

РАССМОТРЕНА
на заседании ШМО
учителей математики
руководитель ШМО
_____/Нозимова И.А. /
протокол
от «31» августа 2023 г.
№ 1

СОГЛАСОВАНА
заместитель директора
_____/ Иванова О.А./
«31»августа 2022г.

РАССМОТРЕНА
на заседании
педагогического
совета,
Протокол
от «31»августа 2023 г.
№ 1

УТВЕРЖДЕНА
приказом ОГБОУ
«СОШ № 20 с УИОП
г. Старого Оскола»
от «31» августа 2023 г.
№ -ОД

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
внеурочной деятельности
«Тысяча граней геометрической красоты. Многогранники»

Направление общеинтеллектуальное
(для программ внеурочной деятельности)
Форма организации клуб
Класс 9 «Б»
Возраст детей 15-16 лет
Год обучения первый
Педагог Шевченко Галина Владимировна

Пояснительная записка

Программа внеурочной деятельности объемом 34 ч. для 9 «Б» класса ОГБОУ «СОШ №20 с УИОП г. Старого Оскола».

Цель: расширить теоретические знания, сформировать и применять полученные знания в практической деятельности в процессе самообразования.

Задачи:

- повышение у учащихся мотивации к изучению математики;
- развитие самостоятельного творческого мышления у учащихся, активизация их мыслительной деятельности;
- выявление закономерных связей между различными областями знаний (математика-геология, математика-химия и т.д.)
- выяснение степени интереса учащихся к предмету, оценка возможности овладения предметом с точки зрения дальнейшей профессиональной перспективы (применение полученных знаний в будущей профессии геолога).

Предполагаемая внеурочная деятельность содержит вопросы, не проработанные в базовом (школьном) курсе математики. В связи с этим, предполагаемый курс сможет привлечь внимание обучающихся: он поможет изучить основы аналитической геометрии на плоскости и в пространстве, научит понимать обобщающие законы природы, даст возможность усвоить основные понятия симметрии и геометрии природных форм, позволит применять на практике универсальный принцип симметрии (принцип Пьера Кюри).

В предполагаемой деятельности обучающиеся могут самостоятельно разобраться в формах и симметрии кристаллических образований. Так как кристаллы являются твердыми телами, имеющими естественную форму многогранников, то данный курс помогает также изучить одну из основных тем в традиционном школьном курсе геометрии – тему «Многогранники». Кроме того обучающиеся смогут самостоятельно овладеть некоторыми темами школьного курса, содержащими сведения о симметрии, многогранниках, геометрических телах.

Содержание данного курса имеет отличие от базового школьного курса математики, где раздел «Симметрия» представлен односторонне. В базовом курсе, например, представлена математическая составляющая свойств симметрии, а ее общенаучный аспект упоминается только вскользь.

Предполагаемый курс математики «Тысяча граней геометрической красоты» имеет **инновационный аспект**, так как направлен на:

- интеграцию знаний;
- формирование общенаучной осведомленности;
- создание представлений о науке как естественном результате практической деятельности человека;
- понимание внутренних закономерностей развития научного знания;
- расширение представлений о сферах математики, фундаментальные закономерности которой являются формообразующими ещё и в природе, архитектуре, музыке и т.д.

В соответствии с выраженным инновационным содержанием, материал данного курса может широко использоваться как на традиционных уроках математики, так и на интегрированных уроках, а также в процессе работы разного типа и при подготовке к предметным олимпиадам.

Предполагается, что результатами освоения учащимися данного курса внеурочной деятельности должны стать следующие **умения, фундаментальные и профессиональные:**

- 1) использование в дальнейшем математических знаний о «симметрии» как инструмента познания мира.
- 2) проведение обобщений, обнаружение закономерностей на основе анализа экспериментов и систематизации частных явлений, выдвижение гипотез, обоснование последующих необходимых проверок;
- 3) применение в будущей профессиональной деятельности приобретенных геометрических представлений для изучения кристаллов и в целом геологических законов природы;
- 4) развитие геологии как науки в её высшей и прикладной форме функционирования (составление научных материалов по результатам исследований, формирование графиков научных наблюдений, составление диаграмм, схем и т.д.);

5) овладение элементами дискурса (умение соотносить свою точку зрения с мнением авторитетных источников, находить полезную и злободневную информацию, обобщать и систематизировать её для формирования, обоснования и отстаивания собственного мнения;

6) умение предельно ясно и точно выражать свои мысли как в устной, так и в письменной форме.

В ходе освоения предлагаемого курса внеурочной деятельности, обучающиеся имеют возможность ознакомиться с научно – популярной литературой, содержащей современную проблемную информацию, а также провести самостоятельный поиск информации, необходимой для подтверждения интересующих фактов, получить дополнительную информацию из материалов, которые входят в учебное пособие или использовать Интернет, видео- и аудио - материалы. Кроме того, обучающиеся имеют возможность провести элементарное самостоятельное исследование (индивидуально или в группе). Побуждающими факторами для осуществления обучающимися такой работы являются различные задания учителя (разнообразные дидактические материалы, лабораторные работы по различным предметам), систематические наблюдения самих обучающихся в процессе выращивания кристаллов, а так же работа над составлением рефератов по интересам.

Предполагаемый курс по математике, рассчитанный на 34 часа, обеспечен **программой**, содержащей примерное распределение учебного времени, а также **учебно – тематическим планом**. В целом курс построен таким образом, что учитель имеет возможность менять порядок тем, исключить некоторые из них в соответствии с интересами обучаемых, производить замену или добавлять новые фрагменты.

Основные **формы** организации учебных занятий:

- самостоятельная работа,
- объяснение,
- лекция,
- беседа,
- лабораторная работа,
- проведение и описание опытов,
- семинар.

Предлагаемый курс математики станет для обучаемых дополнительным фактором формирования интереса к этому предмету в школе, осознания универсальности математических знаний, их роли и значения при освоении постулата о единстве мира.

Для большей эффективности работы содержание программы составлено в следующем виде:

Содержание программы

Тема 1. Симметрия (2 часа)

Занятие 1. Симметрия. Виды симметрии: осевая симметрия, центральная симметрия, поворотная симметрия, параллельный перенос, зеркальная симметрия. Композиция симметрии (1 час).

Занятие 2. Симметрия в пространстве: центральная симметрия, осевая симметрия, зеркальная симметрия, параллельный перенос (1 час).

Тема 2. Понятие многогранника (3 часа)

Занятие 3. Призма. Пирамида. Правильная пирамида (1 час).

Занятие 4. Понятие правильного многогранника (1 час).

Занятие 5. Изготовление моделей правильных многогранников с помощью развертки (1 час).

Тема 3. Геометрическое тело (2 часа)

Занятие 6. Геометрическое тело. Понятие цилиндра, конуса, сферы и шара (1 час)

Занятие 7. Изготовление моделей цилиндра, конуса с помощью развертки (1 час)

Тема 4. Симметрия фигур, тел (2 часа)

Занятие 8. Симметрия фигур, тел. Распределение по классам симметрии (1 час)

Занятие 9. Элементы симметрии правильных многогранников (1 час).

Тема 5. Симметрия в природе (19 часов)

Занятие 10 (вводное). Симметрия в природе. Симметрия в мире растений. Симметрия в мире насекомых, рыб, птиц. Животных. Симметрия в неживой природе. Асимметрия (1 ч).

Занятие 11. Поиски обобщающих законов в природе (1 час)

Занятие 12. Обобщающие законы в природе (1 час)

Занятие 13-14. Основные понятия о симметрии и геометрии природных форм (2 часа).

Занятие 15. Принцип симметрии Пьера Кюри (1 час).

- Занятие 16.** Симметрия в неживой природе (1 час).
- Занятие 17.** Формы и симметрия кристаллических образований (1 час).
- Занятие 18.** Выращивание кристаллов (1 час).
- Занятие 19.** Ромбододекаэдр (1 час).
- Занятие 20.** Построение правильных многогранников с использованием куба (1 час).
- Занятие 21.** Начальные сведения по кристаллографии (1 час).
- Занятие 22.** Симметрия в мире живой природы (1 час).
- Занятие 23.** Сопоставление кристаллических фигур с формами растений и животных (1 ч).
- Занятие 24.** Формы и симметрия растений (1 час).
- Занятие 25.** Формы и симметрия беспозвоночных животных (1 час).
- Занятие 26.** Формы и симметрия позвоночных (1 час).
- Занятие 27.** Формы и симметрия геологических образований. Симметрия земного шара (1 час).
- Занятие 28.** Симметрия в физике (1 час).
- Занятие 29.** Определение кристаллов в природе (1 час).
- Занятие 30.** Определение симметрии в архитектуре (1 час).
- Тема 6. Симметрия в искусстве (2 часа)**
- Занятие 31.** Симметрия в архитектуре, живописи, музыке (1 час).
- Занятие 32.** Симметрия в предметах декоративно-прикладного искусства. Орнамент. Типы симметрии орнаментов. Бордюры. Розетки. (1 час).
- Тема 7. Симметрия графиков функции (1 час)**
- Занятие 33.** Симметрия геометрических преобразований графиков функции (1 час).
- Тема 8. Обобщение темы симметрии (1 час)**
- Занятие 34.** Красота и целесообразность симметрии (1 час).

