

УГЛЕРОД

Аллотропные модификации

НАХОЖДЕНИЕ В ТАБЛИЦЕ МЕНДЕЛЕЕВА

Periodic Table of the Elements

1A (1)	2A (2)											3A (13)	4A (14)	5A (15)	6A (16)	7A (17)	8A (18)
1 H																	He
2 Li	Be											B		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		

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

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.

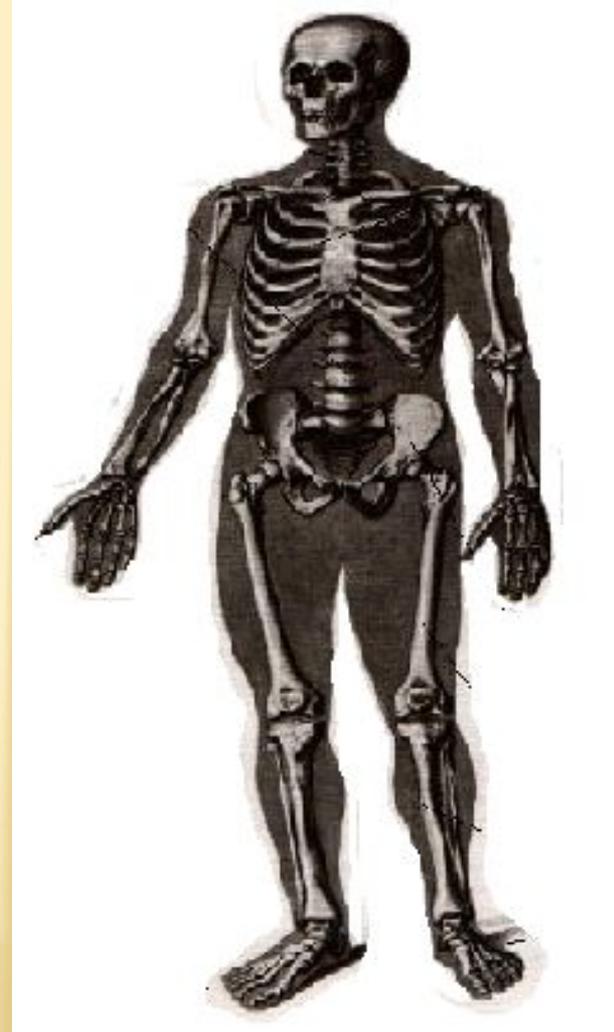
НАХОЖДЕНИЕ В ПРИРОДЕ



- 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.

