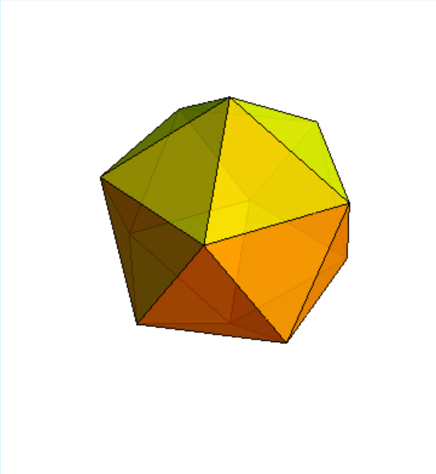
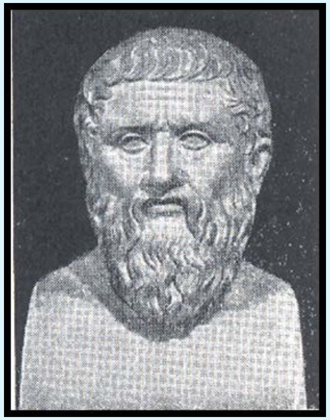
Объекты икосаэдрической симметрии и их роль в современном мире





У правильных многогранников

все вершины и грани одинаковы

все грани – правильные многоугольники

Легко вывести все возможные правильные многогранники, учитывая, что сформировать вершину могут не меньше трех граней, а сумма углов при вершине меньше 360°:

- 3 равносторонних треугольника с углом 60°. 60° × 3 = 180° ***тетраэдр***

- 4 равносторонних треугольника с углом 60°. 60° × 4 = 240° ***октаэдр***

- 5 равносторонних треугольников с углом 60°. 60° × 5 = 300° ***икосаэдр***

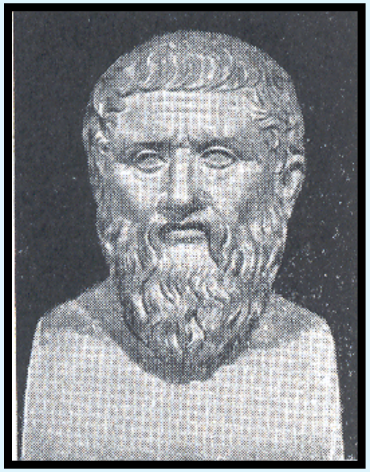
- 6 таких треугольников дают уже 60° × 6 = 360° - нельзя!

- 3 квадрата (90° × 3 = 270°) ***гексаэдр***

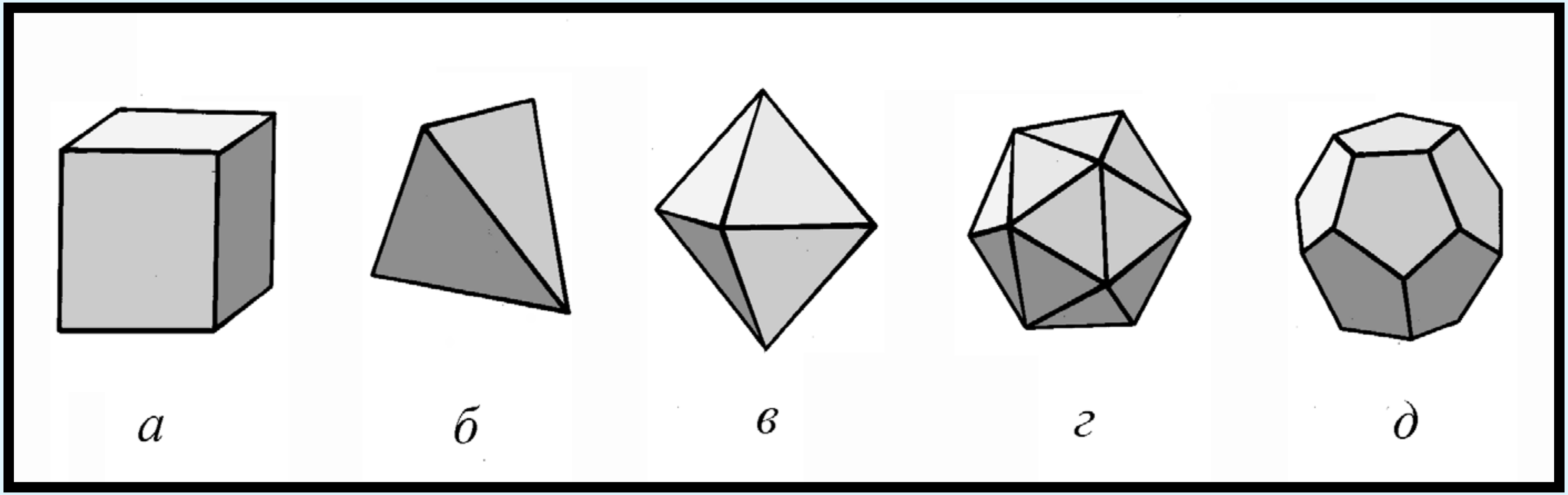
- 3 правильных пятиугольника (108° × 3 = 324°) ***додекаэдр***

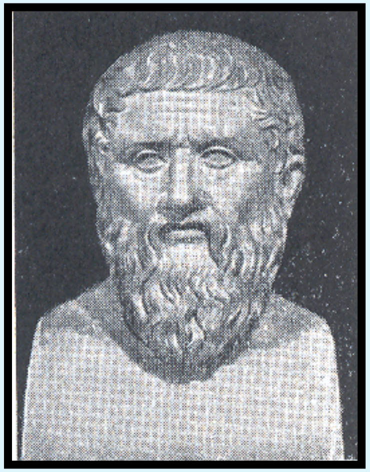
- 3 правильных шестиугольника (120° × 3 = 360°) – нельзя!

5 платоновых тел – 5 правильных многогранников



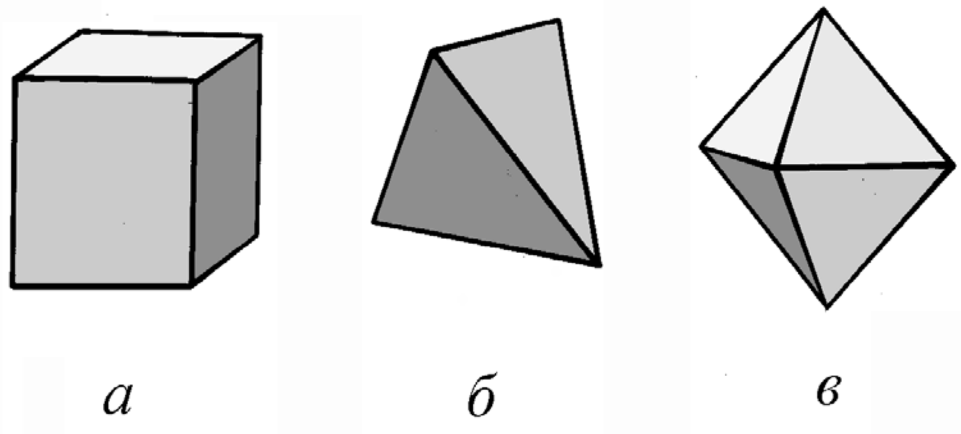
Платон
(428 – 348 гг. до.н.э)





Платон
(428 – 348 гг. до.н.э)

Из 5 платоновых тел в кристаллах встречаются только 3: гексаэдр, тетраэдр и октаэдр

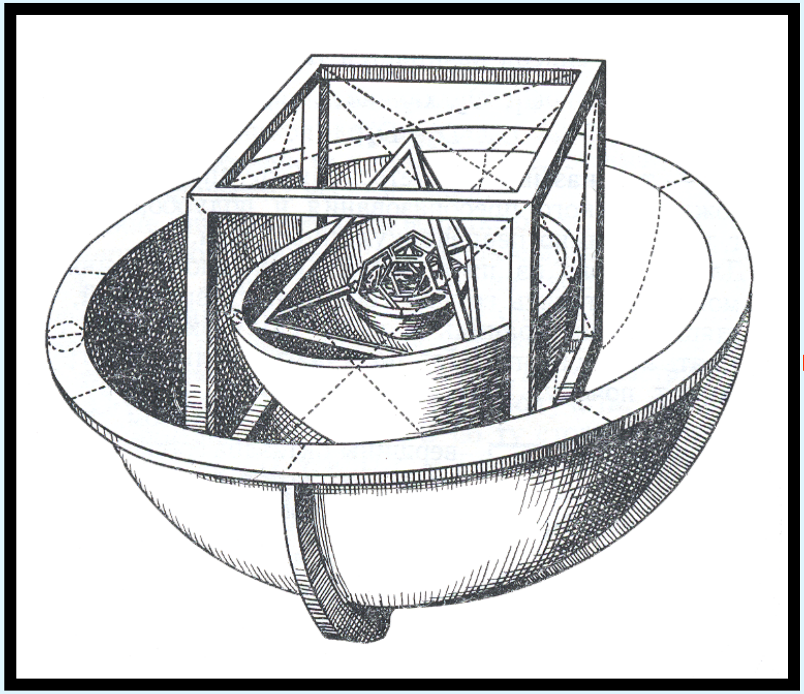


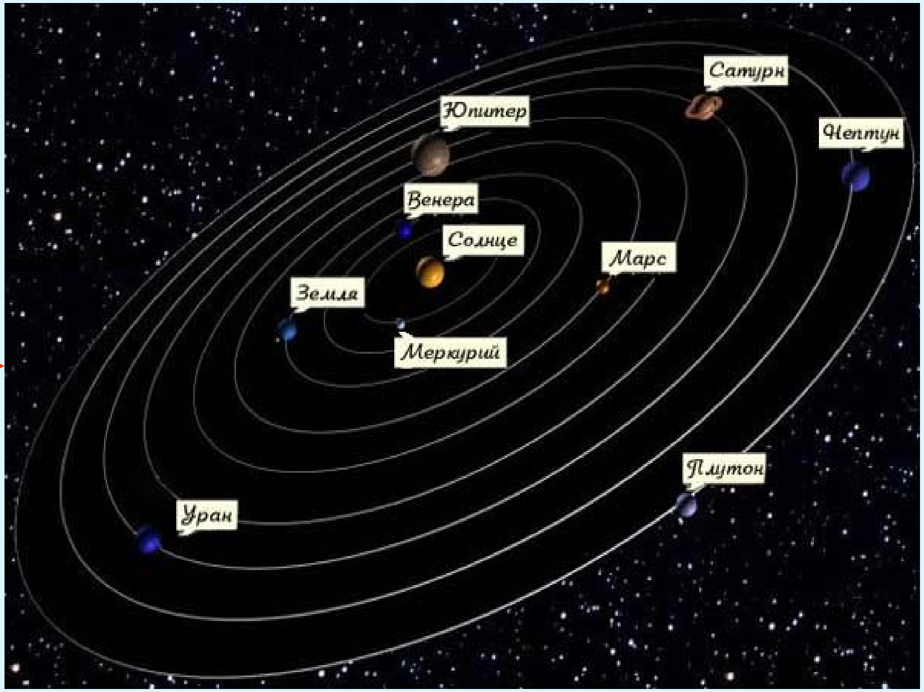
В «изгои» попали правильный пентагон-додекаэдр и икосаэдр, что связано с наличием в их классах симметрии осей пятого порядка, которые до недавних пор считались запрещенными в объектах с дальним порядком.

Додекаэдр - двенадцатигранник, выпуклый объем которого ограничен в пространстве двенадцатью равносторонними и равными пятиугольниками. В каждой вершине соединяются три ***пятиугольника***.

Икосаэдр - двадцатигранник, выпуклая поверхность которого, составлена двадцатью равносторонними и равными треугольниками. При вершинах соединяются по ***пять*** треугольников.

Магия Платоновых тел



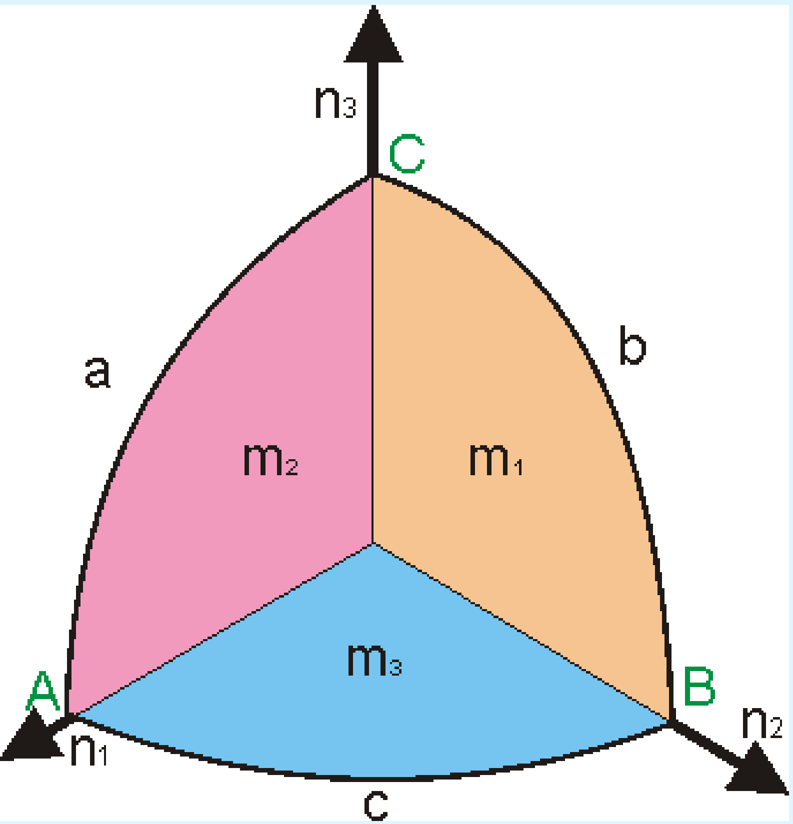


Построение ***И. Кеплера***: шесть сфер, соответствующих орбитам 6 планет – Сатурну, Юпитеру, Марсу, Земле, Венере и Меркурию, разделенные кубом, тетраэдром, ***додекаэдром***, октаэдром и ***икосаэдром***. В наличие скрытой математической гармонии Вселенной Кеплер верил до конца жизни

Теорема Эйлера о пересечении осей высших порядков

Сумма углов треугольника в «сферическом» мире:

$$\mathbf{180° < A + B + C < 540°}$$



$$180° < 2\alpha_1 + 2\alpha_2 + 2\alpha_3 < 540°.$$

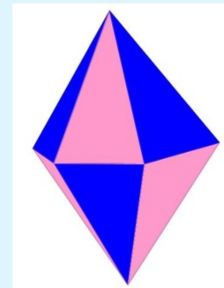
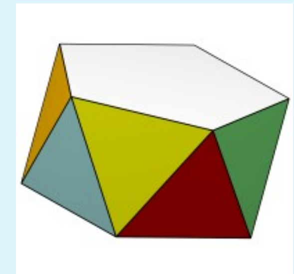
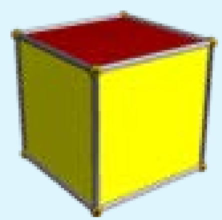
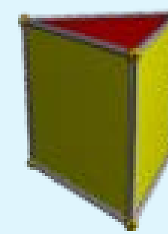
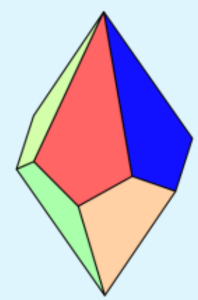
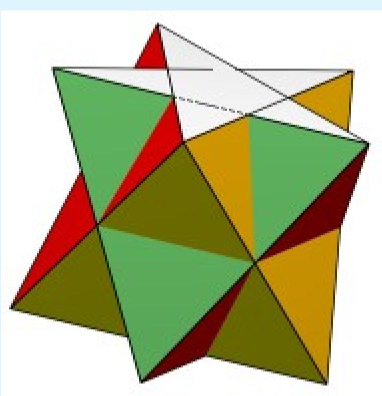
Учитывая, что $n = \dfrac{360°}{\alpha}$

$$180° < \frac{360°}{2n1} + \frac{360°}{2n2} + \frac{360°}{2n3} < 540°$$

$$1 < \frac{1}{n1} + \frac{1}{n2} + \frac{1}{n3} < 3$$

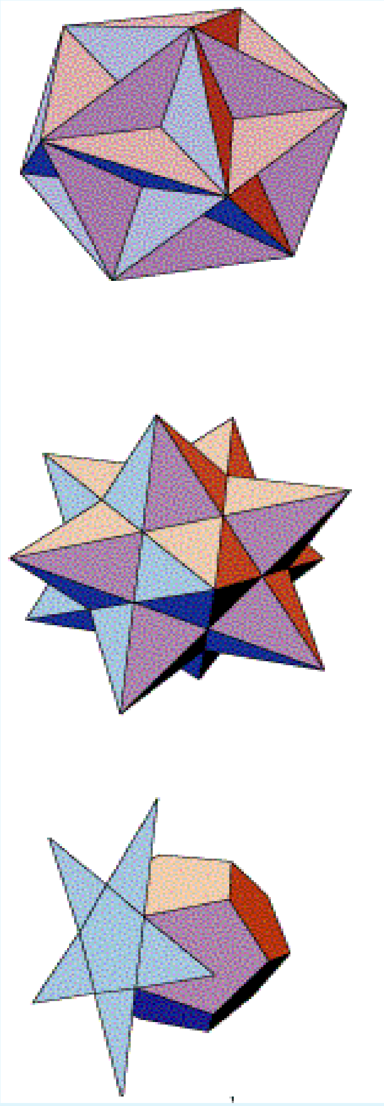
Возможные комбинации осей для всех многогранников

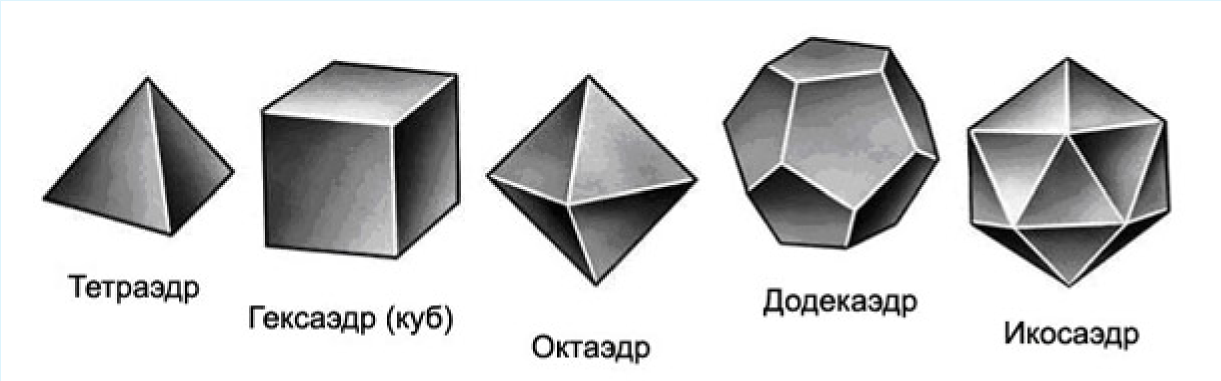
Комбинация Осей	Неравенство Эйлера	Примеры многогранников
2, 2, 2	$\frac{1}{2}+\frac{1}{2}+\frac{1}{2}=1{,}5\ >1$	Параллелепипеды, ромбические тетраэдры, бипирамиды, призмы
3, 2, 2	$\frac{1}{3}+\frac{1}{2}+\frac{1}{2}=1{,}33\ >1$	Тригональные призмы, трапецоэдры,бипирамиды, скаленоэдры, ромбоэдр
4, 2, 2	$\frac{1}{4}+\frac{1}{2}+\frac{1}{2}=1{,}25\ >1$	Тетрагональные призмы, тетраэдры, бипирамиды, трапецоэдры
5, 2, 2	$\frac{1}{5}+\frac{1}{2}+\frac{1}{2}=1{,}2\ >1$	Пентагональные призмы, бипирамиды, трапецоэдры
6, 2, 2	$\frac{1}{6}+\frac{1}{2}+\frac{1}{2}=1{,}17\ >1$	Гексагональные призмы, бипирамиды, трапецоэдры
N, 2, 2	$\frac{1}{N}+\frac{1}{2}+\frac{1}{2}=1+\cdots\ >1$	N-гональные призмы, бипирамиды, трапецоэдры

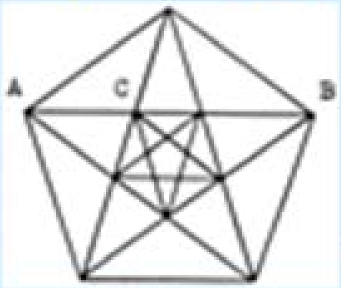
Возможные комбинации осей для всех многогранников

