

\*

# АЛЛОТРОПНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ УГЛЕРОДА

Химия - 9 класс



Автор: Павлова Т.В.- преподаватель химии  
ГБПОУ ОК «Юго-Запад»

# УГЛЕРОД. ПОЛОЖЕНИЕ В ТАБЛИЦЕ МЕНДЕЛЕЕВА

- Углерод Carbogenium - 6ой элемент в таблице Менделеева. Он располагается в главной подгруппе четвертой группы, втором периоде. Углерод-типичный неметалл.

*Periodic Table of the Elements*

1A (1)																		8A (18)
1	H	2A (2)										3A (13)	4A (14)	5A (15)	6A (16)	7A (17)		He
2	Li	Be										B	C	N	O	F		Ne
3	Na	Mg	3B (3)	4B (4)	5B (5)	6B (6)	7B (7)	8B (8)	9B (9)	10B (10)	11B (11)	12B (12)	Al	Si	P	S	Cl	Ar
4	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
5	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
6	Cs	Ba	Lu	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
7	Fr	Ra	Lr	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Uun	Uuu	Uub	Uut	Uuq	Uup	Uuh	Uus	Uuo
lanthanides			La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb		
actinides			Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No		

# НАХОЖДЕНИЕ В ПРИРОДЕ



- В настоящее время известно более миллиона соединений углерода с другими элементами. Их изучение составляет целую науку - органическую химию. В тоже время за изучение свойств чистого углерода ученые взялись сравнительно недавно - около 20 лет назад.

# НАХОЖДЕНИЕ В ПРИРОДЕ



- Углерод занимает 17-е место по распространенности в земной коре - 0,048%. Но несмотря на это, он играет огромную роль в живой и неживой природе.

# НАХОЖДЕНИЕ В ПРИРОДЕ

- Углерод входит в состав органических веществ в растительных и живых организмах, в состав ДНК. Содержится в мышечной ткани - 67%, костной ткани - 36% и крови человека (в человеческом организме массой 70 кг в среднем содержится 16 кг связанного углерода).



# СВОБОДНЫЙ УГЛЕРОД

- В свободном виде углерод встречается в нескольких аллотропных модификациях - алмаз, графит, карбин, крайне редко фуллерены. В лабораториях также были синтезированы многие другие модификации: новые фуллерены, нанотрубки, наночастицы и др.



# АЛМАЗ

( ГРЕЧ. «АДАМАС»

ТВЁРДЫЙ, НЕПРЕКЛОНИМЫЙ )  
как аллотропное видоизменение

углерода

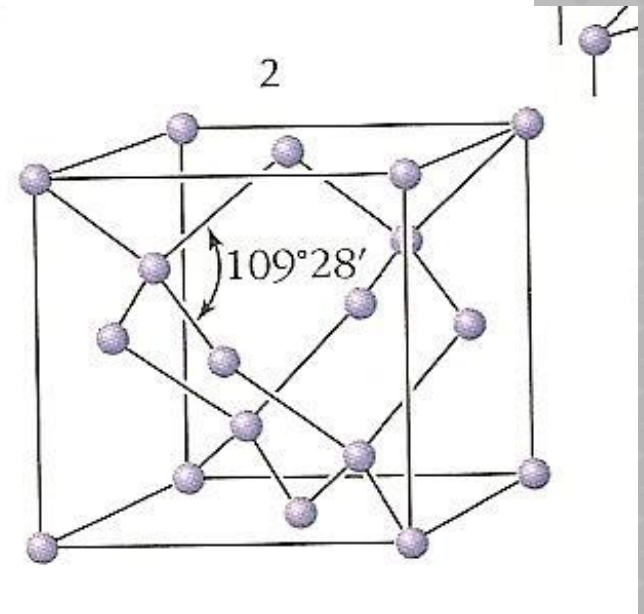


Алмаз

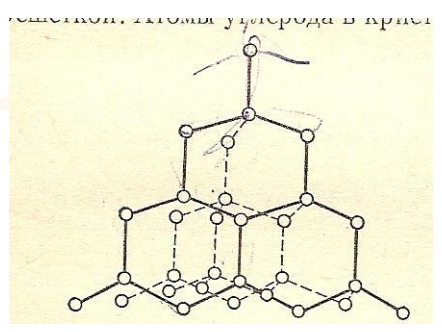
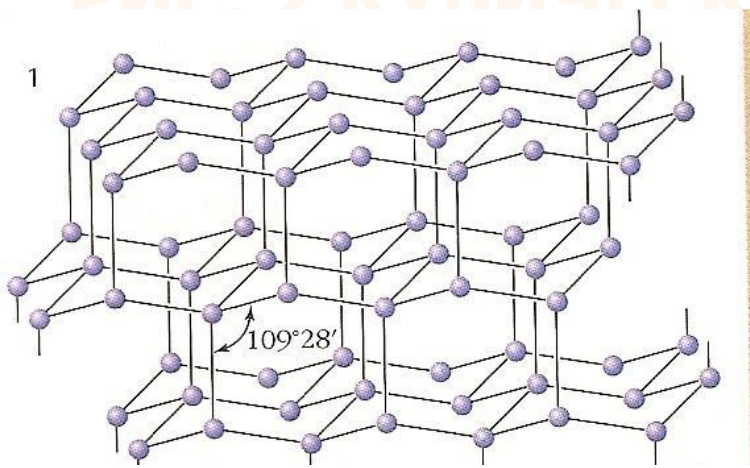


