

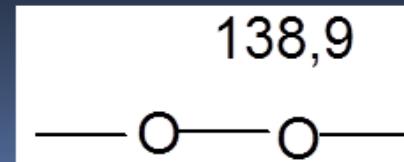
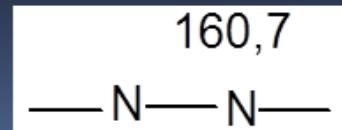
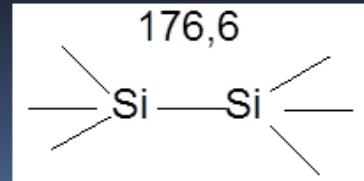
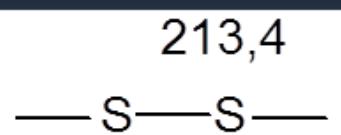
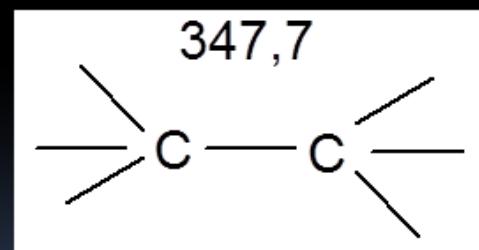
УГЛЕРОД

Углерод (карбогениум) С

- Особенности

1. Прочность связи С-С больше, чем С-Э

Поэтому огромное многообразие
соединений с С-С связями (органическая
химия)



- 2. Э.О. =2,6 не может быть ионных соединений, соединения малополярные
- 3. Разные типы гибридизации – sp ; sp^2 ; sp^3

sp линейные молекулы CO_2 , CS_2 карбин

sp^2 треугольные молекулы C_2H_4 , CO_3^{2-} , графит

sp^3 тетраэдр CH_4 , CCl_4 , алмаз

Нахождение в природе

- Уголь, нефть, природный газ
- Известняк и мрамор CaCO_3
- Магнезит MgCO_3



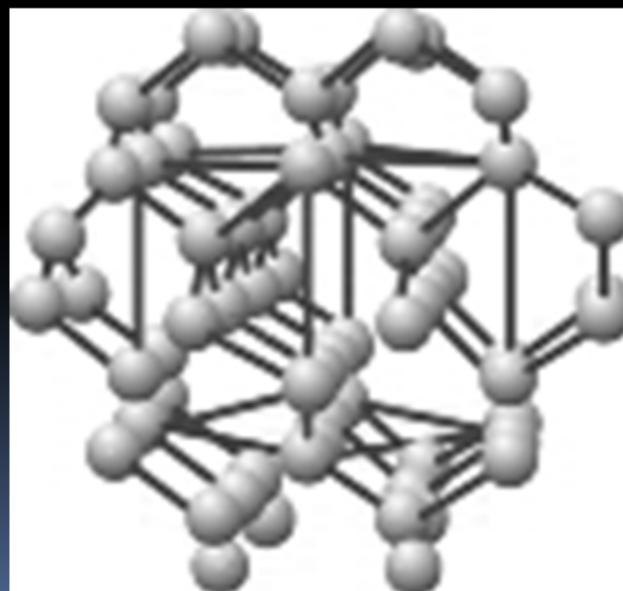
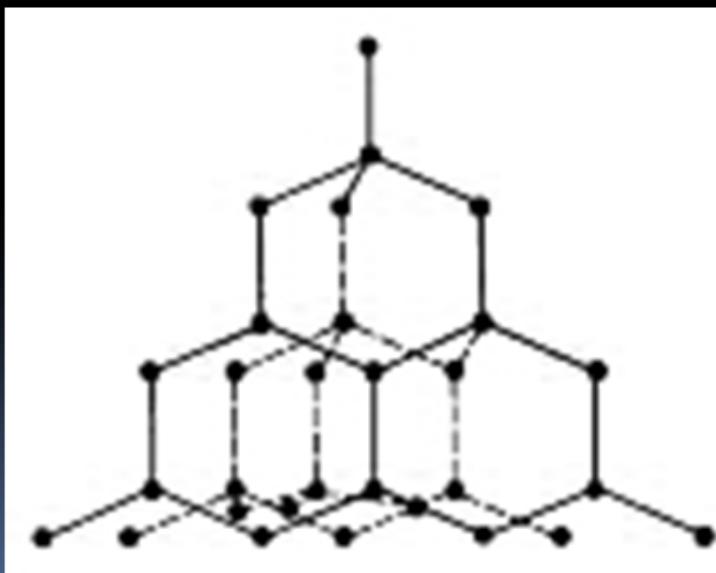