**Календарно-тематическое планирование курса внеурочной деятельности
«Тысяча граней геометрической красоты»**

№ п/п	Наименование тем курса	Всего часов	В том числе		Форма занятий	Форма контроля
			теория	практика		
1.	Симметрия. Виды симметрии на плоскости	1	0,5	0,5	работа с тестом	С.р.
2.	Симметрия в пространстве	1	0,5	0,5	семинар	С.р.
3.	Призма. Пирамида. Правильная пирамида	1	0,5	0,5	лекция	С.р.
4.	Понятие правильного многогранника	1	0,5	0,5	семинар	Реферат
5.	Изготовление моделей правильных многогранников	1		1	практич. работа	Модель
6.	Геометрическое тело. Понятие цилиндра, конуса. Сфера и шар	1	1		лекция	С.р.
7.	Изготовление моделей цилиндра, конуса	1		1	практич. работа	С.р.
8.	Симметрия фигур. Распределение по классам симметрии	1	0,5	0,5	семинар	С.р.
9.	Элементы симметрии правильных многогранников	1	0,5	0,5	семинар	С.р.
10.	Симметрия в природе	0,5	0,5		лекция	С.р., задание 1
11.	Поиски обобщающих	1	0,5	0,5	семинар	Реферат,

	законов в природе					задание 2,3
12.	Обобщающие законы в природе	1	0,5	0,5	семинар, беседа	Реферат, задание 4
13. 14.	Основные понятия о симметрии и геометрии природных форм	2	1	1	семинар	Реферат, задание 5
15.	Принцип симметрии Пьера Кюри	1	0,5	0,5	семинар	Реферат, задание 6,7
16.	Симметрия в неживой природе	1	0,5	0,5	семинар	Реферат, задание 8
17.	Формы симметрии кристаллических преобразований	1	0,5	0,5	семинар	Реферат
18.	Выращивание кристаллов	1	0,25	0,75	практич. работа	Составление коллекции кристаллов
19.	Ромбододекаэдр	1	0,5	0,5	семинар	Реферат
20.	Построение правильных многогранников с использованием куба	1		1	практич. работа	С.р.
21.	Начальные сведения о кристаллографии	1	1	1	лабор. работа	Проверить формулы
23.	Симметрия в мире живой природы	1	0,5	0,5	семинар	Реферат
23.	Сопоставление кристаллических фигур с формами растений и животных	1	0,5	0,5	семинар	Реферат
24.	Формы и симметрия растений	1	0,5	0,5	семинар	Реферат
25.	Формы симметрии беспозвоночных животных	1	0,5	0,5	семинар	Реферат
26.	Форма и симметрия позвоночных	1	0,5	0,5	семинар	Реферат
27.	Формы и симметрия геологических образований	1	0,5	0,5	семинар	Реферат
28.	Симметрия земного шара	1	0,5	0,5	семинар	Реферат
29.	Симметрия в архитектуре, живописи, музыке	1	0,5	0,5	семинар	Реферат
30.	Симметрия в предметах декоративно-прикладного искусства	1	0,5	0,5	семинар	Реферат
31 32.	Определение кристаллов в природе. Определение симметрии в архитектуре	3		3	экскурсия	Отчет
33.	Симметрия в геометрических преобразованиях графиков функции	1	0,5	0,5	лекция	С.р.
34.	Красота и целесообразность симметрии	1	0,5	0,5	семинар	С.р.

Список литературы, используемой учителем

1. Азевич, А. И. Двадцать уроков гармонии: Гуманитарно-математический курс. – М.: Школа – Пресс, 2013.
2. Астафуров В.И.. основы химического анализа. –М.: Просвещение.1999.
3. Бондарев В.П. Геология. Курс лекций. –М.,2002
4. Верховский В.Н., Смирнов А.Д. Техника химического эксперимента. Том 2 М.: Просвещение,1999.
- 5.Иванов Г.В.,Задорожный В.П. Вечера занимательной химии. – Воронеж,1975. 6. Иконников А. В. Художественный язык литературы.- М.: Искусство,1999.
7. Компанец, А. С. Симметрия в микро- и макромире. – М.: Наука, 1999.
8. Крайнева Л.Б. Построение правильных многогранников с использованием куба. Математика в школе № 2,2004
9. Курячая М.А. Химия созидаящая, химия разрушающая. –М.:Знание,2009
10. Мороз, О. В. В поисках гармонии. – М.: Атом-изд, 1999.
11. Петров Т.Г.,Трейвус Е.Б. и др. Выращивание кристаллов из растворов. –Л.: Недра.1999
12. Саранцев, Г. И. Сборник задач на геометрические преобразования. – М., 1999.
13. Смирнова, И. М. Уроки стереометрии в гуманитарных классах // Математика в школе, 1999. № 1–6.
14. Смолина, Н. И. Традиции симметрии в архитектуре. – М.: Стройиздат, 1999.
15. Тарасов, Л. В. Этот удивительный симметричный мир. Пособие для учащихся. – М.: Просвещение, 1999.
16. Хогарт В. Анализ красоты. – М.: Искусство, 1999.
17. Шарыгин И. Ф. Наглядная геометрия. – М.: Педагогика, 1999.
18. Шафрановский И.И. Симметрия в природе. - Л.: Недра,1999.
19. Внеурочная деятельность. Алгебра, геометрия, информатика (компакт – диск) – издательство «Учитель»,2018.
20. Юный химик. Академия педагогических наук,1999

Список литературы, используемой обучающимися

1. Александров, А. Д. и др. Геометрия 8–9. – М.: Просвещение, 2018.
2. Атанасян Л. С. И др. Геометрия 10-11.-М.: Просвещение,2017
3. Башмаков М.И. Математика. Экспериментальное учебное пособие для СПТУ. – М.: Высшая школа,1999
4. Бондарев В.П. Геология. Практикум. – М.,2012
5. Вейль, Г. Симметрия. Пер. с англ. – М.: Наука, 1999.
6. Виленкин, Н. Я. и др. За страницами учебника математики. – М.: Просвещение, 2009.
7. Волошинов, А. В. Математика и искусство. – М.: Просвещение, 1999.
8. Гарднер, М. Этот правый, левый мир. Пер. с англ. – М.: Мир, 1999.
9. Гончарова, А. Б. Решетки и зоны Бриллюэна // Квант, 1999. – № 6.
10. Депман, И. Я., Виленкин, Н. Я. За страницами учебника математики. – М.: Просвещение, 1999.
11. Джаффее, Г., Орчин, М. Симметрия в химии. – М., 1999.
12. Кеплер, И. О. О шестиугольных снежинках. – М., 1998.
13. Левитан, К. Геометрическая рапсодия. – М., 1996.
14. Пидоу, Д. Геометрия и искусство. – М.:1999.
15. Саранцев, Г. И. Сборник задач на геометрические преобразования. – М.: 1999.
16. Шафрановский И. И. Сборник задач на геометрические преобразования. – М., 1999.
17. Шафрановский И. И. Симметрия в природе.- Л.: Недра,1995
18. Шубников, А. В., Копчик, В. А. Симметрия в науке и искусстве. – М., 1999.
19. Энциклопедический словарь юного математика. – М.: Педагогика, 1999.
20. Энциклопедический словарь юного физика / сост. В. А. Чуянов. – М.: Педагогика, 2011.

21. Энциклопедия для детей. Математика. – М.: «Аванта +», 2013.
22. Большая школьная энциклопедия 6 -7 классы, том 2. –М.: Олма – пресс, 2011

Темы докладов и сообщений

1. Симметрия правильных многогранников.
2. Порядок в мире атомов.
3. Загадка бензольного кольца.
4. Полиморфизм.
5. Магнитные структуры.
6. Винты в природе.
7. Молекула ДНК.
8. Универсальность и фундаментальность законов сохранения.
9. Мир элементарных частиц.
10. Частицы, античастицы и симметрия.
11. Филлотаксис.
12. Симметрия бордюров.
13. Задача на преобразование симметрии.
14. Симметрия в химии.
15. Симметрия и классификация фигур.
16. Поворотная симметрия розеток.
17. Симметрия решеток.
18. Решетки и зоны Бриллюэна.
19. Винтовая симметрия в природе.
20. Симметрия многогранников.
21. Виды линейных орнаментов (бордюров).
22. Паркетты из правильных многоугольников.
23. Задачи геометрического трактата Абу-л-Вафы-Бузджани «О том, что необходимо ремесленникам из геометрических построений».
24. Задачи на построение афрасиабских панелей.
25. Художественные особенности национальных орнаментов.
26. Симметрия пространственных решеток.
27. Тела Платона
28. Кристал « Гранат».
29. Граница между живой и неживой природой.
30. Методы выращивания кристаллов.
31. Кристаллы их роль в природе и технике.
32. Ромбододекаэдр.
33. Формы и симметрия геологических образований.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1. Лабораторная работа

В основе учения о формах кристаллических многогранников, лежит **понятие простой гранной формы**.

