

Тип 1. Самородные элементы

В самородном состоянии в земной коре устанавливается свыше 30 химических элементов, главным образом металлов. Наиболее распространенными среди них являются самородные элементы и природные сплавы таких элементов как Cu, Au, Ag, Pt, Pd, Ir, Os, Ru, Rh, Hg, Bi, Sb, As – металлы и S, C – неметаллы.

Число минеральных видов – более 100.

Общее весовое значение самородных элементов в земной коре очень невелико и не превышает 0,04% ее массы.

1.1. Класс металлы

группа золота

медь - Cu

золото - Au

серебро - Ag

группа железо - платины

платина - Pt, Fe, Pd

железо - Fe

группа осмия - рутения

осмирид (Ir, Os) - син. невяанскит

иридосмин (Os, Ir) - син. сысертскит

Медь - Cu

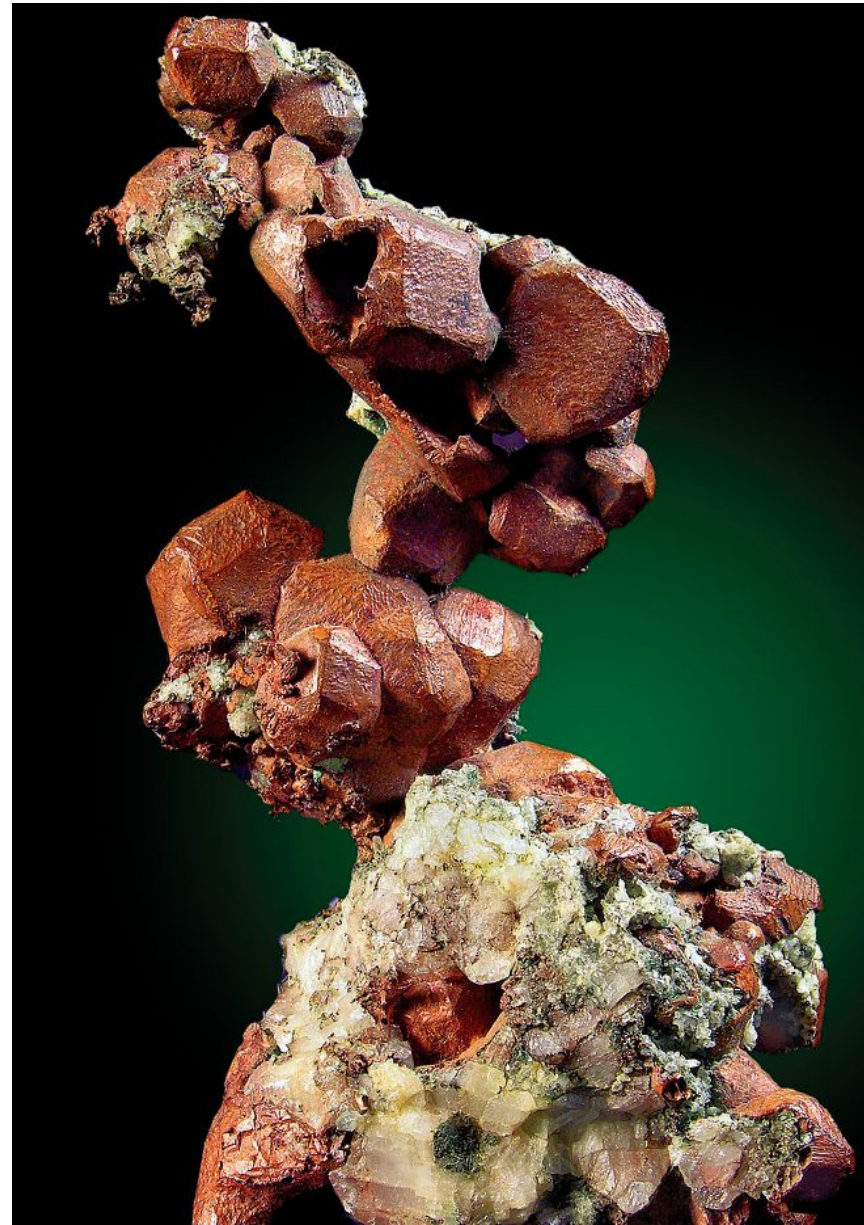
Химический состав. Обычно бывает химически чистой.

В качестве примесей иногда содержатся Fe (до 2,5 %), Ag (нередко в виде включений самородного серебра), изредка Au в виде твердого раствора до 2-3 % (золотистая медь).

Сингония кубическая;
гексаоктаэдрический в. с.

