

СТРУКТУРА И ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ГРАФЕНА

Аннотация

Синтез графена из графитоподобных материалов приводит к изменению структуры атомов углерода: радиусы андистонов увеличиваются, а в структуре графена между параллельными молекулами гексагена уголки адистронов атомов устанавливают силовую связь. Рост радиусов андистонов приводит к увеличению энергии наружных атринов спанов ядер атомов. Энергия наружных атринов спанов становится больше стандарта нейтрона и графен приобретает свойства металла: увеличивается электропроводность и теплопроводность.

Содержание

Введение

1. Структура и физические свойства графитов
2. Электропроводность графена
3. Теплопроводность графена

Выводы

Литература

Приложения

Введение

Математическая интерпретация следствий физических явлений и эффектов способствовала развитию наук и дала возможность создать высокопроизводительные технологии. Отсутствие знания причин при наличии избыточных материальных средств превратило людей в универсальных потребителей, лишенных духовности. Кроме того, пошел процесс превращения природных в невозобновляемые ресурсы. На Земле стали формироваться системные социальный и экологический кризисы. Для выхода человечества из катастрофической ситуации необходимы знания, открывающие причины физических явлений и эффектов, а для создания духовности XXI века необходимо познание ОСНОВ МИРОЗДАНИЯ и раскрытие назначения человека для целей Вселенной.

В настоящее время промышленное изготовление микросхем и чипов выдвинуло проблему исследования физических свойств наноструктур. Инструментальные методы позволяют обнаружить отдельный атом, но не дают возможности установить внутреннюю структуру ядра атома. Для стимуляции работ по исследованию микромира выдаются «быстрые» Нобелевские премии. Однако дальше исследований тонких макроструктур ничего нового еще не получено. Атрисная физика, созданная на основе синтеза явлений естествознания (atrisov.narod.ru), позволила проникнуть в суть процессов, протекающих в ядрах атомов. На базе знаний процессов, протекающих в ядрах атомов, дадим интерпретацию структуре и физическим свойствам графена.

Известно, что графен позволяет проводить в тысячу раз больший ток, нежели медные проводники, и при этом выделяется в десять раз меньше энергии в виде тепла.

Отмечается, что теплопроводность графена может варьироваться от 1000 до 5000Вт/(м•К), тогда как соответствующий параметр для меди ~382-392Вт/(м•К). Именно этот феномен значительно ухудшает электрические свойства интегральных микросхем при уменьшении размеров проводящих элементов. Когда поток частиц через поверхность близок к доступной нагрузке по току, вероятность возникновения электромиграций носителей зарядов резко возрастает. Показано, что графен имеет структуру 3D.

Цель работы: раскрыть изменения, возникающие в структуре атомов графена при его синтезе из графита, открыть природу большой теплопроводности и электропроводности графена.

1. Структура и физические свойства графитов

Графен получают путем отделения слоя атомов от графита или пирографита. Графит представляет собой тёмно-серые кристаллы со слабым металлическим блеском.

Атомы углерода в графите расположены слоями, образуя гексагональную структуру. В слоях они находятся в вершинах правильных шестиугольников (рис. 1). Ближайшее расстояние между атомами углерода, равное стороне шестиугольника, составляет 0,1415 нм. Соответственно, такое расположение вызывает естественное предположение о равноценности трёх связей атома с ближайшими соседями. Расстояние между слоями структуры графита, измеренное при комнатных температурах, равно 0,335 нм. Каждый последующий слой сдвинут относительно предыдущего в горизонтальном направлении на расстояние, равное длине связи между атомами углерода в слое.

Структура графита обуславливает наличие анизотропии его свойств. Теплопроводность α в плоскости кристалла графита в 3,2 раза превышает теплопроводность в перпендикулярном направлении. Электропроводность σ графита в направлении слоев в 4,2 раза больше, чем в перпендикулярном направлении. Отдельные слои атомов в кристалле графита связаны между собой сравнительно слабо и легко отделяются друг от друга.

