

Аморфные и микрокристаллические полупроводники, Международная конференция  
3 - 5 июля 2023 г. Санкт-Петербург, Россия  
ФТИ им. А.Ф. Иоффе

---

Г. Структурные и электро-физические свойства

# **Механизм образования связей в соединениях атомов, имеющих оболочечно-узловое строение**

Георгий П. Шпеньков

[g.shpenkov@gmail.com](mailto:g.shpenkov@gmail.com)

<http://shpenkov.com/pdf/BondsNucleons.pdf>

## Одной из базовых концепций квантовой механики

(КМ) является отождествление **полярно-азимутальных** функций частного решения волнового уравнения в сферических координатах с так называемыми **«электронными орбиталями»** («облаками») (см. [1]). Это было сделано создателями КМ субъективно без объяснения причин такого отождествления, которое противоречило известному (и в то время также) действительному смыслу данных функций.

А именно, полярно-азимутальные функции упомянутого выше решения волнового уравнения определяют **угловые** (полярно-азимутальные) **координаты узлов** и, соответственно, координаты **пучностей** стоячих волн в сферическом поле-пространстве.

В этой связи полнейшим абсурдом выглядит и так называемая **«гибридизация»** **«атомных орбиталей»**, заключающаяся в **математическом** смешении составляющих полярно-азимутальных функций, **«реальных»** и **«мнимых»** (являющихся, как показано в [2], оба в действительности реальными). Тем самым, в КМ фактически узаконена математическая, но **физически бессмысленная**, операция **смешения** угловых координат **узлов** и угловых координат **пучностей** стоячих волн.

**«Атомные орбитали»** и полученные при смешении **«реальных»** и **«мнимых»** составляющих полярно-азимутальных функций так называемые **«гибридные атомные орбитали»** вместе  $(s, p_x, p_y, p_z, d_{xy}, d_{x^2-y^2}, d_{xz}, d_{yz}, d_z^2, \dots)$  получили в физике название **«электронной конфигурацией атомов»**.

Но чисто **математическое** смешение не имеет никакого **физического** смысла! Нельзя смешать то что не **смешиваемо физически**, принципиально, по своей природе (как узлы с пучностями). **Абсурдно** представить себе также симбиоз (**смешение**) двух энергий, потенциальной и кинетической, или электрического поля с магнитным. Получим ли мы неизвестные нам новую энергию или новое поле в результате подобных смешений? Абсурдность таких абстрактно-математических операций для физики очевидна! Что мы получим **физически** смешивая узлы с пучностями?

Таким образом в физике с помощью **квантовой механики**, и базирующейся на её основе, как её дальнейшее развитие, **квантовой электродинамики (КЭД)** (Основное уравнение КЭД — Уравнение Дирака — релятивистское обобщение уравнения КМ Шрёдингера [3]), построен иллюзорный мир. Это, естественно, отразилось и на химии. Современное описание **химических связей** проводится методами **квантовой механики** в рамках базирующейся на её постулатах и концепциях **квантовой химии**.

-----

В данном докладе рассматриваются основные положения **новой теории** строения атомов, в рамках которой получен ряд уникальных результатов, раскрывающих в том числе механизм образования химических связей без привлечения для их описания мистических **«атомных орбиталей»**.

Следуя **диалектической философии и диалектической логики**, принимая во внимание **волновую природу** всех объектов и процессов в Природе, новая общая теория физики логически непротиворечиво объясняет многие физические процессы и явления, в том числе раскрывает истинную **причину** (механизм) строго определённого пространственного расположения атомов в молекулах – **геометрии связей**, и т. д.

В рамках **волновой модели элементарных частиц**, согласно которой частицы являются динамическими **пульсирующими образованиями** тонкоматериального поля-пространства Вселенной (стоячими сферическими волнами), и **волновой модели атомов** сделаны, наряду с другими, следующие ключевые открытия [4, 5]:

**природы массы частиц,**

**природы зарядов (электрических и гравитационных),**

**молекулярно-подобного строения атомов,**

**фундаментальной частоты атомного и субатомного уровней**

$$\omega_e = 1.869162214 \cdot 10^{18} \text{ s}^{-1},$$

**волновой природы гравитации,**

**фундаментальной частоты гравитационного волнового поля**

$$\omega_g = 9.158082264 \cdot 10^{-4} \text{ s}^{-1}$$

Частота  $\omega_e$  **определяет** все процессы на атомном и субатомном уровнях, в том числе **прочность и протяженность** внутри- и межатомных связей («**сильных**» и «**электромагнитных**»), т. е. **определяет строение веществ**: атомов, молекул, жидкостей и твердых тел.

**Фундаментальный волновой радиус  $\lambda_e$  , определяемый фундаментальной частотой  $\omega_e$  ,**

$$\lambda_e = \frac{\lambda_e}{2\pi} = \frac{c}{\omega_e} = 1.603886998 \times 10^{-8} \text{ cm}$$

проявляет себя как **мера, задающая шаг, интервал, строго определенное расстояние** в расположении атомов во всех химических соединениях. Например, удвоенное значение  $\lambda_e$  (  $D = 2\lambda_e \approx 0.32 \text{ nm}$  ) равно среднему значению **параметров (постоянных) решёток кристаллов** [5].

**Стоячими сферическими волнами** являются не только **элементарные частицы, но и все атомы, состоящие из этих частиц.**

Из математики известно, что одним из **частных решений волнового уравнения** являются **стоячие волны** в сферическом пространстве. Однако **структура узлов** указанных волн (геометрия их пространственного расположения) нигде, никогда и никем не представлялась графически. В литературе по физике и математике до сих пор не было никаких сведений об этом. И только в 1996 году **узловая структура** стоячих волн в сферическом пространстве **впервые** была раскрыта и показана схематически в графическом виде в книге «Альтернативная картина мира» [6].

**Анализ** полученных графических изображений узловой структуры и другие данные привели к раскрытию неизвестного до настоящего времени факта о том, что **решения волнового уравнения**, которые описывают **узловую структуру стоячих сферических волн** в тонко-материальном поле-пространстве, определяют также **оболочечно-узловую структуру атомов** материального физического пространства.

К данному открытию мы пришли естественно, поскольку опирались на **аксиому о волновой природе** всего сущего во Вселенной. Таким образом, было открыто

***оболочечно-узловое молекулярно-подобное***  
строение атомов.

Сделанному **открытию посвящён** ряд статей, книг, серия лекций, доклады на международных конференциях (см, например [7]).

-----

Рассмотрим **основные стадии** решения волнового уравнения, приведшие к **открытию молекулярно-подобной** структуры атомов и другим открытиям [8], следующим из него.

Итак, открытие сделано в рамках

**Новой общей теории физики –  
ВОЛНОВОЙ МОДЕЛИ,**

**которая базируется на:**

- 1. Диалектической философии и  
диалектической логике (диалектике)***
- 2. Аксиоме о волновой природе всех  
явлений и объектов во Вселенной***







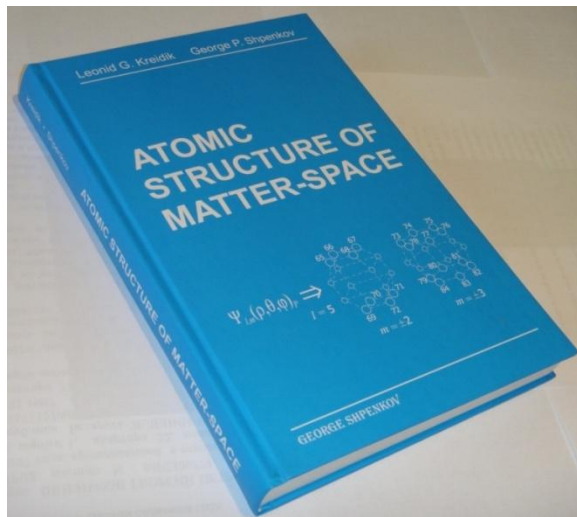
# Волновая модель

(ВМ) включает две основные теории:

**Динамическую модель элементарных частиц и  
Оболочечно-узловую модель атомов.**

Описана подробно

В книге



[ L. G. Kreidik and G. P. Shpenkov, *Atomic Structure of Matter-Space*, Geo. S., Bydgoszcz, 2001, 584 p. ]  
<http://shpenkov.com/atom.html>

И В ЛЕКЦИЯХ:

[ G. P. Shpenkov, *Dialectical View of the World. The Wave Model* (Selected Lectures); Volumes 1-6 ]

<http://shpenkov.com/pdf/Vol.1.Dialectics.pdf>

[... /Vol.2.DynamicModel-1.pdf](#)

[... /Vol.3.DynamicModel-2.pdf](#)

[... /Vol.4.PhysicalUnits.pdf](#)

[... /Vol.5.Shell-NodalAtomicStructure.pdf](#)

[... /Vol.6.TopicalIssues.pdf](#)

Решение волнового уравнения в рамках Волновой модели (ВМ)

## Основные этапы

на пути к открытию молекулярно-подобного строения атомов

-----

**Мы приняли как само собой разумеющееся,**

что строение атомов, имеющих в соответствии с основной **аксиомой ВМ** (не требующей доказательств, очевидной самой по себе **«истиной»**) волновую природу, **должно** описываться развитыми методами физики волн и, в частности, общим («классическим») волновым уравнением

$$\Delta \hat{\Psi} - \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 \hat{\Psi}}{\partial t^2} = 0 \quad (1)$$

Действительно, из уравнение (1) следует **частное решение** вида

$$\hat{\Psi}(\rho, \theta, \varphi; t) = \hat{\psi}(\rho, \theta, \varphi) e^{\pm i\omega t} \quad (2)$$

которое описывает **стоячие волны в сферическом пространстве.**

## Пространственный компонент в решении (2)

$$\hat{\psi}(\rho, \theta, \varphi) = A \hat{R}_l(\rho) \Theta_{l,m}(\theta) \hat{\Phi}_m(\varphi) \quad (3)$$

есть частное решение время-независимой формы уравнения (1) - **уравнения Гельмгольца**

$$\Delta \hat{\psi} + k^2 \hat{\psi} = 0 \quad (4)$$

Решение (3) определяет

**оболочечно-узловую структуру стоячих волн** в сферическом пространстве (геометрию расположения узлов и пучностей) и, как оказалось,

**оболочечно-узловую структуру «атомов» !**

(под словом в кавычках «**атомы**» следует понимать структуры, состоящие из двух и более нуклонов).

Это значит, что все известные нам «**атомы**» (кроме водорода  $^1\text{H}$  - протия) являются фактически

**Элементарными нуклонными молекулами!**

Истинными атомами являются лишь нуклоны (протон, нейтрон и протий)

Покажем это

---

( $k = \omega_e / c$  - волновой вектор,  $\omega_e = 1.869162559 \times 10^{18} \text{ s}^{-1}$  - фундаментальная частота атомного и субатомного уровней;  $\rho = kr$ ).

---

# Радиальный компонент $\hat{R}_l(\rho)$

решения  $\hat{\psi} = A\hat{R}_l(\rho)\Theta_{l,m}(\theta)\hat{\Phi}_m(\varphi)$

имеет вид:

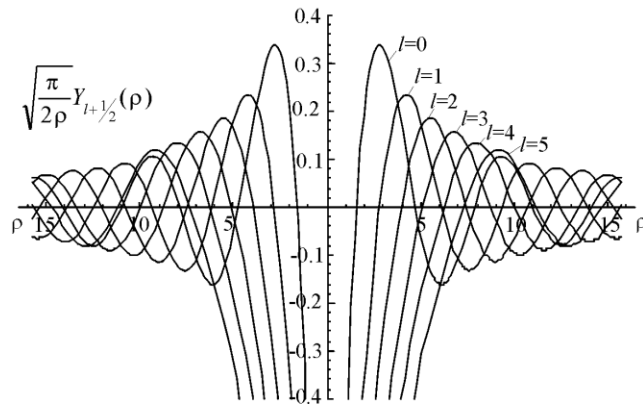
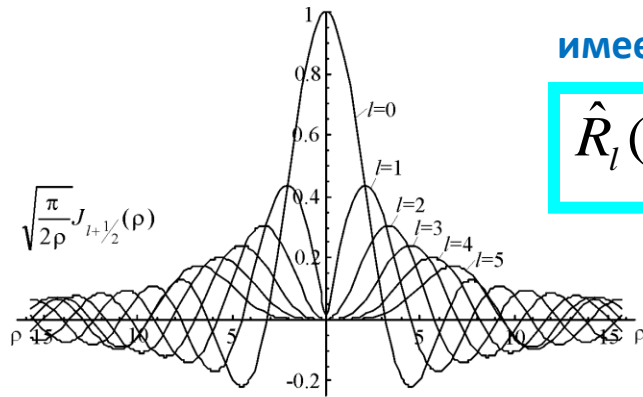
$$\hat{R}_l(\rho) = A\sqrt{\pi/2\rho}(J_{l+1/2}(\rho) \pm iY_{l+1/2}(\rho)) \quad (5)$$

$A$  – постоянный множитель;

$$l = 0, 1, 2, \dots; \quad m = 0, \pm 1, \pm 2, \dots, \pm l$$

Решениями  $\hat{R}_l(\rho)$  являются корни  $z_{\nu,q}$  (нули и экстремальные значения) функций Бесселя  $J$  и  $Y$ ;  $\nu = l + 1/2$  – порядок функций,  $q$  – значение нуля или экстремума.

$\hat{R}_l(\rho)$  определяет радиусы  $r_{\nu,q}$  характеристических волновых оболочек, **потенциальных и кинетических**, на которых находятся узлы и пучности, соответственно, поскольку  $z_{\nu,q} = \rho_{\nu,q} = kr_{\nu,q}$ , где  $k = \omega_e/c$  и  $\omega_e$  – фундаментальная частота волнового обмена (взаимодействия) на атомном и субатомном уровнях.



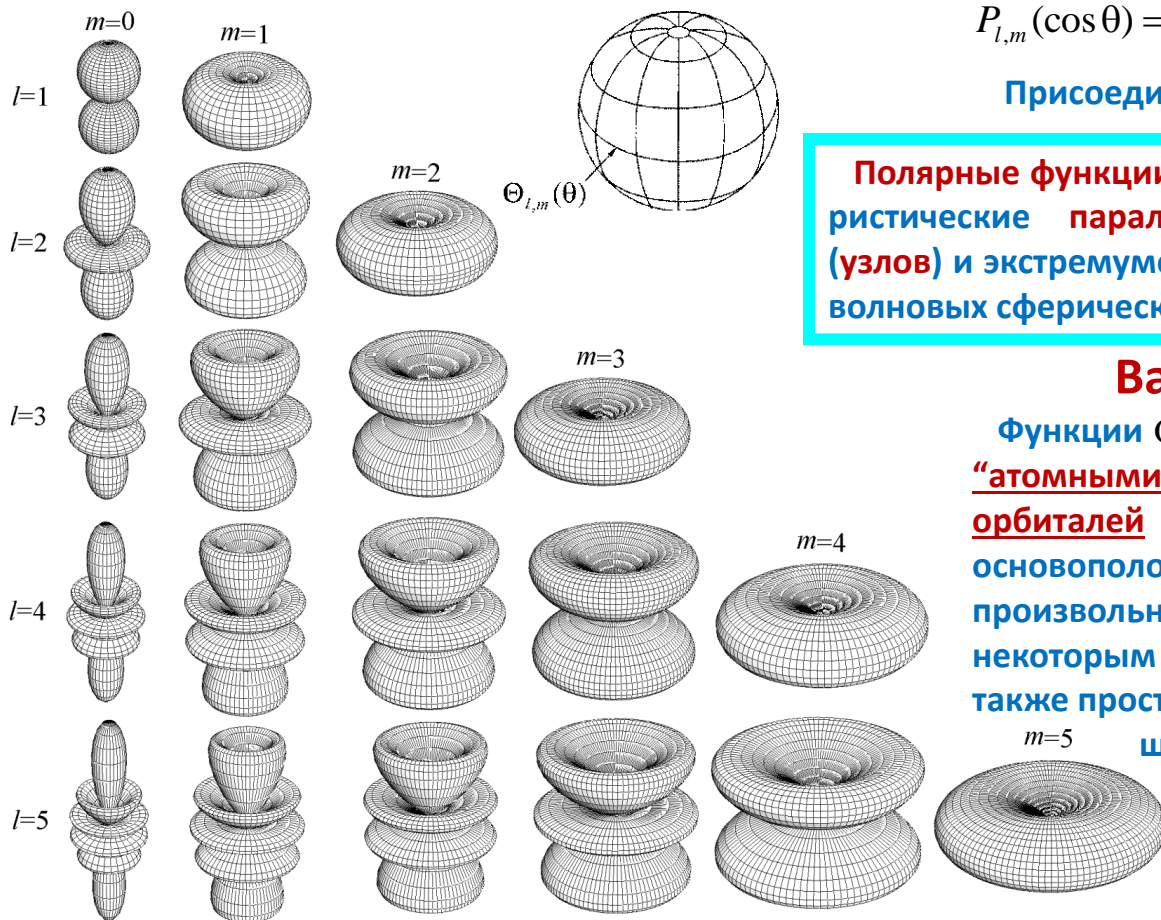
# Графики полярных функций

$$|\Theta_{l,m}(\theta)| = C_{l,m} \cdot P_{l,m}(\cos \theta) \quad (6)$$

$$P_{l,m}(\cos \theta) = \frac{\sin^m \theta}{2^l l!} \frac{d^{l+m}}{d(\cos \theta)^{l+m}} (\cos^2 \theta - 1)^l$$

Присоединённые функции Лежандра

Полярные функции  $\Theta_{l,m}(\theta)$  определяют характеристические параллели расположения нулей (узлов) и экстремумов (пучностей) на радиальных волновых сферических оболочках.