Аллотропные модификации углерода

- **Алмаз** имеет плотность $3,5 \text{ г/см}^3$ и является самым твёрдым из всех минералов.
- Наиболее чистые алмазы бесцветны и прозрачны. некоторые имеют окраску, от лишь слегка наметившейся до интенсивной.
- Несмотря на свою твердость, алмаз хрупок и легко раскалывается от удара.
- Он хорошо проводит тепло, но практически не проводит электрический ток.

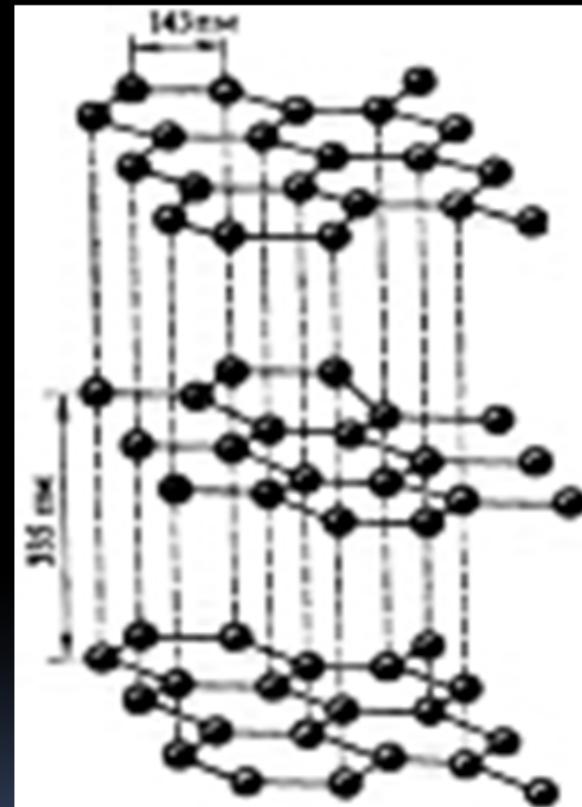
Структура алмаза

- Алмаз имеет атомную кристаллическую решетку.
- Атомы углерода в sp^3 – гибридизации



Графит

- представляет собой серую, имеющую металлический блеск и жирную на ощупь массу с плотностью $2,2 \text{ г/см}^3$. Он очень мягок — легко царапается ногтем и при трении оставляет серые полосы на бумаге.



Аморфный углерод

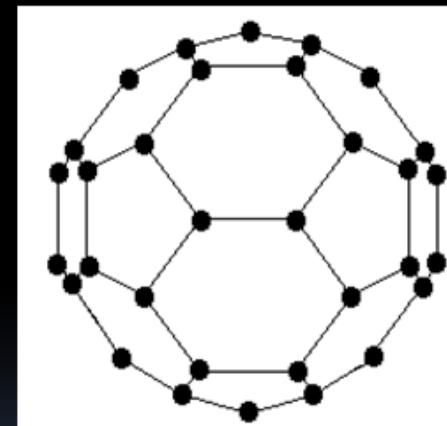
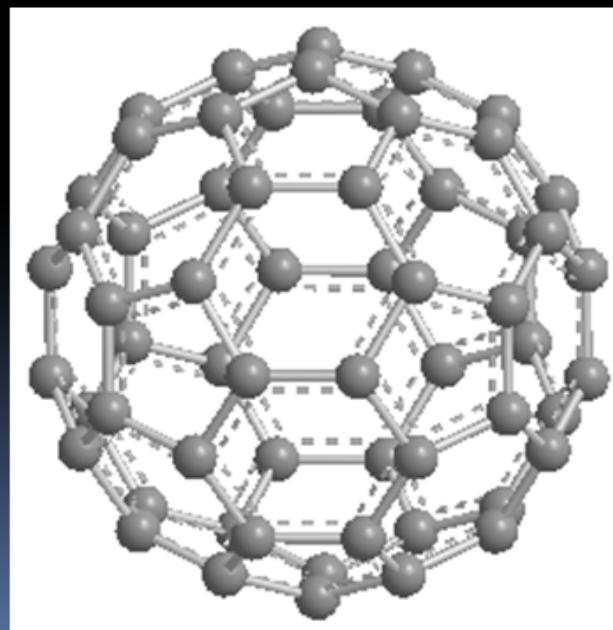
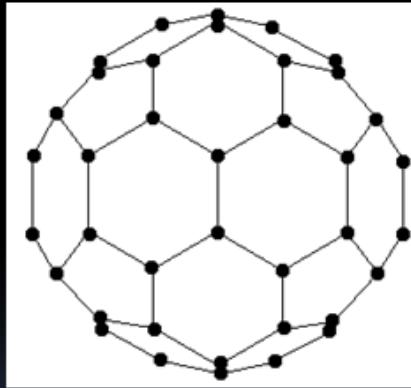
- По свойствам довольно близок к графиту.
Плотность 1,8-2,1 г/см³.
- Строго не аморфен, а мелкокристаллический.
- У некоторых разновидностей “аморфного” углерода очень сильно выражена способность к адсорбции.
- Основные разновидности - древесный уголь, животный уголь и сажа.