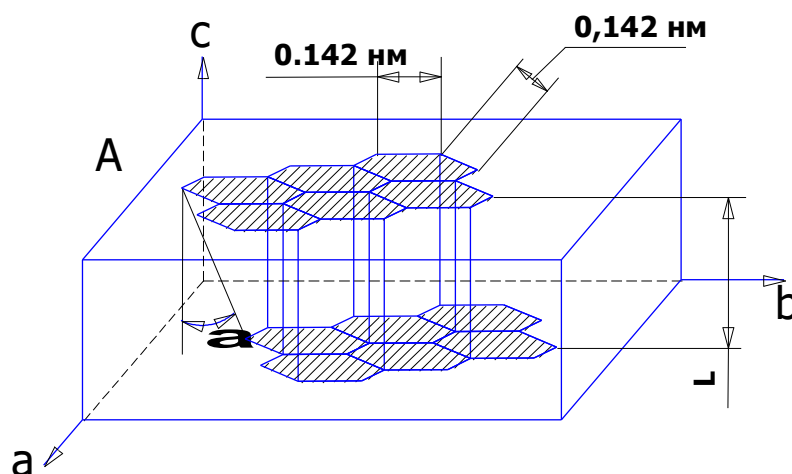


Рис. 1. Структура графита.

Энергия связи между слоями в структуре графита в 10 раз меньше, чем энергия связи атомов углерода в слое. Этим объясняется малая механическая прочность графита.

На воздухе графит не загорается даже при сильном накаливании, но легко сгорает в чистом кислороде, превращаясь в диоксид углерода.

Графит термодинамически устойчив в широком интервале температур и давлений, в частности при обычных условиях.

Анализ физико-химических свойств графита и строения его кристаллической решётки позволил установить, что в плоскости слоёв располагаются билтоны атомов углерода, а между слоями силовую связь устанавливают рейкисы их андистонов.

Рассмотрим природу гексагональной структуры графита (рис. 1).

Сравнивая рисунки, легко определить радиус билтона атома углерода в структуре графита:

$$r_{bc} = \frac{a'}{2} = 0,071 \text{ нм}, \quad (3)$$

где a' - сторона шестиугольника в структуре графита.

Радиус андистона определится как:

$$r_{ac} = \frac{C}{2} = 0,1675 \text{ нм}, \quad (4)$$

где $C = 0,335 \text{ нм}$.

Проекция андистона на плоскость билтона в структуре графита будет равна:

$$r'_{ac} = \frac{r_{ac}}{\sqrt{2}} = 0,1184 \text{ нм}. \quad (5)$$

Проекция $r'_{ac} > r_{\delta c}$ [сравнить (5) и (3)]. Для выяснения возможности касания уголков проекций андистронов на плоскости билтонов двух атомов C_1 и C_5 параллельных молекул рассчитаем величину RM (рис. 2).

Так как угол $\beta = 30^\circ$, то MR легко определяется из ΔC_3MR :

$$MR = r_{\delta c} \sqrt{3} = 0,123 \text{ нм} \quad (6)$$

Из рисунка 12 можно определить радиус андистона пирографита

$$r_{an} = \frac{\sqrt{\Delta l^2 + l_n}}{2} = 0.168 \text{ нм} . \quad (7)$$

Проекция андистона пирографита на плоскость собственного билтона будет равна:

$$r'_{an} = \frac{r_{an}}{\sqrt{2}} = 0.1188 \text{ нм} . \quad (8)$$

Так как половина расстояния между параллельными плоскостями андистонов молекул в гексагене графена будет равна l (рис.10), то, вследствие взаимного касания уголков андистронов этих молекул, радиус андистона графена определится:

$$r_{a1} = \sqrt{2} \cdot l = 0.1739 \text{ нм} . \quad (9)$$

Чтобы андистроны параллельных молекул атомов углерода гексогена графита пришли в прикосновение, необходимо увеличить радиус андистона атома углерода пирографита на величину:

$$\Delta r_{n1} = r_{ap} - r_{an} = 0.0058999 \text{ нм} . \quad (10)$$

Сравнивая (4) и (5) видим, что проекция андистона на плоскость билтона больше радиуса билтона, однако меньше расстояния между плоскостями андистин атомов молекул C_1 - C_2 и C_3 - C_4 . Как же формируется кластер, показанный на рис. 2. В направлении плоскости андистин билтоны молекул C_6 - C_5 и C_7 - C_8 генерируют жесткие расилшубы, которые не дают возможности атомам C_6 и C_7 приблизиться друг к другу ближе двойного размера рейкисов билтонов. Расилшубы не разрешают билтонам создать единую цепь. Создается устойчивый кластер из четырех молекул (рис. 2).

