

## Квазикристаллдың ашылуы

Инсаният тәрепинен тәбиат хәм жәмийет нызамлылықларын изертлеу барысында жүдә көп илимий жаңалықтар ашылған. Солардын ишинде сондай уллы жаңалықтар бар болып, олар раўажланыу барысында өз актуаллығын жоғалтқан айрым илимий теорияларды бийкарлауы менен бир қатарда инсаният ой пикиринде де үлкен сапа өзгерислер пайда етеди. Бундай жаңалықтар қатарына астрономияда Кеплердің белгили нызамларын, математикада Лобачевский тәрепинен усынылған евклидлик емес геометрияны, физикада Эйнштейннің салыстырмалылық теориясын киритиу мүмкин.

Израиллық физик хәм химик илимпаз Дэниэль Шехтман тәрепинен 1984-жылда ойлап табылған квазикристаллар теориясында жоқарыда айтылған жаңалықтар қатарына киритиу мүмкин (Бул жаңалығы ушын ол 2011-жылы химия илими бойынша Нобель сыйлығын алды).

Бул ойлап табыуды түсиниу хәм әхмийетин аңлау ушын айрым керекли мағлыұматларды келтирип өтемиз.

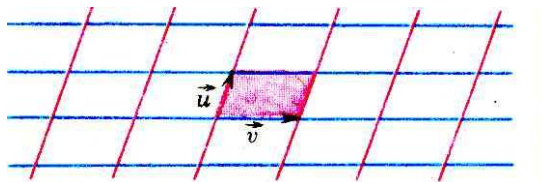
Қатты денелер физикасы пайда болғанлы бери тәбиаттағы барлық қатты денелерди еки классқа ажыратуу байқалады: 1. Кристаллар - денени пайда етип турған бөлекшелер (атомлар, ионлар, молекулалар) өз-ара кеңисликли решеткалар төбелери сияқлы қатаң нызамлылық тийкарында жайласқан қатты денелер; 2. Аморф денелер – бөлекшелери өз-ара тәртипсиз жайласқан қатты денелер. Қатты денелерди бундай еки классқа бөлиу ХХ әсирдің ақырына шекем сақланып келди.

Шехтман 1984-жылы аса тез сууытыу нәтийжесинде алынған алюминий менен марганецтиң  $Al_{0,86}Mn_{0,14}$  қоспасы структурасын микроскоп жәрдемінде бақлау барысында, оның структурасы кристаллардикине де, аморф денелердикине де уксамайтуғынлығын анықлады. Бул сенсациялық жаңалық болды. Себеби бул қоспалар қатты денелердің жаңа класын пайда етер еди. Бул қоспалардың структурасын, оларды курап турған бөлекшелердің өз-ара қандай нызамлылық пенен жайласқанлығын анықлау бул бағдарда изертлеу алып барыушы барлық илимпазлар ушын жүдә қызықлы хәм әхмийетли еди. Күтилмегенде бул нызамлылық инглиз математиги Р.Пенрауздың илмий жұмыслары тийкарында әжайып түрде табылды. Нәтийжеде математика илиминиң физика хәм химия илимлеринде изертлеулер алып барыу ушын жүдә әхмийетли екенлиги және бир мәрте өз дәлилин тапты.

Р.Пенрауз «паркет проблемасы», яғный тегисликти көп мүйешликлер менен толық қаплау проблемасы менен шуғылланнар еди. 1974-жылы ол тегисликти еки ромблар (олар «алтын» ромблар деп аталады) менен қаплау мүмкин екенлигин көрсетти. Бул ромблардың бири  $36^\circ$  сүйри мүйешли, екіншиси болса  $72^\circ$  сүйир мүйешли. Пайда болған мозаиканы (Ол «Пенрауз мозаикасы» деп аталады) үш өлшемли кеңисликли структура жағдайында да (бунда ромблар орнына икосаэдрлар алынады) қарастыруу мүмкин. Әне усы кенисликли структура квазикристаллар бөлекшелериниң өз-ара жайласуы

нызамлылығын аңлатар екен. Бул жүдә уллы жаңалық еди. Әлбетте оның әхмийетин дәрхал түсиниў мүмкин емес. Сонлықтан математика, физика хәм химия илимлерине қызығыўшылар ушын бул жаңалықтың мазмуны хаққында кеңирек тоқтап өтемиз.