# КРИСТАЛЛИЧЕСКАЯ РЕШЁТКА - АТОМНАЯ

- Кристаллизуется в кубической кристаллической решётке: половина атомов располагается в вершинах и центрах граней одного куба, а другая - в вершинах и центрах другого, смещённого относительно первого в направлении его пространственной диагонали.
- Каждый атом окружен четырьмя такими же атомами, располагающимися по вершинам тетраэдра. Расположение атомов таково, что каждый из них окружен четырьмя равноотстоящими ближайшими атомами — тетраэдр. На одну ячейку приходится восемь атомов. Все атомы относятся к одной правильной системе точек. Междоузлия представляют собой тетраэдрические пустоты.
- Из всех простых веществ алмаз имеет максимальное число атомов, приходящихся на единицу объёма - атомы упакованы очень плотно



СУЩЕСТВУЮТ РАЗНОВИДНОСТИ  
КРИСТАЛЛИЧЕСКИХ РЕШЁТОК АЛМАЗА:  
РИС. 1 ГЕКСАГОНАЛЬНЫЙ АЛМАЗ  
(ЛОНГСДЕЙЛИТ).  
РИС. 2 КУБИЧЕСКИЙ АЛМАЗ



# ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

- Один из самых твёрдых и тугоплавких веществ (плотная упаковка и прочность связей).
- Хрупок – довольно легко расколоть на части.
- Очень высокая теплопроводность – проводит тепло в несколько раз лучше, чем многие металлы (в 4 раза лучше меди).
- Не проводит электрический ток.



# ШКАЛА МООСА

- Все минералы имеют различную твёрдость. Твёрдость испытуемого минерала проверяется царапанием его «эталонным карандашом твёрдости». Немецкий минералог Ф.Моос создал шкалу твёрдости минералов. В ней в порядке возрастания твёрдости расположены 10 минералов: 1 – тальк, 2 – гипс, 3 – кальцит, 4 – флюорит, 5 – апатит, 6 – ортоклаз, 7 – кварц, 8 – топаз, 9 – корунд, 10 – алмаз.

# АЛМАЗЫ ИМЕЮТ РАЗНЫЙ ЦВЕТ

- Известны алмазы оранжевого, голубого, розового, жёлтого, коричневого, молочно-белого, синего, зелёного, серого и даже чёрного цвета. Окраска связана с дефектами в кристаллической решётке и замещением части атомов углерода на атомы бора, азота и даже алюминия. Серая и чёрная окраска алмазов обусловлена включениями графита.

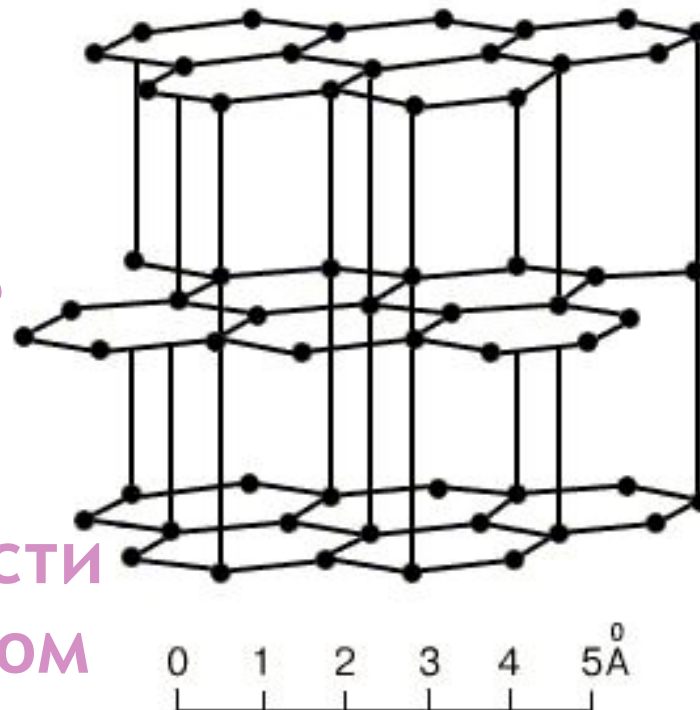


# ПРИМЕНЕНИЕ ОСНОВАНО НА ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВАХ

- Изготовление бриллиантов - огранённые алмазы сильно преломляют свет.
- Для резки стекла, металлов, наконечники свёрл («алмазные жала»), буров и резцов - благодаря твёрдости.
- Алмазный порошок - для полировки и огранки драгоценных камней (рубинов) - твёрдость.

