В. Е. ТРЁГЕР

ОПТИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОРОДООБРАЗУЮЩИХ МИНЕРАЛОВ

В. Е. ТРЁГЕР

ОПТИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОРОДООБРАЗУЮЩИХ МИНЕРАЛОВ

ПЕРЕВОД С НЕМЕЦКОГО *Р. Н. СОБОЛЕВА*
ПОД РЕДАКЦИЕЙ *Н. Д. СОБОЛЕВА*

ИЗДАТЕЛЬСТВО «НЕДРА»
МОСКВА 1968

УДК 548.0:535

W. E. TRÖGER

OPTISCHE BESTIMMUNG DER GESTEINSBILDENDEN MINERALE

STUTTGART 1959

2—9—2
358—68

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
Предисловие к первому русскому изданию	4
Предисловие к второму русскому изданию	4
Предисловие автора к второму и третьему изданиям на немецком языке	5
Объяснения употребляющихся в таблицах сокращений, обозначений и знаков	8
Ключевая диаграмма показателя преломления n_m двупреломления $n_g - n_p$	10
Растворимые в воде минералы (соли)	12
Непрозрачные или очень слабо просвечивающие в шлифах минералы	20
Оптически изотропные или кубические минералы	24
Оптически одноосные тетрагональные минералы	32
Оптически одноосные гексагональные и тригональные минералы	38
Оптически двуосные минералы: окислы, гидроокислы, карбонаты, сульфаты	54
Оптически двуосные минералы: фосфаты, группы оливина, гумита и др.	62
Оптически двуосные минералы: группы гумита, эпидота и др.	70
Оптически двуосные минералы: группы гумита, кордиерита и др.	80
Оптически двуосные минералы: группы пироксена и др.	88
Оптически двуосные минералы: группы амфибола	104
Оптически двуосные минералы: группы слюд, талька и др.	122
Оптически двуосные минералы: группы хлорита и др.	130
Оптически двуосные минералы: полевые шпаты и цеолиты	142
Номограммы для определения значений оптических разграничений	168
Диаграммы удельных весов	179
Дисперсия светопреломления (показателей преломления) породообразующих минералов	182
Определения минералов на ориентированных разрезах с помощью коноскопа и компенсатора	184
Собственная окраска и плеохроизм в шлифе	189
Прочие особенности	190
Указатель минералов	192
Приложения	195

ПРЕДИСЛОВИЕ К ПЕРВОМУ РУССКОМУ ИЗДАНИЮ

Выпускаемый в свет на русском языке труд известного немецкого ученого В. Е. Трёгера «Таблицы для оптического определения породообразующих минералов» носит характер справочника и в сущности является определителем минералов в прозрачных шлифах.

Автор при составлении таблиц, кроме литературных данных, использовал свой богатый опыт по изучению оптических свойств породообразующих минералов. Справочник характеризуется некоторыми оригинальными особенностями. Прежде всего весьма ценное дополнение к таблицам представляют рисунки кристаллов с нанесенными на них данными оптических свойств (направлений кристаллических осей, плоскостей спайности, плоскостей оптических осей и т. д.). Несомненным достоинством книги является также приложение вариационных диаграмм, показывающих взаимосвязь между химическими и оптическими свойствами минералов. Многие из этих диаграмм составлены самим автором и впервые публикуются в данном труде. Наконец, важную вспомогательную роль при оценке измеряемых оптических констант минералов играют номограммы.

Все это выгодно отличает «Таблицы» В. Е. Трёгера от других современных определителей породообразующих минералов и делает их наиболее совершенным справочником при изучении минерального состава горных пород в шлифах под микроскопом.

Книга рассчитана на геологов, уже знакомых с методикой изучения кристаллооптических свойств минералов. Вместе с тем она может служить ценным пособием и для квалифицированных петрографов.

Можно не сомневаться в том, что советские геологи, всегда живо интересующиеся новинками зарубежной геологической печати, этот труд в русском переводе встретят с чувством признательности его автору, так как найдут в нем немало полезных для своей работы сведений, изложенных систематически и в предельно сжатом виде.

Акад. *А. Г. Бетехтин*

ПРЕДИСЛОВИЕ К ВТОРОМУ РУССКОМУ ИЗДАНИЮ

Книга В. Е. Трёгера выдержала три издания на немецком языке — в 1952, 1956 и 1959 гг. Как видно из предисловия автора, во второе и третье издания внесены существенные дополнения, уточнения и изменения, которые отражены в настоящем издании. Особенно это относится к диаграммам взаимосвязи «химический состав — оптические свойства». Дополнительно включено восемь диаграмм для определения высоко- и низкотемпературных плагиоклазов на федоровском столике по Кехлеру и Каадену.

Автор предполагал написать вторую (текстовую) часть книги с описанием диагностики минералов и их парагенезиса. К сожалению, болезнь, а затем смерть (1963 г.) помешали завершить это намерение.

Фактический материал, приведенный в первой части, и без текста представляет собой исключительную ценность благодаря компактности, систематичности, оригинальности и наглядности изложения. Если при этом учесть значительные уточнения и дополнения, внесенные во второе и третье издания, то выпуск этой книги следует считать весьма желательным; она, несомненно, будет весьма полезной для советского геолога.

В приложении к книге дополнительно дана номограмма для вычисления элементов оптической индикатрисы по Г. С. Кравцову.

Проф. *Н. Д. Соболев*

ПРЕДИСЛОВИЕ АВТОРА К ВТОРОМУ И ТРЕТЬЕМУ ИЗДАНИЯМ * НА НЕМЕЦКОМ ЯЗЫКЕ

Развитие минералогической науки за последние три десятилетия характеризовалось тем, что петрографические исследования на определенное время уступили место исследованию строения кристаллов. Поэтому, когда появились планы переиздать в современном виде оправдавшие себя вспомогательные таблицы по определению минералов Розенбуша, целесообразность этого мероприятия ставилась под сомнение. Но сейчас, всего лишь через четыре года после выхода в свет, первое издание полностью распродано. Поэтому автор и издательство пользуются возможностью выпустить второе дополненное издание в двух частях: том с таблицами и том текста.

Это издание отвечает первоначальному замыслу и пожеланиям многих читателей и критиков, считавших необходимым значительное расширение парагенетических и дифференциально-диагностических указаний. Во второй части (текстовой), которая появится в будущем году **, будут особенно подчеркнуты эти два направления, которые в узких рамках наших таблиц действительно представлены недостаточно. Для общего ознакомления, и особенно для учащихся, мы хотели бы здесь указать еще на нашу статью «Оптические свойства и описание минералов», опубликованную в 1955 году в томе IV, часть I «Микроскопия горных пород» в «Справочнике микроскопии в технике» — издательство Умшау (Umschau), Франкфурт, издатель д-р Х. Фроинд (H. Freund).

Во втором издании таблицы не просто перепечатаны. Они содержат целый ряд улучшений и новинок. Автор хотел бы здесь поблагодарить своих друзей и коллег за письма с пожеланиями, добрыми советами и корректурными указаниями, которые он получил в большом количестве.

Значительным улучшением по сравнению с первым изданием является публикация новых диаграмм по титаниту, ортопироксенам, щелочным полевым шпатам и плагиоклазам. Кроме того, в данном издании удалось сохранить постраничную нумерацию по каждому минералу, чтобы сделать возможным параллельное использование обоих изданий в практикуме и т. д.

Приведенные ниже принципиальные замечания по содержанию и объему таблиц имеют целью объяснить пользование книгой, а также служат ответом на целый ряд предложений коллег.

В настоящей работе каждый минерал имеет свой опознавательный номер, который постоянно используется в таблицах и во всех остальных разделах (на рисунках кристаллов, в диаграммах, а также в текстовом томе) для того, чтобы читатель легко понял взаимосвязь. Кроме того, эти опознавательные номера приведены в алфавитном указателе и ключевой диаграмме. Нахождение номера можно упростить, вклеив на каждую страницу таблиц занумерованный кусочек лейкопластыря.

Определение неизвестного минерала под микроскопом (в шлифе) производится в первую очередь по показателю преломления и величине двойного лучепреломления.

Во многих определительских таблицах (таких, как, например, Ларсена и Бермана, * Американский геологический бюллетень, 848, 1934), минералы располагают последовательно в соответствии с величиной показателя преломления. Но мы должны учесть, что родственные минералы и даже отдельные члены одной непрерывной серии, такие, как оливины,

* Настоящее предисловие включено в третье издание на немецком языке без изменений. — *Прим. ред.*

** См. предисловие к второму русскому изданию.

* Второе издание на русском языке выпущено в свет в 1965 г. издательством «Недра». — *Прим. ред.*

встречаются в этом случае в разных местах книги, что очень затрудняет обзор и усложняет расположение диаграмм и рисунков кристаллов между таблицами. Чтобы избежать этого, в данной книге на страницах 10—11 помещена ключевая диаграмма, в которой все приведенные в книге минералы (за исключением солей и руд) расположены в соответствии с величиной их показателя преломления n_m и двойного лучепреломления $n_g - n_p$. Пользование ею (во всяком случае для начинающих) рекомендуется в тех случаях, когда неизвестный минерал хотят определить «на глаз»; небольшая затрата сил легко предостережет исследователя от ошибки спутать его со сходным минералом.

Последовательность расположения минералов в самих определительских таблицах можно проводить и по иному: внутри трех больших оптически определенных групп (изотропные, одноосные, двуосные) сохраняется последовательность расположения минералов, применяемая в обычных учебниках минералогии; что же касается силикатов (№ 122—244), то для них сохраняется систематизация, принятая Х. Штрунцем (H. Strunz) в «Минералогических таблицах» (второе издание, Лейпциг, 1949) *. Такое расположение дает возможность в небольшом объеме привести все характеристики, рисунки и диаграммы родственных минералов, что в значительной мере облегчает их сравнительное изучение.

Для лучшей наглядности в таблицах буквами (знаками) (n_g^z, n_m^y, n_p^x)** обозначены главные показатели преломления, используемые для соответствующих основных осей индикатрисы (Ng^z, Nm^y, Np^x). Таким образом удается избежать двойственности в применении греческих букв в качестве индексов (n_α, n_β, n_γ) и немецких курсивных букв (a, b, c) как оптических векторов.

Против этого упрощения, имеющего большое число сторонников в США, выступали многие коллеги, ссылаясь на то, что X, Y, Z уже применяются в геометрии как общие координаты. С точки зрения преподавателя минералогии я считают еще более неудачным применение букв α, β, γ, которые являются типичными обозначениями углов, а у нас в особенности обозначают кристаллографические координатные углы, и букв a, b, c, которые, будучи плохо написаны или неправильно напечатаны, легко смешиваются с кристаллографическими координатами a, b, c. Не лучше ли ученым в области минералогии во избежание неточностей, постоянно затрудняющих преподавание, отказаться от этой устаревшей привычки.

Округление цифровых данных в таблицах и диаграммах проведено с учетом интересов читателя, чтобы избежать кажущейся точности. Точность до минут при измерении углов и до четвертого знака после запятой для величин показателей преломления необходима в кристаллографии и кристаллооптике, но не должна иметь места в книге, предназначенной для петрографической практики. Оправдало себя также и следующее: в ключевой диаграмме (стр. 10—11) расположение минералов изображается с помощью кружков, которые при изменчивости оптических «констант» дидактически и с точки зрения изображения лучше соответствуют действительности, чем четкое изображение в виде точки. Очевидно, что никто не будет выводить из ключевой диаграммы оптические данные с точностью до третьего знака.

Другой вопрос — это вопрос точности, которая должна быть и может быть достигнута в вариационных диаграммах. По некоторым издательским причинам координаты всех диаграмм приведены не в виде миллиметровой сетки. Для интерполяции можно применять листок прозрачной миллиметровой бумаги, а еще лучше небольшую пластинку из плексиглаза с нанесенной на ней миллиметровой сеткой. При этом ни в коем случае не следует, однако, полагать, что все диаграммы будут иметь соответствующую реальную точность! Лишь в немногих из них она соответствует 1 мол. %, в большинстве же случаев ошибка может составлять ±5 мол. %, а иногда даже ±20 мол. %. Это объясняется тем, что природные минералы в большинстве случаев не относятся к бинарным системам, которые можно изобразить на плоскости. С другой стороны, во многих случаях нет исчерпывающих данных для составления диаграмм, а имеющиеся опорные точки образуют широко расплывчатые полосы.

Автор стоял перед выбором: или вообще не печатать эти диаграммы, или привести их условно; он решился на последнее, будучи глубоко убежденным, что правильная хотя бы по смыслу диаграмма в большинстве случаев имеет бóльшую диагностическую пользу, чем отсутствие всякой диаграммы.

Высказывались мнения, что должны быть приведены хотя бы некоторые точки, по кото-

---

* В переводе на русский язык с третьего издания (1957) выпущены в свет в 1962 г. Госгортехиздатом.— *Прим. ред.*

** В настоящем переводе буквы z, y, x и Z, Y, X заменены знаками n_g, n_m, n_p и Ng, Nm, Np, как это принято в отечественной литературе.— *Прим. ред.*

рым построена диаграмма. Однако малый вертикальный масштаб, который был необходим для того, чтобы дать диаграммы в приемлемой форме, привел бы в большинстве случаев к взаимному перекрытию соседних кривых, а читаемость диаграмм значительно ухудшилась бы.

Химический состав минералов изображается в таблицах по практическим соображениям только в виде суммы окислов. Это сделано для того, чтобы легче можно было следить за петрогенетически важными вопросами метасоматоза. А тот читатель, который ищет менее подходящие к данному случаю структурные формулы, но сам не помнит их, может обратиться к любому современному учебнику минералогии. Указания (ссылки) на рентгенографические признаки, которые в настоящее время приобретают все большее и большее значение и в области породообразующих минералов, к сожалению, не приведены в таблицах вследствие недостатка места.

По той же причине оказалось невозможным приложить к таблицам литературный указатель. Читатель найдет его в томе, посвященном описанию минералов. Но он получит (во всяком случае применительно ко всем вариационным диаграммам, изображающим оптические свойства сложных минералов) указания на источник, который в свою очередь даст возможность найти необходимую литературу. Важные указания приведены также в названном выше «Справочнике микроскопии в технике», а также в книге Винчелла «Основы оптической минералогии» часть II (изд. 4, Нью-Йорк, 1951)* или в последнем издании книги Розенбуша — Мюгге «Микроскопическое описание минералов», известной и доступной каждому петрографу.

В собрании номограмм (стр. 168—178), которые должны облегчить оценку точности оптических измерений, для каждого случая приведены только те графические решения, которые оправдали себя на практике. Приведенные данные постоянно основывались на математических формулах, а во многих случаях и преобразовывались в целях более рационального использования данного метода. Можно надеяться, что предложенный выбор номограмм значительно облегчит работу многим петрографам. Из-за недостатка места способ использования их, к сожалению, дан только намеком в виде простого графического ключа. Но есть намерение во втором томе этой книги дать более подробное описание применения сложных номограмм и привести подробные примеры расчета.

Три таблицы этой книги, а именно: ключевая диаграмма и обе стереограммы полевых шпатов в приложении используются значительно чаще, чем все остальные. Поэтому для сохранения книги мы рекомендуем наклеить их на картон, чтобы можно было иметь их на каждом рабочем столе. С этой целью указанные таблицы предоставляются издательством в любом количестве.

Благодаря дружеской помощи господина А. Кёлера (A. Köhler, Вена), и А. Н. Винчелла (A. N. Winchell, Нью-Хавен) оказалось возможным привести целый ряд важных диаграмм, на которые существуют издательские права. Обоим авторам и их издателям приношу сердечную благодарность. И в заключение мне остается приятный долг поблагодарить издательство Швайцербарт за ту готовность, с которой были приняты и технически безукоризненно напечатаны многочисленные схемы и диаграммы.

Фрейбург, 1 мая 1956 г.
Фрейбург, 1 октября 1959 г.

Е. Трёгер

* В переводе на русский язык издана в 1953 г. Издательством иностранной литературы. — *Прим. ред.*

ОБЪЯСНЕНИЯ УПОТРЕБЛЯЮЩИХСЯ В ТАБЛИЦАХ СОКРАЩЕНИЙ, ОБОЗНАЧЕНИЙ И ЗНАКОВ

КОЛОНКА 1

Кристаллографические системы (сингонии): **куб.**— кубическая; **тетр.** — тетрагональная, квадратная; **триг.** — тригональная; **гекс.** — гексагональная; **ромб.** — ромбическая; орторомбическая; **мон.** — моноклинная, клиноромбическая; **тр.** — триклинная.

Химическую формулу минералов целесообразно представлять в виде молекулярных отношений отдельных окислов, чтобы упростить контроль расчетов окислов на минеральный состав и оценку анализов горных пород (структурные формулы имеются сейчас в любом учебнике).

КОЛОНКА 2

Последовательность приводимых простых форм приблизительно соответствует их значению для внешней формы (габитуса). В том случае, если в новейшей литературе используются многие кристаллографические установки, назван тот автор, чья установка здесь используется.

◇ — означает, что двойниковое образование имеет преимущественно пластинчатую форму.

КОЛОНКА 3

\# — спайность: **пл.** — плохая; **ясн.** — ясная; **хор.** — хорошая, **соверш.** — совершенная; **в. соверш.** — весьма совершенная. При необходимости указывается угол между трещинами спайности. **Отд.** — отдельность; **тв.** — твердость по Моосу; **уд. в.** — среднее значение удельного веса (уд. вес рассчитан заново; границы значений смотри на стр. 179—181).

КОЛОНКА 4

Необходимо постоянно обращаться к соответствующим рисункам кристаллов, которые по возможности помещены на следующей же странице.

Данные относительно углов угасания в микроскопической практике имеют ограниченное значение, так как для этого надо знать кристаллографическую ориентировку разреза, например, в случае большого числа трещин спайности. В общем знак плюс означает, что измеряемое оптическое направление находится в тупом углу между двумя кристаллографическими осями, знак минус соответствует острому углу. Исключение составляют только полевые шпаты, для которых действует старое правило М. Шустера, которое объяснено рисунком на стр. 151.

a, b, c — направления кристаллографических осей;

$Ng > Nm > Np$ — направления осей индикатрисы;

$Ng' > Np'$ — направления малых и больших осей произвольного сечения индикатрисы;

$Ne \lesseqgtr No$ — направление колебаний необыкновенного и обыкновенного лучей.

(В целях единства с обозначениями, применяемыми в работах на английском языке, мы отказались от используемых до сих пор в Германии символов a, b, s, e, o).

П. О. О. — плоскость оптических осей;

бисс. — означает острую биссектрису Np или Ng;

$r \lesseqgtr v$ — дисперсия главных осей индикатрисы;

$l = (+)$ — означает, что у столбчатых, игольчатых или таблитчатых кристаллов ось Ng проходит точно параллельно оси столбчатости (удлинению) и соответственно Np — перпендикулярно пластинчатости.

При наличии удлиненных разрезов с таким знаком последний указывает на положительный «характер главной зоны». Если главные оптические направления несколько отклоняются от кристаллографических, то это обозначено соответственно $l=(+)$ и $l^1=(-)$.

КОЛОНКА 5

$n_g > n_m > n_p$ — три главных показателя преломления: в общем для белого света, округленные до третьего знака после запятой. При сильной дисперсии указываются использованные длины волн или цвет. Два

крайние значения в большинстве случаев обозначают область изменений с указанием, по возможности, химических причин. Данные четвертого знака для *Na* света приводятся лишь для чистых минералов.

$\oplus$ или $\ominus$ — характер минерала (оптический знак);

Δ — величина двупреломления $n_g - n_p$ для определенных длин волн.

КОЛОНКА 6

Угол оптических осей указывается всегда относительно острой биссектрисы. Границы его изменения, по возможности, увязаны с данными химического состава:

$2V_{Np}$ — угол оптических осей, когда *Np* — острая биссектриса;

$2V_{Ng}$ — угол оптических осей, когда *Ng* — острая биссектриса;

$r \gtrless v$ — дисперсия оптических осей вокруг указанной (данной) биссектрисы.

КОЛОНКА 7

Все данные об окраске относятся лишь к шлифу нормальной толщины *.

Плеохроизм относится к указанным направлениям колебаний, в исключительных случаях — к указанным кристаллографическим направлениям.

Схема абсорбции $Ng \gtreqless Nm \gtreqless Np$ и соответственно $No \lesseqgtr Ne$ указывает относительную интенсивность окраски («густоту») по трем направлением абсорбции.

КОЛОНКА 8

П. п. т. — перед паяльной трубкой.

КОЛОНКА 9

Уд. в. — удельный вес, Δ — двупреломление.

КОЛОНКА 10 **

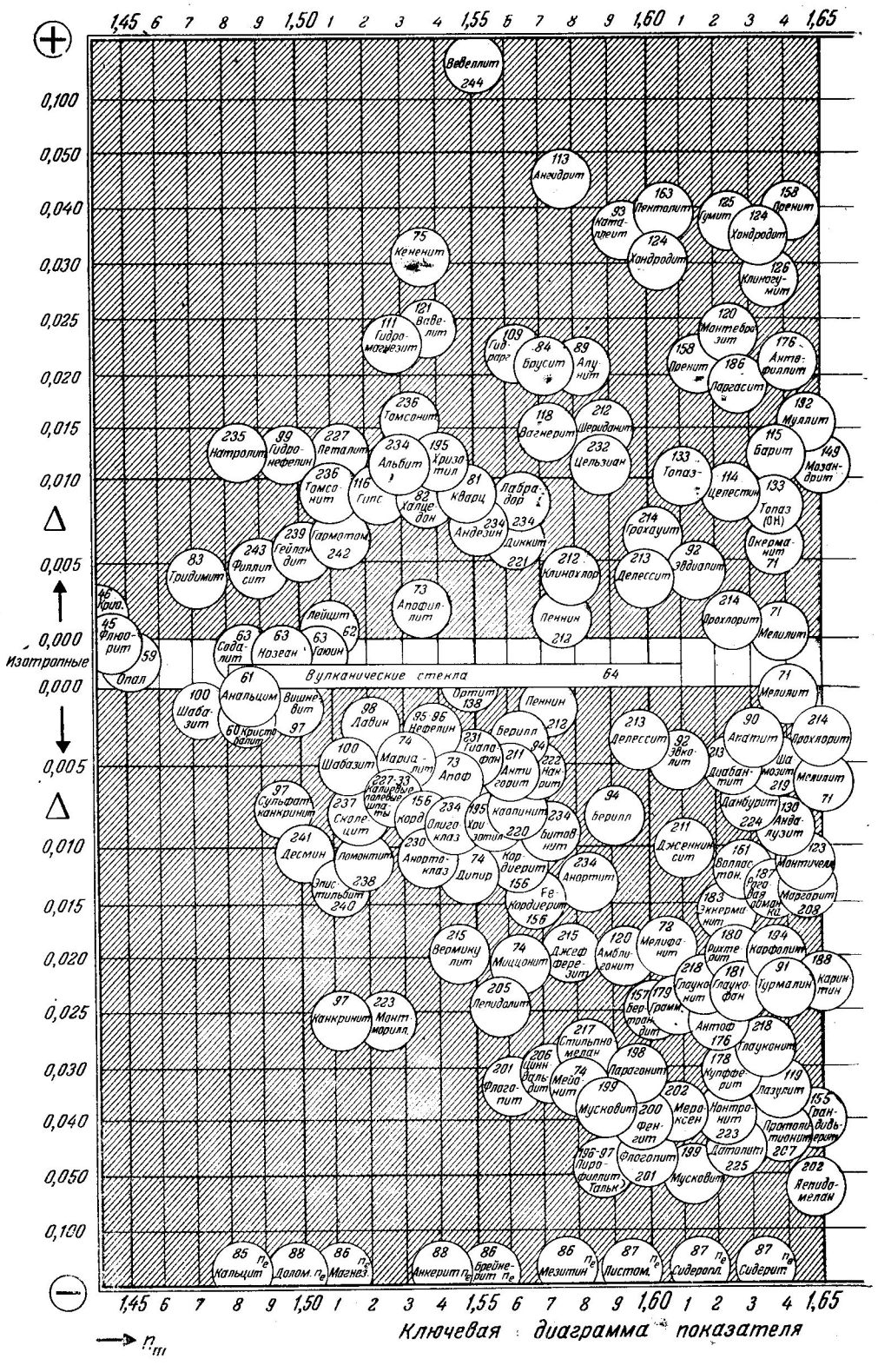
Из совместно встречающихся минералов названы только характерные.

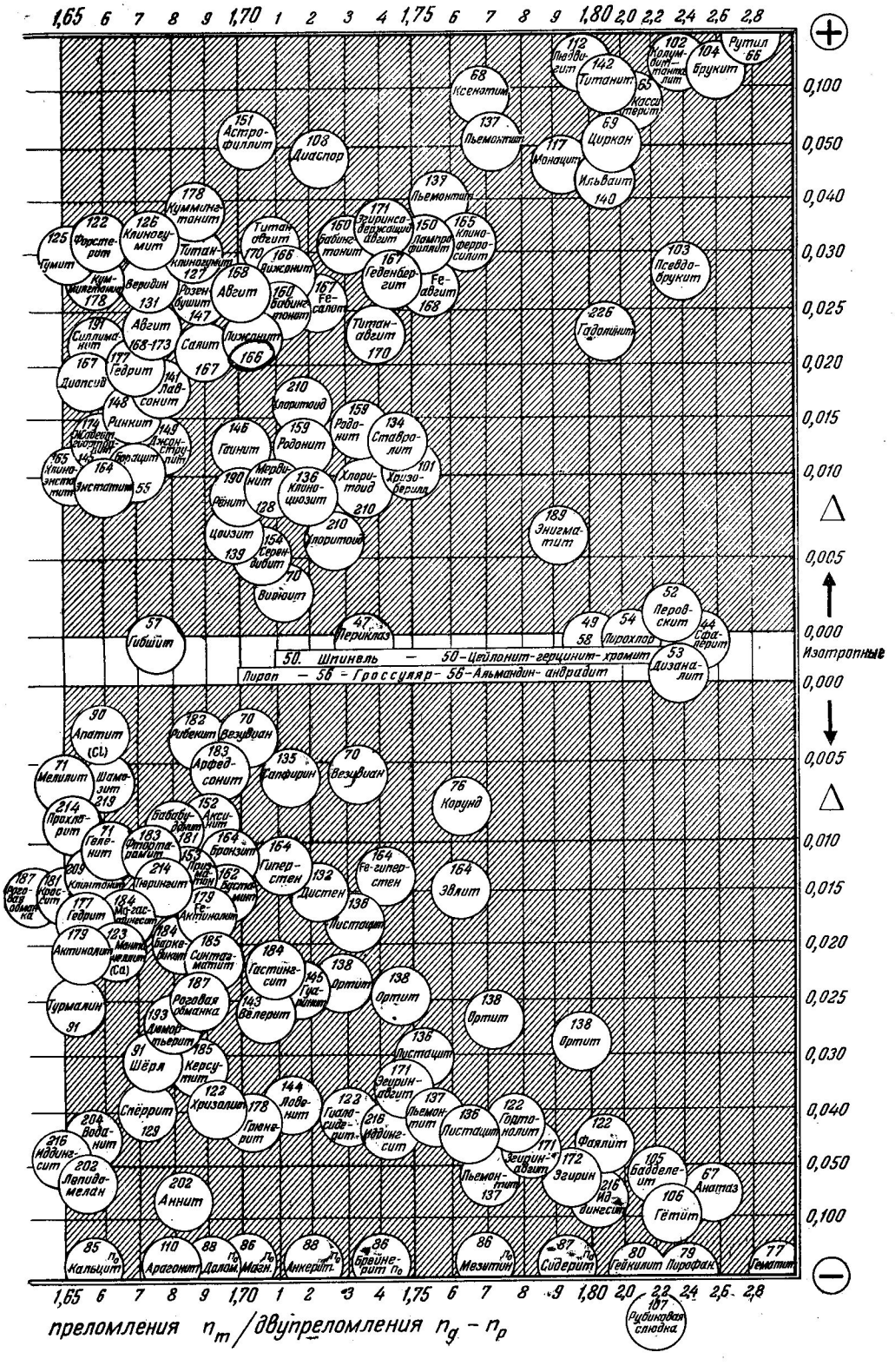
Из-за недостатка места важные парагенетические данные приведены в чрезвычайно сжатом виде и поэтому зачастую неполны.

---

* На иллюстрациях приняты следующие сокращенные обозначения окраски:
св. — светлый, **оч. св.** — очень светлый. **бл.** — бледный, **с.** — синий, **роз.** — розовый, **кор.** — коричневый, **т.** — темный, **б/ц.** — бесцветный, **ж.** — желтый, **з.** — зеленый, **сер.** — серый, **л.** — лиловый, **ол.** — оливковый, **ор.** — оранжевый, **пур.** — пурпурный, **кр.** — красный, **ф.** — фиолетовый, **неб.-г.** — небесно-голубой; значок′, означает оттенок, например, **кр.**— красноватый, красновато. **непр.** — **непрозрачный, от. св.** — в отраженном свете, например, кр. от. св. — красный в отраженном свете.
ср — средний показатель преломления.

** Произведены некоторые сокращения, особенно в колонках 2—3, так как практически некоторые особенности минералов не могут быть использованы для диагностирования оптическими методами. — *Прим. ред.*


1,45 6 7 8 9 1,50 1 2 3 4 1,55 6 7 8 9 1,60 1 2 3 4 1,65
0,100
0,050
0,040
0,030
0,025
0,020
0,015
0,010
Δ
0,005
0,000
Δ
0,005
0,010
0,015
0,020
0,025
0,030
0,040
0,050
0,100
изотропные
Вулканические стекла 64
Ключевая диаграмма показателя
n_m


1,65 6 7 8 9 1,70 1 2 3 4 1,75 6 7 8 9 1,80 2,0 2,2 2,4 2,6 2,8
0,100
0,050
0,040
0,030
0,025
0,020
0,015
0,010
0,005
0,000
0,000
0,005
0,010
0,015
0,020
0,025
0,030
0,040
0,050
0,100
Изотропные
50. Шпинель — 50-Цейлонит-герцинит-хромит
Пироп — 56-Гроссуляр-56-Альмандин-андрадит
преломления n_m / двупреломления $n_g - n_p$

РАСТВОРИМЫЕ В ВОДЕ МИНЕРАЛЫ (СОЛИ)

№ п/п	Название, сингония, формула	Наиболее часто встречающиеся простые формы, двойники, габитус, агрегаты	Спайность, твердость, уд. вес	Оптическая ориентировка	Показатель преломления, двупреломление	Угол и дисперсия оптических осей	Окраска в шлифе, плеохроизм, абсорбция	Химические свойства, характерные особенности	Сходные минералы и их отличия	Парагенезис, генезис и условия нахождения
1	Лед, гекс., H_2O	{0001}, {10$\bar{1}$0}; скелеты, стебельки, зерна, лучистые агрегаты	# (0001)?; тв. 1,5; уд. в. 0,9175	$Ng \parallel c$, $Ne = Ng$	$n_o = 1{,}3091$ Na $n_e = 1{,}3105$ ⊕, $\Delta = 0{,}0014$		Бесцветный			
2	Известь, куб., CaO	{100}	# {100} в. соверш., тв. 3—4; уд. в. 3,32 ±	Изотропный	$n = 1{,}838$		Бесцветный	Разлагается во влажном воздухе; легко растворяется в кислотах		В продуктах вулканических извержений
3	Виллиомит, тетр., NaF	Вкрапления	# {001} в. соверш., {110}, {100} ясн., тв. 3,5; уд. в. 2,79±	$Np \parallel c$, $Ne = Np$	$n_o \sim n_e \sim 1{,}328$ ⊖, Δ=оч. слаб.		No — карминово-красный; Ne — золотисто-желтый		Флюорит — не плеохроирует	В щелочных горных породах
4	Галит (каменная соль), куб., NaCl	{100}; зерна	# {100} в. соверш., пластичный; тв. 2,5; уд. в. 2,168	Изотропный	$n = 1{,}544$		Водянопрозрачный и сине-фиолетовый; желтеет под действием α-лучей	Фигуры удара на (100); не мутнеет с $PtCl_4$; нерастворим в спирте	Сильвин—n< канадского бальзама	С ангидритом, гипсом, кизеритом, полигалитом, карналлитом и сильвином в глинах, битумах, соляных залежах, а также продукт сублимации
5	Сильвин, куб., KCl	{100}, {111}; зерна	# {100} в. соверш., пластичный; тв. 2; уд. в. 1,989	Изотропный	$n = 1{,}490$	Иногда оптически аномальный	Бесцветный; молочно-белый; желтеет под действием α-лучей	Фигура удара несимметрична на (100); мутнеет с $PtCl_4$; нерастворим в спирте	Галит — n = канадскому бальзаму	С галитом в соляных залежах (галит + сильвин + кизерит или ангидрит). Вторичный по карналлиту
6	Бишофит, мон., $MgCl_2 \cdot 6H_2O$	{110}, {111}, {hkl}; $\beta = 94°$; ◇ = [1$\bar{1}$2]; зернистый, пластинчатый, волокнистый $\parallel c$	# {110} в. соверш. (отд.) 108°15′; очень пластичный; тв. 1,5; уд. в. 1,591	$Np \parallel b$, бисс., $Nm \wedge c = +9°30'$, $Ng \wedge a = -5°45'$ Одна оптическая ось $\sim \perp$ (110)	$n_p = 1{,}494$ $n_m = 1{,}507$ $n_g = 1{,}528$ ⊕, $\Delta = 0{,}034$	$2V_{Ng} = 79°30'$; $r > v$ слабая, перекрещенная	Бесцветный	Деформируется; пластинчатые двойники; гигроскопичен		Прослойки и прожилки в карналлитовой породе. Вторичный из рассолов
7	Риннеит, триг., $3KCl \cdot NaCl \cdot FeCl_2$	{11$\bar{2}$0}, {10$\bar{1}$1}; зерна округлой формы	#{11$\bar{2}$0}, {10$\bar{1}$0} ясн., тв. 3; уд. в. 2,347	$Ng \parallel c$, $Ne = Ng$, $l = (+)$	$n_o = 1{,}5886$ $n_e = 1{,}5894$ ⊕, $\Delta = 0{,}0008$ r < v сильная		Бесцветный до фиолетового; на воздухе быстро становится темно-коричневым	Аномальная интерференционная окраска		Вместе с сильвином, карналлитом и галитом из рассолов

№ п/п	Название, сингония, формула	Наиболее часто встречающиеся простые формы, двойники, габитус, агрегаты	Спайность, твердость, уд. вес	Оптическая ориентировка	Показатель преломления, двупреломление	Угол и дисперсия оптических осей	Окраска в шлифе, плеохроизм, абсорбция	Химические свойства, характерные особенности	Сходные минералы и их отличия	Парагенезис, генезис и условия нахождения
8	Карналлит, ромб., $KCl \cdot MgCl_2 \cdot 6H_2O$	{001}, {110}, {hkl}; {0kl}; ◇ = (110) пластинчатые; ◇ = псевдогексагональные, зерна, волокна	Раковистый излом; пластичный, тв. 2,5; уд. в. 1,602	$Np \parallel c$ $Nm \parallel b$, П. О. О. (010), $Ng \parallel a$, бисс.	$n_p = 1{,}4665$ $n_m = 1{,}4753$ $n_g = 1{,}4937$ ⊕, $\Delta = 0{,}0272$	$2V_{Ng} = 69°45'$; $r < v$ слаб.	Бесцветный; красный от включений железного блеска (гематита)	Расплывается на воздухе; разлагается в H_2O на KCl и $MgCl_2 \cdot 6H_2O$, трещит при сверлении		Главный первичный и переотложенный минерал в морских соляных месторождениях
9	Тахгидрит, триг., $2MgCl_2 \cdot CaCl_2 \cdot 12H_2O$	Зернистый, пластинки; ◇ =? пластинчатые	# $\{10\bar{1}1\}$ в соверш. 106°30′; отд. $\parallel$ ◇; тв. 2; уд. в. 1,664	$Np \parallel c$, $Ne = Np$	$n_o = 1{,}5215$ $n_e = 1{,}5128$ ⊖, $\Delta = 0{,}0087$		Бесцветный, желтоватый	Легко расплывается	Лёвеит — имеет более низкий n и более высокий уд. в.	Переотложенный в карналлитовых месторождениях
10	Кёненит, триг., $2MgCl_2 \cdot 3MgO \cdot Al_2O_3 \cdot 6H_2O$	{0001}; бочкообразный, слоистый	# (0001) в соверш.; гибкий, как кожа; тв. < 1; уд. в. 1,98 ±	$Ng \parallel c$, $Ne = Ng$, $l = (-)$	$n_o = 1{,}52$ $n_e \sim 1{,}55$ ⊕, $\Delta = 0{,}03$		*No* — красно-коричневый; *Ne* — бесцветный	Медленно распадается в кипящей воде; содержит включения гематита		Вторичный в ангидритовых куполах и соляных глинах
11	Тенардит, ромб., Na_2SO_4	{111}, {113}; ◇ = {101} и {011}	# (001) соверш.; # {110} и (010) ясн.; тв. 2,5; уд. в. 2,673	$Np \parallel a$, $Nm \parallel c$, П. О. О. (001), $Ng \parallel b$, бисс.	$n_p = 1{,}471$ $n_m = 1{,}477$ $n_g = 1{,}484$ ⊕, $\Delta = 0{,}013$	$2V_{Ng} = 83°30'$; $r > v$ слаб.	Бесцветный	Легко растворяется в воде		В соляных озерах; редко переотложенный в морских соляных месторождениях
12	Глазерит (афтиталит), триг., $(K, Na)_2SO_4$	{0001}; таблички, иногда ромбоэдры	# $\{10\bar{1}0\}$ ясн.; (0001) пл.; тв. 3; уд. в. 2,697	$Ng \parallel c$; $Ne = Ng$ псевдогексагонального облика; двойники; П. О. О. ⊥ (001)	$n_o = 1{,}487$—$1{,}491$ $n_e = 1{,}492$—$1{,}499$ ⊕, $\Delta = 0{,}005$—$0{,}008$	$2V_{Ng} \sim 0°$	Бесцветный, мутный; просветляется (становится чистым) при нагревании	$K_2O : Na_2O \sim 3:1$		В соляных озерах, наиболее поздний в сульфатных калиевых месторождениях, а также выпадает из фумарол
13	Ангидрит, ромб., $CaSO_4$	{101}, {011}, полосатый; ◇ = {101} пластинчатые; зернистый, таблитчатый, волокнистый $\parallel b$, плотный, пойкилитовые срастания с галитом	# (001) в. соверш.; # (010) соверш.; # (100) хор.; пластичный тв. 3—3,5; уд. в. 2,963	$Np \parallel c$ $Nm \parallel b$; П. О. О. (010), $Ng \parallel a$, бисс.	$n_p = 1{,}5700$ $n_m = 1{,}5757$ $n_g = 1{,}6138$ ⊕, $\Delta = 0{,}0438$	$2V_{Ng} = 42°$; $r < v$	Бесцветный	Растворяется в HCl; поглощая воду, переходит в гипс; ниже 63,5°; пластинчатые двойники		С гипсом и другими солями (галит + сильвин + казерит) в морских соляных месторождениях, в гидротермальных жилах; также продукт эксгаляции в современных вулканах
14	Целестин, ромб., $SrSO_4$	{011}, {001}, {110}, {102}; зерна	# (001) соверш., # (110) хор. 76°; # (010) ясн.; тв. 3—3,5; уд. в. 3,975	$Np \parallel c$ $Nm \parallel b$, П. О. О. (010), $Ng \parallel a$, бисс.	$n_p = 1{,}622$ $n_m = 1{,}624$ $n_g = 1{,}631$ ⊕, $\Delta = 0{,}009$	$2V_{Ng} = 51°15'$; $r < v$	Бесцветный	Заметно растворяется в воде	Барит — нерастворим в воде	С кальцитом и гипсом выполняет трещины в карбонатных осадках

№ п/п	Название, сингония, формула	Наиболее часто встречающиеся простые формы, двойники, габитус, агрегаты	Спайность, твердость, уд. вес	Оптическая ориентировка	Показатель преломления, двупреломление	Угол и дисперсия оптических осей	Окраска в шлифе, плеохроизм, абсорбция	Химические свойства, характерные особенности	Сходные минералы и их отличия	Парагенезис, генезис и условия нахождения
15	Вантгоффит, мон., $3Na_2SO_4 \cdot MgSO_4$	Зернистый	# нечеткая; тв. 3,5—4; уд. в. 2,695		$n_p = 1{,}4855$ $n_m = 1{,}4876$ $n_g = 1{,}4893$ $\ominus, \Delta = 0{,}0038$	$2V_{Np} \sim 84°$; $r < v$ оч. слаб.	Бесцветный	При нагревании остается прозрачным		В морских месторождениях солей, богатых сульфатами; встречается в отдельных участках
16	Лангбейнит, куб., $K_2SO_4 \cdot 2MgSO_4$	{100}, {111} и др.; натечный	Раковистый излом; тв. 3—4; уд. в. 2,828	Изотропный	$n = 1{,}5347$		Бесцветный	Медленно растворяется в воде; поглощает воду на воздухе		Характерный минерал нижних горизонтов соляных залежей; встречается с галитом, сильвином, кизеритом
17	Глауберит, мон., $Na_2SO_4 \cdot CaSO_4$	{001}, {111}, {hkl}; призматический; $\beta = 112°15'$; зернистый, пластинчатый, таблитчатый по (001), столбчатый $\parallel c$	# (001) соверш.; # {110} ясн. 97°; тв. 2,5—3; уд. в. 2,85±	$Np \wedge c = +30°45'$, бисс.; $Nm \wedge a = -8°30'$; $Ng \parallel b$, П. О. О.—меняется $\perp$ (010); $Np \sim \perp$ (001); изменяется с повышением	$n_p = 1{,}507—1{,}515$ $n_m = 1{,}527—1{,}535$ $n_g = 1{,}529—1{,}536$ $\ominus, \Delta = 0{,}022—0{,}021$	$2V_{Np}$ { $= 9°$ при 5° С $= 0°$ » 43° С $= 8°$ » 85° С } Na $r \gg v$ (5° С) $r \ll v$ (85° С) температуры	Бесцветный	Разлагается в воде; растворяется в HCl; аномальные интерференционные окраски		В соляных озерах; переотложенный в морских месторождениях солей; встречается в отдельных участках
18	Кизерит, мон., $MgSO_4 \cdot H_2O$	{111}, {$\bar{1}$11}, {hkl}, $\diamond$ = (001); $\beta = 91°$; зернистый, натечный, редко плотный	# {$\bar{1}$11}, {$\bar{1}$13} соверш.; # {111}, {101}, {021} хор.; тв. 3,5; уд. в. 2,573	$Np \wedge c = -13°30'$; $Nm \parallel b$, П. О. О. (010); $Ng \wedge c = +76°30'$, бисс.	$n_p = 1{,}523—1{,}520$ $n_m = 1{,}535—1{,}533$ $n_g = 1{,}586—1{,}584$ $\oplus, \Delta = 0{,}063—0{,}064$	$2V_{Ng} \sim 57°$; $r > v$ наклонная	Бесцветный	Выпадает из растворов, содержащих $MgCl_2$; теряет H_2O при $t > 200°$; при выветривании переходит в эпсомит; пластинчатые двойники, высокая твердость		Большей частью переотложенный в морских месторождениях калиевых солей; в ассоциации с галитом и сильвином
19	Эпсомит, ромб., $MgSO_4 \cdot 7H_2O$	{110}, {111}, {11$\bar{1}$}, {010}; $\diamond$ = (110); зернистый, волокнисто-столбчатый $\parallel c$	# {010} соверш., # {011} пл.; пластичный; тв. 2—2,5; уд. в. 1,677	$Np \parallel b$, бисс.; $Nm \parallel c$, П. О. О. (001), $Ng \parallel a$	$n_p = 1{,}4325$ $n_m = 1{,}4554$ $n_g = 1{,}4608$ $\ominus, \Delta = 0{,}0283$	$2V_{Np} = 51°30'$; $r < v$	Бесцветный	Очень горький; малый уд. в.; в сухом воздухе выветривается и теряет воду		В соляных озерах; в поверхностной зоне морских соляных месторождений; образуется за счет кизерита
20	Астраханит, (блёдит) мон., $Na_2SO_4 \cdot MgSO_4 \cdot 4H_2O$	{001}, {110}, {010}, {hkl}; $\beta = 100°30'$; зернистый, волокнистый $\parallel c$, натечный	# неясн.; тв. 3; уд. в. 2,232	$Np \wedge a = -42°15'$, бисс.; $Nm \parallel b$, П. О. О. (010); $Ng \wedge c \approx +53°$	$n_p = 1{,}483—1{,}486$ $n_m = 1{,}486—1{,}488$ $n_g = 1{,}487—1{,}489$ $\ominus, \Delta = 0{,}004—0{,}003$	$2V_{Np} = 69°30'—71°$; $r < v$ сильная наклонная	Бесцветный	При нагревании теряет H_2O и образует белые корочки; не выветривается; низкие n и Δ	Вантгоффит — остается прозрачным при нагревании	Первичный в морских соляных месторождениях и соляных озерах; совместно с селитрой в пустынях; вторичный — в кианитовых солях
21	Леонит, мон., $K_2SO_4 \cdot MgSO_4 \cdot 4H_2O$	{001}, {010}, {khl}; $\beta = 95°$; $\diamond$ = (001); пластинчатый; крепкий	# нечеткая; тв. 3; уд. в. 2,201	$Np \wedge a \approx 0°$, бисс.; $Nm \parallel b$, П. О. О. (010); $Ng \wedge c \approx +5°$	$n_p = 1{,}478—1{,}483$ $n_m = 1{,}481—1{,}487$ $n_g = 1{,}486—1{,}490$ $\ominus, \Delta = 0{,}008—0{,}007$	$2V_{Np} \sim 86°$; $r \lesssim v$	Бесцветный	На воздухе покрывается белой корочкой		Вторичный в сульфатных калиевых месторождениях

№ п/п	Название, сингония, формула	Наиболее часто встречающиеся простые формулы, двойники, габитус, агрегаты	Спайность, твердость, уд. вес	Оптическая ориентировка	Показатель преломления, двупреломление	Угол и дисперсия оптических осей	Окраска в шлифе, плеохроизм, абсорбция	Химические свойства, характерные особенности	Сходные минералы и их отличия	Парагенезис, генезис и условия нахождения
22	Лёвеит, тетр., $2Na_2SO_4 \cdot 2MgSO_4 \cdot 5H_2O$	Зерна, столбики	# (001) ясн.; тв. 3,5; уд. в. 2,374	$Np \parallel c$, $Ne = Np$	$n_o = 1{,}490$ $n_e = 1{,}471$ $\ominus$, $\Delta = 0{,}019$		Бесцветный, желтоватый, красноватый	Оптически аномальный	Тахгидрит — имеет более высокий n	Локальный, чаще всего переотложенный в морских месторождениях солей; часто с вантгоффитом и лангбейнитом
23	Шёнит (пикромерит), мон., $K_2SO_4 \cdot MgSO_4 \cdot 6H_2O$	{001}, {110}, {$\bar{2}$01} и др.; $\beta = 104°45'$; корочки	# {$\bar{2}$01} хор.; # (001), (110) ясн.; тв. 2,5; уд. в. 2,030	$Np \wedge c = +13°30'$ $Nm \parallel b$. П. О. О. (010); $Ng \wedge a = +1°$ бисс.	$n_p = 1{,}4607$ $n_m = 1{,}4629$ $n_g = 1{,}4765$ $\oplus$, $\Delta = 0{,}0158$	$2V_{Ng} \sim 48°$; $r > v$	Бесцветный			В верхней части каинитовых слоев; вторичный в богатых сульфатами калиевых месторождениях
24	Полигалит, трикл., $K_2SO_4 \cdot MgSO_4 \cdot 2CaSO_4 \cdot 2H_2O$	Устойчивые; $\diamond$ = (001) и (010); также пластинчатые; зернистый таблитчатый по (010); волокнистый $\parallel b$; плотный	# (100) хор.; по (010) отд.; тв. 3,5; уд. в. 2,775	На (100); $Ng'' \wedge \diamond = 28°$, на (010); $Np' \wedge \diamond = 28°$	$n_p = 1{,}548—1{,}547$ $n_m = 1{,}562—1{,}560$ $n_g = 1{,}567—1{,}567$ $\ominus$, $\Delta = 0{,}019—0{,}020$	$2V_{Np} = 70—62°$; $r < v$	Бесцветный	Не выветривается; разлагается в H_2O		С ангидритом; в основном переотложенный в переходной зоне к галиту, сильвину, кизериту и к лангбейниту
25	Сингенит, мон., $K_2SO_4 \cdot CaSO_4 \cdot H_2O$	{100}, {hk0}, {h0l}; $\beta = 104°$; $\diamond$ = (100)	# (100) соверш.; # {110} соверш. 105°30'; (010) ясн.; тв. 2,5; уд. в. 2,579	$Np \wedge c = +87°45'$, бисс.; $Nm \wedge c = -2°15'$, П. О. О. $\perp$ (010); ($t < 127°$); $Ng \parallel b$; $Np \approx \perp$ (001)	$n_p = 1{,}5010$ $n_m = 1{,}5166$ $n_g = 1{,}5176$ } $t = 28{,}5°$ $\ominus$, $\Delta = 0{,}0166$	$2V_{Np} 28°30'$ ($t = 21{,}5°$); $r < v$ оч. сильная $2V$ кр. = 0° при $t = 127°$ $2V_{син.} = 0°$ при $t = 178°$	Бесцветный	В воде частично растворим; оптические свойства сильно меняются с повышением температуры		Переотложенный в морских соляных месторождениях
				Изменяется с повышением температуры						
26	Гипс, мон., $CaSO_4 \cdot 2H_2O$	{010}, {110}, {111} $\beta = 99°$; $\diamond$ = (100), (101); непластинчатые; таблитчатый по (010); зернистый; волокнистый, плотный	# (010) в соверш.; # (11$\bar{1}$) соверш. 41°15'; # (100) хор.; гибкий; тв. 1,5—2; уд. в. 2,32 $\pm$	$Np \wedge c = -37°30'$; $Nm \parallel b$, П. О. О. (010); $Ng \wedge c = +52°30'$, бисс.; $Ng \wedge [101] = +14°$; $l = (+)(-)$	$n_p = 1{,}5205$ $n_m = 1{,}5226$ $n_g = 1{,}5296$ $\oplus$, $\Delta = 0{,}0091$	$2V_{Ng} = 58°$ ($t = 19°$); $r > v$ наклонная ($2V \sim 0°$ при $t = 91°$)	Бесцветный	Мутнеет при нагревании; растворяется в HCl	Гидромагнезит — имеет большее Δ	Наиболее ранний по времени выделения минерал морских соляных месторождений, часто переходит в ангидрит; вторичный в «гипсовой шляпе»; в глинах и мергелях за счет выветривания сульфидов; редко в рудных жилах
				Изменяется с повышением температуры						
27	Каинит, мон., $KCl \cdot MgSO_4 \cdot 3H_2O$	{001}, {111}, {11$\bar{1}$}, {010}, {100}, {110}; $\beta = 95°$; крепкий, тонкозернистый; таблички по (001)	# (100) соверш.; # {111} ясн. 54°; тв. 2,5—3; уд. в. 2,132	$Np \wedge c = -8°$, бисс.; $Nm \parallel b$, П. О. О. (010); $Ng \wedge a = +13°$	$n_p = 1{,}494 — 1{,}495$ $n_m = 1{,}505 — 1{,}506$ $n_g = 1{,}516 — 1{,}520$ $\ominus$, $\Delta = 0{,}022—0{,}025$	$2V_{Np} = 84°30'$; $r < v$ наклонная	Бесцветный	Разлагается при 76°		Первичный в морских соляных месторождениях; в зоне «гипсовой шляпы»; вторичный по кизериту, галиту, карналлиту и сильвину

НЕПРОЗРАЧНЫЕ ИЛИ ОЧЕНЬ СЛАБО ПРОСВЕЧИВАЮЩИЕ В ШЛИФАХ МИНЕРАЛЫ

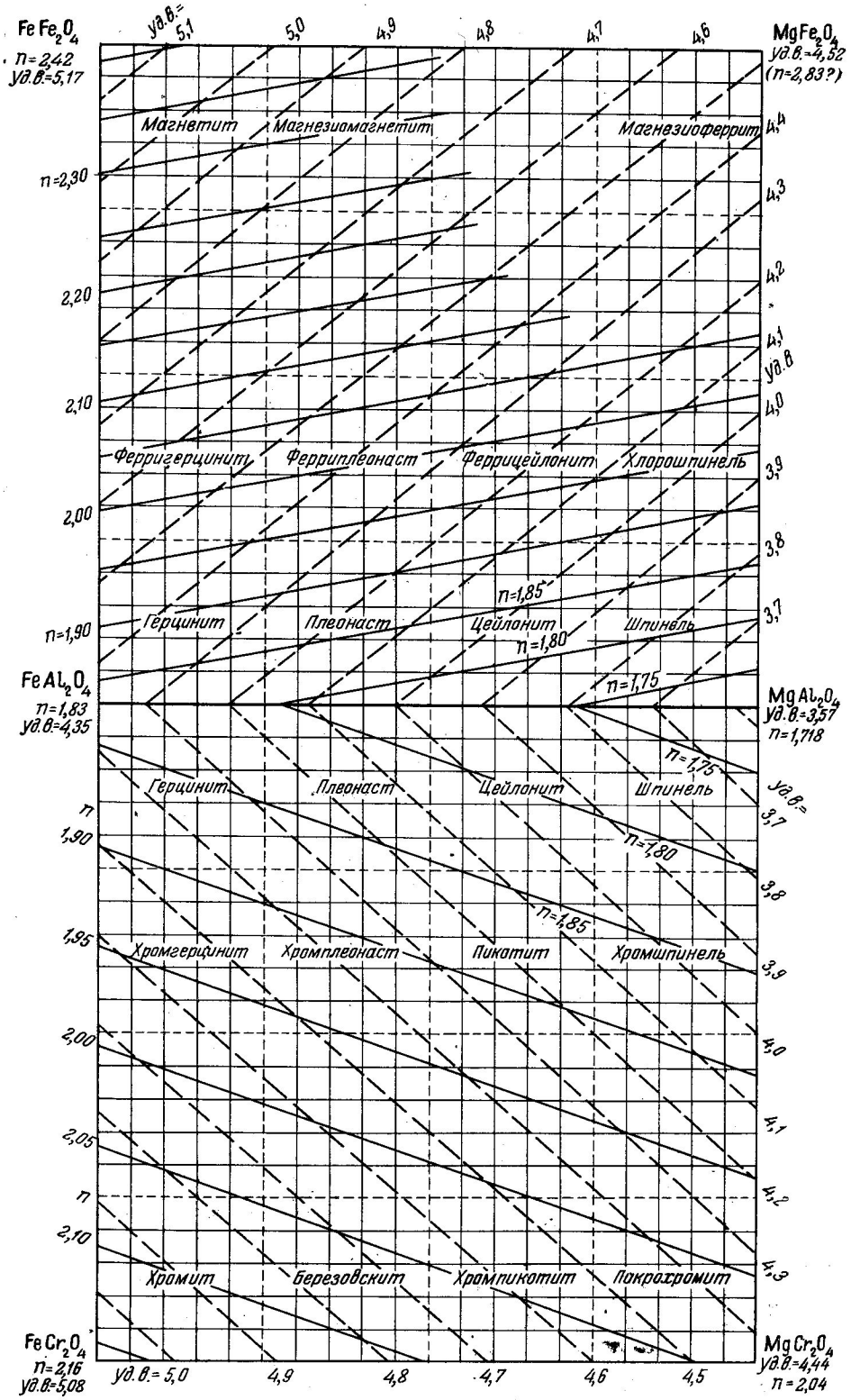
№ п/п	Название, сингония, формула	Наиболее часто встречающиеся простые формы, двойники, габитус, агрегаты	Спайность, твердость, уд. вес	Оптическая ориентировка	Показатель преломления, двупреломление	Угол и дисперсия оптических осей	Окраска в шлифе, плеохроизм, абсорбция	Химические свойства, характерные особенности	Сходные минералы и их отличия	Парагенезис, генезис и условия нахождения
28	Уголь, аморфный	Коломорфный, блески, пыль	Тв. 0,5—2,5; уд. в. ~1,0—1,8	Изотропный			В отраженном свете матово-черный до коричневого; в шлифе просвечивает темно-коричневым до серого	Горит; частично растворим в KOH		В осадочных горных породах
29	Графит гекс., C	{0001}; листочки, зерна	# (0001) в. соверш.; гибкий; тв. 1—2; уд. в. 2,23±	$Np \parallel c$; $Ne = Np$	$n_o = 1{,}93—2{,}07$ (красный) ⊖, Δ = ...		В отраженном свете блестящий серый; в очень тонких пластинках просвечивает зеленовато-серым; $No > Ne$ сильная	Плохо горит, пачкает руки	Молибденит — при нагревании выделяет SO_2; уголь — легко горит, частично растворяется в KOH	В метаморфизованных осадочных горных породах как органическая примесь
30	Пирротин, гекс., $Fe_{1-x}S$	{0001}; листочки, сплошные массы	# $\{11\bar{2}0\}$ пл.; отд. по (0001); тв. 3,5—4,5; уд. в. 4,65±	Непрозрачный			В отраженном свете коричневато-бронзовый	При нагревании выделяет SO_2, с HCl выделяет H_2S; магнитен до $t = 348°$	Пирит — медно-желтый	В основном магматический, встречается совместно с халькопиритом, магнетитом, ильменитом, иногда с пиритом
31	Пирит, куб., FeS_2	{100}, {210}; ◇ {110}; зерна	# {100} пл.; хрупкий; тв. 6—6,5; уд. в. 5,0±	Непрозрачный			В отраженном свете светлого медно-желтого цвета	П. п. т. выделяет SO_2; горит голубым пламенем; в порошке растворим в HNO_3	Марказит — двупреломляет в отраженном свете	В изверженных, метаморфических и осадочных горных породах
32	Магнетит, куб., $FeO \cdot F_2O_3$	{111}, {110}; ◇ = {111}; зерна	{111} (отд.); тв. 5,5—6,5; уд. в. 5,175±	Непрозрачный	$n = 2{,}42$ Na (см. диаграмму на стр. 28)		В отраженном свете железо-черный	Растворим в HCl; сильно магнитен	Ильменит и хромит — нерастворимы в HCl	С другими железными рудами; магматический, метаморфический, гидротермальный, метасоматический
33	Хромит, куб., $FeO \cdot Cr_2O_3$	{111}; зерна	Тв. 5,5; уд. в. 4,9± (диаграмма на стр. 28)	Изотропный	n=2,05 (Fe, Mg) — —2,16 (Fe) (см. диаграмму на стр. 28)		Густо коричневый, почти непрозрачный		Магнетит — растворим в HCl	С оливином (серпентином)
34	Гематит, триг., Fe_2O_3	{0001}, $\{10\bar{1}1\}$, $\{11\bar{2}0\}$; ◇ = $\{10\bar{1}1\}$; пластинчатый, ◇ = (0001); листочки, зернышки, землистый, оолиты	$\{10\bar{1}1\}$ отд. 94°, (0001) отд.; тв. 5—6; уд. в. 5,26±	$Np \parallel c$, $Ne = Np$ $l = (+)$ (рис. на стр. 42)	$\lambda = 589 m\mu — 759\ m\mu$; $n_o = 3{,}22—2{,}904$ $n_e = 2{,}94 — 2{,}690$ ⊖, $\Delta = 0{,}28—0{,}214$ $r > v$ оч. сильная		*No* коричневато-красный; *Ne* желтовато-красный; в тончайших пластинках серо-желтый, $No > Ne$	Слабо растворим в HCl; черта вишневая	Ильменит — черта коричневая. очень слабо растворим в HCl; гётит—светлый, коричневатый; лимонит — изотропный	С другими железными рудами; в изверженных горных породах в зоне контактового метаморфизма, пневматолитовый
35	Ильменит, триг., $FeO \cdot TiO_2$	{0001}, $\{02\bar{2}1\}$, $\{10\bar{1}1\}$; ◇ = $\{10\bar{1}1\}$, пластинчатый; листочки, зерна	$\{10\bar{1}1\}$ отд. 94°30′; (0001) отд.; гибкий; тв. 5—6; уд. в. 4,75±	$Np \parallel c$; $Ne = Np$ (рис. на стр. 42)	$n \gg 2{,}7$, ⊖, Δ оч. большое		Коричневато-черный до гвоздично-коричневого, почти непрозрачный, $No \approx Ne$	В HCl нерастворим; черта коричневая до черной; при разрушении переходит в лейкоксен	Гематит — красного цвета; магнетит — растворим в HCl и магнитен	В авгитсодержащих основных изверженных горных породах

№ п/п	Название, сингония, формула	Наиболее часто встречающиеся простые формы, двойники, габитус, агрегаты	Спайность, твердость, уд. вес	Оптическая ориентировка	Показатель преломления, двупреломление	Угол и дисперсия оптических осей	Окраска в шлифе, плеохроизм, абсорбция	Химические свойства, характерные особенности	Сходные минералы и их отличия	Парагенезис, генезис и условия нахождения
36	Пирофанит, триг., $(Mn_{Fe})O \cdot TiO_2$	{0001}; листочки	# $\{02\bar{2}1\}$ соверш.; тв. 5; уд. в. 4,54 ±	$Np \parallel c$, $Ne = Np$, $l = (+)$	$n_o = 2{,}481$, $n_e = 2{,}21$ } Na; $\ominus, \triangle = 0{,}27$		Темно-красный до желтовато-красного; $No = Ne$	В горячей HCl слабо растворим; черта охряно-желтая		С марганцевыми рудами
37	Гейкилит, триг., $(Mg, Fe)O \cdot TiO_2$	{0001}, $\{50\bar{5}8\}$; зерна	$(10\bar{1}0)$ отд.; (0001) отд.; тв. 6; уд. в. 4,05 ±	$Np \parallel c$, $Ne = Np$	$n_o = 2{,}31$, $n_e = 1{,}95$; $\ominus, \triangle = 0{,}36$		Красно-коричневый или пурпурный, почти непрозрачный; $Ne > No$ (?) слаб.	В горячей HCl слабо растворим; черта пурпурно-коричневая		С рутилом и драгоценными камнями в россыпях
38	Ильменорутил, тетр., TiO_2 с примесью Fe, Mn, Nb, Ta	{110}, (100), (hk0); ◇ = (101); столбчатый	# (110) ясн.; тв. 6; уд. в. 4,8 ±	$Ng \parallel c$, $Ne = Ng$, $l = (+)$	$n \sim 2{,}55$; $\oplus, \triangle$ большое		No — коричневато-желтый; Ne — сине-зеленый; $Ne > No$	Растворим в HCl; черта светло-коричневая или серо-зеленая	Рутил—более светлый	В пегматитах
39	Колумбит и танталит, ромб., $(Fe, Mn)O \cdot (Nb, Ta)_2O_5$	{100}, {h0l}, {001}, {hk0}; ◇ = {021} и {023}; плотный, лучистый	# (100) ясн; тв. 6—6,5; уд. в. 4,9—7,75 (см. рис. на стр. 76)	$Np \parallel b$, $Nm \parallel a$, П.О.О. (100); $Ng \parallel c$, бисс.	Колумбит / Танталит: $n_p = 2{,}40$—$2{,}24$, $n_m = 2{,}45$—$2{,}30$, $n_g = 2{,}53$—$2{,}41$; $\oplus, \triangle = 0{,}13$—$0{,}17$	$2V_{Ng}$ большой	Колумбит / Танталит: Np — красно-коричневый / желтый; Nm — темный красно-коричневый / красно-коричневый; Ng — непрозрачный / темно-красно-коричн.; $Np < Nm < Ng$	Открывается с $KHSO_4$	Железные руды	С минералами F, Be и W в гранитных и сиенитовых пегматитах
40	Людвигит, ромб., $4(Mg \cdot Fe)O \cdot Fe_2O_3 \cdot B_2O_3$	Радиально-волокнистый $\parallel c$, лучистый	Вязкий, трудно раскалывается; тв. > 5; уд. в. 4,0 ±	$Np \parallel a$, $Nm \parallel b$, П.О.О. (010); $Ng \parallel c$, бисс.	$n_p \sim 1{,}85$—$1{,}84$, $n_m \sim 1{,}85$—$1{,}85$, $n_g \sim 2{,}02$—$1{,}98$; $\oplus, \triangle = 0{,}17$—$0{,}14$	$2V_{Ng}$ очень маленький; $r > v$ оч. сильная	$Np \sim Nm$—темно-зеленый; Ng—темно-коричневый; красновато-коричневый почти непрозрачный во всех направлениях; $Np = Nm < Ng$	Растворим в кислотах; краснеет при нагревании на воздухе	Турмалин	Не встречается с кварцем, пневматолитовый: в контактово-метаморфизованных известняках и железных рудах
41	Ильваит (лиеврит), ромб., $2CaO \cdot 4FeO \cdot Fe_2O_3 \cdot 4SiO_2 \cdot H_2O$	{hk0}, {101}, {010}; стебельчатый, волокнистый, плотный	# (010) ясн.; # (001) пл.; # (100) пл.; тв. 5,5—6; уд. в. 4,1 ±	$Np \parallel b$, $Nm \parallel a$, П.О.О. (100); $Ng \parallel c$, бисс.; $l = (+)$	$n_p \sim 1{,}878$, $n_m = 1{,}890$, $n_g = 1{,}926$; $\oplus, \triangle = 0{,}048$	$2V_{Ng} \sim 60°$; $r < v$ оч. сильная	Np — очень темно-коричнево-желтый; Nm — очень темно-коричневый, непрозрачный; Ng — очень темно-зеленый, непрозрачный	С HCl дает студневидный осадок	Гётит, гематит, псевдобрукит, энигматит, базальтическая роговая обманка	С роговой обманкой, эпидотом, кварцем, железными рудами; встречается в зоне контактового метаморфизма
42	Энигматит (коссирит), трикл., $2Na_2O \cdot 6FeO \cdot (Al, Fe)_2O_3 \cdot 12(Si, Ti)O_2$	{010}, {100}, {hk0}. {001}, {021}; β=96°30′; псевдомоноклинный, подобен роговой обманке; ◇ = $(1\bar{1}0)$ пластинчатый	# (010) хор. } 66° 15; # (100) хор. } тв. 5,5; уд. в. 3,79 ±	П.О.О. ≈ $(1\bar{1}0)$, $Ng \wedge c$ на: $(110) = 4$—$5°$; $(1\bar{1}0) \sim 45°$; $(010) = 37°$; $(100) = 30°$	$n_p = 1{,}8$, $n_m \approx 1{,}80$, $n_g = 1{,}8$; $\oplus, \triangle = 0{,}006$	$2V_{Ng} = 32°$; $r < v$	Np—светло-красно-коричневый; Nm—каштаново-коричневый; Ng—темно-коричнево-черный; $Np < Nm < Ng$	Растворяется в HCl; П.О.О. делит почти пополам тупой угол (010); (100)	Базальтическая роговая обманка—имеет другую ориентировку по ◇ к $(1\bar{1}0)$ и большее Δ	С эгирином, арфведсонитом; в щелочных (Na) изверженных горных породах
43	Рёнит, трикл., $0{,}5(Na, K)_2 \cdot 12(Mg, Ca, Fe)O \cdot 5(Al, Fe)_2O_3 \cdot 12(Si, Ti)O_2$	{010}, {110}, {001}, {111}; ◇ = $(1\bar{1}0)$; зерна, блестки	# (010) хор. } 66°; # (100) хор. } тв. 5,5; уд. в. 3,58 ±	$Ng' : c$ в $(1\bar{1}0) \sim 40°$, на разрезе $\perp c$ со следом ◇ по (110) ~ 7°, П.О.О. ≈ $\parallel (1\bar{1}0)$	$n_m \approx 1{,}70$; $\oplus, \triangle = 0{,}008$	$2V = 40°$; $r < v$	Np—зеленовато-коричневый; Nm—коричневый; Ng—темно-красно-коричневый до непрозрачного; $Np < Nm < Ng$	Растворим в HCl	Титано-железистая слюдка—не плеохроирует и не имеет спайности; энигматит—имеет другую окраску по Np	Магматический, образуется по роговой обманке и биотиту в щелочных базальтах

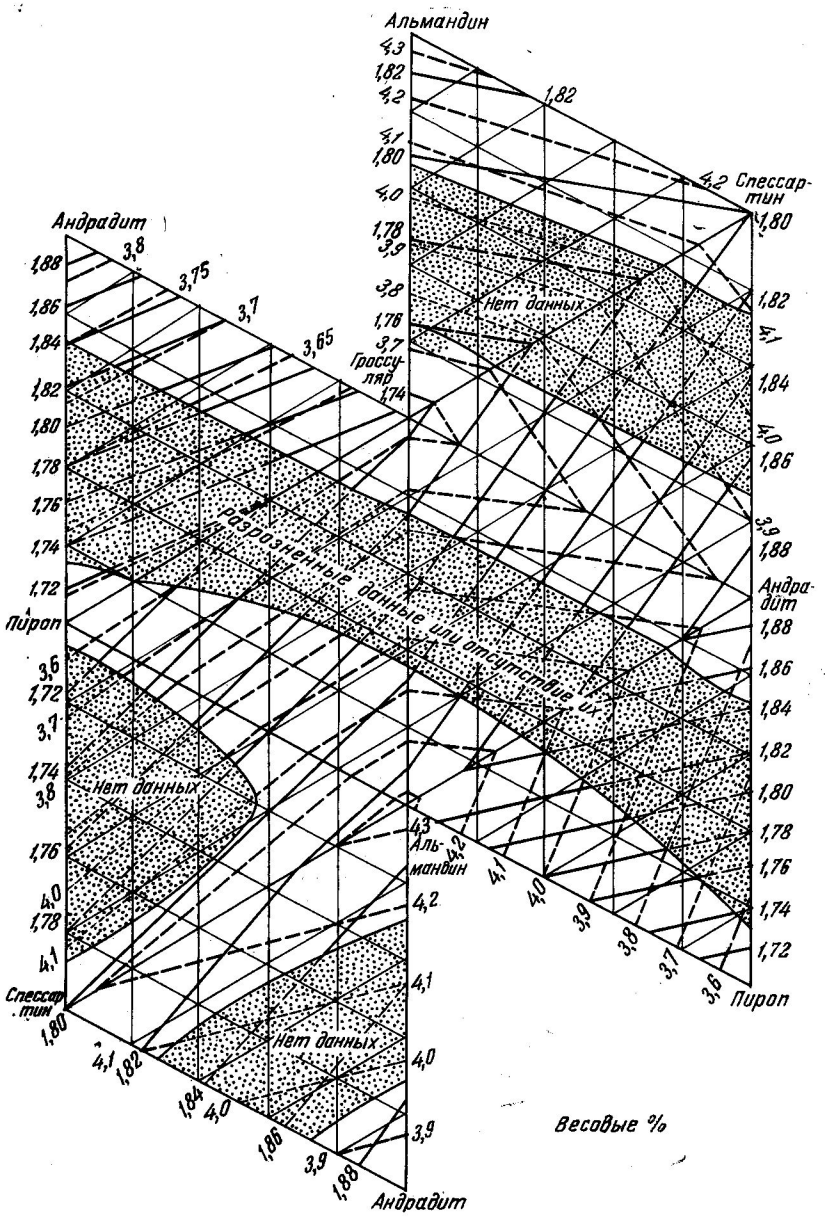
ОПТИЧЕСКИ ИЗОТРОПНЫЕ ИЛИ КУБИЧЕСКИЕ МИНЕРАЛЫ

№ п/п	Название, сингония, формула	Наиболее часто встречающиеся простые формы, двойники, габитус, агрегаты	Спайность, твердость, уд. вес	Оптическая ориентировка	Показатель преломления, двупреломление	Угол и дисперсия оптических осей	Окраска в шлифе, плеохроизм, абсорбция	Химические свойства, характерные особенности	Сходные минералы и их отличия	Парагенезис, генезис и условия нахождения
44	Сфалерит, куб., ZnS	{110}, {311}; ◇ = {111} и {211}; зернистый	# {110} соверш.; тв. 3,5—4; уд. в. { 4,09 (чистый) 3,94 (для обогащенного Fe)	Изотропный; иногда слабое двупреломление от внутренних напряжений	$n=$ { 2,396 Na (чистый) 2,47 Na (при 28% FeS)		Бесцветный; желтовато-коричневатый при содержании FeS до 30%	Растворяется в концентрированной HCl; в окислительном пламени на угле дает белый налет окиси цинка; в отраженном свете обнаруживает полуметаллический блеск	Рутил—двупреломляет	Встречается с другими сульфидами в гидротермальных месторождениях и контактово-метаморфизованных известняках
45	Флюорит, куб., CaF_2	{001}, {111}; зерна, агрегаты, вкрапления	# {111} соверш.; пластичный; тв. 4; уд. в. 3,18 ±	Изотропный; часто аномальный: слабое двупреломление с $Np \perp$ (001); ромбический	$n_{20°} = 1,4338_5 Na$;		Бесцветный; иногда зональный; синий или пурпурный; плеохроичные дворики	Разлагается в H_2SO_4	Опал—не имеет #; содалит—высокий n и другая #; криолит—низкий n и другая #	Очень редко первично-магматический, пневматолитовый вместе с другими фторидами, чаще всего гидротермальный
46	Криолит, мон., $3NaF \cdot AlF_3$	{110}, {001}. {100}, {101}, $\beta = 90°15'$; ◇ = {110} (001), {122}; пластинчатый; псевдокубический	# (001) соверш.; # {110} хор.; отд.? тв. 2,5—3; уд. в. 2,98 ±	$Np \parallel b$, П.О.О. $\perp$ (010); $Nm \wedge a = +44°$; $Ng \wedge c = +44°$; бисс.	$n_p = 1,3385$ $n_m = 1,3389$ $n_g = 1,3396$ $\oplus, \Delta = 0,0011$	$2V_{Ng} = 43°$; $r < v$	Бесцветный	Полностью растворяется в концентрированной H_2SO_4, частично в HCl	Виллиомит—плеохроирует; флюорит—высокий n и другая #	Встречается в пегматитах с сульфидами, окислами и фторидами
47	Периклаз, куб., $(Mg_{Fe,\ Mn,\ Zn})\ O$	{111}, {100}; зерна	# {100} соверш.; # {111} пл.; тв. 5,5—6; уд. в. 3,56 ±	Изотропный; редко аномальный на плоскости ‖ (110)	$n = 1,730—1,739$		Бесцветный, коричневатый	Растворяется в HCl; при действии $AgNO_3$ выпадает Ag_2O, переходит в брусит	Более светлая шпинель—не имеет спайности	С монтичеллитом и шпинелью в контактово-метаморфизованных известняках и доломитах; редкий
48	Манганозит, куб., $(Mn_{Mg,\ Fe})\ O$	{111}, {100}; зерна	# {100} соверш.; тв. 5,5; уд. в. 5,36 ±	Изотропный	$n =$ { 2,19 (зелен.) 2,16 (Li)		Изумрудно-зеленый	Плохо растворяется в кислотах; п. п. т. быстро окисляется и чернеет		Только в марганцево-(цинково)-скарновых месторождениях, в метаморфизованных известняках
49	Известь, куб., CaO	{100}	# {100} соверш.; тв. 3—4; уд. в. 3,32 ±	Изотропная	$n = 1,838$		Бесцветная	Разлагается во влажном воздухе; легко растворяется в кислотах		В вулканических карбонатных породах; чрезвычайно редкая!
50	Группа шпинели, куб., $(Mg, Fe, Zn)\ O$ $(Al, Fe, Cr)_2O_3$	{111}, редко {110}; ◇ = {111}; зерна	# {111} ясн.; тв. 7,5—8; уд. в. 3,6—4,6 (диаграмма на стр. 28)	Изотропные	$n = 1,713—2,05$; (см. диаграмму на стр. 28 и 34)		Шпинель—бесцветная, розовая, синеватая; хлорошпинель—бледно-зеленоватая; плеонаст—светло-серый, серо-зеленый; герцинит, ганит—темно-зеленый; пикотит—желтый, коричневый	Только разности, богатые железом, подвергаются действию кислот; открываются с $KHSO_4$; не имеют {001}	Периклаз — # (001); гранат—нет (111)	В контактово- и регионально-метаморфизованных известковисто-мергелистых породах, в песках и россыпях; цейлонит также в базальтах
51	Хромит, куб., $FeO \cdot Cr_2O_3$	{111}; зерна	Тв. 5,5; уд. в. 4,9 ± (диаграмма на стр. 28)	Изотропный	$n =$ { 2,05 (Fe, Mg) O 2,16 (Fe) O (см. диаграмму на стр. 28)		Очень темно-коричневый; почти непрозрачный	Открывается только с селитрой	Магнетит—растворяется в HCl	Магматический в перидотитах; редко в метаморфизованных доломитах

№ п/п	Название, сингония, формула	Наиболее часто встречающиеся простые формы, двойники, габитус, агрегаты	Спайность, твердость, уд. вес	Оптическая ориентировка	Показатель преломления, двупреломление	Угол и дисперсия оптических ссей	Окраска в шлифе, плеохроизм, абсорбция	Химические свойства, характерные особеннссти	Сходные минералы и их отличия	Парагенезис, генезис и условия нахождения
52	Перовскит, псевдокуб., $CaO \cdot TiO_2$	{001}, {111}; октаэдры, кубы; скелетные формы	# {100} ясн.; тв. 5,5 уд. в. 4,00 ±	Мелкие кристаллы изотропны; устойчив в виде моноклинных пластинок ∥ (100) куб.= ∥ (110) мон.; $Ng \parallel a$ куб., П.О.О. (010) куб., $Nm \parallel b$, $Ng \wedge a$ мон. = 45°	$n = 2{,}30 - 2{,}34$ (чистый) — 2,38 (содерж. Ce) аномальный ⊕, △ =0,002	$2V \sim 90°$; $r > v$ около Ng	Бесцветный до фиолетово-серого или красно-коричневого; зональный; $N_g > N_p$ слабая	Разлагается в горячей H_2SO_4; иногда радиоактивный		С мелилитом в богатых Ca основных эффузивах и контактово-измененных известняках; в хлоритовых и тальковых сланцах
53	Дизаналит, куб., титано-ниобат Ca, Ce, Na, Fe	{001}; зерна	# {001} ясн.; тв. 5—6; уд. в. 4,13±	Изотропный; иногда аномально-двупреломляющие ромб. поля: $Ng \parallel b$; П.О.О. ∥ (001)	$n = 2{,}33$ (иногда ⊕, △ = = низкое)	(Иногда $2V \sim 90°$)	Коричнево-желтый до серо-зеленого; ($Np < Ng$) иногда зональный ∥ (001)	Разлагается в горячей концентрированной H_2SO_4; иногда радиоактивный	Перовскит—более распространен	Контактово-метаморфический в известняках; редкий!
54	Группа пирохлора, куб., ниобаты (Ca, Na) с Ce, Y, Fe ,Ti	{111} пирохлор и пиррит, (110) коппит; зерна	# {111} пл.; тв. 5—6; уд. в. { пиррит 4,20; пирохлор 4,30; коппит 4,50 }	Изотропный	Пиррит n=2,12—2,18; Коппит; Пирохлор n=1,96—2,02		Желтый до красного; часто пятнистый и зональный	Разлагается в горячей концентрированной H_2SO_4	Шпинель—тверже; беккелит—растворяется в горячей HCl	Пирохлор в фойяитах; пиррит—пегматитово-пневматолитовый; коппит—контактово-метаморфический в известняках, редкие!
55	Борацит, псевдокуб., $5MgO \cdot 7B_2O_3 \cdot MgCl_2$	{100}, {111}, {1$\bar{1}$1}, {110}; ◇ оч. редко; натеки, чечевицы; «стассфуртит» (волокнистый)	Раковистый излом (стассфуртит уд. в. 2,90 ±); тв. 7; уд. в. 2,95 ±	Устойчив ниже 265° в виде ромб. пластинок по (110); чешуйки; $Ng \perp (110)$, П.О.О. ∥ (001); стассфуртит; $l = (+)$	$n_p = 1{,}658—1{,}662$; $n_m = 1{,}662—1{,}667$; $ng = 1{,}668—1{,}673$; ⊕, △ =0,010—0,011	$2V_{Ng} = 83°$	Бесцветный, зеленоватый	Растворяется в HCl		В соляных месторождениях, особенно в гипсовой шляпе
56	Группа граната, куб., Пироп $3MgO$, Альмандин $3FeO$, Спессартин $3MnO$, Гроссуляр $3CaO$ } $Al_2O_3 \cdot 3Si_2$; Андрадит $3CaO \cdot Fe_2O_3 \cdot 3SiO_2$; Меланит, по составу аналогичный андрадиту, но содержащий Ti	{110}, {112}; видимых ◇ нет; зерна	# {110} пл.; хрупкий; тв. 6,5—7; уд. в. 3,4—4,3 ± (диаграмма на стр. 29)	Большей частью изотропны; гроссуляр и андрадит часто обладают аномальным двупреломлением (отдельные участки)	n пиропа ~ 1,705, n альмандина ~ 1,830, n спессартина ~ 1,800, n гроссуляра ~ 1,735, n андрадита ~ 1,895, n меланита ~ 1,86 — —2,00 (см. диаграмму на стр. 29)		Пироп—розовый; альмандин—бледно-розовый; спессартин—желтоватый; гроссуляр—бесцветный, бледно-желто-зеленый; андрадит—желто-зеленый; меланит—желто-коричневый, зональный	С трудом растворяются в кислотах; иногда имеют зональное строение	Шпинель—имеет (111)	Пироп встречен в серпентинитах и эклогитах; альмандин метаморфический в гнейсах, слюдяных сланцах; спессартин—магматический, пегматитовый метаморфический; гроссуляр—контактово-метаморфический; в известняках; андратит—контактово-метаморфический в скарнах; меланит—магматический (фонолиты)
57	Гибшит, куб., $3CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$	{111}, редко {110}; зерна	Спайность отсутствует; тв. 6; уд. в. 3,05 ±	Изотропный, аномальное двупреломление в секторах, как у гроссуляра	$n = 1{,}671—1{,}682$		Бесцветный; слегка желтоватый	Растворим в кислотах; иногда слоистый; образует корочки на меланите	Гроссуляр—имеет более высокий n	Контактово-метаморфический в известняках, мергелях; при резорбции также в фонолитах и др.
58	Беккелит, куб., $3CaO \cdot 2(Ce, La, Di)_2O_3 \cdot 3SiO_2$	{111}, {110}; зерна	# (100) ясн.; тв. 5; уд. в. 4,14±	Изотропный, иногда аномальный: крупные кристаллы слабо двупреломляют	$n = 1{,}812$	(Иногда одноосный, ⊖)	Светло-желтый	Растворяется в кипящей и горячей HCl	Пиррит—при непродолжительном кипячении нерастворим; шпинель—более твердая	Магматический, только в нефелиновых породах; редкий



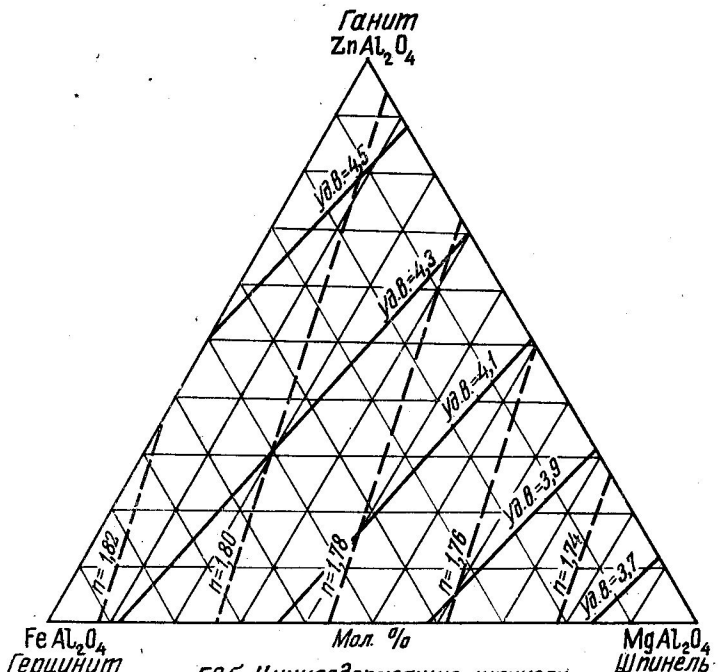
50 a. Группа шпинели
TRÖGER 1950



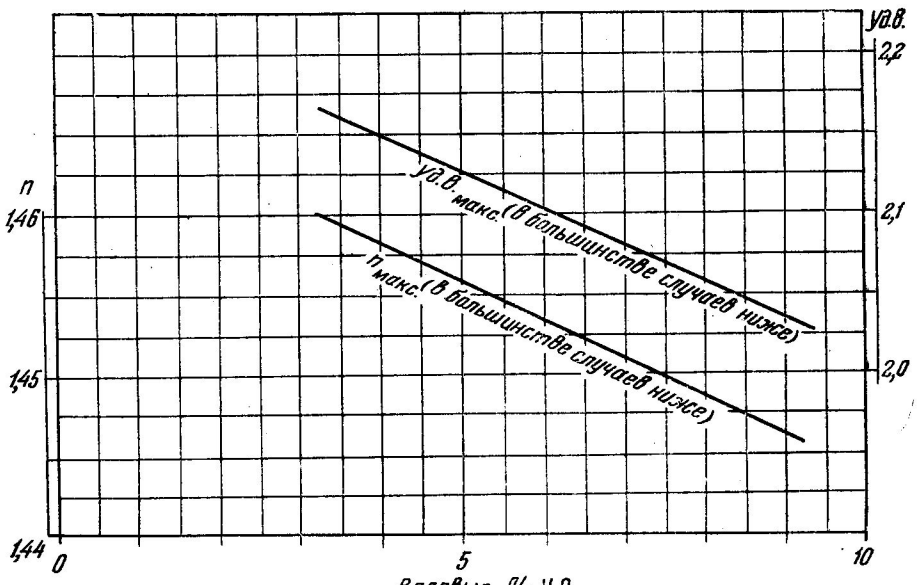
56. Группа граната
KENNEDY 1947 (Am. Min. 32, 570)

№ п/п	Название, сингония, формула	Наиболее часто встречающиеся простые формы. двойники, габитус, агрегаты	Спайность, твердость, уд. вес	Оптическая ориентировка	Показатель преломления, двупреломление	Угол и дисперсия оптических осей	Окраска в шлифе, плеохроизм, абсорбция	Химические свойства, характерные особенности	Сходные минералы и их отличия	Парагенезис, генезис и условия нахождения
59	Опал, аморфный, $SiO_2 + nH_2O$	Коллоидные формы; натечные массы	Хрупкий; тв. 5,5—6,5; уд. в. (1,9) — 2,0—2,2 (диаграмма на стр. 34)	Изотропный; иногда слабо двупреломляет вследствие внутренних напряжений	$n = 1{,}44 — 1{,}46$ (иногда от $n = 1{,}40$). Диаграмма на стр. 34		Бесцветный; мутно-желтоватый или красноватый от гидроокислов железа	В HF и горячей KOH растворяется без остатка	Анальцим, содалит, стекло, канадский бальзам — имеют больший n	С тридимитом и цеолитами; никогда не встречается в глубинных породах и кристаллических сланцах
60	β-кристобаллит, псевдокуб., SiO_2	{111}; ◇ = {111}; таблички, зерна, скелетные кристаллы	Тв. 6—7; уд. в. 2,33±	Устойчив ниже 220—275° в виде тетрагональных (ромбических?) пластинок, иногда чешуек	$n = 1{,}486$ (метастабильный) $n_e = 1{,}484$ $n_o = 1{,}487$ ⊖, $\Delta = 0{,}001$ до 0,005	Аномальный: $2V_{Np} = 27°$	Бесцветный (мутный)	Растворим в кипящей Na_2CO_3; образует скелетные формы	Тридимит — не дает скелетных форм и образуется при более низкой температуре	Пневматолитовый, в пустотах и вокруг включений, не встречается в глубинных породах и кристаллических сланцах
61	Анальцим, куб., $Na_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 4SiO_2 \cdot 2H_2O$	{211}, {100}; нет четко выраженных ◇; корочки	# {001} ясн.; тв. 5,5 уд. в. 2,25±	Крупные кристаллы большей частью изотропны; кристаллы в друзах часто аномальны; слабое двупреломление в отдельных участках	$n = 1{,}487$ $n_p = n_e = 1{,}486$ $n_g = n_o = 1{,}487$ ⊖, $\Delta = 0{,}001$	($2V_{Np}$ очень малый)	Бесцветный	Желатинизирует с HCl; при нагревании мутнеет	Минералы группы содалита — имеют другую # и микроструктуру. Стекло и опал — не имеют #	Образуется на последних стадиях магматического процесса, чаще гидротермальный в щелочных породах; при выветривании гидратизируется; встречается в рудных жилах
62	Лейцит, псевдокуб., $(KNa)_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 4SiO_2$	{112}; нет четких ◇; шарообразные зерна	# {110} пл.; тв. 5,5—6; уд. в. 2,47 ±	Устойчив ниже 603° в виде агрегата ромбических пластинок: ∥ (110) куб- = = ∥ (110) ромб. П. О. О. ∥ (100); $Ng \parallel a$ бисс.; мелкие метастабильные кристаллы изотропны	$n_o = n_p = 1{,}508$ $n_m \approx 1{,}508$ $n_e = n_g = 1{,}509$ ⊕, $\Delta = 0{,}001$	$2V_{Ng}$ очень малый до 0°, в этом случае псевдотетрагональный	Бесцветный	В HCl растворяется с выделением порошковатого кремнезема; содержит включения минералов, обусловленные скелетным ростом; в глубинных породах иногда псевдоморфозы по лейциту — псевдолейцит	Содалит — имеет более низкий n, отсутствуют # и аномально двупреломляющие пластинки	Магматический в калиевых излившихся породах вместе с нефелином и содалитом; никогда не встречается с кварцем; в метаморфических породах неизвестен
63	Группа содалита, куб., содалит $2NaCl \cdot$ нозеан $2Na_2SO_4 \cdot$ гаюин $2CaSO_4 \cdot$ { $\cdot 3Na_2O \cdot 3Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$	{110}; ◇ = {111}; зерна, корродированные кристаллы	# {110} ясн.; тв. 5,5—6; уд. в. { содалит 2,29 нозеан 2,30 гаюин 2,46	Изотропный	n содалита = = 1,483 — (1,487), n нозеана = 1,495, n гаюина = = 1,496 — 1,504		Чаще всего бесцветный; также зеленоватый, красноватый, синеватый или серый; часты черные края и пятнышки	Прекрасно желатинизирует с уксусной кислотой; дает реакции на Cl или SO_4	Флюорит — более низкий n, анальцим — плохая # по (001)	Магматический, в щелочных горных породах; никогда не встречается вместе с кварцем и в метаморфических сланцах
64	Вулканическое стекло 1. Липаритовое 2. Пехштейн 3. Дацитовое 4. Трахитовое 5. Андезитовое 6. Лейцито-тефритовое 7. Базальтовое	Бесформенные	Уд. в. 1.—2,37(2,33—2,41) 2.—2,34(2,32—2,37) 3.—2,50(2,45—2,55) 4.—2,45(2,43—2,47) 5.—2,47(2,40—2,57) 6.—2,55(2,52—2,58) 7.—2,77(2,70—2,85)	Изотропные, иногда слабо двупреломляют вследствие внутренних напряжений	$n =$ 1.—1,492(1,48 —1,51) 2.—1,500(1,492—1,506) 3.—1,511(1,504—1,529) 4.—1,512(1,488—1,527) 5.—1,512(1,489—1,529) 6.—1,550(1,525—1,580) 7.—1,575(1,506—1,612)		Бесцветные, бледно-желтые, бледно-коричневые; основные члены от светлых до кофейно-коричневых		Уд. в. Кварцевое стекло 2,203 Ортоклазовое » 2,351 Лейцитовое » 2,410 Альбитовое » 2,382 $Ab_{50}An_{50}$ » 2,533 Анортитовое » 2,700 Энстатитовое » 2,743 Роговобманковое » 2,826 Оливиновое » 2,831 Диопсидовое » 2,830 Авгитовое » 2,835	В основной массе излившихся пород; также в жильных породах, особенно в зальбандах жил; никогда не встречаются в глубинных и метаморфических породах

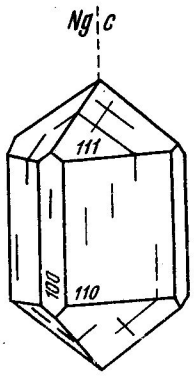
№ п/п	Название, сингония, формула	Наиболее часто встречающиеся простые формы, двойники, габитус, агрегаты	Спайность, твердость, уд. вес	Оптическая ориентировка	Показатель преломления, двупреломление	Угол и дисперсия оптических осей	Окраска в шлифе, плеохроизм, абсорбция	Химические свойства, характерные особенности	Сходные минералы и их отличия	Парагенезис, генезис и условия нахождения
65	Касситерит, тетр., SnO_2	{110}, {hk0}, {111}; ◇ = (101) пластинчатый; короткие призмы, зерна	# {100} ясн., # {110} пл.; тв. 6—7; уд. в. 7,03 ±	$Ng \parallel c$, $Ne = Ng$ Рис. на стр. 35	$n_o = 1{,}997—2{,}001$ $n_e = 2{,}093—2{,}098$ ⊕, △ = 0,096—0,097	Редко аномальный: слабо двуосный; $v > r$	Бесцветный до желто-коричневого, редко красноватый или зеленоватый; характерно зональное распределение окраски; $Ne \approx No$ иногда; $Ne > No$ слабо	Растворим в расплавленной KOH, п. п. т. не плавится	Сртит — более низкие n и △, рутил — более высокие n и △	С фтористыми минералами; пневматолитовый в гранитах и гранитных пегматитах
66	Рутил, тетр., TiO_2	{110}, {100}, {hk0} ◇ (101) пластинчатый; $c \wedge c = 65°30'$ ◇(301); $c \wedge \bar{c} = 54°45'$; короткостолбчатый, вытянут $\parallel c$, зерна; сагенитовая решетка = ◇ (101) + (301)	# {110} соверш.; # {100} хор.; тв. 6—6,5; уд. в. 4,32 ±	$Ng \parallel c$, $Ne = Ng$, $l = (+)$ Рис. на стр. 35	$n_o = 2{,}609—2{,}616$ $n_e = 2{,}895—2{,}903$ } Na ⊕, △ = 0,286—2,287 $r < v$ сильная	Иногда аномальный; небольшой угол оптических ссей; П. О. О ∥ (110)	No — желтый до красно-коричневого; Ne — коричнево-желтый, желто-зеленый; для содержащих железо окраска усиливается; $Ne > No$ слабо	В HF не разлагается; растворяется в расплавленной соде; в KF и HKF_2 расплавляется; сердцевидные двойники (301), коленчатые двойники (101) Образуется при разложении титанистых минералов (в лейкоксене)	Касситерит — более низкое △	С ильменитом в пегматитах; изредка магматический (в гранитах, фойяитах и анортозитах); в метаморфических горных породах, особенно в амфиболитах; в песках и песчаниках
67	Анатаз, тетр., TiO_2	{111}, {hk1}, {001}; острые пирамиды или таблички по (001)	#(001) соверш. / #{111} соверш. } 68°30'; тв. 5,5—6; уд. в. 3,90 ±	$Np \parallel c$, $Ne = Np$, $Ng \parallel (001)$ Рис. на стр. 35	$n_o = 2{,}561—2{,}562$ $n_e = 2{,}488—2{,}489$ } Na ⊕, △ = 0,073—0,073 Дисперсия △ $r < v$ сильная	Иногда аномальный; малый угол оптических осей, особенно у темноокрашенных минералов	No — светло-синий, сине-зеленый Ne — темно-синий, зеленовато-синий; No — зеленовато-желтый, светло-коричневый; Ne оранжевый, коричневый; зонально окрашен; $Ne > No$, редко $Ne < No$	Нерастворим в кислотах, разлагается в расплаве $HKSO_4$; по анатазу образуются псевдоморфозы лейкоксена	Карборунд — более низкое △	Гидротермальный или продукт разложения титанистых минералов; в излившихся породах не обнаружен; встречается в песках и песчаниках
68	Ксенотим, тетр., $Y_2O_3 \cdot P_2O_5$	{111}, {110}, {100}; ◇ = {101}; короткостолбчатый, зерна	# {110} хор.; тв. 4—5; уд. в. 4,55 ±	$Ng \parallel c$, $Ne = Ng$ Рис. на стр. 35	$n_o = 1{,}721—1{,}720$ $n_e = 1{,}816—1{,}827$ ⊕, △ = 0,095—0,107		Бесцветный до коричневатого; $Ne \approx No$, также $No < Ne$, тогда: No—розовый, бледно-коричнево-желтый; Ne — коричнево-желтый до зеленоватого	Разлагается в кипящей H_2SO_4; в спектре поглощения видны линии Er и Y; образует плеохроичные дворики	Циркон — более высокий n, монацит — меньше n и оптически двуосный, титанит — более высокие n и △	Магматический в гранитах и сиенитах; в пегматитах и гидротермальный; накапливается в россыпях вместе с цирконом и монацитом
69	Циркон, тетр., $ZrO_2 \cdot SiO_2$	{110}, {111}, {100}, {131}; зерна столбчатые до округлых	# {110} ясн.; тв. 7,5; уд. в. 4,70 ±	$Ng \parallel c$, $Ne = Ng$ $l = (+)$ Рис. на стр. 35	$n_o = 1{,}924—1{,}960$ $n_e = 1{,}968—2{,}015$ ⊕, △ = 0,044—0,055 При метамиктном распаде: $n \to 1{,}826$, △ → 0,000	Часто аномальный; $2V_{Ng} \approx 10°$	Бесцветный; редко бледный коричневатый или зеленоватый; $Ne \sim No$	В HF не разлагается; растворяется в расплавленном K_2CO_3; часто образует плеохроичные дворики в слюдах и других минералах	Ксенотим и монацит — более низкий n	Магматический, продукт ранней кристаллизации в гранитах, сиенитах, фойяитах; устойчив в осадочных и метаморфических породах
70	Везувиан (идократ), тетр., $10CaO \cdot 2(Mg \cdot Fe)O$ $2Al_2O_3 \cdot 9SiO_2 \cdot 2H_2O$	{110}, {100}, {111}, {001}; зернистый, вытянут $\parallel c$	# {100} пл.; # {110} пл.; тв. 6,5; уд. в. 3,40 ±	$Np \parallel c$, $Ne = Np$ Зоны нарастания оптически неоднородны, угасает участками Рис. на стр. 35	$n_o = 1{,}705—1{,}738$ $n_e = 1{,}701—1{,}732$ ⊖, △ = 0,004—0,006 Вилюит ⊕, △ = 0,005 Диаграмма на стр. 45	Часто аномальный; $2V_{Np} = 17—33°$; П. О. О. ⊥ (110)	Бесцветный; зеленоватый, коричневатый, желтоватый; $No \gtrsim Ne$	Аномальные интерференционные окраски	Гранат (гроссуляр); цоизит — имеет # и более низкий n	Контактово-метаморфический, встречается с гранатом, эпидотом, авгитом в пустотах и трещинах



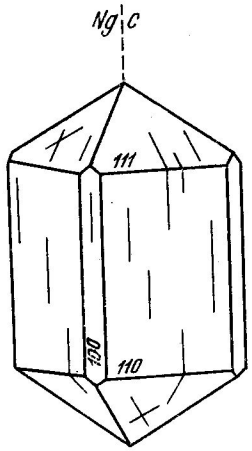
50б. Цинксодержащие шпинели
WINCHELL 1941
(Copyrighted, 1951, by A.N. WINCHELL in Elements of Optical Mineralogy, part II; Reproduced by permission.)



