

Автономная некоммерческая организация
«Красноярский детский технопарк «Кванториум»

РЕКОМЕНДОВАНО
методическим советом

Протокол № 13
от «30» мая 2025 г.

УТВЕРЖДАЮ
Генеральный директор
Кениг С.Р.

Приказ № 42
от «30» мая 2025 г.



Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа
«Нанотехнологии»

Срок реализации:

1 год

Возраст детей:

14 -17 лет

Составитель программы:

Павликов А.Ю.

г. Красноярск, 2025 г.

1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа «Нанотехнологии» (далее - программа) имеет базовый уровень сложности, ориентирована на обучающихся 14-17 лет. Программа рассчитана на один год в объеме 144 часа из расчета 4 часа в неделю.

1.1. НОВИЗНА

Новизна программы заключается:

- в способе формирования ключевых компетенций, средством же служит проектная деятельность обучающихся под руководством наставника;
- изучение химии и физики в рамках программы «Нанотехнологии» дает более широкие возможности, предъявляя дополнительные требования к реализации внутрипредметных и межпредметных связей;
- программа допускает возможность корректировки и видоизменения тематического содержания в процессе обучения, что обусловлено личными целями обучающегося, личностным содержанием его образования, рефлексией обучающегося, выводящей его на самоконтроль и самооценку;
- наряду с традиционными технологиями, при реализации программы широко применяются исследовательские методы обучения, ТРИЗ и командная работа.

Кроме того, новизна программы определяется направленностью на восполнение следующих дефицитов:

- недостаточный уровень подготовки школьных учителей к работе с обучающимися в рамках перспективных комплексных направлений технической и естественно-научной направленности;
- отсутствие современной материально-технической базы в общеобразовательной школе.

1.2. АКТУАЛЬНОСТЬ

Нанотехнологии уже стали неотъемлемой частью нашей жизни. В связи с бурным развитием нанотехнологической науки существенно расширяется область применения научных достижений в различных сферах деятельности. Одной из важнейших проблем современного общества является формирование общих представлений о нанотехнологиях, которые в лучшем случае оказываются противоречивыми, а в худшем – недостоверными. Таким образом, назрела необходимость просвещения в сфере нанотехнологий.

Назначение программы – привлечь школьников к исследовательской, изобретательской, научной и инженерной деятельности.

Задача педагога – развить у обучающихся навыки, которые им потребуются в самостоятельной экспериментальной и теоретической работе и в дальнейшем освоении программы углубленного уровня.

Изучение программы построено на практико-ориентированных инженерных и исследовательских кейсах (индивидуальных или групповых), направленных на решение задач прикладного и фундаментального характера, позволяет целенаправленно развивать творческие способности обучающихся, их самостоятельность, совершенствовать личностные качества.

1.3. ПЕДАГОГИЧЕСКАЯ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ

В связи с активным внедрением нанотехнологий в жизнь общества постоянно увеличивается потребность в высококвалифицированных специалистах. В ряде вузов России присутствуют специальности, связанные с нанотехнологиями, но в большинстве случаев не происходит предварительной ориентации обучающихся на возможность продолжения обучения в данном направлении.

Данная образовательная программа помогает в решении следующих актуальных педагогических задач, таких как:

- показать место и роль научной деятельности в структуре современных высокотехнологичных профессий;
- сформировать навыки работы на современном высокотехнологичном оборудовании;
- овладеть навыками практического применения технологий нанотехнологий;
- заинтересовать учащихся проектированием жизненных и профессиональных планов, особенностями будущей профессии, возможными путями достижения высокой профессиональной квалификации.

При составлении программы учитывались следующие психофизиологические особенности потенциальных обучающихся:

- потребность в жизненном самоопределении и обращенность планов в будущее, осмысление с этих позиций настоящего;
- становление социальных мотивов гражданского долга;
- тенденция к осознанию школьником своего мировоззрения;
- потребность в осознании себя как целостной личности;
- оценке своих возможностей в выборе профессии, в осознании своей жизненной позиции;
- становление целеполагания;
- интерес ко всем формам самообразования;
- избирательность познавательных мотивов, диктуемая выбором профессии;
- устойчивость интересов, их относительная независимость от мнения окружающих.

В рамках реализации программы у обучающихся формируются знания о методах и технологиях получения нанопорошков, нанослоев, наногетероструктур и наноструктурированных материалов, в основе которых лежат различные физические и физико-химические процессы.

Применение метода учебных кейсов, организация проектной деятельности обучающихся является важным и эффективным механизмом формирования способности самостоятельно мыслить, добывать и применять знания, тщательно обдумывать принимаемые решения, четко планировать действия, эффективно сотрудничать в разнообразных группах. Современные педагогические исследования показывают, что проектная деятельность развивает исследовательские и творческие способности обучающихся, повышает их мотивацию к получению дополнительных знаний и развивает их самостоятельную активность, активизирует процесс включения школьников в познавательную деятельность.

В процессе обучения применяются следующие технологии:

- проектная деятельность;
- проблемное обучение;
- исследовательские методы обучения и ТРИЗ;
- обучение в сотрудничестве (командная, групповая работа).

1.4. КОНЦЕПЦИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Концепция программы «Нанотехнологии» основана на личностно-деятельностном и социокультурном подходах в образовании.

Дополнительное образование должно носить опережающий характер и быть нацеленным на воспитание профессионалов 21 века, людей нравственных, обладающих высокой экологической культурой и современным мировоззрением, экономически, технологически и функционально грамотных.

1.5. ОТЛИЧИТЕЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПРОГРАММЫ

Освоение данной программы формирует платформу для изучения применения нанотехнологий в высокотехнологичных отраслях производства и реализацию кейсов в данном направлении.

Особенностью программы обучения по нанотехнологиям является заложенная в нее идея опережающего обучения, позволяющая на самых ранних этапах создать предпосылки для углубленного изучения химии и физики, а также наличие «сквозного» повторения узловых вопросов школьного курса по этим предметам на различных этапах обучения, причем каждое повторение проводится на более высоком, как количественном, так и качественном уровнях. Кроме того, данная программа позволяет сформировать возможность самостоятельной работы и решения научных задач на высокотехнологичном оборудовании, соответствующим мировым стандартам.

Данная Программа разработана в соответствии с нормативными правовыми актами:

Федерального закона от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;

Указа Президента Российской Федерации «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года»;

Концепции развития дополнительного образования до 2030 года (утверждена распоряжением Правительства РФ от 31.03.2022 № 678-р);

Стратегии развития воспитания в Российской Федерации на период до 2025 года (утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 29.05.2015 № 996-р);

Плана мероприятий по реализации в 2021 - 2025 годах Стратегии развития воспитания в Российской Федерации на период до 2025 года (утвержден распоряжением Правительства Российской Федерации от 12.11.2020 № 2945-р);

Приказа Министерства образования и науки Российской Федерации от 23.08.2017 № 816 «Об утверждении Порядка применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ»;

Приказа Министерства просвещения России от 09.11.2018 № 196 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам»;

Приказа Министерства просвещения РФ от 03.09.2019 № 467 «Об утверждении Целевой модели развития региональных систем дополнительного образования детей»;

Приказа Министерства Просвещения Российской Федерации от 30.09.2020 № 533 «О внесении изменений в порядок организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам, утвержденный приказом Министерства Просвещения Российской Федерации от 09.11.2018 № 196»;

Постановления Главного государственного санитарного врача РФ от 28.09.2020 № 28 «Об утверждении СП 2.4.3648-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи»;

Письма Министерства образования и науки РФ от 18.11.2015 № 09-3242 «О направлении информации» (с «Методическими рекомендациями по проектированию дополнительных общеразвивающих программ (включая разноуровневые программы)»).

Программа разработана на основе методических материалов «Наноквантум тулкит», представленным Фондом новых форм развития образования, г. Москва, 2019 г., имеет междисциплинарный характер, что полностью отражает современные тенденции построения как дополнительных общеобразовательных общеразвивающих программ, так и образования в целом.

1.6. ЦЕЛЬ

Целью программы является формирование представления о наноматериалах и наносистемах, способности реализовывать идеи на практике и публично представлять результаты научно-исследовательской деятельности.

1.7. ЗАДАЧИ

- Сформировать у обучающихся представление о современных достижениях в области наук (физика, информатика, химия, математика) и их стыковых частях, являющихся основой нанотехнологий, расширить научный кругозор;
- познакомить обучающихся с технологиями научно-исследовательской деятельности;
- сформировать навыки работы на лабораторном оборудовании;
- сформировать навыки теоретических и экспериментальных исследований (от постановки задачи до ее реализации);
- освоить основные методы получения наноматериалов и наноструктур;
- сформировать навыки командной работы и публичных выступлений, докладов, в т.ч. навыки аргументации и передачи научного материала.

1.8. ТРЕБОВАНИЯ К ОБУЧАЮЩИМСЯ

Набор на программу осуществляется в соответствии с Правилами приема и отчисления обучающихся автономной некоммерческой организации «Красноярский детский технопарк «Кванториум».

Программа «Нанотехнологии» рассчитана на обучающихся 14-17 лет. В связи с ориентированностью программы на разработку индивидуальных (групповых) проектов максимальное количество обучающихся не должно превышать 12 человек.

1.9. ФОРМЫ И РЕЖИМ ЗАНЯТИЙ

Место реализации программы: АНО ДТ «Красноярский «Кванториум»». Адрес: ул. Дубровинского, 1И (Галерея «Енисей»), г. Красноярск, Красноярский край, 660049.

