

В ПОМОЩЬ САМОДЕЯТЕЛЬНОСТИ
ПИОНЕРОВ И ШКОЛЬНИКОВ



Н. РАЗУМОВСКИЙ

КАК ОПРЕДЕЛЯТЬ МИНЕРАЛЫ

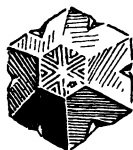
ДЕТГИЗ · 1953

*В помощь самостоятельности
пионеров и школьников*

*

Профессор
Н. К. РАЗУМОВСКИЙ

КАК ОПРЕДЕЛЯТЬ МИНЕРАЛЫ



ГОСУДАРСТВЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
ДЕТСКОЙ ЛИТЕРАТУРЫ
МИНИСТЕРСТВА ПРОСВЕЩЕНИЯ РСФСР
МОСКВА 1953 ЛЕНИНГРАД



Scan AAW

Всё ли вам понятно в описаниях работ, помогли ли вам наши советы, какие пособия вы хотели бы еще получить? Пишите нам по адресу: Ленинград, набережная Кутузова, 6, Дом детской книги Детгиза, сообщив свое имя, фамилию, возраст и адрес.



ВВЕДЕНИЕ

Что такое минералы и как их научиться отличать друг от друга?

Минералы — это природные вещества, из которых сложены „камни“, земная кора — та твердая основа, по которой мы ходим.

Рассматривая любой осколок твердой земной породы, вы видите, что он состоит либо из одного вещества, одного минерала, как, например, известняк, или же из нескольких, как кусок гранита. В граните можно разглядеть участки светлого вещества — обычно розового цвета — полевого шпата; серого вещества, блестящего как стекло, — кварца и белые или темные пластинки слюды. Все эти составные части пород — природные вещества и являются минералами. Минералов в природе известно более двух тысяч. Но важнейших и часто встречающихся всего несколько сот.

Некоторые минералы широко распространены и могут быть встречены в любой местности. Таковы полевые шпаты, кварц, из которых часто сложены булыжники наших мостовых. Другие, — наоборот, редки, встречаются только в определенных местах нашей Родины, и их надо искать так, как ищут грибы или ягоды. Поиски минералов, охота

за ними — увлекательное дело, и тот, кто научился этому, может принести Родине большую пользу.

Мы хотим помочь тем любителям природы, которые будут бродить по полям и берегам рек и собирать коллекцию минералов. Такая коллекция явится хорошим пособием для школы, а работа по собиранию, определению минералов и составлению коллекции разовьет зрение, научит видеть существенное в камнях и даст много полезных знаний об окружающей природе.

Как собирать минералы, где их искать, — об этом здесь не сказано.¹ Наше пособие преследует цель научить определять минералы, — узнать название и состав минерала по его наружным свойствам.

При испытании минерала нам придется коснуться науки химии. Если читатель еще с ней не знаком, он должен будет почерпнуть химические сведения из попутных разъяснений, даваемых в этой книжке. Но лучше всего, конечно, заглянуть в какой-либо школьный учебник химии.

Только немногие минералы, как, например, самородное золото или сера, состоят из одной составной части, из одного элемента. Большинство же состоит из нескольких химических элементов, которых в природе известно около ста.

Формулы минералов в таблицах указывают на химический состав каждого минерала. Элементы, входящие в состав минералов, иногда связаны прочно, так что вещество при нагревании не меняется. Таков, например, кварц, состоящий из двух элементов — кремния и кислорода. Но иногда вещество минерала не так прочно и при нагревании — а бывает даже просто при растирании или при действии кислот — разлагается. Это становится заметно по изменению его окраски, по выделению газов, по тому, как исчезает минерал. Например, сера при нагревании на свечке загорается и горит синим пламенем, выде-

¹ О том, как и где собирать минералы, рассказано в книгах: А. Е. Ферсман. — Занимательная минералогия. Детгиз, 1953, В. Барabanов. — Как собирать минералы и горные породы. Детгиз, 1952.

ляя газ с едким запахом. Минерал сфалерит от капли соляной кислоты, разбавленной вдвое водой, выделяет газ, пахнущий тухлыми яйцами, — сероводород. Эти испытания легко произвести. Они дают возможность выяснить, правильно ли вы определили минерал по внешним его признакам. Такие испытания минералов необходимы, и они приведены в таблицах. Как их производить, — дальше объяснено.

НАРУЖНЫЕ ПРИЗНАКИ МИНЕРАЛОВ

Наружные признаки минералов — это величина и форма минеральных зерен, характер их сочетаний, кристаллографические свойства (симметрия, спайность), блеск, цвет и цвет черты.

Величина кристаллических зерен чаще всего невелика. Поэтому следует употреблять лупу; она даст возможность видеть такие мелкие кристаллы и особенности их строения — спайность, излом, — которые недоступны простому глазу. Лупу лучше всего употреблять такую, которая увеличивает в десять раз (десятикратную). Хотя лупа очень просто устроена, всё же необходимо приобрести некоторый навык, чтобы ее употреблять с наибольшей пользой.

Во-первых, надо позаботиться, чтобы та часть образца, которую вы хотите осмотреть, была чиста. Лучше всего даже вымыть его водой. Образец держите в левой руке так, чтобы он был сильно освещен, а лупу — в правой. Уперев мизинец правой руки в образец так, чтобы расстояние между лупой и минералом было закреплено, приблизьте образец и лупу к глазу до ясного видения. Старайтесь лупу держать у самого глаза, но так, чтобы не закрывать падающий на образец свет (рис. 2).

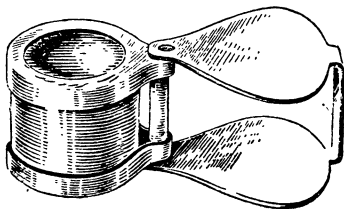


Рис. 1. Лупа минералогическая

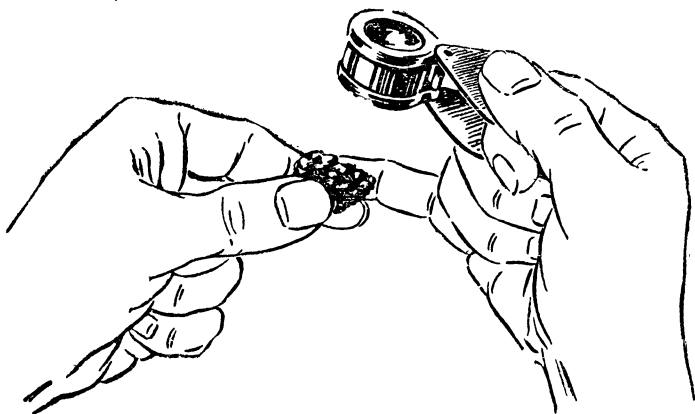


Рис. 2. Как держать лупу и образец.

Чтобы усвоить все эти указания, необходима некоторая практика. Когда прием усвоен, лупа становится необходимым прибором минералога. Следует еще добавить, что при дневном свете рассматривать мелкие детали лучше, чем при любом искусственном освещении.

ВЕЛИЧИНА И ФОРМА МИНЕРАЛЬНЫХ ЗЕРЕН

При взгляде на образец минерала вы чаще всего увидите, что он состоит из отдельных кусочков (зерен) разной величины и формы. В пределах одного зерна мы не видим границ или изменений вещества, и зерно нам кажется однородным. Между отдельными зернами видна граница их соприкосновения, иногда резко, иногда же едва заметно.

Однородные участки минерала могут быть разной величины: есть кристаллы-гиганты размером в дециметры и даже метры, но чаще они мелки—в несколько сантиметров, миллиметров и даже меньше. Изучая физические свойства минерала, надо их на-

блюдать в одном зерне, а это при мелких зернах представляет собой подчас трудную задачу. Вот тут-то лупа совершенно необходима. Зернистость считают „средней“ или „нормальной“, если зернышки имеют размеры 1—10 мм; если зерно меньше 1 мм, — оно называется „мелким“.

Форму зерен изучает наука кристаллография.

Если минеральное зерно росло в благоприятных условиях, то оно огранено естественными плоскостями, образуя кристаллы. В этом случае можно по форме кристалла догадаться и о веществе и о самом минерале. Кристаллы могут быть симметричны. Всего выделяют по симметрии семь систем.

1. **Кубическая.** Кристаллы — кубы (табл. I, рис. 1), октаэдры (восьмигранники) (табл. I, рис. 4), ромбододекаэдры (имеют двенадцать граней, в виде ромбов одинакового размера) (табл. I, рис. 7), пентагондодкаэдры (табл. I, рис. 5) (имеют двенадцать

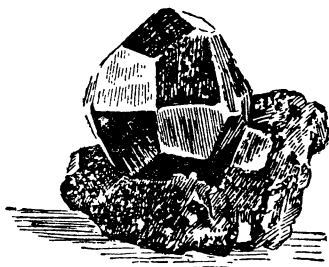


Рис. 3. Кристалл граната.

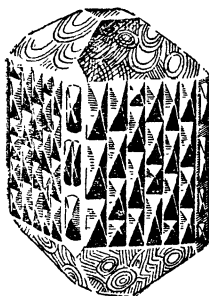


Рис. 4. Везувиан с реки Вилуй („вилунит“).

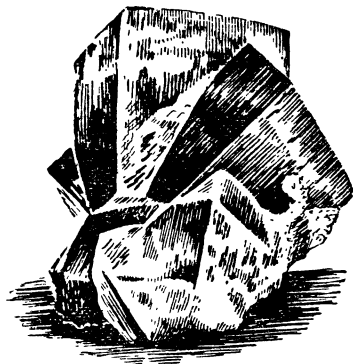


Рис. 5. Флюорит — группа кристаллов.

одинаковых граней. в виде пятиугольника), тетраэдры (четыре треугольных грани), а также встречаются комбинации всех этих простых форм в одном кристалле (табл. I, рис. 8, 9).

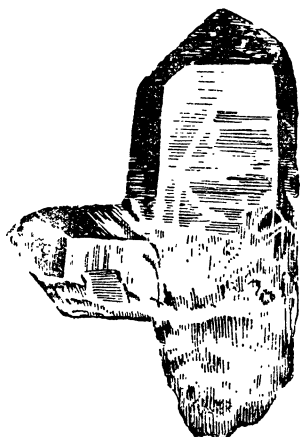


Рис. 6. Двойник кварца.

2. **Тетрагональная.** Кристаллы — призмы или пирамиды, сечение которых — квадрат (табл. I, рис. 11 и 12).

3. **Гексагональная** — призмы или пирамиды с сечением шестиугольным (табл. II, рис. 1, 2, 4).

4. **Тригональная** — призмы и пирамиды с сечением треугольным (табл. I, рис. 15 и 16); сюда же относится ромбоэдр, который можно представить себе в виде куба, вытянутого или сжатого по диагонали (табл. I, рис. 14).

5. **Ромбическая** (табл. II, рис. 5, 6).

6. **Моноклинная** (табл. II, рис. 7—10).

7. **Триклинная** (табл. II, рис. 15, 16), где нет правильных многогранников с одинаковыми гранями.

Если кристалл рос в стесненных условиях, то грани могут быть неправильными и формы его трудно определимы. Как говорят, тогда кристалл имеет „вынужденную“ форму. Но и в этом случае иногда можно сделать догадки о симметрии кристаллического вещества. Этому помогает изучение внешнего облика кристаллического зерна и спайности.

По длине, ширине и толщине зерна можно выделить четыре типа внешнего вида (облика) зерен:

1. В минеральном зерне длина, ширина, толщина примерно одинаковы (облик **изометрический**).

2. Длина зерна резко больше, чем ширина и толщина (облик **удлиненный** или **столбчатый**).

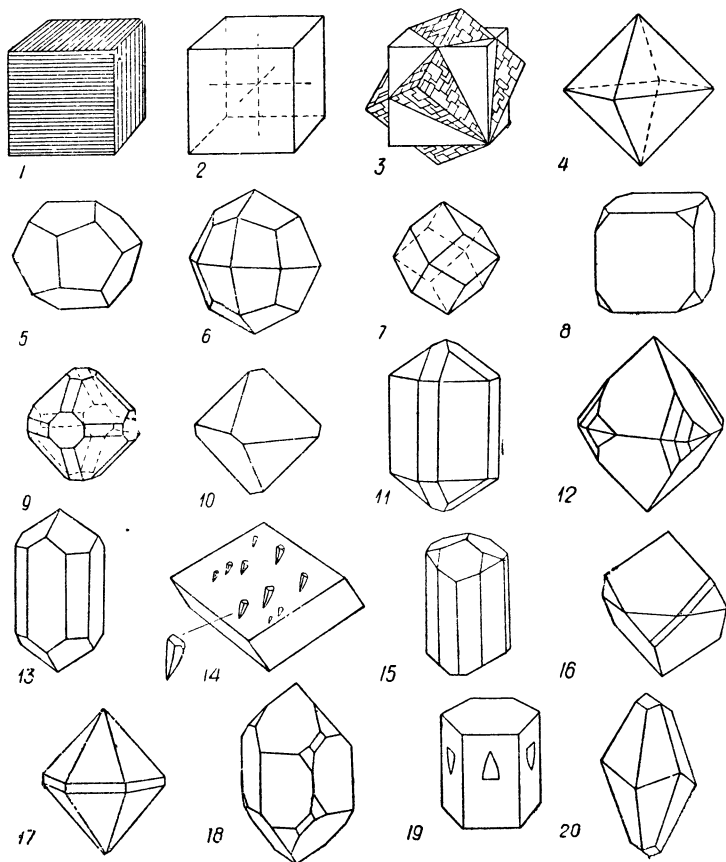


Табл. I. 1—куб со штриховкой, пирит; 2—галит; 3—прорастание кубов, флюорит. Узор нарастания граней. 4 — октаэдр, магнетит; 5 — пентагон-додекаэдр, пирит; 6 — тетрагон-триоктаэдр, лейцит; 7—ромбододекаэдр, гранат; 8—галенит; 9—галенит (другое развитие форм); 10—халькопирит; 11—циркон; 12—шеселит; 13—рутил; 14—доломит; 15—турмалин; 16—киноварь; 17—кварц высокотемпературный; 18—кварц низкотемпературный; 19 и 20—кальцит.

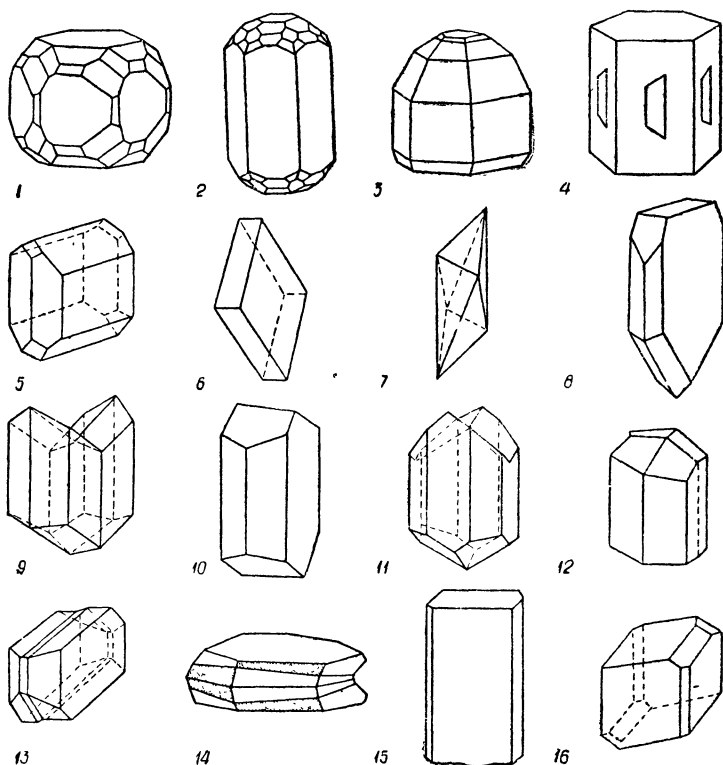


Табл. II. 1, 2—апатит; 3—берилл; 4—апатит; 5—целестин; 6—барит; 7—арсенопирит; 8—каламин; 9—срастание двух кристаллов („двойник“) гипса; 10—ортоклаз; 11—срастание двух кристаллов авгита; 12—то же у роговой обманки; 13—двойники у полевых шпатов; 14—двойники у плагиоклазов; 15—дистен, досковидный кристаллы; 16—аксинит.