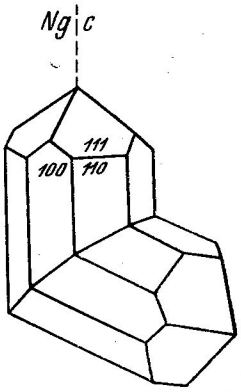
59. Опал
КОКТА 1930



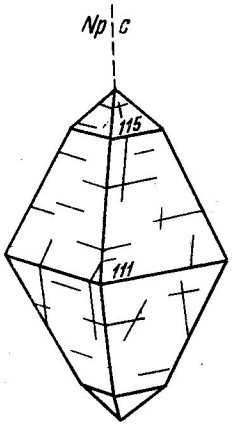
65. Касситерит



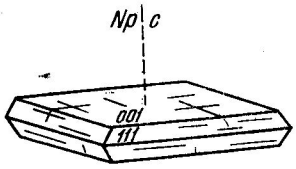
66a. Рутил



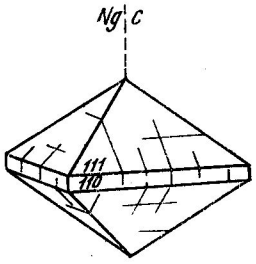
66b. Рутил



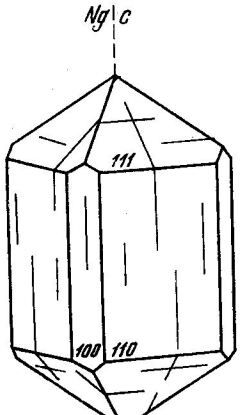
67a. Анатаз



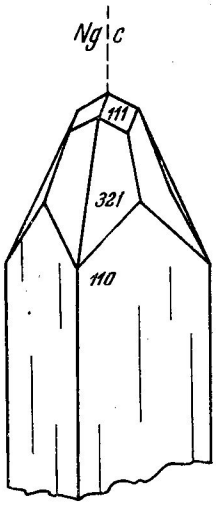
67b. Анатаз



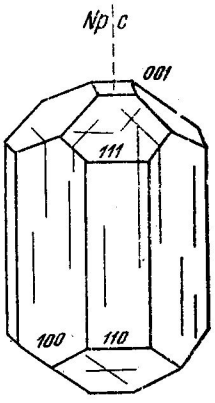
68. Ксенотим



69a. Циркон



69b. Циркон

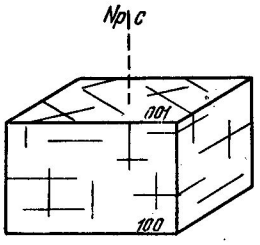


70. Везувиан

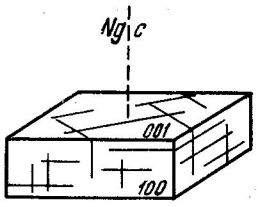
№ п/п	Название, сингония, формула	Наиболее часто встречающиеся простые формы, двойники, габитус, агрегаты	Спайность, твердость, уд. вес	Оптическая ориентировка	Показатель преломления, двупреломление	Угол и дисперсия оптических осей	Окраска в шлифе, плеохроизм, абсорбция	Химические свойства, характерные особенности	Сходные минералы и их отличия	Парагенезис, генезис и условия нахождения
71	Группа мелилита, тетр. Геленит $2CaO \cdot Al_2O_3 \cdot SiO_2$ Мелилит ↑↓ Окерманит $2CaO \cdot MgO \cdot 2SiO_2$	{001}, {100}; короткостолбчатый, толстотаблитчатый, таблитчатый, тонкотаблитчатый ↑↓ геленит — окерманит	# {001} ясн., # {110} ясн., тв 5,5; уд. в. 3,18 окерманит ↓↑ 3,05 геленит	$Np \parallel c$, $Ne = Np$ $l = (+)$ (—) ↓↑ гел. $Ng \parallel c$, $Ne = Ng$ $l = (-)$ окер. Рис. на стр. 42	Геленит ⊖ Окерманит ⊕ $n_0 = 1{,}669—1{,}633$ $n_e = 1{,}658—1{,}639$ $\Delta = 0{,}011—0{,}006$ Мел., иногда $\Delta \sim 0{,}000$ Диаграмма на стр. 44		Бесцветный, также желтоватый или серый, тогда $No < Ne$ слабая	Образует студневидный осадок с HCl; мелилит в большинстве случаев зональный: ядро часто почти изотропно, внешняя часть, обогащенная геленитом, характеризуется аномальными интерференционными окрасками темно-голубого цвета	С геленитом: цоизит, везувиан — имеют больший n; апатит — гексагональный облик; с мелилитом: стекло и опал — имеют низкий n	Геленит — контактово-метаморфический в мраморах. Мелилит — магматический, только в богатых Ca ультраосновных породах, в основном с перовскитом. Окерманит — только искусственный в шлаках
72	Мелифанит (мелинофан), тетр., $2CaO \cdot 2BeO \cdot 3SiO_2 \cdot NaF$	{001}; листоватый	# {001} пл.; тв. 5,5; уд. в. 3,01±	$Np \parallel c$, $Ne = Np$, иногда оптически аномальный, $l = (+)$ Рис. на стр. 42	$n_0 = 1{,}612$ $n_e = 1{,}593$ ⊖, $\Delta = 0{,}019$ $n_p = 1{,}593$ $n_m = 1{,}612$ $n_g = 1{,}613$ ⊖, $\Delta = 0{,}020$	Часто аномальный; $2V_{Np} < 22°$	*No* — светло-коричневато-желтый; *Ne* — светло-зеленовато-желтый; $Ne < No$	В кислотах нерастворим		Пегматитово-пневматолитовый в фойяитовых пегматитах
73	Апофиллит, тетр., $4CaO \cdot 4SiO_2 \cdot 8H_2O \cdot KF$	{100}, {111}, {001}; таблитчатый; зернистый или столбчатый	# (001) в. соверш.; # {110} ясн.; кубики, слоистый, столбчатый $\parallel c$; тв. 4,5—5; уд. в. 2,36±	$Ng \parallel c$ (редко $Np \parallel c$), $Ne = Ng$ или Np; иногда оптически аномальный; угасает участками, $l = (+)(-)$ Рис. на стр. 42	Большей частью — Редко $n_o = 1{,}5345—1{,}5445$ $n_e \equiv 1{,}5365—1{,}5439$ ⊕, $\Delta = 0{,}0020—$ —⊖0,0006 также $-n_o \sim n_e = 1{,}542$	Часто аномальный двуосный	Бесцветный	В HCl разлагается с выделением студневидного кремнезема; при прокаливании мутнеет	Одноосные цеолиты — не имеют спайности по базису	Гидротермальный в пустотах базальтовых лав; редко встречается в гранитах или рудных жилах
74	Группа скаполита, тетр. Мариалит 0—20% Me Дипир 20—50% Me Миццонит 50—80% Me Мейонит 80—100% Me	{110} {100} {111}; нет ◇; зернистые, короткостолбчатые	# {100} хор.; # {110} ясн.; хрупкий; тв. 5,5—6; уд. в. 2,54—2,81	$Np \parallel c$, $Ne = Np$, $l = (-)$ Рис. на стр. 42	Мариалит — Мейонит $n_o = 1{,}539—1{,}596$ $n_e = 1{,}537—1{,}557$ ⊖, $\Delta = 0{,}002—0{,}039$ Диаграмма на стр. 45		Бесцветный; иногда желтоватый; $No > Ne$ слабая	В HCl разлагается только частично; Ма $= 2NaCl \cdot 3Na_2O \cdot 3Al_2O_3 \cdot 18SiO_2$ ↑↓ Me $= CaCO_3 \cdot 6CaO \cdot 6Al_2O_3 \cdot 12SiO_2$	Андалузит — больший n; полевые шпаты — косое погасание	Мариалит-пневматолитовый в туфах Дипир — контактово-метаморфический в сланцах. Миццонит — контактово-метаморфический, пегматитовый, постмагматический — «соссюрит». Мейонит — контактово-метаморфический в известняках

№ п/п	Название, сингония, формула	Наиболее часто встречающиеся простые формы, двойники, габитус, агрегаты	Спайность, твердость, уд. вес	Оптическая ориентировка	Показатель преломления, двупреломление	Угол и дисперсия оптических осей	Окраска в шлифе, плеохроизм, абсорбция	Химические свойства, характерные особенности	Сходные минералы и их отличия	Парагенезис, генезис и условия нахождения
75	Кёненит, триг., $2MgCl_2 \cdot 3MgO \cdot Al_2O_3 \cdot 6H_2O$	{0001}; бочкообразный, листоватый	# (0001) в. соверш.; гибкий, как кожа; тв. < 1; уд. в. 1,98±	$Ng \parallel c$, $Ne = Ng$, $l = (-)$ Рис. на стр. 42	$n_o = 1,52$ $n_e \approx 1,55$ ⊕, $\Delta = 0,03$		Бесцветный, также коричневый или красный; *No* — красно-коричневый; *Ne* — бесцветный	Медленно разлагается в кипящей воде; содержит включения железного блеска		Вторичный в ангидритовой шляпе и соляных залежах
76	Корунд, триг., α-Al_2O_3	{0001}, $\{02\bar{2}1\}$, $\{2\bar{2}41\}$; ◇ = $\{10\bar{1}1\}$ и ◇ = (0001); округлые зерна	$\{10\bar{1}1\}$ отд. 94°, (0001) отд.; тв. 9, уд. в. 4,02±	$Np \parallel c$, $Ne = Np$ Рис. на стр. 42	$n_o = 1,767 - 1,771$ $n_e = 1,759_5 - 1,763$ ⊖, $\Delta = 0,007_5 - 0,008$	Часто аномальный; $2V_{Np} = 0—32°$	Бесцветный, также синий или красноватый; характерно зональное или пятнистое распределение окраски *No* { индиговый, синий, пурпурный *Ne* { светло-синий, желто-зеленый светло-желтый *No* > *Ne* слабая	Не плавится; открывается с бурой, фосфорными солями или $HKSO_4$	Сапфирин — не имеет пластинчатых ◇	Магматически-пневматолитовый; метаморфический в породах, обогащенных алюминием; встречается в россыпях
77	Гематит, триг., Fe_2O_3	{0001}, $\{10\bar{1}1\}$, $\{11\bar{2}0\}$; ◇ = $\{10\bar{1}1\}$ пластинчатый; ◇ = (0001); листоватый, зернистый, землистый, оолиты	$\{10\bar{1}1\}$ отд. 94°, (0001) отд.; тв. 5—6; уд. в. 5,26±	$Np \parallel c$, $Ne = Np$, $l = (+)$ Рис. на стр. 42	$\lambda = 589m\mu - 759m\mu$ $n_o = 3,22 - 2,904$ $n_e = 2,94 - 2,690$ ⊖, $\Delta = 0,28 - 0,214$ $r > v$ сильная		*No* — коричневато-красный; *Ne* — желтовато-красный; *No* > *Ne* В тончайших листочках серо-желтый	Плохо растворим в HCl	Гётит — светлее и более коричневатый	Магматический; с другими железными рудами; пневматолитовый или контактово-метаморфический
78	Ильменит, триг., $FeO \cdot TiO_2$	{0001}, $\{02\bar{2}1\}$, $\{10\bar{1}1\}$; ◇ = $\{10\bar{1}1\}$ пластинчатый; листоватый, зернистый	$\{10\bar{1}1\}$ отд. 94°30′; (0001) отд.; гибкий; тв. 5—6; уд. в. 4,75±	$Np \parallel c$, $Ne = Np$ Рис. на стр. 42	$n \gg 2,7$; ⊖, Δ очень большое		Темно-коричневый до гвоздично-коричневого; *No* ≈ *Ne*	В HCl едва растворим; при изменении образуется лейкоксен	Гематит — более красный	Встречается с авгитом в основных изверженных горных породах
79	Пирофанит, триг., $(Mn,Fe)O \cdot TiO_2$	{0001}; листочки	# $\{02\bar{2}1\}$ соверш.; тв. 5; уд. в. 4,54±	$Np \parallel c$, $Ne = Np$; $l = (+)$ Рис. на стр. 42	$n_o = 2,481$ $n_e = 2,21$ } Na ⊖, $\Delta = 0,27$		Темно-красный до желтовато-красного; *No* = *Ne*	В горячей HCl плохо растворим		Известен из марганцевых скарновых месторождений

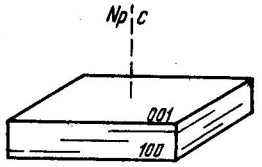
№ п/п	Название, сингония, формула	Наиболее часто встречающиеся простые формы, двойники, габитус, агрегаты	Спайность, твердость, уд. вес	Оптическая ориентировка	Показатель преломления, двупреломление	Угол и дисперсия оптических осей	Окраска в шлифе, плеохроизм, абсорбция	Химические свойства, характерные особенности	Сходные минералы и их отличия	Парагенезис, генезис и условия нахождения
80	Гейкилит, триг., $(Mg, Fe)\,O \cdot TiO_2$	{0001}, {50$\bar{5}$8}; зерна	{10$\bar{1}$1} отд., (0001) отд.; тв. 6; уд. в. 4,05±	$Np \parallel c$, $Ne = Np$ Рис. на стр. 42	$n_o = 2{,}31$ $n_e = 1{,}95$ ⊖, $\Delta = 0{,}36$		Красно-коричневый или пурпурный; $Ne > No$(?) слабая	В горячей HCl слабо растворим		Встречается с рутилом в россыпях драгоценных камней
80а	Гейкилит, гекс. 6 (MgFe)O. 8 $(AlFe)_2O_3$. TiO_2	Зерна, короткостолбчатый; пиастинчатый ∥ (0001)	# (0001)	$Np \parallel c$, $Ne = No$	A B n_o = 1,820—1,848—1,85 n_e = 1,800—1,817—1,80 ⊖, Δ = 0,020—0,031—0,05		A: *No*—красный, *Ne*—слабоокрашенный B: *No*—коричневый, *Ne*—желтовато-коричневый $No > Ne$		Биотит, ортит, гадолинит	С шпинелью, корундом и титаномагнетитом, в рогово-обманковых и корундовых породах
81	Кварц α — гекс., β — триг. $\gtrless 575°$ SiO_2	{10$\bar{1}$1}, {01$\bar{1}$1}, {10$\bar{1}$0}; ◇ = (0001); зернистый, удлиненный ∥ *c*	# {10$\bar{1}$1} и {01$\bar{1}$1} пл.; хрупкий; тв. 7; уд. в. 2,65±	$Ng \parallel c$, $Ne = Ng$, $l = (+)$ Рис. на стр. 43	$n_o = 1{,}5442$ $n_e = 1{,}5533$ ⊕, $\Delta = 0{,}0091$	Часто аномальный: $2V_{Ng}$ = =8—12° (до 24°)	Бесцветный	В HF растворим без остатка; дает фигуры травления; не образует продуктов разложения; присутствуют жидкие включения; первичные образования часто кородированы	Олигоклаз, Кордиерит } дают с HF нерастворимый остаток санидин — меньшие *n* и Δ	Широко распространен при любых *p* и t^0 Первичномагматический, с оливином не встречается
82	Халцедон, скрытокристаллический SiO_2	Не образует кристаллов; волокнисто-лучистый ⊥ *c*; плотные агрегаты	Хрупкий; тв. 6; уд. в. 2,60±	$Ng \parallel c$, $Ne = Ng$, $l = (-)$ — халцедон $l = (+)$ — кварцин Рис. на стр. 43	$n_o = 1{,}530—1{,}533$ $n_e = 1{,}538—1{,}543$ ⊕, $\Delta = 0{,}008—0{,}010$	Часто аномальный: $2V_{Ng}$ = =0—25°	Бесцветный; молочно-голубой; окраска распределяется зонально	Волокнистый кварц, содержащий 5—3% опала; исходный материал коллоидальный	Цеолиты — имеют меньший *n*, более мягкие и разлагаются в HCl	Из водных растворов в жилах и пустотах (миндалинах); гидротермальный, иногда с кварцем или цеолитами
83	β-тридимит, псевдогекс., SiO_2	{0001}, {10$\bar{1}$1}; ◇ = {10$\bar{1}$6}—тройник: (0001) ∧ (0001) = 35°	# отсутствует; тв. 6,5; уд. в, 2,31 ±	Устойчив ниже 130°; сложен шестью ромбическими полями; (◇ = 11$\bar{2}$0); $Ng \parallel c$, П. О. О. ∥ {(10$\bar{1}$0) гекс. (100) ромб. $l = (-)$ Рис. на стр. 43	Естественный / Синтетический $n_p \sim 1{,}469$ / 1,4772 $n_m \sim 1{,}469$ / 1,4774 $n_g \sim 1{,}473$ / 1,4805 ⊕, $\Delta = 0{,}004$ / 0,0033	$2V_{Ng} = 70°$ (от 35°30′ до 90°)	Бесцветный	Растворяется в HF и в кипящем растворе Na_2CO_3	Флюорит — # нет ◇	Пневматолитовый в жилах и пустотах; контактово-метаморфический во включениях песчаников (ксенолиты), в базальтах и других излившихся горных породах; никогда не образуется в главную магматическую фазу
84	Брусит, триг., $(Mg, Fe)\,(OH)_2$	{0001}; листоватый ∥ (0001); волокнистый	#(0001) в. соверш.; гибкий; тв. 2,5; уд. в. 2,38±	$Ng \parallel c$, $Ne = Ng$, $l = (-)$ Рис. на стр. 43	$n_o = 1{,}559—1{,}566$ $n_e = 1{,}580—1{,}585$ ⊕, $\Delta = 0{,}021—0{,}019$ $r > v$ сильная	Часто аномальный: двуосный с малым $2V$ вследствие бокового давления	Бесцветный	При прокаливании с $AgNO_3$ становится черным вследствие выделения Ag_2O; растворим в HCl; имеет аномальные интерференционные окраски!	Гипс, мусковит и тальк — все оптически отрицательны и двуосны	Контактово-метаморфический в известняках с периклазом; метаморфически-гидротермальный в трещинах среди серпентинитов



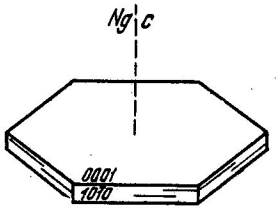
71a. Геленит



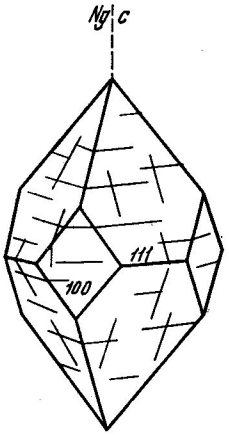
71b. Окерманит



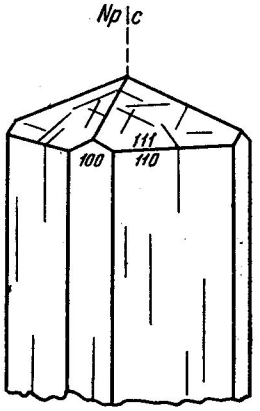
72. Мелинофан
(мелифанит)



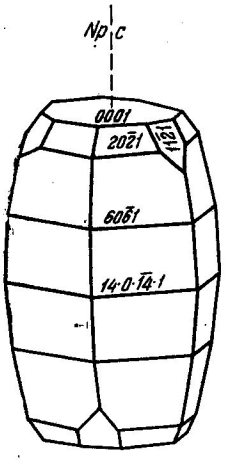
75. Кёненит



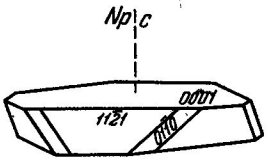
73. Апофиллит



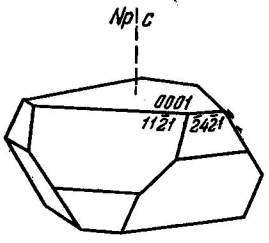
74. Скаполит



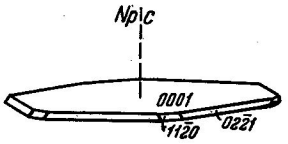
76. Корунд



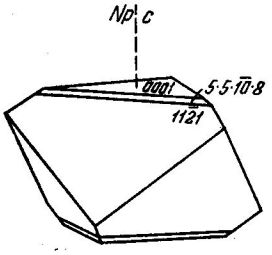
77. Гематит



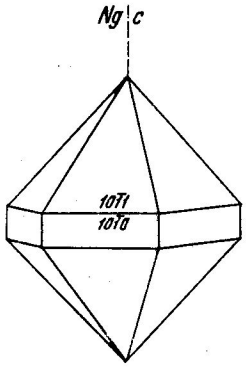
78. Ильменит



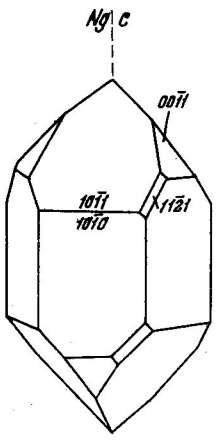
79. Пирофанит



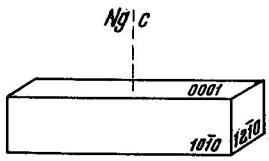
80. Гейкилит



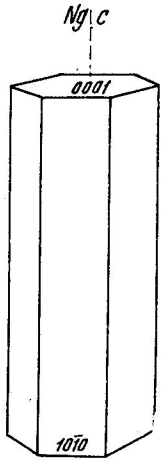
81a. α-Кварц



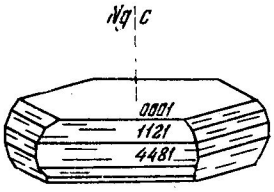
81b. β-Кварц



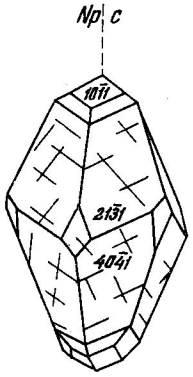
82a. Халцедон



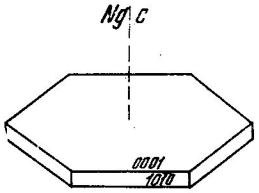
82b. Кварцин



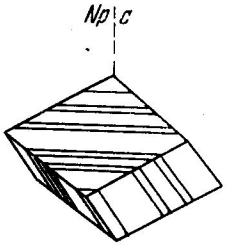
84. Брусит



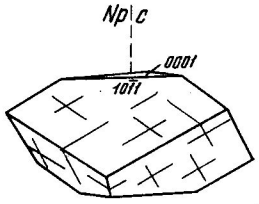
85a. Кальцит



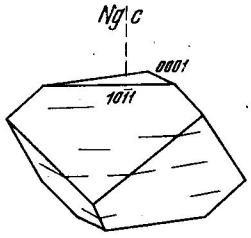
83. β-тридимит



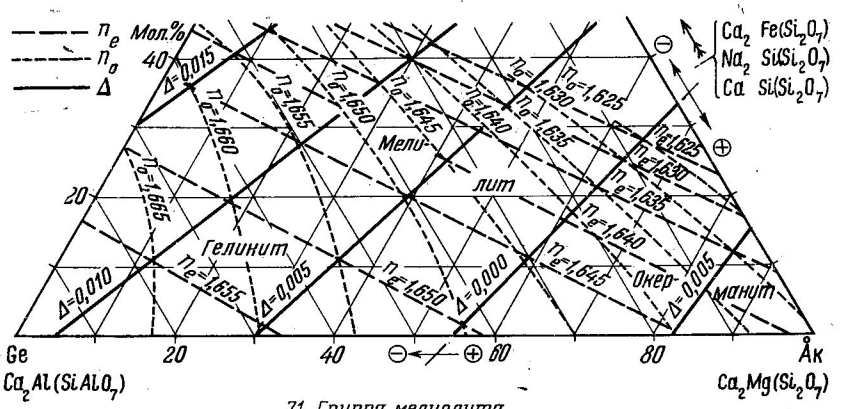
85b. Кальцит
(#-Ромбоэдр 10$\bar{1}$1 с ⊥ пл 01$\bar{1}$2)



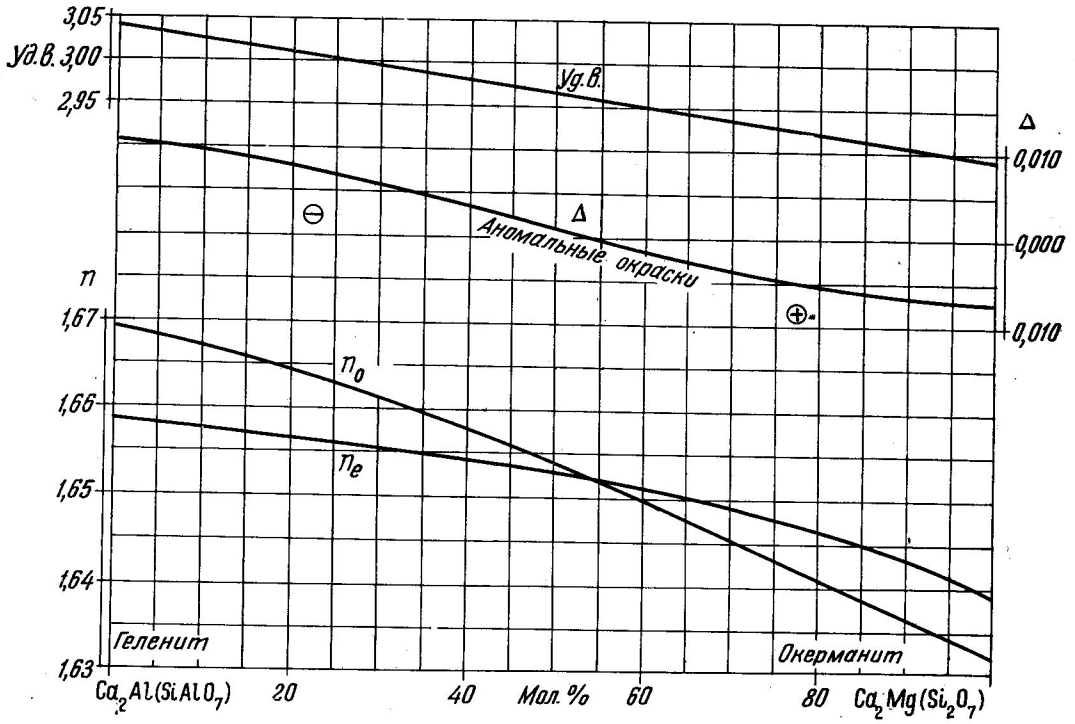
86-88. Магнезит, сидерит, доломит



89. Алунит

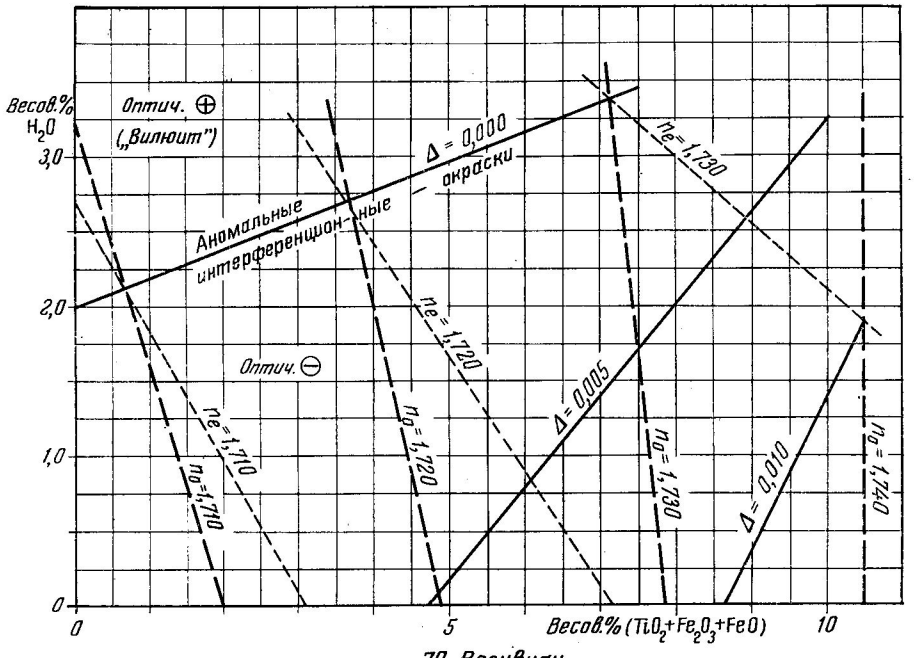


71. Группа мелиолита
TRÖGER 1950

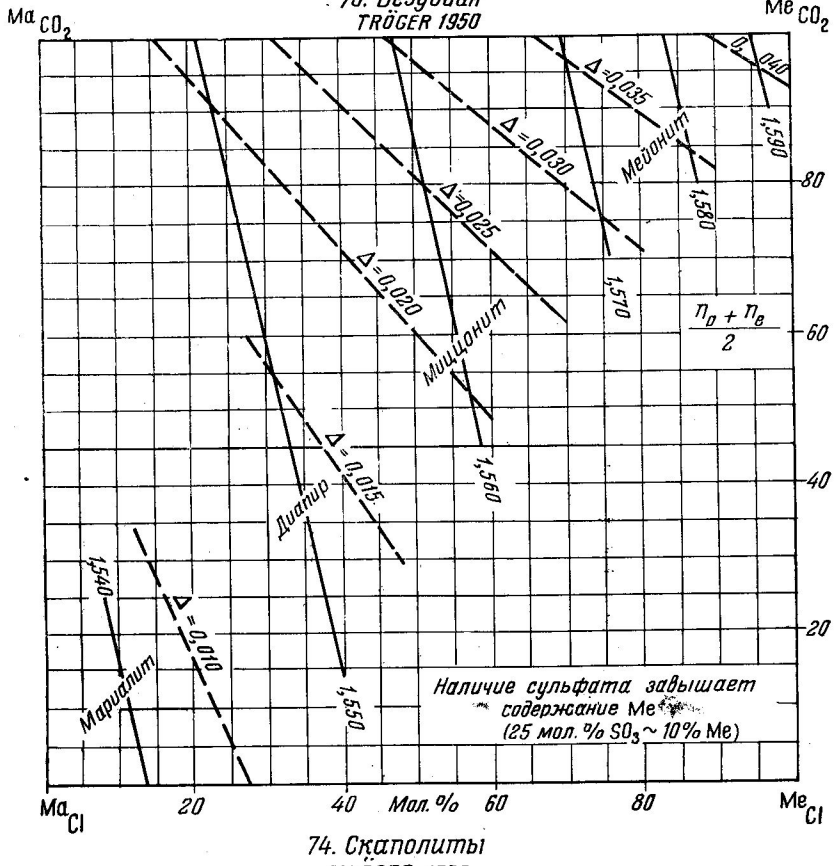


71. Группа мелиолита
не содержит Na Fe
WINCHELL 1927 (Opt. Min., 267)

(Copyrighted, 1951, by A.N. Winchell in Elements of Optical Mineralogy, pt. II; Reproduced by permission)



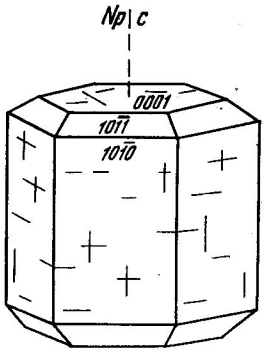
70. Везувиан
TRÖGER 1950



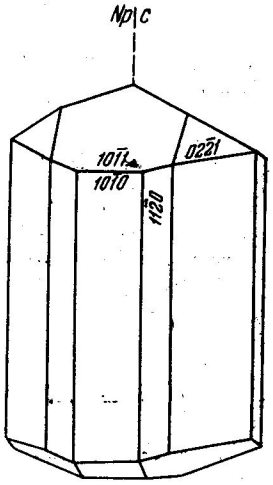
74. Скаполиты
TRÖGER 1950

№ п/п	Название, сингония, формула	Наиболее часто встречающиеся простые формы, двойники, габитус, агрегаты	Спайность, твердость, уд. вес	Оптическая ориентировка	Показатель преломления, двупреломление	Угол и дисперсия оптических осей	Окраска в шлифе, плеохроизм, абсорбция	Химические свойства, характерные особенности	Сходные минералы и их отличия	Парагенезис, генезис и условия нахождения
85	Кальцит, триг., $CaO \cdot CO_2$	$\{10\bar{1}0\}$, $\{0001\}$, $\{01\bar{1}2\}$, $\{02\bar{2}1\}$, $\{hikl\}$; $\diamond = \{01\bar{1}2\}$ пластинчатые; зернистый, волокнистый, сплошные массы; псевдоморф.	# $\{10\bar{1}1\}$ в. соверш., 75°; $(01\bar{1}2)$ и (0001) отд., тв. 3; уд. в. 2,715±	$Np \parallel c$, $Ne = Np$ Рис. на стр. 43	$n_o = 1{,}6584$ $n_e = 1{,}4865$ ⊖, $\Delta = 0{,}1719$	$n_{e'(10\bar{1}1)} = 1{,}566$	Бесцветный	Растворяется в уксусной кислоте; медленно реагирует с $Co(NO_3)_2$; растворяется в растворе квасцов	Другие карбонаты—хуже растворимы; арагонит—быстрее разлагается в $Co(NO_3)_2$	Очень редко первично-магматический; биогенный—осадочный; в метаморфических породах встречается вместе с силикатами Ca, Mg, Fe; гидротермальн. часто с кварцем
86	Магнезит, триг., $(Mg,_{Fe})O \cdot CO_2$	$\{10\bar{1}1\}$, $\{40\bar{4}1\}$; нет пластинчатых $\diamond$; зернистый, волокнистый, плотный	# $\{10\bar{1}1\}$ соверш.; 72°30′; тв. 4—4,5; уд. в. 2,96±	$Np \parallel c$, $Ne = Np$ Рис. на стр. 43	Чистый / Fe-содерж.: $n_o = 1{,}700—1{,}719$ / $n_e = 1{,}509—1{,}527$; ⊖, $\Delta = 0{,}191—0{,}192$	$n_{e'(10\bar{1}1)} = 1{,}602$	Бесцветный; редко коричневатый ($Ne < No$)	Почти не растворим в холодных кислотах; в горячих кислотах легко растворим	Кальцит и доломит—имеют меньшие n и часто пластинчатые $\diamond$	Метасоматический в известняках; метаморфический в тальковых и хлоритовых сланцах; в серых засоленных глинах
87	Сидерит, триг., $(Fe,_{Mn})\ O \cdot CO_2$	$\{10\bar{1}1\}$, $\{0001\}$; $\diamond = (01\bar{1}2)$ пластинчатые; зерна, ромбоэдры, сферолиты, оолиты	#$\{10\bar{1}1\}$ соверш., 73°; тв. 4—4,5; уд. в. 3,89±	$Np \parallel c$, $Ne = Np$ Рис. на стр. 43	Мп-содерж. / Чистый: $n_o = 1{,}851—1{,}875$ / $n_e = 1{,}612—1{,}633$; ⊖, $\Delta = 0{,}239—0{,}242$	$n_{e'(10\bar{1}1)} = 1{,}748$	Бесцветный; пепельно-серый до коричневатого $Ne < No$	Растворяется в горячей HCl; в растворе квасцов не растворяется; становится черным и магнитным при нагревании выше 300°	Касситерит—меньшее Δ, ⊕	Пегматитово-гидротермальный (главным образом Мп-содержащий); метасоматический в известняках; метаморфический в гнейсах и слюдяных сланцах
88	Доломит, триг., $CaO \cdot MgO \cdot 2CO_2$	$\{10\bar{1}1\}$, $\{40\bar{4}1\}$, $\{0001\}$; $\diamond = (02\bar{2}1)$ пластинчатые; зернистый, ромбоэдрический	#$\{10\bar{1}1\}$ соверш. 73°45′; тв. 3,5—4; уд. в. 2,87±	$Np \parallel c$, $Ne = Np$ Рис. на стр. 43	Чистый / Fe-содерж.: $n_o = 1{,}679—1{,}698$ / $n_e = 1{,}502—1{,}513$; ⊕, $\Delta = 0{,}177—0{,}185$	$n_{e'(10\bar{1}1)} = 1{,}587$	Бесцветный; редко серый или коричневатый ($Ne < No$)	Слабо растворим в холодных кислотах, менее прозрачен, чем кальцит	Кальцит—более низкий n и другое положение $\diamond$ пластинок	Метасоматический в известняках; гидротермальный с кварцем; редко осадочный
89	Алунит, триг., $K_2SO_4 \cdot 3Al_2(SO_4)_3 \cdot 6H_2O$	$\{10\bar{1}1\}$, $\{0001\}$; зернистый, листоватый, волокнистый	# (0001) соверш., тв. 3,5—4; уд. в. 2,71±	$Ng \parallel c$, $Ne = Ng$; $l = (-)$ Рис. на стр. 43	$n_o = 1{,}572$ $n_e = 1{,}592$ ⊕, $\wedge = 0{,}020$		Бесцветный	Растворяется в H_2SO_4 и KOH, нерастворим в HF; мутнеет при нагревании выше 520°	Мусковит—$l = (+)$; канкринит—более низкий n	Гидротермальный с диаспором и кварцем по полевым шпатам и другим калийсодержащим минералам
90	Апатит, гекс., $9CaO \cdot 3P_2O_5 \cdot Ca\ (F,Cl,OH)_2$	$\{10\bar{1}0\}$, $\{0001\}$, $\{10\bar{1}1\}$: иголочки, зерна; фосфорит—лучистый до скрытокристаллического	# (0001) пл., #$\{10\bar{1}0\}$ пл., хрупкий; тв. 5: уд. в. 3,18∓	$Np \parallel c$, $Ne = Np$, иногда аномальный: угасает участками Рис. на стр. 50	F-апатит / Cl-апатит: $n_o = 1{,}633—1{,}667$ / $n_e = 1{,}630—1{,}664$; ⊖, $\Delta = 0{,}003—0{,}003$ Диаграмма на стр. 52	Иногда аномальный: слабо двуосный	Бесцветный, коричневатый, красноватый; серо-черный от включений; $Ne > No$; редко $Ne < No$	Растворяется в HNO_3	Геленит—имеет тетрагональный облик; цоизит—больший r; турмалин—$No \gg Ne$	Магматический, наиболее ранний по времени выделения во всех типах горных пород; гидротермальный, биогенный; в осадках
91	Группа турмалина, триг., $3Al_2O_3 \cdot 6SiO_2 \cdot 3BO_3 \cdot 2H_2O$ ↑ $Na(Li,Al)_3$—эльбаит, $NaMg_3$—дравит, $Na\ (Fe,Mg)_3$—шерл	$\{11\bar{2}0\}$, $\{10\bar{1}0\}$, $\{10\bar{1}1\}$; $\{01\bar{1}2\}$, $\{02\bar{2}1\}$; удлиненный, лучистый, также коротко-столбчатый	Хрупкий, без спайности; тв. 7; уд. в. { 3,06 эльбаит; 3,05 дравит; 3,16 шерл }	$Np \parallel c$, $Ne = Np$, $l = (-)$ Рис. на стр. 50	$n_o = 1{,}639—1{,}692$ $n_e = 1{,}620—1{,}657$ ⊖, $\Delta = 0{,}019—0{,}035$ Диаграмма на стр. 51	Иногда аномальный: слабо двуосный	Эльбаит—почти бесцветный; дравит—бледно-желтый, светло-коричневый; шерл—оливково-коричневый, синевато-серый, в зонах нарастания изменчивый. Постоянно $No \gg Ne$	В HF не разлагается	Апатит—$Ne > No$ слабо; рибекит—меньшее Δ; эгирин—большие n и Δ	Пневматолитовый в гранитах и пегматитах; редко встречается в эффузивных горных породах; редко магматический (в гранитах): метаморфический; в песках и песчаниках
92	Эвдиалит триг., $3Na_2O \cdot 3(Ca,_{Ce,\ Fe})O \cdot ZrO_2 \cdot 6SiO_2\ (OH, Cl)$	$\{0001\}$, $\{h\bar{0}hl\}$, $\{11\bar{2}0\}$; зерна, крепкий	# (0001) ясн.; #$\{11\bar{2}0\}$ пл.; тв. 5—6; уд. в. 2,93±	$Ng \parallel c$, $Ne = Ng$—эвдиалит, $Ng \approx Np$—мезодиалит, $Np \parallel c$, $Ne = Np$—эвколит. Зональные, имеют структуру песочных часов Рис. на стр. 50	Эвд. / Мез. / Эвк.: $n_o = 1{,}593—1{,}607—1{,}643$ / $n_e = 1{,}597—1{,}607—1{,}634$; ⊕ 0,004—0,000—⊖ 0,009	Часто аномальный: $2V = 0—30°$ в одном зерне	Бледный синевато-красный до бледного желтовато-коричневого; большей частью $No > Ne$ слабое	С HCl образует студенистый осадок	Гранат—больший n	Магматический в фойяитах и тингуаитах; поздний по времени образования в фойяитовых пегматитах

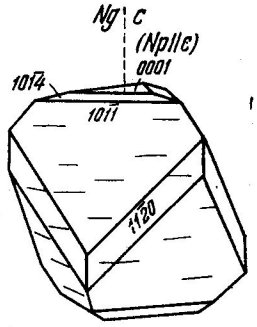
№ п/п	Название, сингония, формула	Наиболее часто встречающиеся простые формы, двойники, габитус, агрегаты	Спайность, твердость, уд. вес	Оптическая ориентировка	Показатель преломления, двупреломление	Угол и дисперсия оптических осей	Окраска в шлифе, плеохроизм, абсорбция	Химические свойства, характерные особенности	Сходные минералы и их отличия	Парагенезис, генезис и условия нахождения
93	Катаплеит, псевдотриг., $Na_2CaO \cdot ZrO_2 \cdot 3SiO_2 \cdot H_2O$	{0001}, {h0$\bar{h}$1}; ◇={10$\bar{1}$0} ложные тройники; таблички (0001)	#{10$\bar{1}$0} соверш.; #{10$\bar{1}$1}, пл.; тв. 6; уд. в. 2.77±	Ниже 140° встречается в виде моноклинных полей $Ng \wedge c = 3°30'$, бисс.; $Nm \parallel$ или $\perp a$, П.О О. $\parallel \perp (1010)$ Рис. на стр. 50	$n_p = 1{,}5905$ $n_m = 1{,}5921$ $n_g = 1{,}6269$ ⊕, △=0,0364	$2V_{Ng}$20—30°, при нагревании выше 40° понижается до 0°; $r<v$ слабая	Светло-желтый до коричневатого (богатый кальцием); бесцветный до синеватого (бедный кальцием)	Легко растворяется в HCl, образуя студенистый осадок; часто переполнен включениями		Встречается в пегматитах с другими циркониевыми минералами в щелочных провинциях
94	Берилл, гекс., $3BeO \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$	{10$\bar{1}$0}, {0001}; короткостолбчатый, зерна	#(0001) пл.; хрупкий; тв. 7,5—8; уд. в.2,70±	$Np \parallel c$, $Ne=Np$, $l=(-)$ Рис. на стр. 50	n_o=1,567—1,594 n_e=1,563—1,586 ⊖, △=0,004—0,008 Диаграмма на стр. 53	Часто аномальный: $2V_{Np} = 0—6°$	Большей частью бесцветный; редко бледно-желтый или зеленоватый, тогда $Ne>No$, редко $Ne<No$	В кислотах не разлагается	Кварц — меньший n и большее △, ⊕	Встречается с турмалином и литиевой слюдой, в пегматитах кислых горных пород и в метаморфических сланцах
95	Нефелин, гекс? $Na_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$	{10$\bar{1}$0}, {0001}; при свободном росте изометричный, в основной массе пород часто бесформенный	#{10$\bar{1}$0}, ясн.; #(0001) ясн. (отд.?).; тв. 5,5—6; уд. в. 2,62±	$Np \parallel c$, $Ne=Np$; иногда аномальный.; угасает участками Рис. на стр. 50	n_o=1,532—1,547 n_e=1,529—1,542 ⊖, △=0,003—0,005 Диаграмма на стр. 52	Иногда аномальный: $2V_{Np} = 0—6°$	Бесцветный	В HCl дает студенистый осадок, а при высыхании выделяются кубики NaCl. Изометричные зерна иногда зональны	Кварц — большее △, ⊕; санидин — косое погасание Калиофилит \ Содержит Калсилит / K_2O	Встречается с другими фельдшпатоидами; магматический до пегматитового, в натриевых горных породах; никогда не встречается вместе с кварцем
96	Калиофилит, гекс., $K_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$	{0001}, {10$\bar{1}$0}; короткостолбчатый	# {10$\bar{1}$0} ясн.; # (0001) соверш.; тв. 6; уд. в. 2,56±	$Np \parallel c$, $Ne=Np$ Рис. на стр. 50	Чистый Na-содерж. n_o=1,532—1,537 n_e=1,527—1,533 ⊖, △=0,005—0,004		Бесцветный	В HCl дает студенистый ссадок	Калсилит Уд. в. = 2,59—2,63 n_o = 1,542—1,543 n_e = 1,537—1,537 ⊖, △=0,005—0,006	Пневматолитовый в богатых калием эффузивных породах
97	Канкринит, гекс., $3Na_2O \cdot 3Al_2O_3 \cdot 6SiO_2 \cdot 3H_2O$-$CaCO_3$—канкринит·$K_2SO_4$—вишневит	{10$\bar{1}$0}, {10$\bar{1}$1}: призматический, чешуйчатый	#{10$\bar{1}$0} в. соверш.; # (0001) соверш.; # {11$\bar{2}$0}, пл.; тв. 5—6.; уд. в. 2,46±	$Np \parallel c$, $Ne=Np$, $l=(-)$ Рис. на стр. 50	Канкринит Вишневит n_o=1,524—1,4890 n_e=1,498—1,4885 ⊖, △=0,026—0,0005 Диаграмма на стр. 53		Бесцветный	При действии HCl выделяется CO_2 и остается студневидный кремнезем; при прокаливании мутнеет; наличие SO_3 указывает, что это вишневит	Давин — большей частью ⊕; мусковит — больший n, $l=(+)$; нефелин — больший n и меньшее △	Магматический, образуется вместе с нефелином вследствие поглощения кальция в лейкократовых щелочных породах
98	Давин, гекс., $3(Na,K)_2O \cdot 3Al_2O_3 \cdot 6SiO_2 \cdot 2CaSO_4$	{10$\bar{1}$0}, {10$\bar{1}$1}; призматический, чешуйчатый	#{10$\bar{1}$0} в. соверш.; #(0001) хор.; тв. 5,5; уд. в. 2,4±	$Ng \parallel c$, $Ne=Ng$ (редко в богатых K-породах $Np \parallel c$, $Ne=Np$), $l=(+)$ (—), Рис. на стр. 50	Na K n_o=1,522—1,518 n_e=1,527—1,517 △=⊕0,005—⊖0,001 Диаграмма на стр. 53		Бесцветный	С HCl дает студенистый осадок	Канкринит — постоянно ⊖	Автометаморфический и пневматолитический в санидинитах
99	Гидронефелин, гекс., $2Na_2O \cdot 2CaO \cdot 3Al_2O_3 \cdot 6SiO_2 \cdot 7H_2O$	Не имеет кристаллографических граней: волокнистый, призматический, листоватый, зернистый	#{10$\bar{1}$0} пл.; тв. 5; уд. в. 2,26±	$Ng \parallel c$, $Ne=Ng$, $l=(+)$ Рис. на стр. 50	n_o=1,490 n_e=1,502 ⊕, △=0,012		Бесцветный	С HCl дает студенистый осадок	Натролит — двуосный	Продукт разрушения нефелина
100	Шабазит (хабазит), триг., $Na_2O \cdot 2CaO \cdot 3Al_2O_3 \cdot 12SiO_2 \cdot 18H_2O$	{10$\bar{1}$1}; ◇ = (0001); ромбоэдрический (псевдокубический)	#{10$\bar{1}$1} хор.; тв. 4—5; уд. в. 2,10±	$Np \parallel c$, $Ne=Np$ (редко $Ng \parallel c$, $Ne=Ng$); часто аномальный, гаснет участками по 6-ти трикл. (?) секторам Рис. на стр. 50	n_o=1,480—1,485 n_e=1,478—1,490 △=⊖0,002⊕0,005	Часто аномальный: $2V_{Ng} = 0—30°$, тогда: n_p=1,485 n_m=1,485 n_g=1,488	Бесцветный	Разлагается в HCl с образованием студневидного кремнезема		Образуется в пустотах и трещинах базальтов при гидротермальном изменении силикатов кальция



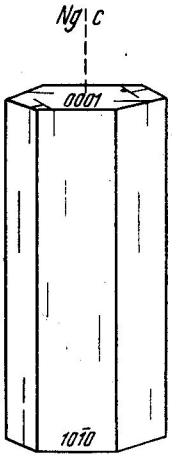
90. Апатит



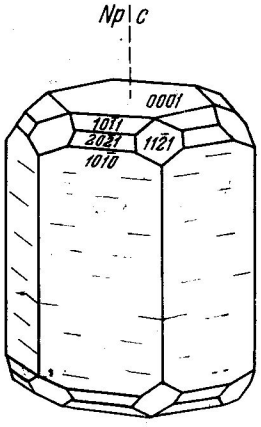
91. Турмалин



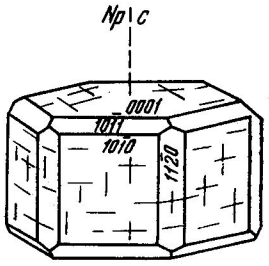
92. Эвдиалит



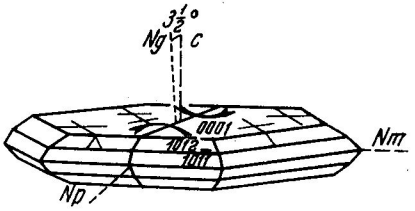
99. Гидронефелин



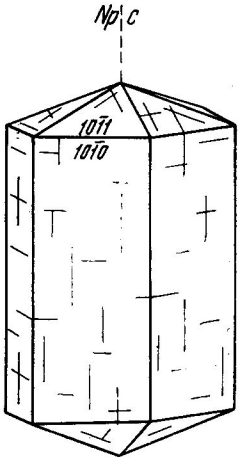
94. Берилл



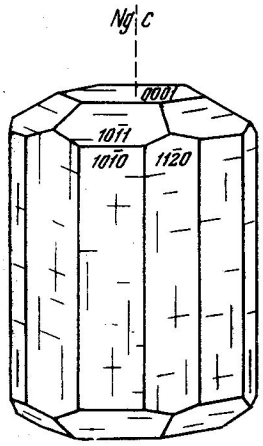
95-96. Нефелин, калиофилит



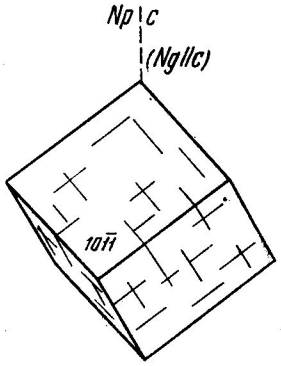
93. Катаплеит



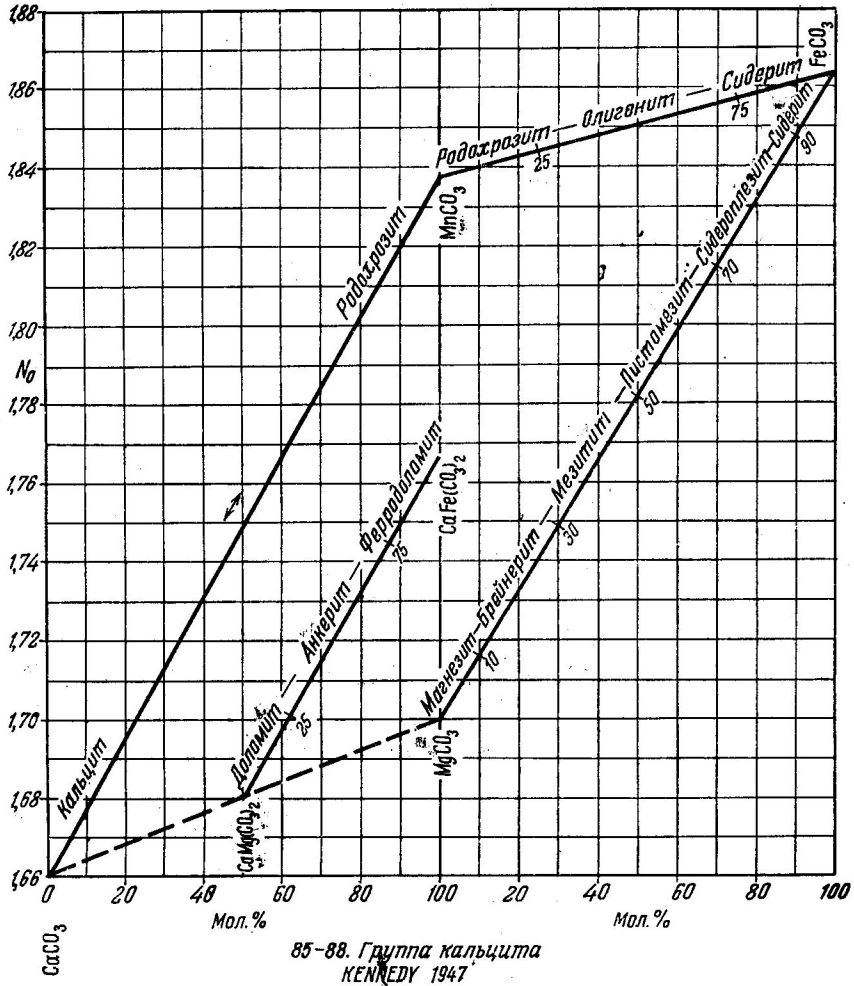
97. Канкринит



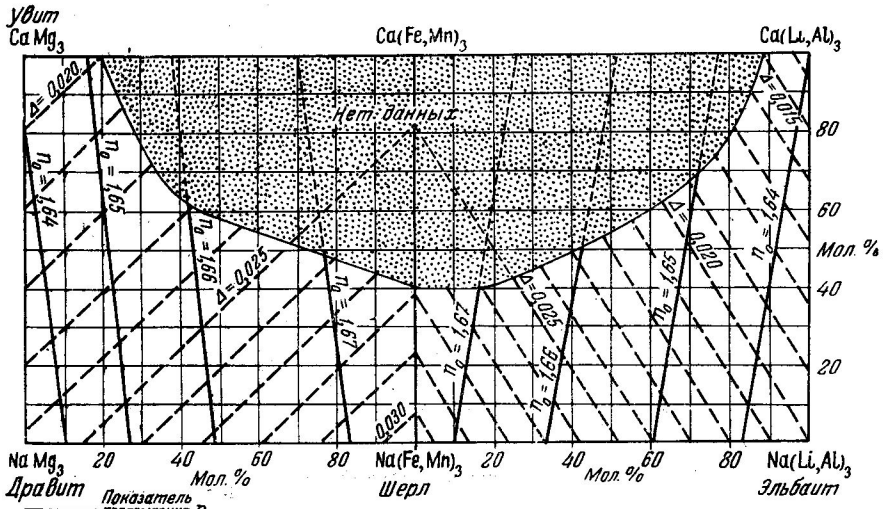
98. Давин



100. Шабазит

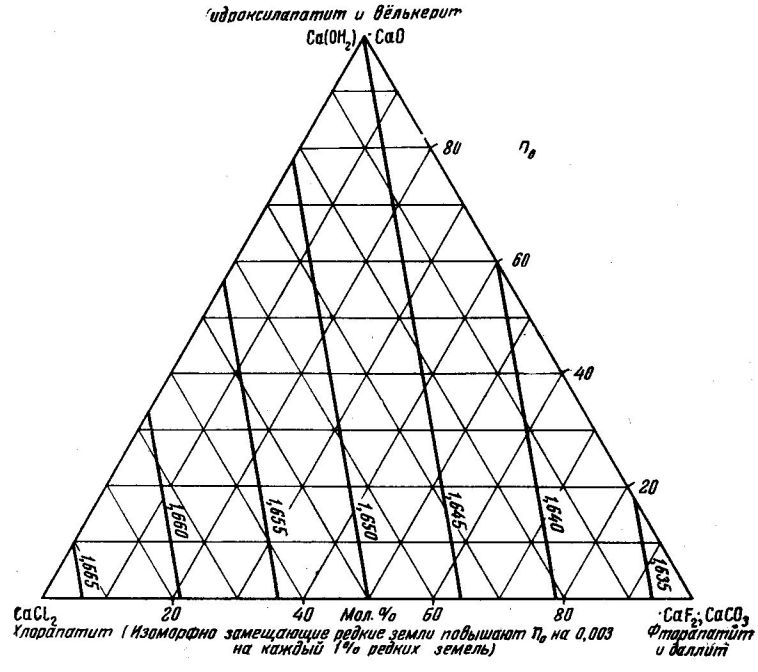


85–88. Группа кальцита
KENNEDY 1947
(Am. Min. 32, 569)

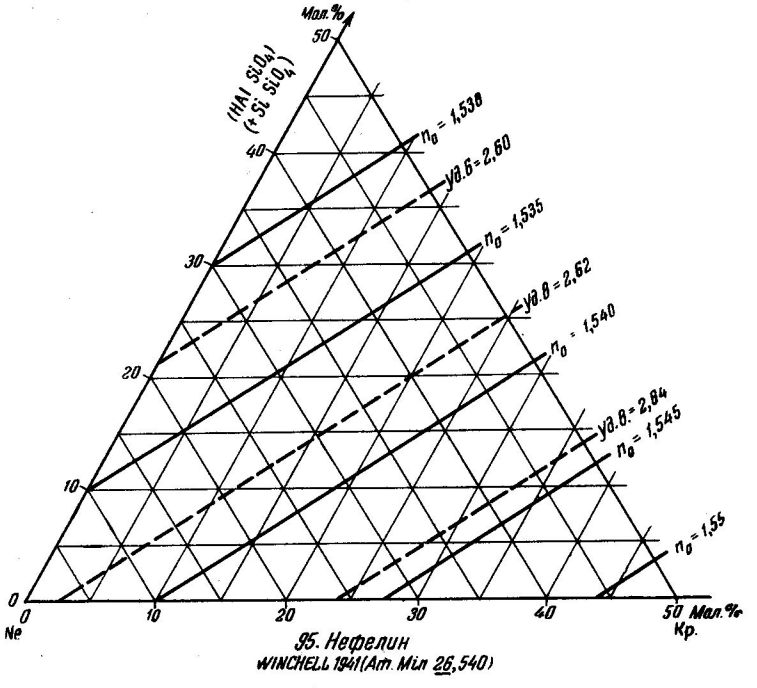


91. Изменения в составе и оптических свойствах турмалинов ряда: увит–дравит–шерл–эльбаит
WINCHELL 1932 (Am. Min. 17, 475)

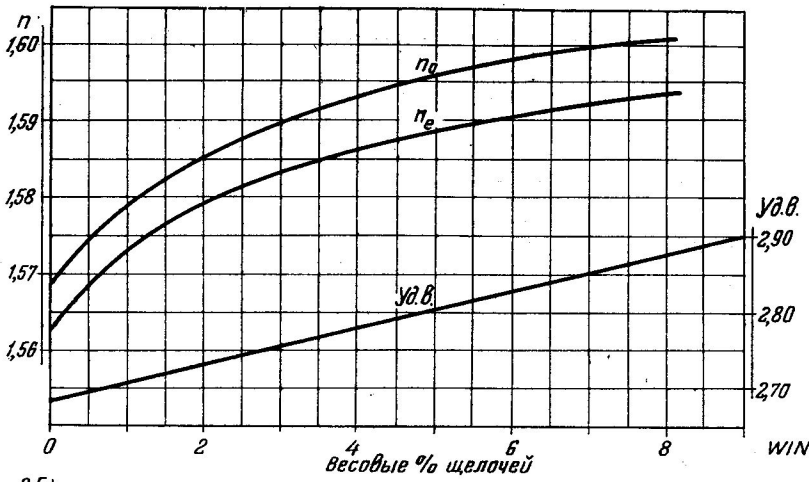
Copyrighted, 1951, by A.N Winchell in Elements of Optical Mineralogy, pt II. Reproduced by permission)



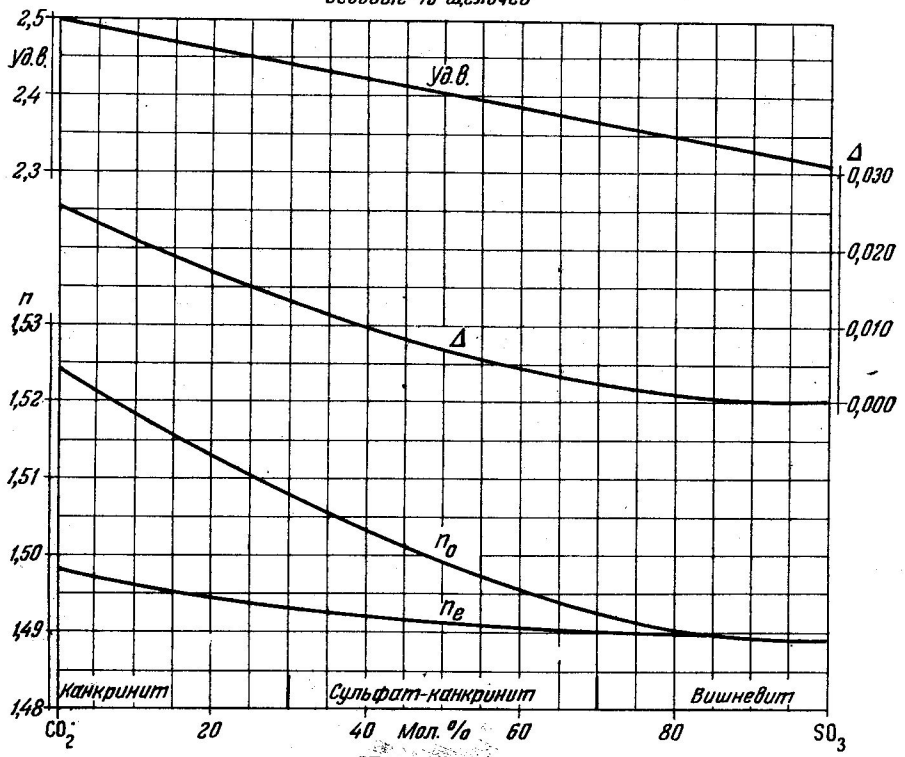
90 Апатит
TRÖGER 1951



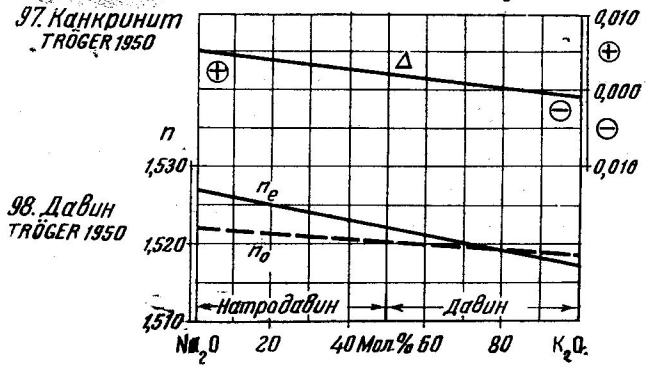
95. Нефелин
WINCHELL 1941 (Am. Min 26, 540)



94. Берилл
WINCHELL 1927 (Opt. Min. 272)



97. Канкринит
TRÖGER 1950



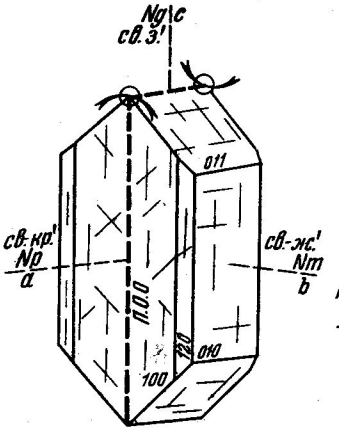
98. Давин
TRÖGER 1950

ОПТИЧЕСКИ ДВУОСНЫЕ МИНЕРАЛЫ: ОКИСЛЫ, ГИДРООКИСЛЫ, КАРБОНАТЫ, СУЛЬФАТЫ

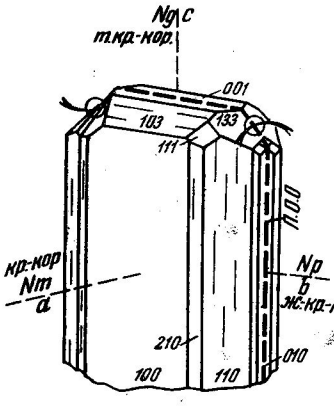
№ п/п	Название, сингония, формула	Наиболее часто встречающиеся простые формы, двойники, габитус, агрегаты	Спайность, твердость, уд. вес	Оптическая ориентировка	Показатель преломления, двупреломление	Угол и дисперсия оптических осей	Окраска в шлифе, плеохроизм, абсорбция	Химические свойства, характерные особенности	Сходные минералы и их отличия	Парагенезис, генезис и условия нахождения
101	Хризоберилл, ромб., $BeO \cdot Al_2O_3$	{100}, {010}, {011}, {120}; ◇ и псевдогексагональные тройники — {031}; зерна, таблички по (100)	# {011} ясн., # (100) и (010) пл.; тв. 8,5; уд. в. 3,72±	$Np \parallel a$, $Nm \parallel b$, П. О. О. (010), $Ng \parallel c$, бисс. Рис. на стр. 60	$n_p = 1{,}744—1{,}747$ $n_m = 1{,}747—1{,}749$ $n_g = 1{,}753—1{,}758$ ⊕, △ = 0,009—0,011	$2V_{Ng} \approx 45°$ (0° красный, до 90° фиолетовый), $r > v$ — иногда слабая, а иногда очень сильная	Np — бесцветный, светло-красноватый; Nm — бесцветный, светло-желтоватый; Ng — бесцветный, светло-зеленоватый	Нерастворим в кислотах; аномальные интерференционные окраски	Берилл — имеет низкое △, одноосный, ⊖; корунд — одноосный, ⊖	В альпийских и пегматитовых жилах, в инъецированных сланцах
102	Колумбит — танталит, ромб., $(Fe, Mn)O \cdot (Nb, Ta)_2O_5$	{100}, {h0l}, {001}, {hk0}; ◇ = {021} и {023}; крепкий, лучистый	# (100) ясн.; тв. 6—6,5; уд. в. { 4,9 колумбита; 7,75 танталита. Диаграмма на стр. 76	$Np \parallel b$, $Nm \parallel a$, П. О. О. (100), $Ng \parallel c$, бисс. Рис. на стр. 60	Колумбит: $n_p = 2{,}40$; $n_m = 2{,}45$; $n_g = 2{,}53$; ⊕, △ = 0,13 Танталит: 2,24; 2,30; 2,41; 0,17	$2V_{Ng} \approx 75°$; $r < v$	Колумбит: Np—красно-коричневый; Nm—темно-красно-коричневый; Ng—непрозрачный Танталит: Np—желтый; Nm—красно-коричневый; Ng—темно-красно-коричневый $Np < Nm < Ng$	В кислотах нерастворим, открывается с $KHSO_4$	Гематит — одноосный, ⊖; рутил — одноосный и имеет большее △; касситерит — одноосный и имеет меньшее △	Встречается с минералами F, B и W в гранитных и сиенитовых пегматитах
103	Псевдобрукит, ромб., $Fe_2O_3 \cdot TiO_2$	{100}, {210}, {101}, {010}; в основном таблички по (100); устойчиво идиоморфный	# (010) ясн.; тв. 6; уд. в. 4,39±	$Np \parallel b$, $Nm \parallel c$, П. О. О. (001); $Ng \parallel a$, бисс. Рис. на стр. 60	$n_p = 2{,}347—2{,}42$ $n_g = 2{,}375—2{,}47$ } Li ⊕, △ = 0,028—0,05	$2V_{Ng} \approx 50°$; $r < v$	Темно-желтый до коричнево-красного $Nm > Np = Ng$ слабая	В холодных кислотах нерастворим; растворим в горячей $H_2SO_4 + HF$	Брукит — светлее; похожи кроссит, рёнит, ильваит, гётит	Пневматолитовый, по ильмениту; никогда не бывает первичномагматическим
104	Брукит, ромб., TiO_2	{100}, {110}, {122}; таблички вытянуты вдоль c или b; если преобладает {122} — арканзит	# {110} пл.; тв. 5,5—6; уд. в. 4,14±	λ Красный $Np \parallel b$, $Nm \parallel c$, П. О. О. (001), $Ng \parallel a$, бисс. λ Синий $Np \parallel c$, $Nm \parallel b$, П. О. О. (010), $Ng \parallel a$, бисс. Редко П. О. О. для всех λ в (001) Рис. на стр. 60	$n_p = 2{,}583—2{,}583$ $n_m = 2{,}584—2{,}586$ $n_g = 2{,}700—2{,}741$ } Na ⊕, △ = 0,117—0,158 $r > v$ большей частью сильная	Дисперсия очень сильная (варьирует); $2V_{Ng}$: ≈10—20° /Na/ в (001); ≈0° для желто-зеленого; ≈20—30° для фиолетового в (010)	∥ a светло-желтый; красно-коричн.; гвоздично-коричн.; ∥ b бесцветный; оливковый; желто-коричневый; ∥ c светло-желтый; оранжево-коричн.; гвоздично-коричневый; $N_g > N_m > Np$ слабо	В кислотах (включая HF) не разлагается	Рутил — не имеет дисперсии; псевдобрукит — более темно-коричневый и имеет более низкий n	Гидротермальный; при выветривании Ti-содержащих минералов; в осадках; не бывает первичномагматическим
105	Бадделеит, мон., ZrO_2	{100}, {001}, {h0l}, {hk0}; {hkl}; β = 99°30°; ◇ = (100) и {110}; пластинчатые; таблички по (100)	#001 хор.; # (010) пл.; {110} отд. 88°30′; тв. 6,5; уд. в. 5,73±	$Np \wedge c \approx +11$ до 13°, бисс. $Nm \parallel b$, П. О. О. (010); $Ng \wedge a$, ≷ — 1°30′ до —3°30′ Рис. на стр. 60	$n_p = 2{,}13$ $n_m = 2{,}19$ $n = 2{,}20$ ⊖, △ = 0,07	$2V_{Np} = 30 \pm 1°$; $r \gg v$	Np — темно-красно-коричневый; Nm — оливково-зеленый; Ng — красновато-коричневый; $Np > Nm > Ng$ зонально изменяется	Разлагается в $KHSO_4$	Гётит — прямое погасание; рубиновая слюдка — значительно большее △	Пневматолитовый в основных щелочных породах; в россыпях

№ п/п	Название, сингония, формула	Наиболее часто встречающиеся простые формы, двойники, габитус, агрегаты	Спайность, твердость, уд. вес	Оптическая ориентировка	Показатель преломления, двупреломление	Угол и дисперсия оптических осей	Окраска в шлифе, плеохроизм, абсорбция	Химические свойства, характерные ссобенности	Сходные минералы и их отличия	Парагенезис, генезис и условия нахождения
106	Гётит, ромб., $Fe_2O_3 \cdot H_2O$	{110}, {hk0}, {011}; иголочки ‖ c, лучистый; образует псевдоморфозы	# (010) соверш.; # (100) пл.; тв. 5—5,5; уд. в. 4,28±	λ красный $Np \parallel b$, бисс., $Nm \parallel a$, П. О. О. (100) $Ng \parallel c$ λ зеленый $Np \parallel b$, бисс., $Nm \parallel c$, П. О. О. (001) $Ng \parallel a$ Рис. на стр. 60	Чистый: $n_p = 2{,}275—2{,}15$, $n_m = 2{,}409—2{,}22$, $n_g = 2{,}415—2{,}23$ Na Содержащий большое количество H_2O ⊖, △ = 0,140—0,08 Изменяются с температурой	$2V_{Np}$: 23° (для красного цвета в (100)); 0° (для λ 605—620 mμ); 27° (для зеленого) в (001)	Np — светло-желтый или коричневый; Nm — желто-коричневый; Ng — оранжевый или оливковый; $Ng > Nm > Np$ или $Np > Ng > Nm$	Растворим в кислотах; п. п. т. теряет воду при 400° с образованием гематита; аномальные интерференционные окраски	Рубиновая слюдка — больший $2V$; похожие минералы: брукит, псевдобрукит, ильваит	Гидатогенный, иногда выпадает из гидрогелей; встречается в осадочных железных рудах; главный компонент лимонита и стеклянных голов
107	Рубиновая слюдка (лепидокрокит), ромб., $Fe_2O_3 \cdot H_2O$	{010}, таблички несколько вытянутые вдоль c; розетки	#{010} в. соверш.; # (001), соверш.; # (100) хор.; тв. 5; уд. в. 4,09±	$Np \parallel b$, бисс., $Nm \parallel c$, П. О. О. (001) $Ng \parallel a$ Рис. на стр. 60	$n_p = 1{,}94$, $n_m = 2{,}20$, $n_g = 2{,}51$ } Na ⊖, △ = 0,57	$2V_{Np} = 83—90°$; незначительная дисперсия	Np — светло-желтый, желтый; Nm — красно-оранжевый, красный; Ng — оранжево-красный, коричнево-красный; $Np < Nm < Ng$ сильная	П. п. т. теряет воду при 200° и распадается; исключительно высокое △	Гётит — меньший $2V$	С гётитом встречается, но редко
108	Диаспор, ромб., $Al_2O_3 \cdot H_2O$	{010}, {hk0}, {hkl}; тонкотаблитчатый, редко стебельчатый по [001]	# (010) в. соверш.; # {210} хор.; тв. 6,5—7; уд. в. 3,36±	$Np \parallel c$, $Nm \parallel b$, П. О. О. (010) $Ng \parallel a$, $l = (+)$ (—) Рис. на стр. 61	$n_p = 1{,}702$, $n_m = 1{,}722$, $n_g = 1{,}750$ ⊕, △ = 0,048	$2V_{Ng} = 84—85°$; $r \approx v$ до $r < v$	Большей частью бесцветный, коричневатый от примеси Fe, Mn, тогда $Np < Nm < Ng$	Медленно растворяется в HF, в других кислотах нерастворим	Корунд — больший n и меньшее △; силлиманит — меньший n и меньшее △	Часто в бокситах; метаморфический в богатых глиноземом кристаллических сланцах; контактово-метаморфический в известняках и доломитах
109	Гидраргиллит (гиббсит), мон., $Al_2O_3 \cdot 3H_2O$	{001}, {100}, {110}; β=94°30′: ◇ — псевдогексагональные; таблитчатый ‖ (001)	# (001) в. соверш.; тв. 2,5—3; уд. в. 2,38±	Главным образом $Np \parallel b$, П. О. О. ⊥ (010) $Nm \wedge a = +25°$ $Ng \wedge c = -21°$, бисс. Редко $Np \wedge a = +30°$ $Nm \parallel b$, П. О. О. (010), $Ng \wedge c = -25°$, бисс.	$n_p = 1{,}566—1{,}568$, $n_m = 1{,}566—1{,}568$, $n_g = 1{,}587—1{,}589$ ⊕, Δ = 0,021—0,021	$2V_{Ng} = 0—40°$ (изменяется в зависимости от температуры); $> v_1$, если П. О. О. ⊥ (010); $< v_1$, если П. О. О. ‖ (010)	Бесцветный	Легко растворяется в холодной HCl и в концентрированной H_2SO_4	Каолинит — меньшее △; мусковит — ⊖	Главным образом в бокситах, кроме того, в соляных глинах; метаморфический в тальковых сланцах и серпентинитах
110	Арагонит, ромб., $CaO \cdot CO_2$	{110}, {010}, {001}; {hkl}; ◇ — псевдогексагональные = {110}, пластинчатые; призматический, лучистый ‖ c	# {010} пл.; тв. 3,5—4; уд. в. 2,94±	$Np \parallel c$, бисс., $Nm \parallel a$, П. О. О. (100) $Ng \parallel b$ $l = (-)$ Рис. на стр. 61	$n_p = 1{,}530—1{,}530$, $n_m = 1{,}682—1{,}681$, $n_g = 1{,}686—1{,}685$ ⊖, △ = 0,156—0,155	$2V_{Np} = 18°$; $r < v$ слабая	Бесцветный	Быстро становится фиолетовым в растворе $Co(NO_3)_2$; переходит в кальцит при $t > 400°$	Кальцит — имеет хорошую спайнсть и значительно медленнее реагирует с раствором $Co(NO_3)_2$	Гидротермально-водный; осадочный и биогенный

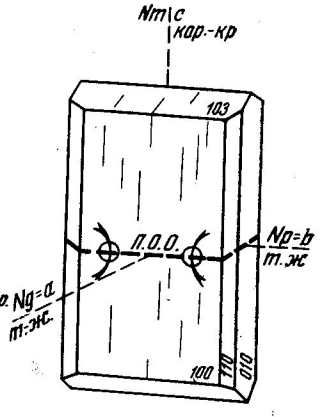
№ п/п	Название, сингония, формула	Наиболее часто встречающиеся простые формы, двойники, габитус, агрегаты	Спайность, твердость, уд. вес	Оптическая ориентировка	Показатель преломления, двупреломление	Угол и дисперсия оптических осей	Окраска в шлифе, плеохроизм, абсорбция	Химические свойства, характерные особенности	Сходные минералы и их отличия	Парагенезис, генезис и условия нахождения
111	Гидромагнезит, мон., $5MgO \cdot 4CO_2 \cdot 5H_2O$	{100}, {110}, {011}; $\beta = 114°$; ◇ = (100); пластинчатые; таблички ∥ (100); иголочки ∥ c	# (010) соверш.; (100) отд; тв. 3,5; уд. в. 2,15±	$Np \wedge c = +47°$, $Nm \wedge c = -43°$, П.О.О. ⊥ (010), $Ng \parallel b$, бисс. Рис. на стр. 61	$n_p = 1{,}515—1{,}523$ $n_m = 1{,}530—1{,}527$ $n_g = 1{,}544—1{,}545$ ⊖, $\Delta = 0{,}029—0{,}022$⊕	$2V_{Ng} \approx 52°$ (до $2V_{Np} = 88°$)	Бесцветный	С кислотами реагирует с выделением CO_2; при нагревании дает реакцию с $AgNO_3$	Брусит — имеет аномальные интерференционные окраски; гипс — меньшее △	Продукт выветривания в серпентинитах и доломитизированных известняках
112	Людвигит, ромб., $4(Mg,Fe)O \cdot Fe_2O_3 \cdot B_2O_3$	{110}, {410}, {310}, {210}; радиально-волокнистый ∥ c, ветвистый	Тв. 5; уд. в. 3,96±	$Np \parallel a$, $Nm \parallel b$, П.О.О. (010), $Ng \parallel c$, бисс. Рис. на стр. 61	Богатый Fe / Бедный Fe $n_p = 1{,}85 — 1{,}84$ $n_m = 1{,}85 — 1{,}85$ $n_g = 2{,}02 — 1{,}98$ ⊕, $\Delta = 0{,}17 — 0{,}14$	$2V_{Ng}$ очень малый; $r > v$ очень сильная	$Np = Nm$ — темно-зеленый; Ng — темно-красновато-коричневый; $Np = Nm < Ng$ богатый Fe почти непрозрачный	Растворяется в кислотах; краснеет при нагревании; вязкий, трудно разрушается	Турмалин — одноосный ⊖	Пневматолитовый; контактово-метасоматический в известняках и скарнах
113	Ангидрит, ромб., $CaO \cdot SO_3$	{100}, {010}, {001}; изометричный, зернистый, таблитчатый, плотный; {101}. {010}, {001}; ◇ = {101}; пластинчатые; столбчатый ∥ b; волокнистый	# (001) в. соверш.; # (010) соверш.; # (100) хор.; тв. 3—3,5; уд. в. 2,96±	$Np \parallel c$, $Nm \parallel b$, П.О.О. (010), $Ng \parallel a$, бисс. Рис. на стр. 61	$n_p = 1{,}5700$ $n_m = 1{,}5757$ $n_g = 1{,}6138$ ⊕, $\Delta = 0{,}0438$	$2V_{Ng} = 42°$; $r < v$	Бесцветный	Растворим в HCl, оч. слабо в H_2O; образует с H_2O гипс при $t < 42°$; дает пойкилитовые сростания с галитом		Преимущественно осадочный; также гидротермальный и продукт испарения
114	Целестин, ромб., $SrO \cdot SO_3$	{011}, {001}, {110}, {102}; зерна	# (001) соверш.; # (010) ясн.; # {110} хор., 76°; тв. 3—3,5; уд. в. 3,95±	$Np \parallel c$, $Nm \parallel b$, П.О.О. (010), $Ng \parallel a$, бисс. Рис. на стр. 61	$n_p = 1{,}622$ $n_m = 1{,}624$ $n_g = 1{,}631$ ⊕, $\Delta = 0{,}009$	$2V_{Ng} = 51°$; $r < v$	Бесцветный	В H_2O при $t = 20°$ растворяется 1,5% тончайшего порошка, значительно больше в присутствии NaCl	Барит — нерастворим в H_2O	Гидротермальный; выпадает из водных растворов, выполняя трещины в известняках и гипсах
115	Барит, ромб., $BaO \cdot SO_3$	{001}, {110}, {011}, {102}; таблитчато-листоватый; {011}, {110}, {010}; вытянутый ∥ a; лучистый, также зернистый, плотный	# (001) соверш.; # (010) ясн.; # (110) хор., 78°; тв. 3; уд. в. 4,47±	$Np \parallel c$, $Nm \parallel b$, П.О.О. (010), $Ng = a$, бисс., $l = (+)$ Рис. на стр. 61	$n_p = 1{,}636$ $n_m = 1{,}637$ $n_g = 1{,}648$ ⊕, $\Delta = 0{,}012$	$2V_{Ng} = 36—38°$; $r < v$	Бесцветный	Практически нерастворим в воде	Целестин — заметно растворим в H_2O, особенно в присутствии NaCl	Гидротермальный в сульфидных рудах; гидатогенный, выполняющий трещинки; осадочный
116	Гипс, мон., $CaO \cdot SO_3 \cdot 2H_2O$	{010}, {110}, {111}; $\beta = 99°$; ◇ = (100) и {101}; непластинчатые; зернистый, плотный, таблитчатый ∥ (010), волокнистый, призматический ∥ c	# (010) в. соверш.; # (100) хор., # {111} соверш.; 41°30′; волокнистый, гибкий; [001]:[101] = =66°30′; тв. 2; уд. в. 2,32±	$Np \wedge c = -38°$, $Nm \parallel b$, П.О.О. (010), $Ng \wedge c = +52°$, бисс., $Ng \wedge [101] = +14°$, $l = (+)$ (−) Рис. на стр. 61	$n_p = 1{,}5205$ $n_m = 1{,}5226$ $n_g = 1{,}5296$ ⊕, $\Delta = 0{,}0091$	$2V_{Ng} = 58°(t = 19°!)$ наклонная дисперсия: $r <$ желтый $> v$	Бесцветный	Растворим в HCl; в H_2O растворяется тончайшего порошка 2% при $t = 20°$; мутнеет при нагревании; переходит в ангидрит при $t > 42°$	Гидромагнезит — большее △	Преимущественно осадочный; из ангидрита при поглощении воды; образуется в глинах и мергелях при выветривании сульфидов



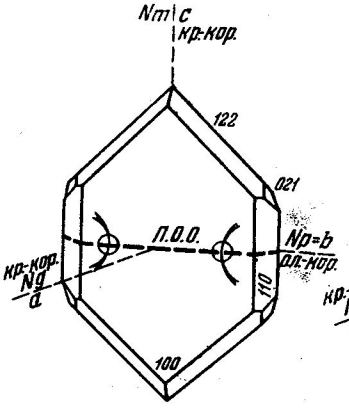
101. Хризоберилл



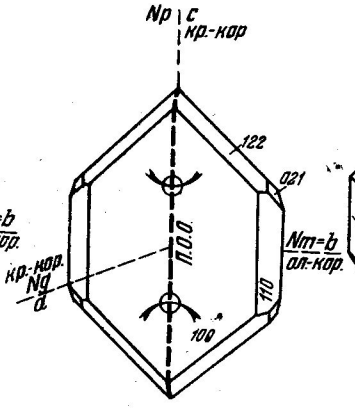
102. Колумбит+танталит



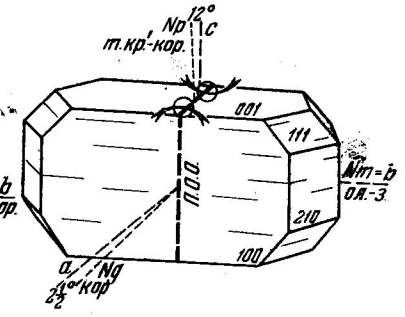
103. Псевдобрукит



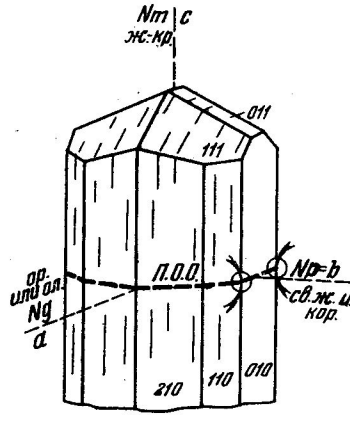
104a. Брукит (λ - кр.)



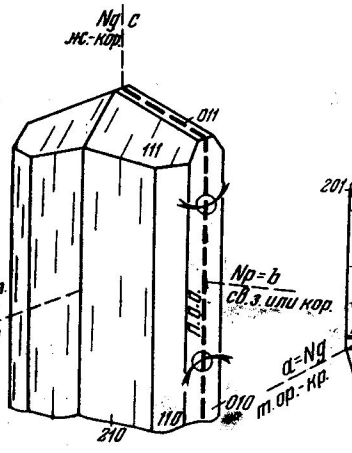
104b. Брукит (λ = ф.)



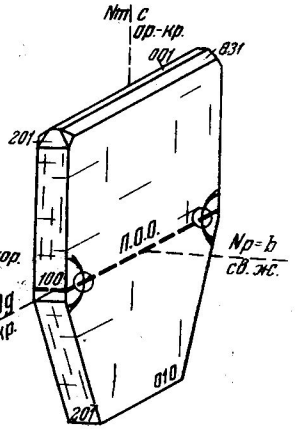
105. Бадделеит



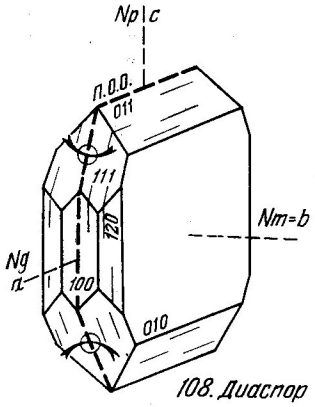
106a. Гётит ($\lambda = \begin{cases} \text{жс} \\ \text{з.} \\ \text{с.} \end{cases}$)



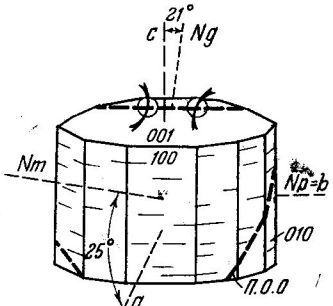
106b. Гётит (λ = кр.)



