

Квазикристаллы

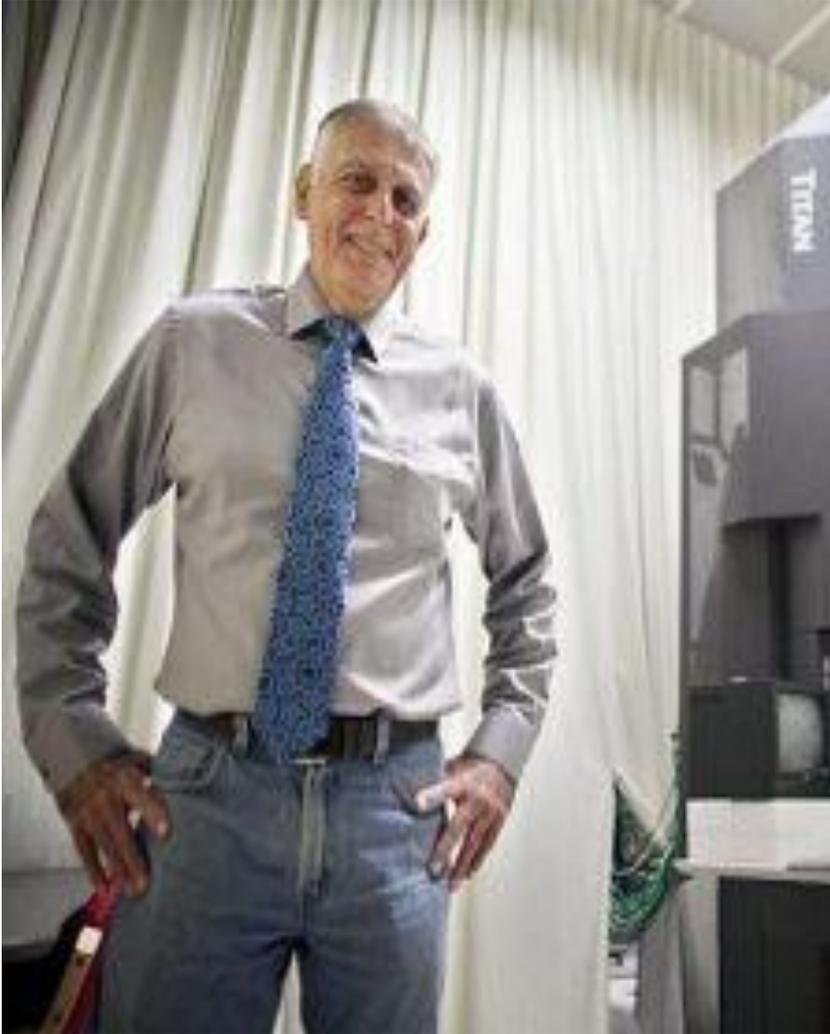
Выполнил: Ильясов Д.Р.

Научный руководитель: Екомасов Е.Г.

Содержание:

- Лауреат нобелевской премии
- Дифракционная картина квазикристалла
- Мозаики Пенроуза
- Применение квазикристаллов
- Список литературы