## Важное замечание!

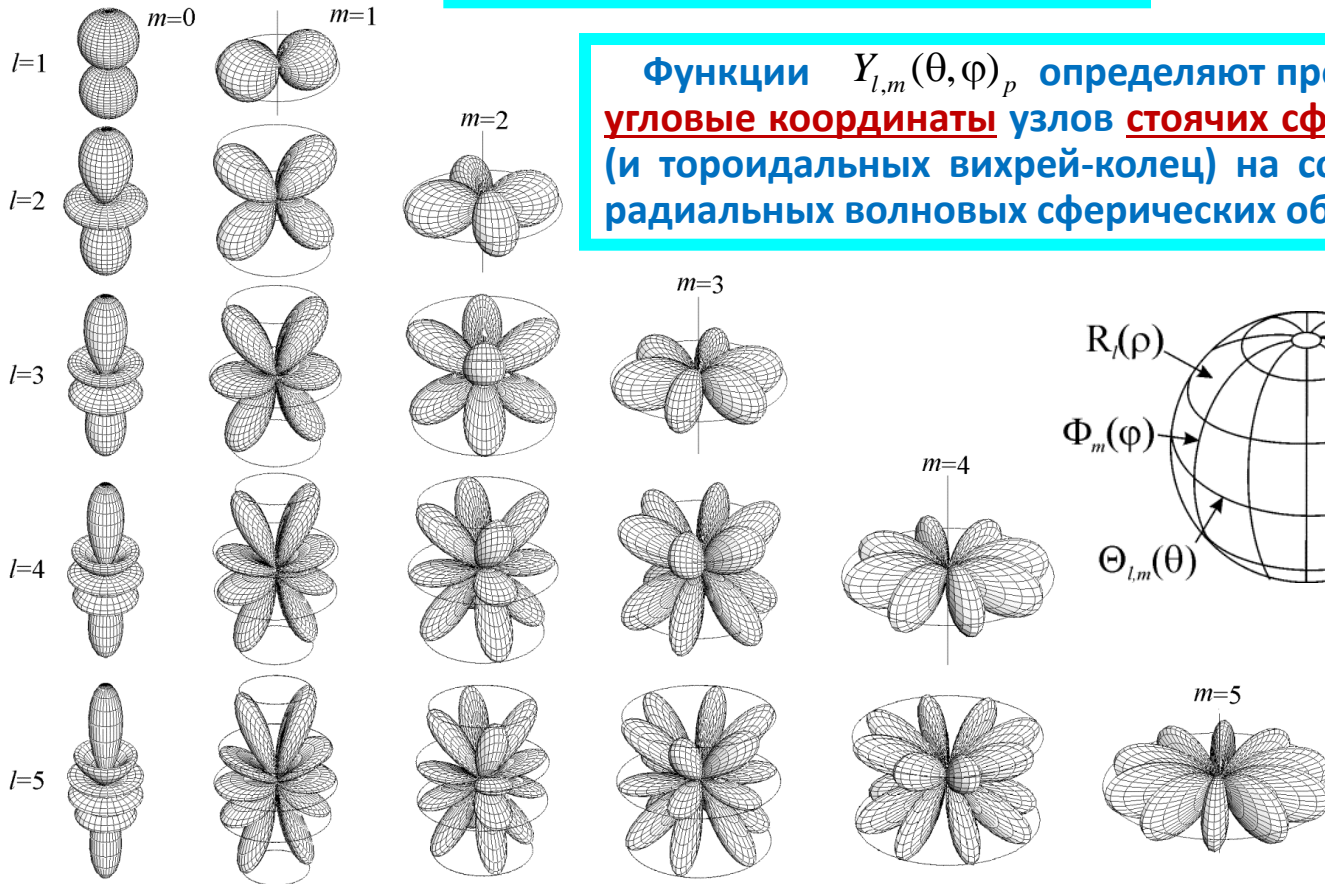
Функции  $\Theta_{l,m}(\theta)$  не имеют ничего общего с “атомными орбиталями”. Понятие атомных орбиталей было придумано и приписано основоположниками квантовой механики произвольно (необоснованно, субъективно) некоторым функциям (при  $l = 1$  и  $l = 2$ ), а также пространственным фигурам, образующимся при вращении их сечений и комбинации с ними, названной “гибридизацией атомных орбиталей”.



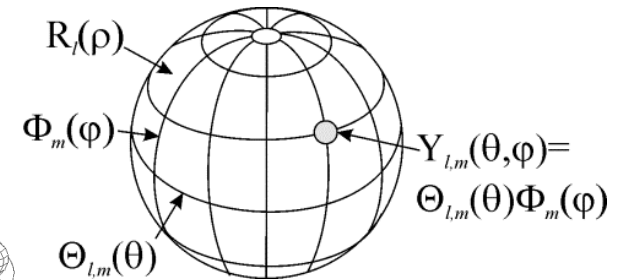
# Графики полярно-азимутальных функций

$$Y_{l,m}(\theta, \varphi)_p = |\Theta_{l,m}(\theta) \text{Cos} m\varphi|$$

(потенциальная составляющая) (7)



Функции  $Y_{l,m}(\theta, \varphi)_p$  определяют пространственные **угловые координаты узлов стоячих сферических волн** (и тороидальных вихрей-колец) на соответствующих радиальных волновых сферических оболочках.



Таким образом, частные решения  $\psi_p$  волнового уравнения (1):

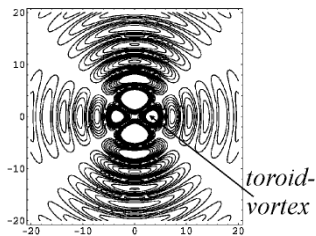
( $\psi_p$  - потенциальный компонент  $\hat{\psi}$  ;  
 $\alpha$  - начальная фаза азимутального состояния;  $l = 0, 1, 2, \dots$  ;  $m = 0, \pm 1, \pm 2, \dots, \pm l$ )

$$\psi_p = A \sqrt{\frac{\pi}{2\rho}} J_{l+1/2}(\rho) \Theta_{l,m}(\theta) \text{Cos}(m\varphi + \alpha) \quad (8)$$

**определяют оболочечно-узловую структуру стоячих волн в сферическом пространстве.**

Оболочки ( $l$ ) и подоболочки ( $m$ ):

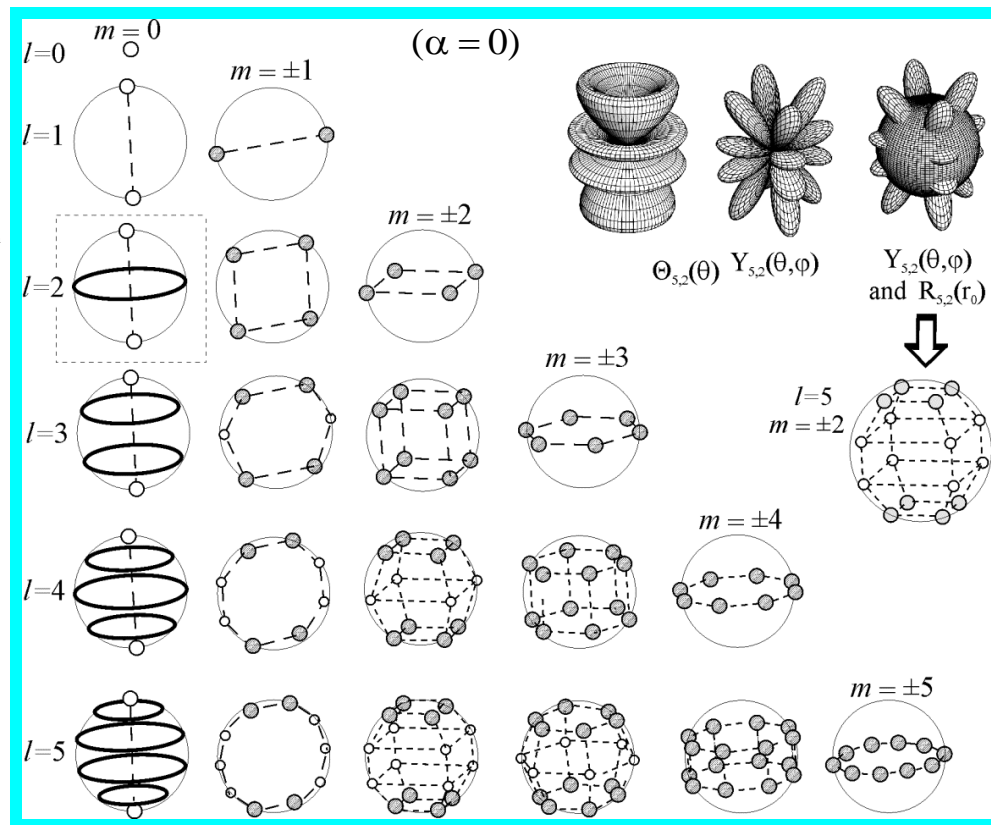
Решение для  $l=2, m=0$   
 (сечение  $x=0$ )



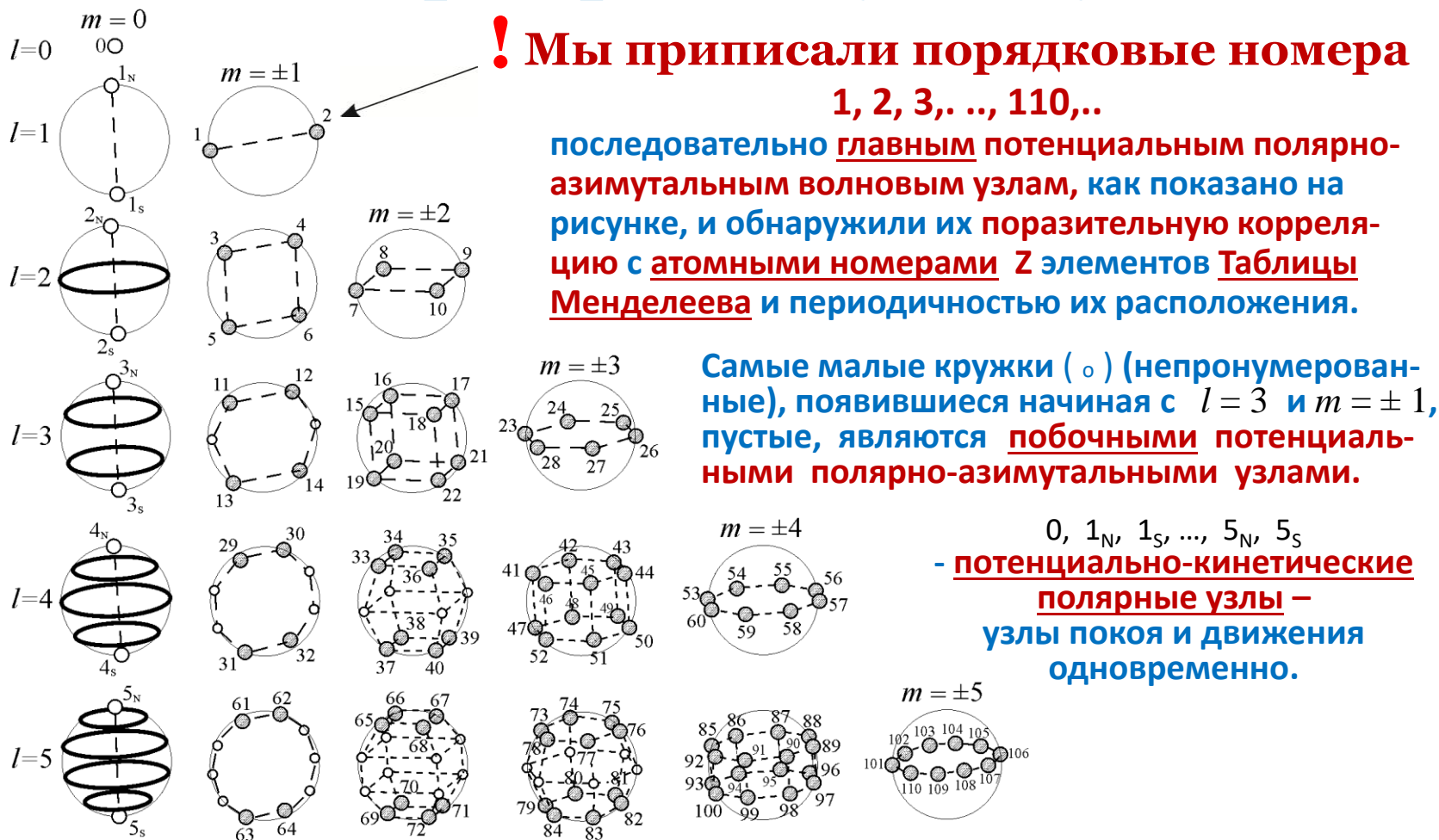
Схематическое представление решения (8), показанное справа (впервые сделанное в 1990<sup>th</sup>), стало ключевым.

Оно привело нас в процессе глубоких исследований (результаты которых были опубликованы впервые в 1996 [6]), к ключевому открытию, согласно которому данные решения определяют истинное строение "атомов", которые, будучи волновыми образованиями, являются фактически

**Элементарными молекулами водородных атомов.**



# Как мы раскрыли эту тайну?



**Анализируя** характеристические особенности решений, представленных таким образом (с пронумерованными узлами), мы **убедились** в конце концов, что они действительно содержат информацию об оболочечно-узловом (молекулярно-подобном) строении **“атомов”**.

# Элементарные молекулы водородных атомов ("атомы"),

имеющие **полностью** и **наполовину** заполненные  
**внешние волновые оболочки**

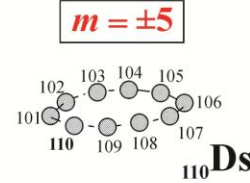
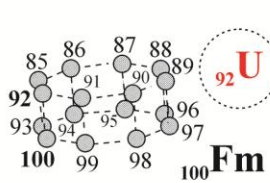
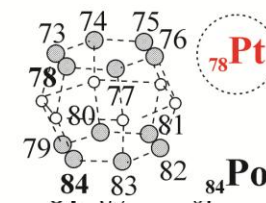
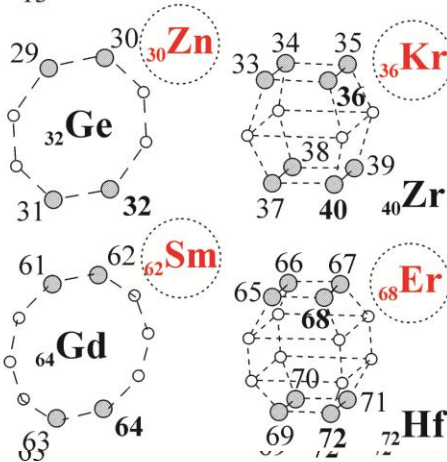
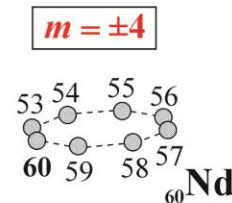
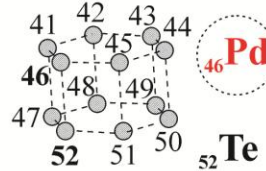
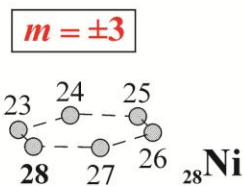
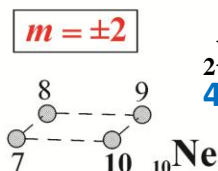
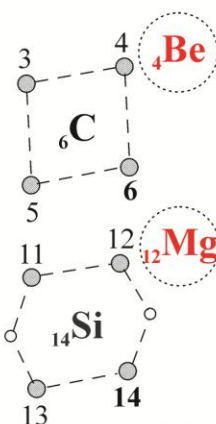
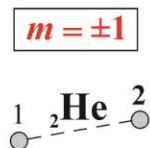
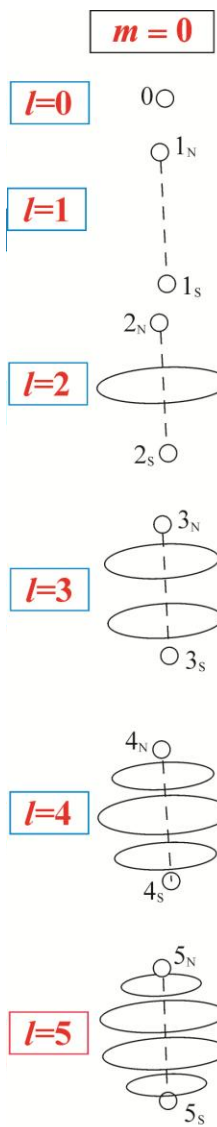
В каждом главном потенциальном полярно-азимутальном узле находится по **2 водородных атома**, к которым мы относим протон, нейтрон и протий.