Карбин

- **Карбин** — линейная форма полимеров типа $(-\text{C}\equiv\text{C}-\text{C}\equiv\text{C}-)_n$ — полиинов и $(=\text{C}=\text{C}=)_n$ — кумуленов.

Фуллерен

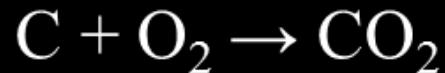
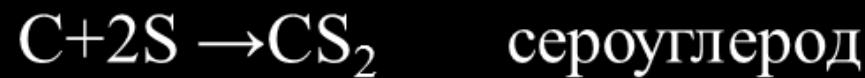
- были получены фуллерены C_{70} , C_{74} , C_{84} , имеющие форму сфера



Химические свойства

- В обычных условиях углерод весьма инертен.
- При комнатной температуре вступает во взаимодействие лишь со фтором.
- При высоких температурах становится химически активным по отношению к большинству металлов и многим неметаллам.

При нагревании реагирует с серой, азотом, кислородом:



- Углерод восстанавливает металлы из их оксидов:



Соединения углерода с металлами - карбиды

- С металлами углерод вступает во взаимодействие лишь при высоких температурах, образуя карбиды
- По отношению к воде и разбавленным кислотам карбиды распадаются на две большие группы: разлагаемые этими веществами и не разлагаемые ими.

Разлагаемые карбиды

Карбиды первой группы в зависимости от химической природы летучих продуктов их разложения можно в свою очередь подразделить на:

- а) ацетилениды;
- б) метаниды
- в) дающие смесь различных продуктов.

Ацетилениды

- Их образуют главным образом наиболее активные металлы.
- Общая формула карбидов этой подгруппы имеет вид M_2C_2 для одновалентного металла,
- MC_2 — для двухвалентного и
- M_2C_6 — для трёхвалентного.

При взаимодействии их с водой, образуется ацетилен



Метаниды

- Известны они только для бериллия и алюминия, причём в обоих случаях простейшие формулы (Be_2C и Al_4C_3) отвечают обычным валентностям элементов.
- При действии горячей воды или разбавленных кислот оба карбида разлагаются с выделением чистого метана:



- Карбиды третьего типа, дающие при разложении смесь различных продуктов, образуют d-металлы.
- Они реагируют с водой преимущественно по уравнению:



Одновременно образуются также и другие газообразные углеводороды.

- Некоторые карбиды этой группы проводят электрический ток. Они являются соединениями переменного состава, металлидами.
- Например: Mn_{23}C_6 , Mn_3C , Mn_7C_3 , TcC , Cr_3C_2 , Cr_7C_3 , Cr_{23}C_6 , MoC , Mo_2C , WC , W_2C , VC , NbC , Nb_2C , TaC , Ta_2C .

- Многие соединения этого типа принадлежат к наиболее тугоплавким из всех известных веществ.
- Например, WC (т. пл. 2600 °C с разл.), W₂C (2700), VC (2800), NbC (3500), TaC (3900 °C).
- Сплавы на основе карбида хрома весьма стойки к коррозии и износу.
- Сцементированный никелем карбид тантала под названием “рамет” находит применение в качестве сверхтвёрдого сплава, а карбиды Nb и Ta — в ракетной технике.

