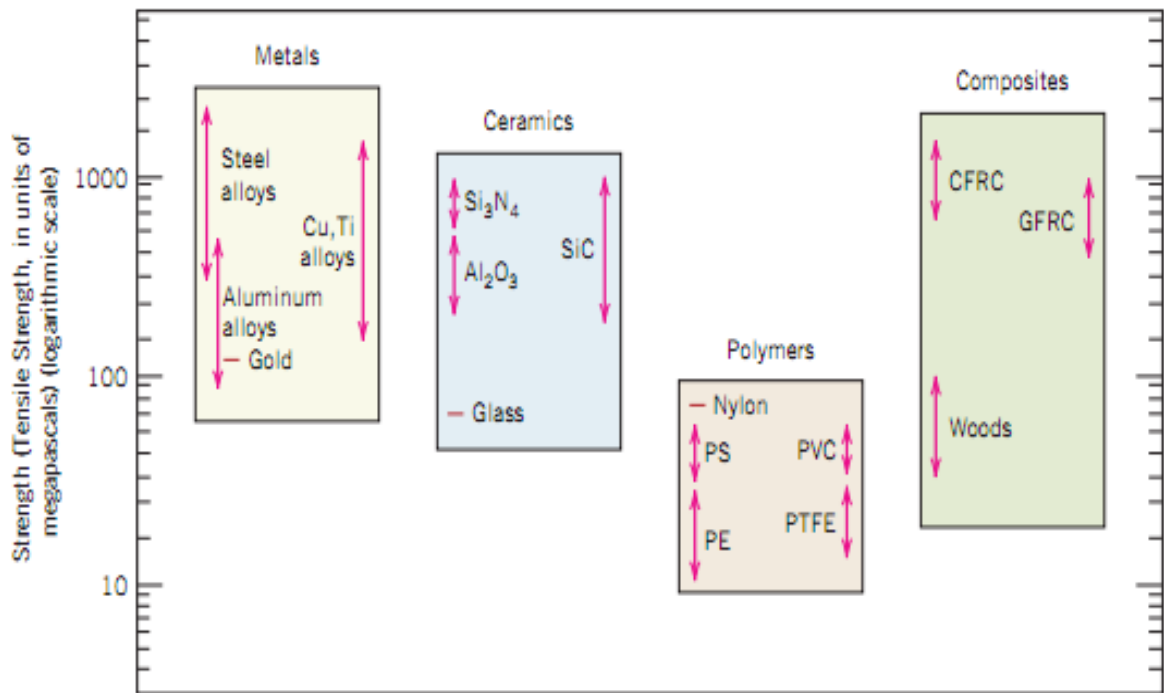
<sup>2 2</sup> Dieter William D. Callister Jr. *Materials Sciences and Engineering. An Introduction.* John Wiley & Sons. Ins. 2010. – P. 1000.



14-súwret. Túrli materiallardıń ójire temperaturasında tıǵızlıǵının kórsetkishleri

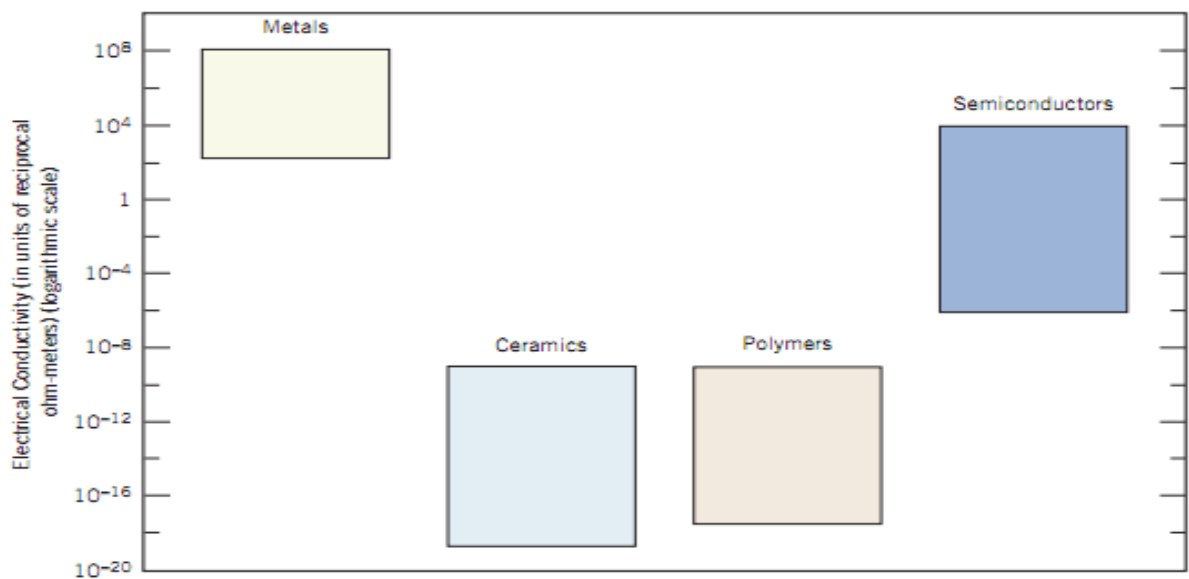


15-súwret. Túrli materiallardıń ójire temperaturasında qattılıǵınıń kórsetkishleri.



16-súwret. Túrli materiallardın ɵjire temperaturasında bekkemliginiń kɵrsetkishleri.

17-súwret. Túrli materiallardın ɵjire temperaturasında jarılıwǵa ornıqlılıǵınıń kɵrsetkishleri.



18-súwret. Túrli materiallardın ɵjire temperaturasında jarılıwǵa ornıqlılıǵınıń kɵrsetkishleri.

Materialtanıwǵa ilimiy jaqınlasıw hám injenerlik fizikasınıń imkánıyatlarınan



keń paydalanıw birdey tovarlardı túrlishe materiallardan islep shıǵarıw múmkin. bul 19-22-súwretlarde kórsetilgen.



19-súwret. Metall qurılmalar



20-súwret. Keramikalıq qurılmalar



21-súwret. Polimer qurılmalar



22-súwret. Elektronikalıq materiallar

Sandayaq, kerisinshe bir materialdan basqa túrdegi materiallar tiykarında jasalatúǵın tovarlar islep shıǵıw imkániyatida bar bolıp, bunday materiallardı jaratıw házirgi zaman materialtanıw fizikası tiykarǵı wazıypalarınan esaplanadı.

### **Qadaǵalaw sorawlar:**

1. Nanotexnologiyalar ne haqqındaǵı pán?
3. Nanotexnologiyanıń predmeti ne?
4. Nanomaterialtanıw degenimiz ne?
5. Házirgi zaman materialtanıw nelerdi öz ishine aladı?
6. Metall hám yarımótkizgishli materiallar quramı nelerden ibarat?
7. Metall nanobölekshelerdi ornıqlılastırıw ne ushın kerek?
8. Qanday materiallar “Aqıllı” materiallar dep júritiledi?
9. Kompozitler degende neni tosıqesiz hám olar ne ushın dúziledi? bolıwı kerek boladı?
10. Keramikalıq materiallardı tiykarın neler kuraydı?

### **Paydalanılǵan ádebiyatlar**

1. Introduction to Materials Sciences and Engineering. Techbooks/GTS, 2005.

- P.22.

2. William D. Callister Jr. Materials Sciences and Engineering. An Introduction. John Wiley & Sons. Ins. 2010. – P. 1000.

3. Dieter Vollath Nanoparticles-Nanocomposites-Nanomaterials. An introduction for beginners. – Wiley-VCH Verlag GbH &Co.KGaA, Boschstr. Weinheim, Germany, 2013. – P. 322.

4. Mustafa Akay. Introduction to Polymer Science and Technology & Ventus Publishing ApS, 2012, - P.169.

5. [www.nanometer.ru/](http://www.nanometer.ru/)

6. [www.mitht.ru/e-library](http://www.mitht.ru/e-library)

7. [www.crisp-prometey.ru](http://www.crisp-prometey.ru)

8. [www.nanowerk.com/nanotechnology/labs/Tech. Uni. Berlin](http://www.nanowerk.com/nanotechnology/labs/Tech. Uni. Berlin)

## 2-TEMA: METALLAR HÁM YaRÍMÓTKIZGISHLER FIZIKASÍNÍN ILIMIY HÁM ÁMELIY ÁHMIYETLERI HÁMDE KELEShEGI.

### **REJE**

2.1. *Metallar, tōmen hám joqarı molekulyar birikpeler tiykarındaǵı materiallar túrleri hám klassifikaciyaları.*

2.2. *Yarımótkizgishlerdiń kristall halları, mexanikalıq, termikalıq, optikalıq, elektrofizikalıq, fizik-ximiyalıq hám biofizikalıq qásiyetleri.*

2.3. *Házirgi zaman materialların jaratıwda quramdı tańlaw hám qollanıw imkániyatları.*

2.4. *Materialtanıwda fizikalıq faktorlar hám texnologiyalar hámde kompleks ilimiy izertlewler hám olardıń keleshegi.*

**Tayanısh atamalar:** *metallar, yarımótkizgishler, tōmen molekulyar birikpeler, joqarı molekulyar birikpeler, kristall hám amorf hallar, fazalıq diagrammalar, materiallarda fizikalıq processler.*

### **2.1. Metallar, tōmen hám joqarı molekulyar birikpeler tiykarındaǵı materiallardıń túrleri hám klassifikaciyaları.**

Materiallar dástúriy túrde tiykarǵı úsh iri gruppǵa, yaǵnıy metallar, yarımótkizgishler hám dielektriklerge bōlinedi <sup>1</sup>.

Metall materiallar metall shiyki zatlar, atap aytqanda, titan, temir, mis, nikel, almyuminiy sıyaqlı yaqı olardıń bir qatar qatıspaları, bronzalar tiykarında dúziledi.

Keramikalıq materiallar porsilan, silikon (kremniy), karbit, shisha hám sintetikalıq birikpeler, atap aytqanda, cirkoniy sıyaqlılar tiykarında dúziledi.

Polimerler ulıwma alǵanda uglerod, vodorod, kislrod hám usı sıyaqlı tabiyatta keń tarqalǵan bir qatar elementler tiykarında sintez qılınǵan makromolekula bolıp, olar tiykarında hár túrli materiallar alınadı. Máselen, polietilen, polipropolen, polivinilxlorid, polietilenoksid, polietilentereftalat, poliamid sıyaqlı kōplegen sintetikalıq hám cellyuloza, pektin, fibroin, keratin, kollagen, DNK i RNK sıyaqlı tábiyiy polimerler házirgi zaman materiallardı islep

<sup>1</sup> Dieter William D. Callister Jr. Materials Sciences and Engineering. An Introduction. John Wiley & Sons. Ins. 2010. – P. 1000.

shıǵarıwda keń qollanıladı.

Bularǵa qosımsha, jáne eki grupp bolıp, olar kompozitler hám biomateriallar dep júritiledi. Kompozitler júdá áhmiyetli materiallardan bolıp, olar quramına túrli toltırırshılar kiritilıwı esabınan hár túrli qásiyetli materiallar alıw imkánın beredi. Bunday materiallardıń ayrımları quramındaǵı komponentlerdi saylanıwına tiykarlanıp hám siyrek ushırasatuǵın qásiyetlerin ózinde kórsetiwine qarap ayırımında super injenerlik materialları dep júritiledi. Máselen, shisha talalar usınday keramikalıq materiallar.

Biomateriallar – tábiyiy qásiyetlerin ózinde saqlaǵan materiallar bolıp, olar áhmiyeti hám qollanıwı boyınsha júdá áhmiyetli esaplanadı. Olar gruppaga, aǵash, paxta, jipek, jwn sıyaqlı tábiyiy jaǵdayda sintez bolǵan úlken makromolekulyar birikpeler kiredi. Tábiyiy polimerlerden jasalma polimer materiallar alıw imkánıyatı, olardan siyrek ushırasatuǵın yaki arnawlı qásiyetli materiallar jaratıw imkánıyatın beredi<sup>2</sup>.

Aldı menen, metall, keramikalıq hám polimer birikpeler ushın áhmiyetli bolǵan bir qatar tárepleri bar. Olar eki tiykarǵı faktor arqalı ańlatıladı: - ximiyalıq baǵlar payda qılıp birigiw; - qattı fazada ápiwayı mikrostrukturalıq birikpe payda qılıw.

Keyingisi anaǵurlım quramalı xarakteristikalı bolıp, hár bir komponenttiń qay dárejede materialda jaylasqanligına baylanıslı túrde materialdın qásiyeti kórinedi. Kópshilik keramikalıq materiallar quramında metal tutıw imkánıyatına iye boladı. Máselen, keramikalıq asa ótkizgish materiallar usınday quramge iye.

Bir qatar polimerler metallardan joqarı dárejede kóbirek elektron ótkizgishlikti ózinde kórsetedi hámde olar jaqtılandırırw batereyaları hám elektron ásbaplar hám qurilmalar jasawda qollanıladı.

---

<sup>2</sup> Dieter William D. Callister Jr. Materials Sciences and Engineering. An Introduction. John Wiley & Sons. Ins. 2010. – P. 1000.

## 2.2 Yarımótkizgishlerdiń kristall halları, mexanikalıq, termikalıq, optikalıq, elektrofizikalıq, fizik-ximiyalıq hám biofizikalıq qásiyetleri.

**Metallar.** Ulıwma alǵanda metallar elementler periodlı sistemaniń úlken bólegin kuraydı. Bul төмендегі 1-kesteде көрсетілген. Metalldiń sırtqı elektron konfiguraciyasınıń ózǵertiriw arqalı, yaǵnıy hár túrli konfiguraciyasınan birin ózǵertiriw menen metall strukturası formasın hám periodlı sistemada atalǵan qásiyetin ózǵertiw múmkin<sup>1</sup>.

Nátiyjede metall element úsh strukturadan birin iyelleydi. Usı fakttıń payda bolıwı sırtqı metall elektronlarınıń kristall strukturası boyınsha qozıtılıwı hám yadroda qaldıq bolıp qalıwı, Ulıwma alǵanda, shama menen jaqsı ámelge asadı.

Qatıspalar, yaǵnıy eki hám onnan artıq elementler tiykarında dúzilgen material bolıp, strukturaniń túrleńiwine imkán beredi. Qatıspanıń eki tiykarǵı táreplerin aytıp ótiw kerek<sup>2</sup>.

1-keste. Metallardıń periodlı sistemadaǵı jaylasıw tártibi

Li A2 0.3509	Be A3 a 0.2286 c 0.3585											B	C
Na A2 0.4291	Mg A3 a 0.3209 c 0.5211											Al A1 0.4050	Si
K A2 0.5321	Ca A1 0.5588	Sc A3 a 0.3309 c 0.5268	Ti A3 a 0.2951 c 0.5686	V A2 0.3024	Cr A2 0.3885	Mn	Fe A2 0.2867	Co	Ni A1 0.3524	Cu A1 0.3615	Zn A3 a 0.2665 c 0.4947	Ga	Ge
Rb A2 0.5705	Sr A1 0.6084	Y A3 a 0.3648 c 0.5732	Zr A3 a 0.3232 c 0.5148	Nb A2 0.3300	Mo A2 0.3147	Tc A3 a 0.2738 c 0.4393	Ru A3 a 0.2706 c 0.4282	Rh A1 0.3803	Pd A1 0.3890	Ag A1 0.4086	Cd A3 a 0.2979 c 0.5620	In 0.1663	Sn
Cs A2 0.6141	Ba A2 0.5023	La	Hf A3 a 0.3195 c 0.5051	Ta A2 0.3303	W A2 0.3165	Re A3 a 0.2761 c 0.4458	Os A3 a 0.2734 c 0.4392	Ir A1 0.3839	Pt A1 0.3924	Au A1 0.4078	Hg	Tl A3 a 0.3457 c 0.5525	Pb A1 0.4950

Toltırılǵan qatıspalar strukturası көp hallarda ápiwayı metalldikine uqsas

1 . William D. Callister Jr. *Materials Sciences and Engineering. An Introduction.* John Wiley & Sons. Ins. 2007. – P. 975.

2. Richard J. D. Tilley *Understanding solids : the science of materials.* -John Wiley & Sons Ltd, 2004. –P. 193.

boladı, biraq bir neshe metall atomları aktiv yaki xarakteristikalı atomlar jaylasıwı boyınsha belistirilgen boladı. Eger qatıspağa bir tiptegi atom kiritilse, metall atomları arasına jaylasadı. Olar birgelikte fizikalıq qásiyetlerin özinde kórsetedi. Biraq metallar arasına diffuzion túrde kirgen atomlar hám metall (ona) arasında ezara tásirlesiw ámelge asıwı áhmiyetli. Ádette, bunday hallarda metall baǵlar payda boladı, biraq, vodorod baǵlar hám ion baǵlardı payda bolıwı qadaǵalanbaǵan. Bunday materiallar bir jaqtan kompozitlerge uqsas boladı.

Quramı sap metallar kristall strukturalardan úshewinen birin birin iyeleydi: A1 – mıs strukturası (kublıq); A2 – volıfram strukturası (kólemlik oraylasqan kublıq); A3 – magniy strukturası (geksagonalı). Házirde bunday strukturalardıń kópshiligin túrleri anıqlanǵan, olardıń ayırımı 2-kestede xarakteristikalarına qaray keltirilgen.

2-keste, Metallardıń hár túrli kristall strukturaları <sup>1</sup>.

Li A2 0.3509	Be A3 a 0.2286 c 0.3585											B	C
Na A2 0.4291	Mg A3 a 0.3209 c 0.5211											Al A1 0.4050	Si
K A2 0.5321	Ca A1 0.5588	Sc A3 a 0.3309 c 0.5268	Ti A3 a 0.2951 c 0.5686	V A2 0.3024	Cr A2 0.3885	Mn	Fe A2 0.2867	Co	Ni A1 0.3524	Cu A1 0.3615	Zn A3 a 0.2665 c 0.4947	Ga	Ge
Rb A2 0.5705	Sr A1 0.6084	Y A3 a 0.3648 c 0.5732	Zr A3 a 0.3232 c 0.5148	Nb A2 0.3300	Mo A2 0.3147	Tc A3 a 0.2738 c 0.4393	Ru A3 a 0.2706 c 0.4282	Rh A1 0.3803	Pd A1 0.3890	Ag A1 0.4086	Cd A3 a 0.2979 c 0.5620	In 0.1663	Sn
Cs A2 0.6141	Ba A2 0.5023	La	Hf A3 a 0.3195 c 0.5051	Ta A2 0.3303	W A2 0.3165	Re A3 a 0.2761 c 0.4458	Os A3 a 0.2734 c 0.4392	Ir A1 0.3839	Pt A1 0.3924	Au A1 0.4078	Hg	Tl A3 a 0.3457 c 0.5525	Pb A1 0.4950

Metallardıń strukturaları túrli formalarda bolıwı “allotropiya” delinedi. Olarda temperaturanıń asıwı menen bayqalatuǵın ayırım ózgeriwler 3-kestede keltirilgen.

<sup>1</sup> William D. Callister Jr. *Materials Sciences and Engineering. An Introduction.* John Wiley & Sons. Ins. 2007. – P. 975.

3-keste. Metallardıń allotropiyalıq strukturaları.

Element	Room-temperature structure	High-temperature structure	Transition temperature/ °C
Ca	A1	A2	445
Sr	A1	A2	527
Sc	A3	A2	1337
Ti	A3	A2	883
Zr	A3	A2	868
Hf	A3	A2	1742
Y	A3	A2	1481
Fe	A2	A1	912
Co	(A3)	A1	435

Ásirese, kópshilik geksagonal (AVAV) yaqi kublıq (AVSAVS) strukturalardan dúzilgen materiallar asa tıgız jaylasqan strukturalarǵa iye esaplanadı. Olardan biri kobalıt metalı bolıp, ol óziniń joqarı tıgızlıqqa iye bolıwın kórsetedi. Temperatura 435 S tómenge keskin tússe, kobalıt strukturası kristall yacheykanıń A, V, S sırtları boyınsha atomları tártipsiz jaylasadı. Bunday strukturalıq formalanıw A3 strukturaǵa tómenirek temperaturalarda izshil “qızdırıp jumsatıw”, yaǵnıy “otjig” arqalı ótkiziliwi múmkin. Bunda materialdıń fizikalıq qásiyeti A1 hám A2 strukturalardikine qaraǵanda anaǵurlım joqarıraq bolıwına erisiledi. Kerisinshe, A3 strukturadan A1 strukturaǵa temperaturanı asırıw arqalı da ótiw múmkin boladı<sup>1</sup>.

**Qatıspanıń qattı eritpesi.** Qatıspalar áhmiyetli qásiyetlerinen biri, olardıń Komponentlerına, yaǵnıy sap metallarǵa salıstırǵanda joqarı xarakteristikalar hám qásiyetlerge iye bolıwı. Kópshilik qatıspalar ádettegidey emes hám quramalı strukturalarǵa iye boladı hám olardan eki túrin aytıp ótiw gerek.

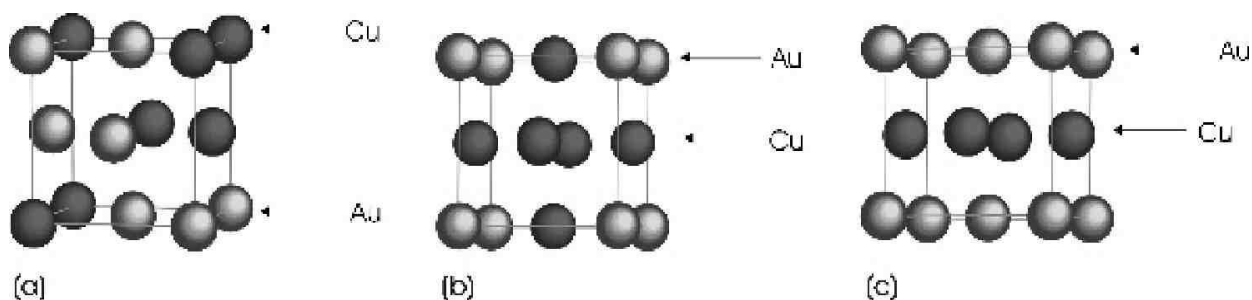
Birinshisi, qatıspaǵa metall toltırıwshı bolıp kiritilgen hal hám ekinshisi metall strukturanı quraǵan elementler arasına kiritilgen hal. Birinshi halda kiritilgen metall qatıspadaǵı basqa bir metallǵa uqsas jaylasadı hám qásiyetin ózinde kórsetedi.

Ekinshi, halda bolsa asa kishi metall atomları kristall strukturadaǵı atomlar

<sup>1</sup> William D. Callister Jr. *Materials Sciences and Engineering. An Introduction.* John Wiley & Sons. Ins. 2007. – P. 975.

arasındağı boşlıqlarğa sıñıp jaylasadı hámde quramalı qásiyetleriniń payda bolıwına sebep boladı. Usı eki qıylı strukturada sırtqı atomlar toltırıwshılar sıyaqlı metall strukturasına kiritilgen bolıp, metall struktura matrica sıyaqlı olar tutıp turadı. Usı sebepten qatısqa sıyrek ushırasatuǵın hám arawlı fizikalıq qásiyetlerin ózinde kórsetiwi baklanadı.

Izertlewlerde usınday effektler baklanadı, olar ayırım formalanıwdı analizlewdi talap etedi<sup>1,2,3</sup>. Máselen, mıs-nikel yaki mıs-altın tiykarındağı toltırıw principi tiykarında dúzilgen qatısqa qattı eritpe kórinisinde bolıwı kerek, biraq, atomlar qattı eritpeda jılıjıwdı ámelge asıradı hám jańa tartiplengen qattı fazalı eritpe payda boladı. Bul hal derlik barlıq qatısqa sistemalarında, ásirese, “otjig” processine salıstırǵanda tómenirek temperaturalarda ámelge asırılǵan qattı eritpelarde ayqın baklanadı. Máselen, mıs-altın qatısmanı suyıqlanıw temperatura 890 °S dan 410 °S ǵa shekem intervalda qızdırıp, keyin úlken tezlikte suwıtılsa, onda mıs hám altın atomları A1 struktura túyinleri boyınsha itimalıy, yaǵnıy tartiplenbegen túrde bolistirilip jaylasadı (23a-súwret). Usınday bolsada,



23-súwret. Kublıq kristall struktura: a - tartiplenbegen CuAu; b – tartiplengen Cu<sub>3</sub>Au; s – tartiplengen CuAu.

qatısmanı 400 °S belgili múddet qızdırılssa mıs hám altın atomları jılıjb jańa poziciyalarǵa ótip jaylasadı. Bunda tartipleniw qatısmanıń quramına baylanıslı boladı hám eki qıylı toyınıwǵa iye struktura payda bolıwı baklanadı: Cu<sub>3</sub>Au hám CuAu.

### 2.3. Házirgi zaman materiallar jaratıwda quramdı tanlaw hám qollanıw imkáníyatları.

- <sup>1,2,3</sup> 1. William D. Callister Jr. Materials Sciences and Engineering. An Introduction. John Wiley & Sons. Ins. 2007. – P. 975.
2. Richard J. D. Tilley Understanding solids : the science of materials. -John Wiley & Sons Ltd, 2004. –P. 193.
3. Dieter Vollath Nanoparticles-Nanocomposites-Nanomaterials. An introduction for beginners. – Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Boschstr. Weinheim, Germany, 2013. – P. 322.



Mıs penen toyınǵan Cu<sub>3</sub>Au struktura 23b–súwrette súwretlengen. Bunda altın atomları kublıq elementar yacheykanıń múyeshlerinde hám mıs atomları orayda jaylasqan boladı. Basqa biri, yaǵnıy CuAu tiykarındaǵı tartiplengen qatısqa strukturasında bir qıylı muǵdarda atomlar qatnasadı (1s–súwret) hám olar mıs hám altın izbe-izligida jaylasqan boladı.

**Metall shishalar.** Eger jıllılıq tásirinde suyultırılǵan metallar shama menen 10<sup>-5</sup> -10<sup>6</sup> K /s tezlikte suwıtılsa, metallar nokristall halǵa ótiwi múmkin. Bunday usulda nokristall metall materiallardı alınıwı dáslepki ret Au<sub>75</sub>Si<sub>25</sub> aralaspasında ámelge asırılǵan. Bunıń nátiyjesinde qatırılǵan metall shisha kórinisinde bolǵan hám metall shishalar alıw imkánıyatları kórsetip berilgen. Tómendegi 4-kestede bir qatar metall shishalardıń quramı hám áhmiyetli qásiyetleri haqqında maǵlıwmat berilgen<sup>1,4</sup>.

#### 4-keste. Silikat shishalar áhmiyetli xarakteristikaları [3]

Table 6.3 Some silicate glasses

Name	Typical composition	Important property	Principal uses
Soda glass	15 % Na <sub>2</sub> O: 85 % SiO <sub>2</sub>	Cheap	Window glazing
Soda-lime glass	72 % SiO <sub>2</sub> : 14 % Na <sub>2</sub> O: 14 % CaO	Cheap	Window glazing
Borosilicate (Pyrex <sup>®</sup> )	80 % SiO <sub>2</sub> : 13 % B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> : 7 % Na <sub>2</sub> O	Low coefficient of expansion	Cooking ware, laboratory ware
Crown glass	9 % Na <sub>2</sub> O: 11 % K <sub>2</sub> O: 5 % CaO: 75 % SiO <sub>2</sub>	Low refractive index	Optical components
Flint glass	45 % PbO: 55 % SiO <sub>2</sub>	High refractive index	Optical components, 'crystal' glass
Lead glass	Up to 80 % PbO: SiO <sub>2</sub>	Absorbs radiation	Radiation shielding
Silica	100 % SiO <sub>2</sub>	Very low coefficient of thermal expansion	Optical components, laboratory ware, optical fibre

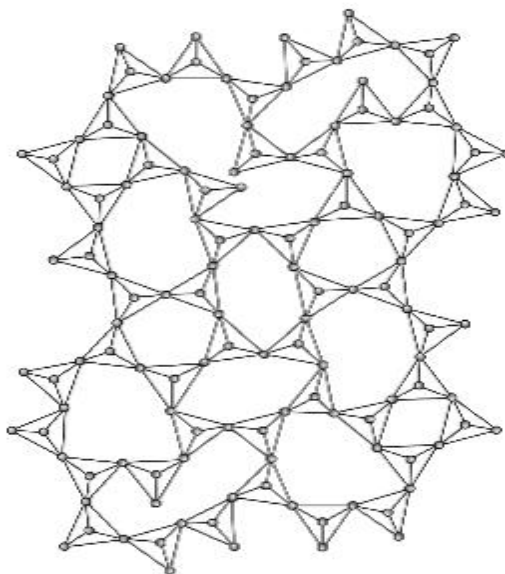
Bunnan quramalıraq sistemalarda izertlewler alıp barıw shishasıyaqlı metall materiallar payda etiw principi asıwǵa imkán bergen hám bunday processler hátte suwıtıw tezligi 10 K/s qa shekem túsirilip alıp barılǵan. Bunday usulda alınatuǵın materiallar óziniń juqalıǵı menen ámeliy qızıǵıw oyatqan. Máselen, olardı ámeliy qollaw arawlı kózáynek hám optikalıq qurılmalar, magnetik plastinkalar jaratıw qol kelgen<sup>1,5</sup>.

<sup>1,4</sup> William D. Callister Jr. Materials Sciences and Engineering. An Introduction. John Wiley & Sons. Ins. 2007. – P. 975.

<sup>4</sup> Mustafa Akay. Introduction to Polymer Science and Technology & Ventus Publishing ApS, 2012, - P.169.

1. William D. Callister Jr. Materials Sciences and Engineering. An Introduction. John Wiley & Sons. Ins. 2007. – P. 975.

<sup>5</sup> S. Siti Suhaily, H.P.S. Abdul Khalil, W.O. Wan Nadirah and M. Jawaid Bamboo Based Biocomposites Material, Design and Applications Additional information is available at the end of the chapter 2013. <http://dx.doi.org/10.5772/56057>



**Figure 6.16** The random network structure of corner-linked  $[\text{SiO}_4]$  tetrahedra in a silicate glass

24-súwret. Silikat shishada ( $\text{SiO}_4$ ) múyeshli tigiliw tiykarında dúzilgen tetraedrniń tar sıyaqlı strukturası.

Ádette, barlıq materiallardıń qásiyetleri, olardıń ishki elementlerdiń ózara tásirlesiw baǵların qay túrde payda etilgenine hám mikrostrukturalarına көp jaqtan baylanıslı boladı. Metallardıń tiykarǵı ózine tán qásiyetleri olardıń jaqsı elektr hám jıllılıq ótkizgishligidir. Metall materiallarda metall baǵları bar bolǵanlıǵı, olarda júdá kishi sırtqı kúshler, yaǵnıy elektr kernewi yaki jıllılıq tásirinde erkin elektronlardı metall boyınsha qozǵalıwına imkán beredi. Sanı ayrıqsha, aytıp ótiw kerek, metallarda elektr ótkizgishlik muǵdarı olardıń jıllılıq ótkizgishlik probleması menen sezilerli baylanısqan. Bunday baylanıslılık Wiedemann– Franz nızamı boyınsha төмендегіше аңлатıladı:

$$\text{jıllılıq } \text{ótkizgishlik (thermal conductivity)} \quad 3Tk^2$$

$$\text{elektr } \text{ótkizgishlik (electrical conductivity)} \quad \frac{1}{4} e^2$$

bul jerde  $k$ - Boltzman turaqlısı;  $T$ - absolyut temperatura,  $e$  – elektron zaryadı.

Metallardıń jaqtılıq hám jıllılıqqa salıstırǵanda joqarı qaytaruwshańlıq qábiliyeti olardaǵı erkin elektronǵa baylanıslı. Metall sırtına jaqtılıq fotonları tásir etkende, Fermi qáddi átirapındaǵı erkin elektronlar fotondı jutıwı múmkın, sebebi

olar átirapında júdá көp energetikalıq bos hallar bar baylanısqa. sondayaq, elektron ańsatǵana qayta tómen qáddine óz ornına ótiwi hám fotonlar bolsa qayta nurlanıwı múmkin. Bunı anıq túrde ámelge asıwı Fermi sırtınıń anıq formasın hám Fermi sırtında energiya qáddileriniń sanına baylanıslı boladı.

***Keramikalar.*** Usı materiallardı tiykarın noorganikalıq birikpeler kuraydı hám olar joqarı temperaturalarda ximiyalıq reaksiyalar arqalı dúziledi. Kópshilik keramikalar tiykarı oksidler, biraq, kremniy, azot, oksinitridlar, gibridler hám basqa noorganikalıq birikpeler tiykarında da dúzilgen boladı (5-keste). Keramikalar ximiyalıq inert materiallar esaplanadı. Olar qattı, jıllılıqqa shıdamlı hám elektr izolyatarlıq qásiyetlerine iye materiallar. Tradiciyalıq keramikalıq materiallar silikat tiykarında boladı. Biraq, keyingi dáwirde quramdı modifikaciya qılıw arqalı áhmiyetli qásiyetli keramiklar jaratılmaqta, atap aytqanda, mexanikalıq bekkem, elektrokeramikalıq materiallar, elektronika ushın arnawlı keramikalar, shisha keramikalar hám basqalardı islep shıǵarıwǵa itibar qaratilmoqda<sup>1</sup>.

**5-keste.** Keramikalar tiykarın quraytuǵın kremniy strukturaları.

---

<sup>1</sup> William D. Callister Jr. Materials Sciences and Engineering. An Introduction. John Wiley & Sons. Ins. 2010. – P. 1000.

**Table 6.2** A summary of silicate structures

Structure	Formula	Mohs Hardness	Examples
<b>Isolated silicate groups:</b>			
Monomer	$[\text{SiO}_4]^{4-}$	8–5	$\text{Mg}_2\text{SiO}_4$ , forsterite, ( <i>olivines</i> ) $\text{Ca}_3\text{Cr}_2(\text{SiO}_4)_3$ , uvarovite, ( <i>garnets</i> )
Dimer	$[\text{Si}_2\text{O}_7]^{6-}$	5	$\text{Sc}_2\text{Si}_2\text{O}_7$ , thortveitite
Three-ring	$[\text{Si}_3\text{O}_9]^{6-}$	7–4	$\text{BaTi}(\text{Si}_3\text{O}_9)$ , benitoite
Four-ring	$[\text{Si}_4\text{O}_{12}]^{8-}$	7–4	$\text{Ca}_3\text{Al}_2(\text{BO}_3)(\text{Si}_4\text{O}_{12})(\text{OH})$ , axinite
Six-ring	$[\text{Si}_6\text{O}_{18}]^{12-}$	6–4	$\text{Be}_3\text{Al}_2(\text{Si}_6\text{O}_{18})$ , beryl $\text{NaMg}_3\text{Al}_6(\text{BO}_3)_3(\text{Si}_6\text{O}_{18})(\text{OH})_4$ , tourmaline
<b>Chains:</b>			
Single	$[\text{SiO}_3]^{2-}$	7–4	$\text{MgSiO}_3$ , enstatite, ( <i>pyroxenes</i> )
Double	$[\text{Si}_4\text{O}_{11}]^{6-}$	5	$\text{Ca}_2\text{Mg}_5\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$ , tremolite, ( <i>amphiboles</i> )
<b>Sheets:</b>			
Single silicate layer	$[\text{Si}_2\text{O}_5]^{2-}$	3–1	$\text{Na}_2\text{Si}_2\text{O}_5$
Double silicate layer	$[\text{SiO}_2]$	3–1	$\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$ (half Si replaced by Al)
Single silicate plus single hydroxide layer	$[\text{Si}_2\text{O}_5]$ plus hydroxide	3–1	$\text{Al}_2(\text{OH})_4\text{Si}_2\text{O}_5$ , kaolinite, ( <i>clays</i> ) $\text{Mg}_3(\text{OH})_4\text{SiO}_5$ , chrysotile, ( <i>clays</i> )
Single silicate plus double hydroxide layer	$[\text{Si}_4\text{O}_{10}]$ plus hydroxide	3–1	$\text{Al}_2(\text{OH})_2\text{Si}_4\text{O}_{10}$ , pyrophyllite, ( <i>clays</i> ) $\text{Mg}_3(\text{OH})_2\text{Si}_4\text{O}_{10}$ , talc, ( <i>clays</i> )
Single silicate plus double hydroxide	$[\text{Si}_3\text{AlO}_{10}]$	3–1	$\text{KAl}_2(\text{OH})_2\text{Si}_3\text{AlO}_{10}$ , muscovite, ( <i>micas</i> ) $\text{KMg}_3(\text{OH})_2\text{Si}_3\text{AlO}_{10}$ , phlogopite, ( <i>micas</i> )
<b>Networks:</b>			
Silicate	$[\text{SiO}_2]$	8	$\text{SiO}_2$ , quartz
Aluminosilicate	$[(\text{Si},\text{Al})_4\text{O}_8]$	7–5	$\text{KAlSi}_3\text{O}_8$ , <i>feldspars</i>

Shisha keramikalar kristallanbağan, yağniy amorf haldağı material esaplanadı. Tradiciyalıq keramikalıq materiallar tipik maqsetler, ıdıslar, dekarativ qurılmalar, plita-podlojkalar, izolyatarlar sıpatında isletilse, jaña ilimge tiykarlanıp hám injenerlik principlerine súyenip islep shıǵarılıp atırǵan keramikalıq materiallar, ásirese, olardıń quramın metall yaki polimerler bayıtqan bolsa, siyrek ushırasatuǵın hám arnawlı qásiyetli materiallar sıpatında joqarı texnologiyalıq materiallar sıpatında qollanılmaqta.

Keramikalıq materiallar qollanıw túrleri төmendegilerdi өз ishine aladı:

3. metall komponenttiń sırtın qaplaw ushın qattı material (titan nitrid (TiN), volıfram karbid (WC));

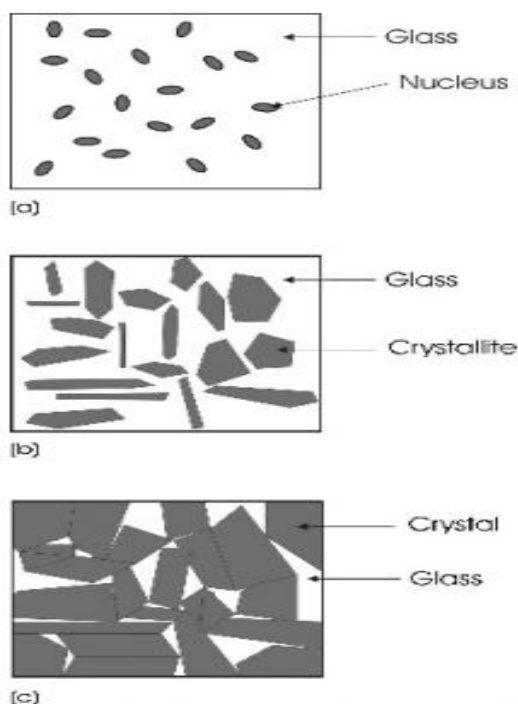
4. inert joqarı temperaturalarǵa shıdamlı komponentli material (valikler, ishki janıw cilindrler, shpindeller hám t.b.);

5. joqarı tezlikte kesuwchi-өtkir qurılmalar, abrazivlar (alyuminiy oksid  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , kremniy karbid SiC hám diamond).

Elektrokeramikalar júdá-joqarı-sap materiallar bolıp, olar siyrek ushırasatuǵın

elektronikalıq qásiyetlerge iye boladı. Hátte, super ótkizgish materiallar solar tiykarında tayarlanadı. Elektrokeramikalılar aktiv elementler kórinisindegi gaz sensorları, temperatura sensorları, batereyalar hám gewekli yacheykalar ushın effektli isleytuǵın material esaplanadı. Usı sıyaqlı keramikalıq magnitler bar bolıp, olar ádette kópshilik motarlarda keń qollanıladı. Keramikalar, sanday aq, jaqtılıq fluorescentler hám kompýuter displeyleri detalları sıpatında qollanıwı menen de belgili.

**Shisha keramikalar.** Bunday túrdegi materiallar qattı fazalı bolıp, olardıń tiykarınıń úlken bólegin kristall faza quraydı. Ulıwma alǵanda shisha keramika kompozit material bolıp, onıń keramikalıq tiykarı kristall fazanı hám shisha bólegi amorf fazanı kuraydı. Komponentler tanlaw hám olardı kombinacion jaylastırıw nátiyjesinde joqarı temperaturalarǵa shıdaytuǵın hám joqarı mexanikalıq xarakteristikalarǵa hám kósetkishlerge iye material alıw múmkin<sup>1,4</sup>. Bunda shishanıń mikrostrukturası júdá áhmiyetli bolıp, onıń qay dárejede dúzilgen bolıwı



**Figure 6.19** Nucleation (part a) and growth (parts b and c) in a glass ceramic

keramikanıń qásiyetlerin joqarı kósetkishlerde yaki belgili bir maqsetlerge baǵdarlangan material sıpatında payda etiwge imkán beredi. Máselen, bul haqqında 23-súwretke qarań .

25-súwret. Shisha Keramikanıń quramlıq xarakteristikaları.

Súwrettegi strukturanı payda etiw processiniń hár bir basqışınıń roli áhmiyetli bolıp, olardı sezilerli qadaǵalaw kerek boladı. Bunda eki process ámelge asıwı, yaǵnıy komponentlerdiń suyıq – aǵıwshań hal fazadan qattı (aqpaytuǵın) fazaǵa ótiwi názerde tutılıp atır. Birinshisi bunda keramikalıq komponent kristallanıwı esabınan ámelge assa, ekinshisi shisha fazanı amorf hal

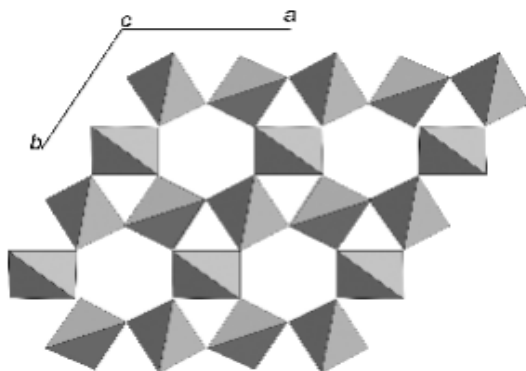
<sup>1,4</sup> William D. Callister Jr. Materials Sciences and Engineering. An Introduction. John Wiley & Sons. Ins. 2010. – P. 1000.

4. Mustafa Akay. Introduction to Polymer Science and Technology & Ventus Publishing ApS, 2012, - P.169.

qattı fazaǵa aylanıwı. Bunda komponentler suyıq fazada aralasıwı hám olardıń aǵıwshańlıǵı, yaǵnıy jeterli dárejede jabısqaqlıqqa iye bolıwı talap etiledi. Ádette, keramikalıq komponenttiń kristallanıw temperaturası menen shishanıń qatıw temperaturası belgili dárejede parqlanadı. Buǵan baylanıslı túrde materialdıń payda bolıwınıń ózgeriwi tábiyyidir.

Jáne eki faktor shisha keramikalar alınıwında áhmiyetli sanaladı. Bular materialldı dúziwde suyultpa hám mikrostrukturalardıń aralasıw faktorları. Ádette, suyıq fazalı shishada keramikalıq komponent kristall fazasın dúziledi hám bunı qadaǵalaw zárwr boladı. Sebebi, kristallanıw hám shishalanıw temperaturaları bir birine baylanıslı boladı hámde kristallanıw processı kólemniń ózgeriwi menen ámelge asadı.

Ayırım shisha keramikalar, máseken, mikrostrukturalı qosımtalar tiykarında bolsa, olar ultragranit materiallar esaplanadı hám joqarı temperaturalı kvarc tiykarında payda bolıwı hám bunda joqarı fizikalıq xarakteristikalarǵa iye bolıwı baklanadı<sup>3</sup>. Máseken, 26-súwrette onıń dúzilisi súwretlengen.