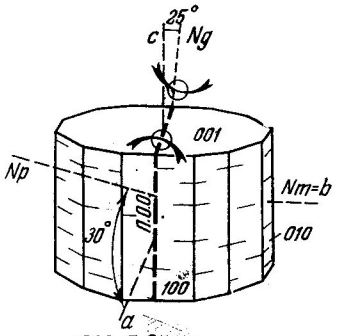
107. Рубиновая слюдка



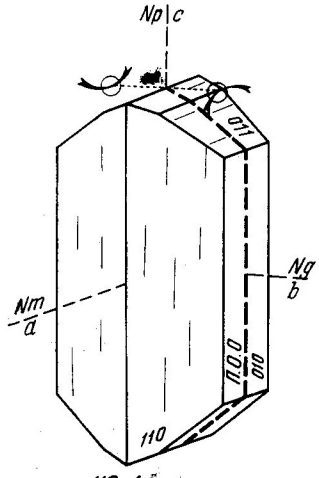
108. Диаспор



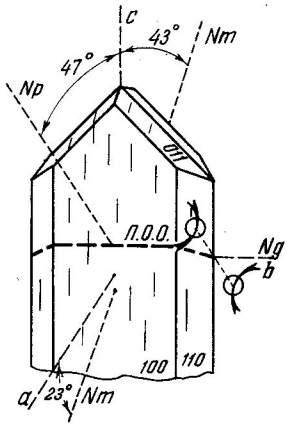
109a. Гидраргиллит



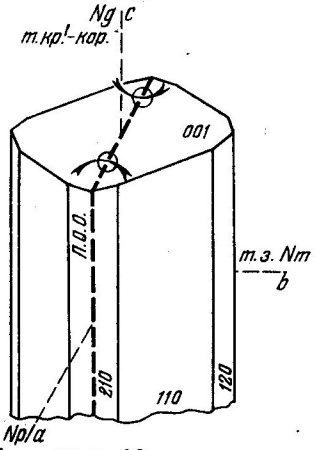
109b. Гидраргиллит



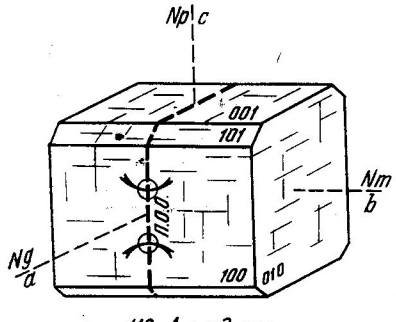
110. Арагонит



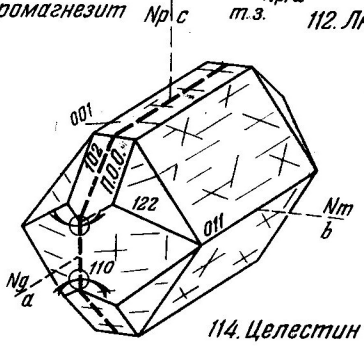
111. Гидромагнезит



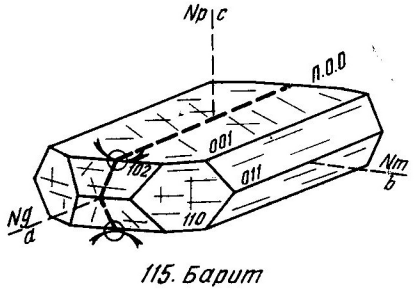
т.з. 112. Людвигит



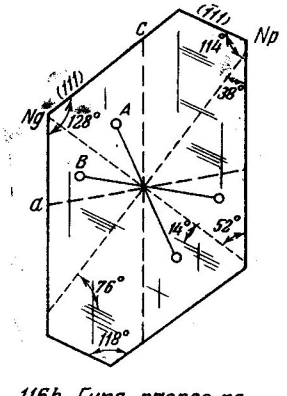
113. Ангидрит



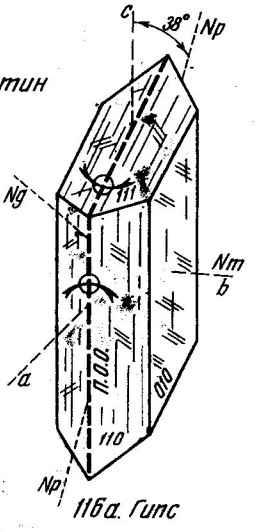
114. Целестин



115. Барит



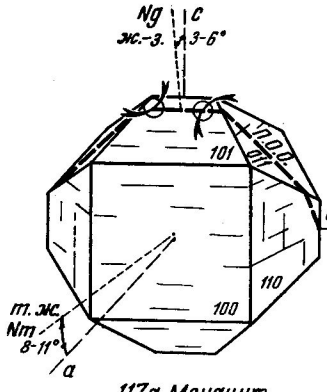
116b Гипс, разрез по спайности ||(010)



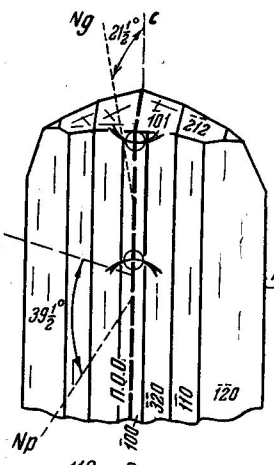
116a. Гипс

№ п/п	Название, сингония, формула	Наиболее часто встречающиеся простые формы, двойники, габитус, агрегаты	Спайность, твердость, уд. вес	Оптическая ориентировка	Показатель преломления, двупреломление	Угол и дисперсия оптических осей	Окраска в шлифе, плеохроизм, абсорбция	Химические свойства, характерные особенности	Сходные минералы и их отличия	Парагенезис, генезис и условия нахождения
117	Монацит, мон., $(Ce, La, Di)_2O_3 \cdot P_2O_5$	{100}, {110}, {101}, {010}; β=104°; ◇=(100); ◇=(001); пластинчатый; зерна; таблички (100), вытянутые ‖ *b*	# (001) соверш. } 76°; # (100) ясн. } 76°; тв. 5—5,5; уд. в. 5,0—5,3	$N_p \parallel b$, П.О.О. ⊥(010); $Nm \wedge a = +8°$ до 11°; $Ng \wedge c$ = от +2° до 6°, бисс. Рис. на стр. 66	n_p=1,786—1,800 n_m=1,788—1,801 n_g=1,837—1,849 ⊕, △=0,045—0,051	$2V_{Ng}$=6—19°; $r<v$ оч. слабая редко $r>v$ оч. слабая	Бесцветный; редко: *Np* — светло-желтый, *Nm* — темно-желтый, *Ng* — зеленовато-желтый; $Nm>Np=Ng$ слабая	С трудом растворяется в HCl; разлагается в горячей H_2SO_4; радиоактивный, так как содержит $ThSiO_4$	Циркон — больший *n* и одноосный, абсорбция! Оливин и эпидот — больший 2*V*	В пегматитах и аплитах; гидротермальный — в трещинах; в россыпях с цирконом, рутилом, гранатом
118	Вагнерит, мон., $3MgO \cdot P_2O_5 \cdot MgF_2$	{120}, {110}, {100}, {$\bar{1}$01}, {001}; β=108°; зернистый до сильно вытянутого ‖ *c*	#(100) и {110} пл. (110)∧($\bar{1}$10)=57°30′; тв. 5—5,5; уд. в. 3,12±	$Np \wedge a = +39°30'$; $Nm \parallel b$, П.О.О. (010); $Ng \wedge c = -21°30'$, бисс.; *l*=/+/ Рис. на стр. 66	n_p=1,569—1,5678 n_m=1,570—1,5719 n_g=1,582—1,5824 ⊕, △=0,013—0,0146	$2V_{Ng}$=26—28°; $r>v$ заметная	Бесцветный	Легко растворяется в кислотах	Апатит — больший *n* и меньший △	Гидротермальный — в кварцевых жилах в филлитах
119	Лазулит, мон., $(Mg, Fe)O \cdot Al_2O_3 \cdot P_2O_5 \cdot H_2O$	{111}, {$\bar{1}$11}, {101}; β=90°45′; ◇=(100) и {223}; зерна	#{110} хор.; #{101} хор.; тв. 5—6; уд. в. 3,08±	$Np \wedge c \approx -9°$, бисс.; $Nm \parallel b$, П.О.О. (010); $Ng \wedge c \approx +81°$ Рис. на стр. 66	Не содерж. Fe: n_p=1,609—1,620; n_m=1,633—1,646; n_g=1,643—1,656 Содерж. Fe: ⊖, △=0,034—0,036 Диаграмма на стр. 68	$2V_{Np}$=64—67°, $r<v$ заметная	*Np* — бесцветный; *Nm* — небесно-голубой; *Ng* — небесно-голубой; $Ng>Nm \gg Np$	В кислотах не разлагается		В кварцитах и сходных метаморфических породах; в кварцевых жилах метаморфических областей; в гранитных пегматитах
120	Амблигонит—монтебразит, трикл., $Al_2O_3 \cdot P_2O_5$ { 2LiF амблигонит, 2LiOH монтебразит	{100}, {001}, {110}, {$\bar{1}$10}, {101}, {$\bar{1}$01}; ◇=($\bar{1}$01) { пластинчатый 90°30′; ◇=(101) плитчатый	#(001) соверш.; #(100) хор.; {0$\bar{2}$1}пл., слегка гибкий; тв. 6; уд. в. { 3,11± амблигонит, 2,99 ± монтебразит	$N_p \wedge [010]$ = ~Амбл. Монт. =11°15′—0° Рис. на стр. 66; Стереогр. на стр. 76	Амбл. Монт. n_p=1,578—1,613 n_m=1,594—1,623 n_g=1,598—1,636 Δ=⊖ 0,020—⊕ 0,023 Диаграмма на стр. 76	↑↓ $2V_{Np}$=50—90°, амбл.; $r>v$; $2V_{Ng}$=90°—50°; монт.; $r<v$ Диаграмма на стр. 76	Бесцветный	Разлагается в HCl или H_2SO_4; дает реакции на F и PO_4; слабые аномальные интерференционные окраски; полисинтетические двойники	Плагиоклазы — меньшее △	Li — минералы; пегматитовый до пневматолитового
121	Вавеллит, ромб., $3Al_2O_3 \cdot 2P_2O_5 \cdot 13(H_2O, HF)$	{110}, {010}, {101}; иголочки ‖ *c*, сферолиты	# {110}, хор.; (010) хор.; тв. 3,5—4; уд. в. 2,40 ±	$Np \parallel b$; $Nm \parallel a$, П.О.О. (100); $Ng \parallel c$ бисс.; *l*=/+/ Рис. на стр. 69	n_p=1,525—1,525 n_m=1,534—1,534 n_g=1,545—1,552 ⊕, Δ=0,020—0,027	$2V_{Ng}$=72—84°; $r>v$	Бесцветный	Растворяется в HCl	Натролит — меньшие *n* и △; пренит — большие *n* и △; гидраргиллит — косое погасание	Гидротермально-низкотемпературный, преимущественно в осадочных породах
122	Группа оливина, ромб., форстерит ↑ $2MgO \cdot SiO_2$, фаялит ↓ $2FeO \cdot SiO_2$	{100}, {010}, {110}, {001}, {021}, {101}, {111}; ◇={011}, редко: $c \wedge c \sim 61°$; ◇={031} и {012} еще реже; зерна	#(010) ясн. #(100) пл.; тв. 6,5—7; уд. в. { 3,21 ↑ форстерит, 4,34 ↓ фаялит	*Np* ‖ *b*, *Nm* ‖ *c*, П.О.О. (001); *Ng* ‖ *a* Рис. на стр. 67	Форст. Фаял. n_p=1,636—1,827 n_m=1,651—1,865 n_g=1,669—1,975 Δ=⊕ 0,033—⊖ 0,048	↑↓ $2V_{Ng}$=86°—форст.; $r<v$; $2V_{Np}$=47°—фаял.; $r>v$ Диаграмма на стр. 68	Почти бесцветный: реже при окислении *Np*—зеленовато-желтый; *Nm*—оранжево-желтый *Ng*—зеленовато-желтый } $Nm>Np>Ng$	В HCl растворяется с образованием студневидного осадка; переходит в серпентин с ожелезнением и карбонатизацией; П.О.О. ⊥ к лучшей #	Пироксены—лучшая #; монтичеллит—меньшее △; гумит—П.О.О. ‖ #, эпидот — другая окраска	Первично-магматический совместно с кварцем не встречается; форстерит — контактово-метаморфический; хризолит и гиалосидерит—базальты, габбро и эклогиты; гортонолит /редко/—габбро; фаялит—контактово-метаморфический
123	Монтичеллит, ромб., $CaO \cdot (Mg, Fe, Mn) \cdot O \cdot SiO_2$	{010}, {120}, {021}, {111}; зернистый, короткостолбчатый—толстотаблитчатый	#(010) пл.; тв. 5—5,5; уд. в. 3,03±	$Np \parallel b$, бисс.; $Nm \parallel c$, П.О.О. (001); $Ng \parallel a$ Рис. на стр. 67	20% Чистый CaFe n_p=1,641—1,654 n_m=1,646—1,664 n_g=1,652—1,674 ⊖, Δ=0,011—0,020	$2V_{Np}$=80—90°; $r>v$ слабая	Бесцветный	В HCl растворяется с образованием студневидного осадка; переходит в серпентин	Оливин — большее △ и лучше выраженная #	В контактово-метаморфизованных известняках; в альнёитах

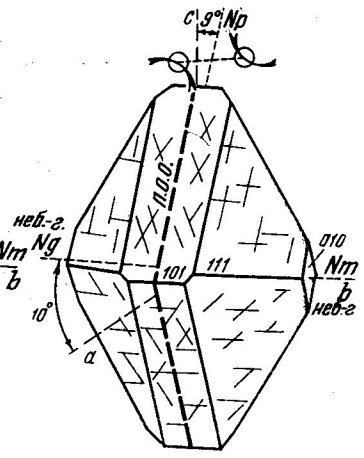
№ п/п	Название, сингония, формула	Наиболее часто встречающиеся простые формы, двойники, габитус, агрегаты	Спайность, твердость, уд. вес	Оптическая ориентировка	Показатель преломления, двупреломление	Угол и дисперсия оптических осей	Окраска в шлифе, плеохроизм, абсорбция	Химические свойства, характерные особенности	Сходные минералы и их отличия	Парагенезис, генезис и условия нахождения
124	Хондродит, мон., $4(Mg, {}_{Fe})O \cdot 2SiO_2 \cdot Mg(F, OH)_2$	{221}, {011}, {021}, {010}, {100}; $\beta = 109°$ (Гольдшмидт); ◇ = (100); ◇ = {103} и {$\bar{4}$03}: 90°30′; зерно	# (100) ясн.; тв. 6—6,5; уд. в. 3,22±	$Np \wedge c =$ от +22 до 29°; $Nm \wedge a =$ от −3 до −10°, П.О.О. ⊥ ⊥ (010); $Ng \parallel b$, бисс. Рис. на стр. 67	Бедный Fe / Богатый Fe: $n_p = 1{,}593 — 1{,}619$; $n_m = 1{,}603 — 1{,}632$; $n_g = 1{,}623 — 1{,}653$; ⊕, $\Delta = 0{,}030 — 0{,}034$	$2V_{Ng}$=73—89°; $r>v$ оч. слабая	Бесцветный до: Np — золотисто-желтый, коричнево-желтый; Nm—светло-желтый; Ng — бледно-желтоватый $Np>Nm>Ng$	С HCl дает студневидный осадок; переходит в серпентин; П.О.О. расположена косо по отношению к #	Ставролит — больший n и низкое Δ; оливин—едва ли имеет пластинчатые ◇ и П.О.О. ⊥ ⊥ к лучшей #	С флогопитом и шпинелью в контактово-метаморфизованных и кристаллических известняках и доломитах; в альнёитах
125	Гумит, ромб., $6(Mg, {}_{Fe})O \cdot 3SiO_2 \cdot Mg(F, OH)_2$	{110}, {100}, {011}, {001}, {hkl}; ◇ = {407} пластинчатые, ◇ = {307} пластинчатые — псевдогексагональное; зерна, толстотаблитчатый (010)	# (001) хор.; тв. 6—6,5; уд. в. 3,24±	$Np \parallel a$; $Nm \parallel c$, П.О.О. (001); $Ng \parallel b$, бисс. Рис. на стр. 67	Бедный Fe / Богатый Fe: $n_p = 1{,}607 — 1{,}643$; $n_m = 1{,}623 — 1{,}653$; $n_g = 1{,}643 — 1{,}675$; ⊕, $\Delta = 0{,}036 — 0{,}032$	$2V_{Ng}$=68—81° $r>v$ слабая	Бесцветный до: Np—золотисто-желтый; Nm—бледно-желтый; Ng—бледно-желтый;	С HCl дает студневидный осадок; переходит в серпентин; П.О.О. ∥ #	Оливин—П.О.О. ⊥ ⊥ #; клиногумит—П.О.О. косо к #	Редкий; с хондродитом и клиногумитом в зернистых известняках и доломитах
126	Клиногумит, мон., $8(Mg, {}_{Fe})O \cdot 4SiO_2 \cdot Mg(F, OH)_2$	{100}, {001}, {h0l}, {hkl}; $\beta = 101°$ (Гольдшмидт); ◇ = (100); ◇ = (102), и ($\bar{1}$01) :59°30′; зерна	# (100) ясн.; тв. 6—6,5; уд. в. 3,19±	$Np \wedge c =$ от +7 до 15°; $Nm \wedge a = \pm 4°$, П.О.О. ⊥ (010); $Ng \parallel b$, бисс. Рис. на стр. 67	Бедный Fe / Богатый Fe: $n_p = 1{,}623 — 1{,}664$; $n_m = 1{,}636 — 1{,}673$; $n_g = 1{,}651 — 1{,}698$; ⊕, $\Delta = 0{,}028—0{,}034$	$2V_{Ng}$=62—85°; $r>v$ оч. слабая	Бесцветный до: Np—золотисто-желтый, коричневато-желтый; Nm—светло-желтый; Ng—бледно-желтоватый; $Np>Nm>Ng$	С HCl дает студневидный осадок; серпентинизируется; П.О.О. косо к #	Ставролит—больший n и меньшее Δ; оливин—не имеет ◇ и П.О.О. ⊥ к лучшей #	Редкий; с флогопитом и шпинелью в метаморфизованных известняках и доломитах
127	Титанклиногумит, мон., $8(Mg, {}_{Ti})O \cdot 4SiO_2 \cdot Mg(F, OH)_2$	{$\bar{3}$01}, {$\bar{1}$02}, {100}, {021}, {$\bar{1}$21}; $\beta = 101°$ (Гольдшмидт); ◇ = ($\bar{1}$01) пластинчатые; зерна, столбики	# (100) ясн.; тв. 6; уд. в. 3,25 ±	$Np \wedge a =$ от +11° (красный) до +27° (синий): $Nm \wedge c =$ от 0° (красный) до −16° (синий), П.О.О. ⊥ ⊥ (010); $Ng \parallel b$, бисс. Рис. на стр. 67	Бедный Fe / Богатый Fe: $n_p = 1{,}658 — 1{,}691$; $n_m = 1{,}670 — 1{,}700$; $n_g = 1{,}690 — 1{,}724$; ⊖, $\Delta = 0{,}032 — 0{,}033$	$2V_{Ng}$=58—76°; $r>v$ оч. ясная	Np—красно-оранжевый, кроваво-красный; Nm—светло-желтый, оранжевый; Ng—светло-желтый, оранжевый; $Np>Nm \sim Ng$	С HCl дает студневидный осадок; серпентинизируется; оч. сильная дисперсия	Хондродит и клиногумит—Np близко к следу ◇; ставролит—больший n и меньшее Δ	С оливином в серпентинитах и тальковых сланцах; редко—в метаморфизованных известняках
128	Мервинит, мон., $MgO \cdot 3CaO \cdot 2SiO_2$	{010}, {110}; ◇ {110} пластинчатые, редко ◇ = (100); зерна	# (010) соверш.; тв. 6; уд. в. 3,15 ±	$Np \wedge c = +36°$; $Nm \wedge a = ?$ П.О.О. ⊥ (010); $Ng \parallel b$, бисс. Рис. на стр. 67	$n_p = 1{,}708 — 1{,}710$; $n_m = 1{,}711 — 1{,}712$; $n_g = 1{,}718 — 1{,}718$; ⊖, $\Delta = 0{,}010 — 0{,}008$	$2V_{Ng}$=60—68°; $r>v$ слабая	Бесцветный	С HCl дает студневидный осадок; при разложении серпентинизируется; полисинтетические ◇:42°30′	Монтичеллит—ромбический и имеет меньший n, ⊖	Со спёрритом, геленитом и волластонитом в контактово-метасоматических известняках
129	Спёррит, мон. /?/, $5CaO \cdot 2SiO_2 \cdot CO_2$	$\beta = 101°$; ◇ = (001) и (h0l) пластинчатые, зернистый, вытянутый $\parallel c$	# (001) хор.; # (100) пл.; тв. 5; уд. в. 3,01	$Np \parallel b$, бисс.; $Nm \wedge a = +33°$, П.О.О. ⊥ (010); $Ng \wedge a = 57°$, $Ng \wedge c = -22°$ Рис. на стр. 67	$n_p = 1{,}637 — 1{,}640$; $n_m = 1{,}672 — 1{,}674$; $n_g = 1{,}676 — 1{,}679$; ⊖, $\Delta = 0{,}039—0{,}040$	$2V_{Np}$=39—41°; $r>v$ ясная	Бесцветный	В концентрированной HCl вспучивается и дает студневидный осадок; при выветривании переходит в карбонаты; полисинтетические альбитообразные ◇	Плагиоклазы—меньшие n и Δ	С геленитом, волластонитом и мервинитом в контактово-метасоматических известняках



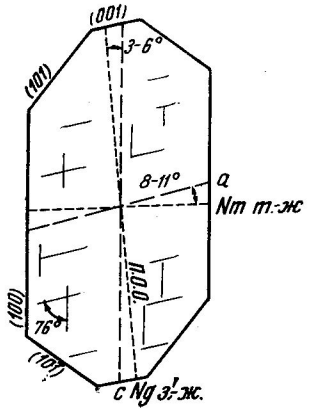
117a. Монацит



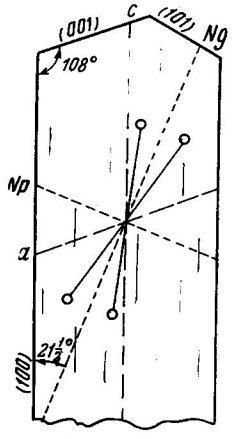
118a Вагнерит



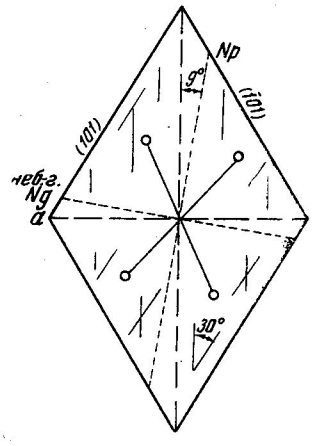
119a Лазулит



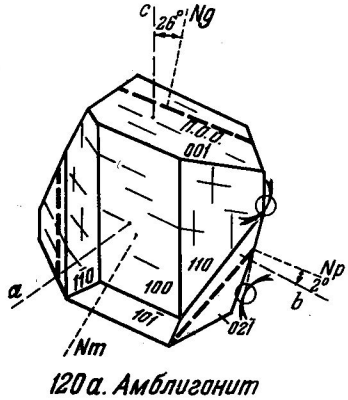
117b Монацит Разрез ⊥ 010



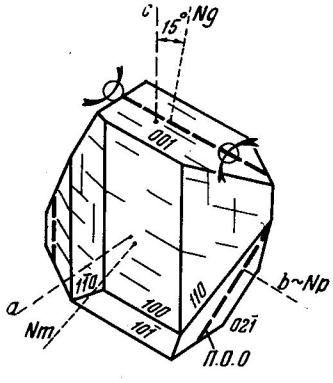
118b Вагнерит Разрез ⊥ 010



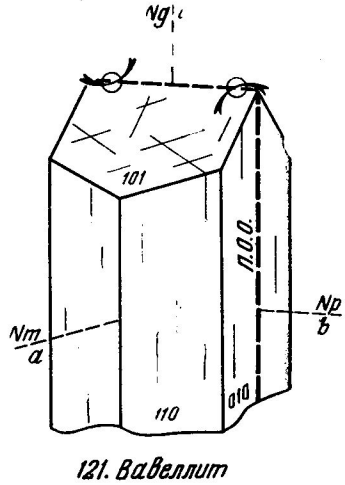
119b Лазулит Разрез ⊥ 010



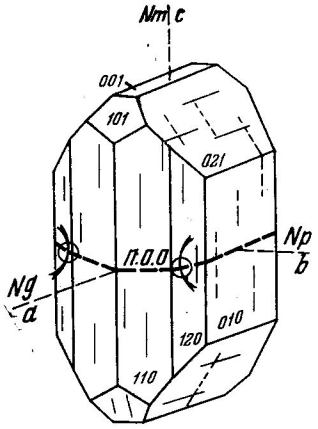
120a. Амблигонит



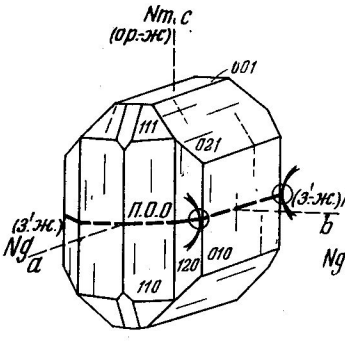
120b Монтебразит



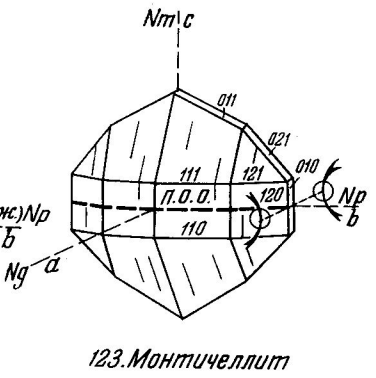
121. Вавеллит



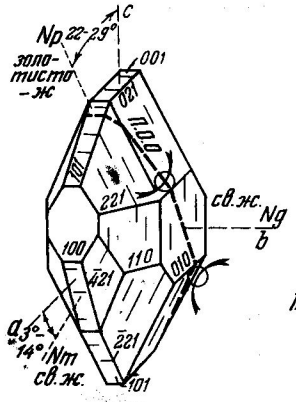
122а. Форстерит



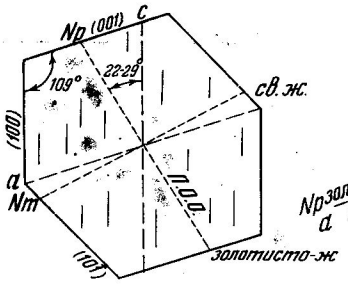
122b. Фаялит



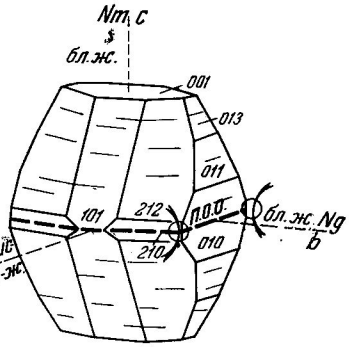
123. Монтичеллит



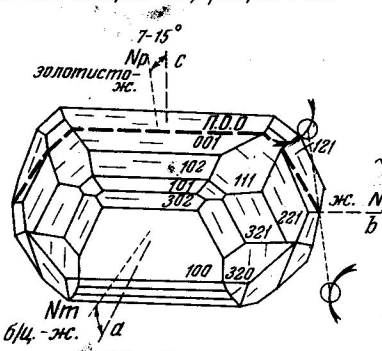
124а. Хондродит



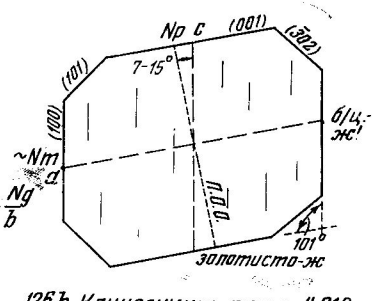
124b. Хондродит, разрез ⊥ 010



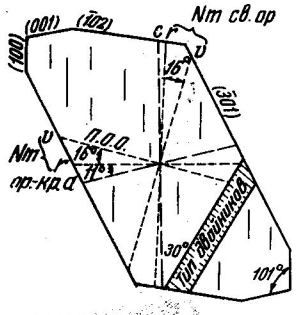
125. Гумит



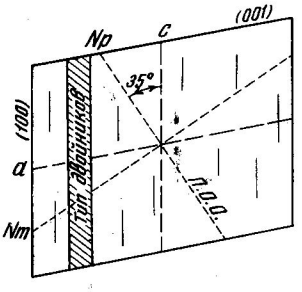
126а. Клиногумит
(сходен с 127 титанклиногумитом)



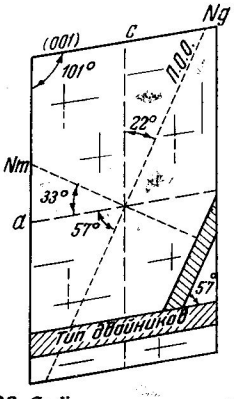
126b. Клиногумит, разрез ⊥ 010



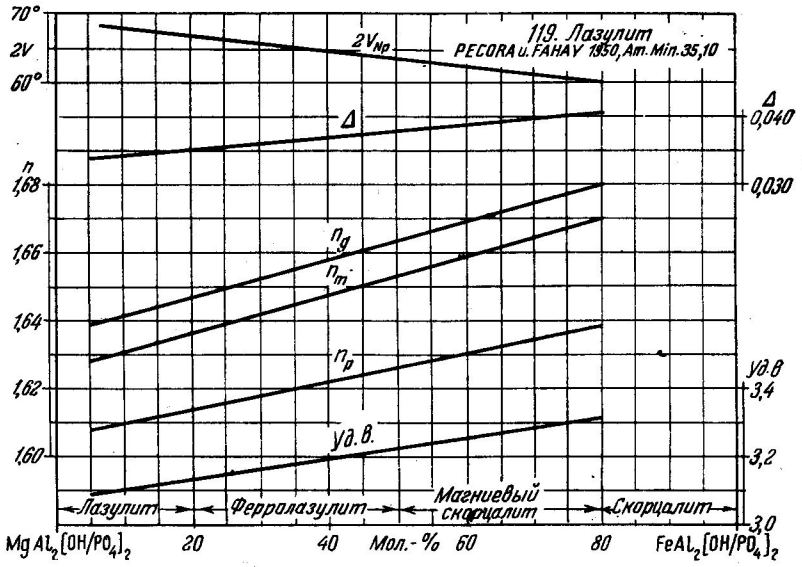
127. Титанклиногумит

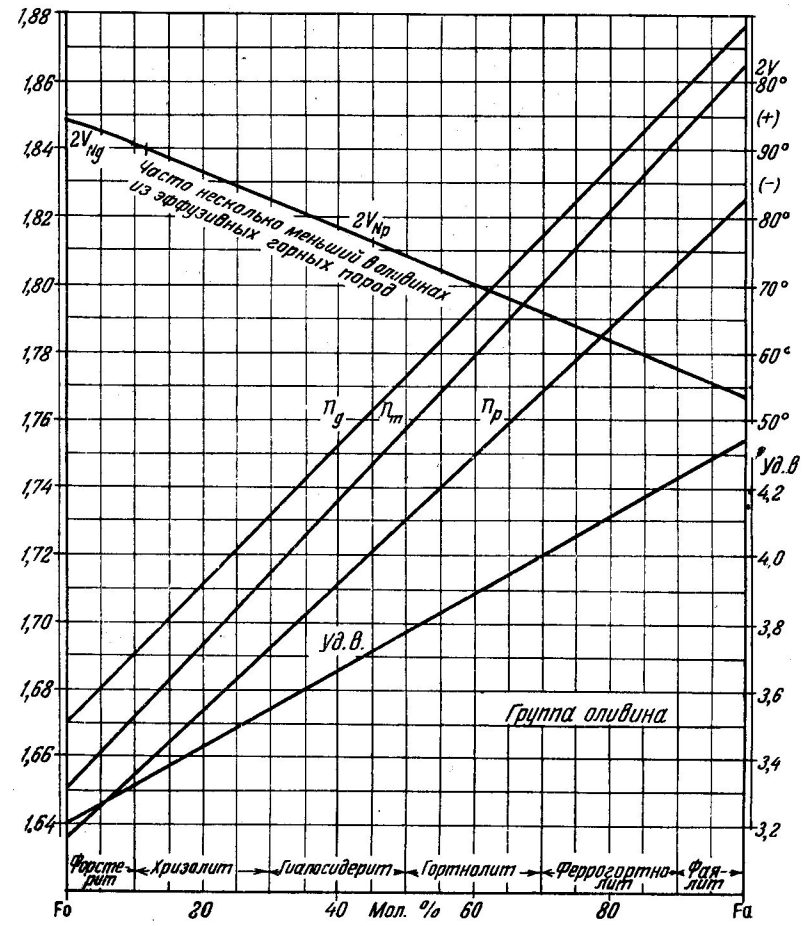


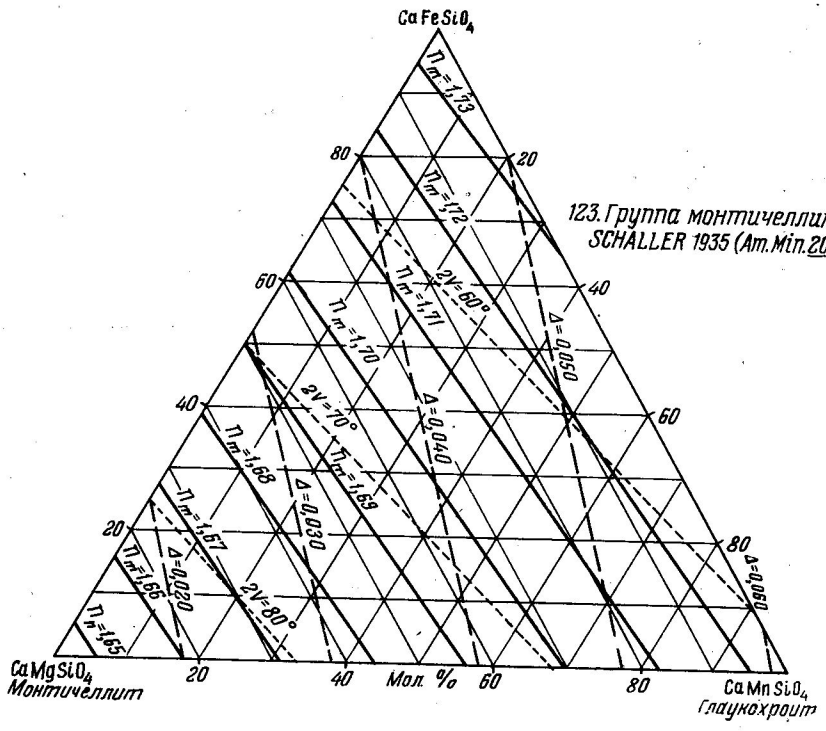
128. Мервинит, разрез ⊥ 010



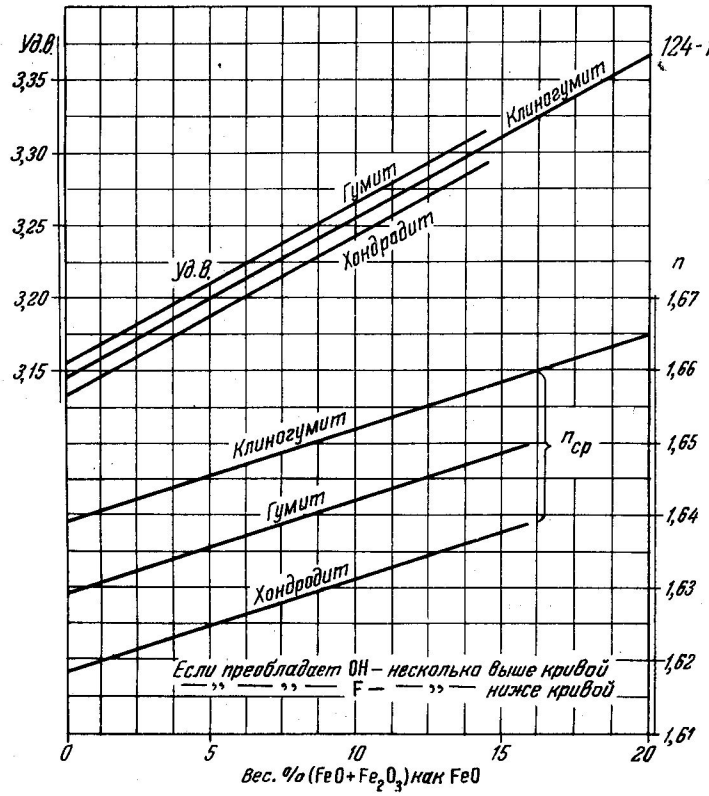
129. Спёррит, разрез ⊥ 010


119. Лазулит
PECORA u. FAHAY 1950, Am. Min. 35, 10
70°
2V
60°
2V_Np
Δ
0,040
0,030
n
1,68
1,66
1,64
1,62
1,60
n_g
n_m
n_p
уд.в
3,4
3,2
3,0
уд. в.
Лазулит
Ферролазулит
Магниевый скорцалит
Скорцалит
MgAl2[OH/PO4]2
20
40
Мол.-%
60
80
FeAl2[OH/PO4]2


1,88
1,86
1,84
1,82
1,80
1,78
1,76
1,74
1,72
1,70
1,68
1,66
1,64
2V
80°
(+)
90°
(-)
80°
70°
60°
50°
2V_Mg
2V_Np
Часто несколько меньший в оливинах из эффузивных горных пород
n_g
n_m
n_p
уд.в
4,2
4,0
3,8
3,6
3,4
3,2
уд. в.
Группа оливина
Форстерит
Хризолит
Гиалосидерит
Гортонолит
Феррогортонолит
Фаялит
Fo
20
40
Мол. %
60
80
Fa



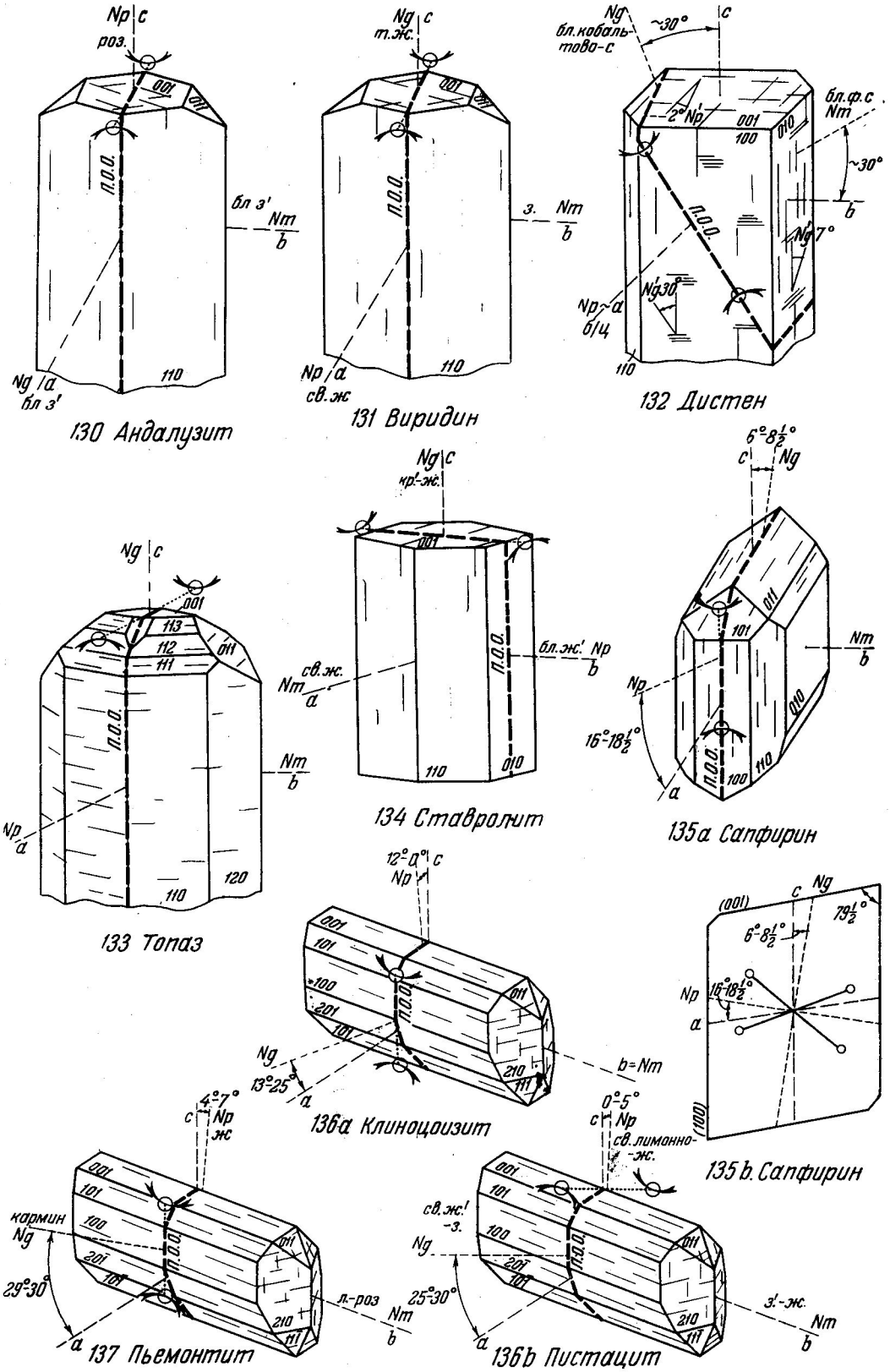
123. Группа монтичеллита
SCHALLER 1935 (Am. Min. 20, 815)

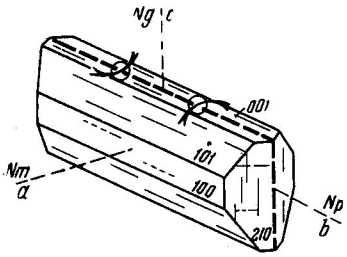


124-126. Группа гумита
THIELE 1940
(Ch. der Erde 13, 70)

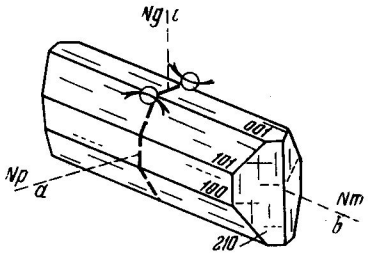
№ п/п	Название, сингония, формула	Наиболее часто встречающиеся простые формы, двойники, габитус, агрегаты	Спайность, твердость, уд. вес	Оптическая ориентировка	Показатель преломления, двупреломление	Угол и дисперсия оптических осей	Окраска в шлифе, плеохроизм, абсорбция	Химические свойства, характерные особенности	Сходные минералы и их отличия	Парагенезис, генезис и условия нахождения
130	Андалузит, ромб., $Al_2O_3 \cdot SiO_2$	{110}, {001}; вытянутый ∥ c; призматический, зернистый	# {110} хор., 89°; тв. 7,5; уд. в. 3,14±	$Np \parallel c$, бисс.; $Nm \parallel b$, П. О. О. (010), $Ng \parallel a$, $l=(-)$ Рис. на стр. 74	Не содер- Содержащий Fe / щий Fe n_p=1,629—1,640 n_m=1,633—1,644 n_g=1,638—1,651 ⊖, △=0,009—0,011 Диаграмма на стр. 77	$2V_{Np}=83°—85°$; $r<v$ слабая; (редко $r>v$ слабая)	Np — розово-красный до бесцветного; Nm — бледно-зеленый до бесцветного; Ng — бледно-зеленый до бесцветного; пятнистый	В HF не разлагается; превращается в серицит; с темно-окрашенным ядром — хиастолит	Призматин — меньший $2V$; гиперстен—$l=(+)$; скаполит — меньший n; тулит — больший n	Метаморфический с кордиеритом и слюдой в кристаллических сланцах; также в пегматитах; хиастолит в слабо контактово-метаморфизованных глинистых сланцах
131	Виридин, ромб.; $(Al,_{Fe,\ Mn})_2O_3 \cdot SiO_2$	Зернистый	# (001) хор.; # {110} хор.; тв. 6,5; уд. в. 3,21±	$Np \parallel a$, $Nm \parallel b$, П. О. О. (010), $Ng \parallel c$, бисс. Рис. на стр. 74	$n_p=1,662$ $n_m=1,671$ $n_g=1,691$ ⊕, △ = 0,029	$2V_{Ng}=71°$; $r<v$	Np — светло-желтый; Nm — травяно-зеленый; Ng — темно-желтый	Аномальные интерференционные окраски		Метаморфический в Mn-содержащих сланцах
132	Дистен (кианит), трикл., $Al_2O_3 \cdot SiO_2$	{100}; {010}, {hk0}, {001}; ◇=(100) и [001] пластинчатые; ◇=[010] и (212); широкостебельчатый ∥ c; листоватый ∥ (100)	#(100) в. соверш. 74° / # (010) соверш. / # (001) волокн. 86°45′ } 78°30′; тв. 4—4,5 ∥ c, 5—7 ∥ b; уд. в. 3,59	На (100): $Ng \wedge c$ = =27—32°, на (010): $Ng' \wedge c$= =5—8°, на (001) = $Ng' \wedge c$= =0—2,5°, $Np \sim \perp$(100) бисс.; $l=(+)$ Рис. на стр. 74, 76	n_p=1,712—1,717 n_m=1,720—1,722 n_g=1,728—1,729 ⊖, △=0,016—0,012	$2V_{Np}=82°30'$, $r>v$ оч. слабая	Бесцветный до серо-синего; Np —бесцветный; Nm — бледно-фиолетово-синий; Ng — бледно-кобальтово-синий; $Np<Nm<Ng$	В HF плохо разлагается; ясно выраженные пересекающиеся трещины спайности, искривленный; переходит в серицит	Родонит — более тонкие трещинки спайности и пластинчатые двойники	Со ставролитом, гранатом, силлиманитом и рутилом в кристаллических сланцах и в пегматитах
133	Топаз, ромб., $2Al_2O_3 \cdot 3SiO_2 \cdot 2Al(F, OH)_3$	{120}, {hk0}, {001}, {0kl}, {hkl}; зерна, столбики ∥ c	# (001) соверш.; тв. 8; уд. в. { 3,56 (F) / 3,49 (F, OH) Диаграмма на стр. 77	$Np \parallel a$; $Nm \parallel b$, П. О. О. (010); $Ng \parallel c$, бисс.; $l=(-)$ Рис. на стр. 74	(F) (F, OH) n_p = 1,606—1,635 n_m = 1,609—1,637 n_g = 1,616—1,644 ⊕, △ = 0,010—0,009 Диаграмма на стр. 77	$2V_{Ng}=66°$ (F)— —44° (F, OH); $r>v$ ясная Диаграмма на стр. 77	Бесцветный	Почти не подвергается действию кислот	Андалузит — $Np \parallel c$	С кварцем, минералами F и B, касситеритом, пневматолитово-пегматитовый, особенно в гранитах и родственных горных породах
134	Ставролит, ромб., $4FeO \cdot 9Al_2O_3 \cdot 8SiO_2 \cdot H_2O$	{110}, {010}, {001}; ◇={032} и {231} непластинчатые; короткопризматический ∥ c	# (010) ясн.; # {110} пл., 50°30′; тв. 7—7,5; уд. в. 3,76±	$Np \parallel b$, $Nm \parallel a$, П. О. О. (100), $Ng \parallel c$, бисс., $l=(+)$ Рис. на стр. 74	n_p = 1,739—1,747 n_m = 1,745—1,753 n_g = 1,752—1,762 ⊕, △=0,013—0,015 Диаграмма на стр. 77	$2V_{Ng}=79°—88°$; $r>v$ сильная	Np—бледно-желтоватый; Nm — светло-желтый; Ng — красновато-желтый; $Np \approx Nm < Ng$	В холодных кислотах не разлагается; сильно загрязненный пойкилобластовыми включениями	Ортит — в основном в изоморфных смесях; синтагматит — меньший n и большее △, а также другая #	Метаморфический с гранатом, дистеном, рутилом и слюдой в кристаллических сланцах и россыпях
135	Сапфирин, мон., $2MgO \cdot 2Al_2O_3 \cdot SiO_2$	{010}, {110}, {100}, {010}; β=100°30′; субпараллельные таблички, зерна	# (010) ясн.; # (100) и (001) пл.; тв. 7,5; уд. в. 3,49±	$Np \wedge a$= +16° до 18°30′, бисс.; $Nm \parallel b$, П. О. О. (010); $Ng \wedge c$=6 до 8°30′; $l=(+)$ (—) Рис. на стр. 74	n_p = 1,705—1,714 n_m = 1,709—1,719 n_g = 1,711—1,720 ⊖, △=0,006—0,006	$2V_{Np}=50°—70°$; $r<v$ сильная наклонная	Np — бесцветный, розовый, желтоватый; Nm — светло-синий, сине-зеленый; Ng — сапфирово-синий; темно-синий; $Np<Nm<Ng$	Разлагается в $KHSO_4$; аномальные интерференционные окраски	Корунд — более высокая твердость; цоизит — лучшая #; серендибит — имеет ◇; оттрелит — лучшая #	Метаморфический высокотемпературных зон; с антофиллитом, кордиеритом, шпинелью и силлиманитом в гнейсах и слюдяных сланцах
136	Группа эпидота, мон., клиноцоизит — пистацит — бедный железом — содержащий железо $4CaO \cdot 3(Al,_{Fe})_2O_3 \cdot 6SiO_2 \cdot H_2O$	{001}, {100}, {$\bar{1}$01}, {h0l}, {$\bar{1}$11}; β = 115°30′; ◇=(100) пластинчатые; удлиненный ∥ b, зерна	# (001) соверш., #100 ясн.; тв. 6,5 уд. в. {3,25; 3,30; 3,52} клиноцоизит пистацит	$Np \wedge c$ { +12° / 0° / —5° } клиноцоизит пистацит $Nm \parallel b$, П. О. О. (010) $Ng \wedge a$ { +15° / +25° / +30° } клиноцоизит пистацит $l=(+)$ (—) Рис. на стр. 74 и 78	Клиноцоизит — Пистацит n_p=1,697— —1,711 — 1,729 n_m=1,699— —1,715 — 1,761 n_g=1,702— —1,719 — 1,778 ⊕, △=0,005—0,008 —0,049 Диаграмма на стр. 78	$2V_{Ng}=65°$ клиноцоизит $r<v$ $2V=90°$ пистацит $r \gg v$ $2V_{Np}=65°$ Диаграмма на стр. 78	Клиноцоизит — бесцветный; пистацит: Np — бесцветный, светло-лимонно-желтый; Nm — зеленовато-желтый; Ng — бесцветный, светло-желтовато-зеленый; $Np<Ng<Nm$; (редко $Np<Nm<Ng$)	Только пистацит разлагается в HCl; аномальные интерференционные окраски; не дают вторичных продуктов	Фаялит — другая окраска и #; пироксен — другая оптическая ориентировка и #; везувиан — оптически одноосный	С авгитом, роговой обманкой, кварцем и магнетитом в основных регионально- и контактово-метаморфизованных породах; пистацит — также гидротермальный в трещинках; клиноцоизит также в соссюрите

№ п/п	Название, сингония, формула	Наиболее часто встречающиеся простые формы, двойники, габитус, агрегаты	Спайность, твердость, удельный вес	Оптическая ориентировка	Показатель преломления, двупреломление	Угол и дисперсия оптических осей	Окраска в шлифе, плеохроизм, абсорбция	Химические свойства, характерные особенности	Сходные минералы и их отличия	Парагенезис, генезис и условия нахождения
137	Пьемонтит, мон., $4(Ca,_{Mn})O\cdot 3(Al,_{Fe,Mn})_2O_3\cdot 6SiO_2\cdot H_2O$	{100}, {001}, {101}. {h0l}, {201}, {111}; β=115°30′ ◇=(100), пластинчатый; удлиненный ‖ *b*	# (001) хор., # (100) и (010) ясн.; тв. 6—6,5; уд. в. 3,45±	$Np\wedge c$ = от —4 до —7°30′; $Nm \parallel b$, П. О. О. (010), $Ng\wedge a$=+29 до +33°, бисс., l=(+) (—) Рис. на стр. 74 и 78	Бедный Mn / Богатый Mn: n_p = 1,730—1,756; n_m = 1,747—1,789; n_σ = 1,765—1,829; ⊕, △=0,035—0,073 Диаграмма на стр. 7	$2V_{Ng}$ = 70°—110°; $r \leqslant v$ Диаграмма на стр. 79	*Np* — желтый, оранжевый; *Nm* — лиловый, розовый; *Ng* — карминовый, пурпурный; $Ng>Np>Nm$	После плавления разлагается в HCl; срастается с эпидотом; сильнее плеохроирует	Тулит — ромбический; дюмортьерит — не имеет желтых тонов окраски; глаукофан — меньшие *n* и △; корунд — оптически одноосный	В эпи- и мезозоне, с кварцем, слюдой, глаукофаном; автометаморфический в порфиритах (витамит — бедный Mn)
138	Ортит (алланит), мон., $4(Ca,_{Cl,La})O\cdot 3(Al,Fe)_2O_3\cdot 6SiO_2\cdot H_2O$	{100}, {001} {102}, {h0l}: β=115°; ◇=(100); таблитчатый ‖ (100), зерна	#(001) ясн. #(100) и {110} пл.; хрупкий; тв. 5,5—6; уд. в. 4,2—3,7 у изотропного до 2,8; Диаграмма на стр. 79	$Np\wedge c$=—(22°)—35°—(47°), бисс., $Nm \parallel b$, П. О. О. (010), $Ng\wedge a$=+(47°)—60°—(72°); иногда сильно диспергирует Рис. на стр. 75, 78	Свеж. Корич. Изотр: n_p=1,788—1,727; n_m=1,810—1,739; n_g=1,820—1,751 } 1,5 минимум; ⊕, Δ0,032—0,024—0,00 Диаграмма на стр. 7	$2V_{Np}$ 70°—90°; $r \gg v$ оч. сильная	Свежий: *Np*—бесцветный; *Nm*—светло-желто-коричневый; *Ng*—светло-зеленый; Измененный: желто-коричневый; красно-коричневый; темно-красно-коричневый; $Np<Nm\leqslant Ng$	Образует плеохроичные дворики; часто изотропизирован: низкие *n* и уд. в.; в этом случае разлагается в HCl; изоморфные смеси и срастания с эпидотом	Ti-гранат — больший *n*	Магматически-пегматитовый в гранитах — диоритах; в регионально-контактово-метаморфизованных породах (гнейсы)
139	Цоизит (α) и псевдоцоизит (β) ромб., $4(Ca,_{Mn})O\cdot 3(Al,_{Fe})_2O_3\cdot 6SiO_2\cdot H_2O$	{101}, {210}, {100}, {001}, (Брёггер); нет ◇; короткопризматический ‖ *b*, листоватый	# (100) соверш., # (001) пл.; поперечные трещины ‖ (010); тв. 6—6,5; уд. в. 3,36±	α / β: *Np* ‖ *b* / *a*; *Nm* ‖ *a* / *b*; *Ng* ‖ *c*, бисс., П.О.О. ‖ (100) / *c*, бисс. (010); l=(+)(—) Рис. на стр. 75	α / β: n_p=1,701 / 1,695; n_m=1,702 / 1,695; n_g=1,707 / 1,702; ⊕, △=0,006 / 0,007	α: $2V_{Ng}$ = =45—50°; $r \ll v$; β: 0°—30°; $r>v$	Почти бесцветный; тулит (β) *a*—светлый зеленовато-желтый, *b*—лиловато-розовый, *c*—желтоватый Рис. на стр. 75	В кислотах не разлагается; дает после прокаливания студневидный осадок; образует срастания с эпидотом; аномальные интерференционные окраски	Апатит — более низкий *n*; силлиманит — большее △	С амфиболами в регионально-метаморфизованных основных породах, в соссюрите, в контактово-метаморфизованных силикатных известняках, в кварцевых жилах
140	Ильваит (лиеврит), ромб., $2CaO\cdot 4FeO\cdot Fe_2O_3\cdot 4SiO_2\cdot H_2O$	{110}, {120}, {101}, {010}; удлиненный ‖ *c*, волокнистый, плотный	# (010) ясн., #(001), и (100) пл.; тв. 5,5—6; уд. в. 4,03±	$Np \parallel b$, $Nm \parallel a$, П. О. О. (100); $Ng \parallel c$, бисс., l=(+) Рис. на стр. 75	n_p~1,878; n_m~1,890; n_σ~1,926; ⊕, △~0,048	$2V_{Ng}$ ~ 60°; $r \ll v$ оч. сильная	*Np*—желто-коричневый, коричневый; *Nm*—темно-коричневый; непрозрачный; *Ng*—темно-зеленый, непрозрачный; $Np<Nm<Ng$	С HCl дает студневидный осадок	Гётит, лимонит, псевдобрукит, энигматит, синтагматит	Контактово-пневматолитовый; ассоциирует с роговой обманкой, эпидотом, кварцем и железной рудой
141	Лавсонит, ромб., $CaO\cdot Al_2O_3\cdot 2SiO_2\cdot 2H_2O$	{010}, {101}, {001}, {0hl}; ◇{101}, 67°15′, пластинчатый; удлиненный ‖ *b*; волокнистый, таблитчатый ‖ (010), зернистый	# (100) соверш.; # (010) хор.; # {101} ясн., 67°; тв. 6; уд. в. 3,09±	$Np \parallel c$, $Nm \parallel a$, П. О. О. (100), $Ng \parallel b$, бисс., l= (—) Рис. на стр. 75	n_p = 1,665; n_m = 1,674; n_g = 1,684; ⊕, △ = 0,019	$2V_{Ng}$ = 84°; $r \gg v$ сильная	Бесцветный	Растворяется в HF; при нагревании мутнеет	Ангидрит — меньшее △; пренит — большее △; андалузит — меньшее △	С кислыми плагиоклазами в измененных габбро и диабазах; в глаукофановых сланцах
142	Титанит (сфен), мон., $(Ca_Y)O\cdot(Ti,_{Al})_2O_3\cdot SiO_2$	{111}, {100}, {001}, {110}; β=119°45′; ◇=(100); имеет форму конверта, таблитчатый ‖ (001), призматический, зернистый	# {110} или {111} пл.; отд. приблизительно ‖ {221}; тв. 5—5,5; уд. в. 3,51± (иттротитанит=3,65)	$Np\wedge a$=—21°; $Nm \parallel b$, П. О. О. (010), $Ng\wedge c$=+51°, (титанит)=59° (иттротитанит), бисс., $Ng \approx \perp$ (102) Рис. на стр. 75	Тит. Грот. Кейльг: n_p=1,921—1,920—1,885; n_m=1,927—1,932—1,896; n_g=2,081—2,050—1,993; ⊕, Δ0,160—0,130—0,108	Чист. Al, Fe: $2V_{Ng}$ =23°—37,5°; $r \gg v$	Часто бесцветный, *Np*—почти бесцветный; *Nm*—бледно-зеленовато-желтый; *Ng*—светло-коричневато-красноватый; $Np<Nm<Ng$	Разлагается в концентрированной H_2SO_4; **иттротитанит** иногда образует плеохроичные дворики; как и лейкоксен продукт разрушения ильменита	Бадделеит — лучшая #	Магматический с роговой обманкой в гранитах, сиенитах и родственных горных породах; в метаморфических породах: известняках, амфиболовых породах и скарнах, гидротермальный в трещинах

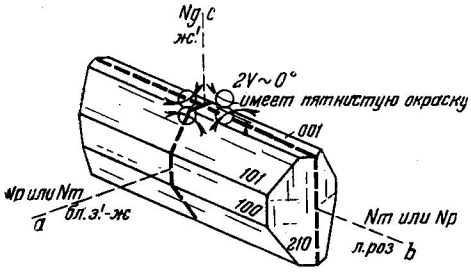

Np c
роз.
001
011
п.о.о.
бл з'
Nm
b
Ng a
бл з'
110
130 Андалузит
Ng c
т.ж.
001
011
п.о.о.
з.
Nm
b
Np a
св.ж
110
131 Виридин
Ng
бл.кобальтово-с
~30°
c
2°
Np'
001
100
010
бл.ф.с
Nm
~30°
b
п.о.о.
Ng 7°
Ng 30°
Np a
б/ц
110
132 Дистен
Ng c
кр.-ж.
001
п.о.о.
бл.ж.
Np
b
св.ж.
Nm
a
110
010
134 Ставролит
Ng c
001
113
112
111
011
п.о.о.
Nm
b
Np
a
120
110
133 Топаз
6°8½°
c
Ng
011
101
Nm
b
Np
010
16°18½°
п.о.о.
100
110
a
135a Сапфирин
12°0°
c
Np
001
101
100
201
101
011
п.о.о.
Ng
13°25°
a
210
111
b=Nm
136a Клиноцоизит
(001)
c
Ng
79½°
6°8½°
Np
16°18½°
a
(100)
135b. Сапфирин
4°7°
c
Np
жс
001
101
100
201
101
011
п.о.о.
кармин
Ng
29°30°
a
210
111
л.-роз
Nm
b
137 Пьемонтит
0°5°
c
Np
св.лимонно-ж.
001
101
100
201
101
011
п.о.о.
св.ж.!
-з.
Ng
25°30°
a
210
111
з'.-ж.
Nm
b
136b Пистацит



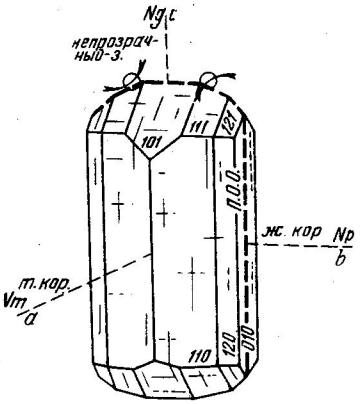
139a Цоизит (α)



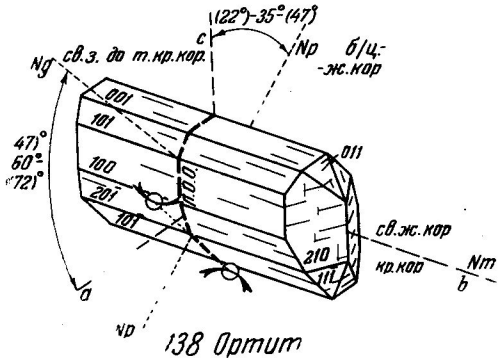
139b Псевдоцоизит



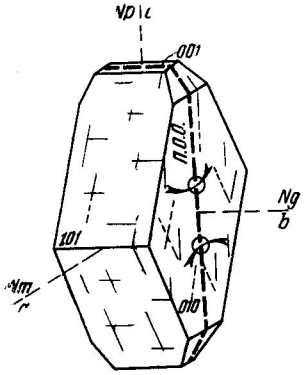
139c Тулит



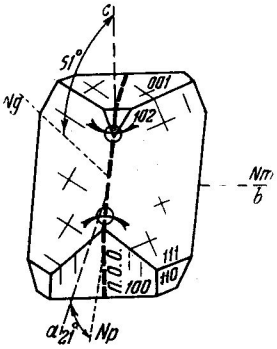
140. Ильваит
(лиеврит)



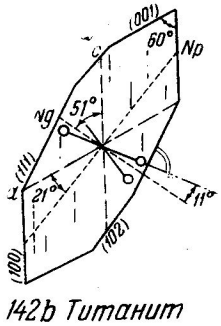
138 Ортит



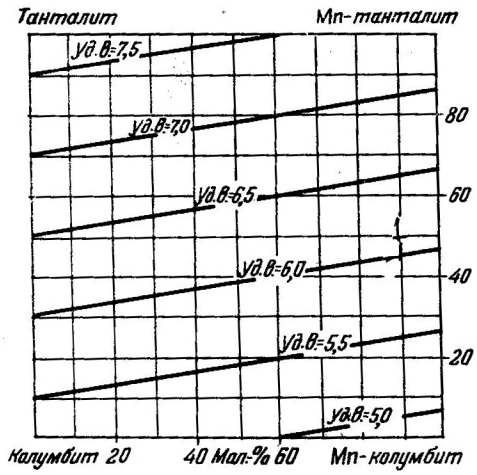
141 Лавсонит



142a Титанит

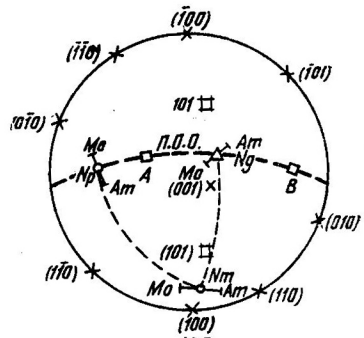


142b Титанит

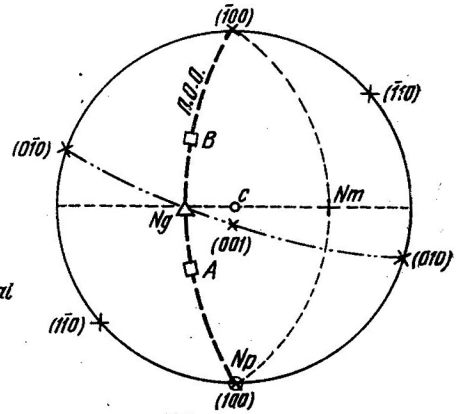


102. Колумбит-танталит

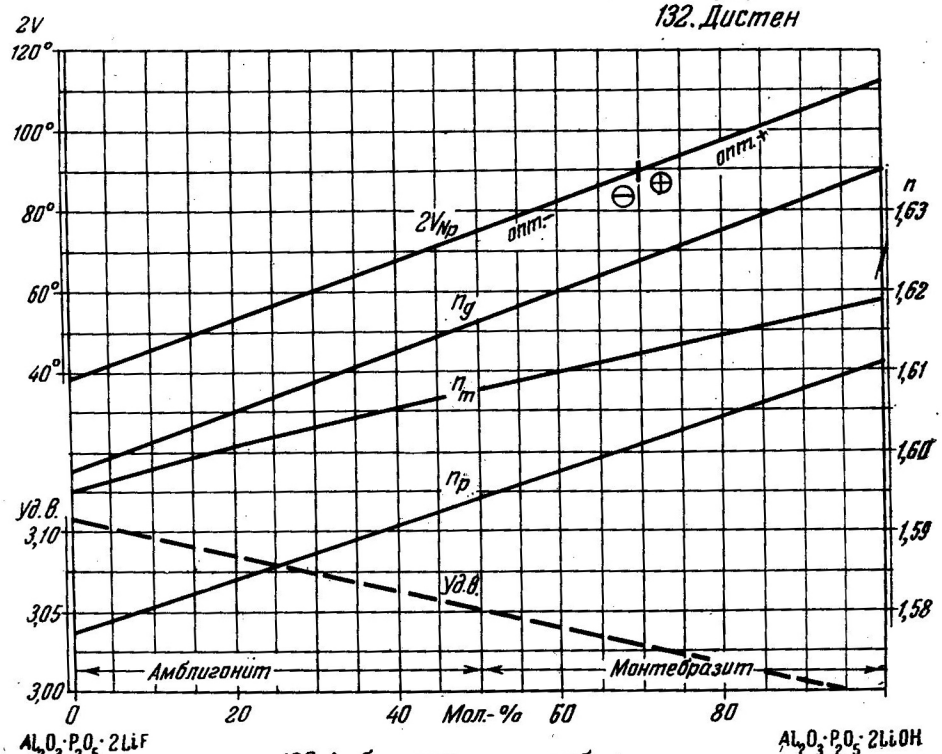
WINCHELL 1927
(Copyrighted, 1951, by A.N. Winchell in Elements of Optical Mineralogy, part II; Reproduced by permission.)



120.
Амблигонит - монтебразит

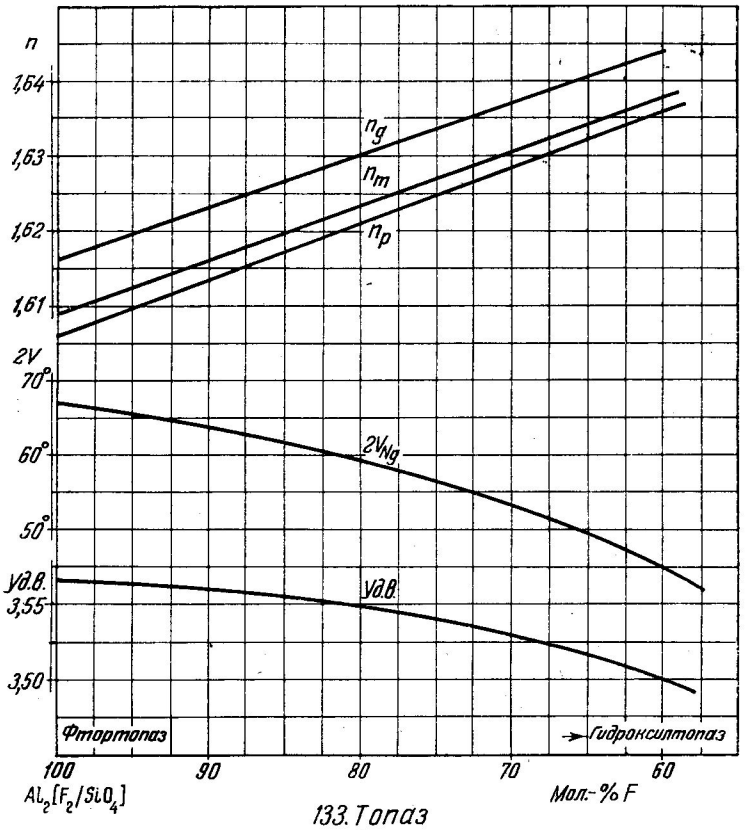


132. Дистен

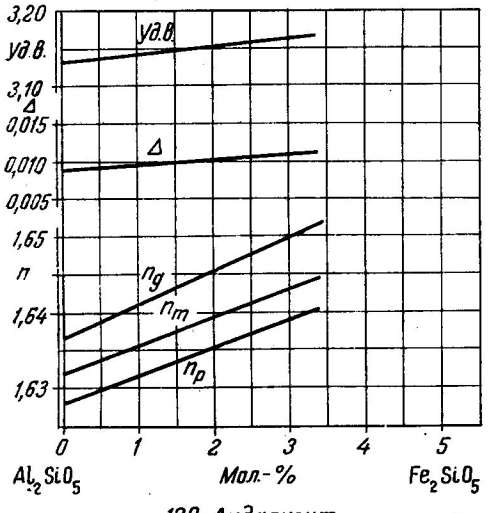


120. Амблигонит - монтебразит

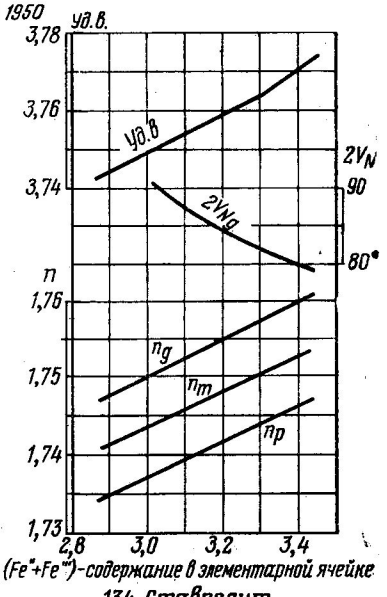
WINCHELL 1927, (Opt. Min. 149) korrig. TRÖGER 1951
(Copyrighted, 1951, by A.N. Winchell in Elements of Optical Mineralogy, part II; Reproduced by permission)



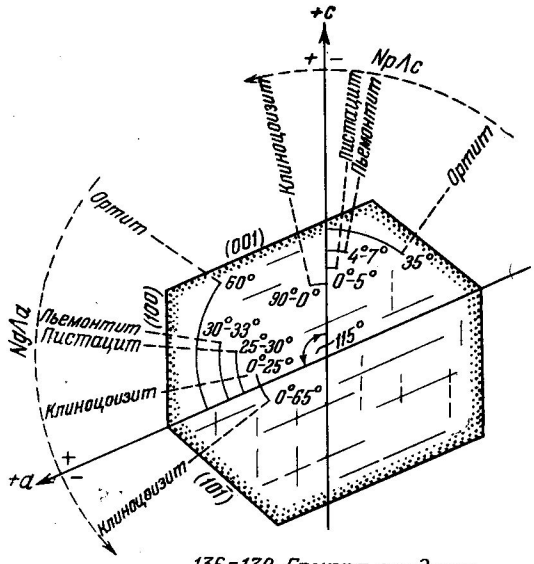
133. Топаз
TRÖGER 1950



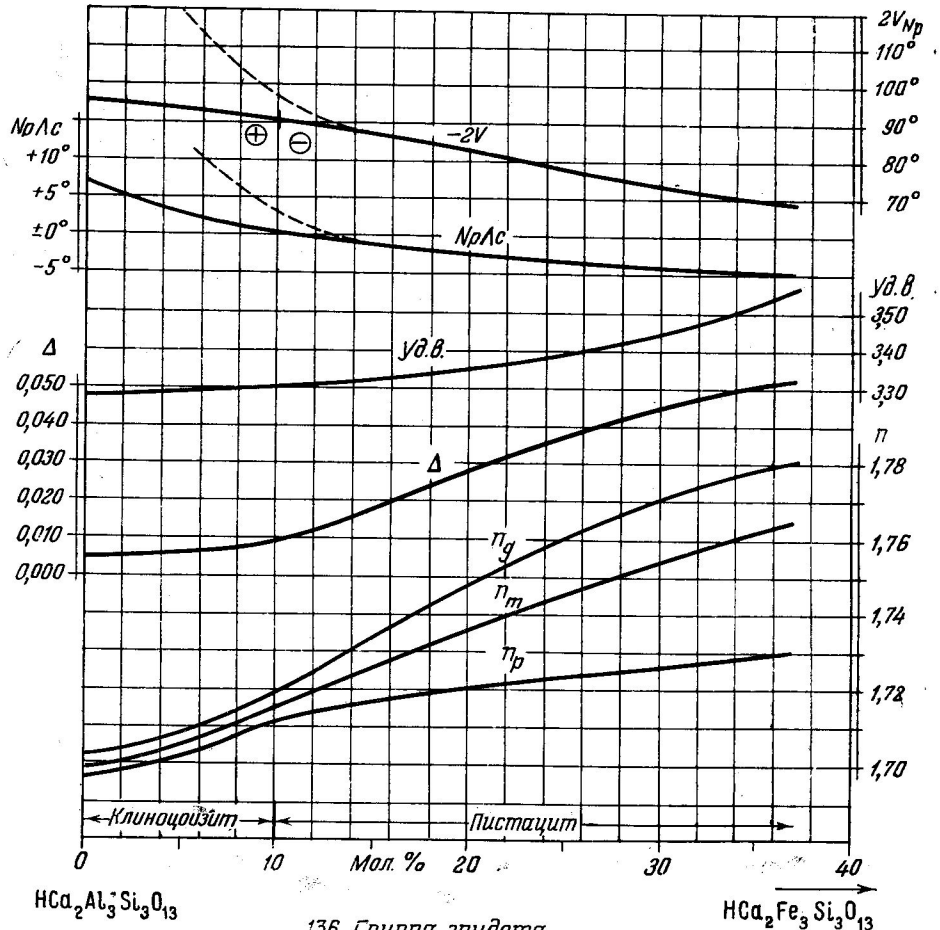
130. Андалузит
TRÖGER 1950



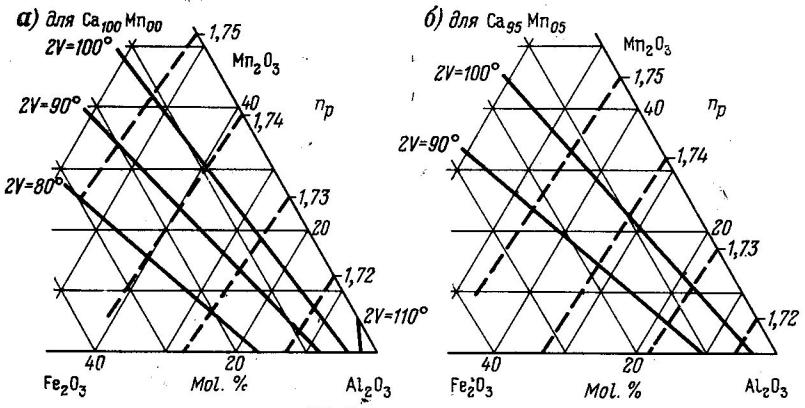
134. Ставролит
JUURINEN 1956. (Ann. Acad. Sci. Fenn., A III, 47, 33)



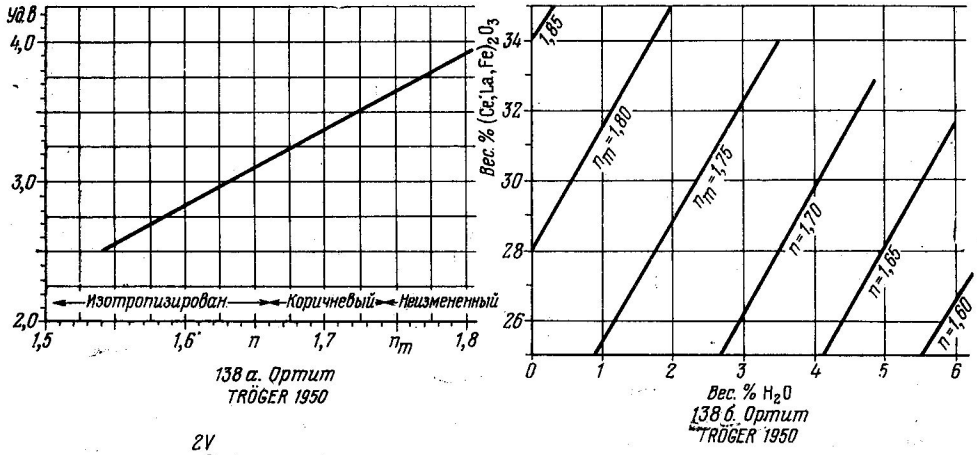
136–138. Группа эпидота
Разрез II (010)



136. Группа эпидота
TRÖGER 1952

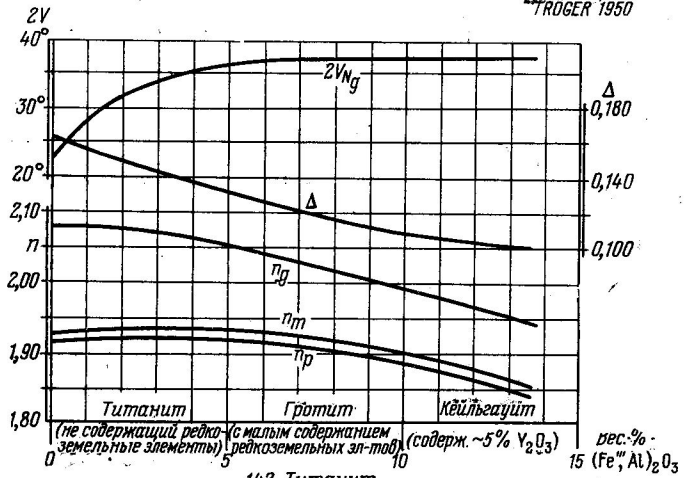


137. Группа пьемонтита
MALMQUIST 1929 (Bull. Upsala 22, 276-8)



138 а. Ортит
TRÖGER 1950

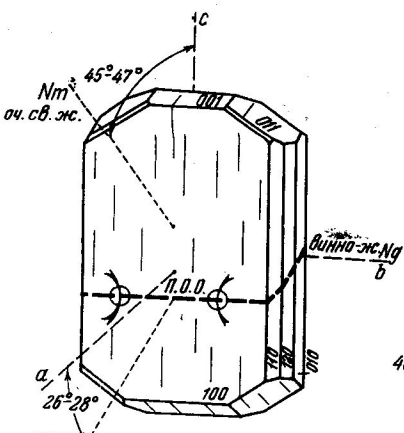
138 б. Ортит
TRÖGER 1950



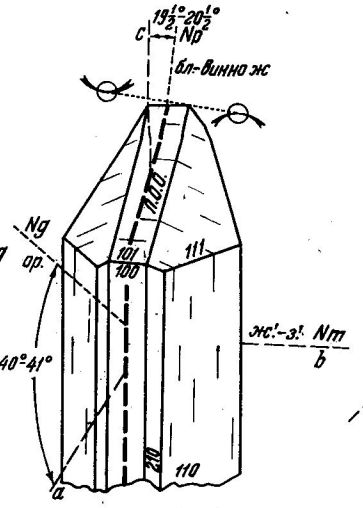
142. Титанит
TRÖGER 1955 (Handb. Mikr., Techn., 4, 1, 207)

№ п/п	Название, сингония, формула	Наиболее часто встречающиеся простые формы, габитус, агрегаты	Спайность, твердость, уд. вес	Оптическая ориентировка	Показатель преломления, двупреломление	Угол и дисперсия оптических осей	Окраска в шлифе, плеохроизм, абсорция	Химические свойства, характерные особенности	Сходные минералы и их отличия	Парагенезис, генезис и условия нахождения
143	Вёлерит, мон., $2CaO \cdot (Zr,_{Nb})O_2 \cdot 2SiO_2 \cdot NaF$	{100}, {010}, {hk0}, {001}, {011}; $\beta=109°$; ◇ = (100), пластинчатые, таблитчатые ∥ (100)	# (010) пл.; оч. хрупкий; тв. 5,5—6; уд. в. 3,45±	$Np \wedge c = -43$ до 45°, бисс.; $Nm \wedge a = +62$ до 64°; $Ng \parallel b$, П. О. О. ⊥ (010) Рис. на стр. 84	$n_p=1.681—1,700$ $n_m=1,690—1,716$ $n_g=1.704—1,726$ ⊖, $\Delta=0,023—0,026$	$2V_{Np}$—71°—79°; $r<v$ слабая, горизонтальная	Np—желтоватый до бесцветного; Nm—очень светло-желтый, Ng—винно-желтый; $Np \leqslant Nm < Ng$	Разлагается в HCl; очень различные $n'_g—n'_p$; для ◇ половинок ⊥ $Np \perp Nm$	Гиортдалит—имеет две системы #; ловенит—большее Δ	В фойяитах и фойяитовых пегматитах
144	Ловенит, мон. $Na_2O \cdot CaO \cdot ZrO_2 \cdot$	{110}, {100}, {101}, {111}; $\beta=110°15'$; ◇ = (100) пластинчатые, вытянутый ∥ c; таблитчатые по (100); зерна	# (100) ясн.; тв. 6; уд. в. 3,53±	$Np \wedge c = -19°30'$ до 20°30', бисс.; $Nm \parallel b$, П. О. О. (010), $Ng \wedge a = +40°$ до 41°, $l' = (-)$ Рис. на стр. 84	$n_p=1,690—1,698$ $n_m=1,707—1,723$ $n_g=1,720—1,745$ ⊖, $\Delta = 0,030—0,047$	$2V_{Np}=80°—85°$; $r<v$ ясная	Np—бледно-винно-желтый до бесцветного; Nm—желтоватый, зеленоватый до бесцветного; Ng—оранжево-красный до бесцветного; $Np<Nm<Ng$	Слабо разлагается в HCl; на # (100) выходит оптическая ось	Вёлерит—меньшее Δ; гиортдалит—имеет две системы #	Встречается с флюоритом, мозандритом, ринкитом в фойяитах, санидинитах, их пегматитах и излившихся аналогах
145	Гиортдалит и гуаринит, трикл., $2CaO \cdot ZrO_2 \cdot 2SiO_2 \cdot NaF$	{100}, {010}, {hk0}, {011}, {$\bar{1}$11}; устойчив; ◇ = [001], пластинчатые; плоскость срастания (100); псевдоромбический; таблитчатый по (100); вытянут ∥ c	# (032) и (0$\bar{3}\bar{2}$)~90°; оч. хрупкий; тв. 5—5,5; уд. в. 3,26±	На (100) $Nm' \wedge c = 25°$, на (010) $Nm' \wedge c = 15°$; П.О.О. ≈ ∥ (011) Стереогр., стр. 87 Рис. на стр. 84	Гиорт- Гуа- далит ринит $n_p=1,652—1,704$ $n_m=1,658—1,716$ $n_g=1,655—1,727$ ⊕, $\Delta=0,013—0,023$	$2V_{Ng}=84°$; $r \ll v$ у гуаринита; $2V_{Np}=87°$; $r<v$ у гиортдалита;	Np—бесцветный; Nm—бледно-желтоватый; Ng—бледно-винно-желтый; $Np<Nm<Ng$	С HCl дает студневидный осадок	Вёлерит — имеет только одну #; ловенит—большее Δ; ринкит и джонструпит—имеют лучшую #	Магматический и пегматитовый в фойяитах; контактово-пневматолитовый в санидинитах
146	Гаинит, трикл., силикат Na, Ca, Ti, Zr	{100}, {010}, {hk0}; ◇ = (100); иголочки, пойкилитовые листочки	# (010) хор.; # (100) пл.; хрупкий; тв. 5; уд. в. 3,18±	На (100) $Np' \wedge c \approx 0°$; на (010) $Np' \wedge c = -4°$; на ⊥ [001] $Nm' \wedge a = -5°$; $Ng \approx \perp$ (0,010), бисс, $l'=(-)$ Рис. на стр. 84	$n_m \sim 1,7$ ⊕, $\Delta<0,012$	$2V_{Ng}$—большой; $r>v$—сильная	Np—бесцветный; Nm—бледно-желтый; Ng—винно-желтый; $Np<Nm<Ng$	В кислотах легко разлагается	Ринкит—меньший $2V$ и $Np \parallel b$	Встречается в фонолитах и тингуаитах
147	Розенбушит трикл., $2CaO \cdot (Zr,_{Ti})O_2 \cdot 2SiO_2 \cdot NaF$	{100}, {010}, {1$\bar{2}$0}, {h0l}; игольчатый, радиально-лучистый	# (100) соверш.; # (1$\bar{2}$0) ясн.; # (010) пл.; тв. 5—6; уд. в. 3,31±	$Np \approx \parallel c$; $Nm \wedge b = 25°$, П.О.О. (100) = 28°30', $Ng \wedge a = 47°$, бисс., $l=(-)$ Рис. на стр. 84	$n_p=1,678$ $n_m=1,687$ $n_g=1,705$ ⊕, $\Delta=0,027$	$2V_{Ng}=60°—78°$	Np—бесцветный; Nm—бледно-желтоватый; Ng—бледно-желтый; $Np<Nm<Ng$	Разлагается в HCl	Эпидот—П. О. О. (010) и другой характер плеохроизма	С ловенитом, ринкитом, мозандритом и эвколитом магматический и в пегматитах; в щелочных сиенитах и фойяитах
148	Ринкит, мон., $2(Ca,_{Ce})O \cdot (Ti_{Ce})O_2 \cdot 2SiO_2 \cdot NaF$	{100}, {hk0}, {102}, {$\bar{1}$02} $\beta=91°15'$; ◇ = (100) пластинчатые; таблитчатый по (100); вытянут вдоль c	# (100) соверш.; тв. 5; уд. в. 3,46±	$Np \parallel b$, П.О.О. ⊥ (010); $Nm \wedge c = -7°30'$; $Ng \wedge a = +9°$, бисс., $l=(-)$ Рис. на стр. 84	$n_p=1,665$ $n_m=1,668$ $n_g=1,681$ ⊕, $\Delta=0,016$	$2V_{Ng}=43°$; $r<v$ сильная	Np—бесцветный; Nm—бледно-желтоватый: Ng—бледно-желтый; $Np<Nm<Ng$	Легко разлагается в концентрированных кислотах	Мозандрит и джонструпит— П. О. О. (010)	С ловенитом, астрофиллитом и фиолетовым флюоритом встречается в фойяитах, фойяитовых пегматитах, щелочных трахитах и фонолитах
149	Мозандрит и джонструпит, мон., $2(Ca,_Y)O \cdot (Ti,_{Zr,\ Ce})O_2 \cdot 2SiO_2 \cdot NaF$	{100}, {hk0}, {h0l}; $\beta=93°$; ◇ = (100), пластинчатые; таблички, вытянутые вдоль c	# (100) хор.; оч. хрупкий; тв. 4; уд. в. {3,00 мозандрит 3,23 джонструпит	$Np \wedge c = -2°$; $Nm \parallel b$, П.О.О. (010); $Ng \wedge a = +5°$, бисс., $l'=(-)$ Рис. на стр. 85	Мозан- Джон- друпит струпит $n_p=1,645—1,661$ $n_m=1,649—1,666$ $n_g=1,658—1,673$ ⊕, $\Delta=0,012—0,012$	$2V_{Ng}$ { 75°—мозандрит 70°—джонструпит $r>v$ сильная	Желтоватый до бесцветного, без заметного плеохроизма	Легко разлагается в HCl	Ринкит— П. О. О. ⊥ (0,10); гиортдалит—имеет другую оптическую ориентировку	С розенбушитом и фиолетовым флюоритом встречается в фойяитах и фойяитовых пегматитах
150	Лампрофиллит, мон., $Na_2O \cdot 2SrO \cdot 3TiO_2 \cdot 4SiO_2 \cdot NaF$	{100}, {hk0}, {201}, {3$\bar{0}$2}; $\beta \sim 90°$, псевдоромбический; ◇ = (100); таблички, вытянутые вдоль c	# (100) соверш.: # (010) пл.; тв. 2—3; уд. в. 3,47±	$Np \parallel b$; $Nm \wedge a = -5$ до 13°, П.О.О. ⊥ (010); $Ng \wedge c = +5$ до 13°, бисс, $l'=(+)$ $(-)$ Рис. на стр. 85	$n_p=1,744—1,745$ $n_m=1,747—1,754$ $n_g=1,773—1,780$ ⊕, $\Delta=0,029—0,035$	$2V_{Ng}=23°—50°$; $r>v$	Np—желтый, соломенно-желтый; Nm—бледно-желтый, соломенно-желтый; Ng—оранжево-желтый; $Nm \leqslant Np < Ng$	Плохо разлагается в кислотах	Темные слюды — всегда ⊖; астрофиллит—больший $2V$	С эвдиалитом, эгирином и ринколитом в фойяитах и фойяитовых пегматитах

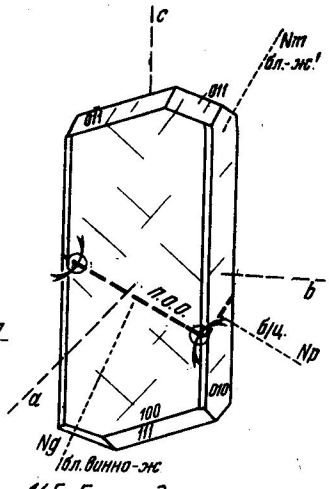
№ п/п	Название, сингония, формула	Наиболее часто встречающиеся простые формы, габитус, агрегаты	Спайность, твердость, уд. вес	Оптическая ориентировка	Показатель преломления, двупреломление	Угол и дисперсия оптических осей	Окраска в шлифе, плеохроизм, абсорбция	Химические свойства, характерные особенности	Сходные минералы и их отличия	Парагенезис, генезис и условия нахождения
151	Астрофиллит, трикл. $4(Fe,_{Mn})O\cdot(Ti,_{Zr})O_2\cdot 4SiO_2\,(K,\ Na)OH$	{100}, {hkl}, {h0l}, {001}; β=94°, псевдомоноклинный; вытянут ∥ *c* или *b*; лучистые агрегаты	# (100) в. соверш.; хрупкий {021}; фигура удара, 83°; тв. 3—4; уд. в. 3,35±	$Np\wedge a=+4$ до 6°; $Nm\approx\parallel c$; П.О.О. ⊥ (010); $Ng\approx\parallel b$, бисс.; $l'=(+)$ Рис. на стр. 85	$n_p=1{,}678$ $n_m=1{,}703$ $n_g=1{,}733$ ⊕, Δ=0,055	$2V_{Ng}=84°$; $r<v$	*Np*—оранжевый до темно-красного; *Nm*—лимонно-желтый; *Ng*—оранжевый; $Nm<Ng<Np$	Разлагается только в HCl; после разложения мутнеет	Темные слюды—абсорбция $Np<Ng$ и малый $2V$, ⊖; оттрелит—меньшее Δ; ставролит—хуже#; ламрофиллит—меньше $2V$	Магматически-пегматитовый с титанитом, пектолитом в фойяитах
152	Аксинит, трикл., $4CaO\cdot 2(Mn,\ Fe,_{Mg})O\cdot 2Al_2O_3\ 8SiO_2\cdot B_2O_3\cdot H_2O$	{010}, {$\bar{1}$20}, {011}, {111}, {$\bar{1}$11} (Пикок); нет ◇; линзообразные формы≈∥ ($\bar{1}$21); листоватый, зернистый	# (100) ясн.; занозистый тв. 6,5—7; уд. в. 3,30±	$Np\approx\perp(\bar{1}11)$; П.О.О.~∥ (111); одна оптическая ось≈ ≈⊥ ($\bar{1}$20). Стереогр., стр. 87 Рис. на стр. 85	Только (Fe, Mn, Mn Mg) $n_p=1{,}678_5$—$1{,}687_5$ $n_m=1{,}685$—$1{,}695$ $n_g=1{,}688$—$1{,}698$ ⊖, Δ=$0{,}009_5$—$0{,}010_5$ Диаграмма стр. 86	$2V_{Np}=64°$—$80°$; $r<v$ Диаграмма на стр. 86	Бесцветный до бледного коричнево-фиолетового; плеохроизм очень слабый ($Nm\geqslant Np\geqslant Ng$)	Реакция на бор; остроугольные ромбические поперечные разрезы; иногда аномальные интерференционные окраски	Сапфирин—более низкое Δ; серендибит—пластинчатые ◇; кварц—более низкий *n*	Контактово-пневматолитовый в кальциево-силикатных роговиках, в трещинах диабазов и гранитов
153	Корнерупин и призматин (>2%Na_2O) ромб., $7(Mg,\ Fe)O\cdot 6A_2O_3\cdot(Si_B)O_2\cdot 0{,}5H_2O$	{110}, {100}, {010}; призматический ∥ *c*, удлиненно-лучистый	#{110} хор., 81°30′; отд. (001); тв. 6,5—7; уд. в. {3,27 (Mg); 3,45 (Mg, Fe)	*Np* ∥ *c*, бисс.; *Nm* ∥ *a*, П.О.О. (100); *Ng* ∥ *b*, *l*=(—) Рис. на стр. 85	Чистый Fe-сод. $n_p=1{,}665$—$1{,}682$ $n_m=1{,}677$—$1{,}696$ $n_g=1{,}677$—$1{,}699$ ⊖, Δ=0,012—0,017	$2V_{Np}=3°$—$48°$; $r<v$ оч. слабая Диаграмма на стр. 87	Большей частью бесцветный, также: *Np*—бледно-красновато-желтый; *Nm*—бледно-коричневато-желтый; *Ng*—бледно-желтовато-зеленый; $Np<Nm>Ng$	Слабо разлагается в кислотах; краевые зоны превращаются в каолинит (?)	Андалузит—больший $2V$; топаз—меньший *n*; силлиманит—большее Δ и $Ng\parallel c$	В пегматитовых шлирах кристиллических сланцев вместе с сапфирином, амфиболами, кордиеритом, гранатом и турмалином
154	Серендибит, трикл., $4CaO\cdot 6MgO\cdot 4Al_2O_3\cdot 6SiO_2\cdot B_2O_3\cdot H_2O$	Шестиугольные таблички; ◇ пластинчатые ∥ удлинению; зерна	# нет; тв. 6,5—7; уд. в. 3,42±	Погасание в разрезах ⊥◇ и ≈⊥*Ng*=35 до 40° Рис. на стр. 85	$n_p=1{,}701$ $n_m=1{,}703$ $n_g=1{,}705$ ⊕, Δ=0,005	$2V_{Ng}\approx 90°$; $r<v$ сильная	*Np*—бледно-желтовато-зеленый; *Nm*—почти бесцветный; *Ng*—синий; $Nm<Np\ll Ng$	Слабо разлагается в HF; имеет пластинчатые ◇, сходные с плагиоклазовыми	Грандидьерит и сапфирин—не имеют ◇	Минерал катазоны; ассоциирует с диопсидом и шпинелью в силицифицированных известняках
155	Грандидьерит, ромб., $2Na_2O\cdot 8(Fe,_{Mg})O\cdot 16Al_2O_3\cdot 10SiO_2\cdot B_2O_3\cdot 3H_2O$	{100}, {010}, {hk0}; удлиненный	# (100) соверш.; # (010) хор.; тв. 7,5; уд. в. 2,99±	*Np* ∥ *a*, бисс.; *Nm* ∥ *c*, П.О.О.(001). *Ng* ∥ *b*; *l*=(+) (—) Рис. на стр. 85	$n_p=1{,}6018$ $n_m=1{,}6360$ $n_g=1{,}6385$ ⊖, Δ=0,0367	$2V_{Np}=30°$; $r<v$ сильная	*Np*—сине-зеленый; *Nm*—бесцветный; *Ng*—синевато-зеленый; $Nm\ll Np\leqslant Ng$	В кислотах не разлагается; превращается в серицит; дает пойкилитовые прорастания с кварцем	Турмалин—абсорбция $No\gg Ne$, дюмортьерит—абсорбция $Np>Ng$; серендибит—пластинчатые ◇; сапфирин—больший *n* и меньшее Δ	С альмандином, плеонастом, андалузитом в пегматитах и аплитах
156	Кордиерит (дихроит), ромб., $2(Mg,\ Fe)O\cdot 2Al_2O_3\cdot 5SiO_2$	{110}, {010}, {001}, {100}, {111}; ◇={110} и {130}: перекрещенные проросшие тройники; псевдогексагональный; короткостолбчатый ∥ *c*, зернистый, крепкий	# (010) пл.; (001) отд.; тв. 7—7,5; уд. в. {2,57; 2,66} кордиерит; {2,78} Fe кордиерит	*Np* ∥ *c*, бисс.; *Nm* ∥ *a*, П.О.О.(100); *Ng* ∥ *b*; *l*=(—) Рис. на стр. 85	Корд. Fe—корд. $n_p=1{,}534$—$1{,}551_5$—$1{,}558$ $n_m=1{,}539$—$1{,}559$—$1{,}569$ $n_g=1{,}543$—$1{,}561$—$1{,}575$ ⊖, Δ=0,009—$0{,}009_5$—0,017	$2V_{Np}$ {80°—45°, кордиерит; 45°—75°, Fe-кордиерит; $r<v$ Диаграмма на стр. 86	Бесцветный; также: *Np*—бледно-оранжевый; *Nm*—светло-сине-фиолетовый, *Ng*—бледно-сине-фиолетовый $Np<Ng<Nm$	Слабо разлагается в кислотах: изменяется в пинит; желтые плеохроичные дворики; пойкилобластовые прорастания в контактовых сланцах	Кварц—одноосный и не изменяется; олигоклаз—большей частью пластинчатые ◇ Гексаг. кордиерит—Δ=0,004, в вулканич. породах	Резорбционный в диоритах, дацитах и др.; контактово-метаморфический в роговиках; в парагнейсах высших ступеней метаморфизма
157	Бертрандит, ромб., $4BeO\cdot 2SiO_2\cdot H_2O$	{010}, {100}, {001}, {h0l}, {0kl}; ◇={011}, серцевидные; таблитчатый по (100) или (010)	# {110} соверш., 121°; # (010) и (001) хор.; тв. 6—6,5; уд. в. 2,60∓	*Np* ∥ *a*, бисс.; *Nm* ∥ *b*, П.О.О. (010); *Ng* ∥ *c*; *l*=(—) Рис. на стр. 85	$n_p=1{,}584$—$1{,}591$ $n_m=1{,}603$—$1{,}605$ $n_g=1{,}611$—$1{,}614$ ⊖, Δ=0,027—0,023	$2V_{Np}=73°$—$75°$; $r<v$ слабая	Бесцветный до бледно-желтого	В кислотах нерастворим	Мусковит — # только в одном направлении	Вторичный по бериллу в пегматитах; иногда также в гранитах и аплитах
158	Пренит, ромб., $2CaO\cdot(Al,_{Fe})_2O_3\cdot 3SiO_2\cdot H_2O$	{001}, {110}, {010}, {031}; ◇=(100) оптически незаметные; толстотаблитчатый ∥ (001); короткотаблитчатый ∥ *c*; розетки	# (001) соверш.; # {100} пл., 80°; тв. 6—6,5; уд. в. 2,91±	*Np* ∥ *a*; *Nm* ∥ *b*, П.О.О. (010), *Ng* ∥ *c*, бисс., *l*=(±) Рис. на стр. 85	Не содер. 20%Fe Fe··· пренита $n_p=1{,}611$—$1{,}630$ $n_m=1{,}617$—$1{,}641$ $n_\sigma=1{,}632$—$1{,}659$ ⊕, Δ=0,022—0,039 Диаграмма на стр. 87	$2V_{Ng}=65°$—$69°$; $r>v$; ($2V=0$—$30°$, $r\ll v$, аномальные интерференционные окраски вследствие микроскопич. прораст.)	Бесцветный	Слабо разлагается в HCl; веерообразное или мозаичное строение	Лавсонит—больший *n*; данбурит—меньшее Δ; датолит—нет #; томсонит—более низкий *n*	Гидротермально-водный в трещинах и пустотах; вторичный по плагиоклазу и анальциму; в силицированных известняках