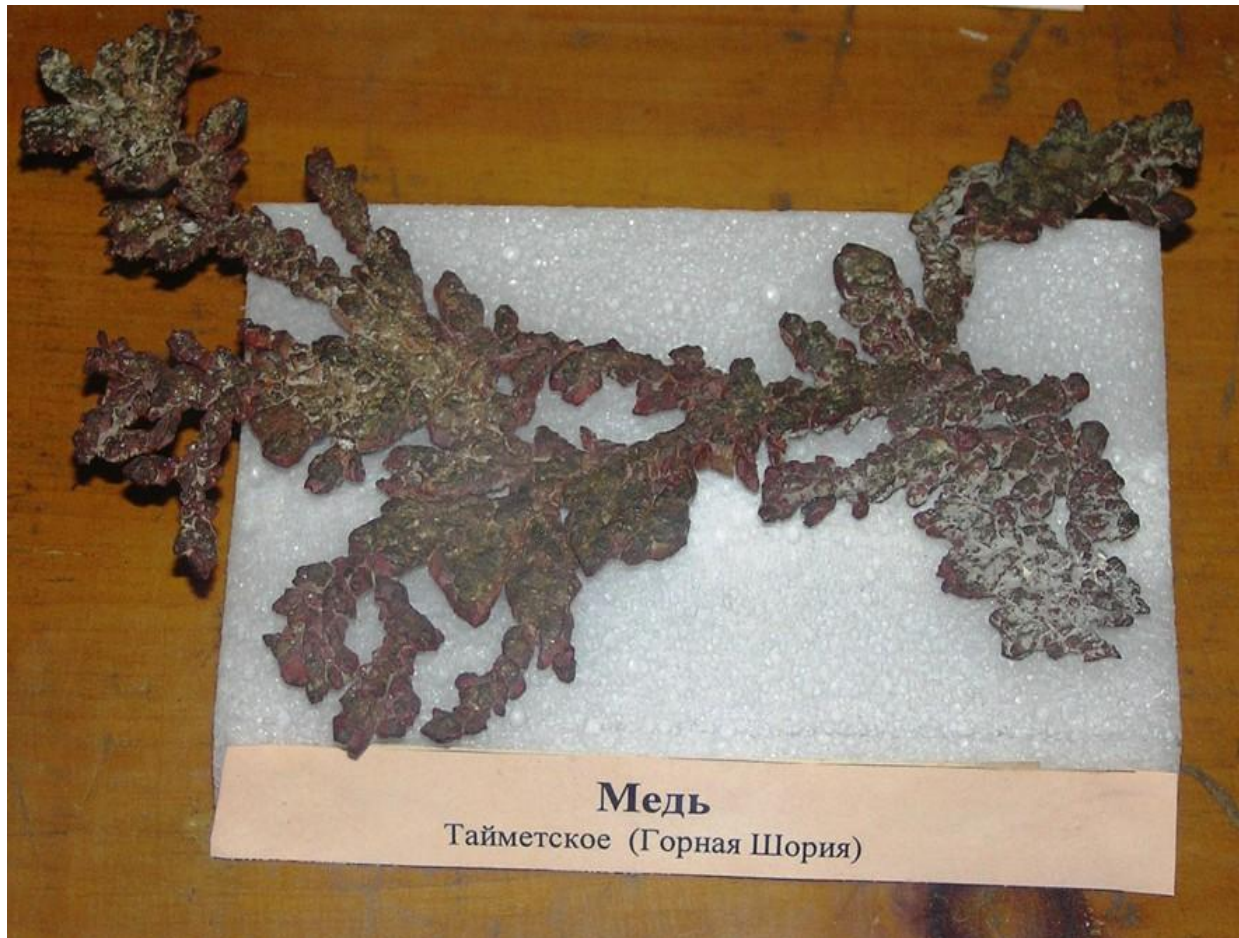
Облик кристаллов. Правильно образованные кристаллы редки.
Главные формы: {100}, {111}, {110}.

Агрегаты. Часто наблюдаются неправильные пластинчатые дендриты или реже целые пластины, образовавшиеся в трещинах пород при экзогенных процессах. В верхних частях месторождений (в зонах окисления) находили даже сплошные массы в несколько тонн весом.



Медь

Цвет меди медно-красный, в свежем изломе — розовый, часто с побежалостью. **Черта** розовая, металлически блестящая. **Блеск** типичный металлический. **Твердость** 2,5-3. Обладает ковкостью. Излом крючковатый. **Спайность** отсутствует. **Уд. вес.** 8,5-8,9. **Прочие свойства.** Прекрасный проводник электричества. Электропроводность 99,95 (для серебра 100).



Происхождение. Самородная медь образуется в восстановительных условиях при различных геологических процессах.

Типичные гидротермальные месторождения, имеющие самостоятельное значение, очень редки, они тяготеют к основным породам.

Наиболее обычно нахождение меди в нижних частях зон окисления медносulfидных месторождений в ассоциации с купритом (Cu_2O), малахитом, иногда халькозином (Cu_2S) и другими медными минералами.

В виде пластинок и неправильной формы пластинчатых ветвистых образований она может быть встречена в трещинах боковых пород по соседству с месторождением.

Известны месторождения меди в осадочных породах, преимущественно в песчаниках в виде цемента между песчинками или в виде неправильной формы конкреций, иногда в ассоциации с купритом, малахитом, азурином и другими без видимой связи с первичными медными месторождениями.

Поведение самородной меди в кислородной обстановке характеризуется образованием окислов меди на ее поверхности, а в водно-воздушной среде — основных карбонатов меди (малахита и азурита) в виде корок. Псевдоморфозы самородной меди известны по куприту, халькозину, изредка по органическим остаткам (чаще по обломкам древесины).

Серебро - Ag



Химический состав. Кроме химически чистого серебра встречаются разновидности:

кюстелит с изоморфной примесью золота до 10 % и выше, висмутистое серебро (чиленит), медистое серебро, сурьмянистое серебро и др.

Сингония кубическая, гексаоктаэдрический в. с.

Облик кристаллов. Правильно образованные кристаллы очень редки. Встречающиеся формы: {100}, {111}.

Агрегаты. Встречается иногда в виде типичных «вязаных» перистых дендритов, тонких неправильных пластин и листочков. Характерны также моховидные, волосовидные и проволочные формы. Наиболее распространены зерна неправильной формы и более крупные сплошные скопления — самородки.

Серебро



Серебро, Казахстан



Цвет серебра в свежем изломе серебряно-белый, иногда с кремовым оттенком. С поверхности часто бывает покрыто черным налетом. **Черта** металлически блестящая. **Блеск** типичный металлический. **Твердость** 2,5. Весьма ковко. Расплющивается в тончайшие листочки. Излом крючковатый. **Спайность** отсутствует. **Уд. вес** 10,1-11,1. **Прочие свойства.** Наилучший проводник тепла и электричества.

Диагностические признаки. Узнается по цвету, сильному блеску, характерному крючковатому, занозистому излому, ковкости (острие ножа легко оставляет след) и удельному весу. От платины отличается меньшей твердостью и меньшим удельным весом. Аргентит и акантит Ag_2S , которые часто сопровождают самородное серебро, обладают более темным свинцово-серым или черным цветом.

Происхождение. Образование самородного серебра в природе во многом аналогично образованию меди. Оно вместе с другими серебросодержащими минералами встречается в гидротермальных жильных месторождениях в ассоциации с аргентитом (Ag_2S) и кальцитом, иногда в ассоциации со сложными сернистыми, мышьяковистыми, сурьмянистыми соединениями разных металлов, в том числе никеля и кобальта.

