УГЛЕРОД.

У

глерод (лат. Carboneum), С - химический элемент IV группы периодической системы Менделеева. Известны два стабильных изотопа 12С (98,892 %) и 13С (1,108 %).

Углерод известен с глубокой древности. Древесный уголь служил для восстановления металлов из руд, алмаз - как драгоценный камень. Значительно позднее стали применяться графит для изготовления тиглей и карандашей.

В 1778 *К. Шееле*, нагревая графит с селитрой, обнаружил, что при этом, как и при нагревании угля с селитрой, выделяется углекислый газ. Химический состав алмаза был установлен в результате опытов *А.Лавуазье* (1772) по изучения горения алмаза на воздухе и исследований *С.Теннанта* (1797), доказавшего, что одинаковые количества алмаза и угля дают при окислении равные количества углекислого газа. Углерод как химический элемент был признан только в 1789 *А.Лавуазье.* Латинское название сarboneum углерод получил от сarbo — уголь.

*Распространение в природе:*

Среднее содержание углерода в земной коре 2,3\*10-2 % по массе (1\*10 –2в ультраосновных, 1\*10 –2 в основных, 2\*10 –2 в средних, 3\*10 –2 в кислых горных породах). Углерода накапливается в верхней части земной коры (биосфере): в живом веществе 18 % углерода, в древесине 50 %, в каменном угле 80 %, в нефти 85 %, антраците 96 %. Значит часть углерода литосферы сосредоточена в известняках и доломитах.

Число собственных минералов углерода - 112; исключительно велико число органических соединений углерода - углеводородов и их производных.

С накоплением углерода в земной коре связано накопление и многих других элементов, сорбируемых органическим веществом и осаждающихся в виде нерастворимых карбонатов и т.д.

По сравнению со средним содержанием в земной коре человечество в исключительно больших количествах извлекает углерод из недр (уголь, нефть, природный газ), т.к. эти ископаемые — основные источники энергии.

Углерод широко распространён также в космосе; на Солнце он занимает 4-е место после водорода, гелия и кислорода.

*Физические и химические свойства:*

Известны четыре кристаллические модификации углерода: графит, алмаз, карбин и лонсдейлит. Графит - серо-черная, непрозрачная, жирная на ощупь, чешуйчатая, очень мягкая масса с металлическим блеском. При комнатной температуре и нормальном давлении (0,1 *Мн*/*м2*, или 1*кгс*/*см2*) графит термодинамически стабилен. Алмаз - очень твердое, кристаллическое вещество. Кристаллы имеют кубическую гранецентрированную решетку: а=3,560. При комнатной температуре и нормальном давлении алмаз метастабилен. Заметное превращение алмаза в графит наблюдается при температурах выше 1400С в вакууме или в инертной атмосфере. При атмосферном давлении и температуре около 3700С графит возгоняется. Жидкий углерод может быть получен при давлении выше 10,5 *Мн*/*м2* (1051 *кгс*/*см2*) и температурах выше 3700С. Для твердого углерода (кокс, сажа, древесный уголь) характерно также состояние с неупорядоченной структурой “аморфный” углерод, который не представляет собой самостоятельной модификации; в основе его строения лежит структура мелкокристаллического графита. Нагревание некоторых разновидностей “аморфного” углерода выше 1500-1600С без доступа воздуха вызывает их превращение в графит. Физические свойства “аморфный” углерода очень сильно зависят от дисперсности частиц и наличия примесей. Плотность, теплоемкость, теплопроводность и электропроводность “аморфный” углерода всегда выше, чем графита. Карбин получен искусственно. Он представляет собой мелкокристаллический порошок черного цвета (плотность 1,9 - 2 *г*/*см3*). Построен из длинных цепочек атомов С, уложенных параллельно друг другу. Лонсдейлит найден в метеоритах и получен искусственно; его структура и свойства окончательно не установлены.

Конфигурация внешней оболочки атома углерода 2s22p2. Для углерода характерно образование четырех ковалентных связей, обусловленное возбуждение внешней электронной оболочки до состояния 2sp3. Поэтому углерод способен в равной степени как притягивать, так и отдавать электроны. Химическая связь может осуществляться за счет sp3-, sp2- и sp- гибридных орбиталей, которым соответствуют координационные числа 4,3 и 2. Число валентных электронов углерода и число валентных орбиталей одинаково; это одна из причин устойчивости связи между атомами углерода.

Уникальная способность атомов углерода соединяться между собой с образованием прочных и длинных цепей и циклов привела к возникновению громадного числа разнообразных соединений углерода, изучаемых органической химией.

В соединениях углерод проявляет степени окисления -4; +2; +4. Атомный радиус 0,77,ковалентные радиусы 0,77, 0,67, 0,60 соответственно в одинарной, двойной и тройной связях; ионной радиус С4- 2,60, С4+ 0,20. При обычных условиях углерод химически инертен, при высоких температурах он соединяется со многими элементами, проявляя сильные восстановительные свойства.