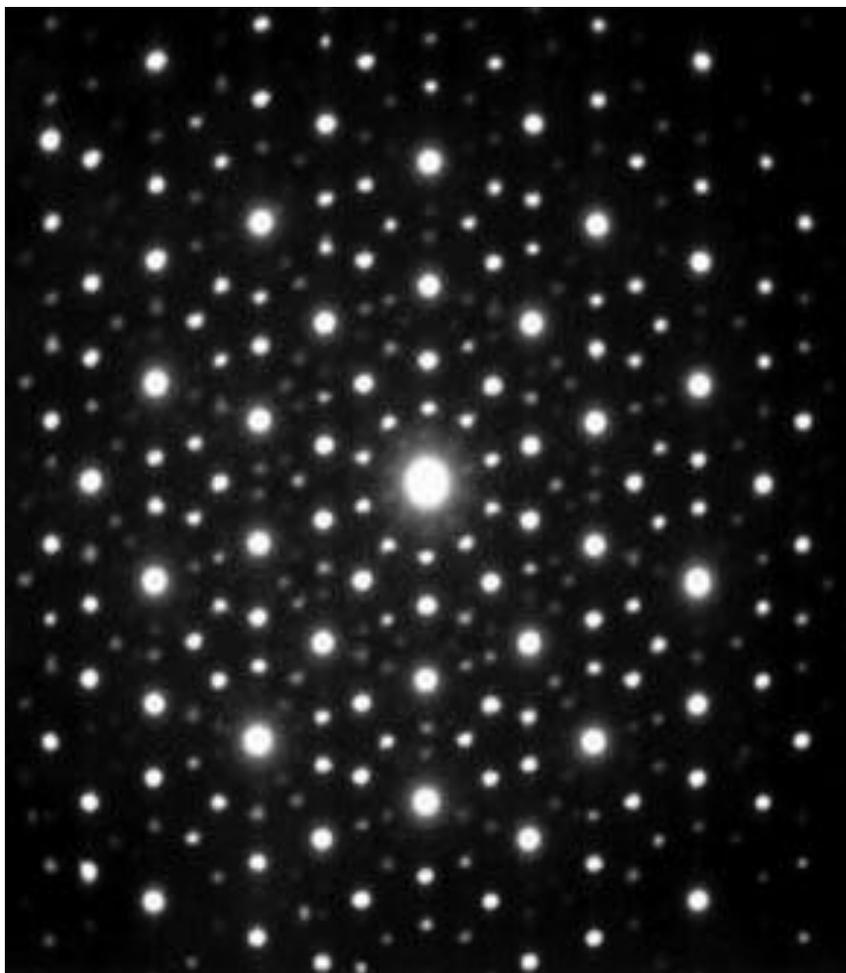
Лауреат нобелевской премии



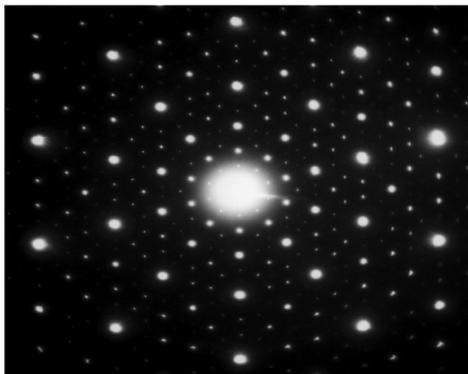
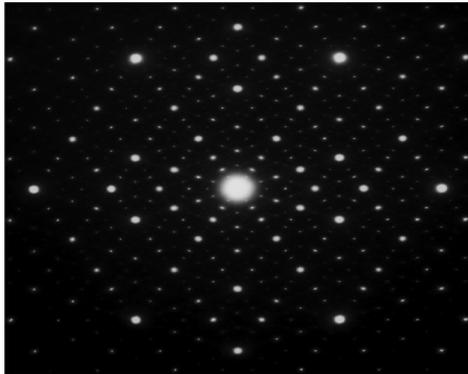
- **Израильский ученый Даниэль Шехтман, работающий в Израильском технологическом институте, стал лауреатом Нобелевской премии по химии в 2011 году за открытие квазикристаллов.**

- В 1982 году, работая в США, Шехтман открыл новую химическую структуру — квази-кристаллы. Ранее существование подобных структур считалось невозможным. В химической науке кристаллами называют вещества, имеющие регулярное симметричное строение (кристаллическая решетка). Соответственно, кристаллы могут иметь только определенную форму. Шехтман же обнаружил вещества, которые, с точки зрения традиционной науки, не могут существовать. Потребовалось почти три десятилетия, чтобы научный мир убедился в его правоте. *«Открытие Шехтмана заставило ученых в концов концов пересмотреть свои взгляды на саму природу материи»*, — отметили в Шведской Королевской академии наук.
- Практическое значение открытия Шехтмана состоит в создании чрезвычайно прочных материалов, из которых изготавливают лезвия, металлические хирургические инструменты и дизельные двигатели. Подобные изделия к тому же не подвержены коррозии.

