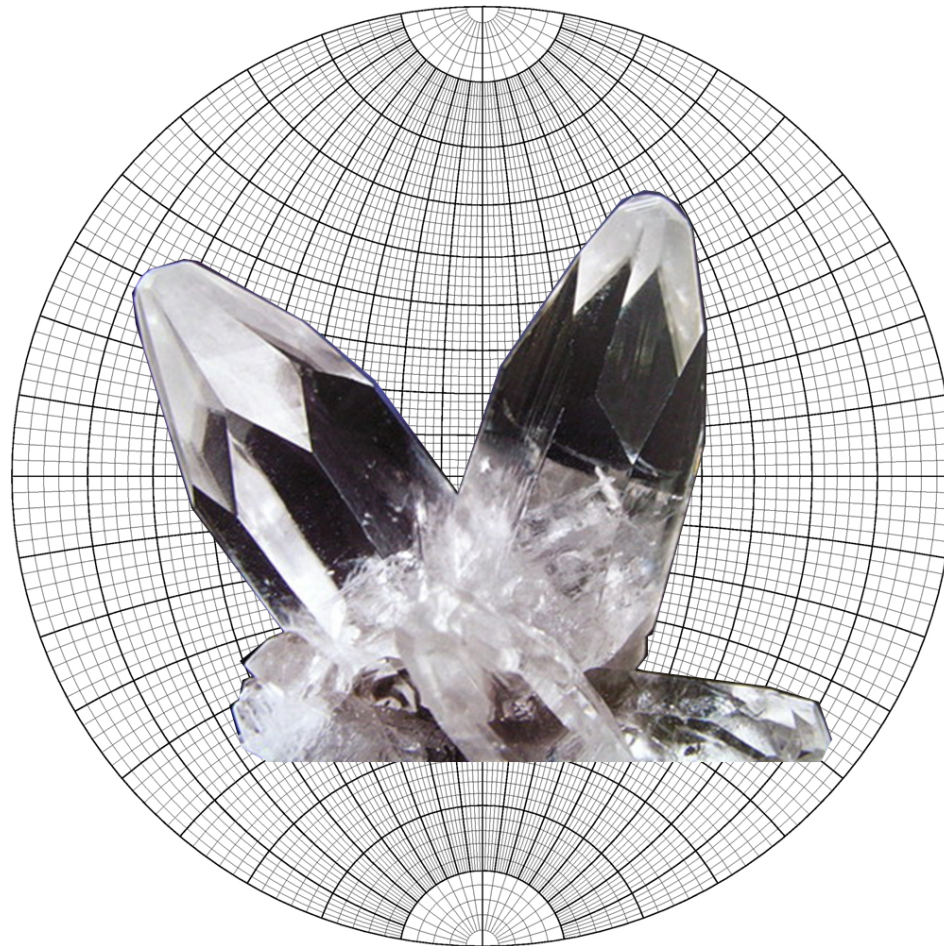


Симметрия кристаллического макромра



Лекторы

Еремин Николай Николаевич, доктор химических наук, член-корр. РАН, заведующий кафедрой кристаллографии и кристаллохимии геологического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова.



Еремина Татьяна Александровна – доцент кафедры кристаллографии и кристаллохимии геологического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова. Читает на геологическом факультете МГУ курс «Анионоцентрированная кристаллохимия».



Учебники

Еремин Н.Н., Еремина Т.А. «Занимательная кристаллография», М. МЦНМО, 2013 г. 150 с.

Продается! (в том числе без наценки в 426)



Егоров-Тисменко Ю. К. «Кристаллография и кристалло-химия» М. Изд-во «Книжный Дом Университет», 2005 г., 587 с. **Продается! (в том числе без наценки в 426)**



Егоров-Тисменко Ю. К. «Руководство к практическим занятиям по кристаллографии» М. Изд-во «МГУ», 2010 г. **Продается! (в том числе без наценки в 426)**



Егоров-Тисменко Ю. К., Литвинская Г. П., Загальская Ю. Г. «Кристаллография», М. Изд-во МГУ, 1992 г. 288 с.



Аннотация курса, лекционный и справочный материал, интерактивный зачет (в свое время) доступны на странице курса:

<http://cryst.geol.msu.ru/courses/mfk2/index.php>



Кафедра кристаллографии и кристаллохимии - Microsoft Internet Explorer

Адрес: <http://cryst.geol.msu.ru/about/>

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ М.В. ЛОМОНОСОВА. ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра кристаллографии и кристаллохимии

Информация о кафедре

- Исторический обзор
- Страница памяти
- Сотрудники, аспиранты
- Научная работа
- Публикации сотрудников
- Информация для аспирантов
- Информация для магистров
- Информация для студентов
- Учебный план
- Учебные курсы
- Учебные пособия
- Практики
- Абитуриенту
- Новости
- Конференции
- Полезные ресурсы
- Коммерческие предложения

Информация о кафедре

Кафедра кристаллографии и кристаллохимии [Геологического факультета МГУ](#) готовит специалистов широкого профиля в области кристаллохимии, рентгеновских методов исследования вещества, роста кристаллов, геохимии. Студенты получают глубокую физико-химическую и геологическую подготовку, знакомятся с современными методами кристаллографических исследований.

[Искусство геологии. Интервью декана геологического факультета академика Пуцаровского Д.Ю. Трансляция с сайта \[www.russia.ru\]\(http://www.russia.ru\)](#) [Послушать аудио версию интервью \(6 нб.mp3\)](#)

[Таинство красоты минерала. Интервью декана геологического факультета академика Пуцаровского Д.Ю. Трансляция с сайта \[www.russia.ru\]\(http://www.russia.ru\)](#)

На кафедре функционируют:

- Лаборатория кристаллографии и роста кристаллов
- Лаборатория РСА и кристаллохимии им. Н.В.Белова
- Кабинет спектроскопии минералов
- Научная группа В.С.Урусова теоретического моделирования структуры и свойств минералов
- Кабинет учебных пособий (одна из самых крупных в мире коллекций структурных моделей минералов и важнейших неорганических соединений)
- Компьютерный класс

Руководство кафедры:

- Заведующий кафедрой - академик РАН, профессор [Вадим Сергеевич Урусов](#) тел. 9395575
- Зам. зав. кафедрой - доцент [Галина Игоревна Дорохова](#) тел. 9392330
- Ученый секретарь - старший научный сотрудник [Тамара Николаевна Надежина](#) тел. 9392330

Координаты кафедры:

Дежурный по кафедре
4 этаж, сектор А, ГЗ МГУ
Телефон: 939-3675

Лаборатория роста кристаллов
19 этаж, сектор В-1919 - В-1920, ГЗ МГУ
Телефон: 939-2681

Отделение на Моховой
Телефон: 203-2845

Адрес электронной почты: crystal@geol.msu.ru

Факс: +095 939-5575

Почтовый адрес: 119992, ГСП-2, Москва, Ленинские горы, МГУ им. М.В.Ломоносова, Геологический ф-т, кафедра кристаллографии и кристаллохимии.

[Телефонная книга](#)

Аннотация курса, лекционный и справочный материал, интерактивный зачет (в свое время) доступны на странице курса:

← → ↻ 🏠 cryst.geol.msu.ru/courses/

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ М.В. ЛОМОНОСОВА, ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ



Кафедра кристаллографии и кристаллохимии



- Информация о кафедре
- Исторический обзор
- Страница памяти
- Сотрудники, аспиранты
- Научная работа
- Публикации сотрудников
- Информация для аспирантов
- Информация для магистров
- Информация для студентов
- Учебный план
- Учебные курсы
- Учебные пособия
- Практики
- Абитуриенту
- Новости
- Конференции
- Полезные ресурсы
- Спорт на кафедре

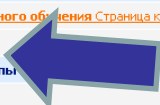
Учебные курсы кафедры кристаллографии и кристаллохимии

Наименование дисциплины	Кол-во часов ауд/всего	Семестр	Преподаватели
Общефакультетские курсы			
КРИСТАЛЛОГРАФИЯ - КРАТКИЙ КУРС, ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ПОТОК (для групп 101, 102, 103, 119)	54	1	проф. Н.Н.Еремин, доц. Еремина Т.А., асс. Гурбанова О.А., ст. пр
Современные проблемы геологии	1	11	заведующие кафедрами факультета
Современные проблемы геохимических наук	24	11	сотрудники геохимических кафедр
Курсы специальности «Геохимия» бакалавриат - группы 105, 112, 205, 212			
КРИСТАЛЛОГРАФИЯ - ПОЛНЫЙ КУРС, ГЕОХИМИЧЕСКИЙ ПОТОК (для групп 105 и 112)	102	1, 2	проф. Н.Н.Еремин, доц. Еремина Т.А., асс. Гурбанова О.А.
КРИСТАЛЛОХИМИЯ	60	2, 3	проф. Н.Н.Еремин, доц. Еремина Т.А., асс. Гурбанова О.А.
РЕНТГЕНОГРАФИЯ МИНЕРАЛОВ (для групп 205 и 212)	72	3	проф. Д.Ю. Пушаровский, доц. Н.В. Зубкова, с.н.с. Ксенофонов Д.А.
Курсы для совместного университета МГУ - ППИ в г. Шэньчжэнь (ФНМ)			
Структурная химия и кристаллохимия (для бакалавров материаловедческого направления совместного университета МГУ-ППИ)	108	3	проф. Н.Н.Еремин, внс Марченко Е.И., доц. Еремина Т.А.
Курсы для филиала МГУ в г. Душанбе (Естественно-научный факультет)			
КРИСТАЛЛОГРАФИЯ (для Геологического направления филиала МГУ в г. Душанбе)	28	3	ст. преп. Напрасников Д.А.
КРИСТАЛЛОХИМИЯ (для направления Физика-Химия и Механика Материалов филиала МГУ в г. Душанбе)	48	6	проф. Н.Н.Еремин, внс Марченко Е.И., доц. Еремина Т.А.
Отдельные главы структурной химии. Части 1-2 (для направления Физика-Химия и Механика Материалов филиала МГУ в г. Душанбе)	76/180	7-8	проф. Н.Н.Еремин, внс Марченко Е.И., доц. Еремина Т.А.
Структурная химия и кристаллохимия (для направления Физика-Химия и Механика Материалов филиала МГУ в г. Душанбе)	76/180	6	проф. Н.Н.Еремин, внс Марченко Е.И., доц. Еремина Т.А.
Межфакультетские курсы для студентов НЕ Геологического факультета МГУ			
Симметрия кристаллического микромира с применением алгоритмов машинного обучения <small>Страница курса на сайте кафедры</small>	28	1-11	проф. Белоконова Е.Л. внс Марченко Е.И.
Симметрия Кристаллического Макромира <small>Страница курса на сайте кафедры</small>	26	1-11	проф. Еремин Н.Н., асс. Еремина Т.А.
Курсы для бакалавров кафедры кристаллографии и кристаллохимии (группы 101-103, 112, 205, 212)			
ТЕОРИЯ СИММЕТРИИ КРИСТАЛЛОВ	135	5-8	проф. Белоконова Е.Л.
РОСТ КРИСТАЛЛОВ	162	5-8	доц. Е.В. Копорулина
РЕНТГЕНОСТРУКТУРНЫЙ АНАЛИЗ	131	5-6,8	проф. Д.Ю. Пушаровский
Кристалломорфология	32	5	доц. Копорулина Е.В.
КОМПЬЮТЕРНОЕ ПО В КРИСТАЛЛОГРАФИИ	26	6	проф. Еремин Н.Н.
Математическое моделирование кристаллических структур	28	7	н.с. Марченко Е.И.
Инфракрасная и нессбауэровская спектроскопия минералов	26	6	с.н.с. Е.Ю.Боровикова
Курсы магистерской программы «Кристаллография и кристаллохимия» (группы M114 и M214)			
РОСТ КРИСТАЛЛОВ: наноразмерные монокристаллические материалы	94	9-10	доц. Копорулина Е.В.
Физическая и теоретическая кристаллохимия. Суперкомпьютерные расчеты	52	10	проф. Еремин Н.Н.
Структура и свойства кристаллов	28	9	акад. Пушаровский Д.Ю.
Анионоцентрированная кристаллохимия	28	9	асс. Еремина Т.А.

1,557 Pageviews
Jan 15th - Feb 15th



Прорком
Ф-та





- Информация о кафедре
- Исторический обзор
- Страница памяти
- Сотрудники, аспиранты
- Научная работа
- Публикации сотрудников
- Информация для аспирантов
- Информация для магистров
- Информация для студентов
- Учебный план
- Учебные курсы
- Учебные пособия
- Практики
- Абитуриенту
- Новости
- Конференции
- Полезные ресурсы
- Спорт на кафедре



Профком
ф-та



Симметрия кристаллического макромира.



Предлагаемый межфакультетский курс «Симметрия кристаллического макромира» представляет собой популярное изложение фундаментальных симметричных законов, управляющих внешне классической кристаллографии с элементами кристаллохимии. Будут рассмотрены элементы симметрии, законы их взаимодействия, закономерные сочетания элементов симметрии (точечные многогранники на примере как идеализированных моделей так и реальных кристаллов). В рамках описания кристаллов будут даны основные характеристики простых форм, участвующих в ограниченно широко применяемые в практической и теоретической минералогии. Большое внимание будет уделено практически навыкам работы с кристаллами, в рамках которой к услугам занимающихся пособиями и природными кристаллами кафедры кристаллохимии и кристаллографии.

Помимо классической кристаллографии, в цикл лекций будут включены основы черно-белой и многоцветной симметрии, разработанные А.В.Шубниковым и Н.В. Беловым. Будут представлены единицы классической геометрической симметрии, ставшие одними из ведущих в современной теоретической кристаллографии. Курс так же включает в себя вывод икосаэдрических групп точечной симметрии квазикристаллов и фуллеренов.

В заключении, симметрия будет рассмотрена как одно из обобщающих фундаментальных понятий естествознания в целом. В этой связи, в частности, предполагается рассмотрение предельных группы симметрии и симметрии физических свойств. Курс может представить интерес для студентов, как естественных факультетов, так и гуманитарных специальностей. Программа курса доступна широкому кругу слушателей без особой специфической подготовки.