Срок реализации программы: 1 год. Объем учебной нагрузки - 144 учебных часа.

Формы и режим занятий

Программа рассчитана на 144 учебных часа. Занятия проводятся – 2 раза в неделю по 2 академических часа с десятиминутным перерывом, что определяется санитарно-эпидемиологическими правилами и нормативами СП 2.4.3648-20.

При проведении занятий традиционно используются три формы работы:

- фронтальная, когда обучающиеся синхронно работают под управлением педагога;
- самостоятельная, когда обучающиеся выполняют индивидуальные задания в течение части занятия или нескольких занятий;
- демонстрационная, когда обучающиеся слушают объяснения педагога и наблюдают за демонстрационным экраном или экранами компьютеров на ученических рабочих местах.

Обучение проводится в формате лекций, объяснений и демонстраций для усвоения теоретического материала. После лекционного материала проводятся практические занятия (лабораторные работы) для эффективного закрепления полученных теоретических знаний, а также для формирования базовых навыков работы с оборудованием.

Для проверки полученных знаний используются публичные защиты результатов, полученных на практиках, а также выступления перед группой школьников на заранее подготовленные темы.

Рекомендуемые формы

- на этапе изучения нового материала – лекция, объяснение, рассказ, демонстрация;
- на этапе закрепления изученного материала - беседа, дискуссия, практическая работа, лабораторная работа;

- на этапе повторения изученного материала – наблюдение, устный контроль (опрос), экспериментальная работа;
- на этапе проверки полученных знаний – выполнение дополнительных заданий, кейсов, публичное выступление с демонстрацией результатов работы над образовательным модулем, практическая задача.

1.10. ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И СПОСОБЫ ИХ ПРОВЕРКИ

Результатом обучения по программе «Нанотехнологии» должно быть:

- сохранение и усиление мотивации к дальнейшему профильному образованию (химия, физика) и сферам труда, предполагающим профессиональное применение нанотехнологий;
- владение системными знаниями в области химии, физики и нанотехнологий;
- развитие интеллектуальных способностей, прежде всего, умения решать новые, необычные задачи, в частности, олимпиадные;
- умение самостоятельно работать с высокотехнологичным оборудованием и успешно решать на нем поставленные задачи;
- владение основными методами синтеза наноматериалов и наноструктур;
- развитие элементов творческой деятельности, таких как: видение и формулирование проблемы, выдвижение гипотез, их проверка и т.д.;
- сформированный навык поиска необходимой информации в научной литературе;
- сформированный навык командной работы и публичных выступлений.

1.11. ФОРМЫ ПОДВЕДЕНИЯ ИТОГОВ ОБУЧЕНИЯ

Текущий контроль освоения программы проводится во время занятий при помощи наблюдений, опросов, защиты лабораторных работ.

(Приложение 1-17) Для проверки полученных знаний используются публичные защиты результатов, полученных на практиках, а также выступления на конференциях и иных научно-технических мероприятиях различного уровня.

В конце первого полугодия проводится промежуточный контроль (2 часа) в форме контрольной практической работы. Аттестация по итогам освоения программы (2 часа) в форме итоговой защиты работы по кейсу (осуществляется посредством решения контрольного итогового кейса рабочими группами, представления и защиты результатов) (Приложение 18). Для оценки финальных результатов работы каждой команды педагог рассматривает решение итогового кейса по следующим девяти критериям:

- способность к поисковой деятельности по многоязычным ресурсам интернета для анализа имеющейся информации по теме задачи;
- способность к смысловому чтению текстов задач с определением круга решаемых вопросов и условий;
- соблюдение техники безопасности в лаборатории;
- способность к самостоятельному определению необходимых
- оборудования и материалов для проведения эксперимента;
- способность к самостоятельному проведению эксперимента;
- умение генерировать нестандартные решения методами технического творчества;
- умение анализировать полученный результат;
- умение делать выводы и презентовать результаты работы;
- способность работать в группе.

Для оценки финальных результатов работы каждой команды педагог рассматривает решение итоговой работы по следующим критериям:

- способность к поисковой деятельности по многоязычным ресурсам интернета для анализа имеющейся информации по теме задачи;

- способность к смысловому чтению текстов задач с определением круга решаемых вопросов и условий;
- соблюдение техники безопасности в лаборатории;
- способность к самостоятельному определению необходимых оборудования и материалов для проведения эксперимента;
- способность к самостоятельному проведению эксперимента;
- умение генерировать нестандартные решения методами технического творчества;
- умение анализировать полученный результат;
- умение делать выводы и презентовать результаты работы;
- способность работать в группе.

Для успешной аттестации по итогам освоения программы необходимо набрать не менее 50 баллов (приложение 19)

2. УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

№ п/п	Наименование разделов и тем	Общее количество часов	В том числе:	
			теорети- ческих	практи- ческих
1	Соблюдение правил техники безопасности и санитарно-гигиенических норм при работе с электрооборудованием и учебно-методическими материалами	2	2	0
2	Основы физических законов макро- и микромира	22	10	12
3	Введение в нанотехнологии	24	6	18
4	Материалы с памятью формы и опыты с ними	6	2	4
5	Промежуточный контроль	2	0	2
6	Термохромизм. Химический термохромизм.	8	2	6
7	Термохромизм. Физический термохромизм.	6	2	4
8	Принципы, методы и методики измерений.	26	8	18
9	Выполнение учебных кейсовых задач	46	6	40
10	Контроль по итогам освоения программы. Рефлексия.	2	0	2
ИТОГО часов:		144	38	106

3. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

Программа формирует набор базовых знаний в области нанотехнологий, необходимых для эффективного решения профильных задач и реализации проектов, позволяя проводить лабораторные эксперименты и эффективно использовать имеющееся оборудование в процессе исследовательской работы.

1. Соблюдение правил техники безопасности и санитарно-гигиенических норм при работе с электрооборудованием и учебно-методическими материалами.

Общие правила безопасности в образовательном учреждении. Основы техники безопасности при работе с электрическими приборами. Техника безопасности при работе в лаборатории. Общие положения техники безопасности при работе с химическими реактивами. Техника безопасности при работе с лабораторными установками.

2. Основы физических законов макро- и микромира.

Атомное строение вещества. Взаимодействие частиц вещества. Свойства газов, жидкостей и твердых тел.

Молярная, нормальная концентрация. Понятие эквивалента. Массовая доля вещества. Приготовление растворов с заданной концентрацией. Метод последовательного разбавления. Определение плотности растворов.

Введение в электрохимию Диссоциация, теория Аррениуса. Окисление и восстановление. Гальванический элемент. Электролизная ячейка. Катод, анод. Закон Фарадея. Сбор электролизной ячейки с медными катодами и анодами. Проведение процесса электролиза.

3. Введение в нанотехнологии.

Нано как миллиардная доля от метра. Наноструктуры – объекты, промежуточные между молекулами и макроскопическими телами. Положение наноструктур на шкале размеров. Примеры природных и синтезированных наноструктур (ДНК, частицы природных глин,

фуллерены, магнитные кластеры и др.). Почему освоение наномира может быть так полезно для человечества?

Наносостояние. Причины возникновения. Роль поверхности, размеров и количества атомов в формировании наносостояния. Основные эффекты, проявляющиеся при переходе материалов в наносостояние (изменение параметров внутренней структуры, тепловых, электрических, магнитных, оптических, химических свойств). Классификация наноматериалов. Структура и свойства компактированных наноматериалов. Примеры наноматериалов и их применения. Структура и свойства наносистем. Примеры наносистем и их применения.

Лабораторные работы: «Химический синтез и физико-химический анализ водной дисперсии наночастиц золота»; «Определение распределения наночастиц по размерам»; «Химический синтез и спектрофотометрический анализ водной дисперсии наночастиц серебра».

4. Основы написания научной работы (проекта).

Виды научных работ. Оптимальные методы поиска информации. Работа с литературными источниками. Работа с научной литературой. Правила подготовки и защиты работ.

5. Промежуточный контроль.

Предзащита проектной идеи рабочими группами.

6. Принципы, методы и методики измерений.

Теория спектрофотометрического метода анализа. Количественный и качественный анализ методом спектрофотометрии. Титриметрический анализ.

7. Выполнение учебных кейсовых задач.

- Синтез люминофоров различного состава.
- Синтез наночастиц различного состава.
- Создание гидрофобного материала.
- Создание магнитной жидкости

- Создание тест-систем для определения ионов тяжелых металлов в воде.

8. Итоговый контроль. Защита научно-исследовательского проекта рабочей группой.

4. Список литературы

Литература для обучающихся:

1. Введение в нанотехнологии. Модуль «Физика»: методическое пособие по программе элективного курса для учителей 10-11 классов / В.В. Светухин и др.; под ред. Б.М. Костишко, В.Н. Голованова. – Ульяновск: УлГУ, 2008.
2. Зубков Ю.Н., Кадочкин А.С. [и др.] Введение в нанотехнологии. Модуль «Физика». Учебное пособие для учащихся 10-11 кл. / под ред. В.В. Светухина и др.: С.-Петербург, 2012.
3. Словарь нанотехнологических и связанных с нанотехнологиями терминов, под ред. С.В. Калюжного, Москва, ФИЗМАТЛИТ, 2010.
4. Третьяков Ю. Нанотехнологии. Азбука для всех / Сборник статей под редакцией Ю. Третьякова. – М.: Физматлит, 2007. – 368 с.
5. Богатство Наномира. Фоторепортаж из глубин вещества. Гудилин Е.А. и др., под ред. Ю.Д. Третьякова. - М.БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010.
6. Дорога длиною в век: Из истории открытия и исследования жидких кристаллов / Сонин А С. - М.: Наука, 1988.
7. Удивительные наноструктуры, К. Деффейс, С. Деффейс; под ред. Л.Н. Патрикеева - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011.
8. Мир физики и техники. В.Л.Миронов. Основы сканирующей зондовой микроскопии. Москва: Техно, 2009.
9. Химия элементов: в 2 томах / Н. Гринвуд, А. Эрншо; -М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010.
10. Щербаков А. Б., Иванов В. К. Практикум по наноматериалам и нанотехнологиям //М.: Издательство Московского Университета. – 2019.