Оксиды углерода

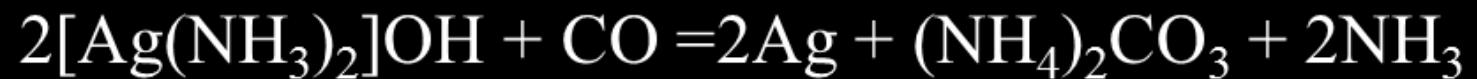
- Углерод с кислородом образует два главных оксида
 - CO
 - CO₂

Оксид углерода (II) – угарный газ CO

- бесцветный, не имеющий запаха газ, малорастворимый в воде и химически с ней не взаимодействующий.
- Не реагирует со щелочами и кислотами.
- чрезвычайно ядовит.

- Характерны реакции присоединения.
- Восстановитель.
- Однако обе эти тенденции обычно проявляются лишь при повышенных температурах. В этих условиях CO соединяется с кислородом, хлором, серой, некоторыми металлами и т. д.
- Вместе с тем оксид углерода при нагревании восстанавливает до металлов многие оксиды, что весьма важно для металлургии.

- Восстановительная активность проявляется
например в способности восстанавливать
серебро из аммиачных растворов его солей:

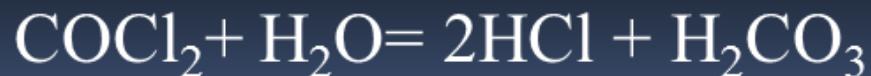


Реакции присоединения



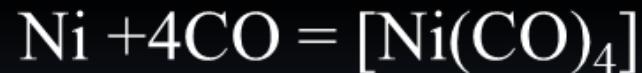
в присутствии катализатора (активированного угля) довольно быстро идёт уже при комнатной температуре.

Получающийся бесцветный газ, **фосген** COCl_2 . очень ядовит, имеет характерный запах, малорастворим в воде, но постепенно разлагающийся ею:



Карбонилы металлов

- Оксид углерода (II) способен непосредственно соединяться с некоторыми металлами.
- В результате образуются карбонилы металлов :



- На воздухе CO загорается около 700 °C и сгорает синим пламенем до CO₂:



- Сгорание толстых слоёв угля в печах идёт в три стадии:



Оксид углерода (IV) – углекислый газ

- CO_2 - бесцветный газ, со слегка кисловатым запахом и вкусом.
- Под давлением около 60 атм сжижается уже при обычных температурах в бесцветную жидкость.
- При сильном охлаждении он застывает в белую снегообразную массу “сухой лёд”
- Атмосфера Земли содержит в среднем 0,03% CO_2 по объёму.

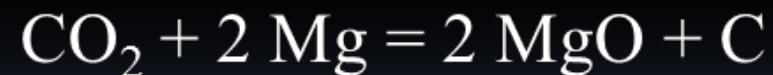
- Термически устойчив. Только при Т более 2000 °С начинает разлагаться



- В лабораторных условиях CO_2 удобно получать действием соляной кислоты на известняк или мрамор.



- Углекислый газ не поддерживает горения обычных видов топлива.
- Однако, вещества, сродство которых к кислороду значительно больше, чем у углерода, горят в углекислом газе.



- В воде CO_2 растворим довольно хорошо (приблизительно 1:1 по объёму).
- При растворении углекислого газа происходит его частичное взаимодействие с водой, ведущее к образованию угольной кислоты:



Угольная кислота



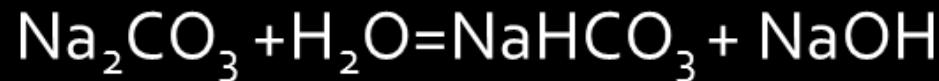
The diagram shows the chemical structure of carbonic acid (H_2CO_3). It consists of a central carbon atom (C) double-bonded to an oxygen atom (O) and single-bonded to another oxygen atom (O). This second oxygen atom is also single-bonded to a nitrogen atom (N), which is further single-bonded to two hydrogen atoms (H).