Комбинация осей	Неравенство Эйлера	Примеры многогранников
332	$\frac{1}{3}+\frac{1}{3}+\frac{1}{2}=1{,}17\ >1$	Тетраэдры, пентагон-додекаэдры (кубические), тригон-три-тетраэдры, тетрагон-три тетраэдры, пентагон-три тетраэдры
333	$\frac{1}{3}+\frac{1}{3}+\frac{1}{3}=1!$	Не существуют
432	$\frac{1}{4}+\frac{1}{3}+\frac{1}{2}=1{,}46>1$	Кубы, октаэдры, и др
532	$\frac{1}{5}+\frac{1}{3}+\frac{1}{2}=1{,}03\ >1$	Пентагондодекаэдры (платоновы), икосаэдры и др
632	$\frac{1}{6}+\frac{1}{3}+\frac{1}{2}=0{,}997<1$	Не существуют
542	$\frac{1}{5}+\frac{1}{4}+\frac{1}{2}=0{,}95\ <1$	Не существуют





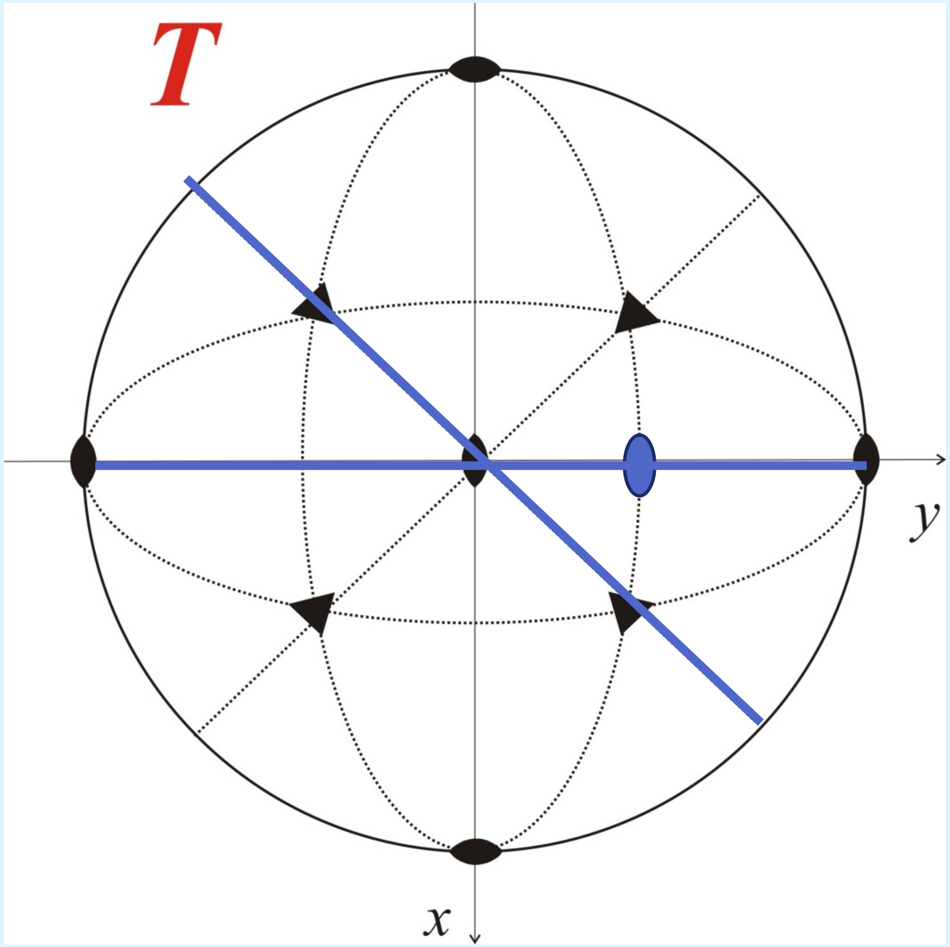
Пентаграмма – это, пожалуй, самый и мистический и противоречивый символ



Символ пифагорейцев

$5 - 3 - 2$

Вариант L_5 - L_3 - L_2 разрешает существование многогранников, причем высокосимметричных! Давайте попробуем разобраться в этом сочетании осей.

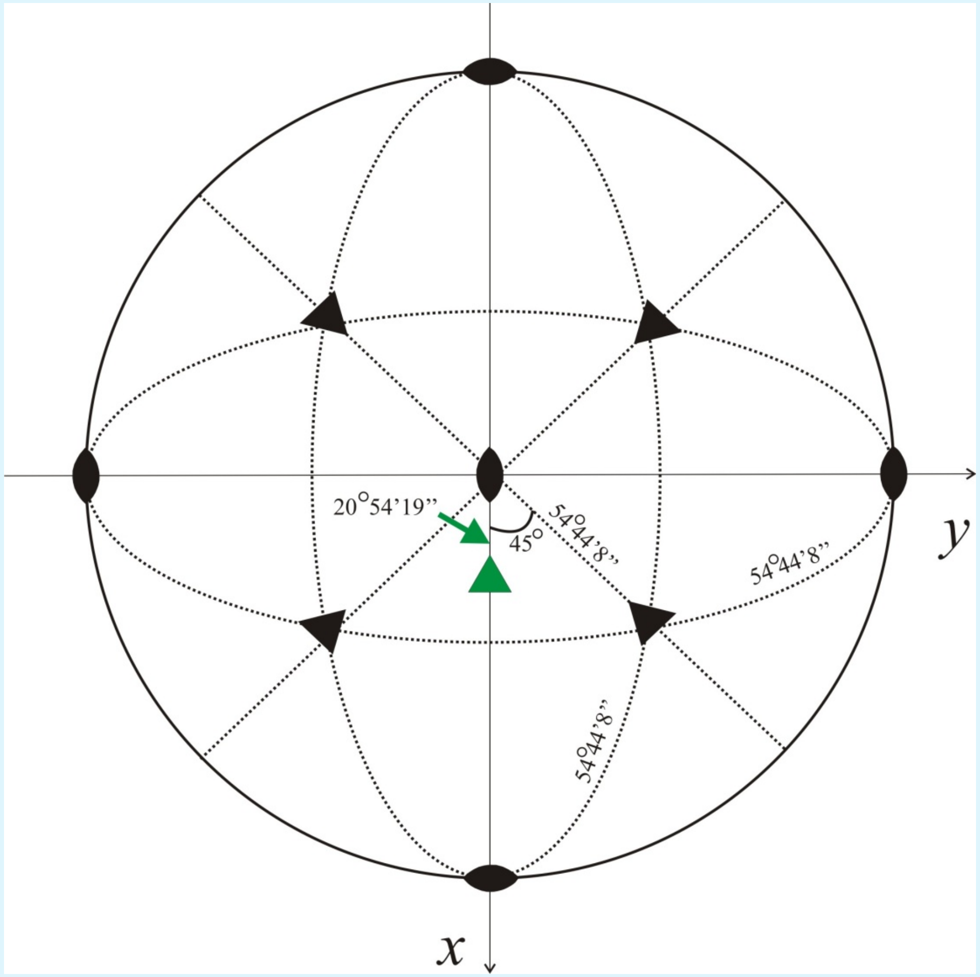


Для этого возьмем за основу известный нам класс Т

Ахиллесова пята

Мать Ахилеса Фетида, желая сделать сына неуязвимым, окунула мальчика в воды священной реки Стикс. Но, окуная, она держала его за пятку (пята), и пятка осталась незащищенной.

Где же Ахиллесова пята в этом классе?

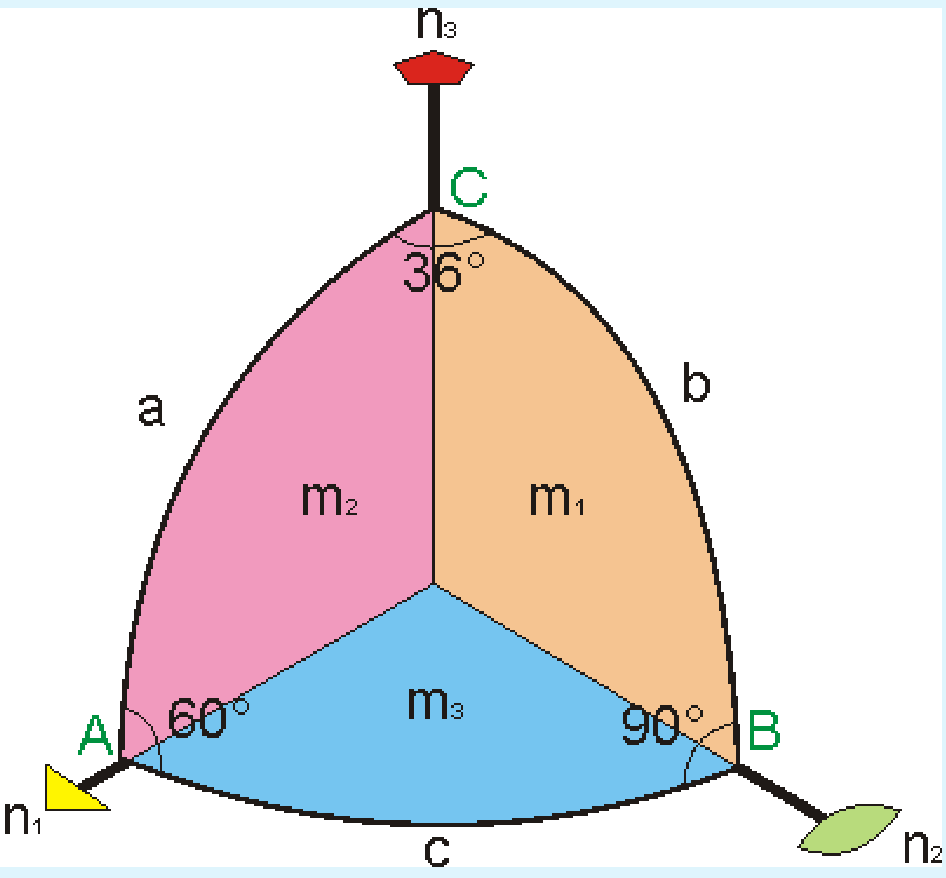


Введем еще одну ось третьего порядка в строго определенном месте!

Теорема косинусов в «сферическом» мире выглядит так

$$\cos A = \cos B \cos C + \sin B \sin C \cos a$$

Позволяет найти сторону по трем известным углам при его вершинах.