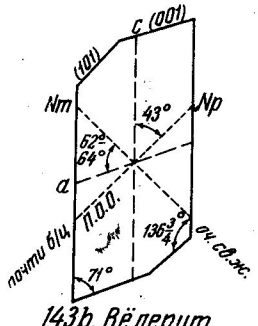
143a. Вёлерит



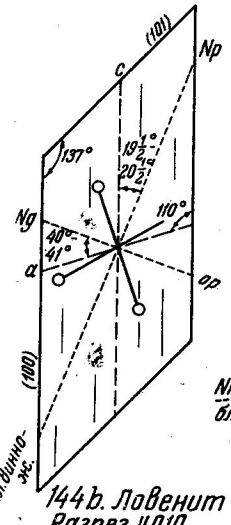
144a. Ловенит



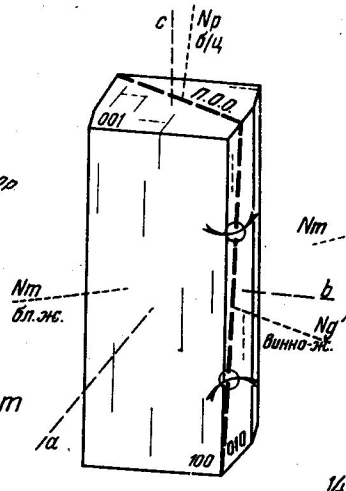
145. Гиортдалит и гуаринит



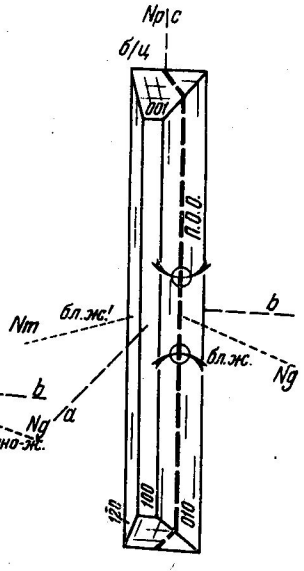
143b. Вёлерит
Разрез ⊥ 010



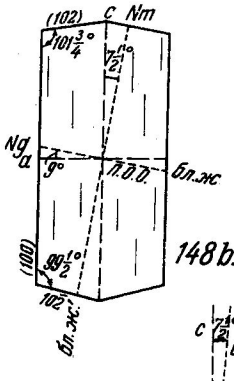
144b. Ловенит
Разрез ⊥ 010



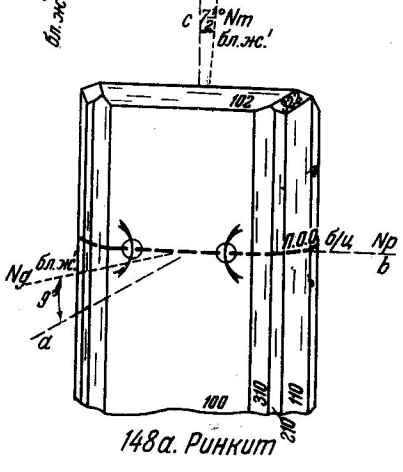
146a. Гаинит



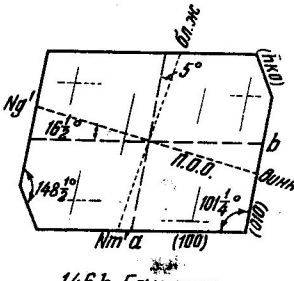
147a. Розенбушит



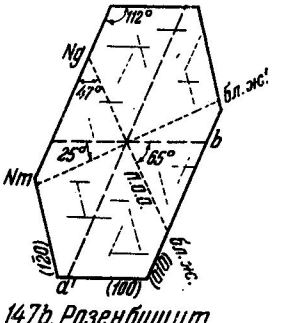
148b. Ринкит



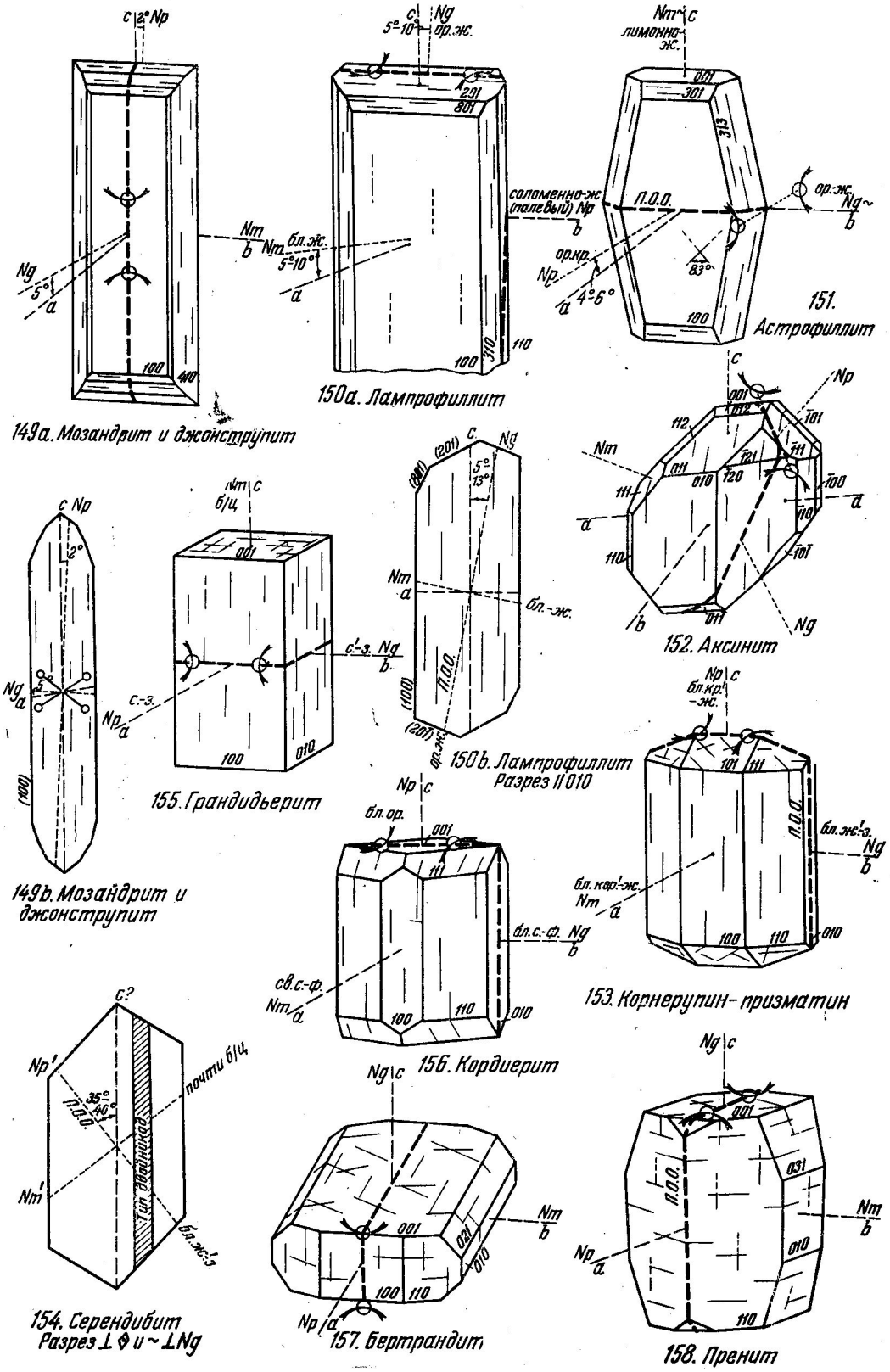
148a. Ринкит

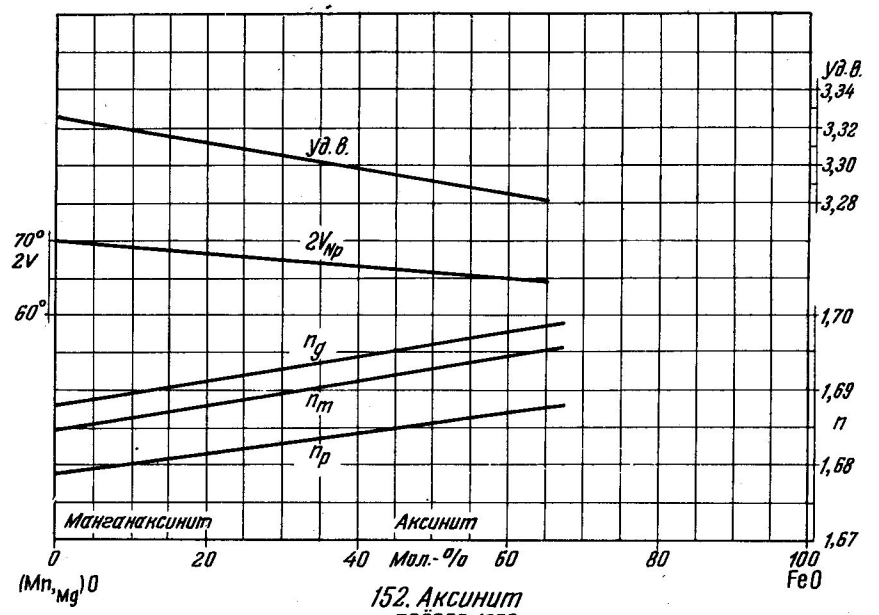


146b. Гаинит
Разрез ⊥ c

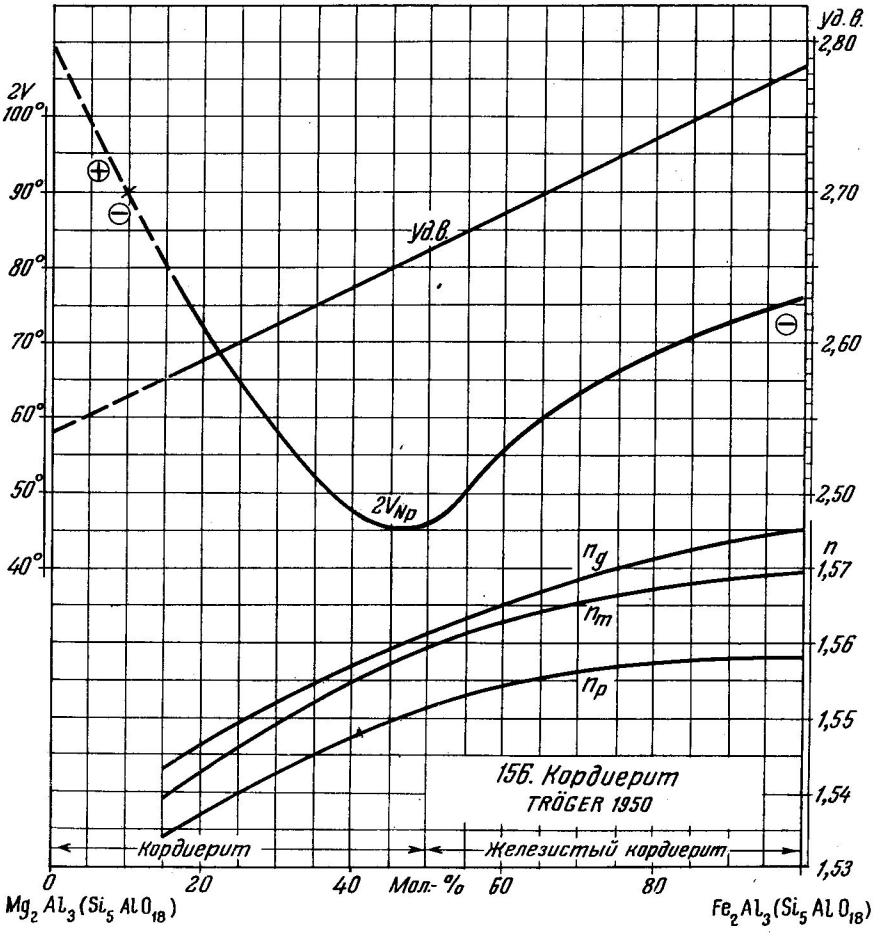


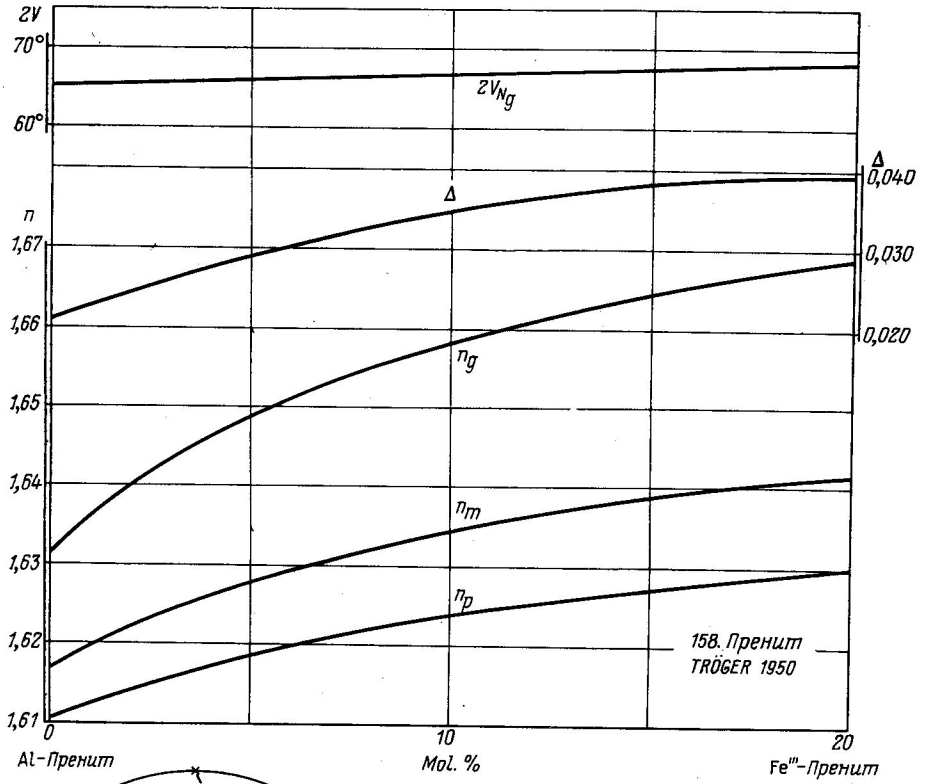
147b. Розенбушит
Разрез ⊥ c


149a. Мозандрит и джонструпит
150a. Лампрофиллит
151. Астрофиллит
152. Аксинит
149b. Мозандрит и джонструпит
155. Грандидьерит
150b. Лампрофиллит
Разрез ⊥ 010
153. Корнерупин-призматин
154. Серендибит
Разрез ⊥ Φ и ~ ⊥ Ng
156. Кордиерит
157. Бертрандит
158. Пренит

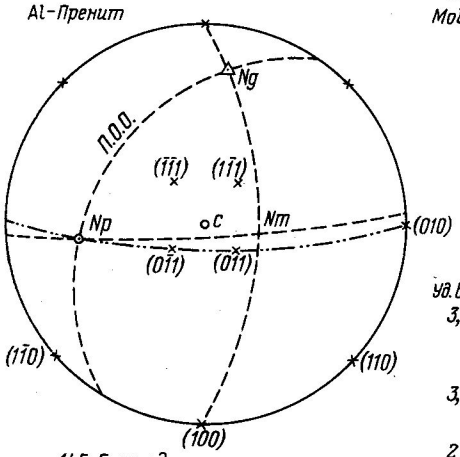


152. Аксинит
TRÖGER 1950

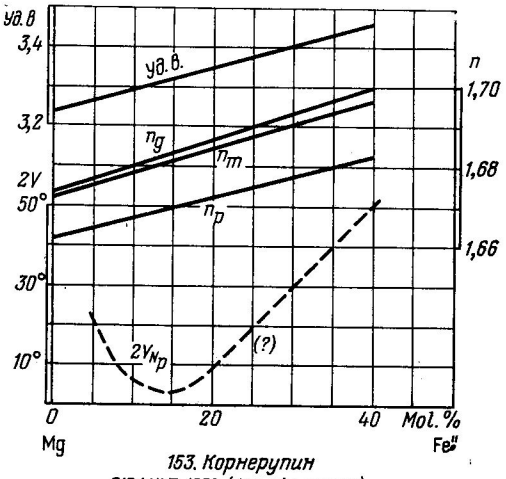




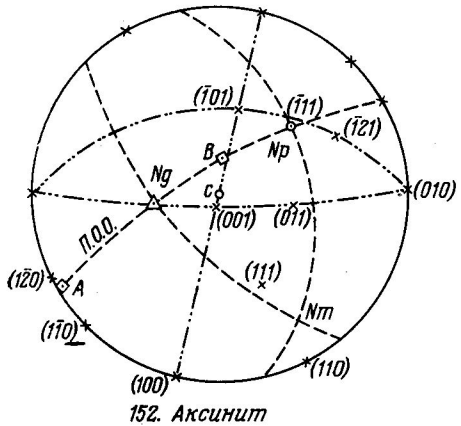
158. Пренит
TRÖGER 1950



145. Гиортдалит и гуаринит



153. Корнерупин
GIRAULT 1952 (Am. Min. 37,537)

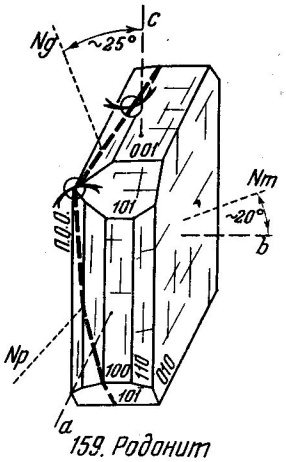


152. Аксинит

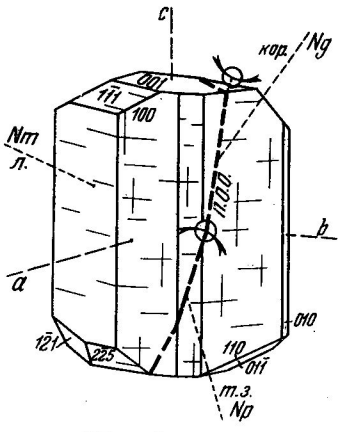
№ п/п	Название, сингония, формула	Наиболее часто встречающиеся простые формы, двойники, габитус, агрегаты	Спайность, твердость, уд. вес	Оптическая ориентировка	Показатель преломления, двупреломление	Угол и дисперсия оптических осей	Окраска в шлифе, плеохроизм, абсорбция	Химические свойства, характерные особенности	Сходные минералы и их отличия	Парагенезис, генезис и условия нахождения
159	Родонит, трикл., $(Mn, {}_{Fe}, {}_{Ca})\,O\cdot SiO_2$	{010}, {100}, {001}, {110}, {$1\bar{1}0$}, {101}, {$10\bar{1}$}, ◇ = (101) ?; толстотаблитчатый ∥ (010); зернистый	# (100) и (001) соверш., 92°30′; # (010) хор.; тв. 5,5—6,5; уд. в. 3,73±	$Nm \wedge b \approx 20°$; $Ng' \wedge c$ на (010) ≈ 35°; Ng = бисс., $l = /\pm/$ Рис. на стр. 94	$n_p = 1{,}711—1{,}738$ $n_m = 1{,}716—1{,}741$ $n_g = 1{,}723—1{,}752$ ⊕, Δ = 0,012—0,014	$2V_{Ng} = 74°—58°$; $r < v$ несимметричная Диаграмма на стр. 95	Бесцветный; в толстом препарате; ≈ ∥ Np—оранжевый; ≈ ∥ Nm—розовый; ≈ ∥ Ng—бледно-оранжевый	Растворяется в HCl; при выветривании образуются окислы марганца	Бустамит—меньший n и меньший уд. в.; авгит—большее △; дистен—более грубая спайность	В ассоциации с кварцем и родохрозитом, спессартином и магнетитом, контактово-метасоматический в силикатных известняках
160	Бабингтонит, трикл., $(Ca, Fe'', Fe''', OH)O\cdot SiO_2$	{110}, {100}, {$\bar{1}10$}, {001}, (Richmond); нет ◇; коротко-призматический; по (100) плоский	# (001) соверш., # (1$\bar{1}$0) хор.; тв. 6; уд. в. 3,36±	П.О.О. ≈ ∥ ($\bar{1}\bar{2}2$); ось A ≈ 10°—20° ксо на (001); ось B ≈ 10° косо на (110) Рис. на стр. 94	$n_p = 1{,}700—1{,}720$ $n_m = 1{,}710—1{,}731$ $n_g = 1{,}725—1{,}753$ ⊕, Δ = 0,025—0,033	$2V_{Ng} = 76°—50°$; $r > v$ сильная	Np—темно-зеленый; Nm—светло-пурпурно-серый; Ng—оранжево-коричневый; $Np > Nm > Ng$	В кислотах не разлагается; дисперсия биссектрис	Пироксены — значительно более слабый плеохроизм	С эпидотом, пренитом и кальцитом; гидротермальный в трещинах диабазов и пегматитов
161	Волластонит, трикл., $CaO\cdot SiO_2$	{100}, {001}, {101}, {$10\bar{1}$}, {110}, {$1\bar{1}0$}; ◇ = (100) пластинчатые; вытянут ∥ b, волокнистый	# (100) совер. 70°; # (102) хор. # (001) хор. 84°30′; # (101) и ($\bar{1}01$) ясн.; тв. 4,5—5; уд. в. 2,91±	$Np \wedge c = -28$ до 34°, бисс., $Nm \wedge b = +3$ до 5°; П.О.О. ⊥ b; $Ng \wedge a = +34$ до 39°; $l = /\pm/$ Рис. на стр. 94 и 95	$n_p = 1{,}618—1{,}622$ $n_m = 1{,}630—1{,}634$ $n_g = 1{,}632—1{,}636$ ⊖, Δ = 0,014—0,014	$2V_{Ng} = 42°—36°$; $r > v$ четкая наклонная Диаграмма на стр. 95	Бесцветный	С HCl образует студневидный осадок	Параволластонит (в вулканических выбросах), очень похож, но $Nm \parallel b$; пектолит — $l = /+/$ и большее △; грамматит (тремолит) — П.О.О. ∥ l	С диопсидом, гроссуляром и эпидотом контактово-метаморфический в мраморах; как резорбционные образования в нефелиновых породах
162	Бустамит, трикл., $CaO\cdot MnO\cdot 2\,SiO_2$	{010}, {100}, {001}, {110}, {$1\bar{1}0$}, {101}, {$10\bar{1}$}; ◇ = (101) ?; толстотаблитчатый ∥ (110); зернистый	# (100) и (001) соверш., 92°30′; # (010) хор.; тв. 5,5—6,5; уд. в. 3,33±	$Nm \wedge b \approx 35°$; Np = бисс. Рис. на стр. 94 и 95	$n_p = 1{,}662—1{,}689$ $n_m = 1{,}675—1{,}701$ $n_g = 1{,}677—1{,}704$ ⊖, Δ = 0,015—0,015	$2V_{Np} = 36°—41°$; $r > v$ Диаграмма на стр. 95	Бесцветный; также: Np — бледно-оранжевый; Nm — розово-красный; Ng — бледно-оранжевый	В HCl частично растворим; при выветривании образуются окислы марганца	Родонит — большие n и уд. в.	С сильваитом (лиевритом) и спессартином контактово-метасоматический в мраморах
163	Пектолит, трикл., $4\,CaO\cdot Na_2O\cdot 6\,SiO_2\cdot H_2O$	{100}, {001}, {hk0}, {010}, {111} (Peaceck); ◇ = (001); вытянут ∥ b, ветвистый	# (100) соверш.; # (001) соверш.; тв. 4,5—5; уд. в. 2,87±	$Ng' \wedge b$ на (100) ≈ 0°; $Ng' \wedge b$ на (001) = 2°; П.О.О. ≈ ∥ (100), $l' = (+)$ Рис. на стр. 94 и 95	$n_p = 1{,}595—1{,}610$ $n_m = 1{,}604—1{,}614$ $n_g = 1{,}633—1{,}642$ ⊕, Δ = 0,038—0,032	$2V_{Ng} = 60°—50°$; $r > v$ слабая	Бесцветный	В HCl частично растворяется с выделением студневидного кремнезема	Волластонит —П.О.О. ⊥ l; розенбушит — $l' = /—/$	Постмагматический в основных эффузивных породах и трещинках в них
164	Ромбические пироксены; энстатит — бронзит, гиперстен—эулит—Fs $(Mg, Fe)\,O\cdot SiO_2$	{100}, {010}, {110}, {h0l}; ◇ = (011), $c:c \sim 61°$; ◇ = (023) и ($\bar{0}$43); таблички ∥ (100); вытянуты ∥ c; также таблитчатые ∥ (010); зернистые	# {110} хор., 91°45′; # (010) иногда ясн.; # (100) соверш. отд.; тв. 5—6; уд. в. 3,18—3,90	$Np \parallel b$ бисс. (гиперстен)*; $Nm \parallel a$, П.О.О. (100); $Ng \parallel c$, бисс. (энстатит.) $l = /+/$ Рис. на стр. 96	Энст. Гип. Эул. n_p = =1,657—1,712—1,766 n_m = =1,659—1,724—1,770 n_g = =1,665—1,927—1,788 ⊕, Δ = =0,008—0,015—0,022	$2V_{Ng}$ =>54° энст. $2V = 90° \pm$ бронз. $2V_{Np}$ =>45° гип. $2V = 90° \pm$ эулит $r < v$ ↑ ↓ $r < v$ Диаграмма на стр. 98	Энст.—бронз.: почти бесцветный; гипер. — эулит: $Np \geqq Nm < Ng$; Np — светло-розовато-коричневый, розовый; Nm — светло-желто-зеленый, охряный; Ng — светло-зеленый, серо-зеленый	В холодной HCl медленно растворяется; структура распада: пластинки ильменита ∥ (100) в гиперстене; клинопироксеновые пластинки ∥ (010) или ∥ (110); часто серпентинизированы	Клинопироксены — большее △; у цоизита большей частью $l = /—/$ и меньшее △; андалузит — $l = /—/$ и меньший n	Энст.—бронз.—магматические в габброидах, ультрабазитах и метеоритах; гип.—магматический в габброидах, метаморфический в роговиках и кристаллических сланцах; эулит — мезозональный в эулизитах

№ п/п	Название, сингония, формула	Наиболее часто встречающиеся простые формы, двойники, габитус, агрегаты	Спайность, твердость, уд. вес	Оптическая ориентировка	Показатель преломления, двупреломление	Угол и дисперсия оптических осей	Окраска в шлифе, плеохроизм, абсорбция	Химические свойства, характерные особенности	Сходные минералы и их отличия	Парагенезис, генезис и условия нахождения
165	Ряд клиноэнстатита, мон., клиноэнстатит — клиноферросилит, $(Mg, Fe)O \cdot SiO_2$	{100}, {010}, {110}, {111}, {001}; $\beta = 104°30'$; ◇ = (100), пластинчатый; столбчатый ∥ c; таблитчатый ∥ (100)	# {110} хор. от 92° до 91°; (001) отд.; тв. = 6; уд. в. {3,18 энст. / 3,90 ферр.	$Np \parallel b$; $Nm \wedge a = -8$ до 20°, П.О.О. ⊥ (010); $Ng \wedge c =$ {+22° энст. / +34° ферр.} бисс. Рис. на стр. 96	Энстатит — Ферросил $n_p = 1{,}651$ — 1,762 $n_m = 1{,}653$ — 1,764 $n_g = 1{,}660$ — 1,794 ⊕, $\Delta = 0{,}009$ — 0,032	$2V_{Ng} =$ {53° / 28°}, $r < v$	Клиноэнстатит — бесцветный; клиногиперстен — $Nm < Np < Ng$; Np — светло-красновато-коричневый; Nm — светло-желто-зеленый; Ng — светло-зеленый	Образует плоскостные срастания с энстатитом	Ортопироксены — прямое погасание; пижонит — больший $Ng \wedge c$ и меньший $2V$ Пироксены диопсидового ряда — большее Δ	В метеоритах, особенно хондритах; в кимберлитах; редко в магматических породах; искусственные в шлаках
166	Пижонит, мон., $2CaO \cdot 14(Mg, Fe)O \cdot 16SiO_2$	{110}, {100}, {010}, {111}, {$\overline{1}01$}; $\beta = 105°30'$; ◇ = (100) пластинчатый; ◇ (001) пластинчатые; призматический ∥ c; таблитчатый ∥ (100)	# {110} хор. 92°30'; # (100) и (010) ясн.; (001) отд. часто наблюдается; тв. 6; уд. в. 3,30—3,46	Большей частью $Np \parallel b$, П.О.О. ⊥ (010); $Nm \wedge a = 21$—28°; $Ng \wedge c = +37°$ до 44°, бисс. Редко: $Np \wedge a = -21$ до 28° $Nm \parallel b$, П.О.О. (010) $Ng \wedge c = +37°$ до 44°, бисс. Рис. на стр. 96	Богатый энстатитом — Богатый ферросилитом $n_p =$ 1,682 — 1,722 $n_m =$ 1,684 — 1,722 $n_g =$ 1,705 — 1,751 ⊕, $\Delta =$ 0,023 — 0,029	$2V_{Ng}$ — большей частью = 25° —0° в пл. ⊥ (010); $r < v$; $2V_{Ng}$ редко = = 0°—30° в пл. (010); $r > v$ Диаграмма на стр. 100	Бесцветный до: Np — розовый, светло-зеленовато-коричневый; Nm — розовый, светло-зеленовато-коричневый; Ng — светло-зеленый, светло-желтый; $Np \sim Nm \sim Ng$	Не разлагается в HCl; пластинчатые срастания ∥ 100 с энстатитом и диопсидом	Энстатит — меньшее Δ и П.О.О. ∥ (100); оливин — большее Δ	Магматический в базальтах; реже в глубинных горных породах группы габбро; не встречается в метаморфических горных породах
167	Ряд диопсида, мон., диопсид—салит—геденбергит, $8CaO \cdot 8(Mg, Fe)O \cdot 16\,SiO_2$	{100}, {010}, {110}, {001}, {101}:{hkl}; $\beta = 105°45'$; ◇ = (100) пластинчатый; ◇ = (001) пластинчатые; стебельчатый ∥ c до зернистого	# {110} хор., 92°45'; # (010) ясн., # (100) редко; (100) и (001) отд.; тв. 5,5—7; уд. в. 3,25—3,62	$Np \wedge a = -22$—32°, $Nm \parallel b$ П.О.О. (010); $Ng \wedge c = +38°$ до 48° ($r > v$), бисс. Рис. на стр. 96	Диоп-сид — Салит — Геден-бергит $n_p = 1{,}665$—1,699—1,727 $n_m = 1{,}672$—1,706—1,735 $n_g = 1{,}696$—1,728—1,756 ⊕, $\Delta = 0{,}031$—0,029—0,029	$2V_{Ng} = 56$—63° $r > v$; оптическая ось A (вблизи a) сильнее диспергирует, чем оптическая ось B Диаграмма на стр. 102	Диопсид — бесцветный; салит — геденбергит — $Np \geqslant Ng \geqslant Nm$: Np — светло-сине-зеленый; Nm — светло-желто-зеленый, бледно-зеленый; Ng — бледно-зеленый, светло-сине-зеленый	Не разлагается в HCl; геденбергит: на разрезе ∥ (010) сильные супернормальные интерференционные окраски	Авгит — большей частью интенсивнее окрашен; пижонит — меньший $2V$; бронзит — меньшее Δ; оливин — хуже #	Диопсид — магматический в кислых и средних горных породах; контактовый и катамезозональный в известняках и основных горных породах; салит и геденбергит преимущественно в скарнах и метаморфических известняках
168	Ряд авгита, мон., авгит—ферроавгит $6{,}5\,CaO \cdot 8\,(Fe, Mg)\,O \cdot 3\,(Al_{Fe})_2O_3 \cdot 14{,}5\,SiO_2$	{100}, {010}, {110}, {$\overline{1}\overline{1}1$}, {001}; $\beta = 105°45'$; ◇ = (100) пластинчатый; ◇ = (101), {$\overline{1}22$} и (001); короткостолбчатый ∥ c, зернистый	# {110} хор., 92°45'; # (010) ясн.; отд. ∥ (100): «диаллаг»; тв. 5,5—6; уд. в. 3,35—3,45	$Np \wedge a = -23$ до—31°; $Nm \parallel b$ П.О.О. (010); $Ng \wedge c = +39$ до+47°; бисс. Рис. на стр. 96	Диоп-сид — Салит — Геден-бергит $n_p = 1{,}670$—1,693—1,743 $n_m = 1{,}676$—1,698—1,750 $n_g = 1{,}694$—1,720—1,772 ⊕, $\Delta = 0{,}024$—0,027—0,029	$2V_{Ng} = 42$—70°; $r > v$	Np — светло-зеленый, светлый сине-зеленый; Nm — светлый желто-зеленый, светло-зеленый; Ng — оливково-зеленый; серо-зеленый; $Nm < Np \geqslant Ng$	Не разлагается в HCl; структура распада: пластинки ильменита ∥ (100) вытянуты по b и ортопироксеновые пластинки ∥ (100) и (001)	Ортопироксены — прямое погасание; диопсид — несколько большее Δ и большей частью более бледные абсорбционные окраски	Магматические в основных горных породах тихоокеанской провинции; минералы мезокатазон и контактово-метаморфические в амфиболовых и пироксеновых горных породах
169	Ряд фассаита, мон., $8\,CaO \cdot 6{,}5\,(Mg, Fe)\,O \cdot 1{,}5\,(Al, {}_{Fe,\ Ti})_2 \cdot O_3 \cdot 14{,}5\,SiO_2$	{110}, {$\overline{1}\overline{1}1$}, {$\overline{2}21$}; $\beta = 105°45'$; ◇ = (100); пирамидальный, зернистый	# {110} хор., 92°45'; # (010) ясн.; тв. 5,5—6; уд. в. 2,97—3,31	$Np \wedge a = -26$ до—29°; $Nm \wedge b$, П.О.О. (010); $Ng \wedge c = +42$ до 45° ($r > v$), бисс. Рис. на стр. 96	Диоп-сид — Салит $n_p = 1{,}690$—1,696 $n_m = 1{,}696$—1,703 $n_g = 1{,}716$—1,724 ⊕, $\Delta = 0{,}026$—0,028	$2V_{Ng} = 58$—60°; $r \gg v$; оптическая ось B (близ c) диспергирует сильнее, чем оптическая ось A	Большей частью бесцветный; кроме того: Np — светло-зеленый; Nm — светло-желто-зеленый; Ng — светло-зеленый	Не разлагается в HCl; аномальные окраски при погасании особенно на (010)	Авгит — в большинстве случаев не наблюдается дисперсии осей индикатрисы	Магматический — в монцонитах и андезитах; контактово-метаморфический — в скарнах и мраморах
170	Титанавгит, мон., $7\,CaO \cdot 7\,(Mg, {}_{Fe}\,Na_2)\,O \cdot TiO_2 \cdot 3{,}5 \cdot (Al, {}_{Fe})_2O_3 \cdot 13{,}5\,SiO_2$	{100}, {110}, {010}, {$\overline{1}\overline{1}1$}; $\beta = 106°$; ◇(100) пластинчатый; ◇(101) и {122} перекрещенно-проросшие; короткостолбчатый, толстотаблитчатый	# {110} хор. до пл., 92°45', иногда только раковистый излом; тв. 5,5—6; уд. в. = 3,36 ±	$Np \wedge a = -16$ до—19°; $Nm \parallel b$, П.О.О. (010); $Ng \wedge c = +32°$ до+55° ($v > r$) бисс.; иногда зональный Рис. на стр. 96	$n_p = 1{,}695$—1,741 $n_m = 1{,}700$—1,746 $n_g = 1{,}728$—1,762 ⊕, $\Delta = 0{,}033$—0,021	$2V_{Ng} = 45$—58°; $r \gg v$ очень сильно наклонная; оптическая ось B (близ c) сильнее диспергирует, чем оптическая ось A	Np — светло-коричневато-желтый; Nm — коричневато-лиловый, фиолетовый; Ng — коричнево-желтый; фиолетово-коричневый $Np < Nm \geqslant Ng$	В горячей HCl быстро растворяется; резко зональное строение, структура песочных часов; аномальные окраски при погасании, особенно на (010)	Шерл — оптически одноосный, глаукофан — меньший n и ∈	Магматический в основных и средних горных породах атлантической провинции; не бывает метаморфическим

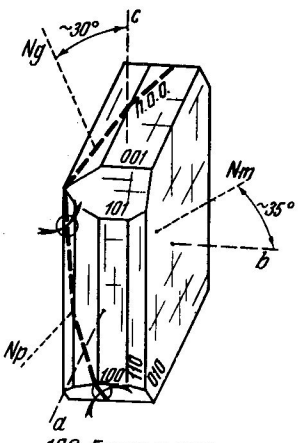
№ п/п	Название, сингония, формула	Наиболее часто встречающиеся простые формы, двойники, габитус, агрегаты	Спайность, твердость, уд. вес	Оптическая ориентировка	Показатель преломления, двупреломление	Угол и дисперсия оптических ссей	Окраска в шлифе, плеохроизм, абсорбция	Химические свойства, характерные особенности	Сходные минералы и их отличия	Парагенезис, генезис и условия нахождения
171	Эгирин-авгит, мон., $m[CaO\cdot(Mg, Fe)O\cdot 2SiO_2]\cdot n[Na_2O\cdot Fe_2O_3\cdot 4SiO_2]$	{110}, {100}, {010}, {461}, {$\bar{1}11$}; $\beta=106°$; $\diamond=(100)$; столбчатый $\parallel c$, редко зернистый	#{110} соверш., 93°, #(010) ясн.; (001) отд.; тв. 5,5—6; уд. в. 3,46±	$Np\wedge c=0$ до $-30°$ бисс; $Nm\parallel b$, П.О.О.(010); $Ng\wedge a=+46$ до $+16°$; $l'=(-)$ Рис. на стр. 97	Богатый диопсидом / Богатый эгирином $n_p=1{,}716$ / $-1{,}762$ $n_m=1{,}730$ / $-1{,}796$ $n_g=1{,}750$ / $-1{,}810$ $\oplus$, $\Delta=0{,}034$ / $-0{,}048$	$2V_{Ng}=80°$ богатый диопсидом $r>v$; $2V=90°$ $2V_{Np}=70°$ богатый эгирином $r<v$ Диаграмма на стр. 103	Np — зеленый; Nm—светло-зеленый; Ng — светло-зеленый, — светло-коричневато-желтый; $Np>Nm>Ng$	Слабо разлагается в HCl, легко плавится п. п. т; изоморфные смеси	Эгирин — Np лежит в тупом углу β, кроме того, большие n и Δ	Магматический в средних горных породах атлантической провинции; каемки вокруг титан-авгита в основных щелочных горных породах
172	Эгирин, мон., $Na_2O\cdot Fe_2O_3\cdot 4SiO_2$	{110}, {100}, {010}, {661}, {461}, {111}, {101}; $\beta=106°45'$; $\diamond$(100) пластинчатые; стебельчатый $\parallel c$; игольчатый	#{110} соверш., 93°, #(010) ясн. (001) отд. (?); тв. 6,5; уд. в. 3,54±	$Np\wedge c=0$ до $+8°$ ($r<v$) бисс.; $Nm\parallel b$, П.О.О. (010); $Ng\wedge a=+9$ до $+17°$; $l'=(-)$ Рис. на стр. 97	Содержащий диопсид / Чистый $n_p=1{,}762$ / $-1{,}776$ $n_m=1{,}796$ / $-1{,}821$ $n_g=1{,}810$ / $-1{,}836$ $\ominus$, $\Delta=0{,}048$ / $-0{,}060$	$2V_{Np}=70—60°$; $r<v$ сильная наклонная Диаграмма на стр. 103	Эгирин Np — зеленый; Nm—желтовато-зеленый, зеленовато-желтый; Ng — зеленовато-желтый, коричневато-желтый; $Np\geq Nm>Ng$ «Акмит» Np — коричневый; Nm — светло-коричневый; Ng — зеленовато-желтый; $Np>Nm>Ng$	Слабо разлагается в HCl, легко плавится п. п. т; изоморфные смеси	Эгирин-авгит — Np лежит в остром углу β; зеленая роговая обманка — другой $Ng\wedge c$; турмалин — оптически одноосный; авгит — $\oplus$ и имеет меньшее Δ	Магматический в кислых и средних горных породах атлантической провинции и в пегматитах этих пород; в шелочных ортогнейсах
173	Омфацит, мон., $6CaO\cdot 6(Mg,_{Fe})\cdot O\cdot 2Na_2O\cdot 2{,}5Al_2O_3\cdot 15{,}5\ SiO_2$	Не имеет кристаллографических форм; $\beta=106°$; $\diamond$(100) пластинчатые; короткостебельчатый; зернистый	#{110} соверш.; 92°30′; (100) отд.; тв. 5 6; уд. в. 3,31±	$Np\wedge a=23°$ до $-27°$; $Nm\parallel b$, П.О.О. (010); $Ng\wedge c=+43°$ до $+39°$, бисс. Рис. на стр. 97	$n_p=1{,}669$ / $-1{,}667$ $n_m=1{,}676$ / $-1{,}674$ $n_g=1{,}693$ / $-1{,}689$ $\oplus$, $\Delta=0{,}024$ / $-0{,}022$	$2V_{Ng}=63-68°$; $r>v$ Диаграмма на стр. 102	Почти бесцветный	В HCl не разлагается; часты включения рутила; часто в срастании со смарагдитом; (010) $\parallel$ (010), $c\parallel c$		Мезо- до катазонального в эклогитах с гранатом, смарагдитом и дистеном
174	Жадеит, мон., $Na_2O\cdot Al_2O_3\cdot 4SiO_2$	Не имеет кристаллографических форм; $\beta=107°15'$; $\diamond=(100)$ и (001) пластинчатые; волокнистый $\parallel c$, листоватый, волокнистый, плотный	#{110} хор., 92°; (100) отд.; тв. 6,5; уд, в. 3,33±	$Np\wedge a=16—18°$ (чистый) до -22 $-30°$; $Nm=b$, П.О.О. (010); $Ng\wedge c=$ бисс. $\begin{cases}+33+35° \text{ (чистый)}\\ +39°+47° \text{ богатый диопсидом)}\end{cases}$ Рис. на стр. 97	Чистый / Богатый диопсидом $n_p=1{,}654$ / $-1{,}666$ $n_m=1{,}657$ / $-1{,}673$ $n_g=1{,}665$ / $-1{,}683$ $\oplus$, $\Delta=0{,}011$ / $-0{,}022$	$2V_{Ng}=72-68$; $r<v$	Большей частью бесцветный; иногда: Np — бледно-зеленоватый; Nm — бесцветный; Ng — бледно-желтоватый	Не разлагается в HCl; легко плавится; Na пламя	Актинолит — меньший $Ng\wedge c$	Эпи- до катазонального в основных щелочных горных породах и в известняках; вместе с глаукофаном, также в эклогитах
175	Сподумен, мон., $LiO\cdot Al_2O_3\cdot 4SiO_2$	{100}, {010} {110}, {0kl}; {hk0}; $\beta=110°30'$; $\diamond$=(100) хор., листоватый, стебельчатый $\parallel c$	#{110} соверш., 93°15′; (100) отд. тв. 6,5—7; уд. в. 3,17±	$Np\wedge a=-3$ до 7°, бисс., $Nm\parallel b$, П.О.О. (010), $Ng\wedge c=+23$ до $+27°$, бисс. Рис. на стр. 97	$n_p=1{,}651$ / $-1{,}668$ $n_m=1{,}660$ / $-1{,}671$ $n_g=1{,}676$ / $-1{,}681$ $\oplus$, $\Delta=0{,}025$ / $-0{,}013$	$2V_{Ng}=50—70°$; $r<v$ слабая наклонная; также: $2V_{Np}=60—80°\ominus$, когда $n\beta\sim 0{,}005—0{,}002$ выше	Почти бесцветный; в толстых шлифах лиловый (кунцит) или зеленый (гидденит), тогда: $Np>Nm>Ng$ бледные	Не разлагается в HCl; Li пламя		С лепидолитом, трифилином, турмалином и в гранитных пегматитах и аплитах



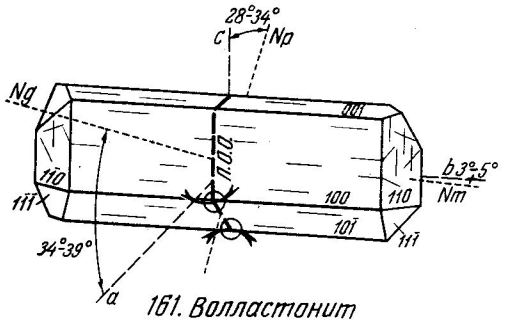
159. Родонит



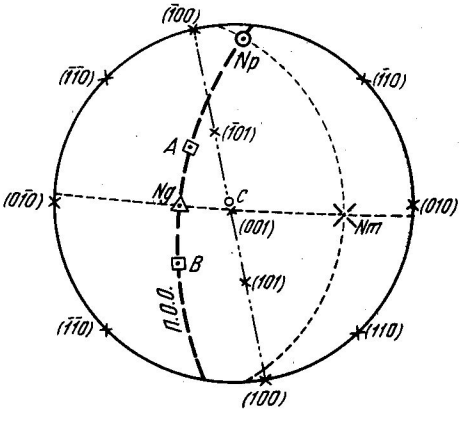
160. Бабингтонит



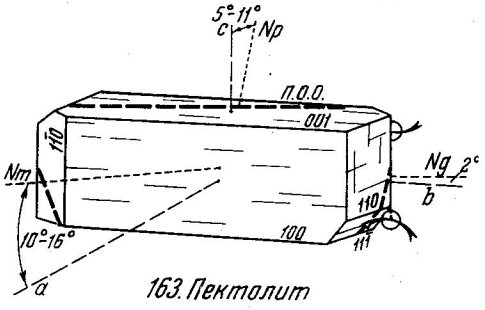
162. Бустамит



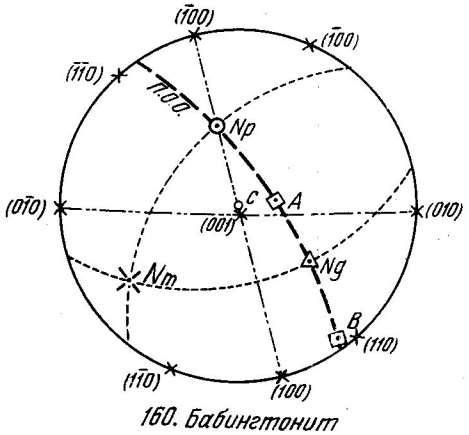
161. Волластонит



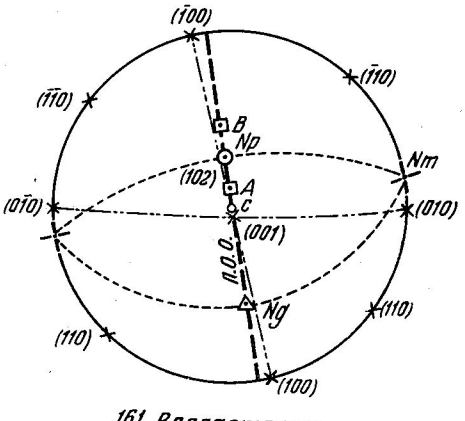
159. Родонит



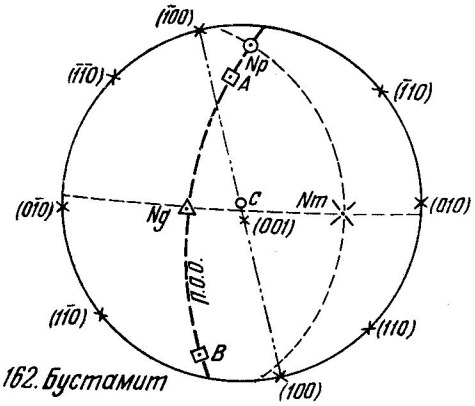
163. Пектолит



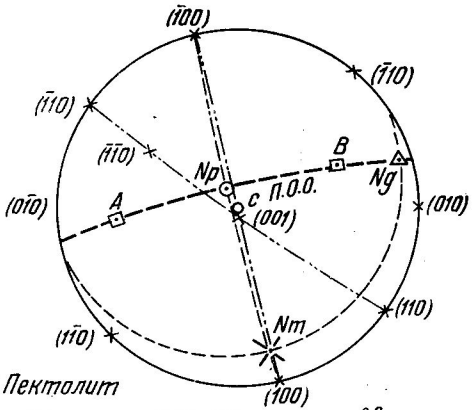
160. Бабингтонит



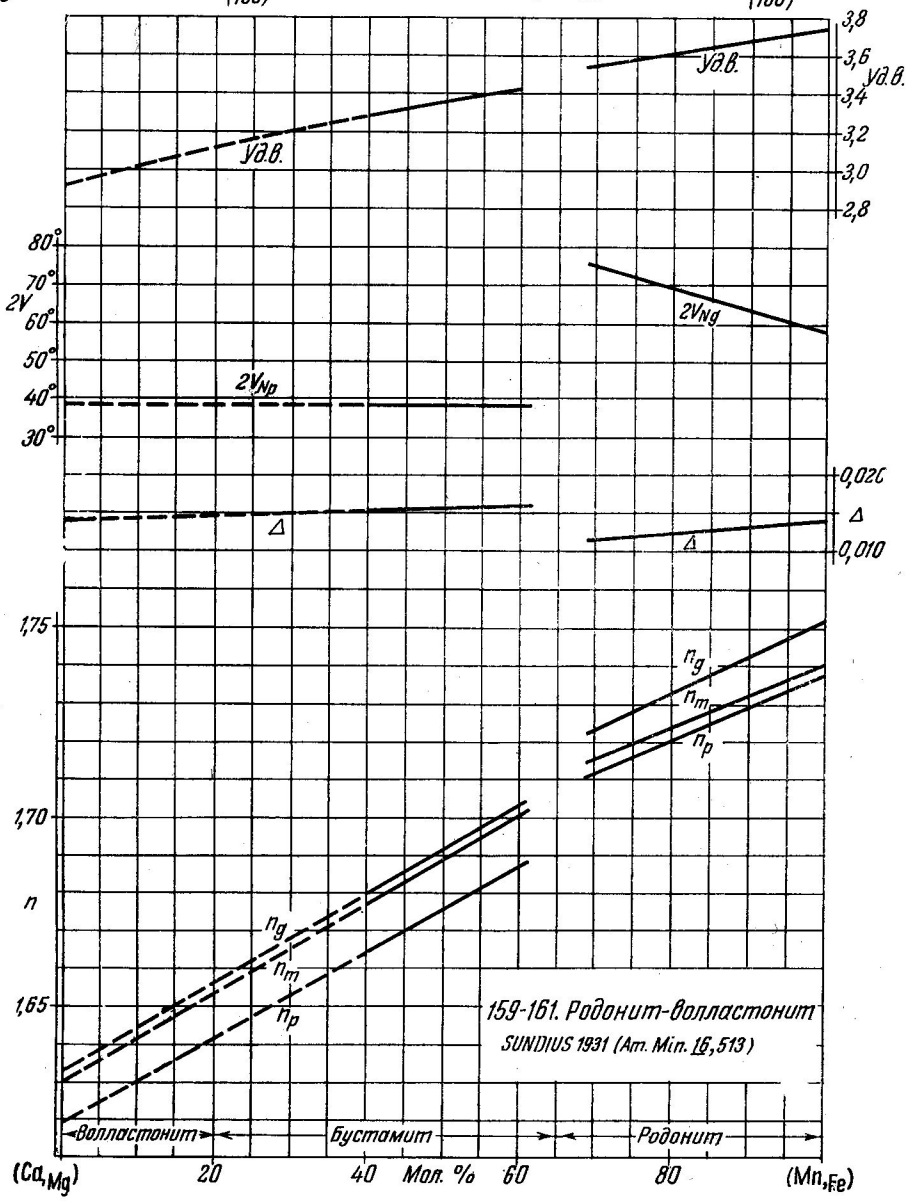
161 Волластонит

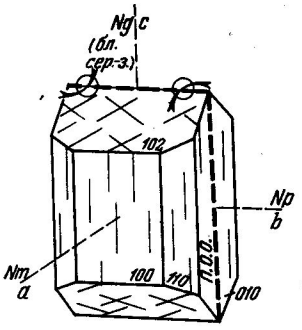


162. Бустамит

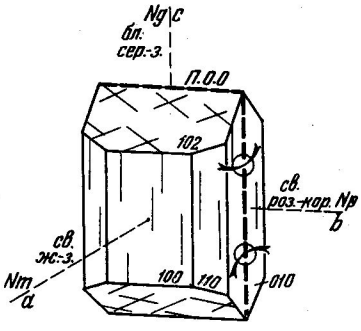


163. Пектолит

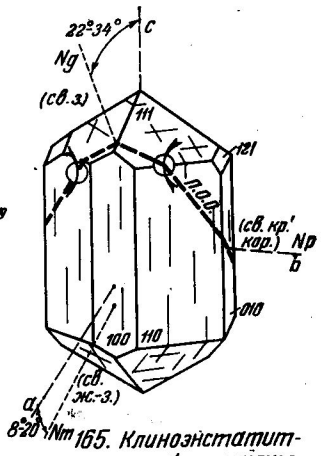




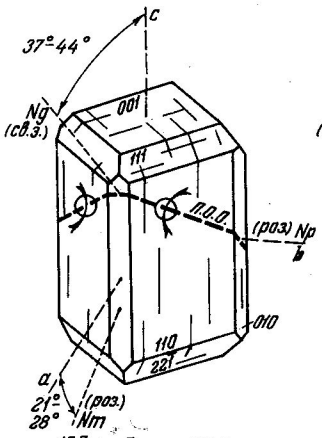
164a. Энстатит



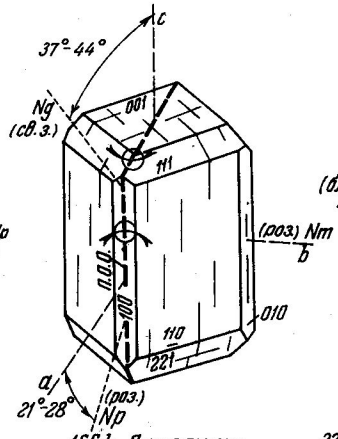
164b. Гиперстен



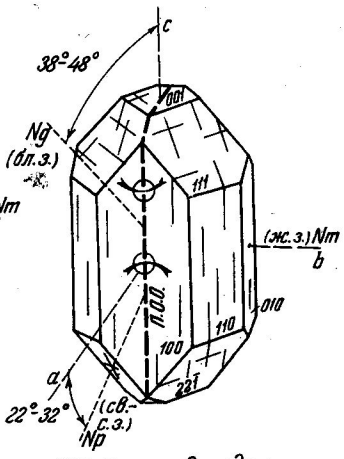
165. Клиноэнстатит-клиноферросилит



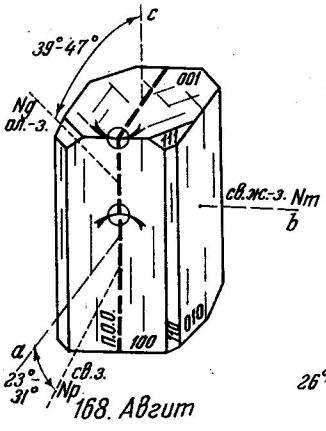
166a. Пижонит (бедный Ca)



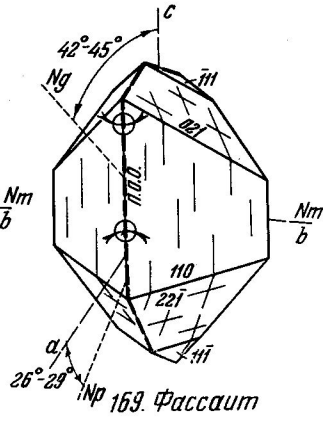
166b. Пижонит (богатый Ca)



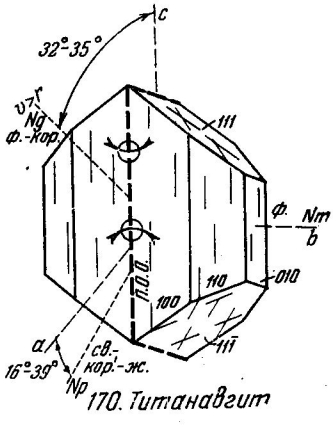
167. Диопсид-геденбергит



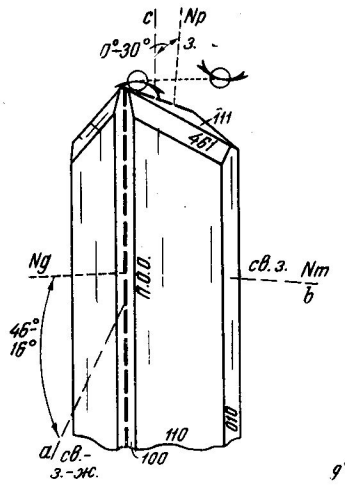
168. Авгит



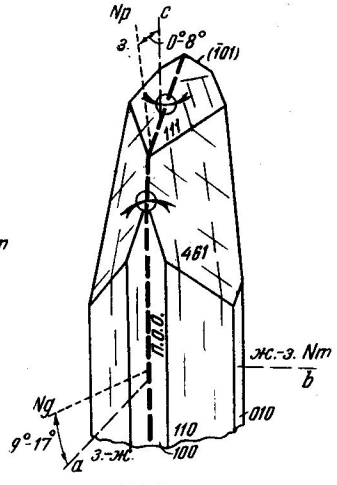
169. Фассаит



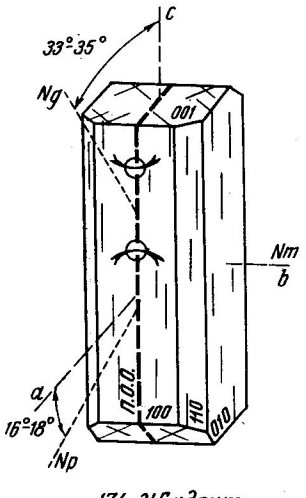
170. Титанавгит



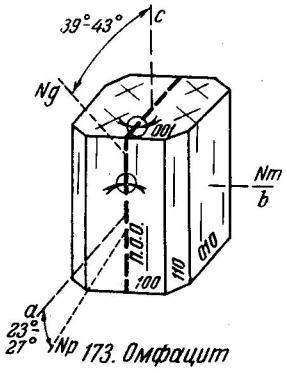
171 Эгиринавгит



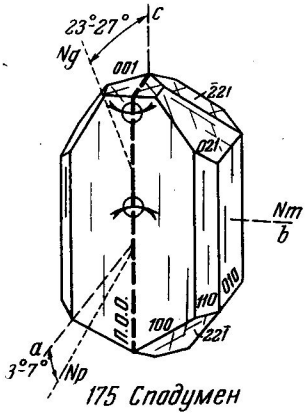
172 Эгирин



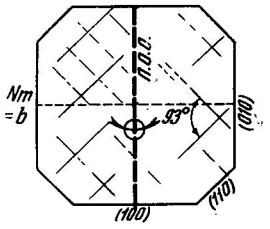
174. Жадеит



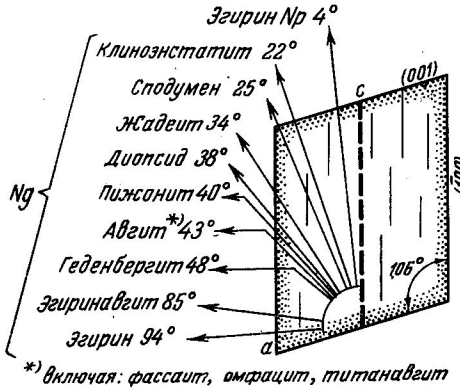
173. Омфацит



175 Сподумен

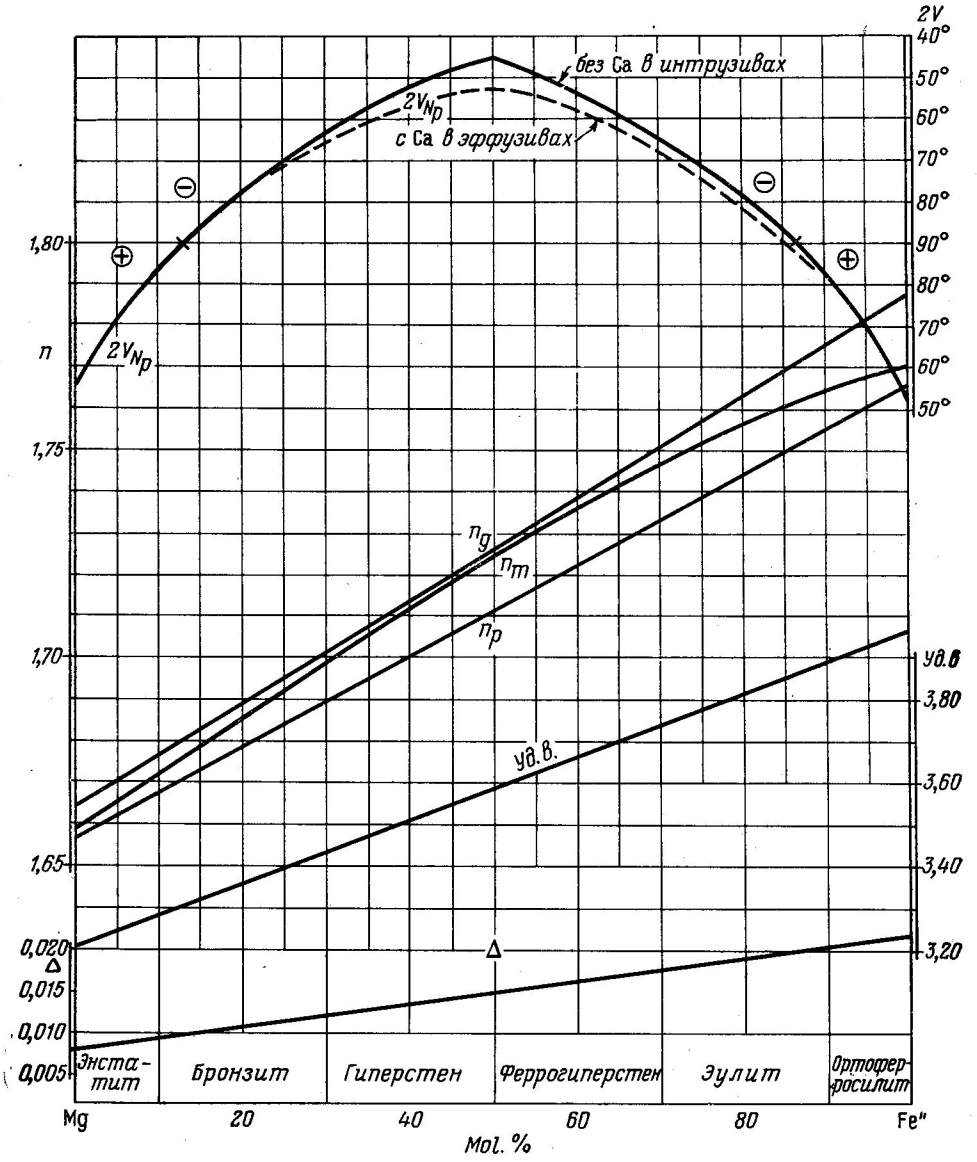


166-175. Клинопироксен
Разрез ⊥ c

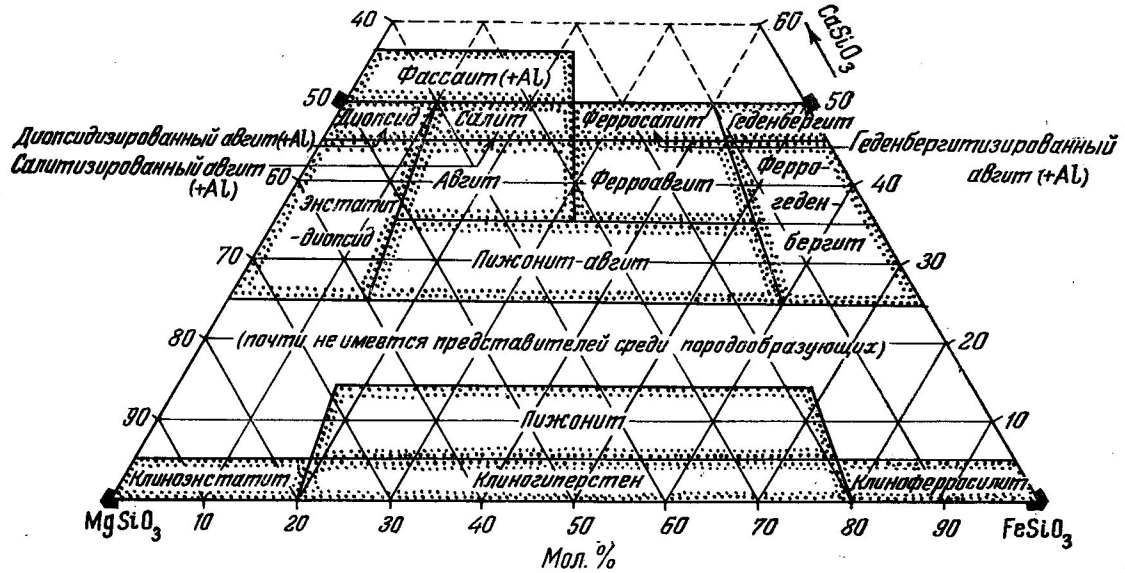


*) включая: фассаит, омфацит, титанавгит

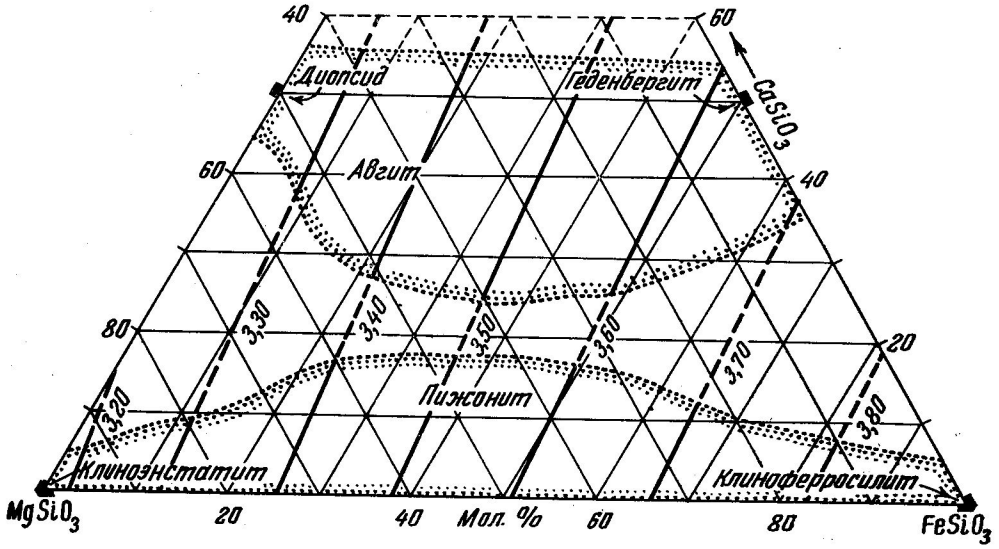
165-175.
Клинопироксены
Средние косые погасания
Ng Λ c
на разрезе ∥ (010)



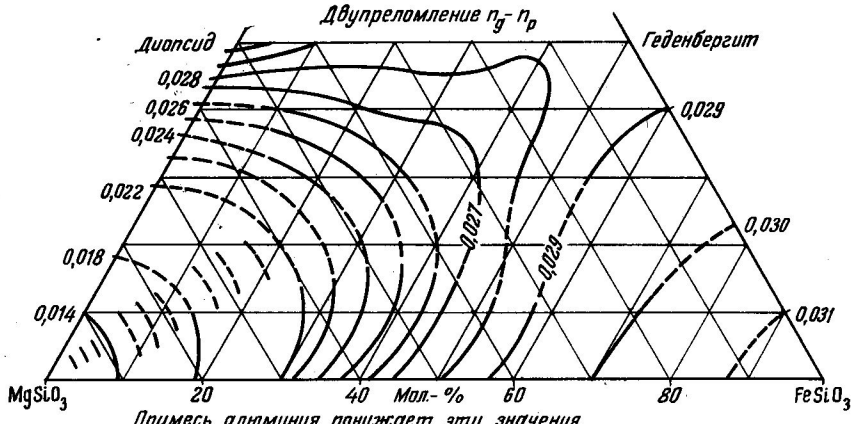
164. Ортопироксены
H.H. HESS 1952. Amer. J. Sci., BOWEN-VOL., 780



165–169. Область колебания состава пироксенов
TRÖGER 1951 (N.Jb.Min., Mh., 1951, 136) п. HESS 1941 и 1951



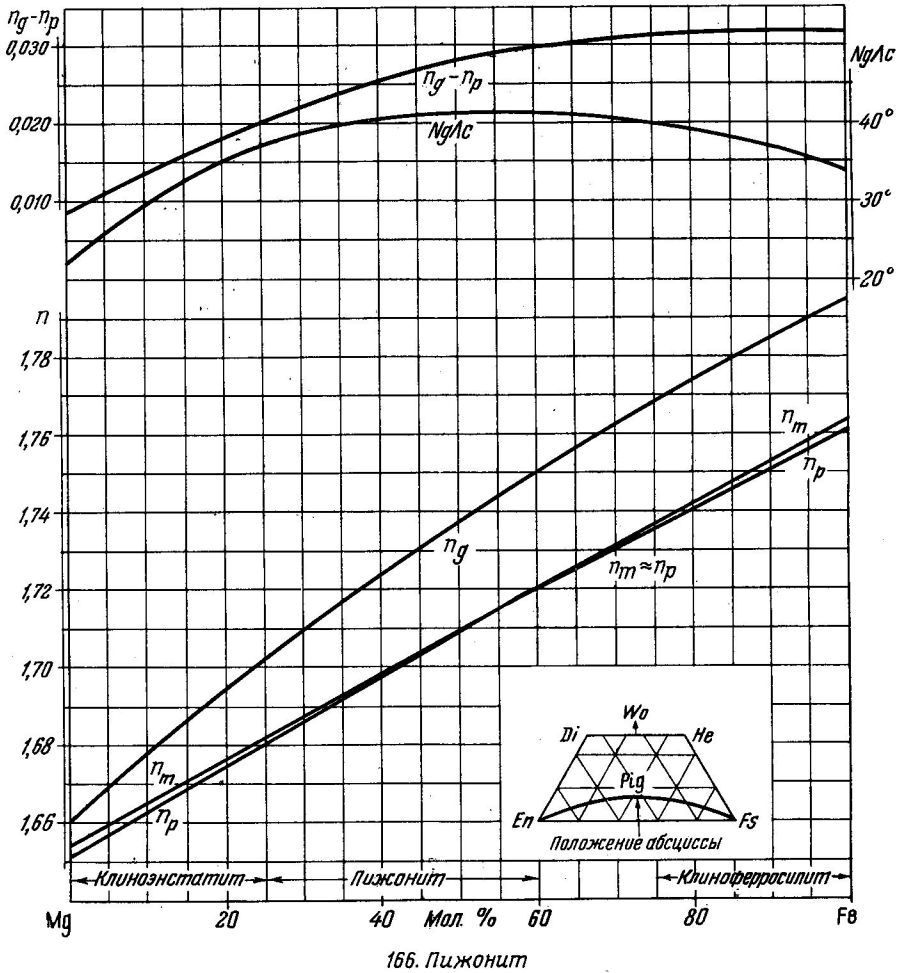
165–169 Удельный вес пироксенов
TRÖGER 1951 (N, Jb, Min, Mh, 1951)



Примесь алюминия понижает эти значения.
Выделение пластинок гиперстена немного повышает их

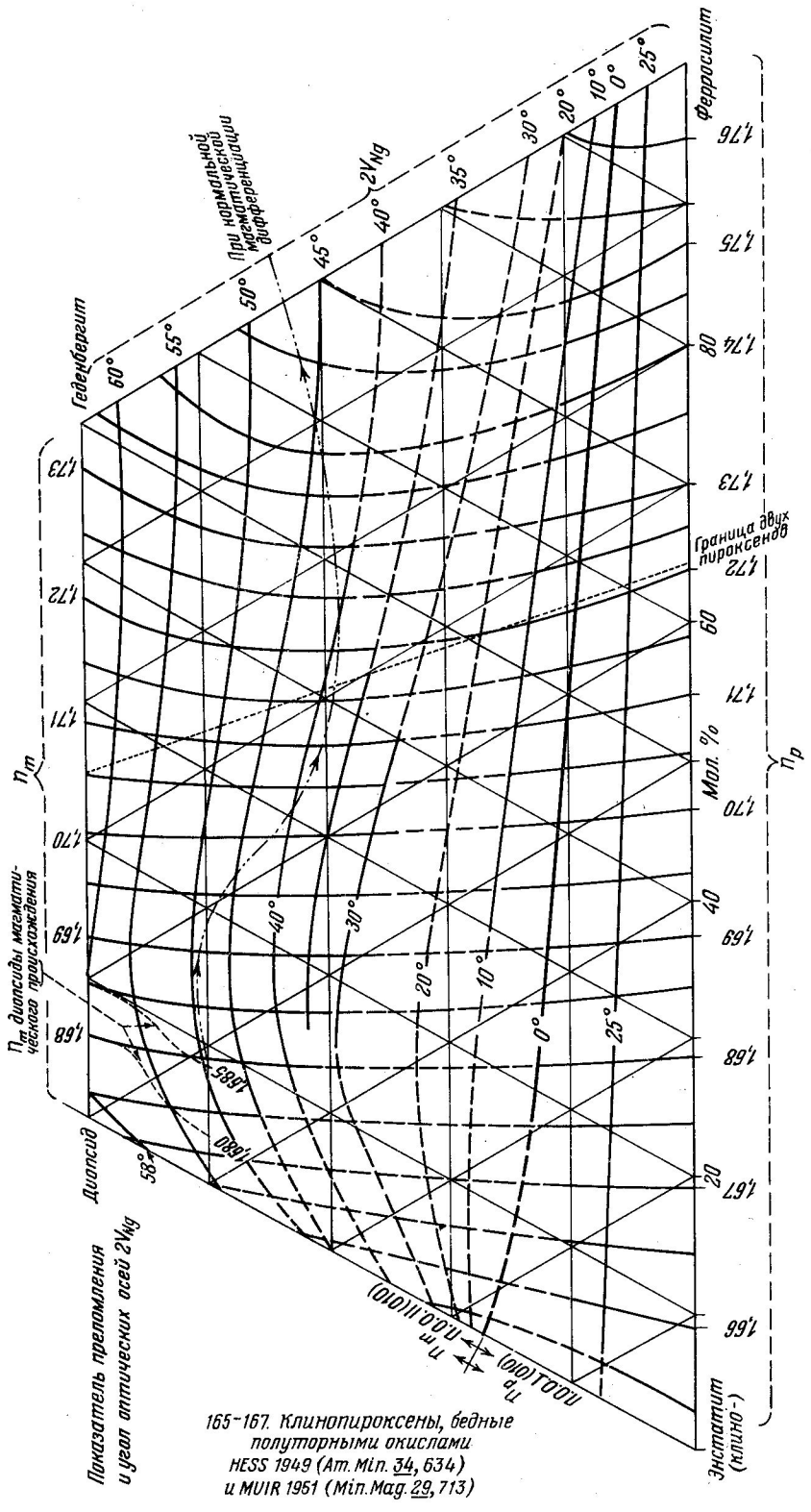
165-167. Клинопироксены, не содержащие полуторных окислов

HESS 1949 (Am. Min. 34,639)

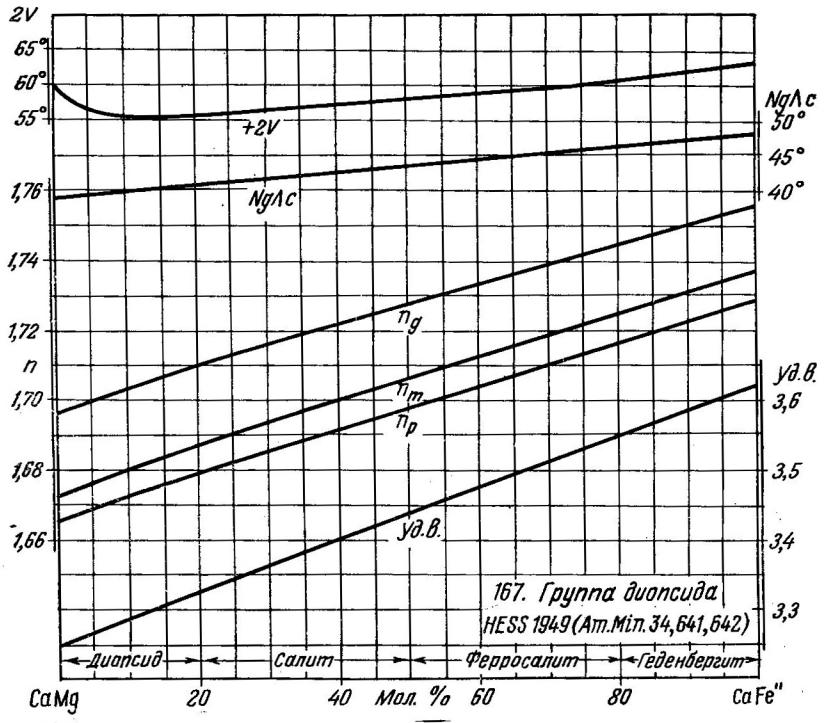


166. Пижонит

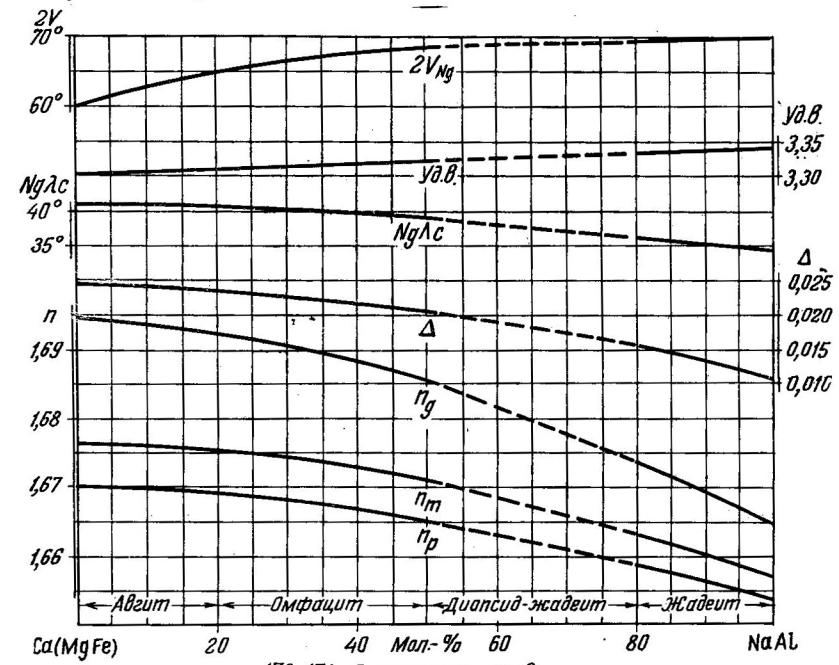
HESS 1949 (Am. Min. 34,643)



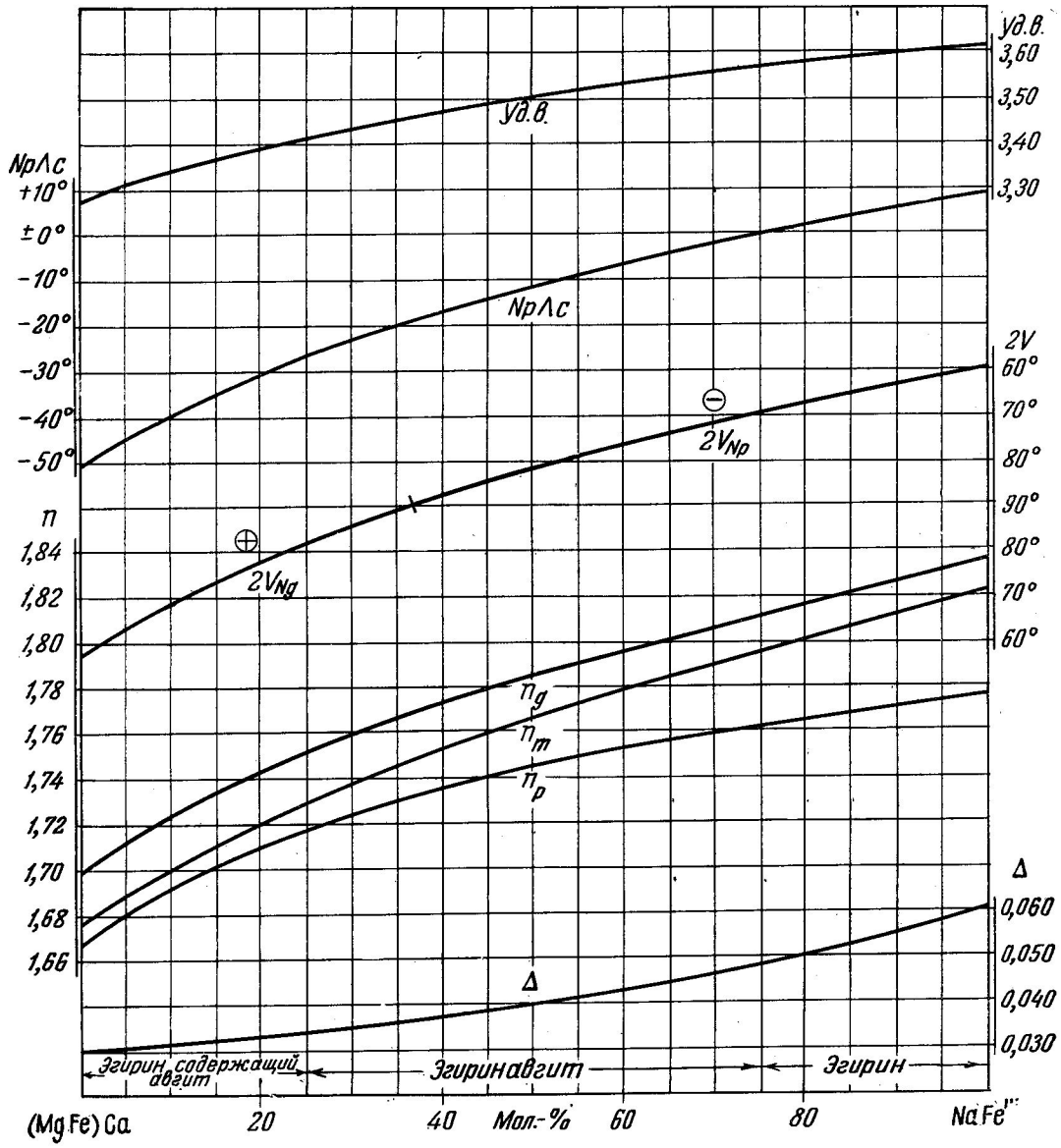
165–167. Клинопироксены, бедные полуторными окислами
HESS 1949 (Am. Min. 34, 634)
и MUIR 1951 (Min. Mag. 29, 713)



167. Группа диопсида
HESS 1949 (Am. Min. 34, 641, 642)



173-174. Омфацит - жадеит
TRÖGER 1951 (N. Jb. Min. Mh. 1951, 138)



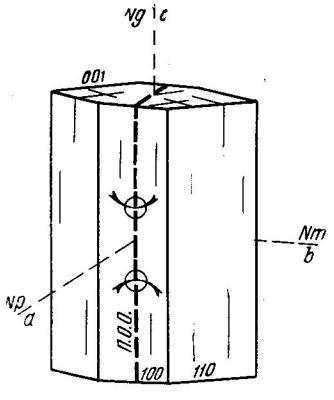
171–172. Эгиринавгит–эгирин
TRÖGER 1950 nach LARSEN 1941

ОПТИЧЕСКИ ДВУОСНЫЕ МИНЕРАЛЫ: ГРУППЫ АМФИБОЛА

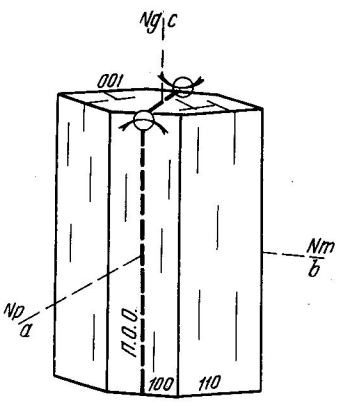
№ п/п	Название, сингония, формула	Наиболее часто встречающиеся простые формы, двойники, габитус, агрегаты	Спайность, твердость, уд. вес	Оптическая ориентировка	Показатель преломления, двупреломление	Угол и дисперсия оптических осей	Окраска в шлифе, плеохроизм, абсорбция	Химические свойства, характерные особенности	Сходные минералы и их отличия	Парагенезис, генезис и условия нахождения
176	Антофиллит, ромб., $7(Mg, {}_{Fe})O \cdot 8SiO_2 \cdot H_2O$	{110}, {100}, {010}; стебельчатый ‖ c, волокнистый	#{110} соверш. 54°30′; #(110) ясн.; #(100) пл.; нет ◇ тв. 5,5; уд. в 3,10±	$Np \parallel a$, бисс. (богатый Mg); $Nm \parallel b$, П.О.О. (010); $Ng \parallel c$, бисс. (богатый Fe); $l=(+)$ Рис. на стр. 100	Богатый Mg / Богатый Fe n_p = 1,598 / 1,647 n_m = 1,616 / 1,651 n_g = 1,623 / 1,664 $\Delta = \ominus 0{,}026 \oplus 0{,}017$	$2V_{Np}=65°$ $2V = 90°$ $2V_{Ng}=58°$ Mg:Fe= 95:5; 83:7; 60:40; $r \lessgtr v$ слабая Рис. на стр. 114	Бесцветный	Не разлагается в кислотах; легко переходит в тальк и антигорит	Цоизит — больший n и меньшее Δ; карфолит — больший n; силлиманит — имеет {110}∼90°	Метаморфический с клиноамфиболами в кристаллических сланцах, особенно серпентинитах: не бывает первичномагматическим
177	Жедрит, ромб., $6(Mg, {}_{Fe})O \cdot (Al, {}_{Fe})_2O_3 \cdot 7SiO_4 \cdot H_2O$	{110}, {100}, {010}; стебельчатый ‖ c, волокнистый	#{110} соверш.; 54°30′; #(010) ясн.; #(100) пл.; нет ◇; тв. 5,5; уд. в 3,28±	$Np \parallel a$, бисс. (богатый Mg); $Nm \parallel b$, П.О.О. (010); $Ng \parallel c$, бисс, (богатый Fe); $l=(+)$ Рис. на стр. 110	Богатый Mg / Богатый Fe n_p = 1,642 / 1,669 n_m = 1,651$_5$ / 1,676$_5$ n_g = 1,658 / 1,691 $\Delta = \ominus 0{,}016 \oplus 0{,}022$	$2V_{Np}=80°$ $2V = 90°$ $2V_{Ng}=70°$ Mg:Fe= 80:20; 66:34; 40:60; $r \gtrless v$ слабая Рис. на стр. 114	Np — светло-желто-коричневый; Nm — светло-желто-коричневый; Ng — желто-коричневый до серого; $Np \approx Nm < Ng$	Не разлагается в кислотах; образует включения в биотите и шпинели	Антофиллит—большие n и Δ; цоизит—больший n и меньшее Δ; куммингтонит, $Ng \wedge c \sim 15°$	С гранатом и кордиеритом мезозональный в амфиболитах, эклогитах и кордиеритовых породах
178	Ряд куммингтонита, мон., **купферит — куммингтонит — грюнерит,** $7(Mg, Fe)O \cdot 8SiO_2 \cdot H_2O$	{hk0}; $\beta = 109°30'$; ◇=(100) тонкопластинчатые; лучистый ‖ c, листоватый, напоминает асбест	#{110} соверш.; 54°30′—56°; тв. 5—6; уд. в. 3,30—3,60	$Np \wedge a$, = + 9° (от 0 до +10°), бисс.; $Nm \parallel b$, П.О.О. (010); $Ng \wedge c = +11°$ (от 10 до 20°), (бисс.); $l' = (+)$ Рис. на стр. 110	Купф. / Кумм. n_p = 1,602 / 1,644 n_m = 1,622 / 1,657 n_g = 1,632 / 1,674 $\Delta = \ominus 0{,}030 - \oplus 0{,}030$ Грюнер. n_p = 1,685 n_m = 1,709 n_g = 1,728 $\ominus 0{,}043$	$2V_{Np}$ = 80°—90° купферит; $2V_{Ng}$ = 80°—90° куммингтонит; $2V_{Np}$ — 90°—84° грюнерит; $r \gtrless v$ слабая Рис. на стр. 114	Бесцветный; с большим содержанием Fe также: Np — оч. светло-желтоватый; Nm — оч. светло-коричневатый; Ng — бледно-коричнево-желтый; $Np < Nm < Ng$	При прокаливании чернеет, если богат железом; иногда плеохроичные дворики	Антофиллит $Ng \parallel c$; актинолит ⊖	С кварцем и карбонатами контактово-метаморфический и эпизональный в филлитах и слюдяных сланцах; грюнерит с железными рудами
179	Ряд актинолита, мон., **грамматит — актинолит — ферроактинолит,** $4CaO \cdot 10(Mg, Fe)O \cdot 16SiO_2 \cdot 2H_2O$	{110}, {010}, {100}, {001}; $\beta = 106°$; ◇=(100) пластинчатые; ◇=(001) пластинчатые; стебельчато-волокнистый ‖ c, листоватый	#{110} соверш., 55°45′; #(110) пл.; (001) отд., тв. 5—6; уд. в. 2,98—3,44	$Np \wedge a = -1$ до +6°, бисс.; $Nm \parallel b$, П.О.О. (010); $Ng \wedge c = +17$ до 11°; $l'=(+)$ Рис. на стр. 110	Грамм. / Акт. n_p = 1,600 / 1,647 n_m = 1,613 / 1,659 n_g = 1,624 / 1,667 ⊖, Δ=0,024 / 0,020 Ферроакт. n_p = 1,688 n_m = 1,699 n_g = 1,704 ⊖, Δ=0,016	$2V_{Np}$ 85°, 80°, 74°: грамматит; актинолит; ферроактинолит; $r < v$ слабая Рис. на стр. 115	Грамматит бесцветный, остальные: Np—светло-желто-зеленый; Nm — светло-зеленый; Ng — светло-синевато-зеленый; $Np < Nm < Ng$	В HCl не разлагается; при прокаливании зеленый→красный; иногда плеохроичные дворики; **нефрит** плотнее волокнистого актинолита, **смарагдит**—Cr-содерж.: Ng—зеленый	Эгирин — имеет $l'=(-)$; волластонит—меньший $2V$; карфолит—меньший $Ng \wedge c$	С хлоритом, эпидотом, кальцитом эпизональный в кристаллических сланцах и известняках; контактово-метаморфический в роговиках
180	Рихтерит, мон., $Na_2O \cdot 3CaO \cdot 10(Mg, Mn)O \cdot 16SiO_2 \cdot 2H_2O$	{110}, {100}, {hk0}, {010}, {121}; $\beta = 104°15'$; стебельчатый ‖ c, игольчатый	#{110} соверш., 56°; тв. 5—6; уд. в. 2,99±	$Np \wedge a = -3$ до 5°, бисс.; $Nm \parallel b$, П.О.О. (010); $Ng \wedge c = +17°$ до 19°; $l'=(+)$ Рис. на стр. 110	n_p = 1,605—1,622 n_m = 1,620—1,635 n_g = 1,627—1,641 ⊖, Δ = 0,022—0,019	$2V_{Np}=70—66°$; $r < v$	Np — бесцветный—светло-желтый; Nm—светло-желтый—оранжевый; Ng—бесцветный—оранжевый; $Ng = Np < Nm = Ng$	Легко плавится; при прокаливании темнеет	Актинолит—больший $2V$; жедрит—$Ng \parallel c$	С родонитом и шефферитом в скарновых Mn—Fe месторождениях в контактово-метаморфизованных доломитовых известняках