- слабая кислота и лишь незначительно распадается на ионы H^+ и HCO_3^- , дальнейшая её диссоциация с образованием ионов CO_3^{2-} сама по себе почти не идёт.
- Неустойчивая, существует только в растворах, легко разлагается:



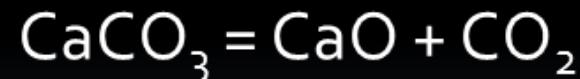
- Будучи двухосновной кислотой, H_2CO_3 даёт два ряда солей: средние и кислые.
- Первые называются **карбонатами**, вторые **гидрокарбонатами** или бикарбонатами. Подобно самим анионам угольной кислоты, большинство её солей бесцветно.
- Карбонаты щелочных металлов хорошо растворимы в воде, остальные – плохо.
- Растворимость гидрокарбонатов выше

- Карбонаты в растворах подвергаются гидролизу:



Карбонат натрия Гидрокарбонат натрия
(техническая сода) (питьевая сода)

При нагревании карбонаты металлов разлагаются:



(исключение составляют Na_2CO_3 K_2CO_3
 Cs_2CO_3)

- Гидрокарбонаты разлагаются при более низких температурах
- $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 = \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$

CS₂ сероуглерод

Низкокипящая, горючая жидкость, нерастворима в воде. Хороший растворитель органических веществ, а также Br₂, I₂, S, P.

В воде гидролизуется:



HCN



- Бесцветная летучая жидкость, $T_{\text{кип}} = 26,5^{\circ}\text{C}$, запах горького миндаля.
- Водный раствор –циановодородная или синильная кислота. Слабая, слабее угольной, водой разлагается:

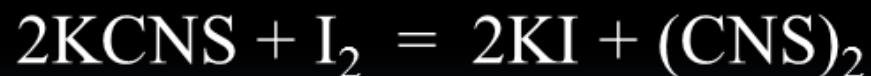


■ $\text{KCN} + \text{S} = \text{KCNS}$ тиоцианат (роданид)



Тиоциановая изотиоциановая

Сильная кислота

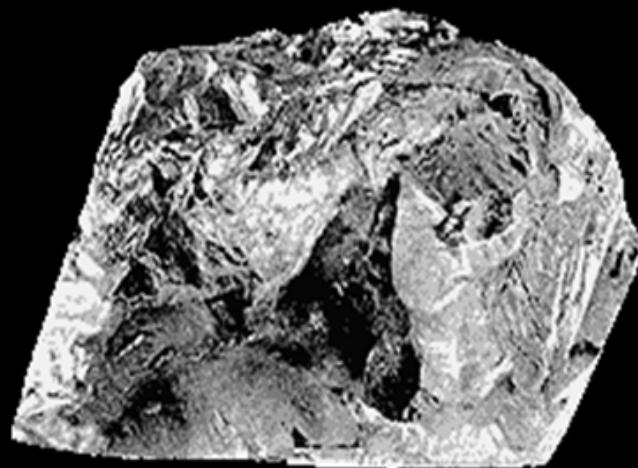


Родан, безцветный газ.

Знаменитые алмазы

Куллинан

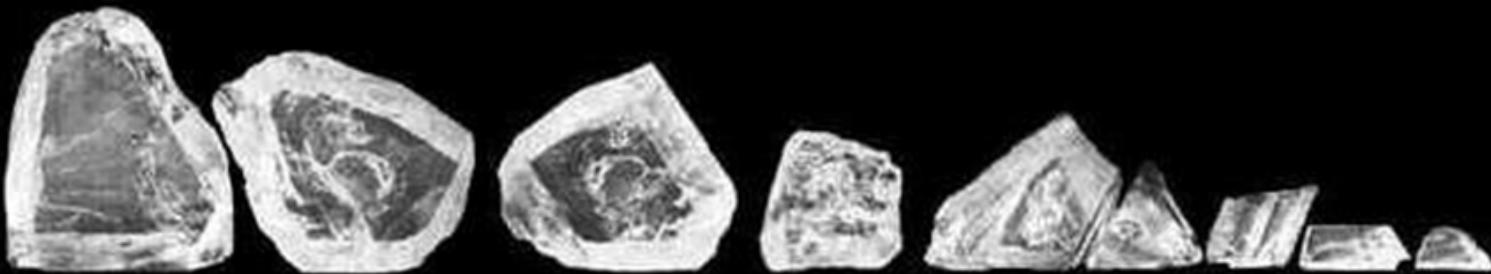
На руднике «Премьер» в Южной Африке был поднят самый крупный в истории человечества алмаз весом 3 106 карат (621,2 г). Он имел размеры 10x6,5x5 см. Свое название «Куллинан» он получил в честь первооткрывателя и владельца рудника «Премьер» сэра Томаса Куллинана. Камень поражал всех не только своим размером, но и удивительной чистотой, полным отсутствием минеральных включений, пузырей и трещин.



