МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Министерство образования Нижегородской области
Администрация Сосновского муниципального округа
МБОУ Елизаровская СШ

РАССМОТРЕНА	СОГЛАСОВАНА	УТВЕРЖДЕНА
Руководитель творческой группы	Заместитель директора	Директор
Грачева О.А.	Белякова Н.С.	Курнавина И.А.
Протокол №1 от «31» августа 2026 г.	Педагогический совет от «31» августа 2026 г.	Приказ № 215-п от «31» августа 2026 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
ФАКУЛЬТАТИВА
ТАЙНЫ КРИСТАЛЛОВ
ОСНОВНОЕ ОБЩЕЕ ОБРАЗОВАНИЕ
8 КЛАСС

с.Елизарово, 2026 год

СОДЕРЖАНИЕ

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА 3
Общая характеристика курса 3
Актуальность курса 3
Цель и задачи курса 5
Место курса в образовательном процессе 6
СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО КУРСА 7
ПЛАНИРУЕМЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ 8
ЛИЧНОСТНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ 8
МЕТАПРЕДМЕТНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ 9
ПРЕДМЕТНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ 11
ТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ 13
РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАНЯТИЙ КУРСА 18
МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ 22
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ 25
ПРИЛОЖЕНИЕ. ПРАВИЛА РАБОТЫ В ХИМИЧЕСКОЙ ЛАБОРАТОРИИ . 27

Рабочая программа факультатива «Тайны кристаллов. 8 класс» (далее – Программа) включает пояснительную записку, содержание курса, планируемые образовательные результаты, тематическое планирование, планирование занятий курса.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Общая характеристика курса

Курс «Тайны кристаллов» предназначен для учащихся 8 классов. Занятия по курсу проводятся в формах, отличных от урочных. При разработке Программы учитывались следующие документы:

– федеральный государственный образовательный стандарт основного общего образования (утвержден приказом Министерства просвещения Российской Федерации от 31 мая 2021 г. № 287);

– федеральная образовательная программа основного общего образования (утверждена приказом Министерства просвещения Российской Федерации от 18 мая 2023 г. № 370).

Актуальность курса

Работы по созданию технологий кристаллических материалов входят в утвержденные Президентом Российской Федерации Приоритетные направления развития науки, технологий и техники Российской Федерации (Указ Президента Российской Федерации от 7 июля 2011 г.).

Программа знакомит обучающихся со строением, свойствами, способами получения, применением кристаллов. Сложно назвать такую отрасль производства, где бы не использовались кристаллы. Кристаллы — основа работы мобильных устройств и компьютеров, без них не могут функционировать сложные устройства для обработки, передачи и хранения

информации в фото- и видеоаппаратуре. Кристаллы необходимы для создания энергоэффективных источников света и лазерных устройств. Особую роль кристаллы играют в медицине. Благодаря успехам в области белковой кристаллографии стало возможным создание качественно новых препаратов для борьбы с различными заболеваниями – от банальной простуды до раковых опухолей.

Обучение по данной Программе позволяет актуализировать уже имеющиеся у обучающихся знания о строении вещества, а также способствует знакомству обучающихся с передовыми научными технологиями и направлениями перспективных исследований, раскрывает перед ними мир науки и новых актуальных материалов.

Особое внимание Программа уделяет практическим работам, выполнение которых позволяет обучающимся развивать умения и навыки планирования, подготовки, проведения, анализа и интерпретации полученных экспериментальных результатов, применять теоретические знания для объяснения процессов, происходящих в том числе в ситуациях жизненного характера. Осознанное выполнение практических работ способствует повышению мотивации обучающихся к изучению естественно-научных предметов.

Реализация Программы курса «Тайны кристаллов» предоставляет обучающимся возможность профессионального самоопределения и ранней профилизации. Программа будет востребована обучающимися, которые мотивированы к осознанному выбору профессий, связанных с применением естественно-научных знаний.

Цель и задачи курса

Цель курса – знакомство обучающихся со строением, свойствами и применением кристаллов в различных областях науки, техники, промышленности, медицины, в быту; формирование основ культуры научного труда, личностное самоопределение обучающихся.

Задачи курса

Обучающие:

– заложить основы учебно-исследовательской деятельности в части освоения основного инструментария для проведения исследования, форм и методов его проведения и представления результатов;

– освоить правила техники безопасности и сформировать умения и навыки, необходимые при проведении практических работ.