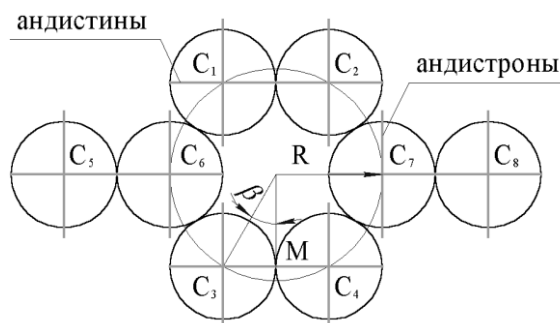


Рис. 2. Кластер углерода (плоскость билтонов).

Упорядоченная структура билтонов атомов углерода обеспечивает графиту высокие механические и электрические свойства. Между слоями графита связь осуществляется с помощью андистонов.

В структуре графита 50% атомов среднего слоя проектируются в центры промежутков между билтонами верхнего и нижнего слоев (рис. 3). Это обусловлено тем, что расилшубы андистронов атомов, отталкивают друг друга, что приводит к смещению смежных слоев билтонов и силовая связь между слоями уменьшается.

Низкая электропроводность графита вдоль оси с обусловлена тем, что электроны, перемещающиеся по рейкисам андистонов, задерживаются на тех андистонах, которые расположены над промежутком между билтонами. Они создают поле, препятствующее поступлению новых порций электронов в графит. Проводимость уменьшается.

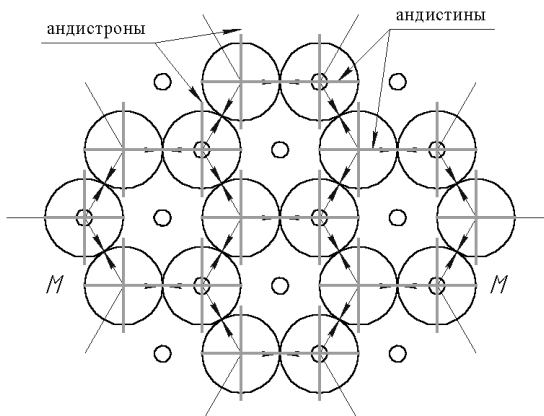


Рис. 3. Расположение полюсов билтонов атомов углерода в слое графита и проекции билтонов одного из ближайших слоев.

Если графит находится в природе как естественная модификация углерода, то пирографит создаётся искусственным путём. Структура пирографита практически соответствует структуре графита с небольшими изменениями геометрических параметров (табл. 1). Но как видно из таблицы 1, небольшие изменения в структуре ведут к значительным изменениям свойств пирографита. Электропроводность в плоскости слоя кристалла пирографита (ПГ-17) в 1000 раз превышает электропроводность в перпендикулярном направлении. Теплопроводность в плоскости слоя в 100 раз больше, чем в перпендикулярном направлении [8]. Кроме того, в случае пирографита значительно улучшаются механические характеристики. Величина модуля упругости повышается как вдоль слоя 3, так и в перпендикулярном направлении слоя 1.

Таблица 1. – Параметры атомов в модификациях углерода

Параметр	Графит	Пиро-графит	Графен
Межъядерные расстояния, нм	0,142	0,142	0,142
Расстояние между слоями, нм	0,3355	0,342	0,000
r_b , нм	0,071	0,071	0,071
r_a , нм	0,1675	0,168	0,1739
r'_a , нм	0,11844	0,1188	
ℓ , нм	0,123	0,123	0,123

Различие в структуре пирографита заключается лишь в том, что проекции полюсов атомов двух соседних слоев графита, андистоны которых вступают в прямую силовую связь, сдвинуты относительно друг друга на величину 0,035 нм. Это смещение обусловлено тем, что вдоль оси андистрона спан генерирует расилшубы с углом раскрытия $\varphi=1^\circ34'$, которые смещают полюса атомов пирографита, встречающиеся на их пути (рис. 4).