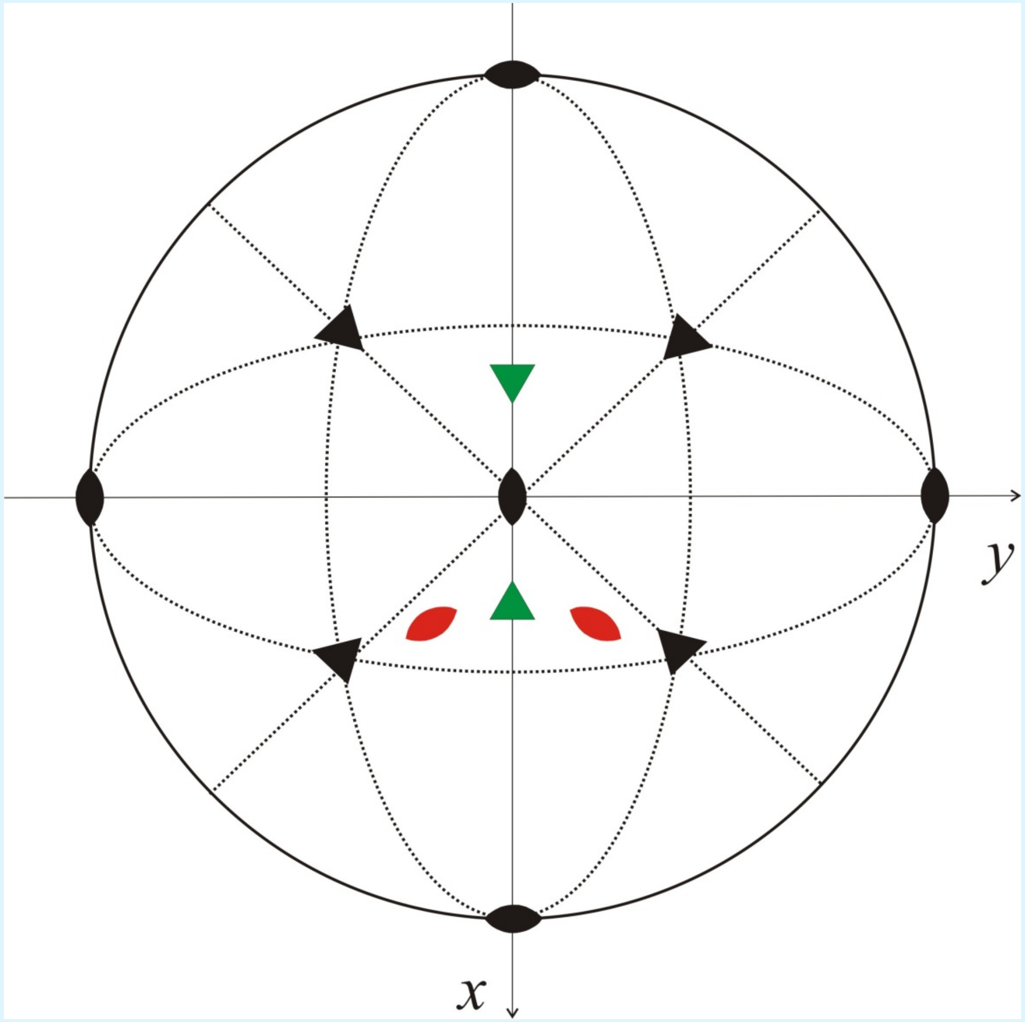
*

$$\cos a = \frac{\cos A - \cos B \cos C}{\sin B \sin C}$$

$a \approx 37^o\, 22'\, 29''$

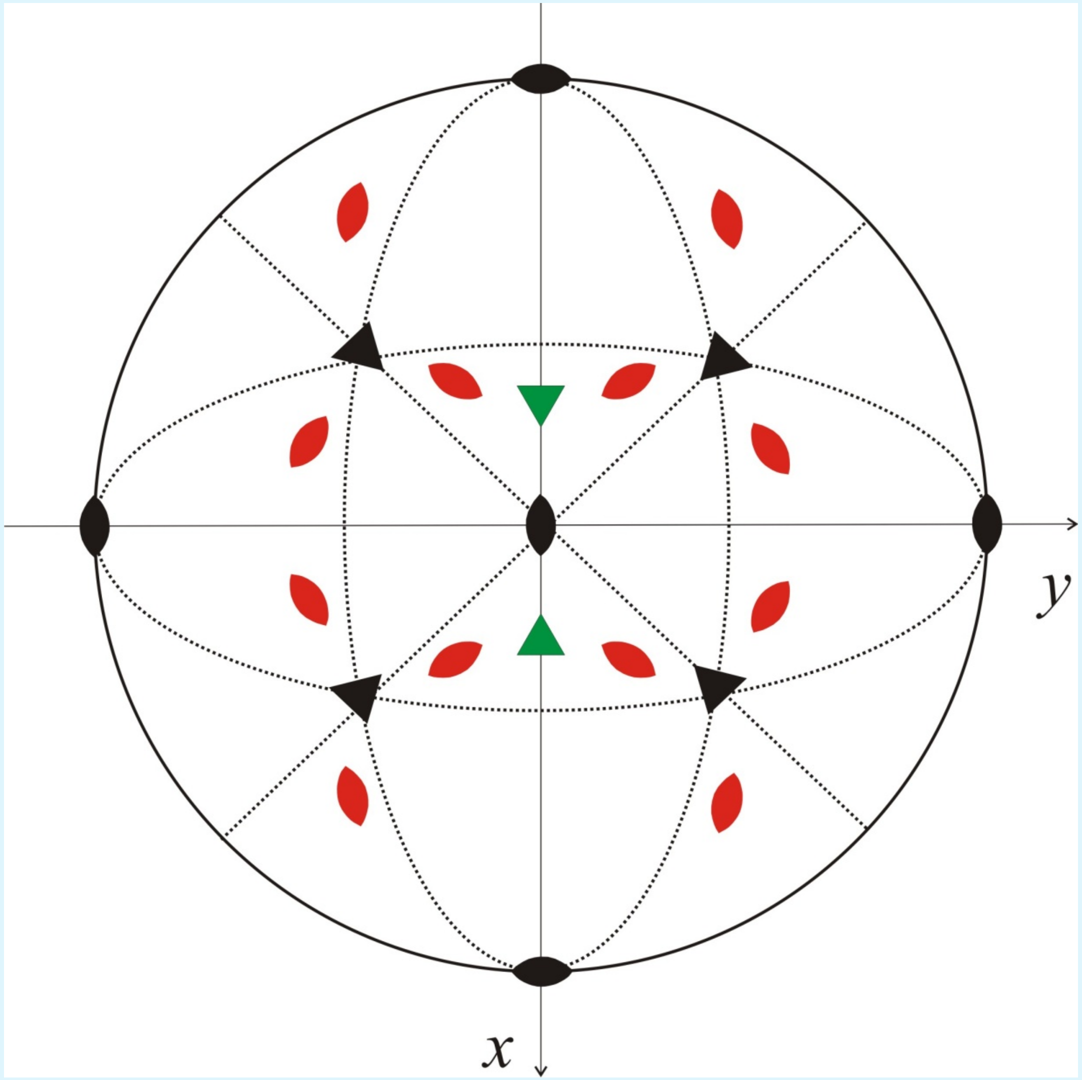
$b \approx 31^o\, 43'\, 3''$

$c \approx 20^o\, 54'\, 19''$

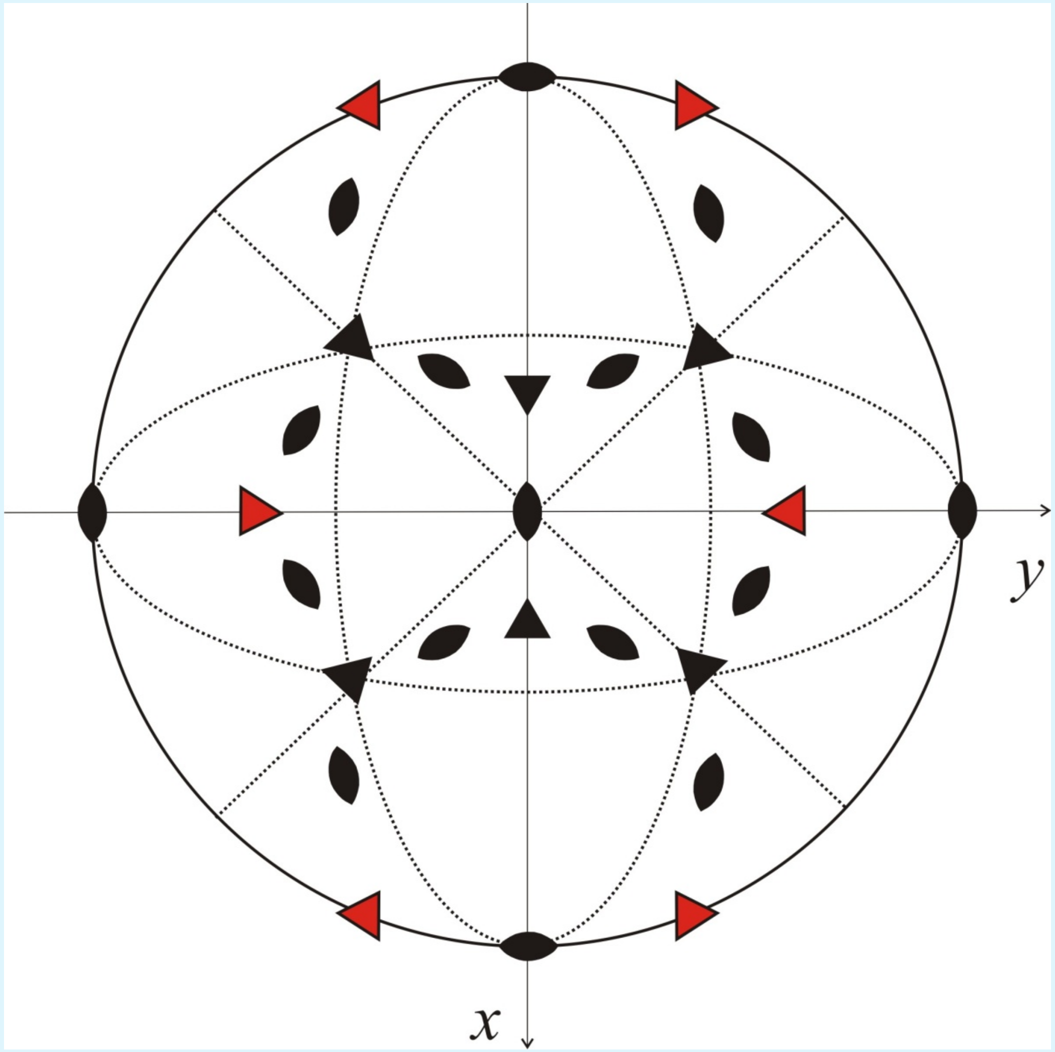


1) Размножим ее осью 2_z, получим еще одну ось 3

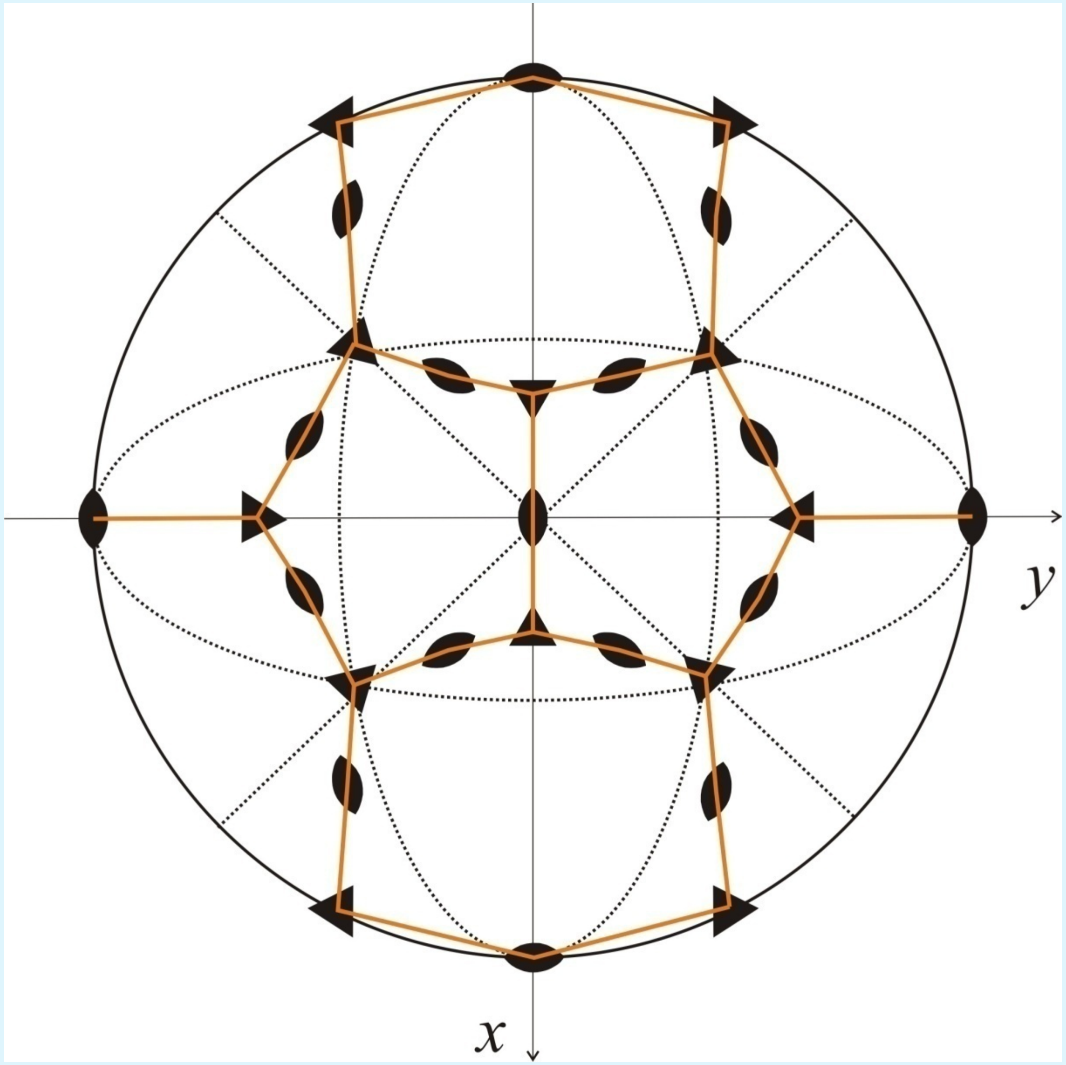
2) Подействуем зеленой L_3 на L_{2z} и с удивлением обнаружим, что размноженные оси второго порядка равноудалены от «черной» и «зеленой оси L_3



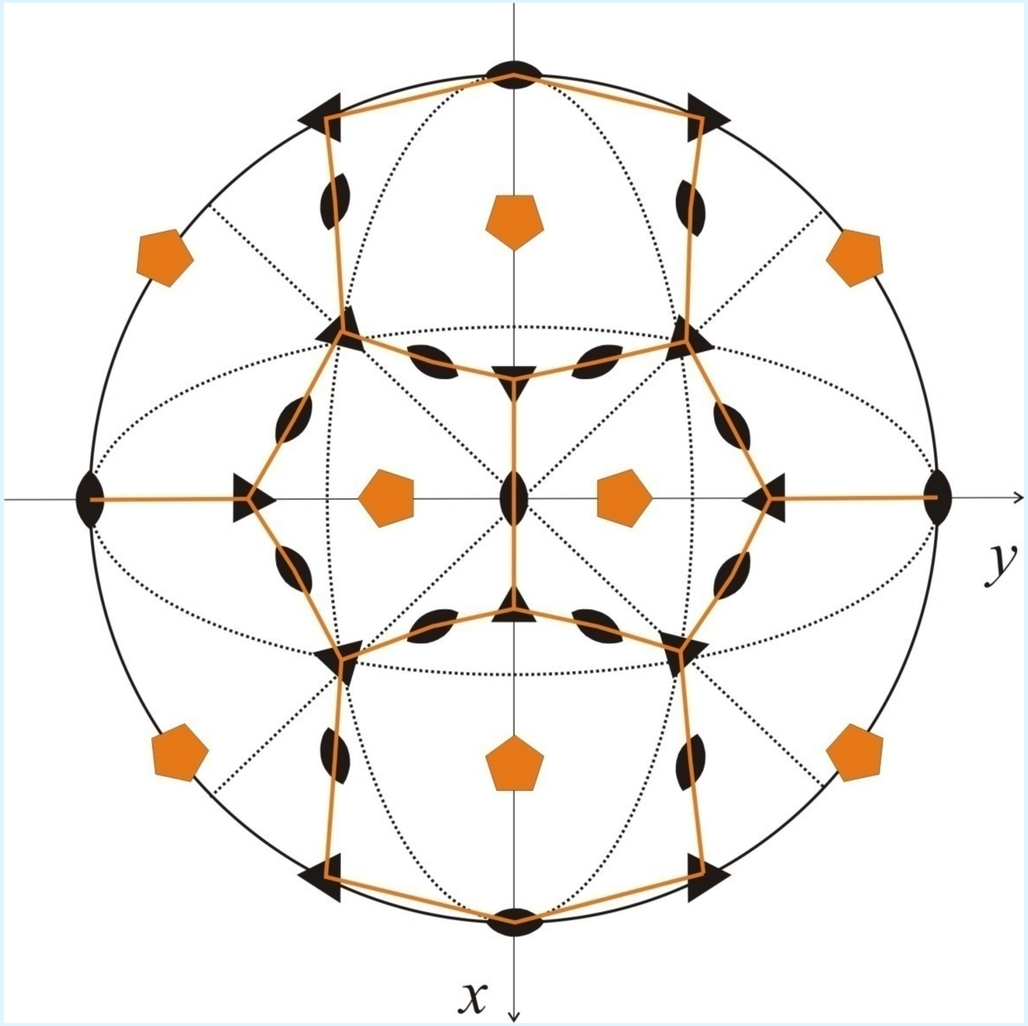
Размножаем с помощью зеленых и черных L_3 оси L_2 получим всего 12 новых осей второго порядка, показанных на рисунке красным цветом



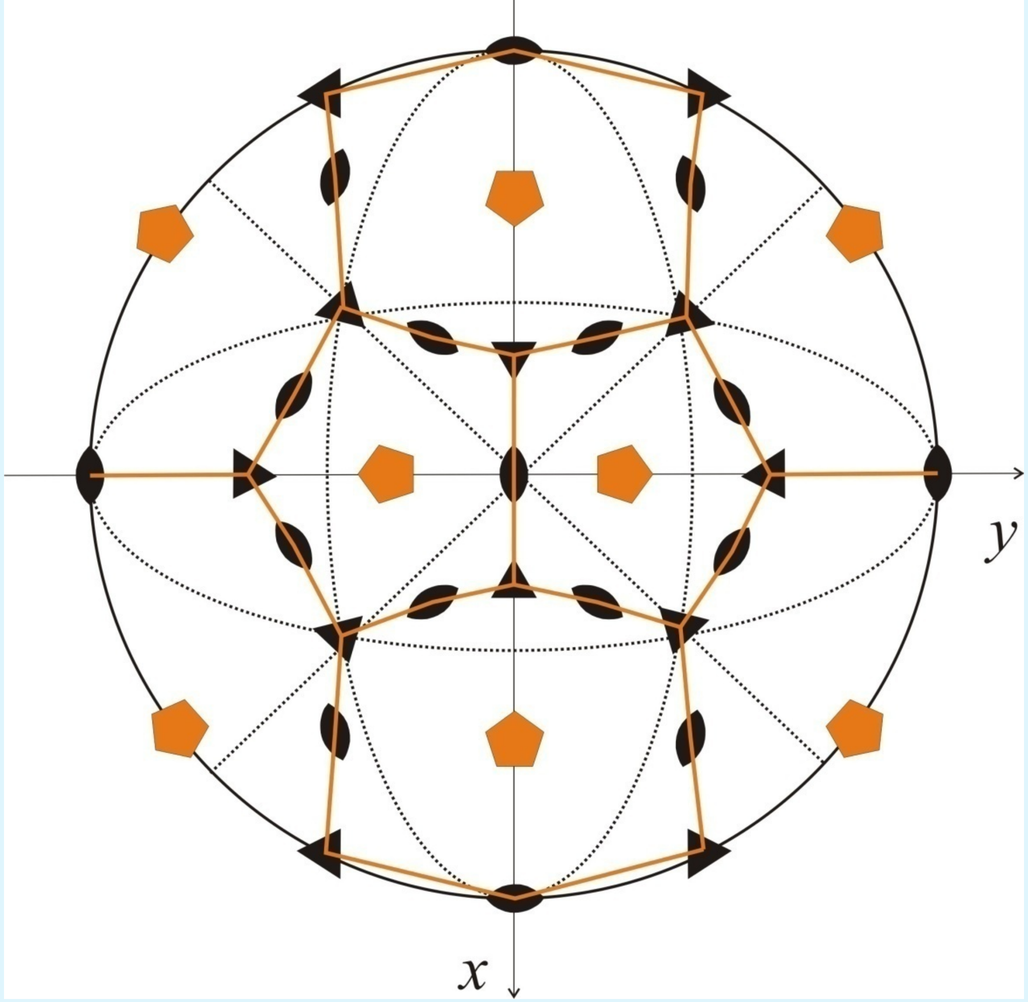
Доразмножаем с помощью осей L_2 оси L_3 получим еще 4! (значков 6, но некоторые на экваторе и отмечаются оба выхода) новых оси третьего порядка, показанных на рисунке красным цветом. Итого всего на чертеже $10L_3$



Обнаруживаем, что сфера проекций разделилась на 12 секторов, оконтуренных чередующимися осями L_3 и L_2. Если соединить выходы осей L_3 прямыми отрезками (ребрами) получим правильный додекаэдр!

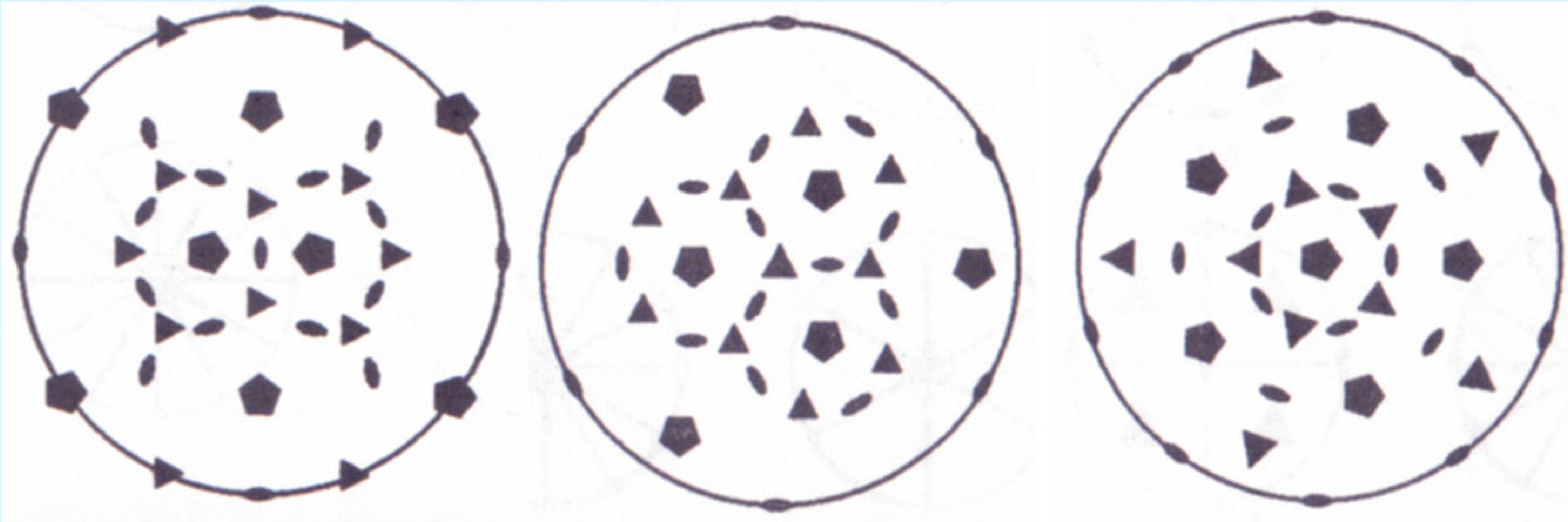


В центре сектора возникнут оси L_5 (в количестве 6)
Дальнейшие размножения не приводят к появлению новых осей симметрии. Давайте подсчитаем сколько.



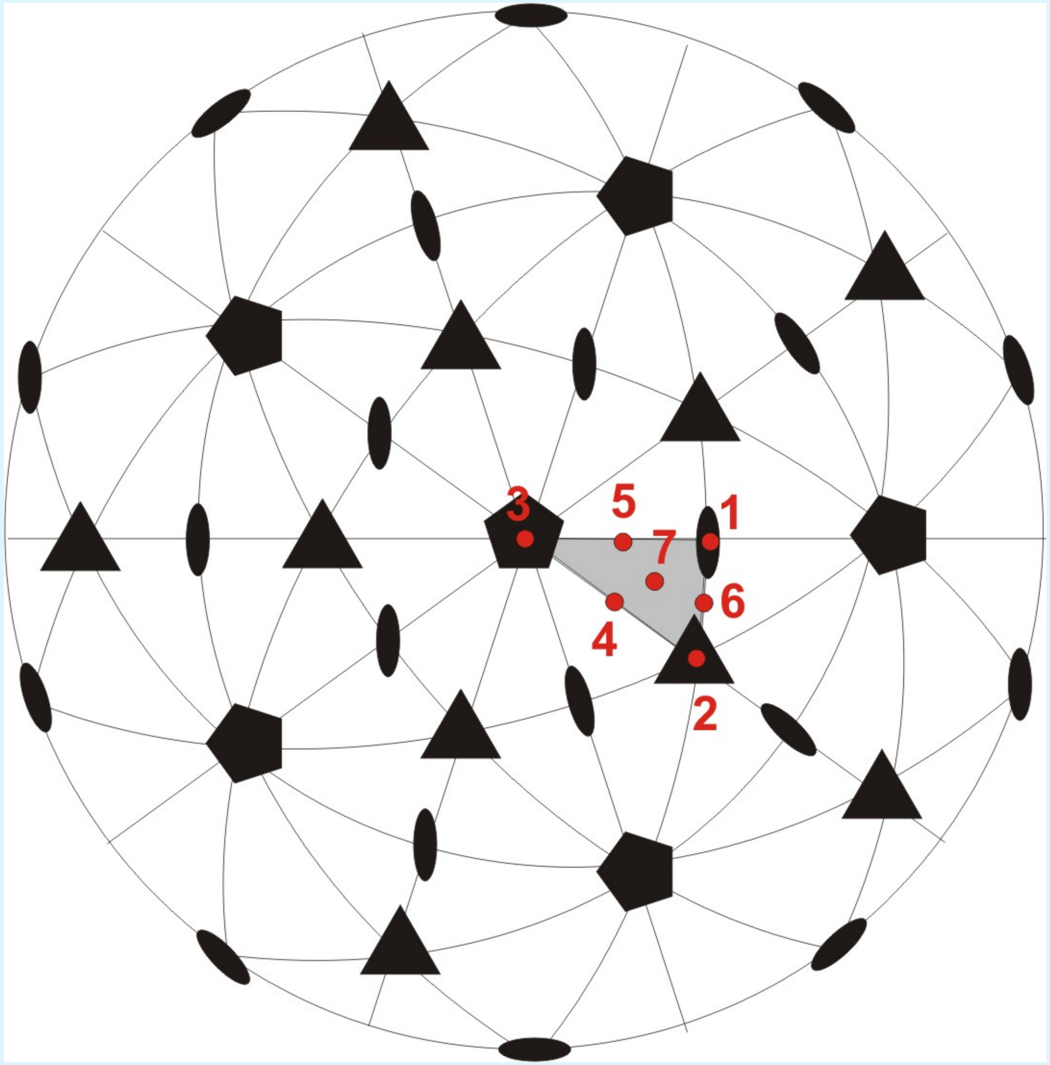
Группа Y: $6L_5 10L_3 15L_2$ с порядком группы 60 (5*3*2*2)

(самый высокосимметричный из 32 классов симметрии кристаллических многогранников обладает размножающей способностью всего лишь 48).

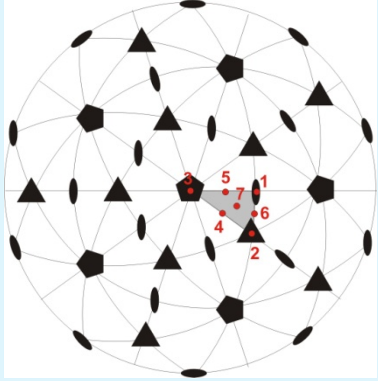


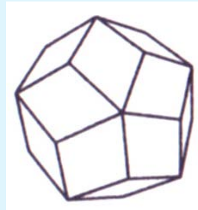
Эту группу часто рисуют, выбирая направление экваториальной плоскости перпендикулярно не L_2, а L_3 или L_5.
Красиво во всех вариантах, не так ли?

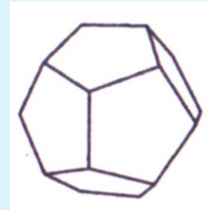
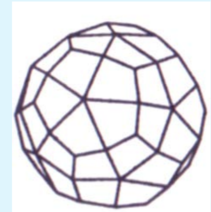
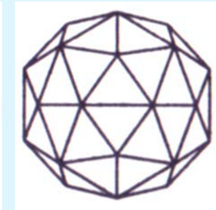
А что с простыми формами?