№ п/п	Название, сингония, формула	Наиболее часто встречающиеся простые формы, двойники, габитус, агрегаты	Спайность, твердость, уд. вес	Оптическая ориентировка	Показатель преломления, двупреломление	Угол и дисперсия оптических осей	Окраска в шлифе, плеохроизм, абсорбция	Химические свойства, характерные особенности	Сходные минералы и их отличия	Парагенезис, генезис и условия нахождения
181	Ряд глаукофана, мон. **глаукофан—кроссит—бабабуданит,** $2Na_2O \cdot 6(Mg, Fe)O \cdot 2(Fe, Al)_2O_3 \cdot 16SiO_2 \cdot 2H_2O$	{110}, {010}, {100}, {011}; $\beta = 104°15'$; $\diamond$ = (100) редко; стебельчатый $\parallel c$, волокнистый, листоватый	# {110} соверш., 55°30′; ≈ (001) отд.; тв. 5—6; уд. в. 3,07—3,33	$Ng \wedge c = +7$ до 5° $l' = (+)$ $Nm = b$, П.О.О.(010)—глаукофан; $Ng = b$, П.О.О. $\perp$ (010)—кроссит, бабабуд.; $Nm \wedge c = +5$ до 2°; $r = (+)$ до $(\pm)$ Рис. на стр. 110	Глаукоф. Крос. $n_p = 1{,}606$ —1,642 $n_m = 1{,}622$ —1,656 $n_g = 1{,}627$ —1,657 $\ominus, \Delta = 0{,}021$ —0,015 Бабабуд. $n_p = 1{,}668$ $n_m = 1{,}676$ $n_g = 1{,}678$ $\ominus, \Delta = 0{,}010$	$2V_{Np}$: 60—10° глаукофан; 0—40° кроссит — $r < v$; 40—70° бабабуданит — $r \gg p$ Рис. на стр. 116	Глаукофан: Np—бесцветный, желтовато-зеленый; Nm—лавандово-синий Ng—ультрамариновый; $Np < Nm < Ng$	Бабабуданит; Np—темно-синий; Nm—пурпурный; Ng—фиолетово-синий; $Nm < Ng < Np$	Легко плавится; нерастворим в кислотах; иногда плеохроичные дворики; часто включения в хлорите; **родусит**—бабабуданит—асбест	Турмалин—абсорбция $\perp l \gg \parallel l$; арфведсонит—$l' = (-)$	С гранатом, эпидотом и цоизитом только регионально-метаморфический в слюдяных сланцах, эпидотовых сланцах и эклогитах
182	Рибекит—озаннит, мон., $2Na_2O \cdot 6(Fe, Mg)O \cdot 2Fe_2O_3 \cdot 16SiO_2 \cdot 2H_2O$	{110}, {100}, {$\bar{1}$01}; $\beta = 103°30' — 107°30'$ (?); стебельчатый $\parallel c$, ветвисто-волокнистый	#{$\bar{1}$10} соверш., 56—55°; #(010) хор., #(001) ясн.; тв. 5,5—6; уд. в. 3,38±	$Np \wedge c = 1$ до 8°, $r \lesssim v$ бисс.; $Nm \parallel b$, П.О.О.(010)—рибекит; $Ng \parallel b$, П.О.О. $\perp$ (010)—озаннит; $l' = (-)$ Рис. на стр. 111	$n_p = 1{,}685$—1,695 $n_m = 1{,}687$—1,697 $n_g = 1{,}689$—1,699 $\ominus, \Delta = 0{,}004$—0,004	$2V_{Np} = 80$—90°; (редко) $2V_{Ng} \sim 80°$; $r \lesssim v$ наклонная дисперсия Рис. на стр. 113	Рибекит: $\approx Np$—темно синий; $\approx Nm$—светло-синий; $\approx Ng$—зеленовато-желтый; $Np \gg Nm > Ng$	Озаннит; $\approx Np$—темно-стальной; $\approx Nm$—светло-коричневато-желтый, светло-зеленовато-желтый; $\approx Ng$—темно-серо-синий, непрозрачный; $Ng > Np \gg Nm$	Легко плавится; нерастворим в кислотах; разлагается в сидерит + лимонит; **крокидолит** ≈ рибекит-асбест	Турмалин—абсорбция $\perp l \gg \parallel l$; дюмортьерит — большее Δ; глаукофан $l' = (+)$; арфведсонит — чаще больший $Np \wedge c$	С эгирином, кварцем магматический в лейкократовых натровых породах; реликтовый в щелочных эпигнейсах; редко контактово-метаморфический (привнос Na)
183	Ряд арфведсонита, мон., **эккерманит—фтортарамит, магнезиоарфведсонит—арфведсонит,** $3NaO \cdot 8(Mg, Fe)O \cdot (Al, Fe)_2O_3 \cdot 16SiO_2 \cdot 2H_2O$	{110}, {010}; редко идиоморфный; $\beta = 104°15'$; $\diamond$ = (100); стебельчатый $\parallel c$, листоватый $\parallel$ (010)	# {110} соверш., 56°; #(010) ясн.; тв. 5—6; уд. в. 3,00—3,42	$Np \wedge c = -66°$ до $-6°$, бисс.; $Nm \parallel b$, П.О.О.(010)—эккерманит, $Ng \parallel b$, П.О.О. $\perp$ (010) фтортарамит, арфведсонит; $l' = (\pm)$ до $(-)$ Рис. на стр. 111	Эккер Фторт. $n_p = 1{,}614$ 1,660 $n_m = 1{,}625$ 1,671 $n_g = 1{,}630$ 1,672 $\ominus, \Delta = 0{,}016$ 0,012 Арфвед. $n_p = 1{,}693$ $n_m = 1{,}696$ $n_g = 1{,}698$ $\ominus, \Delta = 0{,}005$	$2V_{Np}$: 80—15° эккерманит; 0—50° фтортарамит — $v > r$; 50—100° арфведсонит — $r > v$ Рис. на стр. 117	Эккерм. Np—сине-зеленый; Nm—светло-сине-зеленый; Ng—светло-желто-зеленый; $Nm < Np > Ng$	Фтортарам, сине-зеленый; серо-зеленый; темно-зеленый; $Nm < Np \sim Ng$	Арфвед. темно-сине-зеленый; коричнево-желтый; зеленовато-синевато-серый; $Nm \ll Np \leqslant Ng$	Легко плавится; сильная дисперсия осей индикатрисы: $r \ll v$	Турмалин—абсорбция $\perp l \gg \parallel l$; рибекит — меньший $Np \wedge c$; кроссит — абсорбция $Np < Ng$; гастингсит—$Ng \wedge c + 25$—30°	С эгирином только магматический в фельдшпатоидных натровых породах особенно плутонический и в пегматитах этих пород
184	Ряд гастингсита, мон., **магнезиогастингсит—баркевикит—гастингсит,** $Na_2O \cdot 4CaO \cdot 8(Mg, Fe)O \cdot 3(Al, Fe)_2O_3 \cdot 12SiO_2 \cdot 2H_2O$	{110}, {010}, {011}, {$\bar{1}$01}; $\beta = 105°45'$; коротко- до длиннопризматических $\parallel c$; зернистый, листоватый $\parallel$ (010)	#{110} соверш. 55°45; #(010) хор.; тв. 5—6; уд. в. 3,00—3,45	$Np \wedge c = -46$ до 75° бисс.; $Nm \parallel b$, П.О.О. (010); $Ng \wedge c = +44$ до 15°; $l' = (\pm)$ до $(+)$ Рис. на стр. 111	Mg-гаст. Барк. $n_p = 1{,}646$ 1,680 $n_m = 1{,}658$ 1,696 $n_g = 1{,}662$ 1,700 $\ominus, \Delta = 0{,}016$ 0,020 Гаст. $n_p = 1{,}700$ $n_m = 1{,}719$ $n_g = 1{,}722$ $\ominus, \Delta = 0{,}022$	$2V_{Np}$: 68—53° Mg-гастингсит; 53—40° баркевикит; 40—24° гастингсит; $r \gg v$ → до $r < v$ Рис на стр. 118	Mg-гаст → Np—светло-зеленый; Nm—зеленый; Ng—зеленый;	Барк. светло-коричнево-желтый; красновато-коричневый; красновато-коричневый;	Гаст. светло-желто-коричневый; оливково-зеленый; темно-зеленый; $Np < Nm < Ng$	Легко плавится; дейтерический, баркевикит → эгирин + биотит	Синтагматит — больший $2V$; роговая обманка — меньший n	Большей частью магматический в натровых породах; эгирин-фойяит-натровый гранит; гастингсит редко в контактово-метаморфизованных известняках
185	Титанистая роговая обманка, мон., **керсутит—синтагматит,** $Na_2O \cdot 4CaO \cdot 8(Mg, Fe, Ti)O \cdot 3(Al, Fe)_2O_3 \cdot 12SiO_2 \cdot 2H_2O$	{110}, {010}, {011}; {10$\bar{1}$}, {100}; $\beta = 105°45'$; короткостолбчатый $\parallel c$	#{110}соверш. 55°30′; (001) отд.; тв. 5—6; уд. в. 3,13—3,27	$Np \wedge c =$ (от 74 до —86°); бисс.; $Nm \parallel b$, П. О. О. (010); $Ng \wedge c = +$ (4°)—10°—(16°); $l' = (+)$ Рис. на стр. 111	Керсутит Синтагм. $n_p = 1{,}670$ 1,683 $n_m = 1{,}690$ 1,694 $n_g = 1{,}704$ 1,701 $\ominus, \Delta = 0{,}034$ 0,018	$2V_{Np}$: 83—80° керсутит; 81—79° синтагматит; $r > v$ (редко $r < v$) Рис. на стр. 119	Керсутит Np—светло-серо-желтый; Nm—коричнево-красный; Ng—коричнево-красный: $Np < Nm \sim Ng$	Синтагматит Np—светло-желто-коричневый; Nm—красновато-коричневый; Ng—темно-красновато-коричневый, темно-оливково-коричневый; $Np < Nm \ll Ng$	Легко плавится; зональное изменение окраски (изоморфные смеси); в эффузивах, разлагается в авгит + + магнетит	Баркевикит — меньший уд. в. и $2V$, каринтин—только в эклогитах; энигматит $Ng' \wedge c \approx 45°$	С титанавгитом и оливином: керсутит в перидотитах, тешенитах, синтагматит в эссекситах — тефритах — мончикитах

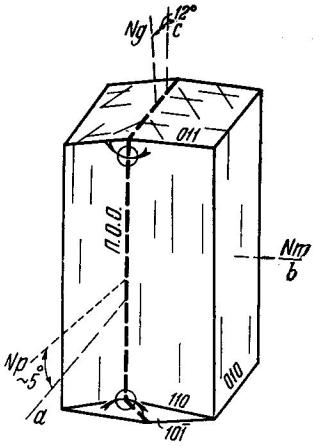
№ п/п	Название, сингония, формула	Наиболее часто встречающиеся простые формы, двойники, габитус, агрегаты	Спайность, твердость, уд. вес	Оптическая ориентировка	Показатель преломления, двупреломление	Угол и дисперсия оптических осей	Окраска в шлифе, плеохроизм, абсорбция	Химические свойства, характерные особенности	Сходные минералы и их отличия	Парагенезис, генезис и условия нахождения
186	Паргасит, мон., $Na_2O \cdot 4CaO \cdot 8MgO \cdot 3Al_2O_3 \cdot 12SiO_2 \cdot 2H_2O$	{110}, {010}, {011}, редко идиоморфный β=105°45′; зернистый, каемки	#{110} соверш. 56°; тв. 5—6; уд. в. 3,15±	$Np \wedge c = -62°$ до 65°; $Nm \parallel b$.П.О.О. (010); $Ng \wedge c = +28$ до 25°, бисс. Рис. на стр. 111	Чист. Содерж. Fe $n_p = 1{,}614—1{,}640$ $n_m = 1{,}618—1{,}645_5$ $n_g = 1{,}633—1{,}659$ ⊕, $\Delta = 0{,}019—0{,}019$	$2V_{Ng}$ 52—65°; $r > v$	Большей частью бесцветный, если окрашен то: *Nm*—бледно-зеленоватый; *Ng*—бледно-сине-зеленоватый; $Np < Nm \sim Ng$	Плавится с трудом; большей частью округлые кристаллобласты	Другие бесцветные роговые обманки ⊖; диопсид—# ~90°	С хондродитом и волластонитом катамезозональный в парагнейсах и контактовых мраморах
187	Ряд роговой обманки мон., $0{,}6Na_2O \cdot 3{,}7CaO \cdot 8{,}5(Mg, Fe)O \cdot 2{,}2(Al, Fe)_2O_3 \cdot 13SiO_2 \cdot 2H_2O$	{110}, {010}, {011}, {001}, {hkl}; β=105°45′; ◇=(100) пластинчатые; зернистый, коротко-столбчато-стебельчатый ∥ *c*	#{110} соверш., 56° (100) и (001) отд.; тв. 5—6; уд. в. 3,06—3,40	$Np \wedge c = -63$ до 75° до 68° бисс.; $Nm \parallel b$, П. О. О. (010); $Ng \wedge c = +27$ до 15° до 22°; $l' = (+)$ Рис. на стр. 111	Богатый Mg Богатый Fe $n_p = 1{,}630—1{,}678$ $n_m = 1{,}637—1{,}697$ $n_g = 1{,}644—1{,}704$ ⊖, $\Delta = 0{,}014—0{,}026$	$2V_{Np}$ 87—63°; $r \lesssim v$ Рис. на стр. 120	*Np*—светло-желто-зеленый, светло-желто-коричневый, светло-желтый; *Nm*—желто-зеленый, оливково-зеленый, зеленый; *Ng*—оливково-зеленый, коричнево-зеленый, сине-зеленый; $Np < Nm \leqslant Ng$	В HCl не растворяется; иногда плеохроичные дворики; **барруазит**: *Ng* — зеленовато-синий, в амфиболитах; уралит — волокнистые псевдоморфозы по авгиту	Актинолит — меньшие *n* и Δ; гастингсит — больший *n*	С биотитом и титанитом магматический в кислых—средних (редко в основных) горных породах; мезозональный и контактово-метаморфический в богатых Mg и Fe сланцах
188	Каринтин, мон., $Na_2O \cdot 3{,}5CaO \cdot 8(Mg, Fe)O \cdot 2{,}5Al_2O_3 \cdot 13SiO_2 \cdot 2H_2O$	{110} не бывает идиоморфным; β = 105°45′; ◇ = (100) пластинчатые; стебельчатый ∥ *c*, зернистый	#{110} соверш., 56°; тв. 5—6; уд. в. 3,13±	$Np \wedge c = -69$ до 68°, бисс.; $Nm \parallel b$, П. О. О. (010); $Ng \wedge c = +21$ до 22°; $l' = (+)$ Рис. на стр. 111	$n_p = 1{,}636$ $n_m = 1{,}648_5$ $n_g = 1{,}659$ ⊖, Δ=0,023	$2V_{Np} = 85°$; $r > v$	*Np*—светло-серо-желтый; *Nm*—красновато-коричневый, гвоздично-коричневый; *Ng*—коричневый, зеленовато-коричневый; $Nm > Ng \gg Np$	Не растворяется в HCl; иногда плеохроичные дворики; часты диабластические проростания	Титанистые роговые обманки — только магматические в щелочных горных породах; обыкновенные роговые обманки — такой же *n* и меньшее Δ	С омфацитом и гранатом первичный в эклогитах
189	Энигматит, трикл. (коссирит), $Na_2O \cdot 2(Fe, Mg, Mn)O \cdot 0{,}5(Fe, Al)_2O_3 \cdot 0{,}5TiO_2 \cdot 4SiO_2$	{010}, {100}, {110}, {1$\bar{1}$0}, {001}; β = 96°30′ (Gossner); ◇ = (1$\bar{1}$0) устойчиво-пластинчатые; столбчатый ∥ *c*, игольчатый	# (010) хор. } 66°15′; # (100) хор. } тв. 5,5; уд. в. 3,79±	П. О. О. ≈ (1$\bar{1}$0); $Ng' \wedge c \approx 45°$ на (1$\bar{1}$0); $Ng' \wedge c \approx 4°$ на (110) Рис. на стр. 121	n_p $n_m \approx 1{,}80$ n_g ⊕, Δ= 0,006	$2V_{Ng} = 32°$; $r < v$ Рис. на стр. 121	*Np*—светло-красно-коричневый; *Nm*—темно-каштаново-коричневый; *Ng*—оч. темно-коричневый, непрозрачный; $Np < Nm < Ng$	Не растворяется в кислотах; плоскость оптических осей делит примерно пополам тупой угол между спайностями	Рёнит—по *Np*—зеленовато-коричневая окраска; титанистые роговые обманки — большее Δ и *Ng* близко *c*	С эгирином и арфведсонитом только магматический в натровых и нефелиновых сиенитах, натровых трахитах и фонолитах
190	Рёнит, трикл., $CaO \cdot 2(Mg, Fe)O \cdot 0{,}5Fe_2O_3 \cdot 0{,}75Al_2O_3 \cdot 0{,}5TiO_2 \cdot 2{,}5SiO_2$	{100}, {010}, {001}, {1$\bar{1}$0}, {1$\bar{1}$0}; β=96°30′ (Gossner); ◇ = (1$\bar{1}$0) пластинчатые (часто полисинтетические); столбчатые ∥ *c*; таблитчатый ∥ (1$\bar{1}$0); блёстки	# (010) хор. } ≈ 66°; # (100) хор. } тв. 5,5; уд. в. 3,58±	П. О. О. ≈ (1$\bar{1}$0); $Ng' \wedge c = 40°$ на (1$\bar{1}$0); $Ng' \wedge c = 10°$ на (110) Рис. на стр. 121	n_p $n_m \approx 1{,}70$ n_g ⊕, Δ=0,008	$2V_{Ng} = 40°$; $r < v$ Рис. на стр. 121	*Np*—зеленовато-коричневый; *Nm*—коричневый; *Ng*—темно-красно-коричневый; непрозрачный; $Np \leqq Nm < Ng$	Не растворяется в кислотах; плоскость оптических осей делит примерно пополам тупой угол между спайностями	Ильменитовые пластинки слабее плеохроируют; энигматит по *Np* красно-коричневый; титанистые роговые обманки—большее Δ	Только дейтерический в титановых роговых обманках и биотите, щелочных базальтах; нефелиновые базаниты и нефелиниты



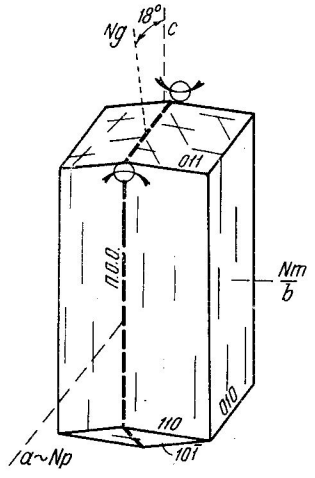
176/7a. Антофиллит-гедрит богатый Mg



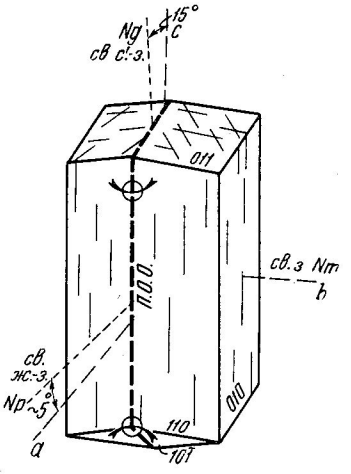
176/7b. Антофиллит гедрит богатый Fe



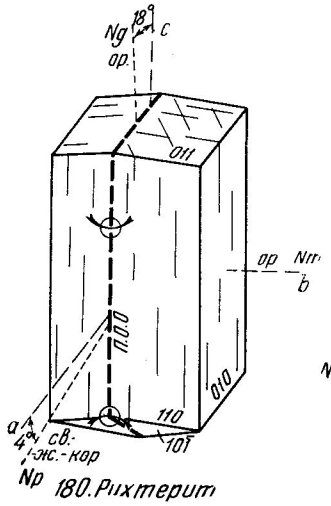
178a. Купфферит и грюнерит



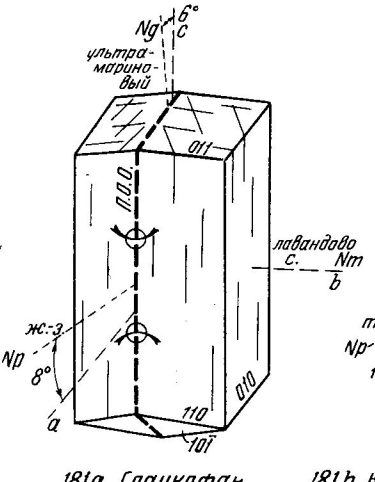
178b Куммингтонит



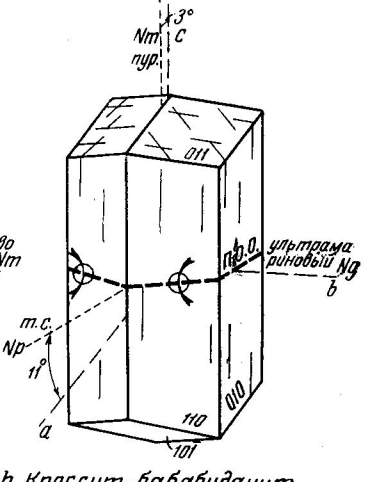
179 Актинолитовый ряд



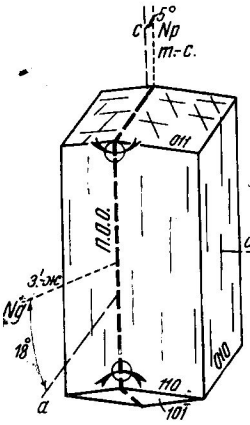
180. Рихтерит



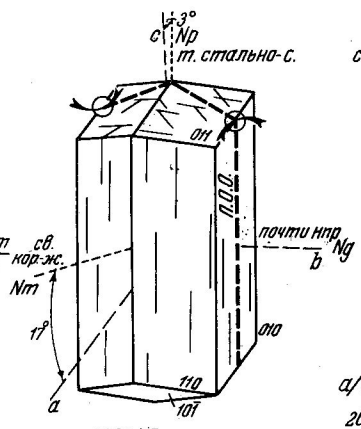
181a Глаукофан



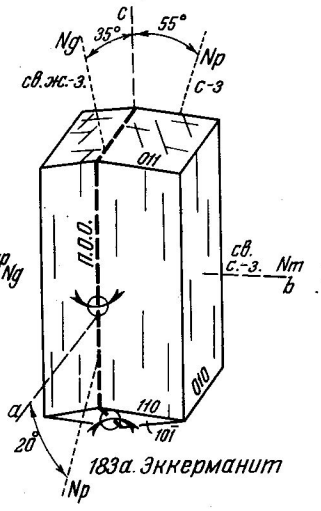
181b Кроссит-бабабуданит



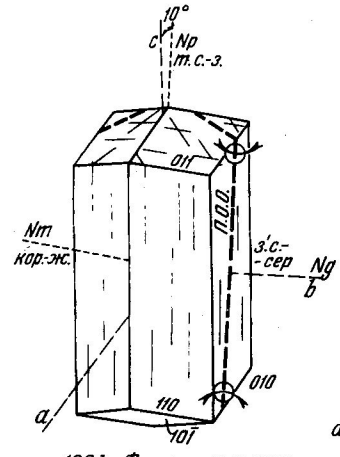
182a. Рибекит



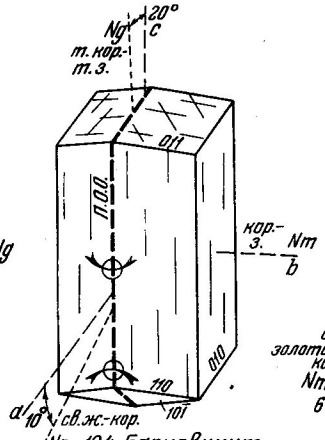
182b. Озаннит



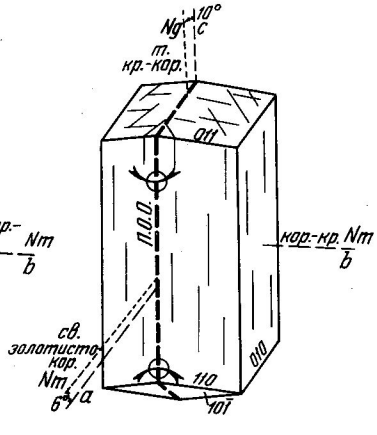
183a. Эккерманит



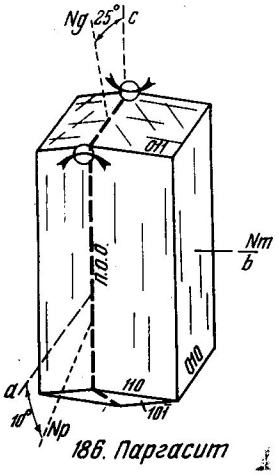
183b. Фтортарамит-арфведсонит



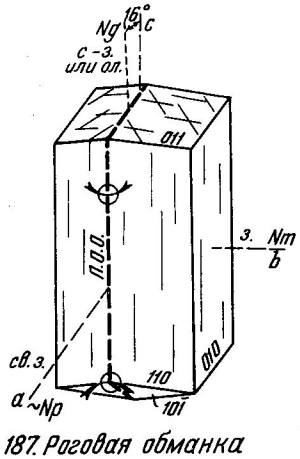
184. Баркевикит-гастингсит



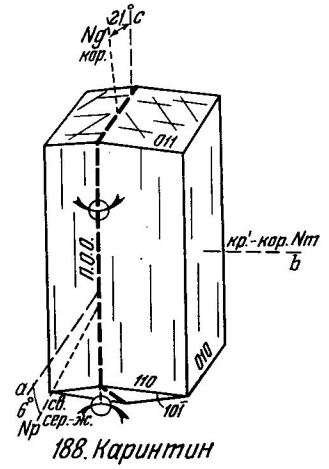
185. Керсутит



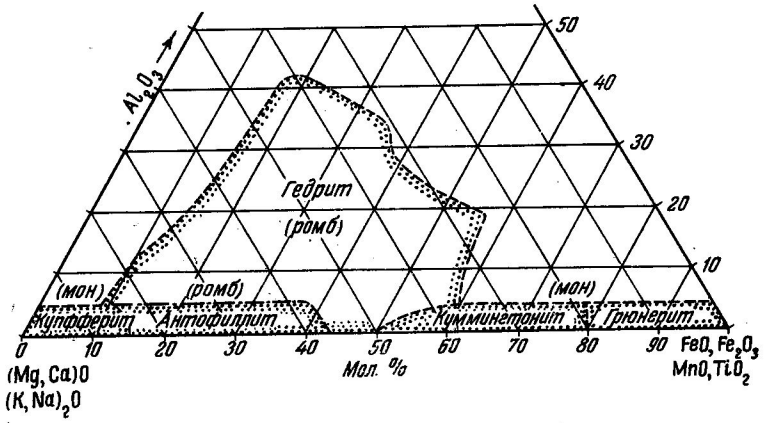
186. Паргасит



187. Роговая обманка

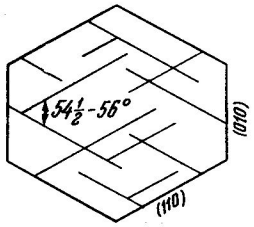


188. Каринтин

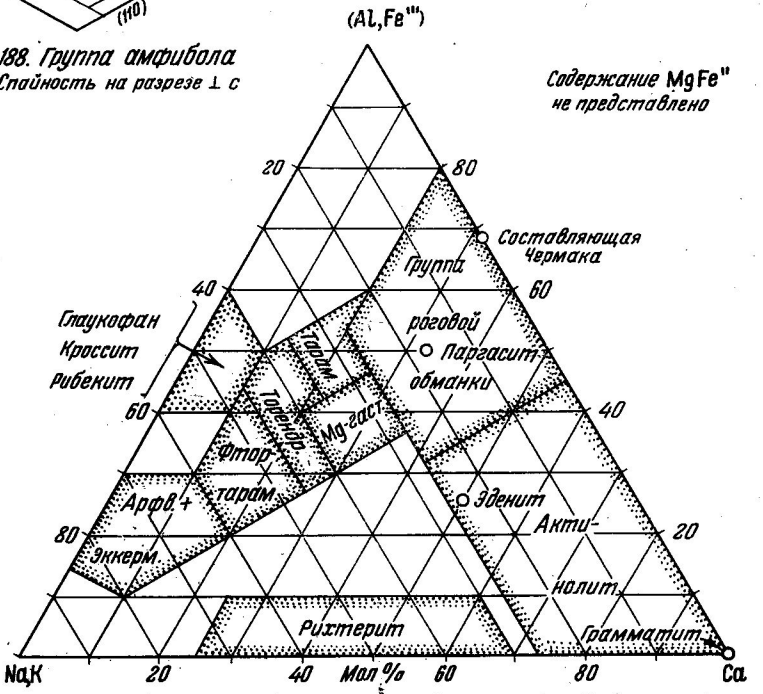


Область колебания химического состава амфиболов бедных Ca и щелочами

RABBIT 1348 (Am. Min. 33, 284)

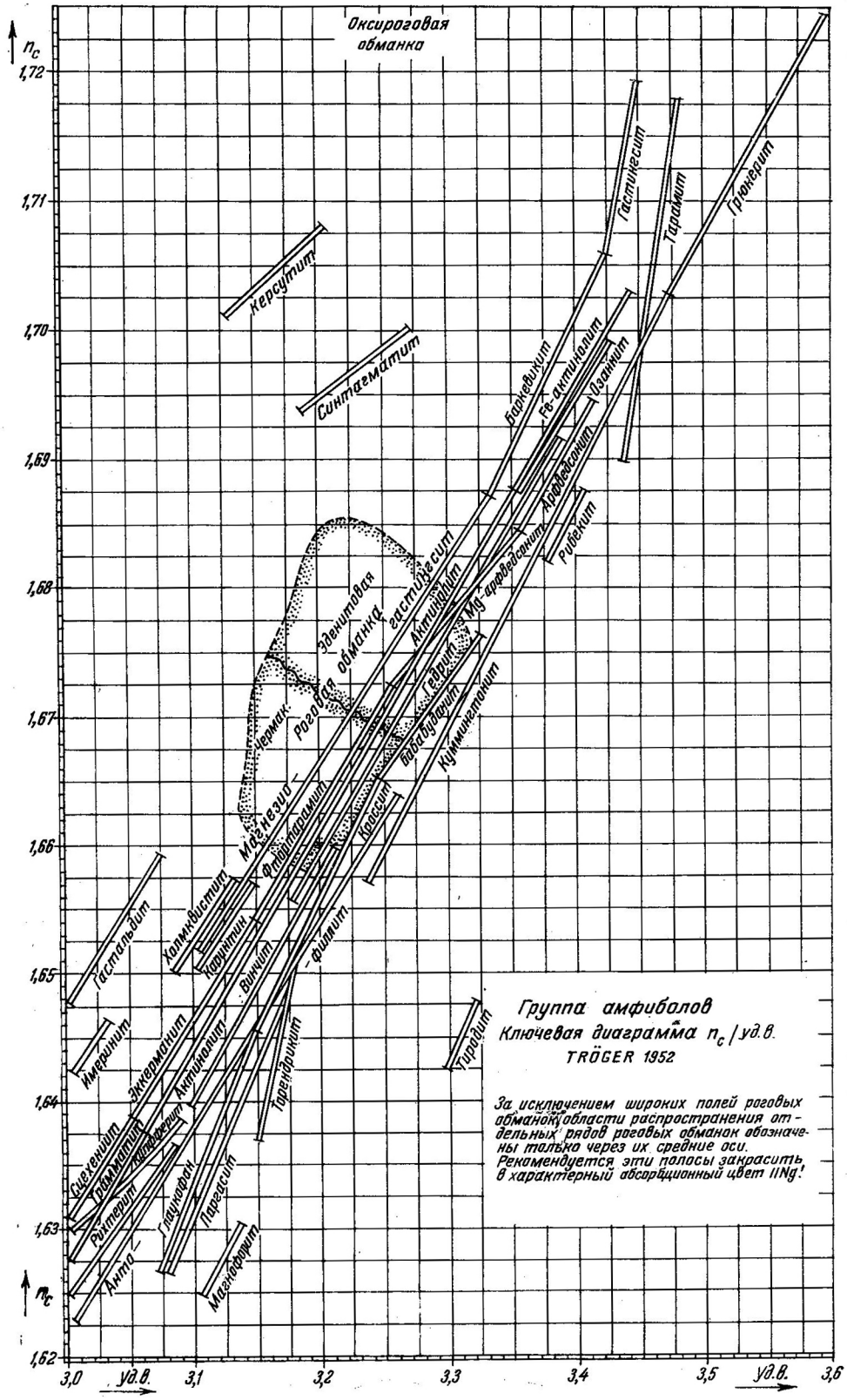


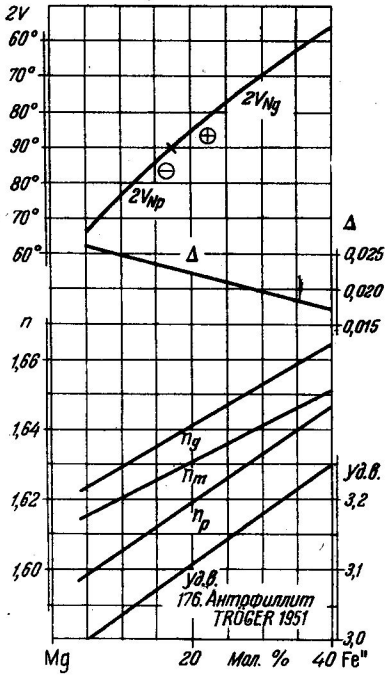
176-188. Группа амфибола
Спайность на разрезе ⊥ c



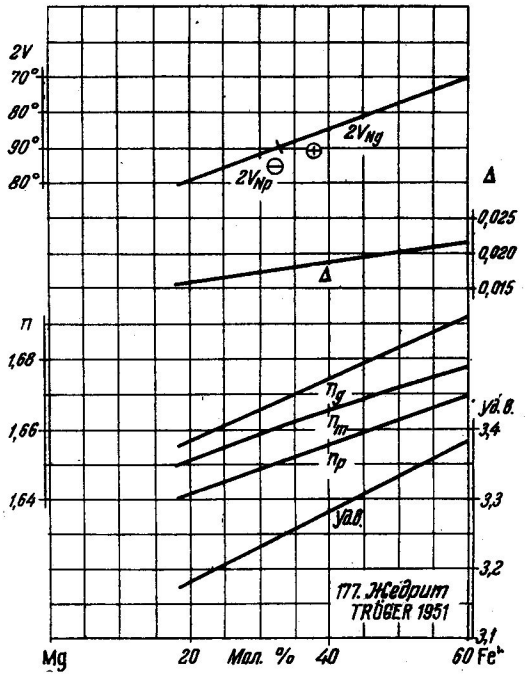
Область колебания химического состава амфиболов, богатых Ca и щелочами

TRÖGER nach SUNDIUS (Sver. geolog. Unters. Arsb. 40$_4$, 34)

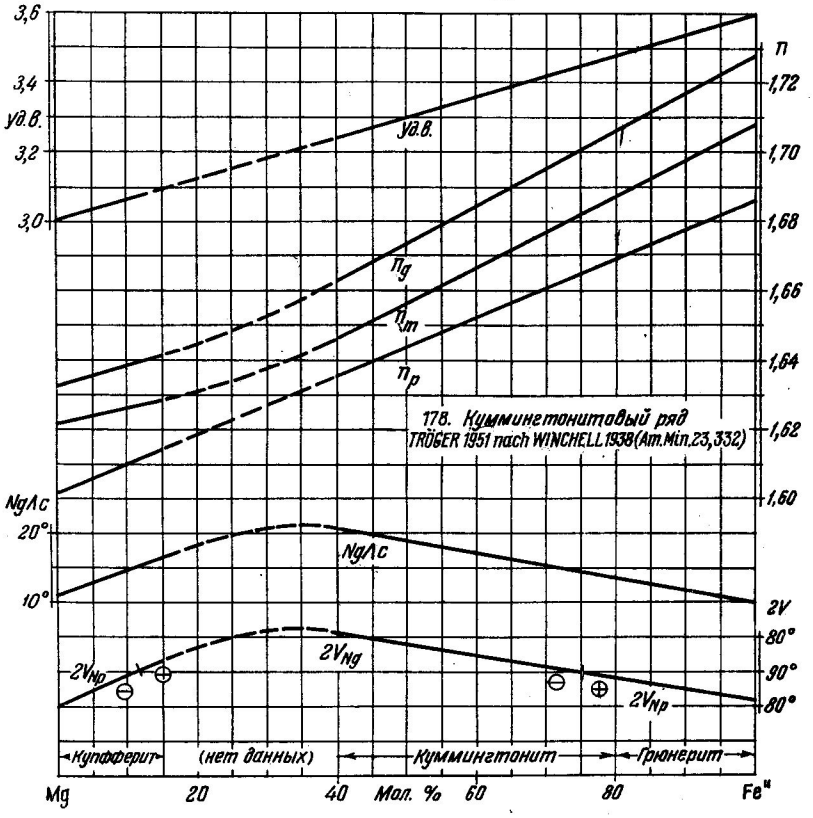

Оксироговая обманка
n_c
1,72
1,71
1,70
1,69
1,68
1,67
1,66
1,65
1,64
1,63
1,62
3,0
3,1
3,2
3,3
3,4
3,5
3,6
уд.в.
Группа амфиболов
Ключевая диаграмма n_c / уд.в.
TRÖGER 1952
За исключением широких полей роговых обманок области распространения отдельных рядов роговых обманок обозначены только через их средние оси. Рекомендуется эти полосы закрасить в характерный абсорбционный цвет IINg!
Керсутит
Синтагматит
Гастингсит
Тарамит
Грюнерит
Баркевикит
Fe-актинолит
Озаннит
Арфведсонит
Рибекит
Эденитовая обманка
Рогаевая обманка
Гастингсит
Актинолит
Mg-арфведсонит
Гедрит
Бабабуданит
Куммингтонит
Чермак.
Магнезио-
Фтортарамит
Кроссит
Холмквистит
Корунтин
Винчит
Филлит
Гастальдит
Имеринит
Эккерманит
Актинолит
Торендрикит
Тиродит
Сцехенит
Трёммаит
Рихтерит
Глаукофан
Паргасит
Анто-
Магнофорит



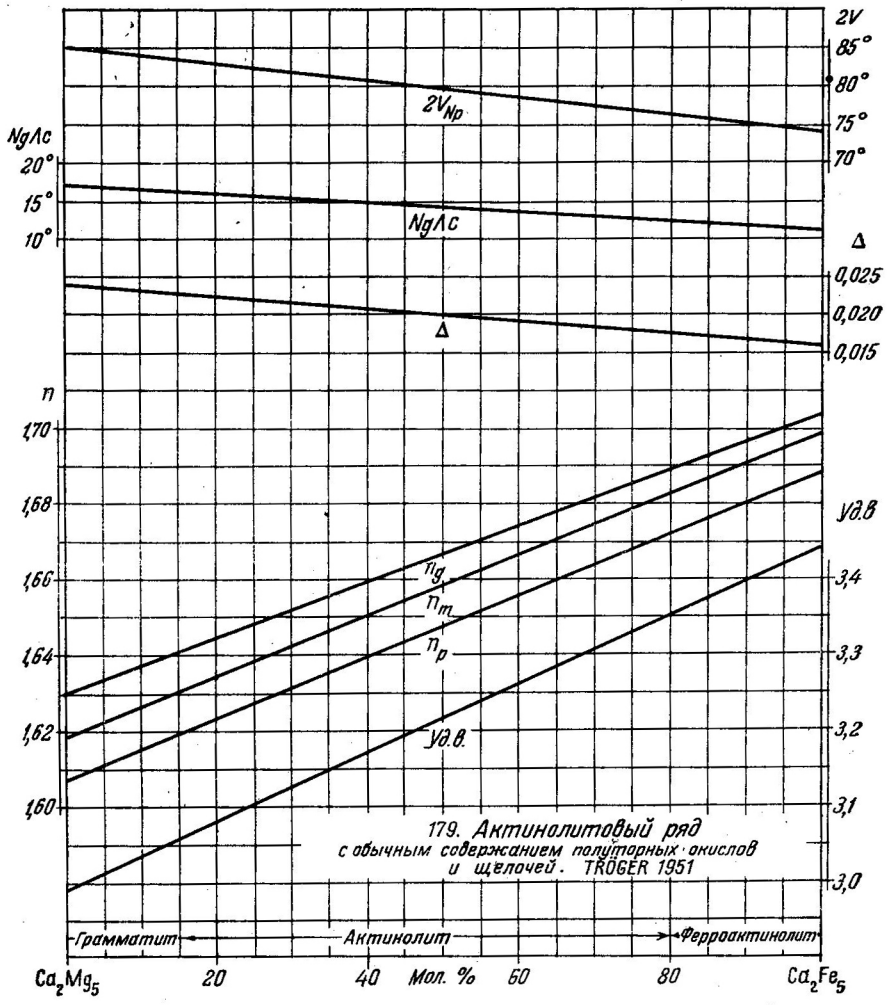
176. Антофиллит
TRÖGER 1951



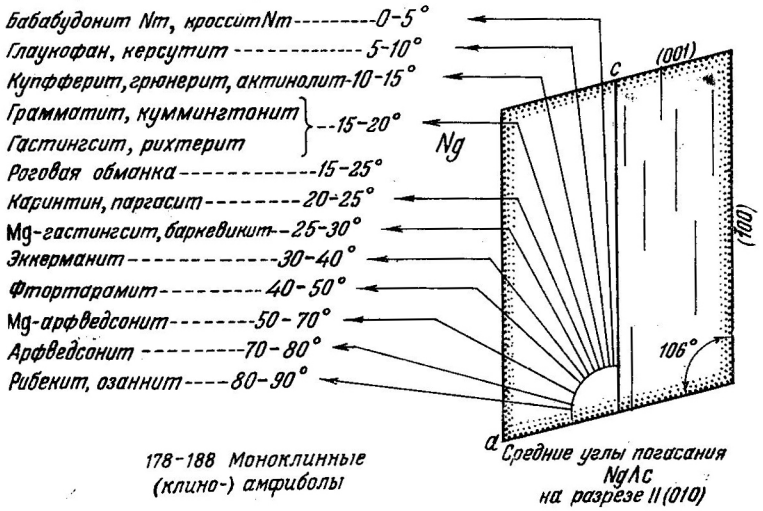
177. Жедрит
TRÖGER 1951



178. Куммингтонитовый ряд
TRÖGER 1951 nach WINCHELL 1938 (Am. Min. 23, 332)

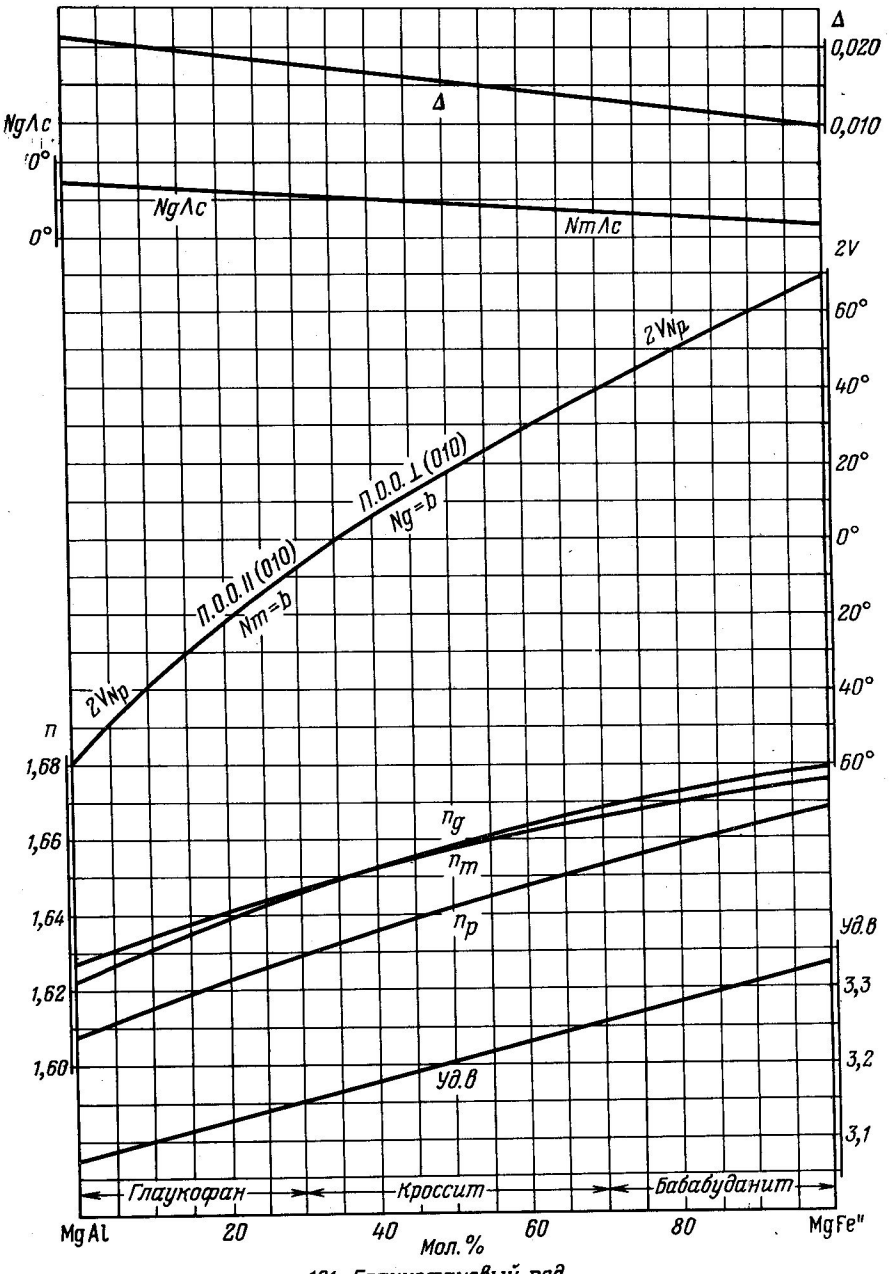


179. Актинолитовый ряд
с обычным содержанием полуторных окислов и щелочей. TRÖGER 1951

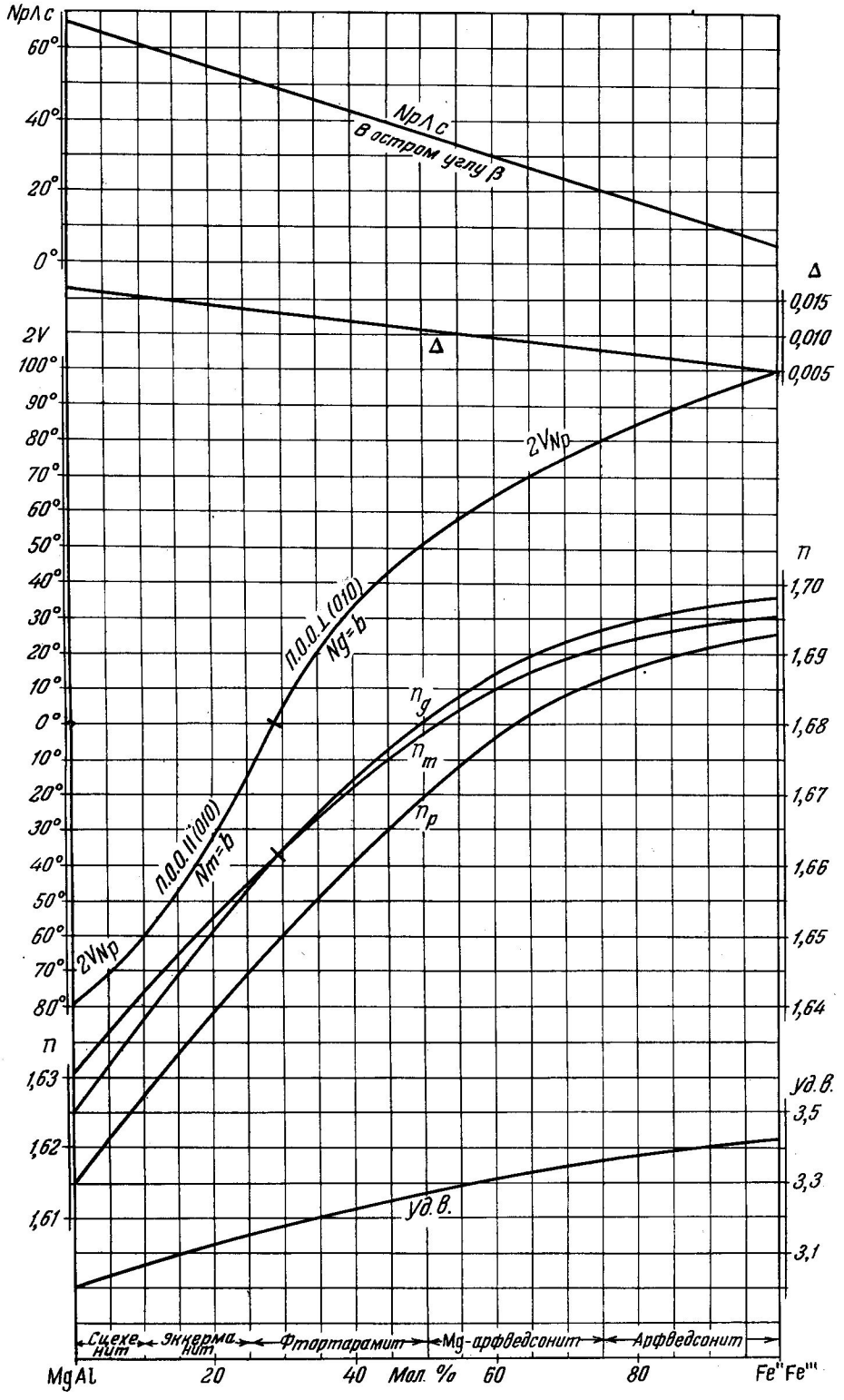


178-188 Моноклинные (клино-) амфиболы

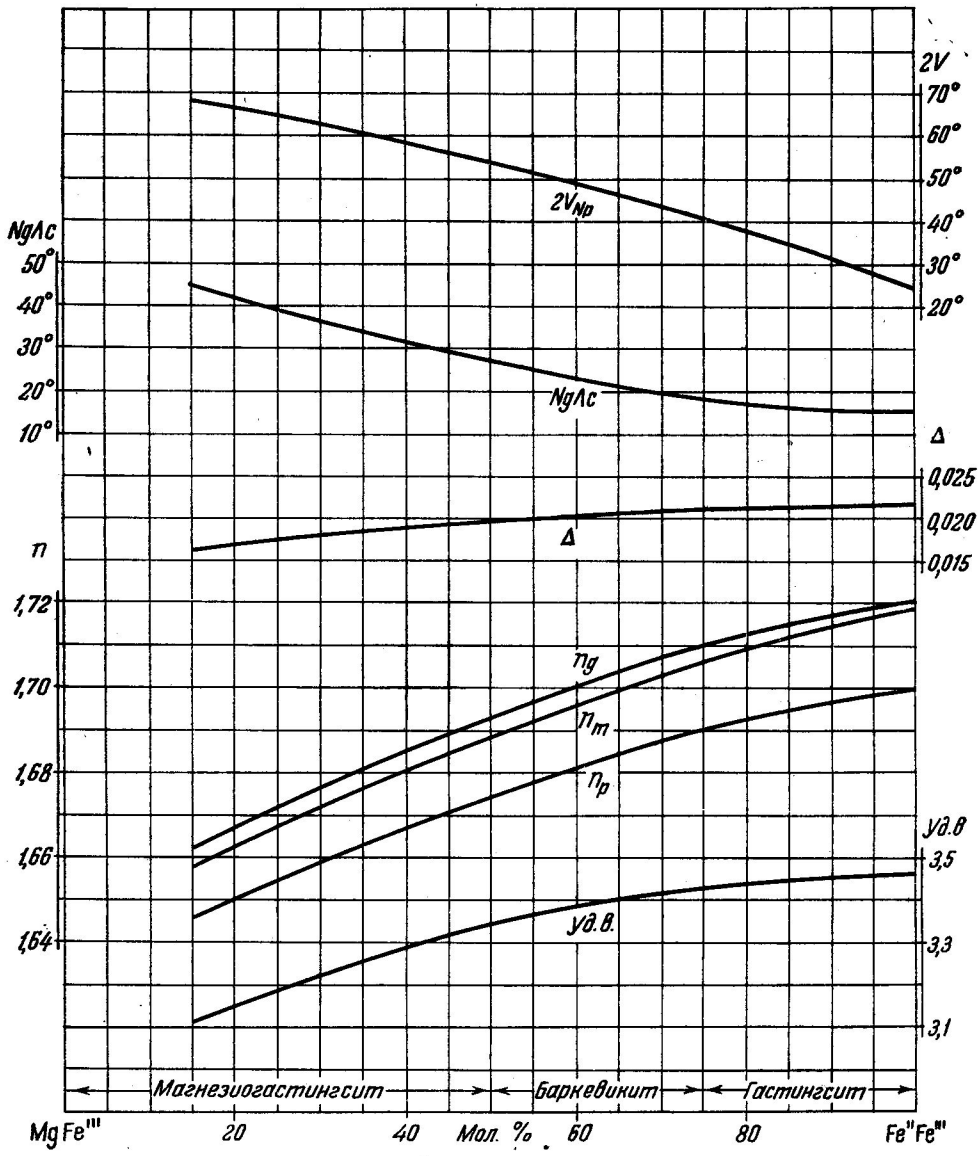
Средние углы погасания NgΛc на разрезе II (010)



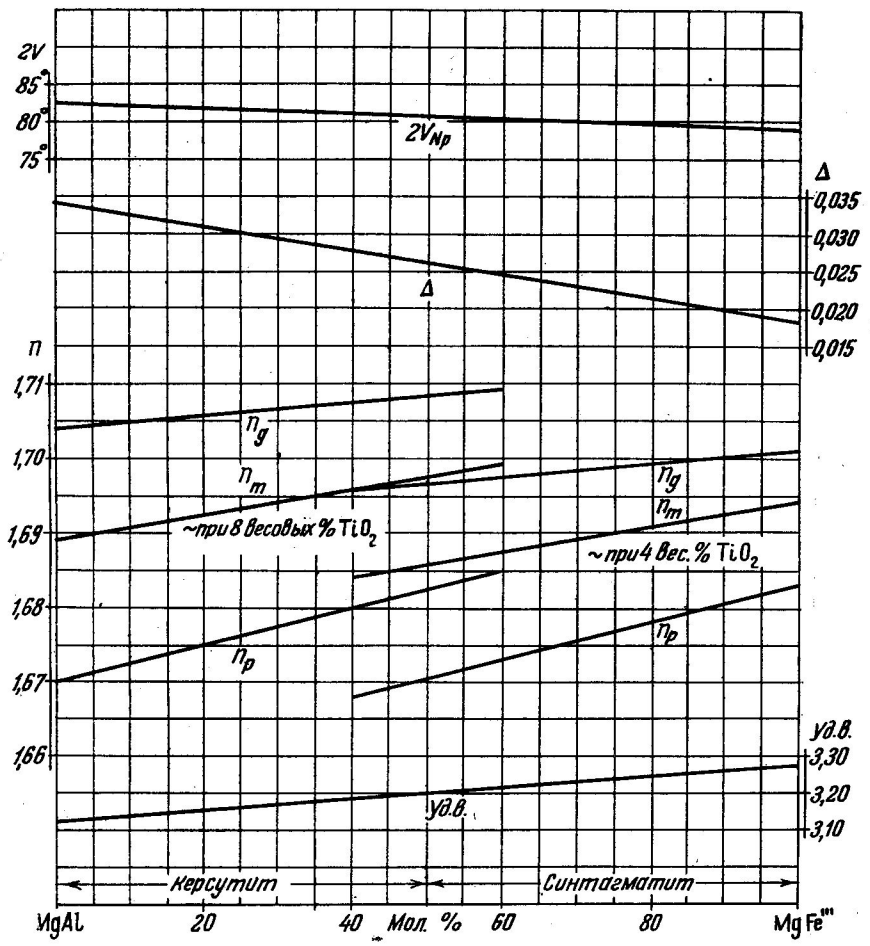
181. Глаукофановый ряд
TRÖGER 1952



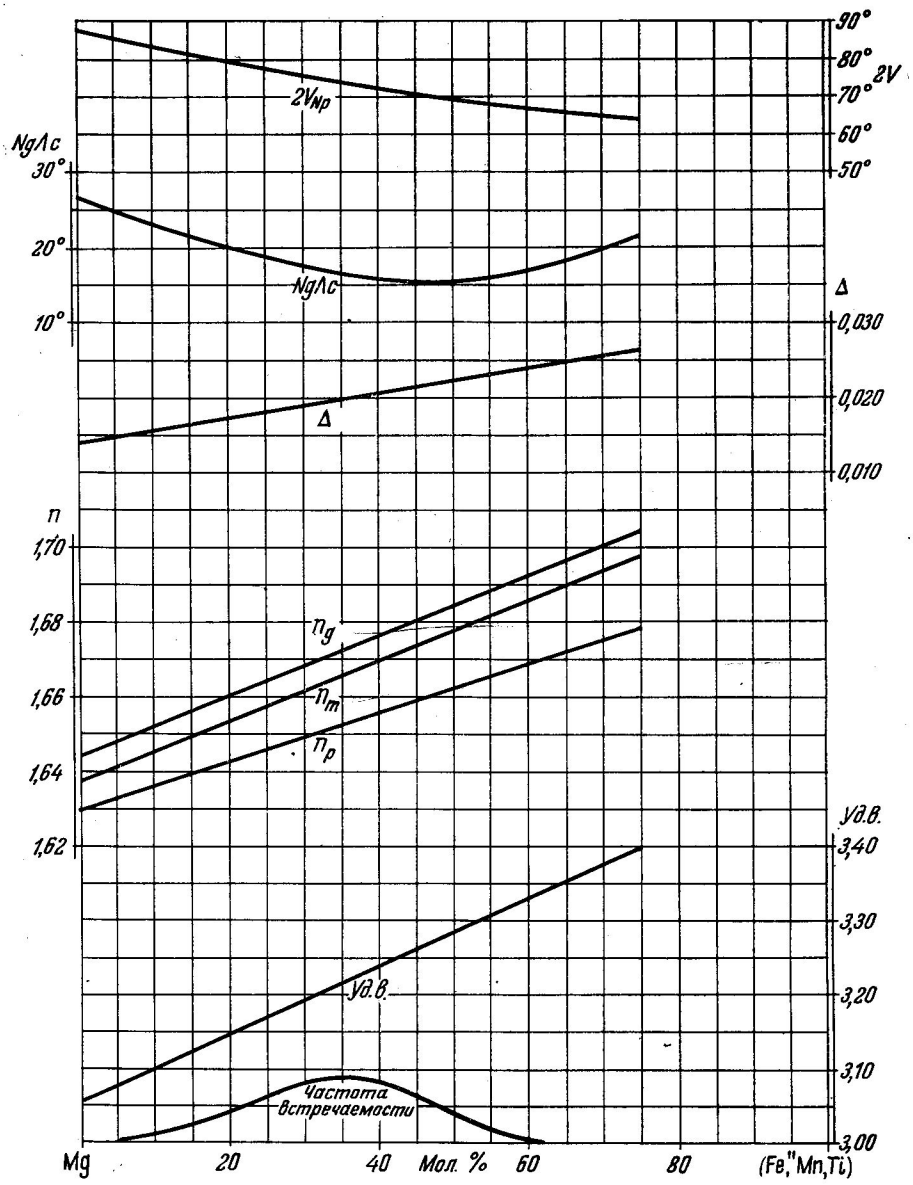
183. Арфведсонитовый ряд
TRÖGER 1952



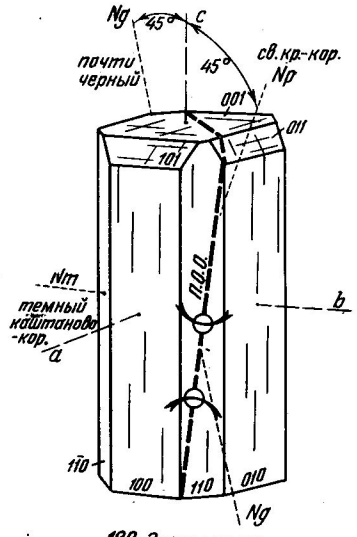
184. Ряд гастингсита
TRÖGER 1952



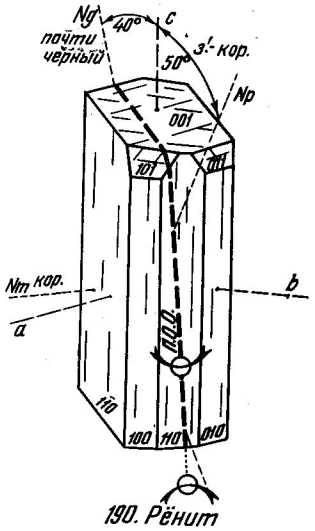
185. Титанистые роговые обманки
TRÖGER 1952



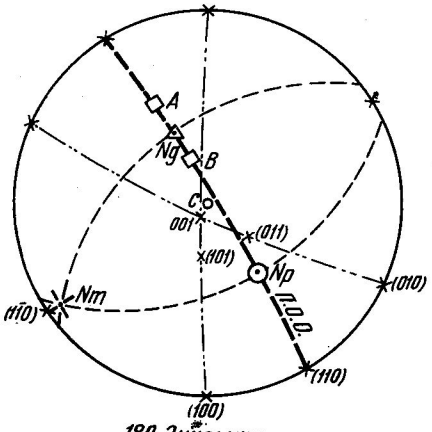
187. Роговые обманки
TRÖGER 1952



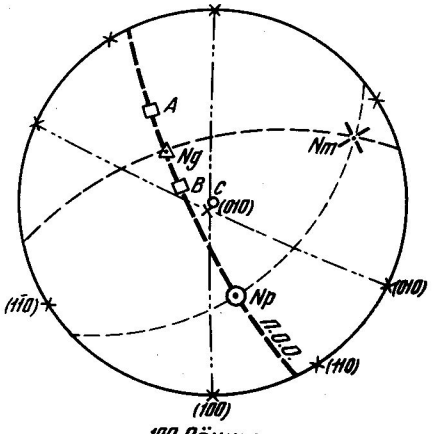
189. Энигматит



190. Рёнит



189. Энигматит

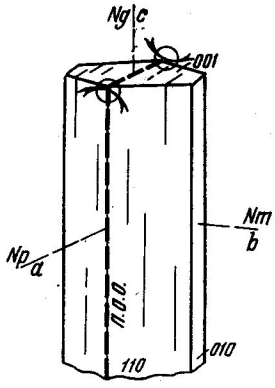


190. Рёнит

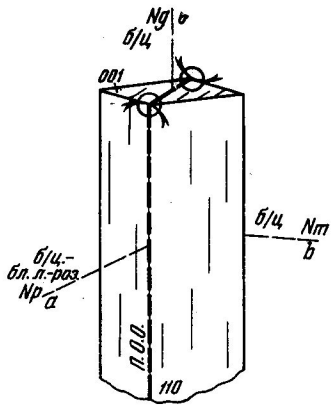
№ п/п	Название, сингония, формула	Наиболее часто встречающиеся простые формы, двойники, габитус, агрегаты	Спайность, твердость, уд. вес.	Оптическая ориентировка	Показатель преломления, двупреломление	Угол и дисперсия оптических осей	Окраска в шлифе, плеохроизм, абсорбция	Химические свойства, характерные особенности	Сходные минералы и их отличия	Парагенезис, генезис и условия нахождения
191	Силлиманит., ромб., $Al_2O_3 \cdot SiO_2$	{010}, {110} 88°; игольчато-волокнистый ∥ c, кустистый	# (010) соверш., тв. 6—7; уд. в. 3,24±	$Np \parallel a$, $Nm \parallel b$, Г. О. О. (010); $Ng \parallel c$, бисс., $l = (+)$ Рис. на стр. 126	$n_p = 1{,}657—1{,}660$ $n_m = 1{,}658—1{,}661$ $n_g = 1{,}677—1{,}682$ Ð, $\triangle = 0{,}020—0{,}022$	$2V_{Ng} = 21—30°$; $r > v$ сильная	Большей частью бесцветный; редко пятнистый, коричневатый, тогда $Np < Nm < Ng$ слабая	Слабо разлагается в HF; не бывает зернистым или в виде плотных масс; субпараллельн. срастания с кварцем: фибролит	Дистен — больший $2V$ и меньшее △, андалузит — меньшее △, цоизит имеет меньшее △, карфолит — другая ориентировка	С кордиеритом, гранатом, биотитом и дистеном в мезокатазональных глинистых горных породах; редко в эклогитах и в амфиболитах
192	Муллит, ромб., $9Al_2O_3 \cdot 6SiO_2 \cdot (H_2O, F_2)$	{110}, 89°; игольчато-призматический ∥ c	# (010) хор.; тв. 6—7; уд. в. 3,19±	$Np \parallel a$, $Nm \parallel b$, П. О. О. (010) $Ng \parallel c$, бисс., $l = (+)$ Рис. на стр. 126	Чистый / Содерж. Fe-Ti $n_p = 1{,}639—1{,}651$ $n_m = 1{,}641—1{,}654$ $h_g = 1{,}653—1{,}668$ ⊕, $\triangle = 0{,}014—0{,}017$	$2V_{Ng} = 45—50°$, $r > v$ четкая	Бесцветный; содержащий Fe и Ti: Np — бледно-лилово-розовый; Nm — бесцветный; Ng — бесцветный	Нерастворим в HF	Силлиманит — большие n и △	В сильно спекшихся контактово-метаморфизованных глинисто-песчанистых горных породах; в ксенолитах филлитов; синтетический в фарфоре
193	Дюмортьерит, ромб., $7(Al, Fe)_2O_3 \cdot 6SiO_2 \cdot B_2O_3$	{110}, {120}, {100}, {102}; ◇ =(210) пластинчатый, 60°; псевдогексагональный; игольчато-волокнистый ∥ c, ветвистый	# (100) хор.; # {210}, пл., (001) — отд.; тр. 7; уд. в. 3,31±	$Np \parallel c$, бисс., $Nm \parallel b$, П. О. О. (010); $Ng \parallel a$; $l = (-)$ Рис. на стр. 126	$n_p = 1{,}659—1{,}686$ $n_m = 1{,}684—1{,}672$ $n_g = 1{,}686—1{,}723$ ⊖, $\triangle = 0{,}027—0{,}037$	$2V_{Np} = 20—40°$; $r \ll v$ сильная, редко $r \gg v$ /?/	Np — кобальтово-синий /или зеленый/; Nm — светло-фиолетовый, Ng — бесцветный; $Np > Nm > Ng$	В HF быстро не растворяется; иногда радиоактивный; часто переходит в серицит	Турмалин — абсорбция $N_o \gg N_e$; грандидьерит — — П. О. О. $\perp l$, ибекит — меньшее △	С минералами Al, B, Zi; Ce, Y пегматитово-пневматолитовый особенно в областях развития гнейсов
194	Карфолит, мон., $(Mn, Fe, Mg)\ O \cdot Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$	Не образует идиоморфных кристаллов; игольчато-волокнистый ∥ c	# (010) соверш., # {110}, хор., 68°30′; тв. 5,5; уд. в. 2,92±	$Np \parallel b$, бисс.; $Nm \wedge a \sim$ $\sim 1° — 4°$, П. О. О. $\perp$ $\perp$ (010); $Ng \wedge c =$ $= -1° — 4°$, $l' = (+)$ Рис. на стр. 126	$h_p = 1{,}611—1{,}617$ $h_m = 1{,}628—1{,}632$ $h_g = 1{,}630—1{,}639$ ⊖, $\triangle = 0{,}019—0{,}022$	$2V_{Np} = 50—70°$; $r > v$	Np — желто-зеленый до желтого; Nm — желто-зеленый до желтого; Ng — бесцветный; $Np = Nm > Ng$	В HCl не разлагается; при нагревании становится коричневым и мутнеет	Силлиманит — ⊕ и имеет меньший $2V$; эпидот — П. О. О. $\perp l$; актинолит — больший $Ng \wedge c$	С кварцем в эпизональных сланцах; пневматолитовый с кварцем в трещинах
195	Хризотил, мон. (волокнистый серпентин), $3MgO \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$	Никогда не бывает идиоморфным; $\beta = 90°15′$; волокнистый ∥ a; параллельно-волокнистый, ветвистый, спутанный	# {011}, пл., 59°; тв. 3—4; уд. в. 2,51±	Хризотил γ: $Ng \parallel a$; П.О.О. ∥ c; $l = (+)$ Хризотил α: $Np \parallel a$; П.О.О. ∥ a; $l = (-)$ Рис. на стр. 126	Хризотил γ: $n_p = 1{,}532—52$ $n_g = 1{,}545—61$ Хризотил α*: 1,538—60 1,546—67 $\triangle = \oplus 0{,}013$*— -09 $\ominus 0{,}008—07$	$2V_{Ng} = 10—90°$ (хризотил γ); $2V_{Np} = 30—35°$ (хризотил α)	Оч. бледный, почти бесцветный; редко: N_p — соломенно-желтый до коричневатого; Ng — зеленовато-желтый до оранжево-желтого; $Np > Ng$ (хриз. γ); $Np \approx Nm \leqslant Ng$ (хриз. α)	Разлагается в кислотах; псевдоморфозы по оливину; хритотил γ выполняет трещины, хризотил α в виде петель образует псевдоморфозы по оливину	Хлорит — меньшее △, в большинстве случаев четко окрашен, часто плеохроирует	Гидротермальный по оливину; перидотит → → серпентинит; выполняющий трещины — — асбест
196	Пирофиллит, мон., $Al_2O_3 \cdot 4SiO_2 \cdot H_2O$	Таблитчатый ∥ (001); вытянут вдоль b; $\beta = 100°45′$; листоватый, ветвистый, плотный, сферолиты	# (001) соверш.; фигура удара: ? (100), $\perp$ {110}; гибкий, неэластичный; тв. 1,5; уд. в. 2,79±	$Np \perp (001)$, бисс.; $Nm \parallel a$; $Ng \parallel b$; П. О. О. $\perp$ (010); $l = (+)$ Рис. на стр. 126	$n_p = 1{,}552$ $n_m = 1{,}588$ $p_g = 1{,}600$ ⊖, $\triangle = 0{,}048$	$2V_{Np} = 53—60°$; $r > v$ слабая	Бесцветный; $Np < Nm \approx Ng$	Слабо растворим в H_2SO_4	Тальк — меньший $2V$ мусковит — меньший $2V$; каолинит — меньшее △	С кварцем гидротермальный в жилах и линзах в кристаллических сланцах; гидротермальный, замещает полевые шпаты
197	Тальк, мон., $3MgO \cdot 4SiO_2 \cdot H_2O$	$\beta = 100°15′$; таблитчатый ∥ (001), псевдогексагональный; листоватый, чешуйчатый, плотный	# (001) соверш., фигура удара: ? (100), $\perp$ {110}; гибкий, неэластичный, тв. 1; уд. в. 2,78±	$Np \perp (001)$, бисс., $Nm \parallel a$, $Ng \parallel b$, П.О.О. $\perp$ (010), $l = (+)$ Рис. на стр. 126	$n_p = 1{,}539—1{,}545$ $n_m = 1{,}589—1{,}589$ $n_g = 1{,}589—1{,}590$ ⊖, $\triangle = 0{,}050—0{,}045$	$2V_{Np} = 0—30°$; $r > v$	Бесцветный	Нерастворим в кислотах; **миннесотаит** (Fë> Mg) в Fe-рудных месторождениях; $n_p = 1{,}580$, $n_g = 1{,}615$, $\triangle = 0{,}035$	Пирофиллит — больший $2V$; брусит — ⊕; мусковит — больший $2V$; фенгит /серицит/ — больший n	С хлоритом и грамматитом метасоматический и эпизональный—в доломитах и тальковых сланцах; гидротермальный—в виде псевдоморфоз по оливину и др.
198	Парагонит, мон., $Na_2O \cdot 3Al_2O_3 \cdot 6SiO_2 \cdot 2H_2O$	Не образует идиоморфных кристаллов; $\beta = 95°$; таблитчатый ∥ (001); листоватый, чешуйчатый	# (001) соверш.; фигура удара: (010). {110}; эластичный; тв. 2,5; уд. в. 2,89±	$Np \approx \perp (001)$, бисс.; $Nm \approx \parallel a$; $Ng \parallel b$, П. О. О. $\perp$ (010) ?; $l = (+)$ Рис. на стр. 126	$n_p = 1{,}564—1{,}577$ $n_m = 1{,}594—1{,}599$ $a_g = 1{,}600—1{,}605$ ⊖, $\triangle = 0{,}036—0{,}028$	$2V_{Np} = 40—50°$; $r > v$	Бесцветный; $Np < Nm \approx Ng$	Не разлагается в HCl и H_2SO_4	Мусковит — не содержит Na /микрохимия/ !	С дистеном и ставролитом эпизональный в парагонитовых сланцах; вместе с графитом в мраморах
199	Мусковит, мон., $K_2O \cdot (Al, Fe)_2O_3 \cdot 6SiO_2 \cdot 2H_2O$	{001}, {110}, {010}, {$\bar{1}$11}; $\beta = 95°30′$; псевдогексагональный; ◇=[110], срастание по (001): чешуйчато-листоватый (в метаморфических горных породах); таблитчатый ∥ (001) до столбчатого ∥ c (в пегматитах)	# (001) в. соверш.; фигура удара: (010), {110}; в высшей степени эластичный; тв. 2—2,5; уд. в. 2,83±	$Np \wedge a = +89°30′$ до 88°, бисс.; $Nm \wedge a =$ $= 0°30′$ до 2°, $Ng \parallel b$, П. О. О. $\perp$ (010); $l = (+)$ Рис. на стр. 126	Не содержит Fe: $n_p = 1{,}552$ $n_m = 1{,}582$ $n_g = 1{,}588$ Богатый Fe: —1,570 —1,619 —1,624 ⊖, $\triangle = 0{,}036—0{,}054$	$2N_{Np} = 35°—50°$; $r > v$ Диаграмма на стр. 128	Большей частью бесцветный; редко: бледно-желтый, бледно-зеленоватый, бледно-красновато-коричневый, тогда $Np < Nm \sim Ng$	Не разлагается в HCl и H_2SO_4; плеохроичные дворики редки; пинит—псевдоморфозы по кордиериту	Фенгит—меньший $2V$; лепидолит—дает Li пламя, парагонит—содержит Na; тальк—меньший $2V$; фуксит: Nm—желтовато-зеленый, Ng—синевато-зеленый	Преимущественно метаморфический, особенно эпизональный, в пегматитах и лейкократовых кислых плутонах первичный, кроме того, резорбционный в глинистых горных породах

* Он же лизардит.—*Прим. ред.*

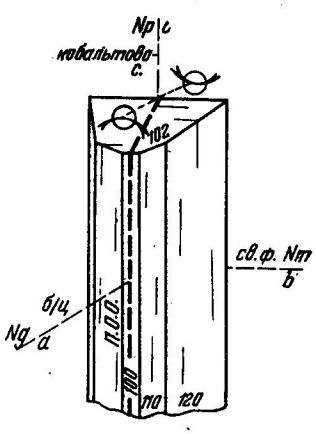
№ п/п	Название, сингония, формула	Наиболее часто встречающиеся простые формы, двойники, габитус, агрегаты	Спайность, твердость, уд. вес	Оптическая ориентировка	Показатель преломления, двупреломление	Угол и дисперсия оптических осей	Окраска в шлифе, плеохроизм, абсорбция	Химические свойства, характерные особенности	Сходные минералы и их отличия	Парагенезис, генезис и условия нахождения
200	Фенгит мон., $K_2O \cdot MgO \cdot 2(Al,Fe)_2O_3 \cdot 7SiO_2 \cdot 2H_2O$	Не образует идиоморфных кристаллов; таблитчатый ‖ (001), листовато-чешуйчатый	# (001) в. соверш.; фигура удара: (010), {110}; в высшей степени эластичный; тв. 2—2,5; уд. в. 2,81 ±	$Np \approx \perp (001)$, бисс.; $Nm \approx \| a$; $Ng \| b$. П.О.О. $\perp (010)$; $l = /+/$ Рис. на стр. 127	Не содержит Fe / Богатый Fe n_p=1,547 / —1,571 n_m=1,584 / —1,610 n_g=1,587 / —1,612 ⊖, Δ=0,040—0,041	$2V_{Np}$=24—36° (редко≈0°); $r>v$	Большей частью бесцветный $Np<Nm\sim Ng$	В кислотах не растворяется; **серицит**—мелкочешуйчатая разновидность в эпизональных сланцах	Мусковит—больший $2V$; парагонит—больший $2V$; тальк—большей частью меньший $2V$; циннвальдит—дает Li пламя	Эпизональный в глинистых сланцах, филлитах и эпигнейсах; редко автопневматолитовый, например в пегматитах
201	Флогопит, мон., $K_2O \cdot 6(Mg,Fe)O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2 \cdot 2(F, H_2O)$	{001}, {110}, {010}, {hkl}; β=100°15′: псевдогексагональный; ◇=[110]; срастание по (001); таблитчатый ‖ (001)	# (001) в. соверш.; фигура удара: (010), {110}; в высшей степени эластичный; тв. 2—2,5; уд. в. 2,83 ±	$Np \wedge a = +88—86°$ бисс.; $Nm \| b$, П.О.О. ‖ (010), $Ng \wedge a = +2°$ до 4°; $l' = /+/$ Рис. на стр. 127	Не содержит Fe / Богатый Fe n_p=1,520—1,535—1,550 n_m=1,558—1,564—1,597 n_g=1,558—1,565—1,597 ⊖, Δ=0,038—0,030—0,047	$2V_{Np}$=0—20°; $r<v$ Диаграмма на стр. 128—131	Бесцветный; с Fe окрашенный: Np—бесцветный; $Nm=Ng$—желтоватый или коричневатый; $Np \ll Nm < Ng$	В концентрированной H_2SO_4 бледнеет; реакция на фтор	Протолитионит—дает Li пламя; мусковит—больший $2V$; биотит—больший n	С другими F-содержащими минералами пневматолитовый; в кальцитовых и доломитовых мраморах; также в пироксенитах; в серпентинитах, в лампроитах
202	Ряд биотита, мон., **мероксен—лепидомелан—аннит** $K_2O \cdot 6(Mg, Fe)O \cdot (Al,Fe)_2O_3 \cdot 6SiO_2 \cdot 2H_2O$	{001}, {110}, {1$\bar{1}$1}, {010}, {hkl}; β=99°15′; псевдогексагональный; ◇=[110]; срастание по (001); таблитчатый ‖ (001); листоватый, чешуйчатый	#(001) в соверш.; фигура удара: (010), {110}; эластичный, тв. 2,5—3 уд. в. { 2,70 мероксен; 3,30 аннит	$Np \wedge a = +90°$ (до 81°), бисс.; $Nm \| b$, П.О.О. ‖ (010), $Ng \wedge a = +0°$/до 9°; $l = /+/$ Рис. на стр. 127	Мероксен / Лепидомелан / Аннит n_p=1,571—1,598—1,616 n_m=1,609—1,653—1,696 n_g=1,610—1,654—1,697 ⊖, Δ=0,039—00,56—0,081	$2V_{Np}$=0—35°; $r \gtrless v$ (богатый Mg) до $r<v$ (богатый Fe) Диаграмма на стр. 128—129	Np—серо-желтый, коричнево-зеленый, оранжево-коричневый; Nm—темно-коричневый. темно-зеленый, темно-красно-коричневый; Ng—темно-коричневый, темно-зеленый, темно-красно-коричневый; $Np \ll Nm \approx Ng$ Диаграмма стр. 127	Бледнеет в концентрированной H_2SO_4; часто плеохроичные дворики; в эффузивных породах часто с резорбционными каемками; **гидробиотит** похож, но у него $Ng \sim 1,58$	Флогопит—светлее и меньший n; вермикулит—меньшие n и Δ; хлорит—значительно меньшее Δ; протолитионит—дает Li пламя	Магматический, особенно в кислых лейкократовых горных породах; пегматитовый; контактово-метаморфический и мезозональный метаморфический
203	Аномит, мон., $K_2O \cdot 4(Fe, Mg)O \cdot 2(Al,Fe)_2O_3 \cdot 6SiO_2 \cdot 2H_2O$	{001}, {110}, {010}; β=99°15′; псевдогексагональный; ◇=[110]; срастание по (001); таблитчатый ‖ (001)	# (001) в. соверш.; фигура удара: (010), {110}; эластичный; тв. 2,5—3; уд. в. 2,96±	$Np \wedge a = +88$ до 86°, бисс.; $Nm \wedge a = +2$ до 4°, $Ng \| b$, П.О.О. $\perp$ (010); $l = /+/$ Рис. на стр. 127	n_p=1,558—1,604 n_m=1,594—1,664 n_g=1,594—1,664 ⊖, Δ=0,036—0,060	$2V_{Np}$= { 0,—10° (богатый Fe); 10—25° (богатый Mg) } $r<v$, редко $r>v$	Не бывает зеленым, только иногда: Np=светло-коричневый; $Nm \sim Ng$—темно-коричн.—красно-коричнев.; $Np \ll Nm \gtrless Ng$	Бледнеет в кипящей HCl; часто плеохроичные дворики	Биотит—П.П.О. ‖ (010)	Часто вместе с биотитом; магматический в щелочных горных породах (от трахитов до альнёитов), а также в диоритах и андезитах
204	Воданит, мон., $(K,Na)_2O \cdot 4,5(Mg, Fe)O \cdot 1,5TiO_2 \cdot (Al,Fe)_2O_3 \cdot 6SiO_2 \cdot H_2O \cdot F_2$	{001}, {110}, {010}; β=99°15′; псевдогексагональный; ◇=[110]; срастание по (001); таблитчатый ‖ (001)	# (001) в. соверш.; фигура удара: (010), {110}; эластичный; тв. =2,5—3; уд. в. 3,10 ±	$Np \wedge a = +87$ до 81°, бисс.; $Nm \| b$, П.О.О. ‖ (010); $Ng \wedge a = +3$ до 9°, $l' = /+/$ Рис. на стр. 127	n_p=1,599—1,622 n_m=1,639—1,671 n_g=1,643—1,672 ⊖, Δ=0,044—0,050	$2V_{Np}$=5°—35°; $r \ll v$	Np—светло-оранжевый, желтоватый; Nm—оранжевый, оранжево-коричневатый; Ng—коричнево-красный, темно-коричн.-красн.; $Np \ll Nm < Ng$	Бледнеет в H_2SO_4	Аннит—большее Δ; флогопит—меньший n; протолитионит—дает Li пламя	Магматический в лампроитах и шонкинитах; контактово-метасоматический со шпинелью в оливиновых роговиках
205	Ряд лепидолита, мон., **полилитионит-лепидолит,** $K_2O \cdot 1,5—2Li_2O \cdot 2,5—1Al_2O_3 \cdot 6—8SiO_2 \cdot 4F$	{001}, {110}, {010}; β=100°45′; псевдогексагональный; ◇=[110], редко; листоватый ‖ (001), чешуйчатые массы	# (001) в. соверш.; фигура удара: (110), {110}; в высшей степени эластичный; тв. 2,5—4; уд. в. 2,84	$Np \wedge a = +89$ до 83°, бисс.; $Nm \wedge a = 1°$ до 7°; $Ng \| b$, П.О.О. $\perp$ (010), $l' = /+/$ Рис. на стр. 127	n_p=1,533—1,537 n_m=1,553—1,563 n_g=1,555—1,566 ⊖, Δ=0,022—0,029	$2V_{Np}$= { 20°—40° (лепидолит); 40°—50° (полилитионит) } Диаграмма на стр. 128—129	Бесцветный; лепидолит также: Np—почти бесцветный; $Nm=Ng$—розовый, бледно-фиолетовый; $Np<Nm \leqslant Ng$	Почти нерастворим в кислотах; с плеохроичными двориками	Бедный Fe мусковит—не дает Li пламени и имеет меньший n	Первичный в гранитных пегматитах; пневматолитовый с топазом и рубелитом в гранитных жилах; полилитионит в элеолитовых сиенитах
206	Циннвальдит, мон., $K_2O \cdot Li_2O \cdot 2FeO \cdot 2Al_2O_3 \cdot 6SiO_2 \cdot Fe_2 \cdot H_2O$	{001}, {110}, {010}, {1$\bar{1}$1}, {100}; β=100°, псевдогексагональный; ◇=[110]; срастание по (001); таблитчатый ‖ (001); веерообр.	#(001) в. соверш.; фигура удара; (010), {110}; в высшей степени эластичный; тв. 2,5—4; уд. в. 2,97 ±	$Np \wedge a = +90$ до 88°, бисс.; $Nm \| b$, П.О.О. ‖ (010), $Ng \wedge a = +0°$ до 2°, $l = /+/$ Рис. на стр. 127	n_p=1,541—1,557 n_m=1,571—1,585 n_g=1,573—1,588 ⊖, Δ=0,032—0,031	$2V_{Np}$=10°—37°; $r>v$ слабая Диаграмма на стр. 128—129	Бесцветный до окрашенного: Np—почти бесцветный, желто-коричневый; $Nm=Ng$—коричневато-серый—темно-коричневый; $Np<Nm=Ng$	В кислотах быстро растворяется; с плеохроичными двориками; воронья слюдка—$Nm=Ng$—синевато-серый	Бедный Fe фенгит—не дает Li пламя	Первичный в оловоносных гранитах; пневматолитовый с топазом, касситеритом и вольфрамитом в грейзенах
207	Протолитионит, мон., $K_2O \cdot Li_2O \cdot 3FeO \cdot 2Al_2O_3 \cdot 6SiO_2 \cdot F_2 \cdot H_2O$	{001}, {110}, {010}; β=99°45′; псевдогексагональный; ◇=[110]. редко; таблитчатый ‖ (001), листоватый	# (001) в. соверш.; фигура удара: (010), {110}; эластичный; тв. 2,5—4; уд. в. 2,98 ±	$Np \approx \perp a$, бисс.; $Nm \wedge a \sim 0$; $Ng \| b$, П.О.О. $\perp$ (010); $l = /+/$ Рис. на стр. 127	n_p=1,548—1,605 n_m=1,583—1,645 n_g=1,583—1,645 ⊖, Δ=0,035—0,040	$2V_{Np} \approx 0°$; $r>v$ слабая Диаграмма на стр. 128—129	Редко бесцветный; большей частью: Np—желтоватый; $Nm=Ng$—коричневатый; $Np \ll Nm \approx Ng$	В кислотах растворяется; с плеохроичными двориками	Флогопит, биотит и лепидомелан—П.О.О. ‖ (010); аномит—не дает Li пламя	Первичный в гранитных пегматитах; пневматолитовый в турмалиновых гранитах