Эксперты оценили алмаз в 7,5 млрд. долларов

- Правительство Трансваала, бывшего с 1902 года колонией Англии, преподнесло алмаз **Куллинан** английскому королю Эдуарду VII в день его рождения в 1907 году
- В **самом крупном алмазе Куллинан** имелись трещины, поэтому из него нельзя было изготовить один гигантский бриллиант. Несколько месяцев изучал Иозеф Асскер уникальный **алмаз Куллинан**, прежде чем сделал на нем еле заметную царапину. После этого в присутствии нескольких знаменитых ювелиров, среди торжественной тишины Асскер приставил к царапине на алмазе стамеску, ударил по ней молотком и... потерял сознание.

Но расчет оказался правильным. Придя в сознание, Асскер еще несколько раз повторил эту операцию на возникших от первого удара осколках **алмаза Куллинан**, получив в итоге 2 очень крупных монолитных блока, 7 средних и около сотни мелких кусочков чистейшей воды голубовато-белого цвета.



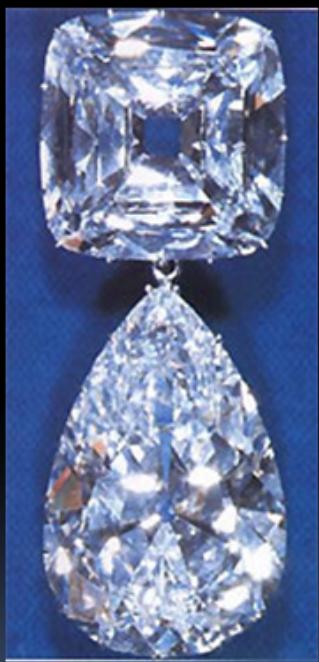
- Одна из двух крупных частей алмаза **Куллинан** была в форме «груши», весом 530,2 карата, и получила название «Звезда Африки» или **«Куллинан-І»**. Сегодня это — **самый крупный в мире бриллиант**. Он нашёл место в верхушке королевского скипетра Великобритании.