Предложенная лабораторная работа поможет обучающимся самостоятельно разобраться в этих формах.

Они должны будут понять, что простой гранной формой называется совокупность граней, связанных между собой элементами симметрии кристалла и что в частном случае они имеют форму с одной гранью - моноэдр. Во время изучения теоретического материала обучающиеся должны увидеть, что в идеально развитых кристаллических многогранниках все грани одной формы должны быть совершенно одинаковыми по своей величине и контурам (все они выводятся друг из друга при помощи элементов симметрии_ а затем на практике убедиться в этом.

При изучении таблицы 1 обучающиеся должны сделать вывод, что возможны только 32 симметрии, и рассмотрев все возможные случаи расположения граней, относительно элементов симметрии увидят, что существует всего 47 простых кристаллических гранных форм, хорошо известным по элементарным учебникам кристаллографии. Кроме того, с 47-ю моделями простых форм они будут работать на практике и научатся записывать формулы симметрии кристаллов. В заключении обучающиеся должны понять, что не все **47 простых форм** играют одинаковую роль в огранении кристаллов. Одни из них встречаются наиболее часто, но самое главное, что в большинстве случаев простые формы встречаются не по отдельности, а образуют комбинации - **совокупность нескольких простых форм**.

Задания к лабораторному занятию

Определение простых форм.

Оборудование. Набор простых форм (из дерева). Каждому обучающемуся раздаётся две модели из 47 простых форм.

Содержание работы:

- 1) ознакомиться с простыми формами по рисункам (см. 7-10);
- 2) определить названия простых форм по моделям (из дерева) и соотнести их к открытым или закрытым формам.

Определение элементов симметрии простых форм кристаллов. Написание формулы симметрии.

Оборудование. Набор наиболее простых форм моделей (из дерева) кристаллов с разными видами граней и различными сочетаниями элементов симметрии, центром симметрии и без него, с отсутствием элементов симметрии, с плоскостью симметрии и без нее, с осями симметрии различных порядков и без них. Каждому обучающемуся выдаётся одна модель из набора 47 простых форм.

Содержание работы: Определить элементы симметрии простых форм кристаллов в таком порядке:

определить оси (начинают с определения осей высшего порядка, затем переходят к определению наличия и количества осей второго порядка);

определить наличие и количество плоскостей симметрии и присутствие центра симметрии:

Записать формулу симметрии кристалла в принятых буквенно - цифровых обозначениях.

3.Определение вида симметрии, сингонии и категории кристаллов.

Оборудование. Набор моделей кристаллов (из дерева) разных сингоний. Таблицы видов симметрии и сингонии кристаллов. Каждому обучающемуся раздается две модели из 47 форм.

Содержание работы:

определить вид симметрии;

категорию и сингонию нескольких кристаллов, пользуясь табл.1 2.

- 3) при определении кристаллов записать их формулы симметрии с указанием вида симметрии, сингонии и категории

Лабораторная работа

Начальные сведения по кристаллографии

Кристаллические многогранники. Кристаллографическая номенклатура, кристаллическая симметрия, виды симметрии и сингонии кристаллов. Простые формы и комбинации простых форм.

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ. Многие минералы благодаря закономерному расположению входящих в их состав атомов, ионов и молекул имеют форму правильных многогранников – *кристаллов*. В строении, свойствах и процессах образования кристаллов имеются строгие закономерности, изучением которых занимается один из разделов геологии - *кристаллография*.

В кристаллах различают элементы ограничения: грани, вершины, ребра. Грани – это плоскости, ограничивающие многогранник, ребра – линии пересечения граней, вершины – точки пересечения рёбер. (Элементы ограничения связаны определенной зависимостью, нашедшей своё отражение в формуле Эйлера: $h + e = r + 2$, где h - число граней, r – число рёбер, e – число вершин).

Формы граней кристаллов разнообразны. Грани могут быть представлены квадратами, треугольниками, прямоугольниками и др. В основу наименований граней положены греческие корни. Наиболее употребительными терминами кристаллографической номенклатуры являются следующие: *моно* (одно, единственный), *ди* (дву, дважды), *три* (три, трех, трижды), *тетра* (четыре, четырех), *пента* (пять, пяти), *гекса* (шесть, шести), *окто* (восемь, восьми), *дека* (десять, десяти), *додэка* (двенадцать, двенадцати), *эдра* (грань), *гония* (угол), *син* (сходно), *пинакос* (таблица, доска), *клинэ* (наклон), *поли* (много), *скаленос* (кривой, неровный). С учетом этой номенклатуры даются названия не только граням, но и многогранникам. Например, кристаллы галита, пирита и флюорита часто образуют кубы, их называют гексаэдрами (гекса- шесть, эдра- грань). Кристаллы кальцита встречаются в виде ромбоэдров. Пирит нередко кристаллизуется в форме пентагон – додекаэдров (пента - пять, додека – двенадцать), т.е. кристалл состоит из двенадцати пятиугольников (рис.1)

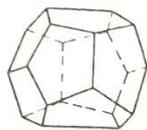


Рис. 1. Кристалл пирита в форме пентагон-додэкаэдра

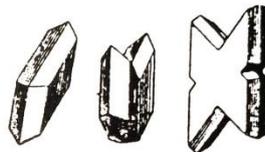


Рис. 2. Формы кристаллов гипса: слева — простой кристалл, следующие — его двойники

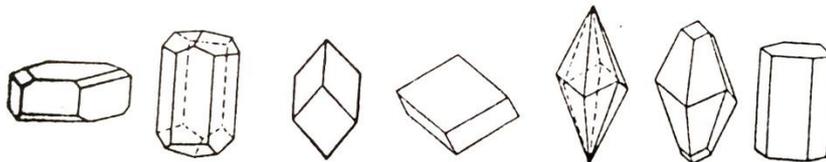


Рис. 3. Различные природные формы кристаллов кальцита

Каждому минералу кристаллического строения характерна своя форма кристаллов, которая может использоваться в качестве диагностического признака. Так, для кристаллов гипса свойственна таблитчатая форма, а при сравнении двух кристаллов или нескольких возникает весьма своеобразный сросток, напоминающий форму ласточкина хвоста (рис.2).

Однако для некоторых минералов форма кристаллов может быть различна и обусловлена условиями образования. Так, минерал кальцит встречается в форме ромбоэдрических, таблитчатых и других образований (рис.3).

Кристаллическая симметрия. Среди минералов кристаллического строения обнаруживается симметрия. В отличие от симметрии в живой природе она называется кристаллической симметрией.

Кристаллическая симметрия - это правильная повторяемость элементов ограничения (ребер, граней, вершин) и других свойств кристаллов по определенным направлениям.

Наиболее отчетливо симметрия кристаллов обнаруживается в их геометрической форме. Наличие симметрии в кристаллах легко заметить, если рассечь минерал плоскостью, вращать его вокруг определенной оси и сопоставить расположение элементов ограничения кристалла (граней, ребер, вершин) относительно точки, лежащей в центре кристалла.

В кристаллах наблюдаются *элементы симметрии*: оси, плоскости, и центр.

Ось симметрии кристаллического многогранника называется линия, при вращении вокруг которой правильно повторяются одинаковые элементы ограничения и появляются одинаковые свойства кристалла.

Оси симметрии обозначаются заглавной буквой *L*. При вращении кристалла вокруг оси симметрии элементы ограничения и другие свойства кристаллов будут повторяться определенное количество раз. Если при повороте кристалла на 360^0 многогранник совмещается со своим исходным положение дважды, имеют дело с *осью симметрии 2-го порядка*, если трижды с *осью симметрии 3-го порядка*. При четырех- и шестикратном совмещениях, имеют дело с осями 4-го и 6-го порядков. Оси симметрии имеют следующие обозначения: L^2 – ось 2 - го порядка, L^3 – ось 3-го порядка, L^4 – ось 4 – го порядка, L^6 – ось 6 – го порядка.

Порядком оси симметрии называется количество совмещений кристалла с первоначальным положением при повороте на 360^0 .