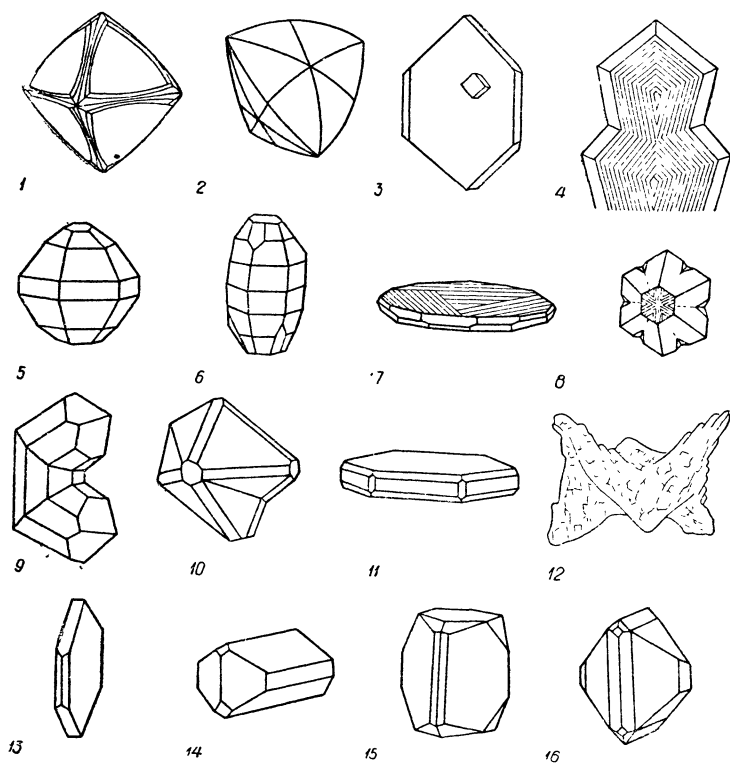


Табл. III. 1, 2—кристаллы алмаза; 3—кристалл марказита с наросшим кубиком пирита; 4—марказит; 5—карналлит; 6—корунд; 7—гематит; 8—сложный сросток кристаллов хризоберилла; 9—коленчатый двойник рутила; 10—двойник касситерита; 11—таблитчатый кристалл кальцита; 12—седлообразноизогнутые грани ромбоэдра у доломита и сидерита; 13—барит; 14—целестин или барит; 15, 16—топаз.

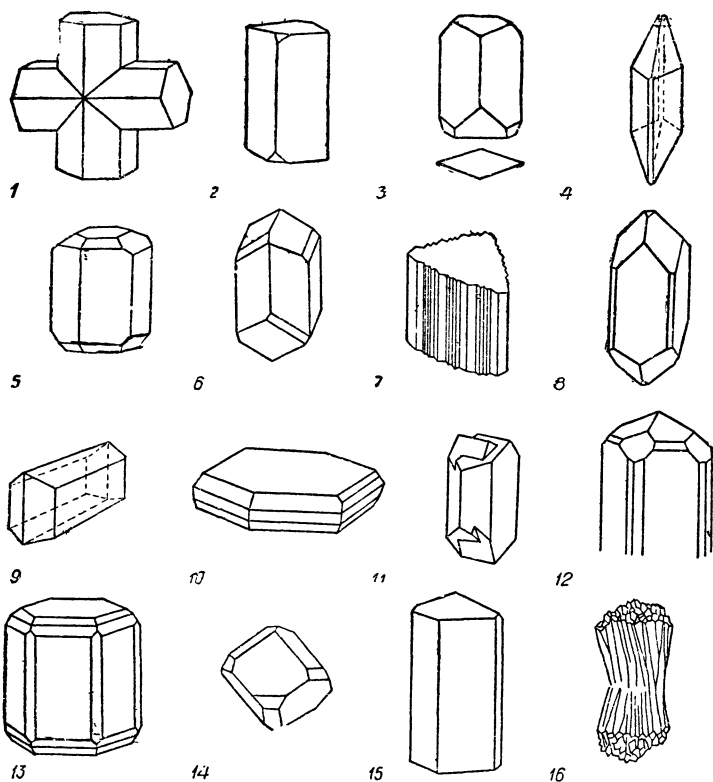


Табл. IV. 1—крестообразный двойник ставролита; 2—андалузит; 3, 4—сфен; 5—кордирит; 6—диоптаз; 7—турмалин; 8—диопсид; 9—эпидот; 10—клинохлор; 11—срастание двух кристаллов ортоклаза; 12—скаполиты; 13—нефелин; 14—хабазит; 15—натролит; 16—десмин.

3. Длина и ширина зерна близки друг к другу, а толщина резко меньшая (облик **укороченный** или **таблитчатый**).

4. Толщина зерна резко меньше (более чем в два раза) ширины, а ширина резко меньше (более чем в два раза) длины (облик **досковидный**).

Спайностью называется способность минерала при расколе давать правильные кристаллические плоскости. Не все минералы одинаково легко проявляют это свойство. У некоторых — у слюды, свинцового блеска — спайность совершенная, у других (полевые шпаты) — слабее. Но там, где она проявлена, можно выколоть кристаллы (или только мысленно их выделить) и определить симметрию. Например, свинцовый блеск дает кубики, а у слюды — одно-единственное направление совершенной спайности.

Если у минерала спайности нет, то наблюдают раскол или излом. Он бывает: ровный (у халцедона), раковинный (у стекла, кварца), занозистый (у роговой обманки).

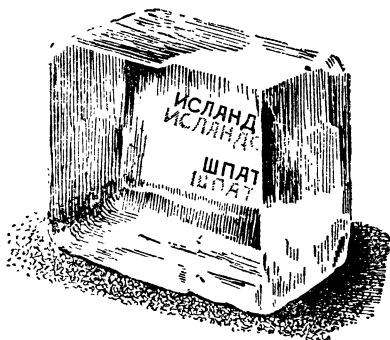


Рис. 7. Исландский шпат.

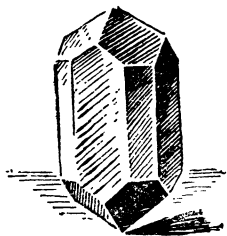


Рис. 8. Кристалл циркона.



Рис. 9. Агат, полосатый халцедон.

ХАРАКТЕР СОЧЕТАНИЙ ЗЕРЕН МИНЕРАЛОВ

Зерна сочетаются по-разному. Чаще всего бывает так, что зерна плотно прижаты друг к другу, заполняя весь объем; тогда говорят, что агрегат зернистый. Иногда зерна растут в пустотах, давая группы кристаллов, или друзы. Иногда происходит отложение из растворов, или натеки. К натекам относятся, например, сталактиты и сталагмиты, также оолиты (рис. 10).

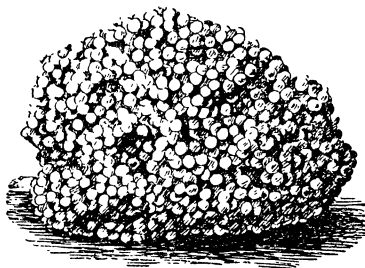


Рис. 10. Оолиты минерала арагонита („гороховый камень“).

Если зерна малы и неразличимы глазом даже в лупу, — такое строение называется скрытокристаллическим.

БЛЕСК

Блеск — один из важных отличительных признаков минералов.

Он бывает трех видов:

1) **металлический**, подобный блеску свежей поверхности металла;

2) **металлоидный**, такой, как у потускневшей поверхности металла.

3) **блеск неметаллический**, например, как у стекла.

Блеск надо определять по свежей поверхности минерального зерна. Если зерно мало, — прибегайте к помощи лупы.

Неметаллические блески имеют разновидности: **жирный** или **алмазный** (алмаз, цинковая обманка, сера), **стеклянный** (у большинства минералов), **тусклый** (халцедон).

Некоторые блески характерны и вызываются особенностью строения: **шелковый** — у волокнистых минералов, **жемчужный** или **перламутровый** — у мине-

ралов с пластинчатой спайностью (слюда), **матовый** — у землистых и плотных минералов.

Качество блеска не зависит от цвета и может сочетаться с любым цветом. Но с прозрачностью блеск связан более тесно: минералы с металлическим блеском непрозрачны и дают черную или непрозрачную металлическую черту. Минералы полуметаллического блеска более проницаемы для света, но всё же плохо прозрачны, и черта у них черная или чернобурая, чернокрасная, густо окрашенная. Минералы неметаллического блеска прозрачны в большей или меньшей степени и черту имеют белую, светлую или яркоокрашенную, но без черноты в тоне окраски.

ЦВЕТ МИНЕРАЛА И ЦВЕТ ЧЕРТЫ

Цвет минерала надо наблюдать на свежих изломах, потому что поверхность минерала со временем тускнеет и покрывается тонкой пленкой нового вещества, имеющего свой особенный цвет, не свойственный минералу. Эта пленка называется побежалостью.¹ Поэтому поверхность минерала надо предварительно поскоблить или отбить от него кусочек.

Если окраска минерала зависит от его химического состава, то она всегда одна и та же и является постоянным признаком минерала (зеленый цвет малахита зависит от присутствия в нем элемента меди). Но иногда окраска зависит от примеси или от особенности расположения атомов в структуре. Такая окраска непостоянна. Это усложнение приводит к тому, что окраска только изредка является постоянным признаком минерала. Всё же для ряда минералов она может быть характерна. В определительных таблицах перечислены все возможные окраски того или другого минерала.

¹ В таблицах цвета побежалости обозначены буквой „П“.

На цвет минерала влияет строение поверхности зерна, и эта зависимость создает дополнительные изменения цвета. Чтобы точнее определить цвет минерала, его следует превратить в порошок, истолочь и растереть в ступке. Тогда цвет минерала приобретет большую ясность. Например, бледные окраски при этом исчезнут, и лучше выявится основной цвет. Минералы металлического блеска при этом потеряют свой блеск, станут матовыми и обычно черными, так как их вещество непрозрачно. Минералы неметаллического блеска, наоборот, обнаружат более светлый цвет порошка, чем самого кристалла.

Технически порошок вы можете получить очень просто, — царапая минералом неглазировавшую поверхность фарфоровой пластинки или любой фарфоровой площадки („бисквит“). Минерал, если его твердость ниже, чем у фарфора (6—6,5 по шкале твердости), оставляет на фарфоре след, — пишет на нем. Полученная таким образом черта имеет цвет порошка минерала.

Сокращенно этот прием называют определением цвета черты или, еще короче, „чертой“.

В таблицах цвет черты указывается в знаменателе. Просматривая их, легко заметить, что цвет черты гораздо постояннее, чем цвет самого минерала.

ПРОСТЕЙШИЕ ИСПЫТАНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МИНЕРАЛА

Характер сцепления мельчайших частиц в минерале лучше всего узнать, разбив маленький его кусочек молоточком на наковаленке. При этом минерал в редких случаях куется, обнаруживая свойства типичного металла (золото, свинец), чаще крошится с большей или меньшей легкостью. Иногда минерал хотя и крошится, но ребра и острые углы, раньше чем развалиться, сминаются, обнаруживая следы ковкости. В этом случае царапина ножом на

минерале не дает крошек, а делает глубокую вмятую канавку, иногда, как у халькозина, с сильным металлическим блеском. В этом случае говорят, что минерал имеет следы ковкости.

При раздавливании минералы с хорошей спайностью распадаются на мелкие крупинки, ограниченные кристаллическими, ровными и блестящими плоскостями. Сами крошки оказываются похожими на кристаллы. Так, для галенита, галита, ангидрита характерны крупинки — кубы или прямоугольные брусочки. Для флюорита — крошки в виде октаэдров и тетраэдров с притупленными углами (но не ребрами). Подобные же обломки и у шеелита. Сфалерит дает в осколках брусочки или шестигугольные таблички, по уголкам с косыми площадками.

Если минерал спайности не имеет, то и крошки его не имеют граней, а ограничены неправильными поверхностями. Для стеклоподобных веществ характерны валики, образующие излом, называемый „раковинным“, из-за некоторого сходства с поверхностью раковины. У минералов скрыто кристаллического строения, как, например, у халцедона, излом ровный.

Твердость. Более твердый минерал своим острием проводит ясную царапину на более мягком, а более мягкий на более твердом такой царапины не дает. Если же черта всё-таки появляется, — значит, минералы имеют одинаковую твердость.

Твердость определяется сравнением испытываемого минерала с десятью минералами шкалы твердости.

Шкала твердости

№ 1	Тальк
№ 2	Гипс
№ 3	Кальцит
№ 4	Флюорит
№ 5	Апатит
№ 6	Ортоклаз
№ 7	Кварц

№ 8	Топаз
№ 9	Корунд
№ 10	Алмаз

Игла из чистого алюминия (мягкого, который идет на электрические провода) царапает тальк и гипс, но пишет, оставляя серую черту, на грани кальцита (твердость ее 2). Медная игла (из чистой красной меди) имеет твердость 3, так как частью пишет, частью процарапывает плоскость спайности кальцита. Острие из мягкого железа (например, гвоздь) находится в таком же соотношении с флюоритом, его твердость 4. Игла стальная имеет твердость 5 $\frac{1}{2}$; такая же примерно твердость у перочинного ножа и у лезвия безопасной бритвы. Так как правильное определение твердости очень важно, то надо достать себе шкалу твердости, сделать набор иголок и научиться на известных минералах (например, тех же минералах из шкалы) уверенно определять твердость с точностью до единицы шкалы твердости.

ПЛОТНОСТЬ И УДЕЛЬНЫЙ ВЕС МИНЕРАЛОВ

Плотностью называется вес в граммах одного кубического сантиметра минерала, а его удельным весом — отношение веса минерала к весу воды того же объема. Плотность и удельный вес выражаются одними и теми же числами. Удельный вес в больших кусках чувствуется прямо на руку, и всякий даже без тренировки скажет, что кварц — легкий или, вернее, средней легкости камень, а железная руда (магнетит) — тяжелый камень: кварц имеет плотность 2,65, а магнетит почти в два раза больше (5,0). Для определения удельного веса с точностью до 0,1 лучше всего сделать простые неравноплечные весы (рис. 11).

На ровно выструганной деревянной подставке укрепите деревянную стойку с прорезью, ориентированной по длине доски. Еще лучше, если вместо

прорези вы прикрепите из листового железа две щечки, в которых надо ровно пробить два круглых отверстия, — для оси неравноплечного коромысла, сделанной из гвоздя. Длинное плечо коромысла должно иметь длину 20—25 см. Нанесите на нем деления — сантиметры, причем счет должен идти от оси. Узкий конец оси будет качаться в прорези, ограничивающей его движение. Вместо прорези в левой стойке можно просто вбить два гвоздя.

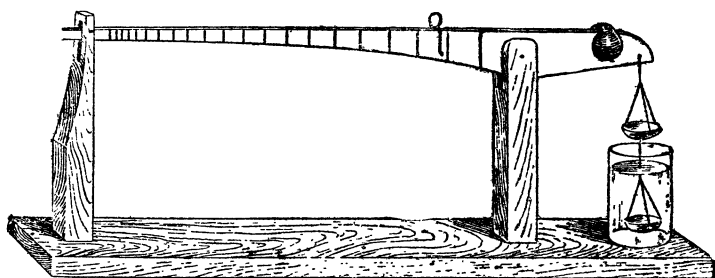


Рис. 11. Самодельные весы для определения удельного веса минералов.

Правое плечо коромысла должно быть в четыре-пять раз короче и на оси иметь две чашечки. Одна находится на воздухе, а другая всегда в стакане с хорошо прокипяченной водой. Весы должны быть уравновешены; для этого на коротком конце укрепите свинцовую пластину, добиваясь примерного равновесия. Кроме того, из алюминиевой проволоки сделайте небольшой рейтер, двигая который по длинному рычагу, добейтесь возможно более точного равновесия. Такое точное равновесие время от времени будет нарушаться (из-за перемен температуры, влажности), поэтому рейтер будет нужен всегда. Потом изготовьте из железной проволоки довольно большую подвеску, в виде латинского S, и еще несколько (до десятка) таких же или меньшего размера проволочек-подвесок разного веса.