$^2\text{He}$  имеет в 2 узлах (№ 1 и 2)  
4 водородных атома (2x2).

$^6\text{C}$  имеет в 6 узлах на 2 своих оболочках: внутренней (узлы № 1, 2) и внешней (узлы № 3, 4, 5, 6), 12 водородных атомов (6x2).

**Полуцелые** внешние оболочки имеют следующие "атомы" (обведены кружками):

$^4\text{Be}$ ,  $^{12}\text{Mg}$ ,  $^{30}\text{Zn}$ ,  $^{62}\text{Sm}$ ,  
 $^{18}\text{Ar}$ ,  $^{36}\text{Kr}$ ,  $^{68}\text{Er}$ ,  
 $^{46}\text{Pd}$ ,  $^{78}\text{Pt}$ ,  
 $^{92}\text{U}$



# Не целые решения

$$l = m = s/2, \quad s \in \mathbb{N},$$

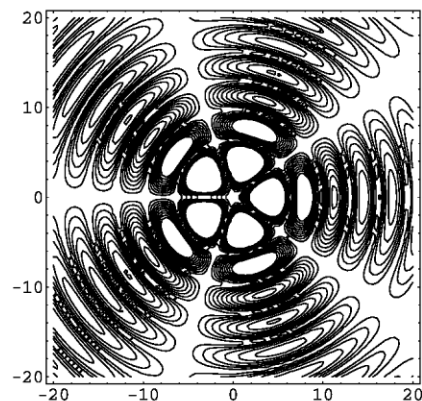
соответствуют **промежуточным состояниям**. Они определяют незаполненные полностью внешние оболочки и подоболочки: **наполовину** заполненные и **частично** заполненные. Последние, не отмеченные на предыдущем слайде, имеют такие «атомы», как:  ${}_3\text{Li}$ ,  ${}_4\text{Be}$ ,  ${}_5\text{B}$ ,  ${}_7\text{N}$ ,  ${}_8\text{O}$ ,  ${}_9\text{F}$ , и т. д.

$$\hat{\psi} = A \sqrt{\frac{\pi}{2\rho}} \left( J_{\frac{s}{2}+\frac{1}{2}}(\rho) \pm i Y_{\frac{s}{2}+\frac{1}{2}}(\rho) \right) \sin^{\frac{s}{2}} \theta \left( \cos \frac{s}{2} \varphi \pm i \sin \frac{s}{2} \varphi \right)$$

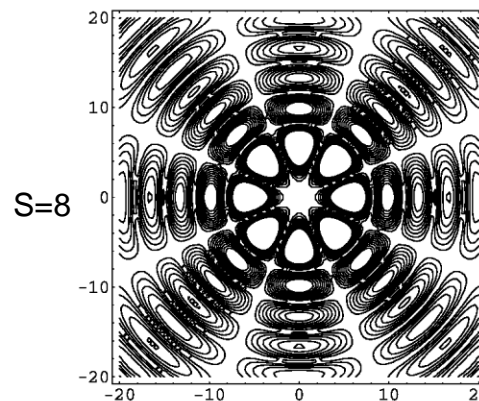
Нули и экстремумы **не целых решений** (узлы и пучности) лежат в **экваториальной плоскости** ( $z = 0$ ); они обладают **симметрией любого порядка**, в том числе, запрещённой математическими законами кристаллографии. Вот два примера.

**Контурные графики сечений** для потенциальной составляющей решений, определяемой функцией:

$$\frac{J_{\frac{s}{2}+\frac{1}{2}}(\rho)}{\sqrt{\rho}} \sin^{\frac{s}{2}} \theta \cos\left(\frac{s}{2} \varphi\right)$$



S=5



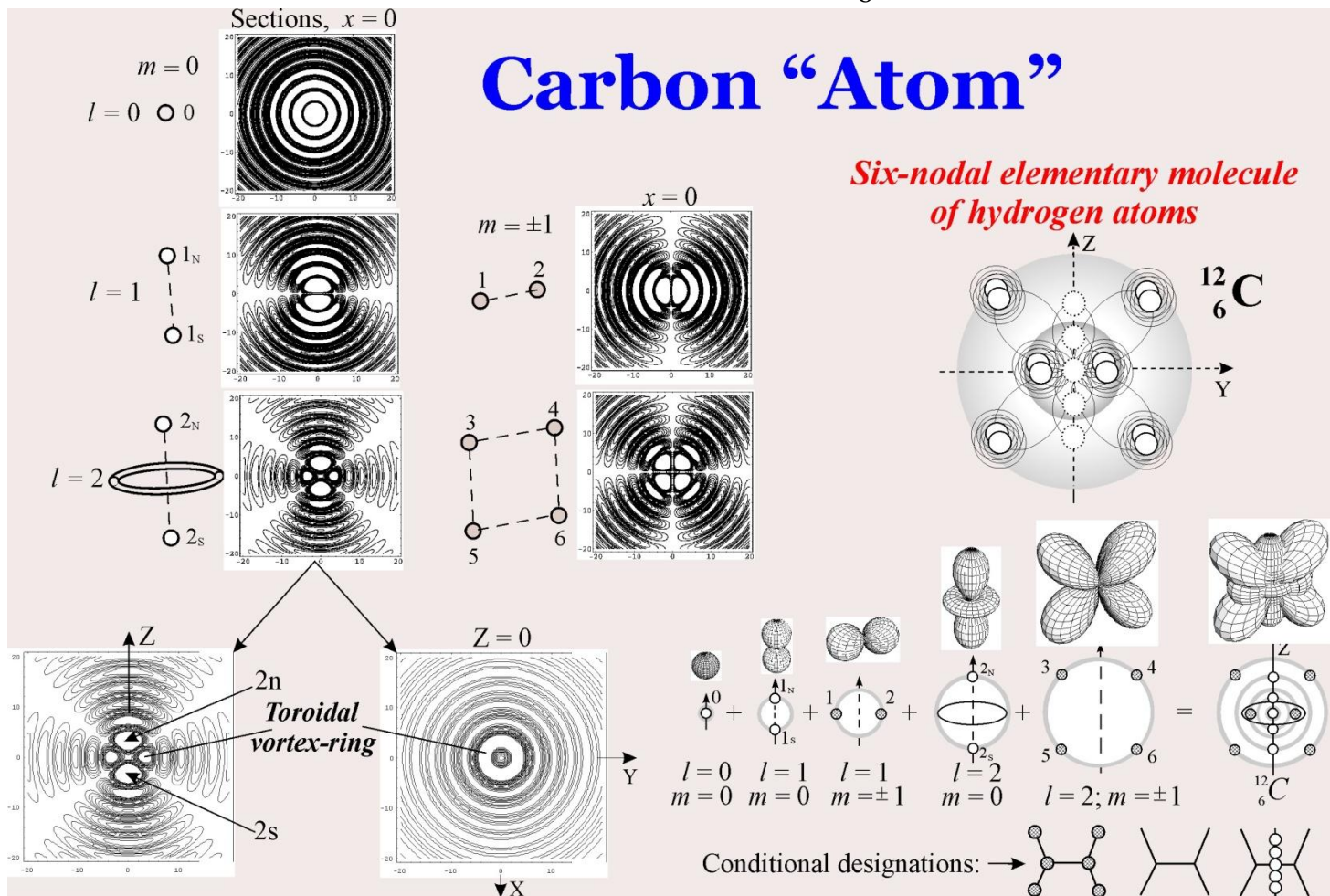
S=8

**Экваториальное распределение узлов в симметриях пятого и восьмого порядка.**

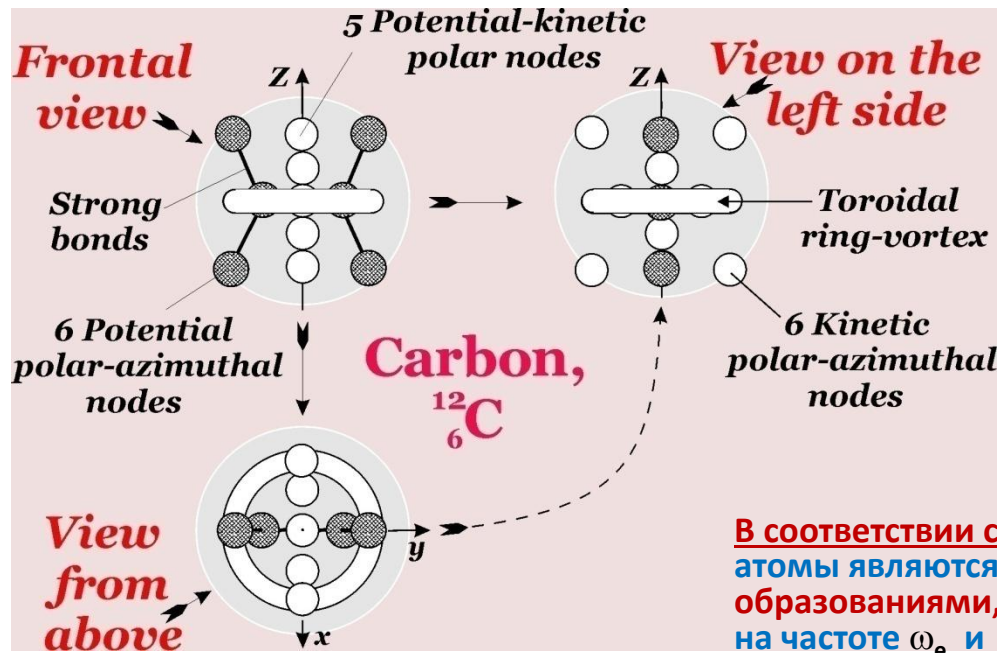


# Строение шестиузловой элементарной молекулы водородных атомов – “атома” углерода $^{12}_6\text{C}$

## Carbon “Atom”



# Шестиузловая молекула водородных атомов (“атом” углерода) ${}^{12}_6\text{C}$



Потенциальные и кинетические полярно-азимутальные узлы, расположенные относительно друг друга в радиальном направлении, находятся в плоскостях, отличающихся по фазе на  $\varphi = \pi/2$

Фундаментальная частота  $\omega_e$  и фундаментальный волновой радиус  $\lambda_e$  атомного и субатомного уровней имеют следующие значения:

$$\omega_e = 1.869162559 \times 10^{18} \text{ s}^{-1}$$

$$\lambda_e = \frac{c}{\omega_e} = 1.603886492 \times 10^{-8} \text{ cm}$$

В соответствии с ВМ, все элементарные частицы и атомы являются динамическими сферическими образованиями, пульсирующие и взаимодействующие на частоте  $\omega_e$  и  $\omega_g$  (открытия ВМ).

Энергия связи узлов в  ${}^{12}_6\text{C}^{-4}$ , рассчитанная в ВМ по формуле

$$E_B = \omega_e^2 \frac{m_1 m_2}{8\pi \epsilon_0 r}, \text{ равна } E_{C,ion} = 92.349... \text{ MeV}$$

где  $\omega_e m_1 = q_1$  и  $\omega_e m_2 = q_2$  – обменные заряды взаимодействующих нуклонов;  
 $\epsilon_0 = 1 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$  – абсолютная единица плотности.

Фундаментальная частота и фундаментальный волновой радиус гравитационного волнового поля частиц равны, соответственно:

$$\omega_g = 9.158082264 \times 10^{-4} \text{ s}^{-1}$$

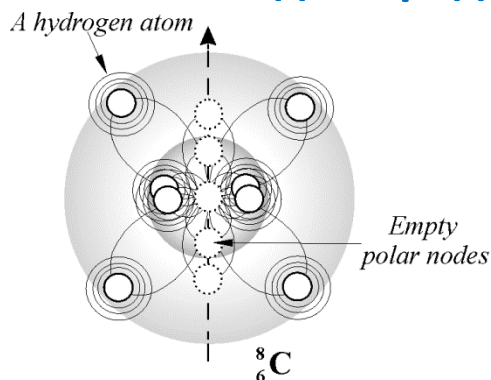
$$\lambda_g = \frac{c}{\omega_g} = 327.4 \times 10^6 \text{ km}$$

Благодаря ВМ следующая тайна:

# Природа происхождения и структура всех “атомных” изотопов,

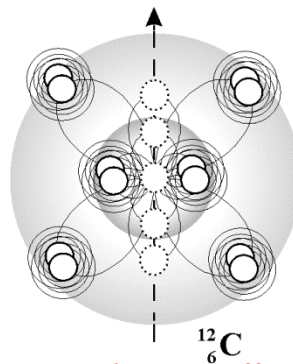
была наконец раскрыта.

Стабильный и два предельных короткоживущих изотопа углерода\*

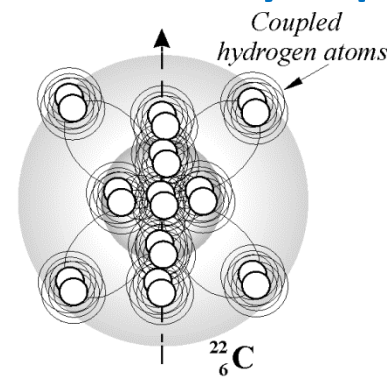


**Самый лёгкий**

самый нестабильный изотоп  
(период полураспада  $2.0 \times 10^{-21}$  s)



**Стабильный**



**Самый тяжёлый**

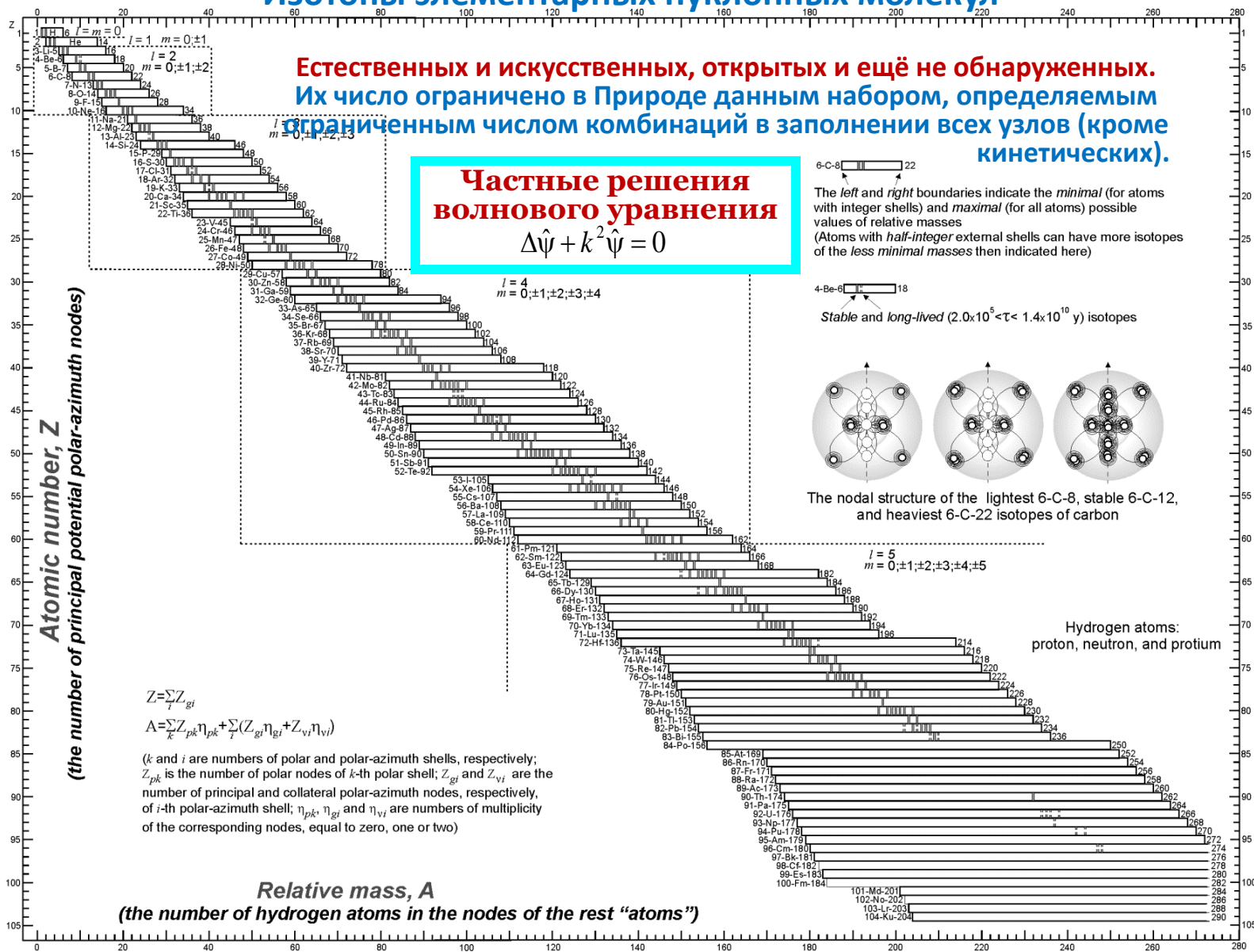
(период полураспада  $6.2 \times 10^{-3}$  s)

\*[ G. P. Shpenkov, *Physics and Chemistry of Carbon in the Light of Shell-Nodal Atomic Model*, Chapter 12 in "*Quantum Frontiers of Atoms and Molecules*", edited by Putz M. V., NOVA SCIENCE PUBLISHERS, NY, 277-323, 2011 ]

Это одно из ключевых из серии производных открытий, вытекающих из фундаментального открытия – открытия оболочечно-узлового строения “атомов”, непосредственно подтверждающее реальность последнего.