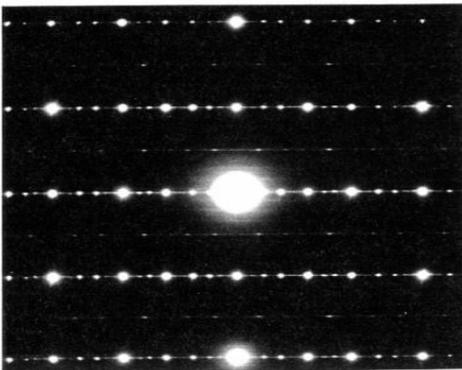
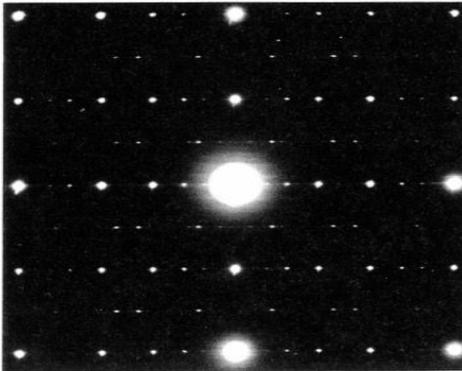
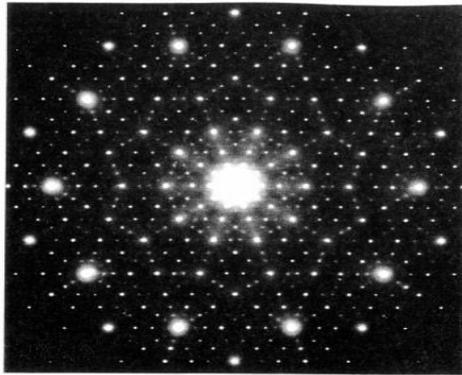
Дифракционная картина квазикристалла



- Если материал кристаллический, после прохождения через него рентгеновских лучей наблюдается дифракционная картинка — четкие светлые точки, соответствующие дифракционным отражениям или рефлексам, причем симметрия дифракционной картины соответствует симметрии кристалла .



На рисунке показаны картины дифракции электронов вдоль осей симметрии второго, третьего и пятого порядков типичного икосаэдрического сплава $Al(69,5)Pd(21)Mn(9,5)$.