В кристаллическом многограннике может быть несколько осей симметрии различных порядков. Коэффициент, стоящий перед символом оси симметрии, показывает количество осей симметрии того или иного порядка. Так, в кубе мы имеем три оси симметрии 4-го порядка (проходят через середины противоположных граней), четыре оси 3-го порядка (проводятся через противоположные вершины трехгранных углов) и шесть осей 2-го порядка (проходит через середины противоположных ребер) – рис.4

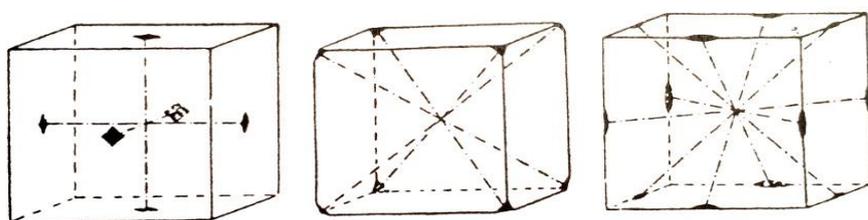


Рис. 4. Оси симметрии в кубе
(квадратами показаны оси симметрии 4-го порядка,
треугольниками — оси 3-го порядка,
уплощенными овалами — оси симметрии 2-го порядка)

Плоскость симметрии кристаллического многогранника – это плоскость, по обе стороны которой располагаются одинаковые элементы ограничения и появляются одинаковые свойства кристаллов (рис.5). В различных кристаллах можно провести разное количество плоскостей симметрии. В кубе, например, можно провести девять плоскостей симметрии (три плоскости проводятся через середины противоположных граней, шесть - через пару противоположных ребер) – рис.6.

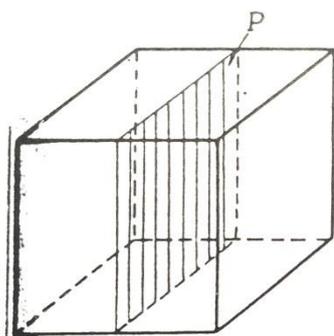


Рис. 5. Плоскость симметрии (P) в галите

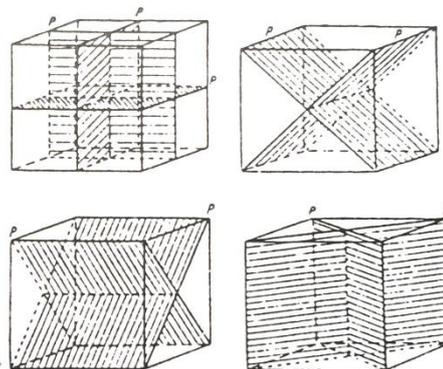


Рис. 6. Плоскости симметрии в кубе

Плоскость симметрии обозначается заглавной буквой *P* латинского алфавита, а коэффициент, стоящий перед ней, показывает количество плоскостей симметрии в многограннике. Таким образом, у куба имеется девять плоскостей симметрии - $9P$.

В кристаллах, кроме осей симметрии и плоскостей симметрии, может присутствовать и центр симметрии.

Центром симметрии кристаллического многогранника называется точка, расположенная внутри кристалла, в диаметрально противоположных направлениях, и на равном расстоянии от

которой располагаются одинаковые элементы ограничения и появляются одинаковые свойства кристалла.

Центр симметрии обозначается заглавной буквой *C* латинского алфавита. При наличии центра симметрии в кристалле каждой грани отвечает другая грань, равная и параллельная (может быть обратно - параллельная) первой. В кристаллах не может быть более одного центра симметрии. В кристаллах любая линия, проходящая через центр симметрии, делится пополам.

Разобранные выше элементы, наблюдаемые в кристаллических многогранниках, - оси, плоскости и центр симметрии – носят названия *элементов симметрии* кристаллов. Для каждого кристалла эти элементы симметрии записываются в отмеченной последовательности в виде формулы. Для куба, например, она записывается так: $3L^44L^36L^29PC$. В формуле не ставятся знаки препинания, разделяющие элементы симметрии.

Виды симметрии и сингонии кристаллов. В кристаллах элементы симметрии находятся во взаимосвязи. Благодаря зависимости одних элементов симметрии от других взаимные сочетания их весьма ограничены. Установлено, что возможны только 32 комбинации различных группировок. Иными словами, в кристаллах наблюдаются 32 *кристаллографических класса*, или *вида симметрии* (таблица 1)

Данные 32 вида симметрии были выведены теоретическим путем в 1867 г. русским академиком Ф.В. Гадолыным и независимо от него И. Гесселем. Позднее все 32 вида симметрии подтверждены на кристаллах. В каждый вид симметрии объединяются кристаллы на основании совокупности элементов симметрии или наличия какого – либо одного определенного элемента симметрии и отсутствия других элементов симметрии. Иными словами, *вид симметрии* кристалла – это полная совокупность его элементов симметрии.

Виды симметрии кристаллов объединяются в более крупные группировки, называемые *сингониями*. Таких сингоний семь: кубическая, гексагональная, тетрагональная, тригональная, ромбическая, моноклиновая и триклиновая (см. табл. 1)

Кристаллы кубической сингонии относятся к *высшей* категории, гексагональной, тетрагональной и тригональной – к *средней* категории. Кристаллы ромбической, моноклиновой и триклиновой сингонии объединены в *низшую* категорию (см. табл.1)

Таблица 1. 32 вида симметрии кристаллов

Категория	Сингония	Виды симметрии						
		1	2	3	4	5	6	7
Низшая	Триклинная	1 -----	2 C					
	Моноклиновая			3 P	4 L^2	5 L^2PC		
	Ромбическая			6 L^22PC	7 $3L^2$	8 $3L^23PC$		
Средняя	Тригональная	9 L^3	10 L^3C	11 L^33P	12 L^33L^2	13 L^33L^23PC		
	Тетрагональная	14 L^4	15 L^4PC	16 L^4P	17 L^44L^2	18 L^44L^25PC	19 $L_{i4}=L^2$	20 $L_{i4}(=L^2)2L^22P$
	Гексагональная	21 L^6	22 L^6PC	23 L^66P	24 L^66L^2	25 L^66L^27PC	26 $L_{i6}=L^3P$	27 $L_{i6}3L^23P = L^33L^24P$
Высшая	Кубическая	28 $4L^33L^2$	29 $4L^33L^23PC$	30 $4L^33L^2(L_{i4})6P$	31 $3L^44L^36L^2$	32 $3L^44L^36L^29PC$		

Определение сингонии кристаллов после написания формулы производится по прилагаемой таблице (табл.2).

Таблица 2. Сравнительная характеристика сингоний

Количество Элементов	Категория		
	высшая	средняя	низшая

симметрии	сингония						
	кубическая	гексагональная	тетрагональная	тригональная	ромбическая	моноклиная	триклинная
Минимум элементов симметрии необходимы и достаточный для отнесения кристалла к данной сингонии	Более одной оси высшего наименования	Только одна ось высшего наименования			Ни одной оси высшего наименования		
		L^6	L^4	L^3	Обязательно присутствуют Более одной L^2 или более одной P		
Максимум элементов симметрии возможный в каждой сингонии	$3L^4 4L^3 6L^2 9PC$	$L^6 6L^2 7PC$	$L^4 4L^2 5PC$	$L^3 3L^2 3PC$	$3L^2 3PC$	$L^2 PC$	C

*Осями высшего наименования называются L^3, L^4, L^6 .

Простые формы и комбинации простых форм кристаллов. Открытые и закрытые простые формы. Среди кристаллов, как правило, наблюдаются многогранники, состоящие из различных по конфигурации граней. Реже встречаются кристаллы с одинаковыми гранями. Установлено, что определенные формы граней и совокупность различных граней присущи определенным минералам. Знание этих особенностей помогает в диагностике минералов.

Природные многогранники – кристаллы - могут образовывать либо простые формы, либо их комбинации.

Простой формой кристаллов называется совокупность тождественных (равных) граней, связанных элементами симметрии. Грани такой простой формы должны быть одинаковыми по своим физическим и химическим свойствам, а в идеально развитых многогранниках – и по своим очертаниям и величине. Примерами простых форм могут служить куб, тетраэдр, октаэдр, ромбоэдр и др. Если кристалл образован несколькими видами граней, это комбинация нескольких простых форм.

Комбинацией простых форм называется сочетание двух или нескольких простых форм кристаллов, объединенных элементами симметрии. В природе среди кристаллов наблюдаются 47 простых форм. Для кристаллов каждой сингонии характерны свои определенные простые формы (рис. 7 - 10).

Для кристаллов *кубической сингонии* характерны свои только такие простые формы: куб, октаэдр, тетраэдр, тригон - тритетраэдр, тетрагон- тритетраэдр, пентагон – тритетраэдр, ромбододекаэдр, пентагон- додекаэдр, тетрагексаэдр, гексатетраэдр, дидодекаэдр, тетрагон- триоктаэдр, тригон- триоктаэдр, пентагон- триоктаэдр и гексаоктаэдр (рис. 7).