[Программа курса](#)

Содержание лекций :

Справочный материал

1. [Сетка Вульфа в формате BMP, радиусом 10 см с разрешением 300 dpi в архиве](#)
2. [Трафарет для рисования, радиус 8 см](#)
3. ["32 класса симметрии" Плакат](#)
4. ["47 простых форм" Плакат](#)
5. [Анимация взаимосвязи тетрагональных форм](#)
6. [Анимация взаимосвязи гексагональных форм](#)
7. [Простые формы низшей категории](#)
8. ["Простые формы кубической сингонии" Плакат](#)
9. [Название класса по общей форме](#)
10. [Анимация взаимосвязи кубических форм в rps-формате \(14,5 М\). Выполнил студент 1 курса Волков А.С. в рамках курсовой работы на кафедре кристаллографии](#)
11. [Правила формирования международного символа](#)
12. [Правила формирования символа Шенфлиса](#)

ЗАЧЕТ:

Литература

1. Загальская Ю.Г., Литвинская Г.П., Егоров-Тисненко Ю.К. Геометрическая кристаллография, 2-е изд., М., изд-во МГУ, 1986, 166 стр.
2. Егоров-Тисненко Ю.К., Литвинская Г.П., Загальская Ю.Г. «Кристаллография», М., изд-во МГУ, 1992, 288 стр.
3. Еремин Н.Н., Еремина Т.А. Занимательная кристаллография, М: МЦНМО, 2013, 150 стр.
4. Егоров-Тисненко Ю.К. «Кристаллография и кристаллохимия», М, изд-во Книжный дом «Университет», 2005, с.520
5. Егоров-Тисненко Ю.К. «Руководство к практическим занятиям по кристаллографии», М, Изд-во МГУ, 2010, 208 стр.
6. Еремин Н.Н., Еремина Т.А. Неорганическая кристаллохимия. Т.1., М: КДУ, 2016, в печати.
7. Ворошилов Ю.В. Павлишин В.И. «Основы кристаллографии и кристаллохимии. Рентгенография кристаллов» Киев, КНТ, 2011. 568 стр.
8. Урусов В.С., Еремин Н.Н. «Кристаллохимия. Краткий курс» М., МГУ, 2010, 258 стр.
9. Пушаровский Д.Ю. «Рентгенография минералов». М., ЗАО «Геоинформмарк», 2000, 292 стр.
10. Шаскольская М.П. Кристаллография. М., изд-во Высшая школа, 1984, 375 стр.
11. Загальская Ю.Г., Литвинская Г.П., Егоров-Тисненко Ю.К. Руководство к практическим занятиям по кристаллохимии, М. изд-во МГУ, 1983, 167 стр.

<https://lk.msu.ru/course/view?id=2862>

[Главная](#) / [МФК](#) / [Просмотр курса](#)

Симметрия кристаллического макромира

Геологический факультет

Предлагаемый межфакультетский курс «Симметрия кристаллического макромира» представляет собой популярное изложение фундаментальных симметричных законов, управляющих внешней формой кристаллов. Лекции включают в себя основы классической кристаллографии с элементами кристаллохимии. Будут рассмотрены элементы симметрии, законы их взаимодействия, закономерные сочетания элементов симметрии (точечные группы симметрии) и их реализация в кристаллических многогранниках на примере как идеализированных моделей, так и реальных кристаллов. Будут даны основные характеристики простых форм, участвующих в огранке кристаллических образцов, а так же методы индцирования граней и направлений, широко применяемые в практической и теоретической минералогии. Большое внимание будет уделено практическим навыкам работы с кристаллами, в рамках которой к услугам занимающихся будет предоставлена уникальная коллекция наглядных пособий и природных кристаллов кафедры кристаллохимии и кристаллографии.

Помимо классической кристаллографии, в цикл лекций будут включены основы черно-белой и многоцветной симметрии, разработанные А.В.Шубниковым и Н.В. Беловым. Будут представлены уникальные разработки в сфере принципиального расширения классической геометрической симметрии, ставшие одними из ведущих в современной теоретической кристаллографии. Курс так же включает в себя вывод икосаздрических групп точечной симметрии, интерес к которым актуализировался в рамках изучения квазикристаллов, фуллеренов и нанотрубок.

В заключение будет рассмотрена симметрия как одно из обобщающих фундаментальных понятий естествознания в целом. В этой связи, в частности, предполагается рассмотрение предельных группы симметрии и симметрии физических свойств.

Курс может представить интерес для студентов, как естественных факультетов, так и гуманитарных специальностей. Программа курса доступна широкому кругу слушателей без особой специфической подготовки. Зачет по курсу проходит путем сдачи интерактивного теста.

Факультет

Геологический факультет

Преподаватели

Преподаватели

Ерёмина Татьяна Александровна (ассистент)
Ерёмин Николай Николаевич (зав.кафедрой)

Где

Главное здание, ауд. 415

Когда

Среда 15:10–16:40

Нагрузка:

Аудиторная [ч]: 24
Самостоятельная [ч]: 12

Семестр

Весенний семестр 2022/2023
учебного года

Записалось / всего мест

40 / 150

Оперативная связь:

https://vk.com/mfk_makromir

«группа в контакте»

426а – методический кабинет



Важный вопрос. О зачете.

<http://cryst.geol.msu.ru/courses/mfk2/index.php>

Давайте проведем
анонимный
мини опрос.

КРИСТАЛЛОГРАФИЯ

одна из главных фундаментальных наук о веществе Земли. Это наука не только о кристаллах, но и о процессах их образования, их внешней форме, внутреннем строении и физических свойствах; она затрагивает вопросы о процессах, происходящих в глубинах нашей планеты.

Поэтому именно кристаллография связывает многие разделы геологии со смежными фундаментальными науками, известные школьникам: физикой, химией, геометрией.

Положение современной кристаллографии во многом напоминает роль математики, методы которой используются в многочисленных и разнообразных дисциплинах. Практически все научные и технические достижения последнего времени непосредственно связаны с кристаллографией. Сюда можно отнести компьютерную микроэлектронику, электронную микроскопию, открытие квазикристаллов, явление высокотемпературной сверхпроводимости и т.д.

КРИСТАЛЛОГРАФИЯ

Организация Объединенных Наций

A/RES/66/284



Генеральная Ассамблея

Distr.: General
12 July 2012

Шестидесят шестая сессия
Пункт 14 повестки дня

Резолюция, принятая Генеральной Ассамблеей

[без передачи в главные комитеты (A/66/L.51 and Add.1)]

66/284. Международный год кристаллографии

Генеральная Ассамблея,

ссылаясь на резолюцию 1980/67 Экономического и Социального Совета от 25 июля 1980 года о международных годах и годовщинах и на резолюции Генеральной Ассамблеи 53/199 от 15 декабря 1998 года и 61/185 от 20 декабря 2006 года о провозглашении международных годов,

признавая, что понимание человеком материальной природы окружающего мира основывается, в частности, на нашем знании кристаллографии,

подчеркивая, что изучение и прикладное использование кристаллографии играют исключительно важную роль в борьбе с такими вызовами, как болезни и экологические проблемы, позволяя получить данные о структуре белков и низкомолекулярных соединений, подходящих для разработки лекарственных препаратов, крайне важных для медицины и общественного здравоохранения, а также для решения проблем загрязнения растений и почвы,

признавая, что с кристаллографией мы сталкиваемся повсеместно в своей повседневной жизни, в разработке современных лекарственных препаратов, в областях нанотехнологии и биотехнологии, и что кристаллография лежит в основе разработки всех новых материалов — от зубной пасты до компонентов самолетов,

принимая во внимание важное значение научных достижений в области кристаллографии, подтвержденное тем, что Нобелевская премия 23 раза присуждалась за исследования в этой области, и то, что кристаллография по-прежнему представляет собой плодородную почву для новых и многообещающих фундаментальных исследований,

принимая также во внимание отмечаемое в 2014 году столетие зарождения современной кристаллографии и признание того, что она является самым действенным инструментом определения структуры вещества,

сознавая, что 2014 год открывает возможности для развития международного сотрудничества в рамках празднования шестидесятилетней годовщины основания Международного союза кристаллографии,

отмечая, что мировое сообщество кристаллографов с большим удовлетворением восприняло идею провозглашения 2014 года Международным годом кристаллографии,

признавая ведущую роль Международного союза кристаллографии, являющегося членом Международного совета по науке, в координации и содействии развитию деятельности в области кристаллографии на международном, региональном и национальном уровнях во всем мире,

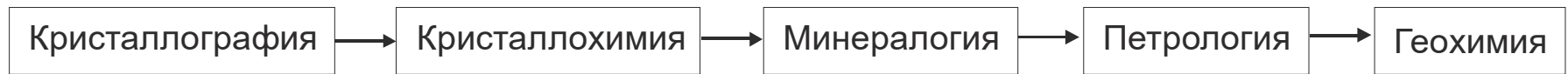
1. постановляет провозгласить 2014 год Международным годом кристаллографии;

2. предлагает Организации Объединенных Наций по вопросам образования, науки и культуры, принимая во внимание положения приложения к резолюции 1980/67 Экономического и Социального Совета, в сотрудничестве с правительствами, Международным союзом кристаллографии и связанными с ним организациями во всем мире, соответствующими организациями системы Организации Объединенных Наций, Международным советом по науке, а также другими соответствующими неправительственными организациями, содействовать проведению Международного года кристаллографии, предлагает также Организации Объединенных Наций по вопросам образования, науки и культуры регулярно информировать Генеральную Ассамблею о ходе работы в этой связи и подчеркивает, что расходы на все мероприятия, которые могут возникнуть в связи с осуществлением настоящей резолюции, помимо расходов на мероприятия, предусмотренные в настоящее время мандатом упомянутого учреждения-исполнителя, должны покрываться за счет добровольных взносов, в том числе от частного сектора;

3. рекомендует всем государствам-членам, системе Организации Объединенных Наций и всем другим действующим лицам воспользоваться проведением Международного года кристаллографии для содействия принятию на всех уровнях мер, направленных на повышение уровня осведомленности общественности о значимости кристаллографии и поощрения широкомасштабного доступа к новым знаниям и мероприятиям в области кристаллографии.

121-е пленарное заседание,
3 июля 2012 года

БЕЗ усвоения базовых знаний **КРИСТАЛЛОГРАФИИ** – **бессмысленно** двигаться дальше по геохимической цепочке, цикле наук, изучающих **ВЕЩЕСТВО**.



Кристаллография обладает своим только ей присущим методом – **методом симметрии**.

«Симметрия» - по-гречески – соразмерность.
«Симметрия есть идея, с помощью которой человек веками пытался объяснить и создать порядок, красоту и совершенство» (*Герман Вейль*)

Что такое симметрия?

Термин «симметрия» (от греч. $\sigma\mu\mu\epsilon\tau\rho\iota\alpha$ соразмерность) ввел, как предполагают Пифагор

«Симметрия есть идея, с помощью которой человек веками пытался объяснить и создать порядок, красоту и совершенство» (Герман Вейль)

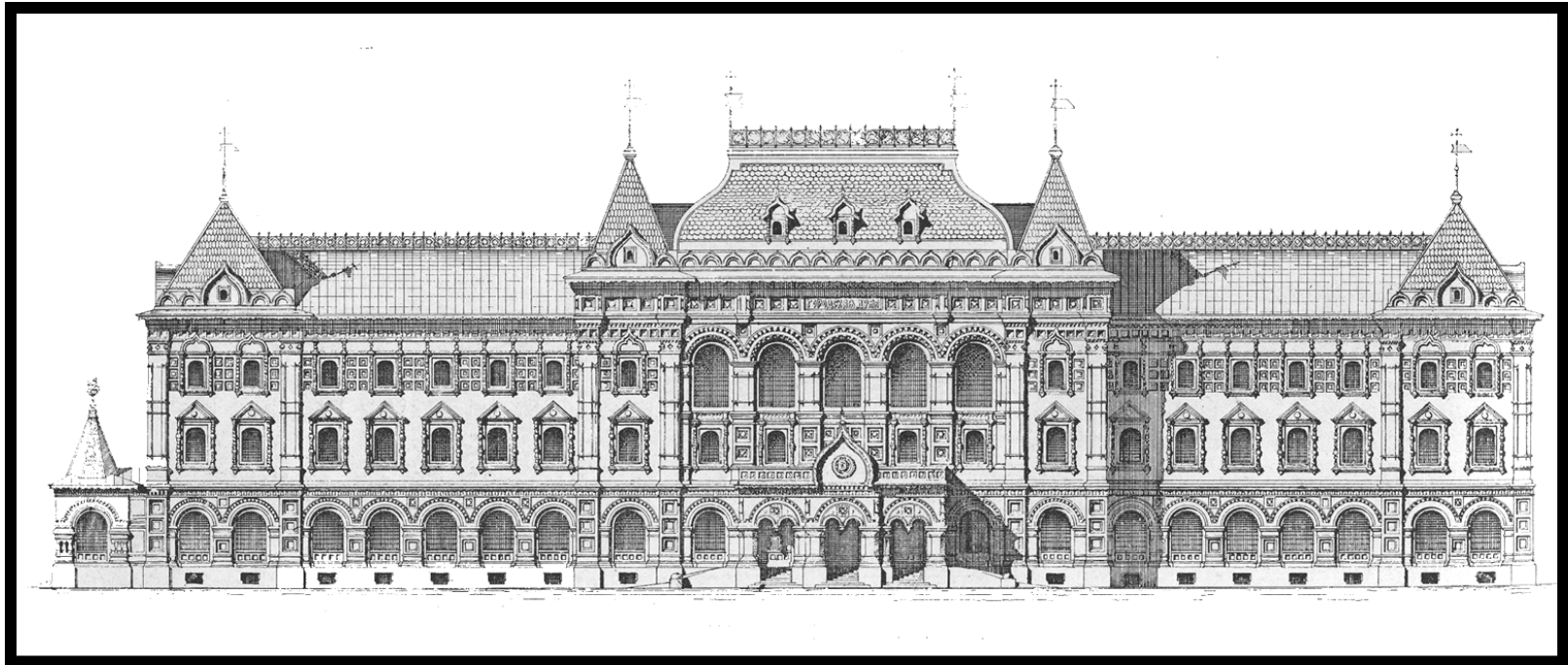
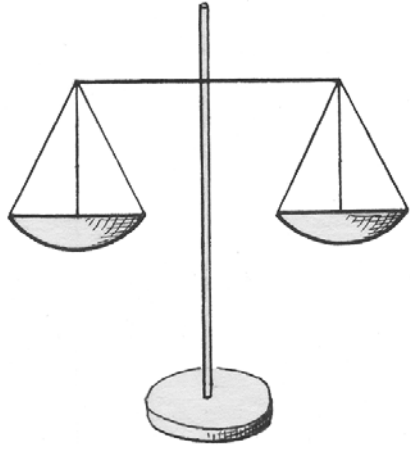
СИММЕТРИЯ ВОКРУГ НАС

Два бытовых значения слова

«симметрия»:

1. нечто, обладающее хорошим соотношением пропорций (музыка, архитектура, поэзия, геометрия),
2. зеркальная симметрия (весы)

Фасад здания Городской Думы в Москве обладает зеркальной (билатеральной) симметрией





**«Симметрия – это
свойство
геометрических тел
повторять свои части»**

Е.С.Федоров

*НЕКОТОРЫЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ И
ОБОЗНАЧЕНИЯ*

Симметричная фигура - Объект, который может быть совмещен сам с собой определёнными преобразованиями: поворотами или отражениями.