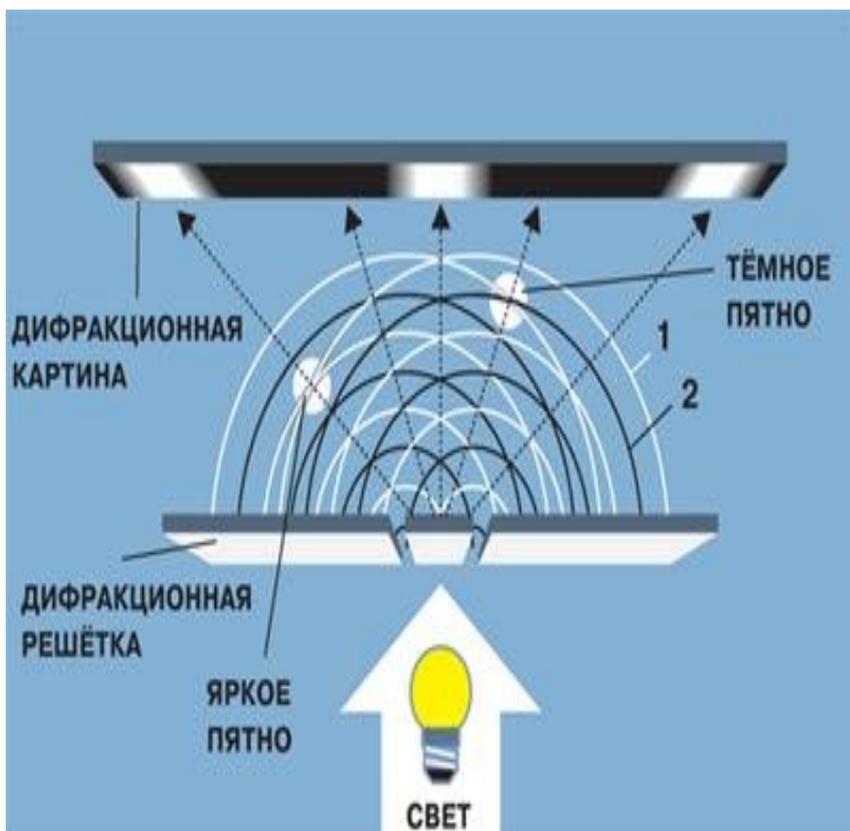


Кроме икосаэдрических квазикристаллов, существуют квазикристаллы с другой ортентационной симметрией. Аксиальные квазикристаллы показали наличие поворотных осей симметрии восьмого, десятого и двенадцатого порядков и были названы соответственно октогональными, декагональными и додекагональными фазами.

Фазоны

При построении остова икосаэдрической квазикристаллической структуры можно выделить два основных подхода: двухфрагментальную модель — квазипериодическую укладку двух элементарных структурных единиц и модель икосаэдрического стекла — случайную укладку двух элементарных структурных единиц и модель икосаэдрического стекла — случайную укладку многогранников с заданной симметрией. Основное различие между указанными подходами заключается в том, что в первом случае постулируется существование в расположении атомов дальнего порядка квазипериодического типа, а во втором — только ближнего порядка. Два этих подхода тесно связаны и являются предельными случаями теории, учитывающей дефекты особого рода в квазикристаллах, именуемые фазонами. Фазоны — это возбуждения квазикристаллической решетки, диффузионные моды, обусловленные локальными перераспределениями атомных узлов.

К понятию фазонов проще всего прийти, используя представления проекционной техники. Плотность квазикристалла можно записать в виде $\rho(r_{||}) = \int_{\infty} p(r) n(r_{\perp}) d^3 r_{\perp}$, где $p(r)$ – плотность шестимерного гиперкристалла, $n(r_{\perp})$ – функция формы проекции элементарной гиперячейки на перпендикулярное пространство. Периодическая плотность $p(r)$ может быть разложена в ряд Фурье: $\rho(r_{||}) = \sum_Q p_Q \exp(iQr)$, где Q – вектор обратной решетки шестимерного гиперкристалла. В этом разложении могут быть введены дополнительные фазы $F_Q(r)$, искажающие $p(r)$, которые раскладываются на компоненты параллельного и перпендикулярного пространств, т.е. $F_Q(r) = Q_{||}u(r) + Q_{\perp}w(r)$. Векторные поля $u(r)$ и $w(r)$ описывают фононы и фазоны соответственно.



Первые экспериментальные исследования кристаллических структур относятся к началу XX века и связаны с именами лауреатов Нобелевской премии, сына и отца Брэггов, применивших дифракцию рентгеновских лучей на кристаллической решетке для изучения ее структуры.