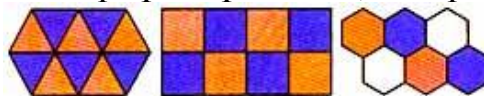
Тегисликти толық қаплаўдың хәр түрли жоллары бар. Олардың ең әпиўайысы төмендеги сүүретте көрсетилген:



1-сүүрет

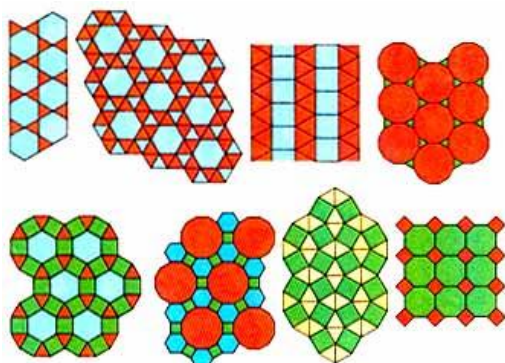
Бул жағдайда тегислик параллелограммлар менен қапланған болып, барлық параллелограммлар бирдей хәм қәлеген параллелограммды сүүреттеги бойалған параллелограммды  $m\vec{u} + n\vec{v}$  вектор бойынша параллел көшириўден пайда етиў мүмкин (бунда  $\vec{u}, \vec{v}$  - параллелограмм тәрәплери;  $m, n$  - пүтин санлар). Сонлықтан бундай қаплаўды периодлары  $\vec{u}$  хәм  $\vec{v}$  болған периодлы қаплаў деп атаймыз.

Пифагор дәўиринен баслап илимпазлар тегисликти жалғыз дурыс көп мүйешлик жәрдемінде қаплаўдың тек ғана үш усылы бар екенлигин анықлаған. Бул көп мүйешликлер: үш мүйешлик, квадрат, алты мүйешлик.



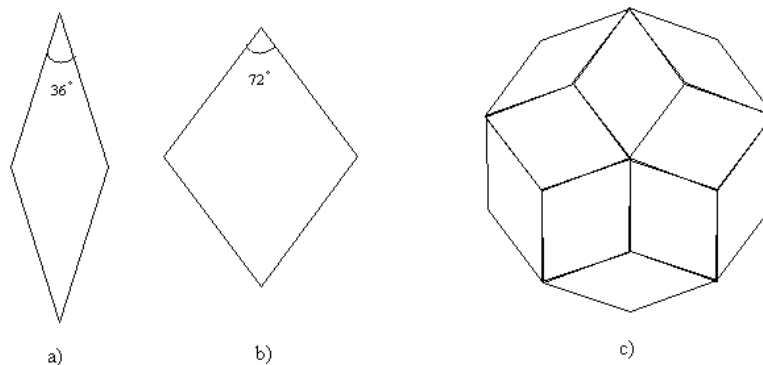
2-сүүрет

Хәр түрли дурыс көпмүйешликлер жәрдемінде болса тегисликти жүдә көп усылда қаплаў мүмки:



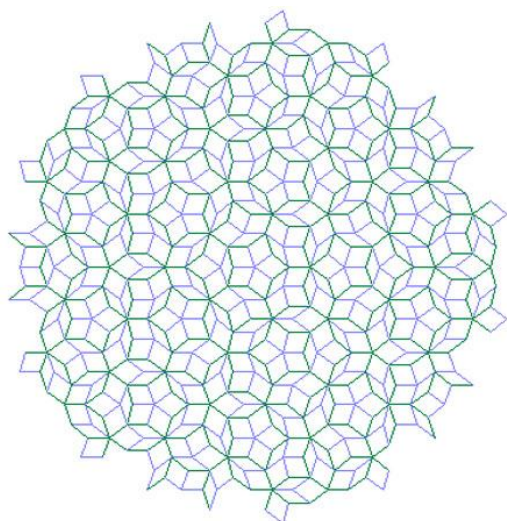
3-сүүрет

Сүүреттерден көринип турғанындай, тегисликти қаплаў нәтийжесінде хәр түрли мозаикалар пайда болады. Жоқарыда келтирилген мозаикалардың барлығыда периодлы. 1973-жылы Роджер Пенроуз тегисликти қаплаўдың периодлы болмаған әжайып бир жолын усынды. Бул усулда, жоқарыда айтып өткенимиздей тегислик еки «алтын» ромблар жәрдемінде қапланады:

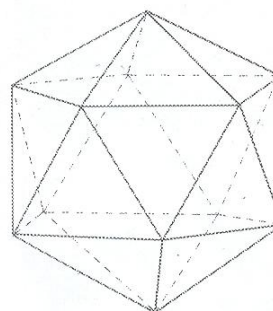


4-сүүрет

Бул ромблардың «алтын» деп аталыуларының себеби 4-сүүреттеги а) ромб тәрәпиниң киши диагоналына қатнасы, б) ромб диагоналының тәрәпине қатнасы «алтын пропорция»ға («алтын кесим» ямаса «алтын орталық» деп те аталады), яғный  $(1 + \sqrt{5})/2$  санына тең.