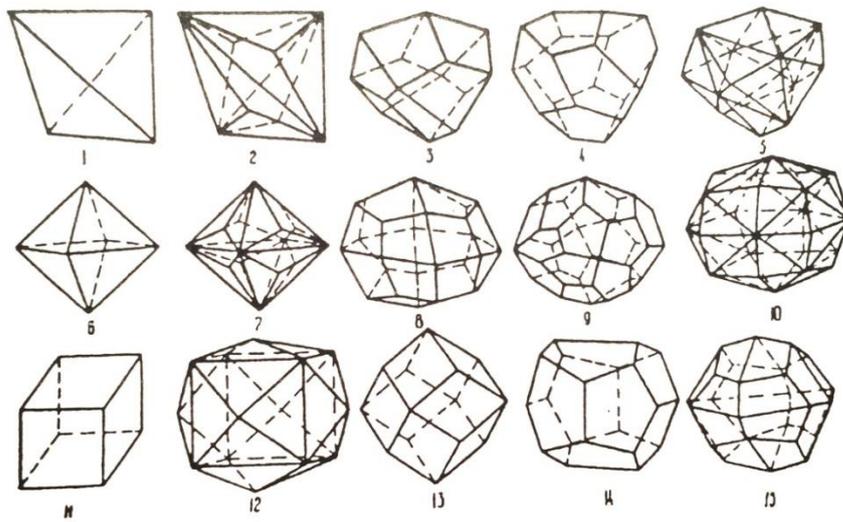


Рис. 7. Простые формы высшей категории (кубическая сингония):
 1 — тетраэдр, 2 — тригон-тритетраэдр, 3 — тетрагон-тритетраэдр,
 4 — пентагон-тритетраэдр, 5 — гексатетраэдр, 6 — октаэдр,
 7 — тригон-триоктаэдр, 8 — тетрагон-триоктаэдр, 9 пентагон-триокта-
 эдр, 10 — гексоктаэдр, 11 — куб, 12 — тетрагексаэдр,
 13 — ромбододекаэдр, 14 — пентагон-додэкаэдр, 15 — дидодекаэдр

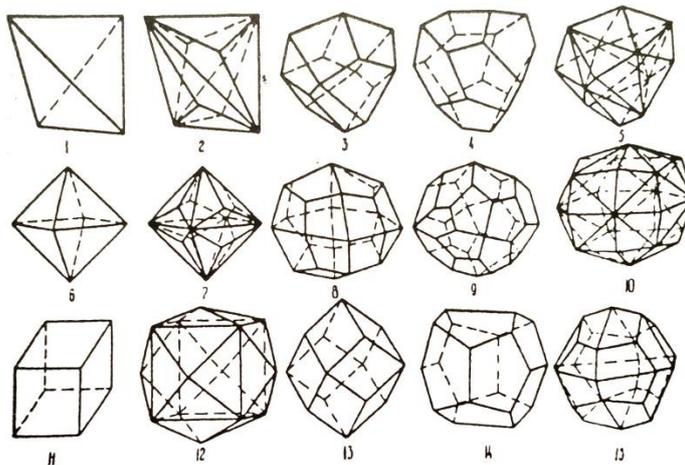


Рис. 8. Простые формы средней категории:
 1 — тригональная призма, 2 — тетрагональная призма, 3 — гексаго-
 нальная призма, 4 — дитригональная призма, 5 — дитетрагональная
 призма, 6 — дигексагональная призма, 7 — тригональная пирамида,
 8 — тетрагональная пирамида, 9 — гексагональная пирамида, 10 —
 дитригональная пирамида, 11 — дитетрагональная пирамида, 12 —
 дигексагональная пирамида

Перечисленные 15 простых форм кристаллов кубической сингонии могут встречаться ни в одной из сингоний средней и низших категорий.

В *средней категории* наблюдаются 25 простых форм кристаллов, присутствие которых невозможно ни в высшей, ни в низшей категории. Это различные пирамиды, призмы (рис.8).

Среди простых форм средней категории также встречаются различные дипирамиды, три трапецоэдра - тригональный, тетрагональный, гексагональный, а также два скаленоэдра (тетрагональный и дитригональный) и ромбоэдр (рис.9).

Трапецоэдры отличаются от дипирамид тем, что нижняя их половина смещена по отношению к симметричной верхней на некоторый угол. Ромбоэдр получается при деформации куба вдоль оси третьего порядка.

В *средней категории* встречается также тетрагональный тетраэдр. В отличие от тетраэдра кубической сингонии у него грани - равнобедренные треугольники, а не равносторонние; в отличие от ромбического тетраэдра в сечении он дает квадрат. Скаленоиды получают при удвоении граней тетраэдра и ромбоэдра (рис. 9).

В *низшей категории* присутствуют свои особые простые формы, невозможные в кубической сингонии: моноэдр, пинакоид, диэдр, ромбическая пирамида, ромбическая призма, ромбический тетраэдр, ромбическая дипирамида. Их всего семь.

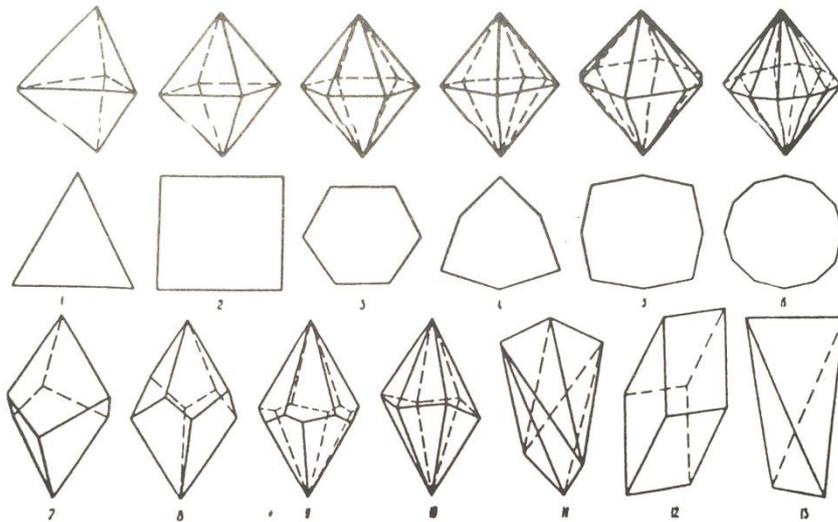


Рис. 9. Простые формы средней категории:
 1 — тригональная дипирамида, 2 — тетрагональная дипирамида,
 3 — гексагональная дипирамида, 4 — дитригональная дипирамида,
 5 — дитетрагональная дипирамида, 6 — дишестигональная дипирамида,
 7 — тригональный трапецоэдр, 8 — тетрагональный трапецоэдр,
 9 — гексагональный трапецоэдр, 10 — дитригональный скаленоэдр,
 11 — тетрагональный скаленоэдр, 12 — ромбоэдр,
 13 — тетрагональный тетраэдр

Следует отметить, что моноэдр и пинакоид могут встречаться и в кристаллах средней категории. Ромбическая призма может присутствовать как в ромбической, так и в моноклинной сингониях. Простые формы кристаллов низшей категории приведены на рис. 10.

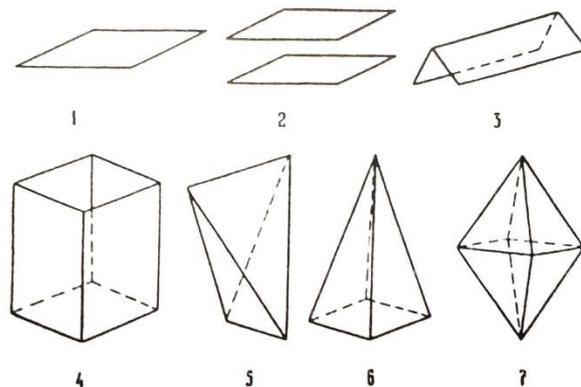


Рис. 10. Простые формы низшей категории:
 1 — моноэдр, 2 — пинакоид, 3 — диэдр, 4 — ромбическая призма, 5 — ромбический тетраэдр, 6 — ромбическая пирамида,
 7 — ромбическая дипирамида

Следует отметить, что и среди простых форм средней категории некоторые простые формы могут встречаться в разных сингониях. Например, тригональная и гексагональная призмы, тригональная и гексагональная пирамиды могут наблюдаться как среди кристаллов тригональной сингонии, так и среди кристаллов гексагональной.

Простые формы образуют великое множество комбинаций. Этим и объясняется то разнообразие геометрических форм, которое присуще природным многогранникам.

Открытые и закрытые простые формы кристаллов. В кристаллографии в отличие от геометрии имеют дело не только с закрытыми, но и с открытыми формами. Если простая форма со всех сторон замыкает пространство, она называется закрытой. Например, куб, тетраэдр, октаэдр, дипирамида являются закрытыми простыми формами.

Однако среди простых форм имеются и такие, которые не полностью замыкают пространство. Например, призмы, пирамиды. Такие формы называются открытыми. Эти формы могут существовать на реальном кристалле только в сочетании с другими простыми формами, образуя комбинации простых форм. Например, кристалл в форме тригональной пирамиды (см.

рис.8) представляет сочетание двух простых форм – пирамиды и моноэдра, а тригональная призма состоит из граней призмы и пинакоида (двух параллельных и равных граней).