В экзогенных условиях самородное серебро, так же как и самородная медь, встречается в зонах окисления месторождений сернистых и мышьяково-сурьмянистых руд, являясь продуктом их разложения и восстановления из поверхностных растворов различными органическими соединениями. Образующееся в этих условиях самородное серебро нередко имеет вид дендритов, пластинок, моховидных, проволочных, волосовидных форм и др.

В поверхностных условиях самородное серебро менее устойчиво, чем золото. Оно часто покрывается пленками и примазками черного цвета. В местностях с жарким сухим климатом с поверхности нередко переходит в устойчивые галоидные соединения (AgCl и др.).

Золото - Au



Химический состав. В химически чистом виде золото встречается исключительно редко. Самородное золото в подавляющем большинстве случаев содержит в виде изоморфной примеси серебро (обычно от 4 до 15 мас. %). Встречаются разности и более богатые серебром (электрум). К числу разновидностей золота относятся следующие: медистое золото с содержанием Cu до 20 мас. %; порпецит — палладистое золото с содержанием Pd от 5 до 11 % и Ag до 4 %; висмутистое золото (бисмутаурит) с содержанием Bi в твердом растворе до 4 %.

Сингония кубическая;
гексаоктаэдрический в. с.

Облик кристаллов. Кристаллы встречаются редко, притом преимущественно в виде октаэдров {111}, реже ромбододекаэдров {110} и изредка в виде кубов {100}.

Агрегаты. Обычно наблюдается в виде неправильной формы зерен, включенных в кварцевую или рудную массу. Размеры их могут быть самые различные, но чаще встречаются микроскопически мелкие зерна, иногда с трудом различимые даже в полированных шлифах при больших увеличениях под микроскопом. В россыпях речных долин при промывке песков не редко находят самородки окатанной формы весом от нескольких граммов, крайне редко — до десятков килограммов. В зонах выветривания месторождений удавалось находить мелкие сталактитообразные формы самородков вторичного происхождения. В рудах коренных месторождений среди пустот наряду с кристалликами встречались дендритообразные кристаллические сростки и пластины сетчатого рисунка.

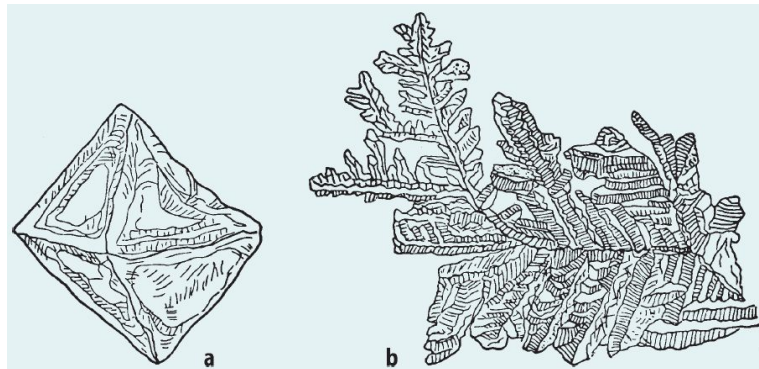
Цвет самородного золота золотисто-желтый (у богатых серебром разностей — бледно-желтый). **Черта** металлическая, желтая. **Блеск** металлический.

Твердость 2,5–3,0. Ковко и тягуче. Легко расплющивается в тончайшие листочки. **Спайность** отсутствует. Уд. вес 15,6–18,3 (для чистого золота 19,30).

Прочие свойства. Обладает высокой тепло и электропроводностью.

Диагностические признаки. Характерны золотисто-желтый цвет, низкая твердость (легко режется ножом), большая ковкость, высокий удельный вес и неокисляемость на воздухе. От похожих на него пирита, халькопирита (CuFeS_2) и миллерита (NiS) отличается по сильному блеску и характерному оттенку цвета.

Золото



Происхождение и месторождения. Наибольшая масса золота распространена в типичных гидротермальных месторождениях, генетически связанных с интрузивами кислых изверженных пород. Парагенетически оно чаще всего связано с кварцем и сульфидами (пиритом, арсенопиритом, блеклыми рудами, халькопиритом, реже с галенитом, сфалеритом), иногда с теллуридами золота и серебра и др. Весьма характерно, что так называемое видимое золото, как правило, выделяется в числе самых последних минералов, нередко приурочиваясь к трещинкам в ранее образовавшихся минералах. Кроме видимого, различают также «связанное» золото, открываемое в существенных количествах химическими анализами в сульфидах, главным образом в пирите и арсенопирите ($\text{Fe}[\text{AsS}]$), лишь частично наблюдаемое под микроскопом. Как новообразование самородное золото встречается в зонах окисления сульфидных месторождений в ассоциации с лимонитом, азуритом, свинцовыми, висмутовыми, сурьмяными охрами и др. Установлено также, что серебро, содержащееся в золоте, в условиях поверхностного выветривания частично выносятся, и вследствие этого золото по периферии и вдоль трещинок становится более высокопробным. Точно так же давно было подмечено, что золото, намываемое из россыпей, содержит меньше серебра, чем золото из коренных месторождений.

В россыпях провинции Виктория (Австралия) были найдены самые крупные самородки в мире: «Прия́тный незнакомец», весом 59,67 кг (1858 г.) и «Желанный», весом 68,08 кг (1869 г.). В Миасском районе (Ю. Урал) из россыпи, по притоку р. Б. Ирмель, в 1842 г. был найден самый крупный у нас самородок золота весом 35 кг.

Минимальное промышленное содержание золота в коренных рудах колеблется в пределах от 1 до 10 г/т, т. е. от 0,0001 до 0,001 % (в зависимости от масштабов месторождений и экономических условий их освоения).

группа железа-платины

железо - Fe

платина - (Pt, Fe, Pd)

Железо - Fe



Химический состав. Согласно имеющимся данным химических анализов теллурическое железо является почти чистым железом с незначительными примесями: Ni — до 0,6, иногда до 2 %, редко больше; Co — до 0,3 %; Cu — до 0,4 %; Pt — до 0,1 %.