Вследствие смещения полюсов атомов в слоях относительно друг друга на угол $\varphi_1=2^\circ16'$, электропроводность пирографита в направлении перпендикулярном к плоскости слоя понижается. Это обусловлено тем, что электроны перемещаются вдоль рейкисов андистронов соседних слоев, если они представляют собой одну прямую линию. На остальных рейкисах андистронов происходит накопление электронов, которые создают поле, препятствующее проводимости. Теплопроводность перпендикулярно слоям пирографита также уменьшается из-за отсутствия электронной проводимости. Теплопроводность также уменьшается, так как угол раскрытия рейкисов андистронов из-за уменьшения угла их раскрытия уменьшается ($<11'45''$), что ведет к снижению скорости выравнивания размера серий рейкисов. Прочностные свойства пирографита определяются тем, что каждый слой билтонов пирографита получил частичную независимость из-за смещения слоев билтонов относительно проекций полюсов, модуль его упругости увеличился.

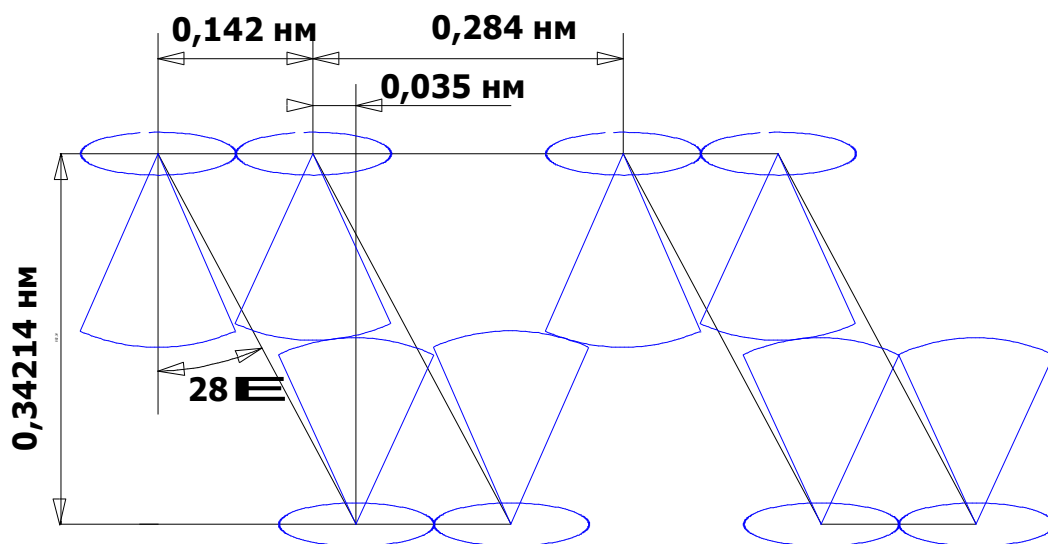


Рис. 4. Упаковка атомов углерода в структуре пирографита.

Таким образом, структура типа графит синтезируется из молекул, у атомов которых проекция андистона на плоскость собственного билтона больше радиуса билтона и не превышает $a/2$.

Смещение соседних слоев билтонов атомов графита осуществляется так, что в каждом центре шестигранников одного слоя, размещается проекция одного из полюсов атомов другого соседнего слоя - это обусловлено отталкивающим действием расилшубов андистонов.

2. Электропроводность графена

Синтез графена сопровождается увеличением радиусов его андистонов до размеров, которые обеспечивают устойчивость слоя билтонов в пространстве в результате установления силовой связи между уголками андистонов смежных параллельных молекул. Рост серий рейкисов вынуждает сжиматься серии наружных атринов спана, что вынуждает их выкачивать энергию из ядра. Происходит охлаждение атома. Энергия наружных атринов спана атомов графена становится больше стандарта нейтрона, что переводит графен в проводники.