Для педагога:

1. Словарь нанотехнологических и связанных с нанотехнологиями терминов, под ред. С.В. Калюжного, Москва, ФИЗМАТЛИТ, 2010.

2. Богатство Наномира. Фоторепортаж из глубин вещества. Гудилин Е.А. и др., под ред. Ю.Д. Третьякова. - М.БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010.
3. Нанохимия. Сергеев Г.Б. - М.: Изд-во МГУ, 2007.
4. Мир материалов и технологий. Нанотехнологии. Ч. Пул - мл., Ф Оуэнс, Москва: Техносфера, 2006.
5. Дорога длиною в век. Из истории открытия и исследования жидких кристаллов. / Сонин А С. - М.: Наука, 1988.
6. Журнал «Квант». Издательство «Наука», МЦНМО, 1970 – 2007.
7. Рабочая грань алмаза. Г. Мишкеевич. ЛЕНИЗДАТ, 1982.
8. Светухин В.В., Разумовская И.В. и др. Введение в нанотехнологии. Модуль Физика. 1011 классы. Учебное пособие. — Под ред. Б.М. Костишко, В.Н. Голованова. — Ульяновск: УлГУ, 2008. — 160 с.
9. Учебно-методический комплекс под ред. О.Ф. Кабардина – «Архимед». Издательство «Просвещение», 2016.

Электронные ресурсы:

1. <http://www.nanonewsnet.ru/> - сайт о нанотехнологиях №1 в России.
2. <http://www.ntmdt.ru> – сайт ведущего российского производителя приборов для исследования в области нанотехнологий.
3. <http://www.nanometer.ru/> - нанотехнологическое сообщество

5. Информационно-методическое обеспечение и материально-техническое оснащение Программы

№ п/п	Название	Автор	Год издани я (созда ния)	Вид (электронный, печатный)
Методические пособия				
1	Введение в нанотехнологии. Химия.	Ахметов М.А.– СПб: Образовательный центр «Участие»	2012	Электронный
2	Введение в нанотехнологии. Модуль «Физика»: методическое пособие по программе элективного курса для учителей 10-11 классов	Светухин В.В. – Ульяновск: УлГУ	2008	Электронный
Методические разработки				
3	«Материалы с памятью формы»	«Полюс-НТ»	2016	Печатные
4	«Эффекты в неньютоновских жидкостях»	«Полюс-НТ»	2016	Печатные
5	«Штормгласс: эксперименты и гипотезы»	«Полюс-НТ»	2016	Печатные
6	«Адсорбционные явления»	«Полюс-НТ»	2016	Печатные
7	«Практика: Адсорбционные явления»	«Полюс-НТ»	2016	Печатные
8	«Структурная окраска в природе и технике»	«Полюс-НТ»	2016	Печатные
9	«Практика: Структурная окраска в природе и технике»	«Полюс-НТ»	2016	Печатные
10	«Коллоидные системы и их особенности»	«Полюс-НТ»	2016	Печатные
11	«Практика: Многообразие коллоидных систем»	«Полюс-НТ»	2016	Печатные
12	«Полимерные гидрогели и их свойства»	«Полюс-НТ»	2016	Печатные
13	«Практика: Полимерные гидрогели и их сорбционные свойства»	«Полюс-НТ»	2016	Печатные
14	«Законы осмоса»	«Полюс-НТ»	2016	Печатные
15	«Диамагнетизм в мире материалов»	«Полюс-НТ»	2016	Печатные
16	«Термохромизм»	«Полюс-НТ»	2016	Печатные

17	«Фотохромные материалы»	«Полюс-НТ»	2016	Печатные
18	«Электропроводящие свойства графитовых грифелей»	«Полюс-НТ»	2016	Печатные
19	«Гамма цветов растительных пигментов»	«Полюс-НТ»	2016	Печатные
20	«Мгновенная кристаллизация»	«Полюс-НТ»	2016	Печатные
21	«Цеолиты-кипящие камни»	«Полюс-НТ»	2016	Печатные
22	«Полиэтилены высокого и низкого давления»	«Полюс-НТ»	2016	Печатные
23	«Изучение изоморфных замещений»	«Полюс-НТ»	2016	Печатные
24	«Практика: Изучение изоморфных замещений»	«Полюс-НТ»	2016	Печатные
25	«Дополнительные материалы»	«Полюс-НТ»	2016	Печатные
Инструкции				
26	«Правила техники безопасности в лаборатории»	Дмитрушков М.С.	2017	Печатный
Наглядные пособия				
27	Коллекция минералов	«Русские минералы»	2016	коллекция
28	Конструктор шаро-стержневых моделей молекул		2016	конструктор
Материально – техническое обеспечение				
29	Фотоаппарат	2 шт.	2016	
30	Компьютер	3 шт.	2016	
31	Лабораторные весы	2 шт.	2016	
32	Металлографический микроскоп исследовательского класса	1 шт.	2016	
33	Спектрофотометр	1 шт.	2016	
34	Дистиллятор лабораторный	2 шт.	2016	
35	Магнитная мешалка с подогревом	3 шт.	2016	
36	Нагревательная плитка	1 шт.	2016	
37	Сушильный шкаф	1 шт.	2016	
38	Источник питания	5 шт.	2016	
39	Комплект «Лабораторная посуда»	1 шт.	2016	
40	рН-метр карманный	6 шт.	2016	

41	Спиртовки	9 шт.	2016	
42	Пиролитический газовый реактор	1 шт.	2016	
43	Телевизор	1 шт.	2016	
44	Кондуктометр	6 шт.	2016	
45	Зондовый микроскоп	1 шт.	2016	
46	Автоматизированная лабораторная установка	1 шт.	2016	
47	Портативный термометр	5 шт.	2016	
48	Пипетки автоматические	14 шт.	2016	
49	Эксикаторы	4 шт.	2016	
50	Сосуд Дьюара	3 шт.	2016	
51	Вытяжной шкаф	2 шт.	2016	
52	Аналитические весы	1 шт.	2016	
53	Мультиметр	5 шт.	2016	
54	Диспергатор	1 шт.	2016	
55	Осциллограф	1 шт.	2016	
56	Ноутбук	7 шт.	2016	
57	Стол, стулья, шкафы и стеллажи для хранения инструментов, материалов, лабораторной посуды		2016	
58	Ультразвуковой аппарат	1 шт	2019	
59	Вакуумный насос	1 шт	2022	
60	Центрифуга	1 шт	2023	

Тест «Техника безопасности при работе с лабораторными
установками».

Вопрос № 1

Выбери верное правило техники безопасности в кабинете химии:

- А) запрещается убирать со стола необходимые предметы
- Б) запрещается мыть руки после эксперимента
- В) запрещается пить, есть, пробовать вещества на вкус
- Г) запрещается нюхать знакомые вещества

Вопрос № 2

На данной фотографии НЕ изображено химическое оборудование



- А) плоскодонная и коническая колбы
- Б) мерный цилиндр
- В) пробирки
- Г) химический стакан

Вопрос № 3

Если учащийся получает термический ожог, он должен

- А) сразу сообщить преподавателю
- Б) сообщить преподавателю после окончания урока

В) полить место ожога холодной водой

Г) закрыть место ожога ладонью

Вопрос № 4

К едким (опасным) веществам относятся

А) кислота и щёлочь

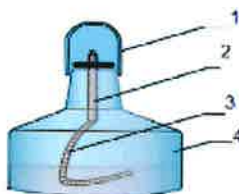
Б) щёлочь и углекислый газ

В) соль и кислота

Г) вода и кислород

Вопрос № 5

Цифрами 1 и 3 обозначены части спиртовки



А) колпачок и резервуар

Б) колпачок и фитиль

В) колпачок и трубка с диском

Г) трубка с диском и фитиль

Вопрос № 6

Первое действие при попадании едкой жидкости на кожу

А) ничего не делать

Б) промыть кожу водой

В) закричать

Г) вытереть это место

Вопрос № 7

Для фильтрования веществ используется

- А) химическая пробирка
- Б) газоотводная трубка
- В) конусообразная воронка
- Г) мерный цилиндр

Вопрос № 8

Спиртовку нельзя зажигать от другой спиртовки, так как

- А) можно разбить спиртовку
- Б) спиртовка может погаснуть
- В) может разлиться спирт и возникнет пожар
- Г) это неудобно

Вопрос № 9

Перед нагреванием пробирку наполняют жидкостью

- А) наполовину
- Б) на одну треть
- В) на три четверти
- Г) на одну пятую

Вопрос № 10

Если в ходе эксперимента разбилась пробирка с жидкостью, необходимо

- А) сообщить преподавателю
- Б) собрать осколки стекла
- В) продолжать эксперимент
- Г) убрать жидкость

Вопрос № 11

При работе с химическими веществами нельзя

- А) менять пробки от склянок с реактивами
- Б) использовать грязные пробирки
- В) оставлять открытыми склянки с реактивами
- Г) всё верно

Вопрос № 12

Верхняя зона пламени

- А) неяркая, не горячая
- Б) самая яркая, самая горячая
- В) менее яркая, самая горячая
- Г) самая яркая, не горячая

Вопрос № 13

Твёрдое вещество из склянки можно брать

- А) только сухой пробиркой
- Б) только специальной ложечкой
- В) руками
- Г) специальной ложечкой или сухой пробиркой

Лабораторная работа: Спектрофотометрическое определение
перманганат-иона

Цель работы: определить концентрацию MnO_4^- в анализируемом растворе спектрофотометрическим методом по величине коэффициента молярного поглощения.