Для метеоритного железа характерны заметные примеси Ni, в камасите около 7 %, а в тэните (Fe,Ni), кристаллизующемся в структурном типе меди от 24 до 48 %.

Сингония кубическая; гексооктаэдрический в. с. **Формы выделения.** В кристаллах, и притом очень мелких, встречается крайне редко. Обычно наблюдается в виде мельчайших неправильной формы зерен, реже образует более крупные скопления. **Цвет** железа стально-серый, в полированных шлифах металлически-белый. **Черта** блестящая стально-серая. **Блеск** в свежем изломе металлический. **Твердость** 4-5. Обладает ковкостью. **Спайность** наблюдается по {100}. **Уд. вес** 7-7,8. **Прочие свойства.** Обладает резко выраженной магнитностью (тэнит, наоборот, лишь слабо магнитен).

Платина - (Pt,Fe,Pd)



Название пошло от исп. *platina* — уменьш. от *plata* (серебро), т. е. серебрецо, серебришко. Чистая платина встречается весьма редко, большинство образцов представлено железистой разновидностью поликсомом. Название поликсому дано по обилию изоморфных примесей. Платина, представленная поликсомом, является наиболее распространенным в земной коре из минералов платиновой подгруппы.

Химический состав. Pt 80-88 %, постоянно присутствует Fe - до 9,2 % Из других изоморфных примесей устанавливаются: Pd — 0,1-2,0 %, иногда до 21 % — палладистая платина; Ir - до 7 % - иридная платина; Rh — 0,1-0,5 %, иногда до 4-5 % — родистая платина; Cu — до 0,8 %; Ni — следы до десятых долей процента, иногда в весьма существенных количествах — никелистая платина.

Платина

Сингония кубическая; гексооктаэдрический в. с. **Кристаллическая структура** плотноупакованная кубическая — атомы в узлах гранецентрированной кубической решетки (тип Cu). **Облик кристаллов.** Обычно наблюдается в виде неправильной формы зерен. Редко встречающиеся мелкие кристаллы большей частью имеют кубическую форму. Известны кристаллы поликсена скелетного развития.



Агрегаты. Отдельные зерна самородной платины, встречающиеся в рудах, часто группируются в мелкие кучки, иногда образуя сплошные массы - самородки. Самый крупный самородок, встреченный в коренных месторождениях Урала, весил 427,5 г. Самородки, находимые в россыпях, достигали размера 10 × 18 см и веса 8-9 кг.

Цвет поликсена от серебряно-белого до стально-черного. **Черта** металлическая стально-серая. **Блеск** металлический.

Твердость 4-4,5, у богатых иридием разностей — до 6-7. Обладает ковкостью. Излом крючковатый. **Спайность** обычно отсутствует. **Уд. вес** - 15-19. Чистая платина немагнитна, но такие зерна крайне редки. Поликсен обладает магнитностью. Хорошо проводит электричество.

Происхождение. Минералы платиновой группы в большинстве случаев встречаются в типичных магматических месторождениях, генетически связанных с ультраосновными изверженными породами. Эти минералы в рудных телах выделяются в числе последних (после силикатов и окислов) в моменты, отвечающие гидротермальной стадии магматического процесса. Минералы платины, бедные палладием (поликсен, иридистая платина и др.), встречаются в месторождениях среди дунитов – оливиновых бесполевошпатовых пород, богатых магнием и бедных кремнеземом. При этом парагенетически они чрезвычайно тесно связаны с хромшпинелидами – оксидами сложного состава: $(Fe,Mg)(Cr,Al,Fe)_2O_4$.

Палладистая и никелепалладистая платина преимущественно распространены в основных изверженных горных породах (норитах, габбро-норитах) и ассоциируют обычно с сульфидами: пирротин $(Fe_{1-x}S)$, халькопирит $(CuFeS_2)$ и пентландит $-(Fe,Ni)_9S_8$.

В экзогенных условиях в процессе разрушения коренных месторождений и пород образуются платиноносные россыпи. Большинство минералов подгруппы в этих условиях химически стойко.

Применение. Главнейшими ценными свойствами платиновых металлов являются трудноплавкость, электропроводность и химическая стойкость. Эти свойства обуславливают использование металлов этой группы в химической промышленности (для изготовления лабораторной посуды, в производстве серной кислоты и пр.), электротехнике и других отраслях промышленности. Значительные количества платины расходуются в ювелирном и зубоврачебном деле. Важнейшую роль платина играет в качестве материала поверхности катализаторов в переработке нефти.

