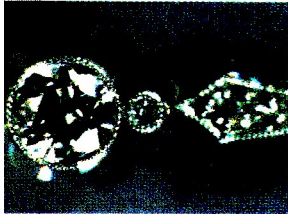


МНОГОЛИКИЙ УГЛЕРОД

В XVII—XVIII вв., в период расцвета теории флогистона, считали, что уголь полностью состоит из этого таинст-

венного вещества: ведь при горении угля почти не образуется твёрдого остатка. И только А. Л. Лавуазье, изучая горение угля на воздухе и в кислороде, пришёл к выводу, что уголь — всего лишь простое вещество. Лавуазье

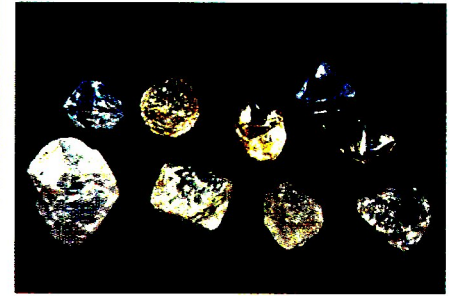


Алмаз является одним из самых твёрдых и тугоплавких ($t_{пл} > 4000\text{ }^\circ\text{C}$) веществ. В то же время алмаз хрупок: его довольно легко расколоть на части. Для этого ювелиры пользуются ножом, по которому ударяют молотком. Немногие знают, что алмаз обладает очень высокой теплопроводностью — проводит тепло лучше, чем многие металлы (в 4 раза лучше Cu). В то же время он не проводит электрический ток.

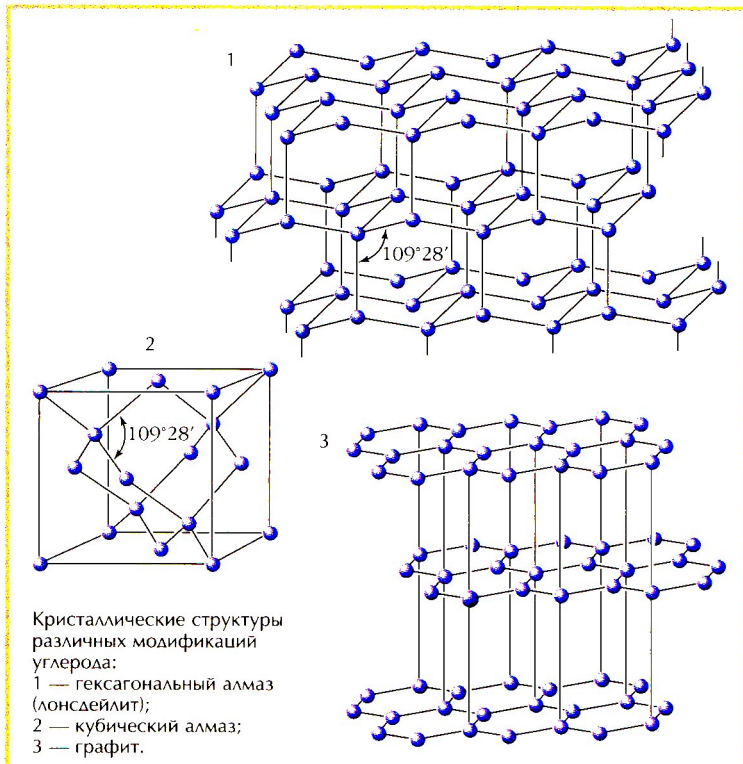
назвал новый элемент Carboneum вместо старого латинского названия *carbony pur* — «чистый уголь», которым долгое время пользовались химики.

Алмаз. При слове «алмаз» сразу же вспоминаются окутанные завесой тайны истории, повествующие о поисках сокровищ. Когда-то люди, охотившиеся за алмазами, и не подозревали, что предметом их страсти является кристаллический углерод — тот самый углерод, который образует сажу, копоть и уголь. Впервые это доказал Лавуазье. Он поставил опыт по сжиганию алмаза, используя собранную специально для этой цели зажигательную машину. Оказалось, алмаз сгорает на воздухе при температуре около $700\text{ }^\circ\text{C}$, не оставляя твёрдого остатка, как и обычный уголь.