Условно независимый сферический треугольник оконтурен осями L_2, L_3 и L_5, следовательно число простых форм будет равно 7

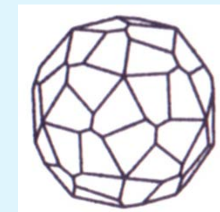



1

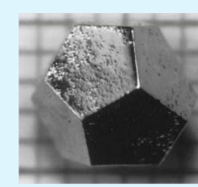
2

3

4

5

6

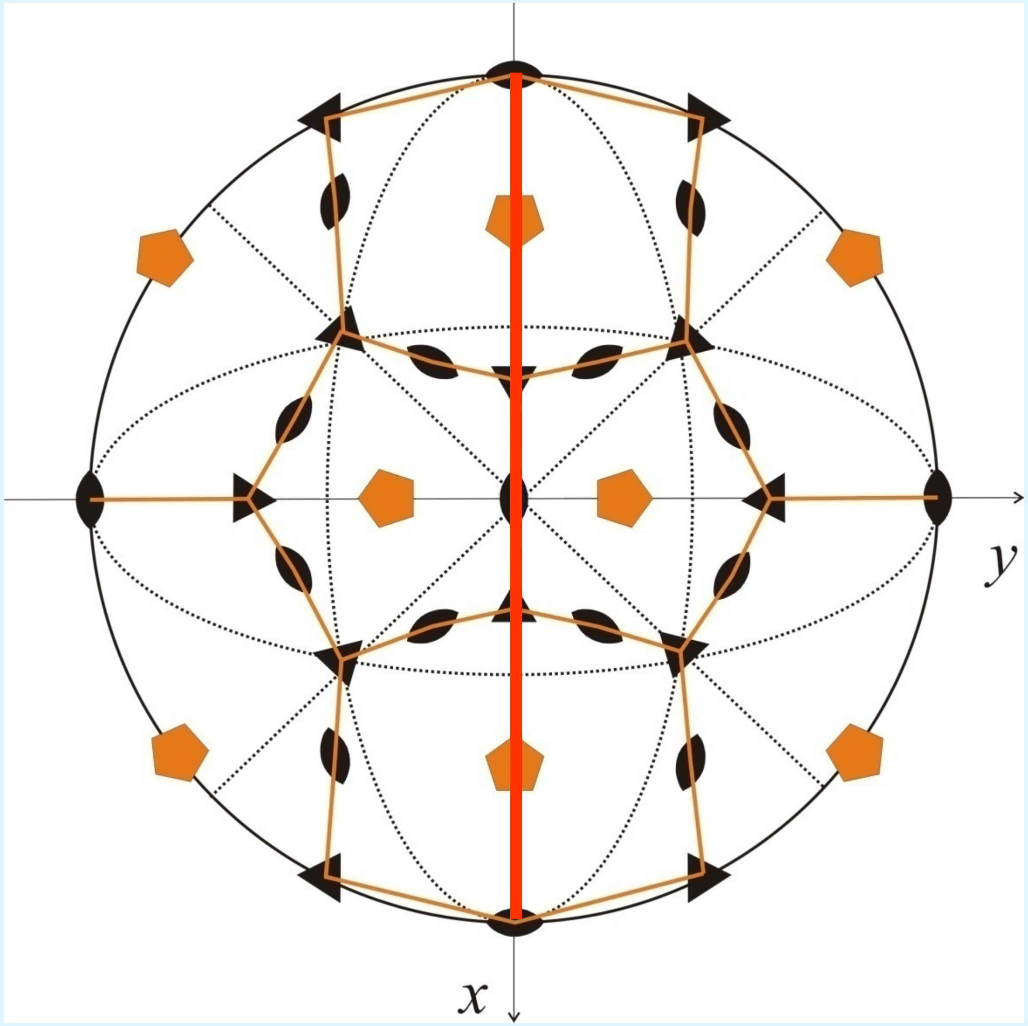
№	Число	О/Ч	ССГ	Название	Название учебное
1	30	частн	L_2	ромбический триаконтаэдр	Триаконтаэдр
2	20	частн	L_3	икосаэдр	Икосаэдр
3	12	частн	L_5	***Правильный*** пентагондодекаэдр	правильный пентагондодекаэдр
4	60	частн	*1*	Триаксис-икосаэдр	Тетрагон-три-икосаэдр
5	60	частн	*1*	Пирамидальный додекаэдр	Тригон-пента-додекаэдр
6	60	частн	*1*	Приамидальный икосаэдр	Тригон-три-икосаэдр
7	60	общ	*1*	Пентагональный пентагон-изоэдр	Пентагон-пента-додекаэдр



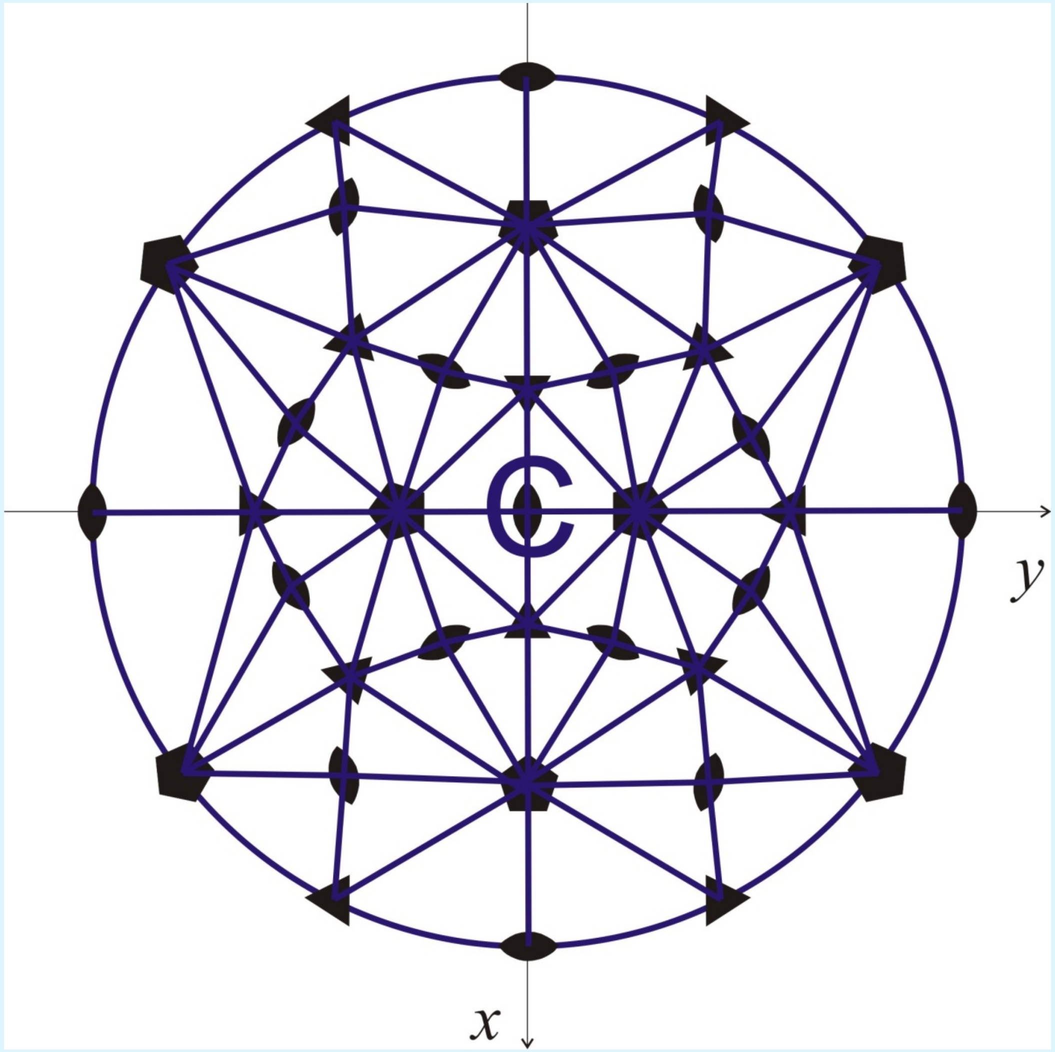
7



На основании осевого класса Y можно вывести еще один икосаэдрический точечный класс путем введения плоскости в единственно возможное положение, при котором не происходит размножение осевого комплекса.

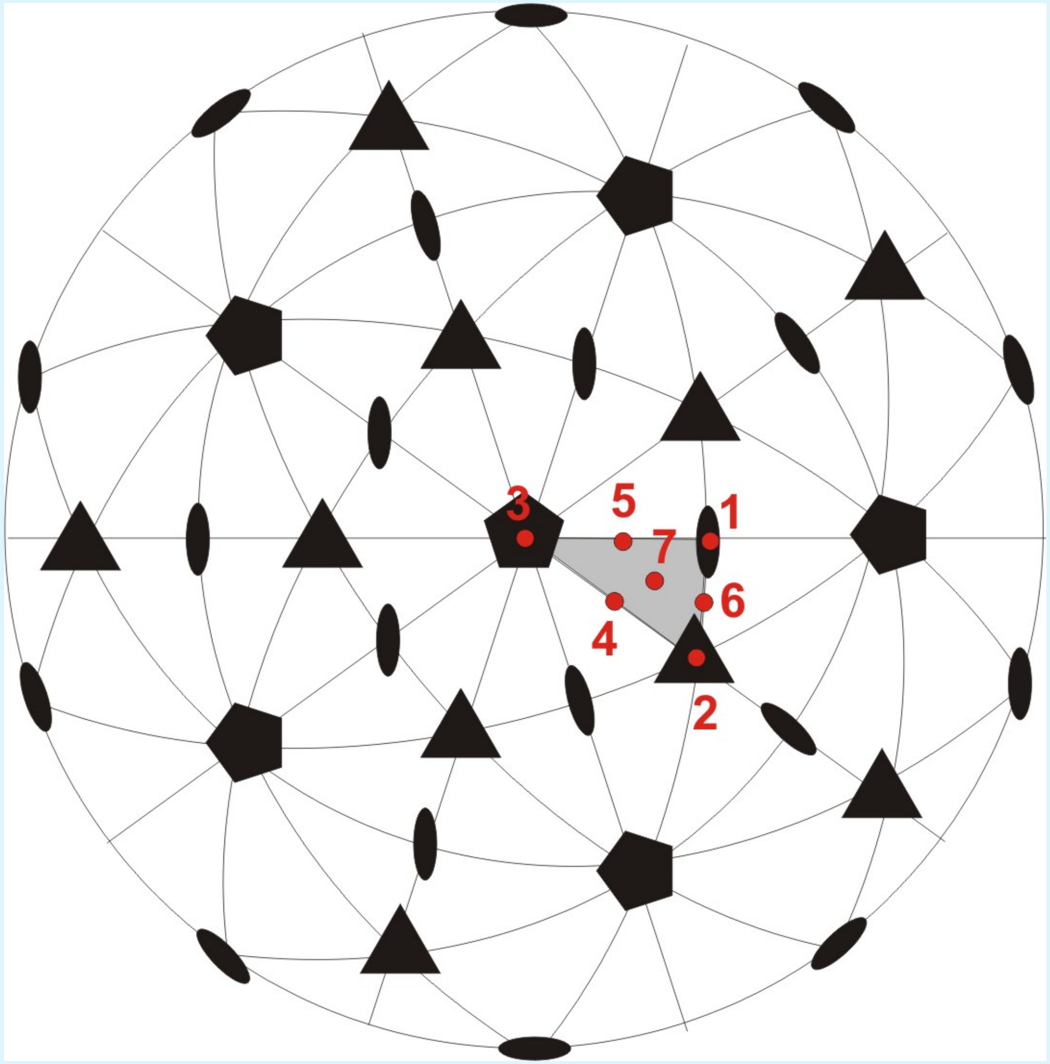


Введение координатной m (или C) не приводит к возникновению запрещенного сочетания углов сферического треугольника

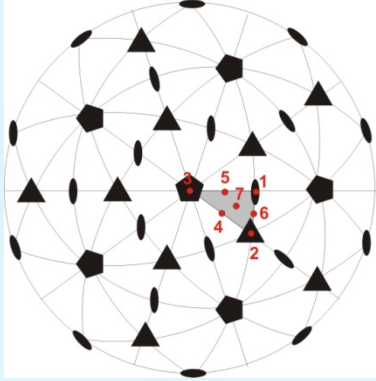


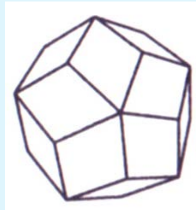
Порядок класса симметрии $\boldsymbol{Y_h}$ **:** $\boldsymbol{6L_5 10L_3 15L_2 15PC}$

120 (5*3*2*2*2)



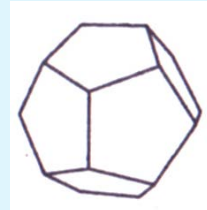
Независимый сферический треугольник опять оконтурен осями L_2, L_3 и L_5, следовательно число простых форм будет равно 7 как и в классе Y. Все частные формы лежат на m и ей не размножаются, следовательно, сохранят свои названия.



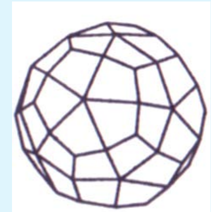


1

2



3



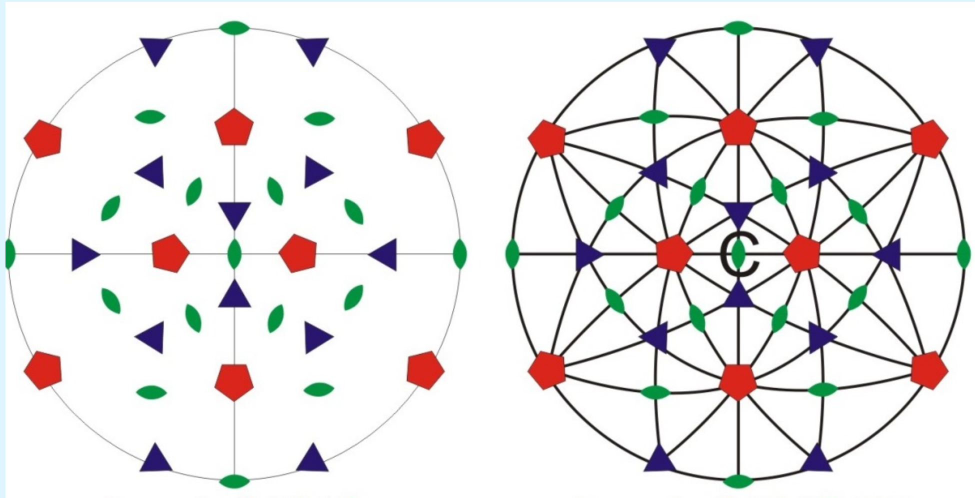
4

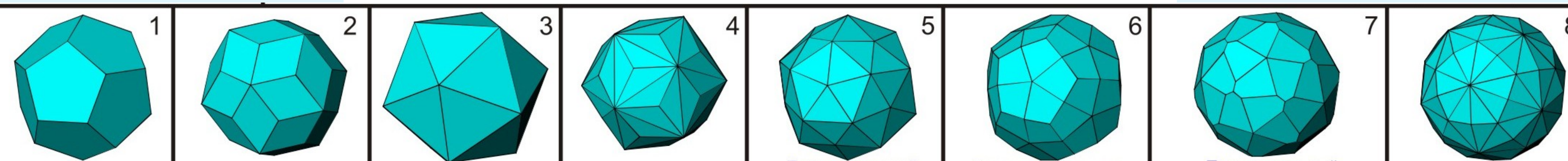
5

6

№	Число	О/Ч	ССГ	Название	Название учебное
1	30	частн	$L_2 2P$	ромбический триаконтаэдр	(триаконтаэдр)
2	20	частн	$L_3 3P$	икосаэдр	икосаэдр
3	12	частн	$L_5 5P$	***Правильный*** пентагондодекаэдр	правильный пентагондодек аэдр
4	60	частн	P	Триаксис-икосаэдр	Тетрагон-три-икосаэдр
5	60	частн	P	Пирамидальный додекаэдр	Тригон-пента-додекаэдр
6	60	частн	P	Приамидальный икосаэдр	Тригон-три-икосаэдр
7	120	общ	1	Гексаксис-икосаэдр	Тригон-дека-додекаэдр

7





1	2	3	4	5	6	7	8
Правильный пентагондодекаэдр	Ромбический триаконтаэдр	Икосаэдр	Пирамидальный икосаэдр (тригон-три-икосаэдр)	Пирамидальный додекаэдр (тригон-пента-додекаэдр)	Триаксис-икосаэдр (тетрагон-три-икосаэдр) (тетрагон-пента-додекаэдр)	Пентагональный пентагон-изоэдр (левый - правый) (пентагон-пента-додекаэдр)	Гексаксис-икосаэдр (тригон-дека-додекаэдр)
12 граней ССГ - L_5 (I) ССГ -$L_5 5P$ (I_h)	30 граней ССГ - L_2 (I) ССГ -$L_2 2P$ (I_h)	20 граней ССГ - L_3 (I) ССГ -$L_3 3P$ (I_h)	60 граней ССГ - 1 (I) ССГ - P (I_h)	60 граней ССГ - 1 (I) ССГ - P (I_h)	60 граней ССГ - 1 (I) ССГ - P (I_h)	60 граней общая форма класса I	120 граней общая форма класса I_h

http://cryst.geol.msu.ru/appliances/pics/ikos_a4.jpg

Хорошо. Такие группы есть. Группы «некристаллографичны».

Может быть неинтересны?

Где встречаются?

1. Квазикристаллы

В ноябре 1984 года интернациональная группа ученых, Д Шехтман, Я. Блех (Израиль), Д Гратиас (Франция), Дж. Кан (США), сообщили о новом сплаве алюминия и марганца $Al_{86}Mn_{14}$ *с чрезвычайно интересными свойствами.*

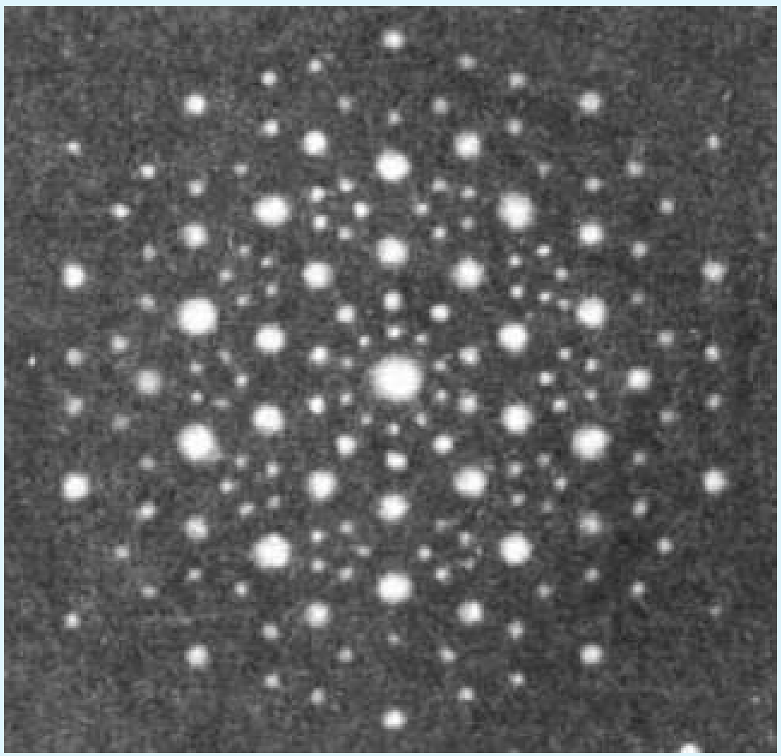
Открытие квазикристаллов явилось революцией в теории симметрии высокоорганизованной неживой материи, так как экспериментально доказало существование закономерно построенных, но не периодических структур.

Квазикристаллы

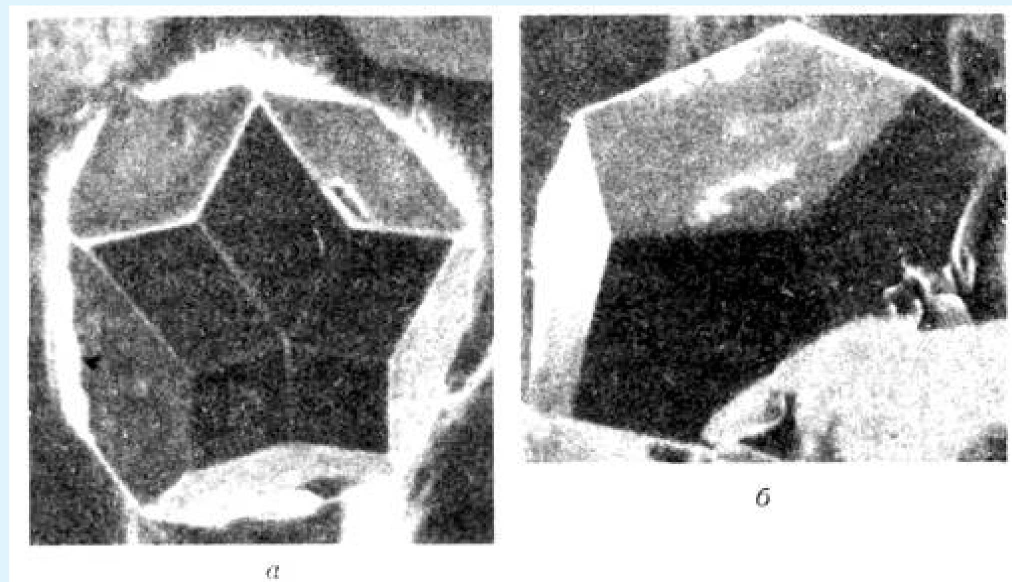
Квазикристалл *— одна из форм организации твердых тел, наряду с кристаллами и аморфными телами (стёклами), характеризующаяся с одной стороны запрещенной в классической кристаллографии симметрией, с другой стороны -* ***наличием дальнего порядка****.*

Первые квазикристаллы были получены напылением на быстро вращающемся диске с понижением температуры около 1000 000 000 градусов в секунду .

Таким образом это весьма неравновесные условия. Сейчас существует большое количество равновесных квазикристаллов, полученных в результате медленного охлаждения.