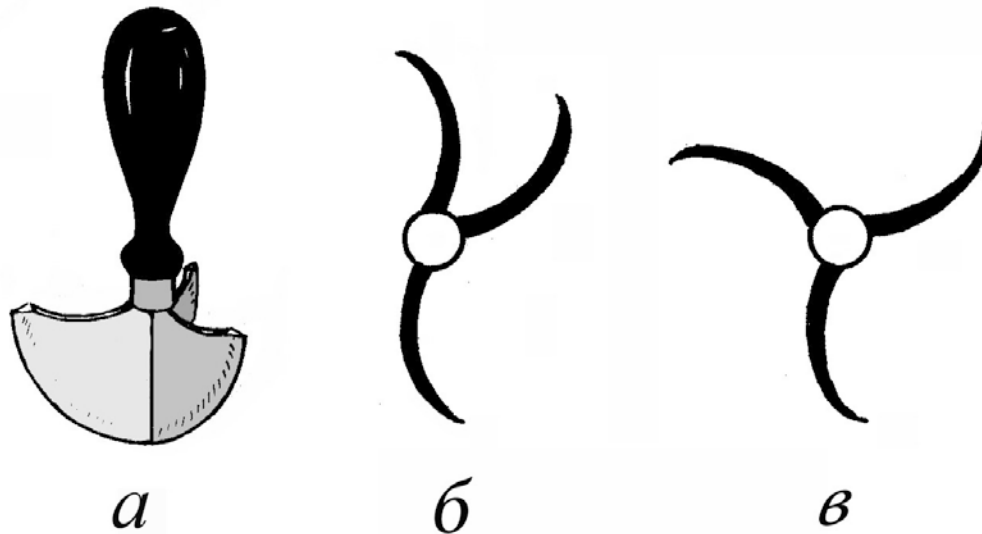
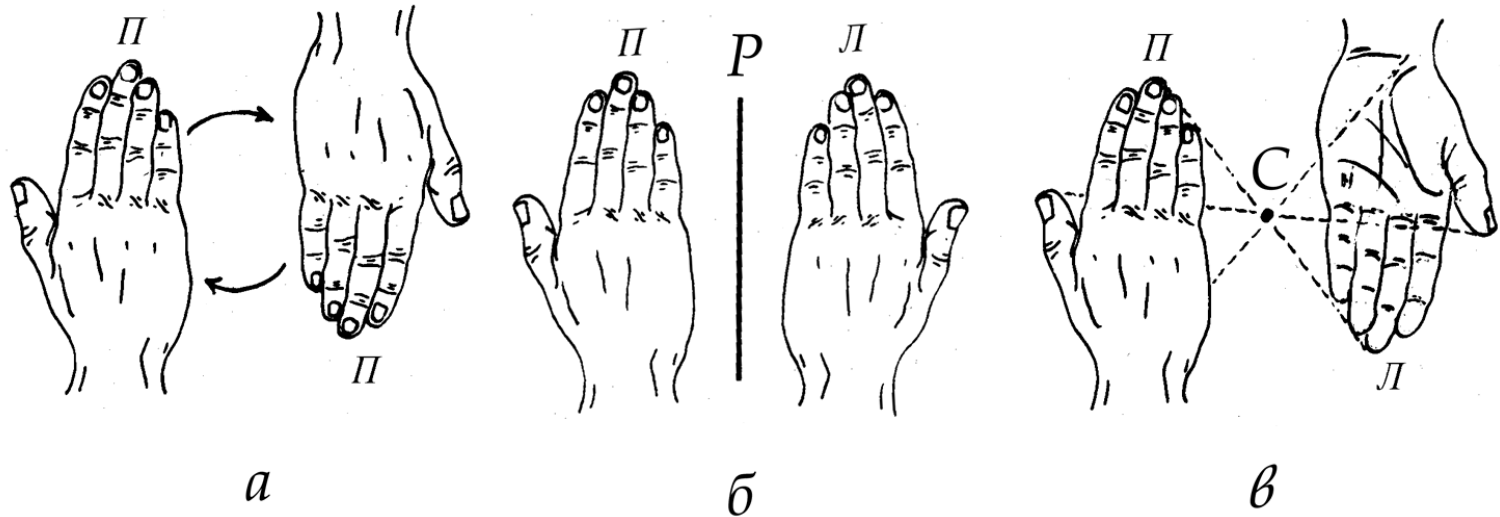


Иллюстрация симметричных и несимметричных фигур:
a – резак, обладающий поворотной осью 3-го порядка,
б – «несимметричная фигура» (лопасти расположены произвольно),
в – симметричная фигура (лопасти повернуты одна относительно другой на 120°)

Операция симметрии - Преобразование, совмещающее симметричную фигуру с собой.
(Обычно это поворот, или отражение)

Элемент симметрии *Вспомогательные*
геометрические образы (точки, прямые,
плоскости), с помощью которых
обнаруживается симметрия фигур

В зависимости от характера преобразования различают *элементы симметрии I и II родов*.

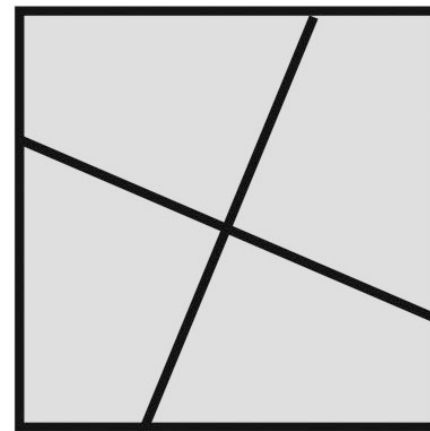
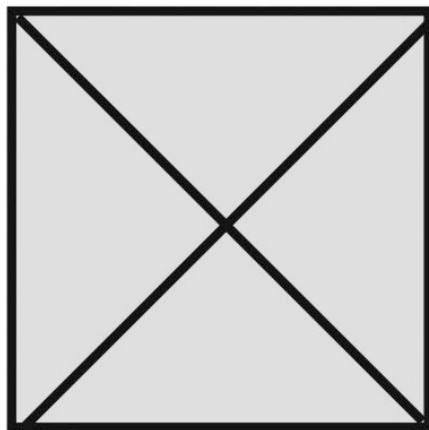
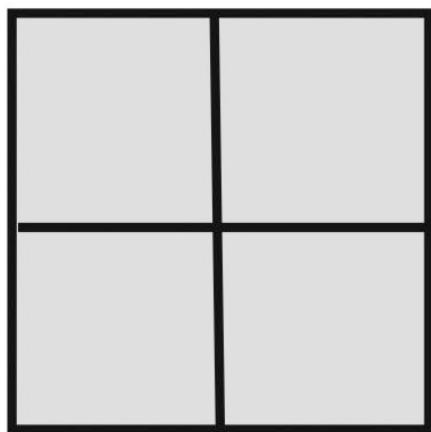


Элементы симметрии I рода связывают друг с другом **конгруэнтно равные** фигуры (греч. *congruens* - совмещающийся), т.е. фигуры, совмещающиеся при наложении (вложении) – правые (Π) с правыми, левые (Λ) с левыми.

Элементы симметрии II рода связывают друг с другом **энантиоморфные** (греч. *enantios* – противоположный, *morphe* – форма), т.е. зеркально равные фигуры или их части – Π с Λ.

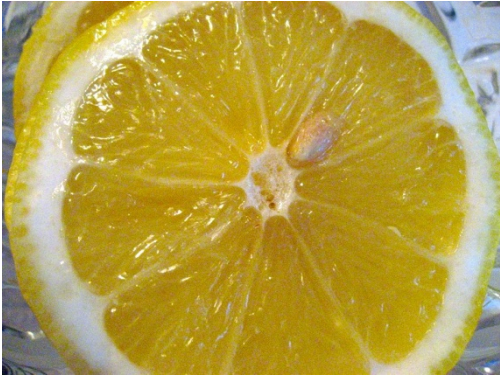
Операция симметрии - Поворот

Элемент симметрии - Поворотная ось $L_n = 360^\circ/\alpha$,
где n – порядок оси, α - элементарный угол поворота



Пример разбиения квадрата, обладающего осью 4-го порядка
на четыре равные части

Поворотных осей в природе полно!



Кристалл граната –
альмандина. Можно
увидеть оси 2, 3 и 4
порядков а также
ПЛОСКОСТИ

Пример зеркальной симметрии
поверхность воды
(озеро Горное, Ловозерские тундры, Кольский
полуостров).



В горах есть горизонтальные плоскости!

Пример зеркальной симметрии

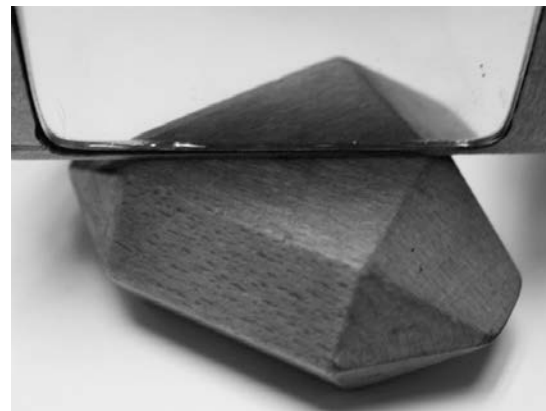
(озеро Сенгисъяврр, Ловозерские тундры, Кольский полуостров).



В горах есть и вертикальные плоскости!

Элемент симметрии – **Зеркальная плоскость**

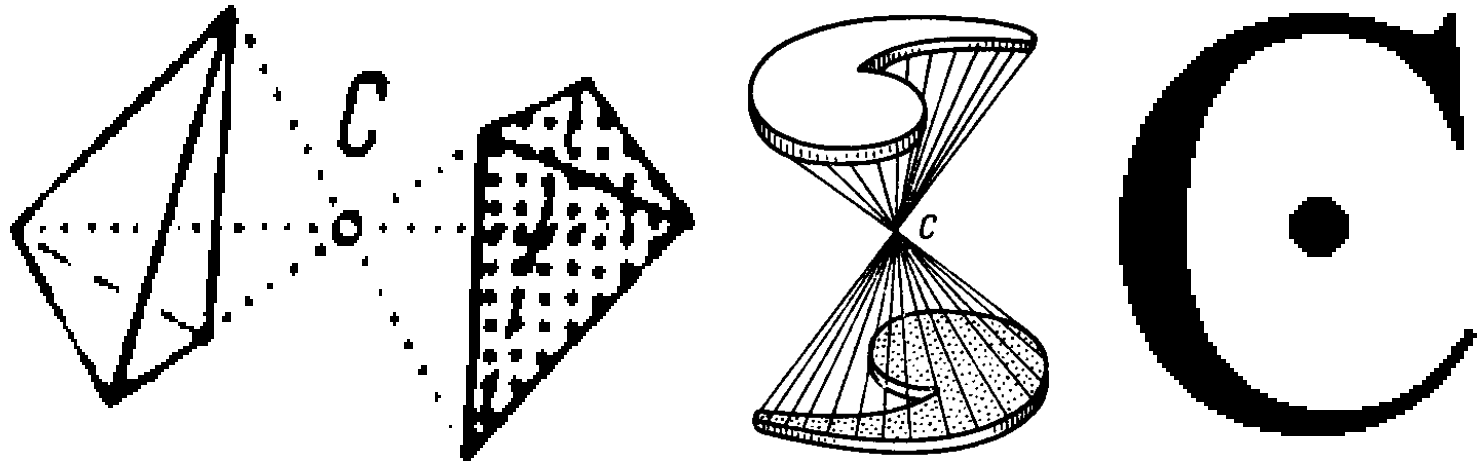
Объект, обладающий зеркальной плоскостью, разбивается этим элементом симметрии на две зеркально равные – энантиоморфные – части. Для определения наличия зеркальной плоскости в объекте полезно иметь наготове прямоугольное зеркальце. При прикладывании его к объекту отражение должно в точности соответствовать закрываемой части фигуры



Слева – зеркало приложено правильно и символизирует наличие в этом месте плоскости P ; *справа* – зеркало приложено неверно, плоскость по этой линии отсутствует