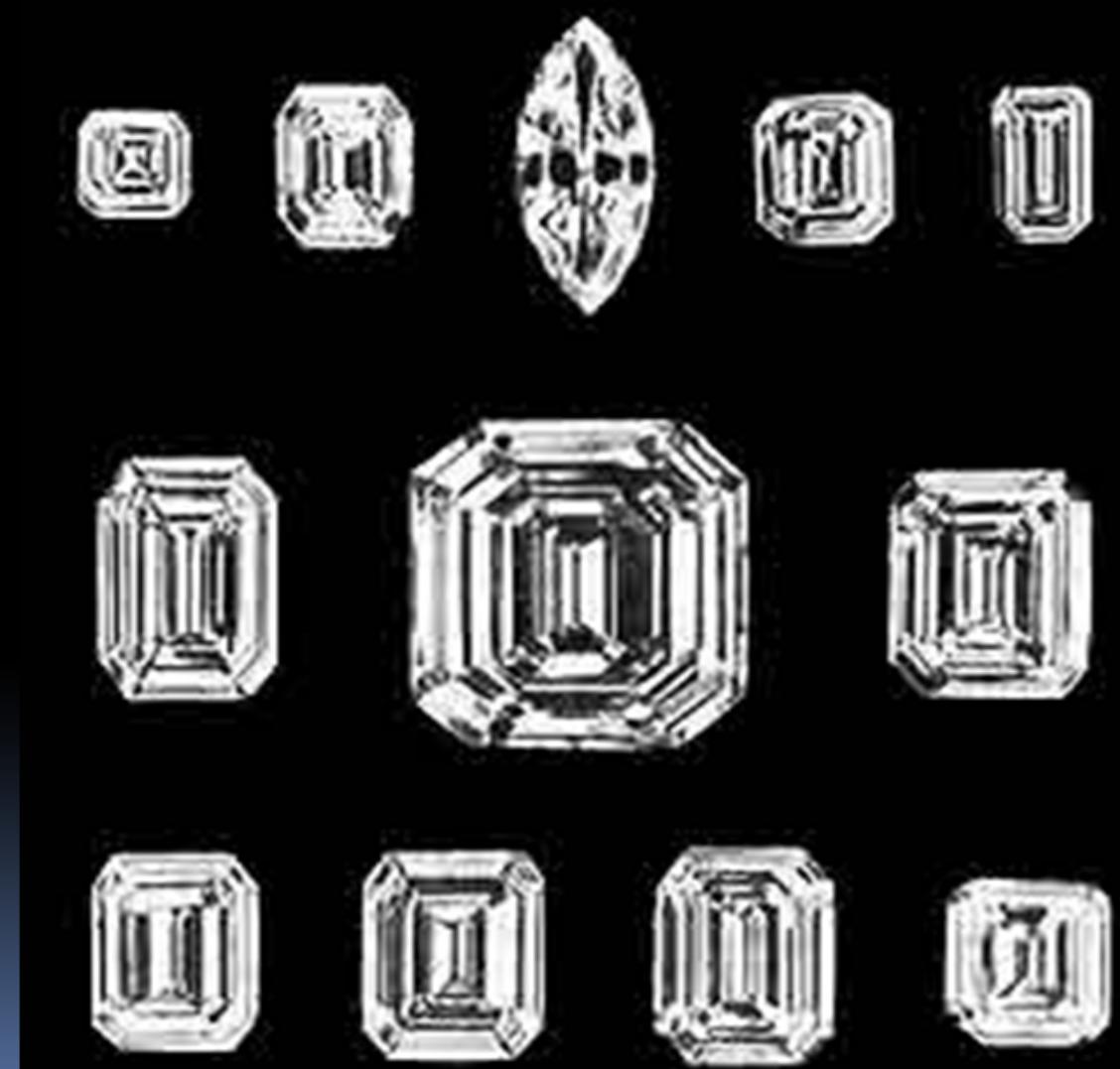


- Второй осколок приобрел форму «изумруда»; он весит 317,4 карата, носит имя «Куллинан-II» и украшает британскую корону...



- Из частей алмаза, оставшихся после обработки первых двух бриллиантов, были огранены ещё два крупных камня: «Куллинан-III», 94,4 карата, и «Куллинан-IV», 63,65 карата, и менее крупные бриллианты, названны «Малыми звёздами Африки».





«ОРЛОВ»

- один из исторических камней, самый известный и самый крупный алмаз в Алмазном фонде России в Москве. Масса камня 199,6 кар. Считается, что он был найден в Индии в начале 17 в. Легенда рассказывает, что этот алмаз служил глазом для статуи Брахмы в храме Серингапатама (штат Майсур), откуда его в начале 18 в. похитил французский солдат.

- В 1768 камень был куплен в Амстердаме русским графом Г. Орловым за 400 000 золотых рублей. Орлов подарил алмаз Екатерине II, которая приказала вставить камень в свой золотой скипетр.
- Алмаз имеет чуть голубоватый отлив, огранен в форме розы (старая индийская огранка), по форме и размерам похож на разрезанное поперек куриное яйцо.



один из известных исторических камней, алмаз (масса 88 кар), хранится в Алмазном фонде России в Москве. На камне выгравированы надписи на персидском языке, рассказывающие о его прежних владельцах:

Алмаз не огранен, а лишь отполирован, сохранилась часть естественных граней октаэдра. Форма его удлиненная, на одном из концов прорезана глубокая кольцевая борозда для подвешивания камня

«ШАХ»



В 1591 алмаз принадлежал Бурхан-Низам-Шаху II из династии Великих Моголов, в 1641 — Джахану-Шаху, в 1824 — шаху Каджар-Фатх-Али, владыке Персии.

Камень долгое время висел над троном Великих Моголов в качестве талисмана.

В 1829 после разгрома русского посольства в Тегеране и убийства поэта и дипломата А. С. Грибоедова, в Петербург была послана делегация во главе с сыном шаха Хосров-мирзой. В числе «искупительных подарков» Николаю I был вручен от имени шаха старинный алмаз.