1.2. Класс неметаллы

группа серы

сера - S

группа углерода

алмаз - C

графит - C

Сера - S

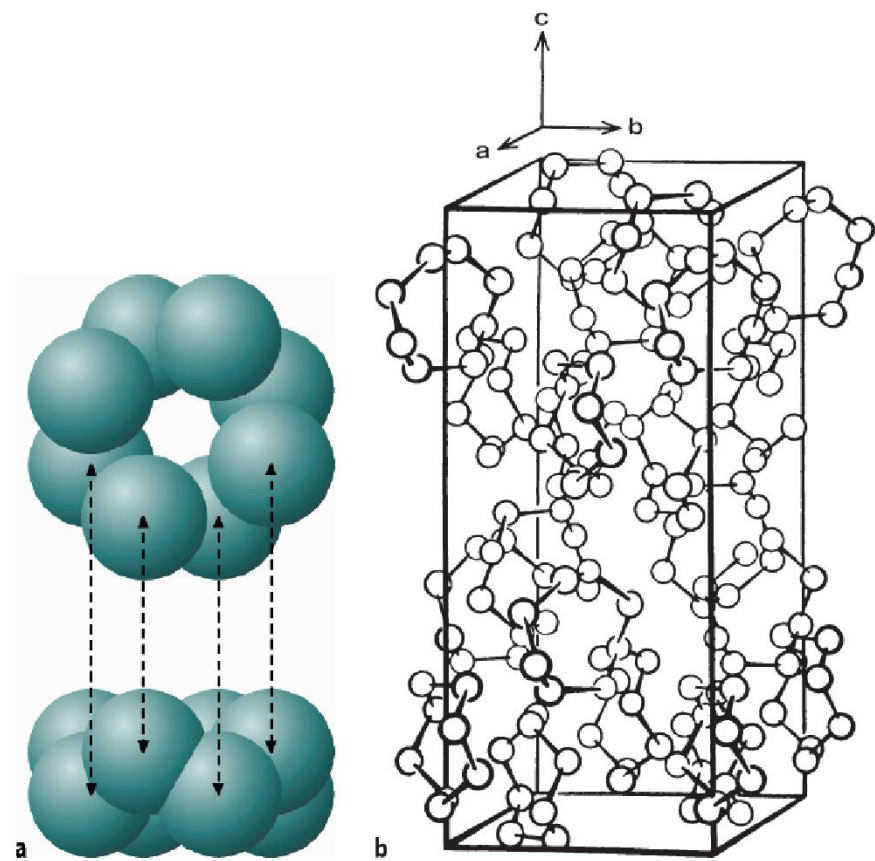
В природе существует три полиморфные модификации серы:
 α -сера (ромбическая сингония) - устойчивая в природных условиях;

β -сера (моноклинная сингония) - устойчивая при атмосферном давлении и $T > 96.5\text{ }^{\circ}\text{C}$

γ -сера (моноклинная сингония) - неустойчивая

Наиболее устойчивую при комнатной температуре **α -серу** называют обычноромбической или просто серой.

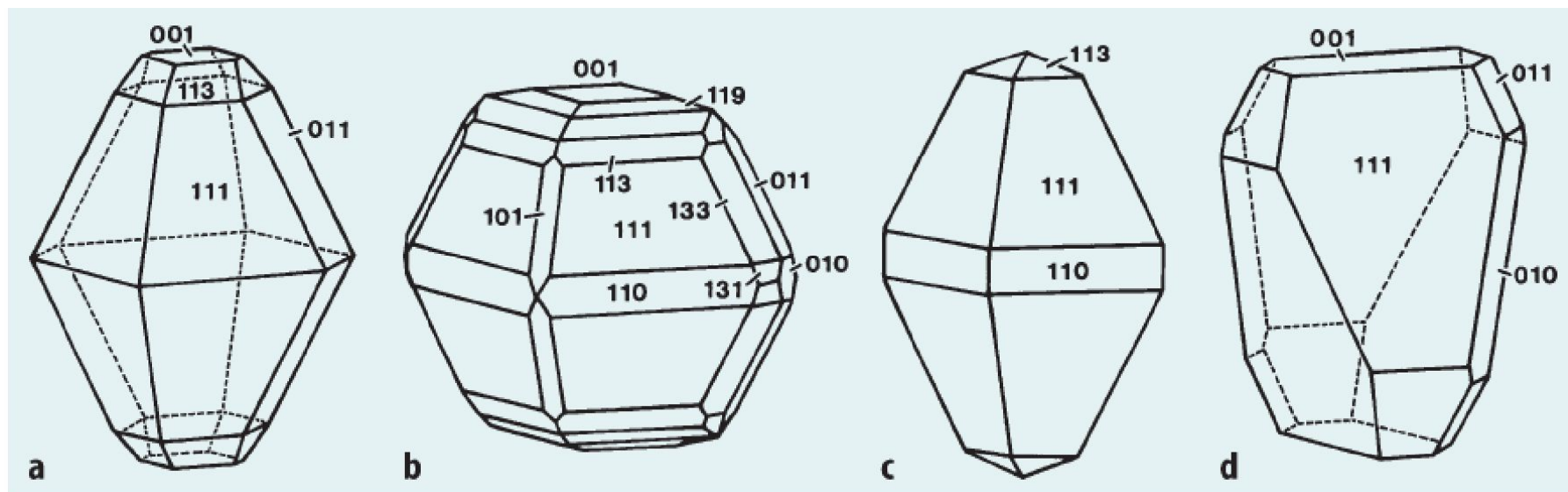




Химический состав. В ряде случаев устанавливается химически чистая сера, но обычно она бывает загрязнена посторонними механическими примесями: глинистым или органическим веществом, каплями нефти, газами и пр. Известны также редкие разновидности с изоморфной примесью Se обычно до 1 %, изредка до 5,2 % — селенистая сера, а также Te, иногда As и в исключительных случаях Tl.

Сингония ромбическая; ромбодипирамидальный в. с.

Облик кристаллов. Кристаллы чаще имеют пирамидальный или усеченно пирамидальный вид, реже ромботетраэдрический.



Сера



Сера



Сера



Сера



Сера. Шор-Су, Узбекистан. Кристаллы до 3 см

Агрегаты. Часто встречается в сплошных, иногда землистых массах. Изредка наблюдаются натечные почковидные формы и налеты (в районах вулканических извержений).

Цвет. У серы наблюдаются различные оттенки желтого цвета: соломенножелтый, медовожелтый, желтоватосерый, бурый и черный (от углеродистых примесей).

Черты почти не дает, порошок слабожелтоватый.

Блеск на гранях алмазный, в изломе жирный. В кристаллах просвечивает.

Твердость 1-2. Хрупка.

Спайность несовершенная по {001}, {110} и {111}.

Уд. вес 2,05-2,08.

Прочие свойства. Электропроводность и теплопроводность очень слабые (хороший изолятор). При трении заряжается отрицательным электричеством. Растрескивается от теплоты руки.