Операция симметрии - Отражение

Элемент симметрии – Центр симметрии = центр инверсии



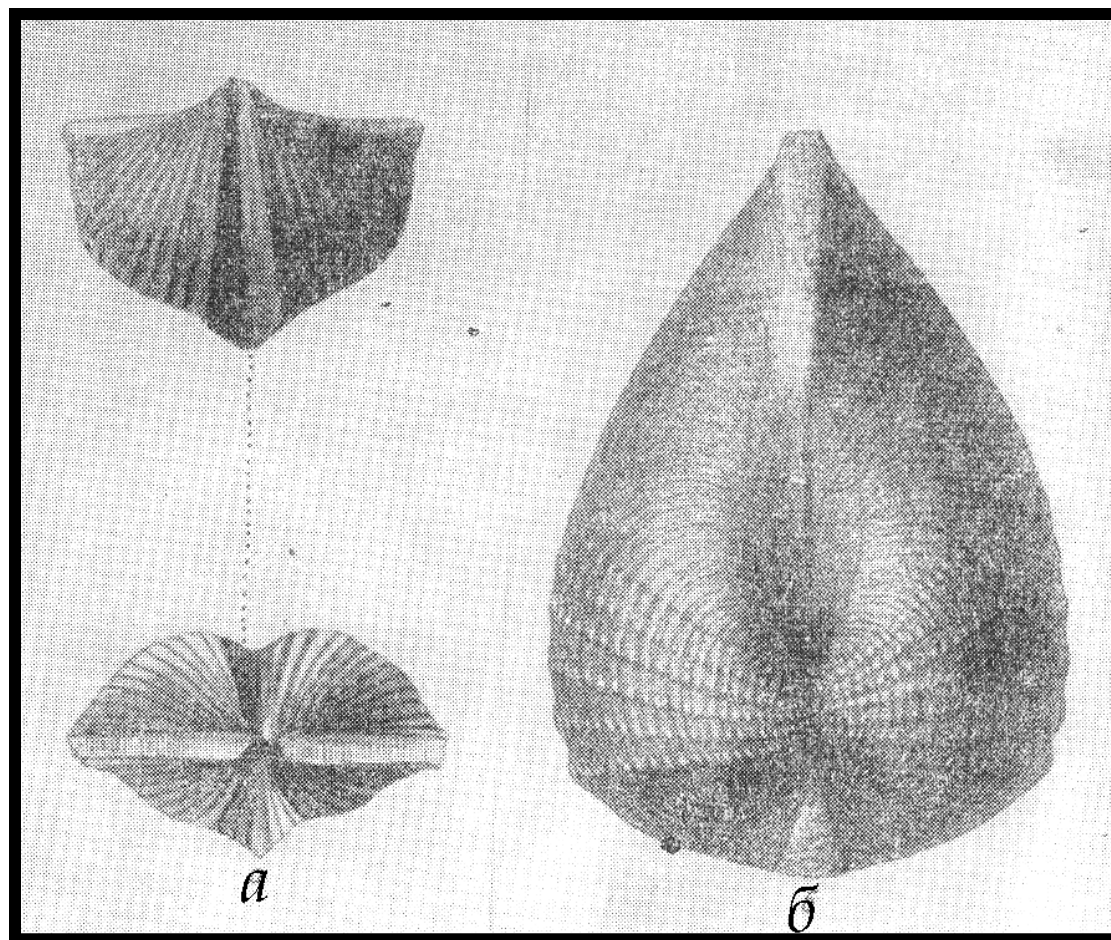
Центр симметрии – это особая «зеркальная» точка внутри фигуры, совпадающая с ее центром тяжести, «отражаясь» (инвертируясь) в которой, правая фигура не только переходит в левую, но и, поворачиваясь на 180° , становится антипараллельной исходной.

**Есть еще элементы..
Но о них не сегодня**



МИР вокруг нас симметричен на
всех уровнях – от космических
объектов до электронов

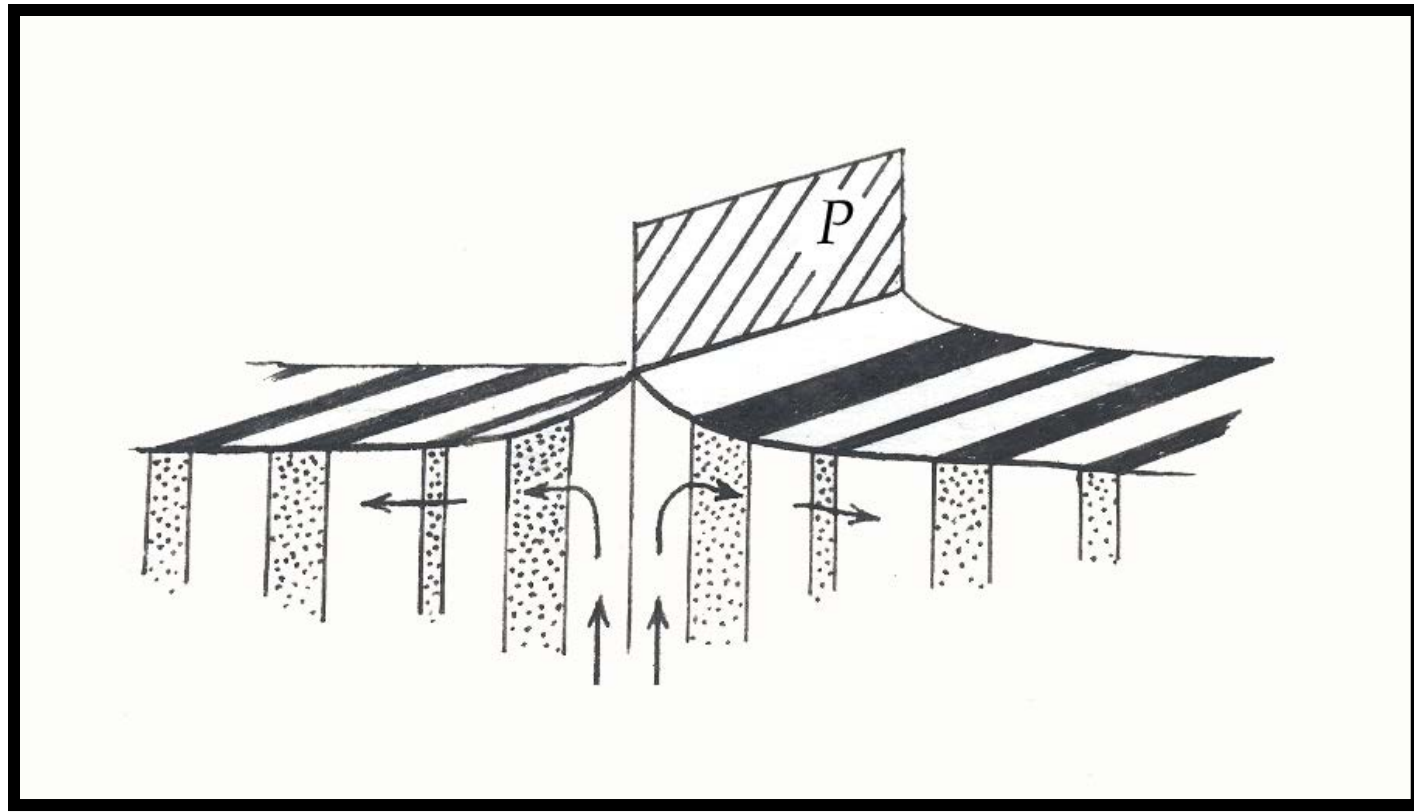
Двустворчатые раковины с плоскостью симметрии:
а) перпендикулярной створкам (класс брахиопод),
б) проходящей между створками (класс пелеципод)





Вулкан – можно провести бесконечное число
зеркальных плоскостей

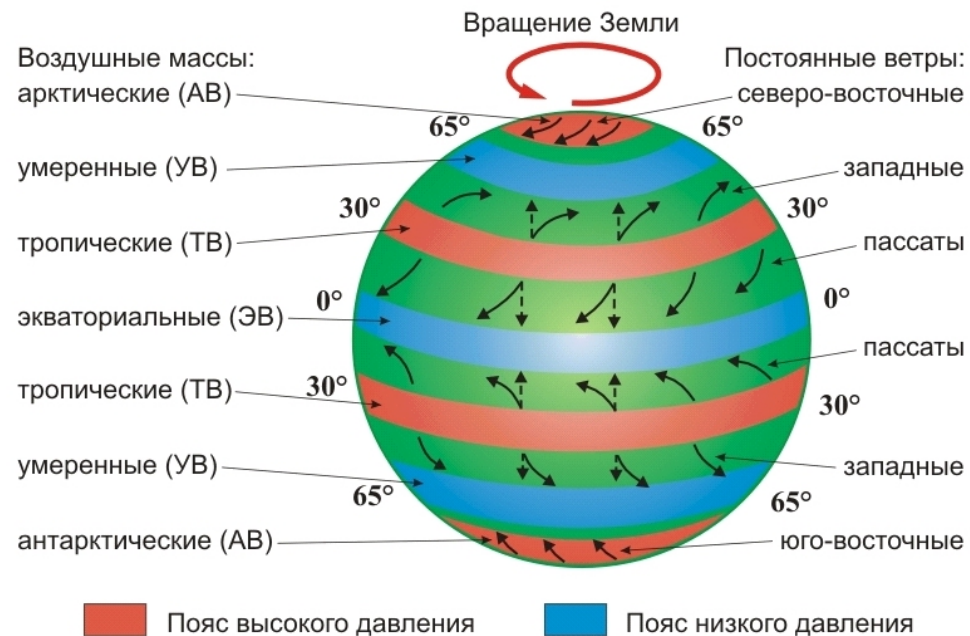
Схема срединно-океанического хребта, через который проходит зеркальная плоскость симметрии (P)



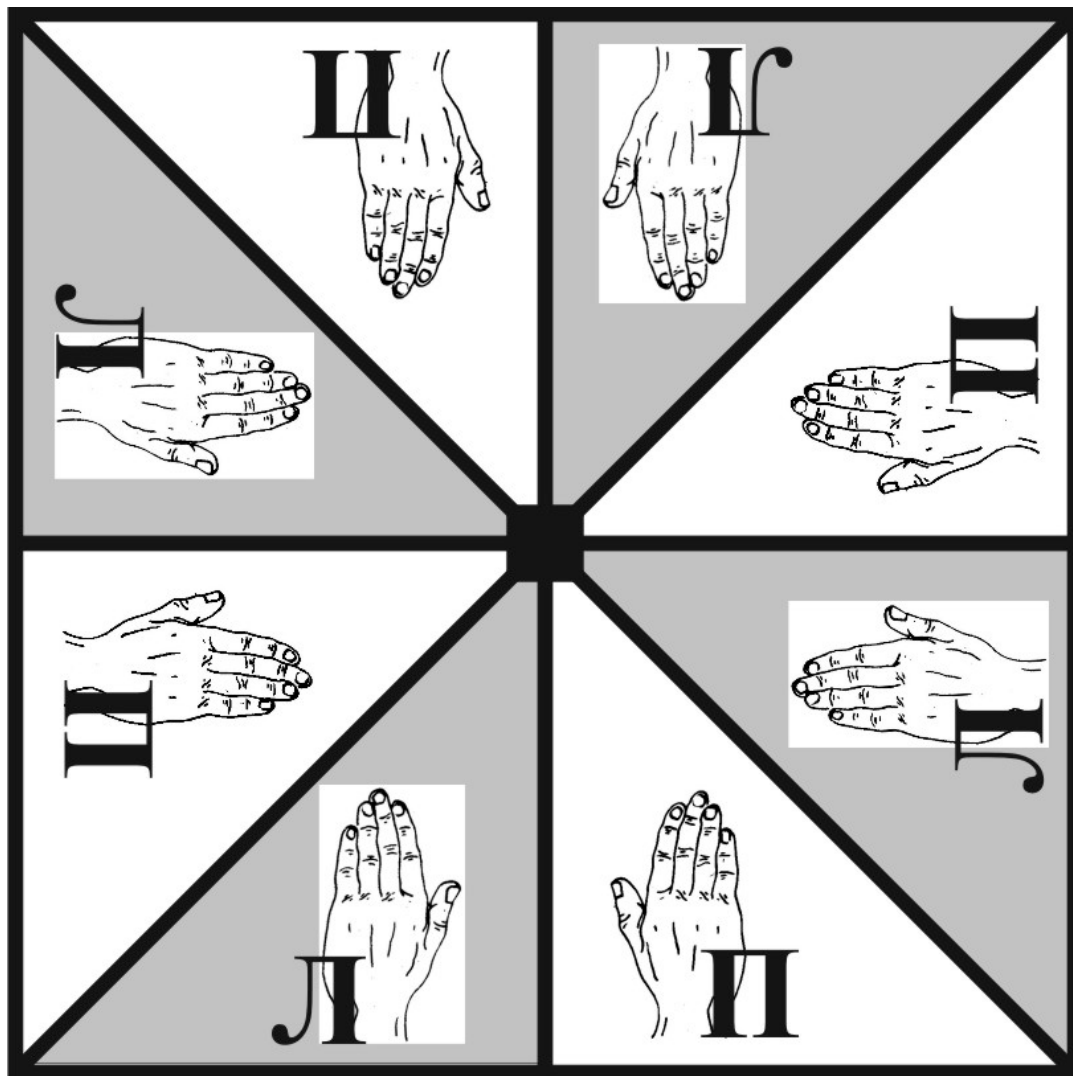
Тепловые пояса Земли.