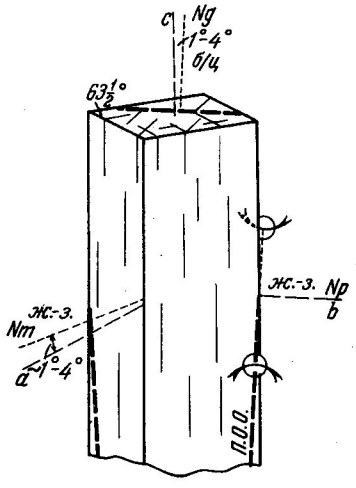
191. Силлиманит



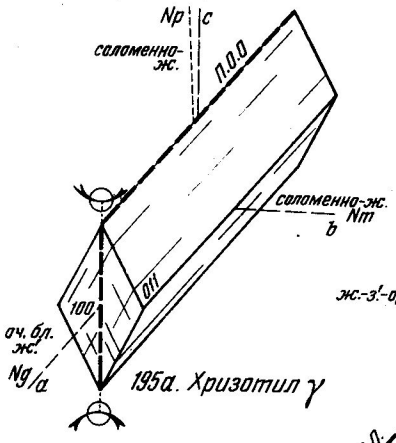
192. Муллит



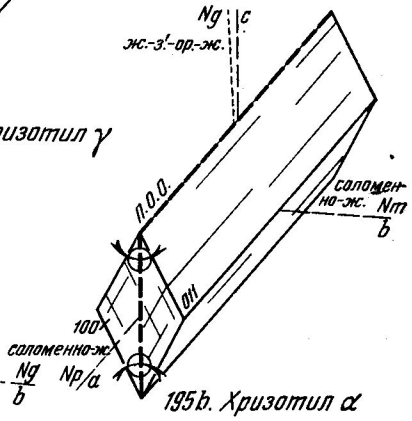
193. Дюмортьерит



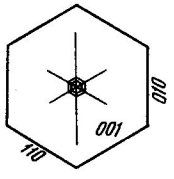
194. Карфолит



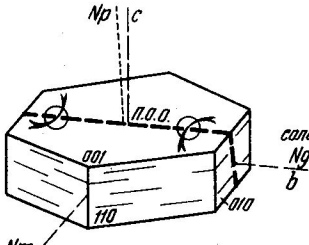
195a. Хризотил γ



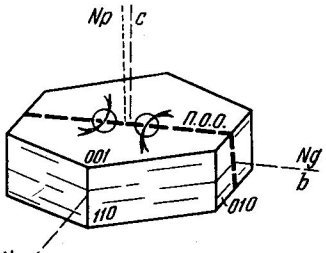
195b. Хризотил α



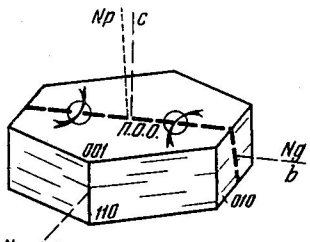
Фигура удара в слюдах



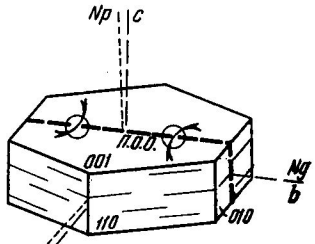
196. Пирофиллит



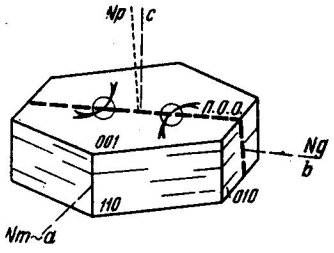
197. Тальк



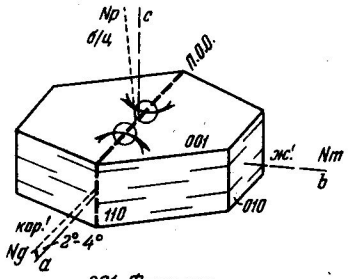
198. Парагонит



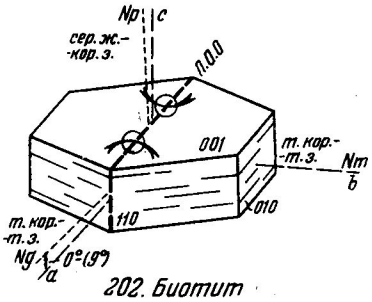
199. Мусковит



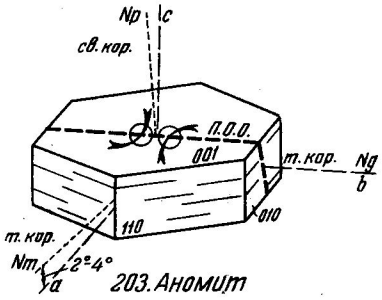
200. Фенгит



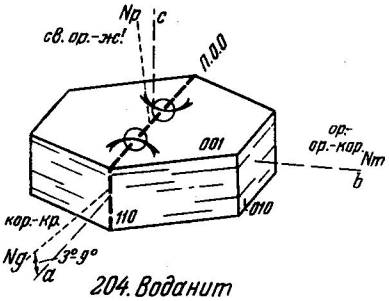
201. Флогопит



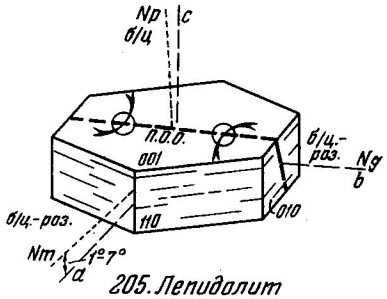
202. Биотит



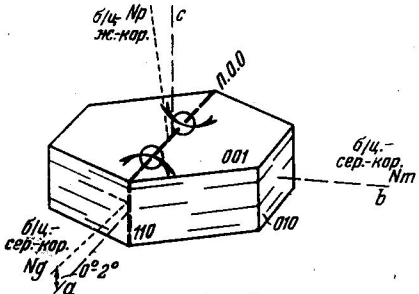
203. Аномит



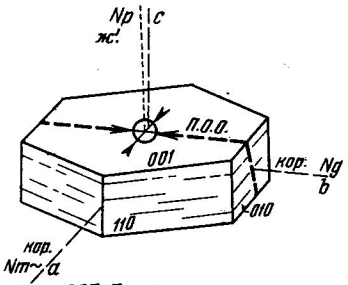
204. Воданит



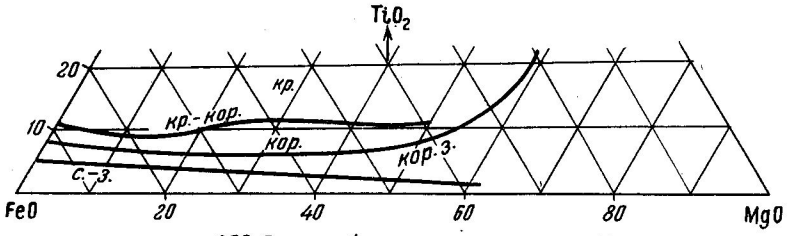
205. Лепидолит



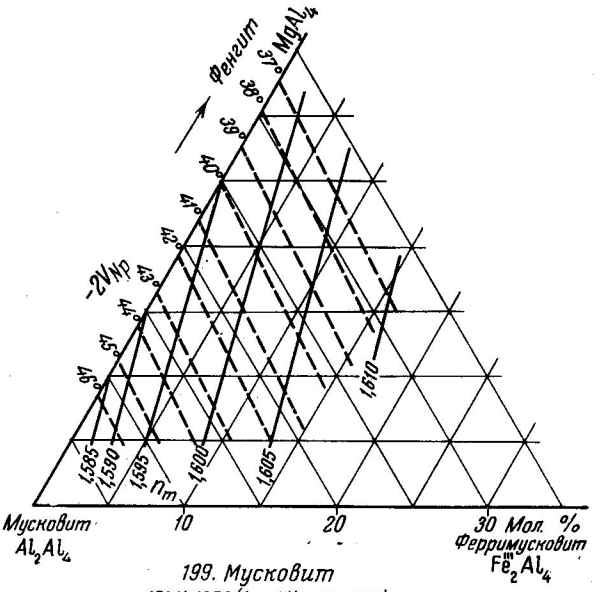
206. Циннвальдит



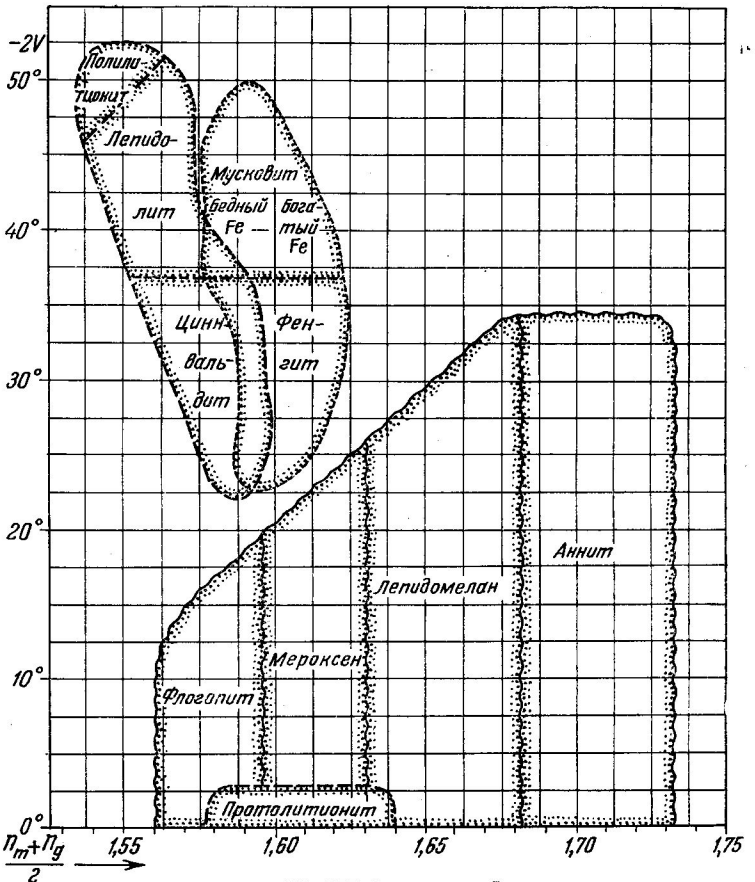
207 Протолитионит



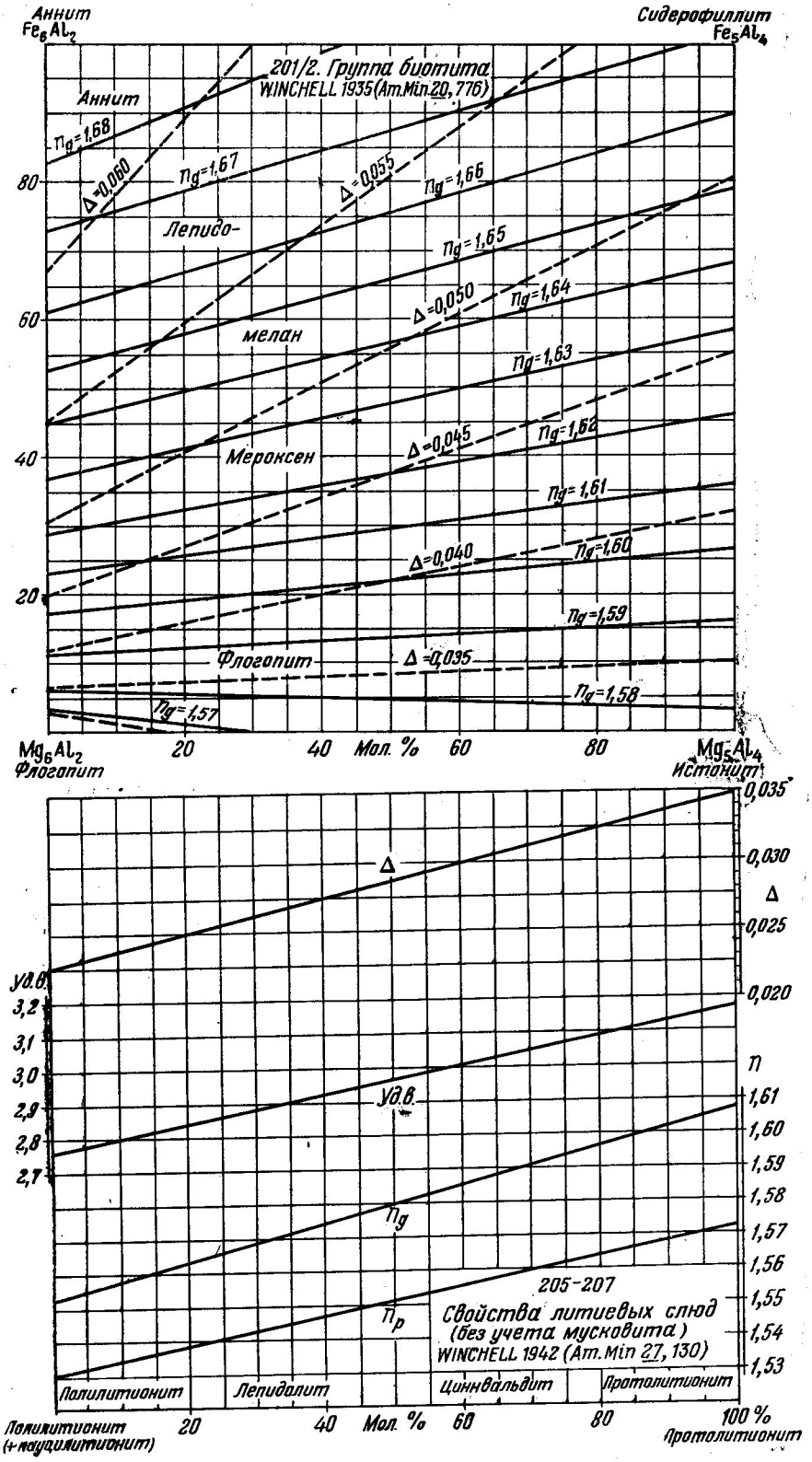
202. Группа биотита: окраска по Ng
HALL 1941 (Am. Min. 26, 30)



199. Мусковит
VOLK 1939 (Am. Min. 24, 255)



199–207. Группа слюд
TRÖGER 1951 nach BURKHAROT S.M.P.M. 23, 1943, 465

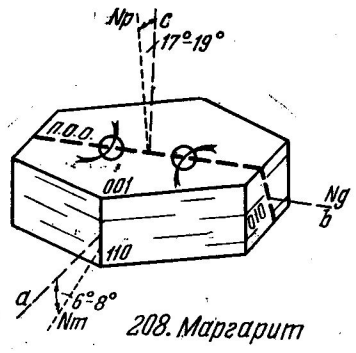


(Copyrighted, 1951, by A.N. Winchell in Elements of Optical Mineralogy, pt. II; Reproduced by permission)

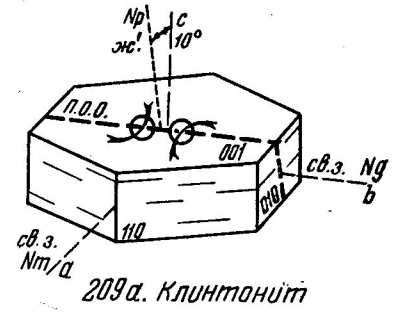
№ п/п	Название, сингония, формула	Наиболее часто встречающиеся простые формы, двойники, габитус, агрегаты	Спайность, твердость, уд. вес	Оптическая ориентировка	Показатель преломления, двупреломление	Угол и дисперсия оптических осей	Окраска в шлифе, плеохроизм, абсорбция	Химические свойства, характерные особенности	Сходные минералы и их отличия	Парагенезис, генезис и условия нахождения
208	Маргарит мон., $CaO \cdot 2Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot H_2O$	{001}, {110}, {010}; $\beta = 100°45'$, псевдогекс; ◇—[110] срастание по (001); тонкотаблитчатый ∥ (001), листоватый	#(001) в. соверш.; лучи от удара ∥ (010); довольно хрупкий; тв. 3,5—4,5; уд. в. 3,02±	$Np \wedge a = +84°$ до 82°, бисс; $Nm \wedge a = -6$ до $-8°$, П.О.О. ⊥ (010); $Ng \parallel b$, $l' = (+)$ Рис. на стр. 136	$n_p = 1{,}630—1{,}638$ $n_m = 1{,}643—1{,}648$ $n_g = 1{,}644—1{,}650$ ⊖, $\Delta = 0{,}014—0{,}012$ Диаграмма на стр. 139	$2V_{Np} = 45°$ (от 40 до 67°); $r < v$ (? также $r > v$)	Бесцветный	Неполностью разлагается H_2SO_4	Мусковит — меньший n и большее Δ; диаспор — иная ориентировка; хлоритоид — бесцветный; тальк — меньший n и большее Δ	В метаморфических породах с корундом и диаспором; за счет корунда образуется также в хлоритовых и слюдяных сланцах
209	Ряд клинтонита, мон., **клинтонит—ксантофилит**, $CaO \cdot MgO \cdot Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot H_2O$	{001}, {110}, {010}; $\beta = 100°$; псевдогекс.; ◇=[110] полисинтетические, срастания по (001); таблитчатый ∥ (001); псевдоромбоэдрический	#(001) соверш.; лучи от удара ∥ (100); очень хрупкий; тв. 3,5—6; уд. в. 3,10 ±	Клинтонит $Np \wedge a \approx 90°$, бисс.; $Nm \wedge a \approx 0°$ $Ng \parallel b$, П.О.О. ⊥ (010), $l = (+)$. Ксантофиллит $Np \wedge a = 89°30'$ бисс.; $Nm \parallel b$, П.О.О. ∥ (010); $Ng \wedge a = 0°30'$ Рис. на стр. 136	$n_p = 1{,}646—1{,}649$ $n_m = 1{,}657—1{,}660$ $n_g = 1{,}658—1{,}661$ ⊖, $\Delta = 0{,}012—0{,}012$	$2V_{Np} = 18°—35°$; $r < v$ слабая	Np—бесцветный, светло-оранжево- желтый, красновато-коричневый; Nm—светло-коричнево-зеленый, светло-зеленый, зеленый; Ng—светло-коричнево-желтый, светло-зеленый, зеленый; $Np < Nm \approx Ng$	Нерастворим в кислотах	Биотит—большее Δ, хлорит—имеет большей частью меньшее Δ; хлоритоид— ⊕ и имеет больший $2V$; стильпномелан—большее Δ	Эпизональный с тальком в хлоритовых сланцах; контактово-метаморфический в мраморах с монтичеллитом и серпентином
210	Хлоритоид, мон. (трикл.?), $FeO \cdot Al_2O_3 \cdot SiO_2 \cdot H_2O$	{001}, {110}, {010}, {hkl}; $\beta = >90°$; псевдогекс; ◇=[110], полисинтетические срастания по (001); таблитчатый ∥ (001), вытянут ∥ c; линзы, скопления	#(001) соверш.; #{110} пл.; отд. ∥ (010); хрупкий; тв. 6,5—7; уд. в. 3,51±	$Np \wedge a = -3°$ до $-30°$ ($r > v$); $Nm \parallel b$, П.О.О. ∥ (010), также ⊥(010); $Ng \wedge a = +87°$ до 60°, бисс.; $l' = (\pm)$ Рис. на стр. 136	$n_p = 1{,}714—1{,}722—1{,}731$ $n_m = 1{,}717—1{,}725—1{,}734$ $n_g = 1{,}730—1{,}728—1{,}740$ ⊕, $\Delta = 0{,}016—0{,}006—0{,}009$	$2V_{Ng} = 36°—63°$; $r > v$ сильная	Np—светло-желто-зеленый, оливково-зеленый; сине-зеленый; Nm—серо-синий; Ng—бесцветный, желто-зеленый, светло-синий $Np < Nm > Ng$	Растворяется в H_2SO_4; после прокаливания становится магнитным; сильная дисперсия осей индикатрисы; зонарный и обладает структурой песочных часов	Хлорит—меньший n; клинтонит—⊖ и меньший $2V$; биотит—большее Δ; стильпномелан—большее Δ	Эпизональный, с рутилом и хлоритом в филлитах, хлоритовых и слюдяных сланцах; ? гидротермальный в лавах
211	Ряд антигорита мон., **антигорит—дженкинсит**, $3(Mg, Fe)O \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$	{001}, {110}, {010}, {hk0}; {h0l} $\beta = 91°15'$; псевдогекс; ◇=(001); таблитчатый ∥ (001); чешуйчатый, плотные массы	#(001) в. соверш.; лучи от удара ∥ (010); гибкий не эластичный; тв. 3—4; уд. в. 2,56±	$Np \wedge a \approx 90°$ бисс.; $Nm \parallel b$, П.О.О. ∥ (010); $Ng \wedge a = 0°$; $l' = (+)$ Рис. на стр. 136	Антиг. Дженк. $n_p = 1{,}546—1{,}568—1{,}591$ $n_m = 1{,}551—1{,}571—1{,}600$ $n_g = 1{,}552—1{,}572—1{,}601$ ⊖, $\Delta = 0{,}006—0{,}004—0{,}010$ Ср. с диаграммой на стр. 140	$2V_{Np} = 27°—60°$; $r > v$	Антигорит почти бесцветный; дженкинсит; Np—зеленовато-желтый, $Nm = Ng$—зеленоватый; $Np \approx Nm \approx Ng$	Разлагается в кислотах; **бастит**—монокристаллическая псевдоморфоза по энстатиту	Слюды—большее Δ; хризотил—волокнистый; прохлорит—сильнее плеохроирует; члены ряда пеннина большей частью ⊕	Эпизональный или гидротермальный, за счет Mg-силикатов (серпентин); метасоматический в доломитах
212	Ряд пеннина, мон., **пеннин—клинохлор-шериданит**, 3—2 MgO· 0—$1Al_2O_3$ 2—$1SiO_2 \cdot 2H_2O$	{001}, {$\bar{1}$01}, {010}, {111}, {112}; $\beta = 97°$; псевдогексагональный; ◇=(001), ◇=([110]; срастание по (001); таблитчатый ∥ (001), чешуйчатый, плотные массы	#(001) в. соверш.; лучи от удара ∥ (010); гибкий, не эластичный; тв. 2—2,5; уд. в. { 2,66 пеннин 2,72 шериданит	$Np \wedge a = 0°$ до 2°30'; $Nm \parallel b$, П.О.О. ∥ (010); $Ng \wedge a = 90°—87°30'$, бисс., $l' = (-)$ Пенн. ⊖ $Np \wedge a \approx 90°$, бисс.; $Ng \wedge a = 0°$; $l = (+)$ Рис. на стр. 136	Пеннин Шериданит $n_p = 1{,}569—1{,}582$ $n_m = 1{,}571—1{,}585$ $n_g = 1{,}571—1{,}596$ ⊖, $\Delta = 0{,}002—\oplus 0{,}014$ Ср. с диаграммой на стр. 140	$2V_{Np}$ оч. мал., до 0° } пеннин } $r > v$ $2V_{Ng}$ от 0° до 70° } клинохлор шериданит } $r < v$	Np—бесцветный; синевато-зеленый; Nm—светло-зелено-желтый; Ng—светло-желто-зеленый, желтый; $Np \approx Nm \left(\begin{matrix} \approx \\ (>) \end{matrix} \right) Ng$ } едва плеохроирует	Полностью разлагается в H_2SO_4; плеохроичные дворики четкие и часто встречаются; **кеммерерит**—Cr-пеннин, **кочубеит** Cr-клинохлор } плеохроируют в фиолетово-розовых тонах	Слюды—большее Δ; антигорит— ⊖; прохлорит — сильнее плеохроирует; делессит—больший n	Эпизональный с тальком, актинолитом, магнезитом в хлоритовых сланцах и др.; в альпийских жилах с гранатом, везувианом или альбитом, кварцем
213	Ряд делессита, мон., **делессит—диабантит**, $6(Mg, Fe)O \cdot 0{,}75Al_2O_3 \cdot 3{,}5SiO_2 \cdot 6{,}5H_2O$	{001}, {110}, {010}; $\beta = 97°$; псевдогексагональный; ◇=(001), ◇=[110]; срастание по (001); сферолиты, скорлупки, чешуйки	# (001) соверш.; тв. 2; уд. в. { 2,78 дел. 3,00 диаб.	$Np \wedge a \approx 90°$, бисс.; $Nm \parallel b$, П.О.О. ∥ (010); $Ng \wedge a = 0°$; $l = (+)$ Реже $Np \wedge a = 0°$; $Ng \wedge a \approx 90°$, бисс.; $l = (-)$ Рис. на стр. 136	Делесс. Диаб. $n_p = 1{,}598—1{,}595—1{,}624$ $n_m = 1{,}598—1{,}599—1{,}629$ $n_g = 1{,}602—1{,}599—1{,}629$ $\Delta, \oplus = 0{,}004 \ominus 0{,}004—0{,}005$ Ср. с диаграммой на стр. 140	$2V_{Np}$ мал. до 0° делесс. } $r < v$ $2V_{Ng} = 0°$ до небольш. диабантит } $r < v$	Np — почти бесцветный (желтоватый или зеленоватый); Nm — зеленый, оливково-зеленый; Ng — зеленый, оливково-зеленый; $Np < Nm \approx Ng$ (редко $Np \approx Nm > Ng$)	В HCl разлагается до кремневого скелета; заметно плеохроирует, более четко с увеличением содержания Fe	Слюды — большее Δ; антигорит, ряд пеннина } оч. слабо плеохроируют прохлорит — другие соотношения $n : \Delta$	Гидротермальный в мандельштейновых мелафирах и диабазах; диабантит также эпизонально-водный за счет стекла в диабазах

№ п/п	Название, сингония, формула	Наиболее часто встречающиеся простые формы, двойники, габитус, агрегаты	Спайность, твердость, уд. вес	Оптическая ориентировка	Показатель преломления, двупреломление	Угол и дисперсия оптических осей	Окраска в шлифе, плеохроизм, абсорбция	Химические свойства, характерные особенности	Сходные минералы и их отличия	Парагенезис, генезис и условия нахождения
214	Ряд прохлорита, мон., **грохауит—прохлорит—тюрингит** $5(Mg, Fe)O \cdot Al_2O_3 \cdot 3{,}5SiO_2 \cdot 7{,}5H_2O$	{001}, {110}, {010}, {hkl}, {h0l}; $\beta = 96°45' — 97°15'$; псевдогексагональный; $\diamond = (001)$, $\diamond = [110]$; срастание по (001); чешуйчатый, плотный, червеобразные нити, розетки	#(001) в. соверш.; лучи от удара ‖ (010); гибкий, не эластичный; тв. 1—2; уд. в. { 1,272 грох. 3,20 тюрин.	$Np \wedge a = 0—2°$ (грох.); $Nm \parallel b$, П.О.О. ‖ (010); $Ng \wedge \bar{a} = 90—88°$, бисс., $l' = (-)$, $Np \wedge \bar{a} = 90—88°$. бисс.; $Nm \parallel b$, П.О.О. ‖ (010); $Ng \wedge a = 0°—2°$ (тюр.), $l' = (+)$. Рис. на стр. 137	Грох. Тюрингит $n_p = 1{,}595—1{,}669$ $n_m = 1{,}596—1{,}682$ $n_g = 1{,}601—1{,}683$ $\Delta = \oplus 0{,}006 — \ominus 0{,}014$	$2V_{Ng}$ { 30° грохауит до 0° прохлорит } $r < v$; $2V_{Np}$ { 0°—Fe-прохлорит до 30°—тюрингит } $r > v$	Грохауит: Np—зеленовато-желтый, желто-зеленый; Nm—зеленовато-желтый, желто-зеленый; Ng—оливково-зеленый, серо-зеленый; $Np \approx Nm > Ng$; Тюрингит: Np—почти бесцветный; Nm—темно-зеленый; Ng—темно-зеленый; $Np \ll Nm \approx Ng$	Прохлорит растворим в H_2SO_4; тюрингит образует студневидный осадок с HCl; с увеличением содержания Fe усиливается плеохроизм; часто встречаются ясные плеохроичные дворики	Слюды—большее Δ; антигорит, ряд пеннина } оч. слабо плеохроируют делессит—другие соотношения n: Δ	Гидротермальный или диафторичный по гранату, биотиту; эпизональный по авгиту и роговой обманке в хлоритовых сланцах и амфиболитах; тюрингит эпизональный в осадочных Fe-рудных месторождениях
215	Ряд вермикулита, мон., **вермикулит—джеферизит.**, $11(Mg \cdot Fe)O \cdot 3(Al, Fe)_2O_3 \cdot 11SiO_2 \cdot 20H_2O$	{001}, {110}, {010}; $\beta = 93°45'$; псевдогексагональный; таблитчатый по (001); мелкочешуйчатый, спутанные, червеобразные нити	#(001) соверш.; тв. 1,5—2; уд. в. 2,30±	$Np \wedge \bar{a} = +88$ до 89°, бисс; $Nm \parallel b$. П.О.О. ‖ (010); $Ng \wedge a = +1°$ до 2°; $l' = (+)$ Рис. на стр. 137	Верм. Джеф. $n_p = 1525—1540—1561$ $n_m = 1{,}545—1{,}560—1{,}581$ $n_g = 1{,}545—1{,}560—1{,}581$ $\ominus$, $\Delta = 0{,}020—0{,}020—0{,}020$	$2V_{Np} = 0°—8°$; $r \lessapprox v$	Np—почти бесцветный; Nm—бледно-зеленовато-желтый, бледно-оливково-зеленый; Ng—бледно-зелено-желтый, бледно-оливково-зеленый $Np < Nm \approx Ng$	При нагревании разбухает вследствие расслоения; при выветривании переходит в хлорит	Биотит—большие n и Δ; гидробиотит (желто-коричневый) большее n; хлорит и антигорит—меньший n; тальк—большее Δ	Эпизональный по биотиту вместе с хлоритом в серпентинитах или гидротермальный за счет серпентина
216	Иддингсит, ? мон., $6{,}5(Mg \cdot_{Fe})O \cdot 5{,}5(Fe''', Al)_2O_3 \cdot 16SiO_2 \cdot 22H_2O$	{001}; $\beta = ?$ листовато-волокнистые агрегаты часто псевдоморфозы по оливину	# (001) в. соверш.; #(010), (100), (101) хор. (?); тв. 2,5—3,5; уд. в. 2,80±	$Np \wedge a \approx 90°$, бисс.; $Nm \parallel b$, П.О.О. ‖ (010); $Ng \wedge a = 0°$; $l = (\pm)$ Рис. на стр. 137	$n_p = 1{,}608—1{,}723—1{,}792$ $n_m = 1{,}650—1{,}745—1{,}846$ $n_g = 1{,}655—1{,}765—1{,}864$ $\ominus$, $\Delta = 0{,}047—0{,}042—0{,}072$	$2V_{Np} = 20°—90°$; $r < v$ сильная	Np—оранжево-желтый; светло-зеленовато-желтый; Nm—оранжево-коричневый, темно-желто-зеленый; Ng—оранжево-коричневый, темно-желто-зеленый; $Np < Nm \lessapprox Ng$	В HCl растворяется; в псевдоморфозах по оливину: Nm иддингсита ‖ Ng оливина, Np и Ng иддингсита соответственно ⊥ и ‖ к Np и Nm оливина	Биотит—другая абсорбция; хлорит—меньшее Δ	Автогидротермальный по богатым железом оливинам в оливиновых базальтах до оливиновых андезитов; не встречается в глубинных и метаморфических породах
217	Стильпномелан, мон., $K_2O \cdot 8(Fe, Mg)O \cdot 3(Fe, Al)_2O_3 \cdot 16SiO_2 \cdot 12H_2O$	{001}·{110}, {010}; $\beta = 97°$; псевдогексагональный; таблитчатый, листоватый, плотный	# (001) соверш.; # (010) ясн.; хрупкий; тв. 3—4; уд. в. { 2,59—Fe'' 2,96—Fe'''	$Np \wedge a = 90°$, бисс.; $Nm \parallel b$; П.О.О. ‖ (010); $Ng \wedge a = 0°$ $l = (+)$ Рис. на стр. 137	Ферро Ферри $n_p = 1{,}546—1{,}625$ $n_m = 1{,}576—1{,}735$ $n_g = 1{,}576—1{,}735$ $\ominus$, $\Delta = 0{,}030—0{,}110$ Диаграмма на стр. 141	$2V_{Np} \approx 0°$	Np—светло-желтый, золотисто-желтый: Nm—темно-зеленый, темно-оливково-коричневый; Ng—темно-зеленый, темно-оливково-коричневый; $Np \ll Nm \approx Ng$	Легко растворяется в кислотах: **парсеттенсит** (богатый Mn) $Nm = Ng$ —зеленовато-желтый	Биотит—чешуйчатое распределение интерференционной окраски; хлоритоид—меньший n, клинтонит—меньшее Δ	Главным образом в трещинах: с магнетитом и кварцем, в тюрингитовых железных рудах, с эпидотом и гранатом в хлоритовых сланцах и т. д.
218	Глауконит, мон., $(K, Na)_2O \cdot 1—2(Fe, Mg)O \cdot 2—1(Al, Fe)_2O_3 \cdot 6—8SiO_2 \cdot 2H_2O$	{001}; $\beta = 95°$; не бывает идиоморфным; чешуйчатый, зернистый, шаровидные лучистые агрегаты	# (001) соверш.; тв. 2; уд. в. 2,69±	$Np \wedge \bar{a} = 87°$, бисс.; $Nm \parallel b$, П.О.О. ‖ (010); $Ng \wedge a = +3°$; $l' = (+)$ Рис. на стр. 137	$n_p = 1{,}592—1{,}606—1{,}612$ $n_m = 1{,}613—1{,}633 \rightarrow 1{,}643$ $n_g = 1{,}614—1{,}634 \rightarrow 1{,}644$ $\ominus$, $\Delta = 0{,}022—0{,}028—0{,}032$	$2V_{Np} = 10°—24°$; $r > v$	Np—темно-сине-зеленый, светло-желто-зеленый—зеленовато-желтый; Nm—коричневато-желтый, темно-оливково-зелен., сине-зеленый; Ng—коричнево-желтый, темно-оливково-зеленый, сине-зеленый; $Np < Nm \approx Ng$, редко $Np > Nm \approx Ng$	Разлагается в HCl: **селадонит** — похожий, гидротермальный, ⊕?	Хлорит—меньшее Δ; тюрингит—больший n, шамозит—меньший n	Глауконит только морской в прибрежных осадочных образованиях; селадонит—гидротермальные псевдоморфозы по оливину (и гиперстену); в миндалинах базальтов
219	Шамозит, мон., $3(Fe, Mg)O \cdot Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot nH_2O$	{001}, $\beta = 90°$ (104°?); не бывает идиоморфным; мелкочешуйчатый, плотный, оолитовый	# (001)?; тв. 2,5—3; уд. в. 3,19±	$Np \wedge a \approx 90°$, бисс.; $Nm \wedge a \approx 0°$, П.О.О. ⊥ (010)?; $Ng \parallel b$; $l = (+)$ Рис. на стр. 137	$n_p = 1{,}627—1{,}654$ $n_m = 1{,}632—1{,}660$ $n_g = 1{,}632—1{,}660$ $\ominus$, $\Delta = 0{,}005—0{,}006$	$2V_{Np} = 0°$ до оч. маленького	Np—желтоватый, бесцветный; Nm—бледно-зеленый; Ng—бледно-зеленый; $Np < Nm \approx Ng$	С HCl дает студневидный осадок; аномальная лавандово-синяя интерференционная окраска	Тюрингит—большие n и Δ, глауконит—большее Δ, вермикулит—меньший n	С сидеритом (иногда тюрингитом, магнетитом); диагенетичный в осадочных железорудн. месторождениях (шамозитовые месторождения, минетте)

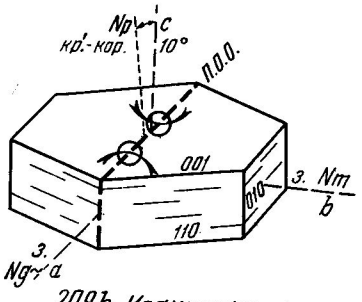
№ п/п	Название, сингония, формула	Наиболее часто встречающиеся простые формы, двойники, габитус, агрегаты	Спайность, твердость, уд. вес	Оптическая ориентировка	Показатель преломления, двупреломление	Угол и дисперсия оптических осей	Окраска в шлифе, плеохроизм, абсорбция	Химические свойства, характерные особенности	Сходные минералы и их отличия	Парагенезис, генезис и условия нахождения
220	Каолинит, трикл., $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$	{001}, {110}, {010}; $\beta = 104°30$; редко ◇, псевдогексагональный; тонкочешуйчатый, плотные массы, червевидные агрегаты	# (001) в. соверш.; лучи от удара ∥ (010), {110}; гибкий, неэластичный; тв. 2—2,5; уд. в. 2,58±	$Np \wedge \bar{a} = +87°30'$ до 86°30′, бисс., $Nm \wedge a = +2°30'$ до 3°30′ П.О.О. ⊥ (010); $Ng \parallel b$; $l' = (+)$ Рис. на стр. 137	$n_p = 1{,}553—1{,}563$ $n_m = 1{,}559—1{,}569$ $n_g = 1{,}560—1{,}570$ ⊖, $\Delta = 0{,}007—0{,}007$	$2V_{Np} = 42°$ (от 36 до 50°); $r > v$ слабая	Бесцветный	Не разрушается в HCl, но разрушается в HF или NaOH; абсорбирует анилиновые краски; **бацилларит**—червеобразные агрегаты	Серицит—меньший n и большее Δ; диккит—меньший n и ⊕; накрит—больший $Nm \wedge a$; монтмориллонит——большее Δ	Как продукт выветривания в глинистых осадках (каолин, глина, мергель); гидротермальный за счет полевых шпатов и фельдшпатоидов в гранитах, гнейсах и других породах
221	Диккит, мон., $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$	{001}, {110}, {010}, {111}, {0kl}; $\beta = 96°45'$; псевдогексагональный, листоватый ∥ (001), чешуйчатый, столбчатые и червевидные агрегаты	# (001) соверш.; лучи от удара ∥ (010); слабо эластичный; тв. 2,5—3; уд. в. 2,62±	$Np \wedge \bar{a} = -76$ до 70°, $v > r$; $Nm \wedge a = +14$ до 20°, $r > v$, П.О.О. ⊥ (010); $Ng \parallel b$, бисс.; $l' = (+)$ Рис. на стр. 138	$n_p = 1{,}560—1{,}561$ $n_m = 1{,}562—1{,}563$ $n_g = 1{,}566—1{,}568$ ⊕, $\Delta = 0{,}006—0{,}007$	$2V_{Ng} = 68°$—(от 50 до 80°); $r < v$	Бесцветный	Слабо абсорбирует анилиновые краски	Каолинит—⊖ и $Nm \wedge a = 3°$; накрит—⊖ и $Nm \wedge a =$ от 10 до 12°; монтмориллонит—большее Δ; серицит—большее Δ	Гидротермальный с сульфидами и кварцем в жилах, трещинах, пустотах; не бывает осадочным
222	Накрит, мон., $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$	{001}, {110}, {010}; $\beta = 91°45'$; псевдогексагональный; листоватый ∥ (001); чешуйчатый, радиально-листоватые агрегаты	# (001) соверш., # (010), {110} {хор}.; неэластичный; тв. 2,5—3, уд. в. 2,58±	$Np \wedge \bar{a} = 80°$ до 78°, бисс.; $Nm \wedge a = 10°—12°$, П.О.О. ⊥ (010); $Ng \parallel b$; $l' = (+)$ Рис. на стр. 138	Чистый Содержащ. Fe $n_p = 1{,}557—1{,}560$ $n_m = 1{,}562—1{,}563$ $n_g = 1{,}563—1{,}566$ ⊖, $\Delta = 0{,}006—0{,}006$	$2V_{Np} = \begin{cases} 40° \\ 90° \end{cases}$ чистый Fe-содержащий; $r > v$	Бесцветный	Расслаивается перед п. т.; абсорбирует анилиновые краски, но слабо; редок	Диккит—$Nm \wedge a = 14—20°$, ⊕; каолинит—$Nm \wedge a = 3°$; монтмориллонит——большее Δ; серицит—большее Δ	Пневматолитовый или гидротермальный с криолитом и слюдами или с сульфидами в жилах; не встречается в осадочных породах
223	Монтмориллонит-нонтронит, $(Al, Fe)_2O_3 \cdot 4SiO_2 \cdot nH_2O$	{001}, большей частью криптокристаллический; $\beta \approx 90°$; псевдогексагональный; листоватый ∥ (001); червевидные или спутанно-волокнистые агрегаты, сферолиты	# (001) соверш., # {110} ясн., 63°; тв. 1—2; уд. в. { 2,0 монт. 2,3 нонт.	$Np \wedge a = 90°$, бисс.; $Ng \wedge a \approx 0$; $Nm \parallel b$, П.О.О. ∥ (010); $l = (+)$ Рис. на стр. 138	Монт. Нонтр. $n_p = 1{,}485—1{,}600$ $n_m = 1{,}510—1{,}632$ $n_g = 1{,}510—1{,}640$ ⊖, $\Delta = 0{,}025—0{,}040$ Диаграмма на стр. 141	$2V_{Np} = \begin{cases} 7°—25° \\ 25°—68° \end{cases}$ мон. / нон.	Монтмориллонит бесцветный; нонтронит: Np—желтоватый; Nm——желто-зеленый (темно-коричневый); Ng—оливково-зеленый (светло-коричневый); $Np < Nm < Ng$ или $Np < Ng < Nm$	Быстро растворяется в кислотах; абсорбирует анилиновые краски; n повышается при нагревании. Нонтронит при нагревании становится красно-коричневым	Каолинит, диккит и накрит—меньшее Δ; серицит—большее Δ; хлорит—меньшее n и Δ	Монтмориллонит в бентонитах, сукновальных глинах и землях; продукт изменения вулканических пеплов в морских осадках; нонтронит—гидротермальный с опалом и кварцем по обломкам измененных базальтовых пород
224	Данбурит, ромб., $CaO \cdot 2SiO_2 \cdot B_2O_3$	{110}, {100}, {hk0}, {001}; столбчатый ∥ c, короткостебельчатый	# (001) пл.; тв. 7; уд. в. 2,99±	$Np \parallel b$, бисс., $Nm \parallel c$, П.О.О. ∥ (001); $Ng \parallel a$; $l = (+)$ (—) Рис. на стр. 138	λ=красный, желтый, фиол. $n_p = 1{,}6275—1{,}6303—1{,}6456$ $n_m = 1{,}6304—1{,}6332—1{,}6484$ $n_g = 1{,}6332—1{,}6360—1{,}6515$ $\Delta = ⊖0{,}0057—⊖0{,}0057—$ $—⊕—0{,}0059$	$2V_{Np}$: 88° (λ = 671 mμ) / 88°30′ (λ = Na) / 93° (λ = 405mμ)	Бесцветный	Нерастворим в HCl, желатинизирует, но только после прокаливания; реакция на бор!	Андалузит—большее Δ, датолит——большее Δ; топаз—хорошая #	Контактово-пневматолитовый с минералами B, F и Be в доломитах, гранитах, пегматитах и гнейсах
225	Датолит, мон., $2CaO \cdot 2SiO_2 \cdot B_2O_3 \cdot H_2O$	{110}, {111}, {$\bar{2}$11}, {100}, {010}, {001}; $\beta = 90°15'$; (Dauber) короткостолбчатый $\parallel c$ или $\parallel a$, толстотаблитчатый ∥ (100), зернистый	# нет; тв. 5—5,5; уд. в. 2,99±	$Np \wedge c = —1$ до +9°, бисс.; $Nm \parallel b$, П.О.О. ∥ (010); $Ng \wedge a = —1°$ до +4° Рис. на стр. 138	$n_p = 1{,}621—1{,}626$ $n_m = 1{,}649—1{,}653_5$ $n_g = 1{,}666—1{,}670$ ⊖, $\Delta = 0{,}045—0{,}044$	$2V_{Np} = 74°$; $r > v$ слабая	Бесцветный	Желатинизирует с кислотами; реакция на бор!	Данбурит—меньшее Δ; пренит—ясная #; топаз—меньшее Δ	Гидротермально-контактово-пневматолитовый в жильных гранитах, в контактовой зоне гранитных массивов; с цеолитами и кальцитом в пустотах
226	Гадолинит мон., $2BeO \cdot FeO \cdot Y_2O_3 \cdot 2SiO_2$	{110}, {001}, {0ki}, {hkl}; $\beta = 90°30'$; толстотаблитчатый, столбчатый $\parallel c$, плотные массы	#(001) (отсутствует в изотропных разностях); тв. 6,5—7; уд. в. 4,32±	$Np \wedge a = —3°30'$ до 12°30′; $Nm \parallel b$, П.О.О. ∥ (010); $Ng \wedge c = +3°$ до 12°, бисс. Рис. на. стр. 138	Метамиктн. $n_p = 1{,}801—1{,}710$ $n_m = 1{,}812—1{,}710$ $n_g = 1{,}824—1{,}710$ ⊕, $\Delta = 0{,}023—0{,}000$	$2V_{Ng} \approx 85°$; $r \ll v$	Np—оливково-зеленый; Nm—травяно-зеленый; Ng—травяно-зеленый; часто едва заметно плеохроирует	Желатинизирует с кислотами, но лишь когда изотропный; изоморфные замещения	Ортит—сильнее плеохроирует; оливин—часто серпентинизирован	Пегматитовый до гидротермального в гранитных пегматитах и гнейсах, также в альпийских жилах



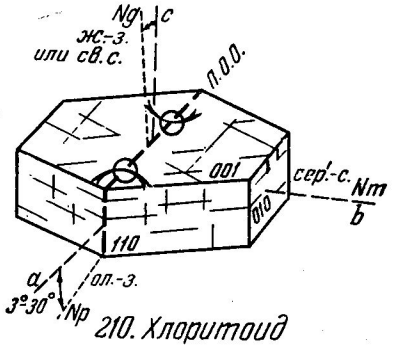
208. Маргарит



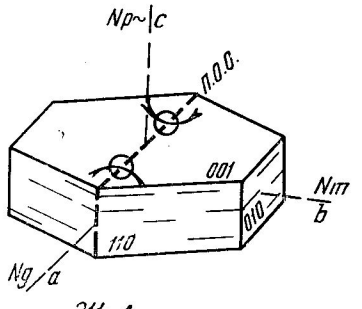
209a. Клинтонит



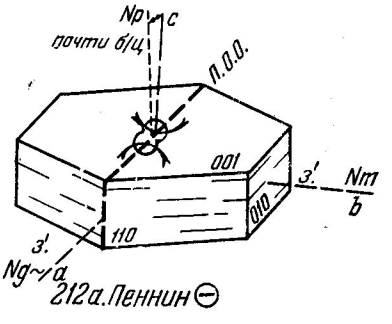
209b. Ксантофиллит



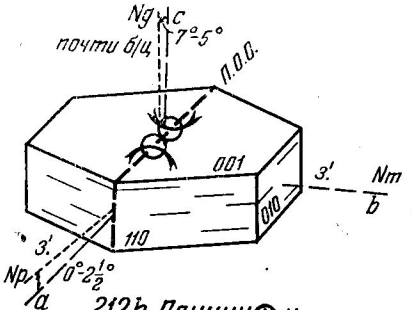
210. Хлоритоид



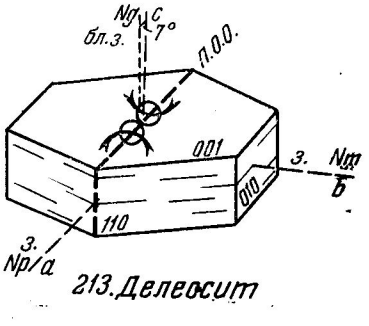
211. Антигорит



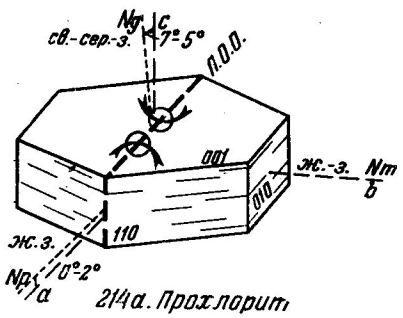
212a. Пеннин ⊖



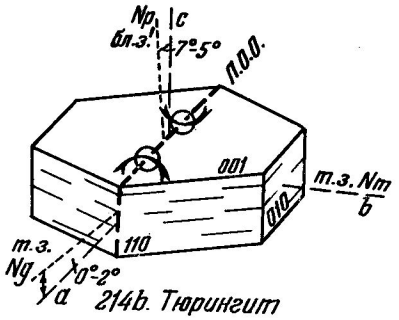
212b. Пеннин ⊕ и клинохлор



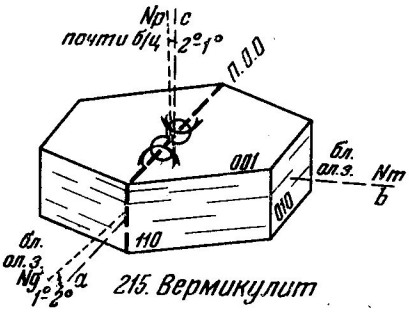
213. Делеосит



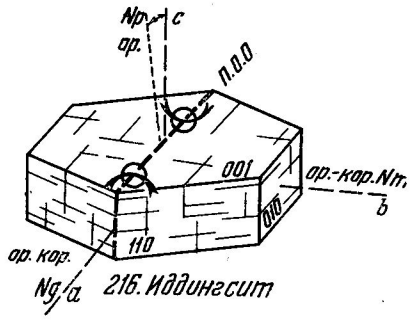
214a. Прохлорит



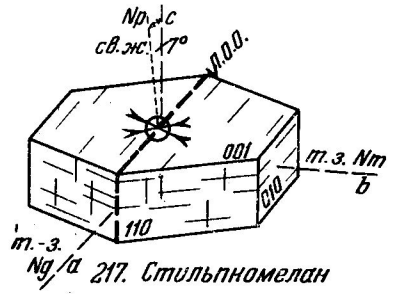
214b. Тюрингеит



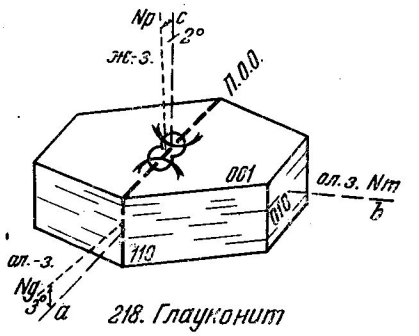
215. Вермикулит



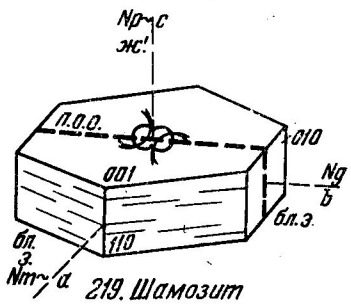
216. Иддингсит



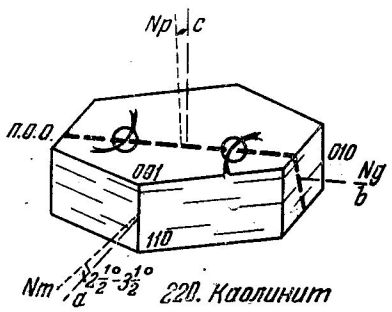
217. Стильпномелан



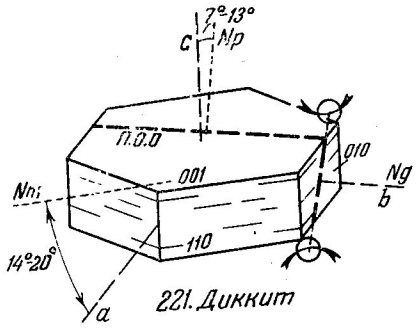
218. Глауконит



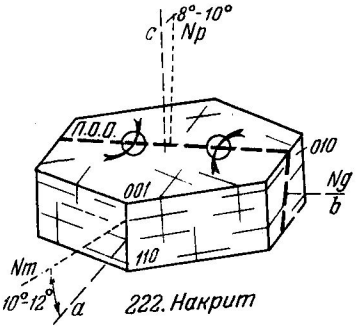
219. Шамозит



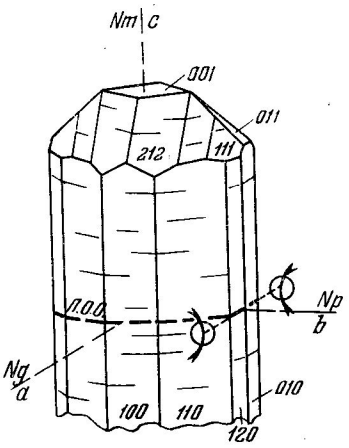
220. Каолинит



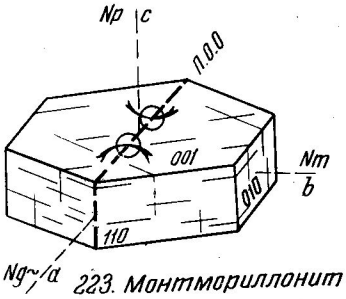
221. Диккит



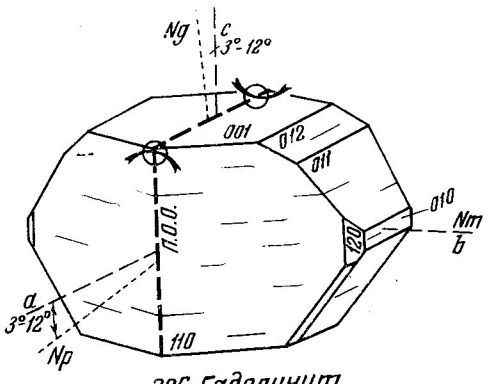
222. Накрит



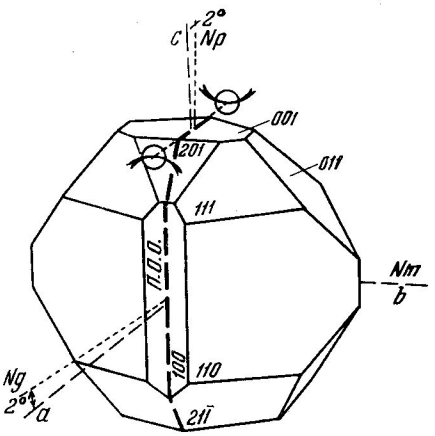
224. Данбурит



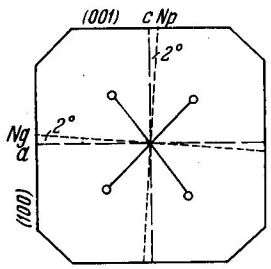
223. Монтмориллонит-нонтронит



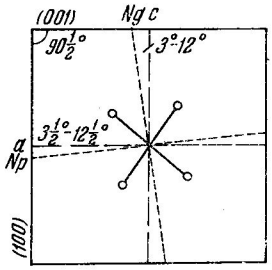
226. Гадолинит



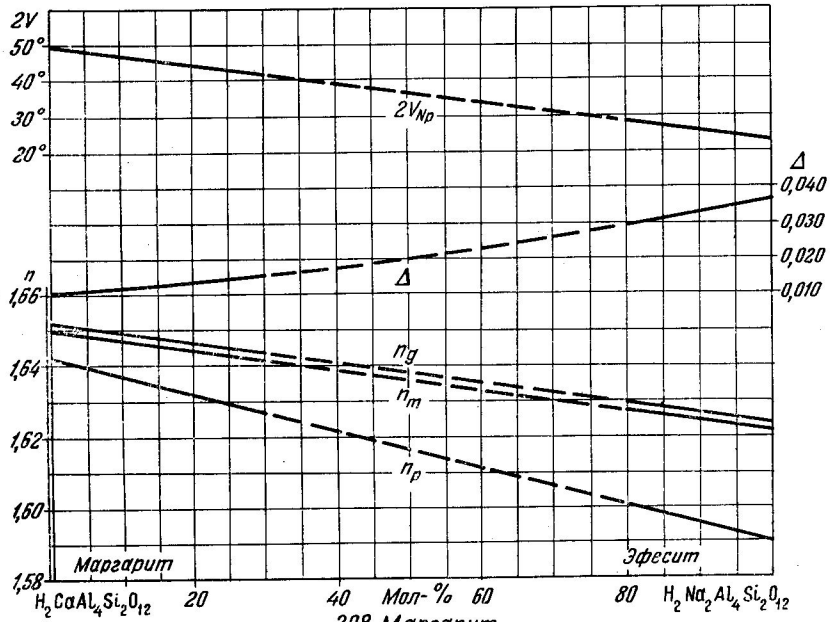
225. Датолит



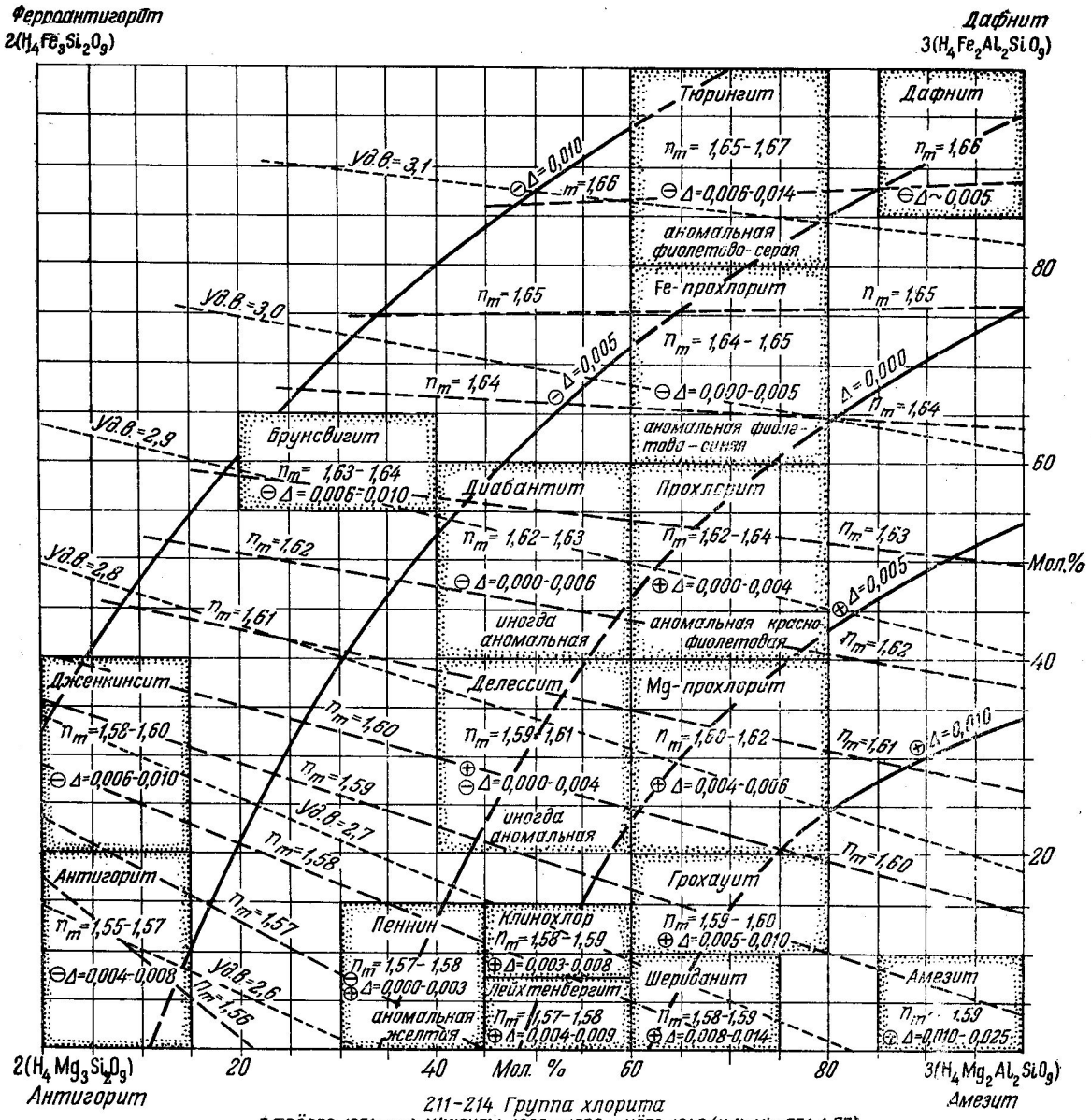
225. Датолит
Разрез ‖ 010



226. Гадолинит
Разрез ‖ 010



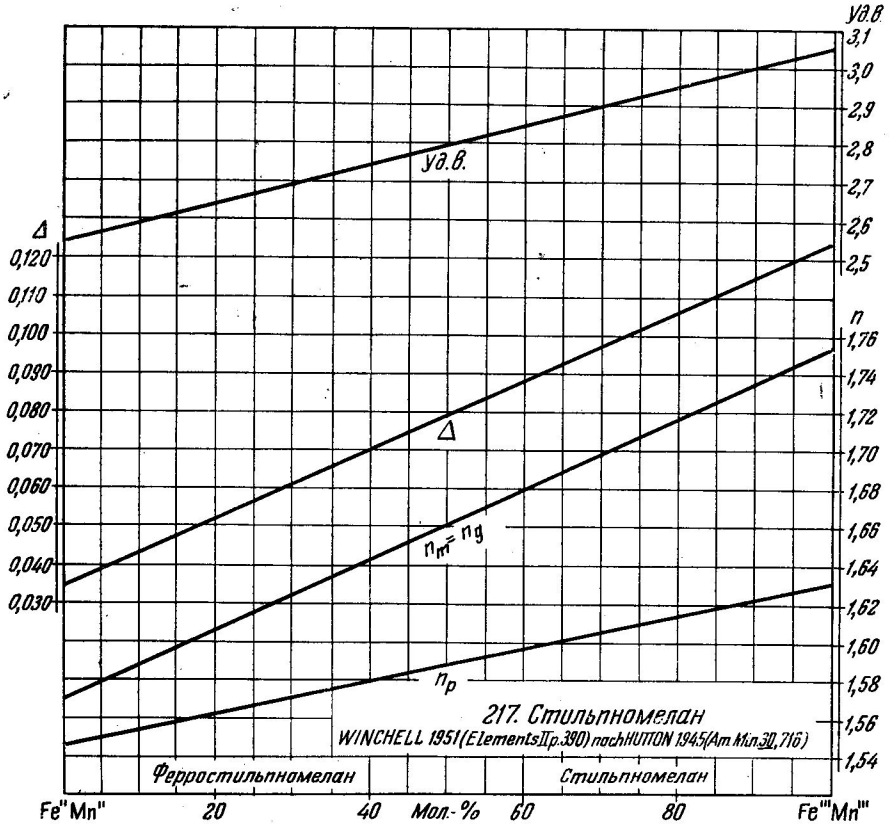
208. Маргарит
КОСН 1935 (Ch. d. Erde 9, 453)



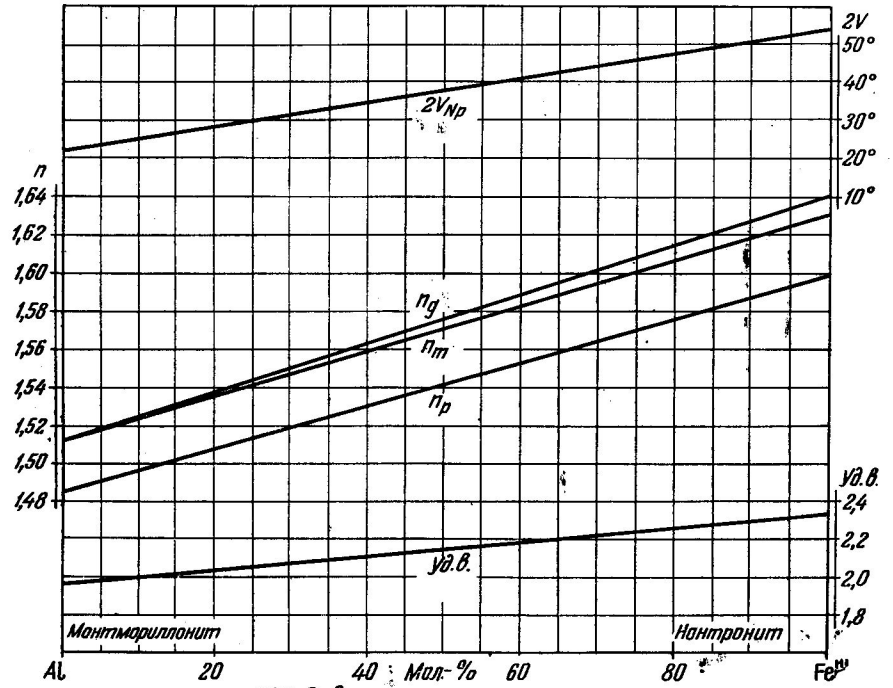
211-214 Группа хлорита

E. TRÖGER 1951 nach WINCHELL 1926 u. 1936 u. HÖDL 1942 (N.Jb. Min 77A, 1-77)

(Copyrighted, 1951, by A.N.Winchell in Elements of Optical Mineralogy, pt. II, Reproduced by permission.)



217. Стильпномелан
WINCHELL 1951 (Elements II p. 390) nach HUTTON 1945 (Am Min 30, 716)



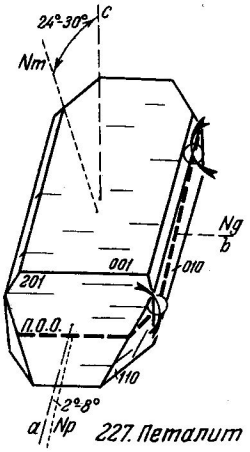
223. Ряд монтмориллонита
TRÖGER 1951

ОПТИЧЕСКИ ДВУОСНЫЕ МИНЕРАЛЫ: ПОЛЕВЫЕ ШПАТЫ и ЦЕОЛИТЫ

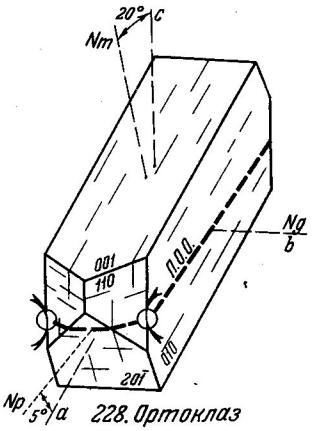
№ п/п	Название, сингония, формула	Наиболее часто встречающиеся простые формы, двойники, габитус, агрегаты	Спайность, твердость, уд. вес	Оптическая ориентировка	Показатель преломления, двупреломление	Угол и дисперсия оптических осей	Окраска в шлифе, плеохроизм, абсорбция	Химические свойства, характерные особенности	Сходные минералы и их отличия	Парагенезис, генезис и условия нахождения
227	Петалит, мон., $(Li, Na)_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 8SiO_2$	{001}, {010}, {201}, {100}, {110}; $\beta = 112°30'$; нет ◇; столбчатый ∥ *a* или таблитчатый ∥ (010); толстотаблитчатые агрегаты	#(001) соверш.; #(201) хор.; тв. 6,5; уд. в. 2,41±	$Np \wedge a = -2°$ до $8°$ ($r<v$); $Nm \wedge c = +24°$ до $30°$ П. О. О. ⊥(010); $Ng \parallel b$, бисс.; $l' = (-)$ Рис. на стр. 148	$n_p = 1{,}504—1{,}507$ $n_m = 1{,}510—1{,}512$ $n_g = 1{,}516—1{,}518$ ⊕, $\Delta = 0{,}012—0{,}011$	$2V_{Ng} = 82°$ до $84°$; $r>v$ слабая	Бесцветный	Растворим только в HF; Li окраска пламени	Сподумен—больший *n*; ортоклаз и плагиоклаз—большие *n* и ◇; кварц—больший *n*	В гранитных пегматитах со сподуменом, турмалином; лепидолитом
228	Ортоклаз, мон., и Na-ортоклаз $(K, Na)_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$	{010}, {001}, {110}, {130}, {20$\bar{1}$}, {10$\bar{1}$}; $\beta = 116°$; ◇=[001], ◇=(001), ◇=(021); таблитчатый ∥ (010) или столбчатый ∥ *a*	#(001) соверш., #(010) пл.; #{110} пл., 61°; отд. (100) и ($\bar{1}$01); тв. 6; уд. в. { 2,57K 2,59Na	$Np \wedge a = +(3°)$ до $5°$ до $(12°)$, $r<v$ бисс.; $Nm \wedge c = 21°$ (от $14°$ до $-23°$); $Ng \parallel b$, П.О.О. ⊥(010) Рис. на стр. 148	Не сод. Na: $n_p = 1{,}518—1{,}528$ $n_m = 1{,}522—1{,}533$ $n_g = 1{,}524—1{,}535$ Обогащ. Na: ⊖, $\Delta = 0{,}006—0{,}007$ Диаграмма на стр. 149	$2V_{Np} = 70°$ (от $30°$ до $84°$); $r>v$ ясная, оч. редко: $2V_{Ng} \approx 80°$ «изоортоклаз»	Бесцветный	Быстро растворяется только в HF; K_2SiF_6—гель; часто каолинизируется или серицитизируется; не дает полисинтетических пластинчатых ◇ Адуляр—гидротермальный в трахитах: {110}	Кварц—больший *n* и чище; нефелин—больший *n* и меньший Δ; для плагиоклаза характерны полисинтетические ◇; санидин—маленький 2*V*	Магматический, особенно часто в лейкократовых породах; пегматитовый с кварцем; редко гидротермальный (адуляр); катамезозональный в кристаллических сланцах
229	Санидин, мон., и Na — санидин $(K, Na)_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$	{010}· {001}, {110}, {10$\bar{1}$}; $\beta = 116°$; ◇=[001]; таблитчатый ∥ (010); вытянутый вдоль *a*	#(001) соверш.; #(010) хор.; #{110}, пл.; 61°; тв. 6; уд. в. 2,58±	$Np \wedge a = 0°$ до $+9°$; $Nm \parallel b$, П. О. О. ∥ (010)—большей частью; $Ng \parallel b$, П.О.О. ⊥(010) редко Рис. на стр. 148	Бедн. Na: $n_p = 1{,}519—1{,}525$ $n_m = 1{,}525—1{,}530$ $n_g = 1{,}526—1{,}531$ Обогащ. Na: ⊖, $\Delta = 0{,}007—0{,}006$	$2V_{Np}$: K — $20°$, $r>v$, П. О. О. ⊥(010), $\approx 0°$ П. О. О: $r \perp v$, ∥ (010), $50°$, $r<v$, П. О. О. ∥ (010) — Na	Бесцветный	Растворяется только в HF, K_2SiF_6—гель; легко каолинизируется; не дает полисинтетических пластинчатых ◇	Кварц—больший *n* и чище; нефелин—больший *n* и меньшее Δ; ортоклаз—больший 2*V*; анортоклаз—большие 2*V* и *n*	Магматический в лейкократовых свежих вулканических породах (высокотемпературная форма)
230	Анортоклаз, трикл., $(Na, K)_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$	{110}, {1$\bar{1}$0}, {001}, {20$\bar{1}$}, {010}; $\beta = 117°$; ◇=(010) и ◇[010], решетка; столбчатый ∥ *c*, ромбические поперечные сечения	#(001) соверш.; #(010) хор., $\approx 90°$; #(110) и (1$\bar{1}$0) пл. 61°; тв. 6; уд. в. 2,58±	$Np' \wedge (010)$ на (001) $= +1°$ до $+3°$; $Np' \wedge (001)$ на (010) $= +4$ до $+12°$, П. О. О. $\approx \perp$(010) Рис. и стереог. на стр. 150	Бедн. Na: $n_p = 1{,}523—1{,}536$ $n_m = 1{,}529—1{,}548$ $n_g = 1{,}530—1{,}549$ Обогащ. Ba: ⊖, $\Delta = 0{,}007—0{,}013$	$2V_{Np} = 32°$ до $62°$; $r>v$ ясная	Бесцветный	Растворяется только в HF, легко каолинизируется; исключительно тонкая двойниковая решетка; периклиновые ◇ (001) на (010) $= -75$ до $-78°$	Санидин—меньшие *n* и 2*V*; ортоклаз—больший 2*V*; плагиоклаз—большие 2*V* и уд. в.; микроклин—грубее решетка	Магматический, преимущественно в Na-эффузивных породах, реже в интрузивных породах; в кристаллических сланцах, по-видимому, не встречается
231	Гиалофан, мон., $9—6(K_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2) + 1—4(2BaO \cdot 2Al_2O_3 \cdot 4SiO_2)$	{110}, {1$\bar{1}$0}, {001}, {010}; $\beta = 115°30'$; ◇=[001], также ◇=(021); ◇=(001); столбчатый ∥ *c*, зернистый	#(001) соверш.; #(010) хор.; тв. 6—6,5; уд. в. 2,82±	Бедный Ba: $Np \wedge a = 2°$ до $25°$ бисс.; $Nm \wedge c = 20°$ до $50°$ $Ng \parallel b$, П. О. О. ⊥(010) Богатый Ba: Рис. на стр. 150	Бедн. Ba: $n_p = 1{,}528—1{,}542$ $n_m = 1{,}531—1{,}545$ $n_g = 1{,}534—1{,}547$ Обогащ. Ba: ⊖, $\Delta = 0{,}006—0{,}005$	$2V_{Np}$: $74°$ бедн. Ba; $79°$ обогащенный Ba; $r>v$	Бесцветный	Не разлагается в HCl; изоморфные замещения; не образует полисинтетических пластинчатых ◇	Цельзиан—П. О. О. ∥ (010); ортоклаз—меньший *n*	Контактово-метаморфический в доломитах с турмалином, слюдами, эпидотом
232	Цельзиан, мон., $BaO \cdot Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$	{110}, {001}, {010}, {20$\bar{1}$}, {11$\bar{1}$}; $\beta = 115°$; ◇=[001], также ◇=(021), ◇=(001); столбчатый ∥ *c*, зернистый	#(001) соверш., #(010)—хор., #{110} пл., 61°30′; тв. 6—6,5; уд. в. 3,37±	$Np \wedge c = +3°$; $Nm \parallel b$, П. О. О. ∥ (010); $Ng \wedge a = +27$ до $+30°$ Рис. на стр. 150	$n_p = 1{,}579—1{,}584$ $n_m = 1{,}583—1{,}589$ $n_g = 1{,}588—1{,}595$ ⊕, $\Delta = 0{,}009—0{,}012$	$2V_{Ng} = 88°$ (от $83°30'$ до $93°30'$)	Бесцветный	В HCl растворяется с образованием геля; не образует полисинтетических пластинчатых ◇; Ba окраска пламени	Гиалофан—П. О. О. ⊥(010); ортоклаз—меньшие Δ и *n*; плагиоклаз—образует полисинтетические ◇	Контактово-пневматолитовый в доломитах с гранатом, кварцем, диопсидом

№ п/п	Название, сингония, формула	Наиболее часто встречающиеся простые формы, двойники, габитус, агрегаты	Спайность, твердость, уд. вес	Оптическая ориентировка	Показатель преломления, двупреломление	Угол и дисперсия оптических осей	Окраска в шлифе, плеохроизм, абсорбция	Химические свойства, характерные особенности	Сходные минералы и их отличия	Парагенезис, генезис и условия нахождения
233	Микроклин, трикл., $(K, Na)_2 \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_3$	{010}, {001}, {110}, {$\bar{1}$10}, {20$\bar{1}$}, {11$\bar{1}$}; β=116°; ◇=(010), ◇=[010]: решетка, таблитчатый, зернистый	#(001) соверш.; #(010) хор. ≈90°; #(110) и (1$\bar{1}$0), пл.; 61°; тв. 6; уд. в.= =2,57±	$Np' \wedge (001)$ на (010) = +5° до +6°; $Np' \wedge (010)$ на (001)= = +16°(от 15° до 19°); П. О. О. ≈ ⊥(010) Стереог. и рис. на стр. 150	n_p = 1,514—1,523 n_m = 1,518—1,526 n_g = 1,521—1,530 ⊖, Δ = 0,007—0,007	$2V_{Np}$=80°(от 71° до 84°); $r>v$ ясн.; оч. редко: $2V_{Ng}$≈80°— «изомикроклин»	Бесцветный	В HCl нерастворим; часто каолинизируется или серицитизируется; ясная ◇ решетка, но может отсутствовать (редко)	Ортоклаз—нерешетчатый; анортоклаз—более тонкая решетка; санидин—меньшие $2V$ и n	Магматический в лейкократовых плутонических породах, пегматитовый с кварцем, катазональный в кислых гнейсах
234	Ряд плагиоклазов, трикл., альбит—анортит $m(Na_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2)+n(2CaO \cdot 2Al_2O_3 \cdot 4SiO_2)$	{010}; {001}, {110}, {1$\bar{1}$0}, {100}, {20$\bar{1}$} β=116°—116°30′; ◇=(010), ◇=[010] и др.; таблитчатый ∥ (010), лейсты ∥ c, столбчатый ∥ b	#(001) соверш.; #(010) хор.=86°; #(110) и (1$\bar{1}$0); пл. 59°; тв. 6—6,5; уд. в. { 2,61 Ab 2,76 An	Высокотемпературная оптика в вулканогенных; низкотемпературная оптика в плутонических и метаморфических Диаграмма на стр. 152—164 Рис. на стр. 151	Ab An n_p =1,527—1,554—1,577 n_m =1,531—1,558—1,585 n_g =1,538—1,561—1,590 ⊕, Δ=0,011—0,007—0,013	$2V_{Ng}$= 75° $r<v$ ↑ Ab 90° $2V_{Np}$= 77° $r>v$ ↓ An См. стереограммы в конце книги	Бесцветный	An_{00} до An_{50} нерастворим в HCl, An_{100} с HCl дает порошок кремнезема; полисинтетические пластинчатые ◇; зональное строение; серицитизируется, каолинизируется, соссюритизируется	Ортоклаз—никогда не образует полисинтетических ◇; микроклин—меньший n; анортоклаз—меньшие n и △	Магматический и метаморфический. Богатые Ab в лейкократовых кислых породах, богатые An в основных породах; альбит также пегматитово-гидротермальный
235	Натролит, ромб., $Na_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 3SiO_2 \cdot 2H_2O$	{110}, {111}, {010}, {100}; псевдотетр; ◇=(110) редки; игольчато-стебельчатый ∥ c, волокнистый, лучистый	#{110} хор., 88°45′; отд. (010); тв. 5—5,5; уд. в. 2,24±	$Np \parallel a$; $Nm \parallel b$, П. О. О. ∥ (010); $Ng \parallel c$, бисс.; l=(+) Рис. на стр. 165—167	n_p = 1,473—1,489 n_m = 1,476—1,491 n_g = 1,485—1,501 ⊕, Δ= 0,012—0,012	$2V_{Ng}$= 58° до 64°; $r<v$ слабая	Бесцветный	С HCl легко дает студневидный осадок; образует псевдоморфозы по нефелину, содалиту, плагиоклазам	Томсонит—больший n; остальные цеолиты—косое погасание	Гидротермальный выполняет трещины и жилки в щелочных породах (фонолиты, базальты, также Na сиениты), редко автометасоматический в основной массе
236	Томсонит, ромб., $Na_2O \cdot 4CaO \cdot 5Al_2O_3 \cdot 10SiO_2 \cdot 12H_2O$	{110}, {001}, {100}, {010}; ◇—(110); столбчатый ∥ c, волокнистый, листочки ∥ (010); радиально-лучистый	#(010) соверш.; #(100) хор.; тв. 5—5,5; уд. в. 2,33±	$Np \parallel a$; $Nm \parallel c$, П. О. О. ∥ (001); l=(±) Рис. на стр. 165—167	n_p =1,507 —1,530 n_m=1,509—1,532 n_g =1,516 —1,545 ⊕, Δ =0,009 —0,015 Диаграмма на стр. 165	$2V_{Ng}$ =47° до 75°; $r>v$ ясная	Бесцветный	С HCl дает студневидный осадок	Натролит—меньший n, остальные цеолиты—косое погасание	Гидротермальный в пустотах эффузивных пород (базальты, фонолиты); с пренитом в контактовых породах
237	Сколецит, мон., $CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 3SiO_2 \cdot 3H_2O$	{110} {010}, {hkl}; β=90°45′; псевдоромбический; ◇=(100) наиболее устойчивый; стебельчатый ∥ c; волокнистые агрегаты	#{110} хор., 88°30′; тв. 5—5,5; уд. в. 2,28±	$Np \wedge c$= +15° до 18° бисс.; $Nm \wedge a$= —14° до 17°; П. О. О. ⊥(010); $Ng \parallel b$, l'=(—) Рис. на стр. 165—167	n_p = 1,510—1,513 n_m = 1,516—1,520 n_g = 1,517—1,521 ⊖, Δ = 0,007—0,008	$2V_{Np}$ =36° до 56°; $r \ll v$	Бесцветный	С HCl дает студневидный осадок	Натролит и томсонит—прямое погасание и l'=(+); десмин—меньший $Np \wedge c$	Гидротермальный в жилках и трещинах эффузивных пород (базальты, фонолиты); в контактовых породах и альпийских жилах
238	Ломонтит, мон., $2CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 4SiO_2 \cdot 8H_2O$	{110}, {100}, {010}, {101}, {$\bar{2}$03}; β=99°45′; ◇=(100); столбчатый ∥ c, стебельчатый	#(010) соверш., #{110} соверш.; 93°45′; #(100) пл.; тв. 3—3,5; уд. в. 2,29±	$Np \wedge a$= —10° до 26° бисс., $Nm \parallel b$, П. О. О. ∥ (010); $Ng \wedge c$ = +20° до 36°; l'=(+) Рис. на стр. 165—167	n_p = 1,502—1,513 n_m = 1,512—1,524 n_g = 1,514—1,525 ⊖, Δ = 0,012—0,012	$2V_{Np}$ =24° до 38°; $r<v$ сильная	Бесцветный	Дает студневидный осадок с HCl; на воздухе выветривается в порошок	Сколецит—меньшее Δ; гейландит — меньшие Δ и П. О. О. ⊥(010); эпистильбит—несколько больший $2V$; десмин—l'=(—)	Гидротермальный в пустотах и трещинах основных магматических пород и кристаллических сланцев, также в рудных жилах

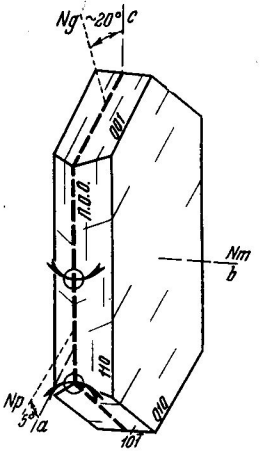
№ п/п	Название, сингония, формула	Наиболее часто встречающиеся простые формы, двойники, габитус, агрегаты	Спайность, твердость, уд. вес	Оптическая ориентировка	Показатель преломления, двупреломление	Угол и дисперсия оптических осей	Окраска в шлифе, плеохроизм, абсорбция	Химические свойства, характерные особенности	Сходные минералы и их отличия	Парагенезис, генезис и условия нахождения
239	Гейландит, мон., $CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2 \cdot 5H_2O$	{010}, {101}, {$\bar{1}$01}, {001}, {110}; $\beta = 91°30'$; псевдоромбический; $\diamond$ = (001); листоватый ∥ (010); субпараллельные агрегаты; не образует розеток	# (010) соверш.; тв. 3,5—4; уд. в. 2,20±	$Np \wedge a = 0°$ до $+34°$; $Nm \wedge c = -1°30'$ до $+32°$, П. О. О. ⊥ (010); $Ng \parallel b$, бисс., $l' = (-)$ Рис. на стр. 165—167	$n_p = 1{,}496 - 1{,}499$ $n_m = 1{,}497 - 1{,}500$ $n_g = 1{,}501 - 1{,}505$ ⊕, $\Delta = 0{,}005—0{,}006$	$2V_{Ng} = 34°$(от 0° до 53°); $r > v$	Бесцветный	Дает студневидный осадок с HCl; # ∥ c указывает на перекрещенную дисперсию	Сколецит — больший n; ломонтит — большее Δ и П. О. О. ∥ (010); эпистильбит—большее Δ и $l' = (+)$; десмин — большее Δ и П. О. О. ∥ (010)	Гидротермальный выполняет пустоты и трещинки в базальтовых породах; в трещинах метаморфических пород; в гидротермальных рудных жилах
240	Эпистильбит, мон., $CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2 \cdot 5H_2O$	{100}, {010}, {110}, {11$\bar{1}$}, {001}; $\beta = 90°45'$; $\diamond$ = (100), $\diamond$ = (010), перекрещенные двойники; столбчатый ∥ c, сферолиты	# (010) соверш.; тв. 4; уд. в. 2,25±	$Np \wedge a = +11°$, бисс.; $Nm \parallel b$, П.О.О. ∥ (010); $Ng \wedge c = -10°$; $l' = (+)$ Рис. на стр. 165—167	$n_p = 1{,}502—1{,}505$ $n_m = 1{,}510—1{,}515$ $n_g = 1{,}512—1{,}519$ ⊕, $\Delta = 0{,}010—0{,}014$	$2V_{Np} = 44°$; $r < v$	Бесцветный	Растворяется в HCl с выделением порошка кремнезема	Десмин — $l' = (-)$; филлипсит — большой угол погасания	Гидротермальный, в пустотах базальтов вместе с десмином
241	Десмин (стильбит), мон., $CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 7SiO_2 \cdot 7H_2O$	{100}, {010}, {10$\bar{1}$}, {001}; $\beta = 90°30'$; почти всегда перекрещенные $\diamond \parallel$ (100); таблитчатый ∥ (010), вытянут вдоль c, снопообразные агрегаты	# (010) соверш.; # (10$\bar{1}$) пл.; тв. 3,5—4; уд. в. 2,16±	$Np \wedge c = 3°$ до 12°, бисс.; $Nm \parallel b$, П. О. О. ∥ (010); $Ng \wedge a = +3°30'$ до $-12°30'$, $l' = (\pm)$ Рис. на стр. 165—167	$n_p = 1{,}486—1{,}498$ $n_m = 1{,}494—1{,}507$ $n_g = 1{,}496—1{,}509$ ⊖, $\Delta = 0{,}010—0{,}011$	$2V_{Np} = 30°$ до 49°; $r < v$.	Бесцветный	Растворяется в HCl с выделением порошка кремнезема	Гармотом и филлипсит — П. О. О. ⊥ (010); эпистильбит $l' = (+)$	Гидротермальный в пустотах базальтов и трещинах гранитов; в трещинах кристаллических сланцев, в гидротермальных рудных жилах
242	Гармотом, мон., $2(Ba, K_2)0 \cdot 2Al_2O_3 \cdot 11SiO_2 \cdot 10H_2O$	{100}, {010}, {011}; $\beta = 124°45'$; $\diamond$ перекрещенные многократно ∥ (100) и (110); столбчатый ∥ c, плоский ∥ (010)	# (010) ясн.; # (001) пл.; тв. 4,5; уд. в. = 2,41 ±	$Np \wedge a = +63°$ до 67°; $Nm \wedge c = -28°$ до 32°, П. О. О. ⊥ (010); $Ng \parallel b$. бисс.; $l' = (\pm)$ Рис. на стр. 165—167	$n_p = 1{,}503 — 1{,}506$ $n_m = 1{,}505 — 1{,}509$ $n_g = 1{,}508 — 1{,}514$ ⊕, $\Delta = 0{,}005—0{,}008$	$2V_{Ng} = 79°$ (при нагревании падает до 32°)	Бесцветный	Дает студневидный осадок с HCl; встречается реже, чем филлипсит; Ba окраска пламени	Филлипсит — $Np \parallel b$, десмин — П. О. О. ∥ (010)	Гидротермальный в миндалинах основных эффузивов; в гидротермальных рудных жилах
243	Филлипсит, мон., $(K, Na)_2O \cdot CaO \cdot 2Al_2O_3 \cdot 6SiO_2 \cdot 8H_2O$	{100}, {010}, {011}; $\beta = 125°45'$; часто псевдокубический вследствие перекрещенных двойников ∥ (100) и ∥ (110); столбчатый ∥ c, плоский ∥ (010)	#(010) ясн.; #(100) ясн.; тв. 4—4,5; уд. в. 2,17±	$Np \parallel b$; $Nm \wedge a = +65°$ до 46°; П. О. О. ⊥ (010); $Ng \wedge c = -11°$ до 30° бисс.; $l' = (+)$ Рис. на стр. 165—167	Богат. Si / Бедн. Si $n_p = 1{,}483 — 1{,}504$ $n_m = 1{,}484 — 1{,}509$ $n_g = 1{,}486 — 1{,}514$ ⊕, $\Delta = 0{,}003—0{,}010$	$2V_{Ng} = 60°$ до 80°; $r < v$	Бесцветный	С HCl дает студневидный осадок	Гармотом — $Ng \parallel b$; десмин — П. О. О. ∥ (010)	Гидротермальный в миндалинах базальтов; в отложениях горячих источников; также в морских глинах больших глубин
244	Вевеллит, мон., $Ca[C_2O_4] \cdot H_2O$	{001}, {011}, {010}, {110}, {$\bar{1}$32}, {10$\bar{1}$}; $\beta = 107°15'$; $\diamond$ = {10$\bar{1}$}, сердцевидные; короткостолбчатые $\parallel a$, толстотаблитчатый ∥ (010)	#($\bar{1}$01) соверш.; #(010) ясн.; #(001) пл.; #(110) пл.; хрупкий; тв. 2.5—3; уд. в. 2,23±	$Np \parallel b$; $Nm \wedge a = -14°$ до 7°, П. О .О. ⊥ (010); $Ng \wedge c = +24°$ до $+31°$, бисс. Рис. на стр. 167	λ Li / Tl $n_p = 1{,}488 — 1{,}494$ $n_m = 1{,}551 — 1{,}560$ $n_g = 1{,}645 — 1{,}657$ ⊕, $\Delta = 0{,}157 — 0{,}163$	$2V_{Ng} = 84°$; $r < v$ слабая	Бесцветный	Легко растворяется в кислотах; в H_2O нерастворим	Кальцит — одноосный (⊖); арагонит — ⊖; ангидрит — меньшее Δ; гидраргиллит — меньшее Δ	Диагенетичный с кальцитом в трещинах углей и глинистых сланцев; обычно в битуминозных мергелях; в гидротермальных рудных жилах



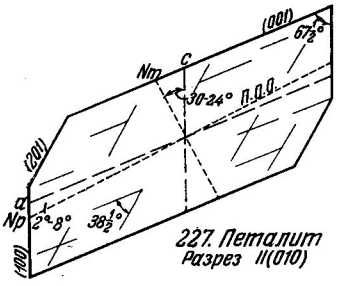
227. Петалит



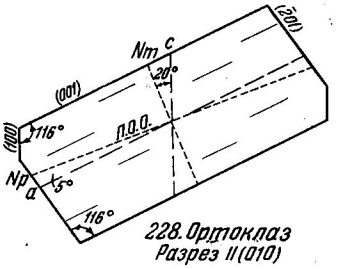
228. Ортоклаз



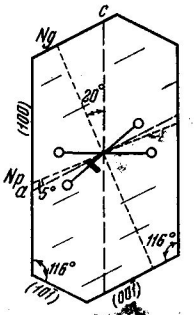
229. Санидин



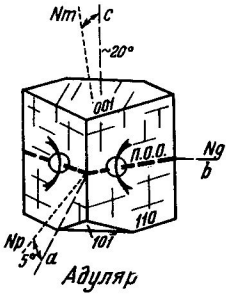
227. Петалит
Разрез II(010)



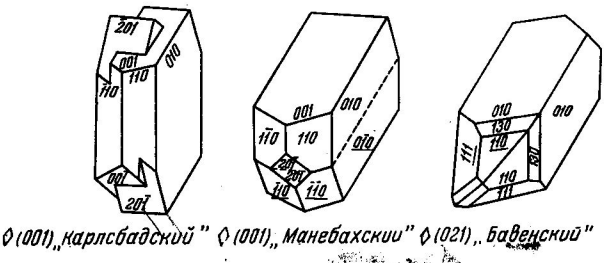
228. Ортоклаз
Разрез II(010)



229. Санидин
Разрез II(010)

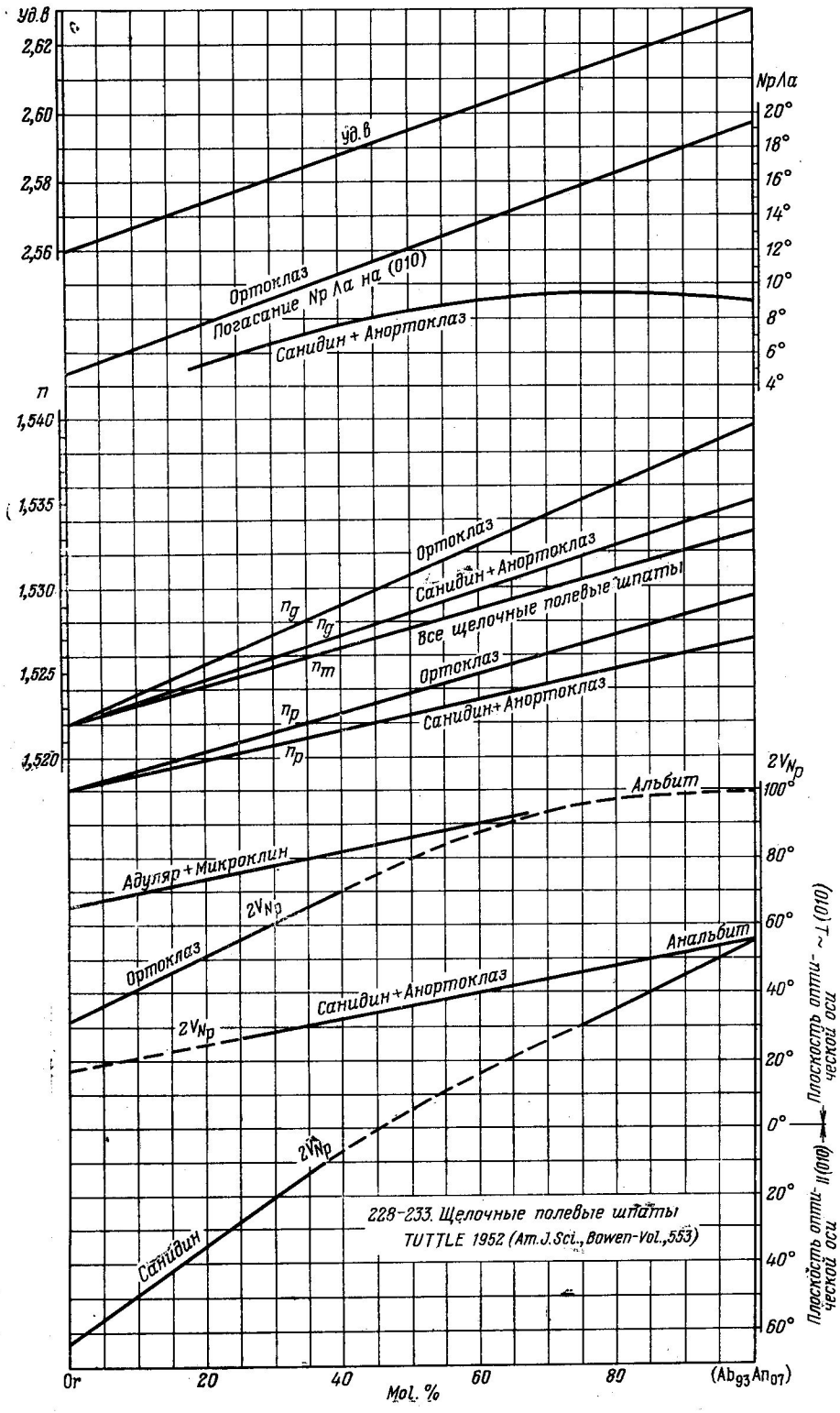


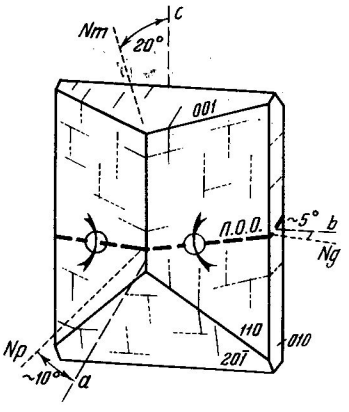
Адуляр



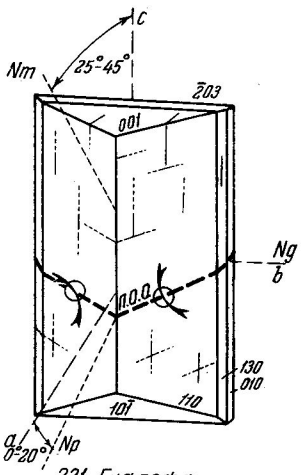
◊(001)„карлсбадский" ◊(001)„манебахский" ◊(021)„бавенский"

228. Двойники ортоклаза

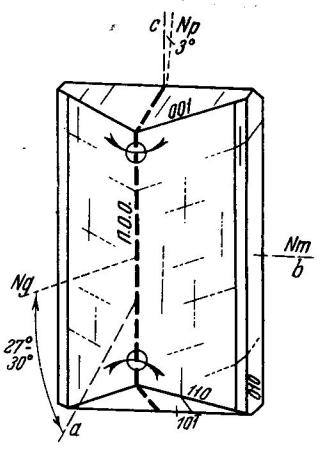

уд.в
2,62
2,60
2,58
2,56
NpLa
20°
18°
16°
14°
12°
10°
8°
6°
4°
Ортоклаз
Погасание Np La на (010)
Санидин + Анортоклаз
n
1,540
1,535
1,530
1,525
1,520
Ортоклаз
Санидин+Анортоклаз
Все щелочные полевые шпаты
Ортоклаз
Санидин+Анортоклаз
2VNp
100°
80°
60°
40°
20°
0°
20°
40°
60°
Альбит
Адуляр+Микроклин
Ортоклаз
Анальбит
Санидин+Анортоклаз
Санидин
Плоскость оптической оси ⊥ (010)
Плоскость оптической оси ∥ (010)
Or
20
40
60
80
(Ab93An07)
Mol. %
228-233. Щелочные полевые шпаты
TUTTLE 1952 (Am. J. Sci., Bowen-Vol., 553)