Электронограмма квазикристалла Al_6Mn.



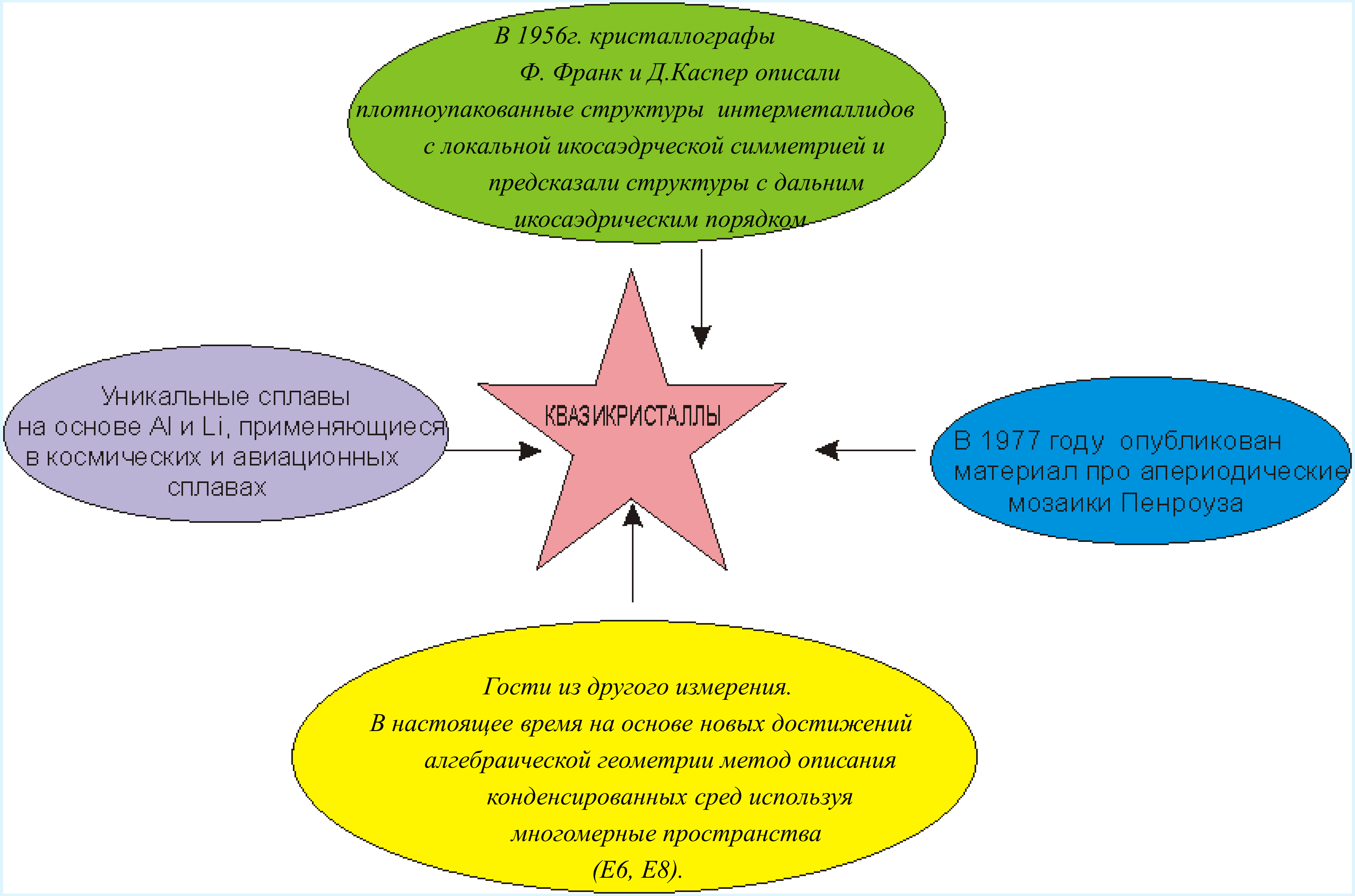
а) Al_6CuLi_3-триаконтаэдрическая огранка монокристаллического зерна

б) $AlCuFe$ додекаэдрическая огранка монокристаллического зерна

Nobelprize.org
The Official Web Site of the Nobel Prize

Путь к признанию у квазикристаллов был не быстр и тернист. Только в 2011 году за это открытие была присуждена **Нобелевская премия.**

The Nobel Prize in Chemistry 2011 was awarded to Dan Shechtman "for the discovery of quasicrystals".

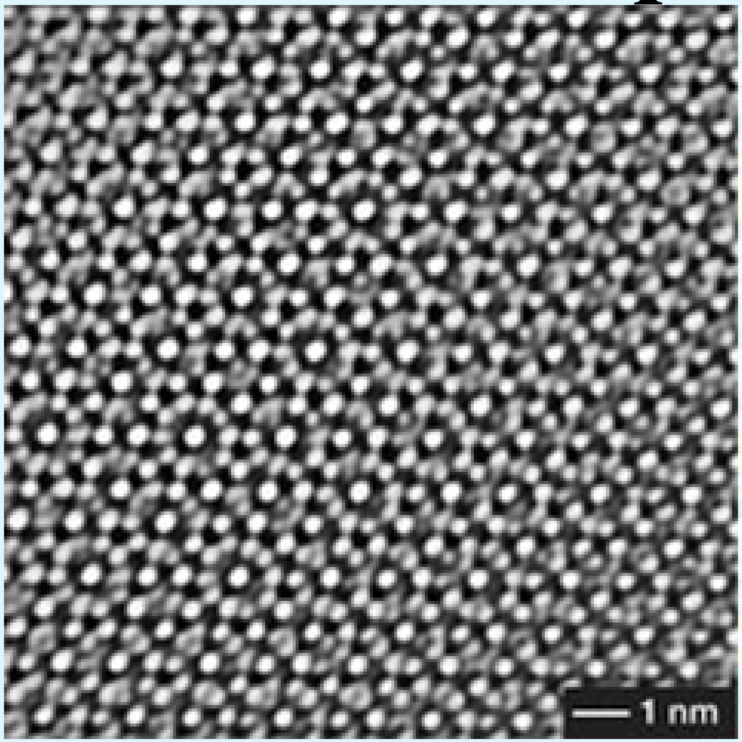

В 1956г. кристаллографы Ф. Франк и Д.Каспер описали плотноупакованные структуры интерметаллидов с локальной икосаэдрческой симметрией и предсказали структуры с дальним икосаэдрическим порядком
КВАЗИКРИСТАЛЛЫ
Уникальные сплавы на основе Al и Li, применяющиеся в космических и авиационных сплавах
В 1977 году опубликован материал про апериодические мозаики Пенроуза
Гости из другого измерения.
В настоящее время на основе новых достижений алгебраической геометрии метод описания конденсированных сред используя многомерные пространства (E6, E8).

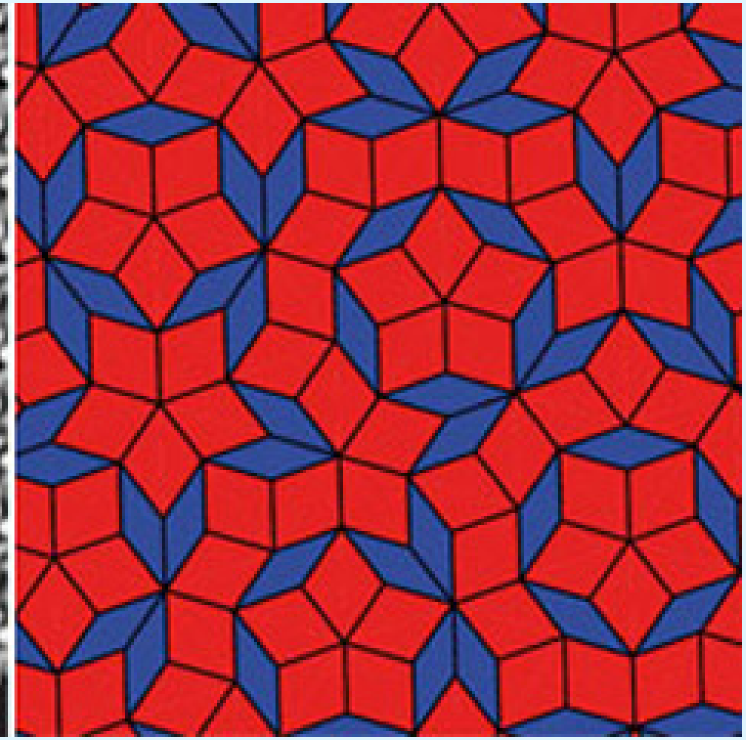
Как же устроены квазикристаллы?

Для объяснения структуры квазикристаллов необходимо отказаться от трехмерного периодического кристалла в его обычной форме. Существует две модели представления строения квазикристаллов:

1. *Аппроксимация структуры квазикристаллов апериодическими трехмерными мозаиками, построенными по принципу двумерной мозаики Пенроуза.*

Квазикристаллы





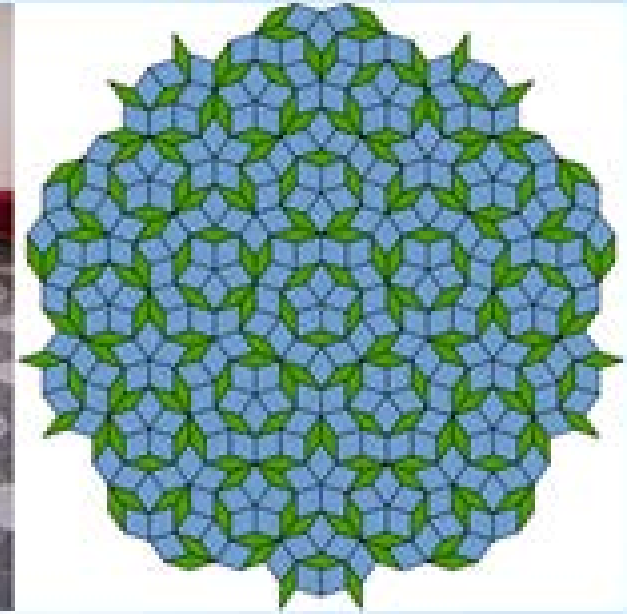
«Невозможно идеальной» называют решётку квазикристалла учёные. Слева показан снимок одного из найденных зёрен, полученный с помощью трансмиссионного электронного микроскопа высокого разрешения (HRTEM). Справа: мозаика Пенроуза. Не правда ли похоже? (фото Science/AAAS)

В трехмерном варианте ромбы мозаики Пенроуза превращаются в ромбоэдры Ковалевского, грани которых - ромбы Пенроуза.

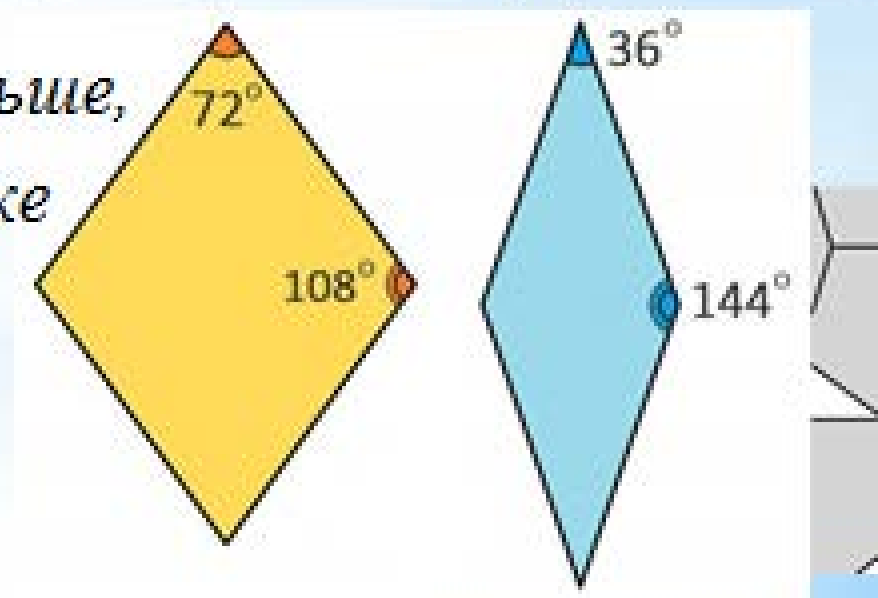
Структуру квазикристаллов можно представить как совокупность таких ромбов.

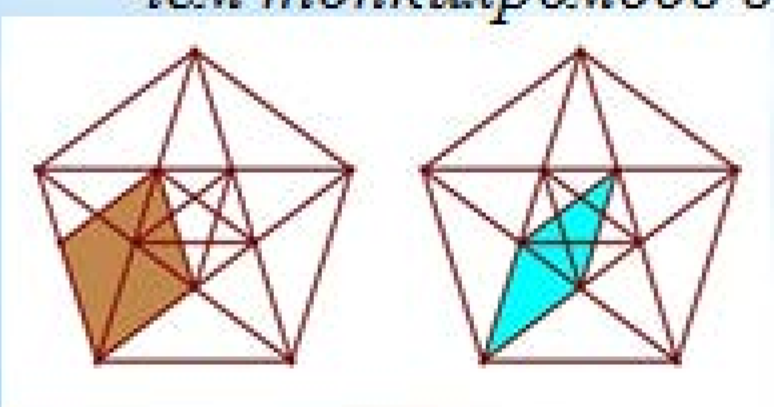
Атомы могут занимать позиции в вершинах, на ребрах или внутри таких ромбов.

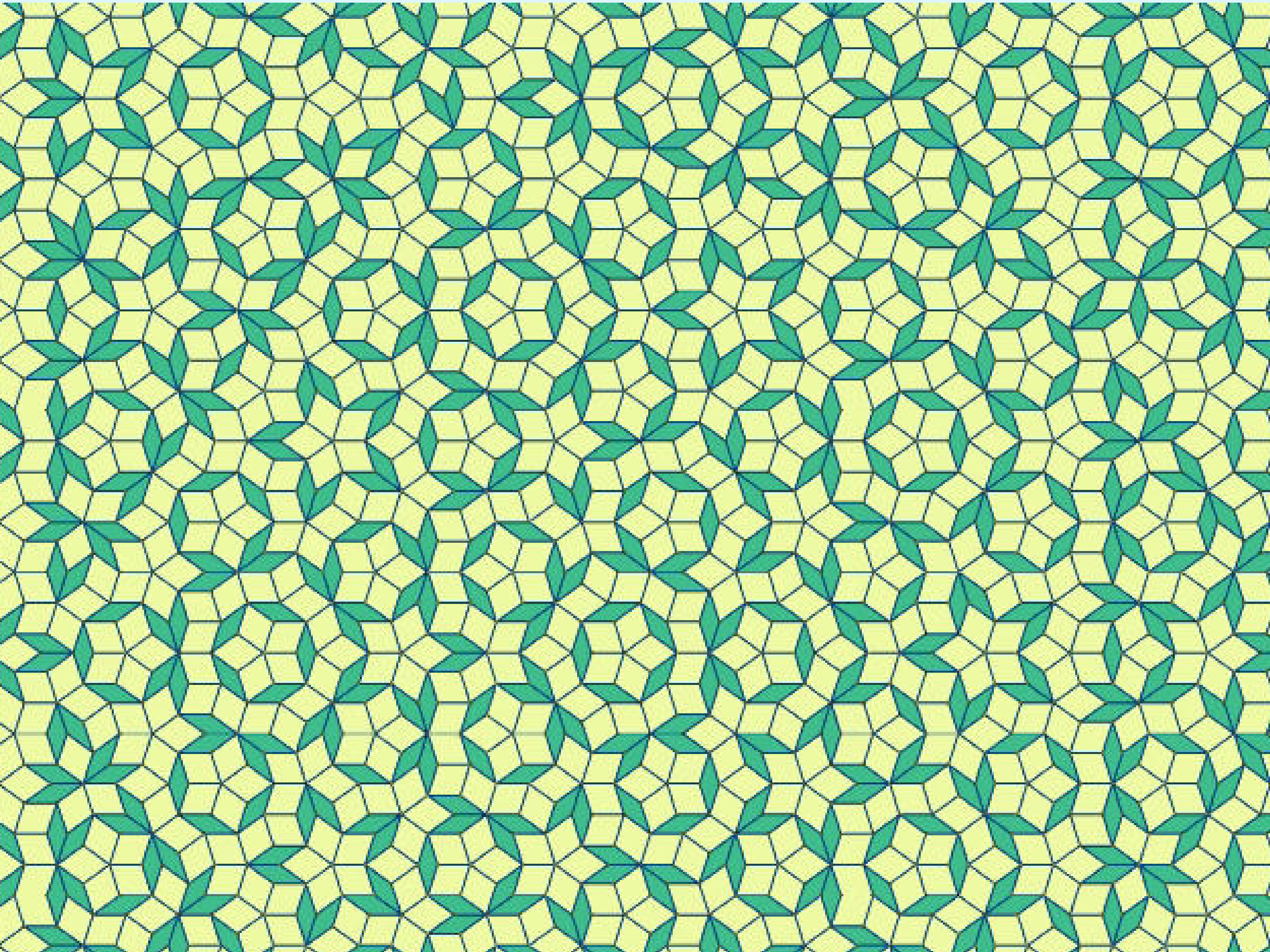
Мозаика Пенроуза
состоит
из ромбов двух типов:
тонкого и толстого



«Толстых» ромбов в τ раз больше,
чем тонкихромбов в мозаике



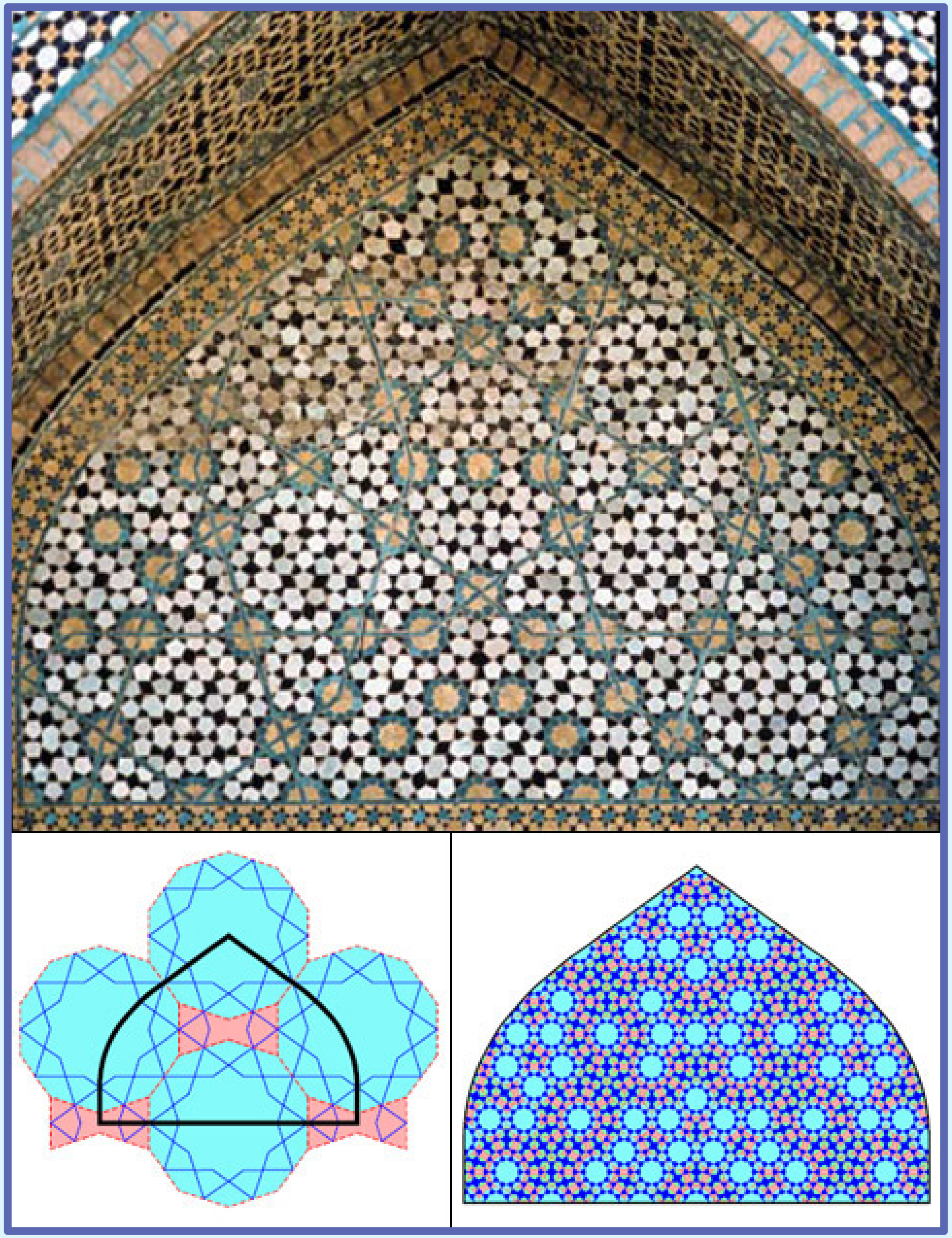




Портал мечети в Иране

Апериодические плоские узоры часто использовались в росписи древних арабских храмов, так как создают эффект