В структуре алмаза каждый атом углерода имеет четырёх соседей, которые расположены от него на равных расстояниях в вершинах тетраэдра (угол C—C—C составляет $109^\circ 28'$). Весь кристалл представля-



Часто алмазы имеют тот или иной оттенок (нашвет, как говорят ювелиры). Известны алмазы оранжевого, голубого, розового, жёлтого, коричневого, молочно-белого, синего, зелёного, серого и даже чёрного цвета. Окраска связана как с дефектами в их кристаллической структуре, так и с замещением части атомов углерода на атомы бора, азота и даже алюминия. Серая и чёрная окраска алмазов обусловлена включениями графита.

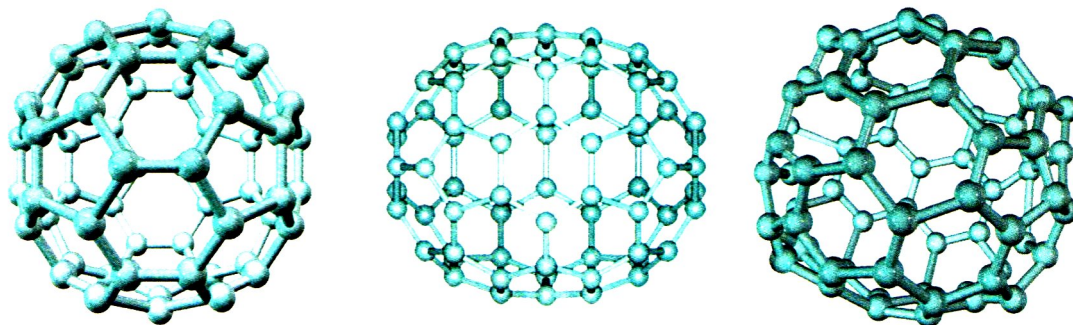


ет собой единый трёхмерный каркас. С этим связаны многие свойства алмаза, в частности его самая высокая среди минералов твёрдость. Она-то и дала камню имя, которое происходит от *греч.* «адамас» — «твёрдый», «непреклонный», «несокрушимый».

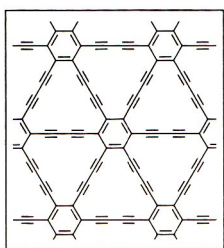
Кристаллы алмаза, особенно огранённые (бриллианты), очень сильно преломляют свет. Этим и обусловлена знаменитая «игра бриллиантов».

В России ювелирные алмазы вошли в моду в середине XVIII в. Ими украшали не только царские диадемы и скипетры, но также брелки, застёжки, трости, табакерки и даже обуви! Мелкие алмазы используются для резки стекла и металлов, служат наконечниками свёрл, резцов. Алмазный порошок издревле применяют для полировки и огранки драгоценных камней.

Графит. В древности графит считали одним из минералов свинца, возможно из-за того, что, подобно свинцу, он оставляет на бумаге след (поэтому из графита делают грифели). В XVIII в. К. В. Шееле доказал, что графит представляет собой «особый минеральный уголь». Родственные отношения между алмазом и графитом были подробно изучены коллегой Лавуазье французским химиком Луи Бернаром Гитоном де Морве



Строение фуллеренов C_{60} , C_{70} , C_{72} . Фуллерен C_{70} имеет форму сплющенного шара или дыни.



Графин — ещё одна аллотропная модификация углерода. В конце XX в. учёные разрабатывают пути синтеза графинов — веществ со слоистой структурой, аналогичной графиту. Каждый слой графина состоит из шестичленных бензольных циклов, связанных атомами углерода.

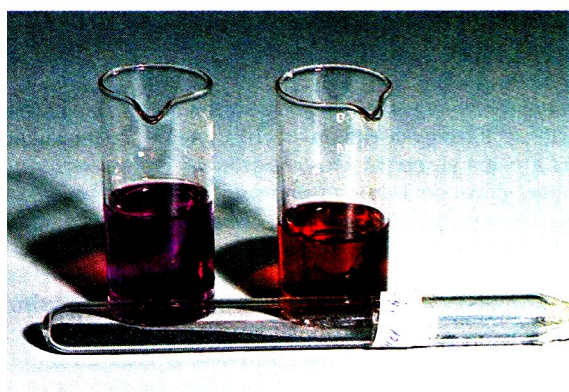
фуллерена. К фуллеренам относят вещества с чётным числом атомов углерода в молекуле: C_{60} , C_{70} , C_{72} , C_{74} , C_{76} , ..., C_{108} , ..., C_{960} , ..., C_{1020} и др. Эти замечательные молекулы составлены из атомов углерода, объединённых в пяти- и шестиугольники с общими рёбрами. Название своё они получили по фамилии американского архитектора и инженера Ричарда Бакминстера Фуллера, который построил на выставке в Монреале в 1967 г. павильон США, используя конструкцию из сочленённых пяти- и шестиугольников.