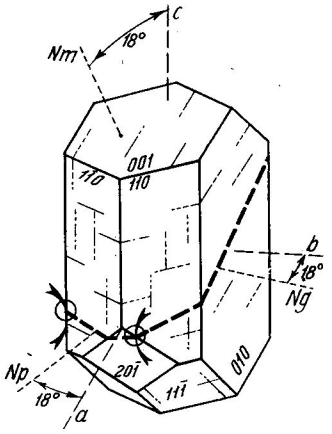
230. Анортоклаз



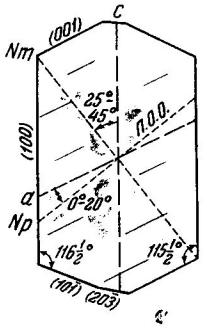
231. Гиалофан



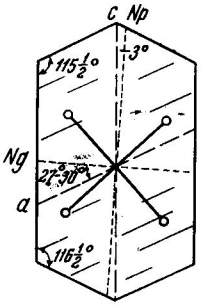
232. Цельзиан



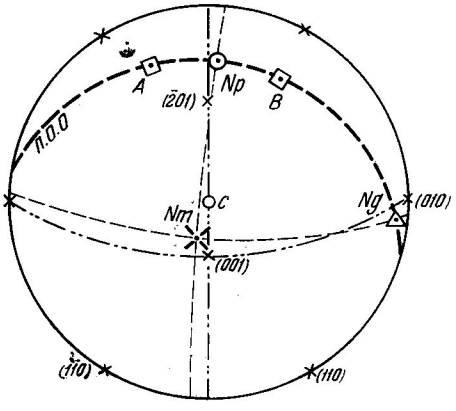
233. Микроклин



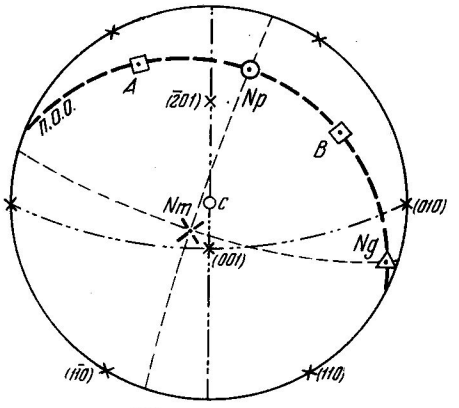
231. Гиалофан
Разрез II(010)



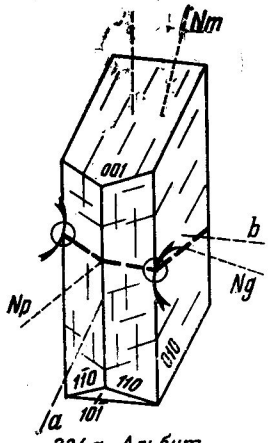
232. Цельзиан
Разрез II(010)



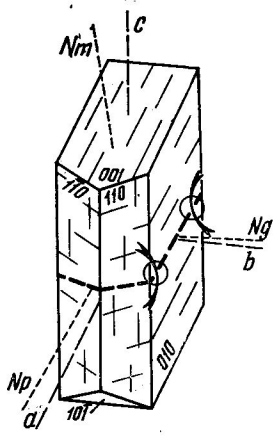
230. Анортоклаз



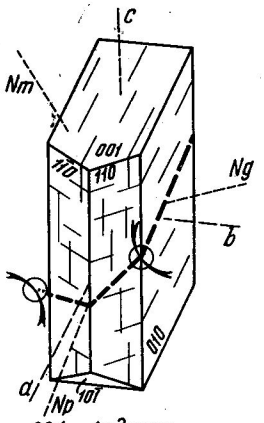
233. Микроклин



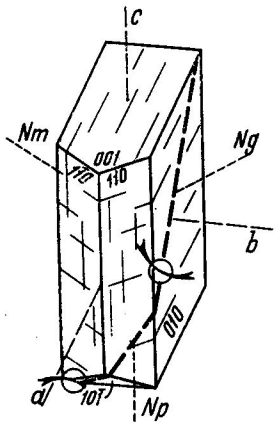
234a. Альбит



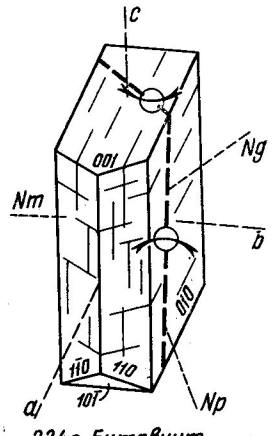
234b. Олигоклаз



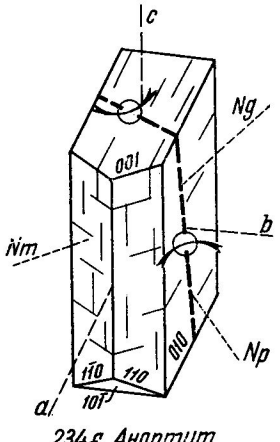
234c. Андезин



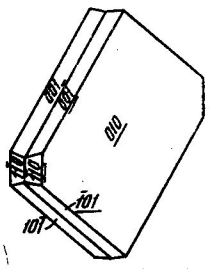
234d. Лабрадор



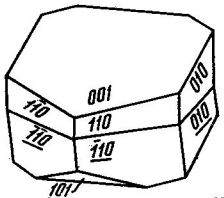
234e. Битовнит



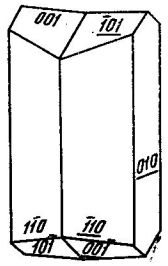
234f. Анортит



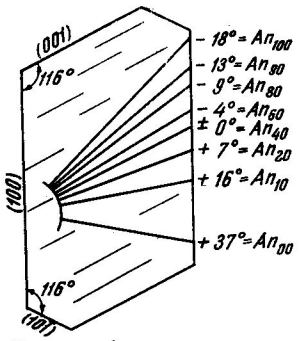
◊(010)„Альбитовый"



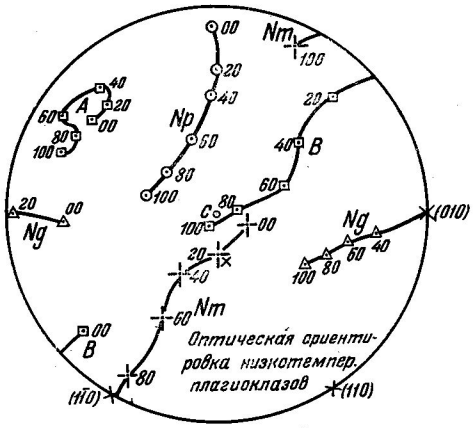
◊[010]„Периклиновый"



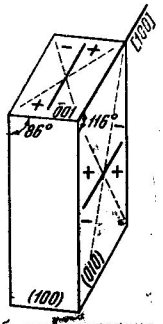
◊[001]„Карлсбадский"



Периклиновые пластинки (ромбическое сечение) по сравнению с трещинами спайности по (001), замеренные в сечении ⊥ [010]



Сравните с двумя отдельно приданными стереограммами для измерений на столике Е.С. Федорова

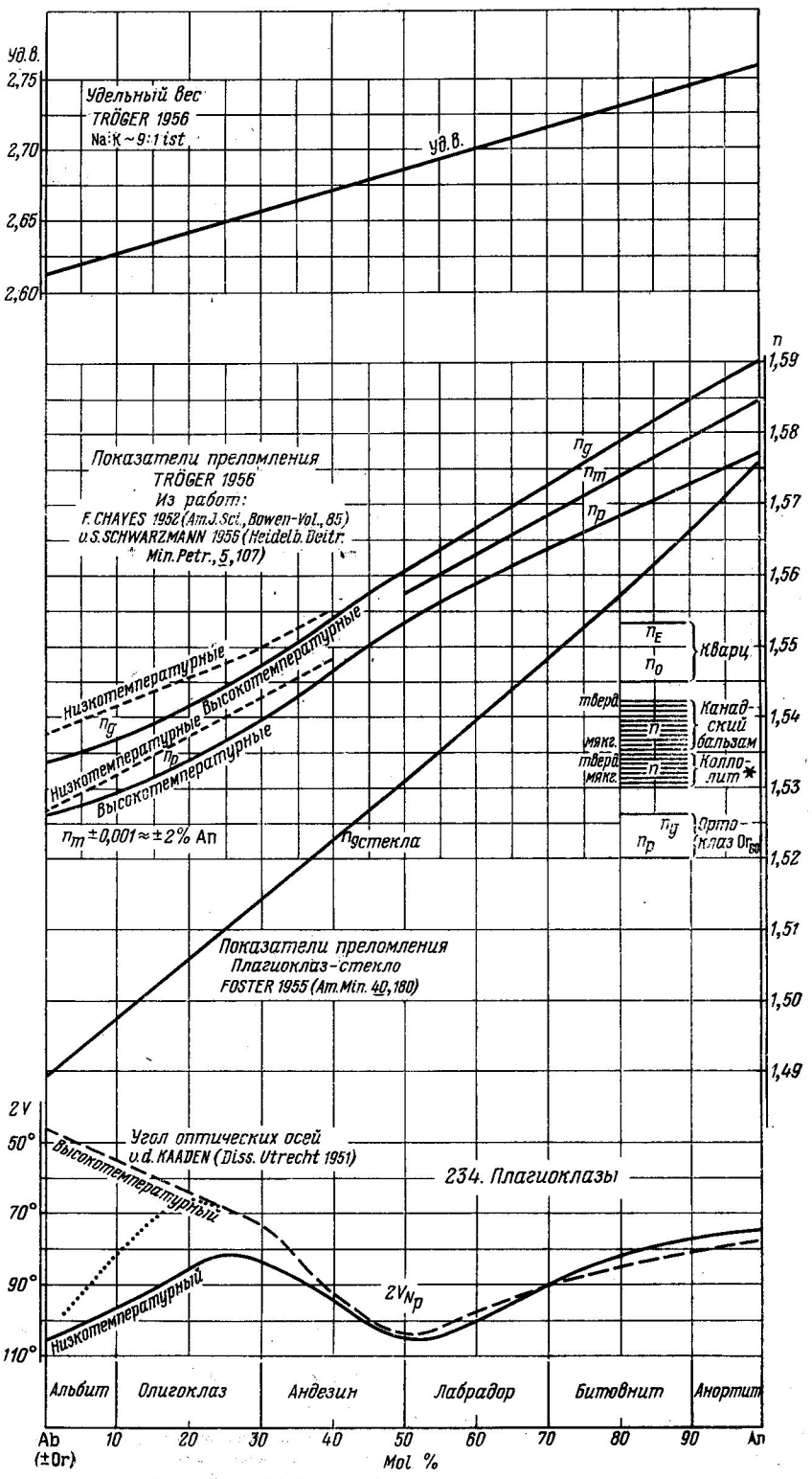


Указания об углах угасания плагиоклазов по Шустеру

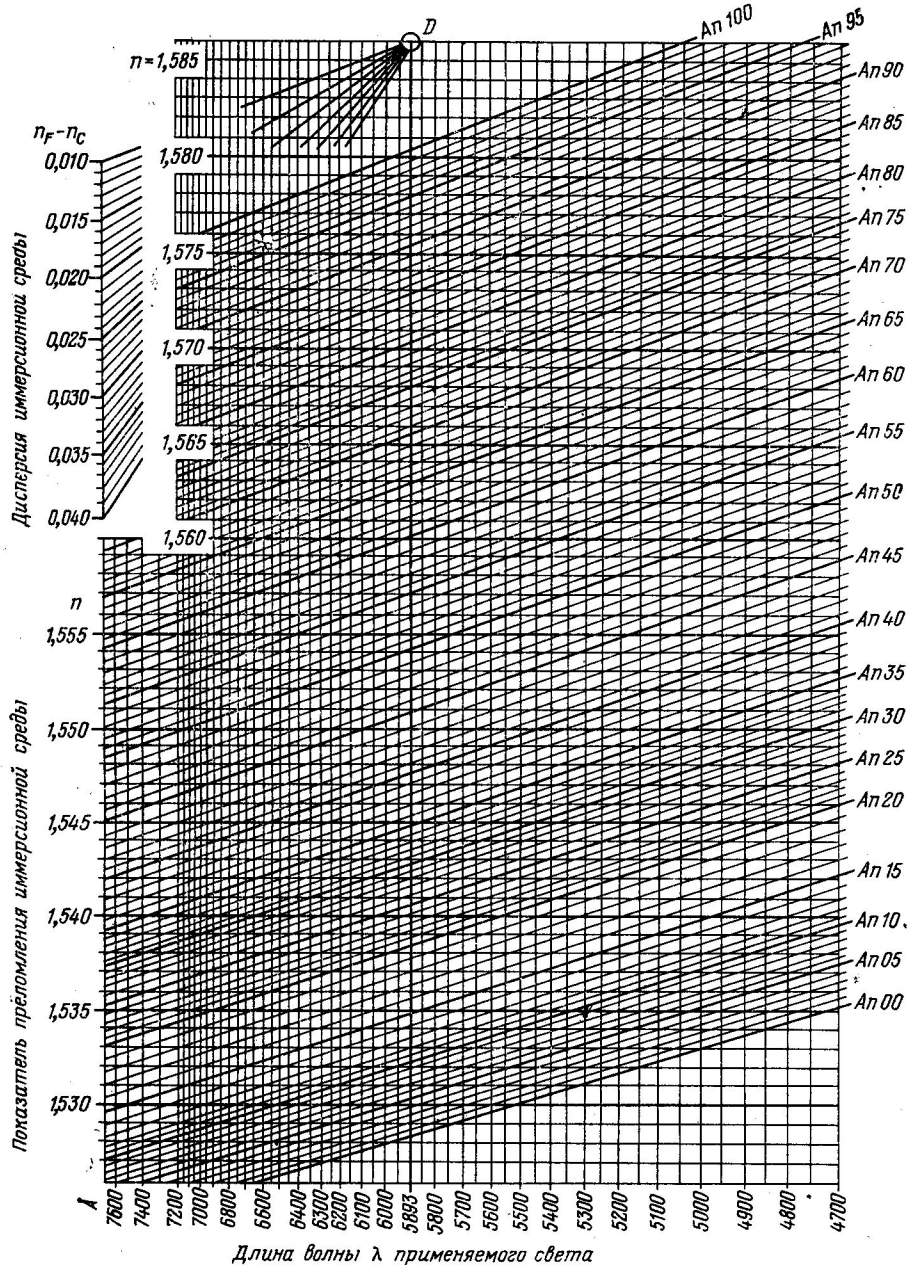
——— Кристаллографическое направление [100]

- - - - Направление погасания Np'

234. Плагиоклазы



* В СССР употребляется пихтовый бальзам и канифоль с таким показателем преломления. — *Прим. ред.*



Плагиоклазы

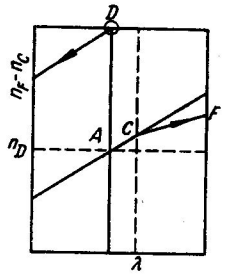
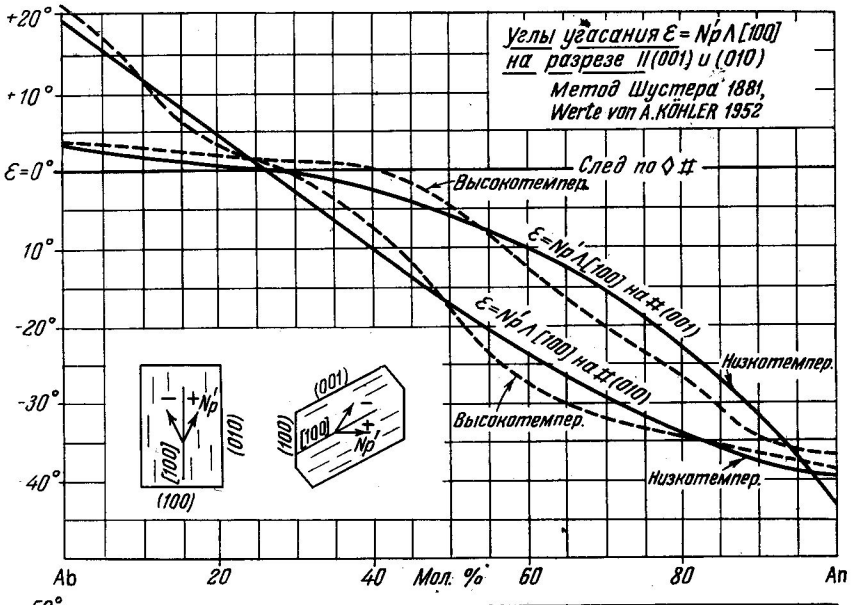


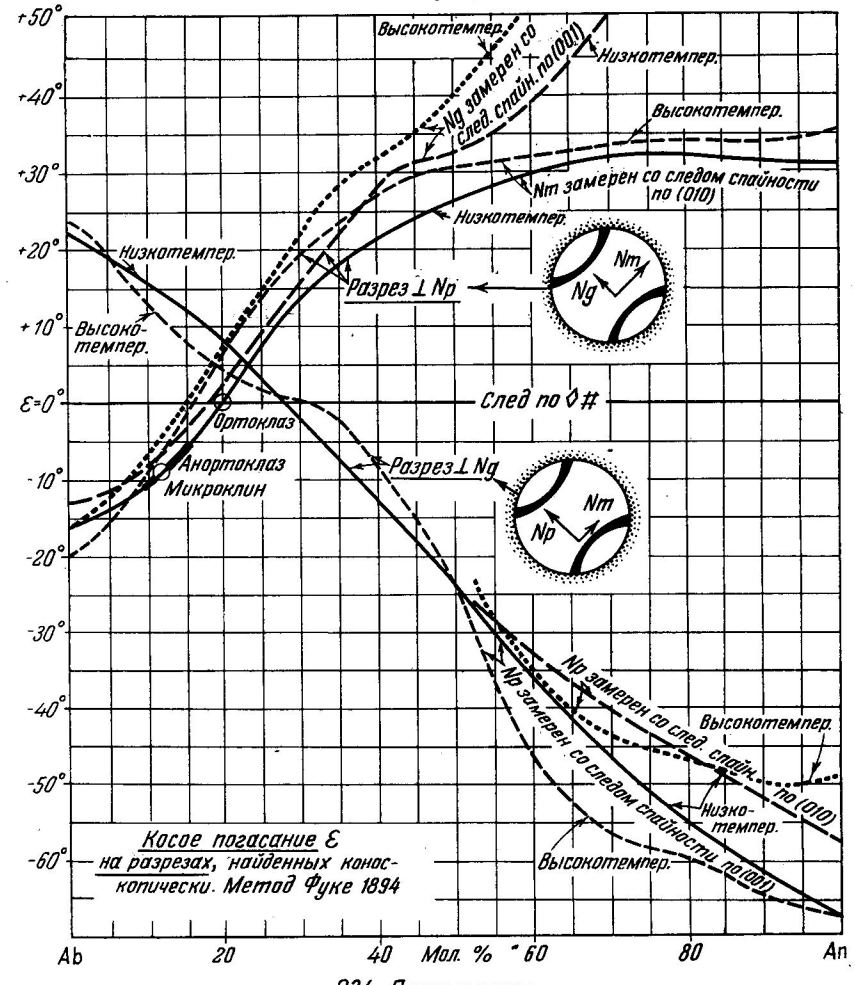
Диаграмма определения показателей преломления на спайных пластинках по Tsuboi, 1934 (Jap. J. Geol. Geogr. 11, 325).

Измерение n_p на (010) по сравнению с иммерсионной средой при различном монохроматическом освещении.

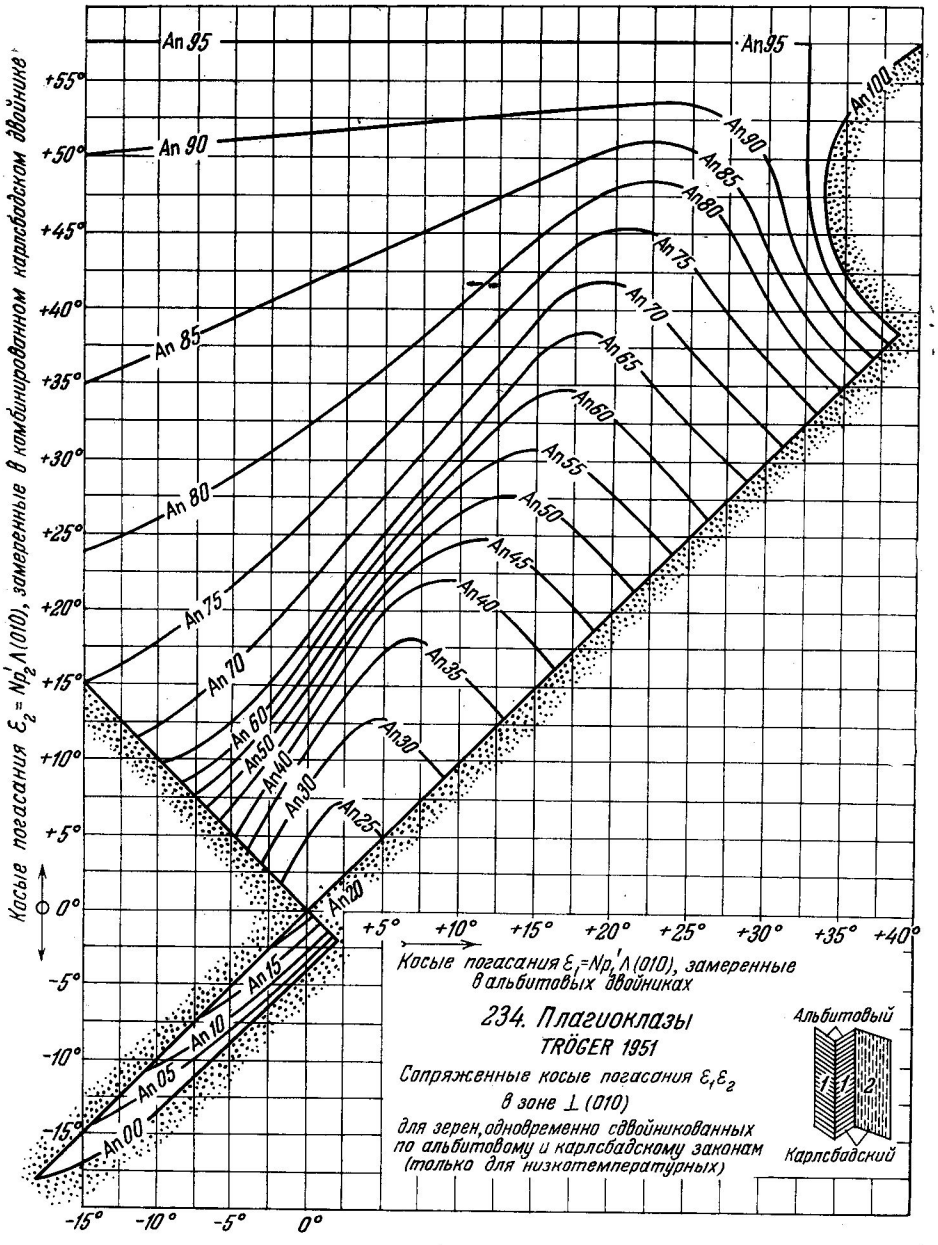
Ключ:

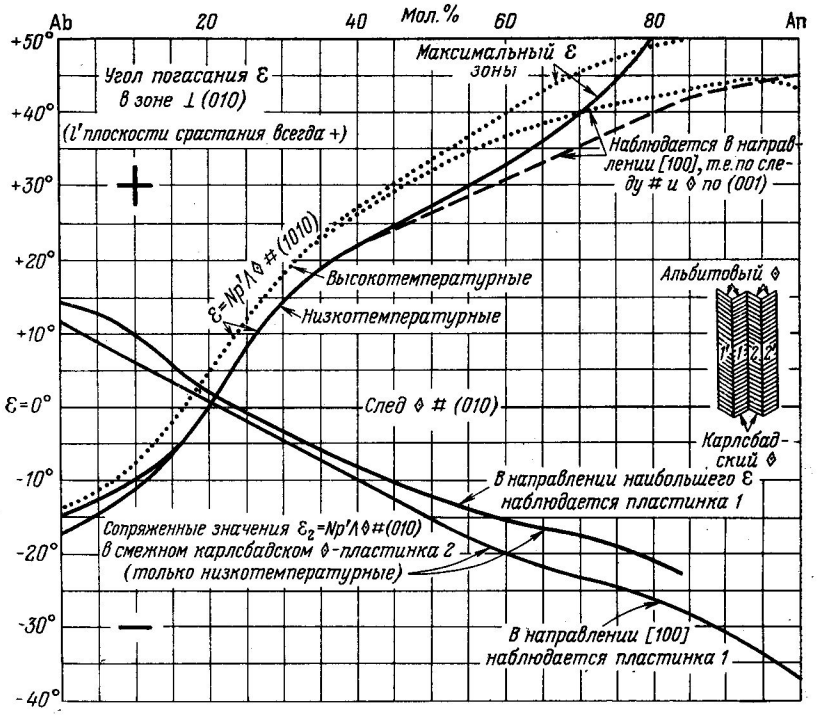
1) абсцисса точки A = 5893 Å, ордината = n_D среды;
2) ищите луч $D \rightarrow (n_F - n_C)$ среды;
3) параллельную ему линию проводим через A (дисперсионная линия среды);
4) точка C — точка пересечения этой линии с линией той длины волны λ, при которой исчезает полоска Бекке;
5) линия $C \rightarrow F$ — показывает содержание анортита.





234 Плагиоклазы

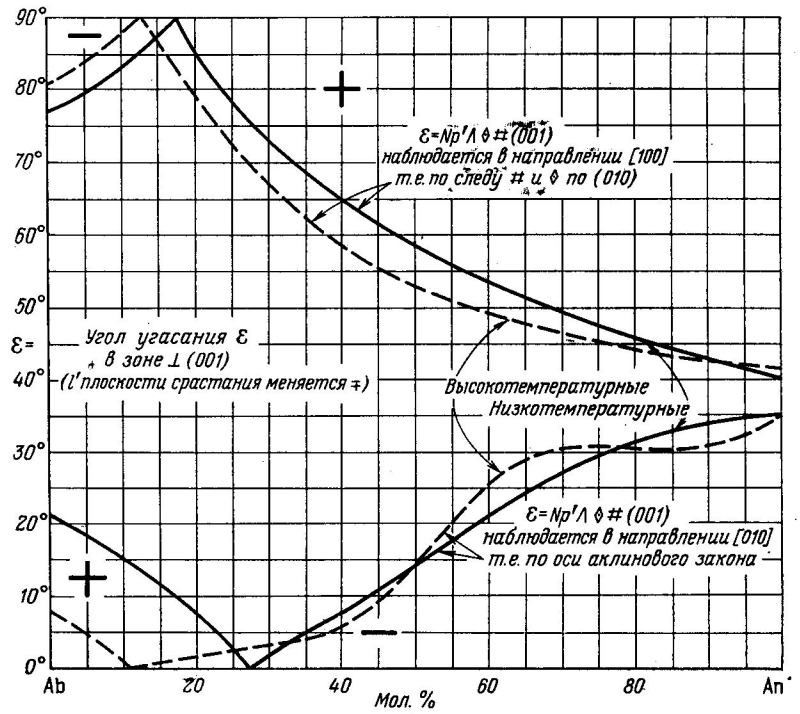

Косые погасания $\varepsilon_2 = Np_2' \wedge (010)$, замеренные в комбинированном карлсбадском двойнике
Косые погасания $\varepsilon_1 = Np_1' \wedge (010)$, замеренные в альбитовых двойниках
234. Плагиоклазы
TRÖGER 1951
Сопряженные косые погасания $\varepsilon_1 \varepsilon_2$
в зоне ⊥ (010)
для зерен, одновременно сдвойникованных по альбитовому и карлсбадскому законам (только для низкотемпературных)
Альбитовый
Карлсбадский
An 95
An 90
An 85
An 80
An 75
An 70
An 65
An 60
An 55
An 50
An 45
An 40
An 35
An 30
An 25
An 20
An 15
An 10
An 05
An 00
An 100



234. Плагиоклазы

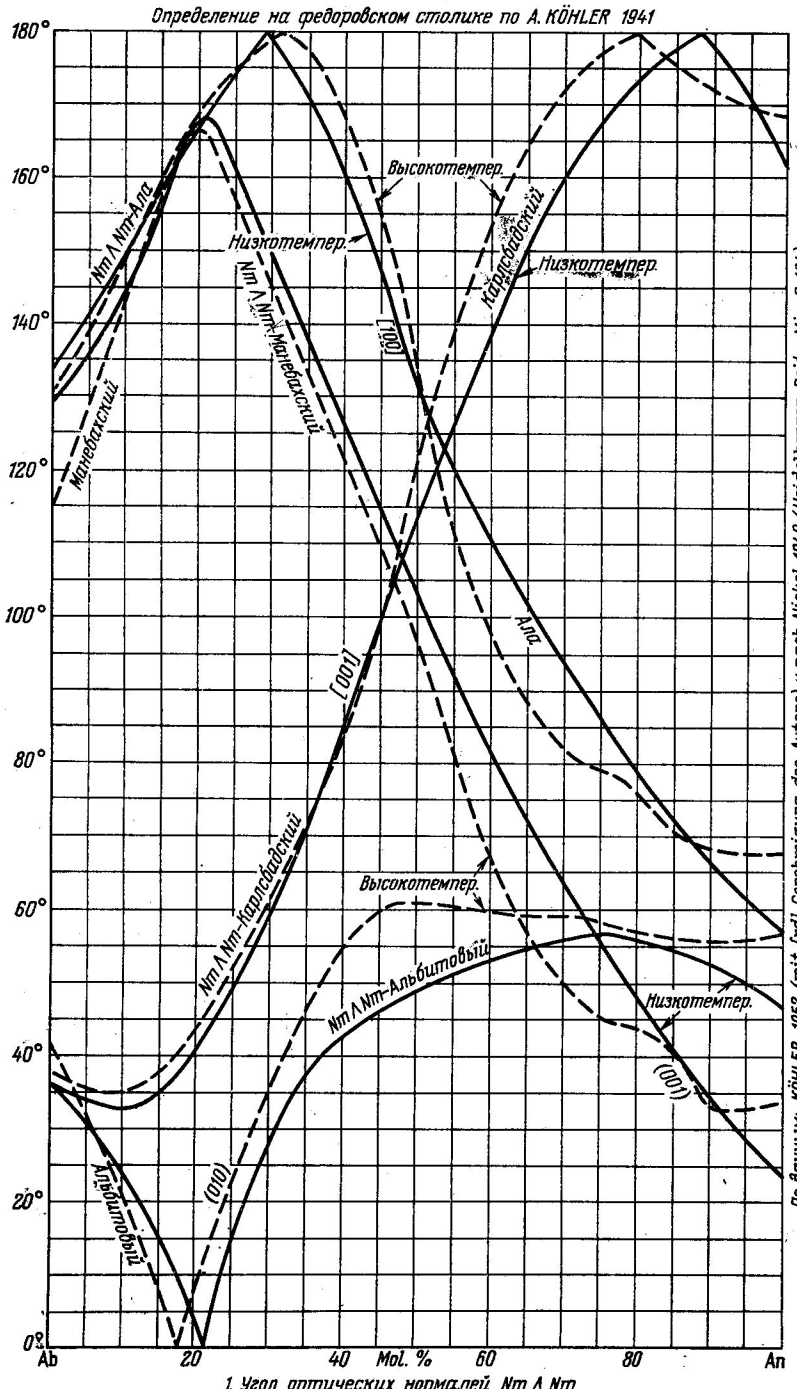
U-Tisch. Zonenmethode RITTMANN-EBERT 1929

korr. nach v.d. KAADEN (Diss. Utrecht 1951) u. n. A. KÖHLER 1952



234. Плагиоклазы

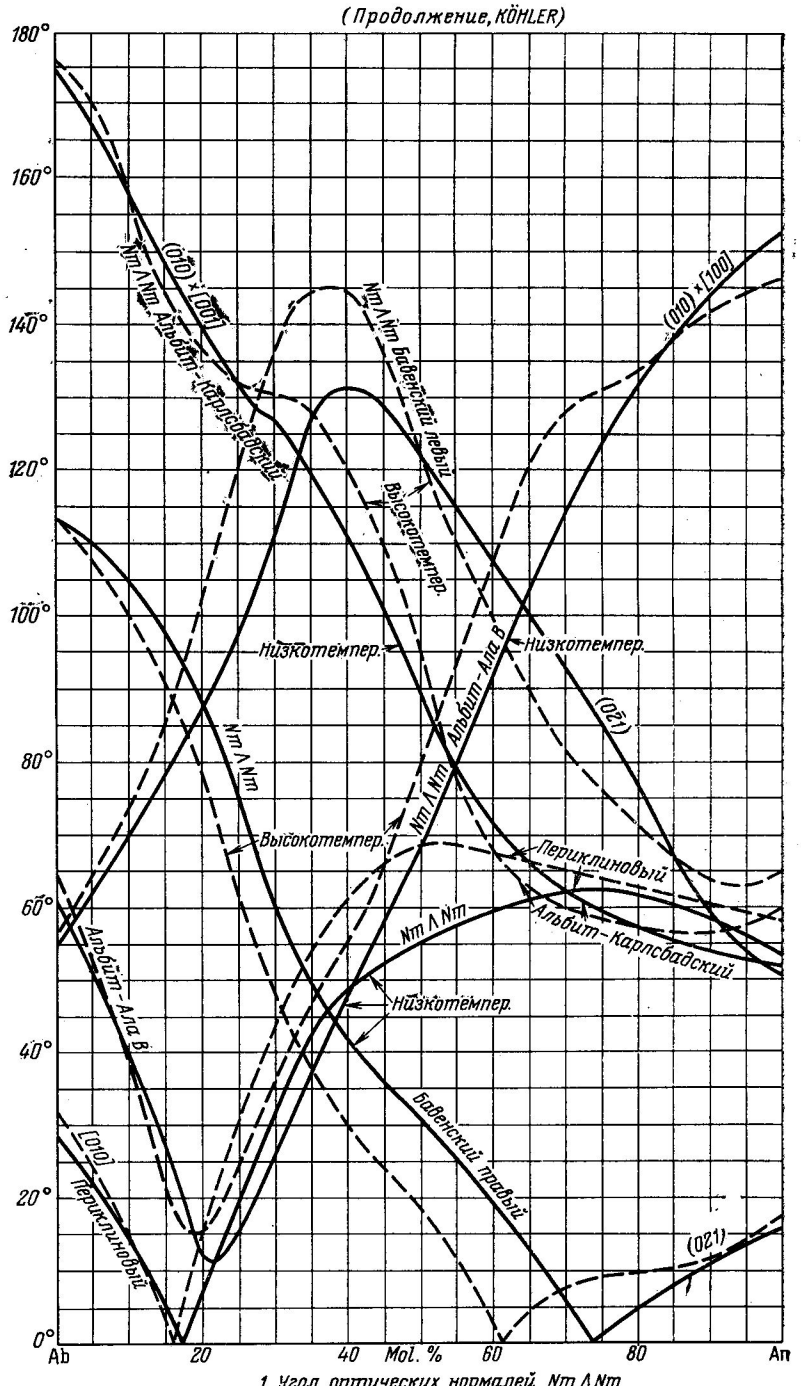
Определение на федоровском столике по A. KÖHLER 1941



По данным: KÖHLER 1952 (mit frdl. Genehmigung des Autors) u. nach Nickel 1949 (Heidelberger Beitr. Min. 2, 184) und nach v.d. KAADEN 1950 (Tschermk. min. petr. Mitt. [3], 1, 297)

1. Угол оптических нормалей Nm Λ Nm

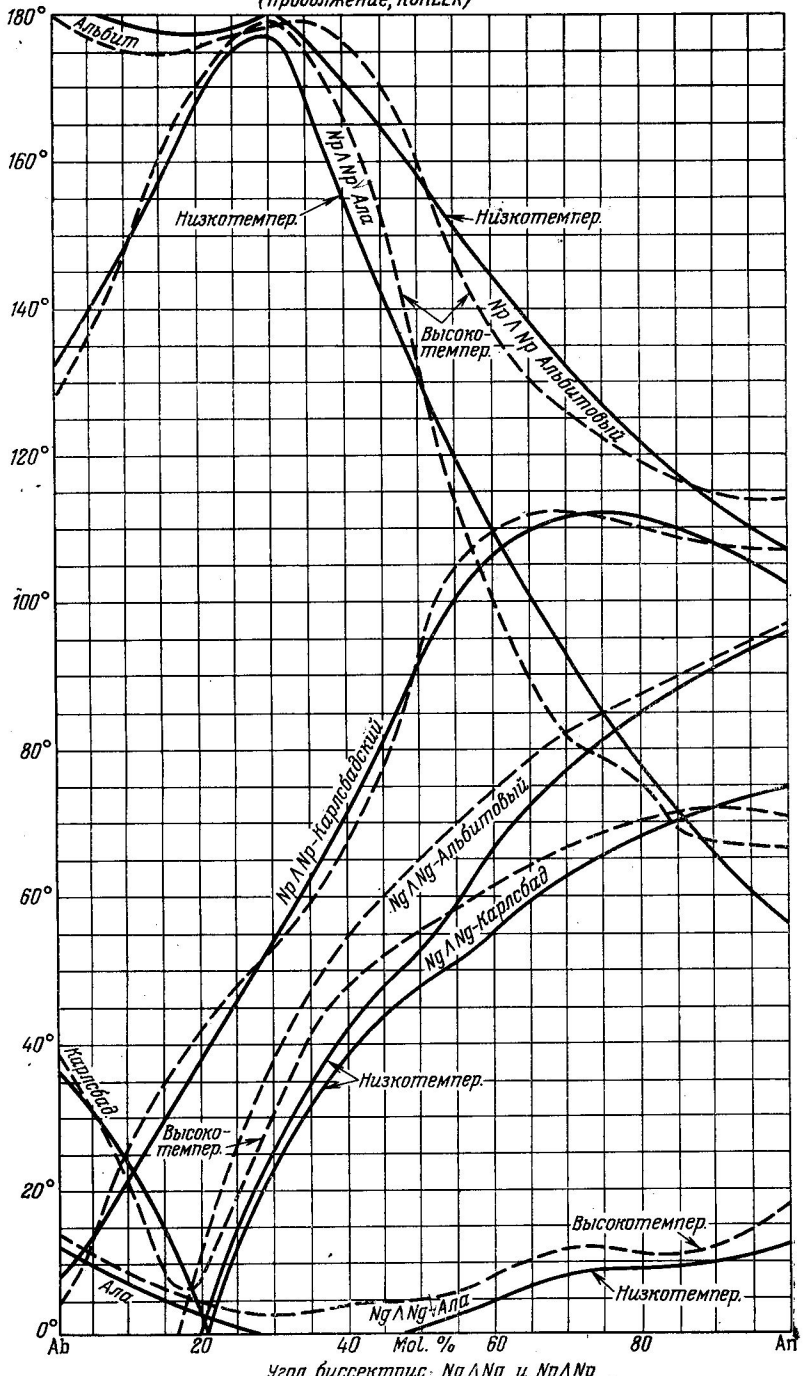
а) в двойниках по Ала-Альбит-Карсбадскому и Манебахскому законам



1. Угол оптических нормалей Nm ∧ Nm

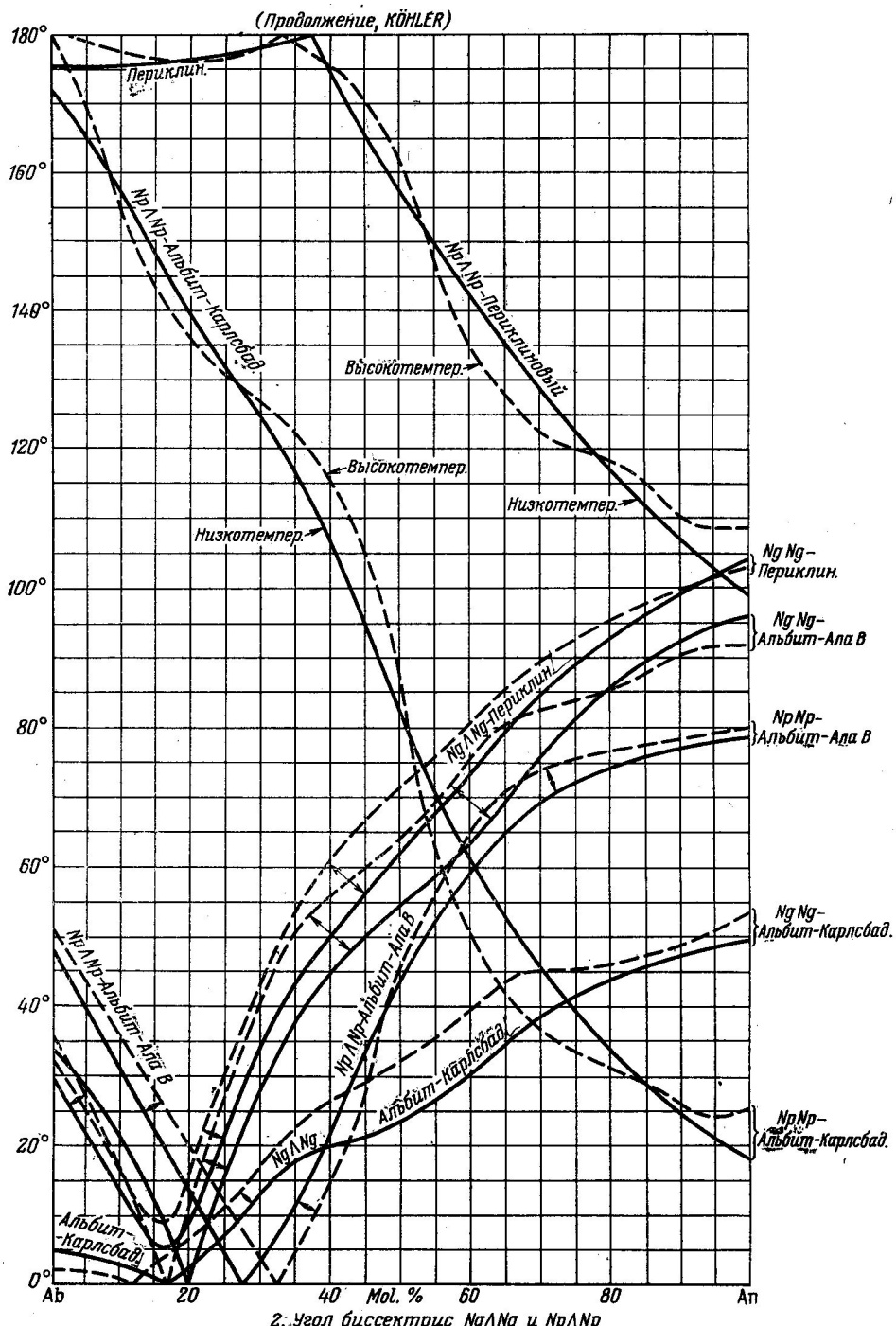
б) в двойниках по Альбит / Карлсбадскому, Альбит / Ала В, Бавенскому и Периклиновому законам

(Продолжение, KÖHLER)



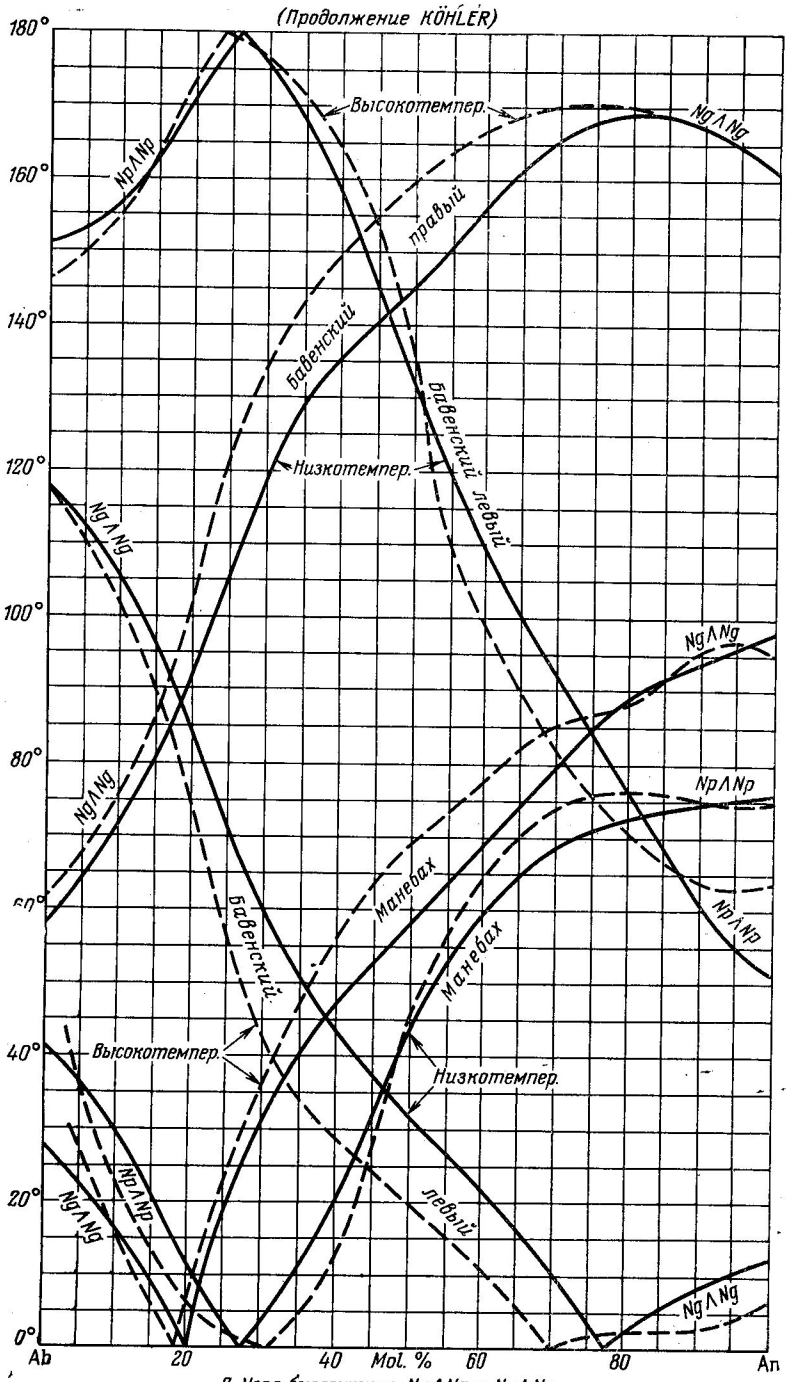
Угол биссектрис Ng∧Ng и Np∧Np

а) в двойниках по Альбитовому, Карлсбадскому и Ала законам

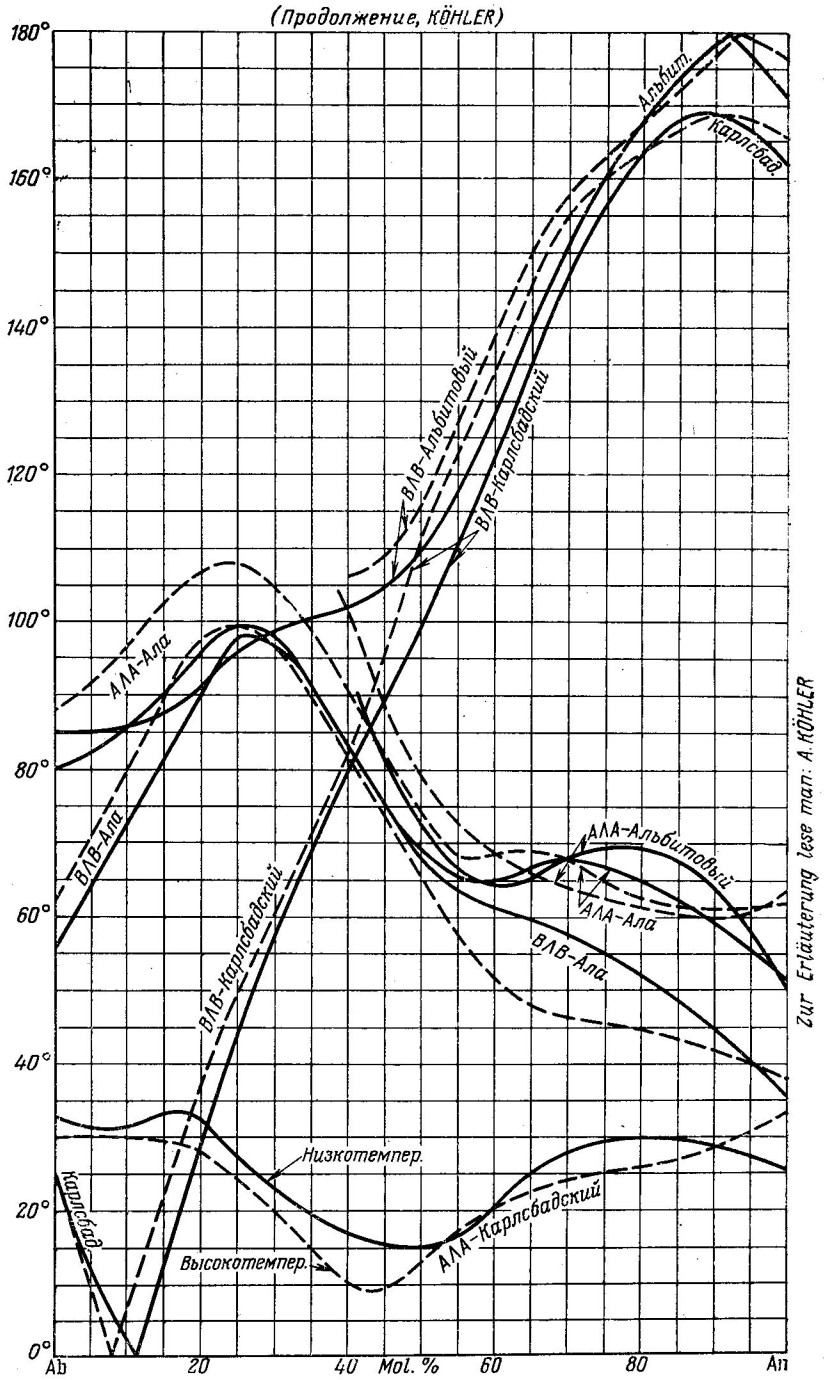


2. Угол биссектрис NgΛNg и NpΛNp

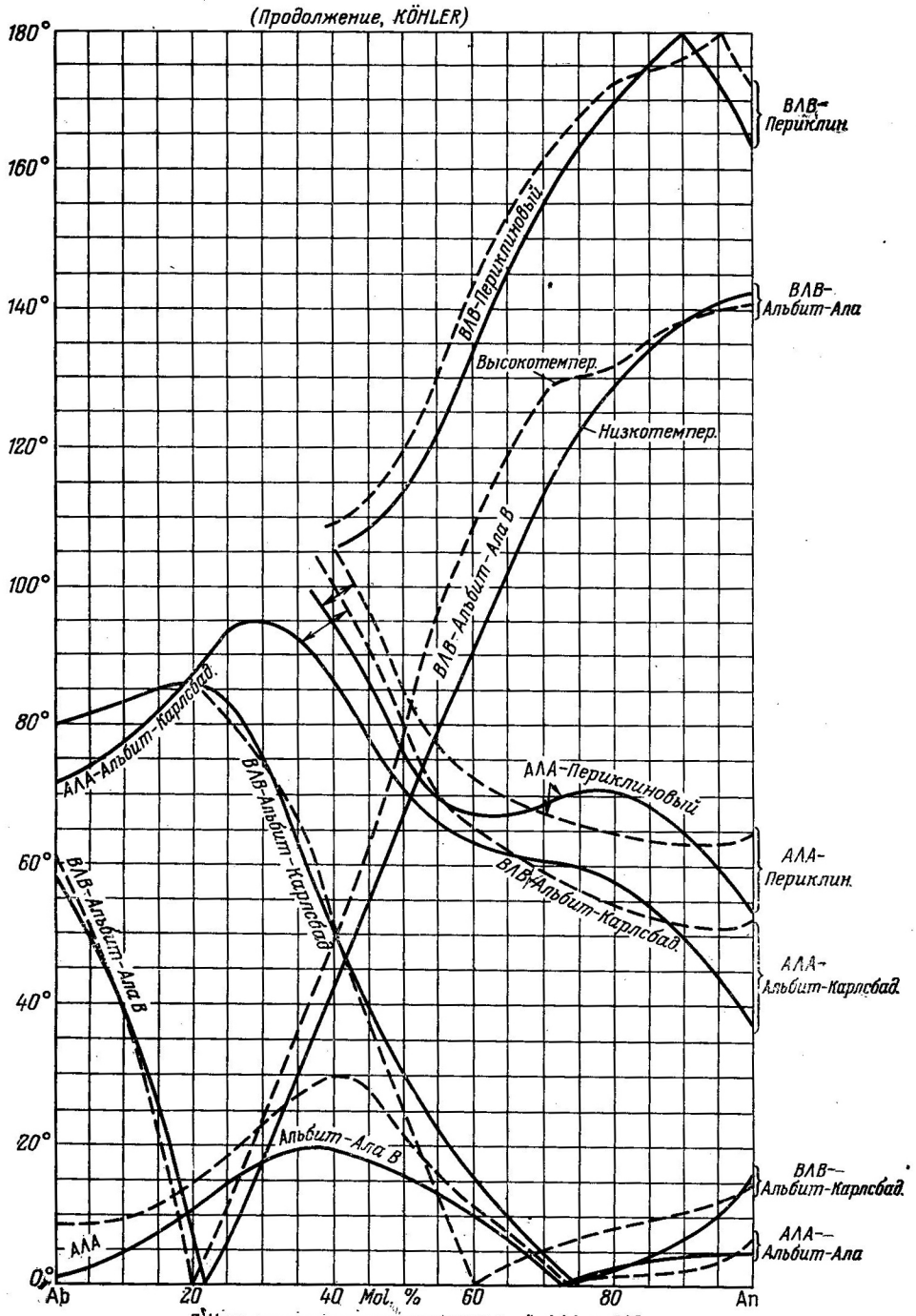
б) в двойниках по Периклиновому, Альбит-Карлсбадскому и Альбит-Ала В законам



2. Угол биссектрис Ng∧Ng и Np∧Np
б) в двойниках по бавенскому правому, бавенскому левому и манебахскому законам

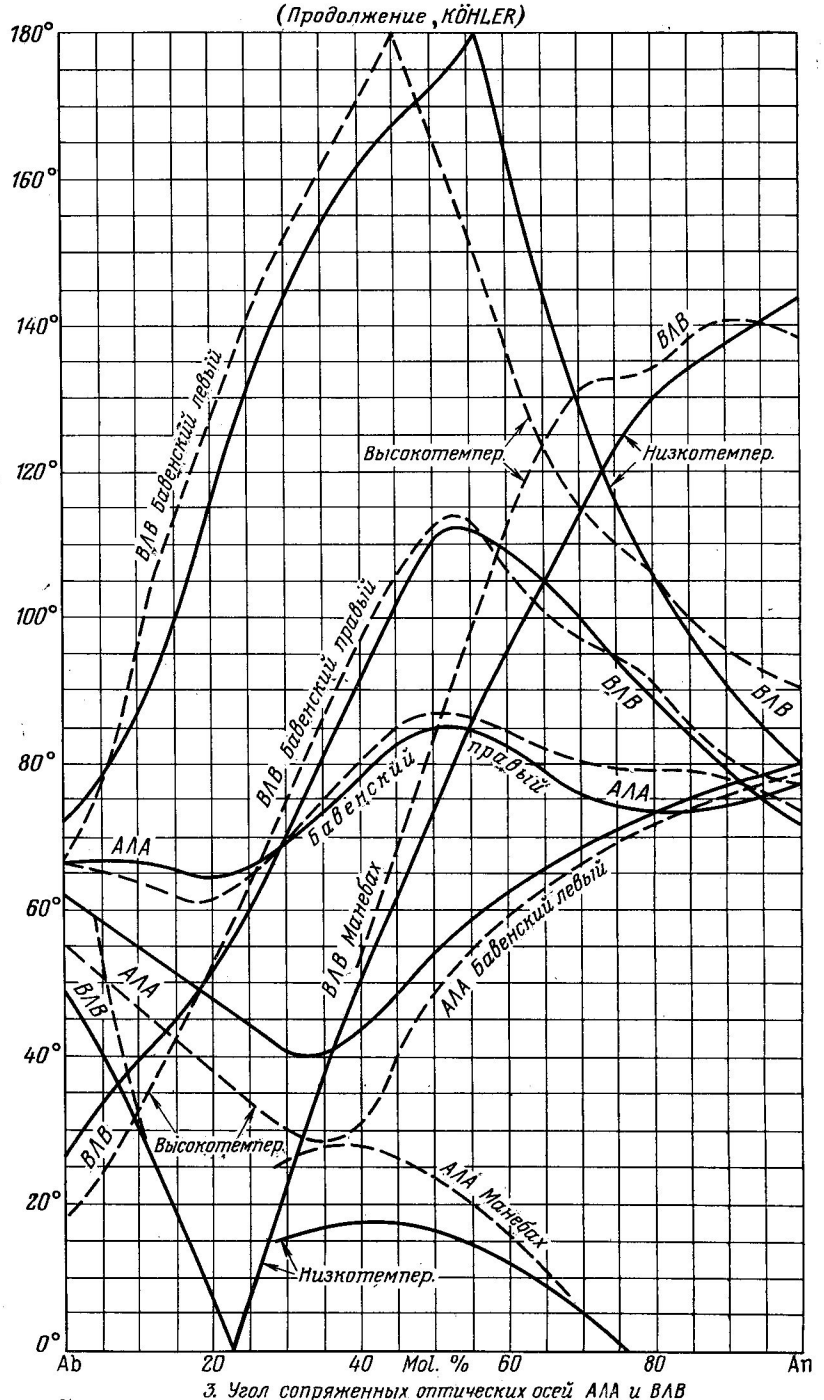


3. Угол сопряженных оптических осей АЛА и ВЛВ
а) в двойниках по Альбитовому, Карлсбадскому и Ала законам

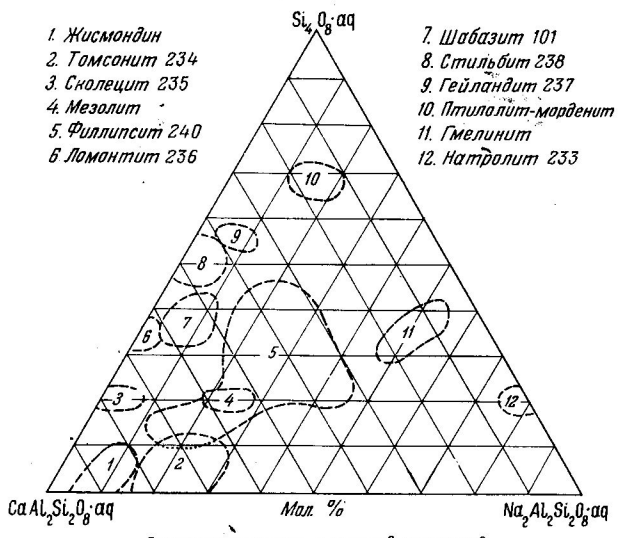


3. Угол сопряженных оптических осей АЛА и ВЛВ
б) в двойниках по Периклиновому, Альбит-Карлсбадскому и Альбит-Ала В законам

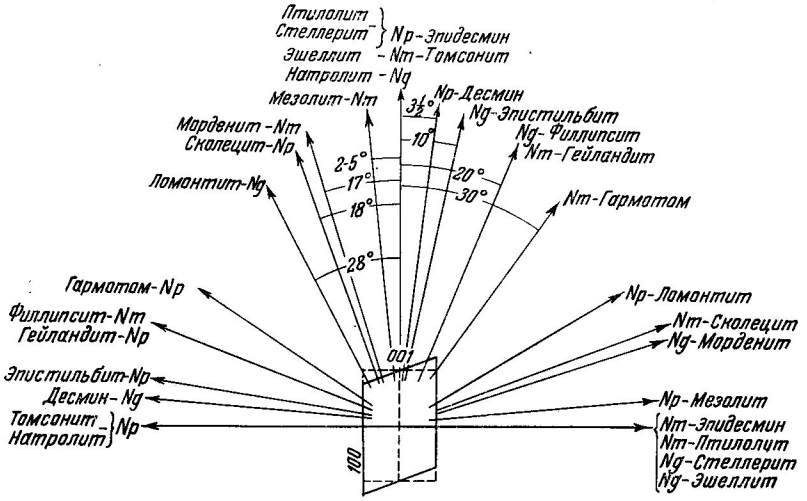
(Продолжение, KÖHLER)

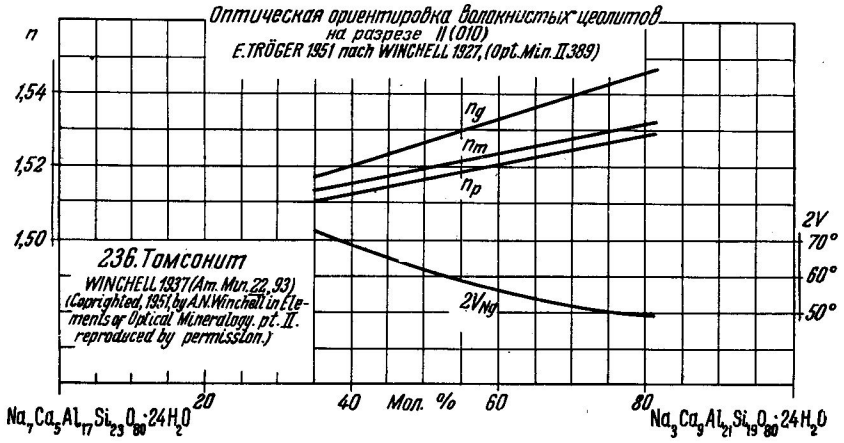


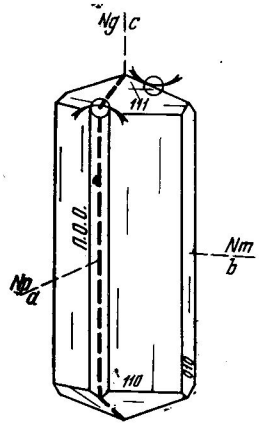
3. Угол сопряженных оптических осей АЛА и ВЛВ
в) в двойниках по бавенскому правому, бавенскому левому и манебахскому законам



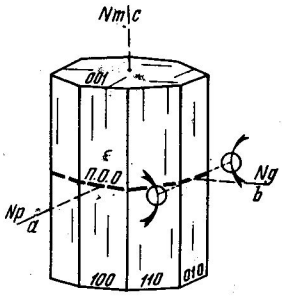
Взаимоотношения и состав цеолитов
WINCHELL 1937 (Am. Min. 22, 90-92)



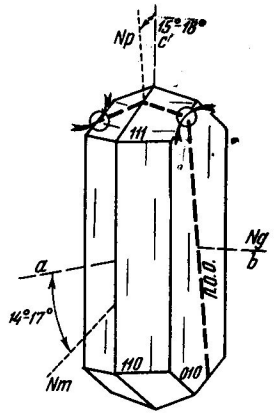




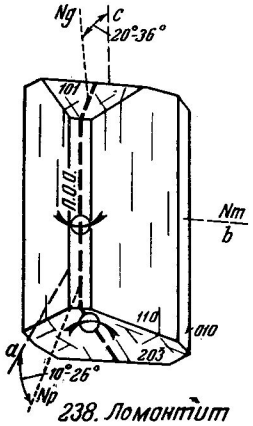
235. Натролит



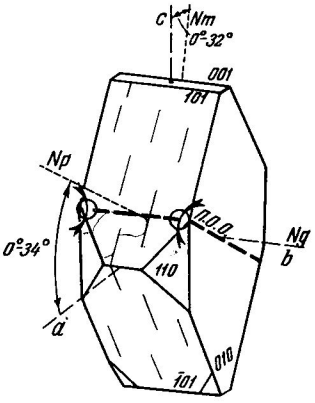
236. Томсонит



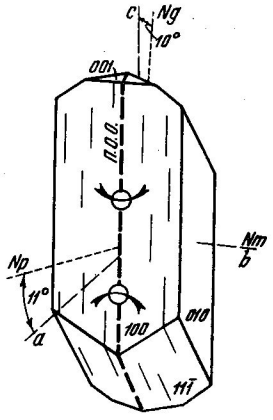
237. Сколецит



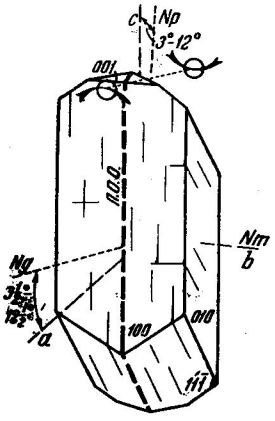
238. Ломонтит



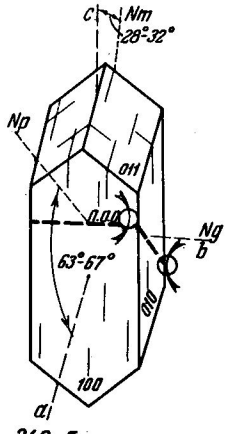
239. Гейландит



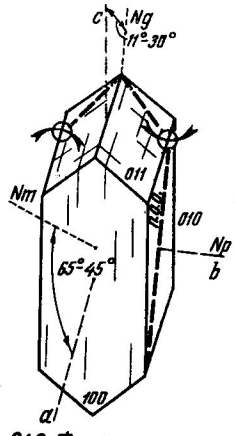
240. Эпистильбит



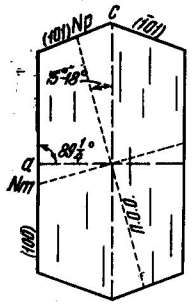
241. Десмин



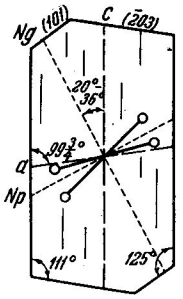
242. Гармотом



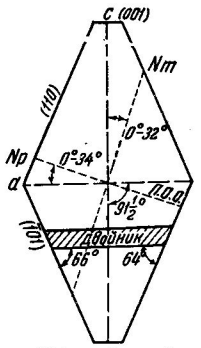
243. Филлипсит



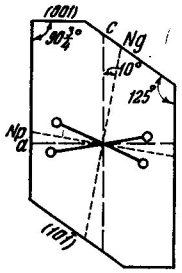
237. Сколецит
Разрез II(010)



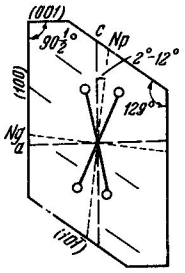
238. Ломонтит
Разрез II(010)



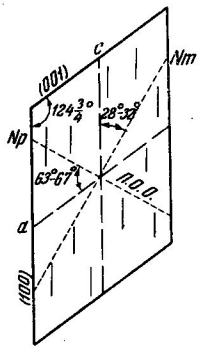
239. Гейландит
Разрез II(010)



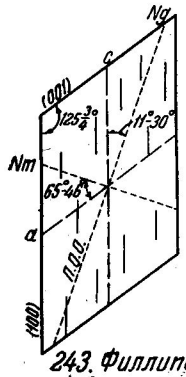
240. Эпистильбит
Разрез II(010)



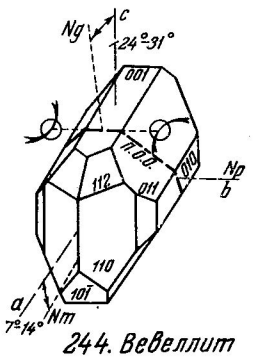
241. Десмин
Разрез II(010)



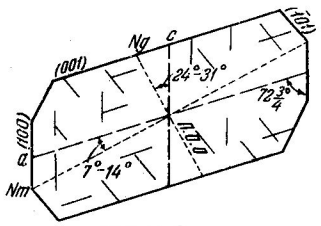
242. Гармотом
Разрез II(010)



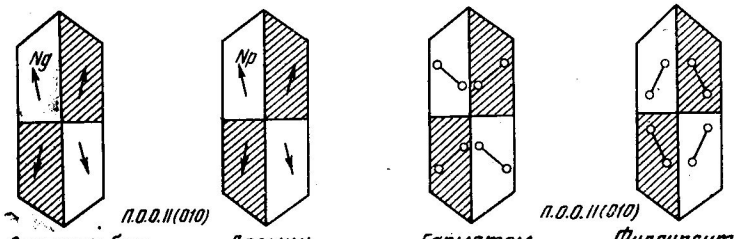
243. Филлипсит
Разрез II(010)



244. Вевеллит

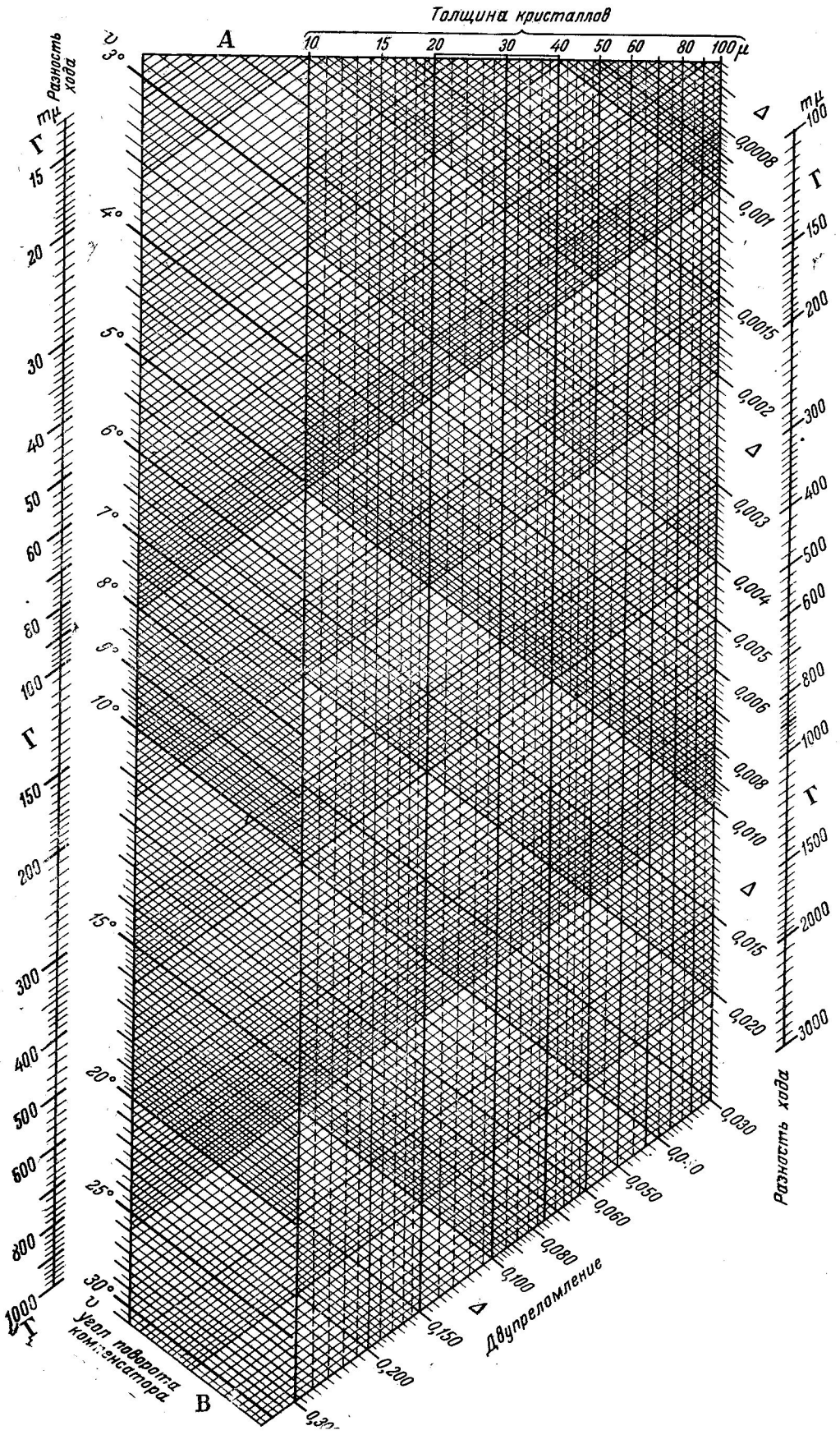


244. Вевеллит
Разрез II(010)



Эпистильбит Десмин Гармотом Филлипсит

240-243. Двойники и оптическая ориентировка в них
Разрез II(010)


Толщина кристаллов
A
10 15 20 30 40 50 60 80 100 μ
υ
3° 4° 5° 6° 7° 8° 9° 10° 15° 20° 25° 30°
Разность хода
mμ
Γ
15 20 30 40 50 60 80 100 150 200 300 400 500 600 800 1000
Δ
0,0008 0,001 0,0015 0,002 0,003 0,004 0,005 0,006 0,008 0,010 0,015 0,020 0,030 0,040 0,050 0,060 0,080 0,100 0,150 0,200 0,30
Двупреломление
mμ
100 150 200 300 400 500 600 800 1000 1500 2000 3000
Разность хода
B
Угол поворота компенсатора
T

Двупреломление

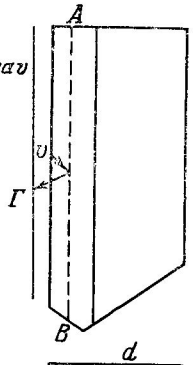
Номограмма E. TRÖGER 1951

по схеме Петрова PETROV 1940

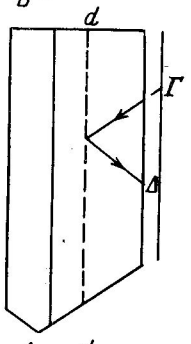
(Iswest. Akad. Nauk S.S.S.R., Ser. geol., 1940, Nr. 2, 151)

Графическое решение следующих 3 задач:

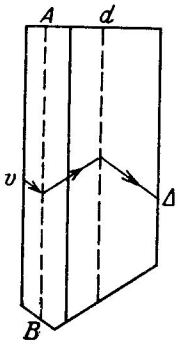
1) Определение разности хода Г для угла поворота v компенсатора Берека



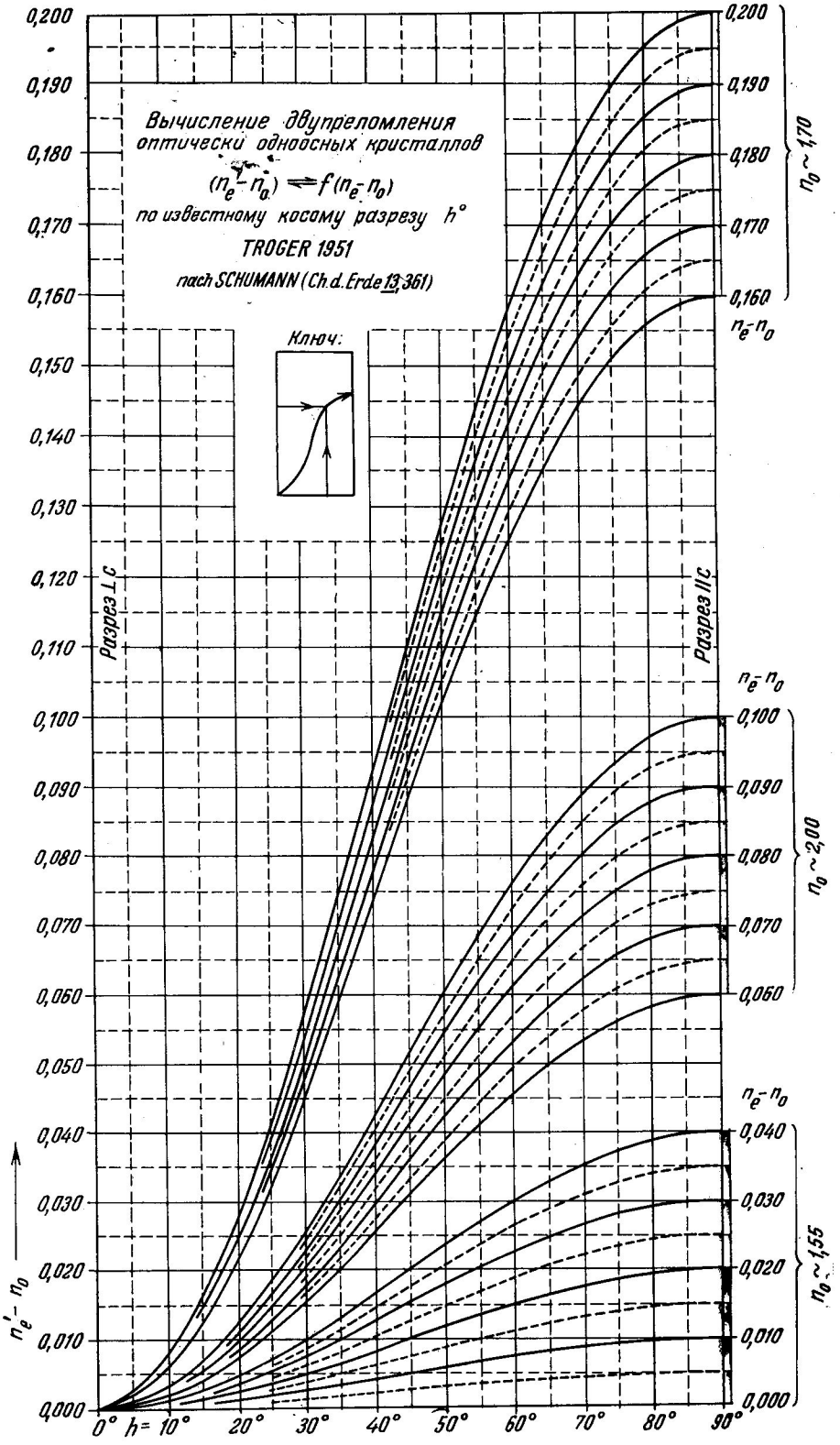
2) Определение отношения между разностью хода Г, толщиной препарата d и двупреломлением Δ кристаллов

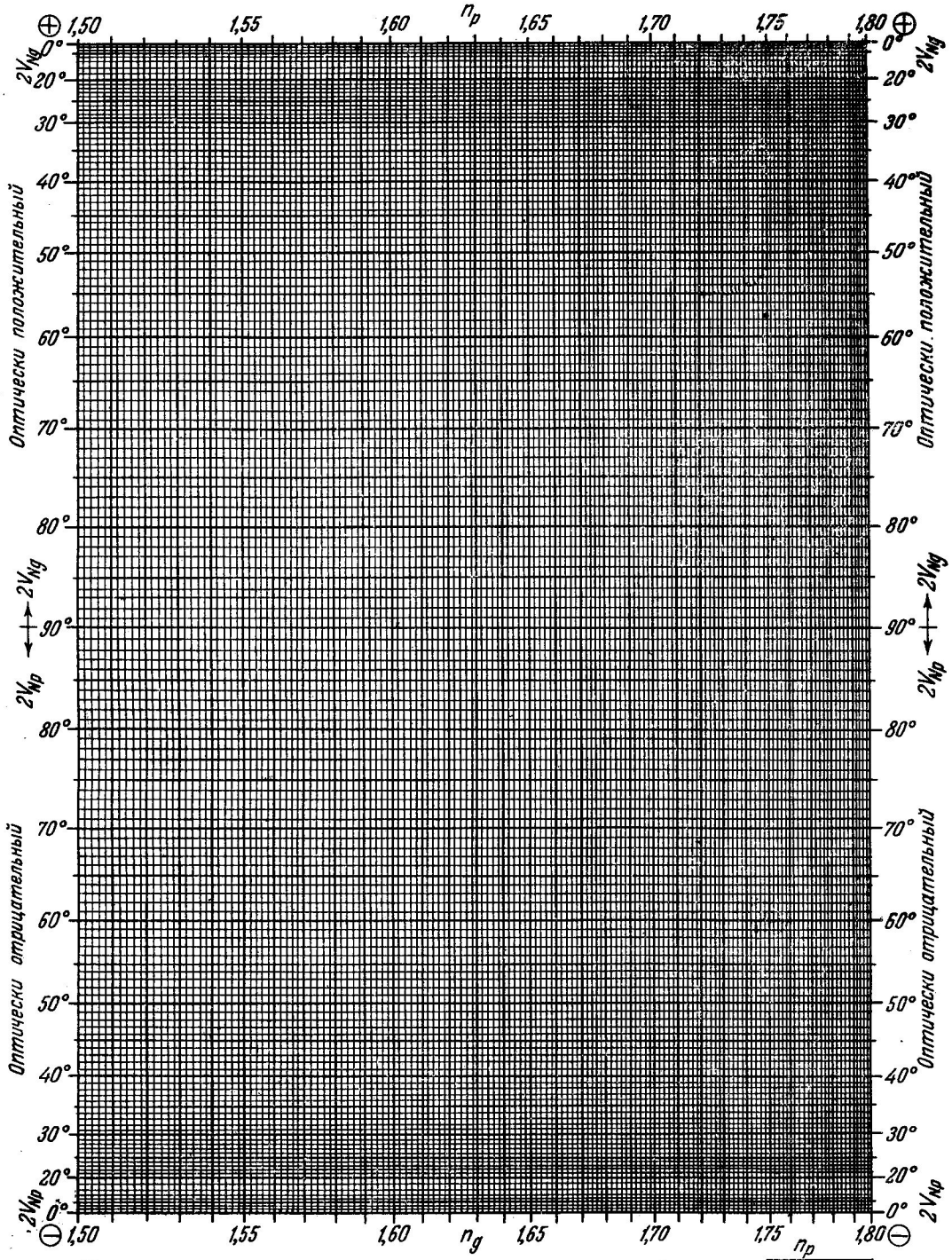


3) Определение двупреломления Δ, непосредственно по углу поворота v компенсатора Берека, при известной толщине шлифа



Примечание. При пользовании компенсатором нанесите «основную линию» *А—Б*, положение которой должно быть вычислено для каждого компенсатора (см. Д. С. Белянкин и В. П. Петров — Кристаллооптика 1949, 1952). — *Прим. ред.*


Вычисление двупреломления
оптически одноосных кристаллов
$(n_e' - n_0) = f(n_e - n_0)$
по известному косому разрезу h°
TROGER 1951
nach SCHUMANN (Ch. d. Erde 13, 361)
Ключ:
Разрез ⊥ c
Разрез ∥ c
$n_e - n_0$
$n_0 \sim 1{,}70$
$n_0 \sim 2{,}00$
$n_0 \sim 1{,}55$
$n_e' - n_0$
0,200
0,190
0,180
0,170
0,160
0,150
0,140
0,130
0,120
0,110
0,100
0,090
0,080
0,070
0,060
0,050
0,040
0,030
0,020
0,010
0,000
0° h = 10° 20° 30° 40° 50° 60° 70° 80° 90°

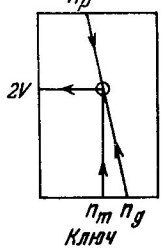


Показатель преломления и угол оптических осей

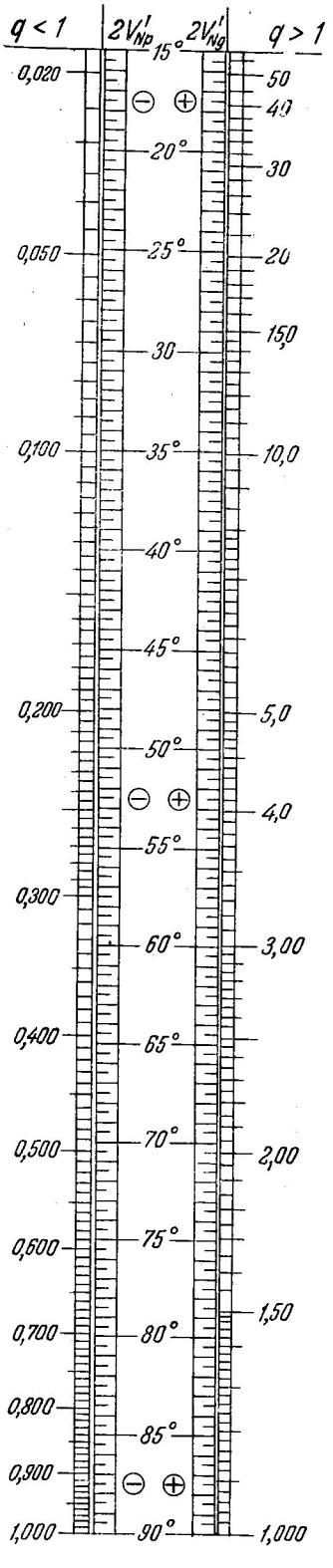
Номограмма Мерти 1942 (Amer. Min. 27, 542) для определения уравнения:

$$\sin^2 V_{Np} = \frac{\frac{1}{n_m^2} - \frac{1}{n_g^2}}{\frac{1}{n_p^2} - \frac{1}{n_g^2}} \qquad \sin^2 V_{Ng} = \frac{\frac{1}{n_p^2} - \frac{1}{n_m^2}}{\frac{1}{n_p^2} - \frac{1}{n_g^2}}$$

(Для определения накладывать прозрачную миллиметровку!)



Ключ



Двупреломление и угол оптических осей

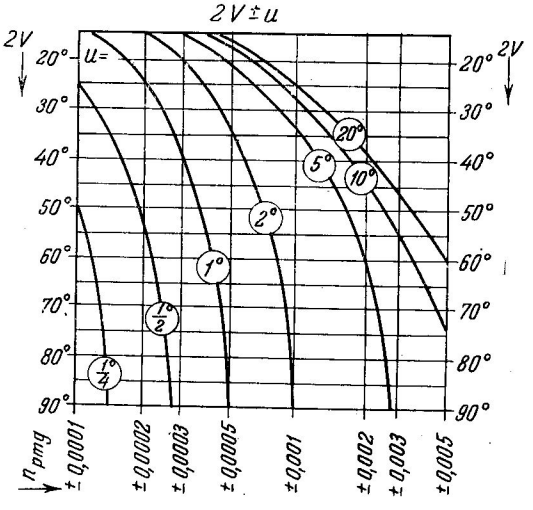
Номограмма Трёгера 1952 (Heidelb. Beitr. 3, 44) из приближенной формулы Малляра:

$$tang^2 V' = \frac{n_g - n_m}{n_m - n_p}$$

Пример: $n_g = 1{,}5296 \pm 0{,}0070$, $n_m = 1{,}5226 \pm 0{,}0021$, $n_p = 1{,}5205$ $= 3{,}333 = q$

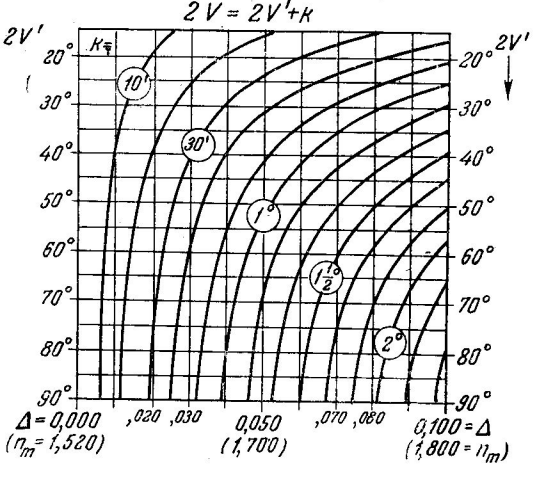
Вероятная ошибка в 2V

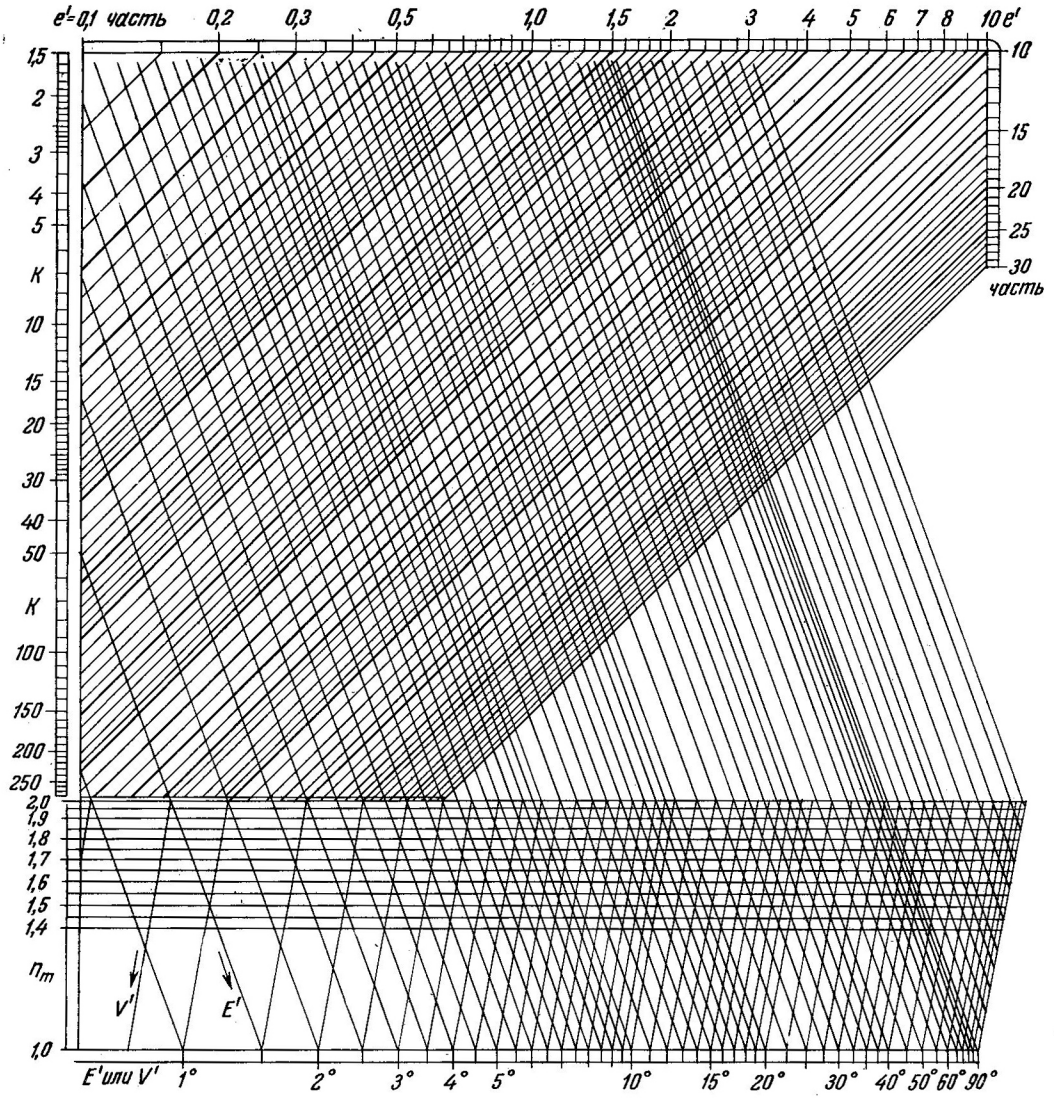
обусловленная неточностью определения показателя преломления

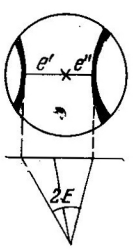


Поправка к приближенным значениям 2V'

(только в том случае когда n_g, n_m и n_p определены достаточно точно!)

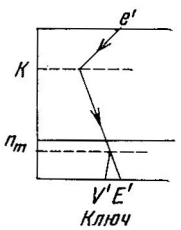






Углы оптических осей на коноскопических фигурах

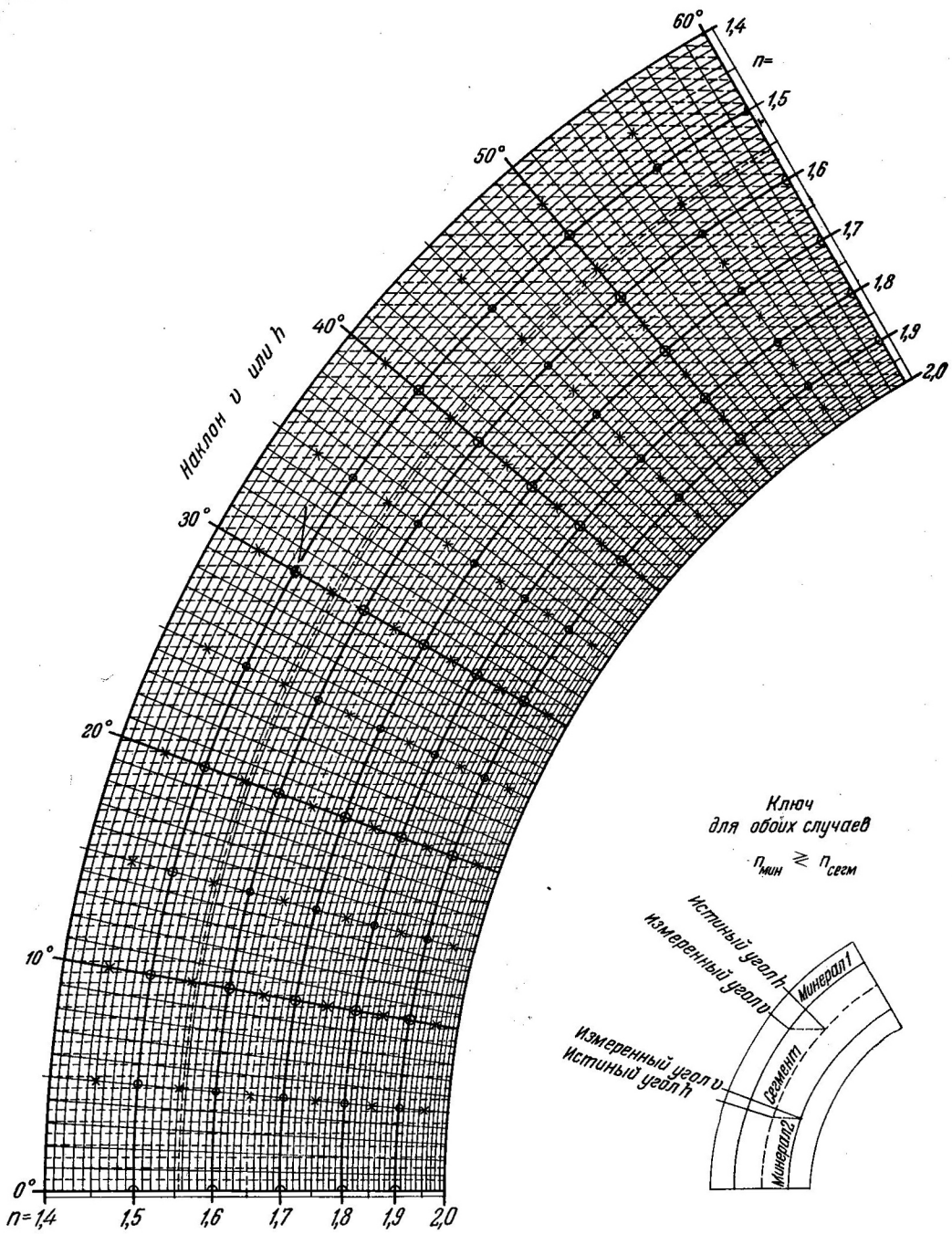
Номограмма из В. Винчелла 1946 (Am. Min. 31, 44)



Расстояние измеряется в обе стороны от середины фигуры, чтобы избежать ошибки, связанной с асимметрией.

$$e' = K \cdot \sin E' = n_m \cdot K \cdot \sin V'.$$
$$E' + E'' = 2E;\ V' + V'' = 2\ V.$$

Калибровка. Определите эмпирически на препарате с известным $2E$ или на столике Федорова константы Молляра (K) для нужных комбинаций линз и нанесите их горизонтальными линиями на номограмму.