После того как весы вы приведете в равновесие, положите небольшой кусок минерала на верхнюю чашку весов. Разумеется, длинное плечо весов поднимется кверху до упора. Теперь подвесьте к длинному плечу коромысла наш основной крючок S по возможности дальше от оси. Желательно, чтобы его вес был таков, что правая часть перетягивала. Усиливая вес левого плеча добавочными подвесками, вы найдете момент, когда левое плечо опустится. Теперь, осторожно подвигая всю систему подвесок к оси (при этом следите, чтобы не сдвинулся рейтер), найдите такое положение, когда весы придут в равновесие. Запишите (в сантиметрах и миллиметрах) длину рычага, которая в условных единицах даст вам вес минерала в воздухе. Обозначим его А.

Снимите кусок минерала с весов. Затем опустите его в стакан с кипяченой водой. Чтобы удалить прилипший к минералу воздух, протрите минерал под водой зубной щеткой. Можно также минерал прокипятить в жестяной кружке. Это будет надежнее.

Когда вы добились того, что минерал полностью смочен водой, перенесите его мокрым на нижнюю чашку весов. Естественно, в воде он окажется легче и коромысло опустится в левую сторону.

Передвигая теперь систему подвесок ближе к оси, найдите такое место, когда весы снова придут в равновесие. Отсчитайте опять расстояние от оси весов до точки подвеса системы крючков. Это будет вес минерала в воде, выраженный в тех же условных единицах, что и раньше. Пусть этот вес будет В.

Вес воды в объеме минерала будет равен $A - B$, а плотность минерала $\frac{A}{A - B}$. Дробь эта вычисляется с точностью до 0,1.

Самые опасные источники ошибок при таком взвешивании — это нечистота минерала и примеси посторонних тел к нему, а также прилипание воздуха как к минералу, так и к чашечке, находящейся в стаканчике с водой. Поэтому минерал надо

брать однородный, воду — непременно свежепрокипяченную (стоявшую после кипячения не более 2—3 часов) и тщательно зубной щеткой счищать воздух с чашечки, погруженной в воду, с проводочек, на которые подвешены чашечки, и с минерала.

Чашечки размерами 3—4 см можно сделать из алюминия (они могут быть и плоскими кружками, без бортиков); подвесить их надо на тонкой эмалированной проволоке, которую легко достать в магазинах радиоаппаратуры. Такие чашечки не боятся кипячения в воде вместе с минералом. После кипячения, однако, надо подождать около часа, чтобы температура воды сравнялась с комнатной (15—20°C).

ПРОСТЕЙШИЕ ХИМИЧЕСКИЕ ИСПЫТАНИЯ

Для химического разложения минералов в минералогии существует **сухой анализ**, или **метод паяльной трубки**.

В качестве источника тепла может служить обыкновенная стеариновая или парафиновая свеча с толстым фитилем (лучше всего вагонные свечи). Но пламя самой свечи позволяет получать температуру лишь в 700—800° С, а это для целей минералогического анализа недостаточно.

Поэтому употребляют коническую латунную трубку, с каналом для вдувания воздуха, очень тонким (0,4—0,6 мм) и ровным. Такая трубка называется в технике паяльной трубкой. Самодельную паяльную трубку легко приготовить самому (см. рис. 12). Главную ее часть — наконечник — купите в аптеке. Это игла для шприца средних размеров, с внутренним диаметром 0,4—0,6 мм. В качестве подводного канала возьмите резиновую трубку длиной 20—25 см и такого диаметра, чтобы она легко надевалась на бортик иглы.

Чтобы хорошенько понять все чудесные свойства этого в высшей степени простого аппарата, разберем подробнее состав пламени обычной свечи

(рис. 13). Расплавленный стеарин или парафин по фитилю поднимается кверху и испаряется. Видимый нам внутренний темный конус и состоит из паров горючего, что легко можно доказать простым опытом. Взяв изогнутую S-образно стеклянную трубку, можно эти пары отвести в сторону и поджечь их с другого конца трубки. Пары, пропущенные через холодную трубку, осядут на ее стенках белым налетом; в нем вы легко узнаете тот материал, из которого сделана свеча, — стеарин или парафин. Температура этой темной части пламени невысокая ($350\text{--}400^\circ$).

На темный конус как бы надета, в виде колпака, светящаяся часть свечи. Здесь температура уже выше ($500\text{--}600^\circ$). Отводя эти газы по стеклянной трубке, вы будете получать копоть, которая может осесть на стенках трубки изнутри, и газы, которые можно зажечь спичкой у выходного отверстия. Анализ этих газов обнаруживает присутствие водорода, окиси углерода, ацетилена, воды и некоторых других газов. Но наивысшая температура свечи еще не здесь, а на расстоянии 1—2 мм от наружного края светлого колпачка. Внимательно приглядевшись, можно заметить, что светящийся колпачок находится как бы в бесцветном чехлике. Этот чехлик можно сделать видимым. Для этого надо взять тоненькую медную проволочку, кончик которой смочить каплей азотной или соляной кислоты и потом внести снизу под фитиль, в пламя свечи. Весь

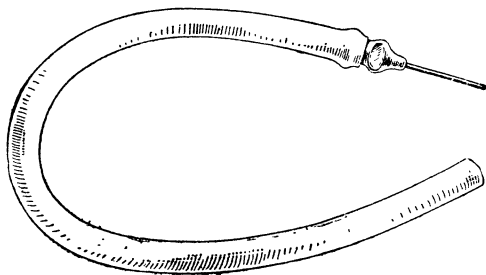


Рис. 12. Самодельная паяльная трубка.

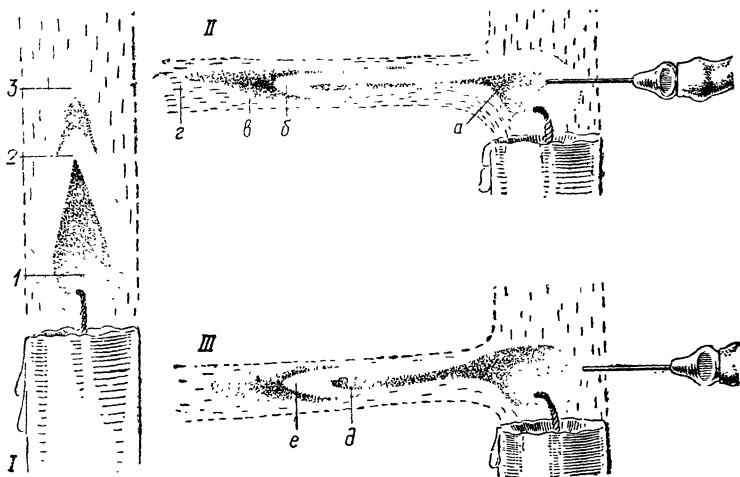


Рис. 13. I. Пламя свечи: 1 — стеарин; 2 — светящийся колпачок разложенных газов; 3 — бесцветная зона (чулок) горения.

II. Пламя паяльной трубки, окислительное (ОП): а — место испарения, сюда помещают минерал, смоченный соляной кислотой, при изучении окраски пламени меди; б — место горячего восстановления; в — место наивысшей температуры; г — место наиболее энергичного окисления.

III. Пламя восстановительное (ВП): е — место наиболее энергичного восстановления, д — место восстановления, где охлаждают восстановленный кусочек, постепенно передвигая его почти до фитиля, после чего его можно вынуть из пламени.

чехол окрасится в яркий — зеленый или синий — цвет и станет хорошо видим. Вот в этом-то колпачке, на высоте одной трети всего пламени температура достигает наибольшей жары, — $750-800^{\circ}$. Этот слой состоит из смеси горящих газов и притекающего снаружи к свече воздуха. Слой воздуха обычно не виден, но его можно сделать видимым, если в солнечный день рассмотреть тень горящей свечи, в лучах солнца. Струящийся воздух на тени отчетливо виден. Если есть дома волшебный фонарь или аллоскоп, то он в этом опыте может заменить солнце.

Если взять теперь самодельную паяльную трубку

и начать через нее вдвухать воздух в пламя свечи, направляя струю воздуха вдоль фитиля и несколько выше его, сдувая пламя с кончика фитиля, то пламя как бы ляжет, причем ясно наметятся две зоны у пламени. Внутренняя часть, бесцветная и синяя, а вокруг нее образуется бледнофиолетовый колпачок. Температура — наивысшая — в средней части фиолетовой зоны, в двух-трех миллиметрах за острием синего конуса. Синяя часть пламени — это не сгоревшие еще горячие газы, способные жадно присоединять к себе кислород, отнимая его от многих окислов, например свинца, меди. Поэтому эта часть получила название восстановительной зоны или восстановительного пламени (ВП). Наиболее энергичное восстановление идет в точке б синего конуса, — почему это место и называется точкой восстановления. Восстановление можно несколько усилить, если вдвухать воздух несколько тише, отодвинув наконечник паяльной трубки от пламени, как указано на рисунке 10. В наружной фиолетовой части пламени, где происходит горение, — избыток кислорода, и здесь идут процессы окисления; поэтому эту зону называют окислительным пламенем (ОП). Здесь (рис. 13 II в) расположена точка наивысшей температуры, которая может достигать 1500—1600° С.

Чтобы, работая с паяльной трубкой, добиться хороших результатов, необходимо усвоить некоторые приемы обращения с этим прибором.

Прежде всего надо научиться вдвухать воздух в трубку равномерно, излишне не напрягаясь, но долго. Для этого надо дуть не легкими, а усилием щек, которые как бы играют роль резинового баллона. Легкие же при этом могут свободно дышать через нос. В самом деле, сделайте такое упражнение (без всякой паяльной трубки): закройте рот, надуйте щеки и дышите через нос. Это именно тот самый целесообразный прием, который необходимо усвоить при работе с паяльной трубкой. Мы назовем его „рабочей позой“. Чтобы научиться дуть непрерывно, надо усвоить еще один прием. Примите рабочую позу и скажите, не раскрывая рта, слово

„тут“. Надо постараться сказать слово это отрывисто и громко. Вы почувствуете, что при этом, помимо вашей воли, как бы втолкнется в рот некоторое количество воздуха и давление во рту повысится. Если это повторить несколько раз, то щеки сильно раздуются и мускулы не выдержат: рот „лопнет“. Эта часть опыта может поэтому доставить несколько веселых минут. Если вы усвоили это простое упражнение, то, в сущности, уже научились пользоваться паяльной трубкой. В самом деле, при работе с паяльной трубкой, когда вам не хватит воздуха, скажите громко, но не раскрывая рта, слово „тут“ — и запас воздуха во рту пополнен, и трубка снова заработает нормально. В процессе работы вы скоро научитесь регулировать давление воздуха во рту в нужных вам пределах.

Следует указать, что если пламя паяльной трубки затрепало и внутренний синий конус разорвался и потерял свои резкие очертания, — значит, вы дуете излишне сильно; пламя при этом будет чересчур охлаждено избыточным воздухом. Если же пламя стало коптящим, — это значит, что фитиль длинен (его надо подрезать, однако, оставив согнутым кочергой) или вы дуете слишком слабо. Для реакций восстановления слабое дутье необходимо и светящиеся язычки в пламени паяльной трубки неизбежны и ничуть не мешают.

Для удержания минерала необходимы кусочек древесного угля и самозажимающиеся щипчики. Их

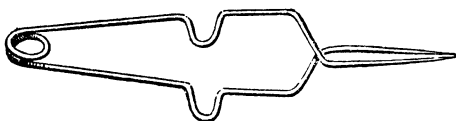


Рис. 14. Самозажимающиеся щипчики.

можно сделать самому из железной проволоки (рис. 14) или взять старый, негодный рейсфедер и зажимать в его концы минерал винтиком.

Для испытания пламенем паяльной трубки надо

брать минерал в виде маленького кусочка, примерно размером в один миллиметр, не более. Следует помнить, что хотя температура пламени паяльной трубки и велика, но мощность пламени незначительна и большой кусочек минерала сразу же отнимет много тепла, пламя охладится настолько, что не сможет нагреть минерал до требуемой температуры.

При действии высокой температуры на минерал результат будет тройкий: во-первых, минерал может разложиться; во-вторых, не разлагаясь, минерал более или менее легко сплавится; и, в-третьих, минерал останется без изменения.

Разложение минерала может сопровождаться очень различными явлениями, которые и служат для различения минералов.

1. Минерал от пламени паяльной трубки загорается и горит коптящим пламенем. В основном это органические соединения.

2. Минерал, разлагаясь, выделяет дым и образует налет на угле.

Например: **сера** горит синим пламенем и дает едкий дым с запахом сернистого газа; **мышьяк** дает белый, не плотный, как у папиросы, дым, пахнувший чесноком и дающий на угле легкий налет далеко от пробы; **сурьма** дает густой белый дым и на угле плотный, белый налет ближе к пробе; **цинк** дает белый налет близко у пробы; **свинец** дает налет желто-зеленый в горячем виде, желтый — по охлаждении. Налет близко у пробы.

3. Минерал, разлагаясь, окрашивает пламя. Для лучшего получения окраски иногда надо смочить минерал (но не щипчики!) разбавленной соляной кислотой.

Натрий окрашивает пламя в яркожелтый цвет. **Калий** — в фиолетовый цвет. **Кальций** — в оранжевый цвет. **Литий** и **стронций** — в малиново-красный цвет. **Барий** — в желто-зеленый цвет. **Медь** — в зеленый цвет. Если же минерал смочить разбавленной соляной кислотой, то окраска пламени медью становится **синяя** и **яркоголубая**.

Часто разложение проявляется в том, что минерал меняет цвет (например, разноокрашенные флю-

ориты светлеют и становятся белыми). Окись и силикат цинка желтеют от нагревания, а по охлаждении снова становятся белыми.

Соединения железа, кобальта, никеля, разлагаясь, чернеют. Остывшие черные остатки притягиваются магнитом. Соединения марганца и урана при нагревании паяльной трубкой тоже чернеют, но их остатки по охлаждении не магнитны.

4. Минералы, содержащие в своем составе химическую воду, при нагревании вспучиваются. Если воды много, как, например, у натролита, то вспучивание начинается при низкой температуре и минерал сильно увеличивается в объеме, давая пузыристую массу, медленно отдающую воду и плавящуюся в стекло. Если воды мало, то вспучивание незначительное, иногда только замутнение прозрачного минерала.

5. Наконец, минерал, не обнаруживая признаков разложения, более или менее легко плавится. Степень плавления в минералогии сравнивается с минералами-эталопами (подобно тому, как это сделано для твердости).

Шкала плавкости состоит из семи номеров:

- 1) плавится на свече. Натролит (500°);
- 2) легко плавится в шарик ППТ*. Галит (800°);
- 3) плавится в шарик на угле ППТ. Флюорит. (1100°);
- 4) в шарик плавится с трудом, но легко закругляется на краях ($1200-1250^{\circ}$). Нефелин;
- 5) в тонких осколках и в остриях сплавляется ($1300-1350^{\circ}$). Ортоклаз;
- 6) в самых тонких остриях закругляется. Берилл (1410°);
- 7) не плавится даже в самых тонких остриях. Кварц (1700°).

При определении плавкости следует еще различать, получится ли шарик прозрачный как стекло, бесцветный или окрашенный, или же получится мутная, фарфоровидная эмаль, белая или цветная.

6. Некоторые минералы (например, кальцит, маг-

* ППТ — перед паяльной трубкой.

незит) после прокаливания становятся щелочными. Если такой остаток после прокаливания положить на розовую лакмусовую бумажку и смочить каплей воды, то бумажка посинеет. Если же белый прокаленный остаток смочить каплей бледнорозового раствора азотнокобальтовой соли и снова прокалить, то можно обнаружить элементы — алюминий, магний и цинк. Окись алюминия после прокаливания становится густосиней, если же есть примесь кремнезема, — то голубой (пирофиллит); окись магния — мясо-красной, а если есть примесь кремнезема, — то розовой (тальк), и окись цинка — зеленой.

Иногда для растворения минерала добавляют к нему какой-либо легкоплавкой соли. Минерал при этом надо раздробить в порошок, соль же взять в избытке.

Сплавление с содой. Некоторое количество мелко раздробленного минерала смешивают с тремя-пятью частями соды и, слегка увлажнив смесь водой, готовят из нее шарик. Шарик помещают в ямку на угле и нагревают восстановительным пламенем паяльной трубки. При сплавлении тяжелые металлы обычно отделяются от шлака в виде мелких металлических-блестящих шариков, которые называют „корольками“. Корольки образуются у золота, серебра, меди, свинца, олова. Для получения королька олова надо добавить в смесь толченого угля и нагревать ее осторожно ВП, так как олово при сильном нагреве окисляется. Если сплав с содой (шлак) темный, то его надо по остывании положить на фотобумагу и смочить водой. Может появиться черное пятно, — это докажет присутствие в минерале серы (реакция на „серную печень“).