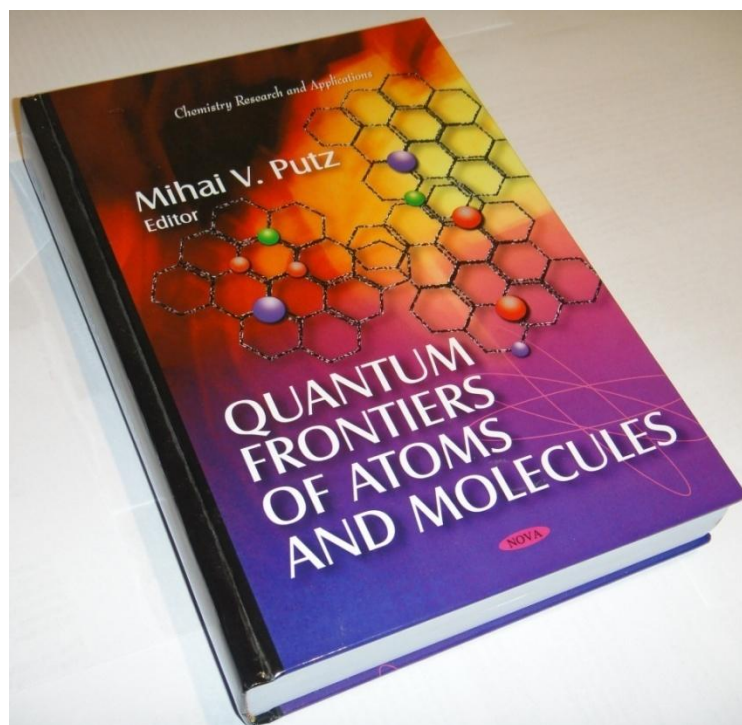
# Таблица “атомных” изотопов

## Изотопы элементарных нуклонных молекул





[G. P. Shpenkov, *Physics and Chemistry of Carbon in the Light of Shell-Nodal Atomic Model*, Chapter 12 in "*Quantum Frontiers of Atoms and Molecules*", edited by Putz M. V., NOVA SCIENCE PUBLISHERS, NY, 277-323, 2011]



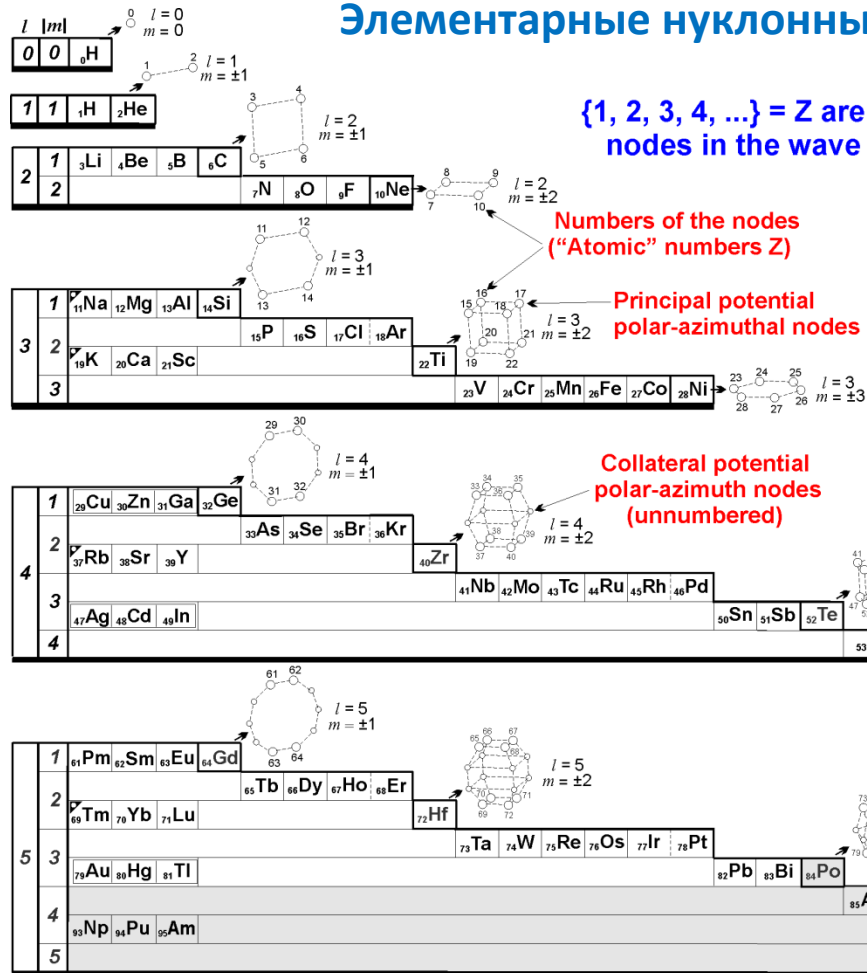
Цветной вариант **Таблицы Изотопов (2001 года)**  
доступен онлайн на <http://shpenkov.com/pdf/isotopes.pdf>



Благодаря решениям (8), была раскрыта также изначальная главная причина существующего подобия в физических и химических свойствах элементов, которое было впервые обобщено и сформулировано Д. И Менделеевым в виде Периодического закона.

# Периодическая система химических элементов

## Элементарные нуклонные молекулы – “атомы”



$\{1, 2, 3, 4, \dots\} = Z$  are numbers of the principal potential polar-azimuthal nodes in the wave shells of the “atoms” (“Atomic” number)

Numbers of the nodes (“Atomic” numbers Z)  
Principal potential polar-azimuthal nodes

Collateral potential polar-azimuth nodes (unnumbered)

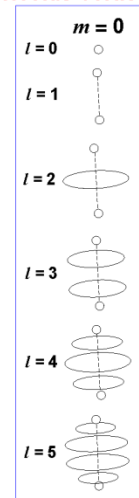
Particular time-independent solutions of Eq.  $\Delta \hat{\Psi} - \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 \hat{\Psi}}{\partial t^2} = 0$

Atoms with completely filled external wave shells

2	He								
6	C	10	Ne						
14	Si	22	Ti	28	Ni				
32	Ge	40	Zr	52	Te	60	Nd		
64	Gd	72	Hf	84	Po	100	Fm	110	Ds

← unstable elements

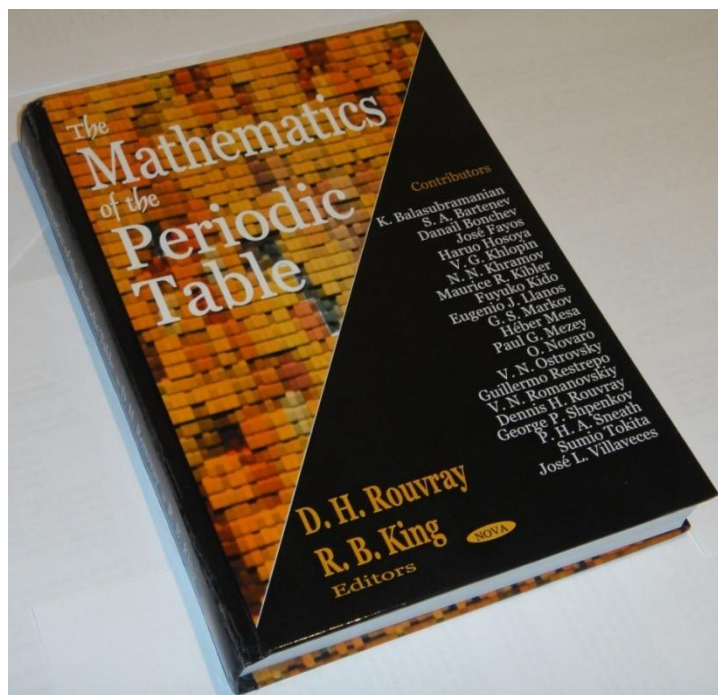
Polar nodes and toroids-vortices



\* The hydrogen atoms: proton, neutron, and protium

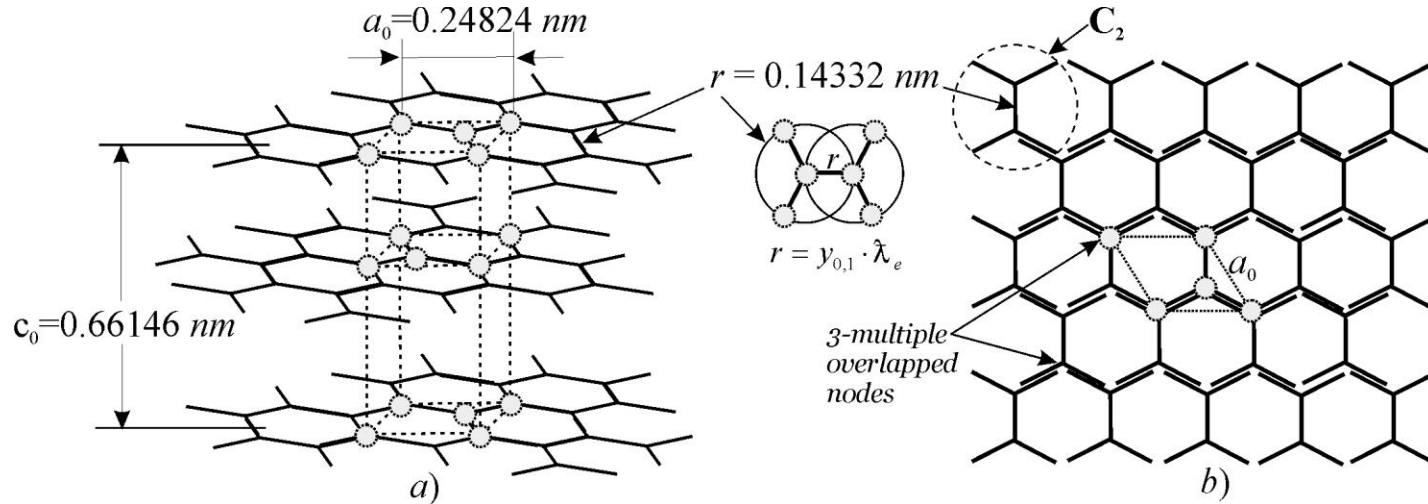
[1] *Alternative Picture of the World*, V. 1-3, (1996); [2] *Foundations of Physics*, (1998); [3] *Atomic Structure of Matter-Space*, (2001); Geo. S., Bydgoszcz by L. Kreidik and G. Shpenkov. *The Shell Structure of Matter Spaces*, <http://shpenkov.janmax.com/ShellStr.pdf>

[G. P. Shpenkov, *An Elucidation of the Nature of the Periodic Law*, Chapter 7 in "*The Mathematics of the Periodic Table*", edited by Rouvray D. H. and King R. B., NOVA SCIENCE PUBLISHERS, NY, 119-160, 2006]



Цветной вариант Периодической Таблицы (2001 года)  
доступен онлайн на <http://shpenkov.com/pdf/placard.pdf>

# Элементарная ячейка и структура графита и его одноатомного слоя – графена



Согласно ВМ, длина связей в графите определяется произведением  $r = y_{0,1} \cdot \lambda_e$ , где  $y_{0,1}$  - корень функций Бесселя [9] ( $y_{0,1} = 0.89357697$ ) и  $\lambda_e = \omega_e / c = 1.603886538 \cdot 10^{-8} \text{ cm}$

$$n = (1\frac{1}{6} \times 2 + 1\frac{2}{3}) = 4 \text{ nodes per unit cell}, V = n \cdot 12.0107 \cdot m_u / \rho = 35.29953318 \cdot 10^{-24} \text{ cm}^3, \\ m_u = 1.660539040 \cdot 10^{-24} \text{ g}, \rho = 2.26 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}, a_0 = \sqrt{3}r, c_0 = V \cdot 2 / a_0^2 \sqrt{3} = 6.614634572 \cdot 10^{-8} \text{ cm}$$

Постоянные решётки  $a_0$  и  $c_0$ , рассчитанные, как показано выше, близки к постоянным решётки графита (при 300 K), известным из литературы. Расчётные данные соответствуют графиту, состоящего из  $C_2$  - димеров углерода, имеющего оболочечно-узловое строение.

Таким образом,  
 “строительными блоками” графита, а следовательно, графена являются димеры углерода  $C_2$ .

## Точный расчёт положений атомов и длин межатомных связей

базируется на методе итераций: путём сравнения и подгонки измеренных интенсивностей отражённого луча с рассчитанными, принимая во внимание Резерфорд-Боровскую ядерную модель атомов, до тех пор пока не будет достигнуто адекватное совпадение между сравниваемыми двумя множествами значений.

В соответствии с ВМ, при итерации следует учесть оболочечно-узловое (молекулярно-подобное) строение “атомов”.

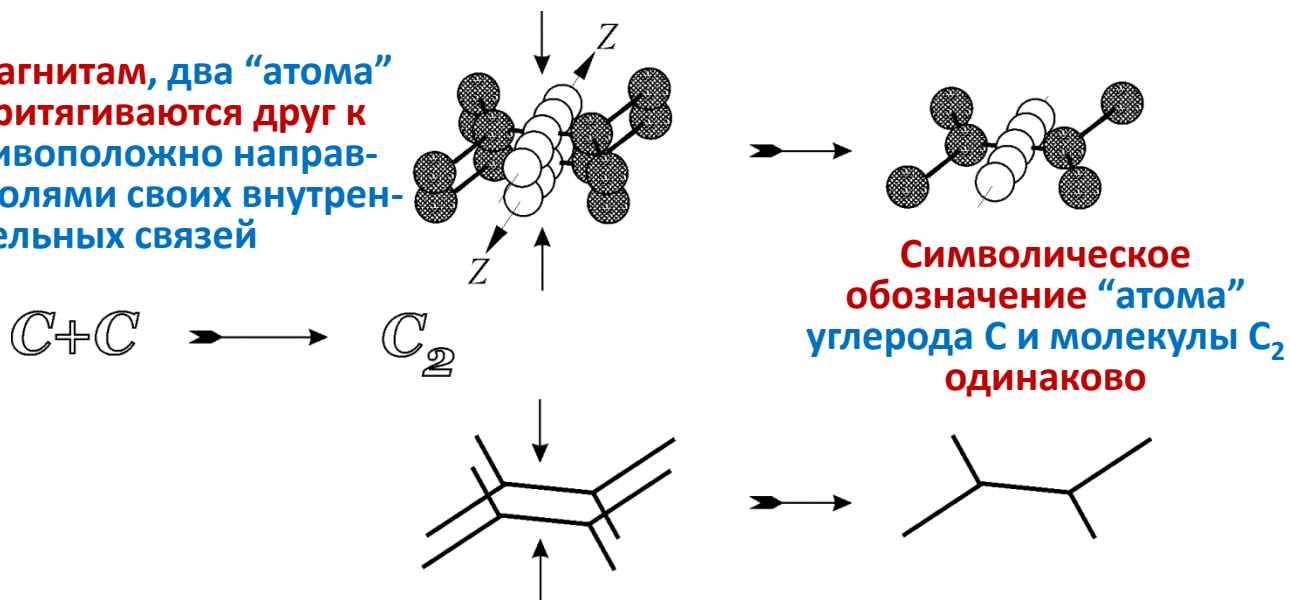
При указанном условии, результаты расчётов постоянных решётки для графита практически совпадают (в пределах погрешности) с известными данными, если только мы примем в качестве элементарного “строительного блока” графита димер углерода  $C_2$  – две спаренные 6-узловые элементарные молекулы водородных атомов, но не “атом” углерода  $C$ .