«разбегающегося пространства»



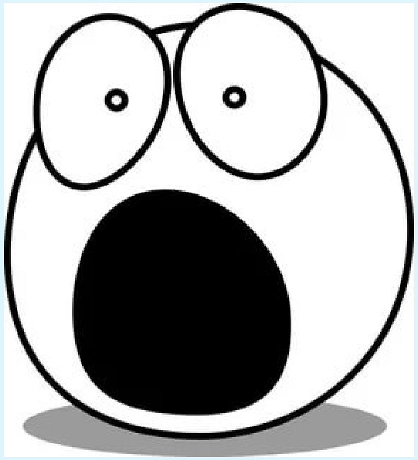
Существует две модели представления строения квазикристаллов:

1. *Аппроксимация структуры квазикристаллов апериодическими трехмерными мозаиками, построенными по принципу двумерной мозаики Пенроуза.*

2. *Представление структуры квазикристаллов в виде трансляционной шестимерной решетки*

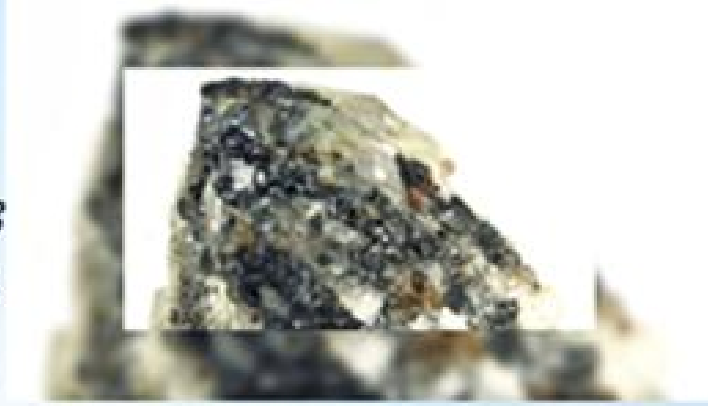
К вопросу о понимании нами многомерных пространств

Квазикристаллы периодичны в ***шестимерном*** *пространстве….*



Применение	Свойства	КК сплавы
Дисперсно-упрочняющие частицы в алюминиевых сплавах и сталях	Твердость и высокие механические свойства при повышенных температурах	Системы на основе Al—Fe—Cr, мартенситно-стареющие стали
Термические барьеры в турбинах и двигателях внутреннего сгорания	Низкая теплопроводность	Al—Co—Cr—Fe, Al—Cu—Fe
Аккумулирование водорода	Высокая адсорбирующая способность к водороду	КК на основе Ti
Непригорающие покрытия для посуды и защитные покрытия в химически активных средах	Сопротивление коррозии, высокая твердость, низкая поверхностная энергия	Al—Cu—Fe—Cr

В 2009 году впервые удалось обнаружить квазикристаллические минералы в природе. Они состоят из атомов железа, меди и алюминия и были найдены у нас, в России.



Группа итальянских ученых, исследуя минерал хатыркит, найденный пока только на Корякском нагорье на Чукотке обнаружила в нем крохотные включения другого металлического немагнитного минерала с составом 63% алюминия, 24% меди и 13% железа, с икосаэдрической структурой. Его назвали икосаэдрит. Как выяснили ученые, эти природные квазикристаллы – осколки древнего метеорита, возраст которого свыше 4,5 миллиардов лет!

Находки природных квазикристаллов крайне редки, более того, многие ученые ставят под сомнение их земное происхождение.

Икосаэдрическая симметрия присутствует

- ***в нанотрубках*** *(углеродных цилиндрах толщиной в один атом) и*

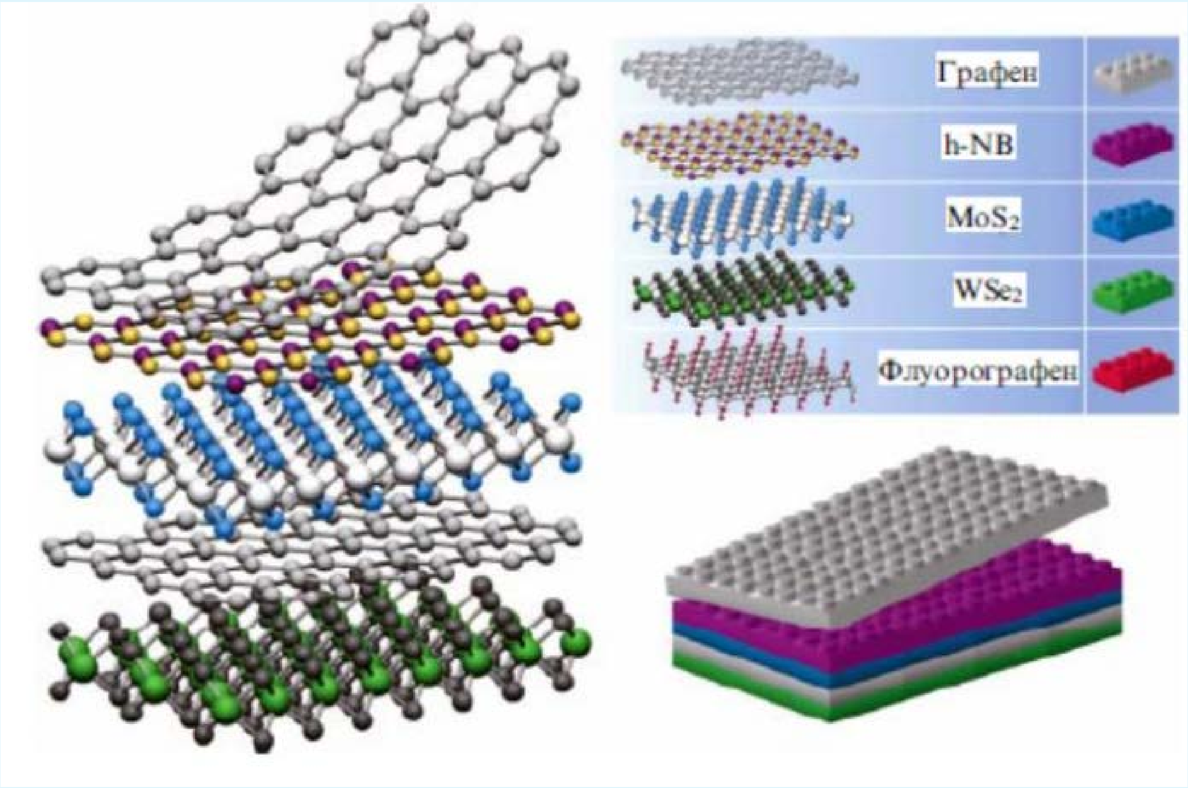
- ***в фуллеренах*** *(стабильных каркасных молекулах углерода, состоящих из четного количества атомов).*

- *в отдельных молекулах и атомных кластерах*

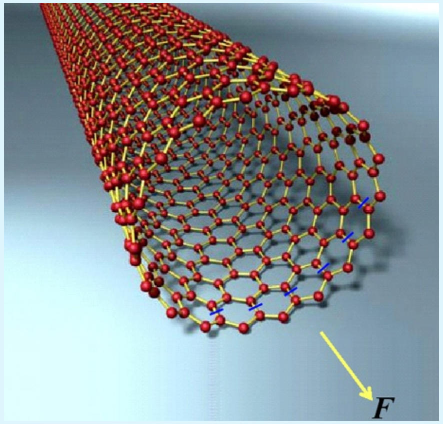
Нанотрубки, по существу, являются графитовыми слоями (графен), свернутыми в виде цилиндра. Но шестиугольные атомные гексагоны не в состоянии закрыть конец трубки, для этого понадобятся пятиугольные грани.

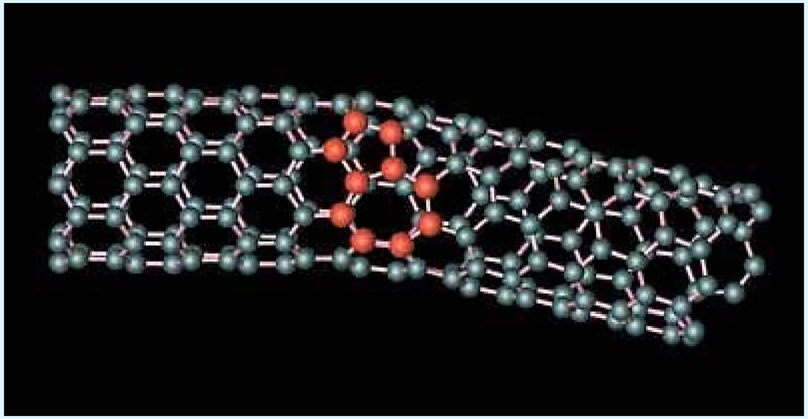
Например, одну из простейших «крышек» можно организовать из разрезанного пополам додекаэдра (шесть пятиугольных граней).

В настоящее время нанотрубки встречены не только в модификациях углерода, но и во многих слоистых материалах (например, MoS_2, WS_2).



Углеродные нанотрубки

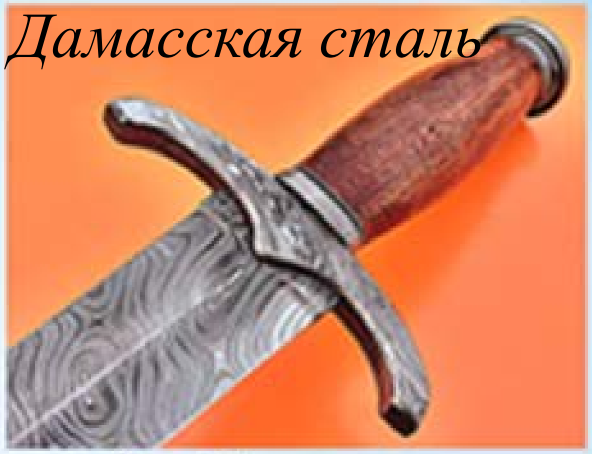




Нанотрубки являются относительно молодым открытием. Наука имеет дело с ними с 1991 года. Однако за это время удалось их достаточно изучить, чтобы не удивляться уникальным свойствам. Известные распространенные формы углерода: графит и алмаз - дали собрату свои лучшие свойства, но усиленные в десятки и сотни раз.

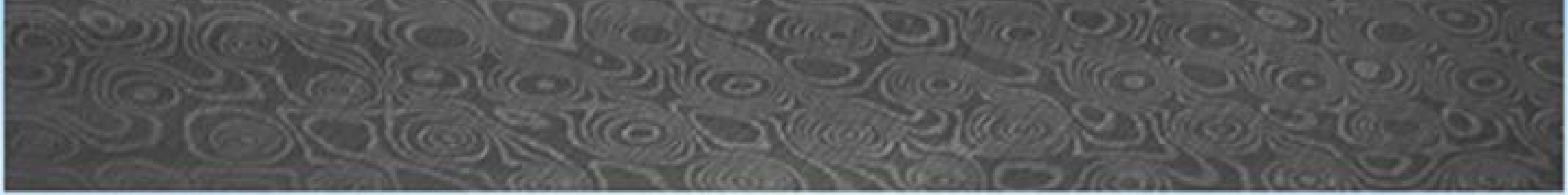
С одной стороны, это **проводимость** превышающая проводимость меди, с другой – **прочность** намного большая чем у лучших сортов стали.

Нанотрубки используются человечеством около тысячи лет

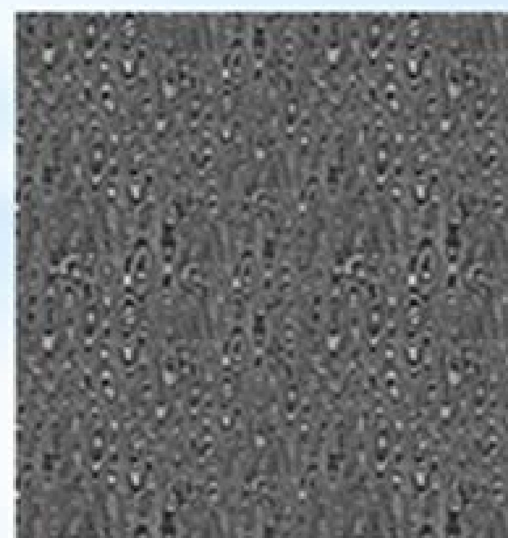


В романе В. Скотта «Талисман» Ричарда Львиное Сердце и султан Саладин расхваливали друг перед другом достоинства своего оружия. Ричард одним ударом разрубил рукоять стальной булавы, а Саладин - поставленную на ребро шелковую подушку. А так же рассек в воздухе мягкий вуалевый платок .

«Лезвие сабли скользнуло так молниеносно и легко, что подушка, казалось, сама разделилась на две половины, а не была разрезана».



Ближе всех к раскрытию секрета дамасской стали, похоже подошли немецкие ученые-кристаллографы из Дрезденского технического университета. Изучив молекулярную структуру сабли XVII века под электронным микроскопом, они обнаружили в лезвии углеродные нанотрубки и нановолокна из цементита (карбида железа).



Еще ближе - писатель – фантаст Лукъяненко (книга «Лорд с планеты Земля»)

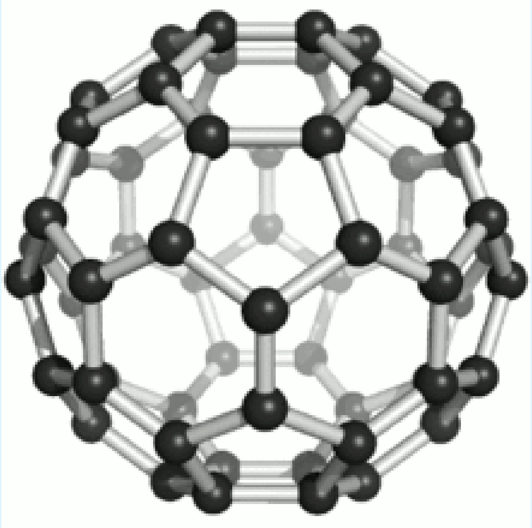
Одноатомный меч

Одноатомный, или атомарный, меч (в обиходе одноатомник, в терминологии главного героя — плоскостной меч) — идеальное холодное оружие. Представляет **собой меч с лезвием толщиной в один атом**. Благодаря столь острому лезвию, меч без усилия рассекает любые материалы.

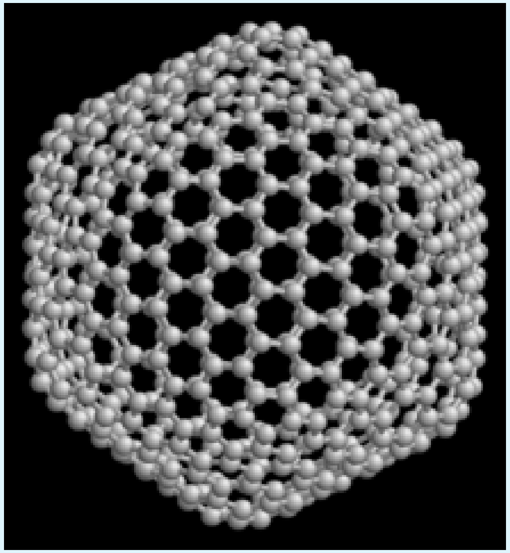
Любой удар и даже сильный взмах в воздухе затупляет лезвие, после чего оно становится толще, чем один атом. На рукоятке размещается кнопка заточки, нажатие этой кнопки делает лезвие вновь одноатомным. Меч выдерживает около 1500 заточек.

При столкновении двух мечей один из них рассекает другой. Какой именно меч «победит», зависит от угла столкновения, а также от того, какой меч острее. Последнее обстоятельство и делает кнопку заточки столь важной. Меч находится в специальных магнитных ножнах, которые поддерживают меч, не касаясь его

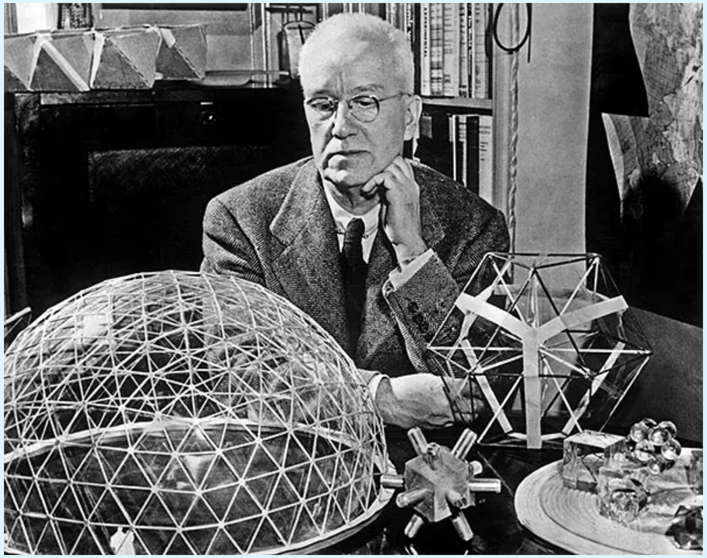
Фуллерены - молекулярные соединения углерода представляющие собой выпуклые замкнутые многогранники, составленные из чётного числа трёхкоординированных атомов углерода.
Они состоят из 60 и более атомов.



Фуллерен C_{60}



Фуллерен C_{540}



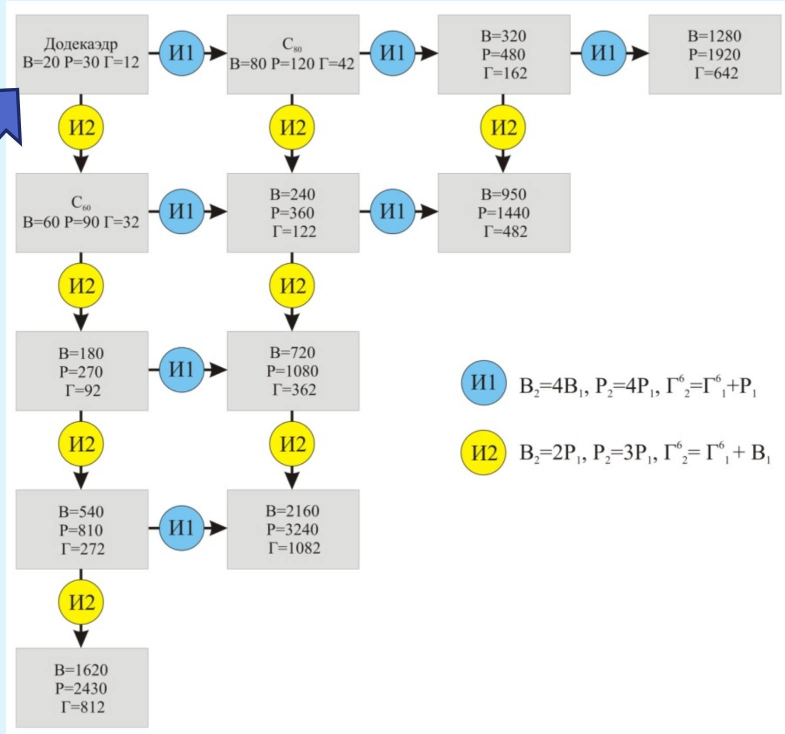
Р. Б. Фуллер

При n<60 молекулы C_n становятся нестабильными, однако существует большое число молекул с n>60. Геометрические правила построения высокосимметричной молекулы фуллерена требуют наличия для бездефектных фуллеренов **12 пятиугольных граней**, тогда как число шестиугольных граней может варьироваться. Для фуллеренов существуют две последовательности (итерации) увеличения шестиугольных граней. Первая итерация (И1) изменяет число вершин (В), ребер (Р) и шестиугольных граней ($Г^6$) по следующему закону: $В_2=4В_1$, $Р_2=4Р_1$, $Г^6{}_2=Г^6{}_1+Р_1$. Итерация второго типа (И2) подчиняется следующей последовательности: $В_2=2Р_1$, $Р_2=3Р_1$, $Г^6{}_2= Г^6{}_1 + В_1$.

Например, исходный додекаэдр содержит 20 вершин, 30 ребер, 0 шестиугольных и 12 пятиугольных граней.

Итерация первого типа превратит его в фуллерен C_{80}, а второго типа в $C_{60.}$

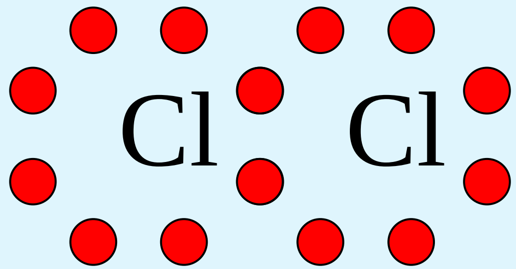
Все эти фуллерены будут иметь симметрию Y_h.