# ГРАФИТ

кристаллическое  
аллотропное  
видоизменение  
углерода, в древности  
считалось минералом  
свинца





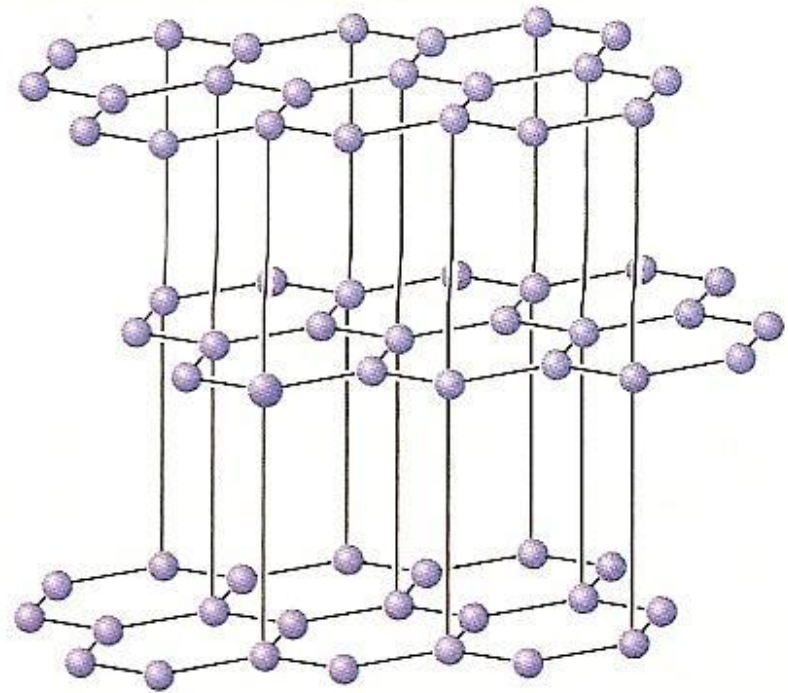
Графит



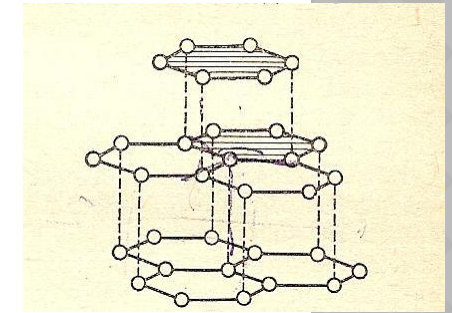
# КРИСТАЛЛИЧЕСКАЯ РЕШЁТКА - АТОМНАЯ

- Атомы связаны в плоские слои, состоящие из соединённых рёбрами шестиугольников. Каждый атом в слое имеет трёх соседей и угол между ними 120 градусов - возникает
- Четвёртый электрон делокализован (сходство с металлами).
- Связи вдоль слоёв и между ними разные по прочности.

3



# ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА



- Мягкое вещество серого цвета, малая механическая прочность (неравноценные по прочности связи).
- Электропроводен и имеет металлический блеск (электроны блуждают, как у металлов).
- Вещество жирное на ощупь
- Теплопроводность в направлении плоскости слоёв больше, чем в перпендикулярном направлении.
- Электрическое сопротивление в направлении слоёв меньше, чем в перпендикулярном направлении наблюдается анизотропия (зависимость свойств вещества от направления)

# ПРИМЕНЕНИЕ ГРАФИТА

- Графитовый порошок - изготовление минеральных красок.
- Смазочный материал (в смеси с маслом) - между отдельными слоями графита взаимодействие настолько слабо, что возникает скольжение. Чешуйки графита заполняя неровности поверхности создают гладкую поверхность.
- Графитовые стержни - электроды - электропроводность.
- Тигли, блоки для атомных реакторов - тугоплавкость.
- Теплозащитный материал для головных частей ракет - термостойкость.
- Получение карбидов - легко реагирует с металлами.

# МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ ГРАФИТА

- **Графлекс** или **пенографит** - высокопористый материал заменяет резину и металл.
- **Стеклоуглерод** - химически стоек, заменяет платиновую химическую посуду.
- **Пирографит** - для изготовления искусственных клапанов сердца
- **Углеродное волокно** как наполнитель в пластики для придания большей прочности и электропроводности, лёгкие эластичные электронагреватели
- Рис. Углеродная ткань и углеродное волокно, стаканчик из стеклоуглерода

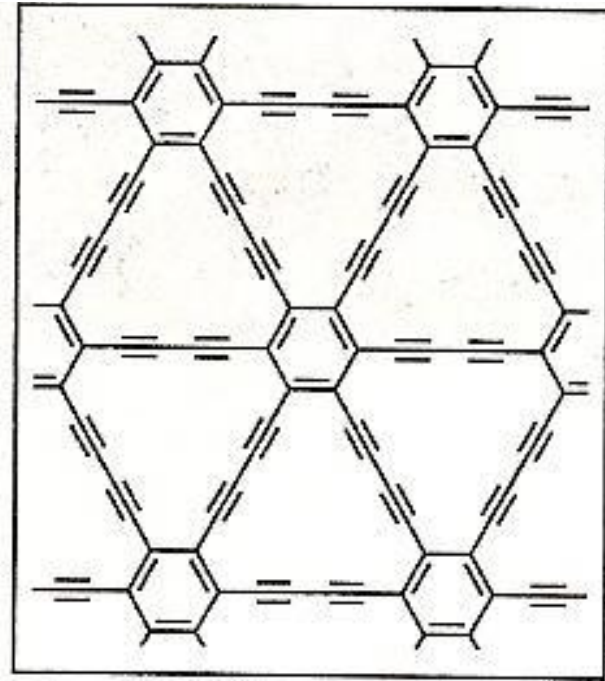


# КАРАНДАШИ

- Первые графитовые карандаши появились в XVIII веке. Это было связано с открытием графитового месторождения в Камберленде (Англия).
- В 1795 г. в Париже по способу Конта изготавливались карандаши из смеси графита и глины, обожжённые в печи. Эта технология используется и по сей день. Чем больше глины - тем твёрже карандаш. В особые мягкие карандаши добавляют воск и сало - ими можно писать на стекле. Особый сорт рыхлых карандашей служит для пастельной живописи.

# НА ОСНОВЕ ГРАФИТА СОЗДАН ГРАФИН

- В конце XX века учёные разработали пути синтеза графинов - веществ со слоистой структурой, аналогичной графиту. Каждый слой графина состоит из шестичленных колец, внутри которых атомы связаны особой ароматической связью и связанных в свою очередь между собой.



# АМОΡФНЫЙ УГЛЕРОД: ДРЕВЕСНЫЙ УГОЛЬ, КОКС, САЖА

- Как было установлено исследованиями - эти три разновидности - мелкокристаллический графит, а не отдельные аллотропные модификации.
- **Сажа** получается при разложении метан
- **Кокс** образуется при разложении угля без доступа воздуха
- **Древесный уголь** образуется при разложении древесины без доступа воздуха. Обладает способностью к **адсорбции** - способностью поглощать различные вещества. Это явление используется для очистки сахара, спирта, в фильтре противогаса. **Активированный уголь** прокаливают на перегретом пару, число пор при этом увеличивается, что улучшает адсорбцию.

# КАРБИН

Получен синтетически



# СТРОЕНИЕ КАРБИНА И ПОЛИКУМУЛЕНА (ЕГО РАЗНОВИДНОСТИ)

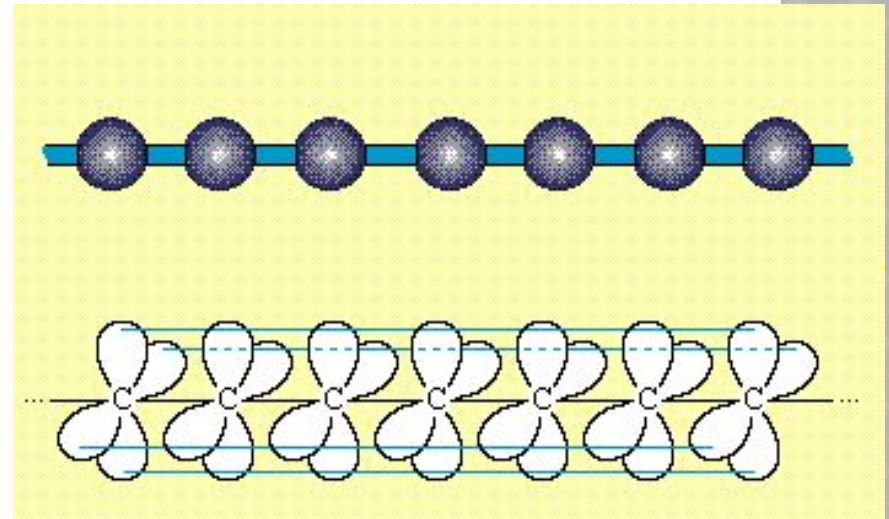
- Белые кристаллы
- Состоит из цепей, образованных участками:  $-C\equiv C-C\equiv C-$  (карбин) или  $=C=C=C=C=$  (поликумулен)

# СВОЙСТВА

- Обладает полупроводниковыми свойствами
- При сильном нагревании без доступа воздуха превращается в графит.