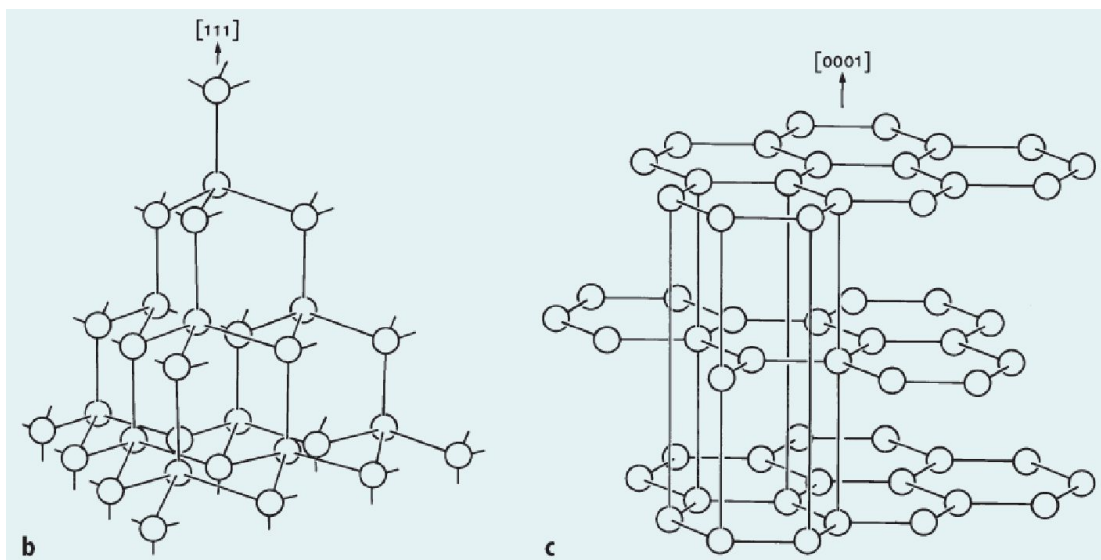
Диагностические признаки. Характерны цвет, низкая твердость, хрупкость, жирный блеск в изломе кристаллов и легкоплавкость.

Происхождение. Самородная сера встречается исключительно в самой верхней части земной коры и на ее поверхности. Образуется различными путями.

1. При вулканических извержениях, осаждаясь в виде возгонов на стенках кратеров, в трещинах пород, иногда изливаясь в расплавленном виде.
2. При разложении сернистых соединений металлов, главным образом пирита, в нижних частях зоны окисления рудных месторождений.
3. При разложении гипсоносных осадочных толщ. Часто наблюдается парагенезис самородной серы с гипсом, на разъеденных участках которого она образуется в виде кристаллических и порошковатых масс.
4. Осадочным (биохимическим) путем в нормальных осадочных породах, представленных обычно пластами, содержащими гипс, твердые и жидкие битумы (асфальт, нефть) и др. Этот тип месторождений широко распространен на земном шаре и имеет большое промышленное значение. Происхождение серы биохимическим путем связывают с жизнедеятельностью анаэробных бактерий, перерабатывающих сульфаты, в результате чего образуется сероводород, неполное окисление которого приводит к выпадению серы.

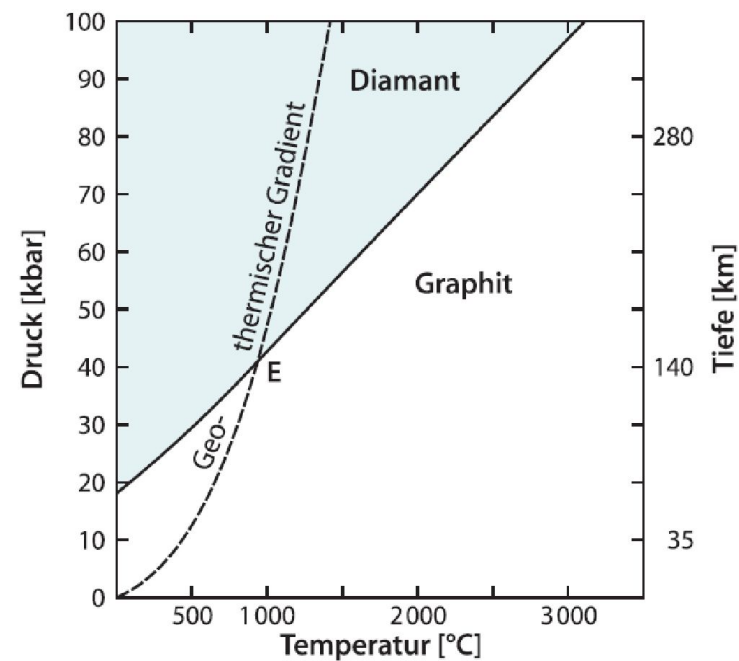
Практическое значение. Главное применение сера имеет в производстве серной кислоты, используемой во многих отраслях промышленности, затем в сельском хозяйстве (для борьбы с вредителями), в резиновом производстве (процесс вулканизации резины), при изготовлении спичек, фейерверков, красок и пр.

группа углерода



алмаз

графит



Алмаз

Название происходит от греч. адамас — непреодолимый. Разновидности: 1) *борт* — неправильной формы сростки и шаровидные лучистые агрегаты; 2) *карбонадо* — тонкозернистые пористые агрегаты, окрашенные аморфным графитом и посторонними примесями в буроваточерный цвет.

Химический состав. Бесцветные разновидности состоят из чистого углерода, достаточно распространены примеси азота и реже бора, приводящие к появлению желтого и розового оттенков соответственно. Густоокрашенные же и непрозрачные разновидности в несгораемом остатке, достигающем иногда нескольких процентов, обнаруживают SiO_2 , MgO , CaO , FeO , Fe_2O_3 , Al_2O_3 , TiO_2 и др. В виде включений в алмазах нередко наблюдается графит и некоторые другие минералы.