Сплав некоторых веществ с содой дает характерный цвет. Например: все соединения марганца, сплавленные с содой, дают массу яркозеленого цвета. Минерала при этом надо брать немного, иначе сплав окажется черным, непрозрачным. Если же цвет бледный или белый, то надо прибавить одно зернышко селитры и обработать сплав пламенем паяльной трубки. Соли хрома при этом образуют яркочелтый сплав.

Сплавление с бурой и получение цветных стекол. Буря представляет собой белый порошок, подобно соде. Будучи обработана пламенем паяльной трубки на обломке фарфорового блюдца, буря сплавляется в бесцветную стеклоподобную массу. Если к этому стеклу прибавить крупинку минерала и снова сплавить, то минерал растворится в буре и стекло может сделаться цветным. Так, марганец окрашивает бурю в окислительном пламени в густой фиолетовый цвет, исчезающий, однако, при обработке стекла восстановительным пламенем. Хром дает изумрудно-зеленое стекло, кобальт — яркосинее, медь — голубое, железо (закисное) — бутылочно-зеленое, а окисное — желтое и оранжевое стекло, до красно-бурого (если железа много).

Разложение минерала можно производить и при помощи кислот. В нашем анализе понадобится соляная кислота, разбавленная вдвое водой. Редко, но нужна будет и крепкая кислота. Азотная кислота также может пригодиться (разбавленная вдвое).

Соляная кислота необходима при определении карбонатов — кальцита и доломита. Капля кислоты на кальците вызывает его разложение, сопровождаемое бурным „шипением“, как будто перед нами газированная вода. Другие карбонаты (доломит, сидерит) в кристалле под действием кислоты не разлагаются, но их порошок (в черте) тоже шипит, хотя и менее энергично, чем у кальцита. Этот простой прием помогает различать их друг от друга.

Очень полезна для определения минерала реакция с соляной кислотой на бисквите (для некоторых сульфидов). Так, порошок черты сфалерита и пирротина от этой кислоты шипит на бисквите; выделяя не углекислоту, как карбонаты, а сероводород, резко пахнущий тухлыми яйцами. Эта реакция очень чувствительна и может открыть очень малые количества сфалерита, примешанного, например, к галениту, который на холоде соляной кислотой не разлагается.

Разложение минерала на его черте можно иногда произвести без всяких реактивов, просто растирая

черту другим бисквитом. Например, черта молибденита — серая — при растирании зеленеет; это дает надежный способ отличить его от похожего на него графита. Черта антимонита — серо-черная — при растирании краснеет. Похожий на антимонит минерал висмутин этой реакции не дает.

ОСОБЫЕ СВОЙСТВА

Некоторые минералы магнитны, — их крошки легко притягиваются к магниту или к концу магнитной стрелки от компаса. Таковы минералы магнетит и пирротин (редко встречаются и немагнитные пирротины). Свойство магнитности позволяет легко открывать железо в минерале, если его в составе минерала более 13 процентов. Все такие минералы, хорошо прокаленные в ВП на угле, испытываются на магнит; если остаток от прокаливания черный и магнитный, — значит, в состав минерала входит железо. Впрочем, изредка это будет никель и кобальт, окислы которых по прокаливанию также магнитны.

Упомянем еще, что некоторые минералы (флюорит, апатит) при осторожном нагревании в темноте светятся, что также может быть использовано для их определения.

Некоторые минералы электропроводны (самородные металлы, графит, галенит, халькопирит). Электропроводность можно обнаружить, включая минерал последовательно в цепь карманного фонаря или в радиоустановку с громкоговорителем.

Наконец, скажем еще о радиоактивных минералах, поиски которых в настоящее время имеют серьезное значение.

Чтобы обнаружить радиоактивность в минерале, лучше всего его испытать в самодельном электрооскопе (рис. 15). На пятикопеечной монете сургучом или канифолью укрепите вертикально полоску жести (70 мм длины и 5 мм ширины). Сургуч должен изолировать полоску от монеты. К стойке приклейте полоску папиросной бумаги, натертую с двух сторон

графитом. Размеры полоски: 50 мм длины и 5 мм ширины.

Прибор заряжают гребенкой, потертой о волосы, и закрывают стаканом. Естественно, полоска бумаги отойдет от стойки на некоторый угол. К стакану снаружи приклейте сургучом транспортир, чтобы наблюдать угол отклонения. Измерьте естественное рассеивание заряда в стакане, измеряя угол отхода каждые полчаса. Это спадание невелико, например спадание на 1° в час. При образце (который кладется на стол около электроскопа, под стакан), содержащем в смеси 2 процента урана, такой электроскоп дает спадание за полчаса 5° , то есть 10° в час.

Другой прием — это действие минерала на фотопластинку, завернутую в черную бумагу. Экспозицию при этом надо дать пять-десять дней, после чего пластинку проявляют в темноте, как обычно; потемнение пластинки под минералом, хотя бы и в некоторых точках, докажет присутствие радиоактивных элементов в минерале.

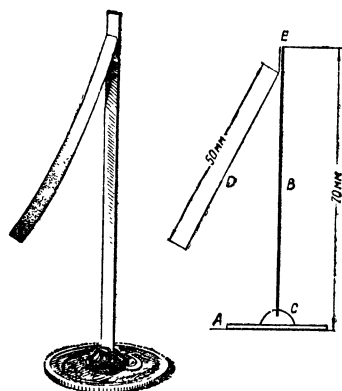


Рис. 15. Самодельный электроскоп.

В заключение перечислим необходимые приборы и материалы для занятий с паяльной трубкой:

Паяльная трубка.

Свеча.

Два-три куса древесного угля.

Щипчики или рейсфедер.

Молоточек маленький.

Лупа десятикратная.

Бисквит фарфоровый или
обломки блюдечек.

Две пробирки.

Одна-две стеклянные трубочки.

Реактивы:

Сода углекислая	в порошке — 20 г
Бура в порошке	10 г
Кислый серноокислый калий	5 г
Азотнокислая закись кобальта	1 г
Соляная кислота крепкая	10 г
Соляная кислота разбавленная 1 : 1	20 г
Азотная кислота разбавленная 1 : 1	20 г

ТАБЛИЦЫ МИНЕРАЛОВ И ИХ УПОТРЕБЛЕНИЕ

В прилагаемых таблицах все минералы по их физическим свойствам разбиты на двенадцать отделов.

Определяя минерал, надо сначала найти отдел, к которому он принадлежит. Для этого внимательно прочтите главные признаки, на основании которых минералы разбиты на отделы, начиная с первого. Если признаки не подходят, переходите к следующему отделу, пока не встретится описание, все признаки которого совпадают с определяемым минералом.

Начинайте с определения блеска. Если блеск у минерала металлический, ищите описание его в отделах I, II, III, где они различаются по цвету.

Если блеск металлоидный или неметаллический, смотрите на цвет черты:

черта густо или ярко окрашена — отделы IV, V;

черта белая или окрашенная в светлые тона — отделы VI—XII. Чтобы в этом случае найти отдел, надо очень тщательно определить твердость минерала по шкале твердости.

Правильное определение отдела — очень важная работа и должна совершаться тщательно, без ошибок.

Ниже приводится систематический ход определения отдела с необходимыми пояснениями.

СИСТЕМАТИЧЕСКИЙ ХОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОТДЕЛА

Определяемый минерал имеет сильный металлический блеск.

Цвет минерала латунно-желтый, соломенно-желтый, золотисто-желтый, краснобурый, бронзово-бурый, розовый или медно-красный.

Отдел I. Минералы с сильным металлическим блеском, окрашенные в желтый, бурый, розовый, красный цвета (стр. 32).

Цвет минерала серебряно-белый, оловянно-белый, стально-серый, свинцово-серый, черновато-серый.

Отдел II. Минералы с сильным металлическим блеском, белые, серые, темносерые, до черносерых (стр. 40).

Минералы железно-черные по цвету, блеск металлический, может быть и тусклый, металловидный, но черта непременно черная.

Отдел III. Железно-черные, темносерые минералы с черной чертой (стр. 44).

Блеск минерала нематаллический, черта не черная, но ярко окрашенная.

Блеск металловидный, нематаллический, черта на бисквите ярко окрашена в синий или зеленый цвет.

Отдел IV. Минералы с ярко окрашенной синей или зеленой чертой (стр. 46).

Блеск металловидный, нематаллический, черта ярко окрашена в желтый, бурый, красный цвет.

Отдел V. Минералы с ярко окрашенной чертой желтого, бурого, красного цветов (стр. 48).

Черта белая или окрашена в светлые нехарактерные оттенки серого, желтого или зеленого цвета. Блеск большею частью типичный нематаллический, но может быть и металловидным.

Далее разбивка на отделы производится по твердости.

Минералы с твердостью 1—2 по шкале твердости. Минерал царапается ногтем или иглой из мягкой алюминиевой проволоки.

Отдел VI. Минералы с неокрашенной, белой чертой, с твердостью 1—2 (стр. 54).

Минералы с твердостью 2—3. Минерал ногтем не царапается. Игла из мягкой алюминиевой проволоки на минерале оставляет металлическую черту („пишет“), но игла из медной проволоки царапает минерал и медно-красной черты не оставляет.

Отдел VII. Минералы с неокрашенной, белой чертой, с твердостью 2—3 (стр. 56).

Минералы с твердостью 3—4. Медная игла „пишет“ на минерале, оставляя на нем медно-красный след, но игла из мягкого железа минерал процарапывает.

Отдел VIII. Минералы с белой, неокрашенной чертой, с твердостью 3—4 (стр. 60).

Минералы с твердостью 4—5. Игла мягкого железа „пишет“ на минерале, но стальная игла или острие ножа его царапает. Минерал своим острием стекла не процарапывает.

Отдел IX. Минералы с белой, неокрашенной чертой, твердость 4—5 (стр. 64).

Минералы с твердостью 5—6. Минерал стекло процарапывает, давая белую царапину, но ортоклаз не царапает, стальная острая игла также процарапывает грань или поверхность минерала.

Отдел X. Минералы с белой, неокрашенной чертой, твердость 5—6 (стр. 66).

Минералы с твердостью 6—7. Стальная игла на грани минерала оставляет серый след („пишет“), но кварца минерал не процарапывает.

Отдел XI. Минералы с твердостью 6—7. Черты не дает, дробленный порошок белого цвета (стр. 72).

Минералы с твердостью 7—10. Минерал царапает с большим или меньшим трудом кристаллическую грань или раковистый излом кварца.

Отдел XII. Минералы с твердостью более 7. Царапает кварц. Черты на бисквите не дают. Дробленный порошок белого цвета (стр. 76).

Найдя отдел (иногда, при сомнении в твердости, два соседних отдела), вы завершили первый и самый важный этап работы. В каждом отделе минералов немного: 10—12 видов; поэтому, пользуясь цветом минерала и его чертой (перечислены все, какие могут быть у данного вида), а также читая

описание внешнего вида и формы кристаллов, вы находите название минерала.

Во всех двенадцати отделах последовательность и порядок описания одни и те же. В первой колонке идут порядковый номер (для справок) и система симметрии минерала (сингония).

Название системы записано сокращенно, в виде одной или двух букв: К — кубическая, Г — гексагональная, Тт — тетрагональная, Тг — тригональная, Р — ромбическая, М — моноклиная, Тк — триклиная.

Буква „А“ обозначает случай, когда минерал встречается только в аморфном или скрыто-кристаллическом виде. Иногда указаны две симметрии, причем вторая стоит в скобках. Это значит, что минерал, хотя и более низкого вида симметрии (указано без скобок), но по формам приближается к более высокому виду (указан в скобках). Например, у роговой обманки написано М(Г), а у авгита — М(Тт). Это значит, что хотя оба они моноклинные, но роговая обманка близка к гексагональности (шестиугольности), а у кристаллов авгита сечение почти квадратное или, иногда, восьмиугольное.

Во второй колонке дано описание цвета минерала (дано выше черты, в числителе), а цвет черты этого же минерала указан в знаменателе.

Цветов, названных в таблице, десять; три первых колонки дают черно-белую гамму: белый, серый, черный; а далее идут окрашенные всегда в одном и том же порядке — фиолетовый, синий, зеленый и потом — желтый, оранжевый, бурый и красный.

Кроме цветовой характеристики окраски, важно еще определить ее густоту. Поэтому характеристика дается тремя буквами: „С“ — светло, „Я“ — ярко, „Т“ — темно. Например, в отделе II минерал № 16 — кобальтин яркосерого цвета, а черта у него темносерая.

Это общее свойство минералов с металлическим блеском: они имеют черту более темно окрашенную, чем цвет минерала. Минералы же неметаллического блеска, наоборот, имеют черту светлее (например, вивианит, № 26: цвет у него темносиний, а черта яркосиняя).

Для колонки „белый“ буква „Я“ обозначает, что минерал фарфорово-белый, а „С“ — что он, как стекло, прозрачный. Для колонки (2) — „черный“ — конечно, может стоять только одна буква — „Т“. Если в колонке стоит буква „П“, то это значит, что цвет наблюдается на выветрелой поверхности (побежалость) и не относится к свежему излому.

Далее идет колонка (5), где в числителе дается блеск минерала.

Он обозначается тоже сокращенно: МЕТ — металлический, МВД — металловидный, НМС — неметаллический, стеклянный, НМА — неметаллический, алмазный, НМЖ — жирный, НМШ — шелковый, НМП — перламутровый, НММ — неметаллический, матовый.

Прозрачность описывают тремя словами: ПРЗ — прозрачный, ПРС — просвечивающий, НПР — непрозрачный.

В следующей колонке (6) дается название минерала, его формула и характеристика спайности: совершенная, хорошая, ясная и неясная.

В следующей колонке в виде дроби даются твердость минерала (числитель) и плотность его или удельный вес (в знаменателе).

В колонке „Внешний вид“ дается описание облика кристаллов, особенности строения и другие характерные черты внешнего вида и структуры.

В колонке „Испытания“ указаны простейшие химические реакции, — с чертой и перед паяльной трубкой (сокращение: ППТ — перед паяльной трубкой, ПТ — паяльная трубка, ОП — окислительное пламя, ВП — восстановительное пламя).

При определении минерала внутри отдела прежде всего тщательно определите цвет минерала и цвет его черты. По колонкам цветов находите нужную комбинацию. Прочтите внимательно описание внешнего вида минерала и, если описание подходит, вы на верном пути. Тогда читайте о других признаках: плотности, твердости, спайности, ковкости и простейших испытаниях; все они должны подтверждать верность вашего определения. Если это так, то минерал найден. Если же некоторые признаки явно

не те, что указаны в таблицах, ищите другие минералы, обладающие теми же цветом и чертой.

В редких случаях может быть, что подходящего минерала в отделе нет. Значит, минерал встретился в нехарактерном для него, редком виде, и его признаки для упрощения не были помещены в таблицы; тогда следует потщательнее проделать указанные химические испытания и тогда уже решить, какой это минерал.

Но может быть и такой случай, когда минерал редкий и он не попал в таблицы, в которых приведены только обычные, часто встречаемые в природе минералы (не забудем, что всего минералов известно свыше тысячи, а в таблицах только 122). Тогда надо обратиться к более полным таблицам для определения минералов, например: Н. А. Смолянинов. — „Практическое руководство по минералогии“, 1948.

ОТДЕЛ 1

МИНЕРАЛЫ МЕТАЛЛИЧЕСКОГО БЛЕСКА,

№ п/п	Цвет минерала										Блеск Про- зрач- ность	НАЗВАНИЕ Формула Спайность и ков- кость	ТВ	
	Цвет черты												УВ	
	белый	серый	черный	фиолетов.	синий	зеленый	желтый	оранжевый	бурый	красный				
Син- го- ния	1	2		3			4			5	6	7		
1 К		П	П		П				Т Я Я*	МЕТ НПР	МЕДЬ Cu СП нет, ковкий.	$\frac{2-3}{8,5-8,9}$		
2 Г			П Т					Я		МЕТ НПР	ПИРРОТИН FeS СП нет, хрупкий.	$\frac{4}{4,6-4,7}$		
3 К			Т					Я		МЕТ НПР	ПЕНТЛАНДИТ (Fe,Ni)S СП ясная, хрупок.	$\frac{4}{4,6-5,0}$		
4 К						Я Я*				МЕТ НПР	ЗОЛОТО (Au, Ag) СП нет, ковкий.	$\frac{2-3}{15,5-19,3}$		
5 Тт			Т	П	Я			П		МЕТ НПР	ХАЛЬКОПИРИТ CuFeS ₂ СП нет, хрупкий.	$\frac{3-4}{4,1-4,3}$		
6 К			Т			С				МЕТ НПР	ПИРИТ FeS ₂ СП нет, хрупкий.	$\frac{6-7}{5,0-5,2}$		
7 Р			Т			С				МЕТ НПР	МАРКАЗИТ FeS ₂ СП нет, хрупкий.	$\frac{6-7}{4,8-4,9}$		

* Блестящая.