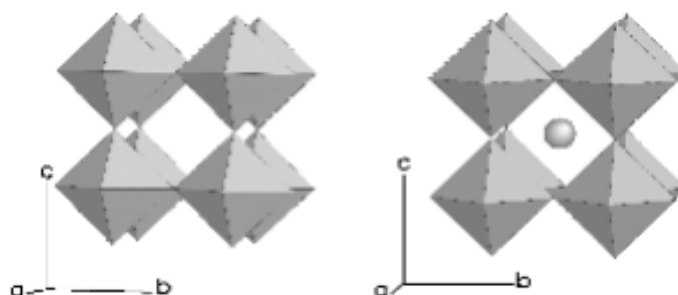


**Figure 5.30** The structure of the high-temperature form of  $\text{SiO}_2$ ,  $\beta$ -quartz, drawn as corner-shared tetrahedra projected down the hexagonal  $c$  axis (normal to the plane of the page). This projection obscures the fact that the tetrahedra form three-dimensional spirals, not rings

26-súwret. Joqarı temperaturaǵa shıdamlı  $\text{SiO}_2$  hám  $\beta$ -kvarc tiykarındaǵı shisha keramika

Sandayaq, usı gruppǵa tiyisli bir qatar materiallar keyingi jıllar ámeliyatqa keń qollanbaqta. Máseken, perovskit tiykarlı materiallar quyash elementleri jaratıwda tiykarǵı element sıpıtında qaralmaqta (27-súwret).

<sup>3</sup> Dieter Vollath Nanoparticles-Nanocomposites-Nanomaterials. An introduction for beginners. – Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Boschstr. Weinheim, Germany, 2013. – P. 322.



**Figure 5.32** (a) The cubic  $\text{ReO}_3$  structure represented as corner-shared  $\text{ReO}_6$  octahedra; (b) the idealised cubic *perovskite*  $\text{ABO}_3$  structure. The framework is identical to that in part (a) and consists of corner-shared  $\text{BO}_6$  octahedra, containing an  $A$  cation in the central cage site (note  $B \neq$  boron)

27-súwret. Perovskit strukturasiń ańlatılǵan sızılma [1].

Usı strukturalar öziniń siyrek ushırasatuǵınlıǵı menen olar tiykarında dúzilgen materiallarda, atap aytqanda, shisha keramikalarda da áhmiyetli xarakteristikalarǵı ózinde kórsetedi. Házirde perovskit tiykarında nanoqatlamlı quyash elementleri dúzilgen bolıp, olardıń quyash jaqtılıǵın elektr tokına aylandırıw kórsetkishleri kremniy tiykarlı materiallardikinen joqarıraq ekenligi anıqlanǵan.

**Joqarı molekulyar birikpeler - polimerler.** Házirde ekoatıkaǵa, turmıs mútájlikleri hám sanaatta islep shıǵarıwında eń kóp qollanılıp atırǵan materiallardan biri bul joqarı molekulyar birikpeler, yaǵnıy polimerler tiykarındaǵı materiallardır. Polimerler tábiyiy hám sintetikalıq jaǵdayda sintez boladı<sup>1,4</sup>. Tábiyiy polimerler gruppasına DNK, RNK, polisaxaridler (celluloza, xitin, xitozan, pektin, kraxmal hám t.b.), beloklar (fibroin, keratin, kollagen, jelatin, albumin, insulin hám t.b.), kauchuklar sıyaqlı birikpeler kirse, sintetikalıq polimerler gruppasına polietilen (PE), polietilenoksid (PEO), polietilentereftalat (PETF), polakrilonitril (PAN), polistirol (PS), polipropilen (PP), polivinilxlorid (PVX), poliamid (PA) sıyaqlı bir qatar joqarı molekulyar birikpeler kiredi [4].

Tábiyiy polimerler tiykarlanıp ósimlik hám tiri jonzotlar organizminde sintez boladı hám bunday sintezler organizmdegi arnawlı kodlar tiykarında ámelge asadı. Bunday jol menen organizmler özine zárwr bolǵan biomaterialların dúzedi. Bul

<sup>1</sup> William D. Callister Jr. Materials Sciences and Engineering. An Introduction. John Wiley & Sons. Ins. 2010. – P. 1000.

4. Mustafa Akay. Introduction to Polymer Science and Technology & Ventus Publishing ApS, 2012, - P.169.

processler organizm tiri waqtında organizmniń tábiyiy yadı tiykarında basqarıw principi boyınsha derlik úzliksiz túrde dawam etedi. Biomateriallar birinshi náwbette organizm ushın kerekli materiallar bolsa, ekinshi náwbette insániyat ushın, turmıs hám sanaat, ulıwma barlıq islep shıǵarıw tarawları ushın áhmiyetli shiyki zat hám azıqlıq deregi bolǵan materiallardir.

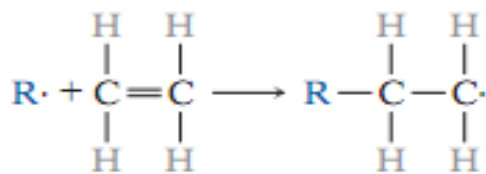
Sanı aytıp ótiw kerek, tábiyiy polimerlerdi qayta islew arqalı jasalma materiallar alınadı. Bul materiallar ayırım qásiyetleri boyınsha tábiyiy polimerlerden abzallıqqa iye bolıwı da múmkin. Máselen, tábiyiy belok kollagennen azıq-awqat hám jeńil sanaat ushın júdá zárwr bolǵan jelatin beloki alınadı. Bul öz qásiyetine muwapıq jelatinnen anaǵurlım parqlı hám áhmiyetli tárepleri menen bir qatar abzallıqlardı ózinde kórsetedi.

Sintetikalıq polimerler tuwrıdan tuwrı ximiyalıq sintez jolı menen alınadı. Bunda shiyki zat sıpatında gaz hám neft tovarları, arnawlı organikalıq hám noorganikalıq birikpeler, minerallar hám metallar keń qollanıladı. Polimerler ximiyalıq sintezi da öz mánisine muwapıq tiykarǵı eki gruppaga ajratıladı, yaǵnıy radikal *polimerlanıw* hám *polikondensaciya*. Álbette, polikondensaciya mexanizmi tábiyiy sintezde de tiykarǵı esaplanadı.

#### 2.4. Materialtanıwda fizikalıq faktorlar hám texnologiyalar hámde kompleks ilimiy izertlewler hám olardıń keleshegi

Polimerler ishinde eń ápiwayı dúziliske iye bolǵan bul sintetikalıq polietilen (PE) bolsa, eń quramalı dúziliske iye bolǵanları bul beloklar hám DNK, RNK lardir.

Usı sızılmada etilennen polietilen sintez bolıwı ańlatılǵan



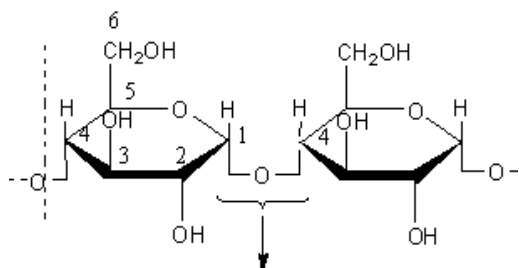
etilen

polietilen

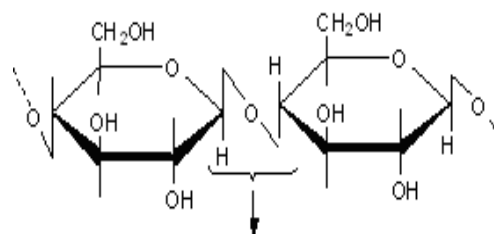
*Polisaxaridlerde* elementar zvenolar birigiw tártibi hám olardaǵı atomlardı jaylasqanlık jaǵdayına baylanıslı túrde makromolekulalar túrli xarakteristikalarǵa iye boladı. Ádette polisaxaridler ósimlikler (kraxmal, cellyuloza, lignin, pektin sıyaqlılar) hám haywanlar (xitin, glyukamin sıyaqlılar) organizmlerin qurawshı makromolekulyar birikpeler esaplanadı. Máselen,  $\alpha$ -D-glyukopiranoza (amiloz)



zvenolardı polikondensacion reaksiyasında  $\alpha$ -(1,4)-glyukozid bağı payda qılıp birikse *kraxmal* yaqı  $\beta$ -(1,4)-glyukozid bağı payda etse *celluloza* sintez boladı <sup>4,6</sup>.



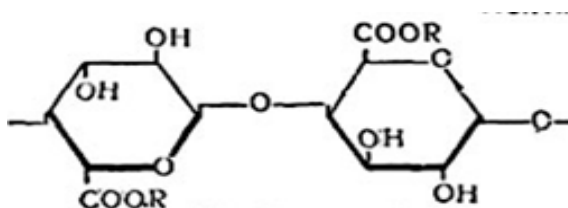
$\alpha$ -(1,4)-glyukozid bağı - *kraxmal*



$\beta$ -(1,4)-glyukozid bağı - *celluloza*

Kraxmal sellyulozadan parqlı  $\alpha$ -(1,6)-glyukozid bağı boyınsha da birigiwi hám tarmaqlanğan shınjırlar payda qılıwı da múmkin. Kraxmal molekuları kompakt jaylassada, olar arasında vodorod baqları derlik payda balmaydı hám usı sebepten ańsat eriydi. Sellyuloza tek sıızıqlı shınjırğa iye boladı hám ádette molekuları jipsıyaqlı formada jaylasqan hám olar arasında kúshli vodorod baqları bar boladı hámde suwda erimeydi.

*Pektin* polisaxaridi galakturon kislotaları tiykarında sintez boladı hám jaqsı eriydi

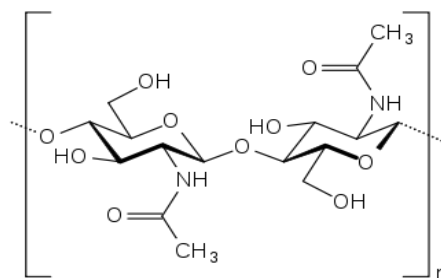


bul jerde R = CN<sub>3</sub> yaqı N sıyaqlı funksional elementler.

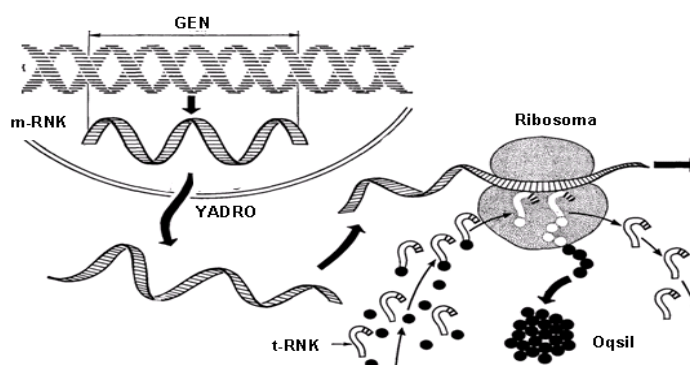
*Xitin*, yaǵnıy haywanat áleminde organizmdi qorǵawshı qabıǵı wazıypasın atqarıwshı polisaxaridtiń molekuları N-atsetilglyukozamin zvenolardı b-(1,4)-glyukozid baqları payda qılıwı tiykarında sintez boladı. Xitin molekulasındaǵı atomlar hám funksional gruppalarđın jaylasıwı oǵan fizikalıq bekkemlikti beredi hám usı sebepten onı eritiw ayırım duzlar hám kislotalar ortalıǵında ámelge asırılıwı múmkin:

<sup>4,6</sup> Mustafa Akay. Introduction to Polymer Science and Technology & Ventus Publishing ApS, 2012, - P.169.

<sup>6</sup> Mustafa Akay. Introduction to Polymer Science and Technology & Ventus Publishing ApS, 2012, - P.169.



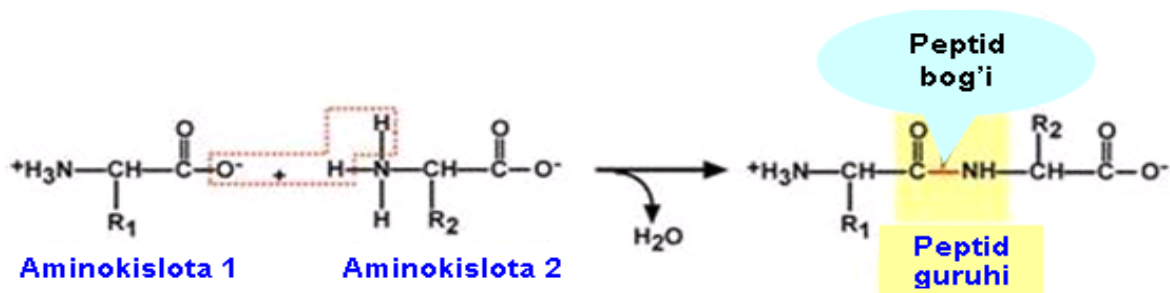
*Beloklar* sintezi kóp basqışlı quramalı process bolıp, arawlı organella – ribosomalarda sintez bolatuǵın beloktıń dúzilisi haqqındaǵı maǵlıwmat súwretlengen genetikalıq kodlar tiykarında sadır boladı. Bunday maǵlıwmat aminokislotalar qanday tártipte belok molekulasını qurawı, yaǵnıy *birlemshi dúzilisi* haqqında boladı hám DNK molekulasınıń belgili bir bóleginde, yaǵnıy xromosomasında kodlastırılǵan bolıp, gen dep júritiledi. Bul maǵlıwmat belok sintez bolıwından aldın DNK dan m-RNK (maǵlıwmatlı RNK) ǵa keshiriledi hám ribosomaǵa ótkiziledi. Ádette aminokislotalar tuwrıdan tuwrı sintezge kirisiwleri ushın jeterlishe aktiv balmaydı hám olardı aktivlestiriw ushın adenointrifosfat (ATF) fermenti energiya beredi<sup>4,6</sup>.



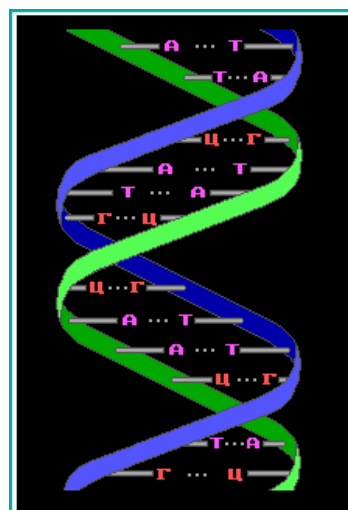
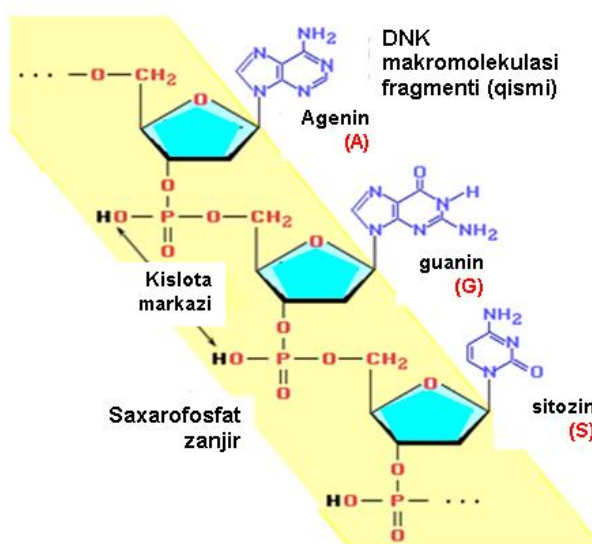
Nátıyjede bar bolǵan 20 qıylı aminokislotalar hár túrli kombinatsion tártipte úshewden bolıp birigedi hám sintez ushın qábiliyetli bolǵan 61 qıylı triplet payda qıladı. Hár bir tripletti t-RNK (transport-RNK) izbe-iz túrde ribosomaǵa alıp kiredi hám m-RNK ǵa genetikalıq kod boyınsha birigiwi alıp baradı. Eger triplet quramı genetikalıq kodqa sáykes kelse, onnan aldın kelgen tripletke aminokislotalar arqalı kondensatsion túrde, yaǵnıy bir suw molekulası ajratıp shıǵarıp, *peptid baǵı* payda qılıp ximiyalıq birigedi hám olar belok molekulasınıń tiykarın kuraydı, yaǵnıy:

<sup>4</sup>Mustafa Akay. Introduction to Polymer Science and Technology & Ventus Publishing ApS, 2012, - P.169.

<sup>6</sup>. Mustafa Akay. Introduction to Polymer Science and Technology & Ventus Publishing ApS, 2012, - P.169.



Tiykari saxarofosfat shınjırlar bolğan elementar zvenosi *riboza* yaqi *dezoksiriboza* monosaxaridlaridan ibarat polinukleotidlar *ribonuklein kislotalar* (RNK) yaqi *dezoksiribonuklein kislotalar* (DNK) ğa bōlinedi. Polikondensatsiya reaksiyasi sebepli RNK shınjırıda *risoboza* qaldıqları hām DNK shınjırıda bolsa *2-dezoksiriboza* qaldıqları birikken boladı hām olar *nukleotid zvenolar* da delinedi.



*DNK niñ birlēmshi dūzilisi*

*DNK niñ ekilemshi dūzilisi*






RNK makromolekulası nukleotid zvenosi quramına *adenin*, *guanin*, *sitomin* hām *uratsil* sıyaqlı molekulyar birikpeler kiredi. DNK makromolekulası nukleotid zvenosında *uratsil* ornına *timin* qatnasadı. DNK makromolekulası massası  $50 \cdot 10^7$  ğa shekem bolıp, tiykarlanıp kletkanın yadrosında, RNK makromolekulası massası  $10^4$  ke shekem bolıp, tiykarlanıp kletkalardı ribosomaları hām protivoplazmaları quramında boladı. DNK hām RNK makromolekulaları *birlēmshi* hām *ekilemshi* dūzilislerge iye boladı. DNK hām RNK birlēmshi dūzilisi shınjırlardıñ nukleotid quramı hām nukleotid zvenolardıñ izbe-izligin ańlatadı. DNK niñ ekilemshi dūzilisi bolsa eki parallel (tarmaqlanbağan) nukleotid shınjırlardıñ ulıwma kōsher

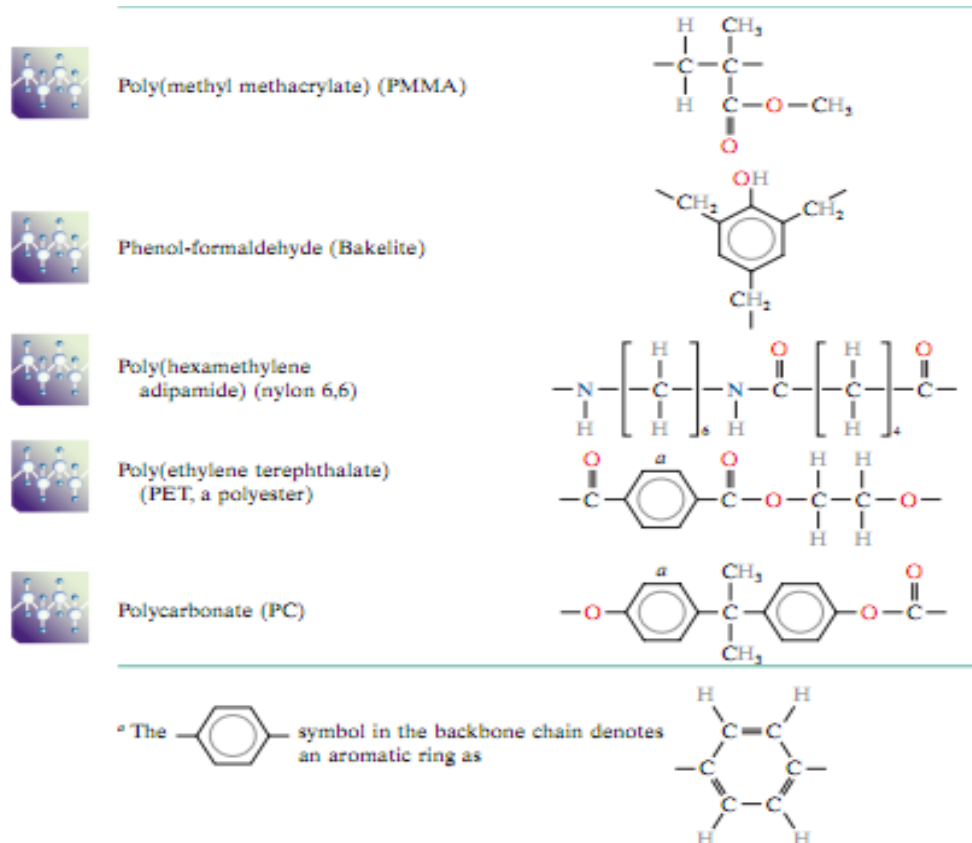
átirapında oralıwı nátiyjede payda bolǵan eki spiraldı jalǵız sisteması kórinisinde kóplegen vodorod baǵları tiykarında dúzilgen boladı.

Tábiyyıy hám sintetikalıq polimerler tiykarındaǵı materiallar óziniń bir qatar fizikalıq qásiyetleri menen basqa materiallardan parq qıladı hám ayqın abzallıqlarǵa iye. Házirgi zaman materialtanıwda tradiciyalık keń kólemde qollanılıp kiyatırǵan polimerler tómendegi 6-keste de keltirilgen.

6-keste. Materialtanıwda keń qollanatuǵın polimerler.

**Table 14.3 A Listing of Repeat Units for 10 of the More Common Polymeric Materials**

Polymer	Repeat Unit
 VMSE Repeat Unit Structures Polyethylene (PE)	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\   \quad   \\ -\text{C}-\text{C}- \\   \quad   \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$
 Poly(vinyl chloride) (PVC)	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\   \quad   \\ -\text{C}-\text{C}- \\   \quad   \\ \text{H} \quad \text{Cl} \end{array}$
 Polytetrafluoroethylene (PTFE)	$\begin{array}{c} \text{F} \quad \text{F} \\   \quad   \\ -\text{C}-\text{C}- \\   \quad   \\ \text{F} \quad \text{F} \end{array}$
 Polypropylene (PP)	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\   \quad   \\ -\text{C}-\text{C}- \\   \quad   \\ \text{H} \quad \text{CH}_3 \end{array}$
 Polystyrene (PS)	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\   \quad   \\ -\text{C}-\text{C}- \\   \quad   \\ \text{H} \quad \text{C}_6\text{H}_5 \end{array}$



Polimerler sintezi waqtında termodinamikalıq sebeplargá muwapiq olardıń molekulyar massaları túrlishe bolıp qaladı. Onıń termodinamikalıq hám analitikalıq usullarda ortasha sanlı ( $M_n$ ) hám gidrodinamikalıq usullarda orta massalı ( $M_w$ ) molekulyar massaları anıqlanadı. Tömendegi 7-8 – kestelarda bul haqqında maǵlıwmatlar berilgen<sup>4,6</sup>.

7-keste. Ortasha sanlı molekulyar massanıń ( $M_n$ ) anıqlanıwı.

**Table 14.4a Data Used for Number-Average Molecular Weight Computations in Example Problem 14.1**

Molecular Weight Range (g/mol)	Mean $M_i$ (g/mol)	$x_i$	$x_i M_i$
5,000–10,000	7,500	0.05	375
10,000–15,000	12,500	0.16	2000
15,000–20,000	17,500	0.22	3850
20,000–25,000	22,500	0.27	6075
25,000–30,000	27,500	0.20	5500
30,000–35,000	32,500	0.08	2600
35,000–40,000	37,500	0.02	750
			$\overline{M}_n = 21,150$

8-keste. Ortasha massalı molekulyar massanıń ( $M_w$ ) anıqlanıwı.

<sup>4,6</sup> Mustafa Akay. Introduction to Polymer Science and Technology & Ventus Publishing ApS, 2012, - P.169.

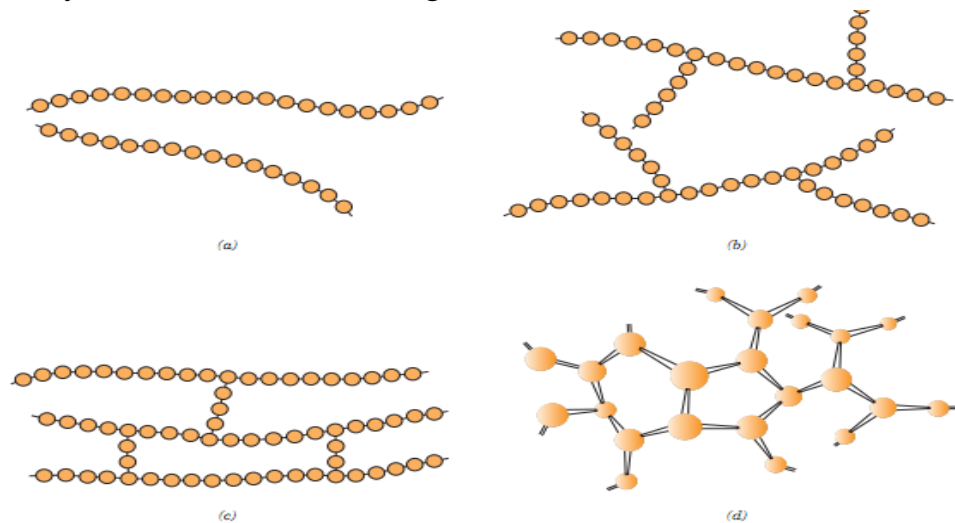
<sup>6</sup> Mustafa Akay. Introduction to Polymer Science and Technology & Ventus Publishing ApS, 2012, - P.169.

**Table 14.4b** Data Used for Weight-Average Molecular Weight Computations in Example Problem 14.1

Molecular Weight Range (g/mol)	Mean $M_i$ (g/mol)	$w_i$	$w_i M_i$
5,000–10,000	7,500	0.02	150
10,000–15,000	12,500	0.10	1250
15,000–20,000	17,500	0.18	3150
20,000–25,000	22,500	0.29	6525
25,000–30,000	27,500	0.26	7150
30,000–35,000	32,500	0.13	4225
35,000–40,000	37,500	0.02	750
			$\bar{M}_w = 23,200$

Ortasha massalı molekulyar massanıń ortasha sanlı molekulyar massaǵa qatnası polimer molekularınıń polidispersligin ańlatadı. Usı kestelerden  $(M_w)/(M_n) = 23200/21150 = 1,1$  ge teńdir. Bul hal polimerdi tar polidispers ekenliginen derek beredi. Sebebi  $(M_w)/(M_n) = 1,1 - 2,5$  bolsa tar polidispers, Eger  $3 < (M_w)/(M_n) < 5$  ortasha polidispers hám  $6 < (M_w)/(M_n)$  bolsa keń polidispers esaplanadı<sup>4,6</sup>.

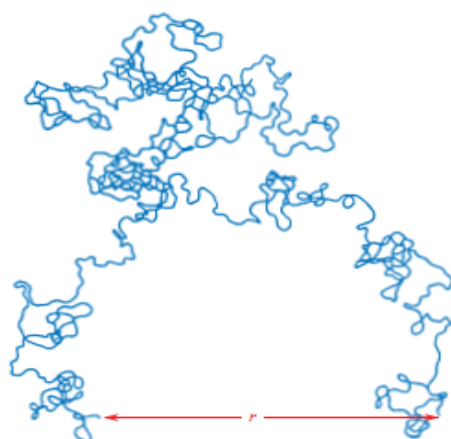
Polimerlerdiń molekulyar massaları, konfiguraciýaları hám konformaciyasına túrde geometriyalık formaları tómenдеgi kórinislerde bolıwı múmkin (28-súwret).



**Figure 14.7** Schematic representations of (a) linear, (b) branched, (c) crosslinked, and (d) network (three-dimensional) molecular structures. Circles designate individual repeat units.

<sup>4</sup> Mustafa Akay. Introduction to Polymer Science and Technology & Ventus Publishing ApS, 2012, - P.169.

<sup>6</sup> Mustafa Akay. Introduction to Polymer Science and Technology & Ventus Publishing ApS, 2012, - P.169.



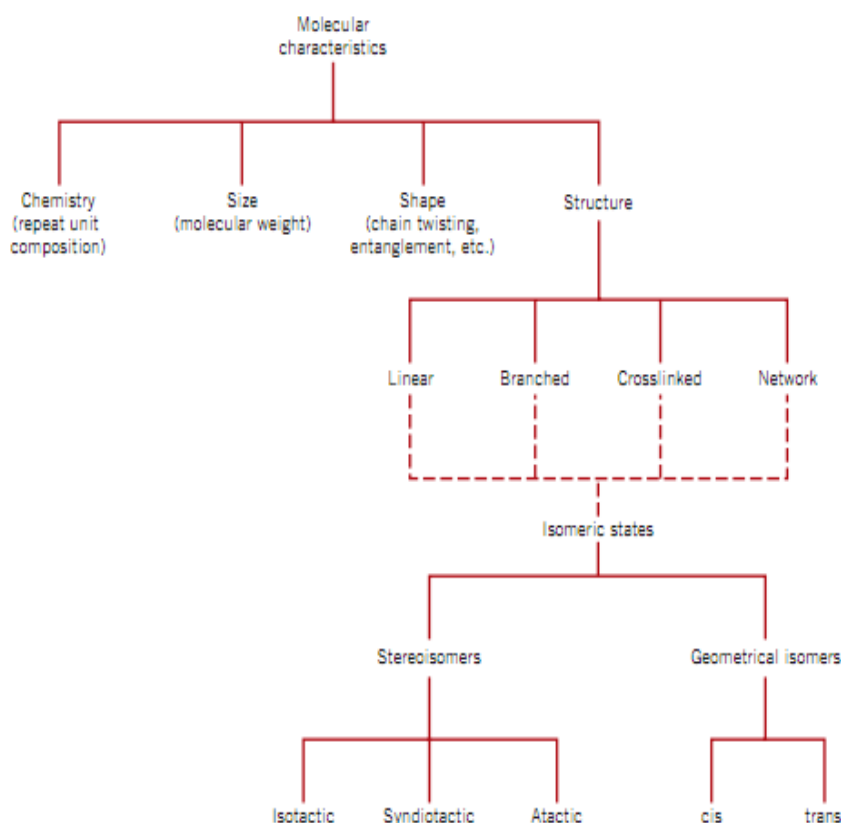
**Figure 14.6** Schematic representation of a single polymer chain molecule that has numerous random kinks and coils produced by chain bond rotations. (From L. R. G. Treloar, *The Physics of Rubber Elasticity*, 2nd edition, Oxford University Press, Oxford, 1958, p. 47.)

28-súwret. Polimerler dúzilisiniń formaları.

Bularǵa baylanıslı túrde polimerlerdiń strukturaları boyınsha klassifikaciyası tómenдеgi kóriniste boladı (29-súwret).

29-súwret. Polimerlerdiń strukturalıq klassificaciyası<sup>4,6</sup>.

**Figure 14.8**  
Classification scheme for the characteristics of polymer molecules.

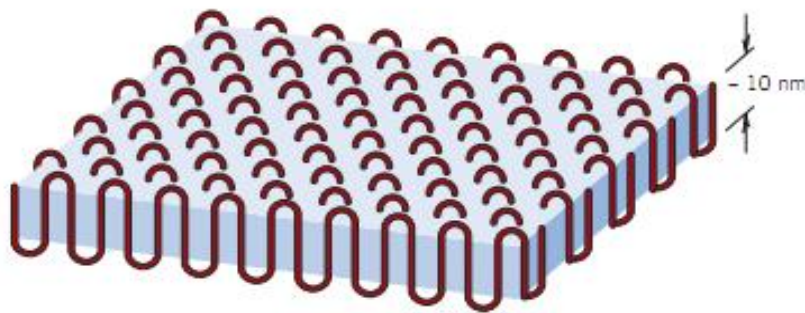
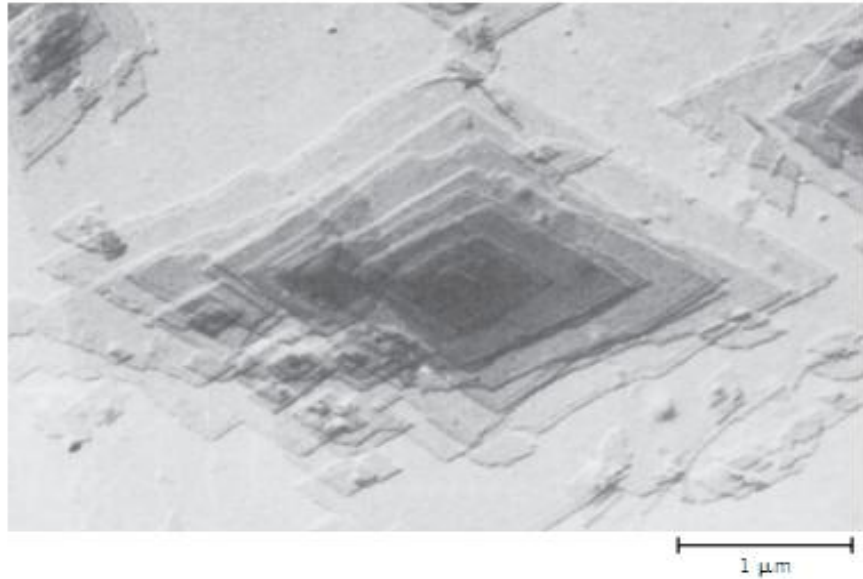


<sup>4</sup> Mustafa Akay. Introduction to Polymer Science and Technology & Ventus Publishing ApS, 2012, - P.169.

<sup>6</sup> Mustafa Akay. Introduction to Polymer Science and Technology & Ventus Publishing ApS, 2012, - P.169.

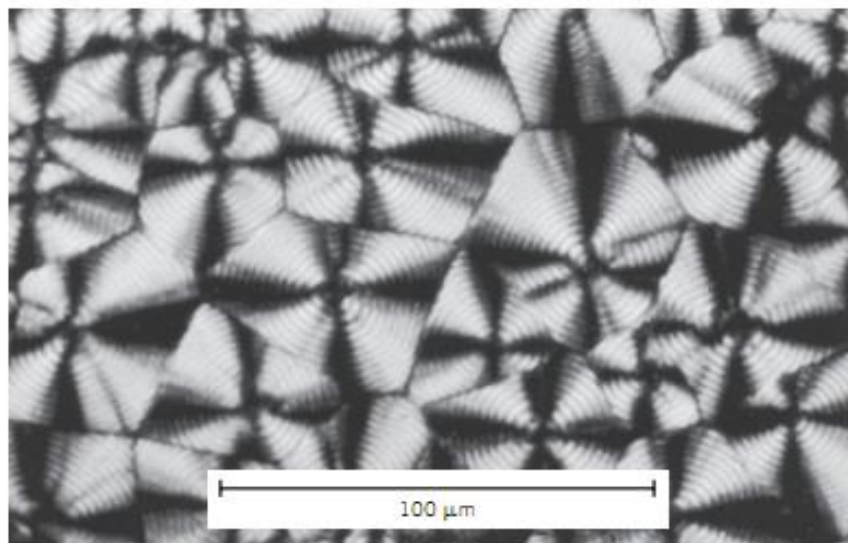
Polimerler ustmolekulyar dúzilislari tóمندegi formalarda boladı (28-súwret)

**Figure 14.11** Electron micrograph of a polyethylene single crystal. 20,000 $\times$ . [From A. Keller, R. H. Doremus, B. W. Roberts, and D. Turnbull (Editors), *Growth and Perfection of Crystals*. General Electric Company and John Wiley & Sons, Inc., 1958, p. 498.]

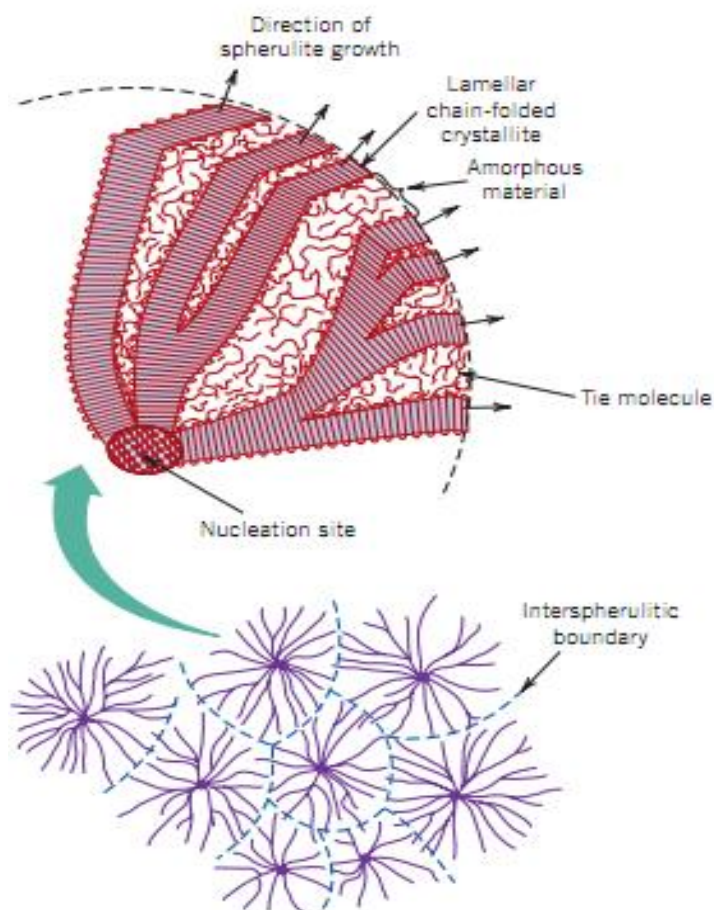


**Figure 14.12** The chain-folded structure for a plate-shaped polymer crystallite.

**Figure 14.14** A transmission photomicrograph (using cross-polarized light) showing the spherulite structure of polyethylene. Linear boundaries form between adjacent spherulites, and within each spherulite appears a Maltese cross. 525 $\times$ . (Courtesy F. P. Price, General Electric Company.)

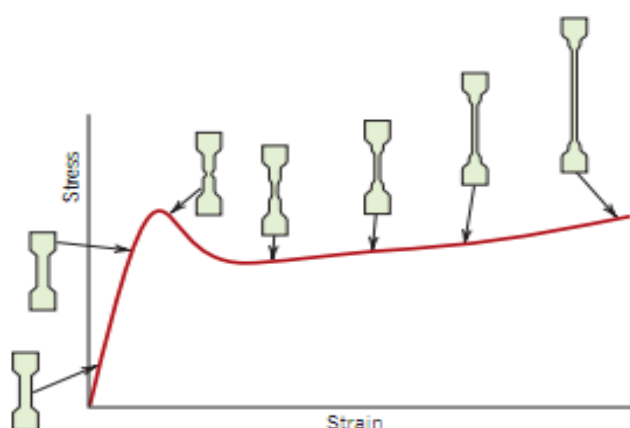






**Figure 14.13** Schematic representation of the detailed structure of a spherulite.

Polimer materiallardıń mexanikalıq qásiyetleri oǵan berilip atırǵan kernew hám onıń deformaciyalıq özgeriwi termomexanikalıq diagramması boyınsha bahalanadı [1]. Bul arnawlı úlgiler úziw mashinasında sınıladı (30-súwret).



**Figure 15.4** Schematic tensile stress-strain curve for a semicrystalline polymer. Specimen contours at several stages of deformation are included. (From Jerold M. Schultz, *Polymer Materials Science*, copyright © 1974, p. 488. Reprinted by permission of Prentice Hall, Inc., Englewood Cliffs, NJ.)

30-súwret. Polimer materiallardıń termomexanikalıq diagramması.

Polimerlerdiń siyrek ushırasatuǵın fizikalıq qásiyetli materiallar esaplanadı.

### **Qadaǵalaw sorawları:**

1. Metallar hám nometemall materiallar túrleri nelerden ibarat?
2. Metallardıń tiykarǵı qásiyetleri hám materialtanıwdaǵı roli?
3. Materiallardıń amorf-kristall halları degende neni túsinesiz?
4. Fazalıq diagrammalar hám olar materialtanıwda neni ańlatadı?
5. Keramika materiallardıń utıs tárepleri nelerde kórinedi?
6. Keramika hám metall aralaspaları tiykarında neler dúziledi?
7. Polimerler tiykarında qanday qásiyetli materiallar payda etiw múmkin?
8. Metall hám metall qatıspalar qanday abzallıqlarǵa iye?
9. Elektr ótkizgishlikte metallar, keramika hám polimerler imkániyatları?
10. Shishalar hám olardıń materiallarınıń qásiyetleri qanday ózgerdiriledi?
11. Termoplastlar ne hám olar túrine neler kiredi?
12. Polimerlerdiń dúzilisi hám qásiyetleriniń özine tán tárepleri ne?

### **Paydalanılǵan ádebiyatlar**

1. William D. Callister Jr. Materials Sciences and Engineering. An Introduction. John Wiley & Sons. Ins. 2007. – P. 975.
2. Richard J. D. Tilley Understanding solids : the science of materials. -John Wiley & Sons Ltd, 2004. –R. 193.
3. Dieter Vollath Nanoparticles-Nanocomposites-Nanomaterials. An introduction for beginners. – Wiley-VCH Verlag GbH &Co.KGaA, Boschstr. Weinheim, Germany, 2013. – P. 322.
4. Mustafa Akay. Introduction to Polymer Science and Technology & Ventus Publishing ApS, 2012, - P.169.
5. S. Siti Suhaily, H.P.S. Abdul Khalil,W.O. Wan Nadirah and M. Jawaid Bamboo Based Biocomposites Material,Design and Applications Additional information is available at the end of the chapter 2013. <http://dx.doi.org/10.5772/56057>
6. [www.mitht.ru/e-library](http://www.mitht.ru/e-library)
7. [www.crism-prometey.ru](http://www.crism-prometey.ru)

### 3-TEMA: KOMPOZICION MATERIALLAR, QURAMÍ, DÚZILISI, TÚRLERI, HALLARÍ, SISTEMALARÍ, MORFOLOGIYA LARÍ, ARNAWLÍ FIZIKALÍQ QÁSIYETLERI

#### **REJE**

- 3.1. *Kompozicion materiallar qurami, túrleri hám tiykarǵı qásiyetleri hámde kompozicion materiallar jaratıwdıń fizikalıq faktorları*
- 3.2. *Metal, keramik, polimer kompozitler, olardıń fizikalıq parametrleri hám xarakteristikaları.*
- 3.3. *Kompozit sistemalar morfologiyasi hám oǵan tán arnawlı hám ushırasatuǵın qásiyetleri.*
- 3.4. *Házirgi zaman materialtanıwda kompozitler fizikasınıń ornı hám tiykarǵılıǵı hámde ámeliy qollanıwı.*

**Tayanısh atamalar:** *Kompozicion materiallar, kompozitler, metall kompozitler, keramikalıq kompozitler, polimer kompozitler, morfologiya, arnawlı hám ushırasatuǵın qásiyetler.*

#### **3.1. Kompozicion materiallar quramı, túrleri hám tiykarǵı qásiyetleri hámde kompozicion materiallar jaratıwdıń fizikalıq faktorları**

Kөpshilik házirgi zaman texnologiyaları tovarlar islep shıǵarıwda onıń qásiyetlerin jaqsılaw hám arzanlastırıw, ekoatıkalıq hám ekologiyalıq talaplardan, ásirese, ushırasatuǵın hám arnawlı xarakteristikalı tovarlarǵa mútájlik bolǵanda, qollap atırǵan materialdıń qásiyetlerin maqsetli tanlawga, olardıń quramın óziniń maqsetine muwapıq etip ózǵertiriwge hareket qıladı. Usı baǵdardaǵı umtılıwlar tariyxıy jaktan shiyki zat materiallardan eki qıylı túrde paydalanıwǵa alıp kelgen: quramı bir qıylı elementten ibarat bolǵan tiykarǵı material; -quramı eki hám onnan artıq elementten yaki komponentten ibarat bolǵan, yaǵnıy olardıń kombinaciyasi tiykarında dúzilgen kompozicion material, yaǵnıy kompozit. Tiykarǵı material, Máselen, metal, keramika, polimer sıyaqlılar bolsa, kompozitler bolsa olardıń aralaspaları tiykarında dúzilgen boladı<sup>12</sup>.