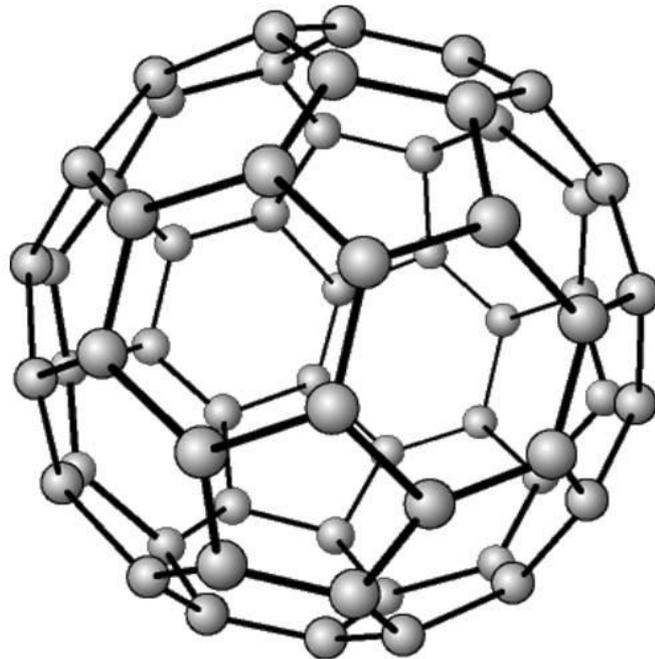
АЛМАЗ



ГРАФИТ



МОДЕЛЬ ФУЛЛЕРЕНА C₆₀



Модель фуллерена C₆₀

АЛМАЗ



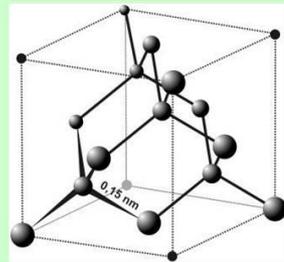
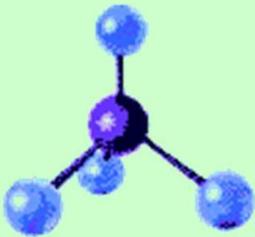
- Алмаз – бесцветное, прозрачное, сильно преломляющее свет вещество. Алмаз тверже всех найденных в природе веществ, но при этом довольно хрупок. Он настолько тверд, что оставляет царапины на большинстве материалов.

АЛМАЗ



К вопросу № 2

Кристаллическая решетка алмаза



- Плотность алмаза – $3,5 \text{ г/см}^3$, $t_{\text{пл}} = 3730^\circ\text{C}$, $t_{\text{кип}} = 4830^\circ\text{C}$. Алмаз можно получить из графита при $p > 50$ тыс. атм. и $t^\circ = 1200^\circ\text{C}$
- В алмазе каждый 4-х валентный атом углерода связан с другим атомом углерода ковалентной связью и количество таких связанных в каркас атомов чрезвычайно велико.

АЛМАЗ

- Непрерывная трехмерная сетка ковалентных связей, которая характеризуется большой прочностью, определяет многие свойства алмаза, так то плохая тепло- и электропроводимость, а также химическая инертность. Алмазы очень редки и ценны, их вес измеряется в каратах (1 карат=200мг). Ограненный алмаз называют бриллиантом.

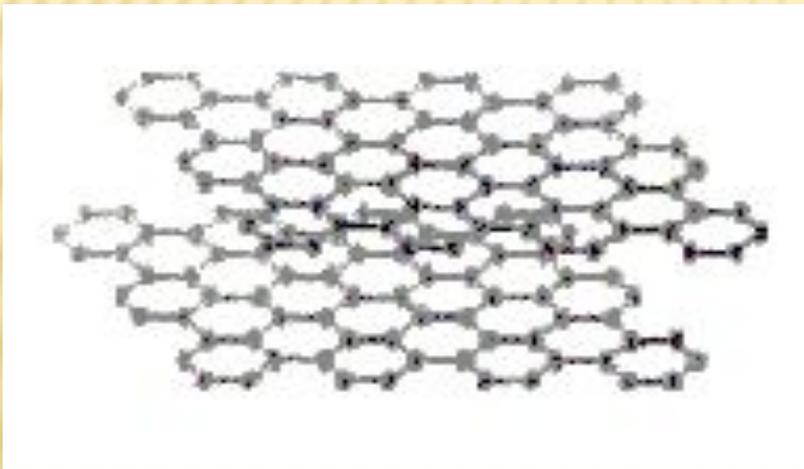


Знаменитый бриллиант «Кохинор»

ГРАФИТ

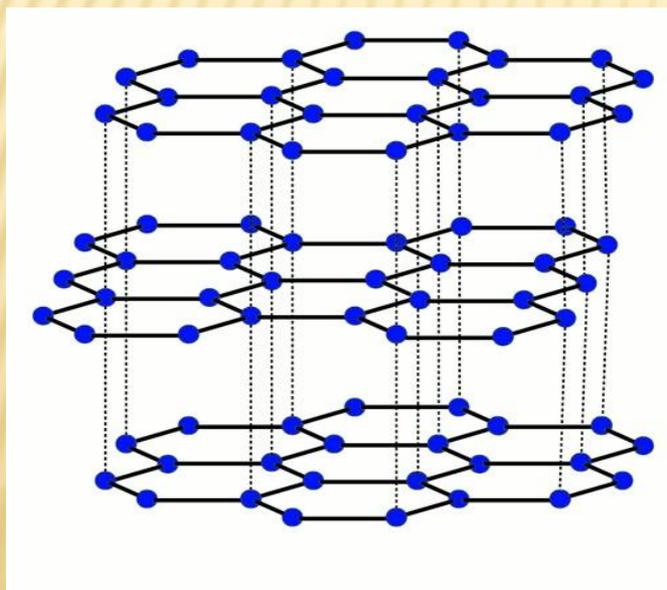


- Графит – устойчивая при нормальных условиях аллотропная модификация углерода, имеет серо-черный цвет и металлический блеск, кажется жирным на ощупь, очень мягок и оставляет черные следы на бумаге.