Сущность работы. Так как для спектрофотометрических измерений используется свет высокой степени монохроматичности, то определение концентрации вещества можно выполнить по закону Бугера – Ламберта – Бера. При этом необходимо знать величину коэффициента молярного поглощения ϵ при длине волны максимального поглощения. Для расчета коэффициента молярного поглощения в лабораторной работе измеряют оптическую плотность стандартного раствора KMnO_4 .

Реактивы, посуда и оборудование:

1. Стандартный 0,01 М раствор KMnO_4 .
2. 2н раствор H_2SO_4 .
1. Мерные колбы вместимостью 100,0 мл.
2. Пипетки градуированные вместимостью 5,0 мл.
3. Мерный цилиндр вместимостью 5 мл.
4. Спектрофотометр.
5. Кюветы длиной 1,0 см.

Выполнение работы: Перед выполнением анализа необходимо включить спектрофотометр в сеть и прогреть в течение 30 мин.

1. Приготовление разбавленного стандартного раствора KMnO_4 . В мерную колбу вместимостью 100,0 мл пипеткой вносят 5,0 мл исходного 0,01 М раствора перманганата калия и с помощью мерного цилиндра добавляют 5 мл раствора серной кислоты. Объем раствора доводят до метки дистиллированной водой и тщательно перемешивают.

2. Рассчитывают молярную концентрацию приготовленного раствора перманганата калия $C(\text{MnO}_4^-)$, моль/л,

3. Для приготовления раствора сравнения в мерную колбу вместимостью 100,0 мл добавляют 5 мл раствора H_2SO_4 , доводят объем до метки дистиллированной водой и тщательно перемешивают.

4. Получение спектров поглощения. Готовят кюветы к работе. Далее заполняют одну кювету раствором сравнения, вторую – приготовленным стандартным раствором KMnO_4 . Кюветы помещают в кюветное отделение прибора, крышку плотно закрывают. Проводят измерения оптической плотности в диапазоне длин волн 400 – 600 нм.

5. Расчет коэффициента молярного поглощения при λ_{max} . По полученным данным строят график в координатах $A = f(\lambda)$. По графику определяют длину волны, соответствующую максимальному поглощению λ_{max} и рассчитывают значение коэффициента поглощения ε по формуле:

$$\varepsilon = A/(C \cdot l),$$

где A – оптическая плотность при длине волны λ_{max} ; C – концентрация стандартного раствора KMnO_4 (моль л); l – длина кюветы (см).

6. Проведение анализа. Получают анализируемый раствор KMnO_4 в мерной колбе (100,0 мл). К полученному раствору добавляют 5 мл раствора H_2SO_4 и доводят до метки дистиллированной водой. Заполняют кювету анализируемым раствором и измеряют его оптическую плотность A_x при выбранной длине волны λ_{max} относительно раствора сравнения. Используя измеренную величину оптической плотности и рассчитанное значение коэффициента поглощения, находят концентрацию перманганат-иона в анализируемом растворе $C_x(\text{MnO}_4^-)$, моль л по формуле:

$$C = A_x/(\varepsilon \cdot l),$$

где A_x – оптическая плотность анализируемого раствора при длине волны λ_{max} ; ε – молярный коэффициент поглощения KMnO_4 при длине волны λ_{max} ; l – длина кюветы (см). Измерения оптической плотности анализируемого раствора и расчет концентрации проводят 3 раза.

Контрольные вопросы:

1. Сформулируйте основной закон светопоглощения (закон Бугера-Ламберта-Бера).
2. Охарактеризуйте величины и единицы измерения, входящие в это уравнение. Границы применения данного закона.
3. Какой метод называется фотоколориметрией? Объясните название данного метода.
4. Какой диапазон длин волн охватывает фотоколо - риметрический метод?

Лабораторная работа: Наночастицы сульфида висмута

Цель работы: Синтез водных золь наночастиц сульфида висмута обменной реакцией в коллоидном растворе.

Наночастицы тяжёлых металлов и их соединений перспективны в тераностике (терапии и диагностике) онкологических заболеваний. Например, одна из возможных областей их применения – компьютерная томография (КТ), надёжный способ диагностики опухолей. Известно, что взаимодействие рентгеновского излучения с веществом возрастает с увеличением атомной массы элементов, слагающих вещество (пропорционально третьей степени атомного номера). В качестве контрастного вещества для КТ чаще всего используют соединения йода или наночастицы благородных металлов (золото), однако йод часто вызывает аллергические реакции, а применение благородных металлов ограничено высокой стоимостью. В то же время существует элемент, сочетающий низкую токсичность, невысокую стоимость и хорошее поглощение рентгеновского излучения. Этот элемент – висмут, последний стабильный (нерадиоактивный) элемент в Периодической системе.

Элемент	Атомный номер	К-край, кэВ	Массовый коэффициент поглощения излучения с энергией 100 кэВ, см ² /г
Йод	53	33,17	1,94
Барий	56	37,44	2,20
Гадолиний	64	50,24	3,11
Иттербий	70	61,33	3,88
Тантал	73	67,42	4,30
Золото	79	80,75	5,16
Висмут	83	90,52	5,74

С точки зрения тераностики весьма привлекателен нанодисперсный сульфид висмута [1]. Соединения висмута в виде наночастиц активно исследуют в качестве рентгеноконтрастного вещества для КТ: показано, что наночастицы Bi₂S₃ почти в десять раз эффективнее соединений йода и

имеют низкую цитотоксичность [2, 3, 4]. А многофункциональные нанокапсулы на основе сульфида висмута могут использоваться в комбинированной ультразвуковой и радиационной терапии [5].

Реагенты:

1. Вода дистиллированная.
2. Нитрат висмута(III) пентагидрат, $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$.
3. Сульфид натрия, Na_2S , 0.1 М раствор.
4. Лимонная кислота моногидрат, $\text{HOC}(\text{COOH})(\text{CH}_2\text{COOH})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$.
5. Водный раствор аммиака, NH_4OH , концентрированный.
6. Изопропиловый спирт, $(\text{CH}_3)_2\text{CHOH}$ (опционально).
7. Поливинилпирролидон, ПВП 10...40, $(\text{C}_6\text{H}_9\text{NO})_n$ (опционально).

Оборудование, необходимое для работы:

1. Стеклянный стакан объёмом 50 мл – 1 шт.
2. Стеклянный стакан объёмом 500 мл – 2 шт.
3. Стеклянная воронка – 1 шт.
4. Фильтровальная бумага.
5. Пипетка объёмом 10 мл – 1 шт.
6. Весы электронные лабораторные 3-го класса или точнее.
7. Магнитная мешалка с нагревом.

Описание эксперимента: Из-за крайне низкой растворимости ($\text{ГР} = 10\text{--}97$) получить наночастицы сульфида висмута можно простой обменной реакцией между любой водорастворимой солью висмута и источником сульфид-иона: $2\text{Bi}^{3+} + 3\text{S}^{2-} \rightarrow \text{Bi}_2\text{S}_3$. Проблема состоит в том, что соли висмута крайне склонны к гидролизу и устойчивы только в очень кислых растворах, где сульфиды разлагаются с выделением токсичного и неприятно пахнущего сероводорода. Поэтому золь сульфида висмута мы будем получать из коллоидного раствора субцитрата висмута, устойчивого в нейтральной и щелочной среде.

1. Получение золя субцитрата висмута: В маленький стакан помещают 4.6 г (0.01 моля) нитрата висмута, 4 г (0.02 моля) лимонной кислоты и растворяют в 2–3 мл воды (Внимание! Если воды добавить много, нитрат висмута гидролизуеться и опыт придётся повторять). В большой стакан наливают 400 мл воды (оптимальный вариант: 300 мл воды и 100 мл изопропилового спирта), устанавливают его на мешалку и при интенсивном перемешивании вливают содержимое маленького стакана. Отключают мешалку и фильтруют образовавшуюся белую суспензию. Осадок промывают на фильтре дистиллированной водой и возвращают в большой стакан. Добавляют 200 мл дистиллированной воды, 2 мл концентрированного раствора аммиака и перемешивают до полного растворения. Образуется прозрачный бесцветный 0.05 М золь наночастиц висмута триаммония дицитрата. Раствор фильтруют; при хранении он устойчив. В том, что данный раствор является коллоидным, можно убедиться с помощью лазерной указки (эффект Тиндаля). Наночастицы в растворе имеют размер 2–3 нм и представляют собой кластеры вида $[\text{Bi}_{12}\text{O}_8(\text{cit})_8]^{12-}$ [6].
2. Получение золя сульфида висмута: В стакан помещают 8 мл полученного коллоидного раствора (0.4 ммоль висмута) и добавляют 190 мл дистиллированной воды. Устанавливают стакан на магнитную мешалку и по каплям вводят 6 мл 0.1 М сульфида натрия (0.6 ммоль серы). Немедленно образуется прозрачный тёмно-коричневый коллоидный раствор наночастиц сульфида висмута. Включают нагрев и перемешивание, цвет раствора при этом углубляется, а наночастицы — укрупняются. Если продолжать нагревание, частицы сульфида висмута выпадают в осадок. Для предотвращения агрегации и выпадения наночастиц в раствор перед началом опыта можно добавить 100 мг ПВП (опционально).