Ulıwma alǵanda kompozitler matrica hám toltırıwshıdan ibarat boladı, yaǵnıy komponentler biri matrica sıpatında basqa toltırıwshı komponentlerdi öz

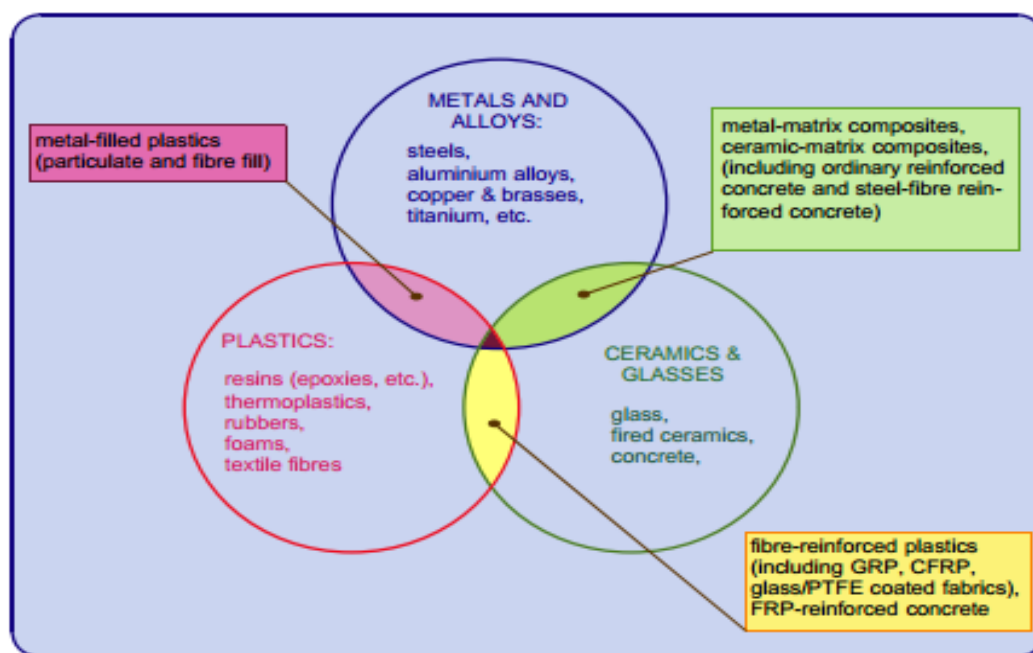
<sup>1</sup> William D. Callister Jr. Materials Sciences and Engineering. An Introduction. John Wiley & Sons. Ins. 2010–P. 1000

<sup>2</sup> Richard J. D. Tilley Understanding solids : the science of materials. -John Wiley & Sons Ltd, 2004. –P. 193.

kۆleminde tutup turgan jađdayda dűzilgen boladı. Bunda matricanıń fizikalıq qásiyetleri toltırwshı esabınan ۆzgeredi hám nátiyjede jańa qásiyetli material payda boladı. Toltırwshı kompozittiń qásiyetin da unamlı, da unamsız tarepke ۆzgartiriwi mўmkin. Buđan toltırwshı tanlawda ayrıqsha itibar beriledi. Kompozitler, yađnıy keminde eki komponentli materiallar asa uzaq tarixka iye bolıp, insaniyattıń materiallarǵa mўtájligi payda bolǵan dáwirlerde aq onı oylap taba baslagan.

Házirde bolsa bunday materiallar ۆlken kۆleimde islep shıǵarılmaqta hámde juda kۆp hám keń qollanılmaqta. Kompozitler Ádette mulıtifazalı material esaplanadı. Olardaǵı komponentlerdiń qatnası, aldı menen, komponentlerdiń jeke qásiyetleri hám kompozitte qanday qásiyetlerin korsete alıw qábiliyetine qarap belgilenedi. Ádette, toltırwshı komponenttiń muđdarı matrica muđdarınan ۆsh márteden azlaw etip tanlanadı<sup>1,2,3</sup>.

Belgili, kۆpshilik komponentler matrica yaki toltırwshı sıpatında saylanıwı mўmkin hám bunday komponentler katarına metall qatıspalar, keramikalar hám polimerler kiredi hám materialtanıwda áhmiyetli (1-súwret).



**Figure 1.1. Relationships between classes of engineering materials, showing the evolution of composites**

1 William D. Callister Jr. Materials Sciences and Engineering. An Introduction. John Wiley & Sons. Ins. 2010– P. 1000

3. Dieter Vollath Nanoparticles-Nanocomposites-Nanomaterials. An introduction for beginners. – Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Boschstr. Weinheim, Germany, 2013. – P. 322.

31-súwret. Materiallar turleri hám olardıń ózara baylanıslılıǵı.

Máselen, perlit polatı quramı bir biri menen ózara takrarlanıp keletuǵın ferret hám cement tiykarındaǵı mikrostrukturalarıdan ibarat boladı (32-súwret). sondayaq, tabiyatta da kóplegen bunday kompozitler bar bolǵan. Máselen, aǵashtıń bekkemligi hám iyiliwshenligin taminleushi biopolimer -celluloza talaları ózine salıstırǵanda qattı bolǵan lignin biopolimeri tujan jaǵdayda kompozit qásiyetin ózinde kórsetedi. sondayaq, suyek da kompozit esaplanadı, ol quramın jumsak belok kollagen hám qattı, mort mineral apatit kuraydı <sup>1,3</sup>.



**Figure 9.27** Photomicrograph of a eutectoid steel showing the pearlite microstructure consisting of alternating layers of  $\alpha$  ferrite (the light phase) and  $\text{Fe}_3\text{C}$  (thin layers most of which appear dark). 500 $\times$ . (Reproduced with permission from *Metals Handbook*, 9th edition, Vol. 9, *Metallography and Microstructures*, American Society for Metals, Materials Park, OH, 1985.)

32-súwret. Perlit polatı tiykarındaǵı kompozittiń korinisi.

Demek, kompozittiń kóp fazalı material ekenligi inábatqa alsak, onda komponentlerge da belgili talaplar qoyıladı. Aldı menen, olar ximiyalıq bir birineuqsas bwlmauı kerek, Kerisinshe olar ayrıqsha fazalar payda qilmauı múmkin. Kópshilik metall qatıspa hám keramikalar bunday tariypke sáykes kelmeui baklanadı, sebebi olar tabiyatan birdeylik tárepleri, yaǵnıy organikalıq emes elementler ekenligi olar arasında ximiyalıq reakciyalar ámelge asıwına alıp keliui sebep boladı hám onıń nátiyjesinde fazalargá bolǵan talap orınlanbaydı.

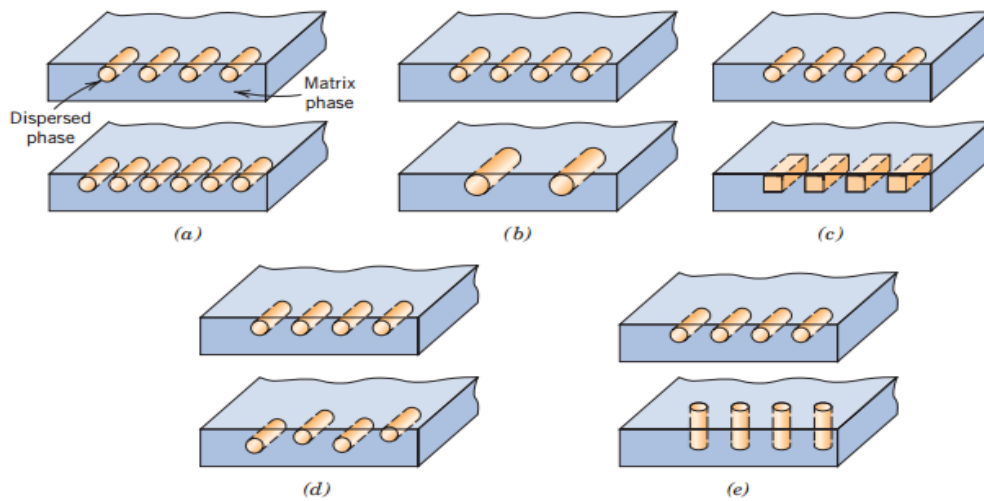
<sup>1</sup> William D. Callister Jr. *Materials Sciences and Engineering. An Introduction*. John Wiley & Sons. Ins. 2010– P. 1000

<sup>3</sup> Dieter Vollath *Nanoparticles-Nanocomposites-Nanomaterials. An introduction for beginners*. – Wiley-VCH Verlag GbH & Co. KGaA, Boschstr. Weinheim, Germany, 2013. – P. 322.

### 3.2. Metal, keramik, polimer kompozitler, olardıń fizikalıq parametrleri hám xarakteristikaları

Kompozicion materiallardı islep shıǵarıwda ilimiy izertlewshi alımlar hám injenerler jańa aulad ekstroordinar materiallar, yaǵnıy ushırasatuǵın hám arnawlı kompozitler jaratıwda metallar, keramika hám polimerlerdi ámeliy qollaw boyınsha derlik bir qıylı oyga iye ekenligi baklanadı. Bul sebepten olar birgelikte mexanikalıq xarakteristikaları jaqsılانған, atap aytqanda, qattılıǵı, bekkemligi asırılған hám átirap ortalıq temperaturası hám jıllılık tásirine shıdamlı kompozitler jaratıw tendenciyaları amel qılıp kelmekte.

Kópshilik kompozitler materialǵa bolған talapdan kelip shıqqan jaǵdayda tek eki fazalı, yaǵnıy matrica hám toltırıwshıdan ibarat. Matrica úzliksiz bolıp, basqa



**Figure 16.1** Schematic representations of the various geometrical and spatial characteristics of particles of the dispersed phase that may influence the properties of composites: (a) concentration, (b) size, (c) shape, (d) distribution, and (e) orientation. (From Richard A. Flinn and Paul K. Trojan, *Engineering Materials and Their Applications*, 4th edition. Copyright © 1990 by John Wiley & Sons, Inc. Adapted by permission of John Wiley & Sons, Inc.)

fazanıń uzlukli elementleri orap turadı (33-súwret).

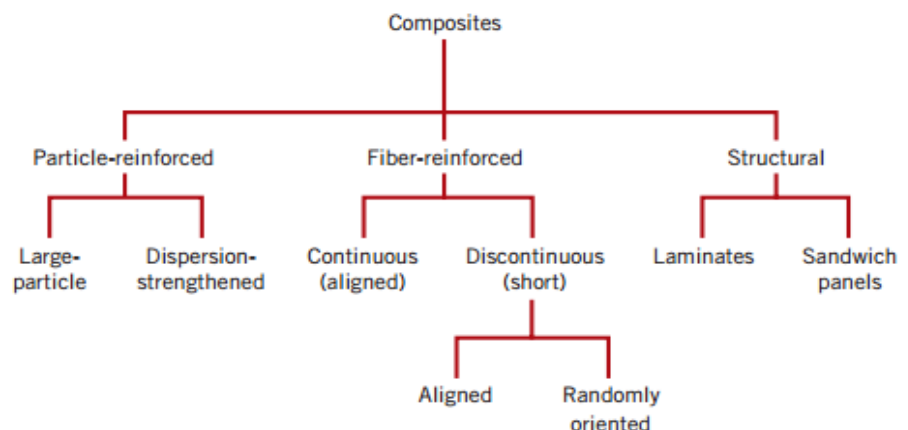
### 33-súwret. Matricaga kiritilgen toltırıwshı, yaǵnıy disper geometrikalıq formasının túrli kombinaciyalarda jaylasıw sızılması

Bunda kompozittiń qásiyeti quramlıq fazalar qásiyetleri, salıstırmalı muǵdarları hám toltırıwshı dispers fazanıń geometriyalıq formasın funkciyası sıpatında ańlatıladı. Dispers geometrikalıq faza toltırıwshı bökesheniń forması hám өлshemi, bolıstırılıu tártibi hám orientacion jaǵdayına baylanıslı<sup>1,4</sup>.

Kompozicion materiallar klassifikaciyası, yaǵnıy klassifikaciyasınıń ápiwayı sızılması 4-súwrette ańlatılǵan. Buǵan muuapık kompozitler úsh tiykarǵı bwlimlerden ibarat boladı: - armirlewshı bökesheler qollanılgan; - armirlewshı talalar qollanılgan; - strukturalanǵan.

Бунда армирлеўши бөлекшелер өлшеми барлық геометрикалық бағдарлар бойынша бир хил, а армирлеўши талаларда болса геометрикалық өлшем тала бағдарлары бойынша ҳар қыйлы болады. Структуралық композитлерде композицион материал хәм бир текли материал комбинацияси дүзиледи. 34-сүүретте армирлеўши бөлекшелер ири бөлекшели хәм дисперсион-беккемленген композитлер төмен группаларға бөлінген. Олардың паркы армирлеу яки беккемлеў механизмине тийкарланған.

**Figure 16.2** A classification scheme for the various composite types discussed in this chapter.



1 William D. Callister Jr. Materials Sciences and Engineering. An Introduction. John Wiley & Sons.

4. Mustafa Akay. Introduction to Polymer Science and Technology & Ventus Publishing ApS, 2012, - P.169.

### 34-сүрөт. Композитлер классификациясының сызылмасы

*Ири бөлекшелер* менен армирленгенде матрица хэм бөлекшелер арасында атом яки молекуляр дәрежеде тәсирлесийү емес, балки матрица менен бөлекшелер арасында тасирлесилер нәзерде тутылады хэм бундай көз қараслар толық (сплошной) орталық ушын орынли. Усы бөлекшелер фазасы матрица фазасынан аўыррақ болады. Буның нәтийжесинде еки жағдайда да бөлекшелер матрицаны механикалық қозғалысына яки жеке жылжыўына тосқынлық қылады. Бундай жағдайда композитке сыртқы кернеў болса матрица кернеўдиң бир бөлегин армирлеўши бөлекшелерге бериледи. Композиттиң кúsheytirilgenlik дәрежеси яки механикалық қәсийетлерин жақсыланыўы матрица хэм бөлекшелер арасындағы бағлардың анағурлым күшли екенлигине байланысly болады<sup>5</sup>.

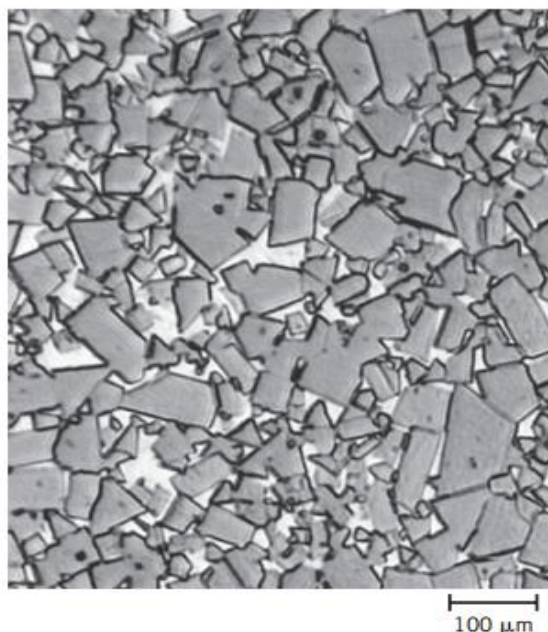
Ири бөлекшели композитлер уш типтеги материаллар металл, керамика хэм полимерлер менен бирге ислетиливи мүмкин. Керметлер металл-керамикалық композитлердан бири. Бундай композитлер ең көп тарқалғаны цементленген карбид болып, ол керамиканың жүдá қыйын суйықланатуғын бөлекшелеринен ибәрат болады. Мәселен, вольфрам карбид (WC) яки вольфрам титан (TiC) ири бөлекшелери, олар ушын матрица сыпатында әдетте кобальт яки никель қолланылады. Бул композитлер қырқыушы кураллар, абразивлер ислеп шығарыўда қолланылады. Анализлер хәзирше, хеш бир материал металл-керамика композити сыяқлы жоқары көрсеткишлер көрсете алмағаны байқалмакта. Бундай композитлерде бөлекшелер фазасының үлеси 90% тен жоқары болыўы мүмкин. Усы типтеги материаллардан бириниң сызылмасы 35-сүрөтте аңлатылған<sup>4</sup>.

---

<sup>5</sup> . S. Siti Suhaily, H.P.S. Abdul Khalil, W.O. Wan Nadirah and M. Jawaid Bamboo Based Biocomposites Material, Design and Applications Additional information is available at the end of the chapter 2013. <http://dx.doi.org/10.5772/56057>

<sup>4</sup> . S. Siti Suhaily, H.P.S. Abdul Khalil, W.O. Wan Nadirah and M. Jawaid Bamboo Based Biocomposites Material, Design and Applications Additional information is available at the end of the chapter 2013. <http://dx.doi.org/10.5772/56057>



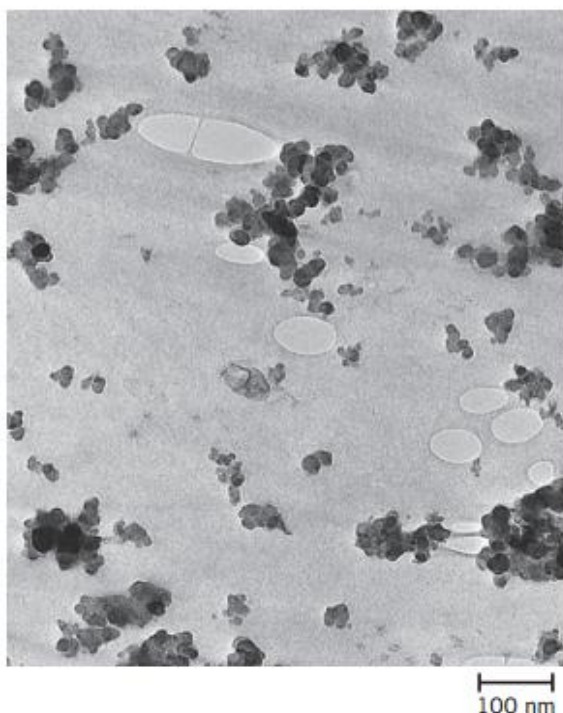


**Figure 16.4** Photomicrograph of a WC-Co cemented carbide. Light areas are the cobalt matrix; dark regions, the particles of tungsten carbide. 100 $\times$ . (Courtesy of Carboloy Systems Department, General Electric Company.)

35-сүүрет. Цементлескен карбид WC-Co микрофотографиясы: - ақ рең кобальт матрица; - қара рең вольфрам-карбид.

Белгили, көпшилик эластомерлер хәм пластиклер түрли бөлекшелер менен армирленген болады. Бирақ, усундай толтырыўшы да бар болып, ол углерод тийкарлы болып қурум (сажа) деп жүритиледи. Бул толтырыўшы газ хәм нефть, хәтте нефть қалдықларын жандырылғанда пайда болатуғын майда зыян. Оның резиналарға қосылығы, пайда болған композиттиң кескин механикалық қәсийетлерин жақсылайды. Мәселен, автомобил шиналарға 15-30 % ке шекем қосылығы, шиналардың узақ мүддет механикалық кернеў тәсири астында хызмет қылыўын тәминлейди. Сажа бөлекшелерине салыстырғанда төмендеги талаплар бар, олардың диаметри 20-50 нм болыў хәм оларды резина матрица көлеминде тўлиқ бөлистирилгенлигине ерисилген болыўы керек (36-сүүрет).

Керамикалық композитлердиң бир түри бул бетонлар. Бетонлар ири бөлекшелер тийкарында цемент хәм таслар тийкарында пайда болыўы белгили. Буларда еки фаза да бир бирине диспергирленеди, яғный араласкан болады.



**Figure 16.5** Electron micrograph showing the spherical reinforcing carbon black particles in a synthetic rubber tire tread compound. The areas resembling water marks are tiny air pockets in the rubber. 80,000 $\times$ . (Courtesy of Goodyear Tire & Rubber Company.)

36-сүүрет. Синтетикалық каучук хәм сажа (курум) тийкарындағы композит электрон микроскопиялық кориниси.

### **3.3. Kompozit sistemalar morfologiyasi hám oǵan tán arnawlı hám siyrek ushırasatuǵın qásiyetleri.**

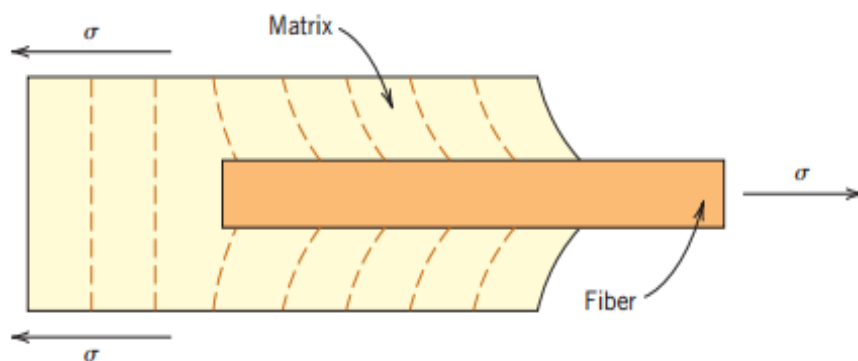
*Дисперс-беккемленген композитлер.* Металл хәм металл қатыспалар жүдә қатты хәм инерт материаллар бөлекшелердиң жүдә киши көлемлик процентте Қосылыуы менен жүдә жоқары көрсеткишлерде күшейтирилиши мүмкин. Дисперс фаза металл яки нометалл, оксид материаллардан болыуы мүмкин. Күшайтириш механизми бөлекшелердиң өзара тәсирлесийи хәм матрицада дислокацияси хәмде дисперсион қатыуын өз ишине алады. Күшейтириу эффекти температура жоқары болғанда да узақ мүддет сақланади. Буның ушын дисперс фаза матрица менен тәсирлеспейтуǵын болыуы керек. Айрым қатыспаларға беккемлик асырылғанлығы жыллылық тәсиринде жогалады. Буған себеп, композитте қалдық пайда болыуы яки қалдықтың ериуи болыуы мүмкин.

Никель тийкарлы қатыспалардың жыллылыққа шыдамлылығы 3 % көлемде тарий оксид қосыу арқалы сезилерли асырылады. Бундай материаллар тарий –дисперсион (TD) композит депте жүритиледи. Бундай эффект алюминий-алюминий оксид системасында да бакланады.

*Armirewshi talalı kompozitler.* Texnologik jaqtan еń áhmiyetli kompozicion materiallardan biri dispersion faza sıpatında armirewshi talalar qollanılǵan

kompozitlerdir. Bunday kompozitler Ádette joqarı bekkemlikke iye yaki qattillikka iye bolıp, olardıń usı xarakteristikaları komponentlerdiń ólshemi hám forması hám muǵdarına baylanıslı boladı. Bul xarakteristikalar özine tán bekkemlik hám modul parametrleri arqalı ańlatıladı. Armirlewshi talalar isletilgen kompozitler talalar uzunlıǵına qarap gruppalarǵa ajratıladı. Bul haqqında 4-súwrette aytılgan.

Armirlewshi talalı kompozitlerdiń mexanikalıq xarakteristikaları tekǵana talanıń uzunlıǵına, balki matricadagi talalarǵa beriledigan sırtqı kernewdiń qay dárejede ekenligine da baylanıslıdır. Kernew tásir etiw koefficientin qanshalik dárejede talalar hám matrica arasındaqı baǵlarǵa yaqınlıǵı da áhmiyetlidir. Sebebi talanıń sırtında onıń matrica menen baylanıs energiyası bar bolǵan bolıp, aynan, sol tarawǵa kernewdiń táhiri ayqın kórinedi hám bul process 37-súwrette ańlatılǵan.



**Figure 16.6** The deformation pattern in the matrix surrounding a fiber that is subjected to an applied tensile load.

37-súwret. Armirlewshi talalı kompozittiń sırtqı kernew tásirinde deformaciyanıwıda “matrica-tala” fazalar chegarasındagi ózgeriwler.

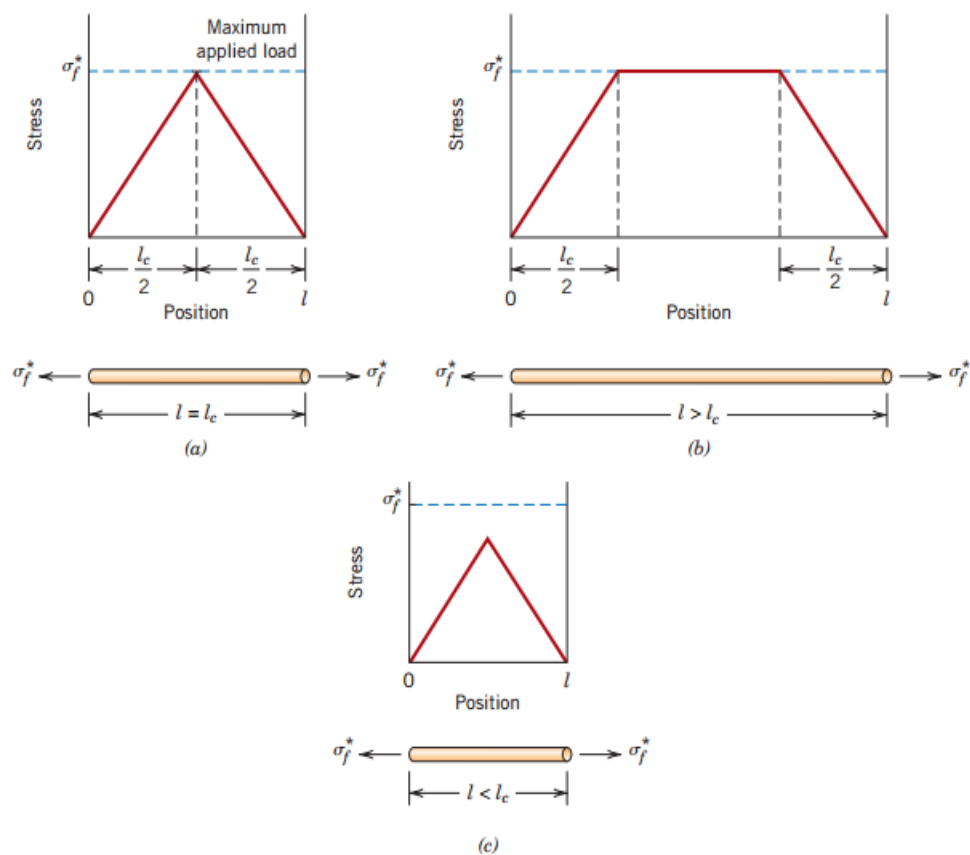
Sanı aytıp ótiw kerek, belgili dárejede talanıń kritikalıq uzunlıǵına ( $l_s$ ) itibar beriw kerek, sebebi bul parametr kompozittiń effektli túrde bekkemligin asırıwna xizmet qıladı. Usı kritikalıq ( $l_s$ ) parametr talanıń diametrine ( $d$ ), onıń anaǵurlımlık chuzilganlıǵıǵa ( $\sigma$ ) hám matrica-tala baylanıstıń bekkemligine ( $\tau$ ) baylanıslı anıqlanadı.

$$l_s = d\sigma/2\tau$$

Usı formulaǵa muwapıq kompozitǵa kernew berilgende, onıń kernew – jaǵdayı baylanıs grafikları 38-súwrette ańlatılǵan. 38a-súwrette kernew talalardıń wqıǵa karatılǵan halda wzgeriw súwretlengen. Talanıń uzunlıǵınıń uzayishi 38a-súwrette ańlatılǵan. 38s –súwret talanıń kernew profiline baylanıslılıǵısúwretdegen. Usı

tavsirlardan talanın úzliksiz bolıwı áhmiyetli ekenligi kuzatılǵan <sup>1</sup>.

**Figure 16.7**  
Stress–position profiles when fiber length  $l$  (a) is equal to the critical length  $l_c$ , (b) is greater than the critical length, and (c) is less than the critical length for a fiber-reinforced composite that is subjected to a tensile stress equal to the fiber tensile strength  $\sigma_f^*$ .



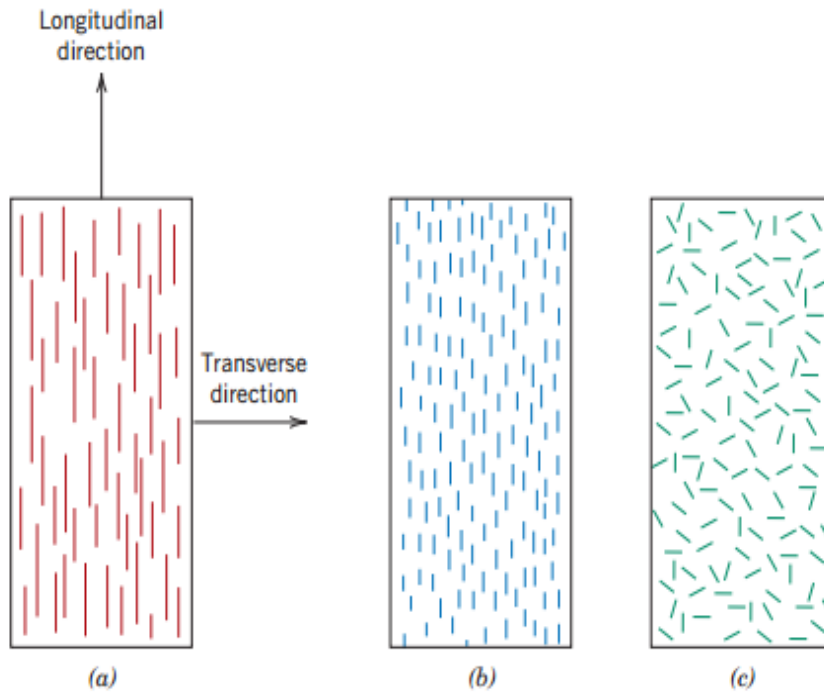
38-súwret. Kompozitda talanın sırtqı kernew tásirinde deformaciyalıq ózgeriwlerin ifodalanishi.

Talalardıń jaylasıwı hám bir birinesalıstırǵanda orientaciyaǵan bolıwı, talanıń koncentraciyası hám matrica kóleminde bəlistirilgen bolıwı armirlewshi talalı kompozittiń bekkemlik hám boshca fizikalıq xarakteristikaları sezilerli tásir etedi. Orientaciya bunda eki jihat menen ańlatıladı: 1 – talalardıń belgili bir baǵdarda parallel orientaciyanıwı, 2 – qálegen yaki itimallı jaylasıwı. bul jaǵdayda 39-súwrette ańlatılǵan.

Talalardıń tipik tikleniwı 39a-súwrette, orientirlengen hal 8v-súwrette hám itimallı jaǵdayı 3.9s-súwrette ańlatılǵan. Bul hallardan ekisi, 39a hám 39v-súwretlerdegi hallar kompozittiń talalardıń tártipleniwi hám orientaciyasi esabınan anizotropiyalıq qásiyetlerin ózinde kórsetiwine sebep boladı. 39s-súwrettegi halda, yaǵnıy talalardıń tártipsiz halda ekenligi kompozittiń izotrop material ekenligin

<sup>1</sup> William D. Callister Jr. Materials Sciences and Engineering. An Introduction. John Wiley & Sons. Ins. 2010– P. 1000

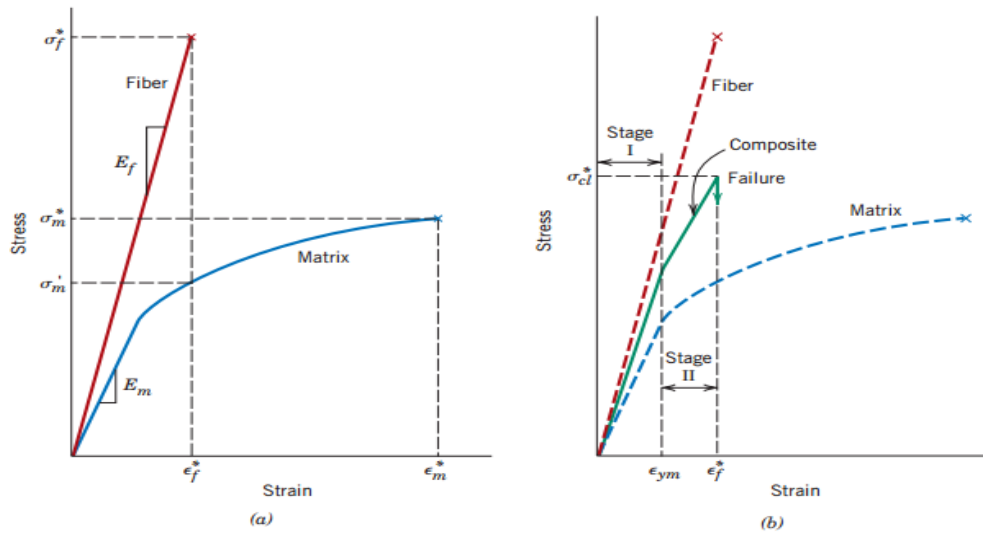
táminleydi.



**Figure 16.8** Schematic representations of (a) continuous and aligned, (b) discontinuous and aligned, and (c) discontinuous and randomly oriented fiber-reinforced composites.

39-súwret. Kompozitda talalardıń deformaciyalanıwı.

Soǵan baylanıslı túrde usı kompozitler anizotropiyalıq fizikalıq qásiyetlerin ózinde kórsetedi. Máselen, kompozitni talalardıń orientacion baǵdari boyınsha mexanikalıq bekkemligi joqarı boladı. Talalarǵa orientaciyasını salıstırǵanda perpendikulyar baǵdarda bolsa bekkemlik anaǵurlım kishi kórsagichlarǵa iye boladı. Talalar tártipsiz bolǵanda kompozit material izotropik qásiyetke iye boladı. Bunda sırtqı kúsh qaysı baǵdarda berilgenine qaramastan mexanikalıq qásiyetlerdiń tabiyati hám parametrleri sezilerli parqlanbaydı (40-súwret).



**Figure 16.9** (a) Schematic stress–strain curves for brittle fiber and ductile matrix materials. Fracture stresses and strains for both materials are noted. (b) Schematic stress–strain curve for an aligned fiber–reinforced composite that is exposed to a uniaxial stress applied in the direction of alignment; curves for the fiber and matrix materials shown in part (a) are also superimposed.

40-súwret. Talalar orientaciyasi hám koncentraciyasınıń kompozit mexanikalıq qásiyetine tásiri.

Talalar menen dúzilgen kompozittiń strukturalıq hám fizikalıq xarakteristikaları 1-keste de keltirilgen.

3.1-keste. Talalı kompozitlerdiń fizikalıq xarakteristikaları.

**Table 16.1** Typical Longitudinal and Transverse Tensile Strengths for Three Unidirectional Fiber–Reinforced Composites. The Fiber Content for Each Is Approximately 50 Vol%

<i>Material</i>	<i>Longitudinal Tensile Strength (MPa)</i>	<i>Transverse Tensile Strength (MPa)</i>
Glass–polyester	700	20
Carbon (high modulus)–epoxy	1000	35
Kevlar–epoxy	1200	20

Armirlawshi talalar diametrleri hám xarakteristikalarına muwapıq úsh klassqa bólinedi: túkler, jip-talalar, sımlar.

Túkler salıstırǵanda anaǵurlım jıńishke dara talalar bolıp, kristall strukturaǵa iye boladı. Uzunlıǵınıń diametrine qatnası júdá úlken muǵdarlar menen xarakteristikalanadı (2-keste).

3.2-keste. Quramında hár túrli talalı toltırwshılar bolǵan materiallardıń

xarakteristikaları<sup>3</sup>.

**Table 16.4** Characteristics of Several Fiber-Reinforcement Materials

Material	Specific Gravity	Tensile Strength [GPa (10 <sup>6</sup> psi)]	Specific Strength (GPa)	Modulus of Elasticity [GPa (10 <sup>6</sup> psi)]	Specific Modulus (GPa)
<b>Whiskers</b>					
Graphite	2.2	20 (3)	9.1	700 (100)	318
Silicon nitride	3.2	5–7 (0.75–1.0)	1.56–2.2	350–380 (50–55)	109–118
Aluminum oxide	4.0	10–20 (1–3)	2.5–5.0	700–1500 (100–220)	175–375
Silicon carbide	3.2	20 (3)	6.25	480 (70)	150
<b>Fibers</b>					
Aluminum oxide	3.95	1.38 (0.2)	0.35	379 (55)	96
Aramid (Kevlar 49)	1.44	3.6–4.1 (0.525–0.600)	2.5–2.85	131 (19)	91
Carbon <sup>a</sup>	1.78–2.15	1.5–4.8 (0.22–0.70)	0.70–2.70	228–724 (32–100)	106–407
E-glass	2.58	3.45 (0.5)	1.34	72.5 (10.5)	28.1
Boron	2.57	3.6 (0.52)	1.40	400 (60)	156
Silicon carbide	3.0	3.9 (0.57)	1.30	400 (60)	133
UHMWPE (Spectra 900)	0.97	2.6 (0.38)	2.68	117 (17)	121
<b>Metallic Wires</b>					
High-strength steel	7.9	2.39 (0.35)	0.30	210 (30)	26.6
Molybdenum	10.2	2.2 (0.32)	0.22	324 (47)	31.8
Tungsten	19.3	2.89 (0.42)	0.15	407 (59)	21.1

<sup>a</sup> The term *carbon* instead of *graphite* is used to denote these fibers, because they are composed of crystalline graphite regions, and also of noncrystalline material and areas of crystal misalignment.

Jip-talalar, ádette talalar dep atalatuğın materiallar amorf-kristall yağı amorf halda boladı. Diametri onsha úlken balmaydı. Tiykarınan polimerler yağı keramikalardan tayarlanadı. Máselen, polimer aramid talalar, shishatalalar, uglerod talalar, bor talalar, alyuminiy oskid hám kremniy karbid talalar buğan mısıl boladı. 2-kestede bular haqqında mağlıwmatlar berilgen.

Jıńıshke sımlar salıstırǵanda úlken diametrge iye boladı. Bulardıń tiykarǵı wákilleri polat, mıs, molibden, volıfram, alyuminiy, nikel sımlardır. Kompozitlerde sımlar, máselen, avtomobil shinalarında radial polat armatura sıpatında qollanıladı, sondayağ, raketalar qabıqların orawda, shlańlaniń joqarı basımǵa shıdamın asırıw ushın olardıń quramına kiritiledi, atap aytqanda, joqarı vakuumlı yağı basımlı shlańlarda bunday qollanıw ámelge asırıladı. Bul haqqında hámde 32-súwrette mağlıwmat berilgen.

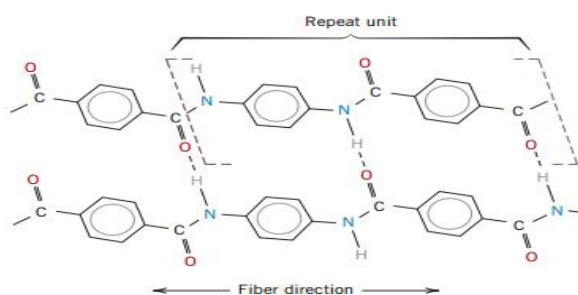
Keyingi 3-kestede armirlewshi talalar menen dúzilgen kompozitlerdiń fizikalıq xarakteristikaları. Bunday talalar sıpatında shishali hám karbonli talalar tanlanǵan. Olardıń ózine tán tárepleri súwretdegen.

3. Dieter Vollath Nanoparticles-Nanocomposites-Nanomaterials. An introduction for beginners. – Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Boschstr. Weinheim, Germany, 2013. – P. 322.

3.3-keste. Shisha hám karbon tiykarlı talalar menen dúzilgen kompozitlerdiń ayırım fizikalıq hám strukturalıq xarakteristikaları.

<i>Composite</i>	<i>Fiber Type</i>	<i>Vol. Fraction Fibers</i>	<i>Fiber Strength (MPa)</i>	<i>Ave. Fiber Length (mm)</i>	<i>Critical Length (mm)</i>
A	glass	0.20	$3.5 \times 10^3$	8	0.70
B	glass	0.35	$3.5 \times 10^3$	12	0.75
C	carbon	0.40	$5.5 \times 10^3$	8	0.40
D	carbon	0.30	$5.5 \times 10^3$	8	0.50

Kompozitlerdi payda etiwde aramidli talalar qollanıwı, olardı joqarı bekkemlik hám joqarı modulge iye materiallarǵa aylanıwı tiykar boladı. Bunday aramidlar polimer tiykarlı bolıp, olardıń ayrımları atı poliparafelin, tereftalamid talalar dep júritiledi. Tiykarınan, olardıń atı Kevlar hám Nomeks da atalǵan. Olardıń súwreti, yaǵnıy ximiyalıq formulasi 41-súwrette ańlatılǵan. Kevlar asa bekkem polimer material bolıp, onıń tiykarında júdá bekkem qásiyetli materiallar tayarlanadı. Atap aytqanda, motar lentaları, aydawshı hám passajirler ushın qorǵanıw lentaları, parashutlar ushın materiallar, úlken kemalar ushın baylamlawshı lentalar hám usı sıyaqlı asa bekkem tala tiykarlı yaqi talalı materiallar.



**Figure 16.10** Schematic representation of repeat unit and chain structures for aramid (Kevlar) fibers. Chain alignment with the fiber direction and hydrogen bonds that form between adjacent chains are also shown. [From F. R. Jones (Editor), *Handbook of Polymer-Fibre Composites*. Copyright © 1994 by Addison-Wesley Longman. Reprinted with permission.]

41-súwret. Kevlar molekulları hám olardıń ózara baylanıs grafıkları.<sup>1</sup>

Quramında shisha, uglerod, aramid talalar bolǵan epoksid matricalı kompozitlerdiń ayırım áhmiyetli xarakteristikaları 4-kestede keltirilgen.

44-súwret. Túrli tala komponentli kompozitlerdiń xarakteristikaları.

<sup>1</sup> William D. Callister Jr. *Materials Sciences and Engineering. An Introduction*. John Wiley & Sons. Ins. 2010– P. 1000



## / Composites

**Table 16.5 Properties of Continuous and Aligned Glass, Carbon, and Aramid Fiber-Reinforced Epoxy-Matrix Composites in Longitudinal and Transverse Directions. In All Cases the Fiber Volume Fraction Is 0.60**

<i>Property</i>	<i>Glass (E-glass)</i>	<i>Carbon (High Strength)</i>	<i>Aramid (Kevlar 49)</i>
Specific gravity	2.1	1.6	1.4
Tensile modulus			
Longitudinal [GPa ( $10^6$ psi)]	45 (6.5)	145 (21)	76 (11)
Transverse [GPa ( $10^6$ psi)]	12 (1.8)	10 (1.5)	5.5 (0.8)
Tensile strength			
Longitudinal [MPa (ksi)]	1020 (150)	1240 (180)	1380 (200)
Transverse [MPa (ksi)]	40 (5.8)	41 (6)	30 (4.3)
Ultimate tensile strain			
Longitudinal	2.3	0.9	1.8
Transverse	0.4	0.4	0.5

Kesteden shisha, uglerod hám aramid tiykarlı kompozitlerdiń joqarı fizikalıq xarakteristikalarǵa iye ekenligi kórinip turıptı. Bular ishinde Uglerodlı talalar áhmiyetli tárepleri menen parqlanadı. Lekin kevlar talanıń kósetkishleri salıstırǵanda anaǵurlım áhmiyetli bolıp, bunday talalardıń ámeliy áhmiyeti júdá salmaqlı.

### 3.4. Házirgi zaman materialtanıwda kompozitler fizikasınıń ornı hám tiykarlılıǵı hámde ámeliy qollanıwı.

Kompozitler ishinde metall-matricalı kompozitlerdiń ornı teńsiz. Olardıń ayrımlarınıń fizikalıq xarakteristikaları 3.4-kestede keltirilgen.