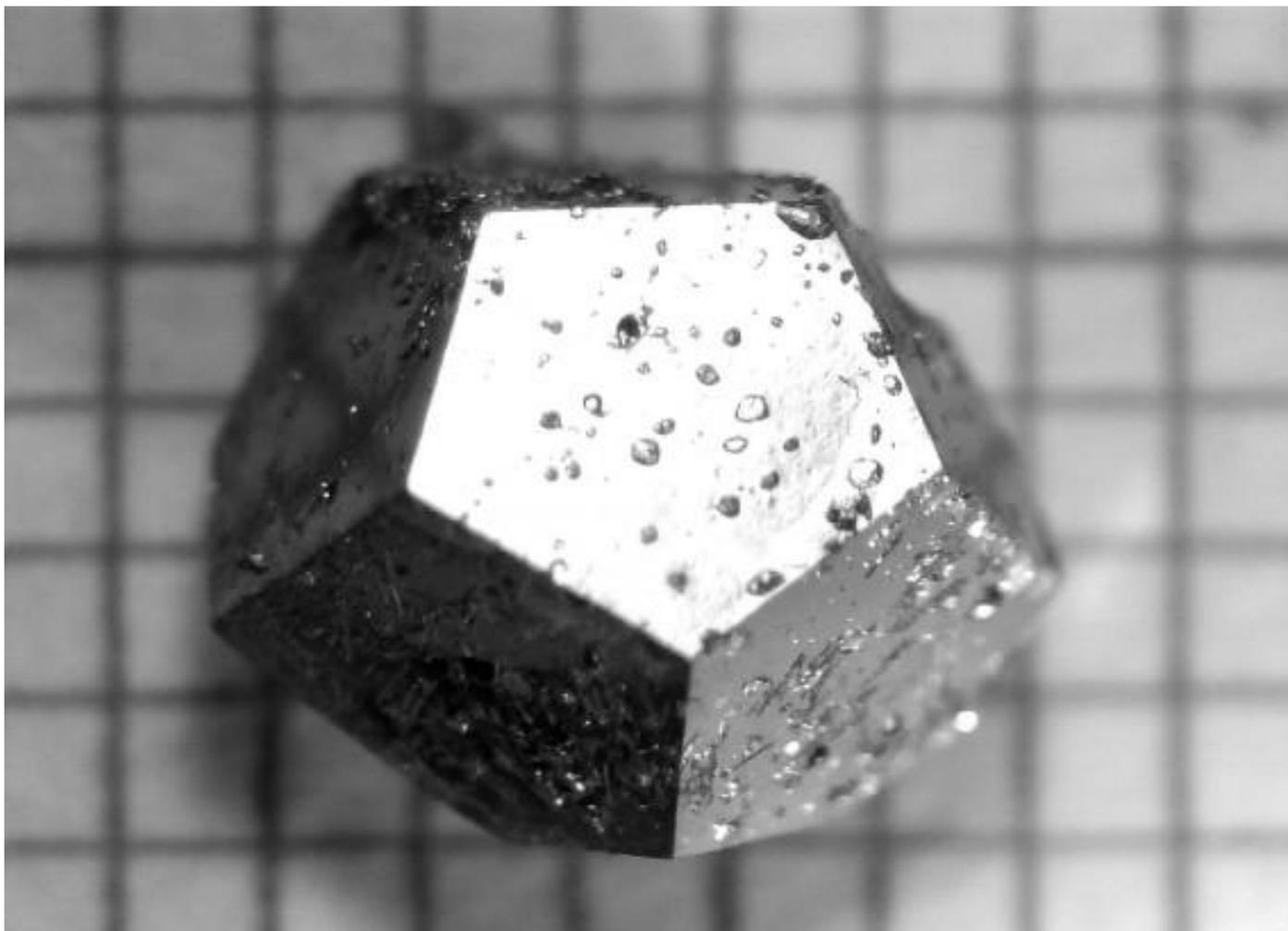
Чукотский квазикристалл

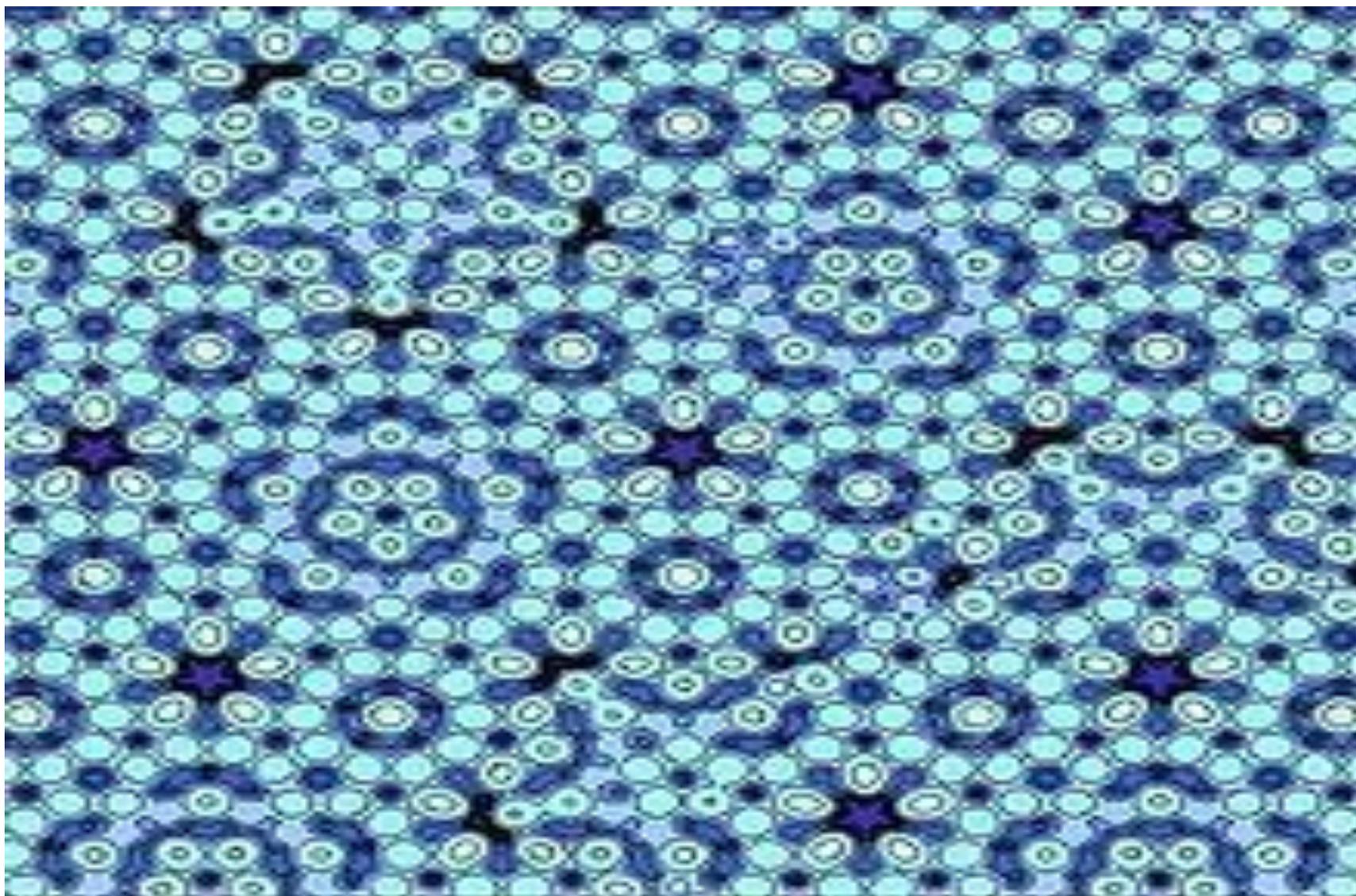


- Группа американских и европейских геологов установила природу квазикристалла, который находился внутри найденного на Чукотке редкого минерала хатыркита. Оказалось, что он попал к нам из космоса и является частью древнего метеорита, возраст которого 4,5 миллиарда лет.