У наружных атринов спана графена превышение энергии над стандартом нейтрона незначительное, то и потери энергии в нем низкие. В центре гексагона графена накладываются внахлест шесть расилшубов от шести атомов, что разрешает электронам по ним перемещаться.

Таким образом, высокую электропроводность графену обеспечивает низкий энергетический барьер, который нужно преодолевать электронам, если они были захвачены ядром атома, что приводит к снижению электросопротивления.

3. Теплопроводность графена

Общепринятая научная парадигма утверждает: теплопроводность – это процесс распространения тепла от более нагретых элементов тела к менее нагретым, приводящий к выравниванию температуры. Теплопроводность – один из видов теплопередачи (наряду с конвективным теплообменом и лучистым теплообменом), отличительной чертой которого является атомно-молекулярный характер переноса энергии, не связанный с макроскопическими перемещениями в теле с макроскопической работой.

Теплопроводность связана с переносом энергии от участка с высокой, к участку с низкой температурой. Математическая интерпретация гипотез следствий экспериментов позволила создать теорию теплопроводности без раскрытия причин физических явлений. Выясним, так ли это?

При рассмотрении фоновой теплопроводности вводится понятие виртуальных частиц по аналогии с фотонами. *Фононом* назвали виртуальный квант поля колебаний кристаллической решетки. Понятие фонон является изобретением теоретиков вследствие отсутствия понимания реальных процессов в физических телах. Фононная теплопроводность не является виртуальной и не обусловлена колебаниями кристаллической решетки.

Атрисная физика показала, что перенос тепловой энергии между удаленными друг от друга макро- и микротелами может осуществляться: фотонами и главными пострино, которые транспортируют электроны и электрическим полем. В твердых и жидких телах идет процесс переноса тепла от одной части к другой при помощи фотонов, электронов и в результате возникновения силовой связи между холодным и горячим атомами. При этом горячий атом сбрасывает, а холодный приобретает энергию из эфира, но они никогда не обмениваются энергией между собой.

Между двумя атомами в силовой связи участвуют по одному рейкису от каждого атома (рис. 5). Каждый атроус от серии одного рейкиса устанавливает силовую связь только с одной серией другого рейкиса. При разной температуре у рейкисов атомов будет разная длина. Атомы с большей энергией имеют большую энергию наружных атринов и большую длительность циклических колебаний атринов ядер атомов. Наружные атрины с меньшей энергией первыми завершают период циклических колебаний серий, а атроусы рейкисов приводят к полной остановке пульсаций квантонов наружных квантонов обоих атомов. В это мгновение один атом сбрасывает в эфир, а другой набирает энергию из эфира, что приводит к выравниванию их энергии. Так осуществляется процесс «теплопередачи».