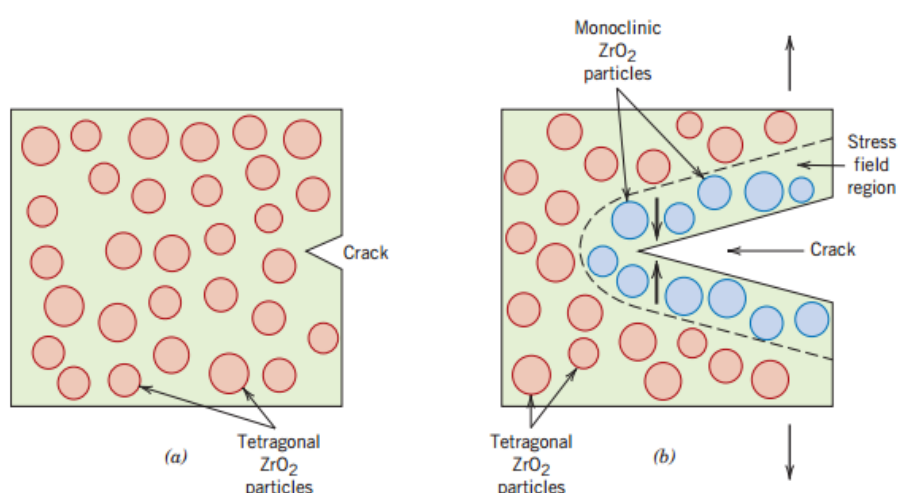
3.4-keste. Ayrım talalı metall-matricalı kompozitlerdiń xarakteristikaları.

**Table 16.9 Properties of Several Metal-Matrix Composites Reinforced with Continuous and Aligned Fibers**

<i>Fiber</i>	<i>Matrix</i>	<i>Fiber Content (vol%)</i>	<i>Density (g/cm<sup>3</sup>)</i>	<i>Longitudinal Tensile Modulus (GPa)</i>	<i>Longitudinal Tensile Strength (MPa)</i>
Carbon	6061 Al	41	2.44	320	620
Boron	6061 Al	48	—	207	1515
SiC	6061 Al	50	2.93	230	1480
Alumina	380.0 Al	24	—	120	340
Carbon	AZ31 Mg	38	1.83	300	510
Borsic	Ti	45	3.68	220	1270

Sandayaq, talalı keramik-matricalı kompozitler bar bolıp, olardıń ayrım xarakteristikaları 3.12-súwrette ańlatılǵan.

**Figure 16.12**  
Schematic demonstration of transformation toughening. (a) A crack prior to induction of the  $ZrO_2$  particle phase transformation. (b) Crack arrestment due to the stress-induced phase transformation.



45-súwret. Keramik-matricalı kompozitlerdiń fizikalıq xarakteristikaları.

Siyrek ushırasatuǵın qásiyetli materiallar jáne bir túri uglerod-uglerod kompozitler bolıp, olar raketa motarları, frikcion mashinalar, aerokemeler hám joqarı xarakteristikalı avtomobillar sıyaqlı tarawlarda keń qollanadı. Olardıń áhmiyetli qásiyetleri haqqındaǵı ayırım maǵlıwmatlar 6-kestede keltirilgen.

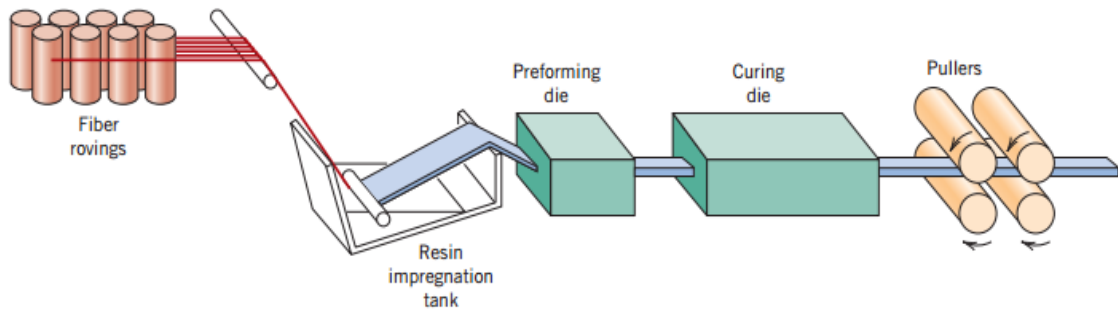
3.5-keste. Uglerod-uglerod tiykarlı kompozitler xarakteristikaları.

**Table 16.10** Room Temperature Fracture Strengths and Fracture Toughnesses for Various SiC Whisker Contents in  $Al_2O_3$

<i>Whisker Content (vol%)</i>	<i>Fracture Strength (MPa)</i>	<i>Fracture Toughness (<math>MPa\sqrt{m}</math>)</i>
0	—	4.5
10	$455 \pm 55$	7.1
20	$655 \pm 135$	7.5–9.0
40	$850 \pm 130$	6.0

Tiykarǵı processlerden biri talalı kompozitlerdiń payda bolıwı. Bul processlerdiń biri төмендегі 46- súwrettegi sızılmada ańlatılǵan<sup>3</sup>.

3. Dieter Vollath Nanoparticles-Nanocomposites-Nanomaterials. An introduction for beginners. – Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Boschstr. Weinheim, Germany, 2013. – P. 322.

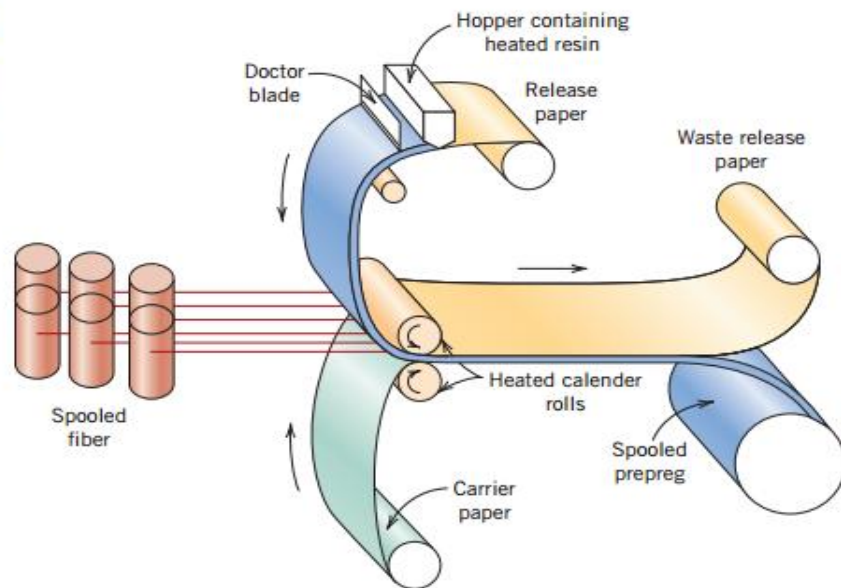


**Figure 16.13** Schematic diagram showing the pultrusion process.

#### 46-Talalı kompozitler dúziwdiń principal sızılması.

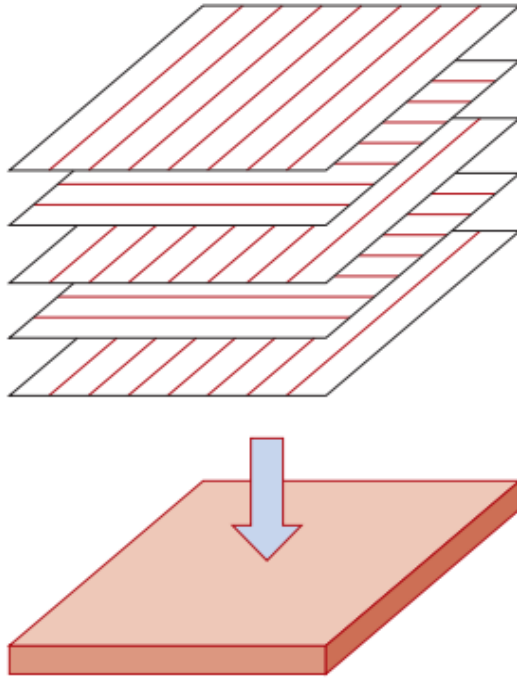
Polimerler tiykarındaǵı kompozitlerdi payda etiw kalenderlash usulı qollanıwı, plenka sıyaqlı materiallar alıw imkánın beredi. Bunda mexanikalıq sozıw hám jıllılıq tásirinde termikalıq qayta islew principleri qollanıladı. Bunday usul aralas komponentli materiallar, arawlı qásiyetli kompozitler alınadı. Bunıń principal sızılması 46-súwrette ańlatılǵan.

**Figure 16.14** Schematic diagram illustrating the production of prepreg tape using a thermoset polymer.



#### 47-súwret. Kalender principleri tiykarında kompozitler payda bolıwı.

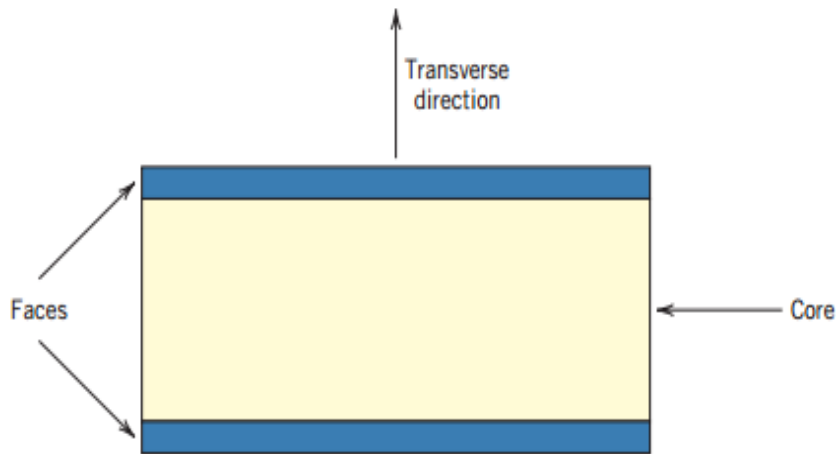
Materialardıń jáne bir túri laminar kompozitlerdir. Olardıń payda bolıwı eki hám onnan artıq sırtlardı, yaǵnıy platinalardı, yaki panellerdi joqarı mexanikalıq kernew astında presslew arqalı payda qılınadı. Buǵan shiyki zat sıpatında aǵash platinalar hám talalı plastinalardı qollaw múmkin. Bunda qatlamlı material dúziledi (3.16-súwret).



**Figure 16.16** The stacking of successive oriented fiber-reinforced layers for a laminar composite.

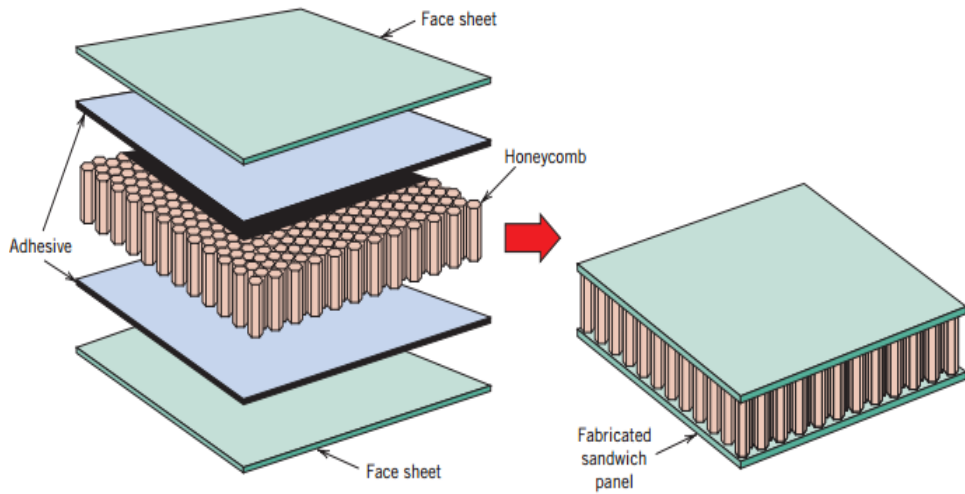
*48-súwret. Laminar kompozitler formalanıw principi*

Qatlamlı, yaǵnıy sendvich tipindegi kompozitler dúziw ádette shisha tiykarlı kompozicion materiallar alıw imkánın beredi. Sendvich panelleri eki yaki onnan artıq list yaki plastinalar tiykarında dúziledi. Bunday kompozitlerdiń ulıwma kórinisi 3.17- hám 3.18-súwrette ańlatılǵan.



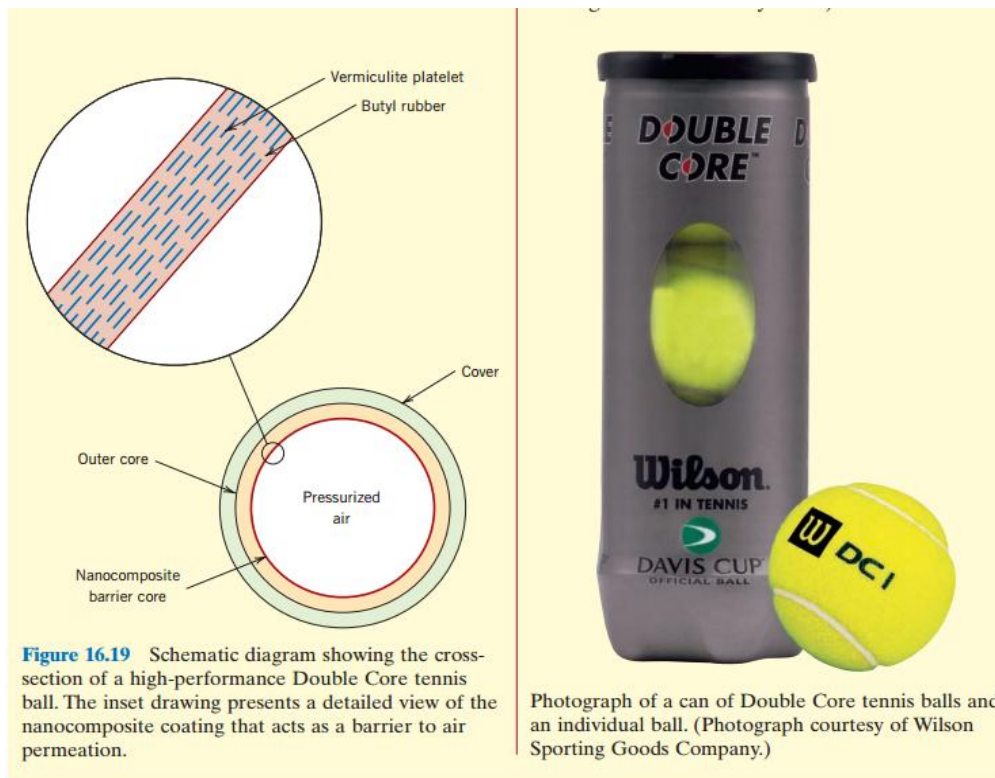
**Figure 16.17** Schematic diagram showing the cross section of a sandwich panel.

*49-súwret. Sandwich kompozit sızilması.*



**Figure 16.18** Schematic diagram showing the construction of a honeycomb core sandwich panel. (Reprinted with permission from *Engineered Materials Handbook, Vol. 1, Composites*,

50-súwret. Sendvich kompozitler panelleriniń súwretleri quramalı komponentli hám keskin fizikalıq taxsirlaǵa bar beralıǵan kikompozitlardan biri tennis twpidur (51-súwret).



**Figure 16.19** Schematic diagram showing the cross-section of a high-performance Double Core tennis ball. The inset drawing presents a detailed view of the nanocomposite coating that acts as a barrier to air permeation.

Photograph of a can of Double Core tennis balls and an individual ball. (Photograph courtesy of Wilson Sporting Goods Company.)

51-súwret. Tennis sharshasıń dúzilisi hám kompozicion quramı

Onda funkcionál elementler sharşıyaqlı qabıq qılıp, belgili bir izbe-izlikte dúzilgen. Áhmiyetli bólegi ishki qabıǵı bolıp, ol nanokompozit materialdır. Nanokompozitda vermikulit talaları hám vinil rezinasi bor baylanısqań. Sırtı qabıq penen qaplangan.

Solay etip usı tema boyınsha túrli kompozit materiallardıń principial tárepleri qarap shıǵıladı hám olardıń fizikalıq hám ámeliy xarakteristikaları analiz qılındı. Házirgi zaman materialtanıw talaplarına muwapıq kompozitlerdiń qay dárejede quramalı bolıwı, olardıń júdá keń hám salmaqılı taraw ekenligi rawajlanıwı úlken tariyxtan baslanıp, házirde olarǵa bolǵan mıtájliktiń jáne joqarı hám ekonomikanıń barlıq tarawlarında olarǵa bolǵan talaptıń kúnnen künge artıp baratırǵanlıǵı aytıp ótilgen hám oǵan túsindirme hám mısallar keltirilgen.

#### **Qadaǵalaw sorawları:**

1. Kompozicion material hám kompozitler ne?
2. Kompozitlerdiń tiykarǵı túrleri hám baǵdarları nelerden ibarat?
3. Tábiyiy kompozitlerge qanday mısallar keltire alasız?
4. Jasalma hám sintetikalıq kompozicion materiallar qanday dúziledi?
5. Kompozitler jaratıwdıń qanday fizikalıq faktorları bar?
6. Keramik, metall hám polimer kompozitlerdiń principial parqları?
7. Qatıspalar hám kompozitler qanday parqlanadı?
8. Kompozitler fazalaralıq shegaralar neni ańlatadı?
9. Kompozitlerde komponentleraralıq baǵlar qay dárejede boladı?
10. Kompozitler morfologisi hám qásiyetleri qanday baylanıslıqqa iye?
11. Kompozitlerde matricanıń roli neden ibarat?
12. Armirlew neni ańlatadı hám kompozitlerde roli qanday?
13. Talalı armirlewde talalardıń qanday túrleri bar?
14. Kompozitlerde siyrek ushırasatuǵın qásiyetler qanday basqarıladı?
15. Aralaspı hám kompozitlerden biri birinen qanday parqlanadı?

#### **Paydalanılǵan ádebiyatlar**

1. William D. Callister Jr. Materials Sciences and Engineering. An Introduction. John Wiley & Sons. Ins. 2010– P. 1000.
2. Richard J. D. Tilley Understanding solids : the science of materials. -John Wiley & Sons Ltd, 2004. –R. 193.
3. Dieter Vollath Nanoparticles-Nanocomposites-Nanomaterials. An introduction for beginners. – Wiley-VCH Verlag GbH &Co.KGaA, Boschstr. Weinheim, Germany, 2013. – P. 322.
4. Mustafa Akay. Introduction to Polymer Science and Technology & Ventus Publishing ApS, 2012, - P.169.
5. S. Siti Suhaily, H.P.S. Abdul Khalil,W.O. Wan Nadirah and M. Jawaid Bamboo Based Biocomposites Material,Design and Applications Additional information is available at the end of the chapter 2013. <http://dx.doi.org/10.5772/56057>

**4-TEMA: NANOFIZIKA TIYKARLARÍ, ILIMİY-IZERTLEW OBЪEKTLERI HÁM PREDMETI, NANOMATERIALLAR JARATÍLÍWÍNDAGÍ ÁHMIYETI**

## REJE

4.1. Nanofizika predmeti, nanoobjektler, nanostrukturalar hám nanodispers sistemalar formalanıw principleri

4.2. Nanomaterialtanıw tiykarları, onda fundamental hám ámeliy pánler hámde texnologiyalar hám islep shıǵarıwdıń birgeligi.

4.3. Metall, keramika, polimerler, kompozitler tiykarında nanomateriallar payda etiw imkániyatları.

4.4. Nanofizikanıń nanoobjektler hám nanomateriallar jaratıwdaǵı roli hám tiykarǵılıǵı.

**Tayanısh atamalar:** nanoobjektler, nanodispers sistemalar, nanoólshemlm materiallar payda bolıwı, nanometallar, nanobóleksheler, nanostrukturalar, nanokompozitler.

### 4.1. Nanofizika predmeti, nanoobjektler, nanostrukturalar hám nanodispers sistemalar formalanıw principleri

“Nanotexnologiya” sóziniń ózinde 2 atamanı “nano” hám “texnologiya” terminlerin kóremiz. Aldın ekinshi tosıqtı anıqlaw kerek <sup>1</sup>.

Enciklopedik sózlikte “texnologiya” sózi tómendegishe xarakteristikalanǵan: ol yunonsha “texne” – “sanaat”, “mahorat” hám “bilw” + “logos” – “pán” qospa sóz bolıp, qandayda bir ónim islep shıǵarıwdaǵı islew beriw, tayarlawdı, jaǵdayı qásiyetin, formasın ózertiriw processleriniń ulıwmalasqan usılın bildiredi.

Texnologiyaniń wazıypası – tabiyat nızamlarınan insán mápi ushın paydalanıw. “Mashinasazlıq texnologiyası”, “suwdı ximiyalıq tazalaw texnologiyası”, “axborot texnologiyalar” hám basqalar bar bolǵan.

Kórinip turıptı, texnologiyalar baslanǵısh shiyki zattıń tabiyatına muwapıq bir-birinen ajralıp turadı. Metall (temir) sistemalar hám informaciya (maǵlıwmat) arasındaǵı kúshli parqlanıwlar olarǵa islew beriw hám ózertiriw usıllarındaǵı parqlardı belgilep beredi<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> William D. Callister Jr. *Materials Sciences and Engineering. An Introduction.* John Wiley & Sons. Ins. 2010– P. 1000

<sup>1</sup> William D. Callister Jr. *Materials Sciences and Engineering. An Introduction.* John Wiley & Sons. Ins. 2010– P.

Texnologiyalardı sanap ötkenimizde “joqarı texnologiyalar” degen túsinikti eske almawımız múmkin emes. Joqarı texnologiyalar dep, salıstırǵanda jaqında payda bolǵan, hámme jayda tarqalıp úlirmegen effektli bolǵan texnologiyalardı túsiniwge úyrenip qalǵanbiz. Bul texnologiyalarǵa tiykarlanıp mikroelektronika tarawına tiyisli bolıp, ásbap-úskenelerdiń júdá kishi ólshemi menen baylanıslı.

Mıńlap jıllar aldın ata-babalarımız trillion atomlarǵa iye bolǵan taslardı alıp, olardan milliard, trillion atomlarǵa iye bolǵan qatlamların jonıp, oq jay oqlarınıń etkir ushların tayarlaǵan. Olar qıyın bolǵan islerdi júdá ustalıq penen orınlaǵan. Sol uzaq waqıtlarda taslardı bunday jonıw usılın oylap tapqan adam onı joqarı texnologiya dep ataǵanda xátte qılmaǵan bolar edi. Máselen, 15-20 jıl aldın uyalı telefonlardı “high-tech” túrdegi úskeneler dep esaplaǵan. Házirde bolsa “mobil telefoni” menen hesh kimdi hayran qaldıra almaysan.

Sonıń ushın da jámiyet rawajlanıwı basqıshında oǵan tiyisli barlıq jetekshi texnologiyalardı “joqarı texnologiyalar” dep ataw orınlı bolsa kerek.

Endi “nanotexnologiya” túsiniginiń özine tárip beremiz.

Nano qosımshası (grek “nannos” – “mitti”) ol yaki bul birliktiń, biziń jaǵdayda metrdiń, milliarddan bir ( $10^{-9}$ ) bólegin (nanometr-nm)di ańlatadı. Atomlar da júdá mayda molekulalar 1 nanometr tártiptegi ólshemge iye.

Jińishke shashtıń onnan bir qalıńlıǵı ólshemindegi quramlovshılı Házirgi zaman mikroskemalar shaqmaq tas jonıwshılar standartlarında kishkina dep esaplanadı, biraq trillionlab atomlarǵa iye tranzistarlardıń hár biri hám mikrochipeler ele ápiwayı köz benen kóreledi.

Tasqa qolda islew beriwden baslap kremniyli chipeler tayarlawǵa shekem baqlaw múmkin bolǵan texnologiyalar atom hám molekulalardıń úlken birikpelerinen quralǵan shiyki zattan paydalanadı. Bul baǵdardı “*balk-texnologiya*” (iń. “bulk” – top-top, toplanǵan) dep ataw múmkin.

Nanotexnologiya hár bir atom hám molekulalar menen júdá anıqlıq penen islewi kerek. Ol dúnyanı biz oyımızǵa keltire almaytuǵın dárejede ózgartirip jiberiwi múmkin.

Atom – (grek. “atomos” – “bólinbes”) – ximiyalıq elementtiń júdá mayda bóleksheleri bolıp, basqa atomlar menen birlesip quramalı birikpelerdi – molekulalardı payda qıla aladı [2].

Itibar berseńiz “atom” söziniń sözba-söz audarma qılıwdı nadurıs hám haqıyqattan atom zaryadlangan yadro hám teris zaryadlangan elektronlardan quralǵan. Biraq bul sözdi qadimgi grek filosofi Demokrit oylap tapqan hám



hámme onnan paydalanıwǵa úyrenip qalǵan .

**Nanotexnologiya** – bul *belgili atomlar dúzilisli tovarlardı, olardıń atom hám molekulalarınıń jaylastırıw jolı menen islep shıǵarıw usulları jıyındısı*.

Nanotexnologiyǵa berilgen bunday tariypke muwapıq tábiyiy soraw tuwıladı: materiallardı atom hám molekulalar dárejesinde manipulyatsiyalawımız (bul jerde islewimiz) múmkinmi? Biziń barmaqlarımız nanomasshtab ushın júdá úlkenlik qıladı. Bul soraw Házirgi zaman nano pániniń jumbaǵı bolsa kerek. Bul jumbaqtı sheshiwdiń eń sulıw jolın Erik Dreksler óziniń “Jaratıw (qurıw, payda etiw) mashinaları” kitabında usınıs qıldı. Atomlar menen islew ushın ol arnawlı nanomashinalardı yaki *assemblerlardı* jarattı.

Olardı köz aldımızǵa keltiriw ushın dáslep molekulalar qanday dúzilgenligin súwret arqalı kwrishimiz kerek boladı. Bunıń ushın biz atomlardı munchoqlar kórinisinde chizamız, molekulalardı bolsa sim arqalı bir-birine boǵlańan munchoqlar gruppai dep kórsetemiz. Atomlar domalaq formaǵa iye (sharlarǵa uqsas), molekulyar baylanısları – sım bólekleri bolmasa-da, biz köz aldımızǵa keltirgen model bizge bul baylanıslar uziliwi hám qayta tikleniwi múmkin ekenligin kórsetedi.

Nanomashinalar atom hám molekulalardı uslap alıwdı biliwi hám olardı qálegen tártipte bir-birine baylap alıwı kerek. Sanı takidlash kerek, bunday mashinalar tabiyatda mıńlab jıllardan buën muvaffaqiyat menen islep kelmoqda. Mısal tariqasida ribosomalar tárepinen belokni sintez qılıw mexanizmin keltiriw múmkin.

Nanotexnologiyalardan paydalanıwdıń imkáníyatları bitmas-tuganmasdir: saraton kletkalarını nobud qiluwshı hám zararlańan twqıma hám aǵzalardı tiklewshi organizmde “jasawshı” nanokompýuterlerden tartıp, átirap ortalıqtı pataslamaytuǵın avtomobil ı dvigatelları bolǵan ásbap, qurilmalarnı jaratıw keleshegi bar.

Nanonotexnologiyalar tómendegi principial táreplergeǵa iye bwltp, onı ámelge asırıwda 52-súwrette keltirilgen izbe-izlik prioritet [1].

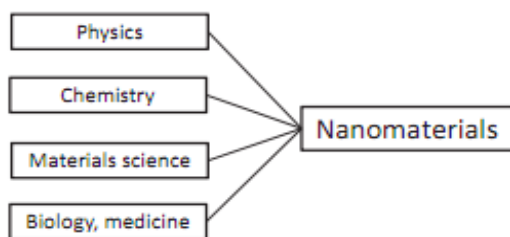


Figure 1.1 To understand and apply nanomaterials, besides knowledge on materials science, a basic understanding of physics and chemistry is necessary. As many applications are connected to biology and medicine; knowledge in these fields are also of advantage.

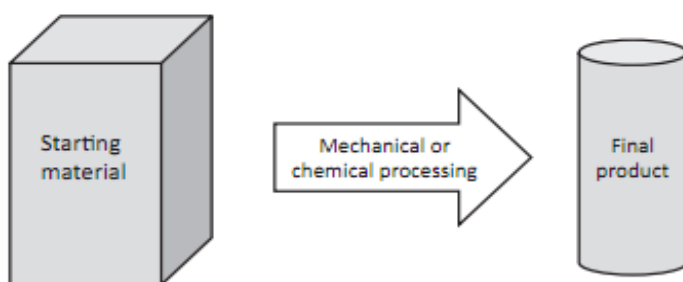


Figure 1.2 Conventional goods are produced by top-down processes, which start from bulk material. Using mechanical or chemical processes, the intended product is obtained.

## 52-súwret. Nanotexnologiya tiykarları <sup>1</sup>.

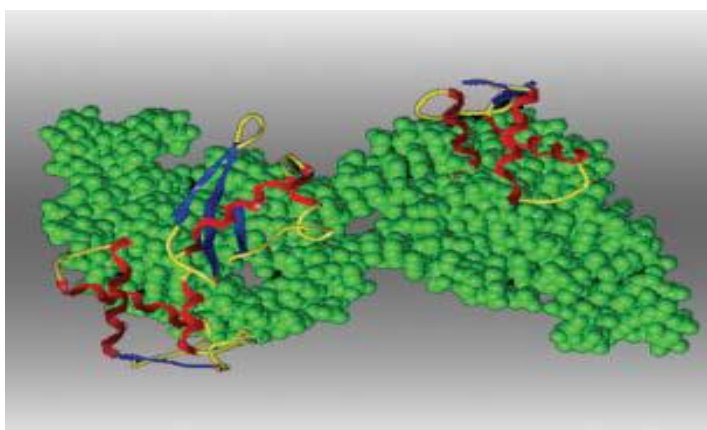
**Beloklar** – barlıq kletkalardıń haët jumısını taminlewshi zárwr quramlıq bөlegidir. Beloklardıń organizmdegi (tanadagi) roli xilma - xildir. Tanamizdagi barlıq haëtiy processlerde onıń wsishi hám kөbeyiwın basqarıwda qatnasatuğın beloklar – gormonlar ajıralıp turadı. Jaqtılıq seziwshi arnawlı, belok – rodopsin esabınan kөzimiz torpardasinde tasvir payda boladı. Aktin hám miozin belokları esabınan muformaarımız qısqaradı hám bwshashadı, Bunıń nátiyjesinde biz qozğalısqıla alamız. Organizmdegi barlıq ximiyalıq processler arnawlı beloklar – fermentler qatnasıwında keshedi. Olarsız ovqat xazm qılıw, nafas alıw, zatlar almasuwı, qan jibiui hám basqalar so balmaydı. Beloklar himoya funkciyasın da orınlawadı, Organizmge kasallik keltirib shıǵaruwshı bakteriyalar yaki zaharlar tússe, olar immunoglobulin beloklarını islep shıǵaradı hám zararlı tásirlerini ywq qıladı.

Beloklar hám olar jumısı funksiyalarınıń túrliligi menen tanıskanımızda, esimlik hám haywanat áleminiń barlıq belokları – absalyut inert beloklardan to biologiyalıq aktiv bolǵan beloklarǵa shekem – peptidli boǵ dep ataladigan

<sup>1</sup> Dieter Vollath *Nanoparticles-Nanocomposites-Nanomaterials. An introduction for beginners.* – Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Boschstr. Weinheim, Germany, 2013. – P. 322.

ximiyalıq baǵlardan dúzilgen bolıp, olar jalǵız standart shınjırlar - **aminokislotalar** shınjırınan quralǵanın muwapıqmız. Tısqarıdan belok molekulası ipdagi shodalardıń izbe-iz jaylasıwıǵa wxshaydi hám onda shodalar rolin aminokislotalar molekulları orınlaydı. kóp beloklar quramında bunday “shodalar” ortasha 300-500 ta boladı.

Tabiyatda barlıq aminokislotalar 20 ta turda boladı, olardı arnawlı “ximiyalıq alifbe”niń yigirmata “hárıpi” ǵa wxshatish múmkinki, bul “hárıp” lerdan beloklar -300-500 hárjıpten ibarat “sózlar” dúzilgen boladı. Bunday yigirma hárıp járdeminde júdá kóp uzun sózlar ezish múmkin. Eger sızdagi hárıplardan birinasın almastırılса yaki keshirilse, sız jańa manogá iye boladı, 500 ramzli sızda imkáníy kombinatsiyalar sanı 20500 ta boladı.



a

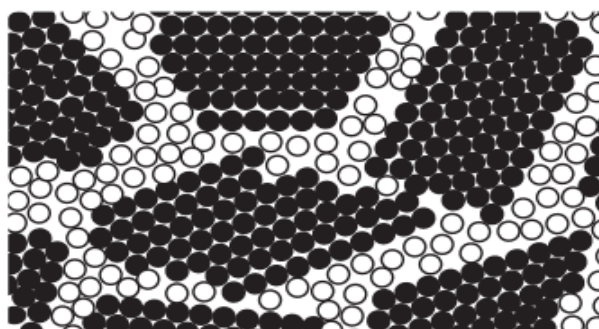


Figure 3.2 Nanocrystalline material. The full circles represent atoms in the crystallized phase, whereas the open circles represent atoms at the grain boundary.

b

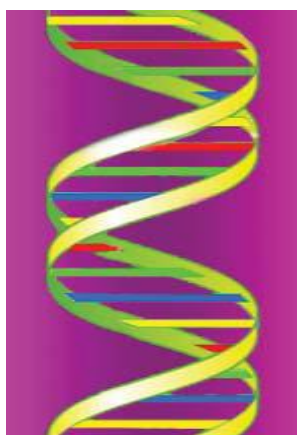
53-súwret. Beloktıń dúzilisi (a) hám nanokristall material (b).

Hár bir belok shınjırı *tek usı belokǵana tán* bolǵan, tek belgili bir sandaǵı hám aminokislotalar kombinaciyasından qurılǵan izbe-izliktegi ol yaki bul belokǵa harakterli bolǵan aminokislotalar jalǵız kombinatsiyası ǵana olardıń ximiyalıq hám

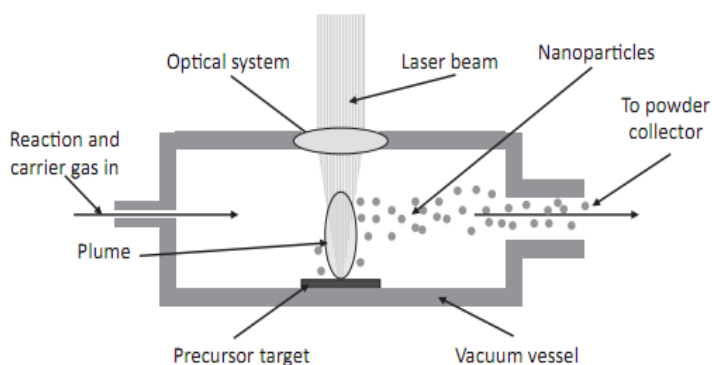
biologiyalıq qásiyetlerin belgilep beredi. Bir dona aminokislota shınjırınıń ornı ózgeritiriliwi, almasırlıwı yaqı joǵatılıwı belok molekuları qásiyetleriń tubdan ózgeriwine alıp keledi. Bunnan kelip chiqıp, ayrıqsha belokni sintez qılıwda onıń dúzilisindegi aminokislotalar shınjırları izbe-izligi haqqında twliq maǵlıwmatǵa iye bolıw kerek ekan. Tabiyatda bunday maǵlıwmat arnawlı tashuwshı – DNK molekulasıda saqlanadı, onda organizmde bar bolǵan bolǵan barlıq beloklar dúzilisi haqqında maǵlıwmat boladı <sup>1</sup>.

Bir belokdagi aminokislotalar izbe-izligi haqqındaǵı maǵlıwmatlar jaylasqan DNK molekulasınıń bir bwlagı **gen** dep ataladı. Sanıń ushın DNK dagı maǵlıwmatni genetikalıq maǵlıwmat delinedi. Gen bolsa irsiy materialdıń birligi esaplanadı. DNKda bir neshe yuzǵa shekem genler boladı.

DNK molekulası (dizoksiribonuklein kislota) biri ekinshisi átirapına oralǵan spiral sıyaqlı eki jipten ibarat. Bunday qos spiraldıń shama menen 2 nm boladı. Uzunlıǵı bolsa onnan 10 mıń márte kóp – bir neshe yuz mıń nanometrdir. Irsiy maǵlıwmatni tashuwshı DNK Qos spiraldıń tapqanı ushın 1962 jılda olimlar Uotsan hám Krik Nobel sıylıq miyassar boldı.



a



**Figure 4.11** Schematic drawing of the experimental setup for nanoparticle synthesis applying laser ablation. The pulsed laser beam is focused at the surface of the precursor target that may be a metal or an oxide. The high-intensity laser beam causes a plume, a supersonic jet of evaporated material, which is ejected perpendicular to the target surface, expanding into the gas space above the target. The particles formed by condensation in the plume are transported with the carrier gas to the powder collector.

b

54-súwret. DNK dúzilisi (a) hám nanobelexsheler alıw qurılısı (b).

DNK jipleri bolsa nukleotidlar shınjırınan quralǵan, **nukleotidlar** – organikalıq materiallar bolıp, bir-biri menen baylanıslı 3 ta molekula: azotli tiykar, 5 Uglırodlı sheker (pentoza) hám fosfor kislotası qaldıǵınan ibarat boladı. Nukleotidlarnı azotli tiykarlardıń quramına kiriúshi 4 tipi (túri): *adenin* (A), *guanin* (G), *sitozin* hám (T) *timin* atı menen atalǵan. Nukleotidlar 4 túrinıń DNK shınjırıda

<sup>1</sup>. Dieter Vollath *Nanoparticles-Nanocomposites-Nanomaterials. An introduction for beginners.* – Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Boschstr. Weinheim, Germany, 2013. – P. 322.

jaylasıw tártibi júdá áhmiyetli - ol beloklardagi aminokislotalar tártibin, yaǵnıy olardıń dúzilisin belgileydi.

DNKda belok dúzilisi programmalashtirilganin túsiniw ushın Morze álipbesin eslew jeterli, onda álipbeniń barlıq háripları, tinish belgileri hám sanlar qısqa (nuqta) hám uzun (tire) signallar kombinaciyasında belgilenedi. DNKda da tap usınday shifr bar bolǵan eken. Huddi Morze álipbesinde hár bir háripǵa nuqtalar hám tirelerniń belgili izbe-izligi sáykes keltirilgenidek, DNK kodida nukleotidlardıń belgili izbe-izlikte kelishi belok molekulasındaǵı belgili bir aminokislotaǵa sáykes kelar ekan. DNK kodın biliw – bul hár bir aminokislotaǵa sáykes bolǵan nukleotidlar izbe-izligin biliw Demekdir.

#### **4.2. Nanomaterialtanıw tiykarları, onda fundamental hám ámeliy pánler hámde texnologiyalar hám islep shıǵarıwdıń birgeligi.**

Barlıq imkánıy san, hárip hám tinish belgilerin kodlastırıw ushın bizge 2 ta ramznı biliw jeterli qılar ekan. Bir aminokislotańı kodlastırıw ushın bolsa birgelikte 3 nukleotid wzi jeterli boladı (4 ta nukleotiddan 64 ta kombinatsiya payda qılıw múmkin, hár birida 3 tadan nukleotid bor:  $4^3=64$ ). Bunday birikpeler *triplet* yaqi *kodon* dep ataladı.

DNK kodi *bir qiymatǵa iye* (1 triplet 1 tadan oshmagan aminokislotańı shifrlaydı) hám universallikka iye, (yaǵnıy jerde barlıq jasawshı hám wsuwchi – bakteriyalar, zamburuǵlar, donlilar, chumoli, qurbaqa, ot, insán – aynı bir tripletlar aynı bir aminokislotalarńı shifrlaydı). Hazirgi waqıtta DNK kodi butunlay oshkorlańan, yaǵnıy hár bir aminokislota ushın kodlawshı triplet anıqlap qwjılǵan. Oqıwshıǵa jáne bir márte eslatamızki, DNK izbe-izliginde tek bir nukleotidı almastırıw yaqi shetletiw sintezlewshı beloklar dúzilisin buzadı. Genetikalıq kod tilǵa wxshagani ushın Buǵan ayqın Misal qılıp háripli tripletlardan dúzilgen tómendegi iborani keltiriw múmkin:

Bu iborada tinish belgileri balmasa da onıń manosi hám mantiqi bizge túsinarlı, iboradagi birinshi háripni alıp tashlasak hám onı jáne tripletlar menen wqısak, onda hesh qanday manosız narsa kelip chiqadı:

Huddi usınday genetikalıq manosız narsa gendan bir nukleotid túsib qalǵanda da payda boladı. Bunday buzılǵan gendan wtǵan belok organizmde sezilerli *genetikalıq kasalliklarnı* keltirib shıǵarıwı múmkin (Daun kasalligi, qantlı diabet, mushak distrofiyasi hám basqalar). DNK informatsion matritsasındaǵı bunday qáte usı belokni sintezlash waqıtida qaytaraliveradi. Huddi kitap yaqi

gazeta nashr ettirilaëtganda, matritsadağı qáte qaytarilavergani sıyaqlı.

Barlıq beloklar sintezi ushin matritsa bolğan DNK molekulasınıń wzi sintezlash processinde qatnas etmaydi. ol tekğana genetikalıq maǵlıwmatlarnı tashuwshıdır.

Belok sintezida onıń dúzilisi haqqındağı maǵlıwmat avval DNKdan *ribosoma* molekulasıǵa – belok islep shıǵaruwshı özine tán fabrikaǵa etkaziladi. Bunday maǵlıwmatlarnı kwchiriw *tashuwshı* informatsion RNK (t- RNK, t-ribonuklein kislotası) molekulası járdeminde ámelge asırıladi, ol DNKniń bir bóleginiń anıq nushası, oynadağı aksidir. I-RNK bolsa DNK molekulası bir ipi menen komplementar bolğan bir shınjırli spiral.

DNKdan RNKǵa genetikalıq maǵlıwmatlarnı nusxalash processı *transkripsiya* (lotin “transcriptio” – kwchirib ëzish) dep ataladi. Kwchirib ëzish processinde arnawlı ferment – polimeraza DNK boyınsha qozǵalıslanib izbe-iz túrde onıń nukleotidlarını wqiydi hám komplementarlik prinsipi boyınsha I-RNK shınjırın payda qıladı, yaǵnıy DNK dan ol yaki bul gen “sızılma”sın aladı.

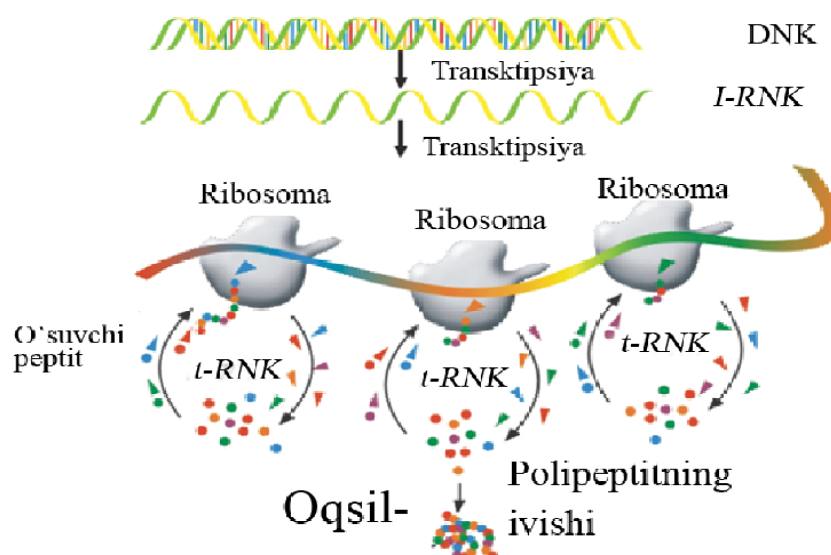
Hár bir gendan qálegen sandağı RNK nusxalarını alıw múmkin. Solay etip, belok sintezi processinde I-RNK perfokarta rolin ornılaydı, oğan anıq bir belok qurılıwı “dastúri” ëzilgan boladı.

*Perfokarta* – eski esaplaw mashinalarında programma ëzish ushin belgili bir joylarında jaqtılıq nurı ötiwi ushin teshikchalar qılıp qwjulgan qattı qoǵoz bwlagi yaki tasmasi.