Структура графита

ГРАФИТ



- Атомы углерода в графите расположены отдельными слоями, образованными из плоских шестиугольников. Каждый атом углерода на плоскости окружен тремя соседними, расположенными вокруг него в виде правильного треугольника.

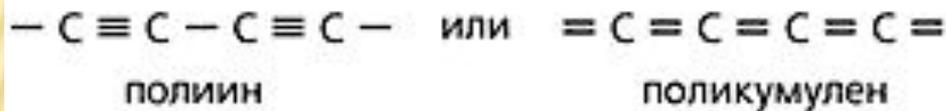
ГРАФИТ

- Графит характеризуется меньшей плотностью и твердостью, а также графит может расщепляться на тонкие чешуйки. Чешуйки легко прилипают к бумаге – вот почему из графита делают грифели карандашей. В пределах шестиугольников возникает склонность к металлизации, что объясняет хорошую тепло- и электропроводность графита, а также его металлический блеск.



Графитовый электрод

КАРБИН

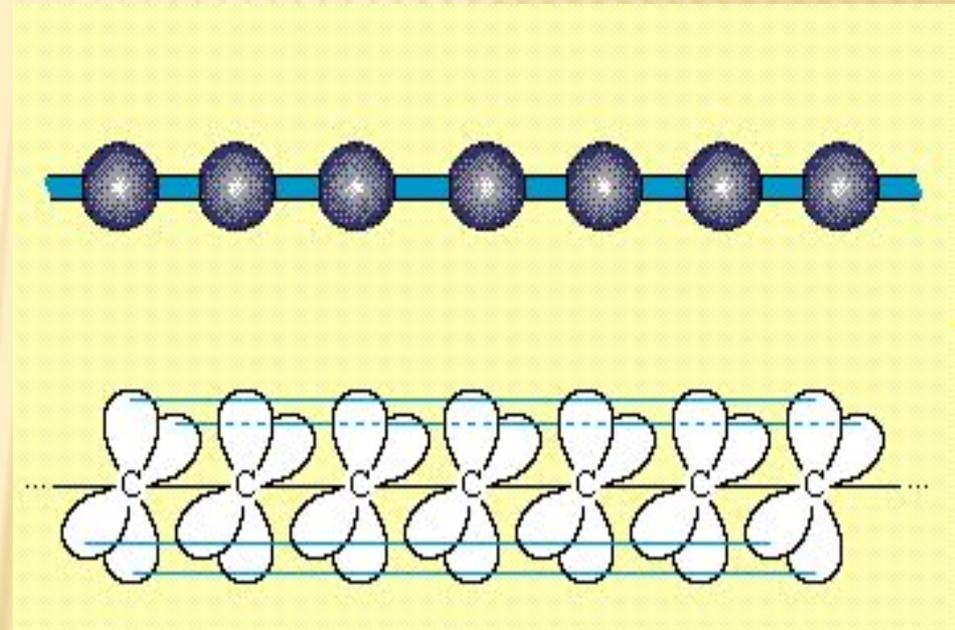


Строение карбина

Карбин был получен в начале 60-х годов В.В. Коршаком, А.М. Сладковым, В.И. Касаточкиным, Ю.П. Кудрявцевым. Карбин имеет кристаллическую структуру, в которой атомы углерода соединены чередующимися одинарными и тройными связями.

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

КАРБИН

- Карбин уже нашел применение в электронике, космонавтике, авиации и медицине. Перспективно его применение в оптике, микроволновой и электрической технологиях, в конструкциях источников тока и пр. Во всех этих областях ключевое значение имеет высокая стабильность материала.
- С учетом высокой биологической совместимости и нетоксичности карбина особенно важное значение приобретает его применение в медицинских технологиях.
- Сладков с группой сотрудников разработал технологию волокна «Витлан» с карбиновым покрытием, из которого были созданы протезы кровеносных сосудов, прочных, эластичных, нетоксичных, с высокими тромборезистивными свойствами.
- Работы по применению карбина для медицинских целей успешно продолжались в дальнейшем. Карбиноподобный углерод, а также алмазоподобные углеродные пленки, содержащие структурные элементы карбина, нашли применение при изготовлении неотторгающихся прочных шовных нитей, для покрытия трущихся поверхностей искусственных суставов, а совсем недавно его начали применять и в офтальмологии. Перспективно его применение в урологии и стоматологии.