Литература:

1. Ma J., Yang J., Jiao L. et al. Bi₂S₃ nanomaterials: morphology manipulation and related properties // Dalton Transactions. 2011. V. 40 (39). P. 10100–10108.
2. Chen J., Yang X. Q., Meng Y. Z. et al. In vitro and in vivo CT imaging using bismuth sulfide modified with a highly biocompatible Pluronic F127 // Nanotechnology. 2014. V. 25 (29). P. 295103.
3. Fang Y., Peng C., Guo R. et al. Dendrimer-stabilized bismuth sulfide nanoparticles: synthesis, characterization, and potential computed tomography imaging applications // Analyst. 2013. V. 138 (11). P. 3172–3180.
4. Kinsella J. M., Jimenez R. E., Karmali P. P. et al. X-Ray computed tomography imaging of breast cancer by using targeted peptide-labeled bismuth sulfide nanoparticles // Angewandte Chemie International Edition. 2011. V. 50 (51). P. 12308–12311.
5. Yao M., Ma M., Chen Y. et al. Multifunctional Bi₂S₃/PLGA nanocapsule for combined HIFU/radiation therapy // Biomaterials. 2014. V. 35 (28). P. 8197–8205.
6. Asato E., Katsura K., Mikuriya M. et al. Synthesis, structure, and spectroscopic properties of bismuth citrate compounds and the bismuth-containing ulcer-healing agent colloidal bismuth subcitrate (CBS). 4. Crystal structure and solution behavior of a unique dodecanuclear cluster (NH₄)₁₂[Bi₁₂O₈(cit)₈](H₂O)₁₀ // Inorganic Chemistry. 1995. V. 34 (9). P. 2447–2454.

Лабораторная работа: Химический синтез и физико-химический анализ
дисперсии наночастиц золота

Целью лабораторной работы является изучение влияния различных факторов на синтез анизотропных наночастиц золота, а также поиск оптимальных условий их синтеза.

Ход выполнения работы:

Синтез наночастиц золота бипирамидальной формы осуществить по двухстадийной методике. Первая стадия: к 4,7 мл раствора бромида цетилтриметиламмония (ЦТАБ) добавить 0,025 мл HAuCl_4 ($C=0,05$ М), перемешивать на магнитной мешалке в течение нескольких минут и вводить при интенсивном перемешивании 0,3 мл NaBH_4 , оставить при комнатной температуре в течение заданного времени. Раствор должен окраситься в светло-коричневый цвет – раствор «зародышей». На второй стадии к 10 мл раствора ЦТАБ последовательно добавить 0,19 мл 1М HCl , 0,1 мл HAuCl_4 ($C=0,05$ М), заданные объемы растворов AgNO_3 ($C=0,01$ М), аскорбиновой кислоты ($C=0,1$ М) и «зародышей». При введении аскорбиновой кислоты раствор должен обесцвечиваться, после добавления зародышей должно наблюдаться развитие окраски (переход красный – фиолетовый), которая с течением времени должна стать более интенсивной. Синтез осуществлять в течение 1,5 ч. Синтез наностержней золота осуществить по модифицированной методике: к 5 мл 0,001М HAuCl_4 (при температуре 25 °С) добавить заданные объемы растворов ЦТАБ (0,1 М) и AgNO_3 (0,004 М), после чего раствор тщательно перемешать. Далее добавить 0,07 мл аскорбиновой кислоты (0,1 М) и продолжать перемешивать раствор до полного обесцвечивания, затем немедленно ввести 0,015 мл 0,01 М свежеприготовленного NaBH_4 , охлажденного до 0 °С, и оставить раствор без перемешивания на 6 ч. Для выделения наночастиц золота золи центрифугировать в течение 30 мин при 10 000 об/мин, осадок редиспергировать в воде и еще раз центрифугировать при тех же

условиях для дополнительной очистки частиц от ЦТАБ, затем вновь редиспергировать осадок в дистиллированной воде. Образовавшиеся гидрозоли, содержащие НЧ золота, изучить спектрофотометрическим методом. Оптические спектры поглощения были записать в диапазоне длин волн от 400 до 1000 нм в сантиметровой стеклянной кювете.

Контрольные вопросы:

1. Какие вещества в качестве восстановителя можно использовать при получении наночастиц золота?
2. Что такое сенсibilизаторы?
3. Какие вещества могут стабилизировать наночастицы золота? Для чего это нужно? За счет чего происходит процесс сенсibilизации
4. Три раствора наночастиц золота имеют разную окраску: красную, синюю, фиолетовую. Какой раствор содержит наночастицы большего размера?

Лабораторная работа: Химический синтез и спектрофотометрический анализ
дисперсии наночастиц серебра

Цель работы: Определение условий образования наночастиц серебра при восстановлении в водных растворах

Ход выполнения работы:

Цитратное восстановление серебра. Влияние молярного отношения цитрата натрия и серебра на оптические свойства НЧ серебра

Методика (опыты 1-6): 10 мл 0,0005 М раствора нитрата серебра довести раствором аммиака до pH 9 (по pH-метру), добавить такой же объем раствора цитрата натрия различных концентраций (0,0005; 0,001; 0,005; 0,01; 0,05 М). Полученные растворы нагревать в течение 10 мин. на водяной бане (объем воды 300мл) в СВЧ печи (при мощности 700 Вт). Микроволновое излучение обеспечивает быстрое и равномерное нагревание всего объема реакционного раствора, что приводит к однородности в условиях нуклеации и роста зародышей и, в конечном итоге, к получению наночастиц наименьшего размера и одинаковой формы. Визуально оценить седиментационную устойчивость золей, отметить их окраску. Записать оптические спектры поглощения гидрозолей серебра (после их охлаждения до комнатной температуры и доведения объема раствора до 20 мл дистиллированной водой) в области 300-700 нм на спектрофотометре в кварцевой кювете, длина оптического слоя – 1 см. Рассчитать размер наночастиц серебра в полученных гидрозолях (по уравнениям 27-29). Сделать выводы о влиянии отношения концентраций реагентов на размер, оптические свойства и устойчивость нч серебра.

Задание 2. Цитратное восстановление серебра. Влияние условий синтеза на оптические свойства нч серебра

Методика (опыты 1-3 – влияние pH): 10 мл 0,0005 М раствора нитрата серебра довести раствором аммиака до pH=8; 9; 11 (по pH-метру), добавить такой же объем 0,005 М раствора цитрата натрия. Полученные растворы нагревать в течение 10 мин. на водяной бане (объем воды 300 мл) в СВЧ печи (при мощности 700 Вт).

Методика (опыты 4,5 – влияние концентрации растворов и порционного добавления): 50 мл 0,0001 М раствора нитрата серебра довести раствором аммиака до pH=9 (по pH-метру), добавить такой же объем 0,001 М раствора цитрата натрия (по каплям или сразу). Полученные растворы нагревать в течение 10 мин. на водяной бане (объем воды 300 мл) в СВЧ печи (при мощности 700 Вт).

Методика (опыт 6 - влияние порядка добавления): к 10 мл 0,005 М раствора цитрата натрия по каплям добавить 10 мл 0,0005 М раствора нитрата серебра с pH=9 (по pH-метру, раствор аммиака). По окончании добавления нагревать в течение 10 мин. на водяной бане (объем воды 300 мл) в СВЧ печи (при мощности 700 Вт). Визуально оценить седиментационную устойчивость всех полученных золей,

отметить их окраску. Записать оптические спектры поглощения гидрозолей серебра (после их охлаждения до комнатной температуры и доведения объема раствора до 20 мл дистиллированной водой) в области 300-700 нм на спектрофотометре Spescol 1300 в кварцевой кювете, длина оптического слоя – 1 см. Рассчитать размер наночастиц серебра в полученных гидрозолях (согласно теории Миа-Друде).

Контрольные вопросы:

1. Какие физические и химические явления могут происходить с молекулами веществ, адсорбированных на поверхности наночастиц серебра под действием поверхностного плазмонного резонанса?
2. Чем объясняется повышенная бактерицидная активность наночастиц серебра?

3. По какому механизму происходит восстановление наночастиц серебра с помощью цитрат-аниона?
4. Какой процесс приводит к росту наночастиц серебра при восстановлении ионов серебра тетрагидридоборатом натрия?
5. Какие способы получения наночастиц серебра Вы еще знаете?

Лабораторная работа: Получение углеродных нанотрубок
на Ni-катализаторе

Цель работы: синтез углеродных нанотрубок с использованием пиролитического газового реактора CVDomna III+

Оборудование и реактивы:

1. Пиролитический газовый ректор CVD Domna III +;
2. Магнитная мешалка с подогревом;
3. Аналитические весы;
4. Чашка Петри;
5. Щипцы;
6. Пинцет;
7. Автоматический дозатор «Ленпипет» 1-10 мл;
8. Лабораторный стакан;
9. Кремниевая подложка;
10. Раствор аммиака водный хч;
11. Дихлорид никеля хч;
12. Изопропанол;
13. Этанол 95%;
14. Порошок алюминия хч
15. Диспергатор
16. Керамические тигли
17. Серная кислота хч, 98%
18. Азотная кислота, хч 96%

Ход выполнения работы:

Приготовление растворов катализаторов:

1. Приготовление раствора дихлорида никеля осуществить по следующей методике: навеску 0.2 г 6-водного дихлорида никеля, взятую на аналитических весах, растворить в 20 мл этилового спирта.