Лист само (взаимо) контроля по теме: «Начальные сведения по кристаллографии»

1. Сформулируйте определение: а) кристаллографии; б) «кристалла».
2. Какие элементы ограничения наблюдаются в кристаллах и какой формулой они объединены?
3. Сформулируйте определение кристаллической симметрии.
4. Какие элементы симметрии выделяются в кристаллах?
5. Сформулируйте определение «порядка» оси симметрии.
6. Какие оси различных порядков отмечаются в кристаллах?
7. Сформулируйте определение «плоскости симметрии».
8. Каково максимальное количество плоскостей симметрии может быть в кристаллах?
9. Сформулируйте определение «центра симметрии».
10. Какое количество центров симметрии может быть в кристаллах?
11. Сформулируйте определение «вида симметрии».
12. Каково общее количество видов симметрии возможно в кристаллах?
13. Какие сингонии и категории выделяются среди кристаллов?
14. Сформулируйте определение «простой формы» кристаллов.
15. Сколько простых форм известно среди кристаллов?
16. Как можно простые формы распределить по сингониям и категориям?
17. Сформулируйте определение «комбинации простых форм».
18. Какая существует закономерность в распределении простых форм по категориям и могут ли некоторые присутствовать в других категориях, если «да», то какие?
19. Приведите примеры «открытых» и «закрытых» простых форм.

ЗАДАНИЕ 1.

ТЕМА: «Поиски обобщающих законов»

1. Морфология это учение о ...

а) симметрии, б) формах, в) объёмах.

2. Автор термина морфология (1749-1832 г.

а) А.Блок, б) А.Пушкин, в) И.Гёте.

3. Могут ли качественно разные предметы иметь одинаковые геометрические формы?

а) да, б) нет.

4. Форма является по отношению к содержанию

а) первичной, б) вторичной, в) правильного ответа нет.

5. Назови закон о котором А. Блок говорит в своих строчках :

*«ВСЕ ФОРМЫ ПОХОЖИ, И НИ ОДНА НЕ ОДИНАКОВА С ДРУГОЙ; И ТАК ВЕСЬ ХОР ИХ
УКАЗЫВАЕТ НА ТАЙНЫЙ ЗАКОН».*

а) сохранения энергии, б) всемирного тяготения, в) закон Гука.

ЗАДАНИЕ 2.

ТЕМА: «Обобщающие законы в природе»

СОТРИ СЛУЧАЙНЫЕ ЧЕРТЫ И ТЫ УВИДИШЬ: МИР ПРЕКРАСЕН.

А. БЛОК.

1. Случайно ли изображение зонтикообразной итальянской сосны Пинии напоминают дымящейся Везувий?

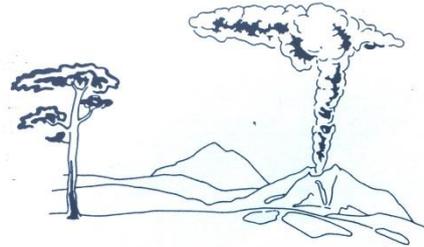


Рис. 1. Пиния на фоне Везувия.

а) случайно, б) неслучайно

2. Атомный взрыв по форме напоминает

а) пыль, б) гриб, в) газы.

3. Что имеет в виду под «ДЛАНЬ НЕЗРИМО-РОКОВАЯ» Ф. И. Тютчев в его обращении к фонтану? :

«Как жадно к небу рвёшься ты!

Но длань незримо-роковая,

Твой луч упорный преломляя,

Свергает в брызгах с высоты».

а) солнце, б) воздух, в) сила тяготения.

4. Не имеет плоскости симметрии

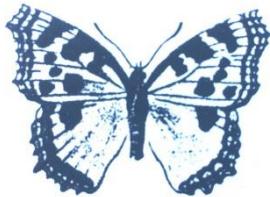
а) буква П, б) буква О, в) запятая.

ЗАДАНИЕ 3.

ТЕМА: «ОБОБЩАЮЩИЕ ЗАКОНЫ В ПРИРОДЕ».

ВАРИАНТ 1

1. Сколько плоскостей симметрии имеет бабочка?



а) две, б) три, в) одну

2. Закончи фразу: «В геометрии симметрию бабочки называют

3. Сколько плоскостей симметрии имеет гриб?

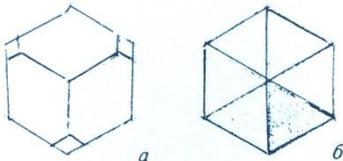
а) две, б) все, в) три, г) не имеет



4. У ботаников «Ромашково - грибная» симметрия обычно называется радиальной или:

а) лучевой, б) солнечной, в) лунной.

5. Кристаллы кварца.



Кристаллы кварца (смотри рис.), развивающиеся в вертикальном направлении на дне хрусталоносной пещеры имеют симметрию

а) билатеральную, б) радиально-лучевую.

6. Закончи фразу: «Возводить прочные постройки помогает закон

ВАРИАНТ 2

1. Сколько плоскостей симметрии имеет лист?

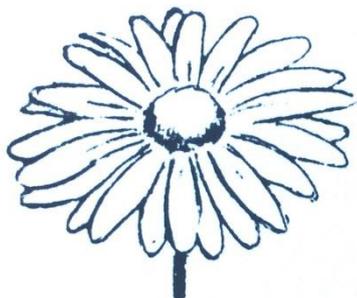


а) одна б) две в) четыре.

2. Закончи фразу: «Плоскость симметрии листа ботаники и зоологи называют

3. Имеет ли ромашка (поповник) плоскость симметрии?

а) да, б) нет, в) правильного ответа нет.



4. В классной комнате «Симметрию листка» или билатеральную не имеет

а) угольник, б) стул, в) окно.

5. Закончи фразу: «Конструировать подвижные машины помогает учет закона-----»

ВАРИАНТ 3.

1. Сколько плоскостей симметрии имеет жук?

а) одну б) две, в) три



2. Закончи фразу: «Эту плоскость симметрии у жука зоологи называют

3. Сколько плоскостей симметрии имеет ель?

а) одну, б) две, в) веер, г) не имеет.



4. Закончи фразу: « Симметрию ели называют

5. Радиально – лучевую симметрию имеет:

а) линейка, б) круглый стол, в) ножницы

6. Закончи фразу: «Примером практического применения закона симметрии в жизни является -----».

7. Растущее дерево имеет симметрию:

а) билатеральную, б) радиально-лучевую, в) правильного ответа нет

ЗАДАНИЕ 4

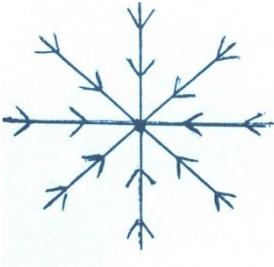
ТЕМА: Основные понятия о симметрии и геометрии природных форм

СУХА, МОЙ ДРУГ, ТЕОРИЯ ВЕЗДЕ,
А ДРЕВО ЖИЗНИ ПЫШНО ЗЕЛЕНЕЕТ.
И. В. ГЁТЕ.

ПОВЕРИЛ
Я АЛГЕБРОЙ ГАРМОНИЮ.
А. С. ПУШКИН.

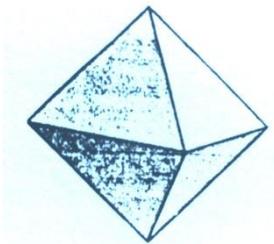
1. Чисто геометрическое учение о симметрии своим развитием обязано в первую очередь:
а) математикам, б) естествоиспытателям, в) химикам.

2. Правильно ли изображена снежинка?



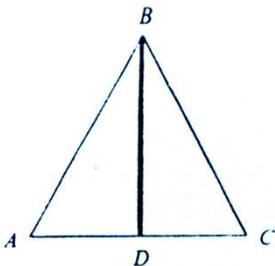
а) да б) нет, в) правильного ответа нет.

3. Кристалл алмаза имеет форму правильного многогранника



а) октаэдра, б) додекаэдра, в) икосаэдра.

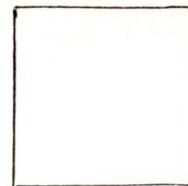
4. Какой буквой обозначается след плоскости симметрии в равнобедренном треугольнике ABC:



а) М, б) Р, в) К.

5. Сколько плоскостей симметрии имеет квадрат:

а) 2Р, б) 6Р, в) 4Р.



симметрии имеет

6. Сколько плоскостей симметрии имеет прямоугольник?
а) 2Р, б) 4Р, в) 4Р.

7. Сколько плоскостей симметрии имеет снежная звездочка?
а) 5Р, б) 6Р в) 8Р.



8. Сколько плоскостей симметрии имеет ромашка?

а) 2Р, б) 1Р, в) 8Р, в) 24Р.

9. Сколько плоскостей симметрии имеет кирпич?

- а) 6P, б) 3P, в) 4P

10. Сколько плоскостей симметрии имеет куб?

- а) 6P, б) 9P, в) 10P

11. «Основным элементом симметрии» русский кристаллограф Г.В.Вулф (1863-1925 г.) называл

- а) центр симметрии, б) плоскость симметрии, в) ось симметрии.

ЗАДАНИЕ 5.