ЦВЕТНЫЕ: КРАСНЫЕ, ЖЕЛТЫЕ, БУРЫЕ

Внешний вид	Испытания
8	9
Пластины и включения в породе, тусклые с поверхности, но в свежем порезе ножом блестящие, медно-красные. Ковкий. Побежалость — тусклая и зеленые разводы.	Черта блестящая, растворяется в азотной кислоте. Минерал электропроводен, плавится ППТ и окрашивает пламя в зеленый цвет.
Краснобурый (бронзовый) по цвету, на воздухе темнеет, зернистые массы. Магнитен, но не всегда. Часто встречается вместе с халькопиритом и пентландитом.	Черта на бисквите черная, от соляной кислоты разлагается, выделяя газ с запахом тухлых яиц (сероводород). ППТ плавится в черный магнитный шарик.
Обычно зерна в пирротине того же цвета, но чуть светлее и с ясной спайностью. Порошок не магнитен.	Чистые крошки минерала (без пирротина!) не растворяются в соляной кислоте и не пахнут сероводородом. Легко плавится в магнитный шарик.
Пластины и нити в жавом кварце или свободные в песке, иногда уродливые кристаллы. Листочки гибки и ковки.	Черта на бисквите блестящая, не меняющаяся от азотной кислоты. ППТ плавится в желтый ковкий шарик.
Кристаллы редки; обычно сплошной или в виде вкрапления с пиритом, пирротином в кварце. Черта зеленовато-черная. Цвет латунно-желтый, побежалость пестрая (павлинья).	Черта разлагается азотной кислотой, ППТ плавится в черный магнитный шарик, который после смачивания соляной кислотой окрашивает пламя в синий цвет.
Кристаллы в виде кубов (табл. I, рис. 1, 5), часто также сплошной массой. Излом раковистый. Цвет светложелтый. Черта зеленовато-черная.	ППТ сначала выгорает часть серы синим пламенем, потом плавится в черный магнитный шарик. С соляной кислотой голубого пламени не дает.
Часто желваки („конкреции“), корочки, гребенчатые сrostки (табл. III, рис. 3, 4); цвет, как у пирита, светложелтый. Выветривается легче пирита, покрываясь белым порошком и рассыпаясь на куски.	Как пирит; с азотной кислотой черта на бисквите бурно разлагается, вскипая и давая бурые пары окислов азота. Пирит же растворяется спокойнее.

ОТДЕЛ II

МИНЕРАЛЫ С МЕТАЛЛИЧЕСКИМ БЛЕСКОМ,

№ п/п	Цвет минерала										Блеск Про- зрач- ность	НАЗВАНИЕ Формула Спайность и ков- кость	ТВ	
	Цвет черты												УВ	
	белый	серый	черный	фиолетов.	синий	зеленый	желтый	оранжевый	бурый	красный				
Син- го- няя	1	2		3			4				5	6	7	
8	Г	Т Я Т	Т								МЕТ НПР	ГРАФИТ С СП совершенная, чешуйки, жирен на ощупь.	1 2,1—2,3	
9	Г	Т Я Т									МЕТ НПР	МОЛИБДЕНИТ MoS ₂ СП совершенная, чешуйки, жирен на ощупь.	1 4,7—4,8	
10	Р	Т Я Т									МЕТ НПР	АНТИМОНИТ Sb ₂ S ₃ СП совершенная вдоль кристалла, хрупок.	1—2 4,6—4,7	
11	К	Т Я Т									МЕТ НПР	ГАЛЕНИТ PbS СП по кубу совер- шенная, следы ковкости.	2—3 7,2—7,6	

СЕРЫЕ, ОЛОВЯННО-БЕЛЫЕ И ТЕМНОСЕРЫЕ

Внешний вид	Испытания
8	9
<p>Цвет темносерый и серый с желтоватым („теплым“) оттенком. Чешуйчатые агрегаты в гнейсах или в сплошных массах. В крупных кусках ясен низкий удельный вес.</p>	<p>Черта темносерая, блестящая, при растирании не меняет цвета. ППТ не плавится и не изменяется; кислоты не действуют. Хороший проводник электричества.</p>
<p>Цвет светлосерый, с голубоватым („холодным“) оттенком. Чешуйки и пластинки с совершенной спайностью. Обычно в кварце в виде включений. Если крупные куски, то ощутим высокий удельный вес.</p>	<p>Черта серая, блестящая, при растирании стеклом становится зеленой. ППТ не плавится и не изменяется подобно графиту. Плохой проводник электричества.</p>
<p>Шестоватые кристаллы и пучки кристаллов со спайностью вдоль кристалла и поперечными морщинами; мягкий. Среди спутников — красные пятна киновари.</p>	<p>Черта серовато-черная, при растирании краснеет, что доказывает наличие сернистой сурьмы. ППТ и даже прямо на свече легко плавится и дает густой белый дым и налет.</p>
<p>Кристаллы кубооктаэдры (табл. I, рис. 8, 9), также крупнозернистые массы со спайностью по кубу, мелкозернистый, плотный („свинчак“). Удельный вес высокий. Спутники: сфалерит, пирит, сидерит, кварц.</p>	<p>ППТ плавится и дает корольек свинца (с содой).</p>

1	2	3	4	5	6	7
12	Р	Т Я			БУЛАНЖЕРИТ $Pb_5Sb_4S_{11}$ СП хорошая, вдоль по вытянутости.	$\frac{2-3}{5,8-6,2}$
13	Р	Т Т			ХАЛЬКОЗИН Cu_2S СП нет, слегка куется.	$\frac{2-3}{5,5-5,8}$
14	К	Я Т		Т	БЛЕКЛЫЕ РУДЫ $(Cu,Fe)_{12}(As,Sb)_4S_{13}$ СП нет, очень хрупок.	$\frac{3-4}{4,4-5,4}$
15	К	Я Я			ПЛАТИНА (Pt,Fe) СП нет, ковкий.	$\frac{4-5}{14-19}$
16	К	Я Я Т			КОБАЛЬТИН $CoAsS$ СП ясная, хрупкий.	$\frac{5-6}{6,0-6,4}$
17	М	Я Я Т			АРСЕНОПИРИТ $FeAsS$ СП ясная, хрупкий.	$\frac{5-6}{5,9-6,2}$

8	9
<p>Тонкозернистые и спутанноволокнистые агрегаты, от свинцово-серого до железно-черного цвета. Черта серая, при растирании буреет. Спайность трудно заметить, так как кристаллы мелки.</p>	<p>ПШТ легко плавится, давая густой белый дым и налет и королек свинца. Черта от соляной кислоты не меняется.</p>
<p>Сплошные и тонкозернистые массы голубовато-серого и свинцово-серого цветов. Следы ковкости; черта блестящая; от ножа — блестящая канавка.</p>	<p>ПШТ плавится, окрашивая пламя при смачивании соляной кислотой в синий цвет (медь).</p>
<p>Кристаллы—тетраэдры, но чаще встречается в сплошных массах или в виде вкраплений зерен неправильной формы. Черта темно-серая, при растирании краснеет. Очень хрупок, черта на бисквите „пылит“.</p>	<p>ПШТ плавится, дает дым и налет на угле. Остаток от прокаливании, смоченный соляной кислотой, окрашивает пламя в синий цвет (медь).</p>
<p>Зерна и пластинки в темной породе или в плихах. Цвет стально-серый до оловянно-белого.</p>	<p>Не плавится, никакими кислотами не разлагается. Иногда магнитен (железо).</p>
<p>Розовато-оловянно-белые кристаллы или зернистые массы. Черта серовато-черная.</p>	<p>ПШТ дает дым с чесночным запахом (мышьяк) и магнитный остаток.</p>
<p>Цвет оловянно-белый; кристаллы—заостренные шестики со спайностью (табл. II, рис. 7). Черта серовато-черная.</p>	<p>ПШТ плавится, дает дым с чесночным запахом (мышьяк) и магнитный остаток. Раствор в азотной кислоте зеленый; всплывает сера.</p>

ОТДЕЛ III

МИНЕРАЛЫ ЖЕЛЕЗНО-ЧЕРНОГО,

№ п/п	Цвет минерала								Блеск	НАЗВАНИЕ	Формула	Спайность и ков- кость	ТВ УВ
	Цвет черты												
	белый	серый	черный	фиолетов.	синий	зеленый	желтый	оранжевый					
Син- го- ния	1	2	3	4	5	6	7						
18 А			T						МВД НПР	АСФАЛЬТ С _Н СП нет, липнет.	1—2 1,1—1,2		
19 А			T						МВД НПР	АНТРАЦИТ С, Н, О трещиноват, хруп- пок.	2—3 1,1—1,5		
20 А			T						МВД НПР	ПСИЛОМЕЛАН MnO ₂ . nO ₂ O СП нет, вязкий.	1—6 0,2—4,3		
21 Р		T							МВД НПР	ХАЛЬКОЗИН Cu ₂ S СП нет, следы ковкости.	2—3 5,4—5,8		
22 К			T						МВД НПР	МАГНЕТИТ FeFe ₂ O ₄ СП нет, хрупок.	5—6 5,0—5,2		
23 Тг			T						МВД НПР	ИЛЬМЕНИТ FeTiO ₃ СП нет, хрупок.	5—6 4,5—5,0		
24 К			T						МВД НПР	УРАНИНИТ UO ₂ СП нет, хрупкий.	4—6 9,0—9,7		

ЧЕРНОГО ЦВЕТА, С ЧЕРНОЙ ЧЕРТОЙ

Внешний вид	Испытания
8	9
Сплошные массы, легкие по весу, липнут к пальцам. Запах своеобразный. Черта буровато-черная.	Горит на спичке коптящим пламенем, запах горячей резины.
Плотные или слоистые (каменный уголь) массы, легкие по весу. Хрупкий.	Каменный уголь горит ППТ пламенем, антрацит раскаливается, но без пламени.
Рыхлые, ноздреватые массы, плавающие в воде или плотные конкреции синевато-черного цвета, с черной или буро-черной чертой.	ППТ не плавится. Смесь с содой, сплавленная ППТ, зеленого цвета (марганец). Прокаленный в трубке, выделяет воду.
Сплошные массы темносерого или черного цвета с голубым оттенком. Ковок; черта ножом дает блестящую канавку.	ППТ плавится, остаток, смоченный соляной кислотой, окрашивает пламя в синий цвет (медь).
Кристаллы—октаэдр (таб. I, рис. 4), также зернистые массы. Сильно магнитен. Вкрапления в хлоритовом сланце, также с пирротином, серпентином.	ППТ не плавится. Черта на бисквите, смоченная каплей крепкой соляной кислоты, быстро растворяется.
Кристаллы — толстые таблицы. Также сплошной, зернистый. Иногда слабо магнитен.	ППТ не плавится. Черта на бисквите, смоченная каплей крепкой соляной кислоты, не изменяется.
Кристаллы—кубы (таб. I, рис. 2, 8) черного цвета; чаще плотный и сплошные массы и прослои.	ППТ не плавится и не становится магнитным. Порошок растворяется в азотной кислоте; к раствору прибавить гипосульфит и желтой кровяной соли,—выпадет красноватый осадок (уран).

ОТДЕЛ IV

МИНЕРАЛЫ С ЯСНО ОКРАШЕННОЙ ЧЕРТОЙ:

№ п/п	Цвет минерала									Блеск	НАЗВАНИЕ	Формула	Спайность и ков- кость	ТВ УВ
	Цвет черты													
	белый	серый	черный	фиолетов.	синий	зеленый	желтый	оранжевый	бурый					
Син- го- ния	1	2	3	4	5	6	7							
25	А				Т					НМЖ ПРС	ГЛАУКОНИТ K, Fr, Al, Si, O, H_2O	СП трудно наблю- дать.	2—3	
Я		С							2,3—2,8					
26	Р				Я	Т				НМС ПРС	ВИВИАНИТ $Fe_3(PO_4)_2 \cdot 8H_2O$	СП совершенная, хрупкий.	2—3	
Я		Я							2,6—2,7					
27	А				С	Я				НМС ПРС	ГАРНИЕРИТ $Ni_2 [Si_2O_5] (OH)_2 \cdot 2H_2O$	СП нет, хрупкий.	2—4	
С		С							2,2—2,7					
28	М				Я					НМС ПРС	МАЛАХИТ $Cu_2CO_3(OH)_2$	СП ясная, трудно наблюдаемая.	3—4	
Я		Я							3,9—4,0					
29	М				Я					НМС ПРС	АЗУРИТ $Cu_3[CO_3]_2(OH)_2$	СП средняя, хруп- кий.	3—4	
С		С							3,7—3,9					
30	М	Т			Т					НМС ПРС	РОГОВАЯ ОБМАНКА (см. № 95)	СП хорошая, хру- пок.	5—6	
С			С										2,9—3,4	

ЧЕРТА СИНЯЯ, ЗЕЛЕНАЯ

Внешний вид	Испытания
8	9
Изометрические зернышки зеленого цвета в песках и песчаниках; скрытокристаллический. Химический состав точно не известен.	Перед паяльной трубкой плавится с трудом, образуя пузыристую шлаковидную массу, а затем черное стекло. Остаток магнитен.
Удлиненные и уплотненные кристаллы с совершенной спайностью. Также лучистые агрегаты темно-индигово-синего цвета.	ППТ плавится в серый блестящий магнитный шарик.
Голубовато-зеленые, изумрудно-зеленые массы, аморфные, иногда радиальнолучистые.	ППТ не плавится, но чернеет, отделяя воду, и становится магнитным.
Игольчатые кристаллы с совершенной спайностью редки, чаще радиальноволоконистые пучки кристаллов, скорлуповатой, почковидной формы; агрегаты изумрудно-зеленого цвета.	Черта от соляной кислоты вскипает, выделяя CO_2 ; ППТ чернеет и плавится, оставляя остаток, который от соляной кислоты дает синее пламя (медь).
Таблицевидные кристаллы яркосинего цвета; иногда вместе с малазитом, иногда плотные и землистые массы.	От соляной кислоты вскипает, выделяя углекислый газ. ППТ плавится в черный шарик, окрашивает пламя в зеленый цвет (медь).
Досковидные кристаллы (табл. II, рис. 12) или агрегаты кристаллов, крупных или мелких, с ясной спайностью, с углом около 120° . Цвет черный, зелено-черный.	ППТ плавится в черное или темнозеленое стекло, магнитное по охлаждению.

1	2	3	4	5	6	7
31		Т	Я		ЭГИРИН $\text{NaFrSi}_2\text{O}_6$	5—6
М			Т		СП хорошая, хруп.	3,5—3,6
			С			
32		Т	Т		АВГИТ (Ca,Na) (Mg, Fe, Al, Fr)[(Al,Si) ₂ O ₆]	5—6
М			С		СП средняя, хруп.	3,3—3,5

ОТДЕЛ V

МИНЕРАЛЫ С ЯСНО ОКРАШЕННОЙ ЧЕРТОЙ;

№ п/п	Цвет минерала										Блеск Про- зрач- ность	НАЗВАНИЕ Формула Спайность и ков- кость	ТВ УВ
	Цвет черты												
	белый	серый	черный	фиолетов.	синий	зеленый	желтый	оранжевый	бурый	красный			
Син- го- ния	1	2		3			4			5	6	7	
33							Я С			НМЖ ПРС	АУРИПИГМЕНТ As_2S_3 СП ясная, мнется.	1—2 3,4—3,5	
34	А	Я					С	Я С С Я	Я С	НММ ПРС	БОКСИТ $Al_2O_3 \cdot nH_2O$ СП нет, землистый.	1—2 2,4—2,6	
35	Тг								Т Я Я С	НМА ПРС	КИНОВАРЬ HgS СП ясная, хруп- кая.	2—3 8,0—8,2	

8	9
Досковидные кристаллы, или пучки кристаллов, иногда зернистые массы; спайность по двум плоскостям, с углом, близким к прямому.	ППТ плавится в черный шарик, по остывании магнитный.
Короткостолбчатые кристаллы в породе (табл. II, рис. 11) или зернистые массы; спайность средняя, с углом около 90°.	ППТ плавится в шарик черного цвета, который по остывании магнитен.