Данный вывод относится также к другим углеродным соединениям.  
(В ходе дальнейшего обсуждения покажем это)

# Схема образования молекулы $C_2$

$C_2$  образуется путём **перекрывтия** (“слияния”) пар узлов и тороидальных колец-вихрей (не показанных на схеме) двух сближающихся шести-узловых элементарных молекул водородных атомов (двух “атомов” углерода), как показано на схеме:

Подобно магнитам, два “атома” углерода притягиваются друг к другу противоположно направленными полями своих внутренних межузельных связей



Из работы [Н. С. Shih, et al., *Diamond and Related Materials*, 2, 531 (1993)],

“...the  $C_2$  radical was considered to be responsible for the formation of graphite”

“... радикал  $C_2$  считался ответственным за образование графита”

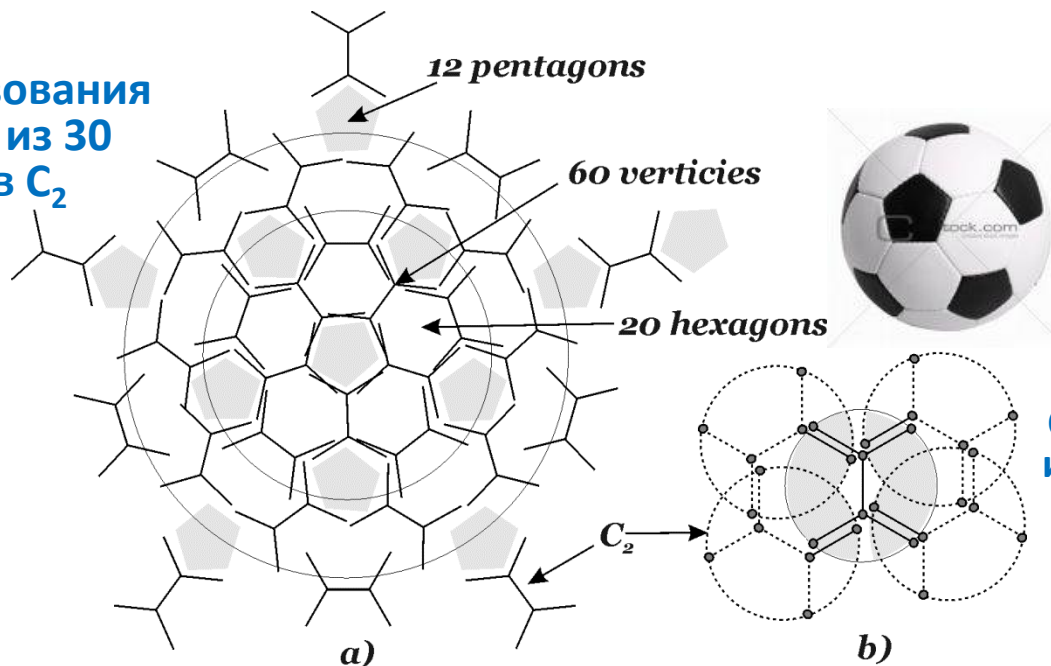


# Бакминстерфуллерен ( $C_{60}$ )

В соответствии с ВМ

**образуется из 30 димеров углерода  $C_2$  :**

Схема образования  
молекулы из 30  
димеров  $C_2$



**Таким образом, согласно ВМ, формула молекулы есть  $(C_2)_{30}$**

**“Димер углерода ( $C_2$ ) является фактически главным наблюдаемым продуктом фрагментации  $C_{60}$ . Будучи очень эффективным веществом для роста, он может быстро встраиваться в решетку алмаза, что приводит к высокой скорости роста пленки” [\*].**

**\*[D. M. Gruen, et al., *Turning Soot Into Diamonds With Microwaves*, Proceedings of the 29<sup>th</sup> Microwave Power Symposium, Chicago, Illinois, July 25-27, 1994]**

# Схема образования химических ("ковалентных") С–С связей в углеводородных соединениях

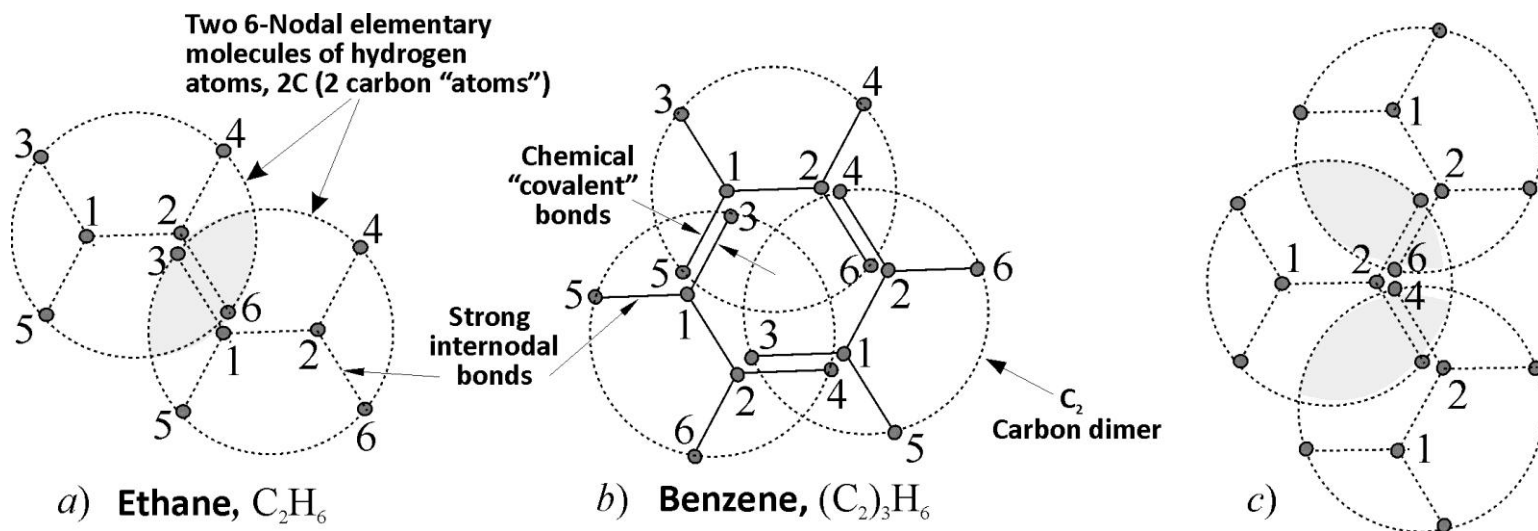
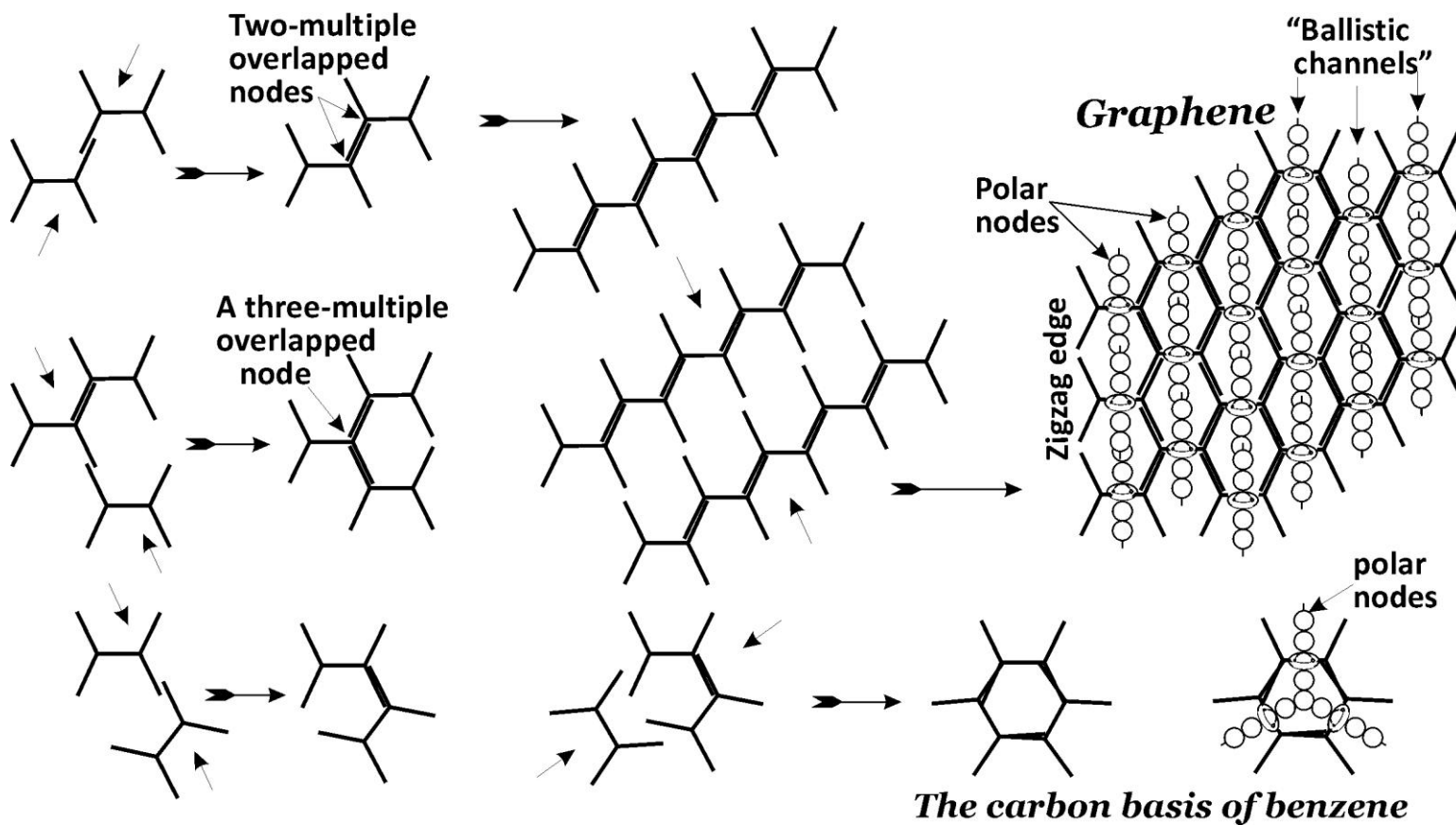


Рис. **Двукратное (a, b) и трёхкратное (c) перекрытия** внешних и внутренних полярно-азимутальных узлов, принадлежащих объединяемым элементарным нуклонным молекулам углерода (двум "атомам" С (a) и трём димерам  $C_2$  (б)).

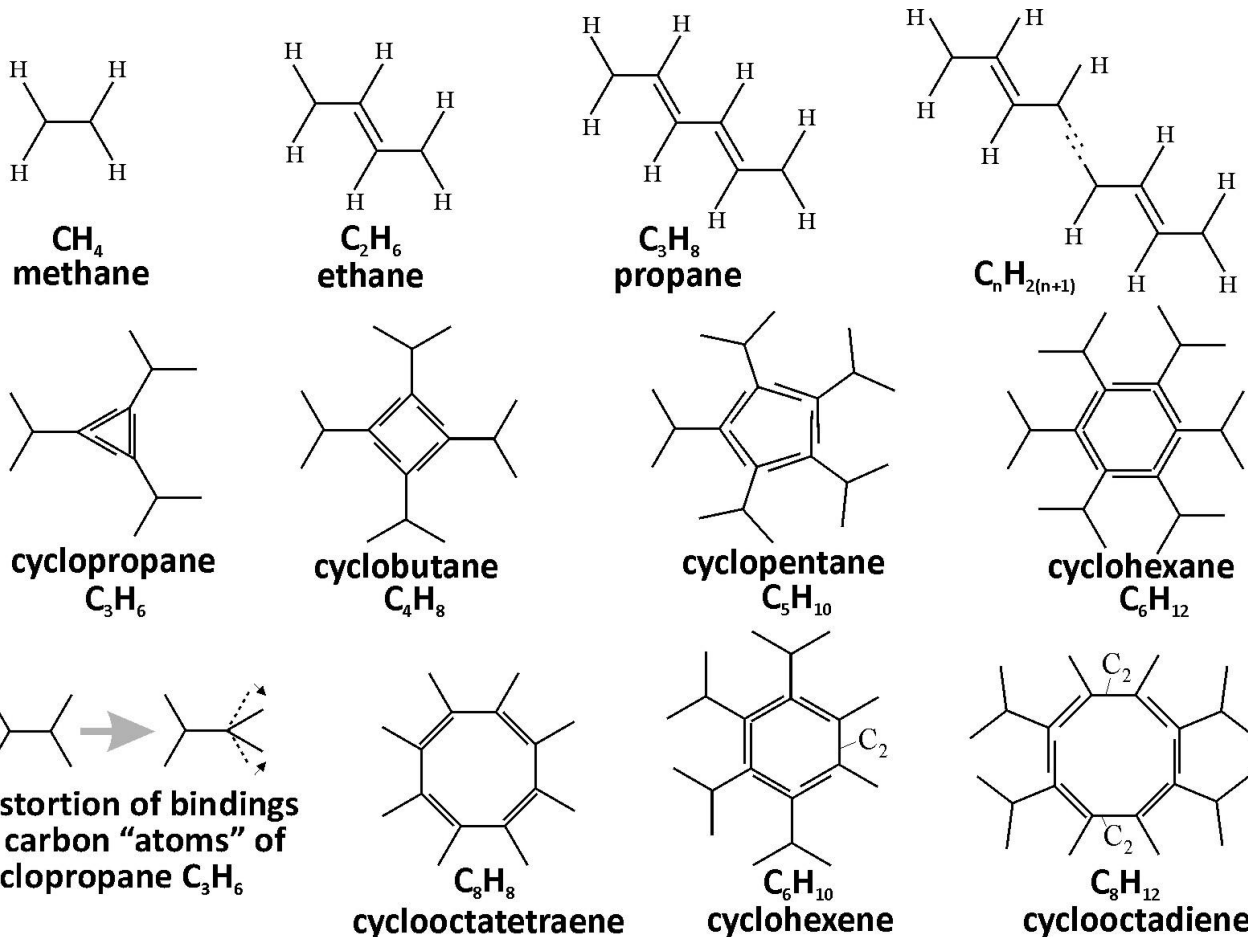
Химические "ковалентные" связи осуществляются **вдоль линий сильных** междузельных **связей** (существующих между внешними и внутренними узлами) каждого из объединяемых "атомов" (a) (связи 2-6 и 3-1) или димеров (b) (связи 5-1 и 1-3, 2-6 и 4-2, 3-1 и 2-4). Электроны играют вторичную роль, они определяют лишь прочность («силу») химических связей, но не их направление.