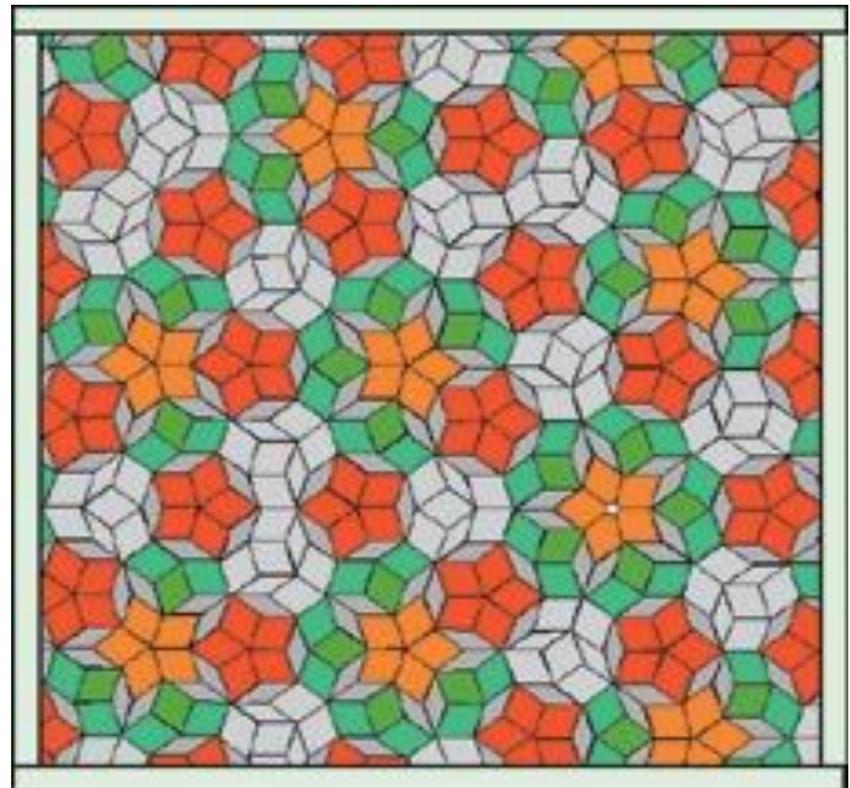
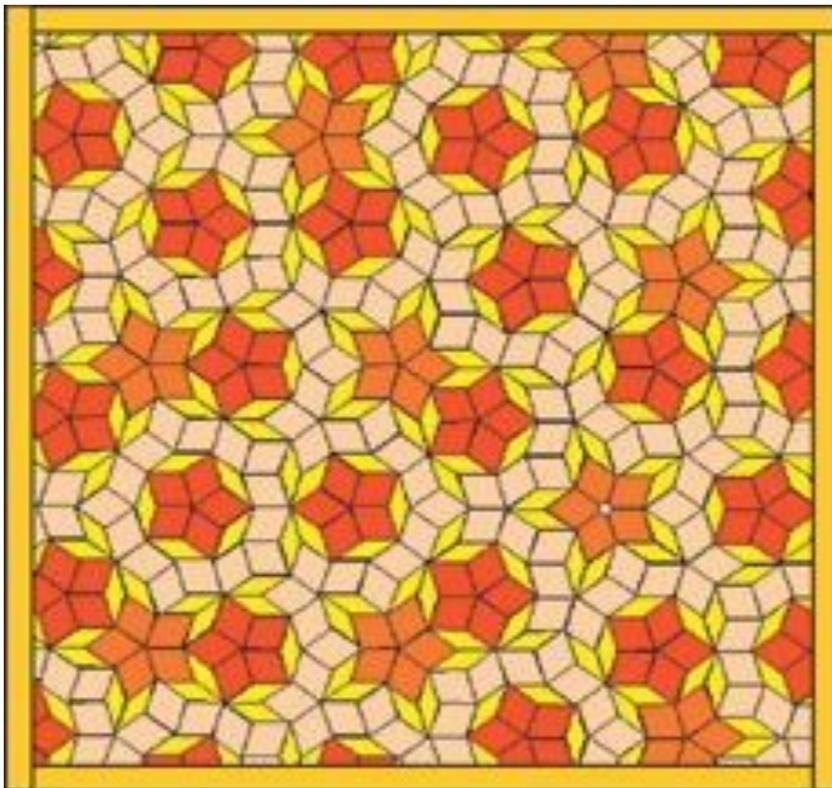
- Отметим, что квазикристаллы – это особая форма организации материи. Такая материя почти не встречается в природе. Им дали такое название потому, что их кристаллическая решетка имеет не только периодическое строение. Помимо этого, она еще обладает осями симметрии разных порядков. Ранее их существование вообще противоречило представлениям кристаллографов.