ЧЕРТА ЖЕЛТАЯ, БУРАЯ, КРАСНАЯ

Внешний вид	Испытания
8	9
Лимонно-желтые, пластинчатые кристаллы и группы кристаллов, с совершенной спайностью. Черта лимонно-желтая. Кристаллы мягкие, легко гнутся и сминаются.	Плавятся и целиком улетучиваются даже на пламени свечи. Запах чесночный и сернистого газа.
Землистые массы, неравномерно окрашены в красный и бурый тона (окислы железа). Ножик вязнет в минерале. Иногда в красной массе—черные бобовины, магнитные.	ППТ не плавится, но выделяет воду. Черные включения в минерале могут быть магнитные.
Кристаллы—ромбоэдры (табл. I, рис. 16) яркокрасного, до темно-малинового цвета, также зернистые агрегаты. Иногда с антимонитом. Спайность по ромбоэдру. Блеск алмазный.	ППТ чернеет и улетучивается совершенно. В трубочке—перегоняется. Если смешать с содой, то можно на стенках трубки получить капельки ртути.

1	2	3	4	5	6	7
36 Тг				Т С	НМА ПРС	ПРУСТИТ Ag_3AsS_3 СП ясная, хруп- кий. 2—3 5,5—5,7
37 М				Я С С	НМС ПРС	ЭРИТРИН $\text{Co}_3(\text{AsO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ СП ясная, но не наблюдаема. 2—3 2,9—3,0
38 М			Я	Я	НМА ПРС	КРОКОИТ PbCrO_4 СП ясная, хрупок. 2—3 5,9—6,0
39 Тг			Я Я	Я	НММ ПРС	ЯРОЗИТ $\text{KFe}_3[\text{SO}_4]_2(\text{OH})_6$ 3—4 3,1—3,3
40 К	С Т С		С Я Т	Т Я С Я	С Т НМА ПРС	СФАЛЕРИТ $(\text{Zn}, \text{Fe})\text{S}$ СП совершенная, хрупкий. 3—4 3,9—4,1
41 Р	Т Т			Т Я	МВД НПР	МАНГАНИТ $\text{MnO}_2 \cdot \text{Mn}(\text{OH})_2$ СП ясная, хрупкий. 3—4 4,3—4,4
42 К				Я Т Я	НМА ПРС	КУПРИТ Cu_2O СП ясная, хруп- кий. 3—4 5,8—6,2

8	9
Удлиненные кристаллы темноалю-красного цвета с алмазным блеском. Также зернистые серо-красноватые скопления.	Плавится на свечке, выделяя дым с чесночным запахом. С содой на угле дает королек серебра.
Тонкопорошковатые налеты и волокнистые скопления розового цвета.	ППТ легко плавится, чернея и давая дым с чесночным запахом. При осторожном нагревании выделяет воду и синеет. Растворяется в кислотах.
Призматические кристаллы красноватого или желтовато-красного цветов, также группы кристаллов на кварце, полевом шпате.	ППТ растрескивается, темнеет и плавится; с содой дает королек свинца.
Мелкие кристаллы (ромбоздры), порошковатые массы и плотные скопления желто-бурого цвета; на солнце искрится, чем проявляет свою кристаллическую природу.	ППТ выделяет воду, чернеет и плавится. Остаток магнитен. В кислотах растворяется; реагирует на окисленное железо.
Крупные кристаллы и друзы светлорусого, красного, темнорусого, до черного, цветов, по мере увеличения железа. Спайность совершенная, спайные осколки—призмы с косыми срезами по концам. С галенитом часто.	Черта светлее минерала, никогда не черная; смоченная на бисквите соляной кислотой, вскипает и выделяет газ с запахом тухлых яиц (сероводород). ППТ не плавится.
Столбчатые кристаллы с вертикальной штриховкой; черного цвета; также натечные массы.	ППТ не плавится, выделяет воду. Смесь с содой после сплавления на угле становится зеленой.
Кристаллы — октаэдры, но чаще сплошные зернистые массы, часто вместе с малахитом и другими медными минералами и самородной медью.	ППТ плавится, окрашивает пламя в зеленый цвет. Остаток, смоченный соляной кислотой, окрашивает пламя ПТ в синий цвет (медь).

1	2	3	4	5	6	7	
43							
А	Т	П	П	Я	МВД	ЛИМОНИТ $\text{HFeO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ СП нет, хрупкий.	1—5 3,3—4,0
			Я	Т	НММ		
				Я	ПРС		
44							
Р			Т	Т	НМА	ГЕТИТ HFeO_2 СП совершенная, но трудно наблю- даема.	5—6 4,0—4,4
			Я	Я	МВД		
					ПРС		
45							
К	Т			С	МВД	ХРОМИТ FeCr_2O_4 СП нет, хрупкий.	5—6 4,5—4,8
					НМА		
					НПР		
46							
Тг	Т			Т	МВД	ИЛЬМЕНИТ FeTiO_3 СП нет, хрупкий.	5—6 4,5—5,0
					НПР		
47							
М	Т		Я	Я	МВД	ВОЛЬФРАМИТ $(\text{Fe}, \text{Mn})\text{WO}_4$ СП ясная, хруп- кий.	5—6 7,1—7,6
			Я	Я	НПР		
48							
Тг	Т			Я	МВД	ГЕМАТИТ Fe_2O_3 СП нет, хрупкий.	5—6 5,1—5,3
				Т	НПР		
49							
М	Т		Т	Т	МВД	КОЛУМБИТ $(\text{Fe}, \text{Mn})(\text{Nb}, \text{Ta})_2\text{O}_6$ СП ясная, хруп- кий.	5—6 5,1—8,2
			С		НПР		

8	9
Черновато-бурые, лаково-черные почковидные натечные массы, также землистые; охряно-бурые плитки и скопления. Побежалость золотисто-зеленая. Часто примазки на других минералах.	Черта охряно-желтая. ППТ не плавится, но выделяет воду и чернеет. Остаток по остывании магнитен.
Мелкие игольчатые кристаллы или пучки кристаллов черновато-коричневатого цвета; иногда охряно-желтые землистые скопления и натечи.	Как у лимонита.
Изометрические кристаллы (иногда октаэдры) и зернистые массы с оливином и пироксенами. Черта светлорбурая. Не магнитен.	ППТ не плавится; черта от кислот не меняется.
Толстые и тонкие таблички железно-черного цвета и с черной, реже черно-бурой чертой. Также сплошные массы. Иногда слабо магнитен.	ППТ не плавится. Черта под действием крепкой соляной кислоты не изменяется.
Пластинчатые и дошковидные кристаллы со спайностью по узкой стороне и зеркальным блеском на плоскостях спайности. Черта красно-бурая и светло-желтая.	ППТ сплавляется в магнитный шарик. С содой и селитрой дает голубовато-зеленый сплав (цвет виден только при остывании).
Цвет кристаллов черный, цвет черты и порошка — вишнево-красный. Кристаллы — чешуйки (табл. III, рис. 7), легко разделяющиеся (не путать со спайностью!).	Не магнитен. Черта от крепкой соляной кислоты не растворяется. ППТ не плавится, но в ВП становится магнитным.
Кристаллы призматические и дошковидные черного цвета, с красноватым или буроватым оттенком. Спайность по широкой грани ясная. Черта светлорбурая.	ППТ не плавится и не изменяется; не становится магнитным.

ОТДЕЛ VI

МИНЕРАЛЫ С БЕЛОЙ ИЛИ СЛЕГКА ОКРАШЕННОЙ

№ п/п	Цвет минерала								Блеск	НАЗВАНИЕ	Формула	Спайность и ков- кость	ТВ УВ
	Цвет черты												
	белый	серый	черный	фиолетов.	синий	зеленый	желтый	оранжевый					
Син- го- ния	1	2		3			4		5	6	7		
50 Р							Я С С	Я	НМЖ ПРС	СЕРА S СП нет, хрупкий.	1—2 1,9—2,1		
51 А	Я Я						С Я С	Т С Я С	НМС ПРС	БОКСИТ Al ₂ O ₃ nH ₂ O СП нет, порошко- ватый.	1—2 2,4—2,6		
52 М	Я С Я	С						Я С Я С	НМС ПРЗ	ГИПС CaSO ₄ ·2H ₂ O СП совершенная, хрупок.	1—2 2,3—2,4		
53 М	Я Я	Я	С			С	С С	С	НМС ПРС	КАОЛИНИТ Al ₂ (ОН) ₄ [Si ₂ O ₅] СП трудно наблю- дается.	1—2 2,2—2,6		
54 М	Я Я			С					НМС ПРС	ТАЛБЕК Mg ₃ (ОН) ₂ [Si ₄ O ₁₀] СП совершенная, неупругие чешуй- ки.	1—2 2,7—2,8		
55 М	Я Я			С					НМС ПРС	ПИРОФИЛЛИТ Al ₂ (ОН) ₂ [Si ₄ O ₁₀] СП совершенная, неупругие чешуй- ки.	1—2 2,7		

ЧЕРТОЙ; ТВЕРДОСТЬ 1—2; ЧЕРТАТСЯ НОГТЕМ

Внешний вид	Испытания
8	9
Желтые кристаллы или землистые массы с гипсом и известняком; излом кристаллов раковистый. Скрипит под ножом. Электризуется при трении.	Легко загорается и горит синим пламенем с едким запахом сернистого газа (SO_2). Стогает полностью, плавится в темную жидкость при 119° .
Скрытокристаллические плотные куски белого цвета, местами окрашенные в бурый и красно-бурый цвет окислами железа.	ППТ теряет воду, но не плавится. Белые куски после прокаливаний и смачивания раствором кобальтовой соли и снова прокаленные делаются синими (алюминий).
Досковидные прозрачные кристаллы (табл. II, рис. 9) с совершенной спайностью и перламутровым блеском или волокнистые агрегаты (селенит), или зернистые (алебастр), белого, желтого, красноватого цветов.	ППТ плавится в белую эмаль; спайные листочки хрупки; в соляной кислоте заметно растворяются. С содой на угле дают „серную печень“ (см. стр. 28).
Землистые и плотные агрегаты очень мелких чешуек (жирные на ощупь). Цвет белый, от примесей — желтый, красный, серый, черный, редко—фиолетовый.	ППТ не плавится; белый остаток, смоченный каплей кобальтового раствора (см. стр. 28), по прокаливании становится голубым (алюминий).
Листовато - кристаллические или плотные массы, жирные на ощупь. Плотные массы называются: „стеатит“.	ППТ почти не плавится, белеет. Смоченный раствором кобальта и еще раз прокаленный делается розовым (магний).
Лучисто-листовидный или плотный; жирен на ощупь, похож на тальк.	ППТ почти не плавится, вспучивается и белеет. Смоченный раствором кобальта и вторично прокаленный делается голубым (алюминий).

1	2	3	4	5	6	7
56					КЛИНОХЛОР $Mg_5Al(Si_3AlO_{10})(OH)_8$ СП совершенная, неупругие ли- сточки.	$\frac{1-2}{2,5-2,9}$
М	Я		Т С Я	НМС ПРС		
57					АСБЕСТ $Mg_3(OH)_4(Si_2O_6)$ Расщепляется на волокна.	$\frac{1-2}{2,9-3,0}$
М	Я Я	С С		П НМС ПРС		

ОТДЕЛ VII

МИНЕРАЛЫ С БЕЛОЙ ЧЕРТОЙ,

№ п/п	Цвет минерала									Блеск	НАЗВАНИЕ	Формула	Спайность и ков- кость	ТВ УВ
	Цвет черты													
	белый	серый	черный	фиолетов.	синий	зеленый	желтый	оранжевый	бурый					
Син- го- ния	1	2		3			4		5	6	7			
58	А	Я Я					Я Я Я Я	С С	НМЖ ПРС	ЯНТАРЬ $C_{10}H_{16}O_4$ СП нет, хрупок.	2—3 1—1,1			
59	К	Я С Я		Я		Я	Я	Я	НМС ПРЗ	ГАЛИТ $NaCl$ СП по кубу, хруп- пок.	2—3 2,1—2,3			
60	К	С Я Я						Я	НМС ПРЗ	СИЛЬВИН KCl СП по кубу, хруп- пок.	2—3 2,0—2,1			

8	9
Таблитчатые кристаллы (табл. IV, рис. 10) и чешуйчатые массы зеленого, травяно-зеленого цветов, то светлые, то, чаще, темные. На ощупь порошок не дает ощущения жирности.	ППТ не плавятся, иногда вспучиваются, дают зеленую и грязно-зеленую массу в остатке.
Параллельно-волокнистые агрегаты, обычно растут в трещинах серпентинита, перпендикулярно к стенкам. Волокна гибки и мягки, похожи на нити.	ППТ тонкие волокна сплавляются, хотя и с некоторым трудом, давая на конце нити шарик зеленого „стекла“.

МЯГКИЕ; ТВЕРДОСТЬ 2—3

Внешний вид	Испытания
8	9
Легкая, большей частью прозрачная, иногда мутная смола ярко-желтого, буро-желтого и белого цветов. Легко электризуется. Черта белая.	Легко плавится и загорается от спички; горит с ароматическим запахом.
Кубические кристаллы, прозрачные или зернистые массы, с синими кристаллами, расположенными около мутно-белых зерен сильвина.	Растворяется в воде; вкус соленый. ППТ легко плавится в шарик, окрашивая пламя в яркожелтый цвет (натрий).
Молочно-белые или сургучно-красные зернистые массы; редко — прозрачные кристаллы.	Растворяется в воде, вкус горькосоленный, ППТ легко плавится в шарик, окрашивая пламя в фиолетовый цвет (калий).

8	9
Сплошные натечные образования голубого и сине-зеленого цветов.	ППТ не плавится, но с соляной кислотой дает голубое пламя. В кислоте, растворяясь, оставляет студень кремнекислоты.
Кристаллы изометрические, пластинчатые, заостренные (табл. I, рис. 20; табл. III, рис. 11); совершенная спайность, косая к удлинению; зернистые массы (мрамор); плотный (известняк).	От капли соляной кислоты шипит как на черте, так и на кристалле. ППТ не плавится; пламя окрашивает в оранжевый цвет (кальций).
Мелкие чешуйчатые кристаллы гексагонального облика, с перламутровым отблеском. Зернисто-чешуйчатые агрегаты.	ППТ не плавится, смоченный раствором кобальта и вновь прокаленный становится синим (алюминий).
Чешуйчатые бледнофиолетовые или розовые кристаллы с шестиугольными очертаниями. Вместе с турмалином, альбитом, кварцем, иногда с касситеритом, сподуменом.	Плавится даже на свечке, окрашивает пламя в карминово-красный цвет. ППТ окраска пламени ярче и постоянное (литий).
Чешуйчатые, большей частью белые кристаллы или группы кристаллов с шестиугольными очертаниями и с совершенной спайностью. Листочки упруго-гибки.	ППТ почти не плавится, лишь тончайшие листочки сплавляются в прозрачные шарики.
Темнобурые, до черных, чешуйчатые кристаллы, иногда светло-желтые, когда содержат мало железа (разновидность—„флогопит“). Листочки гибки и упруги.	ППТ не плавится, очень черные кристаллы сплавляются в черный шарик, который магнитен.