# Схема образования двумерных соединений углерода



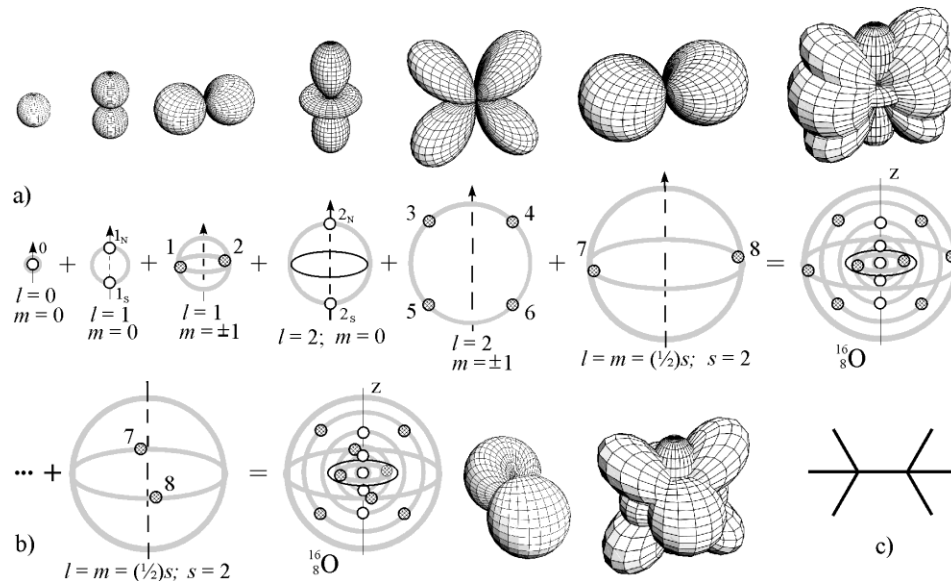
# Схема С-С связей

В ТИПИЧНЫХ УГЛЕВОДОРОДНЫХ СОЕДИНЕНИЯХ\*



\*[G. P. Shpenkov, *The Role of Electrons in Chemical Bonds Formations (In the Light of Shell-Nodal Atomic Model)*, *Molecular Physics Reports* 41, 89-103, (2005)]

**Атом кислорода** имеет **внутренние оболочки**, соответствующие  $l = 0, 1, 2,$  и **внешнюю** наполовину заполненную при  $l = m = s/2$  (где  $s = 2$ ), содержащую два заполненных полярно-азимутальных узла, 7 и 8 (из четырёх, соответствующих решению при  $l = 2,$  и  $m = \pm 2,$  см. рисунки на стр. 15-17), каждый из них содержит пару связанных водородных атомов (нуклонов):



**Рис. Графики полярно-азимутальных функций  $\Theta_{l,m}(\theta)\cos(m\varphi + \alpha)$  ( $l = 0, 1, 2;$   $m = 0, \pm 1$ ) и расположение узлов, определяемых этими функциями, на радиальных оболочках  $R_l(\rho)$  атома кислорода: (a) при  $\alpha = 0$  и (b) при  $\alpha = \pi/2$  для внешней полуцелой оболочки, соответствующей решению для  $l=m=s/2$  и  $s = 2$ ; (c) условное обозначение атома кислорода  $^8_8\text{O}$  (при  $\alpha = 0$ ).**

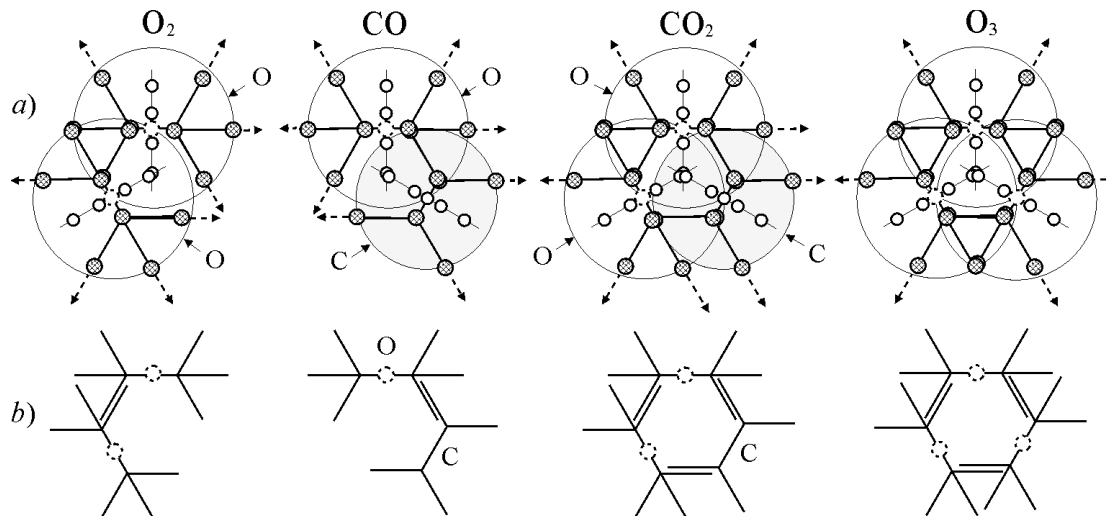


**Внешняя оболочка атома кислорода относится к полуцелому решению порядка  $l+1/2$  при  $l=m=s/2$  и  $s=2$  волнового уравнения [10]:**

$$\hat{\psi} = A\hat{R}_s(\rho)\Theta_s(\theta)e^{\pm i\frac{s}{2}\varphi}$$

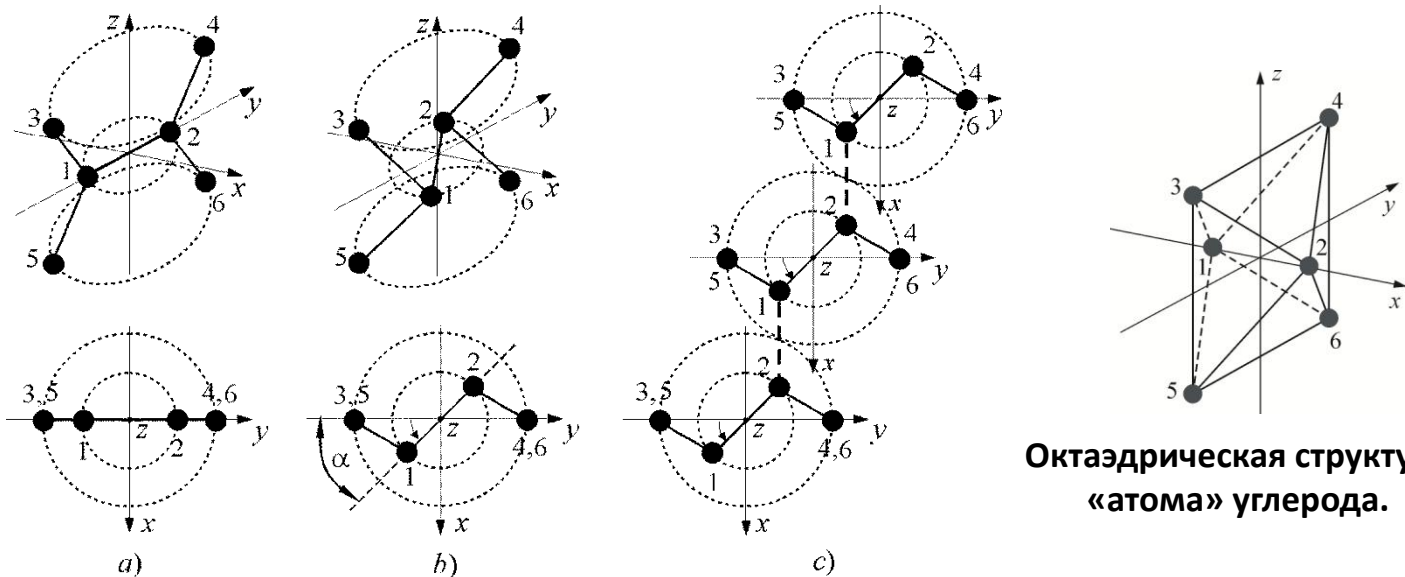
**Как и все незаполненные полностью (нецелые, дробные) внешние подоболочки оболочки при  $l=2$  (например, атома азота  ${}^7\text{N}$ ,  $s=1$ , и атома фтора  ${}^9\text{F}$ ,  $s=3$ ), внешняя подоболочка атома кислорода  ${}^8\text{O}$ ,  $s=2$ , лежит в экваториальной плоскости.**

**Ниже показаны простейшие примеры одного из вариантов образования связей в соединениях атома кислорода характеризующихся двукратным перекрытием межатомных узлов (подробности см. в [10]).**



**Рис. (a) Схемы образования молекулы кислорода O<sub>2</sub>, оксида углерода CO, углекислого газа CO<sub>2</sub> и озона O<sub>3</sub>; b) условное обозначение соединений.**

# Образование межузельных связей в кристалле алмаза

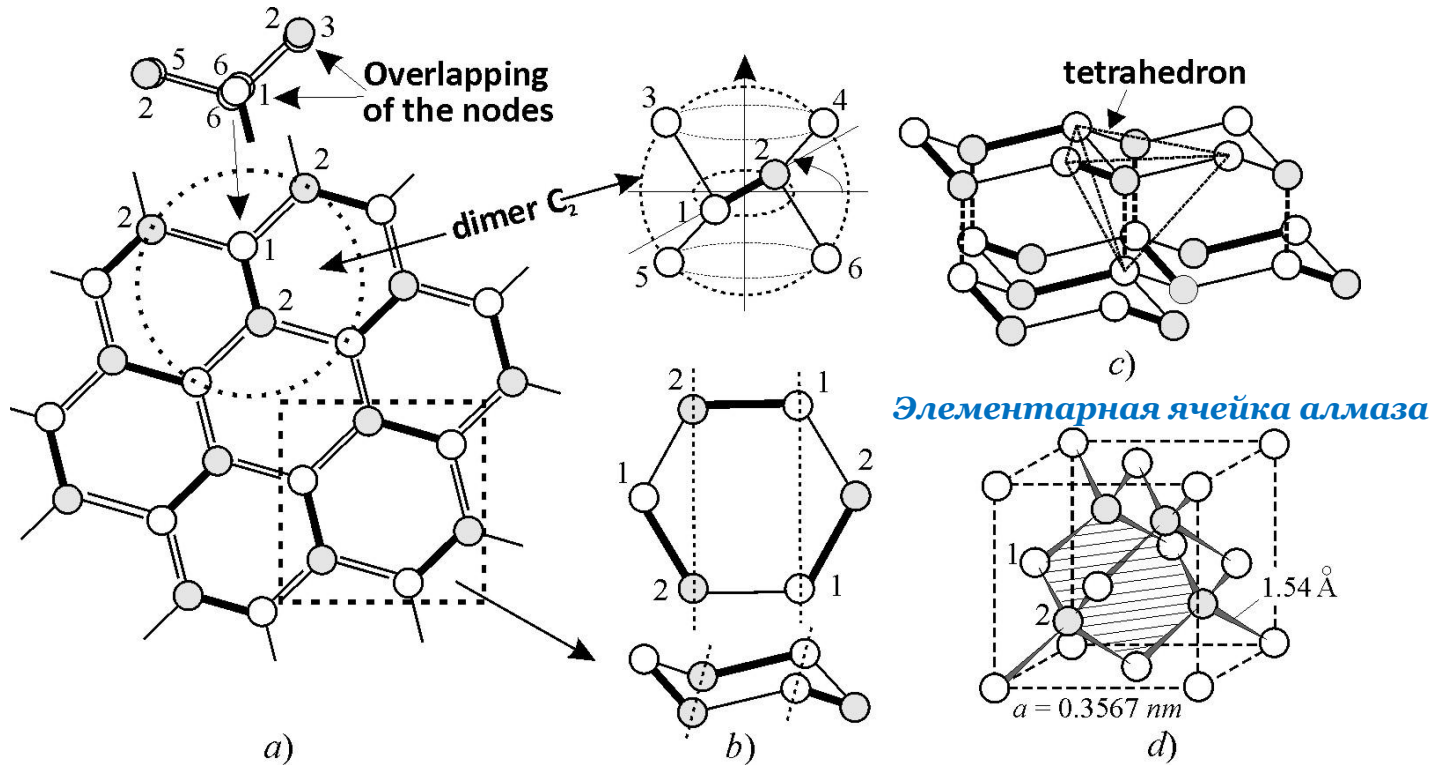


Октаэдрическая структура  
«атома» углерода.

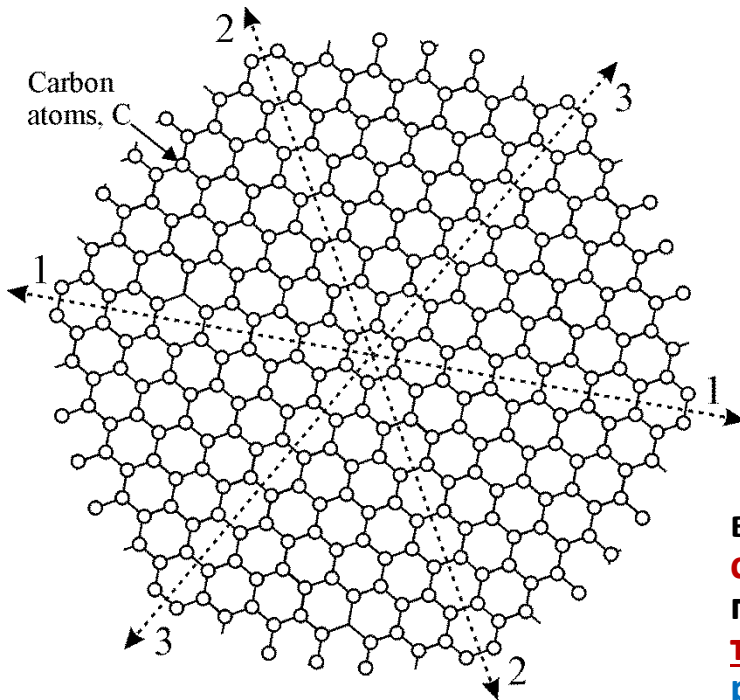
- (a) Узлы димера углерода  $C_2$  (и «атома» углерода C) располагаются в одной плоскости.
- (b) Положение узлов 1 и 2 внутренней оболочки, повернутой в азимутальном направлении на угол  $\alpha = \pi/4$  (реализуемое при определенных внешних условиях) относительно внешней оболочки, допускаемое решением волнового уравнения для  $\varphi$ :  $\Phi_p(\varphi) = \Phi_m \cos(m\varphi + \alpha)$ ; соответствует октаэдрическому строению «атома» углерода.
- (c) Образование связей (пунктирные линии) между узлами 1 и 2 повернутых внутренних оболочек соседних димеров углерода, ведущее в результате к образованию гранцентрированной кубической решётки алмаза.

# Гранецентрированная кубическая решётка алмаза

состоит из димеров  $C_2$  – спаренных 6-и узловых элементарных нуклонных молекул (“атомов” углерода октаэдрической структуры)



# Представления физики об основных свойствах графена



\* [Robert E. Newnham, *Properties of Materials: Anisotropy, Symmetry, Structure*; Oxford University Press, 2005]

Графен – аллотропная модификация углерода в форме двумерной гексагональной решётки.

Точечная группа  $D6h$ , пространственная группа  $P6/mmm$

- Один атом углерода образует каждый узел решётки.
- $sp^2$  гибридные орбитали ответственны за связь атомов углерода в решётке.
- Решётка имеет вращательную симметрию 6-го порядка.

Следовательно,

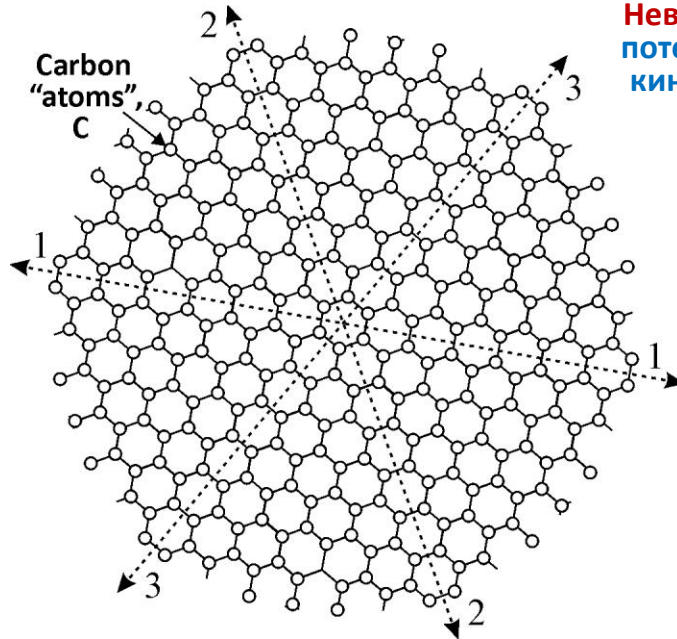
в полном соответствии с положениями теории симметрии\*, все свойства, включая электронную проводимость, вдоль кристаллографически идентичных направлений 1-1, 2-2, 3-3 (указанных на рисунке) должны быть одинаковы.

Однако исследования в рамках ВМ показали, что это не соответствует действительности.

# Строение графена

## Традиционный взгляд:

Гексагональная решётка образована из «атомов» углерода C

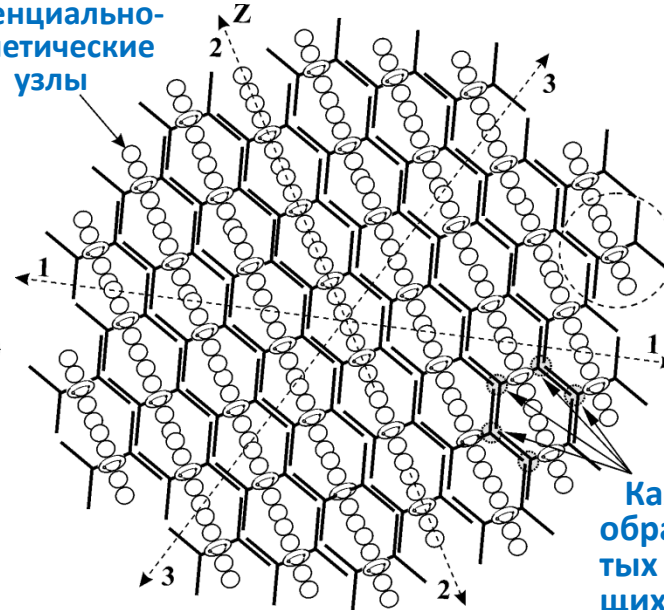


Вращательная симметрия 6-го порядка

## В соответствии с ВМ:

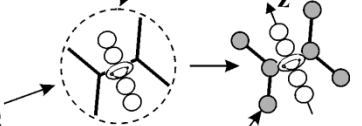
Гексагональная решётка образована из димеров углерода C<sub>2</sub>

Невидимые полярные потенциально-кинетические узлы



Вращательная симметрия 2-го порядка

Димер углерода C<sub>2</sub>



Каждый полярно-азимутальный узел содержит 4 водородных атома (нуклона)

Каждый узел решётки образован из 3-х перекрытых узлов, принадлежащих к 3-м связанным димерам углерода C<sub>2</sub>

Упорядоченная «ковалентная» связь димеров углерода C<sub>2</sub> реализуется в графене вдоль сильных межузельных связей таким образом, что внутри кристалла из непрерывной цепочки пустых полярных потенциально-кинетических узлов образуются полые каналы, внутри которых носители зарядов могут перемещаться без препятствий, не рассеиваясь, подобно как это имеет место при **баллистическом** движении.