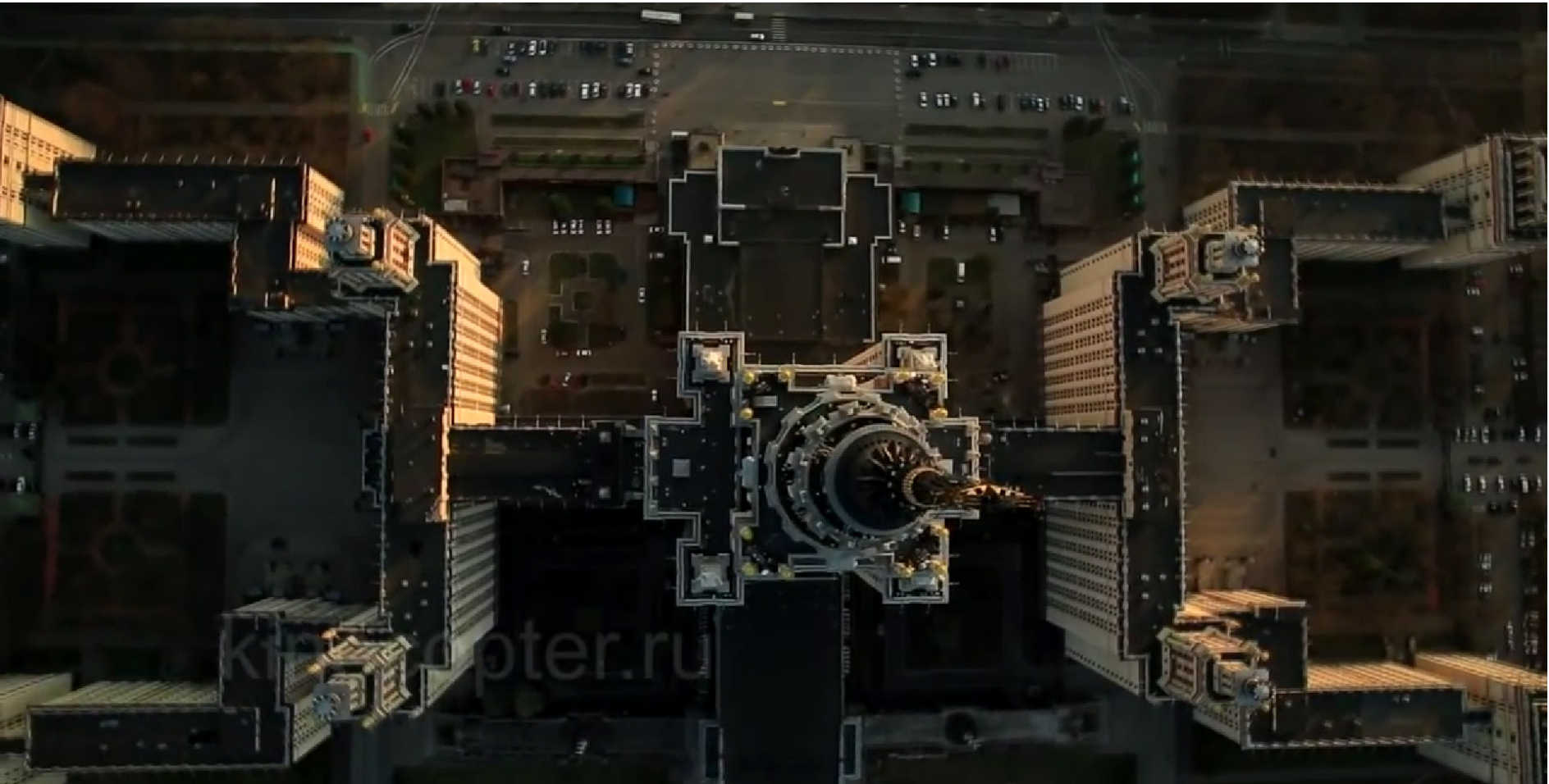
Воздушные массы Земли.



Поиграем



Поиграем

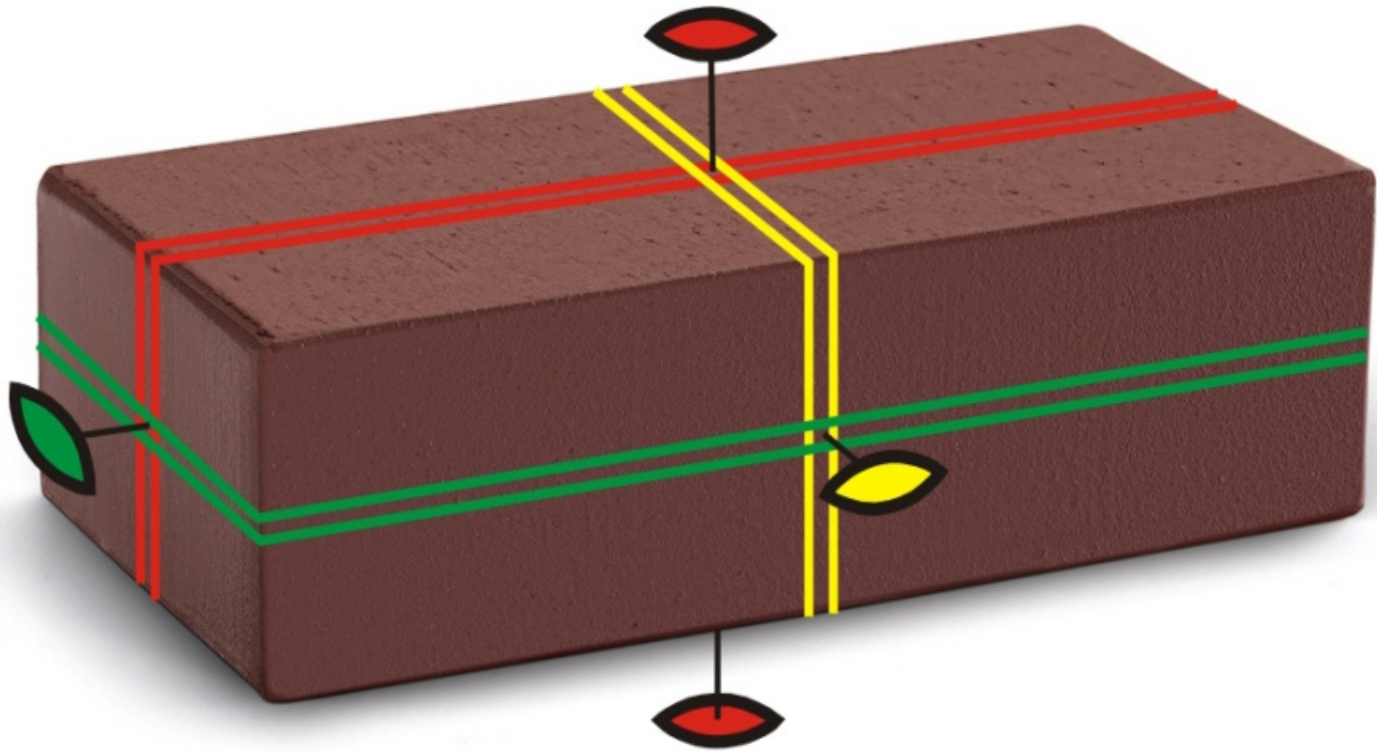


Поиграем



Поиграем





Поиграем



Поиграем

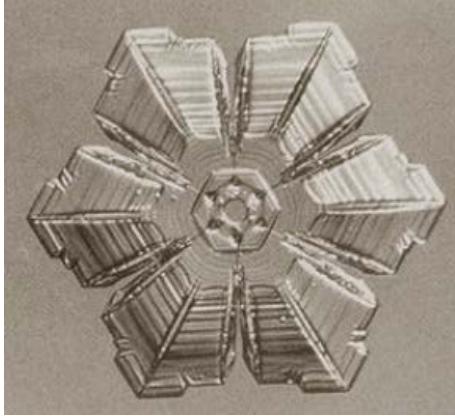


Флюорит

Поиграем



Поиграем



Поиграем



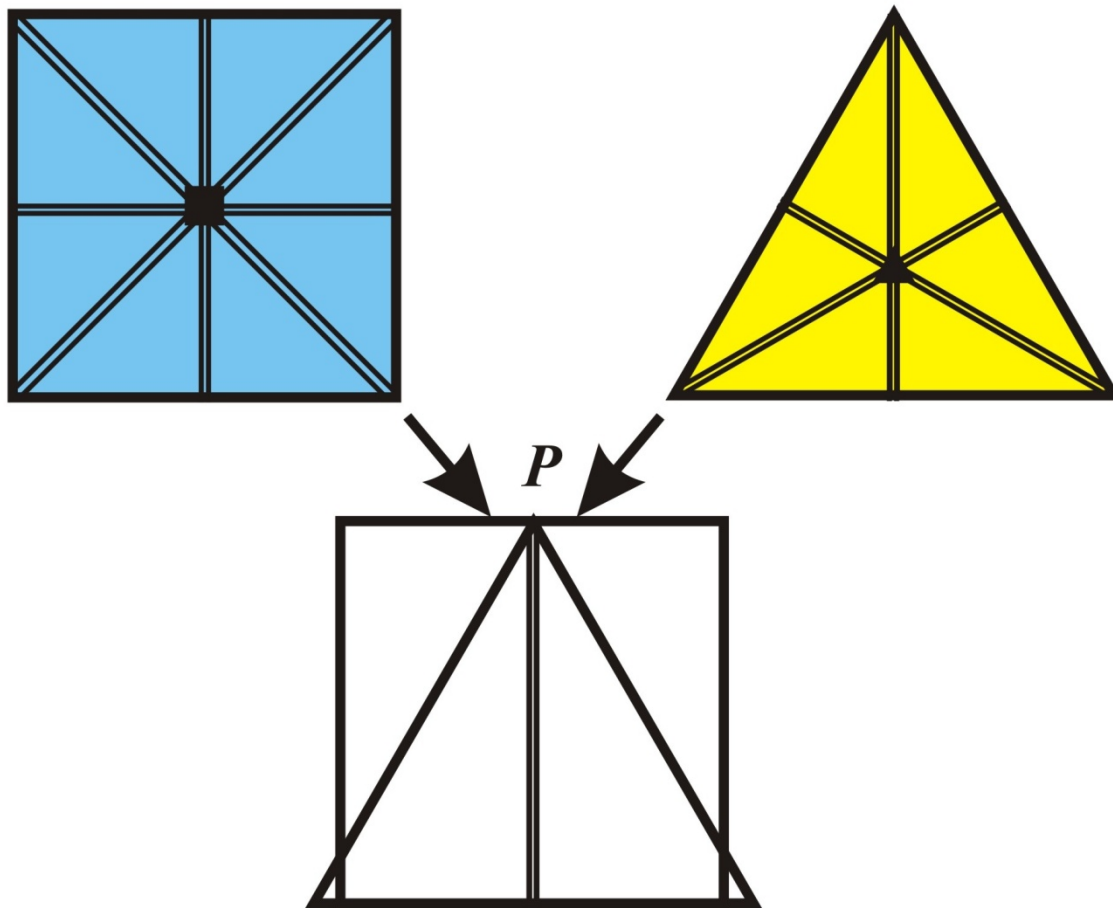


Пьер Кюри
(1859 – 1906)

*Пьер Кюри сформулировал
**универсальный закон
симметрии
(диссимметрии):**
В результате наложения
нескольких явлений
различной природы, каждое
из которых обладает своей
собственной симметрией, в
одной и той же системе
сохраняются лишь
совпадающие элементы
симметрии этих явлений.*

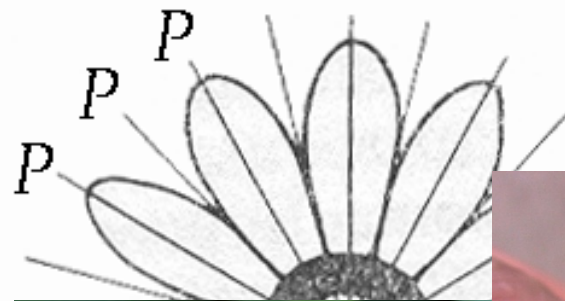
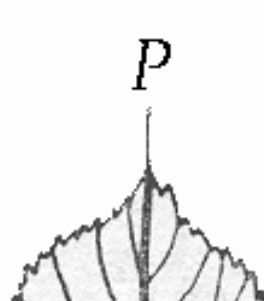
$L_4 2P'2P''$

$L_3 3P$



Демонстрация принципа суперпозиции Кюри: в результате наложения двух фигур – квадрата с симметрией $L_4 4P$ и треугольника с симметрией $L_3 3P$ остается только общий элемент симметрии – P .

Иллюстрация закона Кюри: лист обладает одной плоскостью симметрии - P (а), цветок – радиально-лучистой симметрией (б)



Все, что растет и движется по горизонтали или косо к земной поверхности, характеризуется симметрией листка. Все, что растет и движется по вертикали, имеет симметрию цветка

Вывод 1

Герберт Уэллс не знал принцип Кюри и кристаллографию, когда писал свою Войну миров



Вывод 2

Георгий Остер был знаком с принципом Кюри и кристаллографией, когда писал свой Задачник

Задача 47. Инопланетяне, посетившие школу №141, резко отличаются от жителей Земли. У каждого из них по 4 руки, 4 ноги и 2 совести. На сколько меньше всего перечисленного у ученика этой школы Степана Стульчикова, если известно, что рук и ног у него столько же, сколько у обычного человека, а совести нет совсем?



О результатах опроса:

ИТОГО сейчас на конференции:

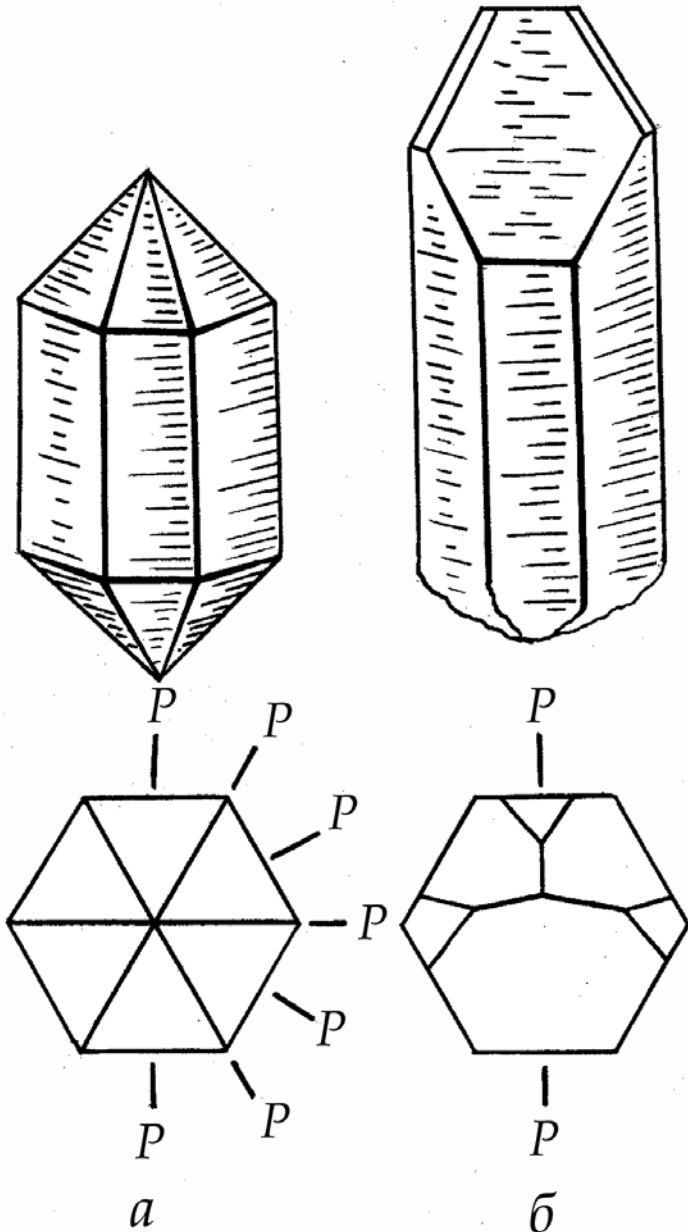
- 1) Людей
- 2) Малоподвижных «овощей»
- 3) Инопланетян из непонятной вселенной либо других измерений..