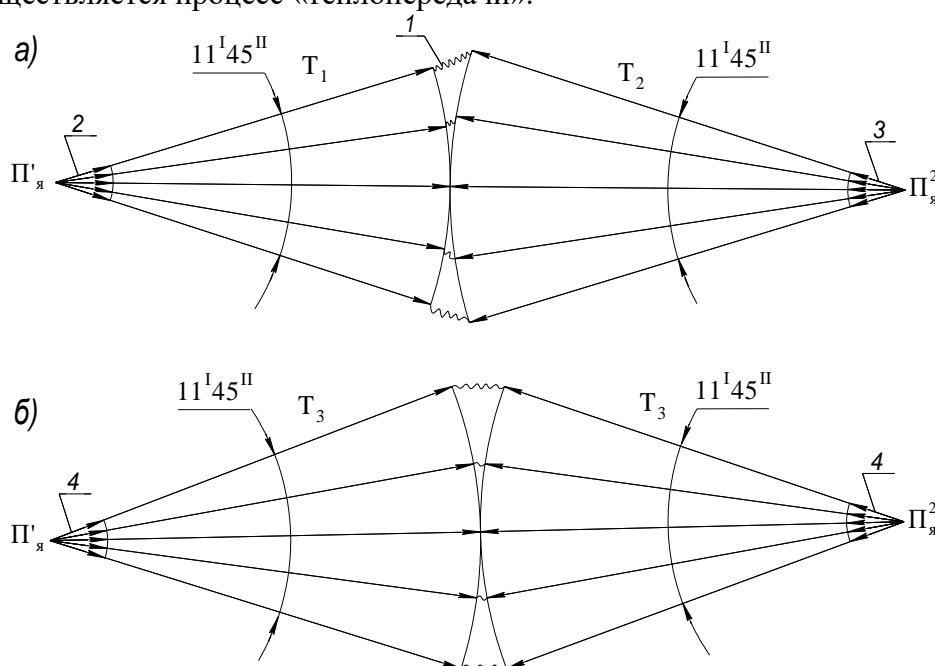


Рис. 5. Выравнивание уровней энергии наружных атринов атомов через выравнивание радиусов рейкисов билтонов или андистонов. 1- атроусы, 2, 3 – атрины с большей и меньшей энергией, 4- атрины равной энергии, R – размер серии рейкисов, T – температура атомов.

В твердом теле каждый атом зажат между другими атомами, а потому полный обмен за один период циклических колебаний серий произойти не успевает и процесс растягивается во времени. В графене отсутствует зажатие атомов, а потому он имеет большую теплопроводность.

Выводы

1. Структура атомов углерода изменяется при синтезе графена: радиусы андистонов увеличиваются до размеров достаточных, чтобы уголки андистонов параллельных молекул гексагона касались друг друга.

2. Рост серий рейкисов андистонов приводит к увеличению энергии наружных атринов спанов, которые приобрели величину, большую стандарта нейтрона, что перевело графен в категорию металла.

3. Стандарт нейтрона у наружных атринов спана превышен незначительно, а потому графен имеет большую проводимость.

4. Большую теплопроводность графену обеспечивает сброс энергии из внутренних атринов пульседа и прием энергии внутренними атринами смежного пульседа.

Литература

1. Поляков С.П. Атрисное строение материи. – М.: Международный гуманитарный фонд «Знание», 1999. – Т. 1. – 183 с.
2. Поляков С.П. Атрисная физика агрегатных состояний воды // Вісник ЧДТУ. – 2005. – № 2. – С. 180–195.
3. Поляков С.П. Атрисная физика кристаллов.- М.: Информ-Знание, 2007.- 192с., илл.
4. www.atrisov.narod.ru

Доктор технических наук, профессор Поляков Святослав Петрович
18002, г. Черкассы, бульв. Шевченко, 245, кв.5, дом. тел. (810380472) 45-90-76
E-mail: atrisov@yandex.ru

Термины

Андистоны – это фигура, состоящая из андистрона и андистины, плоскости которых взаимно перпендикулярны, а общая ось симметрии проходит через полюс пульсэда перпендикулярно его поверхности.