Все формы углерода устойчивы к щелочам и кислотам и медленно окисляются только очень сильными окислителями (хромовая смесь, смесь концентриров. HNO3 и KCIO3 и др.). “Аморфный” углерод реагирует с фтором при комнатной температуре, графит и алмаз - при нагревании. Непосредственно соединение углерода с хлором происходит в электрической дуге; с бромом и йодом углерод не реагирует, поэтому многочисленные *углерода галогениды* синтезируют косвенным путем. Из оксигалогенидов общей формулы COX2 (где Х - галоген) наиболее известная хлорокись COCI2 (фосген).

При температурах выше 1000С углерод взаимодействует со многими металлами, давая *карбиды.* Все формы углерода при нагревании восстанавливают окислы металлов с образованием свободных металлов (Zn, Cd, Cu, Pb и др.) или карбидов (CaC2, Mo2C, WC, TaC и др.). Углерод реагирует при температурах выше 600 - 800С с водяным паром и углекислым газом.

Все формы углерода нерастворимы в обычных неорганических и органических растворителях, но растворяются в некоторых расплавленных металлах (например, Fe, Ni, Co).

*Народнохозяйственное значение:*

Углерод определяется тем, что свыше 90 % всех первичных источников потребляемой в мире энергии приходится на органическое *топливо,* главенствующая роль которого сохранится и на ближайшие десятилетия, несмотря на интенсивное развитие ядерной энергетики. Только около 10% добываемого топлива используется в качестве сырья для *основного органического синтеза* и *нефтехимического синтеза,* для получения *пластичных масс* и др.

*Углерод в организме:*

Углерод - важнейший биогенный элемент, составляющий основу жизни на Земле, структурная единица огромного числа органических соединений, участвующих в построении организмов и обеспечении их жизнедеятельности (*биополимеры*, а также многочисленные низкомолекулярные биологически активные вещества - витамины, гормоны, медиаторы и др.). Значительную часть необходимой организмам энергии образуется в клетках за счет окисления углерода. Возникновение жизни на Земле рассматривается в современной науке как сложный процесс эволюции углеродистых соединений.

Уникальная роль углерода в живой природе обусловлена его свойствами, которыми в совокупности не обладает ни один другой элемент периодической системы. Между атомами углерода, а также между углеродом и другими элементами образуются прочные химические связи, которые, однако, могут быть разорваны в сравнительно мягких физиологических условиях (эти связи могут быть одинарными, двойными и тройными). Способность углерода образовывать 4 равнозначные валентные связи с другими атомами. Углерод создает возможность для построения углеродных скелетов различных типов - линейных, разветвленных, циклических. Показательно, что всего три элемента - С, О, Н - составляют 98 % общей массы живых организмов. Этим достигается определенная экономичность в живой природе: при практически безграничном структурном разнообразии углеродистых соединений небольшое число типов химических связей позволяет на много сократить количество ферментов, необходимых для расщепления и синтеза органических веществ. Особенности строения атома углерода лежит в основе различных видов *изомерии* органических соединений (способность к оптической изомерии оказалась решающей в биохимической эволюции аминокислот, углеводов и некоторых алкалоидов).

Согласно гипотезе А. И. *Опарина*, первые органические соединения на Земле имели абиогенное происхождение. Источниками углерода служили (СН4)и цианистый водород (HCN),содержавшиеся в первичной атмосфере Земли. С возникновением жизни единственным источником неорганического углерода, за счет которого образуется всё органическое вещество биосферы, является *углерода двуокись* (СО2),находящийся в атмосфере, а также растворенная в природных водах в виде НСО3. Наиболее мощный механизм усвоения (ассимиляция) углерода (в форме СО2) - *фотосинтез* - осуществляется повсеместно зелеными растениями. На Земле существует и эволюционно более древний способ усвоения СО2 путем *хемосинтеза;* в этом случае микроорганизмы - хемосинтетики используют не лучистую энергию Солнца, а энергию окисления неорганических соединений. Большинство животных потребляют углерод с пищей в виде уже готовых органических соединений. В зависимости от способа усвоения органических соединений принято различать *автотрофные организмы* и *гетеротрофные организмы.* Применение для биосинтеза белка и других питательных веществ микроорганизмов, использующих в качестве единственного источника углерода, *углеводороды* нефти, - одна из важных современных научно - технических проблем.

Помимо стабильных изотопов углерода, в природе распространен радиоактивный 14С (в организме человека его содержится около 0,1*мккюри*). С использованием изотопов углерода в биологических и медицинских исследованиях связаны многие крупные достижения в изучении обмена веществ и круговорота углерода в природе. Так, с помощью радиоуглеродной метки была доказана возможность фиксации Н14СО3 растениями и тканями животных, установлена последовательность реакции фотосинтеза, изучен обмен аминокислот, прослежены пути биосинтеза многих биологически активных соединений и т. д. Применение 14С способствовало успехам молекулярной биологии в изучении механизмов биосинтеза белка и передачи наследственной информации. Определение удельной активности 14С в углеродсодержащих органических остатках позволяет судить об их возрасте, что используется в палеонтологии и археологии.