Угол наклона.
номограмма Федорова для внесения поправки при измерении на федоровском столике

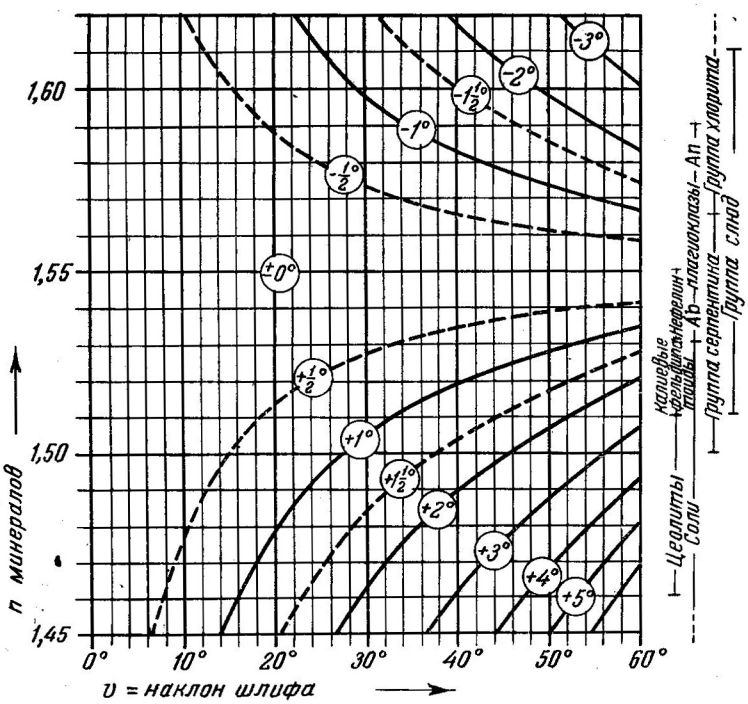
FEDOROW 1896 (Z. Krist. 26, 246)

$n_{мин} \cdot \sin v = n_{сегм} \cdot \sin h$

Номограмма Трёгера (Zbl. Min. 1939 A, 179)

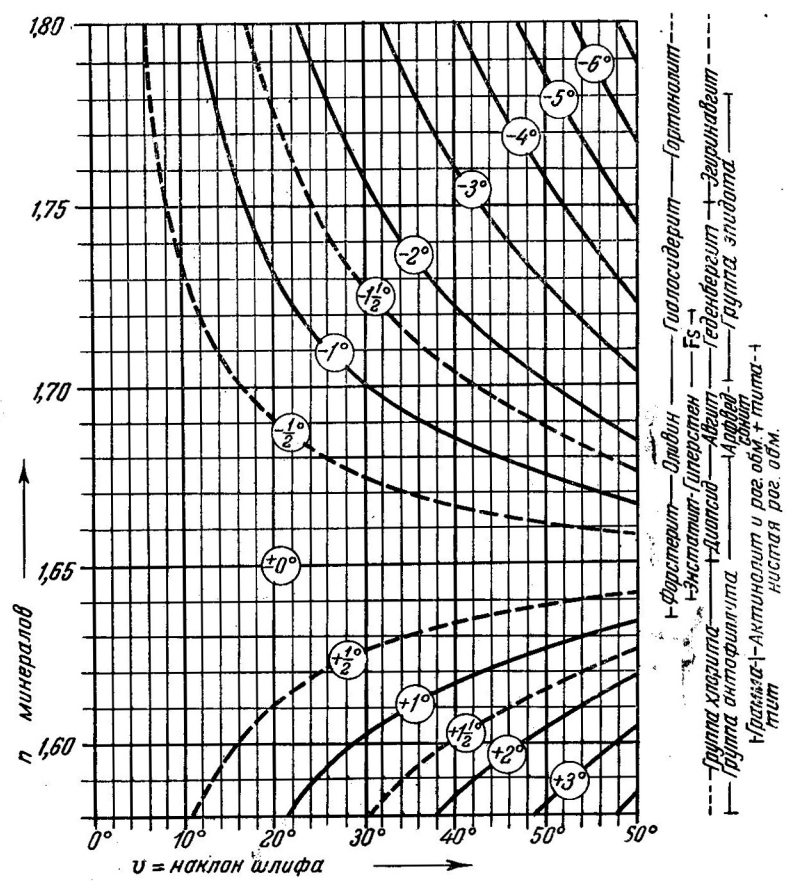
для определения поправок к углам наклона, полученным на столике Фёдорова

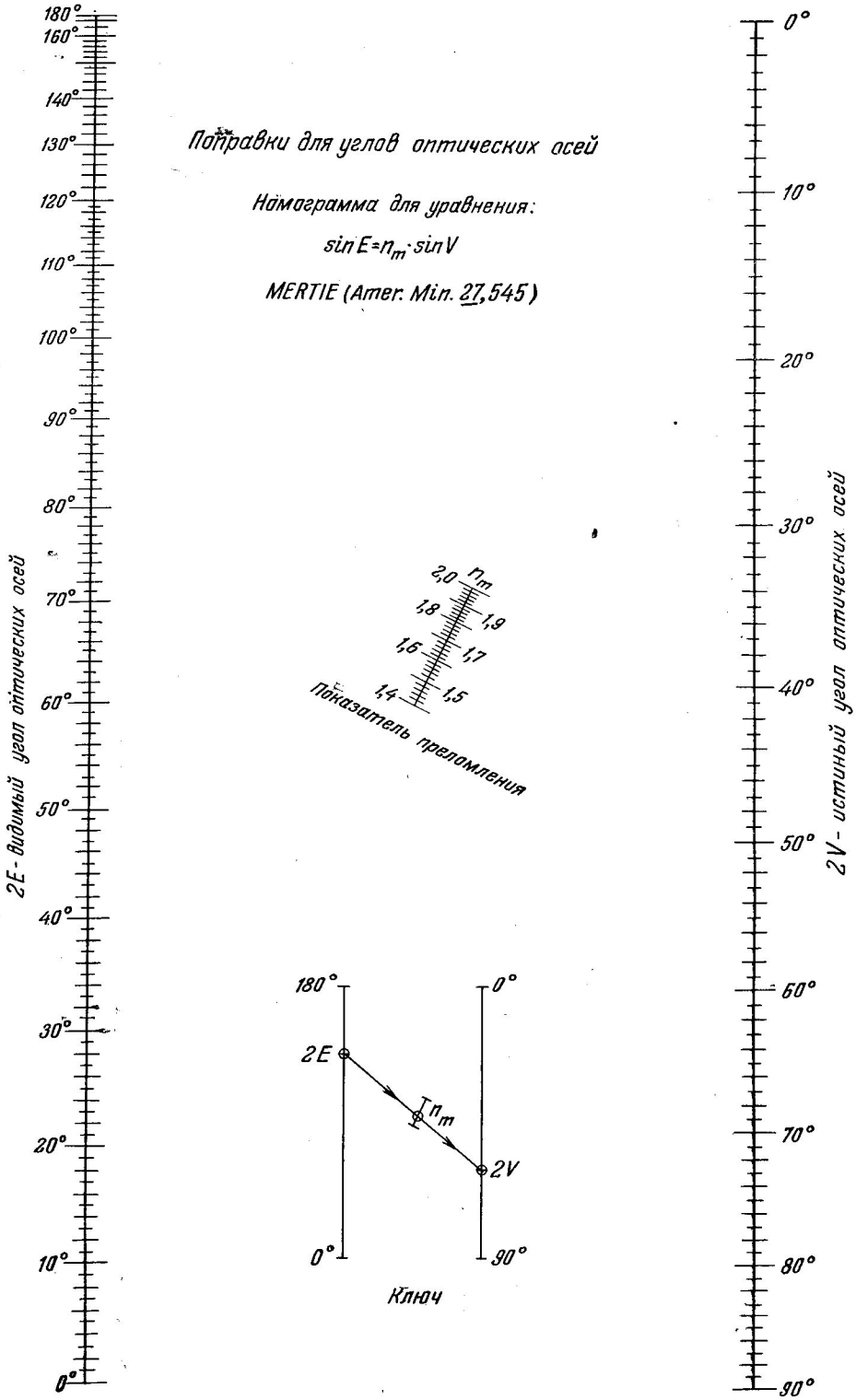
Для сегмента 1,55

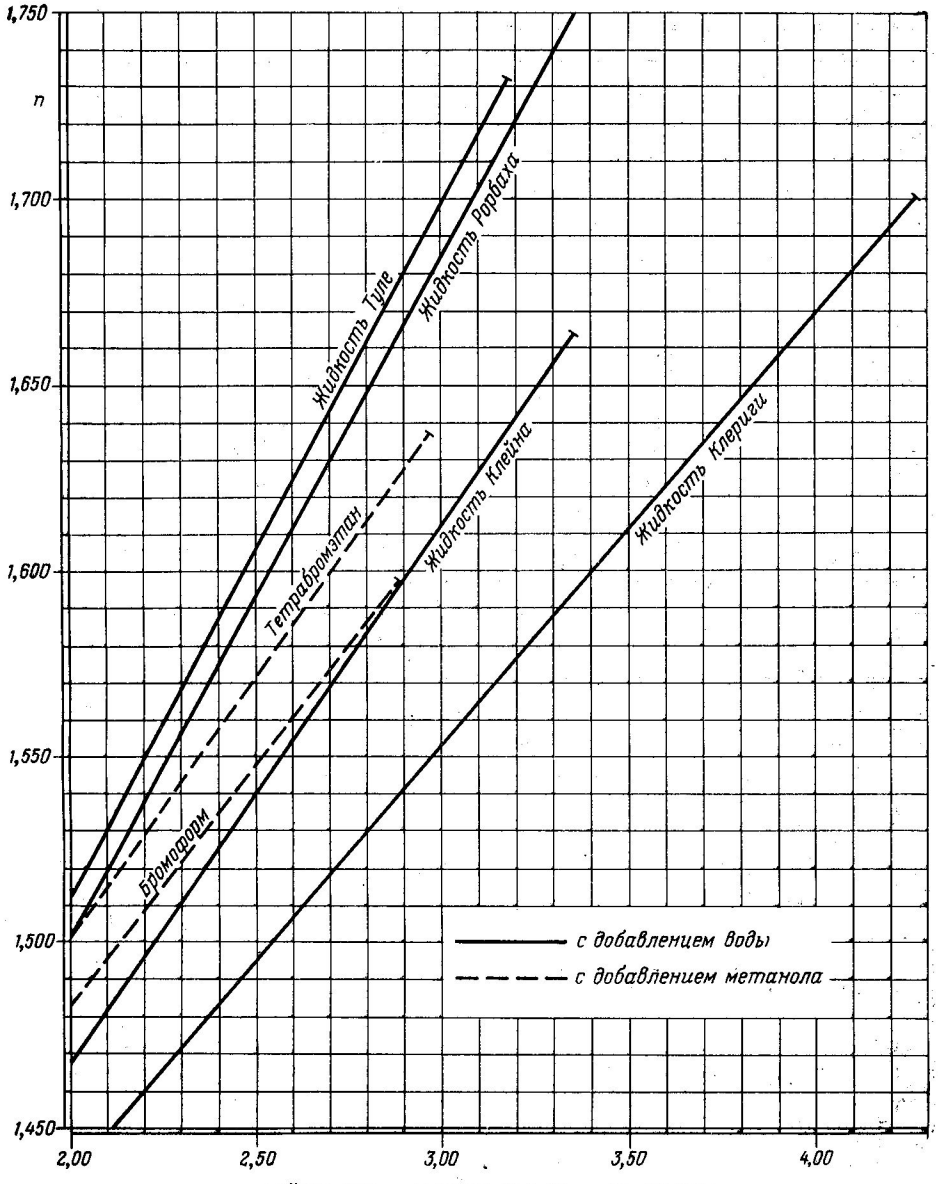


$h = \upsilon \pm k$

Для сегмента 1,65



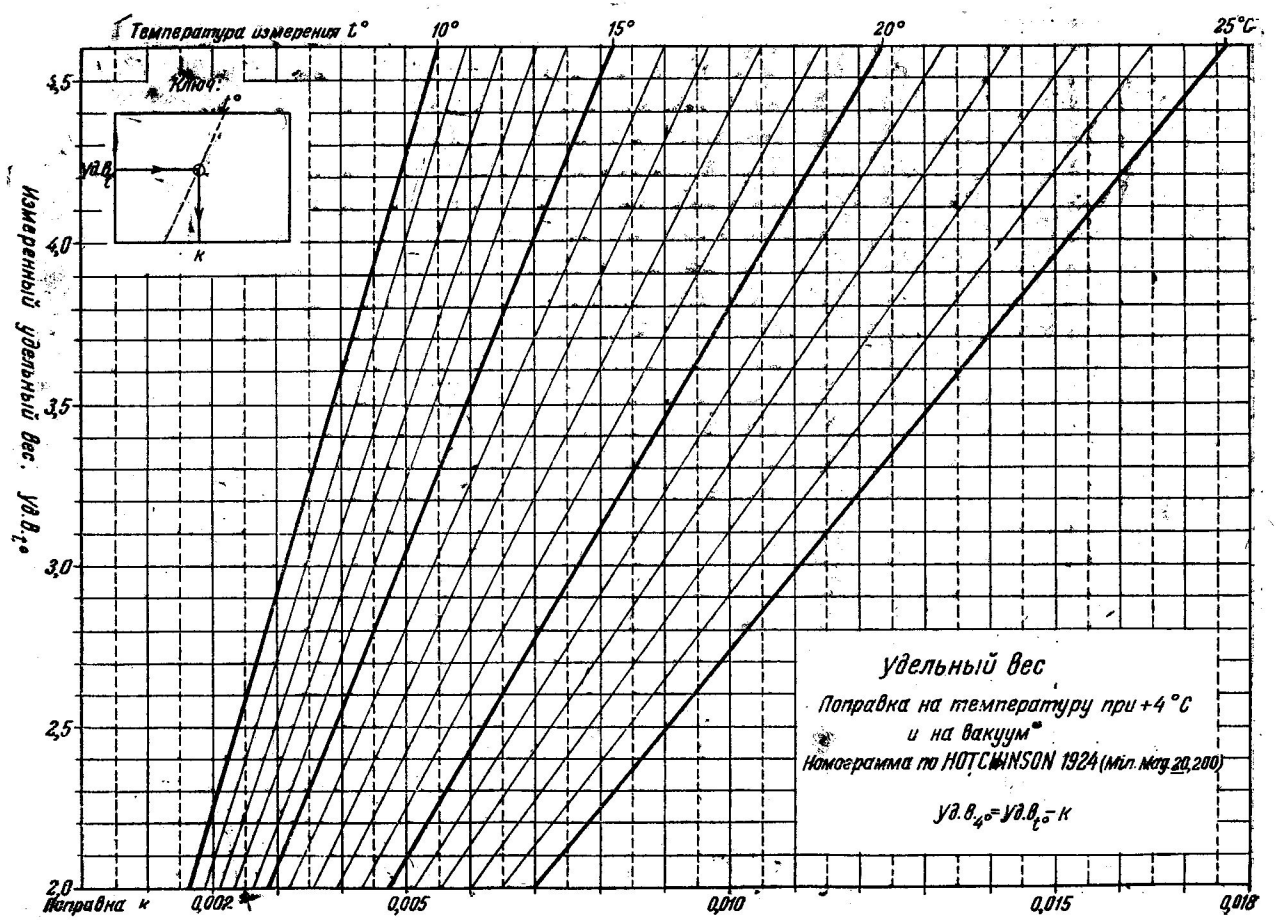

Поправки для углов оптических осей
Номограмма для уравнения:
sin E = n_m · sin V
MERTIE (Amer. Min. 27,545)
2E - видимый угол оптических осей
2V - истинный угол оптических осей
180°
160°
140°
130°
120°
110°
100°
90°
80°
70°
60°
50°
40°
30°
20°
10°
0°
2,0
1,8
1,6
1,4
n_m
1,9
1,7
1,5
Показатель преломления
180°
0°
2E
n_m
2V
0°
90°
Ключ



TRÖGER 1956 und FOSTER 1947 (Amer. Min. 32, 464)

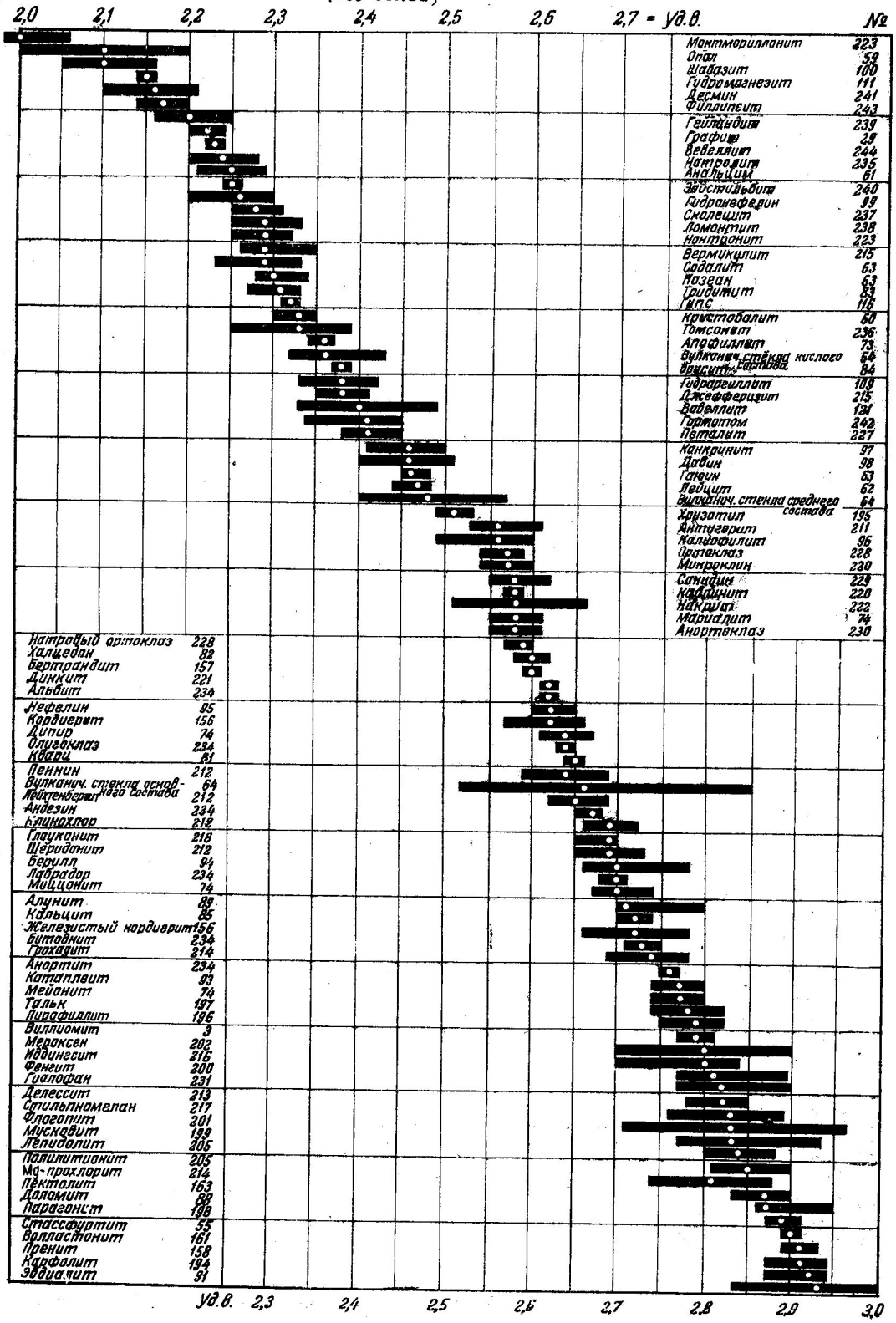
Тяжелые жидкости

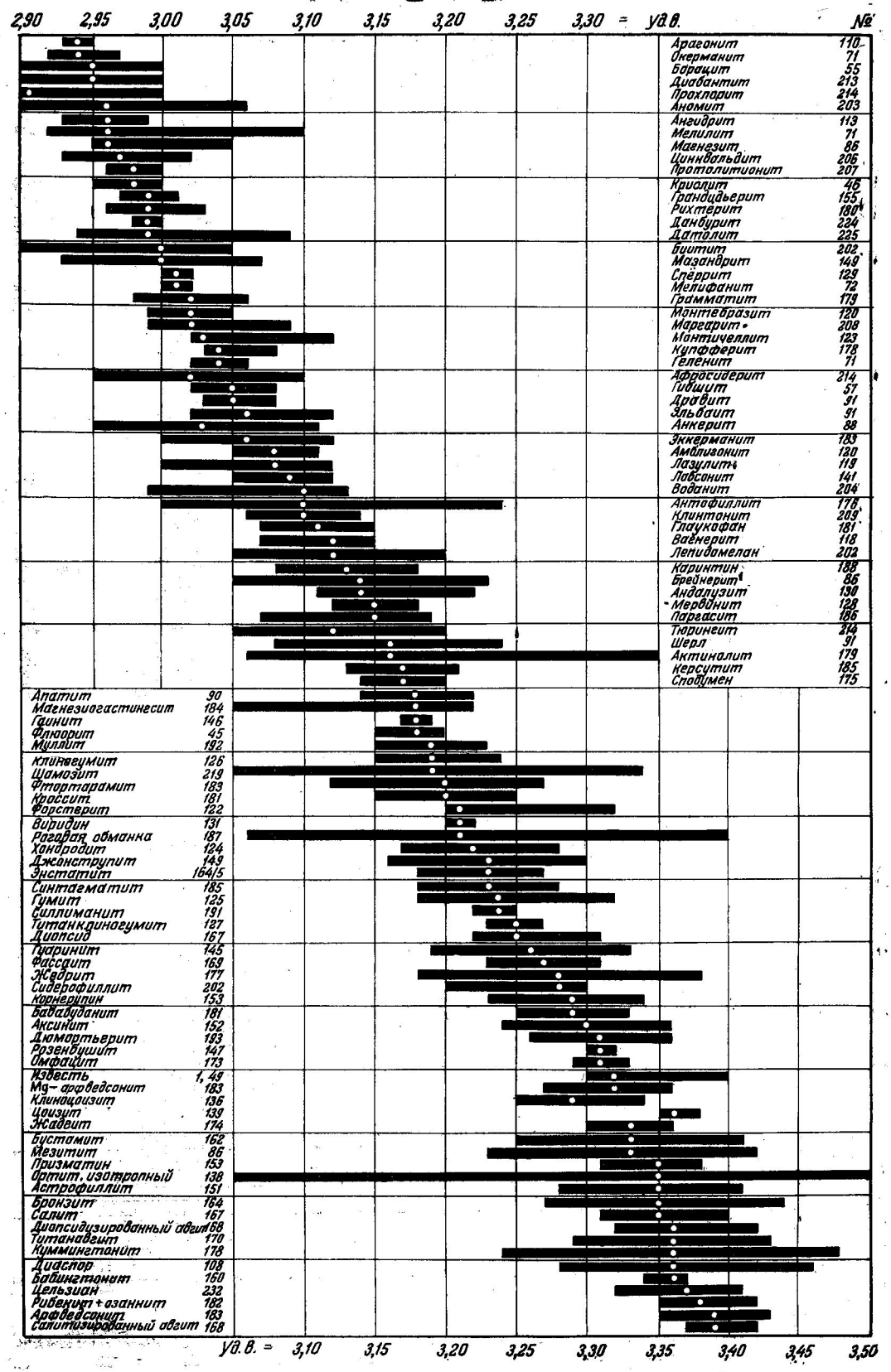
Определение удельного веса по показателю преломления, измеренному при 20°C

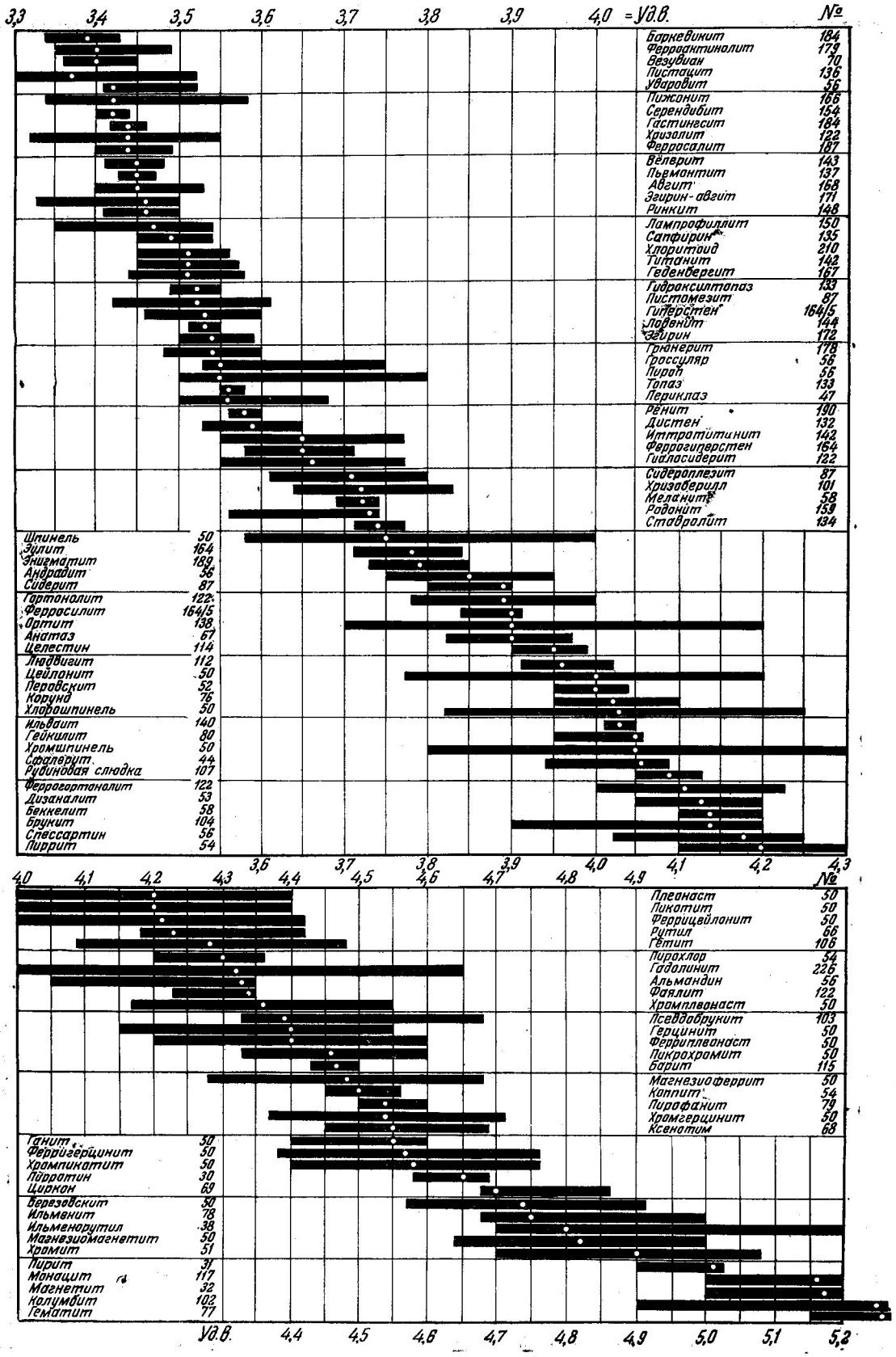

Температура измерения t°
10°
15°
20°
25°C
Ключ:
t°
уд.в t°
к
Измеренный удельный вес. Уд.в t°
3,5
4,0
3,5
3,0
2,5
2,0
Поправка к
0,002
0,005
0,010
0,015
0,018
Удельный вес
Поправка на температуру при +4 °C
и на вакуум
Номограмма по HOTCHINSON 1924 (Mil. Mag. 20, 200)
Уд.в 4° = Уд.в t° - к

Удельный вес породообразующих минералов

(без солей)




2,90 2,95 3,00 3,05 3,10 3,15 3,20 3,25 3,30 = уд.в.
№
Арагонит 110
Окерманит 71
Борацит 55
Диабантит 213
Прохлорит 214
Аномит 203
Ангидрит 113
Мелилит 71
Магнезит 86
Цинквальдит 206
Протолитионит 207
Криолит 46
Грандидьерит 155
Рихтерит 180
Данбурит 224
Датолит 225
Биотит 202
Мазандрит 149
Спёррит 129
Мелифанит 72
Грамматит 179
Монтебразит 120
Маргарит 208
Монтичеллит 123
Купфферит 178
Геленит 71
Афросидерит 214
Гибшит 57
Дравит 91
Эльбаит 91
Анкерит 88
Эккерманит 183
Амблигонит 120
Лазулит 119
Лавсонит 141
Воданит 204
Антофиллит 176
Клинтонит 209
Глаукофан 181
Вагнерит 118
Лепидомелан 202
Каринтин 188
Брейнерит 86
Андалузит 130
Мервинит 128
Паргасит 186
Тюрингит 214
Шерл 91
Актинолит 179
Керсутит 185
Сподумен 175
Апатит 90
Магнезиогастингсит 184
Гаинит 146
Флюорит 45
Муллит 192
Клиногумит 126
Шамозит 219
Фтортарамит 183
Кроссит 181
Форстерит 122
Виридин 131
Роговая обманка 187
Хондродит 124
Джонструпит 149
Энстатит 164/5
Синтагматит 185
Гумит 125
Силлиманит 191
Титанклиногумит 127
Диопсид 167
Гуаринит 145
Фассаит 169
Жедрит 177
Сидерофиллит 202
Корнерупин 153
Бабабуданит 181
Аксинит 152
Дюмортьерит 193
Розенбушит 147
Омфацит 173
Известь 1, 49
Mg-арфведсонит 183
Клиноцоизит 136
Цоизит 139
Жадеит 174
Бустамит 162
Мезитит 86
Призматин 153
Ортит, изотропный 138
Астрофиллит 151
Бронзит 164
Салит 167
Диопсидизированный авгит 168
Титанавгит 170
Куммингтонит 178
Диаспор 108
Бабингтонит 160
Цельзиан 232
Рибекит + азаннит 182
Арфведсонит 183
Салитизированный авгит 168
Уд.в. = 3,10 3,15 3,20 3,25 3,30 3,35 3,40 3,45 3,50


3,3 3,4 3,5 3,6 3,7 3,8 3,9 4,0 = Уд.в. №
Баркевикит 184
Феррактинолит 179
Везувиан 70
Пистацит 136
Уваровит 56
Пижонит 166
Серендибит 154
Гастингсит 184
Хризолит 122
Ферросалит 187
Вёлерит 143
Пьемонтит 137
Авгит 168
Эгирин-авгит 171
Ринкит 148
Лампрофиллит 150
Сапфирин 135
Хлоритоид 210
Титанит 142
Гебенбергерит 167
Гидроксилтопаз 133
Пистомезит 87
Гиперстен 164/5
Лабрадорит 144
Эгирин 172
Гранерит 178
Гроссуляр 56
Пироп 56
Топаз 133
Периклаз 47
Рёнит 190
Дистен 132
Иттротитанит 142
Феррогиперстен 164
Гидросидерит 122
Сидероплезит 87
Хризоберилл 101
Меланит 58
Родонит 159
Ставролит 134
Шпинель 50
Эвлит 164
Энигматит 189
Андрадит 56
Сидерит 87
Тортоналит 122
Ферросилит 164/5
Ортит 138
Анатаз 67
Целестин 114
Людвигит 112
Цейланит 50
Перовскит 52
Корунд 76
Хлорошпинель 50
Ильвант 140
Гейкилит 80
Хромшпинель 50
Сфалерит 44
Рубиновая слюдка 107
Феррогортоналит 122
Дизаналит 53
Беккелит 58
Брукит 104
Спессартин 56
Пиррит 54
3,6 3,7 3,8 3,9 4,0 4,1 4,2 4,3
4,0 4,1 4,2 4,3 4,4 4,5 4,6 4,7 4,8 4,9 №
Плеонаст 50
Пикотит 50
Феррицейланит 50
Рутил 66
Гётит 106
Пирохлор 54
Гадолинит 226
Альмандин 56
Фаялит 122
Хромплеонаст 50
Псевдобрукит 103
Герцинит 50
Ферриплеонаст 50
Пикрохромит 50
Барит 115
Магнезиоферрит 50
Каппит 54
Пирофанит 79
Хромгерцинит 50
Ксенотим 68
Ганит 30
Ферригерцинит 50
Хромпикотит 50
Лопаритин 30
Циркон 69
Березовскит 50
Ильменит 78
Ильменорутил 38
Магнезиомагнетит 50
Хромит 51
Пирит 31
Монацит 117
Магнетит 32
Колумбит 102
Гематит 77
Уд.в. 4,4 4,5 4,6 4,7 4,8 4,9 5,0 5,1 5,2

ДИСПЕРСИЯ СВЕТОПРЕЛОМЛЕНИЯ (ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПРЕЛОМЛЕНИЯ) ПОРОДООБРАЗУЮЩИХ МИНЕРАЛОВ

(заимствовано из таблиц в Am. Mineral. 14, 128, 1929) $n_D = n_O$ для одноосных минералов, n_m для двуосных минералов

Минерал	n_D
$n_F - n_c \sim 0{,}004$	
1. Флюорит	1,434
$n_F - n_c \sim 0{,}006—7$	
2. Лед	1,309
3. Скаполит	1,581
4. Тремолит	1,618
$n_F - n_c \sim 0{,}008 \pm 0{,}5$	
5. Лейцит	1,508
6. Канкринит	1,516
7. Адуляр	1,523
8. Гипс	1,523
9. Санидин	1,521
10. Альбит	1,533
11. Нефелин	1.538
12. Кордиерит	1,537
13. Олигоклаз	1,543
14. Кварц	1,544
15. Гротит	1,554
16. Ангидрит	1,575
17. Мусковит	1,599
18. Топаз	1,618
19. Мелилит	1,634
20. Антофиллит	1,637
$n_F - n_c \sim 0{,}009 \pm 0{,}5$	
21. Натролит	1,479
22. Содалит	1,483
23. Канкринит	1,525
24. Анортоклаз	1,528
25. Апофиллит	1,534
26. Нефелин	1,538
27. Кордиерит	1,546
28. Андезин	1,552
29. Лабрадор	1,563
30. Битовнит	1,573
31. Берилл	1,574
32. Анортит	1,583
33. Скаполит	1,587
34. Барит	1,637
35. Турмалин	1,646
36. Силлиманит	1,660
$n_F - n_c \sim 0{,}010 \pm 0{,}5$	
37. Содалит	1,484
38. Анортит	1,583
39. Мусковит	1,587
40. Турмалин	1,635
41. Апатит	1,638
42. Силлиманит	1,658
43. Сподумен	1,665
44. Шпинель	1,721
45. Диаспор	1,772
$n_F - n_c \sim 0{,}011 \pm 0{,}5$	
46. Микроклин	1,522
47. Брусит	1,566
48. Скаполит	1,590
49. Турмалин	1,646
50. Диопсид	1,678
51. Клиноцоизит	1,715
52. Дистен	1,722
53. Хризоберилл	1,747
54. Корунд	1,768
55. Спессартин	1,814
$n_F - n_c \sim 0{,}012 \pm 0{,}5$	
56. Вавеллит	1,526
57. Брусит	1,566
58. Берилл	1,570
59. Клинохлор	1,596
60. Турмалин	1,652
61. Силлиманит	1,660
62. Монтичеллит	1,662
63. Борацит	1,667
64. Оливин	1,670
65. Арагонит	1,681
66. Трифилин	1,688
67. Пироп	1,705
68. Оливин	1,713
69. Шпинель	1,719
70. Ставролит	1,745
71. Эпидот	1,763
$n_F - n_c \sim 0{,}013 \pm 0{,}5$	
72. Галит	1,544
73. Скаполит	1,570
74. Берилл	1,582
75. Клинохлор	1,590
76. Кальцит	1,658
77. Форстерит	1,659
78. Доломит	1,680
79. Арагонит	1,681
80. Аксинит	1,685
81. Оливин	1,701
82. Авгит	1,704
83. Клиноцоизит	1,717
84. Периклаз	1,738
85. Гроссуляр	1,744
86. Пироп	1,744
87. Ставролит	1,750
88. Спессартин	1,804
$n_F - n_c \sim 0{,}014 \pm 0{,}5$	
89. Турмалии	1,654
90. Кальцит	1,659
91. Ринкит	1,668
92. Аксинит	1,685

Минерал	n_D
93. Доломит	1,692
94. Клиноцоизит	1,717
95. Пироксен	1,726
96. Периклаз	1,738
$n_F - n_c \sim 0{,}015 \pm 0{,}5$	
97. Ксенотим	1,721
98. Пироп	1,744
99. Гроссуляр	1,744
100. Альмандин	1,796
101. Спессартин	1,815
$n_F - n_c \sim 0{,}016—18$	
102. Датолит	1,649
103. Геденбергит	1,737
104. Эпидот	1,742
105. Пироп	1,746
106. Гроссуляр	1,763
107. Монацит	1,791
$n_F - n_c \sim 0{,}019—21$	
108. Гранат	1,742
109. Тефроит	1,786
110. Ганит	1,807
111. Спессартин	1,811
112. Уваровит	1.838
$n_F - n_c \sim 0{,}022—24$	
113. Сидерит	1,872
114. Титанит	1,909
115. Циркон	1,925
$n_F - n_c \sim 0{,}025—27$	
116. Муллит	1,652
117. Эпидот	1,757
118. Гроссуляр	1,771
119. Алмаз	2,418
$n_F - n_c \sim 0{,}035 \pm 3$	
120. Акмит	1,799
121. Андрадит	1,895
122. Титанит	1,905
123. Касситерит	1,999
$n_F - n_c \sim 0{,}080 \pm 10$	
124. Сера	2,038
125. Вюртцит	2,356
126. Сфалерит	2,368
$n_F - n_c \sim 0{,}150 \pm 30$	
127. Гётит	2,390
128. Брукит	2,586
129. Рутил	2,616
$n_F - n_c \sim 0{,}500$	
130. Гематит	3,220

ОПРЕДЕЛЕНИЯ МИНЕРАЛОВ НА ОРИЕНТИРОВАННЫХ РАЗРЕЗАХ С ПОМОЩЬЮ КОНОСКОПА И КОМПЕНСАТОРА

Стр.

I. Оптически одноосные минералы:
а) разрез, перпендикулярный оптической оси 1. ⊕ 2. ⊖ 184
б) разрез, не перпендикулярный (косой) оптической оси 185

II. Оптически двуосные минералы: разрез почти перпендикулярный плоскости оптических осей.
а) разрез, перпендикулярный острой биссектрисе.
1. *Ng*—острая биссектриса 185
2. *Np*—острая биссектриса 185
б) разрез, перпендикулярный тупой биссектрисе.
1. *Ng*—тупая биссектриса 186
2. *Np*—тупая биссектриса 186
в) разрез, перпендикулярный оптической оси. 186

Стр.

III. Оптически двуосные минералы.

Косой разрез:
а) острая биссектриса расположена почти симметрично.
1. *Ng*—острая биссектриса. 2. *Np*—острая биссектриса 187
б) тупая биссектриса расположена почти симметрично.
1. *Ng*—тупая биссектриса. 2. *Np*—тупая биссектриса 187
в) разрез, перпендикулярный оптической оси 188

IV. Оптически двуосные минералы. Разрез, параллельный плоскости оптических осей, оптическая нормаль *Nm* выходит в центре 188

Ia$_1$



Гейландит	№ (239)	n_0=1,50	Алунит	№ (89)	n_0=1,57
Кёненит	(75)	1,52	Группа хлорита	(212/4)	1,57—1,64
Апофиллит	(73)	1,54	Эвдиалит	(92)	1,61
Брусит	(84)	1,56	Группа мелилита	(71)	1,63—1,65
			Везувиан	(70)	1,70—1,73

Ia$_2$



Анальцим	№ (61)	n_0=1,49	Флогопит	№ (201)	n_0 =1,56—1,60
Группа канкринита	(97)	1,49—1,52	Тальк	(197)	1,59—1,60
Калиофиллит	(96)	1,53	Группа хлорита	(212/4)	1,57—1,64
Апофиллит	(73)	1,54	Мероксен	(202)	1,59—1,63
Нефелин	(95)	1,53—1,55	Протолитионит	(207)	1,58—1,64
Берилл	(94)	1,56—1,59	Эвколит	(92)	1,61
			Мелинофан	(72)	1,61

Мелилит	№ (71)	n_0 1,63—1,64	Аннит	№ (202)	n_0 1,68—1,73
Стильпномелан	(217)	1,57—1,73	Везувиан	(70)	1,70—1,73
Апатит	(90)	1,63—1,67	Корунд	(76)	1,76—1,77
Геленит	(71)	1,65—1,67	Анатаз	(67)	2,56
Лепидомелан	(202)	1,63—1,69	Гематит	(77)	3,22

Iб



Гидраргиллит	№ (109)	$n'_e-n_0=0{,}001$	$\rho=21°\oplus$	Анатаз	№ (67)	$n'_e-n_0=0{,}053$	$\rho=68°\ominus$
Шабазит (Хабазит)	(100)	0,001—0,003	51°30′ ⊖	Кальцит	(85)	0,091	44°30′ ⊖
Корунд	(76)	0,006	57°30′ ⊖	Доломит	(88)	0,094	44′ ⊖
Пижонит	166)	0,010	55° ⊕	Магнезит	(86)	0,098	43°30′ ⊖
Алунит	(89)	0,013	55°30′ ⊕	Сидерит	(87)	0,122	43°30′ ⊖
Кальцит	(85)	0,039	26° ⊖	Рутил	(66)	0,119	42° ⊕

IIa_1



Тридимит	№ (83)	$n_m-n_p=0{,}001$	$2E=53°$	Гидромагнезит	№ (111)	$n_m-n_p=0{,}004$	$2E=84°$
Апофиллит	(73)	0,002	0—20°	Мозандрит	(149)	0,004	130°
Брукит	(104)	0,001—0,003	20—30°	Клиноцоизит	(136)	0,003—0,006	>120°
Группа хлорита	(212/4)	0,000—0,004	0—80°	Ангидрит	(113)	0,005—0,006	68°
Томсонит	(236)	0,002	74—88°	Цоизит—α, β	(139)	0,007	52—>180°
Гармотом	(242)	0,002—0,003	160°	Пренит	(158)	0,006—0,011	120—132°
Топаз	(133)	0,002—0,003	73—125°	Лавсонит	(141)	0,009	>180°
Арфведсонит	(183)	0,003	90—>180°	Форстерит	(122)	0,015—0,020	>180°
Хлоритоид	(210)	0,003	64—130°	Пьемонтит	(137)	0,017—0,033	140—>180°

IIa_2



				Циннвальдит	№ (206)	$n_g-n_m=0{,}002—0{,}003$	$2E=16—60$
Анальцим	№ (61)	$n_g-n_m=0{,}000$	$2E=0—10°$	Фенгит	(200)	0,002—0,003	38—58°
Анатаз	(67)	0,000	0—10°	Дафнит	(214)	0,003—0,004	~30°
Вермикулит	(215)	0,000	0—12°	Кордиерит	(156)	0,001—0,006	72—180°
Ряд биотита	(202)	0,000—0,001	0—60°	Бронзит, гиперстен	(164)	0,003—0,005	80—>180°
Корунд	(76)	0,000—0,001	0—58°	Карфолит	(194)	0,002—0,007	87—140°
Мелифанит	(72)	0,000—0,001	0—35°	Мусковит	(199)	0,005—0,006	57—84
Флогопит	(201)	0,000—0,001	5—33°	Парагонит	(198)	0,006	66—85°
Тальк	(197)	0,000—0,001	0—48°	Дистен	(132)	0,007—0,008	>180°
Тюрингит	(214)	0,000—0,001	0—50°	Гётит	(106)	0,005—0,010	0—60°
Антигорит	(211)	0,001	42—100°				(дисперсия!)
Каолинит	(220)	0,001	28—80°	Антофиллит	(176)	0,007—0,009	120—>180°
Пеннин	(212)	0,001	0—36°	Монтичеллит	(123)	0,005—0,010	>180°
Везувиан	(70)	0,001	30—60°	Нонтронит	(223)	0,008	42—130°
Ксантофиллит	(209)	0,001	30—60°	Пирофиллит	(196)	0,012	90—105°
Маргарит	(208)	0,001—0,002	68—130°	Фаялит	(122)	0,010—0,015	96—170°
Грандидьерит	(155)	0,002	50°	Ряд оливина	(122)	0,015—0,018	>170°
Лепидолит	(205)	0,002—0,003	32—80°	Рубиновая слюдка	(107)	0,310	>180°

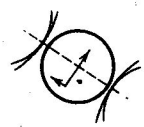
IIб$_1$



Давин	№ (98)	n_m-n_p=0,000—0,001
Анальцим	(61)	0,001
Гейландит	(239)	0,001—0,002
Вишневит	(97)	0,000—0,003
Апофиллит	(73)	0,002
Апатит	(90)	0,003
Эвколит	(92)	0,003
Гиалофан	(231)	0,003
Мелилит	(71)	0,000—0,008
Нефелин	(95)	0,003—0,005
Плагиоклаз Ап$_{20}$	(234)	0,004
Калиофилит	(96)	0,004—0,005
Ортоклаз	(228)	0,004—0,005
Везувиан	(70)	0,001—0,010
Санидин	(229)	0,005—0,006
Мариалит	(74)	0,002—0,012
Кордиерит	(156)	0,005—0,011
Корунд	(76)	0,008

Сульфат-канкринит	№ (97)	n_m-n_p=0,003—0,013
Анортоклаз	(230)	0,006—0,012
Геленит	(71)	0,008—0,011
Арфведсонит	(183)	0,011—0,013
Бертрандит	(157)	0,014—0,019
Канкринит	(97)	0,013—0,026
Дипир	(74)	0,012—0,018
Пистацит	(136)	0,006—0,032
Пьемонтит	(137)	0,021
Дюмортьерит	(193)	0,021—0,025
Миццонит	(74)	0,018—0,028
Ряд оливина	(122)	0,018—0,032
Грандидьерит	(155)	0,034
Фаялит	(122)	0,032—0,038
Мейонит	(74)	0,028—0,042
Арагонит	(110)	0,151
Кальцит	(85)	0,172

IIб$_1$



Анальцим	№ (61)	n_g-n_m=0,001
Мелилит	(71)	0,000—0,002
Апофиллит	(73)	0,002
Натровый давин	(98)	0,000—0,005
Вилюит	(70)	0,001—0,005
Филлипсит	(243)	0,002—0,005
Энстатит	(164)	0,002—0,006
Окерманит	(71)	0,003—0,006
Эвдиалит	(92)	0,005
Цоизит—β	(139)	0,007
Ставролит	(134)	0,005—0,009
Целестин	(114)	0,007
Хризоберилл	(101)	0,006—0,009

Хлоритоид	№ (210)	n_g-n_m=0,003—0,013
Томсонит	(226)]	0,007—0,013
Барит	(115)	0,011
Гидронефелин	(99)	0,012
Вавеллит	(121)	0,011—0,018
Форстерит	(122)	0,017—0,018
Пектолит	(163)	0,029
Псевдобрукит	(103)	0,023—0,040
Катаплеит	(93)	0,035
Ангидрит	(113)	0,038
Циркон	(69)	0,044—0,055
Ксенотим	(68)	0,095
Касситерит	(65)	0,097
Рутил	(66)	0,287

IIв



Гидраргиллит	№ (109)	$n_g'-n_p'$= 0,001	⊕	$2E$=0—65°	ρ=0° и 40°
Оттрелит	(210)	0,001	⊕	65—108°	6—18°
Десмин	(241)	0,002	⊖	46—79°	0—22°
Хлоритоид	(210)	0,002—0,004	⊕	64—130°	36—63°
Клиноцоизит	(136)	0,002—0,005	⊕	>120°	13—45°

Ломонтит	№ (238)	$n_g'-n_p'$= =0,003—0,005	⊖	$2E$=37—60°	ρ=10 и 50°
Волластонит	(161)	0,004	⊖	65°	14—18°
Пистацит	(136)	0,002—0,005	⊖	>140°	3—15°
Жадеит	(174)	0,003—0,005	⊕	144°	19—22°
Цельзиан	(232)	0,004—0,005		>180°	15—20°
Гипс	(116)	0,005	⊕	95°	8°
Ортит	(138)	0,000—0,015		>180°	0—15°

Бадделеит	(105)	0,010⊖	69°	3 и 27°
Пьемонтит	(137)	0,008—0,014	>180°	15°
Гадолинит	(226)	0,011	>180°	30—40°
Ловенит	(144)	0,020	>180°	20—30°
Пьемонтит	(137)	0,017—0,032⊕	>138°	20—27°
Брукит	(104)	0,059⊕	0—30° (дисперсия)	25°

IIIa$_1$



		$n_g'-n_p=$	$2E=$	$\rho=$
Гидраргиллит	№ (109)	=0,001	0—65°	21°
Монацит	(117)	0,002	11—35°	10—18°
Хлоритоид	(210)	0,002—0,004	64—130°	0—21°
Хризоберилл	(101)	0,003—0,004	84°	(дисперсия!) 30°
Целестин	(114)	0,004	88°	38°
Ринкит	(148)	0,005	75°	9°
Родонит	(159)	0,005—0,008	116—>180°	25°
Розенбушит №	(147)	$n_g'-n_p=$ =0,011	$2E=$ 115—145°	$\rho=$ 25°
Розенбушит	(147)	0,017	115—145°	43°
Монтебразит	(120)	0,021	98—>180°	15°
Диаспор	(108)	0,025	>180°	25°
Титанит	(142)	0,055—0,065	42—75°	34°
Вевеллит	(244)	0,070	>180°	24—31°

IIIa$_2$



		$n_g-n_p'=$	$2E=$	$\rho=$
Накрит №	(222)	=0,001—0,002	60—70°	=10—12°
Ортоклаз	(228)	0,006	0—122°	21°
Андалузит	(130)	0,005—0,008	>180°	44°30′
Бронзит-гиперстен	(164)	0,008—0,010	80—>180°	44°
Жедрит №	(177)	n_g-n_p'=0,010	$2E$>180°	ρ=27°
Бертрандит	(157)	0,010—0,012	156°	29°30′
Антофиллит	(176)	0,010—0,015	120—180°	27°
Вёлерит	(143)	0,016	>180°	45—48°
Керсутит	(185)	0,015—0,020	>180°	28°

IIIб$_1$



		$n_g'-n_p=$	$\rho=$
Рибекит	№ (182)	=0,002	28°
Амблигонит	(120)	0,015	26°
Дюмортьерит	№ (193)	$n_g'-n_p=$ =0,021—0,026	$\rho=$ 30°
Эгирин	(172)	0,040—0,050	47°

IIIб$_2$



		$n_g-n_p'=$	$\rho=$
Гермотом	№ (242)	=0,004—0,006	25°
Диккит	(221)	0,005—0,006	14—20°
Петалит	(227)	0,008	35 и 43°
Энстатит	(164)	0,008—0,010	44°
Родонит	(159)	0,008—0,012	15°
Натролит	(235)	0,010—0,011	44°
Fe—антофиллит	№ (176)	n_g-n_p'=0,014	ρ=27·30′
Гидромагнезит	(111)	0,020	43°
Клиногумит	(126)	0,016—0,027	7—12°
Титанклиногумит	(127)	0,020—0,024	0,16° (дисперсия!)

IIIв



Плагиоклаз An_{100}		$n_g'-n_p'=$		
	№ (234)	$=0{,}002$ ⊖	$2E=140°$	$\rho=15°$
Ортоклаз	(228)	0,002—0,003⊖	$<122°$	33°
Бабингтонит	(160)	0,005⊕	93—>180°	20°
Барит	(115)	0,006⊕	62°	42°
Ортоклаз	(228)	0,006⊖	<122	14°

Жадеит	№ (174)	$n_g'-n_p'=0{,}008$⊕	$2E=144°$	$\rho=45—50$
Рихтерит	(180)	0,008⊖	130°	43°
Авгит	(167/8)	0,015—0,020⊕	75—150°	45—54°
Титанит	(142)	0,024—0,026⊕	53°	21°30′
Титанит	(142)	0,039—0,043⊕	53°	28°

IV



Данбурит	№	(224)	$n_g-n_p=0{,}005—0{,}006$⊖	
Сапфирин		(135)	0,006 ⊖	
Ортоклаз		(228)	0,006—0,007 ⊖	
Санидин		(229)	0,006—0,007 ⊖	
Микроклин		(233)	0,007 ⊖	
Плагиоклаз	An_{20}	(234)	0,007 ⊖	
Цоизит—α		(139)	0,007 ⊕	
Целестин		(114)	0,009 ⊕	
Гипс		(116)	0,009 ⊕	
Энстатит		(164)	0,008—0,011 ⊕	
Анортоклаз		(230)	0,010 ⊖	
Десмин		(241)	0,010—0,011 ⊖	
Хризоберилл		(101)	0,009—0,011 ⊕	
Цельзиан		(232)	0,009—0,012 ⊕	
Хлоритоид		(210)	0,006—0,016 ⊕	
Натролит		(235)	0,011—0,012 ⊕	
Петалит		(227)	0,011—0,012 ⊕	
Эпистильбит		(240)	0,010—0,014 ⊖	
Ломонтит		(238)	0,012 ⊖	
Гиперстен		(164)	0,011—0,013 ⊖	
Барит		(115)	0,012 ⊕	
Эккерманит		(183)	0,014—0,016 ⊖	

Муллит	№ (192)	$n_g-n_p=0{,}014—0{,}017$	⊕
Fe—антофиллит	(176)	0,017—0,020	⊕
Лавсонит	(141)	0,019	⊕
Актинолит	(179)	0,016—0,024	⊖
Силлиманит	(191)	0,020—0,022	⊕
Антофиллит	(176)	0,020—0,026	⊖
Бертрандит	(157)	0,023—0,027	⊖
Титанистая роговая обманка	(185)	0,018—0,034	⊖
Лампрофиллит	(150)	0,029—0,035	⊕
Гумит	(125)	0,032—0,036	⊕
Эгиринавгит	(171)	0,034—0,038	⊕
Пектолит	(163)	0,038	⊕
Эгириназгит	(171)	0,038—0,048	⊖
Ангидрит	(113)	0,044	⊕
Монацит	(117)	0,045—0,051	⊕
Диаспор	(108)	0,048	⊕
Эгирин	(172)	0,048—0,060	⊖
Астрофиллит	(151)	0,055	⊕
Пьемонтит	(137)	0,040—0,073	⊖
Пьемонтит	(137)	0,040—0,073	⊕
Вевеллит	(244)	0,160	⊕

СОБСТВЕННАЯ ОКРАСКА И ПЛЕОХРОИЗМ В ШЛИФЕ

1. КРАСНЫЕ ДО КОРИЧНЕВОГО ТОНА

Розовый — шпинель, пироп, альмандин, нозеан, ксенотим *No*, эвдиалит, хризоберилл *Np*, андалузит *Np*, сапфирин *Np*, пьемонтит *Nm*, родонит *Nm*, гиперстен *Np*, пижонит *NpNm*, муллит *Np*, лепидолит *NmNg*, кеммерерит *Np*.

Карминовый — пьемонтит *Ng*, тулит, бустамит *Nm*.

Темно-красный — виллиомит *No*, титанклиногумит *Np*, астрофиллит *Np*.

Пурпурный — флюорит, корунд *No*, гейкилит, пьемонтит *Ng*, бабингтонит *Nm*.

Лиловый — пьемонтит *Nm*, глаукофан *Nm*, дюмортьерит *Nm*, кеммератит *Np*.

Лилово-коричневый — шерл, энстатит *Np*, титанавгит *NmNg*, каринтин *Nm*.

Бледный лилово-коричневый — апатит, шерл, клиногиперстен *Np*.

Бледно-коричневый — периклаз, вулканическое стекло, анатаз *No*, ксенотим, циркон, везувиан, магнезит, сидерит, апатит, титанит *Ng*, акмит *Nm*, куммингтонит *Nm*, флогопит *NmNg*.

Бледный коричнево-желтый — жедрит *Ng*, рихтерит *Np*, озаннит *Nm*, синтагматит *Np*, роговая обманка *Np*, хризотил *Np*, циннвальдит *Np*, клинтонит *NmNg*.

Желто-коричневый — сфалерит, касситерит, рутил *No* или *Ne*, анатаз *Ne*, катаплеит, гётит *Nm*, ортит *Np*, ильваит *Np*, жедрит *Ng*, биотит *Np*, воданит *Np*.

Бледный оливково-коричневый — шерл, мусковит *NmNg*.

Оливково-коричневый — шерл, гётит *Ng*, синтагматит *Ng*, роговая обманка *Ng*, каринтин *Ng*, рёнит *Np*, биотит *NmNg*, стильпномелан *NmNg*.

Желтовато-красный — лёвеит, пирохлор, гематит *Ne*, пирофанит, эвдиалит, рубиновая слюдка *Nm*, титанклиногумит *Nm*, астрофиллит *Np*, иддингсит *NmNg*.

Коричнево-красный — воданит *Ng*, энигматит *Nm*, керсутит *NmNg*.

Красно-коричневый — кёненит No, перовскит, пирохлор, касситерит, рутил *No*, гематит *No*, пирофанит, гейкелит, колумбит *Np*, титанит *Nm*, псевдобрукит *Nm*, брукит, бадделеит *Ng*, рубиновая слюдка *Ng*, ортит *Nm*, титанит *Ng*, керсутит *NmNg*, синтагматит *NmNg*, каринтин *Nm*, энигматит *NpNm*, рёнит *Ng*, биотит *NmNg*, воданит *Ng*, клинтонит *Np*.

Коричневый — меланит, вулканическое стекло, касситерит, ортит *Ng*, ильваит *Np*, акмит *Np*, каринтит *Ng*, энигматит *Nm*, рёнит *Np*,, биотит *NmNg*, протолитионит *NmNg*.

Темно-коричневый — риннеит, хромит, меланит, ильменит, колумбит *Nm*, танталит *Ng*, бадделеит *Np*, людвигит *Ng*, ортит *Ng*, ильваит *Nm*, энигматит *Ng*, рёнит *Ng*, биотит *NmNg*.

2. ЖЕЛТЫЕ ТОНА

Бледно-желтый — тахгидрит, лёвеит, сфалерит, спессартин, гибшит, беккелит, вулканическое стекло, ксенотим *No*, мелилит, мелифанит *No*, скаполит, доломит, магнезит, дравит, катаплеит, берилл, хризоберилл *Nm*, брукит, рубиновая слюдка *Np*, монацит, хондродит *NmNg*, гумит *NmNg*, клиногумит *NmNg*, титанклиногумит *NmNg*, виридин *Np*, ставролит *NpNm*, сапфирин *Np*, вёлерит, ловенит *NpNm*, гиортдалит, гаинит, розенбушит, ринкит, мозандрит, лампрофиллит *NpNm*, корнерупин, кордиерит *Np*, бертрандит, родонит *Ng*, пижонит *Ng*, жадеит *Ng*, куммингтонит *Nm*, рихтерит *Nm*, роговая обманка *Np*, хризотил *Np*, мусковит *NmNg*, флогопит *NmNg*, воданит *Np*, протолитионит *Np*, пеннин, делессит *Np*, стильпномелан *Np*, нонтронит *Np*.

Желтый — виллиомит *Ne*, пикотит, пирохлор, дравит, танталит *Np*, гётит *Np*, рубиновая слюдка *Np*, хондродит *Np*, гумит *Np*, клиногумит *Np*, пьемонтит *Np*, тулит, астрофиллит *Nm*, шамозит *Np*, стильпномелан *Np*.

Темно-желтый — дравит, псевдобрукит *Ng*, виридин *Ng*, ставролит *Ng*.

Бледно-зеленовато-желтый — везувиан, **мелифанит** *Ne*,

монацит, оливин *NpNg*, пистацит *Np*, тулит, титанит *Nm*, корнерупин, серендибит *Np*, гиперстен *Nm*, озаннит *Nm*, дженкинсит *Np*, пеннин, вермикулит *NmNg*, иддингсит *Np*.

Зеленовато-желтый — рутил *Ne*, анатаз *No*, везувиан, пистацит *Nm*, эгирин *NmNg*, акмит *Ng*, рибекит *Ng*, прохлорит *NpNm*, глауконит *Np*.

Оранжевый — гётит *Ng*, оливин *Nm*, титанклиногумит *Np*, пьемонтит *Np*, ловенит *Ng*, лампрофиллит *Ng*, астрофиллит *NpNg*, родонит *Np*, бустамит *NpNg*, рихтерит *NmNg*, воданит *Nm*, клинтонит *Np*, иддингсит *Np*.

Серо-желтый — мелилит, гематит, дравит, ставролит *Nm*, ортит *NpNm*, лампрофиллит *NpNm*, гиперстен *Nm*, титанавгит *Np*, эгиринавгит *Ng*, жедрит *NpNm*, куммингтонит *Ng*, керсутит *Np*, каринтин *Np*, биотит *Np*, клинтонит *NmNg*, глауконит *NmNg*.

Коричнево-желтый — пикотит, дизаналит, меланит, вулканическое стекло, ксенотим *Ne*, дравит, брукит, гётит *Np*, хандродит *Np*, ставролит *Ng*, бабингтонит *Ng*, титанавгит *Ng*, эгирин *Ng*, арфведсонит *Nm*, воданит *Nm*, глауконит *NmNg*.

Темно-коричнево-желтый — пикотит, меланит.

3. ЗЕЛЕНЫЕ ТОНА

Бледно-зеленый — борацит, нозеан, ксенотим *Ne*, циркон, везувиан, корунд *Ne*, хризоберилл *Ng*, андалузит *NmNg*, сапфирин *Nm*, гиперстен *Ng*, клиногиперстен *Ng*, пижонит *Ng*, геденбергит *NmNg*, авгит *NpNm*, фассаит *NpNg*, эгирин *Nm*, жадеит *Np*, омфацит, гидденит, куммингтонит *Ng*, актинолит *Nm*, паргасит *Nm*, мусковит *NmNg*, клинтонит *NmNg*, дженкинсит *NmNg*, шамозит *NmNg*.

Серо-зеленый — плеонаст, дизаналит, гиперстен *Ng*, авгит *Ng*, фтортарамит *Nm*, хризотил *Np*, делессит *Ng*, прохлорит *Ng*.

Бледно-сине-зеленый — грандидьерит *Ng*, геденбергит *NpNg*, авгит *Np*, эгиринавгит *Nm*, актинолит *Ng*, эккерманит *Nm*, паргасит *Ng*, пеннин.

Бледно-желто-зеленый — хлорошпинель, гроссуляр, андрадит, везувиан, корунд *Ne*, берилл, пистацит *Ng*, клиногиперстен *Nm*, геденбергит *NpNm*, авгит *Nm*, фассаит *Nm*, эгиринавгит *Ng*, актинолит *Np*, глаукофан *Np*, эккерманит *Ng*, роговая обманка *Np*, карфолит *NpNm*, хризотил *Ng*, хлоритоид *Np*, пеннин, делессит *Np*, вермикулит *NmNg*, глауконит *Np*.

Желто-зеленый — хлорошпинель андрадит, пистацит *Nm*, оритит *Ng*, эгирин *Nm*, глаукофан *Np*, роговая обманка *Nm*, карфолит *NpNm*, биотит *Np*, хлоритоид *Ng*, прохлорит *NpNm*, иддингсит *NmNg*, нонтронит *Nm*.

Оливково-зеленый — касситерит, брукит, бадделеит *Nm*, авгит *Ng*, роговая обманка *Ng* или *Nm*, биотит *Np*, клинтонит *NmNg*, делессит *Ng*, прохлорит *Ng*, глауконит *NmNg*, нонтронит *Ng*, гадолинит *Np*.

Травяно-зеленый — виридин *Nm*, эгиринавгит *Np*, эгирин *Np*, роговая обманка *Nm*, гадолинит *NmNg*, хлорит.

Изумрудно-зеленый — манганозит, герцинит, ганит, уваровит, эгирин *Np*.

Темно-зеленый — герцинит, людвигит *NpNm*, ильваит *Ng*, бабингтонит *Np*, фтортарамит *Ng*, биотит *NmNg*, хлоритоид *Np*, тюрингит *NmNg*, стильпномелан *NmNg*.

Сине-зеленый — анатаз *No* или *Ne*, грандидьерит *Np*, эккерманит *Np*, фтортарамит *Np*, роговая обманка *Ng*, хлоритоид *Np*, глауконит *NmNg*.

Темно-сине-зеленый — арфведсонит *Ng*, глауконит *Np*.

4. СИНИЕ И ФИОЛЕТОВЫЕ ТОНА

Бледно-синий — шпинель, гаюин, анатаз *No*, корунд *Ne*, катаплеит, кианит *NmNg*, хлоритоид *Ng*, сапфирин *Nm*.

Бледно-сине-фиолетовый — гаюин, корунд, флюорит, кордиерит, глаукофан *Nm*, дюмортьерит *Nm*.

Небесно-голубой — анатаз *Ne*, корунд *No*, лазулит *NmNg*, сапфирин *Ng*, рибекит *Nm*.

Зеленовато-синий — барруазит *Ng*.

Серо-синий — анатаз *Ne*, шерл, сапфирин *Nm*, озаннит *Ng*, арфведсонит *Ng*, хлоритоид *Nm*.

Фиолетово-синий — глаукофан *Ng*, бабингтонит *Ng*, дюмортьерит *Np*.

Темно-синий — корунд *No*, сапфирин *Ng*, серендибит *Ng*, глаукофан *Ng*, бабингтонит *Np*, рибекит *Np*, озаннит *Np*.

Бледно-фиолетовый — флюорит, риннеит, шерл, кианит *Nm*, аксинит, титанавгит *Nm*, кунцит, лепидолит *NmNg*.

Серо-фиолетовый — перовскит, шерл, бабингтонит *Nm*, титанавгит *Nm*, глаукофан *Nm*.

Коричнево-фиолетовый — перовскит, ильменит, брукит, титанавгит *NmNg*.

Темно-фиолетовый — флюорит.

ПРОЧИЕ ОСОБЕННОСТИ

1. Плеохроичные дворики

В следующих *минералах-хозяевах*: — амфиболах, андалузите, хлоритах, слюдах, кордиерите, пироксенах (?), хрупких слюдах, ставролите, турмалине.

Около следующих минералов-включений: — дюмортьерита, ортита, рутила, титанита, ксенотима, касситерита, циркона (топаза, плеоната, пирротина, апатита, ильменита, монацита, эпидота).

2. Изоморфное замещение

Цветные (окрашенные): меланит, турмалин, пироксены, амфиболы, слюды.

Бесцветные: полевые шпаты, нефелин, лейцит, циркон.

Структура песочных часов: титанавгит, санидин, эгирин, брукит.

3. Аномальные интерференционные окраски

Часто наблюдаются у: хризоберилла, клиноцоизита, α-цоизита, пеннина, мелилита, везувиана, брусита, дюмортьерита, пренита, кальциевого граната, хлоритоида, титанавгита, фассаита, *Na* роговой обманки, санидина, ломонтита, апофиллита.

4. Аномальные участки

В + николях у: лейцита, гроссуляра, андрадита, эвдиалита, апатита, перовскита, шабазита и у других цеолитов.

5. Пластинчатые двойники

Часто наблюдаются у: леонита (полигалита), криолита, (касситерита), рутила, ильменита, гематита, кальцита, сидерита, доломита, бадделеита (арагонита), гидраргиллита, гидромагнезита, ангидрита (монацита), амблигонита, минералов группы гумита, мервинита, спёррита, дистена, лавсонита, вёлерита, ловенита, гиортдалита, ринкита, мозандрита, серендибита, волластонита, клинопироксенов (иногда), куммингтонита, актинолита, роговой обманки, энигматита, рёнита, дюмортьерита, клинтонита, хлоритоида, микроклина, плагиоклазов.

Из-за малых углов погасания редко наблюдаются у минералов группы эпидота, группы слюд, группы хлорита.

6. Магнитность

При разделении в магнитном поле часто наблюдается следующая последовательность: самородное железо, магнитный железняк, пирротин;
титанистый железняк, ильваит, гематит;
хромит, сидерит, альмандин, лимонит, Fe-авгит;
железистая шпинель, арфведсонит;
роговая обманка, бедный Fe-авгит, эпидот, пироп;
турмалин, бронзит, везувиан;
ставролит, актинолит, оливин, пирит;
биотит, хлорит, рутил;
диопсид, гаюин, мусковит, нефелин, лейцит, доломит, полевые шпаты.

7. Растворимость

В HF нерастворимы: магнетит, хромит, гематит, ильменит, графит, уголь, перовскит, шпинель, призматин, астрофиллит, флюорит, рутил, анатаз, касситерит, циркон, ксенотим, хризоберилл, корунд, бадделеит, турмалин, серендибит, берилл, брукит, ставролит, диаспор, дистен, хлоритоид, ксантофиллит, сапфирин, аксинит, силлиманит, дюмортьерит, андалузит, топаз, бертрандит.

Слабо растворяются в HCl: гематит, ильменит, сфалерит, борацит, гранат, везувиан, псевдобрукит, гётит, титанит, ортит, оттрелит, ловенит, карфолит, лазулит, гидраргиллит, лабрадор.

С HCl дают порошковый кремнезем: лейцит, мейонит, апофиллит, ринкит, мозандрит, анортит, десмин, эпистильбит.

С HCl дают студневидный кремнезем (красить!): анальцим, минералы группы содалита, геленит, мелилит, эвдиалит, нефелин, гидронефелин, ильваит, форстерит, оливин, фаялит, монтичеллит, датолит, розенбушит, волластонит, пектолит, минералы группы гумита, минералы группы хлорита, серпентин, гейландит, натролит, шабазит, филлипсит, гармотом, ломонтит, томсонит, мезолит, сколецит.

Растворимы в HCl: пирротин, вюртцит, магнетит, периклаз, апатит, кальцит, доломит, магнезит, сидерит, брусит, канкринит, монацит (остается нерастворимый остаток!), вагнерит, вавеллит, арагонит, гидромагнезит.

Растворимы в KOH: опал, халцедон, тридимит, сера, каолин (остается нерастворимый остаток!).

Диссоциируют в H_2O (дают щелочную реакцию при растворении тончайшего порошка): альбит, анальцим, андезин, анортит, апофиллит, аксинит, биотит, битовнит, датолит, десмин, эпидот, гейландит, гидронефелин, кальциевый гранат, клинохлор, клиноцоизит, лабрадор, лейцит, литионит, маргарит, микроклин, мусковит, натролит, нефелин, олигоклаз, пеннин, пренит, серпентин, тальк, тремолит, везувиан, цоизит, волластонит.

УКАЗАТЕЛЬ МИНЕРАЛОВ

Авгит № 168
Адуляр 228
Акмит 172
Аксинит 152
Актинолит 179
Алланит 138
Алунит 89
Альбит 234
Альмандин 56
Амблигонит 120
Амезит 212
Амфибол 176/190
Анальцим 61
Анатаз 67
Ангидрид 13, 113
Андалузит 130
Андезин 234
Андрадит 56
Анкерит 88
Аннит 202
Аномит 203
Анортит 234
Анортоклаз 230
Антигорит 211
Антофиллит 176
Апатит 90
Апофиллит 73
Арагонит 110
Арканзит 104
Арфведсонит 183
Астраханит 20
Астрофиллит 151
Афтиталит 12

Бабабуданит 181
Бабингтонит 160
Бадделеит 105
Барит 115
Баркевикит 184
Барруазит 187
Бастит 211
Батчелорит 220
Баккелит 58
Березовскит 50
Берилл 94
Бертрандит 157
Биотит 202
Битовнит 234
Бишофит 6
Блёдит 20
Борацит 55
Брейнерит 86
Бронзит 164
Брукит 104
Брунсвигит 213
Брусит 84
Бустамит 162

Вавеллит 121
Вагнерит 118
Вантгоффит 15
Вевеллит 244
Везувиан 70
Вёлерит 143
Вёлькерит 90
Вермикулит 215
Виллиомит 3
Вилюит 70
Виридин 131
Витамит 137
Вишневит 97
Воданит 204
Волластонит 161
Вулканическое стекло 64

Гадолинит 226
Гаинит 146
Галит 4
Ганит 50
Гармотом 272
Гастингсит 184
Гаюин 63
Геденбергит 167
Гедрит 177
Гейкилит 37, 80, 80а
Гейландит 239
Геленит 71
Гематит 34, 77
Герцинит 50
Гётит 106
Гиалосидерит 122
Гиалофан 231
Гиббсит 109
Гибшит 57
Гидденит 175
Гидраргиллит 109
Гидробиотит 202
Гидроксилапатит 90
Гидроксилтопаз 133
Гидромагнезит 111
Гидронефелин 99
Гиортдалит 145
Гиперстен 164
Гипс 26, 116
Глазерит 12
Глауберит 17
Глауконит 218
Глаукофан 181
Глаукохроит 123
Гортонолит 122
Грамматит 179
Гранат 56
Грандидьерит 155
Графит 29
Гроссуляр 56
Гротит 142
Грохауит 214
Грюнерит 178
Гуаринит 145
Гумит 125

Давин 98
Даллит 90
Данбурит 224
Датолит 225
Дафнит 214
Делессит 213
Десмин 241
Дженкинсит 211

Джефферезит 215
Джонструпит 149
Диабантит 213
Диаллаг 168
Диаспор 108
Дизаналит 53
Диккит 221
Диопсид 167
Дипир 74
Дистен 132
Дихроит 156
Доломит 88
Дравит 91
Дюмортьерит 193

Жадеит 174
Жедрит 177
Железистый кордиерит 156
Железный блеск 34, 37
Железный шпат 87

Иддингсит 216
Идокраз 70
Известь 2, 49
Ильваит 41, 140
Ильменит 35, 78
Ильменорутил 38
Истонит 202
Иттротитанит 142

Каинит 27
Калиофилит 96
Калсилит 96
Кальцит 85
Каменная соль 4
Канкринит 97
Каолинит 220
Каринтин 188
Карналлит 8
Карфолит 194
Касситерит 65
Катаплеит 93
Кварц 81
Кварцин 82
Кейльгацит 142
Кеммерерит 212
Кёненит 75, 10
Керсутит 185
Кианит 132
Кизерит 18
Клиногиперстен 165
Клиногумит 126
Клинофферросилит 165
Клинохлор 212
Клиноцоизит 136
Клиноэнстатит 165
Клинтонит 209
Колумбит 39, 102
Коппит 54
Кордиерит 156
Корнерупин 153
Корунд 76
Коссирит 42, 189
Кочубеит 212
Криолит 46
Кристобалит 60
Крокидолит 182
Кроссит 181
Ксантофиллит 209
Ксенотим 68
Куммингтонит 178
Кунцит 175
Купфферит 178

Лабрадор 234
Лавсонит 141
Лазулит 119
Лампрофиллит 150
Лангбейнит 16
Лёвеит 22
Лёд 1
Лейкоксен 67, 142
Лейхтенбергит 212
Лейцит 62
Леонит 21
Лепидокрокит 107
Лепидолит 205
Лепидомелан 202
Лиеврит 41, 140
Литионит 205/207
Ловенит 144
Ломонтит 238
Людвигит 40, 112

Магнезиоарфведсонит 183
Магнезиогастингсит 184
Магнезиомагнетит 50
Магнезиоферрит 50
Магнезит 86
Магнетит 32
Манганоаксинит 152
Манганозит 48
Маргарит 208
Мариалит 74
Мезитит 86
Мезодиалит 92
Мезолит 235/243
Мейонит 74
Меланит 56
Мелилит 71
Мелинофан 72
Мелифанит 72
Мервинит 128
Мероксен 202
Микроклин 233
Миццонит 74
Мозандрит 149
Монацит 117
Монтербразит 120
Монтичеллит 123
Монтмориллонит 223
Морденит 235/243
Муллит 192
Мусковит 199

Накрит 222
Натролит 235
Натронортоклаз 228
Натронсанидин 229
Нефелин 95
Нефрит 179
Нозеан 63
Нонтронит 223

Озаннит 182
Окерманит 71
Оливин 122
Олигоклаз 234
Олигонит 87
Оловянный камень 65
Омфацит 173
Опал 59
Ортит 138
Ортоклаз 228
Ортопироксен 164
Ортоферросилит 164
Оттрелит 210

Параволластонит 161
Парагонит 198
Паргасит 186
Парсеттенсит 217
Пектолит 163
Пеннин 212
Периклаз 47
Перовскит 52
Петалит 227
Пижонит 166
Пикотит 50
Пикромерит 23
Пинит 199
Пирит 31
Пироксены 164/175
Пироп 56
Пирофанит 36, 79
Пирофиллит 196
Пирохлор 54
Пиррит 54
Пирротин 30
Пистацит 136
Пистомезит 87
Плавиковый шпат 45

Плагиоклаз 234
Плеонаст 50
Полевые шпаты 228/234
Полигалит 24
Полилитионит 205
Пренит 158
Призматин 153
Протолитионит 207
Прохлорит 214
Псевдобрукит 103
Псевдолейцит 62
Псевдоцоизит 139
Птилолит 235/243
Пьемонтит 137

Рёнит 43, 190
Рибекит 182
Ринкит 148
Риннеит 7
Рихтерит 180
Роговые обманки 187
Родонит 159
Родохрозит 85
Родусит 181
Розенбушит 147
Рубинсвая слюдка 107
Рутил 66

Сагенит 66
Салит 167
Санидин 229
Сапфирин 135
Селадонит 218
Серендибит 154
Серицит 199/200
Серпентин 211, 195
Сидерит 87
Сидероплезит 87
Силлиманит 191
Сильвин 5
Сингенит 25
Синтагматит 185
Скаполит 74
Сколецит 237
Скорцалит 119
Слюда 199/207
Смарагдит 179
Содалит 63
Спёррит 129
Спессартин 56
Сподумен 175
Ставролит 134
Стассфуртит 55
Стекло 64
Стеллерит 235/243
Стильбит 241
Стильпномелан 217
Сульфат-канкринит 97
Сфалерит 44
Сфен 142
Сцехенит 183

Тальк 197
Тарамит 184
Танталит 39, 102
Тахгидрит 9
Тенардит 11
Титанавгит 170
Титанистый железняк 35, 78
Титанистая роговая обманка 185
Титанит 142
Титанклиногумит 127
Титаноливин 127
Томсонит 236
Топаз 133
Торендрикит 176/190
Тремолит 179
Тридимит 83
Тулит 139
Турмалин 91
Тюрингит 214

Увит 91
Уголь 28
Уралит 187

Фассаит 169
Фаялит 122
Фенгит 200
Ферригерцинит 50
Фирримусковит 199
Ферриплеонаст 50
Феррицейланит 50
Ферроавгит 168
Ферроактинолит 179
Ферроантигорит 211—214
Феррогиперстен 164
Феррогортонолит 122
Ферродоломит 88
Ферролазулит 119
Ферросалит 167
Ферросилит 164
Фибролит 191
Филлипсит 243
Флогопит 201
Флюорит 45
Форстерит 122
Фосфорит 90
Фторапатит 90
Фтортарамит 183
Фуксит 199

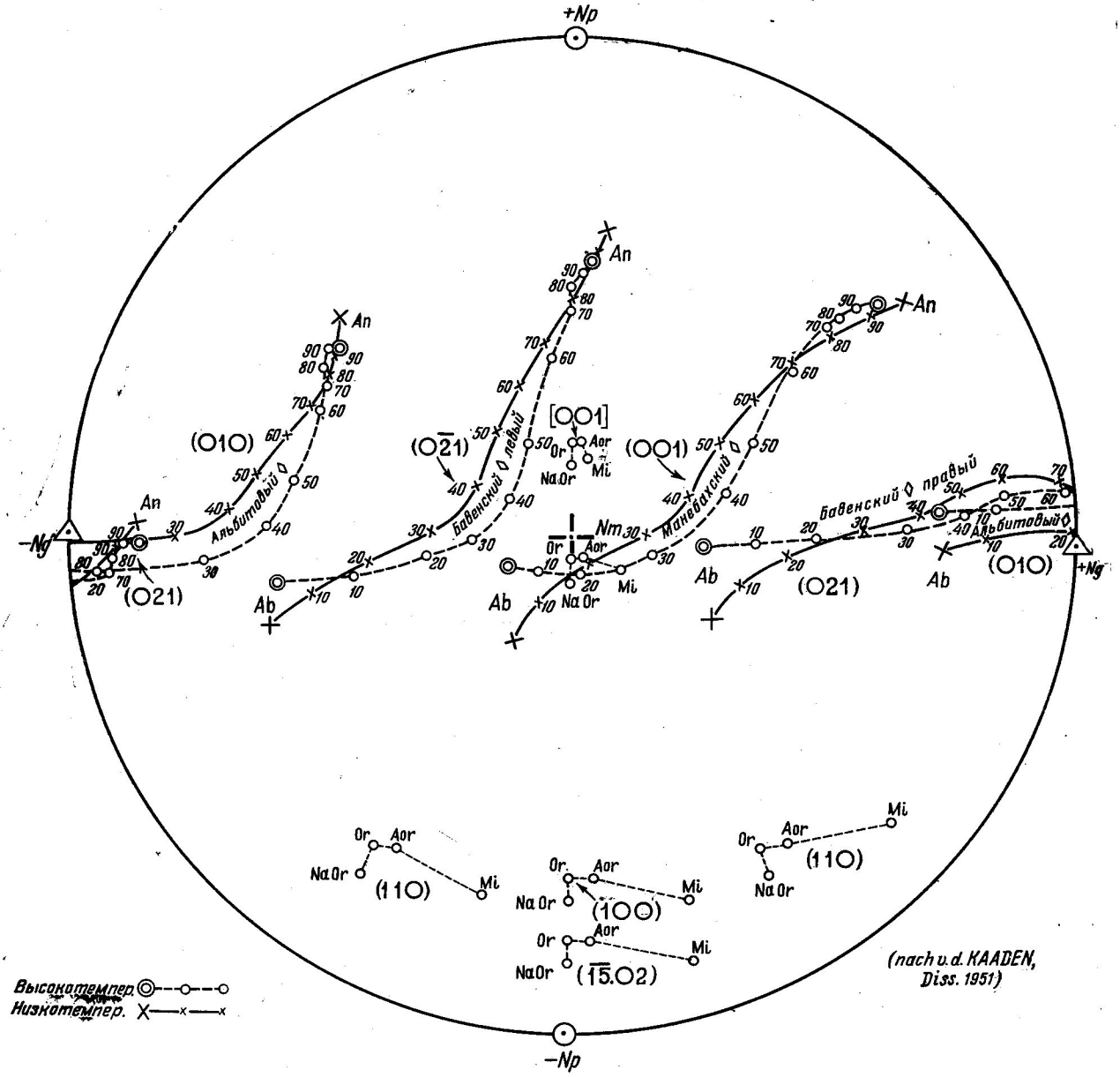
Хабазит 100
Халцедон 82
Хиастолит 130
Хлорапатит 90
Хлориты 211/214
Хлоритоид 210
Хлорошпинель 50
Хондродит 124
Хризоберилл 101
Хризолит 122
Хризотил 195
Хромит 33, 51
Хромгерцинит 50
Хромпикотит 50
Хромплеонаст 50
Хромшпинель 50

Цейлонит 50
Целестин 14, 114
Цельзиан 232
Цеолиты 235/243
Циннвальдит 206
Цинковая обманка 44
Циркон 69
Цоизит 139

Шабазит 100
Шамозит 219
Шёнит 23
Шериданит 212
Шерл 91
Шпинель 50

Эвдиалит 92
Эвколит 92
Эвлит 164
Эгирин 172
Эгирин-авгит 171
Эденит 176/190
Эккерманит 183
Эльбаит 91
Энигматит 42, 189
Энстатит 164
Эпидесмин 235/243
Эпидот 136
Эпистильбит 240
Эпсомит 19
Эулит 164
Эфесит 208
Эшеллит 235/243

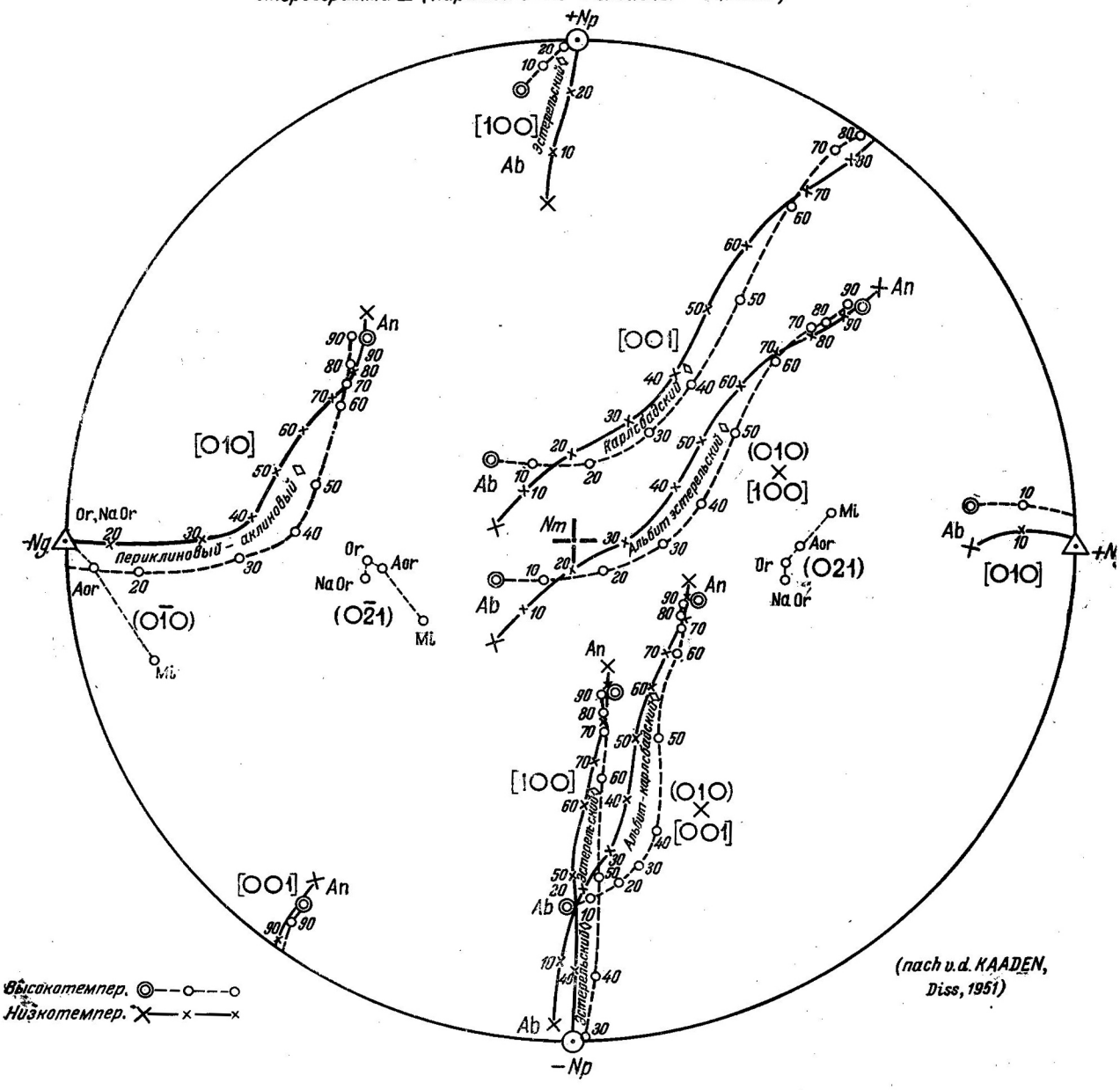
243. Плагиоклазы
Стереограмма I (нормальные законы)

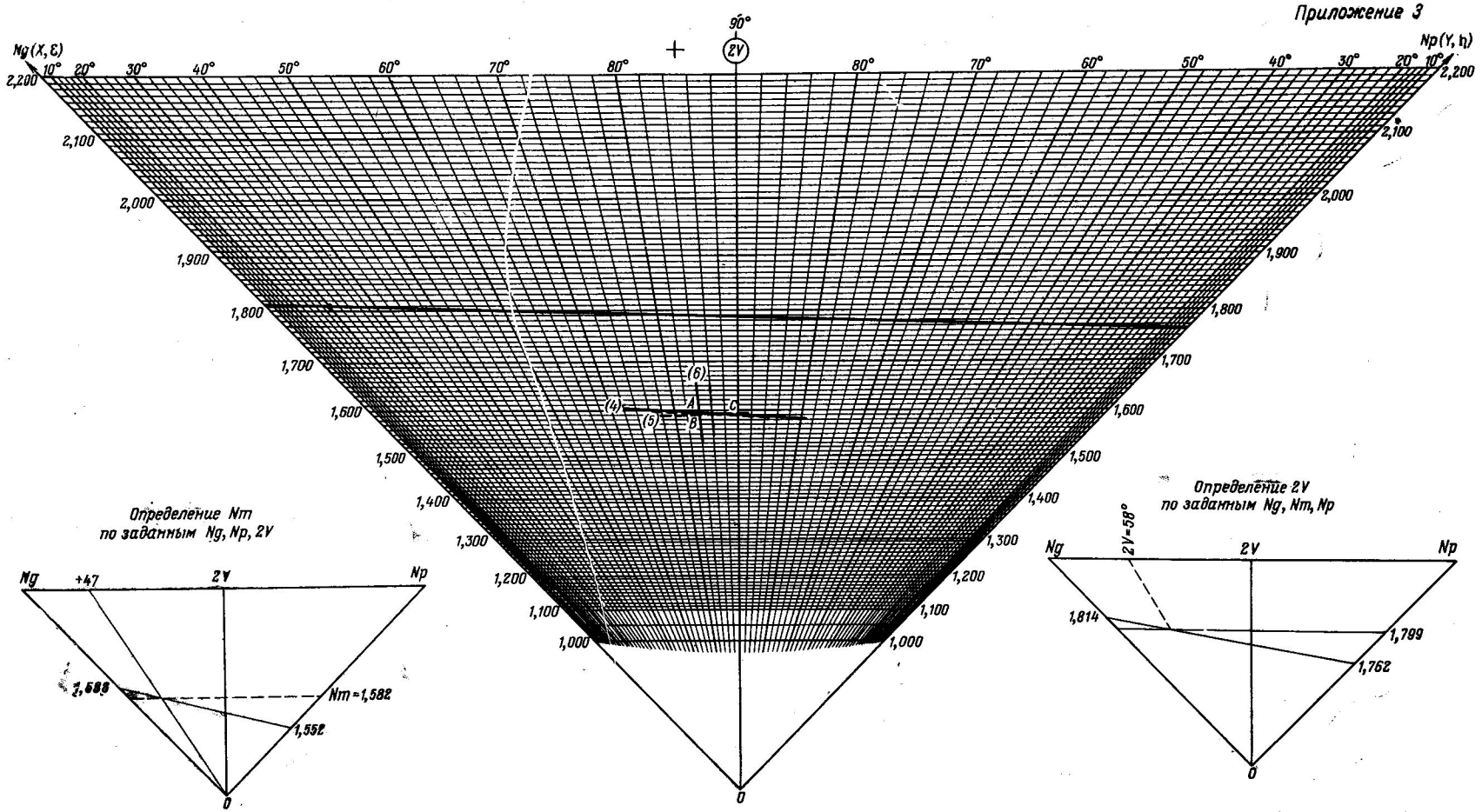


W. E. Tröger, Tabellen zur optischen Bestimmung der gesteinsbildenden Minerale

243. Плагиоклазы

Стереограмма II (параллельные и сложные законы)





Номограмма для вычисления элементов оптической индикатрисы
(Г. С. Кравцов, 1960 г., Геология и геофизика, № 9)

Оптическое определение породообразующих минералов. В. Е. Трёгер. 1967. Издательство «Недра», 200 стр.

В книге в виде таблиц дано краткое описание 244 породообразующих минералов с перечислением их химического состава, кристаллических форм, двойников, спайности, твердости, удельного веса, оптической ориентировки, показателей преломления, угла и дисперсии оптических осей, окраски и плеохроизма, химических свойств, отличий от сходных минералов, генезиса, парагенезиса и условий нахождения. Эти таблицы сопровождаются рисунками кристаллов с нанесенными на них направлениями кристаллических осей, плоскостей спайности, плоскостей оптических осей и др. Они сопровождаются также вариационными диаграммами, показывающими взаимосвязь между химическим составом и оптическими свойствами минералов.

В конце книги приведены диаграммы по оптическому определению полевых шпатов и плагиоклазов, а также другие диаграммы и номограммы для определения различных свойств породообразующих минералов. Илл. 244.

ОПЕЧАТКИ

Страница	№ минерала	Колонка	Строка	Напечатано	Следует читать
7	—	2	1 снизу	Е. Трёгер	В. Е. Трёгер
8	—	2	19—20 снизу	a, b, s, e, o	**a, b, s, e, o**
9	—	1	1 снизу	*ср*	$n_{ср}$
36	71	1	5 сверху	Галенит	Геленит
46	88	6	1 снизу	$\oplus$	$\ominus$
64	129	5	3 снизу	57°	—57°
104	180	2	1 снизу	$2H_2O$	H_2O
107	181	7	2 снизу	$r \gg p$	$r \gg v$
193	—	1	14 снизу	Кейльгацит	Кейльгауит

Заказ № 5911/752/2585—2

В. Е. Трёгер

Оптическое определение породообразующих минералов

Ведущий редактор *А. И. Панова*
Технические редакторы *Е. Иерусалимская* и *В. Быкова*
Корректор *Т. Г. Фонарева*

Сдано в набор 16/II 1968 г. Подписано к печати 23/IV 1968 г. Формат бумаги 84×108¹/₁₆
Печатн. листов 12,5 Условн. печ. листов 21 Бум. № 2
Уч.-изд. л. 18,35 Тираж 4900 экз. Цена 1 руб. 56 коп.
Заказ № 752/2585—2 Индекс 2-2-1

Издательство «Недра». Москва, К-12,
Третьяковский проезд, 1/19.

Московская типография № 6 Главполиграфпрома
Комитета по печати при Совете Министров СССР
Москва, Ж-88, 1-й Южно-портовый, 17