Вот и познакомились.....

Неприятный для нас факт

Кристаллы кварца, выросшие с вертикально (а) и наклонно (б) ориентированной главной осью.

В первом случае направление роста совпадает с направлением вектора силы тяжести, и кристалл приобретает радиально-лучистую симметрию; во втором – векторы роста и силы тяжести не совпадают, и в кристалле реализуется лишь одна плоскость симметрии.



Неприятный для нас факт

Какой неутешительный вывод придется сделать? В реальных условиях для выращивания идеальных кристаллов все оказывается достаточно неприятно: симметрия неизбежно понижается, хотя бы под действием закона всемирного тяготения. Не забудем и то, что кристалл растет исключительно медленно и за время его роста условия меняются неоднократно. Неудивительно, что существенное время на орбите международных космических станций космонавты проводят за выращиванием кристаллов в **«тепличных условиях»**.

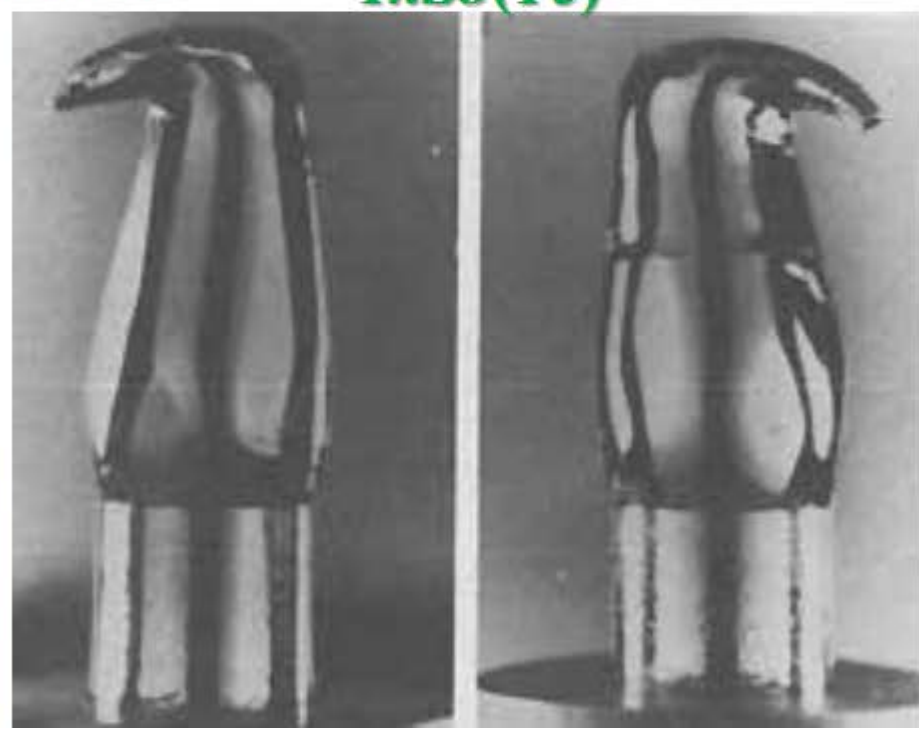
Кристаллизация в космосе

XX

Кристаллизация в условиях **невесомости** и **микрогравитации** для изучения процессов, определяющих микрооднородность и свойства выращиваемых высокосовершенных кристаллов.

Первые эксперименты были проведены американцами на станции «Скайлэб» в **1973 – 1974** гг. Методом **Бриджмена** в ампулах были получены кристаллы ***InSb(Te)*** с **более высокой однородностью** и с **меньшей плотностью дислокаций**, чем у их наземных аналогов. Однако в кристаллах ***Ge(Ga)*** по распределению удельного сопротивления была заметна не только **продольная**, но и **поперечная неоднородность**.

InSb(Te)



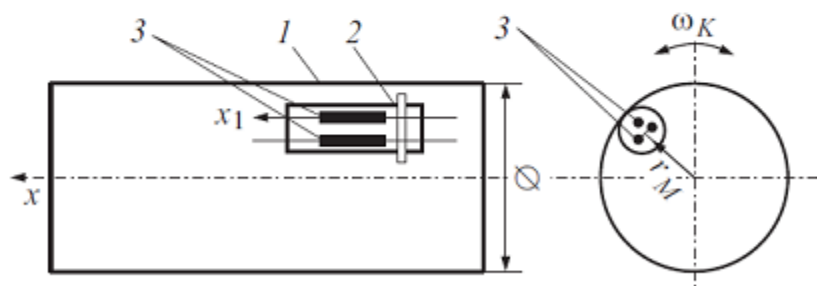


1975 г.

XX

На комплексе «Союз – Аполлон» проведены эксперименты по выращиванию **методом направленной кристаллизации** кристаллов твердого раствора *Ge-Si-Sb* (Институт металлургии АН СССР) и *Ge-Ga* (Массачусетский технологический институт, США). Все кристаллы **получились хуже**, чем выращенные на Земле аналоги.

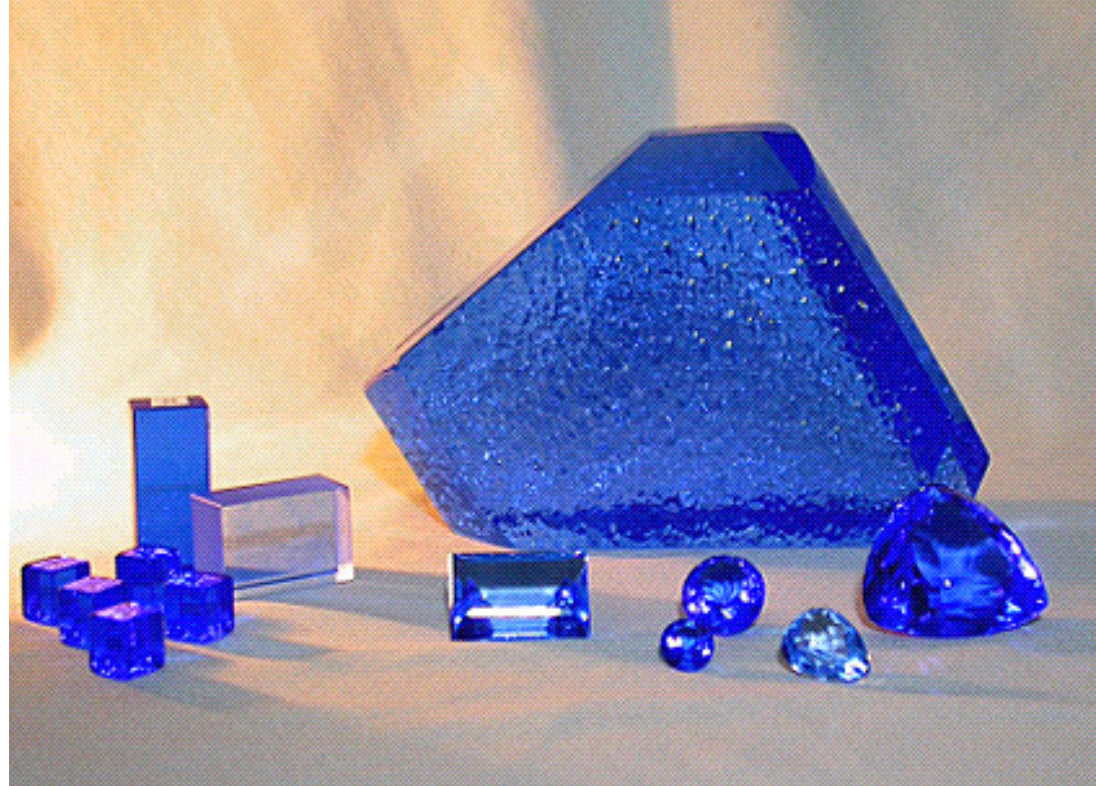
Наиболее несовершенными оказались образцы, полученные **горизонтальной кристаллизацией**, а **наиболее совершенными** – полученные **вертикальной кристаллизацией** с подачей тепла сверху.



МА-150-07
выращен на
Земле

МА-150-18 МА-150-17 МА-150-16 МА-150-07

Рис. 1. Схема расположения универсальной печи в стыковочном модуле станции „Союз–Аполлон“: 1 — корпус стыковочного модуля; 2 — универсальная печь; 3 — ампула с образцами сплавов; 4 — ω_K — угловая скорость колебаний модуля вокруг оси x [6].



«Одного этого золота достаточно было бы для того, чтобы сжечь вас на костре! — завопил он. — Это дьявольское золото!

Человеческие руки не в силах изготовить металл такой чистоты!

К началу 21-ого века
разработаны многочисленные методы
получения кристаллов.

Основными методами получения
совершенных кристаллов большого размера
считаются технологии выращивания
из расплава,
из растворов,
из газовой фазы.

https://vk.com/crystal_msu



Всероссийский конкурс - олимпиада «Кристалльное дерево знаний» 2021

Геологический факультет ИГУ им. М.В. Ломоносова
Централизованная библиотечная система Западного административного округа
Медико-биологическая школа «Вита»
ФНИЦ «Кристаллография и фотоника» Российской академии наук
ФИЦ «Кольский научный центр Российской академии наук»
Всемирный фонд дикой природы (WWF Russia)



**Всероссийский конкурс по выращиванию кристаллов
приглашает участников!**

**Вырасти свой кристалл,
присылай отчет** (презентация и видео ролик (2-3 минуты))

о проделанном эксперименте на электронный почтовый ящик crystal_msu@mail.ru,

если сможешь **загрузи фотоисторию зарождения
и развития кристалла**

в альбом официальной группы проекта (https://vk.com/crystal_msu),

**и жди приглашения
на очное выступление финалистов!**



Осенний этап Олимпиады:

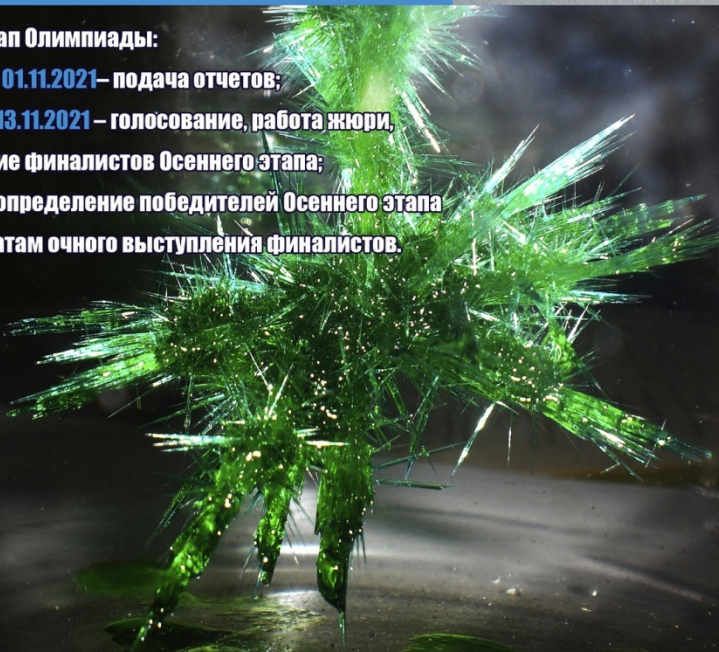
19.04.2021 – 01.11.2021 – подача отчетов;

01.11.2021 – 13.11.2021 – голосование, работа жюри,

определение финалистов Осеннего этапа;

14.11.2021 – определение победителей Осеннего этапа

по результатам очного выступления финалистов.



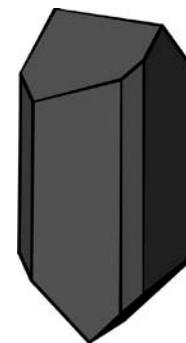
Контактная информация:
Официальная группа проекта: https://vk.com/crystal_msu
Виолетта Шанина, куратор Олимпиады: crystal_msu@mail.ru
vk.com/violetta_shamina



Неприятный для нас факт

Внешняя среда искусно маскирует истинную симметрию кристалла. Это приводит к тому, одинаковые по своим физическим характеристикам грани могут сильно отличаться в реальном кристалле друг от друга, что может привести к ошибкам в определении симметрии кристалла. В этой связи визуального осмотра образца может оказаться недостаточно, исследователю приходится определять симметрию более строгим образом, а не «на глазок».

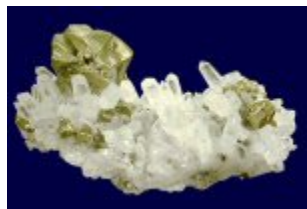
Приятные новости!



На первых порах работаем с идеализированными моделями
где все эти гадости выключены

Кристаллы – самые удивительные и высокосимметричные творения неживой природы

Слово “*кристалл*”
произошло от греческого
(кристаллос), во времена
древнегреческого поэта
Гомера означавшего
“прозрачный лед”.