В 1990 г. было изучено строение простейшего фуллерена, содержащего 60 атомов углерода. Это бакминстерфуллерен. Молекула C_{60} напоминает футбольный мяч: она состоит из 12 пятиугольников и 20 шестиугольников. Такой многогранник имеет высокую симметрию, близкую к сферической. Каждый атом углерода в молекуле C_{60} , как и в графите, связан с тремя другими атомами. В первых

опытах фуллерены получали испарением графита в атмосфере гелия под действием мощного лазерного импульса. Позднее обнаружили, что фуллерены образуются при пропускании гелия через электрическую дугу между графитовыми электродами. В оседающей на стенках реактора саже содержится до 15% фуллеренов.

Фуллерены представляют собой кристаллические вещества чёрного цвета с металлическим блеском, обладающие свойствами полупроводников. При давлении порядка $2 \cdot 10^5$ атм и комнатной температуре бакминстерфуллерен превращается в алмаз. При температуре около 800°C фуллерен C_{60} возгоняется, молекулы C_{60} присутствуют в газовой фазе вплоть до температуры 1800°C .

В 1992 г. фуллерены обнаружены в природе — в минерале шунгите (аморфном углероде), названном в честь посёлка Шуньга в Карелии. Неудивительно, что долгое время примесь фуллерена в шунгите не заметили: его там лишь около 0,001 %.



Растворы C_{60} (слева) и C_{70} (справа) в толуоле и кристаллы C_{60} . Фуллерены хорошо растворимы в органических растворителях — бензоле, толуоле, тетрёхлористом углероде. Это свойство используют для отделения фуллеренов от сажи.

Химия углерода. Углерод (в форме графита) легко вступает в химические реакции. Он взаимодействует с кислородом, серой и фтором, однако инертен по отношению к остальным галогенам, азоту, фосфору. В реакции с серой (при 650°C) образуется сероуглерод CS_2 — легколетучая ядовитая жидкость, используемая в качестве растворителя.

Сплавлением сажи с активными металлами получают карбиды. Их строение и свойства зависят от природы металла. Так, карбиды магния.

Круговорот углерода в природе

Источник углерода для растений — углекислый газ (CO_2). Он поступает в растения из атмосферы. В результате химических реакций, происходящих в зеленых растениях, углекислый газ включается в состав молекул органических веществ — белков, углеводов, жиров. Из них строится тело, растения. Растения — пища животных, грибов, бактерий. Через пищу углерод включается в состав тел этих организмов.

Все живые организмы дышат. При дыхании живые организмы поглощают кислород (O_2) и выделяют углекислый газ (CO_2), который возвращается в атмосферу.

Каждый живой организм — смертен. Тела умерших организмов разлагают микробы. Они превращают органические вещества, входящие в состав тела, в неорганические — углекислый газ (CO_2) и другие вещества. Выделяющийся углекислый газ (CO_2) возвращается в атмосферу, откуда его снова поглощают растения.

Большое количество углерода накапливается в известняке (CaCO_3), в каменном угле и других горных породах, образующих литосферу. Проходят миллионы лет, пока эти породы поднимаются на поверхность Земли и подвергаются разрушению под действием дождей, снегов, растений. Или же человек, используя их в промышленности, вовлекает накопленный углерод в круговорот. Выделяющийся углекислый газ (CO_2) поступает в атмосферу. Следовательно, можно говорить о том, что биосфера имеет свои «вход» и «выход». Вход — это поток солнечной энергии, выход — те вещества, которые в силу каких-либо причин «ускользнули» из круговорота веществ и ушли в геологические тупики (нефть, газ, каменный уголь).

Запасы веществ на Земле ограничены, конечны. Земля — космический корабль, «кладовые-отсеки» которого почти исчерпаны. Если бы в биосфере не происходило круговорота веществ, то вещество умерших организмов покрыло бы планету толстым слоем. Исчерпав все запасы вещества, жизнь на планете могла бы прекратиться.