– сформировать навыки работы с учебно-научной литературой.

Развивающие:

– развить практические умения обучающихся самостоятельно приобретать знания и применять их на практике;

– расширить кругозор и познавательную активность обучающихся;

– развить творческие способности обучающихся в научно-практической сфере;

– сформировать культуру работы с различными типами источников информации.

Воспитательные:

– формировать научное мировоззрение;

– способствовать воспитанию ценностного отношения обучающихся к интеллектуальному труду, знаниям и стремлению достигать поставленных целей;

– предоставить обучающимся возможность личностного и профессионального самоопределения;

– способствовать развитию коммуникативных навыков обучающихся при

работе в команде.

Предлагаемая Программа учитывает психолого-педагогические особенности соответствующей возрастной категории обучающихся. Ее освоение способствует развитию у обучающихся интереса к изучению естественных наук и сферам деятельности, связанным с ними, мотивации к осознанному выбору соответствующего профиля и направленности дальнейшего обучения.

Место курса в образовательном процессе

Программа факультатива «Тайны кристаллов» рассчитана на реализацию в течение 34 учебных часов в 8 классе. Программа является содержательным и методическим ориентиром для составления педагогами рабочих программ.

Деятельность обучающихся предусматривает активность и самостоятельность, сочетает индивидуальную и групповую формы работы.

Предложенные элементы содержания и виды деятельности могут быть конкретизированы с учетом индивидуальных запросов обучающихся. Расширение содержания и видов деятельности связано с возможностью выбора педагогом различных вариантов учебно-методического обеспечения курса, а также с существующими условиями школьной информационно-образовательной среды.

Для знакомства обучающихся с профессиями, связанными с изучением строения и свойств кристаллов, их получением и применением, а также с целью повышения мотивации обучающихся к изучению естественно-научных предметов рекомендуется при реализации Программы предусмотреть экскурсии на предприятия, в научные организации, региональные музеи, вузы. Содержательные элементы Программы позволяют организовать на их основе практическую и поисково-исследовательскую деятельность, результаты которой могут быть использованы при реализации обучающимися индивидуальных проектов. Темы проектов также рекомендовано выбирать с учетом региональной специфики.

СОДЕРЖАНИЕ ФАКУЛЬТАТИВА «ТАЙНЫ КРИСТАЛЛОВ»

Раздел 1. Кристаллы: нахождение в природе, строение, свойства, применение

История развития представлений о кристаллах. Нахождение кристаллов в природе. Образование и рост кристаллов. Особенности строения кристаллов. Разнообразие форм кристаллов. Симметрия кристаллов. Кристаллические решетки и их типы. Факторы, влияющие на свойства кристаллов.

История развития методов изучения кристаллов. Современные методы изучения строения и свойств кристаллов. Рентгеноструктурный метод анализа биомолекул; расшифровка структуры ДНК и белков.

Применение кристаллов. Кристаллы в науке, технике, быту. Жидкие кристаллы. Белковые кристаллы. Кристаллы в медицине. Кристаллы в искусстве.

Раздел 2. Экспериментальное изучение веществ и явлений

Правила работы в лаборатории и приемы обращения с лабораторным оборудованием.

Практические работы № 1 и 2. Выращивание кристаллов из водных растворов солей.

Практическая работа № 3. Выращивание кристаллов из водного раствора буры.

Практическая работа № 4. Мгновенная кристаллизация, или «горячий лед».

ПЛАНИРУЕМЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Реализация программы факультатива «Тайны кристаллов» направлена на обеспечение достижения обучающимися личностных, метапредметных и предметных образовательных результатов.

ЛИЧНОСТНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

1) патриотическое воспитание:

– проявление ценностного отношения к отечественному культурному, научному и историческому наследию;

– понимание значения естественных наук и технологий в жизни современного общества, развитии экономики России и своего региона;

2) гражданское воспитание:

– стремление к взаимопониманию и взаимопомощи в процессе учебной и внеучебной деятельности;

– готовность оценивать свое поведение и поступки своих товарищей с позиции нравственных и правовых норм с учетом осознания последствий поступков;

3) ценности научного познания:

– мировоззренческие представления о веществах и их свойствах, соответствующие современному уровню развития науки и необходимые для понимания сущности научной картины мира;

– осознание ценности научного познания для развития каждого человека, роли и места естественных наук в системе научных представлений о закономерностях развития природы, взаимосвязях человека с природной и технологической средой;

4) воспитание культуры здоровья:

– осознание необходимости соблюдения правил безопасности при обращении с оборудованием и химическими веществами в учебных и жизненных ситуациях;

5) трудовое воспитание:

– формирование ценностного отношения к трудовой деятельности как естественной потребности человека и к исследовательской деятельности как высоко востребованной в современном обществе;

– развитие интереса к профессиям, связанным с естественными науками, в том числе к профессиям научной сферы, осознание возможности самореализации в этой сфере;

6) экологическое воспитание:

– готовность к участию в практической деятельности экологической направленности.

МЕТАПРЕДМЕТНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Познавательные универсальные учебные действия

Базовые логические действия:

– раскрывать смысл естественно-научных понятий (выделять их существенные признаки, устанавливать взаимосвязь с другими понятиями);

– анализировать, сравнивать, обобщать, выбирать основания для классификации и систематизации естественно-научных объектов;

– устанавливать причинно-следственные связи между объектами изучения;

– предлагать критерии и выявлять общие закономерности и противоречия в изучаемых процессах и явлениях.

Базовые исследовательские действия:

– применять методы научного познания веществ и явлений на эмпирическом и теоретическом уровнях в познавательной и проектно-исследовательской деятельности;

– анализировать факты, выявлять и формулировать проблему, определять цель и задачи, соответствующие решению проблемы; осуществлять моделирование; проводить наблюдения и эксперименты, формулировать

обобщения и выводы по результатам проведенного эксперимента, составлять отчет о проделанной работе.

Работа с информацией:

– ориентироваться в различных источниках информации (научно-популярной литературе естественно-научного содержания, справочных пособиях, ресурсах Интернета);

– анализировать информацию и критически оценивать ее достоверность и непротиворечивость, отбирать и интерпретировать информацию, значимую для решения учебной задачи.

Коммуникативные универсальные учебные действия:

– представлять полученные результаты познавательной деятельности в устных и письменных текстах;

– публично выступать с презентацией результатов выполнения естественно-научного эксперимента;

– в ходе диалога и (или) дискуссии задавать вопросы по обсуждаемой теме и высказывать идеи, формулировать свои предложения относительно выполнения предложенной задачи;

– планировать организацию совместной работы, определять свою роль, распределять задачи между членами группы;

– выполнять свою часть работы, координировать свои действия с действиями других членов команды, определять критерии по оценке качества выполненной работы;

– решать возникающие проблемы на основе учета общих интересов и согласования позиций, участвовать в обсуждении, обмене мнениями, «мозговом штурме» и других формах взаимодействия.

Регулятивные универсальные учебные действия:

– планировать свою работу при решении учебной или исследовательской задачи;

– на основе полученных результатов формулировать обобщения

и выводы, прогнозировать возможное развитие процессов.

ПРЕДМЕТНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

К концу обучения предметные результаты изучения факультатива «Тайны кристаллов» должны отражать сформированность у обучающихся умений:

– раскрывать смысл изученных естественно-научных понятий: атом, молекула, химический элемент, аллотропия, простое вещество, сложное вещество, аморфные и кристаллические вещества, кристаллическая решетка, раствор, растворитель, растворенное вещество, массовая доля вещества (процентная концентрация) в растворе, насыщенный раствор, пересыщенный раствор;

– иллюстрировать взаимосвязь изученных естественно-научных понятий и применять эти понятия при описании веществ;

– применять основные операции мыслительной деятельности: анализ, синтез, сравнение, обобщение, систематизация, классификация, выявление причинно-следственных связей – для изучения свойств веществ, физических и химических; естественно-научные методы познания: наблюдение, измерение, моделирование, эксперимент (реальный и мысленный) – для освоения учебного содержания;

– устанавливать связи между реально наблюдаемыми физическими и химическими явлениями и процессами, происходящими в макро- и микромире, соотносить естественно-научные знания со знаниями других учебных предметов;

– объяснять и прогнозировать свойства веществ в зависимости от их состава и строения, применение веществ в зависимости от их свойств;