ОТДЕЛ VIII

МИНЕРАЛЫ С БЕЛОЙ ЧЕРТОЙ,

№ п/п	Цвет минерала									Блеск Прозрач- ность	НАЗВАНИЕ Формула Спайность, хруп- кость	
	Цвет черты											
Сви- го- ния	белый	серый	черный	фиолетов.	синий	зеленый	желтый	оранжевый	бурый	красный		
	1	2		3			4			5	6	7
67 Р	С Я				С	С				НМС ПРС	АРАГОНИТ CaCO ₃ СП нет, хрупок.	$\frac{3-4}{2,95}$
68 Тг	Я Я	С				С				НМС ПРС	ДОЛОМИТ CaMgC ₂ O ₆ СП по ромбоэдру, хрупок.	$\frac{3-4}{2,8-3,2}$
69 Р	С Я	С								НМА ПРС	ЦЕРУССИТ PbCO ₃ СП нет, хрупкий.	$\frac{3-4}{6,4-6,6}$
70 К	С Я	С			С	С	Т С С Я	Т		НМА ПРС	СФАЛЕРИТ (Zn,Fe)S СП совершенная; бруски, срезанные косо с двух сторон.	$\frac{3-4}{3,9-4,2}$
71 К	С Я	С		С Я	С Я	С		С		НМС ПРС	ФЛЮОРИТ CaF ₂ СП совершенная, по октаэдру или тетраэдру.	$\frac{4}{3,1-3,2}$
72 Р	Я Я	С		С				С		НМС ПРС	АНГИДРИТ CaSO ₄ СП ясная, кубики.	$\frac{3-4}{2,9-3,0}$
73 Р	С Я Я	С		С				С		НМС ПРС	ЦЕЛЕСТИН SrSO ₄ СП ясная по трем плоскостям, с углом 104° и 90°.	$\frac{3-4}{3,9-4,0}$

ПОЛУТВЕРДЫЕ (ТВ 3—4)

Внешний вид	Испытания
8	9
Призматические и остропирамидальные кристаллы, также радиальнолучистые корки, натеки, оолиты (см. табл. I, рис. 18).	От капли соляной кислоты вскипает, ППТ не плавится.
Кристаллы-ромбоэдры, иногда с искривленными гранями, также зернистые агрегаты, землистые скопления. (См. рис. 12, табл. III.)	От соляной кислоты на кристалле не шипит, но в порошке и на черте вскипает, выделяя углекислый газ. ППТ не плавится.
Кристаллы пластинчатые, часто в сростках, также игольчатые, с алмазным блеском и большим удельным весом.	Черта или порошок с соляной кислотой шипит и растворяется, в растворе от кристаллика иодистого калия (KI) выпадает яркожелтый осадок.
Краснобурные до светложелтых кристаллы с алмазным блеском и спайностью по ромбододекаэдру. Черта всегда светлее минерала, мучнистая.	От соляной кислоты вскипает (на бисквите) и выделяет газ с запахом тухлых яиц — сероводород. ППТ не плавится.
Кубы, их группы, иногда срастания кубов (табл. I, рис. 3) или зернистые агрегаты, радиальнолучистые светлогозеленого или фиолетового, желтого, белого цветов.	ППТ плавится в шарик прозрачный или фарфоровидный. В кислотах не растворяется.
Зернистые массы белого или, от примесей, светлосерого, голубого, розового цветов. Редко — волокнисто-шестоватые агрегаты.	ППТ плавится в эмалевобелый шарик. С содой на угле — серная печень (см. стр. 28).
Шестоватые или досковидные кристаллы (табл. II, рис. 5) в пустотах в гипсе, часто вместе с кристаллами самородной серы. Шестоватые мелкозернистые агрегаты, иногда в лучистых конкрециях.	ППТ легко плавится в эмалевобелый шарик, окрашивает пламя ПТ в карминово-красный цвет (стронций), с содой дает реакцию на серную печень.

1	2	3	4	5	6	7			
74	Р	С Я Я	С	С	С	Я НМС ПРС	БАРИТ $BaSO_4$ СП ясная по трем плоскостям, с углом 102 и 90°.	$\frac{3-4}{4,4-4,6}$	
75	Тг	Я Я	С	С	С	С	НМС ПРС	АЛУНИТ $KAl_3(OH)_6(SO_4)_2$ СП ясная, но в агрегатах не наблюдается.	$\frac{3-4}{2,7-2,8}$
76	Г	Я	С	Я	С	Я	НМА ПРС	ПИРОМОРИТ $Pb_5(PO_4)_3Cl$ СП нет, хрупок.	$\frac{3-4}{6,7-7,0}$
77	Р	С Я	Я Т С	Я	Я	НМС ПРС	СКОРОДИТ $FeAsO_4 \cdot 2H_2O$ СП есть, но трудно наблюдаема.	$\frac{3-4}{3,1-3,3}$	
78	М	Я	Я Т С	С	Я	НМС ПРС	СЕРПЕНТИН $Mg_3(OH)_4[Si_2O_5]$ СП трудно наблю- дается.	$\frac{3-4}{2,5-2,6}$	
79	М	Я Я	С	С	Я	С	НМС ПРС	ДЕСМИН $Ca[Al_2Si_7O_{18}] \cdot 7H_2O$ СП ясная по пина- конду.	$\frac{3-4}{1,1-2,2}$

8	9
<p>Досковидные и пластинчатые кристаллы (табл. II, рис. 5, 6; табл. III, рис. 14), иногда крупные, или группы кристаллов, также зернистые и плотные агрегаты.</p>	<p>ППТ плавится легко в эмалевом белом шарике, окрашивает пламя (при сильном прокатывании) в зеленый цвет (барий). С содой реагирует на серную печень.</p>
<p>Сплошные или плотные агрегаты с матовым блеском, иногда в виде желваков и пятен в изверженной породе (лаве).</p>	<p>ППТ не плавится, от раствора кобальтовой соли, прокаленный, становится синим (алюминий), в кислотах растворяется. Дает серную печень (см. стр. 29).</p>
<p>Шестоватые кристаллы и группы мелких кристаллов травяно-зеленого, редко других цветов, жирного (алмазного) блеска.</p>	<p>ППТ легко плавится в шарик, на угле с содой дает металлические корольки свинца, в кислотах растворяется спокойно и без остатка.</p>
<p>Мелкие короткостолбчатые кристаллики или налеты и плотные скопления грязно-травяно-зеленого или бурого цветов. Спутники: арсенопирит, пирит, лимонит.</p>	<p>ППТ выделяет дым с запахом чеснока (мышьяк) и легко сплавляется в черный кристаллизующийся при охлаждении шарик. По остывании магнитен.</p>
<p>Плотные массы от желто-зеленого до темнозеленого цвета; просвечивающий идет на поделки и называется „благородным“. Волокнистый, в трещинах — асбест.</p>	<p>ППТ светлеет, но почти не плавится (только в тончайших краях). В кислотах на холоду не разлагается.</p>
<p>Сноповидные группы досковидных кристаллов (табл. IV, рис. 16) со спайностью вдоль удлинения. Блеск на плоскостях спайности часто перламутровый.</p>	<p>ППТ, вспучиваясь и вздуваясь, плавится в пузыристое эмалеподобное стекло. В соляной кислоте, в пробирке при кипячении разлагается, выделяя кремнезем в остатке.</p>

ОТДЕЛ IX

МИНЕРАЛЫ С БЕЛОЙ ЧЕР-

№ р/п.	Цвет минерала										Блеск Про- зрач- ность	НАЗВАНИЕ Формула Спайность, хруп- кость	ТВ УВ
	Цвет черты												
	белый	серый	черный	фиолетов.	синий	зеленый	желтый	оранжевый	бурый	красный			
1	2			3			4			5	6	7	
80	Тг	Я	С				С		Я	НМС ПРС	СИДЕРИТ FeCO_3 СП по ромбоэдру.	$\frac{4-5}{3,7-3,9}$	
81	Тг	Я	С			С	С	С	Я	НМС ПРС	СМИТСОНИТ ZnCO_3 СП по ромбоэдру.	$\frac{4-5}{4,3-4,5}$	
82	Тр	Я	С	Т			С			НМС ПРС	МАГНЕЗИТ MgCO_3 СП по ромбоэдру.	$\frac{4-5}{3,0}$	
83	Г	С	Я	С		Я	Я	Я	С	НМС ПРС	АПАТИТ $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{F}, \text{Cl})$ СП неясная.	$\frac{5}{3,2}$	
84	Тт	Я	С				С	Я	С	НМА ПРС	ШЕЕЛИТ CaWO_4 СП по дипирамиде.	$\frac{4,5}{5,9-6,1}$	
85	Р	С	Я	Я			С			НМС ПРС	КАЛАМИН $\text{Zn}_4(\text{OH})_2$ $[\text{Si}_2\text{O}_7] \cdot \text{H}_2\text{O}$ СП совершенная, хрупок	$\frac{4-5}{3,3-3,5}$	

ТОЙ; ТВЕРДОСТЬ 4—5

Внешний вид	Испытания
8	9
Ромбоэдрические кристаллы (табл. III, рис. 12) или зернистые скопления горохового или желтобурого цветов; при разложении — бурные окислы железа.	ППТ не плавится, но чернеет; остаток магнитен; соляная кислота на кристалле не действует, но черта на бисквите вскипает, выделяя углекислоту.
Редко мелкие ромбоэдры, чаще почковидные агрегаты, просвечивающие, светлозеленого и других цветов светлого оттенка. Спутники — галенит, сфалерит, малахит.	ППТ не плавится, но становится белым. Смоченный раствором кобальта и прокаленный становится зеленым (цинк). С соляной кислотой — как предыдущий.
Тупые ромбоэдры, среднезернистые массы, и фарфоровидные желваки, похожие на цветную капусту (гидромагнетит). Цвет: белый, серый, светложелтый.	ППТ не плавится. Черта на холоду от соляной кислоты не вскипает, только после нагревания бисквита вскипает, выделяя углекислоту.
Призматические кристаллы, (табл. II, рис. 1, 2, 4) с шестиугольным сечением всех цветов, чаще зеленого и голубовато-зеленого. Сплошные конкреции серого цвета (фосфориты).	ППТ едва плавится; в соляной кислоте вполне растворим, спокойно, без выделения газов. Нагретый в темноте светится (часто, но не всегда).
Дипирамиды (табл. I, рис. 12) и зерна в кварце с вольфрамитом, молибденитом, касситеритом, флюоритом. Также мелкозернистый и плотный.	ППТ плавится с трудом. На алюминиевой пластинке с соляной кислотой окрашивает раствор и окрашивается сам в синий цвет.
Кристаллы — таблички или доски, заостренные с одного конца, а с другого — тупо обрезанные (табл. II, рис. 8). Также друзы и натечные образования.	ППТ не плавится, смоченный кобальтовым раствором, прокаленный становится зеленым (цинк). Соляной кислотой в пробирке разлагается, выделяя студень кремнезема.

1	2	3	4	5	6	7
86	Я			НМС	ВОЛЛАСТАНИТ $\text{Ca}_3 [\text{Si}_3\text{O}_9]$	$\frac{4-5}{2,8-2,9}$
М	Я			ПРС	СП совершенная, хрупок.	
87	Я С		С	Я С	НАТРОЛИТ $\text{Na}_2 [\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{10}] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	$\frac{4-5}{2,2-2,4}$
Р	Я			ПРС	СП хорошая по призме.	

ОТДЕЛ X

МИНЕРАЛЫ С БЕЛОЙ ЧЕРТОЙ; СТЕКЛО

№ п/п	Цвет минерала									Блеск Про- зрач- ность	НАЗВАНИЕ Формула Спайность, ковкость	$\frac{\text{ТВ}}{\text{УВ}}$
	Цвет черты											
Син- го- ния	белый	серый	черн. и фиолетов.	синий	зеленый	желтый	оранжевый	бурый	красный			
1	2	3	4			5	6	7				
88						Т	Т	Т				
М						Я	Я	Я				
	Я	С							НМА ПРС	МОНАЦИТ CePO ₄ СП ясная, хрупок.	$\frac{5 \frac{1}{2}}{4,8-5,5}$	
89									С			
М	Я	Т	Т			Я	Я	Я	Я			
	Я								НМС НМА ПРС	С Ф Е Н CaTiO [SiO ₄] СП ясная, хрупок.	$\frac{5 \frac{1}{2}}{3,4-3,6}$	

	8	9
	Таблицевидные или досковидные кристаллы или пучки кристаллов со спайностью по доске.	ППТ плавится с трудом в белую эмаль. В соляной кислоте в пробирке при кипячении разлагается с выделением студня кремнезема.
	Длинные призмы, в сечении — квадрат (табл. IV, рис. 16), спайность по призме совершенная. Пучки игольчатых кристаллов, друзы, сплошные массы.	Плавится легко, даже на свечке, окрашивает пламя в желтый цвет (натрий). В соляной кислоте в пробирке разлагается, образуя студень кремнезема.

ЦАРАПАЮТ; ОРТОКЛАЗ НЕТ (5—6)

Внешний вид	Испытания
8	9
Отдельные таблички, вросшие в полевой шпат, красновато-бурого цвета.	ППТ не плавится. Сплавленный с магнием на угле от воды издает запах тухлой рыбы. (H_3P — фосфористый водород).
Клиновидные кристаллы чаще всего желто-бурого или темно-желто-бурого цвета (табл. IV, рис. 3 и 4), иногда игольчатые желто-бурые кристаллы.	ППТ в краях оплавляется в черное стекло, не магнитное.

1	2	3	4	5	6	7
90 А	Я С Я		С Я Т Я	НММ ПРС	О П А Л $\text{SiO}_2\text{nH}_2\text{O}$ СП нет, хрупок.	6 2,0—2,1
91 М	Я Я		С Т Я С С	НМС ПРС	ДИОПСИД $\text{CaMg} [\text{Si}_2\text{O}_6]$ СП ясная, хрупок.	6 3,3
92 Р	Я С		Т Т	НМС МВД ПРС	ГИПЕРСТЕН $(\text{Mg}, \text{Fe})_2 [\text{Si}_2\text{O}_6]$ СП ясная, хрупок.	6 3,3—3,5
93 М (Г)	Я С Я		С С	НМС ПРС	ТРЕМОЛИТ $\text{Ca}_2\text{Mg}_5 (\text{OH})_2$ $(\text{Si}_4\text{O}_{11})_2$ СП ясная.	6 2,9—3,1
94 М (Г)	Я		Я С	НМС ПРС	АКТИНОЛИТ $\text{Ca}_2 (\text{Mg}, \text{Fe})_5$ $(\text{OH})_2 (\text{Si}_4\text{O}_{11})_2$ СП ясная.	6 2,9—3,1
95 М (Г)	Я С Т		Т Т Т	НМС ПРС	РОГОВАЯ ОБМАНКА $\text{NaCa}_2 (\text{Mg}, \text{Fe})_4 (\text{Al}, \text{Fr}) [(\text{Si}, \text{Al})_4\text{O}_{11}] (\text{OH})_2$ СП совершенная.	6 3,1—3,4
96 М	С		Я Т С Т	НМС НМС НПР	О Р Т И Т $(\text{Ca}, \text{Ce})_2 (\text{Al}, \text{Fr})_3$ $[\text{Si}_3\text{O}_{12}] (\text{OH})$ СП нет, хрупок.	6 3,0—4,2

8	9
Аморфные, стекловидные массы, водяно-прозрачный (гяалит), красный и желтый (огненный опал), буроватый (деревянистый опал, кремнь), мучнистый (трепел).	ППТ выделяет воду, не плавится, но с содой с шипением сплавляется в прозрачное стекло.
Шестоватые кристаллы с четырех- или восьмиугольным сечением (табл. IV, рис. 8). Спайность по двум направлениям, с углом 93°. Зернистые и плотные агрегаты.	ППТ трудно плавится в цветное стекло.
Короткостолбчатые кристаллы, бурочерного или чернобурого цвета, со спайностью по двум плоскостям, с углом около 90°.	ППТ сплавляется в зеленовато-черную эмаль, которая по остывании магнитна. В соляной кислоте в пробирке частично разлагается.
Игольчатые кристаллы, собранные в пучки и радиальнолучистые скопления, со спайностью по двум плоскостям; угол 124°. Вкраплен в известняке и доломите.	ППТ трудно плавится в белую эмаль, слегка вспучиваясь.
Игольчатые кристаллы травяно-зеленого цвета или пучки игольчатых кристаллов, со спайностью по двум плоскостям, с углом 124°.	ППТ трудно сплавляется в зеленую эмаль или стекло, слегка вспучиваясь.
Досковидные или короткостолбчатые кристаллы (табл. II, рис. 12), также зернистые скопления с совершенной спайностью по двум плоскостям, с углом 124°.	ППТ сплавляется в темнозеленое стекло, которое иногда магнитно (разновидности: риббекит, арфведсонит), но чаще нет.
Толстотаблитчатые кристаллы, вкрапленные в полевые шпаты, зерна бурого, черного, редко — желтого цвета. Излом раковистый, блеск в изломе смолистый.	ППТ вспучивается, легко плавится в черное пузыристое, обычно магнитное, стекло. Разлагается соляной кислотой с выделением студия кремнезема.