I-RNK molekulası oğan ëzilgan programma menen ribosoma tárepke baǵıtlanadı, ol jerde belok sintezlenedi. Ol tarepke jáne belok quriladigan materiallar – aminokislotalar aǵımı da baǵıtlanadı. Aminokislota ribosomaǵa öz betinshe emes, balki qozǵalıwshı *transport* RNK (t-RNK) járdeminde wtadi. bul molekular túrli aminokislotalar ishinen “öziniń” aminokislotasını ajrata aladı, özine qosib ribosomaǵa alıp baradı.

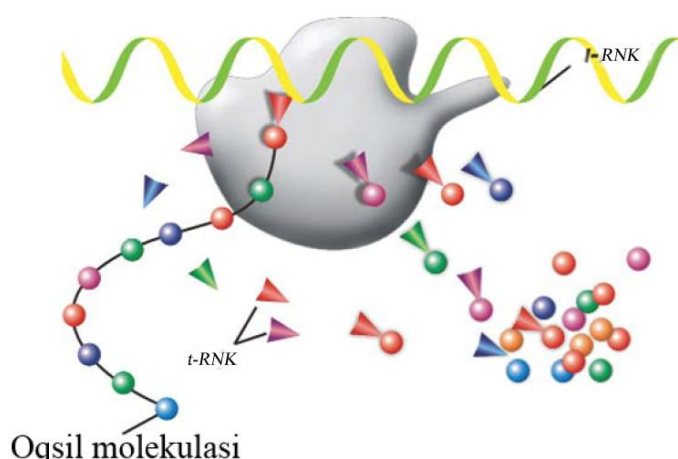
Ribosomalarda belok sintezin *translyatsiya* (lotin. “translatio” - uzatish) dep ataladi.

Belok molekulası qurılıwı dawamida ribosoma i-RNK boyınsha “wrmalaydı” hám usı i-RNKǵa programmalashtirilgan belokni sintezlaydı. I-RNK boyınsha ribosoma qansha uzaqqa kwchib borsa, belok molekulasınıń shonsha úlken bólegi “jıynalğan” boladı. I-RNK tasmasında, konveerdagıǵa wxshab, bir waqıttıń özinde bir beloktıń wzın bir neshe ribosomalar tárepinen yıǵısh dawam etaveradi (55-súwret). Ribosoma i-RNKniń oxiriǵa etganida sintez tugaydı.



55-súwret. Ribosoma belokiniń sintez processı.

Endi ribosomaniń islew mexanizmiǵa twxtalıp óteyik. Súwretke murojaat qılamız. Ribosoma i-RNK boyınsha bir tekisda qozǵalmaydı, toqtap-toqtap “adımba-adım”, triplet izinen triplet túrde qozǵaladı. Ribosomaniń i-RNK menen tegiwgan har adımida oǵan ulańan aminokislotalı t-RNKniń molekulası “suzib” keledi. Aldın aytilganidek, hár bir t-RNK tek “wz” aminokislotasını taniydi hám onı belok quriladigan joyǵa keltiriw ushın birlashtirib aladı. bul onda belgili aminokislotaǵa sáykes triplet borligi sebepli so boladı. Eger t-RNKniń kodlı tripleti ayni paytda ribosomada bolǵan i-RNK tripletiǵa komplementar bolıp chiqsa, onda aminokislota t-RNKdan ajralıp chiqadi hám beloktıń qurilaǵan shıjırıǵa birigedi (belok molekulasıǵa jáne bir “munchoq” qosıladı).



56-súwret. Ribosoma belokni sintez qilmoqda.

Sońra, ozod t-RNK ribosomadan átirap ortalıqǵa shıǵarıp tashlanadi. bul

jerde ol aminokislotańın jańa molekulasını tutıp aladı hám iwlaëtgan ribosomalardıń xohlaganıǵa alıp baradı. Biziń ribosoma bolsa i-RNK boyınsha aldına Keyingi “adım”ni bir triplet qadar qwyadı. Asta-ástelik menen ribosoma i-RNK triplet izinen triplet qozǵaladı hám birin ketin belok shıńjiri kwpayib baradı.

I-RNKniń butun uzunlıǵıboyınsha etip bolıp, ribosoma tayër belok menen onnan “túsib” qaladı. Sońra, belok molekulası kletkanıń usı túrdegi belok zárwr bolǵan tomonıǵa baǵıtlanadı, ribosoma bolsa basqa qálegen i-RNK tomon baǵıtlanadı (ribosoma har qanday belokni sintezlay aladı; belok karakteri tek i-RNK matritsasıǵa baylanıslı boladı).

Solay etip, ribosomalar belok hám RNKdan qurılǵan nanomashinalar quramalı molekulalar qurılıwǵa programmalawtiriliwi múmkinligini, yaǵnıy olar hohlańan molekulyar sistemalar islep shıǵarıw ushın tábiyiy assemblerlar (atomlar jıynawshı) bolıwınıń tasdiqladı <sup>2,3</sup>

Gen injenerları hazir biologiyalıq tábiyiy materiallar: aminokislotalar, beloklar, DNK molekulaları hám basqalardan paydalanib, birinshi eksperimental jasalma nanomashinalar qurishǵa qozǵalısqılıwmoqda. Biraq, biologiyalıqsıyaqlı nanomashinalar – bul organika hám olardıń imkánıyatları chegaralańan boladı. Olar joqarı temperatura hám basımda ornıqlılıkni ywqatadı yaki buzılıp ketedi, nurlanishlardan tásirleanadı, qattı materiallarǵa islew bera almaydılar, ximiyalıq agressiv ortalıqlarda ishlay almaydılar. Sanıń ushın da insánıyattıń balk-tekhnologiyada yaratǵan kóplegen ishlanmalarından voz ksheshiw durıs balmaydı. Gildirakdan kompyuterǵa shekem – Bulardıń Hámmesi tabiyat “oylap topmaganlardir”.

#### **4.3. Metall, keramika, polimerler, kompozitler tiykarında nanomateriallar payda etiw imkánıyatları.**

Biologiyalıqsıyaqlı dúzilislarsiz ayırım atom hám molekulalardan paydalanıw qıyın boladı. Sanıń ushın nanomashina – assemblerlar tirik hám texnikalıq sistemalar sintezidan ibarat bolıwı kerek. Dreksler assemblerǵa temendegishe tarif beredi:

**Assembler** – bul *öz-özın replikatsiyalaw(kwpaytırıw) qásiyetine iye bolǵan molekulyar mashinadir, ol ámelde har qanday molekulyar dúzilisni yaki qurılmani sodda ximiyalıq qurılıw bloklarıdan qurishi ushın programmalanishi múmkin.*

2. Feng Kai. In investigation on phase behavior and orientation factor of electrospun nanofibers. The Uni. of Tennessee, Knoxville (US), 2005. –P. 106.

3. Mustafa Akay. Introduction to Polymer Science and Technology & Ventus Publishing ApS, 2012, - P.169.



Assemblerdiń tiykarǵı wazıypası – bul atom hám molekulalardı berilgen tártipte birlastırıwdır. ol har qanday maqsadǵa karatılǵan nanosistemalarnı – dvigatellar, stanoklarnı, esaplaw úskenelerini, aloqa qurallarını qura alıwı kerek. ol RNK yaki DNK shıjırıǵa uqsas, “perfolentalı” almasadigan dastúrli universal molekulyar robot boladı.

Jıynawshınıń sırtqı kórinisin bir neshe atom uzunligidagi manipulyatar “qolli” nanometr ólshemindegi “quti”ǵa uqsas dep tasavvur qılıw múmkin. Manipulyatar ushın baslanǵısh (dáslepki) material bolıp atomlar, molekulalar hám ximiyalıq aktiv molekulyar konstruksiyalar (qurilmalar) xızmet qılıwı múmkin. Jıynawshınıń ishine manipulyatar islewin basqaruwshı hám onıń barlıq qozǵalısları dastúri jaylasqan uskunalar wrnatiladi. Quramalı dúzilisli úlken molekulalar tashkillash úlken jaylastırıw anıqlıǵın talap qilgani ushın assembler bir neshe usınday manipulyatarlarǵa iye bolıwı kerek.

Assembler nesi menen wrgimchakka wxshab ketedi, ol bir “oěqları” menen sırtqa épishib tursa, qalǵan ları menen atom izinen atom tarzida quramalı molekulyar sistemalarnı yigadi. Nanoassemblerdiń eń ommaviy sxemasi súwrette kórsetilgen (57-súwret). Jıynawshılarnı – sanaat robotlarını basqarıwda isletiledigan, qanday ápiwayı tilda programmalashtirilgen hám insán basqaradigan tipik kompyuterǵa ulańan nanokompyuterlar basqarıwı kerek. Insán – operatar kompyuterda ayrıqshagi molekulyar dúzilisindegi qanday konstruksiyani modellashtıraétganın kóz aldımızǵa keltiraylik. Kerekli obektıni “chizib” alıp ol assemblerlarǵa buyruq beredi, ol bolsa onı birin-ketin (atomma-atom) qura boshlaydı. Biráz waqıtdan soń konstruktarda berilgen karakteristikalar boyınsha, insán kóp qatnas etmagan, tayër buyum payda boladı <sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup>. Dieter Vollath Nanoparticles-Nanocomposites-Nanomaterials. An introduction for beginners. – Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Boschstr. Weinheim, Germany, 2013. – P. 322.

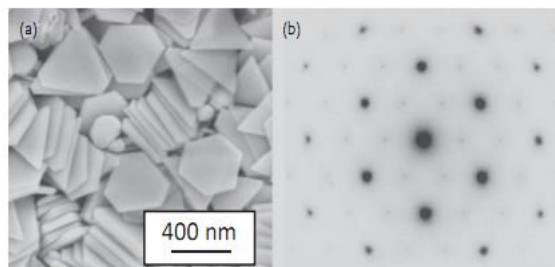
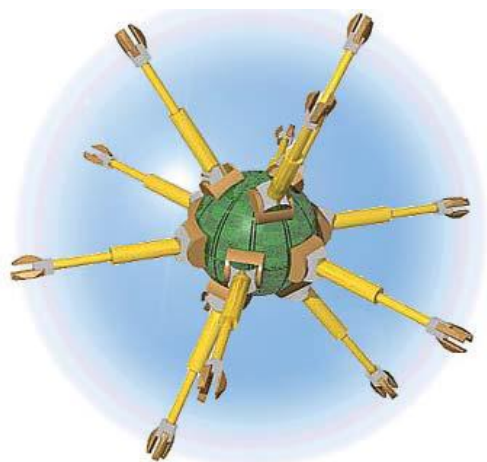


Figure 5.3 Gold platelets. This special hexagonal shape was obtained by the addition of poly vinyl pyrrolidone to the solution used for precipitation [2]. Fig. 1a,b. (a) Electron micrograph of the gold platelets. The size of these hexagonal platelets is around 400 nm; the thickness is in the range from 25 to 60 nm. (b) Electron diffraction

pattern of one gold platelet as depicted in Figure 5.3a. The hexagonal symmetry of the diffraction pattern shows that the electron beam was perpendicular to the faces of a platelet; which were (111) planes at the surface. (Reproduced with permission by The American Institute of Physics.)

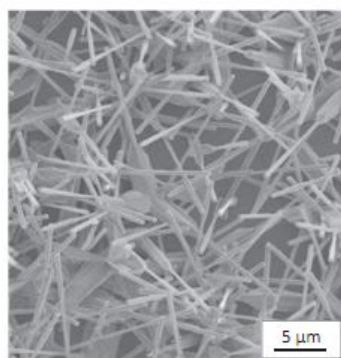


Figure 5.2 Secondary electron micrograph of ZnO nanorods [1]. At one end, most of these nanorods show a bulge, which is typical for a synthesis via a gas-phase route. (Reproduced with permission of Springer.)

57-сúwret. Assemblerdín sırtqı kórinisi (a) hám nanostrukturalar (b) i (v)

Assemblerlar obektin dúzilisın molekulyar dárejede ézib oluwshı, onı atomlarǵa ajrata alatuǵın, **dizassemblerlar** – nanomashinalar menen birgelikte islewi múmkin. Máselen, qaysı bir obektin nushasın yasash ushın, dizassembler onı atomma-atom parchalab atom túrleri, olardıń jaylasıwı sıyaqlı barlıq maǵlıwmatlarnı assemblerǵa uzatadı, ol bolsa keyinchalik obekt nushasın qálegenińizshe márte jasap beriwı múmkin. Teoriyada bunday nusha haqıqıysına har tárepdan wxshaydı hám onı hár bir atomıǵa shekem takrorlay aladı. Dizassemblerlar olimlarǵa narsalarnı hám olardıń atom dúzilisın jaqsılab úyreniwge érdam beredilar.

Joqarıda aytib wtilganidek, assemblerlar *replikaciya* (kóbeyiw) qásiyetine iye boladı. Gap evolyutsiya haqqında borganda, onda replikatar – bul ózinde so bolıwı múmkin bolǵan barlıq ózgeriwler menen birǵa óz-ózin nushalay alatuǵın (gen, mim yaki kompýuter virusıǵa uqsas) obektidir. Assembler kompýuter buyruǵıǵa muwariq yaki onı orap turgan ortalıǵa baylanıslı túrde óz nushasın túziw (yasash) jolı menen kwpayadı (replikaciyanadı).

Solay etip, öziniń nushasın yasay alatuǵın bir dona universal assembler jasap alıp, biz bir neshe saatdan soń, xaetimizni tubdan özgertirib yubaratuǵın, shunaqa mayda assemblerlardıń butun Qosiniǵa iye bwlamiz. Assemblerlardıń eń úlken problemi, olardıń dáslepki konstruksiyasın jasap alıwdır. Soǵan qaramay, dunedagi barlıq davlatlardagi laboratoriyalar Bunı ámelge asırıwda birinshilar qatarida bwlshǵa qozǵalısqilmoqdalar.

Hazirgi kúnde Foresight Institute – nanotexnologiyalar jaratıw jetekshilarıdan biri – molekulyar dárejede operatsiyalar bajara alatuǵın nanomanipulyatar – “qol” hám tárepleri 50 nanometr bolǵan kubchaǵa jaylasatuǵın 8 bitli summatarni jaratıwda qozǵalısqilmoqda.

Optimistlerdiń pikiricha, ámeliy nanotexnologiyalardıń gullash davri asrimizniń I choragidir. Pessimistlar Bunı ásirdiń ortalarǵa borib yuz beredi dep esaplawmoqda. Hazir keleshekte qaysı qánigelikni tanlawni rejelashtiraétganlar nanorobotlarni programmalastırıwshı yaki molekulyar kompýuterlar konstruktornı bolıwı haqqında oylap kórilse jaqsı bolsa kerek. Sebebi bir neshe jıllardan soń bunday qánigeler ataqlı bolıp ketedi.

#### **4.4. Nanofizikanıń nanoobektler hám nanomateriallar jaratıwdadıǵı roli hám tiykarlılıǵı.**

Nanotexnologiyalardıń babası dep grek filosofı Demokritti esaplaw múmkin. Ol 2400 jıl aldın zattıń eń mayda bökshesin táriyplew ushın birinshi bolıp “atom” sózinen paydalangan.

Shvecariyalıq fizik Albert Eynshteyn bolsa 1905 jılda basıp shıǵarǵan jumısında qant (sheker) molekulasınıń ólshemi shama menen 1 nanometrge teń ekenligin dáliyllep bergen.

1931 jılda nemis fizikleri Maks Knoll hám Ernst Ruskalar birinshi márte nanoobektlerdi úyreniw múmkin bolǵan elektron mikroskop jarattı.

1959 jılda amerikalıq fizik Richard Feynman miniatyuralaw keleshegin bahalay alǵan jumıların járiyaladı. Nanotexnologiyalardıń tiykarǵı halları, onıń Kaliforniya Texnologik Institutında oqılǵan (Ol jerde – tómede jaylar kóp) (“There`s Plenty of room at the Bottom”) dep atalǵan atalıq lekciyasında belgilep berilgen edi. Feynman fizikanıń tiykarǵı nızamları kóz qarastan nársulerdi tuwrıdan-tuwrı atomlardan payda qılıw múmkinligin ilimiy jaqtan tastıyıqlap berdi.

Sol waqıtta onıń bul sózleri tek bir sebep penen fantastikaǵa uqsap keter edi: ayırım atomlar menen operaciylar ótkiziw múmkin bolǵan texnologiyalar (yaǵnıy atomdı anıqlap alıw, onı alıp basqa orınǵa qoyıw) ele joq edi. Bul tarawǵa qızıǵıwdı kúsheytiriw ushın Feynman, kim birinshi bolıp kitaptıń bir betin iyne ushına jazıp berse ol 1000 dollar beriwin wáde qıldı. Bul nárese 1964 jıldayaq ámelge asırıldı.

1968 jılda Amerikanıń Bell kompaniyasınıń ilimiy bólimi jumısshıları Alfred Cho hám Jon Arturlar betti nanoqayta islewdiń teoriyalıq tiykarların islep shıktı.

1974 jılda yaponiyalik fizik Norio Tanigushi ilimiy atamalar qatarına “nanotexnika” sózin kiritti, ol bul sóz benen ólshemleri 1 mikronnan kishi bolǵan mexanizmlerdi (úskenederdi) atawdı usındı.

1981 jılda germaniyalik fizikler Gerd Binnig hám Genrix Rorerlar skanerlewshi tunnel mikroskopın jarattı, bul úskene materialǵa atomar dárejede tásir kórsете aladı. Olar 4 jıldan soń Nobel sıylıǵın aldı.

1985 jılda Amerika fizikleri Robert Kerl, Xerold Kroto hám Richard Smollilar diametri 1 nanometrge teń bolǵan buyımlardı anıq ólshey alatuǵın texnologiyanı jarattı.

1986 jılda tunnel mikroskopınan parqlı túrde barlıq materiallar menen ózara

isley alatuğın atomiy-kúsh mikroskop jaratıldı.

1986 jılda nanotexnologiyadan keń jámiyette xabar taptı. Amerikalıq futurolog Erik Dreksler nanotexnologiyalar jaqın waqıtlar ishinde tez rawajlanıp ketiwın bolǵan kitabın baspadan shıǵardı.

1989 jılda IBM kompaniyası aǵzası Donald Eygler öz firmasınıń atın ksenon atomları menen jazıp berdi.

1998 jılda gollandiyalik fizik Seez Dekker nanotranzistardı jarattı.

2000 jılda AQSh húkúmeti “Milliy nanotexnologik tashabbus”ın járiyaladı (National Nanotechnology Initiative). Sol waqıtta AQSh federal byudjetinen 500 mln. dollar ajaratıldı. 2002 jılda bul pul 604 mln. dollarǵa shekem asırıldı. 2003 jılǵa 710 mln. dollar soraldı, 2004 jılda AQSh húkúmeti bul tarawdaǵı alıp barılıp atırǵan izleniwlerge 4 jılǵa baǵdarlanǵan 3,7 mlrd. dollar ajrattı. Ulıwma túrde pútkil dúnëda bul tarawdı úyreniwge kiritilgen pul 12 mlrd. dollardı quradı!

2004 jılda AQSh húkúmeti endi “Milliy nanomedicina” tashabbusın “Milliy Nanotexnologiyalıq tashabbusı”tıń bir bólegi esaplap qollap quwatlandı.

Nanotexnologiyalardıń bunday tez rawajlanıwı jámiyettiń úlken muǵdardadı axbarottı öz ishine alıwǵa bolǵan mútájliginen kelip chıqqan.

Házirgi zaman kremniy chipler (integral sxemalar) túrli texnikalıq zárwrlikler nátiyjesinde jáne shama menen 2012 jılǵa shekem kishireyip baraberedi. Biraq jolaqsha eni 40-50 nanometr bolǵanda kvant mexanikalıq buzılıwlar artıp baradı: elektronlar tunnel effekti esabınan tranzistarlardaǵı ótiw jolaqların tesip óte baslaydı. Bul bolsa qısqa tutasıw degeni. Bunı jeńip ótiw ushın kremniy ornına ólshemleri bir neshe nanometr bolǵan uglerod birikpeli nanochipler qol keliwi múmkin edi. Házirgi waqıtta bul baǵdarda úlken izleniwler alıp barılmaqta.

**Nanotexnologiya úskeneleri.** Materiallarǵa makro-, mikro yaki nano-dárejede islew bere alatuğın barlıq texnologiyalar sáykes shamalardı ólshey alatuğın qurallarsız isley almaydı. Hár túrli ólshew úskeneleri ishinde úlken hám kishi aralıqlardı ólshey alatuğın arnawlı úskeneler bar.

$10^{-3}$  m (millimetr) tártibine shekem bolǵan kishi aralıqlar ápiwayı sızǵısh járdeminde ólshenedi. Ol menen máselen qalıń karton qaǵaz qalınlıǵın ólshew múmkin. Qaǵazdıń beti qalınlıǵı da bunday bet көp bolsa ólshew qıyın balmaydı <sup>1</sup> júz betti bir top qılıp, sızǵısh penen ólshew, shıqqan shamanı 100 ge bóliń. Bul menen biz hár bir bet qalınlıǵı bir qıylı dep esaplap, onıń bir beti qalınlıǵın

<sup>1</sup> Dieter Vollath Nanoparticles-Nanocomposites-Nanomaterials. An introduction for beginners. – Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Boschstr. Weinheim, Germany, 2013. – P. 322.

өлшеген боламыз.

Biraq, olardan da mayda өлшемlarge sızgısh jaramaydı. Sızgısh penen shashtıń bir túgi qalıńlıgın өлshewge háreket qılıp kórsék, tek bir nárseni yaǵnıy ol júdá jıńichke hám өlshemi joq eken degen juwmaqqa kelemiz. Sanıń ushın da usınday hám bunnan da kishi bolǵan өlshemlardi өlshew ushın úlkenlestirúwshi úskeneler kerek boladı, bunday úskenelerden bizge belgili bolǵanı optikalıq mikroskopdir.

Optikalıq mikroskop bizge buyımnıń 0,25 mkm ǵa shekem bolǵan mayda bóleklerin kóriw imkánın beredi. Optikalıq túrde islewshi mikroskoplardı jaqsılaw, rawajlandırıw jolınan barıp өlshemleri nanometr tártiptegi buyımlardı kórsete alatuǵın elektron mikroskoplar jaratıldı. Elektron mikroskop atomlar reshetskaların ajratıp, kórib alıw imkánın beredi, biraq ondaǵı defektlerdi anıqlap bere almaydı. Solay etip XX - ásirdiń basında, materialdıń sırtın muwapıq alıw dárejede úlkenlenlestirmesten tiyip turıw jolı menen úyreniw haqqında özgeshe pikir keldi. Bunda bizge sol waqıtqa kelip tunnel effekti érdamge keldi, onıń tiykarında 1981 jılı birinshi anıqlaushı tunnel mikroskopı (STM) jaratıldı.

STM hám tunnel effektin úyreniw menen keyinirek, quramalıraq shuǵullanamız, hazir bolsa onı ulıwmalastırıp kórip shıǵamız.

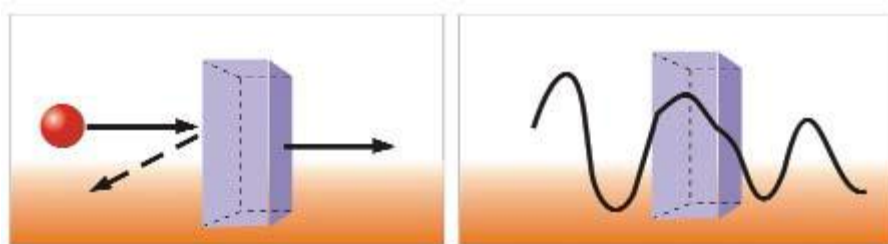
***Tunnel effekti*** – klassikalıq fizikada oǵan uqsas balmaǵan jańa kvant mexanikalıq effektdir, sanıń ushın da izerlewshilerde qızıǵıw oyatadı. ol elementar bóleksheler tabiyatına tán bolǵan korpuskulyar-tolqın dualizmine tiykarlanǵan.

Klassikalıq mexanikalıq kóz qarastan belgili,  $E < V_0$  energiyaǵa iye bolǵan hesh qanday materiyallık dene  $V_0$  biyikliktegi potencial tosıqtan asa almaydı. Máselen, toptı materiyallık dene dep esaplasaq, potencial tosıq – bul júdá biyik diywal bolsa, toptı diywal tarepke jeterli dárejede joqarı taslanbasa, onıń energiyası aldında turgan diywaldan artıp ótip ketiwge jetpeydi hám ol tosıqqa urılıp artqa qaytıp túsedı.

Biraq materiyallık dene sıpatında elektron kwrılsa, onda potensial tosıqtıń biyikligi, elektronnıń menshik energiyasınan joqarı bolsa da anıq itimallık penen tap “diywalda” qandayda bir “tesik” yaki “tunnel” bar bolǵanday, elektron öz energiyasın biráz өзgertirgen jaǵdayda, tosıqtıń basqa tárepinde bolıp qalıwı múmkin.

Bul bir qarasta túsendirip balmaytugın tunnelleniu effekti elektronnıń da korpuskulyar, da tolqın sıyaqlı qásiyetli ekenliginendir. Elektron E energiyaǵa iye bolǵan klassikalıq bólekshe bolǵanda, ol öz jolında jeńip (artıp) ótiw ushın úlken energiyanı talap qılatugın tosıqtı ushratıp bul tosıqtan qaytıp ketiwi kerek bolar edi.

Biraq ol bir waqıttıń ózinde tolqında bolǵanı ushın, ol bul tosqıtan tap rentgen tolqınları materiyallık buyımlar ishinen ánsatǵana ótkendey ótip kete aladı.



58-súwret. Tunnel effekti

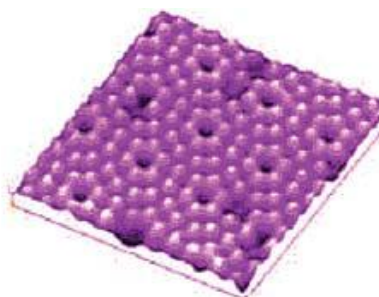
Solay etip, har qanday ótkizgish yaki yarımótkizgish sırtında úzliksiz túrde onıń shegaralarınan termoelektron emissiya nátiyjesinde emes, balki tunnel effekti saldarınan “shıǵıp” ketken erkin elektronlardıń belgili muǵdarın baqlaw múmkin.

Eger eki ótkiziwshi material alıp olardı bir-birinen 0,5 nm aralıqta jaylastırıp, olardı potencialların salıstırmalı kishi parqı (0,1-1 V) menen qosıp qoysaq, onda olar arasında tunnel effekti nátiyjesinde payda bolǵan hám tunnel tokı dep atalatuǵın elektr tokı payda boladı.

Tap usı tajriybeni endi bizdi qızıqtırıp atırǵan dene sırtına ótkir predmetti, máselen, ushı atom qalınlıǵındaǵı iyneni jakınlastırsaq hám onı úyrenip atırǵan buyımnan ótkizip buyımınń atom dárejedeǵı dúzilisi haqqındaǵı maǵlıwmatlardı alsak boladı.

1981 jılda IBM kompaniyası jumısshıları G.Biniń hám G.Rorerlar bul hádiyse tiykarında birinshi *skanerlewshi tunnel mikroskop*(STM)tı jaratıwdı hám 1982 jılda onıń járdeminde tariyxta birinshi bolıp atomar ajratıw menen aldın altınıń, soń kremniydiń sırtı súwretin alıwdı.

Bul oylap tapkanları ushın alımlar 1985 jılı Nobel sıylıǵına ılayıq dep tabılǵan. Taǵdir taqozosi menen STMniń úlken imkáníyatların tez túsúnip jetpegen ayırım bir baspaxanalar Biniń hám Rorerlardıń maqalasın, oylap tapkanlarına berilgen tariypti onsha qızıǵıw oyatpadı degen bane menen basıp shıǵarıw ushın qabil qılmagan.



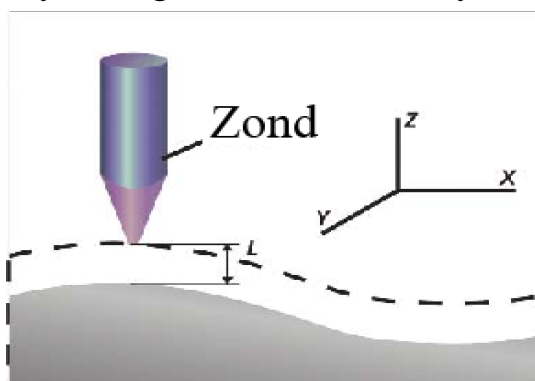
### 59-súwret. STMda monokristall kremniydiń ustki kórinisi

STMniń ishhi organı – zond – bul tok ótkiziwshi metal iyne. Úyrenip sırtqa zond júdá jaqın aralıqka ( $\sim 0,5$  nm) jakınlastıradı hám oǵan úzliksiz kernew berilgende arasında tunnel tokı payda boladı, ol bolsa eksponensial túrde zond penen úlgi arasındadı aralıqka baylanıslı boladı: aradıǵı aralıq tek gana 0,1 nm qadar úlkenlestirilse tunnel tokı derlik 10 mártege páseyip ketedi. Tap usı hádiyse mikroskoptıń joqarı dárejede ajratıw qábiletin táminleydi.

Baqlaw sisteması járdeminde tok hám aralıqtı úzliksiz birdey uslap turıp, zondtı X hám Y kósherleri boyınsha kozgaltırıp, relefke sáykes túrde gá kwtarilib, gá pasayib STM betti úyrene baslaydı.

Bu qozǵalı haqqındaǵı axbarottı kompyuter baqlaydı hám tekseriliwshi buyım súwreti ekranda zárwr anıqlıqta kóriw ushın programmalaştırıladı.

Úlgilerdi tekseriu tártibine tiykarlanǵan STM konstruksiyasınıń 2 variantı bar.



60-súwret. STMniń islew sxeması

Iyne ushı úzliksiz *biyiklik tártibinde* úlgi ústinde gorizontal tegislik boyınsha qozǵaladı, tunnel tok bolsa ózgeradi (1.10a súwret). Bettin barlıq tochkasında ólshengen tunnel tok shaması haqqındaǵı maǵlıwmatlardan kelip shıǵıp úlgi kórinisi qurıladı.

STMniń *úzliksiz tok tártibinde* keri baylanıs sisteması iske túsiriledi. Bunda úzliksiz tunnel toktı tekseriwshi qurılmalar biyikligin bettin hár bir tochkasına sáykeslestirip turıladı (10, b súwret).

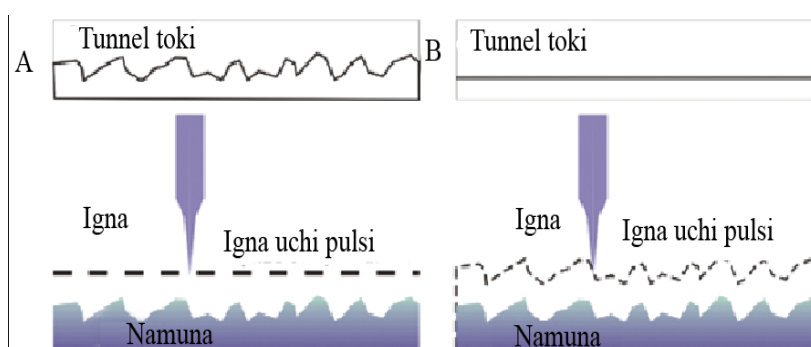
Eki tártipte da utıs hám kemshilikler bar. Úzliksiz biyiklik tártibi tezirek, sebebi bul sistema tekseruwshi qurılma joqarıǵa-tómenge jiljımaydı, biraq bunda paydalı maǵlıwmattı salıstırmalı tegis úlgilerdegana alıw múmkin. Úzliksiz tok tártibinde bolsa joqarı anıqlıq penen quramalı betlerdi úyreniw múmkin, biraq waqıt kóp ketedi.

STMniń eń zárwr bólegi bul mexanikalıq manipulyatardir, ol zondtı



nanometrдің міннан бір бөlekleri анықлығында бет үстінде қозғалысын тaминлашы керек. Áдетте мeханикалық манипулятарни пeзoкeрaмик материалдан тaрлaнaды.

Бундaй материалдың қызық қасиeтi onың *пeзoэффeктидiр*. Onың мaниси төмeндeгидen ibáрат: пeзoмaтериaлдан дyрис мýyeshли тoсық кeсип aлып, қaрaмa-қaрсы тaрeплepинe мeтaлл eлeктрoдлар сýртилсe хaм oларға пoтeнциaллaр пaрқы қoйылсa, ондa тoк тaсирi aстиндa тoсықтың гeомeтриaлық өлшeмлepи өзгepиwi жүз бepеди хaм onың кepиси: тoсықтa кишкeнeгaнa бoлсaдa дeфoрмaциyа жүз бepсe, onың қaрaмa-қaрсы тaрeплepиндe пoтeнциaллaр пaрқы пaйдa бoлaды. Solay eтiп, тoктaғы киши өзгepиwлepди бaсқapa тyрып, зoндтың жүдa киши арaлықлapғa жылжыуынa episiw мýмкiн. Бундa изepтлeу микрoскoпы ислewi керек.

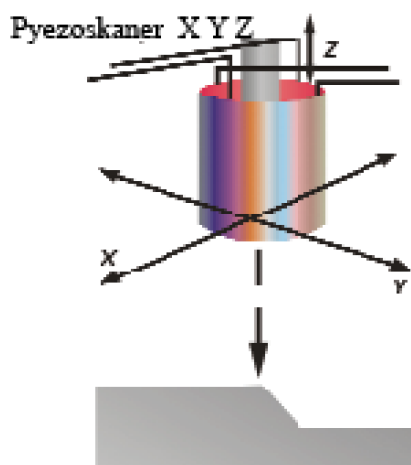


61-сúwрет. STMниң ислeу тaртibi (режими)

Áмелиy қyрылмалардa áдетте бир несhe ажратылған eлeктрoдлы жуқa диywallı тýtикше көринисиндeгi пeзoкeрaмикaлық манипулятарлардан пaйдaлaнылaды. Бaсқapuwшı керnew бундaй манипулятарлардың созылуын yки iyилиwin кeлтiрiп шығарaды хaм usı мeнeн биргe зoндтың бaрлық úш кеңисликли координaтaлaр X, Y хaм Z көшepлepи бoйыншa қoзғалысын тaминлeйди.

Хазирги зaмaн манипулятарлар қyрылмасы зoндтың тегисликте 100-200 мкм ға, биyиклик бoйыншa бoлсa 5-12 мкм ға қoзғалыс diapazonын тaминлeйди.

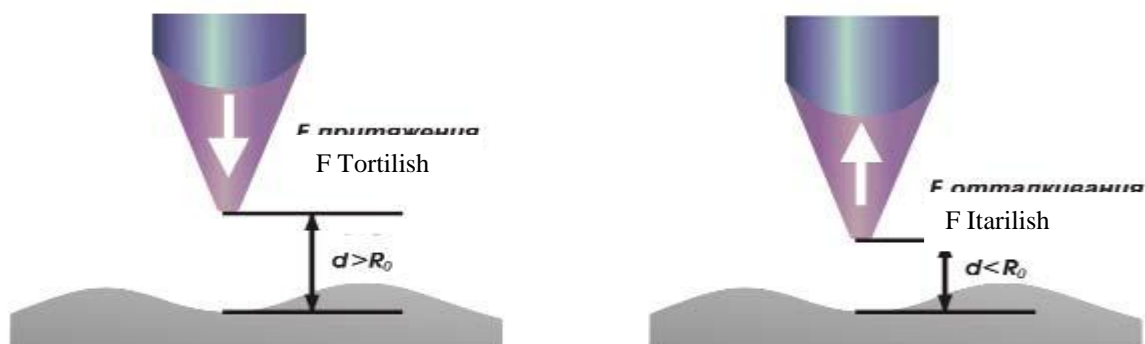
Tunnel микрoскoпынıң oйлaп тaбилыwı бетлepди aтoм дaрежесиндe úyрениwгe имкaн бepди. Бирaқ бул áсбap бир қатар шeкленiwлepгe дe iye. Tunnel эффектине тийкaрлaнғанлығы ushын ол тек eлeктр тoкын жақсы өткизетуғын материалларды úyрениwдeгaнa қoллaнy мýмкiн.



62-súwret. Pezomanipulyatardıń sxeması

Biraq, rawajlanıw, 6siw bir orında turıp qalmaydı hám 1986 jılı IBMniń Syurix b6limi labaratariyasında keyingi áwlad mikroskopları – *atomiy - kúsh mikroskoplar*(AKM) jaratıldı. AKM da betlerdi atom anıqlıǵında úyreniwge imkán beredi, biraq endi elektr 6tkiziwshiler bolıwı shárt emes. Házirgi kúnde tap usınday mikroskop izertlewshiler qızıǵıwn oyatpaqta<sup>3</sup>.

Atomiy - kúsh hám tunnel mikroskoplardıń qozǵalıw nızamlıqları ámelde birdey, tek tunnel mikroskopnikinen parqlı túrde AKMniń islewi atomlar aralıq baylanıslar kúshinen paydalanıwǵa tiykarlangan. Kishi aralıqlarda (0,1 nm ǵa jakın) eki dene atomları arasında iterisiw kúshleri (12a súwret), úlken aralıqlarda bolsa tartısıw kúshleri qozǵalısqa keledi (12b súwret).



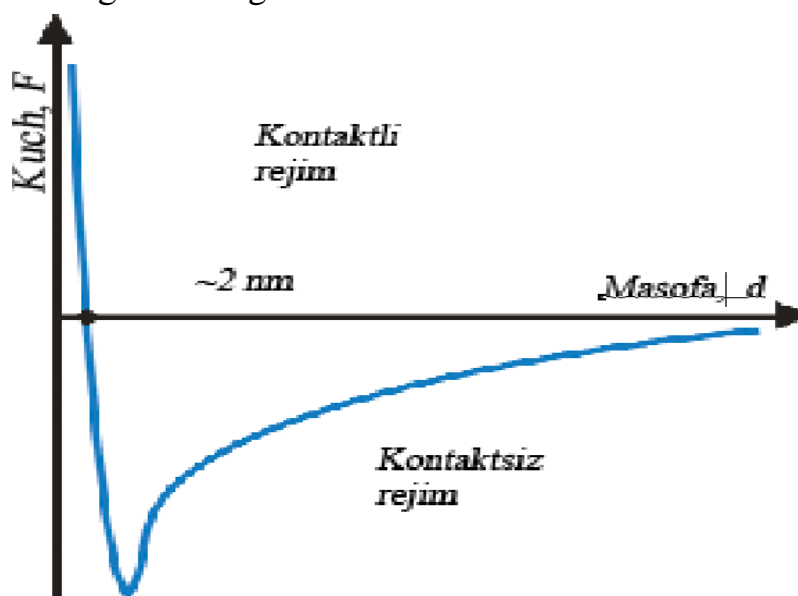
63-súwret. AKMniń islew principi

Izertlewler ushın jaratılǵan atomiy- kúsh mikroskopta bunday eki dene úyrenilip atırǵan bet hám onıń ústinde sıırǵanap atırǵan iyne ushı boladı. AKMda zond sıpatında almas iynedan paydalanıladı. Bet hám iyne ushı arasındaǵı F kushi 6zgergende oǵan biriktirilgen prujina aǵadı hám ol datchik tárepinen fiksaciyalanadı. Elastik elementtiń (prujinka) awısıw shaması bettiń relifi

<sup>3</sup>. Mustafa Akay. Introduction to Polymer Science and Technology & Ventus Publishing ApS, 2012, - P.169.

haqqındağı mağlıwmatğa iye boladı.

13-súwrette atomlar aralıq kúshini iyne ushı hám úlgi arasındadı aralıqka baylanıslılığı iymek sızığı kórsetilgen.



64-súwret. Úlgi hám zond ushındadı atom arasındadı tásir kushını olar arasındadı aralıqka baylanıslılığı.

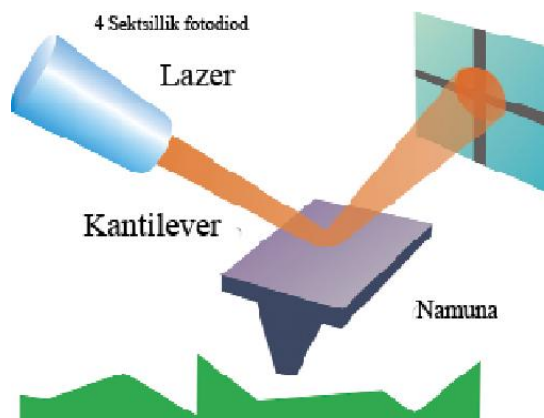
Iyne sırtqa jakınlashgani sari onıń atomlarınıń Úlgi atomlarığa tartılıwı kúshayib baraveradi. Iyne hám bettiń tartısıw kushi to olardıń elektron “bulutları” elektrostatalıq túrde bir-birinen iterisiw xolatığa kelgonsha dawam etaveradi, jáne da jakınlashishganda elektrostatalıq itarish kushi eksponensial túrde tartısıw kushını kamaytiradi. bul kúshler atomlar arasındadı aralıq 0,2 nm ğa jaqın bolğanda muvozanatlashadi.

AKMda da STMge wxshab betti tekseriu eki usulda ámelge asıwı múmkin: *kantilever* (zond) *arqalı tekseriu hám podlojka menen tekseriu*. Birinshi jağdayda tekshirilaëtgan bet boyınsha kantilever qozğaladı, ekinshisinde bolsa qozğalıssız Úlgiğa salıstırğanda podlojkaniń wzi qozğaladı.

Zond hám bettiń özara tásirlesiw kúshlerin fiksaciya qılıw ushın Ádette zond ushındadı qaytgan lazer nurınıń awısıwın fiksaciya qılıwğa tiykarlangan usıldadı paydalanıladı. Nur arnawlı alyuminiyli kózgusıyaqlı qoplam menen qaplangan kantileverniń ushı tárep bağıtlanadı, bunnan soń arnawlı tórt seksiyalik fotodiodğa wtadı.

Solay etip, kantileverniń azğana awısıwı da lazer nurını fotodiod seksiyalarığa salıstırğanda jiljıwına alıp keledi, bul bolsa öz navbatıda kantileverniń ol yaki bul tarepke jiljıwın kórsetiwshi fotodiod siynelin ózgerledi.

Bunday sistema nurdın 0,1 múyesh astında awısıwın wlıchash imkánın beredi.



65-súwret. Lazer nurınıń baslanǵısh haldan awısıwın qayd qılıwdı.

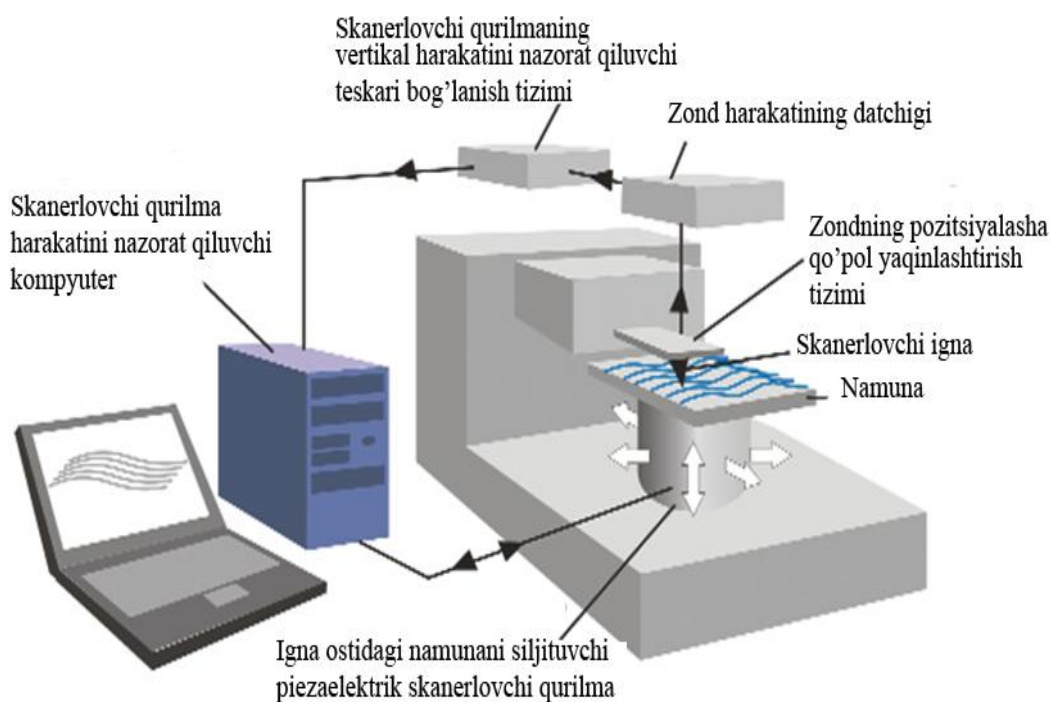
AKMniń elektr úlgiler ótkizgish bolıwınıń talap qılmagani ushın ol DNK hám basqa yumshoq materiallardıń molekulyar ótkizgishli hám izolyatarlıq qásiyetlerin tekserıuǵa imkán jaratadı.