– описывать применение кристаллов в различных отраслях науки, техники, в медицине, быту;

– соблюдать правила безопасной работы в лаборатории при использовании химической посуды и оборудования, а также правила обращения с веществами в соответствии с инструкциями выполнения практических работ;

– демонстрировать владение основами химической грамотности, включающей умение безопасного обращения с веществами, используемыми в повседневной жизни, а также знание правил поведения в целях сбережения здоровья и окружающей среды;

– использовать полученные представления о сферах профессиональной деятельности, связанных с наукой и современными технологиями, как основу для профессиональной ориентации и для осознанного выбора естественно-научных предметов как профильных предметов при продолжении обучения на уровне основного и среднего общего образования.

ТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ

№ п/п	Наименование разделов и тем факультатива	Количество часов	Программное содержание	Основные виды деятельности
Раздел 1. Кристаллы: нахождение в природе, строение, свойства, применение				
1.1	Развитие представлений о кристаллах	4	История развития представлений о кристаллах. Нахождение кристаллов в природе. Образование и рост кристаллов	*Выполнение творческих заданий*, раскрывающих исторические аспекты развития представлений о кристаллах. *Проведение эксперимента* - Ознакомление с образцами кристаллов
1.2	Строение и свойства кристаллов	4	Особенности строения кристаллов. Разнообразие форм кристаллов. Симметрия кристаллов. Кристаллические решетки и их типы. Факторы, влияющие на свойства	Выявление взаимосвязи между строением и свойствами кристаллов. *Проведение эксперимента* - Моделирование строения кристаллов при помощи рисунков и моделей (шаростержневых)

№ п/п	Наименование разделов и тем факультатива	Количество часов	Программное содержание	Основные виды деятельности
			кристаллов	
1.3	Методы изучения кристаллов	4	История развития методов изучения кристаллов. Современные методы изучения строения и свойств кристаллов. Рентгеноструктурный метод анализа биомолекул; расшифровка структуры ДНК и белков	*Выполнение творческих заданий*, раскрывающих исторические аспекты развития методов изучения кристаллов
1.4	Применение кристаллов	4	Применение кристаллов. Кристаллы в науке, технике, быту. Жидкие кристаллы. Белковые кристаллы. Кристаллы в медицине. Кристаллы в искусстве	Выявление взаимосвязи между строением, свойствами кристаллов и их применением. Описание применения кристаллов в различных отраслях науки, техники, в медицине, быту.

№ п/п	Наименование разделов и тем факультатива	Количество часов	Программное содержание	Основные виды деятельности
				- *Выполнение творческих заданий*, раскрывающих различные аспекты применения кристаллов
Итого по разделу		**16**		
Раздел 2. Экспериментальное изучение веществ и явлений				
2.1	Правила работы в химической лаборатории	2	Правила обращения с лабораторным оборудованием. Правила обращения с химическими веществами	Ознакомление с правилами работы в химической лаборатории, правилами обращения с лабораторным оборудованием и химическими веществами
2.2	Практическая работа № 1	4	Раствор, растворитель, растворенное вещество, массовая доля вещества (процентная концентрация) в растворе, насыщенный раствор Выращивание кристаллов из	Ознакомление с понятиями «раствор», «растворитель», «растворенное вещество», «массовая доля вещества (процентная концентрация) в растворе», «насыщенный раствор» и применение этих понятий на практике.

№ п/п	Наименование разделов и тем факультатива	Количество часов	Программное содержание	Основные виды деятельности
			водного раствора алюмокалиевых квасцов (или другой соли)	*Проведение эксперимента* - Выращивание кристаллов из раствора соли в соответствии с инструкцией
2.3	Практическая работа № 2	4	Выращивание кристаллов из водного раствора медного купороса (или другой соли)	*Проведение эксперимента:* - Выращивание кристаллов из раствора соли в соответствии с инструкцией
2.4	Практическая работа № 3	2	Выращивание кристаллов из водного раствора буры	*Проведение эксперимента:* - Выращивание кристаллов из раствора буры в соответствии с инструкцией
2.5	Практическая работа № 4	2	Пересыщенный раствор. Выращивание кристаллов ацетата натрия (мгновенная кристаллизация, или «горячий лед»)	*Проведение эксперимента:* - Выращивание кристаллов ацетата натрия в соответствии с инструкцией