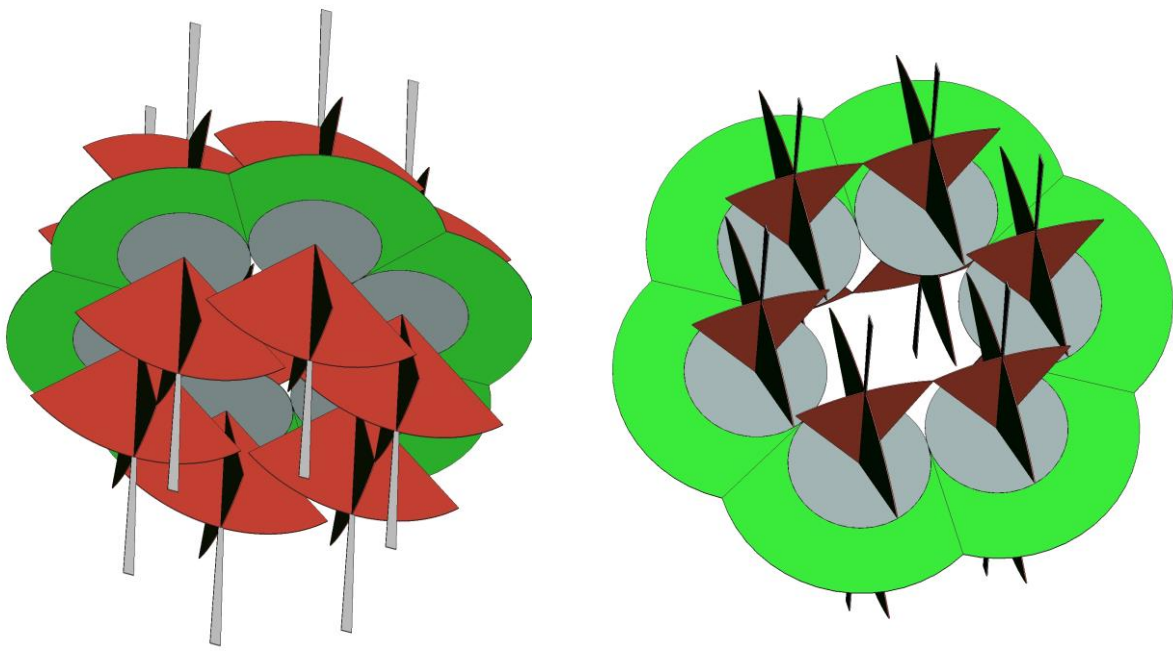
Андистрон - набор рейкисов, являющихся продолжением наружных серий вистр филбайтинга. Угол раскрытия серий андистрона сохраняется 90^0 и никогда не меняется.

Атрин - частица (фотон), являющаяся физической основой всех нуклонов ядер атомов, электронов, позитронов и нейтрино. Атрин состоит из набора серий, энергия которых находится в пределах половины энергии физической основы электрона. Атрины нуклонов атомов совершают ритмическое перемещение серий по замкнутым траекториям около общего полюса. Серии атрина выходят из полюса, создавая крайними сериями угол равный $12^{\circ}00''$.

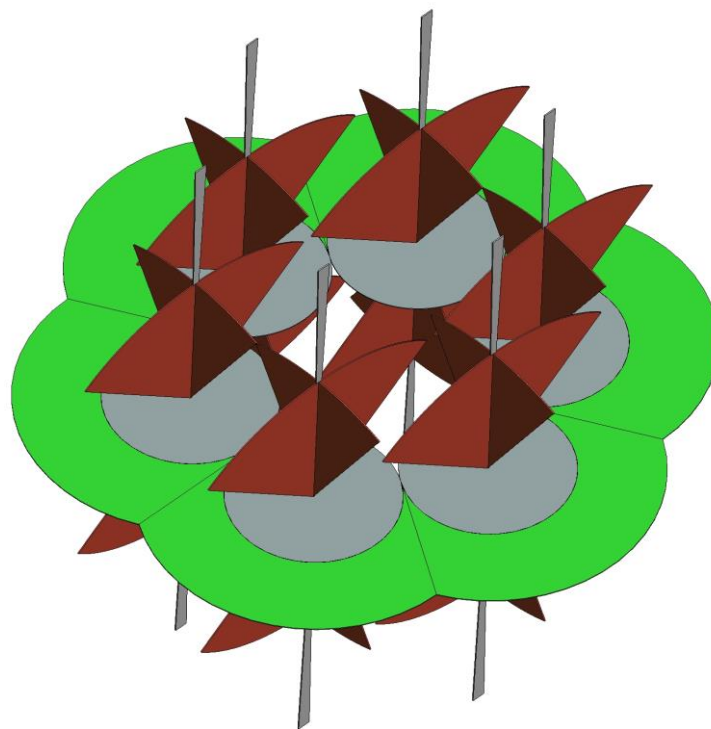
Билтон - набор рейкисов в виде кольца, являющихся продолжением вистр наружных серий яритиса.

Пульсэд - это физическая основа нейтрона (всех нуклонов ядер атомов), имеющая вид диска, который состоит у нейтрона из 3600 атринов, расположенных в одной плоскости и имеющих один общий полюс. Пульсэд состоит из 1800 ниртонов, которые образуют 900 квадронов.