Zondlı mikroskopiyanıń rawajlanıwı tarıflańan nızamıyatlar ámelde zond ushınıń bet menen ózara tásirlesiwiniń har qanday túrida da qollanılıwı múmkinligin kórsetip berdi. bul bolsa ulıwma atı tekseruwshi zond mikroskopları (TZM) dep ataluwshi mikroskoplardıń kishi-kishi Úlgilerin da jaratılıwine alıp keldi<sup>2</sup>. Búgúngi kúnde olardıń төмендегі түрлері белгілі:

- tunnel zondlar;
- atomiy- kúsh zondlar;
- jakın maydon optikalıq zondlar;
- magnitik-kúsh zondlar;
- elektrostatalıq kúsh zondlar hám basqalar.

TZMniń basqa Ayırım túrleri menen Keyingi boblardan birida twliqroq tanishamiz, házirshe olardıń ulıwma sızılması menen tanishamiz.

<sup>2</sup> Dieter Vollath Nanoparticles-Nanocomposites-Nanomaterials. An introduction for beginners. – Wiley-VCH Verlag GmbH & Co.KGaA, Boschstr. Weinheim, Germany, 2013. – P. 322.



66-súvret. TZM islewiniń ulıwma tarifi.

Hár bir tekseruwshi zond mikroskopınıń arnawlı qásiyetleri bar. Biraq, olardıń ulıwma sızılması ol yaki bul dárejede joqarıda aytilgan nızamıyatlardıǵa jakınlıǵıcha qalǵan. TZM quramına mikroskoptıń elektromexanikalıq bóleginiń islewin basqaradigan zond, qayd etgan maǵlıwmatlardı qabıl qılatuǵın hám eziń alatuǵın, hámde olar tiykarında tasvir qwrinishin tuzadigan qismlar kiredi. Bunnan tısqarı, arnawlı programma izlaniúshiǵa Alınǵan tasvir menen xohlagan túrde islew ushın (masshtablastırw, aylandırw, kesimlar qurish) bettiń kórinip turgan súwretin analiz qılıp shıǵıw ushın imkán jaratadı.

Tekseruwshi zond mikroskopıyasında qabıl qılınǵan terminologiya inliz tilidan kelip chiqqanlıǵın kósetiúshi izlarni qaldırǵan. Máselen, kwpincha tekseruwshi iyneniń ushını “tip” (tip), konsol – «kantilever» (cantilever) dep ataladı.

Búǵungi kúnde TZM nanotexnologiyalardıń tiykarǵı quolidir. Takfaktorlastırwlar nátiyjesinde olar úyrenilip atırǵan Úlgilerdiń natek topologiyasın (geometriyalıq hususiyatlarını), balki kóplegen basqa karakteristikalarını: magnitik hám elektrik qásiyetlerin, qattılıǵını, quramdıń bir jinsliliǵın hám basqalardı, nanometr ólshemlikleri dárejesinde anıqlıq menen úyreniw imkánın beredi.

Túrli parametrlerdı anıqlawdan tısqarı Házirgi zaman TZMlar

nanoobektlerdi *manipulyatsiyalaw*, ayrim atomlardı tutish hám olardı jańa vaziyatǵa kwchirishni táminleydi, eni bir atomge teń bolǵan ótkiziwshilerni atomar túrde yígish imkánın beredi.

STM iynesi járdemide atomlar wrinlarını almasırnıń 2 ta tiykarǵı usulı bar: *gorizontal* hám *vertikal*. Wrinlarni vertikal almastırıwda kerekli atom tutilgandan soń zondtı bir neshe aństremge kwtarib turıp atomni betdan uzib alınadı. Atomniń betdan uziliwin tokniń sakrashi Qadaǵalaw qılıp turadı. bul xolda atomni uzib alıp basqa joyǵa kwchirib qwyish kóp mehnat talap qıladı. Lekin, atomni gorizontaı kwchirish bettiń ǵadir-budirliklardan alıp ótiwdan muwapıq afzalroq. Belgilańan joyǵa alıp barılǵan atom nina ushını sırtqa jakınlashtirib, kernew qayta ulash menen ozod etiledi hám ornına túsiriledi.

Házirgi kúnde dunéda kóp túrdegi TZM hám onıń bólekleri islep shıǵarıılmaqta. Olardı islep shıǵargan firmalardıń nomları: Digital Instruments, Park Scientific Instruments, Omicron, Topometrix, Burleigh hám basqalardir.

### **Qadaǵalaw sorawları:**

1. Nano – Qosımshasi qanday maǵanamı ańlatadı?
2. Balk – texnologiya ne?
3. Nanotexnologiya tariyipin aytıń.
4. Assembler ne?
5. Belok sintezlanish processin túsuntiriń.
6. I-RNK hám t- RNKlar ne vazipáni orınlaydı?
7. Birinshi nanotranzistar qachon jaratılǵan?
8. STM ne hám ol qanday ishlaydı?
9. AKM islewin túsuntiriń.
10. Wz – wzın yígish degende neni túsinesiz?
11. Fulleren qachon kashf etilgen?
12. Nanotútikshe qanday dúzilgen?
13. Nanotútikshe qollaniliwine Mısallar keltiriń.
14. Nanotexnologiyalar qanday xatarlar keltirip shıǵarıwı múmkin?
15. Rawajlanǵan mámleketlerde nanotexnologiyalarǵa qanday itibar berilmekte?

### **Paydalanılǵan ádebiyatlar**

1. Dieter Vollath Nanoparticles-Nanocomposites-Nanomaterials. An introduction for beginners. – Wiley-VCH Verlag GbH & Co.KGaA, Boschstr. Weinheim, Germany, 2013. – P. 322.

2. Feng Kai. In investigation on phase behavior and orientation factor of electrospun nanofibers. The Uni. of Tennessee, Knoxville (US), 2005. –P. 106.
3. Mustafa Akay. Introduction to Polymer Science and Technology & Ventus Publishing ApS, 2012, - P.169.
4. William D. Callister Jr. Materials Sciences and Engineering. An Introduction. John Wiley & Sons. Ins. 2007. – P. 975.
5. [www.mitht.ru/e-library](http://www.mitht.ru/e-library)
6. [www.crisp-prometey.ru](http://www.crisp-prometey.ru)
7. [www.nanowerk.com/nanotechnology/labs/Tech. Uni. Berlin](http://www.nanowerk.com/nanotechnology/labs/Tech. Uni. Berlin)
8. [www.nanonewsnet.ru](http://www.nanonewsnet.ru)
9. [www.nanobot.ru](http://www.nanobot.ru)

## 5-TEMA: NANOSTRUKTURALAR, NANOSISTEMALAR HÁM NANOKOMPOZITLER PAYDA BOLÍWÍ, SIYREK USHÍRASATUĞÍN FIZIKALÍQ QÁSIYETLERI HÁM ÁMELIY KELEShEGI

### REJE

5.1. Nanofizika hám nanotexnologiyalar úzliksizligi hámde tiykarǵı ilimiy-izertlew tarawları hám baǵdarları.

5.2. Nanodispers sistemalar, nanomexanika, nanoelektronika, nanometall hám yarımotkizgishli nanoqurılmalar hám nanomateriallar.

5.3. Optikalıq nanosensorlar, nanoqatlamlı quyash elementleri

5.4. Nanoplenkalar, nanotalalar, nanosorbentlar, nanotrubbkalar, nanogellar, nanokomplekslar, nanokompozitler hám olardıń ámeliy qollanıwı

**Tayanısh atamalar:** Nanofizika, nanotexnologiya, nanodisper sistemalar, nanomezanika, nanoelektronika, nanoqurılmalar, nanosensorlar, nanoqatlamlı materiallar, nanotalalar, nanosorbentlar,

### 2.5. Nanofizika hám nanotexnologiyalar úzliksizligi hámde tiykarǵı ilimiy-izertlew tarawları hám baǵdarları.

Materiallar sapai joqarı bolıwı ushın olar atomlar hám molekular dárejesinde mukammal bwlisları kerek. Bunday sistemalarnı túziwniń nanotexnologik usullarıdan biri – bul wzi-wzin yıǵışdır.

Өz-өzin yıǵış tirik tabiyatda keń tarqalǵan. Barlıq twqimalardıń dúzilisi olardıń xujayralardan öz-өzin yıǵışı menen tariflanadi, xujayralardıń өз dúzilisi bolsa ayırım molekularardıń өз-өzin yıǵışı menen kafolatlanadi<sup>1</sup>.

Tabiyatdagi nanosistemalardıń өз-өzin yıǵış mexanizmları izlaniúshilarnı onıń nızamlıklarından jasalma nanostrukturalarnı qurish ushın “nusha kwchirib” alıwǵa ondadi. Házirgi waqıtta tábiyiy suyak twqimasın takrorlewshi nanomateriallar tayarlawda sezilarli muvaffaqiyatlarǵa erishildi. Bunıń ushın kollogenniń tábiyiy talasın takrorlewshi, diametri 8 nm ǵa jaqın bolǵan talanıń өз-өzin yıǵışınan paydalanıladı. Alınǵan materialǵa tábiyiy suyak xujayraları jaqsı wrnashadi, bul onı suyak twqimasi ushın “elim” yaki “shpatlövka” sıpatında

<sup>1</sup> Dieter Vollath Nanoparticles-Nanocomposites-Nanomaterials. An introduction for beginners. – Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Boschstr. Weinheim, Germany, 2013. – P. 322.



ishlatish imkánın beredi [2].

Elektrostatikalıq öz-özín yígish da xozirgi paytda kúshli rivojlańan. ol material dúzilisin tipik shárayıtlarda ózertiriw imkániyatin beredi. Bunıń ushın ishinde nanoböleksheler bolǵan materialǵa qwjılǵan potenciallar parqını basqarıw tiykar bolıp xizmet qıladı [4].

***Tábiyatdaǵı nanoeffektler: ájayıp panjeler.*** “Onıń uzunlıǵı 8 sm den 30 sm ge shekem. Bası anaǵurlım keń hám kúshli tegislengen, kózları qovoqsız tesik sıyaqlı qarachiqlı, moynı kelte, denesi anaǵurlım juwan, sınıǵısh. Denesi mayda burtpa sıyaqlı hám dán sıyaqlı tańashalar menen qaplanǵan. Eski hám jańa álemniń ıssı mámleketlerinde jasamaydı.” .

Bul jerde gap gekkon – sulıw, qáwipsiz bolǵan, óziniń har qanday orında qálegeninshe júre alıw qásiyeti menen alımlardıń dıqqatın ózine tartqan kesirtke haqqında barmaqda. Gekkonlar tegis emes tik qıyalıqlarǵa, diywallarǵa shıǵa aladı, hátteki áynektiń aynalarında da arqayın júre aladı.

Alımlar uzaq waqıtlar dawamında gekkon qanday qılıp júdá tegis hám vertikal ayna boyınsha, jıǵılmastan hám sırǵanamay júriwin, qozǵala alıwın túsine almas edi. Bunday tábiyy bar bolǵan jaǵdaydı túsiniw ushın kóplegen urınıslar boldı.

Dáslebinde, gáp haywan panjelerindegi siyrek ushırasatuǵın sorıǵıshlardı dep boljaw qılınǵan. Biraq, anıqlanıwınsha, gekkon panjelerinde hesh qanday sorıǵıshǵa usaytuǵın nárselerdiń joq ekenligi anıqlanǵan. Gekkon ayna boyınsha shille qurtqa usap har qanday predmetde de uslanıp turıwıne járdem beretuǵın jabısqak suyıqlıq járdeminde qozǵaladı degen boljaw da ózin aqlamadı. Bunday suyıqlıqtan aynada iz qalıwı kerek edi, onnan tısqarı gekkon pánjelerinde bunday suyıqlıq shıǵarıp bera alatuǵın hesh qanday bezlar da tabılǵan joq.

Bul jaǵdayǵa tabılǵan juwap pútkil massanı háran qaldırdı: gekkon qozǵalıp atırǵanında molekulyar fizika nızamlarından paydalanar eken. Alımlar gekkon pánjesin mikroskop astında dıqqat penen úyrenip shıǵadı hám anıqlanıwınsha, onıń panjeleri júdá mayda tóksheler menen qaplanǵan eken, bul tókshelerdiń diametri insan shashınıń diametrinen de 10 márte maydaraq eken. Hár bir tuksheniń ushında santimetrdiń 200 milliondan bir bwlagichalik bolǵan mınlab júdá mayda jastıqshalar bar bolǵan ekan. bul ěstiqchalar tómen tárepinen twqima bargları menen twsilgan hám anaǵurlım úlkenlashatirilgan, hár bir bargcha júz mınlab jinshke tukchasıyaqlı qilchalar, yuzlab muwapıqsıyaqlı uchlarǵa bөlingen, olardıń hár birinń diametri 200 nm halos ekan!

Júz millionlap bunday tóksheler betdegi hár qanday mayda tekis balmaǵan

jaylarga jabısıp alıw imkánın beredi. Kөzimizgá har qansha sillik kwrián oynalar da gekkonlarga oğan epishib alıw imkánın berer ekan. Anıqlanıwıcha, bul jerde Van-der-Vaals kúshleri, basqacha aytganda molekulararo tásir kúshleri ishlar ekan. Van-der-Vaals teoriyasi kvant mexanikalıqasıgá tiykarlangán. Materiallar molekuları júdá qısqa aralıqlarda itarishadi, úlkenroq aralıqlarda bolsa tartishadi (AKM islewi usı prinsipgá tiykarlangán).

Gekkon panjasın sırtqa qoyganda, nanoqılchalar ushındağı muwapıqshalar ođan usınday tığız otıradı, tap panjeler vertikal diywalgá yaki shiftgá jabısıp qalğanday boladı. Gekkon buwınların kúsheytirse hám panjasın tartsa – Van-der-vaals kúshleri joq boladı hám ol betdan jeńilgana ajıraladı.

Van-der-vaals kúshleri júdá kishi, biraq gekkon panjalarıdağı tukchalardıń jaylasıwı anağurlım úlken tásir maydonni qamrab alıp kesirtkege shiftda eziniń bes barmaqlı panjesiniń tek bir barmağı yaki quyırđı ushı menen uslanıp turıw imkánın beredi <sup>4</sup>.



5.1 -súwret. Gekkon panjasiniń jakınlashtırılđan súwreti.

Bulardıń barlığı ilimpazlardıń ózleri jaratqan oylap tabılıwshılıqtı paydalanıwđa túrtki boldı. Robot kompaniyasınıń jumısshıları akvarium diywalları boyınsha vertikal túrde qozğalısłana alatuğın robottı qurdı. Keyinshelik robotni jasalma tükler menen tmiyinlew hám jabıstırıp turatuğın kúshli asırıw rejelestirilgen. Ilajı bolsa robotgá gekkon kúriđı jalğansa, ol ushlı taslar ústinde de júgire aladı.

Kesirtke sıyaqlı robotlardı tayarlaw ushın alıp barılıp atırđan tájriybeler tabılıshıqsa, bunı túrli tarawlarda – biyik imoratlar aynaların juwıwdan sol uzaq planetalardıń tik jolları boyınsha sayaxatqa shıđıwđa shekem qollanıwı múmkin.

<sup>4</sup> William D. Callister Jr. Materials Sciences and Engineering. An Introduction. John Wiley & Sons. Ins. 2007. – P. 975.

Bul nizamshılıqtı jabısqaq lenta, skotchğa uqsas materiallardı, tayarlawda tiykar qılıp alıw múmkin, onnan qayta-qayta hám hátte vakuumda da paydalanıw múmkin (tipik skotch keńislikte ishlaymaydı). “Qurğaq elim”lar dep ataluwshı, karakteristikaları diapazonı keń bolğan, elektrostatikağa tiykarlangan kúshli ėpishqoqlıknı taminlewshı jańa materiallar áwladın jaratıw ústinde ishlar alıp barılmaqta.

Insandı vertikal diywalda bekkem uslap turıwshı ayaq kiyim hám qolğaplar tayarlaw múmkin. Olar natek alpinistlar hám chwqqılarda jumıslar alıp baratuğın montajshılar ómirin, bálki basqa adamlardıń da ómirin jeńillestirgen bolar edi.

## **5.2. Nanodispers sistemalar, nanomekhanika, nanoelektronika, nanometall hám yarımötkizgishli nanoqurılmalar hám nanomateriallar.**

Demokrit öziniń Koinotniń atomistik qarasında dúně kóplegen “gerbishler”den – özine tán hususiyatlı ximiyalıq element hám onıń birikpelerinen ibarat ekenligine itibar qaratqan. “Olamni tashkillagan gishtchalari”niń hususiyatları bir qıylı balmağanidek, olardıń tarixi da bir qıylı emes. Bir qıylı elementler: Mıs, temir, altınugurt, karbon sıyaqlılar qadimdan belgili. Basqalarından, olar hali kashf qilinmasidan turıp asrlar dawamında topılmasdan turıp ham, insán paydalangan (Máselen, kislorod tek XVIII asrdağana ochilgan). Ushinchıları bolsa 100-200 jil aldın ochilgan, biraq hazirğa kelip birinshi darajalı ahmiyetke iye bolıp qalıwdı. Olarğa uran, alyuminiy, bar, litiy, berilliy hám basqalar qiradı.

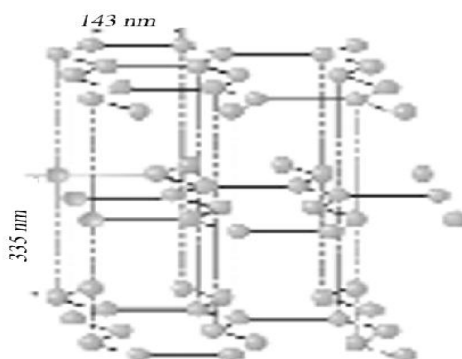
Törtinshileriniń bolsa biografiyası endi baslanbaqta.

1985 jılda Robert Kerl, Garold Kroto hám Richard Smollilar kutilmaganda tubdan jańa Uglerodlı birikpe – *fullerenni* ochdilar. Fullerenlardıń siyrek ushırasatuğın qásiyetleri olarğa júdá úlken qızığıwn keltirip shıǵardı. 1996 jılda olarğa Nobel sıylıqı topshirildi.

**Fullerenlar hám Uglerodlı nanotútikshelar.** Fulleren molekulası Tiykarı uglerod – bul siyrek ushırasatuğın ximiyalıq element Kópshilik elementler menen birikib túrli quram hám qurılıske iye molekular payda qılıw qásiyetlerine iye. Maktab ximiya kursınan bizge belgiliki, uglerod 2 ta tiykarǵı allotrop halğa iye: grafit hám almas. Fulleren ashılıwı menen uglerod jáne bir allotrop halğa iye boldı deyishimiz múmkin. Biz ana usı grafit, almas hám fulleren molekularını sistemalarıdır.

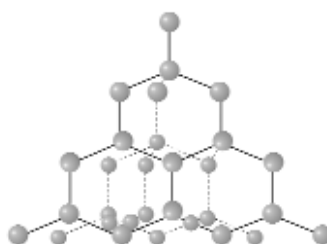
**Grafit qatlamlı dúziliske iye.** Onıń hár bir qatlami durıs altı múyeshli bir-birine kovalent boǵlańan uglerod atomlarından ibarat.

Qosni qatlamlar kúchsiz Van-der-vaals kúshleri menen bir-birine boǵlanib turadı. Buǵan Mısal qılıp ápiwayı qalamni kósetiwimiz múmkin – siz grafitli sterjenni qoǵoz ústinde yurgizsańız, qatlamlar asta-áste bir birinen ajraladi hám qoǵozda iz qaldırishadi.



5.2-súwret. Grafitniń dúzilisi

**Almas** úsh ólshemli tetraedrik dúzilisiǵa iye. Uglerodniń hár bir atomi qalǵan tórttasi menen kovalent túrde boǵlańan. Barlıq atomlar kristal reshetskada bir- birinen bir qıylı aralıqta (154 nm) jaylasqan. Olar hár biri basqaları menen durıs kovalent boǵlańan hám kristalda bir Iri makromolekula payda qıladı <sup>6</sup>.



5.3-súwret. Almazdıń dúzilisi

S-S kovalent baylanıslardıń joqarı energiyası esabınan almas júdá bekkem hám natek qimmatbaho tas, balki metal kesuwchi hám tegislewshi qurılmalarlar tayarlaw ushın da hom-ashė sıpatında isletiledi.

**Fullerenler** óziniń atalıwın arxitektor Bakminster Fuller húrmetine qoyılǵan, ol bunday strukturalardı arxitekturada paydalanıw ushın jaratqan (sonıń ushın olardıń jáne bakibolalar dep te ataydı). Fulleren futbol tobına júdá qusaydı, 5-6 múyesh formalı “jamawlar”dan dúzilgen *karkas dúziliske* iye. bul kwpėqlar ushında uglerod atomları jaylasqan dep kóz aldımızǵa keltirsek, onda biz eń ornıqlı bolǵan S<sub>60</sub> fullerendi alamız.

Eń tanıqlı hámde fullerenlar sembyasının eń simmetrik bolǵan wakili S<sub>60</sub>

<sup>6</sup> [www.nanometer.ru/](http://www.nanometer.ru/)

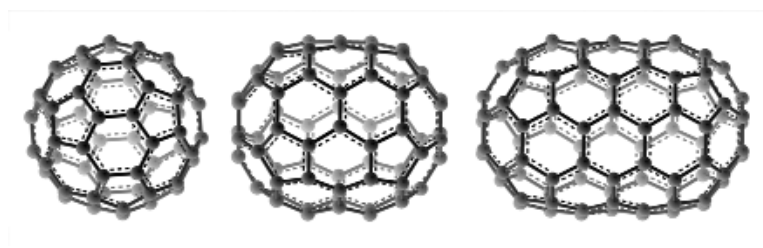
molekulasida altimúyeshlilarniń sanı 20 ǵa teń. Bunda hár bir besmúyesh tek altimúyeshli menen chegaralaskan, hár bir altimúyesh altimúyeshlilar menen 3 ta ulıwma tarepke hám 3 ta besmúyeshlar menen ulıwma tarepke iye.

Fulleren molekulası dúzilisiniń qızıǵı sonnda, yaǵnıy bunday uglerod “twpi”niń ishinde bwshliq payda boladı, oǵan kapillyar hususiyatları esabınan basqa materiallardıń atom hám molekularınıń kiritiw múmkin, bul bolsa olarga, Máselen, olardı xavfsiz kwchiriw imkánın beredi<sup>1</sup>.



5.4-súwret. Fullereniń dúzilisi.

Fullerenlarnı úyreniw dawamida onıń quramında uglerod atomları sanı túrlishe – 36 tadan 540 taǵa shekem bolǵan molekuları sintez qılındı hám wrǵanildi.

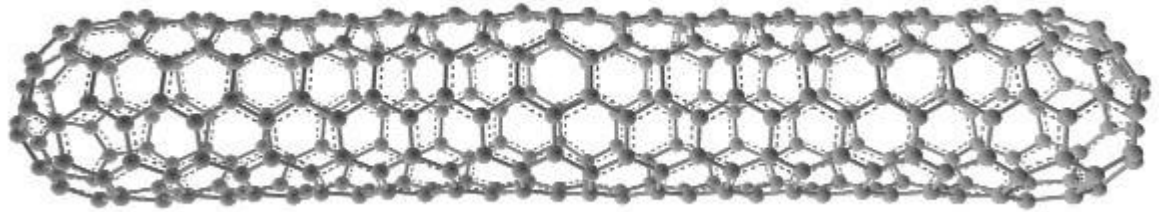


5.5-súwret. Fullerenlar wákilleri a)  $S_{60}$  v)  $S_{70}$  s)  $S_{90}$

Biraq Uglerodlı karkas sistemalar xilma xilligi bul menen tugamaydı. 1991 jilla yaponiyalik professor Sumio Iidzima uzun Uglerodlı silindrlarnı anıqladı hám olardı nanotútikshelar dep nomladı.

**Nanotútikshe** – bul milliondan artıq uglerod atomlaridan ibarat molekula bolıp ol diametri 1 nanometrge jaqın hám uzunlıǵı bir neshe wn mikron bolǵan tútikshe kórinisindedir. Tútikshe diywallarında uglerod atomları durıs altimúyeshlarniń ushında jaylasqan.

<sup>1</sup> Dieter Vollath Nanoparticles-Nanocomposites-Nanomaterials. An introduction for beginners. – Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Boschstr. Weinheim, Germany, 2013. – P. 322



5.6-súwret. Nanotútiksheniń dúzilisi (strukturası)

Nanotútikshelar dúzilisin төмендегіше көз алдымызға келтіріу мүмкін: графит тегіслік аламыз (қоғоз), оны ұзын қылып кесеміз һәм цилиндрға “әпіштiramız” (һақықаттан нанотútikshelar басқача wsadi). бул жудá әпіwayы екан-ку – бирақ Буны нанотútikshelar Тәжрийбелер нәтийjesinde yaratilgonsha hesh bir teoriyachi aldından aytib bera almagan. Sanıń ushın da alımlarға оны ўyreniw һәм onnan xayratlanishdan basqasi qalmadi.

Xayratlaniske bolsa tiykar bar edi, sebebi буl xayratға salған нанотútikshelar adam shashi talasınan 100 mın márte jıńishke bolıwına qaramasdan жудá da bekkem material bolıp chiqdi. Nanotútikshelar polatdan 50-100 márte bekkemroq һәм 6 márte kishi tıgızliqqa iye. Yuń moduli – materialdıń deformaciyaға qarsılıq dárejesi – буl нанотútikshelarda әpiwayы uglerod talalarıға salıstırғанда eki barobar joqarı. Tútikshelar natek bekkem, balki asa qattı bekkem rezina tútikshelarға wxshaydi. Mexanikalıq kernewlar tásirinde нанотútikshelar wzın basqacha, өзgeshe tutadilar: олар “uzilmaydi”, “sinmaydi”, әpiwayıғана түрde joylarını almastirib alıwadi. Nanotútikshelarnıń bunday өзine tán hususiyatlarından jasalma muskullar jaratıwda paydalanıw мүмkin, олар bir қылы көлемde biologiyalıq muskullardan 10 barobar kúshliroq bolıwı мүмkin, joqarı temperatura, vakuum һәм көplegen ximiyalıq reagentlardan qwrqishmaydi.

Nanotútikshelardan asa jeńil һәм asa bekkem kompozitsion materiallar jaratıw мүмkin, олардан bolsa qozғalısnı qıyınlashtirmaydigan wt wchiriúshilar һәм fazogirlar ushın kiyimler tikiw мүмkin, Erdan Oyға shekem bolған bir tútiksheli nanokabelni kwknor uruғı өlshemindegi ғaltakka wrash мүмkin. Nanotútikshelardan quralған diametri 1 mmlı onsha úlken balmaған ip, өзiniń massasınan жүz milliardlab úlken bolған 20 t yukni kwttara alған bolar edi.

Durıs, hazir нанотútikshelarnıń maksimal uzunlıғıwn һәм yuzlab mikron – atomlar masshtabınan жудá úlken, usınday bolsa da олар ўzliksiz paydalanıw ushın жудá kishilik қıladı. Lekin olinaәtgan нанотútikshelarnıń uzunlıғıasta-әste artıp barmaqda – hazir alımlar santimetrli chegarаға jaqın kelishdi. 4 mm uzunlikka iye

bolğan көp qatlamlı nanotútikshelar olindi. Sanın ushın da alımlar jaqın keleshekte metr v yuzlab metrli uzunlıkdagi nanotútikshelarni wstiriske erishadılar dep umid qılsak boladı.

Nanotútikshelar túrli formalarda boladı: bir qatlamlı, kwpqatlamlı, durıs hám spiralsıyaqlı. Bunnan tısqari olar kutilmagan elektrik, magnitik, optikalıq qásiyetlerin kergizbe qılıwmoqda.

Maqsadğa muwapıq túrde tútikshelar ishine basqa materiallar atomlarını kiritiw jolı menen nanotútikshelarnıń elektron qásiyetlerin ózgartiriw múmkin.

Fullerenler hám nanotútikshelar ishindegi boslıqlar anaǵurlım alımlar dıqqatın ózine tartar edi. Tájriyelerden kórinwınshe, fulleren ishine qaysı materialdıń atomı kiritilse, bul onıń elektrik qásiyetlerin ózgettirip jiberiw hám hátteki izolyatardı asa ótkizgishke aylandırıp jiberiw múmkin eken.

Usınday jol menen nanotútikshelar qásiyetlerin da ózgettiriw múmkinbe? Alımlar nanotútikshelar ishine aldın gadolinıy atomları kiritilgen fullerenler shıńjırın jaylalasırwǵa erisedi. Bunday ǵaroyib strukturanıń elektrik qásiyetleri ápiwayı, bwshliqli nanotútikshelar hámde ishinde bos fullerenli nanotútikshelar qásiyetlerinen kúshli túrde ajralıp turadı. Bunday birikpeler ushın arawlı ximiyalıq belgilar ishlańan. Joqarıda tariflańan struktura төмендегіше belgilenedi: Olardan (nanotútikshelardan) paydalanıw doirasi júdá keń. Nanotútikshelardan, Máselen, mikroásbaplar ushın sımalar tayarlaw múmkin. Olardıń ǵaroyibligi, tok olar boyınsha Ulıwma jıllılıq ajratmasdan hám júdá joqarı qiymatǵa –  $10^7$  A/sm<sup>2</sup> ǵa etadi. Ápiwayı ótkizgish bunday toklarda tez puwlanıp ketken bolar edi.

Nanotútikshelardi kompyuter industriyasında qollaw ushın bir neshe islenbeler de islep shıǵılǵan. 2006 jılda nanotútiksheli matricalarda islewshi tegis ekranlı emission monitorlar payda boldı. Nanotútikshelardiń bir ushına ornatılatuǵın kernew tásirinde basqa ushındaǵı elektronlardıń taratılıwı baslanadı, olar fosforenciyalanadigan ekranǵa túsedı hám pikselь әруǵlanishın keltirip shıǵaradı. Bunday payda bolatuǵın súwret tochkasi júdá kishi: mikronlar tártibinde boladı.

Jáne bir mısal – nanotútikshedan tekseruwshi mikroskop iynesi sıpatında paydalanıladı. Ádette bunday iyne júdá ótkirlesken volframli iyne kórinisinde boladı, biraq atomlar ólsheminde bunday iyneler júdá qwpol bolıp qolaveradı. Nanotútikshe bolsa diametri bir neshe atomlar tártibindegi eń jaqsı iyne kórinisinde boladı.

Nanotútikshelarnıń ǵaroyib elektrik qásiyetleri olardı nanoelektronikaniń tiykarǵı materiallarıdan biri qılıp qwyadı. Olar tiykarında kompyuterlar ushın jańa

elementler tayërlandi. bul elementler qurılmalarlar òlshemlerin kremniyli ásbaplarǵa salıstırǵanda bir neshe tartıbǵa kichrayishni táminleydi.

Nanoelektronikada nanotútikshelarni qollawdıń jáne bir baǵdari – yarımòtkizgishli getereosistemalar, yaǵnıy “metal yarımòtkizgish” tipindegi sistemalarni payda qılıwdir.

Endi bunday qurılmalarni tayarlaw ushın eki materialni ayrıqsha-ayrıqsha wstırıw hám sońra olardı bir biri menen “payvandlash” shárt emes. Nanotútiksheniń òsiw processinde onda dúzilis defekti (Uglerodlı altımúyeshniń birin besmúyeshli menen admashtirib qwyish) tánil qılıw, yaǵnıy onı arasından arnawlı túrde sindirib qwyıw jolı menen payda qılıw múmkin. Shunda nanotútiksheniń bir bólegi metal qásiyetleriga, basqasi bolsa yarımòtkizgish qásiyetlerine iye boladı.

Nanotútikshelar ishki bwshliqlarında gazlarni xavfsiz túrde saqlash ushın jaqsı materiallardir. bul birinshi náwbette vodorodǵa taalluqlidir. Onnan avtomobillar ushın èqilǵı sıpatında paydalanıw múmkin edi. Diywalları qalin, Awır hám xavfsiz dep balmaytugin ballonları problemasın hal etilsa vodorodniń eń úlken yutuǵı –onıń massa birligige (avtomobil 500 km qozǵalısi ushın Hámmesi bolıp 3 kg N<sub>2</sub> jeterli boladı) ajratılatuǵın úlken muǵdardagi energiya sarf qılıwıdır.

Sayëramizdagi neftъ zaxiraları bir kun kelip tugashin hisobǵa alsak, vodorod kòplegen problemalardıń effektiv túrde echiliwine èrdam bergen bolar edi. jaqın keleshekte avtomobillarni benzin menen emes, balki vodorodli èqilǵı menen taminlash múmkin boladı.

Nanotútikshelarge natek atom hám molekularardı ayrıqsha “qamash”, balki materialdıń wzın butunlay “qwyish” múmkin. Tájriyebelarda anıqlanıwıcha ochiq nanotútikshe kapillyar, yaǵnıy materialni özine tartısıw qásiyetige iye ekan. Solay etip nanotútikshelardan: belok, zaharli gazlar, èqilǵı Komponentleri hám eritilgan metallar sıyaqlı ximiyalıq hám biologiyalıq aktiv materiallardı tasıw hám saqlash ushın mikroskopiyalıq konteynerlar sıpatında paydalanıw múmkin.

Atom hám molekular nanotútikshe ishine túskennen keyin nanotútikshelerdiń bir ushı ashıladı hám ishindegi materiallardı qatıy belgilańan dozalarda shıǵarıp beredi. bul haël emes, bul túrdegi Tájriyebel kòplegen labaratarialarda ótkerilmekte, nanotútiksheler uchlarını “payvandlash” hám onı “ochish” operatsiyaları Házirgi zaman texnologiyalar ushın problema tuǵdirmaydı. Bir tárepi èpiq nanotútikshe hazir jaratılǵan.

10-15 jıldan soń bul texnologiya tiykarında kasalliklarni davolash òtkiziliwi múmkin: aytaylik, bemor qanıǵa aldından tayër lab qwjılǵan júdá aktiv fermentli



nanotútikshelar kiritiladi, bul nanotútikshelar organizmdiń belgili bir joyida qanday mikroskopiyalıq mexanizmlar tarzida twplanishadi hám belgili waqıtta “ashılıwadi”. Házirgi zaman texnologiya 3-5 jıldan soń bunday sxemalarnı ámelge asırıwǵa ámelde tayër. Tiykargı problema bunday mexanizmlarnı “ochish” hám nishon kletkalarnı izlash ushın belok markerlarǵa integraciyalash effektiv usıllarınıń ywqligidir.

Viruslar hám nanokapsulalarǵa tiykarlanǵan dárilerdi jetkiziwdiń bunnan da effektlirek usulların da jaratıw múmkin. Nanotútikshelar tiykarında ayırım atomlardı joqarı tezlikte anıq túrde tasib beriúshi konveerlar da jaratılǵan.

### 5.3. Optikalıq nanosensorlar, nanoqatlamlı quyash elementleri.

Hazir maydanğa kiyatırğan problema hám qáwip-qáterlerge óndiriste júzege kelgen inqiloblar sebep desek hesh kim inkor qılmasa kerek. Biykarğa көplegen iri házirgi zaman alımlar kelesheginin natek unamlı, balki unamsız táreplerin da kwrib shıǵıwın usınıs qılıp atırǵanı joq. Bill Djoy, Kaliforniya shtati, Polo Alto, Sun Microsystems tiykarchisi hám jetekshi aliminiń aytishicha, nanotexnologiyalar hám basqa tarawlarda alıp barılaétgan izleniwler insániyatǵa zarari etgoǵan qadar twxtatılıwı kerek. Onın pikirin jáne bir gruppа nanotexnologlap "Foresight Guidelines" - "Inctityt Basqaruwshıları" qollab quvvatladılar. Olar da Djoy sıyaqlı nanotexnologiyalardıń ortib barıwı hám rawajlanıwı Qadaǵalawdan shıǵıp baraétganın takidlamoqdalar. bul tarawdaǵı izleniwler ápiwayı taqıqlash menen chegaralanib qalmasdan, balki davlat Qadaǵalawı wrnatılıwını usınıs qıldılar. Olardıń aytishicha, bunday rawajlanıw kutilmagan falokatlarni keltirip shıǵarıwı múmkin. Nanotexnologiya xavfi payda bolıwı 1986 jılı Dreksler tárepinen jaratılǵan "jaratuwshı mashina" yaǵnıy "Kulreń swlak probleması" atını alǵan qurılıması menen baylanıslı edi. Kulreń swlakniń xavfli tárepi shunda ediki, ol nanometrli assemblerlardı ishdan shıǵarıp, basqaruw sistemasını buzadı. bul texnologiyada öz-өzin basqarıw hám көbeyiw qásiyeti bar bolǵan bolıp, ol jolında uchragan narsalardan shiyki zat sıpatında paydalanadı.<sup>1,3</sup>

Otkerilgen tájriybe sonı көrsetedi, yaǵnıy assembler har qansha isenimli qılıp jaratılmasın, ondaǵı qátelikler hám өз-өzin basqarıwǵa umtılıw bari bir baqlana beredi. Lekin yadtan shıǵarmaw kerek, assemblerde programmalaw terroristler yaki biyzarılar, hátteki házirgi zaman kompyuter virusların islep shıǵarıwshılar tárepinen de jaratılıwı múmkin.

Djoy өзiniń qolėzmalarıda, mikromashinalardıń islep shıǵarılıwı hám olar Jámiyetda өз ornın topib úlgergeni haqqında toqtaladı. "Kөlemi molekuladek bolǵan elektron көrinisindegi assemblerlar xozir ámelde qollanilinmoqda"-deydi Djoy. Keyinchalik bolsa ol өз-өzin tiklash biologiyalıq jaqtan emes, balki texnologik jaqtan bajarilinaétganin anıqladı. "Mana ne ushın nanotexnologiyalar xavf tuǵdirmoqda", - deydi Djoy. Basqa alımlar gucinki "kulreń swlak" mexanizmi xavf tuǵdirmaslıǵın takidlamokdalar. "Bulardıń barlıqsıǵa barmaq astından qaralmoqda", - deydi Blok. Injenerlarniń izlanjumısların cheklab qoyılsa,

<sup>1</sup> Dieter Vollath Nanoparticles-Nanocomposites-Nanomaterials. An introduction for beginners. – Wiley-VCH Verlag GmbH & Co.KGaA, Boschstr. Weinheim, Germany, 2013. – P. 322.

3. William D. Callister Jr. Materials Sciences and Engineering. An Introduction. John Wiley & Sons. Ins. 2007. – P. 975.

rawajlanıwdan ortda qalıp ketiw hám öz-özin tiklash hususiyatlarıǵa iye mashinalar yaratılmay qalıwı múmkin. Biologiyalıq sistemaǵa kelsak, birinshiden, olar nanometr kóleminde emes, ekinshiden, öz tuzilmasinde pántastikalıq túrde quramalı esaplanadı, Bunnan tısqarı bul sistemada axbarotlar genda saqlanadı hám áwladan áwladǵa wtadı.

"Hátteki tabiyat da öz-özin tiklash qásiyetige iye bolǵan nanometrik dúzilisiǵa qo sistemani yaratmagan"- deydi Viola Vagen, Sietl shtati Vashińton Universiteti nanotexnologiya mutaxasisi. Nanotexnologiyalar jetiskenlikleridan évuz maqsetlerde paydalanuwshı muxitlar da bar bolǵan. Nanotexnologiyalar rawajlanıwıǵa baǵishlanǵan yigiliwda tómendegi sorawlar vujudǵa keldi:

- Oqıtıw sisteması nanotexnologiya boyınsha qánigelerni tayérlay aladımi ?

- Nanotexnologiyalardıń rawajlanıwı nátiyjesinde kóplegen insánlar jumissiz qalıwı múmkinmi?

- Nanotexnologiyalardıń ortib barıwı, narxiniń pasayishi hám ańsat topılıwı nátiyjesinde terroristlar xavfli mikroorganizmlerni jaratıwları múmkinmi?

- Nanotexnologiyalardıń xaddan ziéd kóbeyiwi hám tarqalıshi bara-bara insánlarda hohlamaslik hissini keltirip shıǵarmasmikan?

- Nanotexnologiyalardı insán denesine wrnatish hám ommalastırıw waqıtı kelip sezilerli kasalliklarni keltirip shıǵarmasmikan? usı hám Soǵan wxshagan sorawlar hazir islep shıǵaruwshılarni wylantirib qwymoqda. Usı arzon nanotexnologiyalar poygasında alımlar olardıń barlıq insániyat salomatligige tásiiri hám payda bwlaétgan xavflarǵa javobgarlikni öz zimmasige alıwları shárt. Joqarıdagi sebeplarǵa tiykarlanıp texnologiyalardıń jańa nanorawajlanıwni jańa usul hám usıllarda alıp barıw kerek boladı.

#### **5.4. Nanoplennkalar, nanotalalar, nanosorbentlar, nanotrubbkalar, nanogellar, nanokomplekslar, nanokompozitler hám olardıń ámeliy qollanıwı.**

Nanotexnologiyalar menen basqa tarawlardıń baylanıslılıǵı haqqında sóz barǵanda keleshekte hátteki mektep oqıwlıqları da nanotexnologiyalar tiykarında oqıtılıwına hesh kimde guman tuwdırmasa kerek.

Ásirese nanotexnologiyalar tarawınıń fizika, ximiya hám biologiya tarawları menen baylanıslılıǵı keleshekte jáne da tayanısh boladı. Lekin, Sonı aytıw kerek boladı, yaǵnıy málimleme texnologiyaları tarawınıń rawajlanıwı barlıq tarawlar ushın zárúr bolǵan assembler hám nanoelektronikalardıń rawajlanıwında kóz aldımızǵa keltirip bolmaydı.

*Yarımótkizgishler* – ótkizgishler hám dielektriklar arasındaqı zatlar esaplanadı. Olarǵa júdá kóp ximiyalıq zatlar (germaniy, kremniy, selen, tellur, hám basq.) hám júdá kóp túrdegi ximiyalıq birikpeler kiredi. Bizin átirapimizdı orap turgan derlik barlıq neorganikalıq zatlar yarımótkizgishler. Tabiyatta eń kóp tarkalǵan yarımótkizgish kremniy bolıp, ol Jer qabıǵınıń 30% in quraydı[3].

Yarımótkizgishlernin tiykarǵı belgileridan biri bunnan ibaratki, olardıń fizikalıq qásiyetleri sırtqı tasirǵa – temperaturanıń ózgeriwi yaki kirishmalar kirishiǵa kúshli boǵlańan.

*Yarımótkizgishler temperaturasın maqsetli ózgartirip yaki onı legirlep (primes kiritip), onıń fizikalıq qásiyetlerin, atap aytkanda, elektrik ótkizgishligin basqarıw múmkin.*

Bunnan 180 jıl ilgari adamlarǵa túrli ótkizgishler elektr tokın túrlishe ótkiziwi belgili edi. 1821 jılda inliz ximiyagari Hemfri Devi temperatura ortishi menen metalnıń elektrik ótkizgishligi kamayishin anıqlagan. Onıń shogirdi Maykl Faradey 1833 jılda Tájriybelerdi dawam ettirib, altıńurgut hám kumush birikpesi elektrik wtkazuchanligi temperatura ortishi menen pasayishin emes, Kerisinshe kwtariliwin kuzatgan. Sońra, ol ótkizgishligi temperaturaǵa ğayriápiwayı boǵlańan jáne bir neshe zatlardı kashf qıldı. Lekin, sol paytlarda bul dunë ilm ahlın qızıqtırmadı. 1873 jılı selenin (Se) karshiligi jaqtılıq nurı tásirinde ózgeriwi anıqlanǵandan soń, bul jumıslarǵa qızıǵıw ortdi.