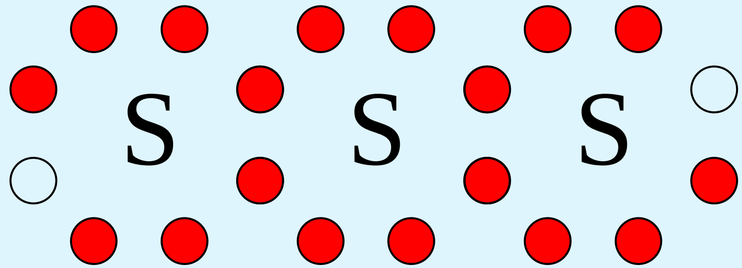
Икосаэдрическая симметрия присутствует внутри кристаллических структур

(кластеры атомов)

А как определить число соседей?

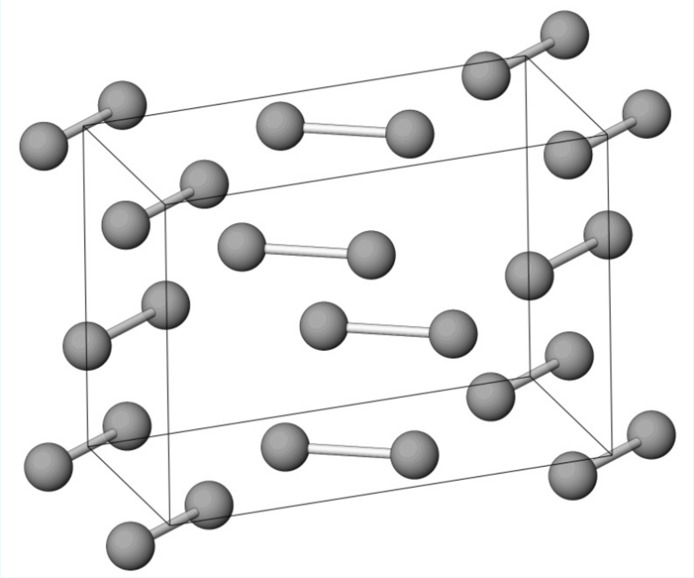


У атома Cl 7e → ему необходим 1 электрон, чтобы путем обобществления его достроить свою оболочку до завершенной → если сосед тоже Cl (простые в-ва) то сосед нужен 1

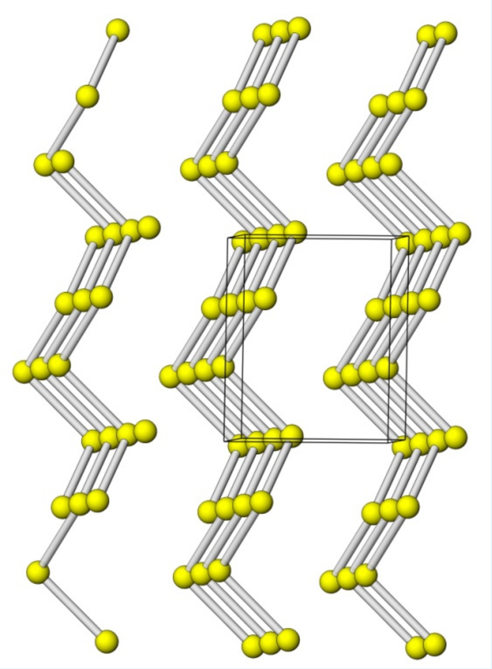


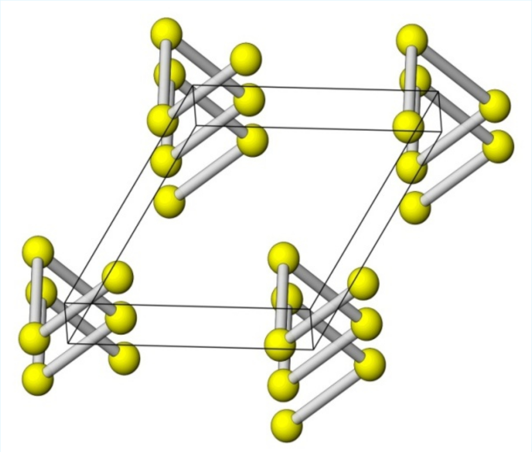
У атома S 6*e* → ему необходимо 2 электрона, чтобы путем обобществления их достроить свою оболочку до завершенной → если сосед тоже S (простые в-ва) то соседей надо 2 → КЧ цепь или кольцо

Правило Юм-Розери:
(простые вещества с ковалентной связью)
Число ближайших соседей
КЧ= 8 – N

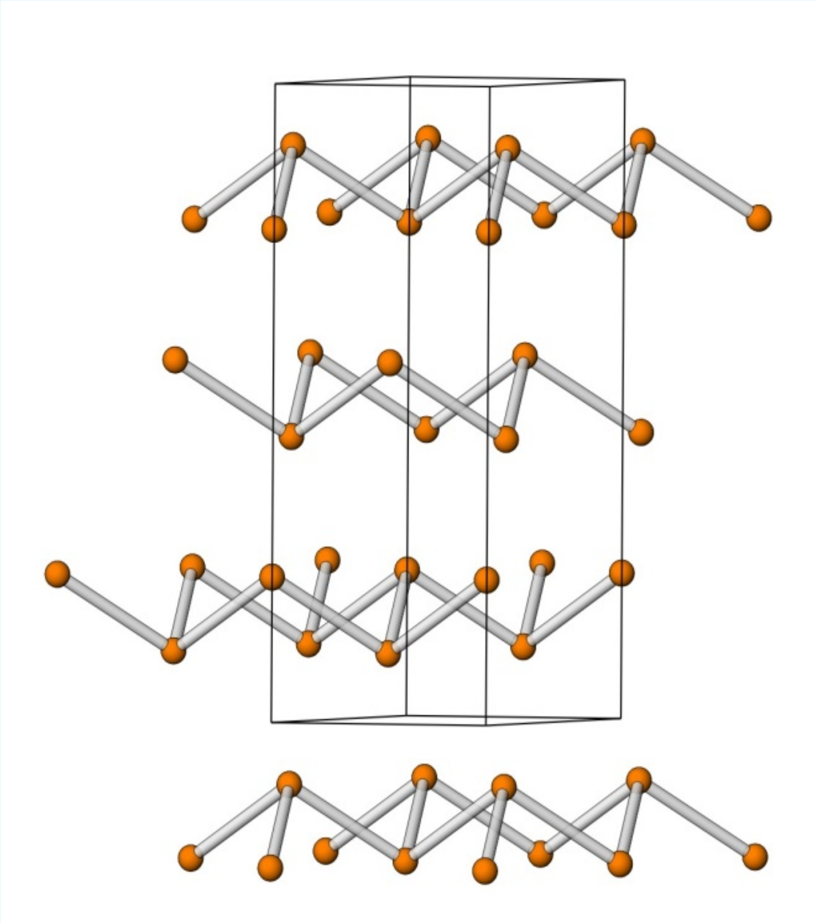


Структура кристаллического ***хлора***
(N=7; КЧ=1)

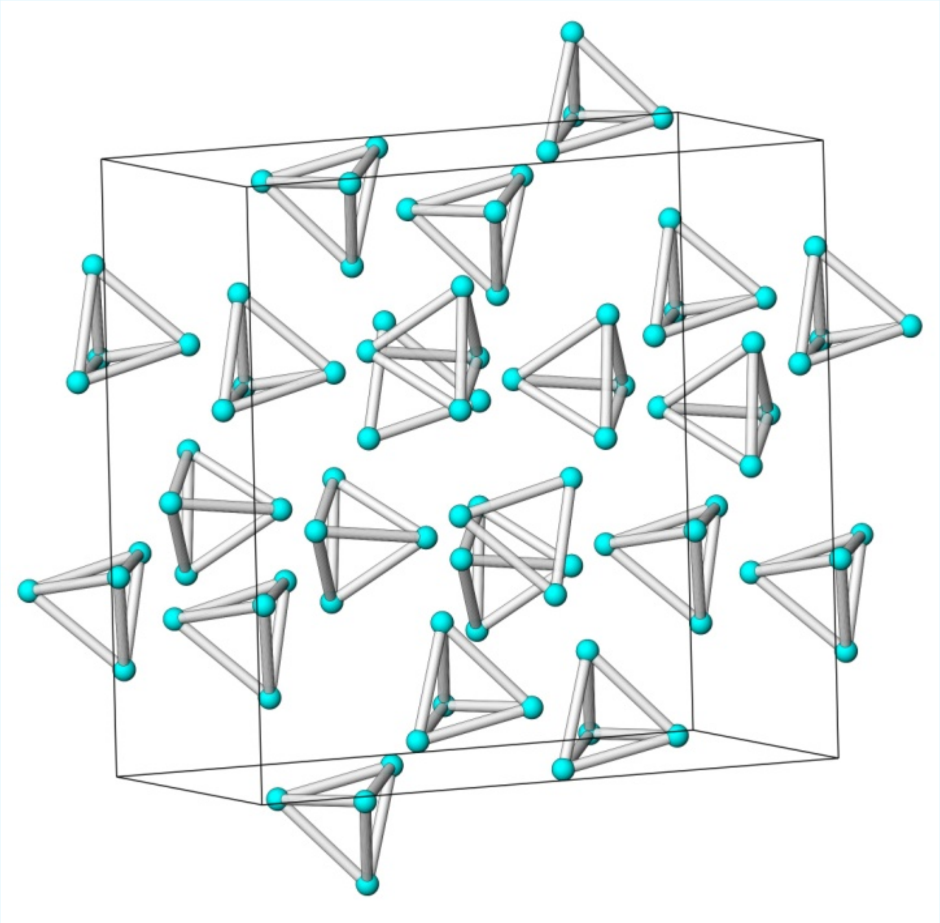




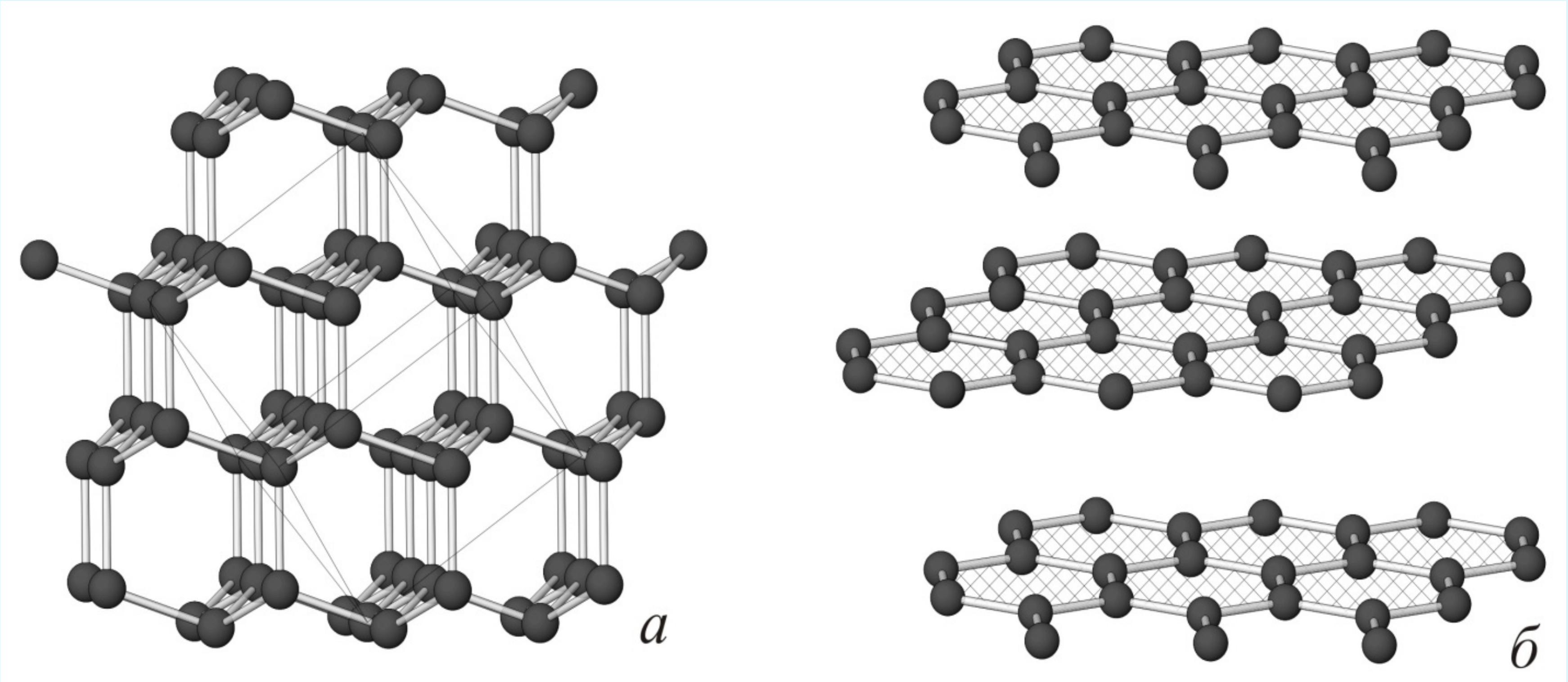
Структура ***селена***
(N=6; КЧ=2)



Структура ***мышьяка*** *(N=5; КЧ=3)*



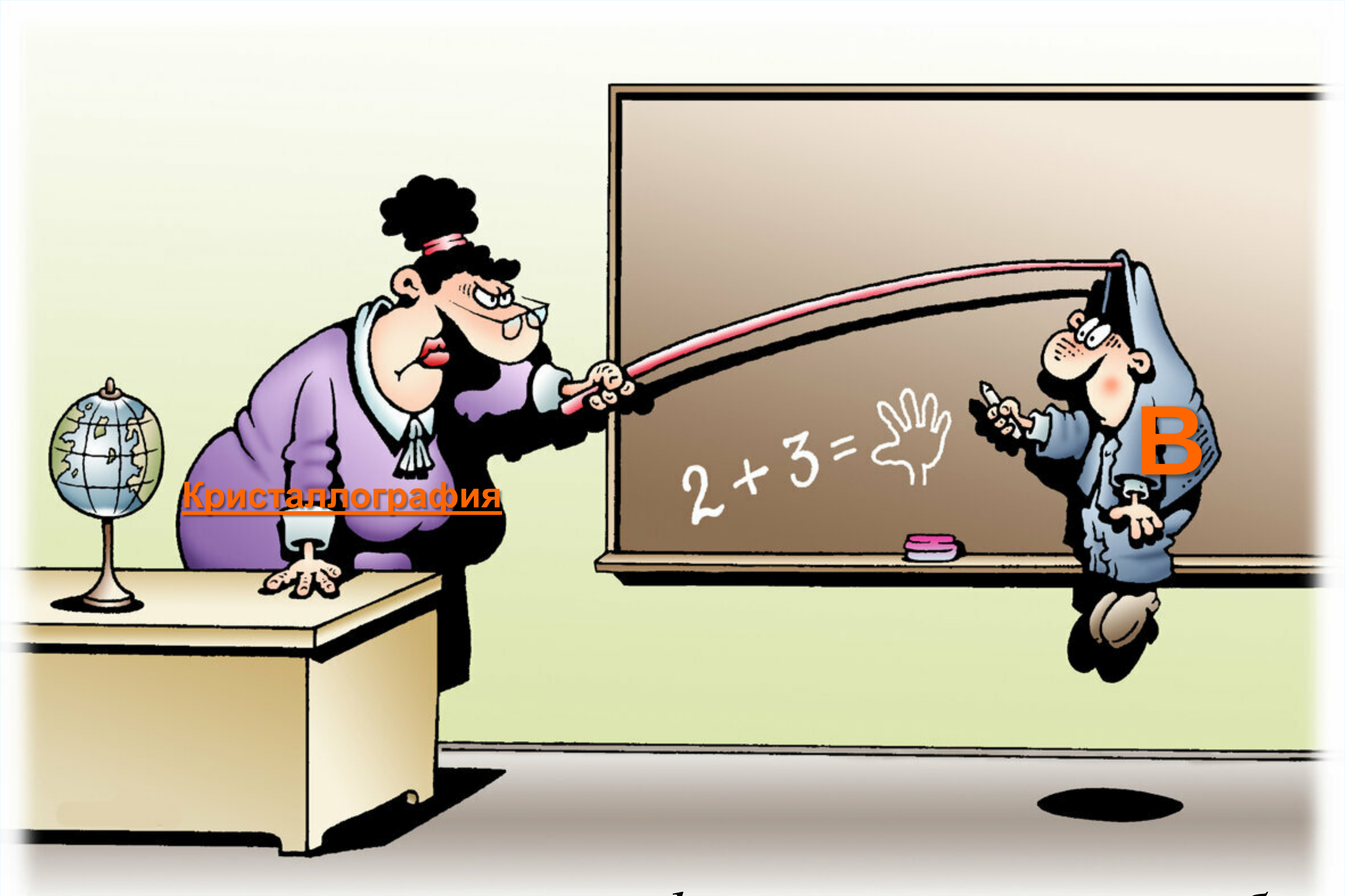
Структура ***белого фосфора*** *(N=5; КЧ=3)*



*Структура **алмаза** (а) **графита** (б), **(**N= 4; КЧ=4)*

Есть еще неметалл в 3 группе

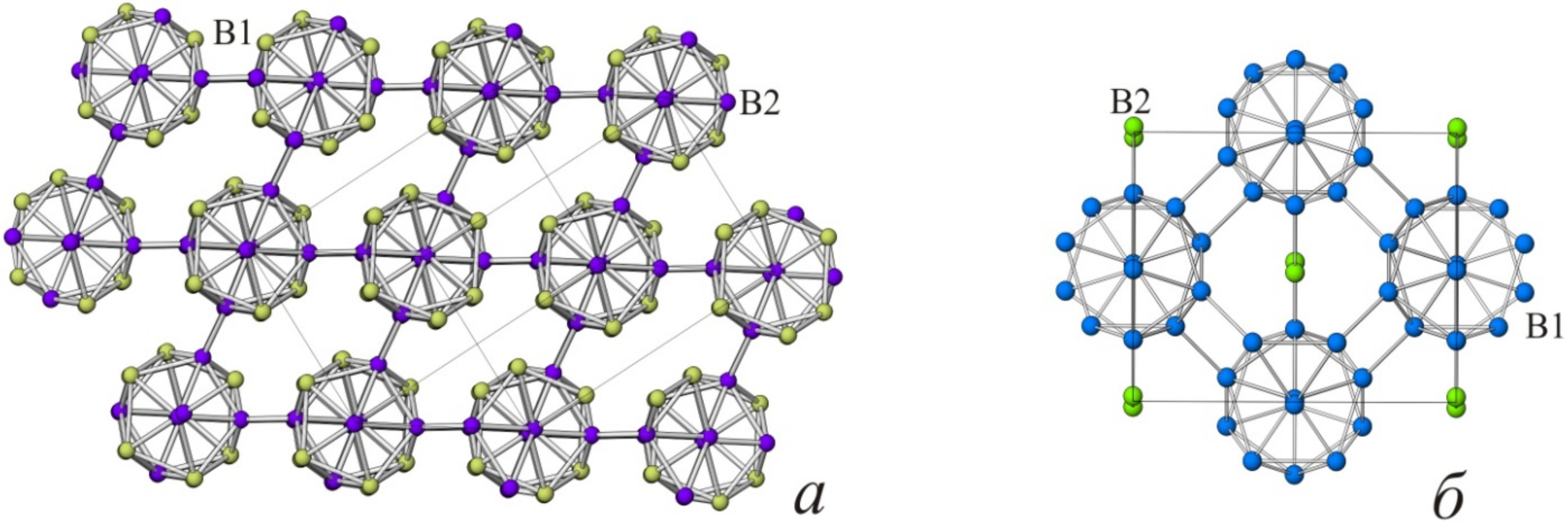
Итак, 5 соседей? L_5?



Бор не учил кристаллографию… в этом его проблемы

Есть еще неметалл в 3 группе и это В!