2. Приготовление раствора дихлоридагексаминникеля осуществить по следующей методике: навеску (0.2) г 6-водного дихлорида никеля растворить в 20 мл этилового спирта, после чего поместить на магнитную мешалку на 20 мин при 60 °С. Затем, в 10 мл насыщенного раствора аммиака добавить 20 мл приготовленного раствора дихлорида никеля в спирте и снова перемешать с помощью магнитной мешалки в течении 20 мин при 60 °С.

Подготовка кремниевой подложки:

Подготовка кремниевой подложки к синтезу осуществить по следующей методике: приготовить раствор аммиака, смешав 10 мл насыщенного раствора аммиака и 20 мл дистиллированной воды, затем, аккуратно промойте подложку в воде, после чего поместите подложку в раствор аммиака на 2 минуты. После вымачивания протрите насухо.

Синтез углеродных нанотрубок в пиролизическом газовом реакторе

Синтез углеродных нанотрубок в пиролизическом газовом реакторе осуществить по данной методике: запустить газовый реактор и открыть приложение для программирования техпроцесса, заполнить поле программирования техпроцесса. Затем поместить подложку в камеру реактора и на подложку нанести 1 мл готового катализатора. Затем запустить реактор, дождаться окончания техпроцесса. После завершения техпроцесса открыть камеру и убрать подложку из камеры.

Контрольные вопросы:

1. В каком году и кем были открыты углеродные нанотрубки?
2. Перечислите методы наблюдения нанотрубок.
3. Дайте определение однослойной нанотрубки?
4. Каковы характерные размеры однослойных нанотрубок?
5. Что такое хиральность?
6. Какими параметрами характеризуется хиральность нанотрубок?

Лабораторная работа: Определение температуры активации «памяти»
нитинола

Оборудование и материалы:

1. Нитиноловая проволока.
2. Нитиноловые пружины с разной температурой восстановления.
3. Нагревательная плитка.
4. Химический стакан.
5. Пинцет.
6. Электронный термометр.

Ход работы:

1. Возьмите нитиноловую проволоку и скрутите какую-либо фигуру.
2. Налейте в химический стакан воду и поставьте на нагревательную поверхность. Опустите в воду нитинол и термометр.
3. Экспериментально определите температуру при которой происходит восстановление исходной формы.
4. Повторите эксперимент по определению температуры восстановления для двух пружин из нитинола.

Контрольные вопросы:

1. Что такое «память» нитинола?
2. В каких сферах нашей жизни нитинол уже применяется. Приведите 5 примеров.
3. Что такое эффект памяти?

Лабораторная работа: Закалка нитиноловой проволоки.

Оборудование и материалы:

1. Источник питания.
2. Нитиноловая проволока.
3. Доска, молоток и несколько гвоздей.

Ход работы:

1. Намотайте проволоку на заготовку, проволока должна быть хорошо натянута (находиться под нагрузкой) и надёжно закреплена (рисунок 1).
2. Далее необходимо подключить к концам проволоки контакты от источника питания и выставить напряжение (2-3В).
3. Следует прокаливать её до покраснения по всей длине, тогда можно выключить источник питания и оставить изделие охлаждаться до комнатной температуры.
4. Снимите изделие и деформируйте его. Бросьте в воду, нагретую чуть выше температуры восстановления данного материала (которую вы определяли в задаче 1) и убедитесь, что форма восстанавливается.

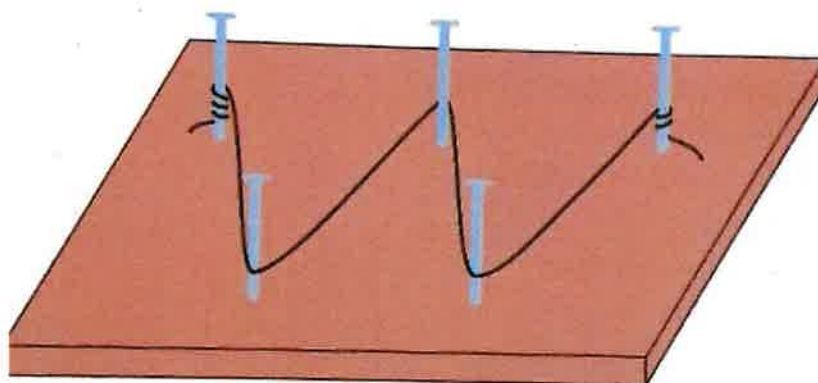


Рисунок 1 – Пример макета для формирования нитиноловой проволоки

Контрольные вопросы:

1. Охарактеризуйте процесс закалки.
2. Выполните расчет КПД нитиноловых пружин.
3. Связаны ли температура восстановления и скорость восстановления нитинола?

Промежуточный контроль. Контрольная работа «Качественный анализ
образца неизвестного состава»

Химический анализ – это установление качественного и количественного состава изучаемой химической системы. *Качественный* химический анализ отвечает на вопрос: «Какие вещества присутствуют в анализируемой химической системе?». *Количественный* анализ устанавливает, сколько каждого из веществ имеется в системе.

Целью данной работы является выполнение качественного анализа простейшей системы, содержащей только одно неизвестное вещество. Такой анализ называется *идентификацией* вещества. При идентификации вещества требуется ответить на вопрос: «Какое вещество выдано Вам для анализа?». Для обнаружения вещества применяют реакции, сопровождающиеся легко наблюдаемыми явлениями, такими как выпадение осадка, окрашивание раствора, выделение газа и др. В качественном анализе различают групповые, характерные и специфические реакции. *Групповые* реакции – это реакции нескольких ионов с определенным реагентом, который называется *групповым реактивом*, они сопровождаются одинаковым эффектом, например, выпадением осадка. *Характерные* – реакции, свойственные только данному веществу или иону. *Специфические* – реакции, которые дают возможность в определенных условиях обнаружить одни ионы в присутствии других по специфическому изменению цвета, образованию осадка и т.п.

Открытие ионов с помощью специфических реакций, производимых в отдельных порциях исследуемого раствора в произвольной последовательности, называется *дробным анализом*. Метод дает возможность быстро обнаруживать ограниченное число (от одного до пяти) ионов, содержащихся в смеси, состав которой предварительно известен. В этом случае нет необходимости в проведении полного качественного анализа исследуемого образца, требуется лишь установить наличие или отсутствие в нем некоторых компонентов. Если используемые в анализе реакции неспецифичны, а мешающее влияние посторонних ионов устранить невозможно, то проводят *систематический анализ*. При выполнении систематического анализа соблюдают определенный порядок разделения и последующего открытия искомых ионов. Разделение ионов на группы проводят в определенной последовательности. Для этого используют сходства или различия действия групповых реагентов. Наиболее известно действие кислот и оснований на ионы. Согласно *кислотно-основному* методу разделения все катионы делятся на шесть, а анионы на три аналитические

группы. В таблице 1 и 2 приведена классификация наиболее распространенных катионов и анионов по кислотно-основному типу.

Анализ соли неизвестного состава проводят в два этапа. Сначала определяют группы, в которых находятся катион и анион данной соли (таблица 1,2). На втором этапе работы проводят качественные реакции, характерные для катиона и аниона определенной группы (таблицы 3-9).

Таблица 1- Классификация катионов по кислотно-основному признаку

№ группы	Катион	Групповой реагент	Продукты реакции	Признаки реакции
I	Ag^+ ; Pb^{2+} ; Hg_2^{2+}	2М HCl	AgCl ; PbCl_2 ; Hg_2Cl_2	Выпадение осадка белого цвета
II	Ca^{2+} ; Sr^{2+} ; Ba^{2+}	1М H_2SO_4	CaSO_4 ; SrSO_4 ; BaSO_4	Выпадение осадка белого цвета
III	Zn^{2+} ; Al^{3+} ; Cr^{3+} ; Sn^{2+} ; Sn^{4+}	Избыток 4М NaOH	$\text{Me}(\text{OH})_n$ $[\text{Me}(\text{OH})_m]^{n+}$	Выпадение осадка, который растворяется в избытке NaOH
IV	Mg^{2+} ; Mn^{2+} ; Fe^{2+} ; Fe^{3+} ; Bi^{3+} ; Sb^{3+}	25% NH_3 или 4М NaOH	$\text{Me}(\text{OH})_n$ Me^{n+}	Выпадение осадков, нерастворимых в избытке щелочи, но растворяющихся в кислотах (HCl , H_2SO_4 и др.)
V	Co^{2+} ; Cu^{2+} ; Ni^{2+} ; Cd^{2+} ; Hg^{2+}	Избыток 25% NH_3	$\text{Me}(\text{OH})_n$ $[\text{Me}(\text{NH}_3)_m]^{2+}$	Выпадение осадков различного цвета, которые далее растворяются в избытке аммиака с образованием окрашенных и бесцветных (для Cd^{2+}) растворов.
VI	Na^+ ; K^+ ; NH_4^+	Группового реактива нет		Отсутствие признаков с групповыми реактивами первых пяти групп.

Получение устойчивого признака реакции свидетельствует о наличии в составе анализируемой соли одного из катионов и одного из анионов в изучаемых группах.