№ п/п	Наименование разделов и тем факультатива	Количество часов	Программное содержание	Основные виды деятельности
2.6	Подведение итогов курса	4		Оценка уровня освоения факультатива, выявление успешности выполнения приобретения теоретических знаний и навыков практической деятельности, личностных достижений
Итого по разделу		**18**		
ОБЩЕЕ КОЛИЧЕСТВО ЧАСОВ ПО ПРОГРАММЕ		**34**		

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАНЯТИЙ ФАКУЛЬТАТИВА

№ занятия	Тема занятия	Содержание деятельности
1	Введение	Знакомство с методами естественных наук
2 - 4	История развития представлений о кристаллах. Нахождение кристаллов в природе. Образование и рост кристаллов	Выполнение творческих заданий, раскрывающих исторические аспекты развития представлений о кристаллах. Проведение эксперимента: Ознакомление с образцами кристаллов
5-6	Строение кристаллов	Выявление взаимосвязи между строением и свойствами кристаллов. Проведение эксперимента: Моделирование строения кристаллов при помощи рисунков и моделей (шаростержневых)
7-8	Свойства кристаллов	Работа в группах. Выполнение творческих заданий, раскрывающих свойства кристаллов
9-11	История развития методов изучения кристаллов	Выполнение творческих заданий, раскрывающих исторические аспекты развития методов изучения кристаллов. Выполнение минипроектов по теме «Методы изучения кристаллов»

№ занятия	Тема занятия	Содержание деятельности
12-13	Современные методы изучения строения и свойств кристаллов	Защита минипроектов по теме «Методы изучения кристаллов». Работа в группах
14 -16	Применение кристаллов	Описание применения кристаллов в различных отраслях науки, техники, в медицине, быту. Экскурсия в музей минералогии (краеведческий музей)
17-18	Жидкие кристаллы. Белковые кристаллы	Работа в группах. Выполнение творческих заданий, раскрывающих применение кристаллов
19-20	Правила работы в химической лаборатории	Ознакомление с правилами работы в химической лаборатории, правилами обращения с лабораторным оборудованием и химическими веществами
21-22	Практическая работа № 1	Ознакомление с понятиями «раствор», «растворитель», «растворенное вещество», «массовая доля вещества (процентная концентрация) в растворе», «насыщенный раствор» и применение этих понятий на практике
23-24	Практическая работа № 1	Проведение эксперимента: Выращивание кристаллов из раствора соли в соответствии с инструкцией

№ занятия	Тема занятия	Содержание деятельности
25-26	Практическая работа № 2	Проведение эксперимента: Выращивание кристаллов из раствора соли в соответствии с инструкцией
27-28	Практическая работа № 2	Проведение эксперимента: Выращивание кристаллов из раствора соли в соответствии с инструкцией
29-30	Практическая работа № 3	Проведение эксперимента: Выращивание кристаллов из раствора буры в соответствии с инструкцией
31	Практическая работа № 4	Проведение эксперимента: Выращивание кристаллов ацетата натрия в соответствии с инструкцией
32-33	Подведение итогов учебного курса	Защита проектов. Работа в группах. Оценка уровня освоения курса, выявление успешности выполнения приобретения теоретических знаний и навыков практической деятельности, личностных достижений
34	Подведение итогов курса (продолжение)	Защита проектов. Работа в группах. Оценка уровня освоения курса, выявление успешности выполнения приобретения теоретических знаний и навыков

№ занятия	Тема занятия	Содержание деятельности
		практической деятельности, личностных достижений

МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ

Для проведения занятий необходима аудитория, оснащенная мультимедийной установкой, включающей в себя компьютер, экран и проектор.

Для проведения практических занятий необходима лаборатория, оснащенная необходимым химическим оборудованием.