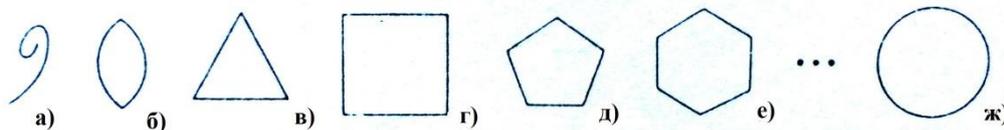
ТЕМА: Основные понятия о симметрии и геометрии природных форм.

1. Закончи фразу: «Осью симметрии называют».

2. Ось симметрии обозначают буквой

- а) K, б) M, в) L з) A .

3. На рисунке перечисли количество осей симметрии каждой фигуры с помощью ее буквенного обозначения



- а) ---, б) ---, в) ---, з) ---, д) ---, е) ---, ... , ж) ---.

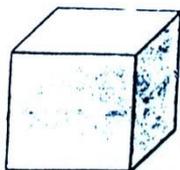
4. У игровой карты «Валет» осей симметрии:

- а) 2 L , б) 3 L , в) 1 L

5. Сколько двойных осей симметрии (взаимно – перпендикулярных) у спичечного коробка?

- а) 4 L₂ б) 3L₂, в) 6 L₂ .

6. Используя буквенные обозначения напиши полную совокупность осей симметрии куба:



ОТВЕТ: _____

7. Шар имеет оси симметрии:

- а) четыре, б) восемь, в) бесконечность.

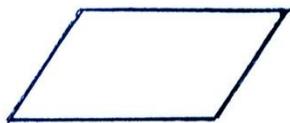
8. Закончи фразу: «Центром симметрии называют»

9. Центр симметрии обозначают буквой

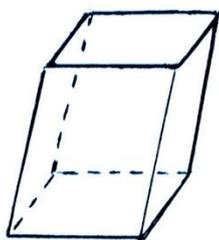
- а) A, б) B, в) C, з) D.

10. Какие из перечисленных фигур (тел) не имеют центр симметрии:

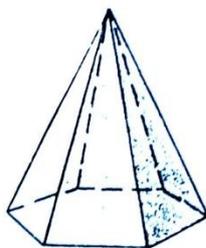
- а) параллелограмм, б) параллелепипед, в) шестигранная (гексагональная) пирамида



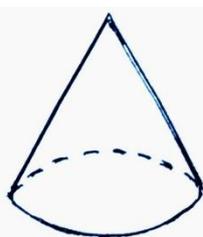
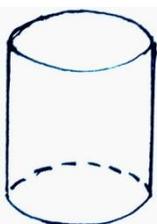
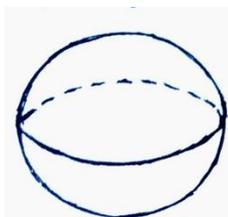
г) шар



д) цилиндр



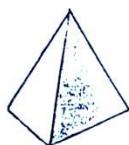
е) конус



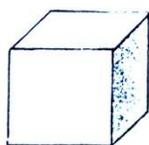
ЗАДАНИЕ 6.

ТЕМА: Основные понятия о симметрии и геометрии природных форм. Принцип симметрии Пьера Кюри.

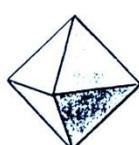
1. Есть ли тела на рисунке, не являющиеся телами Платона? Если есть, то под какими буквами?



а)



б)



в)



г)



д)



е)

ОТВЕТ: _____

2. Древнегреческий философ ПЛАТОН (428 или 427-348 или 347 г. г. до нашей эры) придавал этим телам особое значение, считал их олицетворением четырех стихий. Расставь их в

соответствии

- а) огонь
- б) земля
- в) воздух
- г) вода

- куб
- октаэдр
- тетраэдр
- икосаэдр

3. Что олицетворял по Платону додекаэдр

- а) землю, б) солнце, в) Вселенную.

4. Все симметрии куба, которыми он обладает, можно записать в виде:

- а) $3L_4 6L_3 9P$, б) $3L_4 4L_3 6L_2 9PC$, в) $3L_4 4L_3 9PC$.

5. Как на данном рисунке называют плоскость симметрии :



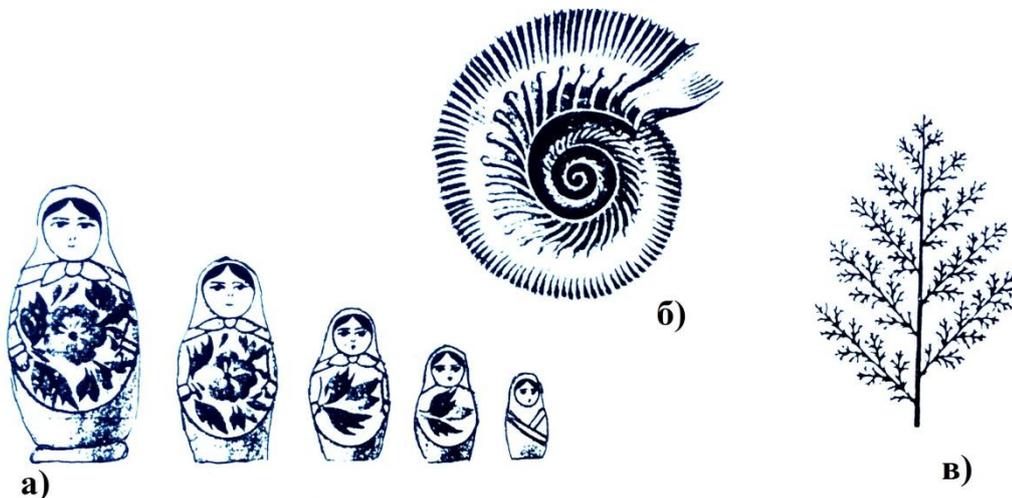
ОТВЕТ: _____

6. Какой из перечисленных ниже 4 узоров, встречающихся в природе, не соответствует закону в задании 5 (используй рисунок из этого задания):

- а) *рост ветвей на дереве.*
- б) *рост листьев на стебле.*
- в) *«скелеты» льда (узоры) на стёклах.*
- г) *рост шляпки подсолнуха.*

7. Каждому рисунку (см. ниже) поставь в соответствие закон:

а)	б)	в)



- 1. *Винтовая симметрия подобия -----*
- 2. *Трансляция симметрии подобия ----*
- 3. *Симметрия скользящего отражения подобия ---- .*

ЗАДАНИЕ 7.

**ТЕМА: ВСЕОБЪЕМЛЮЩИЙ ЗАКОН ПРИРОДЫ.
ПРИНЦИП СИММЕТРИИ ПЬЕРА КЮРИ.**

1. Пьер Кюри был принужден дополнить и расширить понятие симметрии с учетом трех факторов. Перечисли их

2. Можно ли изучать тело в отрыве от породившей его среды?

а) *да,* б) *нет.*

3. Сохраняет ли тело все элементы собственной симметрии в какой либо среде?

а) *да,* б) *нет.*

4. Закончи фразу: «На берегу моря галька имеет форму эллипсоида, а не шара так как -----».

5. Пространственную форму гальки геометры называют :

а) *овалоидами,* б) *шарами,* в) *квадраноидами.*

6. Морская среда, в точке, где находится галька, имеет симметрию:

а) *кубика,* б) *кирпичика,* в) *пирамиды.*

7. Определи «симметрию» гальки с помощью букв обозначающих ее:

а) *3L 3PC,* б) *2L 3PC,* в) *4L 2PC*

8. Противоречат ли следующие два примера принципу Кюри:

1) Л.Н. Толстой на страницах романа «Война и мир»:

«Это был огромный, в два обхвата дуб, с обломанными, давно видно, суками и с обломанной корой, заросшей старыми болячками. С огромными своими неуклюже, несимметрично

растопыренными корявыми руками и пальцами, он старым, сердитым и презрительным уродом стоял между улыбающимися березами» (Толстой Л.Н. Собрание сочинений. Т. 5. М., Госполитиздат, 1962, с.172).

2) К.Я. Ваншенкин

Ты качаешь головою,

Говоришь с улыбкой ты:

«Симметрично всё живое –

Люди, звери и цветы».

Это так. Но, между прочим,

Вот береза. И на ней

Ветви к северу – короче,

К югу – ярче и пышней.

Не последняя забава –

Бьётся, полная огня,

Сердце слева. Ну, а справа

Нет же сердца у меня?!

а) да, б) нет.

9. Закончи фразу: «Следы идущего по песку человека подчиняются закону симметрии -----

----- »

ЗАДАНИЕ 8.

ТЕМА: ГЕОМЕТРИЯ КРИСТАЛЛОВ.

1. Рост кристаллов происходит изнутри?

а) да; б) нет

2. Закончи фразу: « Основной закон геометрической кристаллографии - закон ... ».

3. Установить истинную симметрию кристаллических тел позволяет закон

а) Всемирный закон тяготения; б) постоянства углов; в) сохранения энергии;

4. Способ математической характеристики кристаллических граней принадлежит:

а) Гуку; б) Кеплеру; в) Ломоносову; г) Гаюи.