Квазикристалл алюминий-палладий-рений



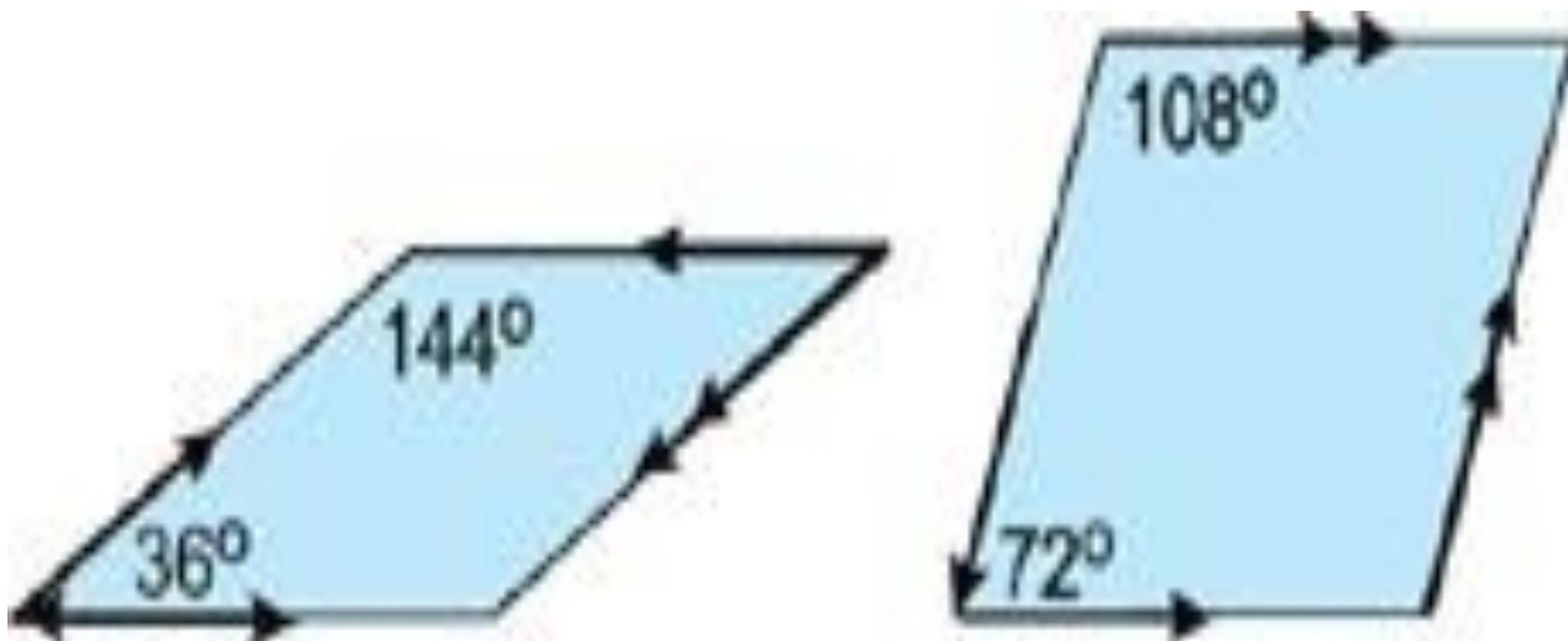


Атомная модель Ag-Al квазикристалла



Мозаика Пенроуза. Белой точкой отмечен центр поворотной симметрии 5-го порядка: поворот вокруг нее на 72° переводит мозаику саму в себя.

Мозаику Пенроуза составляют из узких и широких золотых ромбов, соединяя их в соответствии со стрелками на сторонах.



Практическое применение

- Возможность практического применения квазикристаллов определяют следующие свойства: прочность, низкий коэффициент трения, низкая теплопроводность и необычные электропроводящие свойства. Сегодня предполагается несколько областей их применения, в частности создание покрытий и добавление квазикристаллических нано-частиц в сплавы.
- Низкая теплопроводность и электропроводность квазикристаллов открывает возможности их использования для создания термоэлектрических материалов, конвертирующих тепловую энергию в электрическую.
- Несмотря на интереснейшие свойства квазикристаллов, их практическое применение, скорее, задача будущего. Промышленное внедрение тормозит ряд технических проблем: производство значительных количеств квазикристаллов — не простая, хотя и решаемая задача, а цена их пока чрезвычайно высока.

Список литературы

- 1) <http://news.bcm.ru/world/2012/1/04/346653/1>
- 2) <http://ria.ru/science/20111005/449860423.html>
- 3) Ю. Х. Векилов, М. А. Черников
Квазикристаллы (рус.) // УФН. — 2010. — Т. 180.
— С. 561—586.



Спасибо за внимание