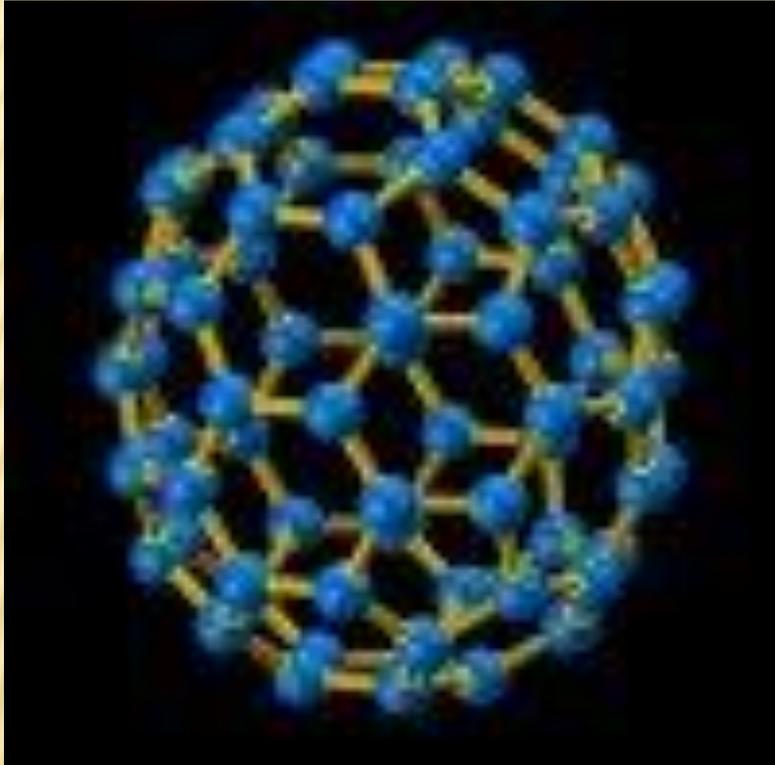
ДРУГИЕ ФОРМЫ УГЛЕРОДА

- 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

ФУЛЛЕРЕНЫ

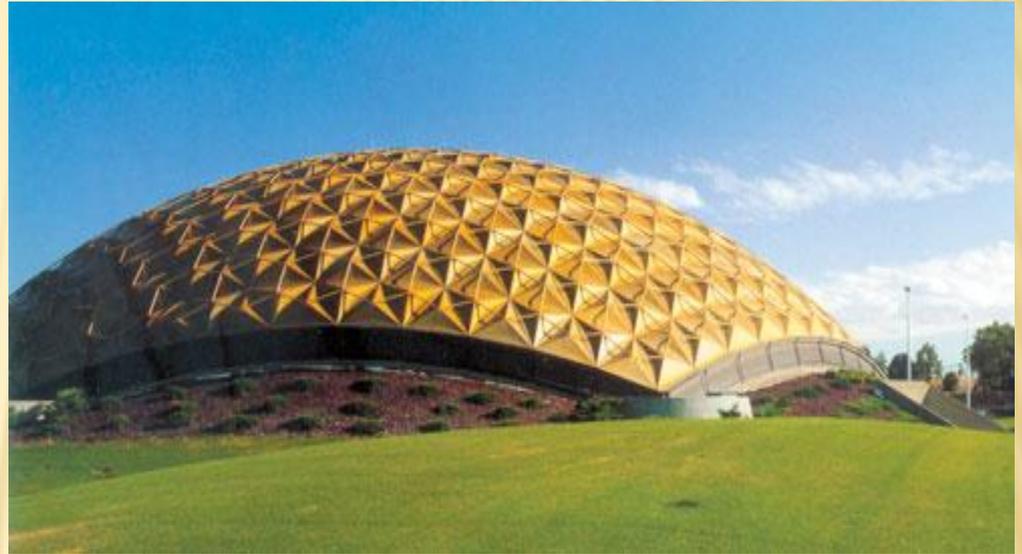


Фуллерен C_{70}

- 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

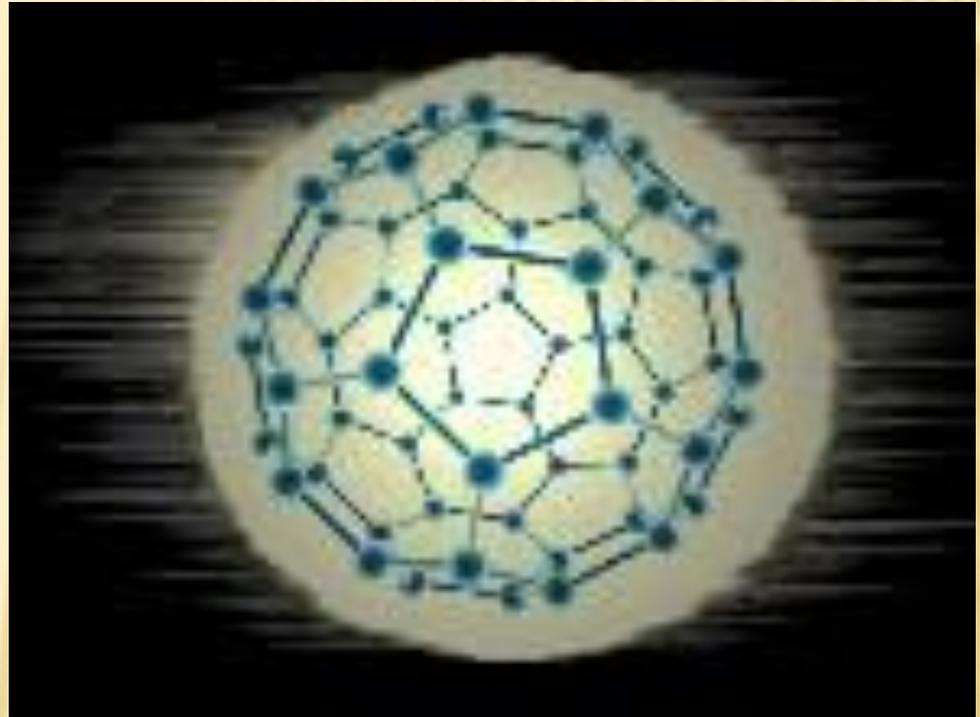
- Происхождение термина "фуллерен" связано с именем американского архитектора Ричарда Букминстера Фуллера, конструировавшего полусферические архитектурные конструкции, состоящие из шестиугольников и пятиугольников.



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}

ФУЛЛЕРЕНЫ



- Молекулы фуллеренов, в которых атомы углерода связаны между собой как одинарными, так и двойными связями, являются трехмерными аналогами ароматических структур. Обладая высокой электроотрицательностью, они выступают в химических реакциях как сильные окислители. Присоединяя к себе радикалы различной химической природы, фуллерены способны образовывать широкий класс химических соединений, обладающих различными физико-химическими свойствами.

ФУЛЛЕРЕНЫ

- Следует отметить, что фуллерены используют в качестве добавок в аккумуляторы и электрические батареи.
- Фуллерены также могут быть использованы в качестве добавок для получения искусственных алмазов методом высокого давления. При этом выход алмазов увеличивается примерно на 30 %.
- Фуллерены могут быть также использованы в фармакологии для создания новых лекарств. В 2007 году были проведены исследования, показавшие, что эти вещества могут оказаться перспективными для разработки противоаллергических средств.
- Различные производные фуллеренов показали себя эффективными средствами в лечении вируса иммунодефицита человека: белок, ответственный за проникновение вируса в кровяные клетки - ВИЧ-1-протеаза, - имеет сферическую полость, форма которой остается постоянной при всех мутациях.
- Размер такой полости почти совпадает с диаметром молекулы фуллерена. Ученые синтезировали производную фуллерена, которая растворяется в воде, а она, в свою очередь, блокирует активный центр ВИЧ-протеазы, без которой невозможно образование новой вирусной частицы.