Список оборудования, реактивов, расходных материалов (на группу из 20 человек)

№	Наименование	Количество
1.	Весы мини электронные	5 шт.
2.	Электроплитка инфракрасная	5 шт.
3.	Халаты одноразовые	20 шт.
4.	Микроскопы	5 шт.
5.	Натрий уксуснокислый, безводный, имп. 1кг	1 кг
6.	Алюмокалиевые квасцы, ч., 1 кг	0,5 кг
7.	Хромокалиевые квасцы, ч., 1 кг	0,5 кг
8.	Медный купорос (медь сернокислая, 5-водная), ч., 1 кг	0,5 кг
9.	Натрий тетраборнокислый 10-водный (бура), 99,90 %+, 1 кг	1 кг
10.	Диамид угольной кислоты (Мочевина), чда, 1 кг	0,5 кг
11.	Стакан лабораторный В-1- 250 мл высокий	40 шт.
12.	Стакан В-1-50, 50 мл высокий	40 шт.
13.	Ложка-шпатель 200 мм металлическая SP120-200	10 шт.
14.	Палочки стеклянные 220×4 мм, 1 шт.	30 шт.
15.	Пинцет с мощными концами общего назначения ст. FC100-10	20 шт.
16.	Чашка Петри 100×20 машинное изготовление, стекло	25 шт.

№	Наименование	Количество
17.	Пипетка Пастера ПЭ, 3.0 мл, дл.155 мм, градуир., капля 35–55 мкл, нестер., 1 шт. F1016- упак. 50 шт.	40 шт.
18.	Термометр электронный -50…+ 300 С/1С с таймером и сигналом ТМ1087	50 шт.
19.	Стакан лабораторный В-1-400, высокий на 400 мл	20 шт.
20.	Вода дистиллированная канистра 5 л	10 шт.
21.	Маркеры перманентные (нестираемые) для рисования и письма цветные Набор 4 Цвета, Staff Profit Pm-105, тонкий металлический наконечник 0,5 мм	10 шт.
22.	Фильтровальная бумага 52×60 см, 1 уп., 10 кг м. Ф, 1 кг	1 упаковка
23.	Банка (Контейнер) 60 мл нестерил. ПП градуир. 50/10 мл, 1 шт.	100 шт.
24.	Перчатки латексные белые, 50 пар (100 шт.), опудренные, прочные, размер М (средний), LAIMA, 605021, 1 уп.	25 шт.
25.	Батарейки КОМПЛЕКТ 4 шт., DURACELL Basic, AAA (LR03, 24A), алкалиновые, мизинчиковые, блистер, 1 комплект	5 шт.
26.	Ножницы BRAUBERG «Classic+», 160 мм, черно-синие, классической формы, резиновые вставки, 236447	5 шт.
27.	Полотенца бумажные бытовые, спайка 2 шт., 2-х слойные, (2×30 м), LAIMA/ЛАЙМА, 22×23 см, белые, 128726, 1 упаковка (2 шт)	2 шт.
28.	Проволока пушиста шенил № 4×30 СМ 6 цв. 30 шт.	1 упаковка

№	Наименование	Количество
29.	Леска для бисероплетения «Gamma», цвет: прозрачный, диаметр 0,3 мм, 100 м	1 упаковка

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Обязательная литература

1. Белотелов В.И., Звездин А.К. Фотонные кристаллы и другие метаматериалы. – М.: Бюро Квантум, 2006. (Библиотечка «Квант». Вып. 94. Приложение к журналу «Квант» № 2/2006).
2. Бокштейн Б.С. Атомы блуждают по кристаллу. Библиотечка КВАНТ, выпуск 28. – М.: Наука, 1984.
3. Еремин Н.Н., Еремина Т.А. Занимательная кристаллография. – М.: МЦНМО, 2013.
4. Перельман Я.И. Занимательная физика. – СПб.: СЗКЭО, 2023.
5. Пикин С.А., Блинов Л.М. Жидкие кристаллы (Библиотечка «Квант», Вып. 20). – М.: Наука, 1982.
6. Ферсман А.Е. Занимательная минералогия. – М.: Омега-Л, 2024.
7. Шаскольская М.П. Кристаллы. – М.: Наука, 1985.
8. Шаскольская М.П. Очерки о свойствах кристаллов. – М.: Наука, 1978.
9. Шафрановский И.И. История кристаллографии. XIX век. Л.: Наука, 1980.