Что такое кристалл?

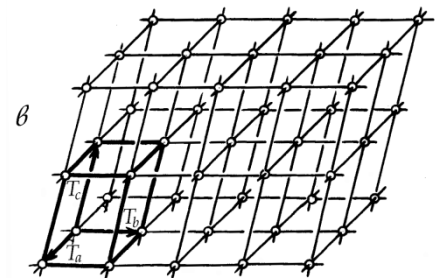
**Пещера, обнаруженная в 2000 г в Мексике.
Размер
кристаллов селенита (разновидность гипса) до
15 м.**



КРИСТАЛЛЫ - твердые, **однородные**, анизотропные вещества, способные в определенных условиях самоограняться.

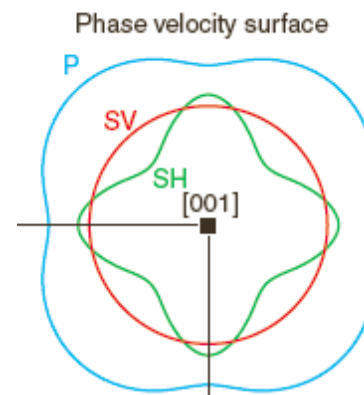
Однородность - Под однородным понимают такое тело, каждой точке которого соответствует бесчисленное множество расположенных на конечных расстояниях друг от друга эквивалентных точек не только в физическом, но и в геометрическом смысле.

Кристаллическая решетка – выразитель кристаллического состояния вещества, так как любой кристалл, даже лишенный какой-либо внешней симметрии, обладает трехмерной периодичностью, т. е. находится в состоянии решетки.



КРИСТАЛЛЫ - твердые, однородные, **анизотропные** вещества, способные в определенных условиях самоограняться.

Анизотропность - это способность кристалла по-разному проявлять одно и то же свойство в различных направлениях. Поскольку многие физические свойства кристаллов, такие как твердость, теплопроводность, показатели преломления, спайность и др., зависят от межатомных расстояний, а следовательно, от типа и силы химических связей между атомами, то в разных направлениях в кристаллическом веществе они проявляются по-разному.



КРИСТАЛЛЫ - твердые, однородные, анизотропные вещества, способные в определенных условиях **самоограняться**.

Еще одним важным свойством кристаллического вещества, отличающим его от аморфного, является способность кристалла при определенных условиях принимать естественную многогранную форму, т. е. самоограняться.

Любой обломок кристалла, попав в соответствующую среду, например, в пересыщенный раствор того же состава, начнет покрываться гранями, в то время как аморфное вещество останется без изменения.



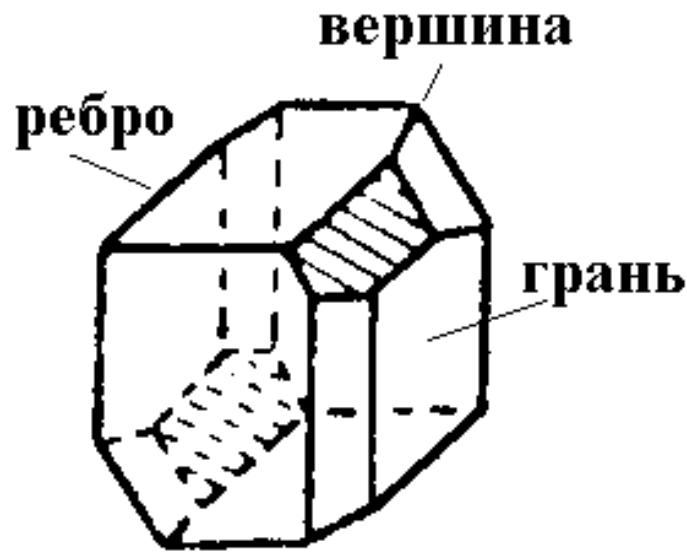
КРИСТАЛЛЫ - **твердые, однородные, анизотропные вещества, способные в определенных условиях самоограняться.**

Важным свойством кристалла является его способность при определенных условиях принимать естественную многогранную форму, т. е. **самоограняться.**

Любой обломок кристалла, попав в соответствующую среду, например, в пересыщенный раствор того же состава, начнет покрываться гранями, в то время как аморфное вещество останется без изменения.



КРИСТАЛЛ - выпуклый многогранник элементами которого являются:



- * **Грань** - плоская поверхность, ограничивающая кристалл
- * **Ребро** - Линия пересечения двух граней кристалла
- * **Вершина** - точка пересечения ребер кристалла

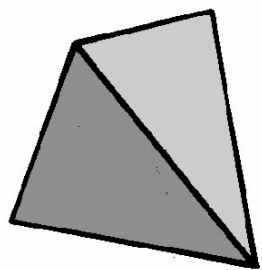
В выпуклом многограннике
сумма чисел его вершин и граней на 2 больше числа его рёбер,
т.е. $V + Г = P + 2$
(Это доказал Эйлер)



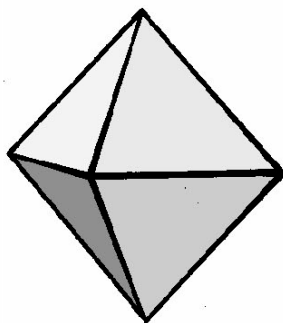
Леонард Эйлер (1707-1783 гг.)

Современный вид сферической тригонометрии придал Эйлер - математик, физик, астроном. Швейцарец по происхождению он с 1727 г. работал в России, а с 1741 г. – в Берлине (а с 1766 г. – опять в России). Автор более 800 работ, оказавших значительное влияние на развитие науки.

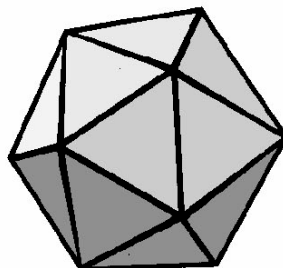
Проверим на правильных многогранниках



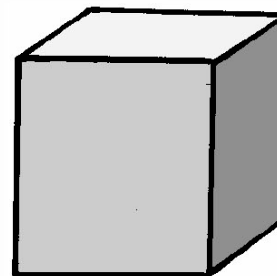
a



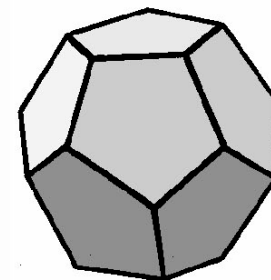
б



в



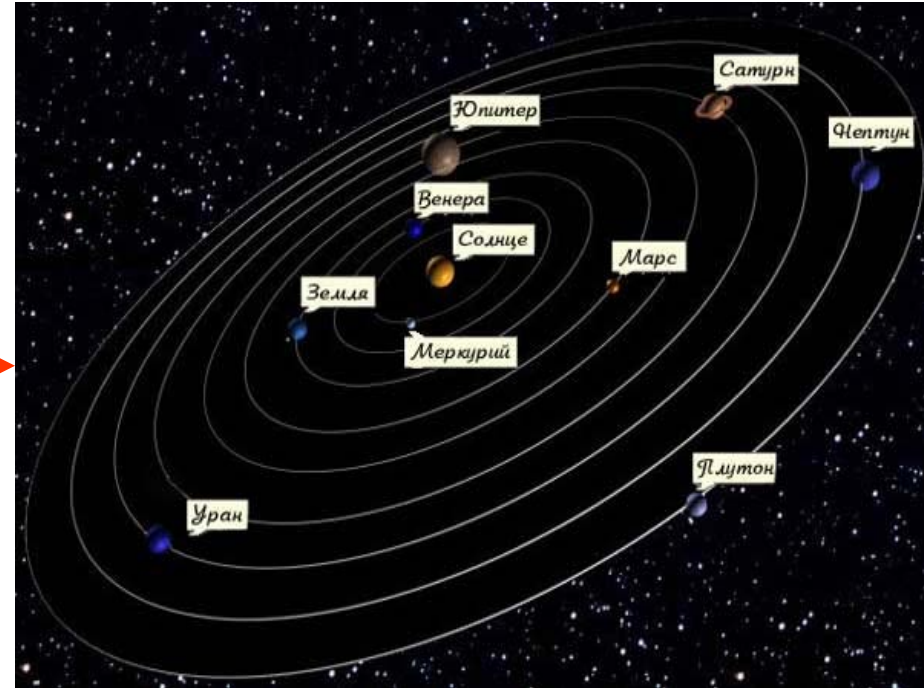
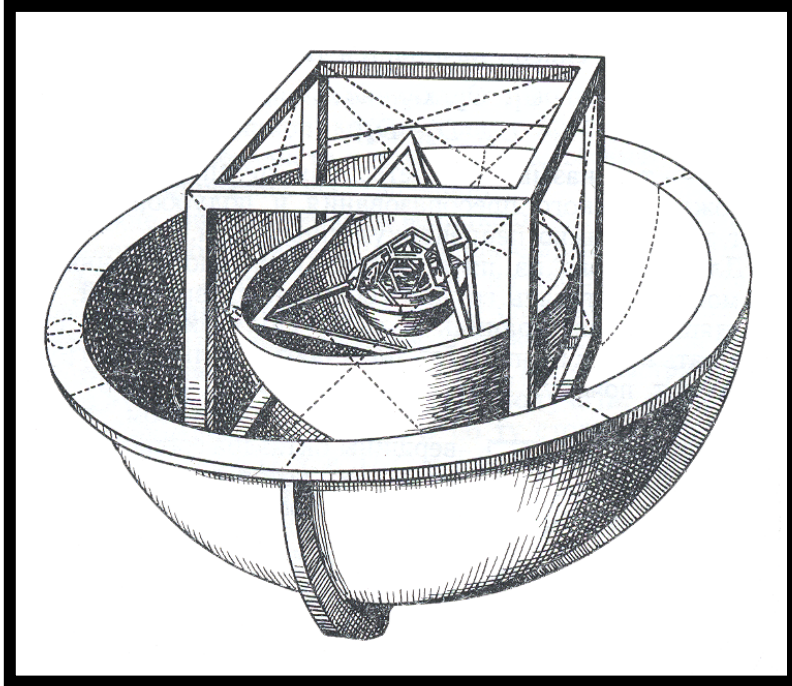
г



д

Многогранник	Число вершин	Число граней	Сумма В+Г	Число ребер	Число ребер+2	Встречаемость в кристаллах
тетраэдр	4	4	8	6	8	Да
гексаэдр	8	6	14	12	14	Да
октаэдр	6	8	14	12	14	Да
икосаэдр	12	20	32	30	32	Только в квазикристаллах
додекаэдр	20	12	32	30	32	Только в квазикристаллах

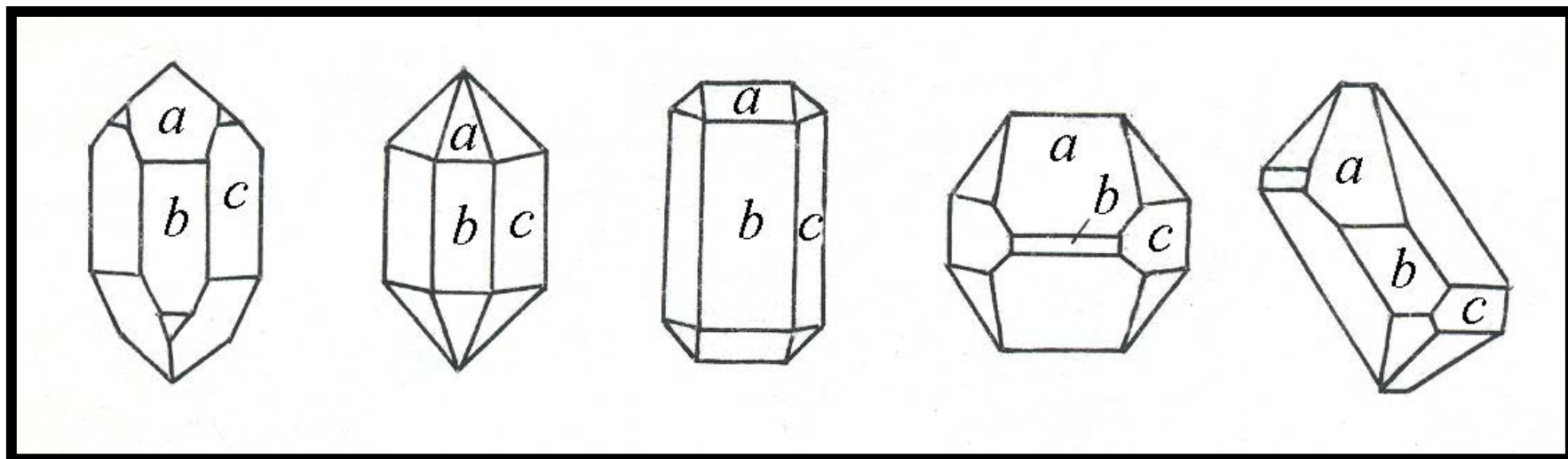
Магия Платоновых тел



Построение **И. Кеплера**: шесть сфер, соответствующих орбитам 6 планет – Сатурну, Юпитеру, Марсу, Земле, Венере и Меркурию, разделенные **кубом, тетраэдром, додекаэдром, октаэдром и икосаэдром**. В наличие скрытой математической гармонии Вселенной Кеплер верил до конца жизни



Волшебство кристаллического мира № 1



Датский естествоиспытатель *Николай Стенон* (*Нильс Стенсен*, 1638-1686 гг.), исследуя кристаллы кварца открыл **основной закон геометрической кристаллографии** –

Хотя кристаллы одного и того же вещества (минерала) могут иметь разную форму, углы между их соответственными гранями остаются неизменными



В 1783 г. Ж. Б. Л. Роме-де-Лиль (1736-1790 гг.) вновь сформулировал закон постоянства углов:

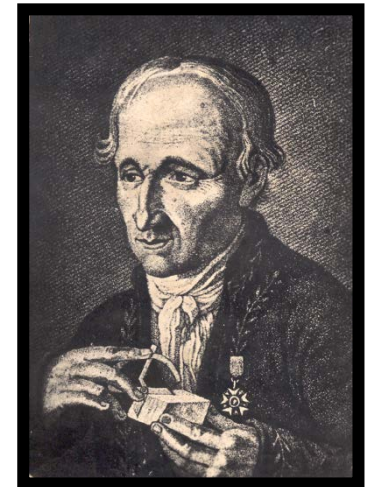
“Грани кристалла могут изменяться по своей форме и относительным размерам, но их взаимные наклоны постоянны и неизменны для каждого рода кристаллов”

Волшебство кристаллического мира №2

*В кристаллах нет осей 5-го и выше 6-го
порядков.*

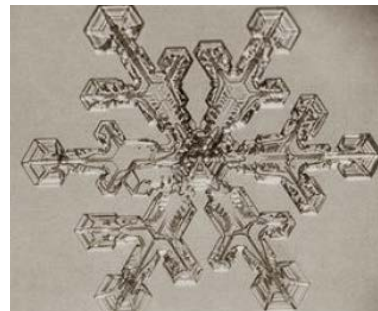
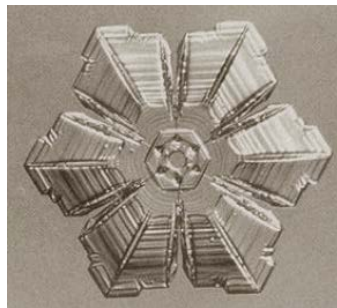
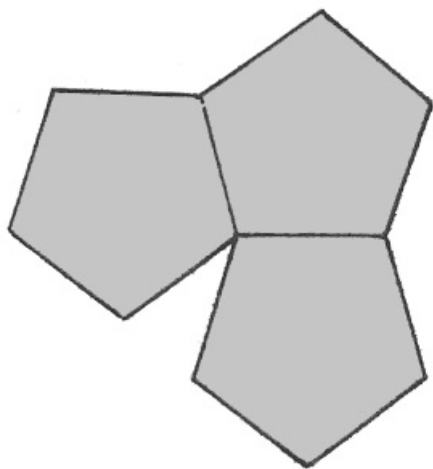
Основной закон симметрии кристаллов,
установленный эмпирически, но
впоследствии подтвержденный строением
кристаллов.

*В кристаллических многогранниках
порядок осей ограничен числами
1, 2, 3, 4, 6*



Рене Жюст
Гаюи (1743 –
1822 гг.)

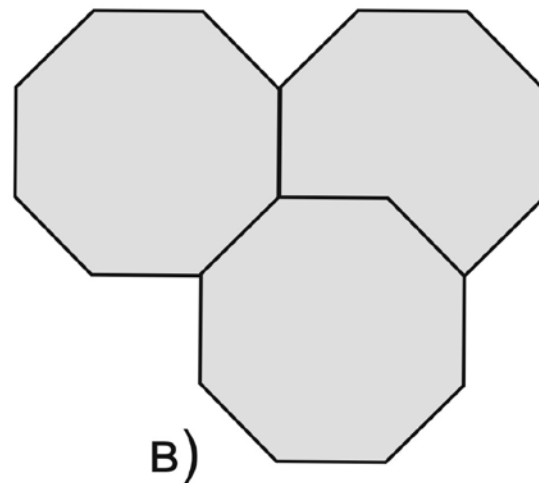
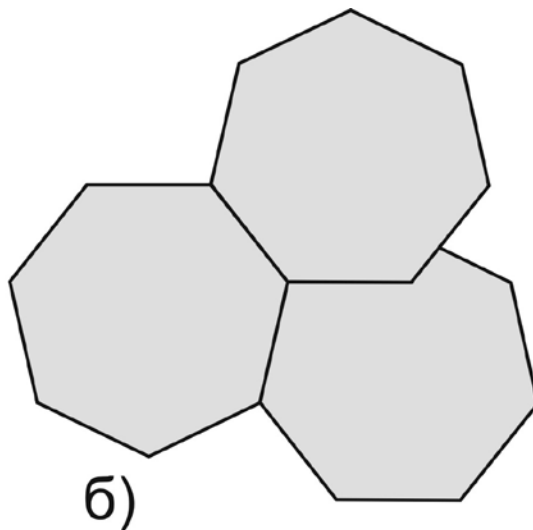
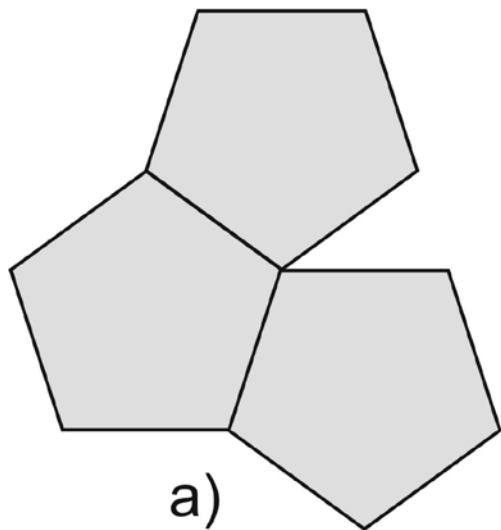
Нельзя правильными пяти- или n -угольниками
(где $n > 6$) выполнить все двумерное
пространство без остатка



Снежинки всегда 6
лучевые
(а цветы – не всегда!)



Шестиугольниками все двухмерное пространство без остатка заполнить можно!!



(доказано пчелами)

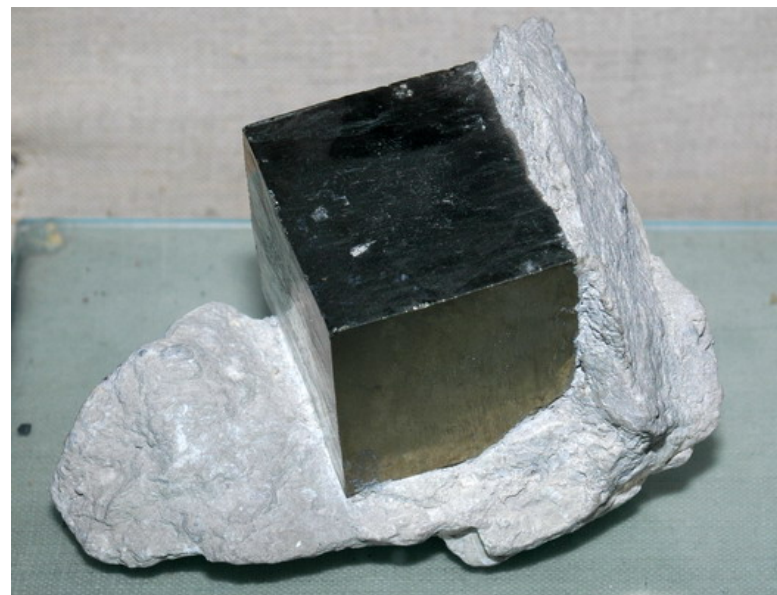
В кристаллах нет осей порядка >6



А В живых организмах ЕСТЬ! $N > 6$



В кристаллах нет осей 5-го порядка



А В живых организмах ЕСТЬ! $N=5$



Живые организмы любят! оси с $n=5$ и >6



Таблица 25. Иглокожие северной части Тихого океана.

- Морские звезды:
1 — *Pycnopodia hellantoides*;
2 — *Strongylocentrotus nudus*;
3 — *Crossaster papposus*;
4 — *Distolasterias nipon*;
5 — *Evasterias retifera*;
6 — *Patiria pectinifera*.
- Офиуры:
7 — *Strongylocentrotus purpuratus*;
8 — *Amphiodia rossica*;
9 — *Psolus chitonoides*.
- Морские ежи:
10 — *Ophiacantha bidentata*;
11 — *Brisaster townsendi*;
12 — *Stichopus japonicus*.
- Голотурии:
13 — *Astrometis sertulifera*;
14 — *Amphiphiura ponderosa*.

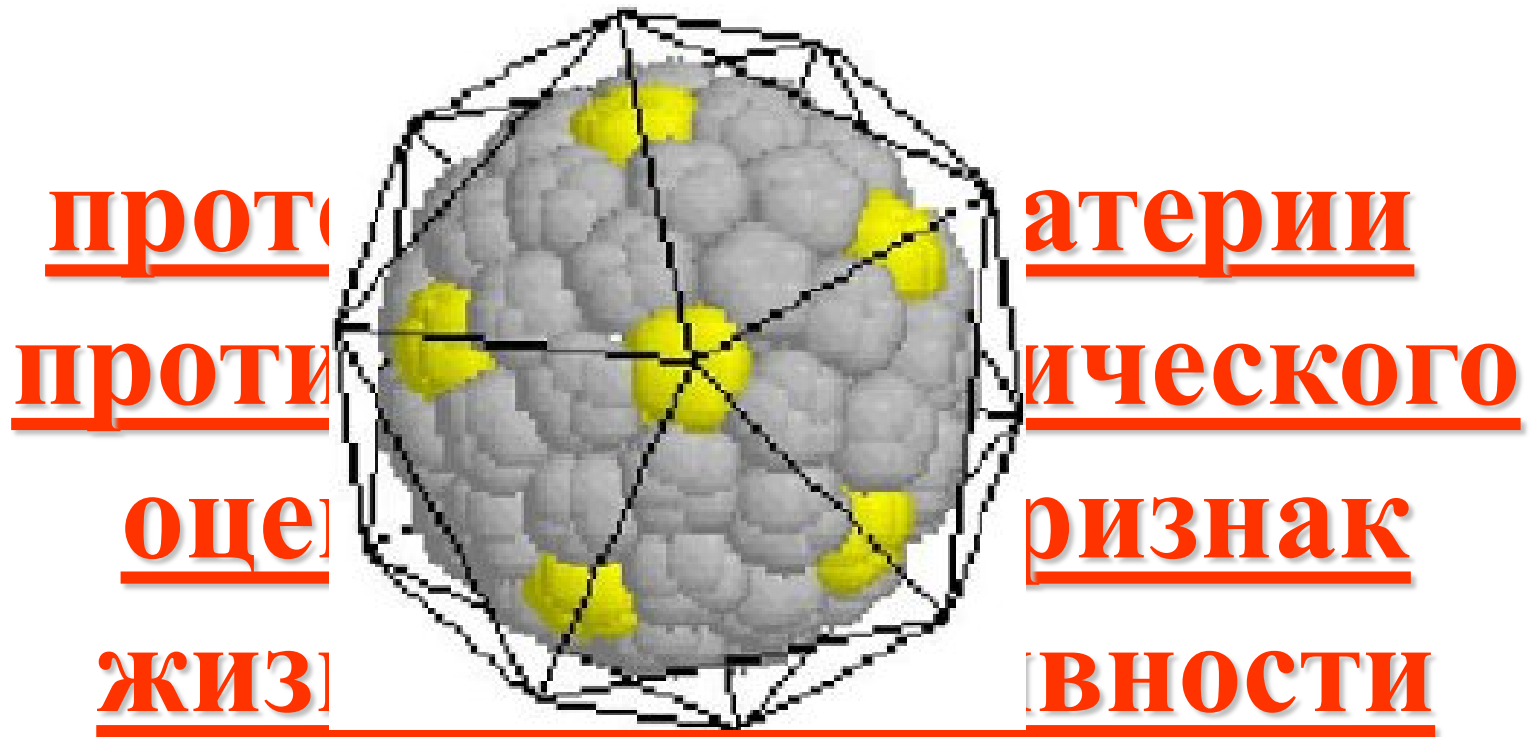


Почему?

1) Из вредности

2) Страх перед
неживой природой

Наличие в живых организмов таких осей –

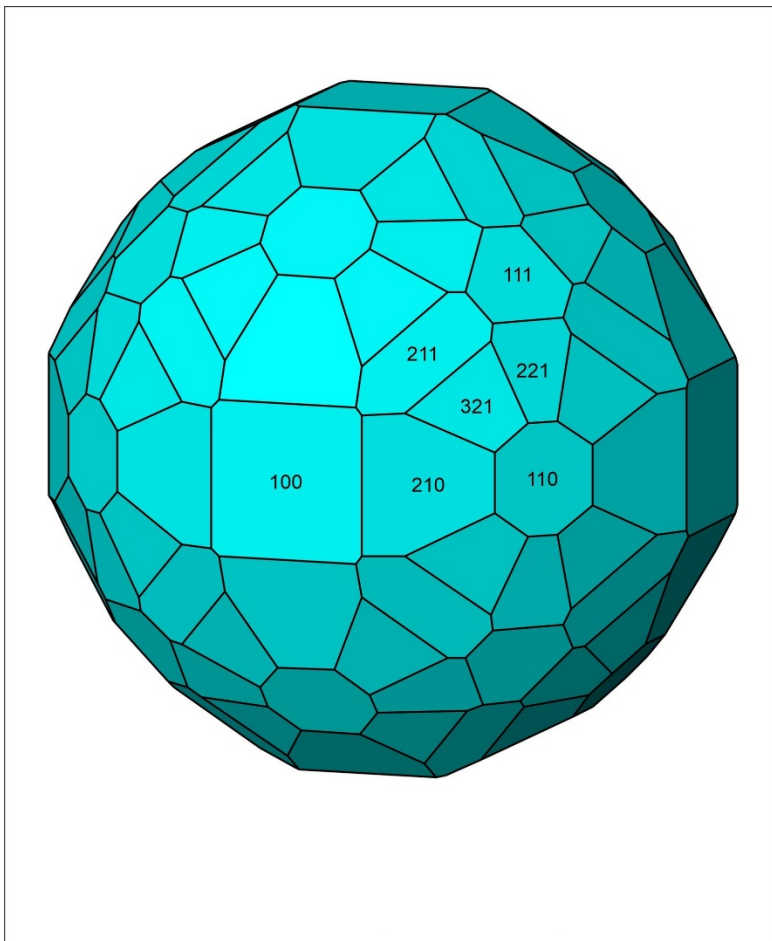


Вирус SV-40.



ЛЕКЦИЯ 2

Волшебные оси
(это выдумка или нет?)



Попробуем найти элементы симметрии на идеализированной модели?