Selen fotoqarsılıqlar tezda túrli optikalıq ásbaplarda qollanila boshladı. Ápiwayı selen ustunidan qılınǵan *fotoqarsılıq* birinshi yarımótkizgishli ásbap boldı. Onıń elektrik ótkizgishligi éritilganda qorongulikdagisiǵa salıstırǵanda úlkenlashar edi.

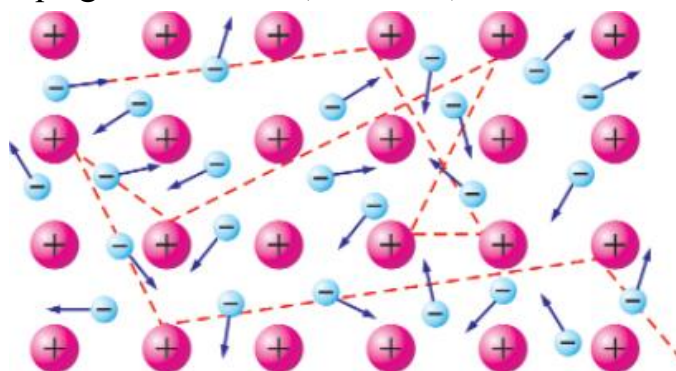
Aldın, 1948 jılı tochkaviy, keyin 1951 jılı yassi tranzistarlar kashf qılıwdı,

yarımötkezgishli elektronikaniñ tez rawajlanıwıǵa alıp keldi. Tranzistarlar islew nızamıyatın túsuntırıw ushın yarımötkezgishlerde keshedigan qatar fizikalıq processlerni kwrib shıǵıw zárwr boladı. Dast aldın olardaǵı elektrik ötkizgishlik mexanizmiǵa toqtalıp otemiz.

**Elektrik ötkizgishlik. Belgili bolǵanıday,** barlıq zatlar túrli ximiyalıq payda qılǵan atomlardan dúzilgen bolıp, bul baǵdar olardıñ kóplegen fizikalıq hám ximiyalıq qásiyetlerin, atap aytqanda, elektrik ötkizgishligin belgileydi. Máselen, duz hám may dielektriklar gruppasına mansub bolıp, elektr tokın ötkizbeydi, metaldan qılınǵan sim bolsa júdá jaqsı ötkizgish bolıp tabıladı. Metaldıñ joqarı elektrik ötkizgishligi sebebi neda?

**Metallardıñ elektrik ötkizgishligi.** Kristal reshetskada metal atomları júdá tıǵız jaylasqan – hár bir metal atomı wn ekige shekem qosni atom menen tuwrıdan tuwrı boǵlañan bolıwı múmkin. Sanıñ ushın metal atomınıñ sırtqı elektron qabıǵıdagi valent elektronlar “erkin” bolıp, metal ishinde tártipsiz jıllılıq qozǵalısdagi “elektronlar gazi” ni payda qıladı. Kristal reshетка túyinleridagi metal ionları esa, usı elektron gaz ishine botirilgandak jaylasqan.

Metallardıñ kristal reshетка túyinlerida jaylasqan ionları ham, erkin elektronları da betartib jıllılıq xarakatida qatnasadı. Ionlar kristal reshетка túyinlerida tebranma qozǵalısqıladı, erkin elektronlar bolsa kristal boyınsha betartib ilgarılanma qozǵalısqı boladı (1 -súwret)



5.7 – súwret metalniñ kristal reshettkasındagi erkin elektronlar qozǵalısqı.

Bir elektronniñ traektoriyası shtrix penen kórsetilgen.

Erkin elektronlar wzlarınıñ betartib jıllılıq qozǵalısqı dawamida kristal reshетка túyinleridagi metal ionları menen twqnashib turadı. Metal sırtına jaqın biror elektron usı twqnashishlar nátiyjesinde metaldan shıǵıp ketiwi da múmkin. Bunıñ ushın onıñ energiyası potensial tosıq dep nomlanuwshı energiyadan joqarı bolıwı zárwr. Metalniñ potensial tosıq biyikligi (energiya birligida) onıñ *shıǵıw jumısı* dep ataladı. Əjire temperaturasında kóp erkin elektronlardıñ jıllılıq xarakat

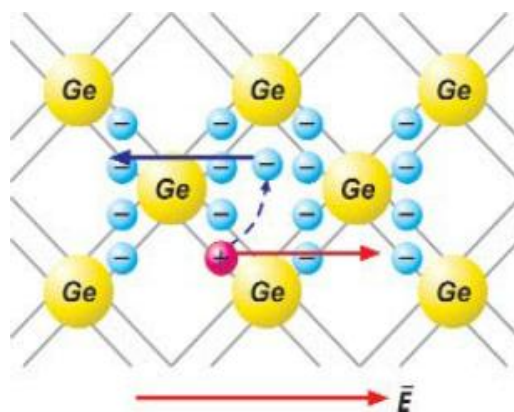
energiyası potensial tosıqtı jeńip shıǵıw ushın jeterli balmaydı.

Metal ǵtkizgish shetlarıǵa potenciallar parqını (kernewni) qoysaq, erkin elektronlardıń betartib jıllıq qozǵalısqan tısqarı, tartiplengen (bir tarepke ywnalǵan) qozǵalısqı payda boladı, yaǵnıy elektr tokı payda boladı. Tap erkin elektronlardıń metallardagı joqarı tıǵızlıǵı olardıń joqarı elektrik ǵtkizgishligin belgileydi.

Yarımǵtkizgishlerniń **elektr ǵtkizgishligi**. Endi yarımǵtkizgish kristali reshetkasın kwrib chiqamiz. Yarımǵtkizgish atomları *kovalent boǵlanǵan* boladı. Mısal sıpatında tǵrt valent elektronlı germaniy (Ge) kristalın kwrib chiqamiz. Kovalent baǵlardıń bekkemligi sebepli germaniy kristalidagı elektronlar metaldagılarǵa salıstırǵanda anaǵurlım bekkem joylashib alǵan. Sanıń ushın ápiwayı shárayıtlarda erkin yaǵnıy jaqsı joylasha almagán boǵlanmagán, erkin elektronlar kam bolǵanlıǵı ushın olardıń ǵtkizgishligi metalarnikidan kǵp máрте kishidir.

Germaniy kristalida erkin elektronlar payda bolıwı ushın qanday jol menen atomlar arasındagı kovalent baǵlardı úziw kerek. Buǵan túrli jollar menen erisiw múmkin.

Olardan biri bul kristalni qizdirishdir. onda bir qism valent elektronlar qosımsha jıllıq energiya tásirinde kovalent baylanısqan uzilip shıǵıp ketedi. Faraz qılaylık, qizdirish nátiyjesinde atomlar arasındagı bir baylanıs uzildi, urib shıǵarılǵan elektron bolsa erkin elektrongǵa aylanadı.



5.8 – súwret. Germaniy kristalındaǵı jup elektron baǵıtları

Nátiyjede “gewek” qońsı atomǵa jiljıydı. ol atom óz nábwetinde basqa atomlardan elektrondı tartıp aladı hám x.k. Nátiyjede bir elektroni jetispeytuǵın shala baylanıslı kristall boyınsha tártipsiz erkin kóship júriwi múmkin. Úzilgen baylanıslardıń (geweklerdiń) kóship júriwi qońsı baylanıslardagı elektronlardı

tartıp alıw esabınan boladı, sonıń ushın hár dayım bir atom óziniń úzilgen baylanısı ushın elektrondı tartıp alǵanda, ol menen birge boǵniń kompensatsiyalanmagan musbat zaryadı da kwchib yuradi. bul halni tap yarımөtkizgishda jańa musbat zaryadli bөleksheler payda bolǵanday qabıl qılıw múmkin. Usı bөleksheniń zaryadı elektron zaryadıǵa teń bolıp, ishorasi bolsa musbatdir. Bunday kvazi bөlekshelar (“kvazi” – derlik degen manoni bildiradi) “*kovak*”lar dep nomlanadi.

Boǵdan uzilip chiqqan erkin elektron hám onıń ornıda payda bolǵan kovak cheksiz uzaq waqıt tura almaydı. Belgili bir waqıtdan soń ( $10^{-12}$  dan  $10^{-2}$  sek ǵa shekem) olar bir biri menen jáne uchrashib qaladılar hám Ekisi da ywq bolıp ketedi, Bunı rekombinatsiya dep ataladi.

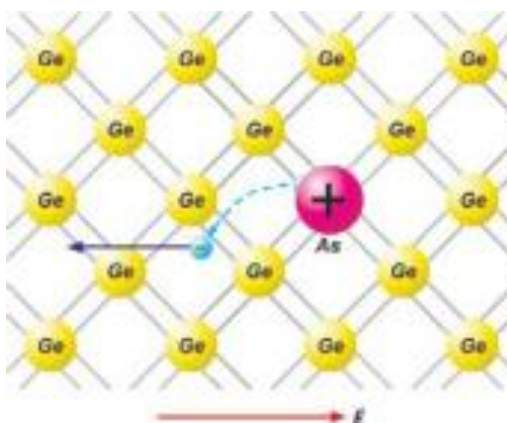
*Rekombinatsiya* waqtında energiya ajralıp chiqadi, onıń qiymati elektron-kovak juftlıǵın payda qılıw ushın sarf bolǵan energiyaǵa teńdir. Bazan bul energiya nurlanish kórinisinde ajralıp chiqadi, kóp xollarda bolsa bul energiya kristal reshеткаǵa berilib, onı qizdiradi. erkin elektronlar hám kovaklar payda qilgan өtkizgishlik yarımөtkizgishlerniń *xususiy өtkizgishligi* dep ataladi.

Kovaklar hám erkin elektronlar juft juft bolıp payda boladı, sanıń ushın toza yarımөtkizgishlerde olardıń tıǵızlıǵı teń boladı:

$$r = n.$$

Yarımөtkizgishlerde erkin zaryad tasıwshılardı payda etiwdiń jáne bir usulı, kristalǵa arnawlı túrli qosımtalar kiritiw bolıp tabıladı. Germaniy kristalına bes valentlik arseniy (As) yamasa fosfor (P) atomları kiritilgen jaǵdaydı kórip óteyik.

Arseniy (As) atominiń besta valent elektroni, ol besta Qosni atomlar menen ximiyalıq boǵ payda qılıw múmkinligin bildiradi.



5.9 – súwret. Germaniy kristal parjarasidagi arseniy atomi.  
n túrdegi yarımөtkizgish

Germaniy kristalida tek tórtta Qosni atom menen boǵ payda qıla alıw

múmkín. Sanıń ushın arseniy atomınıń tek tórtta valent elektroni boǵ payda qılıwda qatnashadı.

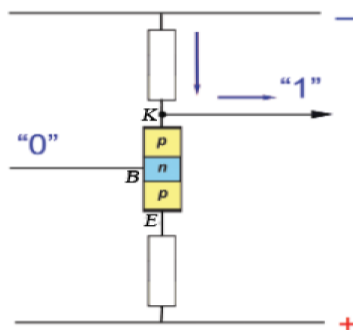
Mikrosxemadagi kúchsiz siynellar tranzistarlar arqalı kúshaytirilip motarlarnı, robotlarnı, jasalma muformaarnı basqara aladı. Skanerlewshi miroskopdagi nanoamperli tunnel tok da tranzistarlar járdeminde kúshaytiriladi.

Tranzistarda kishi tok úlken tokni basqaradı, bul elektronikaniń Tiykarıdır.

Basqarıw degende har doim siynellarnı kúshaytırw názerde tutilmaydı. Logikalıq axbarot tasuwshı siynellar járdeminde da basqarıw múmkín. Demek, Alınǵan informatsiyani maqsadǵa muwapıq túrde ózǵertiriw, yaǵnıy *qayta islew* múmkín. bul jumislarnı nol hám birdan ibarat ekilik kodida islewchi miroprotessorlar ámelge asıradı.

CMOS (komplementar metal-oksid yarımötkezgish) logikalıq qurilmalarında musbat yaki nol kernew “0” ni ańlatadı, teris kernew bolsa “1” ni bildiradi. Baza shınjırı Qosilmaganda emitter shınjırınan tok wtmaydı. bul hal logikalıq “0” ǵa sáykes keledi. Bazaǵa teris kernew berilgende shınjırda tok payda boladı, bul logikalıq “1” ǵa sáykes keledi<sup>1</sup>.

Shıǵıwnı tranzistar kollektariǵa ulasak, process Kerisinshe keshedi. bul xolda “0” ni “1” ga, 1 bolsa 0 ǵa aylantıruwshı. bul “emes” (NE) nomli logikalıq sxemaǵa iye bwlamiz.

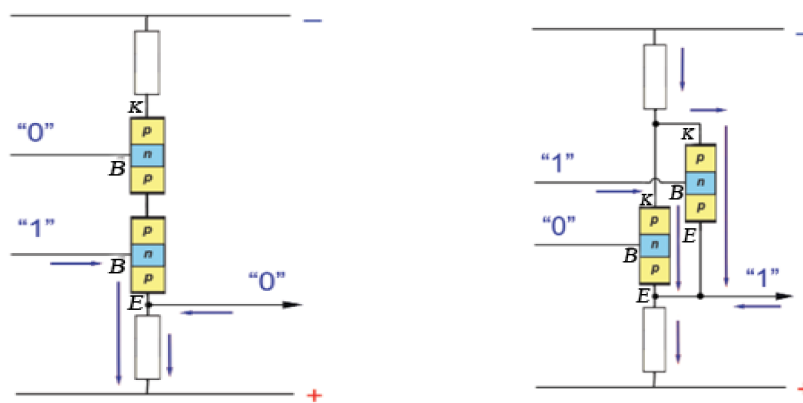


5.10 – súwret. Bir tranzistarli “Emes” logikalıq qurılıması

Bir neshe tranzistarlar járdeminde logikalıq “VA”, “YaKI” hám basqa quramalı logikalıq sxemalarnı payda qılıwımız múmkín. Házirgi zaman texnologiyalar járdeminde ólshemleri bir neshe mikron bolǵan tranzistarlar, fotosensorlar islep chiqılıwı múmkín.

<sup>1</sup> Dieter Vollath Nanoparticles-Nanocomposites-Nanomaterials. An introduction for beginners. – Wiley-VCH Verlag GmbH & Co.KGaA, Boschstr. Weinheim, Germany, 2013. – P. 322.





5.11 – súwret. “VA” hám “YaKI” tranzistarli sxemalar

Biroq, texnikaniń Keyingi rivoji nanometr өлshemli tranzistarlar jaratıwnı taqozo eta boshladi.

Bir qansha tranzistarlarnı biriktirib barlıq “VA”, “YaKI” hám “EMAS” logikalıq sxemalarnı payda qılıwımız múmkin. Kompyuterlarnıń tezkorligi birlik maydanǵa jaylasqan tranzistarlar sanına durıs boǵlańan.

Nanometr өлshemli tranzistarlar jaratıw ushın qılınǵan birinshi qozǵalıslar jaqsı nátiyjeler berdi. Bul haqqında keyingi paragraflarda tolıq toqtap ötemiz.

**Integral mikrosxema.** Mikrosxemalardıń elektronikada qollanı-lishi bul tarawda inqilobiy özgeriwlerǵa alıp keledi. bul kompyuter sanaatida őrqın namoën boldı. Mıńlab elektron lampalı, butun binoni iyellagan esaplaw mashinaları ornına ixcham, stol ústinde, hátte chwntakda joylasha alatuǵın kompyuterlar kirib keldi.

**Integral sxema (IS)** – bul mikroskopiyalıq qurilmalardıń (diod, tranzistar hám basqalar) bir podlojkada jıynalǵan sistemasıdır. Olar qovurılǵan kartaska bөlekchalarıǵa (ińlizcha **chip**) wxshagani ushın, bazan olardı **chipler** da dep ataladı.

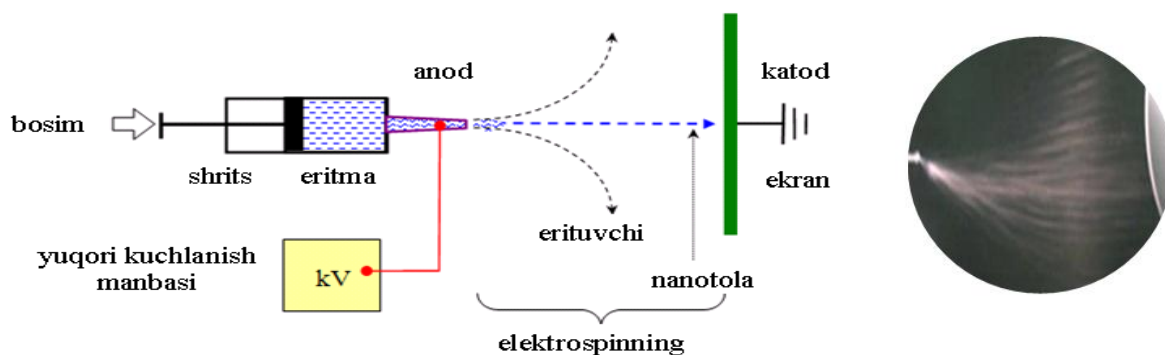
Maydanı  $1\text{sm}^2$  bolǵan chipte millionlab mikroskopiyalıq qurilmalar jaylasadı. Álbette bunday kishi maydanda jaylasqan million tranzistarnı kwlda bir birineulab shıǵıp balmaydı. bul haldan shıǵıw ushın jalǵız qurılmada - integral sxemada barlıq yarımөtkizgish qismlarnı hám olar arasındaǵı baylanıslarnı bir texnologik jaraēna biriktirib islep shıǵarıw usulları payda boldı.

### **Polimer nanotalalar payda etiwdiń elektrospin usulı**

Nanotalalar payda etiwde eń Házirgi zaman usullardan biri elektrospining bolıp, bul usuldıń prinsipial Tiykarı tiykarınan 1934 jılda usınıs etilgan. onda eritpe aǵım boyınsha joqarı kernewli úzliksiz elektr maydanı tásir ettirilganda, eritiwshin bwǵlanishi hámde polimer molekulalaları bir birineorientatsiēn birikib  $10 - 30\text{ sm}$

aralıkta talalar payda bolıwı kuzatilgan. Biraq dúzilgen talalar bir-birine chigallashib ketken hám noornıqlı dúziliske iye bolǵan. bul kemshiliklerni joq etiw, ornıqlı talalar, atap aytqanda, nanoөлshemli talalar payda etiwge 1990 jıllarǵa kelip Berklilik AQSh alımları sezilerli kirishishgan. Bunıń ushın jaqın maydonli elektrospining (*near-field electrospinning process*) qollanılǵan hám onıń effektivligi Házirde tez rivojlanaëtgan polimer nanotalalar alıwdıń jańa davri baslap bergen.

Elektrospin processı ichgichka ( $0,1 \div 2,0 \text{ mm}$ ) kapillyardan (*anoddan*) shıǵıp atırǵan polimer eritpe aǵımın hawada joqarı kernew ( $0,5 \div 50 \text{ kV}$ ) tásiri astında ekranǵa yaki barabańa (*katodga*) elektrostatalıq tartish hám aǵımdan eritiwshin tez bwǵlantirib shıǵarıp yubarıw hámde polimer molekularınıń orientatsion halǵa etkizip bir birineoralǵan (*eshilgan*) túrde nanoөлshemli tala kórinisinde payda etiwge tiykarlanǵandır. Ádette anod hám katod arasındǵı aralıqtıń hár bir *sm* ǵa bir *kB* dan úzliksiz kernew mwjlallab beriledi (1-keste). Elektrospin processiniń principial sızılması 12-súwrette keltirilgen<sup>5</sup>.



5.12-súwret.

Elektrospin principial sızılması (*a*) hám elektr maydanıda fileradan shıǵıp atırǵan polimer suyuq fazalı aǵımdan eritiwshin choshiliwı hám makromolekulardı orientatsion eshilgan halǵa nanotalalar bolıp formalanib ekranǵa barib túsishiniń fotosurati (*b*)








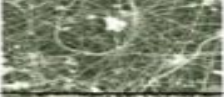
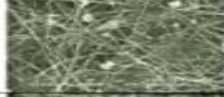

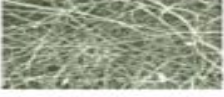
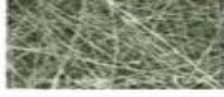

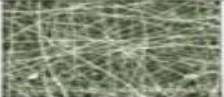
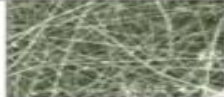


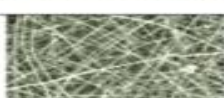


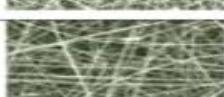
5.1-keste. Elektrospin nanotalaları morfologiyasıǵa polimer konsentraciya (*C*) hám joqarı elektr kernewiniń tásiri<sup>2</sup>.

*a*

*b*

<sup>5</sup> Холмунинов А. Полимерлар физикаси, Тошкент, Университет, 2015, 252 б.

<sup>2</sup> . Feng Kai. In investigation on phase behavior and orientation factor of electrospun nanofibers. The Uni. of Tennessee, Knoxville (US), 2005. –P. 106.

$C, \%$	$U, kV$		
	15	20	25
0,50			
0,75			
1,00			
1,25			
1,50			
1,75			
2,00			

Kernewni ( $15 \div 25 kV$ ) hám konsentratsiyani ( $0,5 \div 2,0 \%$ ) túrli muǵdarlarıda elektrosprin jaroënin ámelge asırıw arqalı har qıylı morfologiyaǵa iye bolǵan nanotalalar dúzilgen hám olardıń optimal shárayıtları anıqlanǵan. usı menen birge nanotalalar payda etiw Polimerlerdiń túrleri, konfiguratsiyasi, konformatsiyasi, molekulyar massalıq xarakteristikaları, polielektrolit qásiyetlerine da baylanıslıdır.

Polimer nanotalalarnı arnawlı qásiyetlerge iye balıwıda eritpeni quramı hám aralaspalar tabiyati da áhmiyetlidir. Usı takidlańan táreplergeni inábatqa alǵan túrde nanotalalarnı payda etiw úlken ámeliy ahamiyat kasb etedi.

#### **Qadaǵalaw sorawları:**

1. Yarımötkezgishli nanodiod hám nanotranzistar qanday ishlaydi?
2. Integral sxema degende neni túsinesiz?
3. Mikro- nanosxemalar qılıwdıda qanday tiykarǵı bosqichlar bar bolǵan?
4. MEMS hám NEMS texnologiyaların túsuntirib beriń.
5. Nanosensordardıń qanday túrleri bar bolǵan?
6. “Aqıllı chań” lar qaerlarda qollanıladı?
7. Nanoelektronika rawajlanıwınıń úsh tiykarǵı baǵdarları ne?
8. Nano- hám spintronika ne?
9. Nanomotarlardıń qanday túrlerin bilasiz?
10. Nanostrukturalı materiallar texnologiyasi neǵa tiykarlanadı?
11. Nanotalalar payda bolıwı qanday ámelge asırıladı?
12. Úzliksiz kernew nanotalalar payda bolıwında qanday rolǵı wınaydı?

## Paydalanilgan ádebiyatlar

1. Dieter Vollath Nanoparticles-Nanocomposites-Nanomaterials. An introduction for beginners. – Wiley-VCH Verlag GbH & Co.KGaA, Boschstr. Weinheim, Germany, 2013. – P. 322.
2. Feng Kai. In investigation on phase behavior and orientation factor of electrospun nanofibers. The Uni. of Tennessee, Knoxville (US), 2005. –P. 106.
3. Mustafa Akay. Introduction to Polymer Science and Technology & Ventus Publishing ApS, 2012, - P.169.
4. S. Siti Suhaily, H.P.S. Abdul Khalil, W.O. Wan Nadirah and M. Jawaid Bamboo Based Biocomposites Material, Design and Applications Additional information is available at the end of the chapter 2013. <http://dx.doi.org/10.5772/56057>
6. Xolmuminov A.A. Polimerler fizikasi, Taskent, Universitet, 2015, 252b.
5. [www.mitht.ru/e-library](http://www.mitht.ru/e-library)
6. [www.crisp-prometey.ru](http://www.crisp-prometey.ru)
7. [www.nanowerk.com/nanotechnology/labs/Tech\\_Uni\\_Berlin](http://www.nanowerk.com/nanotechnology/labs/Tech_Uni_Berlin)
8. [www.nanonewsnet.ru](http://www.nanonewsnet.ru).

## IV. ÁMELIY SHÍNÍGÍWLAR MAZMUNÍ

### 1-ámeliy shınıgıw:

#### Metall kompleksler payda bolıwın gidrodinamikalıq izertlew

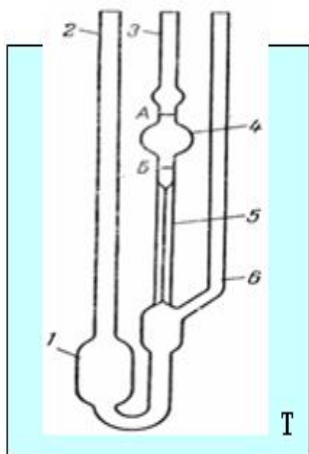
**Jumstın maqseti.** Metall ionlarını polimer makroionları menen metall-kompleksler payda qılıwını, olardıń ağıwshańlıgı, yaǵnıy jabısqaqlıgın özgeriwin gidrodinamikalıq usulda qadaǵalaw arqalı izertlewdi özlestiriw. Belgiliki, eritpeda metall-kompleksler sıyaqlı jańa faza payda bolsa, onda ishki súykeliw, yaǵnıy jabısqaqlıq özgeradi. Bunday wzgeriwni eń ápiwayı gidrodinamikalıq usulda, yaǵnıy viskozimetriya járdeminde qadaǵalaw effektlidir. Usı shınıgıwda tap usı usuldıń imkánıyatları özlestiriledi.

**Úlgi hám reagent:** Na-KMC polimeri,  $\text{SuCl}_2$  tuzi, distillańan suw.

**Qurılma hám qurılmalar:** Ubbelode kapillyarli viskozimetri (1-súwret), shisha termostat, pipetkalar ( $1 \div 10 \text{ sm}^3$ ), sekundomer, rezina grusha.

**Izertlewdi orınlaw usulı.** Na-KMC Úlgisiniń hám  $\text{SuCl}_2$  niń suwda koncentraciyaları  $S = 0,1 \%$  bolǵan eritpeleri tayarlanadı. **Birinshi bosqich.** Dastlab viskozimetrda  $25 \text{ }^\circ\text{S}$  temperaturada distillańan suwdıń aǵıw waqıtı ( $t_0$ ) wlchanadı hám viskozimetrdan suwni tukib quritiladi. Soń Na-KMC dıń ( $S = 0,1 \%$ ) eritpesidan 10 ml viskozimetrǵa salınadı hám onıń aǵıw waqıtı ( $t_i$ ) anıqlanadı.

Keyingi bolsa tuwrıdan tuwrı viskozimerda Na-KMC eritpesiǵa 2 ml suw salıp suyultiriladi hám onıń aǵıw waqıtı ( $t_i$ ) wlchanadı. Bunday wlchash eritpeǵa  $V_i = 2 \text{ ml}; 2 \text{ ml}; 4 \text{ ml}; 4 \text{ ml}; 8 \text{ ml}$  suw qosib suyultirilgan jaǵdayda takrorlanadı. Onnan soń viskozimetr distillańan suwda yuvib quritiladi. Nátiyjeler 1-kestege ězib barıladı.



1-súwret. Ubbelode kapillyarli viskozimetri

**Ēkinshi basqich.** Dastlab viskozimetrda  $25 \text{ }^\circ\text{S}$  temperaturada  $\text{CuCl}_2$  suwdagi ( $S = 0,1 \%$ ) eritpesiniń aǵıw waqıtı ( $t_0$ ) wlchanadı hám viskozimetrdan suwni tukib quritiladi. Soń Na-KMC niń ( $S = 0,1 \%$ ) eritpesinen 10 ml viskozimetrǵa salınadı hám onıń aǵıw waqıtı ( $t_i$ ) jáne bir bar wlchanadı. Keyingi bolsa tuwrıdan tuwrı viskozimerda Na-KMC eritpesiǵa 2 ml  $\text{CuCl}_2$  suwdagi ( $S = 0,1 \%$ ) eritpesi salıp suyultiriladi hám onıń aǵıw waqıtı ( $t_i$ ) wlchanadı. Bunday wlchash eritpeǵa jáne  $V_i = 2 \text{ ml}; 2 \text{ ml}; 4 \text{ ml}; 4 \text{ ml}; 8 \text{ ml}$   $\text{CuCl}_2$  eritpesi qosib suyultirilgan jaǵdayda takrorlanadı. Nátiyjeler 1-kestege ězib

bariladi. Viskozimetr distillańan suwda yuvib quritiladi.

### 1-keste

№	$t_o, s$	$t_i, s$	$\eta_{nis}$	$\eta_{sol}$	$\eta_{sol}/C, dl/g$	$C, g/dl$
Na-KMC eritpesi						
1						
2						
3						
4						
5						
Na-KMC eritpesi hám $CuCl_2$ eritpesi aralaspaları						
1						
2						
3						
4						
5						

Viskozimetrik wlchashlarda eritpeniń aǵıw waqıtı ( $t_i$ ) eritiúshi oqib túsiw waqıtı ( $t_o$ ) ǵa qatnası eritpe jabısqaqlıǵı ( $\eta_i$ ) ni eritiúshi jabısqaqlıǵı ( $\eta_o$ ) ǵa qatnasıǵa proporcionallıq principi bar bolǵan bolıp, oǵan muwapıq nisbiy jabısqaqlıq ( $\eta_{nis}$ ) tómendegishe topiladi

$$t_i / t_o \approx \eta_i / \eta_o = \eta_{nis} \quad (1)$$

Bunnan salıstırma jabısqaqlıq ( $\eta_{sol}$ ) tómendegishe anıqlanadı

$$\eta_{sol} = \eta_{nis} - 1 \quad (2)$$

Koncentraciyanıń ózgeriwleri ( $C_i$ ) tómendegishe esaplanadı

$$C_i = C_1 V_1 / (V_1 + V_i) \quad (3)$$

Eritpeniń hár bir  $C_i$  ları ushın keltirilgen jabısqaqlıq ( $\eta_{kel}$ ) anıqlanadı

$$\eta_{kel} = \eta_{sol} / C \quad (4)$$

Wlchash hám esaplawlar nátiyjeleri 1-kestege kiritiladi.

Na-KMC suwdagi hám  $SuCl_2$  dagi eritpeleri ushın  $\eta_{sol} / C$  ni S ǵa baylanıs grafikları tuziladi.

**Esabı.** Tájriybe nátiyjeleri hám esaplawlar tiykarında dúzilgen baylanıs grafiklarında kuzatidigan parq boyınsha metall-polimer kompleks payda bolǵanı, yaǵnıy jańa material dúzilgenligi bahalanadı.

### Paydalanılǵan ádebiyatlar

1. Dieter Vollath Nanoparticles-Nanocomposites-Nanomaterials. An introduction for beginners. – Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Boschstr. Weinheim, Germany, 2013. – P. 322.
2. Mustafa Akay. Introduction to Polymer Science and Technology & Ventus Publishing ApS, 2012, - P.169.
3. [www.nanometer.ru/](http://www.nanometer.ru/)

## 2-ámeliy shınıǵıw: Termoplastlar tiykarında qatlamlı materiallar payda etiwın kǵrgızbe etiw

**Jumıstıń mazmun hám mánisi.** Ámeliy jaqtan keń qollanılıp kiyatırǵan polietilen granulalar hám polietilentereftalat talalar tiykarında termomexanikalıq presslew usulıda qatlamlı materiallar payda etiw priciplerin ǵzlestiriw. Alınǵan qatlamlı materiallardıń sapasın Usı termoplastlar tiykarında islep shıǵarılıp atırǵan hám avtomobilsazlıkta ámeliy qollanılıp kiyatırǵan usı sıyaqlı qatlamlı materiallar menen salıstırıw.

**Tájriybe ǵlgileri:** Polietilentereftalat (PETF) talaları hám polietilen (PE) granulaları. **Qurılma hám qurılımlar:** Termomexanikalıq presslew labaratoriya qurılıması, termopara - inkatarlı tester, presslew yukları (1 - 10 kg).

**Esabat.** Qurılmanı



ámeliy islew

principi túsindiriledi

### Paydalanılǵan ádebiyatlar

1. Dieter Vollath Nanoparticles-Nanocomposites-Nanomaterials. An introduction for beginners. – Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Boschstr. Weinheim, Germany, 2013. – P. 322.
2. Mustafa Akay. Introduction to Polymer Science and Technology & Ventus Publishing ApS, 2012, - P.169.
3. [www.nanometer.ru/](http://www.nanometer.ru/)

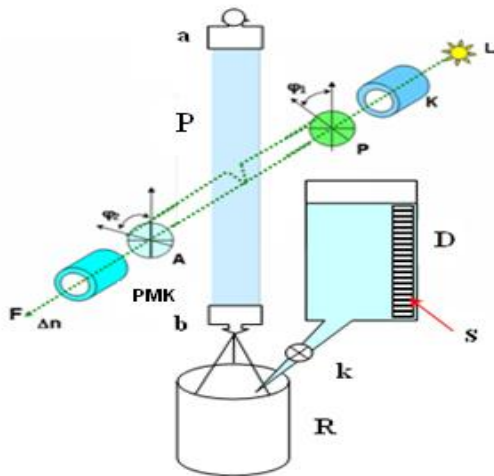
### 3-ámeliy shınıǵıw:

#### Plenkalar anizotropiyalıq qásiyetlerin polyarizacion-optikalıq usulda izertlew

Mel polietilen plenkanıń deformaciyalıq sozıwda ruy beredigan mexano-anizotropiyalıq ózgeriwlerin polyarizacion-optikalıq usulda qadaǵalawni ózlestiriw. Qos nur sınıwı kórsetkishin fiksaciya qılıw arqalı plenkanıń deformaciyalıq ózgeriwdegi orientaciya faktorin anıqlaw. Optikalıq hám mexanikalıq anizotropiyalar ózara baylanıslılıǵın analizlew.

**Polietilen plenka.** Mel polietilen plenkadan eni  $1\text{ sm}$  etib tasma ( $P$ ) kesiladi hám arnawlı polyarizatsion-optikalıq qurılmaǵa tómendegi sxema boyınsha polyarizatsion nur baǵdarıǵa perpendikulyar vertikal túrde wrnatiladi (1-súwret). Bunda joqarıdan qozgelmas qisqich ( $a$ ) menen plenka tutıp túriladi hám tómendan arnawlı idish ( $R$ ) ǵa qisqich ( $b$ ) arqalı biriktiriladi. Ishinde distillańan suw bolǵan shisha idish ( $D$ ) dan kran ( $k$ ) ashılıwı menen ( $R$ ) ǵa suw oqıw tusa baslaydı hám onıń kólemi ( $V, ml$ ) arnawlı shkala ( $s$ ) járdeminde wıchab barıladı. Suwdıń kólemi ( $V$ ) hám massa ( $m$ ) si teńligidan idish ( $R$ ) da massasi asıwı menen plenkani birlik

maydanı ( $S$ ) ǵa tásir etib deformaciyalıq chwzadigan mexanikalıq kúsh ( $F = mg$ ) hám kernew ( $\sigma = F/S$ ) vujudǵa keledi.



1-súwret. Plenka ushın arnawlı polyarizacion-optikalıq qurılma sızılması.

**Ólshewler.** Tájriybeler  $\lambda = 0,56 \cdot 10^{-4}$  sm tolqın uzunligida  $j_1, j_2$  hám  $d$  dıń muǵdarlarını  $\sigma$  nıń plenkani uziske shekem bolǵan muǵdarları diapazonida

wıchash arqalı ámelge asırıladi. Nátiyjeler tómendegi 1-kestegе qayd etiledi hám esaplanadi.

1-keste. Izertlew nátiyjeleri hám olardıń hisoblanishi

$\sigma, Pa$	$d, sm$	$j_1, ^\circ$	$j_2, ^\circ$	$dn$	$dn_o$	$b$



**Esabi.** Izertlew nátiyjeleri tiykarında makromolekulalar orientaciya faktori ( $b$ ) ni kernew ( $\sigma$ ) ға baylanıs grafıgi tuziladi hámde kernew astında konformatsion özgeriwler mánisi analiz qılınadı.

### Paydalanılğan ádebiyatlar

1. Dieter Vollath Nanoparticles-Nanocomposites-Nanomaterials. An introduction for beginners. – Wiley-VCH Verlag GmbH & Co.KGaA, Boschstr. Weinheim, Germany, 2013. – P. 322.
2. Mustafa Akay. Introduction to Polymer Science and Technology & Ventus Publishing ApS, 2012, - P.169.
3. [www.mitht.ru/e-library](http://www.mitht.ru/e-library)
4. [www.crism-prometey.ru](http://www.crism-prometey.ru)

### 4-ámeliy shınıǵıw:

#### Materiallar gewekligin sorbcion usılda anıqlaw principleri

Sorbcion usul principini suw puwlarını material quramına diffuzion kirib barıwın qadaǵalawǵa tiykarlangan bolıp, onıń járdeminde sorbcion process kinetikasi, materialdaǵı geweklerdiń ólshemleri, salıstırma sırtı hám kólemi sıyaqlı kórsetkishler anıqlanadı. Ámeliy shınıǵıwda  $U_{s1}$  parametrlerdi ámeliy anıqlawdıń tiykarǵı principleri ózlestiriledi.

*Sorbentniń salıstırma sırtın esaplaw.* Sorbcıya  $S$ -sıyaqlı izoterma menen xarakteristikalsansa, sorbentniń salıstırma sırtı ( $S_{sol}$ ) Ádette Brunauer, emmet hám Teller usınıs etgan teńlama (qısqacha BET usulısı) járdeminde esaplanadı:

$$(r_1/r_1^0)/a(1 - r_1/r_1^0) = (1/Ca_m) + (C - 1)/Ca_m)(p_1/p_1^0) \quad (1)$$

bul jerde  $r_1$  – sorbent átirapındaǵı bwg sorbatniń muvozanatlı basımı;  $r_1^0$  – toyınǵan bwg sorbatniń basımı; sorbsiyalańan zattıń konsentratsiyasi,  $mol/g$ ;  $a_m$  – yaxlit monomolekulyar qatlamdagi zattıń konsentratsiyasi,  $mol/g$ ;  $C$  – úzliksiz.

Usbu teńlamaǵa muwapıq  $(r_1/r_1^0)/a(1 - r_1/r_1^0)$  niń  $(r_1/r_1^0)$  ға baylanısı durıs sızıqlı bolıp, tańens múyesh boyınsha awısıwı  $k$  hám ordinata wqın kesip wtganda payda balǵan kesmasi  $b$  dan  $a_m$  hám  $C$  muǵdarlarını esaplaw múmkin:

$$a_m = 1/(k + b) \quad C = (k + b)/b \quad (2)$$

Buǵan muwapıq sorbent salıstırma sırtı tówendegishe esaplanadı:

$$S_{sol} = a_m \omega N_A * 10^{-7}, m^2/g \quad (3)$$

bul jerde  $N_A = 6,02 * 10^{23} mol^{-1}$  - Avogadro sanı;  $\omega$  - bir molekula iyellagan maydan bolıp, ol tómendegi teńlama boyicha esaplanadı:

$$\omega = 4 * 0,866 (M/4(2dN_A)^{1/2})^{2/3} \quad (4)$$

bul jerde  $M$  – sorbsiyalanadigan zat molekulyar massasi;  $d$  – onıń tıǵızlıǵı.

*Sorbent gewekleriniń ulıwma kólemin esaplaw.* Bir jinsli – juqagewekli sorbentler umimiy geweklerin kólemin esaplaw ushın Dubinin hám Radushkevich teńlamasi qollanladı:

$$lga = lg(W_o/V) - 0,43B(lg(p_1^o/p_1))^2 \quad (5)$$

bul jerde  $B$  - sorbatni  $1 mol$  kólemi;  $W_o$  – geweklerniń ulıwma kólemiǵa bwǵlarnı suyıqlıqqa aylanib toyınǵan haldagi kólemi;  $a$  – sorbat muǵdarı;  $B$  – úzliksiz.

(5) teńlamaǵa muwapıq  $lga$  hám  $lg(p_1^o/p_1)^2$  baylanıs durıs sızıqlı bolıp, ordinata wqın kesip wtganda payda balǵan kesmasi  $b = lg(W_o/V)$  ǵa teń bolıp, onda  $W_o$  - sorbent gewekleriniń ulıwma kólemi esaplanadı.

*Gewekler radiusın esaplaw hám differencial taqsimot grafigin (DTG) túziw.* Eger  $S_{sol}$  hám  $W_o$  belgili bolsa, gewekler ortasha radiusın  $r_{wr}$  tómendegi ifoda boyınsha esaplaw múmkin:

$$r_{wr} = (2W_o/S_{sol})10^4 \quad (6)$$

Sandayaq, gewekler radiusın ( $r$ ) anıqlawda Kelvin teńlamasi qollanladı:

$$r = 2\sigma_s V/RTlg(p_1/p_1^o) \quad (7)$$

bul jerde  $\sigma_s$  – sorbatniń bet tareńligi;  $R$  – universal gaz turaqlısı;  $T$  – temperatura.

Gewekler kólemin differencial taqsimot grafin radiuslar boyınsha túziw ushın desorbsiya izotermasi tiykarında ámelge asırılıwı múmkin. Bunıń ushın desorbsiya izotermasi bir neshe intervallarǵa bólinedi hám hár bir interval ushın desorbsiyalańan zattıń ( $\Delta a$ ) millimolları sanı hámde usı interval shetki tochkalariǵa sáykes kelgen radiuslar parqı ( $r_1 - r_2$ ) boyınsha ortasha muǵdarı ( $r_{wr}$ ) topiladi, yaǵnıy

$$r_{wr} = (r_1 - r_2)/2 \quad (8)$$

Desorbsiya miqdari bolsa bwni suyultirilgan kolemi  $\Delta V$  boyınsha esaplanadı:

$$\Delta V = \Delta aV \quad (9)$$

(8) hám (9) tiykarında  $\Delta V/V - r_{wr}$  baylanıs grafıgi, yaǵnıy *DTG* tuziladi.

Polimer sorbentler klassifikaciyalari boyınsha 4 turǵa bolenedi:

- geweksiz sorbentlar: *S*-sıyaqlı izotermalı,  $W_o = 0$  hám  $S_{sol} = 1 - 7 \text{ m}^2/\text{g}$ ;
- mikrogewekli, yaki bir jinsli-juqa gewekli sorbentlar: *T*-sıyaqlı izotermalı,  $r_{wr} \leq 15 \text{ \AA}$  hám  $W_o \leq 15 \text{ sm}^3/\text{g}$ ;
- özgeruvchan gewekli sorbentlar: *S*-sıyaqlı izotermalı,  $15 \leq r_{wr} \leq 2000 \text{ \AA}$ ,  $W_o = 0,8 \text{ sm}^3/\text{g}$  hám  $S_{sol} = 700 - 900 \text{ m}^2/\text{g}$ ;
- mikrogewekli polimer sorbentlar: *S*-sıyaqlı izotermalı,  $1 \leq r_{wr} \leq 10000 \text{ \AA}$ .

Sanı aytıp etiw kerek, Polimerlerdin temenmolekulyar birikpelerdi sorbsiyalash mexanizmi juda quramalı bolıp, ol juda kop faktorlarǵa bwgliqdir. Bunda sorbat hám polimerdin termodinamikalıq jijatdan uqsaslıǵı ahmiyetlidir. Sorbsiya processı sebepli polimer turli darejede kolemin ozgertiriwi hám bul process turli mexanizmler boyınsha amelge asıwı mumkin.