5. Гипотезу о решетчатом строении всех кристаллических первым высказал:

а) Браве; б) Гаюи; в) Кеплер

6. Бывают ли на кристаллических фигурах оси симметрии 5-го порядка?

а) да; б) нет

7. Бывают ли на кристаллических фигурах оси симметрии выше 6-го порядка?

а) да; б) нет

8. Растения и животные могут иметь оси 5-го порядка?

а) да; б) нет

9. Существование скольких видов симметрии установлено для конечных кристаллографических фигур (т.е. для кристаллографических многогранников)?

а) 47; б) 32; в) 7; г) 230

10. Сколько элементов симметрии существует для бесконечно протяженных кристаллических систем с их трансляциями, винтовыми осями и плоскостями скользящего отражения?

а) 32; б) 47; в) 230; г) 20

11. Верно ли утверждение: « В кристаллах встречаются лишь следующие оси симметрии L^1 , L^2 , L^3 , L^4 , L^6 ».

а) да; б) нет

12. Вставь пропущенные числа в следующую фразу: «Виды симметрии подразделяются на _____ категории и на _____ систем сингоний (сходноугольность)».

13. В основе учения о формах кристаллических многоугольников лежит понятие простой гранной формы. Сколько простых форм существует?

а) 47; б) 47; в) 32

Ответы к заданиям в тестовой форме.

Задание 1.

1. – формах
2. – Иоган Вольфганг Гёте
3. – да
4. – вторичной
5. – Закон всемирного тяготения

Задание 2.

1. – не случайно (т.к. на рост сосны и дым Везувия действует сила тяготения и ветра всё время дующего с моря)
2. – гриб
3. – силы тяготения
4. – запятая

Задание 3

Вариант 1

1. – в) одну
2. – зеркальной симметрии
3. – б) веер
4. – а) «лучевой»
5. – б) радиальную
6. – симметрия

Вариант 2

1. – а) одна
2. – «билатеральной» т.е. «дважды боковой»
3. – а) да
4. – а) угольник
5. – симметрии

Вариант 3

- а) одну
- «билатеральной»
- в) веер
- радиально – лучевой
- б) круглый стол
- б) радиально - лучевую

Задание 4

- б) аствоиспытателями
- б) нет
- а) октаэдр
- б) Р
- г) 4Р
- а) 2Р
- б) 6Р
- г) 24Р
- б) 3Р
- б) 9Р
- б) плоскость симметрии

Задание 5

- 1.
2. - в) L
3. – а) L_1 ; б) L_2 ; в) L_3 ; г) L_4 ; д) L_5 ; е) L_6 ж) L
- 4.- а) 2L
5. – б) $3L_2$ (спичечного коробка)
- 6.- $3L_4$; $4L_3$; $6L_2$
7. – в) бесконечность
- 8.
9. – в) C

10. – в) пирамида; е) конус

Задание 6

1. – е) конус

2. – Огонь → тетраэдр

Земля → куб

Воздух → октаэдр

Вода → икосаэдр

3. – в) Вселенную

4. – б) $3L_4L_36L_29PC$

5. – плоскость скользящего отражения

6. – г) рост шляпки подсолнуха

7.

a)	б)	в)
2	1	3

Задание 7

1. – 1) состояние и строение среды;

2) движения изучаемого тела относительно формирующей его среды или движения среды относительно данного тела;

3) воздействие на тело других физических факторов.

2. – нет

3. – да, хотя и меняется форма

4. – имеет три взаимно перпендикулярные плоскости симметрии: две вертикальные и одну горизонтальную, которые являются динамическими т.к. галька находится в движении из-за приливов и отливов.

5. – а) овалоидами

6. – кирпичика

7. – а) $3L_23PC$

8. – нет

9. – скользящее отражение

Задание 8

1. – б) нет

2. – постоянства углов

3. – б) постоянства углов

4. – г) Гаюи

5. – а) Браве

6. – б) нет

7. – б) нет, так как они не возможны в решетках

8. – а) да

9. – б) 32

10. – в) 230

11. – а) да

12. – 3; 7

ПРИЛОЖЕНИЕ 3. Проведение опытов по выращиванию кристаллов

Проведение опытов на занятиях по выращиванию кристаллов осуществляется на основе межпредметных связей математики с химией, физикой, биологией, геологией.

Учащимся в форме лекций и бесед даются теоретические знания. Перед этим прослушиваются и обсуждаются доклады, рефераты учащихся. Экспериментальную часть они выполняют индивидуально или группами.

Учащиеся ведут рабочий журнал, в котором оформляют ход и результаты эксперимента, поэтапно подводят итоги, используют справочную литературу, составляют таблицы, вычерчивают графики, дают объяснения выявленным закономерностям, делают рисунки, фотографируют кристаллы. Главный итог этих экспериментов – овладение экспериментальными методами получения кристаллов, составления коллекции выращенных кристаллов для математического кабинета. Со временем данная коллекция может стать большой и разнообразной. Это могут быть монокристаллы изоморфные кристаллы солей, друзы. Вместе с учителем учащиеся подбирают способ консервации кристаллов, сравнивая консерванты по защитным свойствам.

Заключительным этапом проведения опытов может стать итоговая конференция с отчетами о проведенных исследованиях, с демонстрацией коллекции выращенных кристаллов. В программу конференции можно включить доклады учащихся о новых достижениях кристаллохимии, о расширении областей использования свойств кристаллов.

Особенно ценны отчеты учащихся по экспериментальным методам выращивания и стабилизации кристаллов. Отчеты сопровождаются демонстрацией дневников с оформлением эксперимента.

Опыт № 1

«Выращивание кристаллов»

Цель эксперимента: вырастить кристаллы близкие к идеальным формам многогранника.

Оборудование: емкость, 100см³ воды, 15-17г калиево-алюминиевых квасцов $KAl(SO_4) \cdot 12H_2O$.

Теоретическое обоснование.

Для образования хорошо ограненных кристаллов необходимо, чтобы ничто не мешало им свободно и всесторонне развиваться, не теснило бы их и не препятствовало их росту. Кроме того, требуется именно такой раствор, из которого будут выпадать хорошо сформированные кристаллы.

Для того чтобы получить хорошо оформленные многогранники, следует заботливо и внимательно ухаживать за растущими кристаллами. Идеальная правильность их формы достигается лишь при условии, когда питающий раствор всесторонне и равномерно поступает к кристаллу. Поэтому время от времени надо осторожно переворачивать кристалл, с одной грани на другую, чтобы все грани побывали, в конце концов, в одинаковых условиях роста (не забудьте, что дно стакана препятствует росту вниз и тем самым грань, лежащая на дне не может нормально развиваться). Все это надо делать так, чтобы не загрязнить раствора, не внести в него пыли и кристаллических осколков.

Указание к работе.

Приготовить раствор при комнатной температуре.

1. Берется 15-17 г калиево-алюминиевых квасцов $KAl(SO_4) \cdot 12H_2O$ на 100см³ воды.
2. Дать такому раствору возможность раствориться.
3. Провести наблюдение за растущими кристаллами соли.

Домашняя работа.

Опыт № 2

Цель эксперимента: вырастить кристаллы соли близкие к идеальным формам многогранника.

Оборудование: емкость, 35г поваренной соли NaCl, 100см³ воды.

Указания к работе:

1. При комнатной температуре в 100см³ воды растворить 35г поваренной соли NaCl.
2. Вести дневник наблюдения.

Опыт № 3

«Искусственные водоросли»

Цель эксперимента: Вырастить кристаллы из насыщенных растворов.

Оборудование: стакан, 50% раствор силиката натрия, хлорид железа, хлорид кобальта, хлорид никеля, хлорид марганца, соли магния и аммония

Теоретическое обоснование.

Для образования крупных кристаллов потребуется медленное охлаждение, для мелких – быстрое. (Вместо силиката натрия можно взять 3% раствор сульфата меди, опустив туда кристаллы комплексных соединений: желтой и красной кровяной соли. В этом случае «водоросли» будут расти медленно (20-10 минут), но результаты получатся лучше). Для сохранности «водорослей» в раствор добавляют 0,5% раствор желатина.

Для того, чтобы получить «водоросли» разной формы и цвета следует брать разные виды хлоридов, соли магния и аммония. При добавлении в раствор силиката натрия хлорида железа цвет будет темно-зеленым или бурым, при хлориде кобальта – сиреневый, при хлориде никеля – изумрудно - зеленый, при хлориде марганца – белый с розовым оттенком, при магнии и амонии – бесцветные. В стакан наливают 50% раствор силиката натрия после фильтрования. На дно стакана бросают кристаллы различных солей металлов. Через некоторое время в стакане начинают расти кристаллы соответствующих трудно растворимых силикатов, напоминающих водоросли различной формы и цвета.

Указания к работе:

Приготовить раствор при комнатной температуре.

1. Фильтруем 50% раствор силиката натрия.
2. Наливаем в стакан этот раствор.
3. На дно стакана бросаем кристаллы различных солей металлов.