5-сүүрет



Икосаэдр

6-сүүрет

Нәтийжеде «Пенроуз плитка»сы деп аталыушы периодлы емес структура пайда болады (5-сүүрет). Бирақ оны тәртипсиз структура деп те болмайды. Себеби ол симметриялы. Бул қапламаның үш өлшеулі аналогин қарастырыу мүкин. Бунда «Пенроуз ромблары» ролин *икосаэдрлар* атқарады (6-сүүрет). Бу кеңісликли структуралар квазикристаллар структурасы болатуғынлығы анықланған, яғный квазикристалл бөлекшелери пайда болған аналогтеги икосаэдрлар төбелеринде жайласыды екен.

Солай етип, бул жаңалықлар инсаният ушын жаңа ой өрислер пайда етти, табият нызамлықтарын үйрениуши жаңа бағдарлардың пайда болыуына себепши болды. Әсиресе кристаллография илиминиң раўажланыуына үлкен түртки болып, ХХ әсирдің ақырында жаңа квазикристаллық геометрия илиминиң пайда болыуына алып келди.

Биз бул мақалада квазикристаллық геометрия ҳаққында және бир қызықлы мағлыұмат келтирмекшимиз. 2005-жылы Гарвард университетиниң

доценти П.Лу Бухара қаласына турист ретинде келип, ески дийўал мозаикаларын (нақысларын) үйренер екен, Абдуллахан мавзолейи дийўалларындағы курамалы он мүйешлик формасындағы нағыслар дыққатын тартты. Бул ислам курылыс өнери хэм жоқарғы математика, анығырығы квазикристаллық геометрия арасында байланыс бар екенлиги хаққындағы пикир пайда болыўына түртки болды. П.Лу өзінде пайда болған пикирлерди Пристон университети профессори Паул Стейнхардга айтқаннан кейин, олар орта эсирдеги мусурман мәмлекетлери курылыс архетектурасын үйрене баслады. Усы мақсетте олар Өзбекистан, Афғаныстан, Иран, Туркия, Ҳиндистан мәмлекетлериндеги әйемги мешитлер, сарай хэм мавзолейлердеги дийўал нақысларын дыққат пенен үйрене баслады. Бул нақысларда европада тек ғана ХХ эсир ақырында белгили болған математикалық нызамлылықлар анықланды. Бул нағысларды жаратыў технологиясы көп ўақытқа шекем жумбақ болып келди. Лу хэм Стейнхардтлар бул жумбақты шешиўге хәрекет етти хэм нәтийжеде карастырылып атырған нағыслар ишинде жокарыда айтылған «Пенроуз плиткалары», басқада квазикристаллық геометриясы элементлери ушырасатуғынлығы хаққындағы сенсациялық пикирлерин айтты. Басқаша айтқанда, ХХ эсир ақырында пайда болған квазикристаллық геометрия элементлеринен елимиздеги әйемги курылыс биналарында ХІІ эсирлерде усталар, өнерментлер пайдаланған. Бул орта эсирлерде елимизде илимниң жүдә күшли раўажланғанлығын, жер жүзинде жетекши болғанлығын көрсетеди.

Солай етип, орта эсир илимпазлары, усталары хэм өнерментлери хәзирги заман илимпазларын хайран қалдырды. Сол дәўирде елимизден Мухаммад Мусо ал-Хоразмий, Абу Райхон Беруний, Имом Бухорий, Имом Термизий, Абу Али ибн Сино, Мирзо Улуғбекдей инсаният цивилизациясы хэм ислам дунясы раўажланыўына үлкен үлес қосқан уллы ойшыллар, илимпазларды үлкен мақтаныш етемиз хэм жасларымыздан солар киби билим хэм илимге талпыныўшаң болыўын сорап қаламыз.