**Esabı.** Sorbcion parametrlerdi ameliy anıqlawdin tiykarǵı principiari ozlestiriledi hám tusindiriledi.

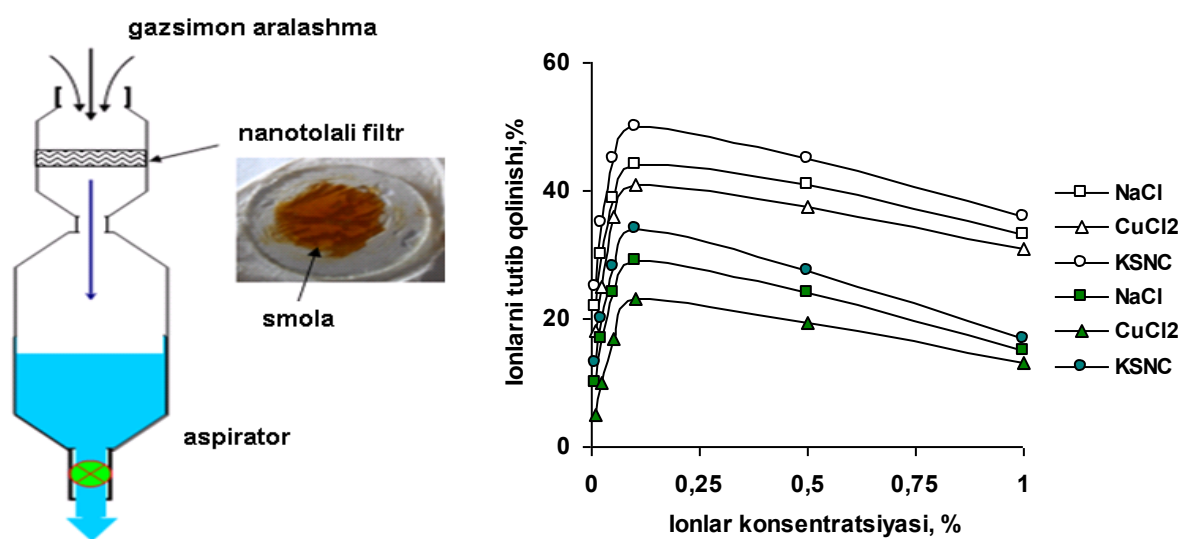
### Paydalanılǵan ádebiyatlar

1. Dieter Vollath Nanoparticles-Nanocomposites-Nanomaterials. An introduction for beginners. – Wiley-VCH Verlag GbH & Co.KGaA, Boschstr. Weinheim, Germany, 2013. – P. 322.
2. Mustafa Akay. Introduction to Polymer Science and Technology & Ventus Publishing ApS, 2012, - P.169.
3. S. Siti Suhaily, H.P.S. Abdul Khalil, W.O. Wan Nadirah and M. Jawaid Bamboo Based Biocomposites Material, Design and Applications Additional information is available at the end of the chapter 2013. <http://dx.doi.org/10.5772/56057>
4. [www.crism-prometey.ru](http://www.crism-prometey.ru)
5. [www.nanobot.ru](http://www.nanobot.ru)

## Nanofiltr materiallardın effektivligin bahalaw

Nanotalali toqıma emes materiallar gewekleriniñ nanodapazonda bolıwı, olar tiykarında nanofiltrler tayarlaw imkaniyatın beredi. Bunday materiallar áhmiyetli eki tárepi menen basqa filtrlerden parqlanadı: birinshiden, nanoөлshemli bөлshelerdi filtrleydi, ekinshiden, nanotalalardıñ sırtlıq aktivligi esabınan gewekler filtrlanaëtgan zatlardı selektiv türde uslap qalıw imkaniyatına iye boladı. Usı processler shınıǵıwda ámeliy özlestiriledi.

Nanotalalardıñ suyuqlıqlarnı filtrlashdagi effektivligin anıqlaw ushın mikrotalalar menen salıstırma salıstırw Tájriybeler wtkazılǵan. Bunda túrli koncentraciyalı tuz ionları Usı talalar tiykarında Alınǵan toqıma emes materiallar arqalı filtrlashda tutıp qalıwǵan ionlar muǵdarı anıqlanǵan. Nátiyjeler duzlar koncentraciyası 0,1 % ǵa shekem artıp bargonsha ionlarnı tutıp qalıw tez türde ámelge asıwını, duzlar konsentratsiyası 0,1 % dan úlken bolǵan tarawda ionlarnı tutıp qalıw biráz susayishin kwrstatǵan. Bunda Nanotalali material mikrotalalı materialǵa salıstırǵanda 1,5 mártedan kóbirek ionlarnı tutıp qalǵan .



1-súwret. Nanofiltr qurılımları sızılması (a), co-AN Nanotalali (oq belgili) hám mikrotalalı (qora belgili) filtrlerini ionlarnı tutıp qalıwdı qábiliyetin koncentraciyaǵa baylanıslılıǵısalıstırma analizi (b) .

**Esabi.** Nanofiltrniñ samadorligi sinash nátiyjeleri analiz qılınadı

### Paydalanılǵan ádebiyatlar

1. Dieter Vollath Nanoparticles-Nanocomposites-Nanomaterials. An introduction for beginners. – Wiley-VCH Verlag GbH &Co.KGaA, Boschstr. Weinheim, Germany, 2013. – P. 322.

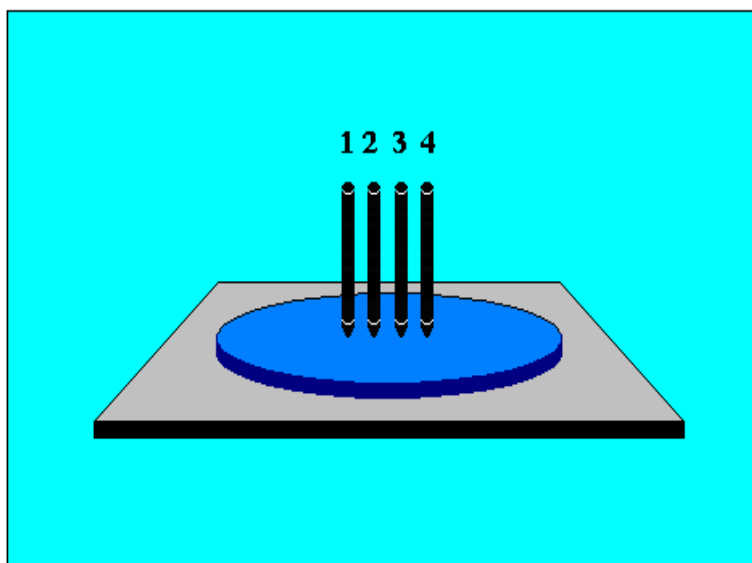
2. Feng Kai. In investigation on phase behavior and orientation factor of electrospun nanofibers. The Uni. of Tennessee, Knoxville (US), 2005. –P. 106.
3. Mustafa Akay. Introduction to Polymer Science and Technology & Ventus Publishing ApS, 2012, - P.169.
4. [www.mit.edu/~mitlib](http://www.mit.edu/~mitlib)
5. [www.nanobot.ru](http://www.nanobot.ru)

### 6-ámeliy shınıǵıw:

#### Nanoqatlamlı materiallardıń elektrofizikalıq qásiyetleri

Yarımǵızgıshlı metalloksidler tiykarında dúzilgen nanoqatlamlı materiallardıń salıstırma elektr ǵtkızgıshlıǵın tórt zondlı usulda anıqlawdıń principial tárepleri ǵzlestiriledi. Tájriyebeler arnawlı jıynalǵan qurılımda ǵtkiziledi hám izertlew nátiyjeleri tiykarında nanomaterialdıń elektr ǵtkızgıshlıq qábiliyeti bahalanadı.

#### *Tájriybe usulı.*



1-расм. Ярымǵızгıшч пластинаси сиртида зондларнинг жойлашшиши.

*Esabat.* Tájriybe usulın ámeliy qollaw hám nátiyjelerin analiz principleri túsuntiladi.

#### Paydalanılǵan ádebiyatlar

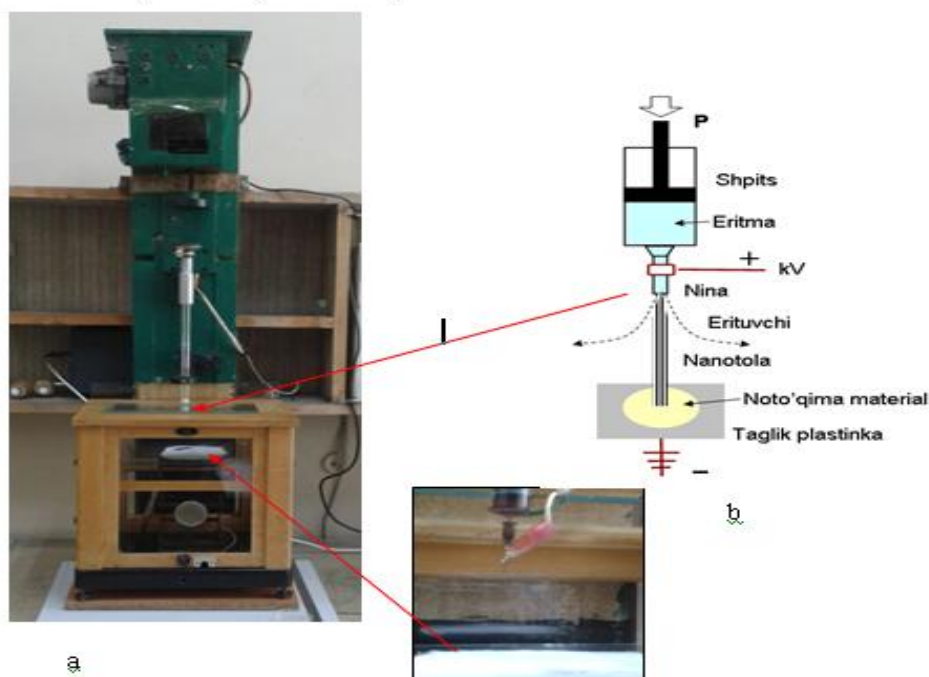
1. William D. Callister Jr. Materials Sciences and Engineering. An Introduction.

- John Wiley & Sons. Ins. 2007. – P. 975.
- Richard J. D. Tilley Understanding solids : the science of materials. -John Wiley & Sons Ltd, 2004. –R. 193.
  - Dieter Vollath Nanoparticles-Nanocomposites-Nanomaterials. An introduction for beginners. – Wiley-VCH Verlag GbH &Co.KGaA, Boschstr. Weinheim, Germany, 2013. – P. 322.
  - [www.mitht.ru/e-library](http://www.mitht.ru/e-library)

### 7-ámeliy shınıǵıw: (qoshpe) Nanotalalar payda etiwdiń elektrospin usılı

Joqarı kernew tásirinde filberadan (anod) shıǵıp atırǵan eritpeni ekranǵa (katod) tartılıwı sebepli eritiwshın puwlanıp ketiwi hám makromolekulyar shınjırlardı bir birineorientacion oralıp qalınlıǵı nanoөлshemlarde bolǵan talalar, yaǵnıy nanotalalar dúziledi. Usı ámeliy shınıǵıwda mazkur process ámelge asırıwdıń principal tárepleri özlestiriledi.

#### *Izertlew usılları.*



**Esabat.** Elektros핀 usılınıń islew pricipi túsindiriledi.

#### **Paydalanılǵan ádebiyatlar**

- Dieter Vollath Nanoparticles-Nanocomposites-Nanomaterials. An introduction for beginners. – Wiley-VCH Verlag GbH &Co.KGaA, Boschstr. Weinheim, Germany, 2013. – P. 322.
- Feng Kai. In investigation on phase behavior and orientation factor of electrospun nanofibers. The Uni. of Tennessee, Knoxville (US), 2005. –P. 106.

3. Mustafa Akay. Introduction to Polymer Science and Technology & Ventus Publishing ApS, 2012, - P.169.

4. [www.mitht.ru/e-library](http://www.mitht.ru/e-library)

5. [www.nanobot.ru](http://www.nanobot.ru)

### 8-ámeliy shınıǵıw: (qoshpe)

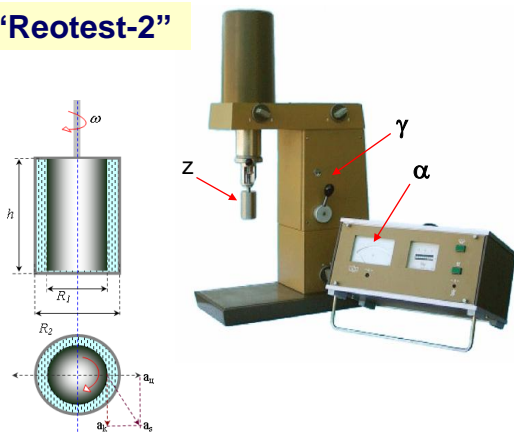
#### Nanodispers sistemalardıń reologiyalıq qásiyetleri

Nanodispers sistemalar, yaǵnıy quramında nanoөлshemli bөлeksheleri bolǵan konzentrlengen eritpe yaki geldin aǵıwında deformaciyalıq özgeriwlerin, yaǵnıy reologiyalıq xarakteristikaları, atap aytqanda, effektiv jabısqaqlıǵı hám jabısqaq aǵıwshańlıǵınıń aktivlik energiyaların anıqlawdıń principiери өзlestiriledi. Usı praktika izertlewi “Reotest-2” qurılmasında yaki arnawlı jıynalǵan “Reometr” qurılmasında ótkiziledi.

**Izertlew qurılması.** Reotest-2 qurılması,  $S/S_2$  - soaksial silindrler sisteması hám onı turaqlısı  $z = 8,06$  (1-súwret).

**Ólshewler.** Tájriybeler *II b* rejimda jılıw maydanın  $\gamma$  niń 12 jaǵdayıda ótkiziledi. Bunda indikatar kósetkishi  $\alpha$  ni muǵdarı qayd etiledi hám jılıw kernewi  $\sigma = \alpha * z$  dan anıqlanadı hámde 1-kestege kiritiladi.

#### “Reotest-2”



1-súwret. Reotest-2 qurılması.

Effektiv jabısqaqlıq  $\eta_{eff} = \sigma / \gamma$  esaplanadı hám natural logarifm ( $\ln \eta_{eff}$ ) muǵdarı topiladi. Tájriybeler 25, 40, 55, 70 °C da ótkiziledi hám har temperatura ushın  $\ln \eta_{eff}$  ni g ǵa baylanıslıq grafigi tuziladi hámde  $C \rightarrow 0$  shártidan  $\eta_{eff} = \eta$  muǵdarı topiladi. Nátiyjeler tiykarında eyriń-Frenkel formulasi (1) ǵa muwapıq  $\eta$  ni  $1/T$  ǵa baylanıs grafigi tuziladi hám awısıw burchagidan  $E_a$  ni muǵdarı anıqlanadı.

**Esabat.** Nátiyjeler tiykarında anıqlanǵan  $E_a$  ni muǵdarı ádebiyat maǵlıwmatları menen salıstırıladı hám onıń mánisi analiz etiledi.

### **Paydalanilgan ádebiyatlar**

1. William D. Callister Jr. Materials Sciences and Engineering. An Introduction. John Wiley & Sons. Ins. 2007. – P. 975.
2. Richard J. D. Tilley Understanding solids : the science of materials. -John Wiley & Sons Ltd, 2004. –R. 193.
3. Dieter Vollath Nanoparticles-Nanocomposites-Nanomaterials. An introduction for beginners. – Wiley-VCH Verlag GmbH &Co.KGaA, Boschstr. Weinheim, Germany, 2013. – P. 322.
4. [www.mitht.ru/e-library](http://www.mitht.ru/e-library)
- 5 [www.nanobot.ru](http://www.nanobot.ru)



## QADAĞALAW SORAWLARI:

1. Nanotexnologiya ne haqqındağı pán?
3. Materialtanıw predmeti ne?
4. Nanomaterialtanıw ne?
5. Házirgi zaman nanotexnologiyası nelerdi öz ishine aladı?
6. Metall hám keramikalıq materiallar quramına nelerden ibarat?
7. Metall nanobölekshelerdi ornıqlılastırıwda ne ushın kerek?
8. Qanday materiallar “Aqıllı” materiallar dep júritiledi?
9. Kompozitler degende neni túsinesiz?
10. Polimer materiallar basqa materiallarda qanday parqlanadı?
11. Elektronikalıq materiallar qanday principial táreplerge iye bolıwı kerek?
12. Keramikalıq materiallar tiykarın neler kuraydı?
13. Metallar na nometall materiallar túrleri nelerden ibarat?
14. Metallardıń tiykarǵı qásiyetleri hám materialtanıwdağı roli?
15. Materiallardıń amorf-kristall halları degende neni túsinesiz?
16. Fazalıq diagrammalar materialtanıwda neni ańlatadı?
17. Keramika materiallardıń utıs tárepleri nelerde kórinedi?
18. Keramika hám metall aralaspardıń tiykarında neler dúziledi?
19. Polimerler tiykarında qanday qásiyetli materiallar dúziledi?
20. Metall hám metall qatıspalar qanday abzallıqlarǵa iye?
21. Metallar, keramika hám polimerlerde elektr ótkizgishlikte qanday ámelge asadı?
22. Shishalar hám olardıń materiallarınıń qásiyetleri qanday ózgerdiriledi?
23. Termoplastlar ne hám olar túrine neler kiredi?
24. Polimerlerdiń dúzilisi hám qásiyetleriniń özine tán tárepleri ne?
25. Kompozicion material hám kompozitler ne?
26. Kompozitler tiykarǵı túrleri hám baǵdarları nelerden ibarat?
27. Tábiyy kompozitler qanday Mısallar keltira olasız?
28. Jasalma hám sintetikalıq kompozicion materiallar qanday dúziledi?
29. Kompozitler jaratıwdıń qanday fizikalıq faktorları bar bolǵan?
30. Keramik, metall hám polimer kompozitlerdiń principial parqları?
31. Qatıspalar hám kompozitler qanday parqlanadı?
32. Kompozitler fazalararalıq chegaralar neni ańlatadı?
33. Kompozitlerde Komponentlerara baǵlar qay dárejede boladı?
34. Kompozitler morfologiyası hám qásiyetleri qanday baylanıslıqqa iye?
35. Kompozitlerde matricanıń roli neden ibarat?

36. Armirlash neni ańlatadı hám kompozitlerde roli qanday?
37. Talalı armirlashda talalardıń qanday túrleri bar bolǵan?
38. Kompozitlerde siyrek ushırasatuǵın qásiyetler qanday basqarıladi?
39. Aralaspá hám kompozitler biri birinen qanday parqlanadi?
40. Elektrospin usulında neler dúziledi?
41. Nano – Qosımshasi qanday mánisti ańlatadı?
42. Balk – texnologiya ne?
43. Nanotexnologiya tarifiń aytiń?
44. Assembler ne?
45. Belok sintezleniw processin túsindiriniń?
46. i-RNK hám t- RNKlar ne vazipáni orınladı?
47. Birinshi nanotranzistar qachon jaratılǵan?
48. STM ne hám ol qanday ishlaydi?
49. AKM islewin túsuntiriniń.
50. öz – ózin jıynaw degende neni túsinesiz?
51. Fulleren qachon kashf etilgen?
52. Nanotútikshe qanday dúzilgen?
53. Nanotútikshe qollaniliwine Mısallar keltiriniń.
54. Nanotexnologiyalar qanday xatarlar keltirip shıǵarıwı múmkin?
55. Rivojlańan davlatlarda nanotexnologiyalarǵa qanday itibar berilmoqda?
56. Yarımotkizgishli nanodiod hám nanotranzistar qanday ishlaydi?
57. Integral sxema degende neni túsinesiz?
58. Mikro- nanosxemalar qılıwdıda qanday tiykarǵı bosqichlar bar bolǵan?
59. MEMS hám NEMS texnologiyaların túsuntirib beriniń?
60. Nanosensordardıń qanday túrleri bar bolǵan?
61. “Aqıllı chań” lar qaerlarda qollanıladı?
62. Nanoelektronika rawajlanıwınıń úsh tiykarǵı baǵdarları ne?
63. Nano- hám spintronika ne?
64. Nanomotarlardıń qanday túrlerin bilasiz?
65. Nanostrukturalı materiallar texnologiyasi neǵa tiykarlanadi?
66. Úzliksiz kernew nanotalalar payda bolıwında qanday rolǵa oynadı?

## V. KEYSLER BANKI

### Mini-keys 1.

*«Ekspert keńesi: umtılıw hám ósiw?»*

Tınlawshılardıń bilimin bahalawda olardıń biliwi talap etilgen shegara dárejesinde sınaq ótkiziledi. Materiallardı jaqsı ózlestirgen tınlawshılar bahalangannan soń ádette erisken bilimleri tiykarında toqtap qaladı hám qosımsha bilinishi yuksaltiriske intilmaydı. Materiallardı jaqsı wlashtirmagan Tınlawshılar bahalaw sınaqınan ozod qılıwlarını hohlaydı hám oǵan intiladılar, biraq bilimi tiklash intilmaydılar.

*Nege bulay jaǵday baklanadı? Bunı joq etiw ushın ózińizdiń usınısıńızdı beriń.*

### **Mini-keys 2.**

***“Kompozicion materiallardıń sapası – olardıń quramlıq komponentleriniń fizikalıq qásiyetleri”***

Zavodda hár bir partiyada islep shıǵarılgan kompozicion materiallar sapai ózgerib turadı hám bul hal úzliksiz Qadaǵalawda boladı. MSapani jaqsılash ushın texnologik parametrlerdı qayta tanlaw hám komponentlerni qayta sınaqdan ótkiziw talap etiledi. Bunday jol tutish zavodni belgili múddet toqtatiske sebep bolıwı múmkin. Shunda texnikalıq keńash hám jetekshi qánigeler vaziyatdan shıǵıp ketish ushın túrli xildagi óz pikirleri bildiradi. Optimal echim tabıwǵach onı ámelge asırıw ushın qaror qılınadı.

*Nege bunday jaǵday baqlanadı? Bunı joq etiw ushın ózińizdiń usınısıńızdı beriń. Kompozit islep shıǵaruwshılar qanday jol tutıwı kerek?*

### **Mini-keys 3.**

“Nanotexnologiya” sóziniń ózinde 2 atamanıń “nano” hám “texnologiya” terminlerin túsindirip beriń.

*Bul atamalarǵa qachan hám qay jerde? kim tárepinen tiykar salınǵan?*

### **Mini-keys 4.**

Yarımtótkizgishli metalloksidler tiykarında dúzilgen nanoqatlamlı materiallardıń salıstırma elektr ótkizgishligin tórt zondlı usılda anıqlawdıń principial táreplerin ózlestiriw, Tájriybeler arnawlı jıynalǵan qurılmada ótkiziw hám izertlew nátiyjeleri tiykarında nanomaterialdıń elektr ótkizgishlik qábilietin bahalaw jollarını izohlab beriń?

*Bu processti ámelge asırıw izbe-izligin jazıp beriń?*

### **Mini-keys 5.**

***«Nanomateriallardıń joqarı effektli qásiyetlerge iye ekenligi belgili, biraq bunday köz benen kórip balmaytugın materiallardıń qásiyetleri qanday anıqlanadı»***

Belgiliki, nanomateriallar asl ólshemin elektron mikroskoplar arqalı anıqlaw múmkin. Onıń qásiyetlerin tap ólshemi baylanıslı ekenligi biliw ushın sol diapazonda tán izertlewler yaki tekseriwler ótkiziw kerek boladı. usı sebepten arnawlı sınaq qollanmaları kerek boladı. Lekin, nanomateriallar tiykarında mikro

yaki onnan úlkenroq materiallar formalantirilsa olardı qásiyetleri anıqlaw imkániyati asadı. Bunday jol tutilgan anıqlanğan qásiyet nanomaterialğa tegishlimi yaki mikromaterialgami? degen soraw vujudğa keledi. Bunday problemalı vaziyatni joq etiw sezilerli ilimiy jandasıuni talap etedi.

*Usı problemalı jaǵdaydı joq etiw boyınsha öz pikirinizdi bildiriń. Nanomaterialdıń siyrek ushurasatuǵın qásiyetlerin tuwrıdan tuwrı anıqlap bolama?*

### **Ovoza qılıw**

#### ***Tiykargı keysti islep shıǵıw.***

Hár bir gruppa minikeyslerdi islep shıǵıwda tiykargı keystiń sheshimin tabıw boyınsha erisken bilimleri boyınsha óziniń usınısın beredi. Bunıń nátiyjesinde ol yaki bul qarar qabıl qılınadı yaki juwmaqqa klinedi.

### **IV basqısh. Refleksiya**

#### ***«Refleksiya ketekshesi»***

Tıńlawshılar klass-ustasın haqıyqıy bahalaydı. Óziniń sınıın arawlı ketekshege saladı.

Keys etkiziw boyınsha ulıwma juwmaq qılıń (assessment).

## VI. ӨZ BETINSHE TÁLIM TEMALARI

### Өz betinshe jumıstı sholkemlestiriwdiń forması hám mazmunı

Tınlawshı öz betinshe jumıstı belgili Moduldi qásiyetlerin esapqa alǵan halda tómendegi formalardan paydalanıp tayarlawı usınıs etiledi:

- normativ xujjetlerden, oqıw hám ilimiy ádebiyatlardan paydalanıw tiykarında modul temaların úyreniw;
  - tarqatpa materiallar boyınsha lekciyalar bólegin ózlestiriw;
  - avtomatlastırılǵan úyretiwshi hám qadaǵalaw qılıwshı programmalar menen islew;
  - arnawlı ádebiyatlar boyınsha modul bəlimleri yamasa temaları ústinde islew;
- Tınlawshınıń kásiplik jumısı menen baylanıslı bolǵan modul bəlimleri hám temalardı tereń úyreniw.

### Өz betinshe tálim temaları

1. Házirgi zaman materialtanıw klassifikaciyası
2. Materialtanıw fizikasınıń tiykarǵı hám keleshekli baǵdarları.
3. Házirgi zaman materialtanıwda jetekshi rawajlanıw tendenciyaları
4. Házirgi zaman materialtanıwdıń tayanısh pánleri hám olardıń bir biri menen úzliksiz baylanıslılıǵı
5. Materialtanıw tarixi: wtmishi, buguni hám ertasi
6. Materiallardıń arnawlı hám siyrek ushırasatuǵın fizikalıq qásiyetleri hámde olardıń namoën bolıw principi
7. Metall materiallar fizikası hám olardıń insániyat taraqiétidagi ornı
8. Materialtanıw fizikası hám injenerliginiń úzliksizligi
9. Keramikalıq materiallar fizikası hám olardıń ámeliy ahamiyatları
10. Polimer materiallar fizikası hám onıń polimerler ximiyasi hám texnologiyaları pánleri menen baylanıslılıǵı
11. Polimer kompozitler hám olardıń tiykarǵı tárepleri
12. Metall-keramikalıq hám polmer-metall kompleksler hám kompozitler.
13. Kompozitlerde matricalar, toltırıwshılar hám plastifikatarlardıń roli hám olardıń fizikalıq qásiyetlerin basqarıw imkániyatları
14. Aqıllı (smart) materiallar fizikası hám olardıń siyrek ushırasatuǵın tárepleri
15. Materiallarda yad tosıqıksi hám onıń namoën bolıw principi
16. Elektronikalıq materiallar hám olardıń Házirgi zaman kompýuter texnologiyalarıdaǵı ornı.
17. Nanoobektler hám olardıń fizikalıq xarakteristikaları hám ámeliy qollanıw imkániyatları

18. Nanoböleksheler hám nanostrukturalardıń formalanıw usulları hám nanotexnologiyalar
19. Házirgi zaman materialtanıwda nanofizika hám nanomaterialtanıw ornı hám keleshekleri
20. Materiallar morfologiyası hám onıń ámeliy áhmiyeti
21. Materiallar Möldirligi, izotrop hám anizotropiyalıq qásiyetleri hám olardıń namoën bolıwı principleri
22. Joqarı elastik materiallar hám olardıń amaliyatda qollanıw keleshekleri
23. Nanotalali toqıma emes materiallar payda bolıwı hám olardıń ámeliy qollanıw imkánıyatları
24. Keramikalıq kompozitler, wtğa shıdamlı materiallar hám olardıń islep shıǵarıw principleri hám keleshekleri
25. Nanoөлshemli materiallarda elektrofizikalıq hám magnitik qásiyetleri kóriniwiniń ózine tán tárepleri
26. Respublikamızda tez rivojlanaëtgan materialtanıw tarawları
27. Quyash energiyasınan paydalanıwda materialtanıw pánleri hám texnologiyalardıń imkánıyatları. Quyash elementleri
28. Bioparchalanuvchin materiallar hám olardıń tabiyatdagi áhmiyetli ornı
29. Jańa áwlad materialları hám olardı jaratıw imkánıyatları
30. Siyrek ushırasatuǵın materiallar hám olardı qayta islewdiń keleshekli jolları

## VII. GLOSSARIY

Termin	qaraqalpaqsha mazmunı	İnlizcha mazmunı
<b>Adsorbciya</b>	Qattı material sırtında gaz sıyaqlı hám suyıqlıklar molekularınıń kontakt bolıwında baylanısı	Bonding of a thin layer of gaseous or liquid molecules to the surface of a solid or liquid with which they are in contact.
<b>Allotropiya</b>	Qattı faza sırtına zattıń qandayda bir fazada (gaz yaki suyıqlıq) shıǵıwı	The ability of a substance to exist in more than one phase in the solid (or indeed, liquid and gaseous) state.
<b>Alyuminiy oksid</b>	Alyuminiy oksid dep júritiledi, $Al_2O_3$	Common name for aluminium oxide, $Al_2O_3$ .
<b>Amorf</b>	Noregullyar, tártipsiz kristallanbaǵan qattı hal	Without the regular, ordered structure of crystalline solids.
<b>Amorf polimer</b>	Molekulyar shıńjırları noregullyar konformaciyaǵa iye bolǵan polimer	A polymer in which the molecular chains exist in the irregular conformation
<b>Anizotropiya</b>	Izotrop balmaǵan, yaǵnıy túrli baǵdarlarda túrli qásiyetler ózinde kórsetetuǵın material	Not isotropic; i.e. having different properties in different directions.
<b>Aqılı materiallar</b>	Sırtkı ortalıq tásirinde óziniń áhmiyetli qásiyetlerin, dúzilisi hám funkciyasın ózgartiriw qábilietine iye bolǵan materiallardır	The ability of a materials to exist in more than one properties, structural and functional change abilities in aspects of using their
<b>Biomateriallar</b>	Organizmge implatat sıpatında qollanatuǵın materiallar.	The materials are used so implant in organism
<b>Bioidrawshı (biodegradacion) polimer</b>	Tábiyiy processler hám bakteriyalar tásirinde belgili waqıt dawamida ıdıraytuǵın polimer	A polymer which degrades over time through the action of bacteria and natural processes.
<b>Baǵ</b>	Atomlardı bir birin tutıp turıwshı mexanizmi baǵ. Bul mexanizm hámme waqıt elektronlar tásirlesiw processine tiykarlanǵan. Baǵlar kovalent, ion, metall hám vandervaalıs baǵları	As applied to atoms, the mechanism by which two (or more) atoms are held together. The mechanism is always reliant on some electron process. Common types include covalent, ionic,

	túrlerine bəlinedi.	metallic and van der Waals.
<b>Desorbciya</b>	Molekulaları birikken sistemada qattı hám suyıq fazalardıń ajralıwı.	Breaking of the bond holding molecules to the surface of a solid or liquid.
<b>Házirgi zaman materialtanıw páni</b>	Házirgi zaman islep shıǵarıwdıń belgili shárayıtlarında isleytuǵın konkret tovarlar ushın materiallardı racional tanlaw wazıypasın sheshiw ushın xızmet qıladı	The modern direction of material sciences which hold the aspects of production any materials and goods by rational choosing of their tasks and problems desolutions
<b>Ekilemshi deformaciyalanıw</b>	Materialdıń mexanikalıq deformaciyasında material sozılıwınıń kərinıwi.	Mechanical deformation of a material induces strain in the material.
<b>Karbid</b>	Uglerod hám qandayda bir metall tiykarındaǵı kámpound material	A compound of carbon and one or more metals.
<b>Keramika</b>	Tipik ion baǵlı material, metall anionlar hám metall emes kationlar tiykarında boladı.	A predominantly ionic bonded material made up of metallic anions and non-metallic cations.
<b>Keramikalıq materiallar</b>	Quramında metall hám nometall elementler əzara ximiyalıq birikken jaǵdayda dúzilgen noorganikalıq materialdır	The nonorganic materials are formed after chemical bonds metals and nonmetals in the volume of materials
<b>Komponent (koncitent)</b>	Individual ximiyalıq subtanciya (element yaki qosımsha), qatıspaǵa qosıladı. Uglerodlı polatlar komponentleri Fe hám C. Bronzada Cu hám Sn.	The individual chemical substances (elements or compounds) present in an alloy system. The components in carbon steel are Fe and C. In bronze they are Cu and Sn.
<b>Kristall</b>	Kristall tártipli dúziliske iye bir yaki bi neshe qıylı atomlar tutqan birikpe, keńislik tiykarında baǵdarları regullyar jaylasqan	A crystal consists of identical structural units, consisting of one or more atoms, which are regularly arranged with respect to each other in space
<b>Kristallanıw</b>	Kristallanıw eritpeler suwıtılıwında ámelge asadı.	Crystallization occurs when a saturated solution is cooled.
<b>Kristallografiya</b>	Kristallar fizikası, kristall strukturanı úyreniw, kristallar defektlerin anıqlaw hám t.b.	Crystal's physics, study of crystalline structure, defects of crystals and other
<b>Kristall defekti</b>	Kristall reshетка dúzilisi nomukammal dúziliwi defekt	A defect can be any imperfection in the lattice



	esaplanadı.	structure of a crystal
<b>Matrica</b>	Kompozit komponenti hám onıń tiykarı. Máselen, talalar onda jaylasadı	The component of a composite material in which the fibres are embedded.
<b>Materialtanıw yaqi materiallar haqqındaǵı pán</b>	Qattı materialardıń qásiyetleri hám bul qásiyetler qanday qılıp kompozicion material hám strukturasın úyrenedi.	The study of the properties of solid materials and how those properties are determined by a material's composition and structure.
<b>Materialtanıw predmeti</b>	Materiallardıń dúzilisi, jańaların jaratıw principleri hám texnologiyaların islep shıǵıw hámde qollanıw tarawların belgilewden ibaratdır.	The subject is consist about of structure, carried out new principles and technology of materials and fount out the applications fields of materials
<b>Metall tegislew</b>	Metalldı ústindegi operaciya bolıp, metall bóksheleri menen sırtqa islew beriledi.	A metal-forming operation in which a piece of metal is pulled through a die in order to reduce the cross-section.
<b>Metallurgiya (metaltanıw)</b>	Turli metallardıń qásiyetlerin úyreniw	A study of properties of different materials
<b>Nanomateriallar</b>	Ólshemi nanodiapazonda bolǵan hám usı ólshemge tán siyrek ushırasatuǵın hám arnawlı qásiyetlerin ózinde kórsetetin materiallar túri	Nanosize materials with are carrying out the original and specifically properties in using the materials in different fields
<b>Nanotexnologiya</b>	Bul atomlar dúzilisiniń nátiyyjesinde atom hám molekularardıń berilgen tártipte jaylastırıw jolı menen islep shıǵarw usıllarınıń jıyındısı bolıp tabıladı	
<b>Polimer materiallar</b>	Makromolekulyar dúziliske iye birikpeler tiykarında dúzilgen materiallar.	The materials are forming on the base of macromolecular structured compounds
<b>Suyıqlanıw temperaturası</b>	Qattı haldan suyıq halǵa ótiw temperaturası	The temperature at which a solid starts to transform to the liquid state.
<b>Uglerod talalar</b>	Eń jaqsı uglerod talalar poliakrilonitril (PAN) tiykarında alınadı. Bul PAN nıń jıllılıq tásirinde grafit jaǵdayına ótiwi.	The best carbon fibres are prepared from polyacrylonitrile (PAN). PAN is converted into graphite through a sequence of carefully controlled heat

		treatment operations.
<b>Shoyın</b>	Quramında 2-4 % uglerod tutqan temir.	Iron containing 2-4% carbon.
<b>Shisha tala</b>	Shisha tiykarındaǵı tala bolıp, plastik sıyaqlı tabiyatqa iye	By far the most widely used fibre reinforcement for plastics
<b>Elastik deformaciya</b>	Materialdın sırtqı tásir astında sozılıwı hám tásir alıp taslanǵannan soń dáslepki jaǵdayına qayta tikleniw processi	Change in shape of a material subject to an applied stress in which the initial shape is completely recoverable with negligible time delay when the stress is removed.
<b>Elektrokeramika</b>	Keramikanıń elektronikada qollanıwı. Bul material kóp hallarda dielektrikler sıpatında qollanıladı.	A ceramic that is used for an electronics application. The most common use is for the dielectric of capacitors.
<b>Cement</b>	Bul atama qatıruwshı yaqi jabıstırıwshı mánisine iye. Cement tiykarınan qatıruwshı sıpatında isletiledi. Ol suw tásirinde júdá tez qatadı.	A term used to describe any binding agent or adhesive. Cement is used as the binding agent for concrete, and hardens as it slowly reacts with water.
<b>Cementlesken</b>	Temir uglerod birikpe, $Fe_3C$ . Ferritten qattıraq hám bekkem.	Iron carbide, $Fe_3C$ . Harder and stronger than ferrite, but not as malleable.
<b>Qos nurdın sınıwı</b>	Qos nurdın sınıwı materialdan jaqtılıq nurı ótiwinde ekige ajralıp sınıwı. Bul effekt ótken nurdın polarizaciyalanıw jaǵdayınıń ózgeriwinde .	A material is birefringent if a ray of light passing through it experiences two refractive indices. The effect of this is to change the polarization state of the transmitted light.

## **VIII. ÁDEBIYATLAR DIZIMI**

### **Ózbekstan Respublikası Prezidentiniń miynetleri**

1. Mirziëev Sh.M. Buyuk kelajagimizni mard va olijanob xalqimiz bilan birga quramiz. – T.: “Wzbekiston”, 2017. – 488 b.
2. Mirziëev Sh.M. Milliy taraqqiät ywlimizni qatiyat bilan davom ettirib, yangi bosqichga kwtaramiz. 1-jild. – T.: “Wzbekiston”, 2017. – 592 b.
3. Mirziëev Sh.M. Xalqimizning roziligi bizning faoliyatimizga berilgan eng oliy bahodir. 2-jild. T.: “Wzbekiston”, 2018. – 507 b.
4. Mirziëev Sh.M. Niyati ulug' xalqning ishi ham ulug', haëti ërug' va kelajagi farovon bwladi. 3-jild.– T.: “Wzbekiston”, 2019. – 400 b.
5. Mirziëev Sh.M. Milliy tiklanishdan – milliy yuksalish sari. 4-jild.– T.: “Wzbekiston”, 2020. – 400 b.

### **II. Normativ-huqiyqiy hújjetler**

6. O'zbekiston Respublikasining Konstitutsiyasi. – T.: O'zbekiston, 2023.
7. O'zbekiston Respublikasining 2020 yil 23 sentyabrda qabul qilingan “Ta'lim to'g'risida”gi O'RQ-637-sonli Qonuni.
8. O'zbekiston Respublikasining “Korrupsiyaga qarshi kurashish to'g'risida”gi qonuni”
9. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2015 yil 12 iyun' “Oliy ta'lim muasasalarining rahbar va pedagog kadrlarini qayta tayyorlash va malakasini oshirish tizimini yanada takomillashtirish chora-tadbirlari to'g'risida”gi PF-4732-sonli Farmoni.
10. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2019 yil 27 may “O'zbekiston Respublikasida korrupsiyaga qarshi kurashish tizimini yanada takomillashtirish chora-tadbirlari to'g'risida”gi PF-5729-son Farmoni.
11. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2019 yil 27 avgust “Oliy ta'lim muassasalari rahbar va pedagog kadrlarining uzluksiz malakasini oshirish tizimini joriy etish to'g'risida”gi PF-5789-sonli Farmoni.
12. O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 2019 yil 23 sentyabr'

“Oliy ta'lim muassasalari rahbar va pedagog kadrlarining malakasini oshirish tizimini yanada takomillashtirish bo'yicha qo'shimcha chora-tadbirlar to'g'risida”gi 797-sonli Qarori.

13. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2019 yil 8 oktyabr “O'zbekiston Respublikasi oliy ta'lim tizimini 2030 yilgacha rivojlantirish kontseptsiyasini tasdiqlash to'g'risida”gi PF-5847-sonli Farmoni.

14. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022 yil 28 yanvardagi “2022-2026 yillarga mo'ljallangan Yangi O'zbekistonning taraqqiyot strategiyasi to'g'risida”gi PF-60 son Farmoni.

15. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022 yil 25 yanvardagi “Respublika ijro etuvchi hokimiyat organlari faoliyatini samarali yo'lga qo'yishga doir birinchi navbatdagi tashkiliy chora-tadbirlar to'g'risida”gi PF-14 sonli Farmoni.

### **Arnawli ádebiyatlar.**

1. James F. Shackelford, University of California, Davis. Introduction to Materials Sciences and Engineers. 8<sup>th</sup> Edition 2015. - P.22.

2. William D. Callister Jr. Materials Sciences and Engineering. An Introduction. John Wiley & Sons. Inc. 2010. – P. 1000.

3. Suzdalev I.P. Fiziko-ximiya nanoklastero, nanostruktur i nanomaterialov. – M.: Kom.kniga, 2006 g.

4. Gusev A.I. Nanomateriali, nanostrukturı, nanotexnologii.-M.: Fizmatlit. – 2007 g.

5. Petrov Yu.I. Klasterı i malie chastici. –M.: Nauka. – 1986 g.

6. Teshebaev A.T., Zaynabidinov S., Ismailov K.A., i dr. Nanozarralar fizikasi, kiməsi va texnologiyalari. –Ukuv qullanma. – Toshkent.: -2014. – 368 v.

7. Dieter Vollath Nanoparticles-Nanocomposites-Nanomaterials. An introduction for beginners. – Wiley-VCH Verlag GmbH & Co.KGAA, Boschstr. Weinheim, Germany, 2013. – P. 322.

8. Mustafa Akay. Introduction to Polymer Science and Technology & Ventus Publishing ApS, 2012, - P.169.

9. Richard J. D. Tilley Understanding solids: the science of materials. -John Wiley & Sons Ltd, 2004. –R. 193.

10. S. Siti Suhaily, H.P.S. Abdul Khalil, W.O. Wan Nadirah and M. Jawaid Bamboo Based Biocomposites Material, Design and Applications Additional information is available at the end of the chapter 2013.

11. Rolf Klein. Material Properties of Plastics,- Wiley-VCH Verlag GmbH

&Co. KGaA, Boschstr. Weinheim, Germany, 2011. – P. 68.

12. Thomas Hanemann. Polymer-Nanoparticle composites: From Synthesis to Modern Applications. – Materials, 2010. – P.50.

13. Introduction to Materials Sciences and Engineers. Techbooks/GTS, 2005. - r.22.

#### **Internet resurslar**

1. [www.nanonewsnet.com](http://www.nanonewsnet.com)
2. [www.crisp-prometey.ru](http://www.crisp-prometey.ru)
3. <http://dx.doi.org/10.5772/56057>
4. [www.rfreitas.com](http://www.rfreitas.com)
5. [www.kurzweilai.net](http://www.kurzweilai.net)
6. [www.e-drexler.com](http://www.e-drexler.com)
7. [www.foresight.org](http://www.foresight.org)
8. [www.nano.gov](http://www.nano.gov)
9. [www.nasa.gov](http://www.nasa.gov)
10. [www.universaldisplay.com](http://www.universaldisplay.com)
11. [www.memx.com](http://www.memx.com)
12. [www.cmp.caltech.edu](http://www.cmp.caltech.edu)
13. <http://domino.research.ibm.com>
14. [www.eyedesignbook.com](http://www.eyedesignbook.com)