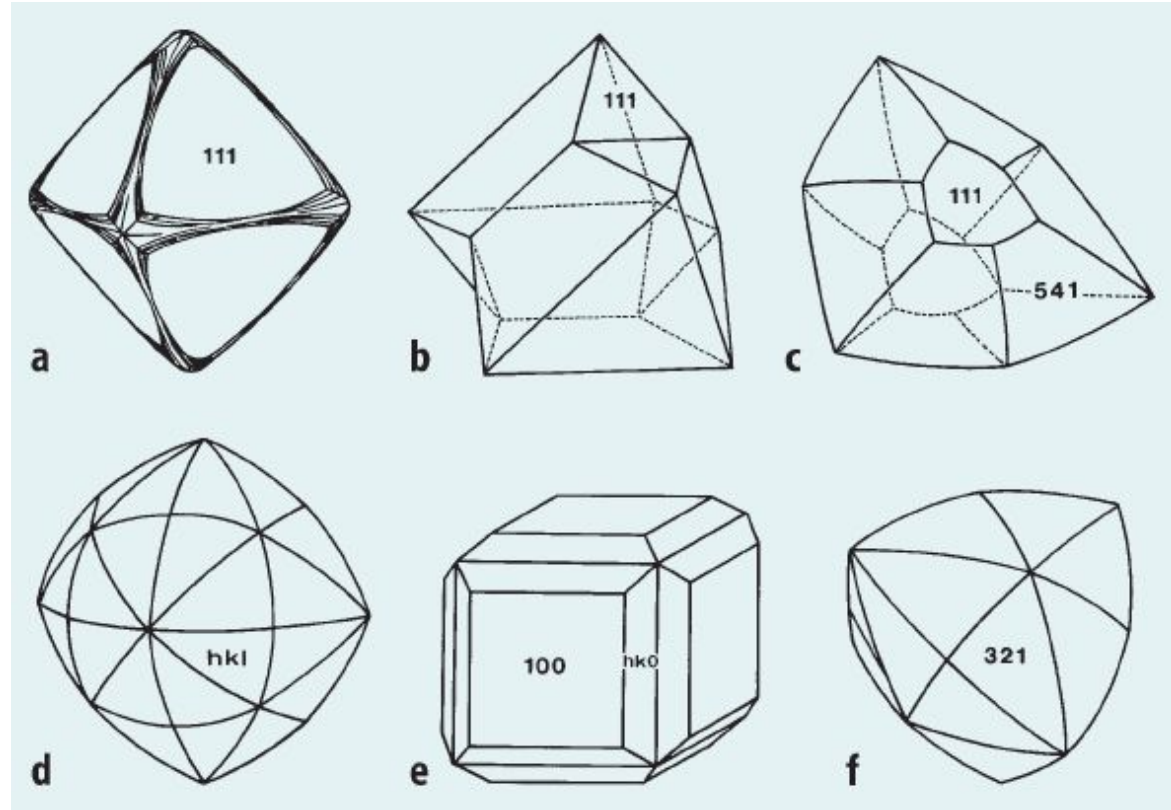


Морфология кристаллов алмаза

Облик кристаллов:

октаэдрический, менее обычен додекаэдрический; редко кубический и изредка тетраэдрический. Характерные формы: $\{111\}$, $\{100\}$ и $\{110\}$. Нередко устанавливаются кривогранные кристаллы, так называемые «додекаэдрониды» и «октаэдрониды».

Наблюдаются двойники сростания по (111), реже по (100).



Размеры отдельных кристаллов варьируют от мельчайших до очень крупных, весящих несколько сот и даже тысяч каратов (метрический карат равен 0,2 г). Крупнейшие кристаллы весили (в каратах): «Куллинан» — 3025, «Эксельзиор» — 969,5, «Виктория» — 457, «Орлов» — 199,6 и др.

Алмаз



фото Беляева В.А., музей МГУ

Алмаз

Цвет. Бесцветный водянопрозрачный или окрашенный в голубой, синий, желтый, розовый, бурый и черный цвета.

Блеск сильный алмазный.

Твердость 10. Абсолютная твердость в 1000 раз превышает твердость кварца и в 150 раз — корунда. Хрупок.

Спайность средняя по {111}.

Уд.вес 3,47-3,56.



фото с сайта <http://wiki.web.ru/>

Происхождение. Коренные месторождения генетически связаны с ультраосновными глубинными изверженными породами повышенной щелочности: кимберлитами, лампроитами и отчасти с перидотитами, и др. В этих породах кристаллизация алмаза происходит, очевидно, в верхней мантии, на больших глубинах в условиях высоких температур и давления, в восстановительной обстановке, при высоких давлениях углеводородного по составу флюида. Кимберлиты, по всей вероятности, служат лишь «средством доставки» алмазов из области их стабильной генерации к поверхности Земли. Необходимо отметить, что подъем материала из области стабильности алмаза к поверхности должен быть быстрым настолько, чтобы алмаз не успел графитизироваться, а остался бы в метастабильном состоянии.

Опыт синтеза алмазов указывает, что их образование может происходить и вне области стабильности (метастабильное зарождение и рост), в том числе и из флюидной (газовой) фазы. Это указывает на возможность роста кристаллов алмаза в кимберлитах в период извержения. В ассоциациях с алмазом наблюдались: графит, оливин, хромшпинелиды, ильменит, пироп, магнетит, гематит и др.

Практическое значение. Совершенно прозрачные алмазы после огранения применяются в ювелирном деле как драгоценные камни (бриллианты). Для технических целей употребляются мелкие алмазы, а также борт и карбонадо. Главным образом они используются в металлообрабатывающей, камнеобрабатывающей, абразивной и прочих отраслях промышленности.



6-18845
И
-ОВ
Л.А.