Ход работы:

1. Получите у преподавателя вещество для анализа.
2. Разделите вещество примерно на две части, одну из которых растворите в воде (если необходимо, то подогрейте раствор), а другую часть оставьте на случай неудачного исхода первой попытки анализа.
3. Отберите 5-6 капель анализируемого раствора и прибавьте 3-4 капли группового реактива 2М HCl для I аналитической группы катионов. Если выпадает осадок белого цвета, то в растворе присутствует катион из этой группы. Запишите результат опыта:

исследуемый раствор + 2М HCl = осадок белого цвета.

Если же осадок не наблюдается, то катиона этой группы нет в анализируемом растворе. Запишите результат опыта:

исследуемый раствор + 2М HCl = нет осадка

4. Переходите к исследованию свежей порции анализируемого раствора на содержание катионов II аналитической группы с групповым реагентом 1М H₂SO₄. Каждый раз записывайте результат опыта. Если нет признака реакции для катионов II группы, то переходите к исследованию свежей порции раствора на содержание катионов III группы и т.д.

5. После определения номера группы катионов проверьте результат у преподавателя и переходите далее к определению конкретного катиона в группе. Для этого воспользуйтесь качественными реакциями.

6. Аналогично выполните последовательно опыты по определению номера группы анионов. Результат проверьте у преподавателя. Некоторые анионы не входят в три аналитические группы по анионам, например, CH₃COO⁻, CNS⁻. Их присутствие устанавливают проведением только характерных или специфических реакций. Если верно определен номер группы анионов, то последовательно проводите опыты, характерные для анионов группы.

7. Если Вы определили, например, I группу катионов, то проводите последовательно все качественные реакции, характерные для катионов этой группы. Каждый раз используйте свежую порцию исследуемого раствора. Например, к 5-6 каплям анализируемого раствора добавьте реактив K₂CrO₄, который образует с Ag⁺ (I группа катионов) кирпично-красный осадок. Если осадок наблюдается, то в анализируемом растворе присутствует Ag⁺. Запишите результат опыта:

исследуемый раствор + K_2CrO_4 = осадок кирпично-красного цвета. Для сравнения проведите параллельную реакцию с раствором соли Ag^+ и сравните осадки.

Если осадка не наблюдали, то к свежей порции анализируемого раствора добавьте, например, KI, который дает ярко желтое окрашивание в растворе, содержащем Pb^{2+} . Если осадок наблюдается, то в растворе присутствует Pb^{2+} . Запишите результат опыта:

исследуемый раствор + KI = ярко-желтый осадок.

Если осадок не наблюдали, то выполните характерную реакцию на катион Hg_2^{2+} . Результат опыта является основанием для вывода о присутствии в составе анализируемой соли одного из катионов I группы.

8. Если Вы определили, например, что анион соли относится к III аналитической группе, то проведите последовательно качественные реакции, характерные для анионов этой группы. Каждый раз используйте свежую порцию исследуемого раствора. Учтите, что NO_2^- и NO_3^- анионы можно различить по отношению к $KMnO_4$. Запишите результаты опытов. На основании проведенных качественных реакций установите, какой анион входит в состав анализируемой соли.

9. Сделайте окончательный вывод о составе соли, выданной для анализа, запишите ее химическую формулу и предоставьте результат преподавателю.

Контрольные вопросы:

1. В чем заключается суть систематического анализа?
2. Какими современными физико-химическими методами можно определить содержание калия в пробе?

Лабораторная работа: Термическая дегидратация хлорида кобальта

Оборудование, материалы и реактивы:

1. Дистиллированная вода
2. Тигельные щипцы
3. Штатив с кольцом лабораторный
4. Пипетки полипропиленовые
5. Спиртовка
6. Спички
7. Выпарительная чашечка
8. Чашка Петри
9. Гексогидрохлорид кобальта ($\text{CoCl}_2 \times 6\text{H}_2\text{O}$)
10. Химический стакан 100 мл - 1 шт.

Ход работы:

1. На лабораторном штативе установите спиртовку.
2. Над спиртовкой установите кольцо на расстоянии 2-3 см от фитиля спиртовки.
3. В выпарительную чашечку насыпьте немного кристаллогидрата, установите чашечку на кольцо штатива.
4. После установки чашечки, выньте из-под кольца спиртовку и поставьте перед собой, откройте её и подожгите. После этого поставьте спиртовку обратно под кольцо и осторожно нагревайте (рисунок 1).
5. После нескольких минут нагревания вы сможете наблюдать характерные изменения цвета при дегидратации хлорида кобальта.
6. Снимите чашечку с кольца тигельными щипцами и поставьте на чашку Петри для охлаждения.
7. Потушите спиртовку, накрыв её колпачком.
8. В охлажденную чашку с солью добавьте 2-3 капли воды, проследите за тем, как меняется цвет. Затем добавьте ещё столько же воды. Наблюдайте за последовательностью восстановления цвета.

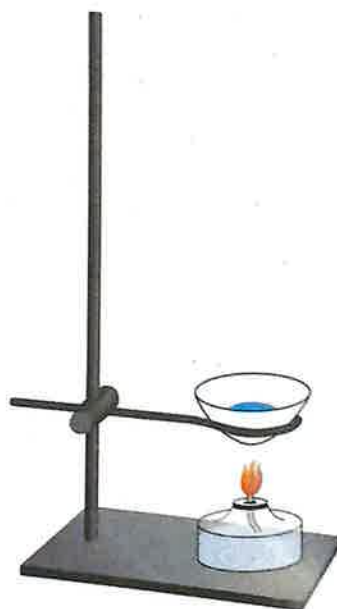


Рисунок 1 – Схема установки штатива

Контрольные вопросы:

1. Какие еще термохромные материалы вам известны?
2. В чем заключается суть явления термохромизма?
3. Почему безводный хлорид кобальта имеет синий цвет, а его шестиводный кристаллогидрат – розовый?
4. Что такое дегидратация?

Лабораторная работа: Изучение индикаторных свойств антоцианов

Оборудование, материалы и реактивы

1. Лабораторные весы.
2. рН-метр.
3. Пробирки - 20 шт.
4. Штативы для пробирок.
5. Ступка с пестиком.
6. Колбы 100 мл - 2шт.
7. Фильтровальная бумага.
8. Воронка.
9. Кварцевый песок.
10. Пипетки Пастера.
11. Перчатки.
12. Индикаторная бумага.
13. Соляная кислота (HCl)
14. Гидроксид натрия (NaOH).
15. Дистиллированная вода (H₂O).
16. Плоды черноплодной рябины, краснокочанной капусты, смородины, вишни, малины, свёклы (не менее двух видов).

Ход работы:

1. Для опыта необходимо сначала получить водную вытяжку антоцианов. Для этого 1-2 г растительного вещества поместите в ступку и разотрите с небольшим количеством хорошо промытого песка до однородной массы, после добавьте около 20 мл воды и отфильтруйте получившийся раствор в пробирку.
2. В чистую пробирку налейте 2 мл вытяжки пигментов, добавьте две капли 0,1 Н соляной кислоты¹⁵.
3. 2 мл приготовленной вытяжки налейте во вторую пробирку и добавьте несколько капель раствора щёлочи¹⁶.

4. Пронаблюдайте за изменением окраски раствора по мере изменения рН. С помощью рН-метра определите точное значение водородного показателя.
5. Повторите не менее трёх раз цикл изменения цвета, меняя среду с щелочной на кислую и наоборот.
6. Получите гамму цветов изучаемого вами пигмента. Для этого приготовьте водную вытяжку антоцианов и налейте по несколько капель в 10 пробирок. В каждую из пробирок добавьте приготовленные заранее преподавателем растворы с различными значениями рН
7. Повторите задания для второго вида плодов.

Контрольные вопросы:

1. Что такое рН? Рассчитайте значение рН 0,01 М раствора серной кислоты
2. Что такое антоцианы? Почему антоцианы изменяют окраску при различных значениях рН?
3. Какие вещества, присутствующие в воде, обуславливают кислотность воды?
4. Назовите виды кислотности и их значение для оценки качества воды.
5. Какие вещества, присутствующие в воде, обуславливают щелочность воды?

Лабораторная работа: Изучение светоотражающих порошков с помощью
оптической и зондовой микроскопии

1. Оборудование, материалы и реактивы:
2. Сканирующий зондовый микроскоп.
3. Оптический микроскоп.
4. Светоотражающие порошки разных видов.
5. Центрифужные пробирки 15 мл - 2 шт.
6. Спирт этиловый.
7. Одноразовые пипетки полипропиленовые.
8. Двухсторонний скотч.
9. Прозрачный лак.
10. Фонарик.

Ход работы:

1. Налейте в две центрифужные пробирки (или любую другую подходящую посуду) по 25 мл этилового спирта и добавьте порошка на кончике скальпеля или шпателя. Рассмотрите цвет растворов на просвет и в отражённом свете. Чем они отличаются?
2. Приготовьте образцы для исследования в оптическом микроскопе: капните по капле растворов на предметное стекло. Рассмотрите с разным увеличением. Определите формы и размеры частиц.
3. Возьмите порошок, содержащий частицы слюды. Учтите, что стеклянные микросферы слишком велики для изучения под СЗМ.
4. Возьмите подложку для СЗМ и нанесите на неё прозрачный лак. (Заранее нужно капнуть каплю лака на поверхность и оценить время, за которое лак полностью затвердевает). За 1,5-2 минуты до застывания лака необходимо с помощью микропипетки нанести раствор на поверхность лака и оставить образец до испарения спирта и застывания лака.

5. Просканируйте различные части поверхности образца с помощью зондового микроскопа. Определите размеры и формы частиц слюды.