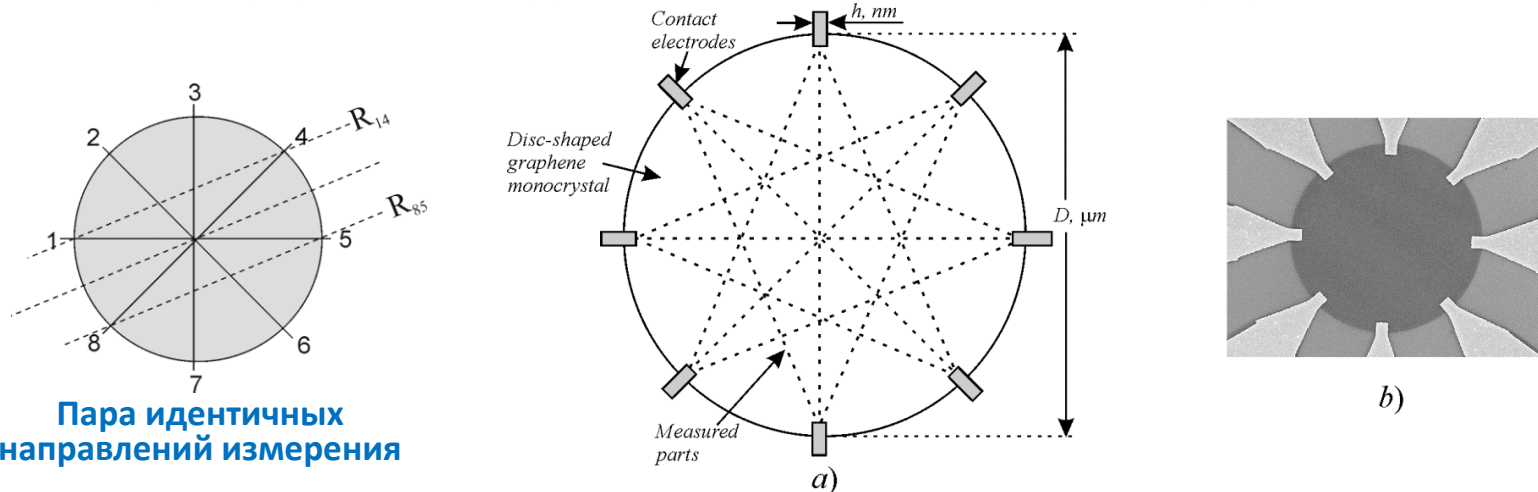


Реальность оболочечно-узлового строения «атомов» экспериментально подтверждается, как уже было показано, рядом следствий, вытекающих из данного строения. Вот очередное из них

**Кристаллографическая анизотропия должна, естественно, отражаться на проводимости графена**

Схема измерения (a)

и SEM фотография (b) тестируемых дискообразных листочков графена (2010 год):



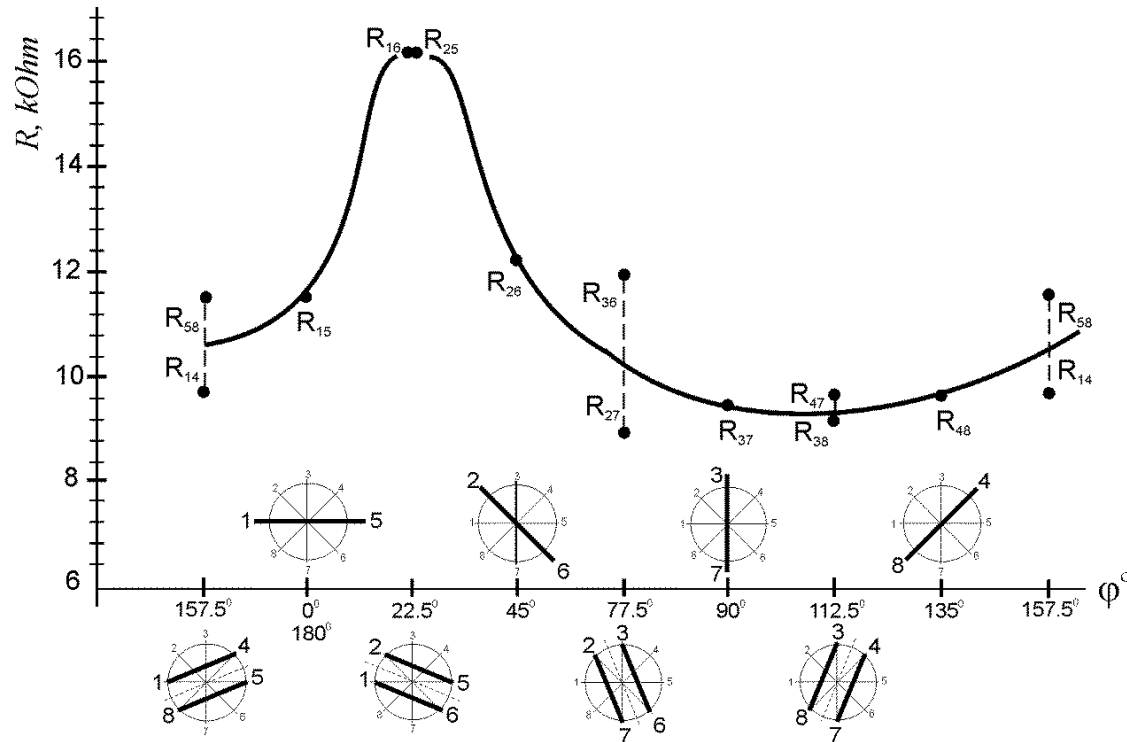
Пара идентичных направлений измерения

Оба сопротивления между параллельными парами контактов (например,  $R_{14}$  и  $R_{85}$ ), охватывающие идентичные области проводимости (т. е. имеющие одинаковую геометрическую конфигурацию измеряемых участков), должны быть равны по величине (в пределах допустимых погрешностей). Это позволяет непосредственно в процессе измерения сопротивления мгновенно контролировать качество электрических контактов с дискообразными пластинками графена.

Поэтому, данная схема может быть использована для тестирования эффективности различных технологий получения качественных электрических контактов с одноатомной толщины двумерным кристаллом графена.

# Угловая зависимость электрического сопротивления $R = f(\varphi)$

в плоскости исследуемых образцов графена  
( $D=10 \mu\text{m}$ ,  $h=580 \text{ nm}$ ,  $T=4.2 \text{ K}$ ,  $I=1 \text{ nA}$ )



Полученная зависимость типична для анизотропных материалов, имеющих симметрию второго порядка

# Анизотропное поведение электрической проводимости в графене

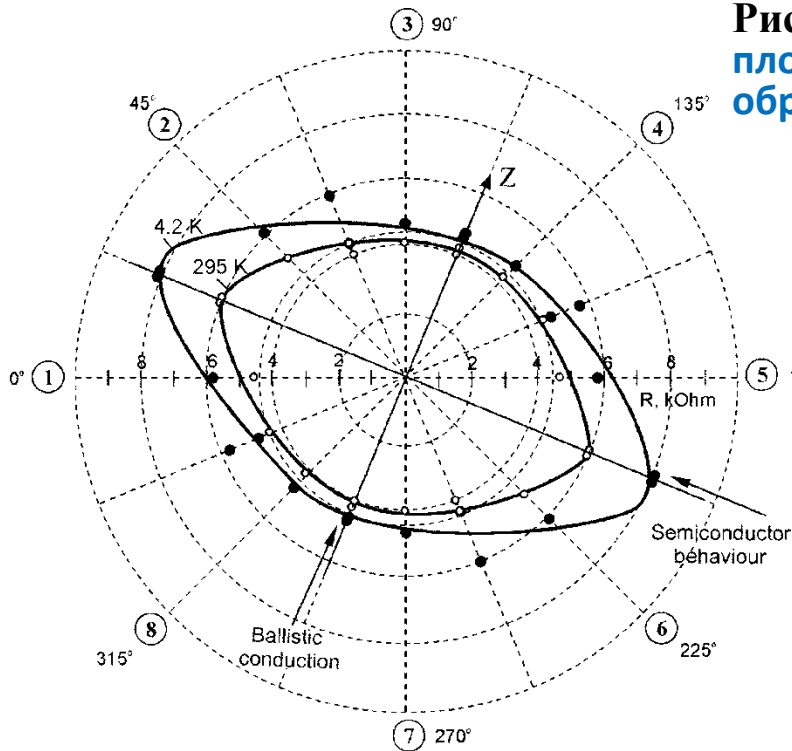


Рис. Полярная диаграмма сопротивления в плоскости дискообразного графенового образца толщиной в один нуклонный узел: ( $D=10\ \mu\text{m}$ ,  $h=580\ \text{nm}$ ,  $T=4.2$  и  $295\ \text{K}$ )

Температурная зависимость проводимости графена вдоль одного из направлений в плоскости показывает, что графен ведёт себя как полупроводник в данном направлении.

В перпендикулярном направлении, вдоль “баллистических каналов” (оси Z), сопротивление в графене практически не зависит от температуры; графен ведёт себя подобно металлу.

(Сравнение с металлом относится только к отсутствию температурной зависимости, поскольку механизмы проводимости в металле и графене принципиально разные)

Открытие анизотропии гексагональной решётки графена, предсказанное автором теоретически в 2009 году, является очередным в серии открытий ВМ.

Вместе с открытием природы всех возможных “атомных” изотопов и изначальной причины периодичности свойств элементов, оно служит прямым экспериментальным доказательством реальности оболочечно-узлового строения “атомов”.

**Открытие анизотропии  
ненапряжённого графена  
подтверждается оптическими методами,  
в частности:**

**1) Polarized Raman spectroscopy**

**(«Поляризованной Рамановской спектроскопией»)**

при отсутствии каких-либо внешних воздействий (ненапряжённого графена)  
(2012, Taiwan).

[Huang et al, “*Observation of strain effect on the suspended graphene by polarized Raman spectroscopy*”,  
Nanoscale Research Letters 2012, 7:533]

**2) Microscopic Reflection Difference Spectroscopy**

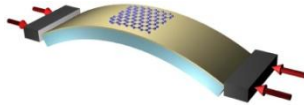
**(«Микроскопической отражательно-разностной спектроскопией»)**

в видимом диапазоне частот  
(2014 - 2015, Beijing Key Laboratory).

К настоящему времени есть все основания утверждать, что

## Рамановские спектры

(анализируемые в различных статьях, посвящённых исследованию влияния механических напряжений в графене) в основном отражают естественную анизотропию присущую ненапряжённому графену. Например, напряжения, вызванные сгибанием гексагональной решётки графена



(как в статье [\*] от 29.05.2009), только слегка искажают характеристический Рамановский спектр, обусловленный исходной анизотропной структурой графена, не изменяя его основной вид (см. Рис. 6 [\*]).

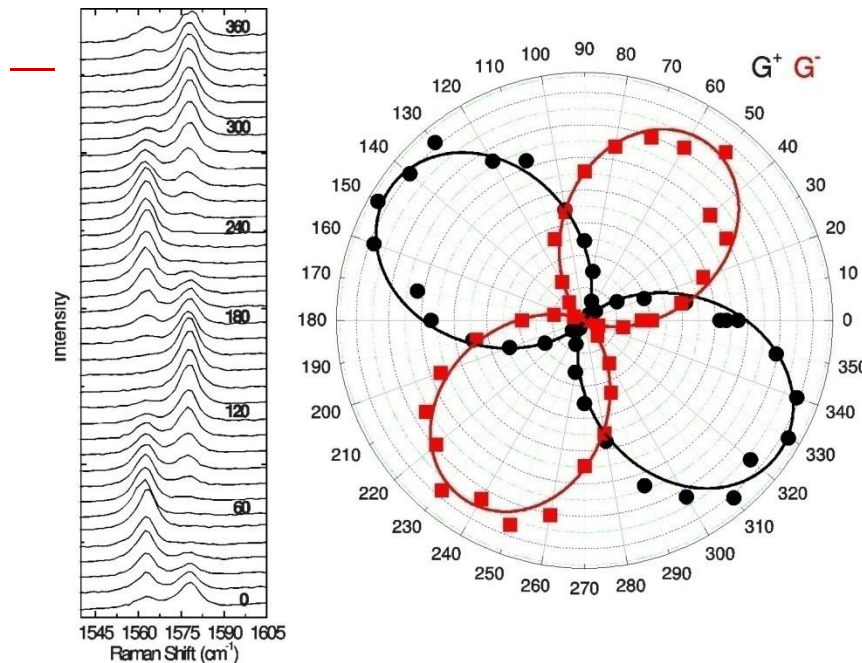
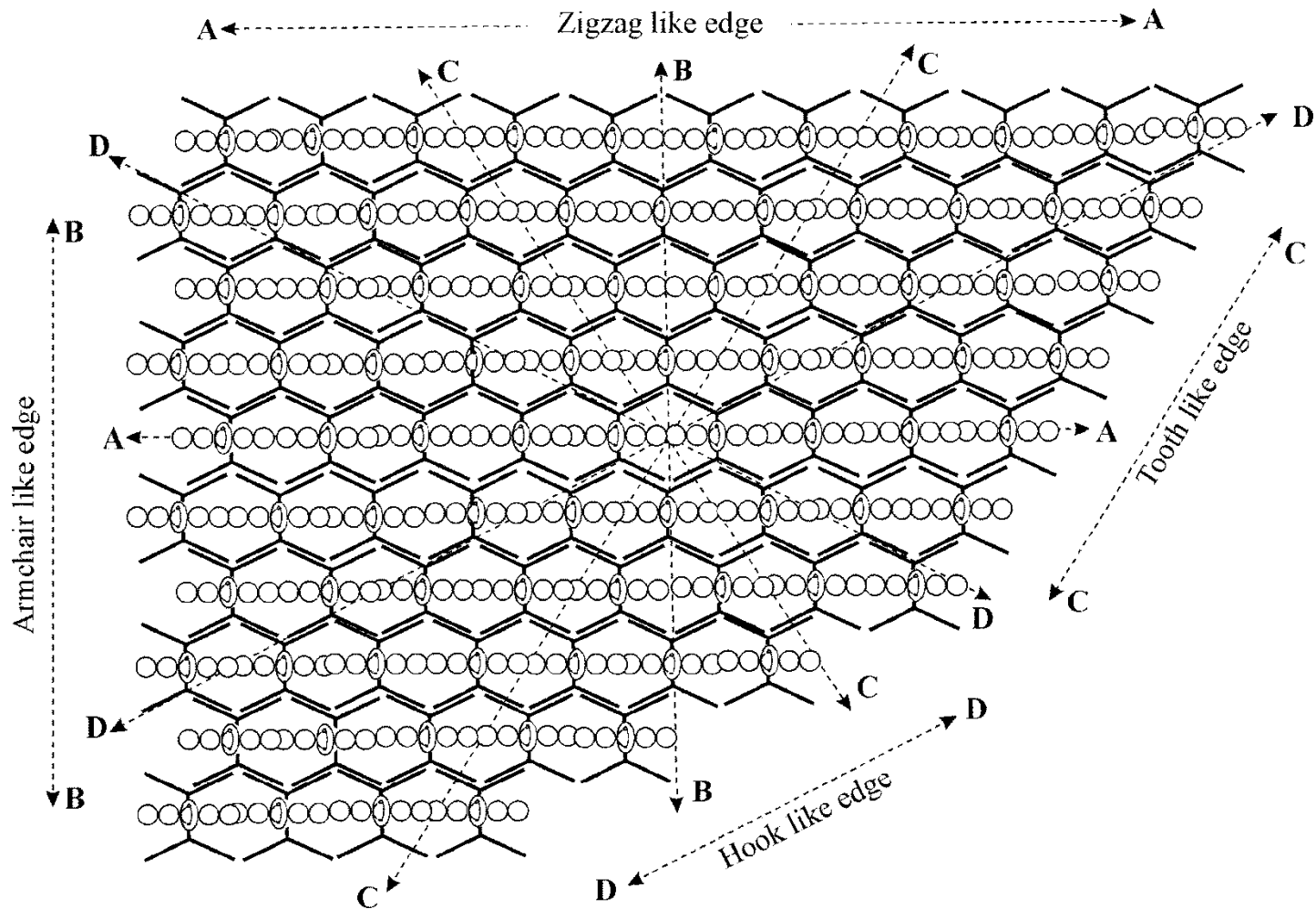


Рис. 6\*: (Слева) Рамановские спектры и (справа) полярный график аппроксимированных  $G^+$  и  $G^-$  пиков в зависимости от угла  $\theta_m$  между поляризацией падающего света и осью деформации, измеренные анализатором, выделяющим рассеянную поляризацию вдоль оси деформации,  $\theta_{out}=0$ . Полярные данные аппроксимированы к  $I_{G^-} \propto \sin^2(\theta_{in} + 34^\circ)$  и  $I_{G^+} \propto \cos^2(\theta_{in} + 34^\circ)$ , см. текст.