# КАРБИН

- Он имеет вид черного мелкокристаллического порошка, однако может существовать в виде белого вещества с промежуточной плотностью. Карбин обладает полупроводниковыми свойствами, под действием света его проводимость резко увеличивается.



# КАРБИН

- За счет существования различных типов связи и разных способов укладки цепей из углеродных атомов в кристаллической решетке, физические свойства карбина могут меняться в широких пределах. Позднее карбин был найден в природе в виде вкраплений в природном графите, содержащемся в минерале чаоит, а также в метеоритном веществе.

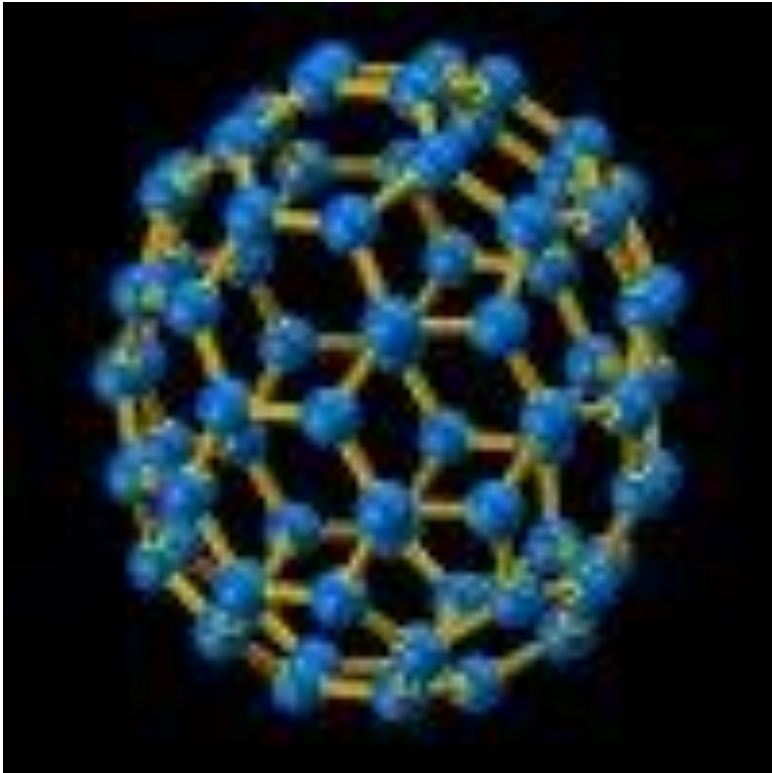


Метеорит содержащий  
вкрапления карбина

# ФУЛЛЕРЕНЫ – МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФОРМА УГЛЕРОДА

По имени американского инженера и архитектора Ричарда Бакминстера Фуллера, который построил конструкцию купола из сочленённых пяти- и шестиугольников.