Дополнительная литература

1. Галиулин Р.В. Как устроены кристаллы // Квант. – 1983. № 11.
2. Гегузин Я.Е. Беспорядок, который порядку необходим // Наука и жизнь. 2018. № 1.
3. Голубев А. В мире поляризованного света // Наука и жизнь. 2008. № 4.
4. Городецкий Е. Симметрия и физические свойства кристаллов // Квант. 1989. № 11.
5. Демина М. Самый ценный кристалл // Химия и жизнь. 2011. № 5.
6. Клия М. Как вырастить кристалл // Квант. 1970. № 5.
7. Лунин Б.С., Локтева Е.С. Кварцевое стекло и гравитационные волны // Химия и жизнь. 2023. № 7.
8. Митчелл Р.С. Названия минералов. – М.: Мир, 1982.

9. Мурахвери В. Поляризованный свет в природе // Наука и жизнь. 1984. № 4.

10. Петелин А., Федосеев А. Как живут кристаллы в металле // Квант. 1985. № 12.

11. Расцветаева Р.К. И снова эвдиалит: 31-й природный и первый синтетический // Природа. – 2023. – № 6.

12. Расцветаева Р.К. Минералы наизнанку // Сборник Многогранная геология. Выпуск IV. – СПб: ФГБУ «ВНИИ Океангеология», 2019.

13. Расцветаева Р.К. Сказки о минералах. – Нижний Новгород: Изд-во Нижегородского госуниверситета, 2008.

14. Расцветаева Р.К. Чья труба шире? Минералогическая сказка // Природа. – 2023. – № 4.

15. Расцветаева Р.К., Аксенов С.М. Что в имени твоем? (Химические элементы, открытые благодаря минералам) // Природа. 2019. № 3.

16. Сирота В.А. Кристаллы // Квантик. 2019. № 1.

17. Сонин А.С. История открытия жидких кристаллов: драматические страницы // Вестник Московского университета. Серия 2. Химия. 2002. Т. 43. № 2.

18. Стасенко А., Брук Ю. Ионные кристаллы, модуль Юнга и массы планет // Квант. 2004. № 6.

19. Транковский С. Цветной мир прозрачных вещей // Наука и жизнь. 1999. № 7.

20. Урусов В.С. Почему их только две тысячи? // Природа. 1983. № 10.

21. Хомяков А.П. Почему их больше чем две тысячи? // Природа. 1996. № 5.

22. Шибаев В.П. Жидкие кристаллы – «кентавры» природы // Природа. 2012. № 1.

23. Шибаев В.П. Жидкие кристаллы: холестерики // Химия и жизнь – XXI век. 2008. № 7.

24. Энциклопедия для детей. Геология. – М.: Аванта+, 2000.

ПРИЛОЖЕНИЕ

ПРАВИЛА РАБОТЫ В ХИМИЧЕСКОЙ ЛАБОРАТОРИИ

1. Работать одному в лаборатории категорически запрещается, так как при возникновении несчастного случая некому будет оказать помощь пострадавшему и ликвидировать последствия аварии.
2. Перед выполнением работы необходимо познакомиться с ее описанием, последовательностью действий, которые необходимо выполнять во время ее проведения. Если при выполнении работы используются приборы и установки, то следует изучить их устройство и правила работы с ними.
3. Во время работы в лаборатории необходимо соблюдать чистоту, тишину, порядок и правила техники безопасности. На лабораторном столе могут находиться только те вещи и предметы, которые необходимы для выполнения работы.
4. В химической лаборатории можно работать только в специальной одежде (халате). Халат должен быть застегнут на все пуговицы. Длинные волосы необходимо подбирать (убрать в пучок или иным способом). При проведении опытов с особо опасными веществами следует использовать респиратор, защитные очки, перчатки.
5. Работы с токсичными, легковоспламеняющимися или горючими веществами необходимо проводить только в вытяжном шкафу с включенной вытяжкой.
6. В лаборатории категорически запрещается хранить продукты питания и принимать пищу.
7. При выполнении опытов необходимо использовать только целую и чистую лабораторную посуду.
8. На любой посуде, в которой хранятся реактивы, должны быть этикетки с указанием названия веществ.
9. Вещества не должны попадать на кожу лица и рук, так как они могут вызвать раздражение кожи и слизистых оболочек.