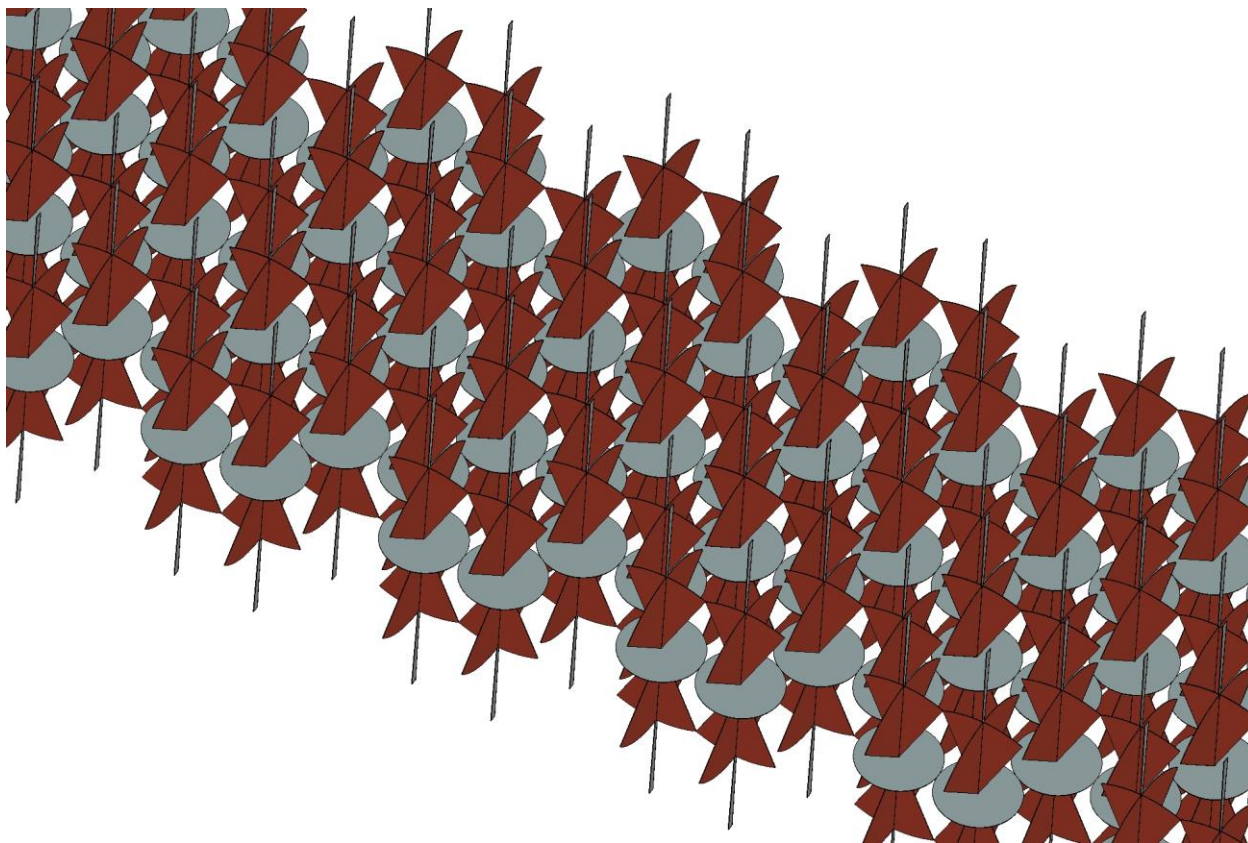
Рейкисы - неотъемлемые частички атома, имеющие энергию, равную кванту действия, серии которых являются продолжением наружных серий коренных вистр яритиса, а также филбайтинга. Электрические вектора квантонов магнитных серий вистр яритиса и филбайтинга относительно серий рейкисов, направлены в диаметрально противоположные стороны, а потому амплитуды пульсаций векторов квантонов у них разные. При изменении энергии спиновых серий атома изменяется размер серий рейкисов за счет увеличения амплитуд пульсаций квантонов векторов адрат.



Объемные изображения гексагонов.



Объемное изображение гексагонов графена.



Лента гексагона.