6-18025

«Кохинур» (старой огранки)

«Звезда юга»

Алма

«Санси»

«Регент» или «Питт»

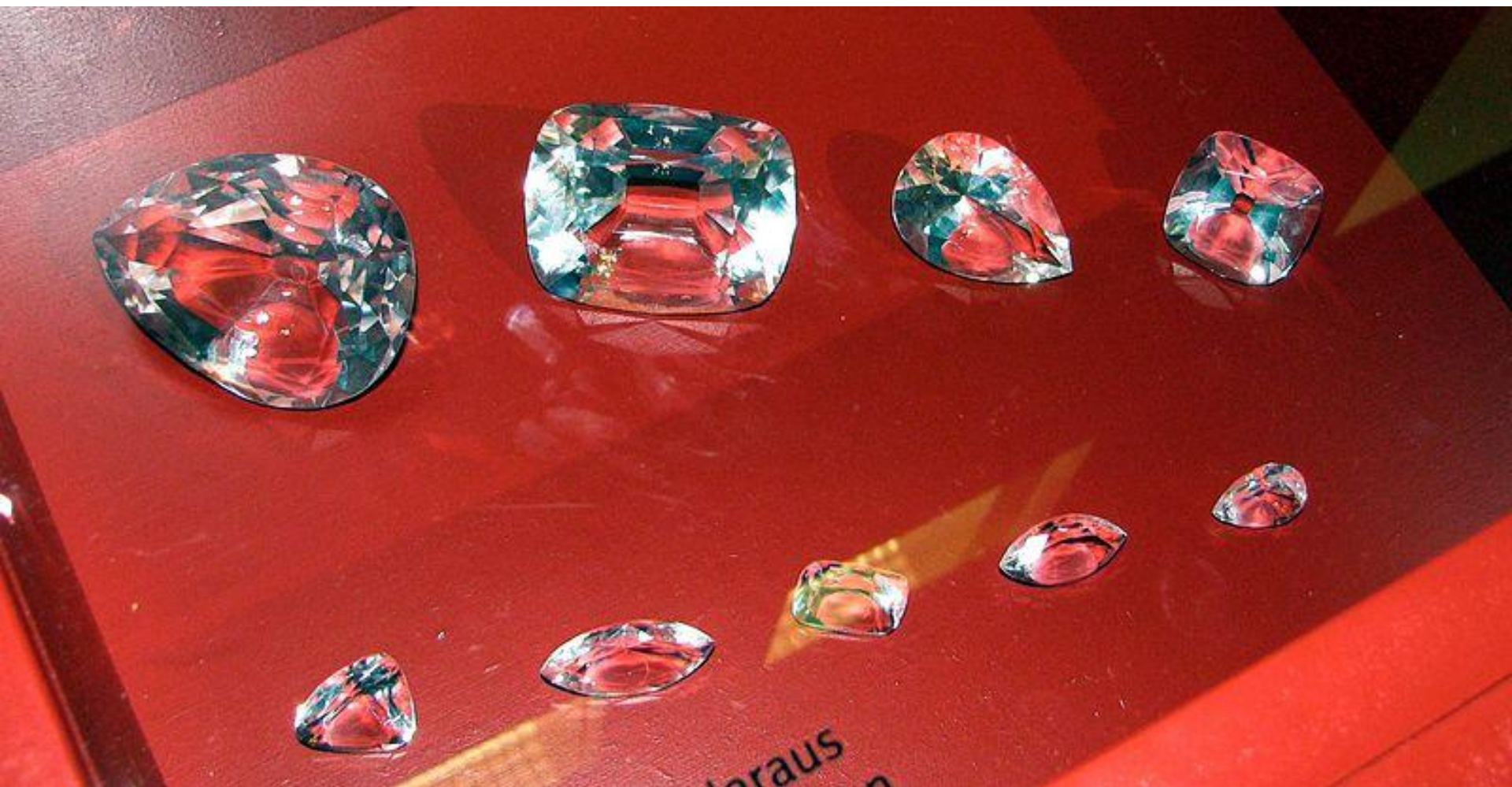
Из
сих пор
ве укр
как е
шли
«гер
ден
ве
е
т

«Орлов»

«Шах»

КОПИИ ИСТОРИЧЕСКИХ АЛМАЗОВ

Бриллианты, полученные из Куллинана



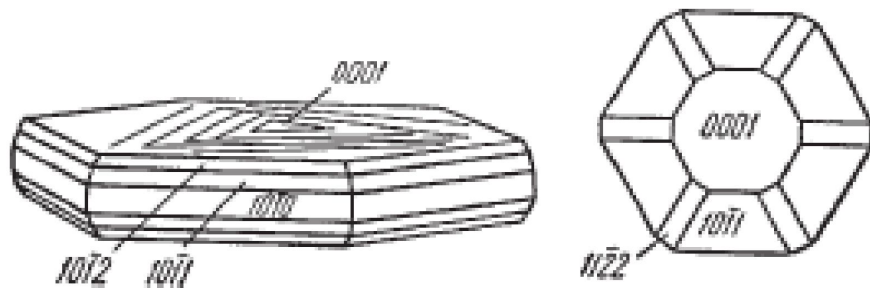
Графит - С



Сингония гексагональная;
дигексагональнодипирамидальный в. с.

Облик кристаллов. Хорошо образованные кристаллы встречаются крайне редко. Они имеют вид шестиугольных пластинок или табличек, иногда с треугольными штрихами на грани (0001).

Агрегаты часто тончешуйчатые. Реже распространены шестоватые или волокнистые массы.





Цвет графита железночерный до стально-серого.

Черта черная блестящая.

Блеск сильный металловидный; скрытокристаллические агрегаты матовые. В тончайших листочках просвечивает серым цветом.

Твердость 1. В тонких листочках гибок. Жирен на ощупь. Мажет бумагу и пальцы.

Спайность совершенная по {0001}.
Уд. вес 2,09-2,23 (изменяется в зависимости от степени дисперсности и наличия тончайших пор), у шунгита 1,84-1,98.

Прочие свойства. Обладает высокой электропроводностью.

Происхождение. В природе графит образуется при восстановительных процессах в условиях высоких температур. Встречается иногда среди *магматических* горных пород разнообразного состава, преимущественно щелочных. Источником углерода во многих случаях являются вмещающие углеродсодержащие горные породы. Известны случаи находок графита в *пегматитах*. Встречаются *метасоматические* месторождения на контактах известняков с изверженными породами, а также *жилые* месторождения крупнолистоватого графита. Широко распространены *метаморфические* месторождения графита, возникшие за счет каменных углей или битуминозных отложений в условиях регионального метаморфизма или под влиянием интрузий магмы.

Практическое значение. Графит применяется для самых различных видов производства: для изготовления графитовых тиглей, в литейном деле, производстве карандашей, электродов, для смазки трущихся частей, в красочной промышленности и др.