10. Твердые химические реактивы можно брать только шпателем, пинцетом или ложечкой. **Категорически запрещается брать реактивы руками!**
11. Работу с **кислотами, твердыми щелочами, едкими и токсичными веществами следует** проводить только в защитных очках и перчатках. При растворении твердых щелочей в воде необходимо добавлять щелочь небольшими порциями в воду, избегая перегревания раствора. Разбавление кислот или щелочей необходимо производить в жаростойкой посуде.
12. При разбавлении концентрированных кислот и щелочей необходимо небольшими порциями при постоянном перемешивании приливать **кислоту** (или концентрированный раствор щелочи) **в воду**, а не наоборот. Растворение кислот и щелочей в воде сопровождается выделением большого количества теплоты, что может привести к закипанию смеси, ее разбрызгиванию и попаданию в глаза, на лицо и руки.
13. Жидкие химические вещества следует переливать, пользуясь воронкой. Склянку, из которой переливают жидкость, необходимо держать этикеткой к руке во избежание ее порчи.
14. Категорически запрещается набирать жидкости в пипетки ртом. Для набора жидкости в пипетку используется специальная груша.
15. Неизрасходованные реактивы нельзя высыпать или выливать обратно в сосуды, из которых они были взяты.
16. Категорически запрещается сливать в канализацию легковоспламеняющиеся и горючие жидкости, концентрированные растворы кислот и щелочей. Для их утилизации и слива используют специальные емкости. Категорически нельзя выбрасывать остатки неизрасходованных активных металлов, например натрия, в канализацию или мусорное ведро – это может привести к пожару! Нельзя бросать в раковину фильтровальную бумагу, вату, стекла от разбитой посуды.

17. Нельзя зажигать спиртовку от другой спиртовки, так как спирт может пролиться и загореться, что приведет к возникновению пожара. Нельзя задувать пламя спиртовки. Чтобы погасить пламя, спиртовку следует закрыть колпачком.
18. При нагревании растворов и веществ в пробирке необходимо использовать держатель. Прежде чем приступить к нагреванию содержимого пробирки, ее следует равномерно прогреть в пламени спиртовки. Во время нагревания жидких и твердых веществ в пробирках и колбах нельзя направлять отверстия сосудов на себя и соседей, так как может произойти внезапный выброс вещества. Нельзя наклоняться над сосудом, в котором происходит нагревание или кипячение жидкости.
19. Легковоспламеняющиеся и горючие жидкости категорически нельзя нагревать на открытом пламени.
20. Вещества в лаборатории категорически запрещается пробовать на вкус. Для определения запаха вещества нужно ладонью сделать движение от отверстия сосуда к носу и осторожно (не полной грудью!) вдохнуть.
21. При ожоге кислотой необходимо **немедленно промыть пораженное место большим количеством воды**, после чего промыть место поражения двухпроцентным раствором соды.
22. При ожоге щелочью **необходимо длительное промывание** пораженного места под **струей воды,** а затем однопроцентным раствором борной или уксусной кислоты.
23. При ожоге глаз кислотой или щелочью необходимо **немедленно промыть глаза водой** в течение длительного времени и в случае необходимости обратиться к врачу.
24. После завершения работы необходимо привести рабочее место в порядок, использованную лабораторную посуду следует помыть.

Постарайтесь ограничить самодеятельность при выполнении лабораторных опытов – это опасно! В любой экстренной ситуации обращайтесь к учителю!

ПОМНИТЕ: ПРЕНЕБРЕЖЕНИЕ ПРАВИЛАМИ БЕЗОПАСНОСТИ И НЕАККУРАТНОСТЬ В ХИМИЧЕСКОЙ ЛАБОРАТОРИИ МОГУТ ПРИВЕСТИ К НЕСЧАСТНЫМ СЛУЧАЯМ С ТЯЖЕЛЫМИ ПОСЛЕДСТВИЯМИ.

Задания для самопроверки

- При выполнении опыта вы случайно рассыпали твердый реактив на лабораторном столе. Какие действия вам следует предпринять?
- Раствор серной кислоты попал на кожу руки вашего одноклассника, который помазал место ожога кремом. Правильно ли поступил ваш одноклассник? Какие действия следовало ему предпринять?
- Как следует поступить, если раствор щелочи попал на вашу кожу?
- Можно ли проводить опыты по получению хлора на лабораторном столе, не используя вытяжной шкаф? Обоснуйте свой ответ.
- Из концентрированной серной кислоты вам необходимо приготовить разбавленный раствор. Опишите ваши действия.