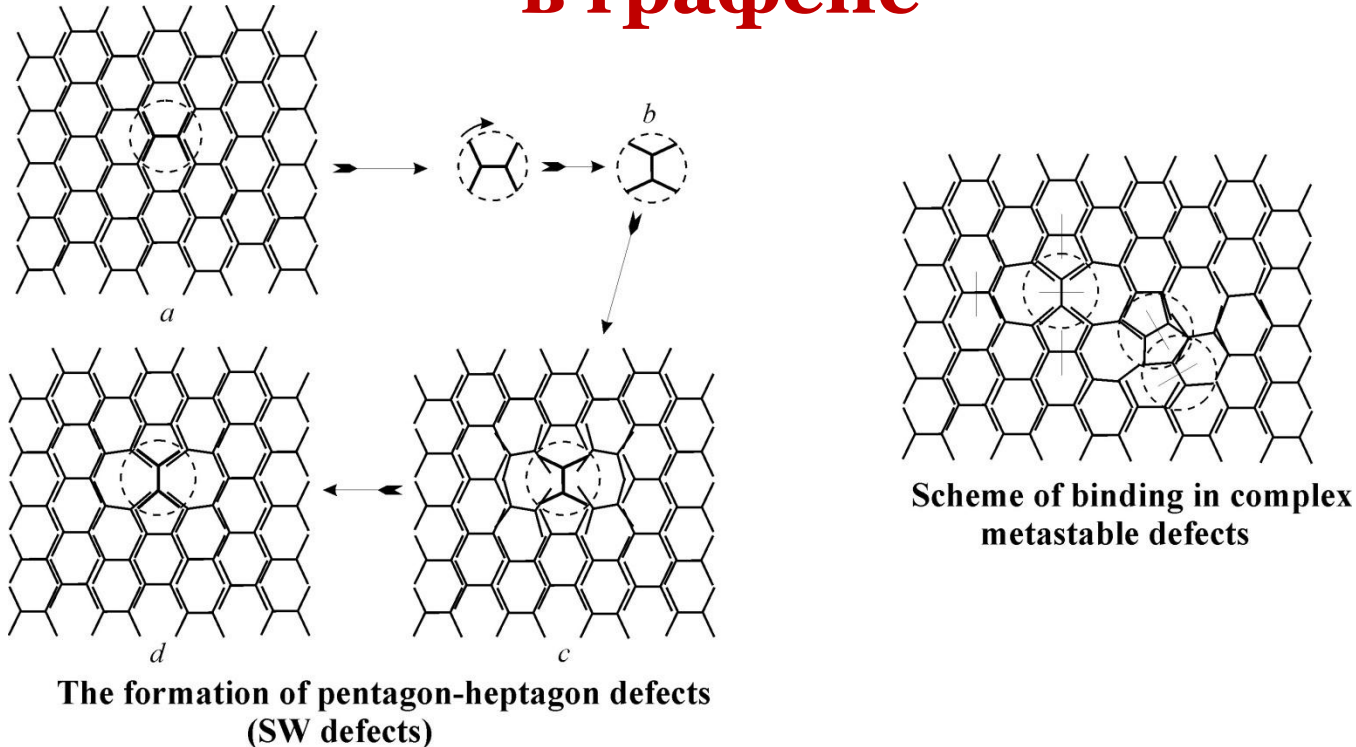
\*[T. M. G. Mohiuddin at al, “Uniaxial strain in graphene by Raman spectroscopy: G peak splitting, Grüneisen parameters, and sample orientation”, Phys. Rev. B 79, 205433 (29.05.2009)]



# Форма граней в графене



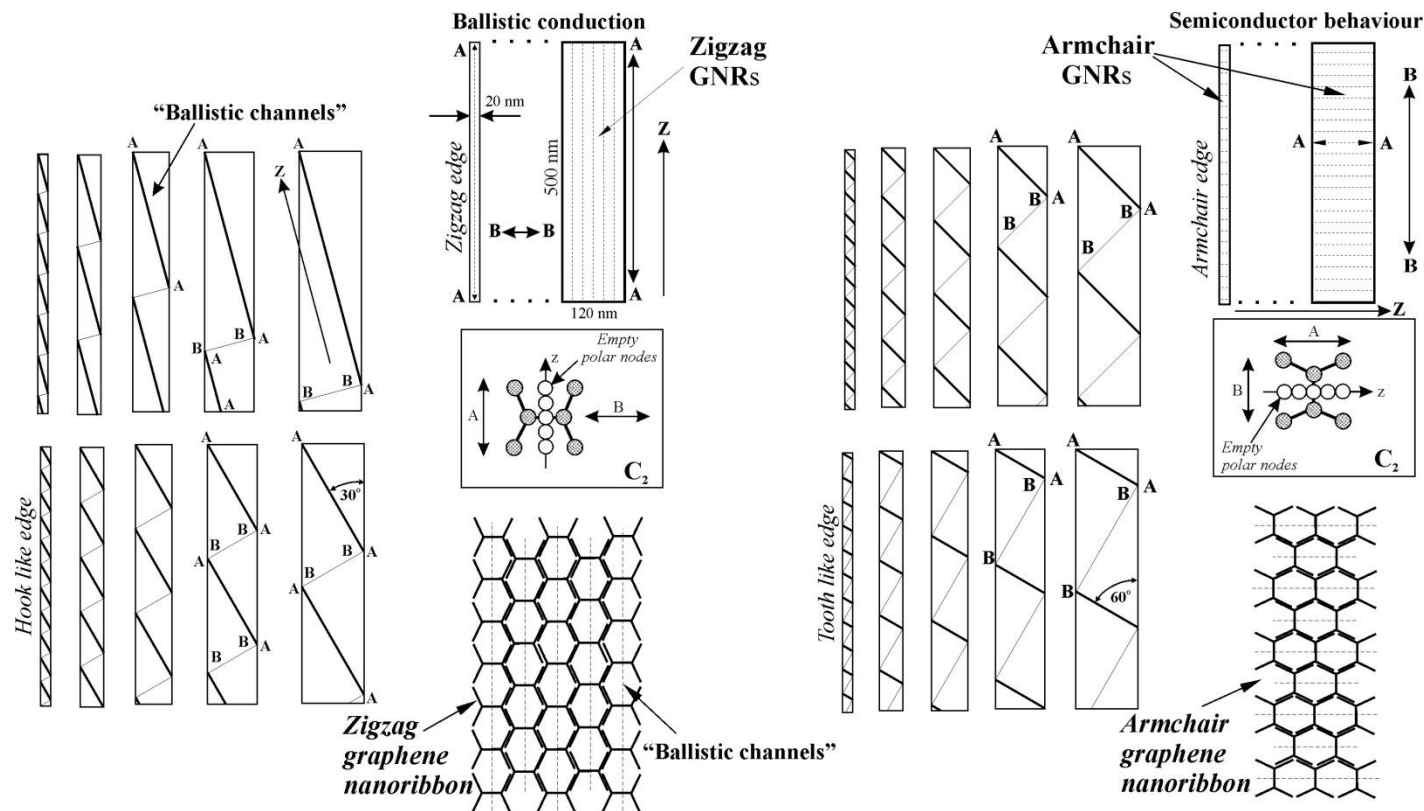
# Топологические дефекты в графене



Топологические дефекты, такие как пара **пентагон-гептагон**, появляются из-за возникновения при нагреве вращательных мод (дополнительно к вибрационным), что ведёт к нарушению в какой-то момент равновесных связей и образованию короткоживущих связей с другими узлами ближайших димеров углерода, как указано на этой схеме.

При охлаждении происходит **самосборка**: возбужденная область решетки возвращается в исходное состояние равновесия, дефект исчезает.

# Графеновые наноленты



**Форма** граней графеновых нанолент, **различной** ширины и **длины**, **зависит** от **ориентации** кристаллографической **оси z** относительно **ориентации** граней.

**Именно** определённая **ориентация** **оси z**, но не форма граней (как это обычно считается), **влияет** на **свойства** нанолент, как например, на **электрическое** сопротивление, поскольку цепочки **пустых** полярных **узлов**, которые **ответственны** за «**баллистическое**» движение носителей **зарядов**, **параллельны** этой **оси** (A-A, на рисунках).

**Не** следует путать **причину** и **следствие**.

Таким образом, независимые эксперименты, проведенные различными методами в разных лабораториях, подтвердили полученные в ВМ результаты, свидетельствующие о том, что гексагональная решетка графена обладает симметрией 2-го порядка.

Напомним, что выявленное свойство является следствием оболочечно-узлового строения «атомов» углерода и специфически упорядоченной связи в гексагональной решетке этих «атомов» (которые представляют собой шестиузловые элементарные нуклонные молекулы - молекулы водородных атомов).

# Практическое значение открытия анизотропии графена

Теоретически предсказанная и подтвержденная экспериментально анизотропия двумерного кристалла графена должна быть принята во внимание в электронной промышленности будущего, которая намерена использовать графен, наряду с кремнием.

Строго определенная ориентация кристаллографической оси всех анизотропных монокристаллов на подложках является **обязательным** само собой разумеющимся начальным технологическим этапом, обеспечивающим идентичные по параметрам электронные устройства, изготовленные на таких кристаллах.

Заявка на патент:

[G. Shpenkov, *Method for manufacturing nanoelectronic devices made from 2D carbon crystals like graphene and devices obtained with this method*", file EP2401764, priority date 29.02.2009]

<https://register.epo.org/application?number=EP10707863>

# Частный вывод

1. Графен обладает вращательной симметрией 2-го порядка и является двумерным анизотропным кристаллом.
2. Невидимые полярные узлы, будучи связанными друг с другом, образуют в кристалле графена параллельную систему пустых каналов, благоприятствующих “баллистическому” (без рассеяния) движению носителей «зарядов».

Поэтому, становится понятным и объяснимым почему:

1. “Графен ... представляет собой интересную смесь полупроводника ... и металла”.  
(*“Graphene...is an interesting mix of a semiconductor...and a metal”*)
2. “Электроны в графене ... имеют очень большие средние длины свободного пробега”.  
(*“Electrons in graphene ... have very long mean free paths”*)
3. Углеродные “Нанотрубки могут быть металлическими или полупроводниковыми...”  
(*Carbon “Nanotubes can be metallic or semiconducting,...”*)

[A.H. Castro Neto, F. Guinea, N. M. R. Peres, K. S. Novoselov and A. K. Geim,  
*The electronic properties of graphene*, Rev. Mod. Phys. 81, 2009]

[Tsuneya Ando, *The electronic properties of graphene and carbon nanotubes*,  
Review, NPG Asia Materials (2009) 1, 17–21; doi:10.1038/asiamat.2009.1]

Углеродные нанотрубки, свернутая форма графена, имеют проводимость металлическую или полупроводниковую. Свертывание осуществляется в основном по двум кристаллографическим направлениям: вдоль главной оси анизотропии и в перпендикулярном ей направлении. Оба направления определяют термодинамически благоприятные состояния нанотрубок с минимальной энергией.



# Общий вывод

## Отметим 4 прорывных открытия

(из серии других, сделанных в рамках ВМ, рассмотренных в данном обзоре),

**которые привели к новым представлениям в физике  
о структуре материи и важным следствиям, вытекающим из них:**

---

### **I. Истинными атомами**

являются **водородные атомы**, к которым относятся  
нуклоны (протоны и нейтроны) и протий.

### **Остальные “атомы”**

Периодической системы элементов и их  
изотопы, будучи волновыми образованиями, имеют

**оболочечно-узловую структуру**

и являются

**элементарными нуклонными молекулами**

(или элементарными молекулами водородных атомов)!

В каждом узле нуклонных молекул находится по 2 спаренных нуклона.  
Узлы нуклонных молекул связаны друг с другом **сильным взаимодействием.**

## **II. Пространственное расположение**

узлов и межузельных сильных связей в элементарных нуклонных молекулах (“атомах”)

определяет структуру молекул более высокого уровня – обычных молекул и кристаллов.

**Электроны играют вторичную роль.**

Произведение присоединённой массы электрона  $m_e$  и фундаментальной частоты атомного и субатомного уровней  $\omega_e - m_e \omega_e$  – определяет прочность («силу») так называемых химических связей, но не их направление.

**Химические “ковалентные” связи**

реализуются непосредственно вдоль сильных межузельных связей каждой из объединяемых элементарных нуклонных молекул (“атомов”) или их димеров.

### **III. Структура и относительная масса**

**всех “атомных” изотопов**

**определяются степенью заполнения**

**потенциальных полярно-азимутальных и потенциально-кинетических полярных узлов “атомов” нуклонами (водородными атомами).**

Данные для всех “атомных” изотопов, полученные в ВМ из решений волнового уравнения, представлены впервые в **теоретической**

**Таблице “атомных” изотопов**

**(изотопов элементарных нуклонных молекул, см. Слайд 22).**

-----

### **IV. Периодичность свойств**

**всех химических элементов Периодической системы определяется**

**квазипериодичностью узловой структуры**

**внешних волновых оболочек “атомов”**

**(элементарных нуклонных молекул),**

**следующей из решений волнового уравнения.**

На основе данных решений впервые построена **теоретическая**

**Периодическая таблица элементов**

**(элементарных нуклонных молекул – “атомов”, см. Слайд 24),**

**порядок расположения элементов в которой отражает квазипериодичность узловой структуры волновых оболочек “атомов”.**

## ССЫЛКИ

[1] George Shpenkov, *Some words about fundamental problems of physics*, LAP LAMBERT Academic Publishing, 2012 (English and Russian versions);

[https://shpenkov.com/images/978-3-659-23750-8\\_eng.JPG](https://shpenkov.com/images/978-3-659-23750-8_eng.JPG)

[https://shpenkov.com/images/978-3-659-22828-5\\_rus.JPG](https://shpenkov.com/images/978-3-659-22828-5_rus.JPG)

[2] Георгий П. Шпеньков, *Открытие физического смысла мнимых чисел и единицы «i»*, 05-10-2022; <https://shpenkov.com/pdf/BinaryAlgebra.pdf>

<https://www.youtube.com/watch?v=fTaw3Hfs-eE>

[3] George P. Shpenkov, *Quantum electrodynamics: fundamentals and prospects*, 08.06.2020; <https://shpenkov.com/pdf/QED.pdf>

[4] L. G. Kreidik and G. P. Shpenkov, *Dynamic Model of Elementary Particles and the Nature of Mass and "Electric" Charge*, REVISTA CIENCIAS EXATAS E NATURAIS, Vol. 3, No 2, 157-170, (2001); <http://shpenkov.com/pdf/masscharge.pdf>

<https://revistas.unicentro.br/index.php/RECEN/article/view/478>

[5] Георгий П. Шпеньков, *Что такое ЭЛЕКТРОН*, 28.11.2022;

<https://www.youtube.com/watch?v=axIivWSP0iw>

<https://shpenkov.com/pdf/Electron.pdf>

[6]. L.G. Kreidik and G.P. Shpenkov, *Alternative Picture of the World*, Vol. 1-3, Bydgoszcz, 1996; <https://shpenkov.com/books.html>

[7] Georgi P. Shpenkov, *The shell-nodal structure of the atoms*, Proceedings of 2nd International Conference on Quantum Physics and Quantum Technology, September 25-26, 2017 Berlin, Germany, page 23; Journal of Lasers, Optics & Photonics, 2017, 4, 3 (Suppl); <https://shpenkov.com/pdf/talk2017Berlin.pdf>

[8] Георгий Шпеньков, *Обзор основных открытий теорий Волновой Модели*, Geo.S., Bielsko-Biala (2022), 158 стр. <https://shpenkov.com/pdf/ReviewDiscoveries2022Shpenkov.pdf>  
<https://www.youtube.com/watch?v=zTIDkks4CTA>

[9] F.W.J. Olver, ed., Royal Society Mathematical Tables, Vol. 7, *Bessel Functions*, part. III, *Zeros and Associated Values*, Cambridge, 1960.

[10] George P. Shpenkov, MATERIAL-IDEAL STRUCTURE OF THE WORLD: WAVE MODEL (Selected Lectures), Lecture 5-8 "*Oxygen Compounds*". Geo.S., Bielsko-Biala (2021), 386 стр.; Vol. 5 "Shell-Nodal Structure of the Atoms", Vol. 6 "Topical Issues". <https://shpenkov.com/pdf/Vol.5.Shell-NodalAtomicStructure.pdf>

Георгий П. Шпеньков  
<http://shpenkov.com/pdf/BondsNucleons.pdf>  
23.06.2023