1	2	3	4	5	6	7
97 Тк	Я			Я С	РОДОНИТ $Mn_3 [Si_3O_9]$ СП трудно наблю- дается.	$5 \frac{1}{2}$ 3,4—3,8
98 М (Тт)	С Я Я	С С С	Я С С	Я НМС ПРС	ОРТОКЛАЗ $K [AlSi_3O_8]$ СП ясная, хрупкий.	6 2,53—2,56
99 Тк (Тт)	С Я Я	С С	С	НМС ПРС	ПЛАГИОКЛАЗЫ $m Na [AlSi_3O_8]$ $(1-m) Ca [Al_2Si_2O_8]$ СП ясная, хрупкий.	6 2,61—2,77
100 Тт	Я Я	Я С	С	НМС ПРС	СКАПОЛИТЫ $m Na [AlSi_3O_8] \frac{1}{3}$ $NaCl (1-m) Ca$ $[Al_2Si_2O_8] \frac{1}{3} CaCl_2$ СП ясная, хрупкий.	$5 \frac{1}{2}$ 2,6—2,8
101 Тт (К)	Я С	С		НМС ПРС	ЛЕЙЦИТ $K [AlSi_2O_6]$ СП нет, хрупок.	6 2,5
102 Г	Я Я	С	С С	НМЖ НМС ПРС	НЕФЕЛИН $Na [AlSiO_4]$ СП нет, хрупкий.	6 2,6—2,7

8	9
Кристаллы редки, обычно плотные или мелкозернистые агрегаты характерного розового цвета, с бурыми пятнами и черными разводами окислов марганца.	ППТ буреет, потом чернеет и плавится в черный непрозрачный шарик, не магнитный по остывании. Сплав с содой зеленого цвета (полезно прибавить селитры) (марганец).
Призматические кристаллы (табл. IV, рис. 11) белого, розового, мясо-красного, также голубовато-зеленого (амазонит) цветов, со спайностью по двум плоскостям, с углом 90° . Зернистые массы.	ППТ трудно плавится в бесцветное стекло, в соляной кислоте почти нерастворим.
Таблитчатые и дошковидные кристаллы (табл. II, рис. 13, 14) с углом между двумя плоскостями спайности $92-93^\circ$. Также зернистые агрегаты. Цвет белый, серовато-белый или с бледными оттенками.	ППТ плавится с трудом в прозрачное стекло, окрашивая при этом пламя в желтый цвет натрия.
Шестовидные кристаллы (табл. IV, рис. 12), а также зернистые массы белого, светлозеленого, розового или яркоголубого (глауколит) цветов со спайностью по двум плоскостям, с углом 90° .	ППТ плавится, вспучиваясь в белое пузыристое стекло. В соляной кислоте в пробирке разлагается, выделяя слизистый кремнезем.
Одиночные кристаллы в лаве (табл. I, рис. 6), иногда крупные по величине.	ППТ не плавится. В соляной кислоте разлагается с выделением порошкового кремнезема.
Редко короткостолбчатые кристаллы (табл. IV, рис. 13), чаще крупнозернистые сплошные скопления; бесцветный, зеленоватый, розоватый по цвету. Блеск часто жирный.	ППТ плавится в белую эмаль, окрашивая пламя в желтый цвет (натрий). В соляной кислоте в пробирке легко разлагается, выделяя студенистый кремнезем.

ОТДЕЛ XI

МИНЕРАЛЫ С БЕЛОЙ ЧЕРТОЙ; ОРТОКЛАЗ

№ п/п	Цвет минерала										Блеск Про- зрач- ность	НАЗВАНИЕ Формула Спайность, хрупкость	ТВ	
	Цвет черты												УВ	
	белый	серый	черный	фиолетов.	синий	зеленый	желтый	оранжевый	бурый	красный			УВ	
Син- го- ния	1	2	3	4	5	6	7							
103 Тк	Я Я	С	Т		С	С				НМС ПРС	КИАНИТ Al ₂ O [SiO ₄] СП ясная, хрупок.	4—7 3,5—3,7		
104 Тт	Я		Т			Т С	Я С	Т	(НМА) МВД ПРС	РУТИЛ TiO ₂ СП по призме, хрупок.	6 1/2 4,2—4,3			
105 Тт	Я	Т	Т				Т С		НМА ПРС	КАССИТЕРИТ SnO ₂ СП нет, хрупок.	6 1/2 6,8—7,1			
106 М	Я	Т	Т	Т	Т Я С			С	НМС ПРС	ЭПИДОТ Ca ₂ (Al, Fr) ₃ [Si ₃ O ₁₂] (ОН) СП ясная, хрупок.	6 1/2 3,3—3,5			
107 Тт	Я	С	Т		С	Т Я	Я	Т	Я С	НМС ПРС	ВЕЗУВИАН Ca ₃ Al ₂ (SiO ₄) ₂ (ОН) ₄ СП нет, хрупок.	6 1/2 3,3—3,5		

ЦАРАПАЮТ; КВАРЦ НЕ ЦАРАПАЮТ (6—7)

Внешний вид	Испытания
8	9
<p>Досковидные кристаллы (табл. II, рис. 15) или группы их со спайностью по длине, твердость вдоль заметно ниже, чем поперек кристалла. Также зернистые массы голубого и других цветов.</p>	<p>ППТ не плавится, светлеет смоченный кобальтовым раствором и снова прокаленный становится голубым (алюминий).</p>
<p>Столбчатые кристаллы (табл. I, рис. 13) (табл. III, рис. 9) иногда коленчатые двойники, часто штрихи по удлинению. Иногда волосовидные кристаллы в кварце. Цвета в бурых тонах.</p>	<p>ППТ не плавится и не изменяется. В кислотах не растворяется.</p>
<p>Призматические, редко дипирамидные (табл. III, рис. 10) кристаллы, коленчатые сростки и пучки темнобурого цвета. Со слюдой и кварцем, в породе, называемой „трейзен“.</p>	<p>ППТ не плавится, в кислотах не растворяется. Если на зерно касситерита наложить каплю соляной кислоты и через нее прикоснуться к минералу палочкой цинка, то на нем появляется металлически-серое пятно олова.</p>
<p>Призматические кристаллы фиштакково-зеленого, желто-зеленого цветов со спайностью вдоль удлинения. Друзы кристаллов и зернистые агрегаты (табл. IV, рис. 9).</p>	<p>ППТ вспучивается и плавится в зеленое пузырчатое трудноплавкое стекло. Иногда стекло зелено-черное и магнитное.</p>
<p>Призматические кристаллы, в сечении — квадрат, также сплошные зернистые массы и друзы мелких кристаллов; цвет чаще в зеленых тонах (табл. I, рис. 11); (рис. 4 на стр. 7).</p>	<p>ППТ вспучивается и легко плавится в зеленовато-бурое легкоплавкое стекло. В кислотах растворяется плохо.</p>

1	2	3	4	5	6	7
108						
Р	С	Т	С	Т	ОЛИВИН (Mg, Fe) ₂ [SiO ₄] СП неясная, хрупок.	$\frac{6 \frac{1}{2}}{3,3}$
	Я					
				НМЖ		
				ПРС		
109						
Р	Я	С	Т	Т	АНДАЛУЗИТ Al ₂ O [SiO ₄] СП ясная, хрупкий.	$\frac{7}{3,1-3,2}$
	Я					
				НМС		
				ПРС		
110						
Тг	С	Т	Т	С	ТУРМАЛИН Na (Mg, Al) ₆ [B ₃ Al ₃ Si ₆ O ₃₀] СП нет, хрупок.	$\frac{7-7 \frac{1}{2}}{3,0-3,2}$
	Я					
				НМС		
				ПРС		
111						
К	С	Т	С	Т	ГРАНАТЫ Ca ₃ (Al, Fr) ₂ [SiO ₄] ₃ СП нет, хрупкий.	$\frac{7}{3,4-3,6}$
	Я					
				НМС		
				ПРС		
112						
К	Я	Т	Т	Т	ГРАНАТЫ (Mg, Fe) ₃ Al ₂ [SiO ₄] ₃ СП нет, хрупкий.	$\frac{7 \frac{1}{2}}{3,4-3,6}$
				НМС		
				ПРС		
113						
Р	С	С	С	С	КОРДИЕРИТ Al ₃ (Mg, Fe) ₂ [AlSi ₅ O ₁₈] СП ясная, хрупок.	$\frac{7}{2,6}$
	Я					
				НМС		
				ПРС		

8	9
Зернистые агрегаты изометрических кристаллов, желто-зеленого, до черного, цвета, часто с серпентином, в который он превращается. Иногда с хромитом.	ППТ не плавится. В кислотах же, при кипячении порошка в пробирке разлагается, образуя студень кремнезема.
Бруски почти квадратного сечения, серые или бледно окрашенные, с поверхности часто покрыты мелкими чешуйками слюды. Черный — так называемый „хиастолит“ (табл. IV, рис. 2).	ППТ не плавится, часто светлеет. Светлый остаток, смоченный каплей кобальтового раствора и еще раз прокаленный, становится синим (алюминий).
Столбчатые кристаллы с сечением треугольным или шестиугольным и продольной штриховатостью. Характерны радиальнолучистые агрегаты („турмалиновое солнце“) (табл. IV, рис. 7).	Бледноокрашенные — не плавятся ППТ, черные, магнезиально-железистые сплавляются легко в черный шарик, магнитный по остывании.
С преобладанием железа — андрадит темнозеленого, черного, красно-бурого цветов, с преобладанием алюминия —grossуляр светлозеленого, желтого цветов. Кристаллы — ромбододекаэдры; сплошной (рис. 3, стр. 7).	ППТ сплавляются в цветное стекло (grossуляр) или черное магнитное стекло (андрадит).
С преобладанием железа — альмандин фиолетово-красного, бурокрасного цветов, с магнием — пироп темнокрасного, черного цветов; кристаллы — ромбододекаэдры, также зернистые агрегаты (табл. I, рис. 6, 7).	ППТ альмандин легко сплавляется и дает черное стекло, после остывания — магнитное; пироп не плавится (обычно сплошной).
Кристаллы редки (табл. IV, рис. 5), обычно или сплошные массы (чаще светлосиние) с халькопиритом, или включения мелких зерен неправильных очертаний.	ППТ не плавится, но светлеет. Смоченный кобальтовым раствором и прокаленный делается по остывании синим (реакция на алюминий).

1	2	3	4	5	6	7
114	Я С Я	Т С С	С С С	Т Я С	НМС ПРЗ К В А Р Ц SiO ₂ СП нет, хрупок.	7 2,65
115	А Я Я	С С	С Я Я	Т С Я	НММ ПРС ХАЛЦЕДОН SiO ₂ СП нет, хрупок.	7 2,59—2,61

ОТДЕЛ XII

МИНЕРАЛЫ С БЕЛЫМ ПОРОШ-

№ п/п	Цвет минерала									Блеск Про- зрач- ность	НАЗВАНИЕ Формула пайность, хрупкость	ТВ УВ		
	Цвет черты													
Син- го- ния	белый	серый	черный	фиолетов.	синий	зеленый	желтый	оранжевый	бурый	красный				
1	2		3				4				5	6	7	
116	Р		Т					Т	Т		НМС ПРС	СТАВРОЛИТ $\text{FeAl}_4\text{O}_2[\text{SiO}_4]_{12}$ (ОН) ₂ СП ясная, хрупок.	7—7 1/2 3,7—3,8	
117	Тт	С Я				С	С	Т	С	Т	Т	НМА ПРС	ЦИРКОН ZrSiO_4 СП ясная, хрупок.	7 1/2 3,9—4,7

8	9
Призматические, иногда дипирамидальные кристаллы, бесцветные („горный хрусталь“), фиолетовые (аметист), синие, зеленые, розовые по цвету. Жеоды, друзы, зернистые массы (табл. I, рис. 17, 18 и рис. 6 на стр. 8).	ППТ не плавится, некоторые цветные разновидности (например, аметист) обесцвечиваются. В кислотах не растворяется.
Скрытокристаллический кварц, обычно в натечных формах — сосульках, почках, желваках и конкрециях. Молочно-белый, бурокрасный (сардер), яблочно-зеленый (хризопраз), травяно-зеленый (плазма), черно-бурый (кремень), ленточно окрашен (агат), непрозрачно-красные и зеленые разновидности — яшмы.	ППТ не плавится, иногда обесцвечивается, иногда окраска огнеустойчива. В кислотах не растворяется.

КОМ, ЦАРАПАЮТ КВАРЦ

Внешний вид	Испытания
8	9
Призматические кристаллы и крестообразные двойники в слюдяных сланцах, цвет темный краснобурый, до черного (табл. IV, рис. 1).	ППТ не плавится; если часть железа замещена марганцем, то сплавляется в черное магнитное стекло.
Короткостолбчатые, редко изометрические кристаллы, включенные в полевошпатовые породы; иногда кофейно-бурые, с пониженной твердостью („малакон“) (табл. I, рис. 11).	ППТ не плавится, в кислотах не разлагается.

1	2	3	4	5	6	7
118 К	Я	Т	Т	Я	НМС ПРС ШПИНЕЛЬ $MgAl_2O_4$ СП нет, излом ра- ковистый.	8 3,5—4,1
119 Р	С Я		С С С	С	НМС ПРС ТОПАЗ $Al_2(F, OH)_2 [SiO_4]$ СП ясная, хрупок.	8 3,5—3,6
120 Г	С Я		С Я С	С	НМС ПРС БЕРИЛЛ $Be_3Al_2 [Si_6O_{18}]$ СП поперек кри- сталла.	7 1/2 2,6—2,8
121 Тг	С Я	Т С	С Я С С	Т Я	НМС ПРС КОРУНД Al_2O_3 СП нет, хрупок.	9 3,9—4,1
122 К	С Я	С Т	С Я С С	С С	НМА ПРС АЛМАЗ С СП ясная по окта- эдру, хрупок.	10 3,47—3,56

8	9
Октаэдры, вросшие в породу, также сплошные массы.	ППТ не плавится и не обесцвечивается; в кислотах не изменяется.
Короткостолбчатые и изометрические кристаллы со спайностью и тонкой штриховкой на гранях, также сплошные зернистые и шестоватые агрегаты (табл. III, рис. 15, 16).	ППТ не плавится, в кислотах не разлагается.
Шестоватые кристаллы, с шестиугольным сечением в слюдяно-полевошпатовой породе. Ярко-зеленый (изумруд), светлый, голубовато-зеленый (аквамарин) (табл. II, рис. 3),	ППТ не плавится, но растрескивается и теряет прозрачность. В кислотах не изменяется.
Боченкоидные кристаллы, с поперечной штриховкой на гранях. Яркокрасный, прозрачный — рубин, яркосиний — сапфир. Темно-серый, непрозрачный — наждак (табл. III, рис. 6).	ППТ не плавится. В кислотах не растворяется.
Октаэдры с выпуклыми гранями, иногда ступенчатыми, со входящими углами. Сферолиты („болас“), бесцветны, также буровато-черные от графита, пористые тонкозернистые агрегаты, в зернах округлого очертания („карбонадо“). Очень тверд, но хрупок, на ощупь теплый (кварц — холодный). Полированный алмаз называется бриллиантом. (Табл. III, рис. 1, 2).	ППТ не плавится, но при температуре свыше 700° сгорает в CO ₂ . В ультрафиолетовых лучах, также в рентгеновых светится, чаще всего голубым цветом.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	3
Наружные признаки минералов	5
Величина и форма минеральных зерен	6
Блеск	14
Цвет минерала и цвет черты	15
Простейшие испытания физических свойств минерала . .	16
Плотность и удельный вес минералов	18
Простейшие химические испытания	21
Особые свойства	30
Таблицы минералов и их употребление	32

Для средней школы

Ответственный редактор *Г. П. Гродзенский*
 Технический редактор *З. Кореньюк*. Корректоры *А. К. Петрова* и
А. П. Нарвойш. Подписано к набору 26/VIII 1953 г. Подписано
 к печати 12/XII 1953 г. А03503. 84 × 108 1/4. Бум. л. 1,25. Печ. л. 4,1.
 Авт. л. 2,65. Уч.-изд. л. 3,32. Заказ № 383. Тираж 100 000 экз. Цена 1 р.

Отпечатано на Фабрике детской книги № 1. Москва, Сущевский вал, 49.
 зак. № 1125 с матриц Фабрики детской книги № 2. Ленинград,
 2-я Советская, дом 7.

Цена 1 руб.

ШКОЛЬНАЯ БИБЛИОТЕКА