# ФУЛЛЕРЕНЫ

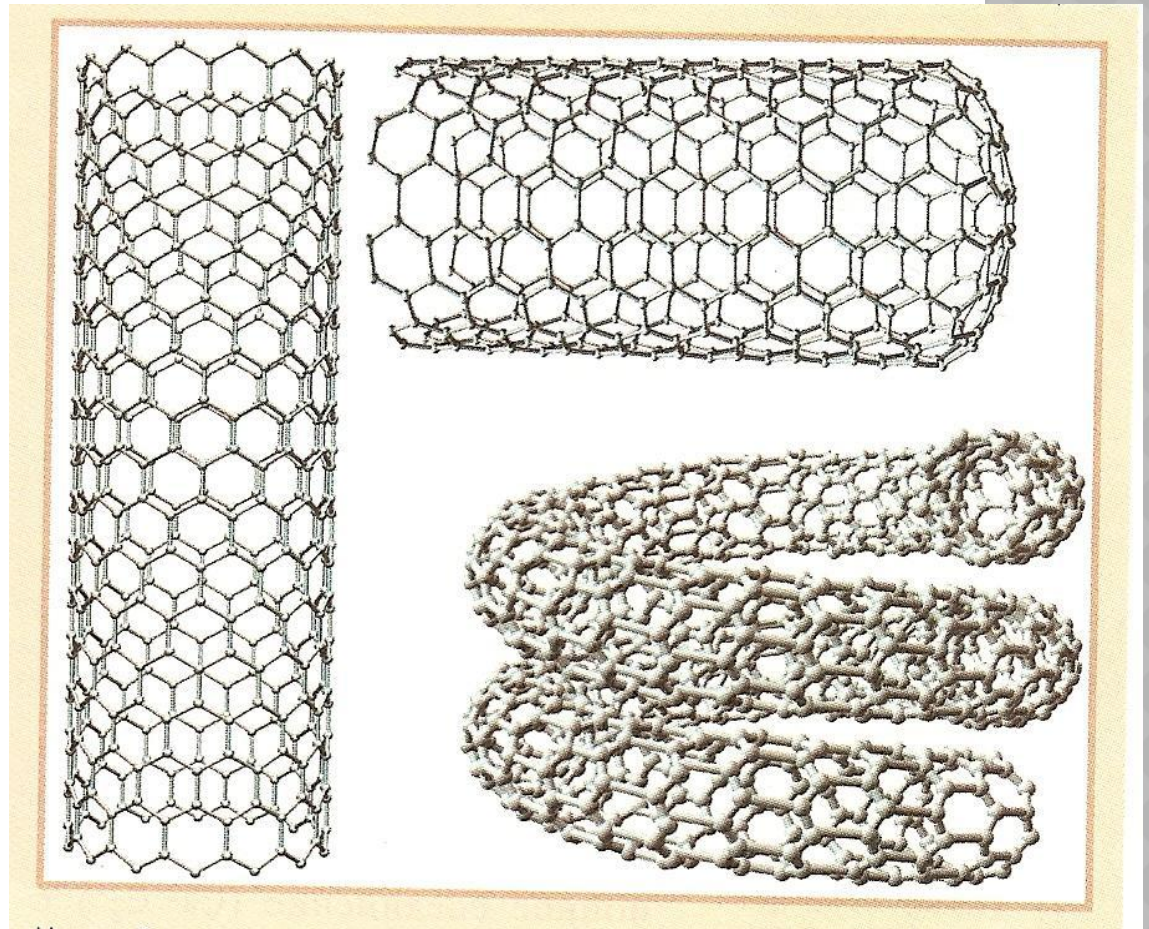


Фуллерен  $C_{70}$

- Фуллерены - класс химических соединений, молекулы которых состоят только из углерода, число атомов которого четно, от 32 и более 500, они представляют по структуре выпуклые многогранники, построенные из правильных пяти- и шестиугольников.

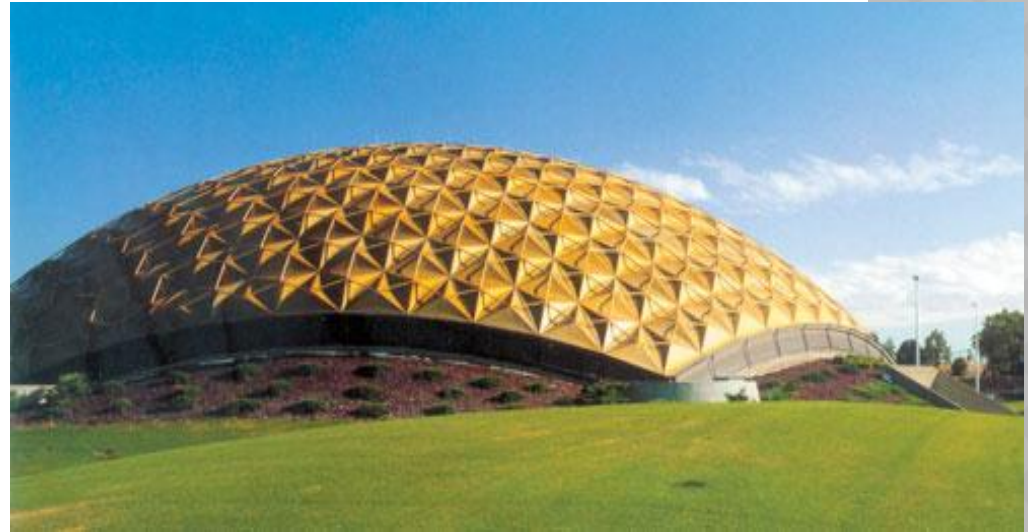
# ФУЛЛЕРЕНЫ - МОЛЕКУЛЫ БУДУЩЕГО

- Нанотрубки из углерода являются сверхпроводниками. Изучение этих интересных объектов только начинается
- («нано» -  $10^{-9}$ )



# ФУЛЛЕРЕНЫ

- Происхождение термина "фуллерен" связано с именем американского архитектора Ричарда Букминстера Фуллера, конструировавшего полусферические архитектурные конструкции, состоящие из шестиугольников и пятиугольников.