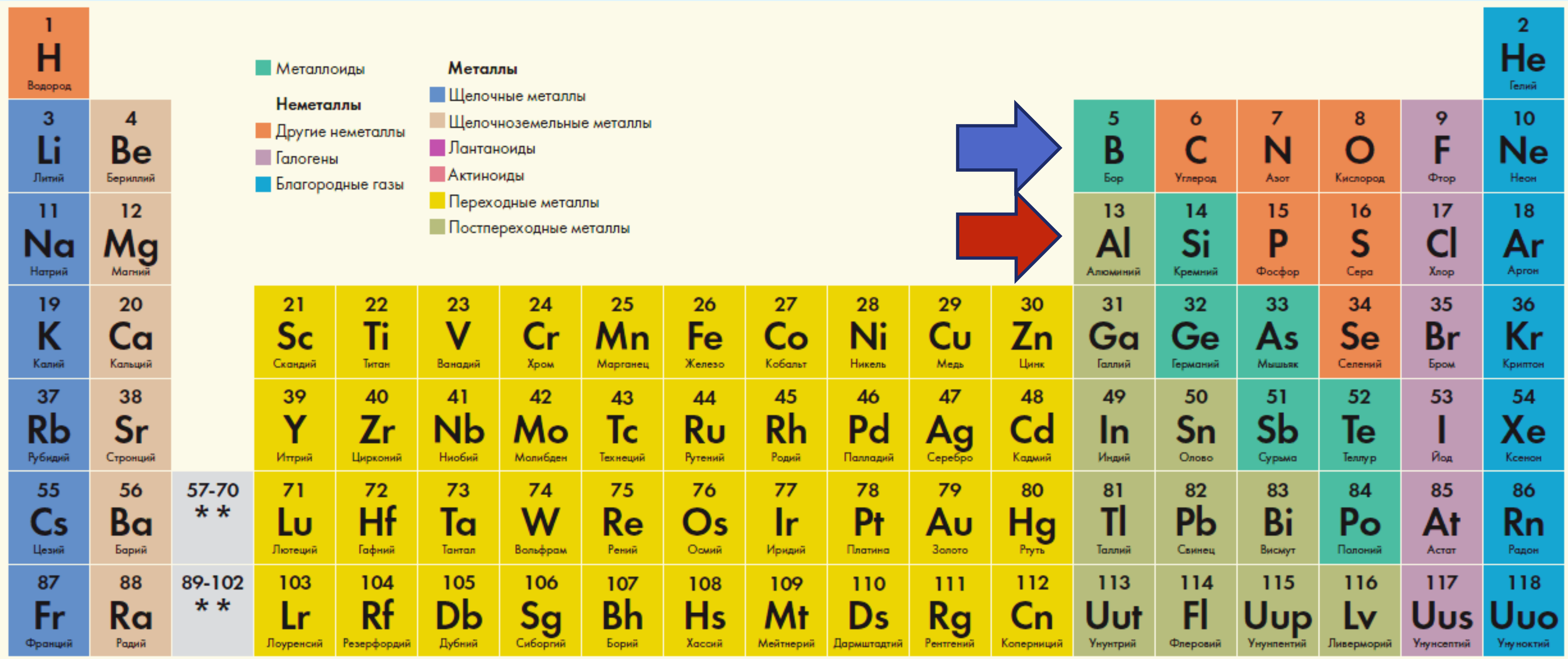
Итак, 5 соседей? L_5?

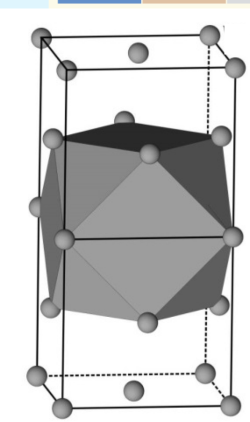


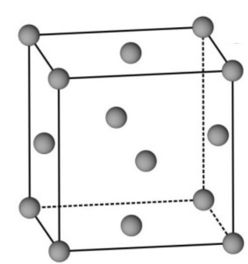
Кристаллические структуры бора:

а) α-В модификация б) γ-B_{28} модификация

Таким образом, локальная икосаэдрическая симметрия наблюдается и внутри периодических кристаллических структур **особенно среди соединений бора**, который, в силу своей ***электронной конфигурации***, стремится окружить себя пятью ближайшими соседями





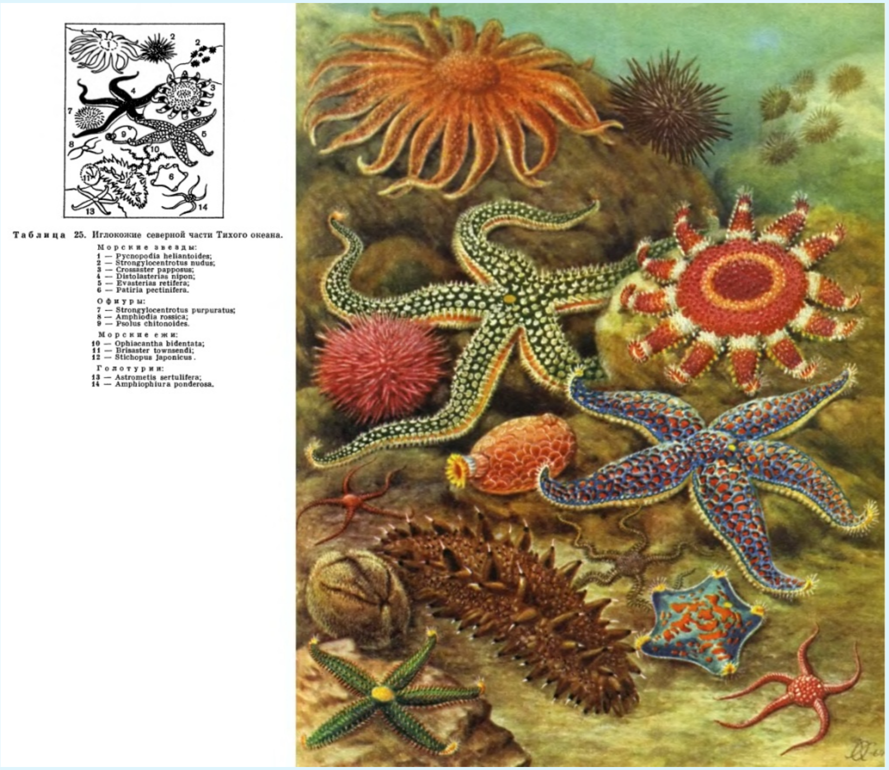


Я помню неметаллическую жизнь бора! Хочу тоже жить с КЧ=5!

Икосаэдрическая симметрия

в живых организмах

Морские звезды и медузы имеют 1 ось 5-ого порядка, это не очень интересно

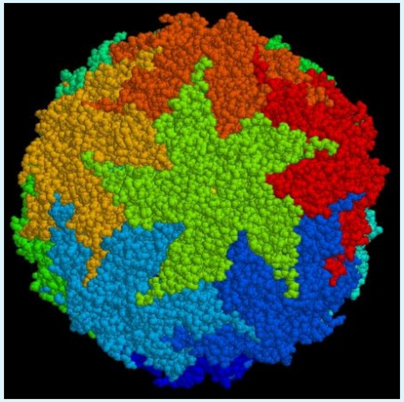


Ищем икосаэдры в живой непериодической материи 3D поведения!

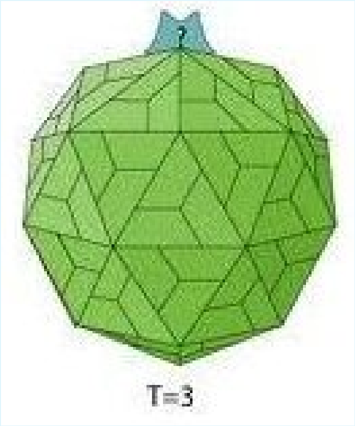
ВИРУСЫ!

Капсид (от лат. capsa – ящик)– это белковая оболочка, в которую упакована вирусная нуклеиновая кислота. Капсид защищает вирусный геном от воздействия внешних факторов, а у безоболочечных вирусов обеспечивает его проникновение в клетку.

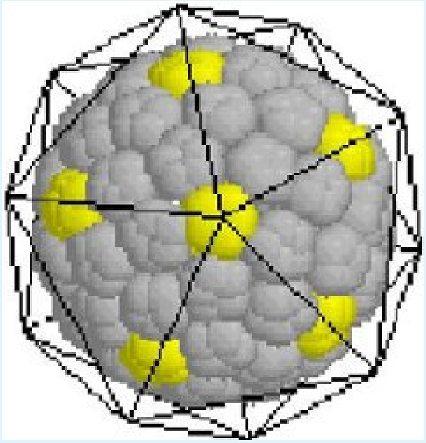
При увеличении числа белковых субъединиц, образующих капсид, связи между ними перестают быть эквивалентными, и субъединицы начинают группироваться с образованием морфологических структур - капсомеров, хорошо различимых в электронном микроскопе: в вершинах икосаэдра группируется по 5 структурных субъединиц (пентоны), а на гранях - по 6 структурных субъединиц (гексоны)



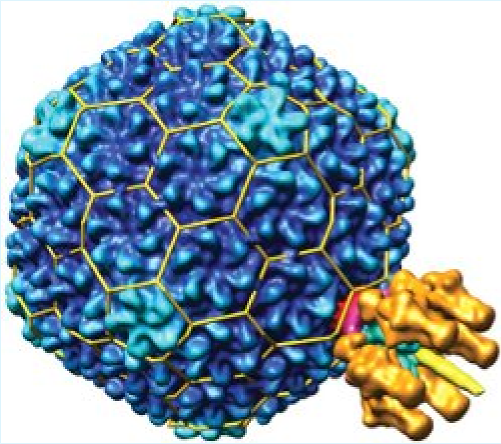
Капсид вируса-саттелита вируса мозаики проса



Икосаэдрический капсид бактериофага MS2, состоящий из 180 структурных субъединиц.

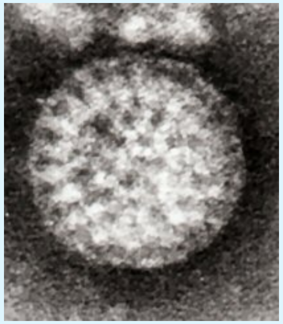


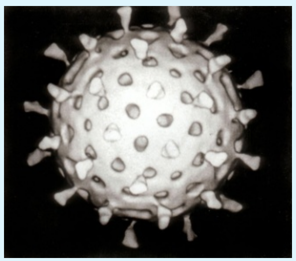
Модель капсида вируса SV-40. Желтым цветом выделены пентоны, серым – гексоны



Икосаэдрический капсид, в котором из структурных субъединиц формируются пентоны (выделены голубым) и гексоны (выделены синим).

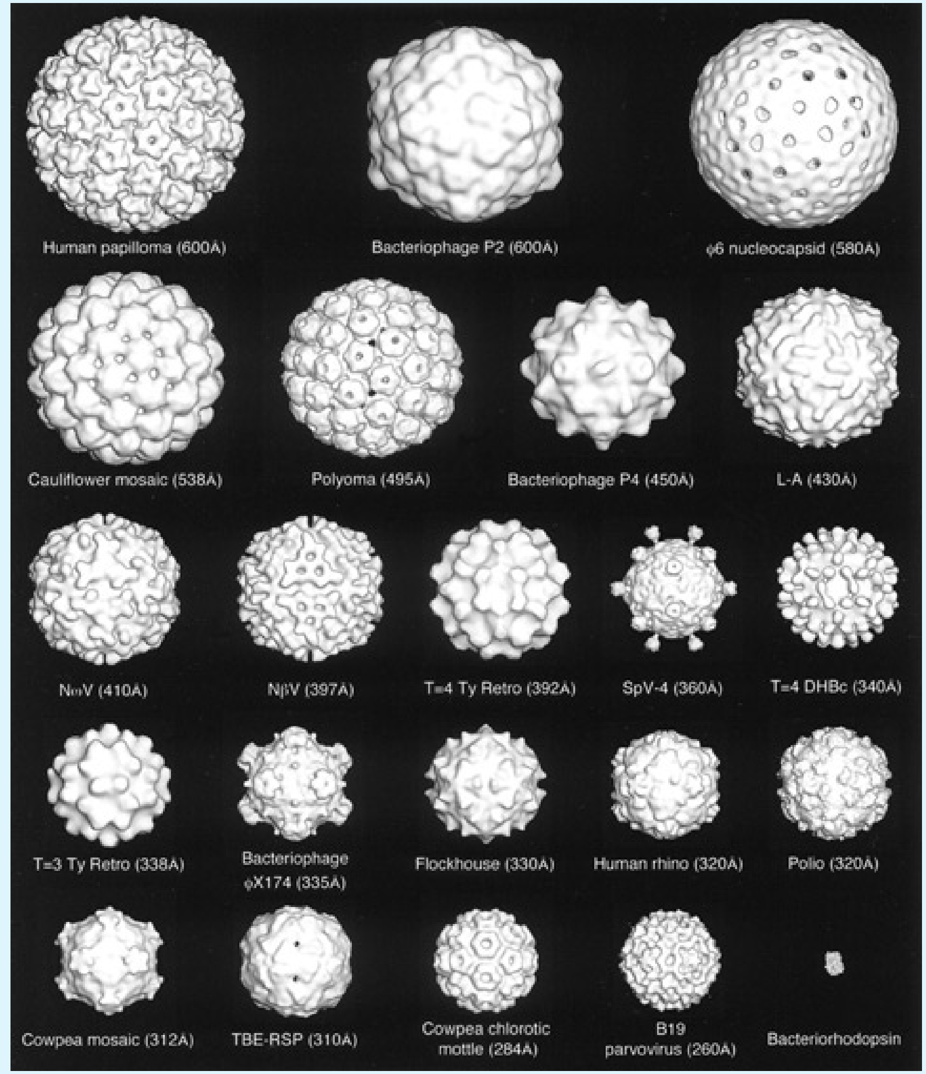
Почему же вирусам так нравятся икосаэдры?





Вирус ротавирусной инфекции («кишечный грипп») под электронным микроскопом и его компьютерная реконструкция

Икосаэдр имеет минимальную площадь поверхности при заданном объеме

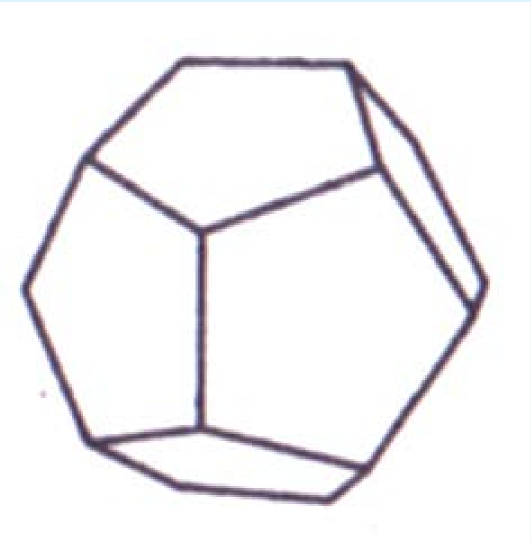
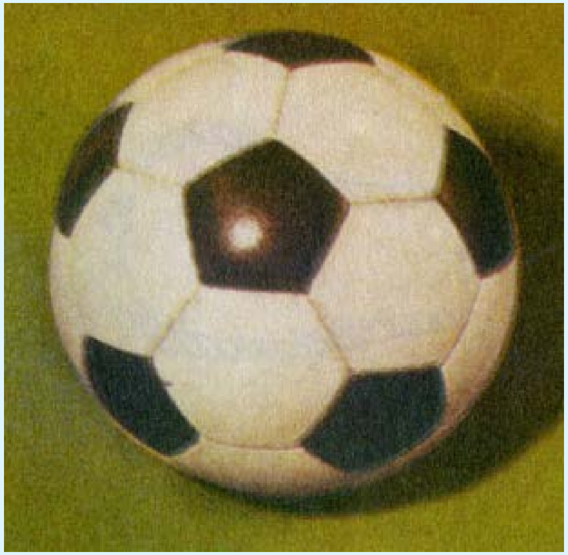


Капсиды различных вирусов

Ну и напоследок…

Футбольный мяч

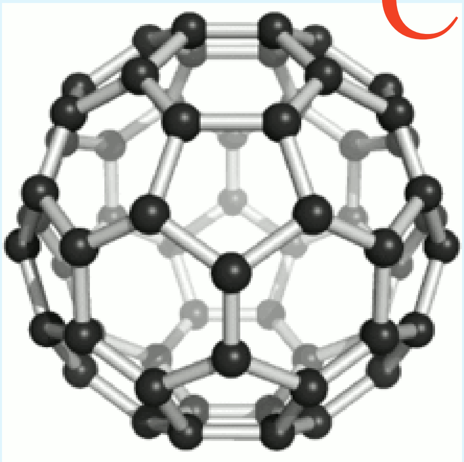
Все хотя бы раз видели футбольный мяч. Тысячи людей видят его «в натуре», на стадионе. Все знают, что покрышки мяча состоят из белых и черных фигурок (конечно, если это классический мяч, а не джимбулани – там хуже видно). Но, как ни странно, лишь немногие (включая самих футболистов) могут с уверенностью сказать, из каких именно многоугольников он состоит. Давайте присмотримся к футбольному мячу повнимательнее.

У мячей покрышка состоит из изогнутых многоугольников. Она составляется из 12 черных и 20 белых «полей». Вокруг каждого черного пятиугольника располагается шесть белых шестиугольников.

Футбольный мяч является геометрическим аналогом фуллерена C_{60}, так как представляет собой подкачанный комбинационный 32-гранник с гранями икосаэдра (20 белых шестиугольников) и додекаэдра (12 черных пятиугольников)

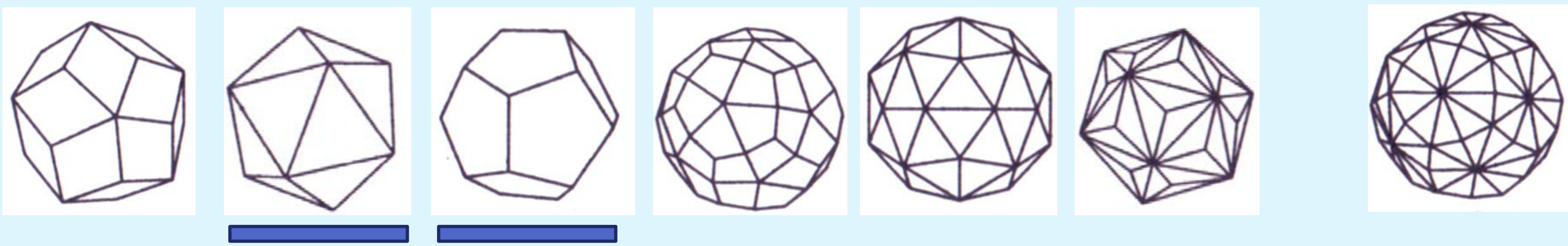
C_{60}

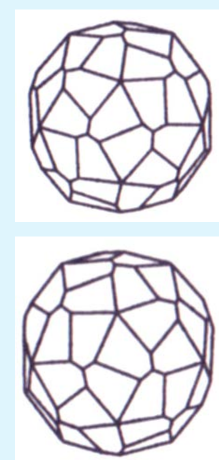


1966

1970

Новые коммерческие идей для следующих ЧМ





?

Энантиоморфные группы! Вратарь, учивший кристаллографию заранее знает направление вращения!

Теперь понимаем, что тогда произошло в матче с испанцами

Для других видов спорта тоже что-нибудь придумаем

Что еще почитать:

Э.Э.Лорд, А.Л.Маккей,С.Ранганатан //

Новая геометрия для новых материалов,2010

П.Н.Дьячков // Углеродные нанотрубки. Материалы для компьютеров XXI века Природа. 2000. №11

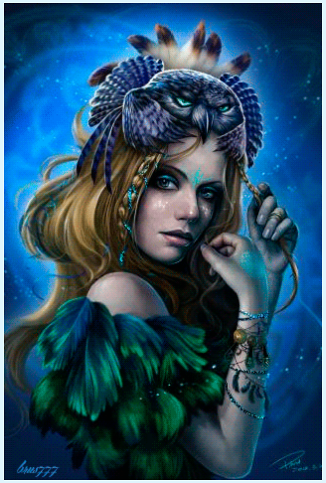
М. Гарднер // От мозаики Пенроуза к надежным шифрам

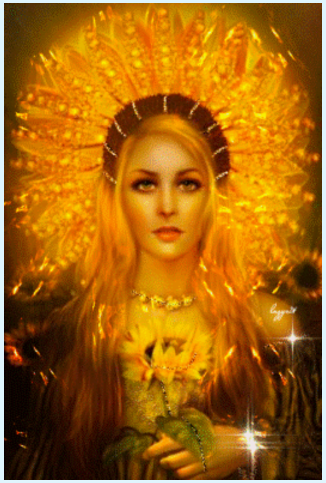
Тихонова М.С. ***Магическое число "5" в живой и неживой природе. Курсовая работа 2012г.***

http://cryst.geol.msu.ru/literature/kurs/2012_01_tikhonova.pdf

СИММЕТРИЯ МИКРОМИРА

ЧАСТЬ ПЕРВАЯ.





Привет,

Нас зовут **********

Красивые имена, правда?

Познакомимся?

(Мы не материальные существа и живем в бесконечном микромире)