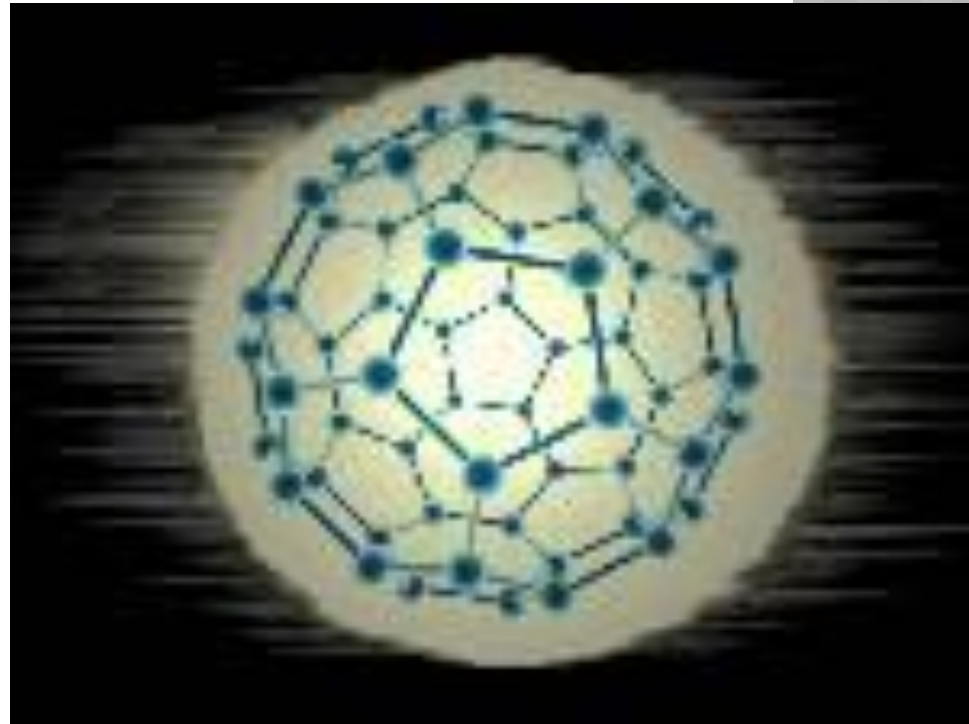


Купол Фуллера



# ФУЛЛЕРЕНЫ

- В противоположность первым двум, графиту и алмазу, структура которых представляет собой периодическую решетку атомов, третья форма чистого углерода является молекулярной. Это означает, что минимальным элементом ее структуры является не атом, а молекула углерода, представляющая собой замкнутую поверхность, которая имеет форму сферы.



Модель фуллерена  $C_{60}$

# ДРУГИЕ ФОРМЫ УГЛЕРОДА

- Известны и другие формы углерода, такие как уголь, кокс и сажа. Но все эти формы являются композитами, то есть смесью малых фрагментов графита и алмаза.

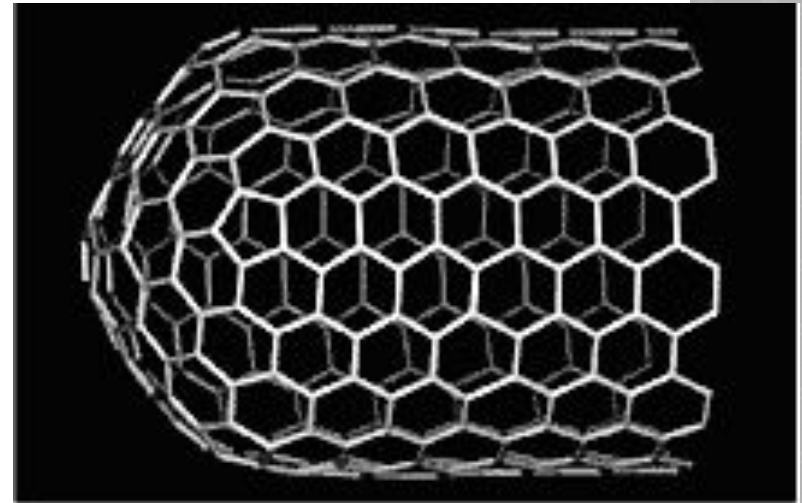


Сажа

**НАНОТРУБКИ,  
НАНОЧАСТИЦЫ,  
ГРАФЕН**

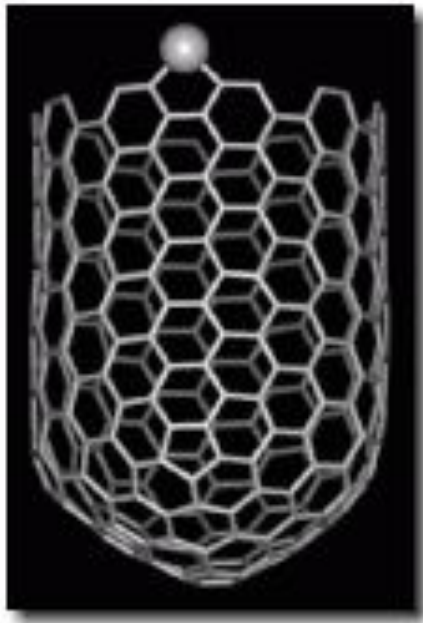
# НАНОТРУБКИ

- Наряду со сфероидальными углеродными структурами, могут образовываться также и протяженные цилиндрические структуры, так называемые нанотрубки, которые отличаются широким разнообразием физико-химических свойств.
- Идеальная нанотрубка представляет собой свернутую в цилиндр графитовую плоскость, выложенную правильными шестиугольниками, в вершинах которых расположены атомы углерода.



Строение нанотрубки

# НАНОТРУБКИ



- На рисунке представлена идеализированная модель однослойной нанотрубки. Такая трубка заканчивается полусферическими вершинами, содержащими наряду с правильными шестиугольниками, также по шесть правильных пятиугольников. Наличие пятиугольников на концах трубок позволяет рассматривать их как предельный случай молекул фуллеренов, длина продольной оси которых значительно превышает их диаметр.

# НАНОЧАСТИЦЫ

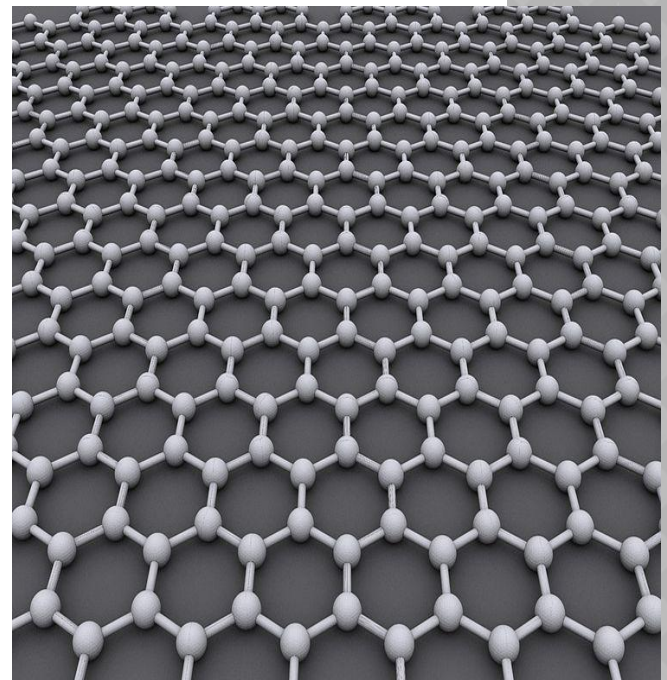
- В процессе образования фуллеренов из графита образуются также наночастицы. Это замкнутые структуры, подобные фуллеренам, но значительно превышающие их по размеру. В отличие от фуллеренов, они также как и нанотрубки могут содержать несколько слоев., имеют структуру замкнутых, вложенных друг в друга графитовых оболочек. В наночастицах, аналогично графиту, атомы внутри оболочки связаны химическими связями, а между атомами соседних оболочек действует слабое ван-дер-ваальсово взаимодействие. Обычно оболочки наночастиц имеют форму близкую к многограннику. В структуре каждой такой оболочки, кроме шестиугольников, как в структуре графита, есть 12 пятиугольников, наблюдаются дополнительные пары из пяти и семиугольников.

# ГРАФЕН

- Графен— двумерная аллотропная модификация углерода, образованная слоем атомов углерода толщиной в один атом, находящихся в  $sp^2$ -гибридизации и соединённых посредством  $\sigma$ - и  $\pi$ -связей в гексагональную двумерную кристаллическую решётку. Его можно представить как одну плоскость графита, отделённую от объёмного кристалла. По оценкам, графен обладает большой механической жёсткостью и рекордно большой теплопроводностью. Высокая подвижность носителей заряда (максимальная подвижность электронов среди всех известных материалов) делает его перспективным материалом для использования в самых различных приложениях, в частности, как будущую основу нанoeлектроники и возможную замену кремния в интегральных микросхемах.

# ГРАФЕН

- Основной из существующих в настоящее время способов получения графена в условиях научных лабораторий основан на механическом отщеплении или отшелушивании слоёв. Этот метод не предполагает использования масштабного производства, поскольку это ручная процедура. Другой известный способ — метод термического разложения подложки карбида кремния — гораздо ближе к промышленному производству. Поскольку графен впервые был получен только в 2004 году, он ещё недостаточно хорошо изучен и привлекает к себе повышенный интерес.





# ИСТОЧНИКИ ИНФОРМАЦИИ

- Химия. Дидактический материал. 8-9 классы: пособие для учителей образоват. Учреждений / А.М. Радецкий. - 3-е изд. - М.: Просвещение, 2011. - 127 с.
- <http://ppt4web.ru/khimija/grafit.html>
- <https://murzim.ru/nauka/himiya/19928-materialy-na-osnove-grafita.html>
- <http://chem21.info/>