фКонтрольные вопросы:

1. Что такое сканирующая зондовая микроскопия? Какой принцип лежит в ее основе.
2. Назовите основные компоненты СЗМ и их назначение.
3. Предположите полезные области применения светотражающих порошков

Лабораторная работа: Определение формы и размеров частиц термохромного пигмента с помощью оптического микроскопа

Оборудование, материалы и реактивы:

1. Плитка или магнитная мешалка с подогревом.
2. Дистиллированная вода.
3. Полипропиленовые пипетки.
4. Термохромный пигмент (порошок).
5. Предметные стёкла.
6. Покровные стёкла.
7. Химический стакан объёмом 50/100 мл.
8. Этиловый спирт.

Ход работы:

Предварительные приготовления:

Для приготовления спиртового раствора термохромного пигмента налейте 10 мл этилового спирта в химический стакан и добавьте порошкообразного термохромного пигмента на кончике шпателя. Тщательно перемешайте.

1. Поставьте раствор на плитку или магнитную мешалку с подогревом и подогрейте раствор до обесцвечивания.
2. Приготовьте чистое предметное стекло и капните пипеткой каплю тёплого раствора.
3. Поместите стекло на предметный столик микроскопа и выберите окуляр, дающий наиболее резкое и чёткое изображение частиц. Наблюдайте перемещение и цветовые превращения микрокапсул при охлаждении.
4. Для оценки размеров частиц пигментов нужно получить такое изображение, чтобы в пределах области наблюдения находилось примерно 15-50 хорошо различимых отдельных частиц. Для этого добавьте необходимое количество спирта к исходному раствору и

поставьте примерно на 10 минут на магнитную мешалку для интенсивного перемешивания.

5. Нанесите каплю раствора на предметное стекло, накройте сверху покровным стеклом. Оцените среднее значение и разброс размеров микрокапсул с жидкими кристаллами (по методике статистической обработки).

Контрольные вопросы:

1. Какие эффекты, кроме цветовых вам удалось увидеть под микроскопом?
2. Как себя ведут микросферы на границах с воздушными пузырьками?
3. Предложите полезные области применения таких пигментов

Лабораторная работа: Обработка и представление СЗМ – данных

Цель работы: получить практические навыки в области обработки и количественного анализа СЗМ-изображений.

Ход работы:

Для выполнения лабораторной работы по анализу изображения используется mdt-файл, содержащий фреймы для демонстрации работы различных методов обработки изображений, реализованных в программе Scan Viewer.

Откройте в программе Scan Viewer mdt-файл с примерами сканированных изображений (**Examples.mdt**).

Задание 1. Планаризация изображения

1. Откройте фрейм **1_plane** (рисунок 1). Фрейм представляет собой сканированное изображение поверхности DVD-диска.
2. Определите, какого вида искажения, связанные с неидеальностью сканера, присутствуют на изображении (наклон, наличие постоянной составляющей, искажения второго порядка).
3. Проведите сечение изображения по осям X, Y. Сохраните фреймы сечений.

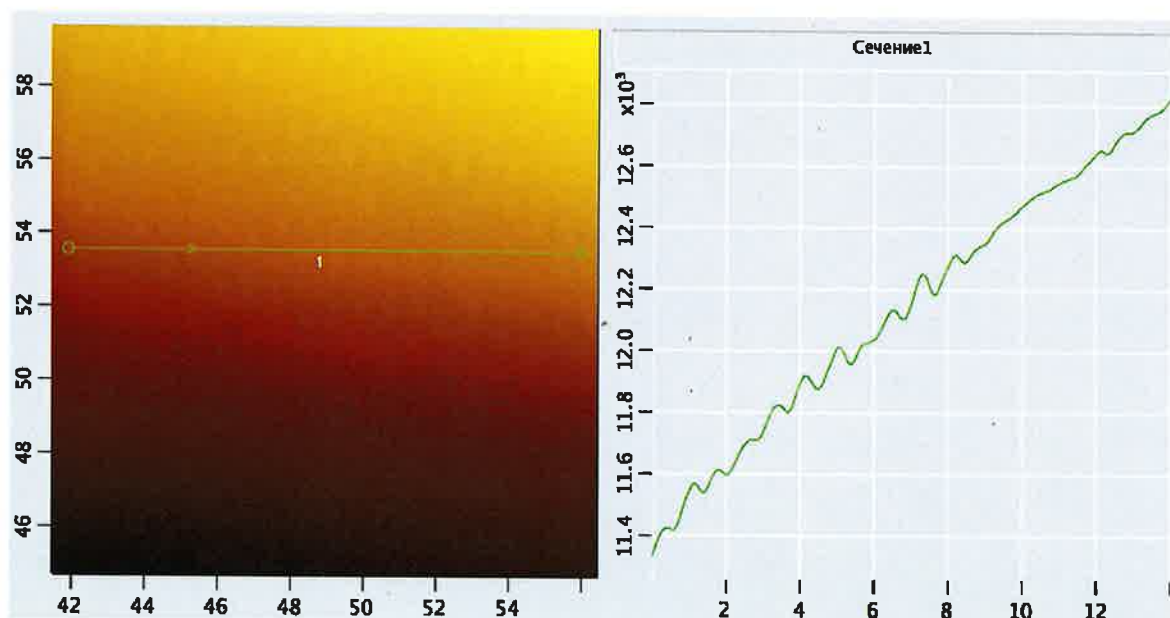


Рисунок 1 - Сечение исходного изображения по оси X

4. Проведите необходимую обработку изображения с помощью методов, доступных в программе. Добейтесь максимальной плоскостности изображения.
5. Сохраните полученный фрейм. Проведите сечение изображения после обработки и сравните с сечением исходного изображения. Убедитесь в том, что искажения устранены. Сохраните фрейм сечения.

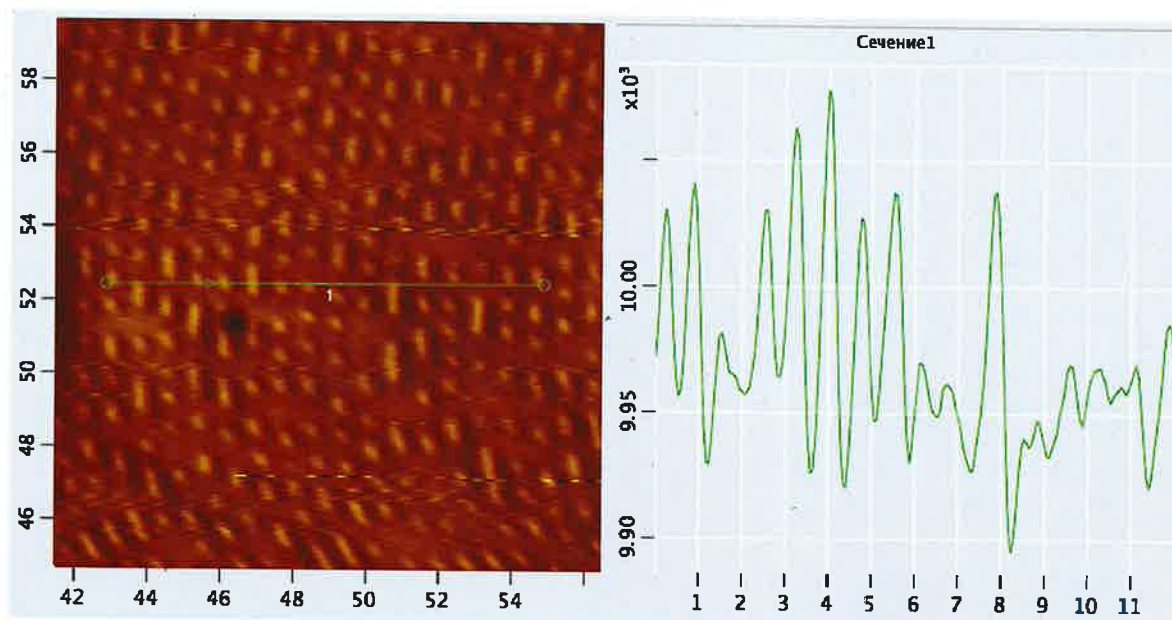


Рисунок 2 - Изображение поверхности DVD-диска после обработки

Задание 2. Применение фильтров

1. Откройте фрейм **2_filter** (рисунок 3).
2. Из набора фильтров, доступных в программе, выберите один или несколько фильтров таким образом, чтобы на полученном изображении отдельные детали были выделены наиболее четко. Примерный вид изображения после обработки приведен на рисунке 4.
3. Сохраните полученный фрейм.

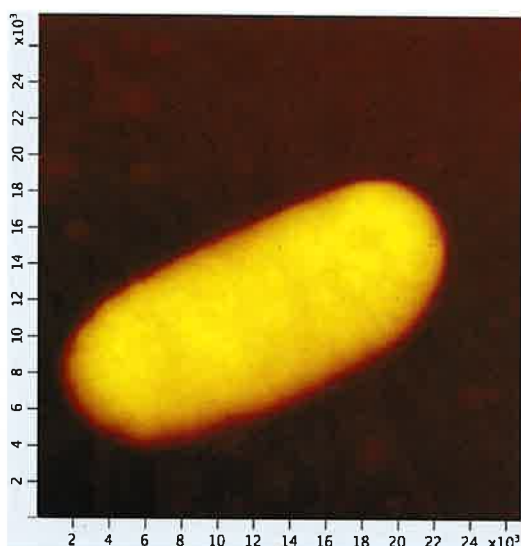


Рисунок 3. Исходное изображение

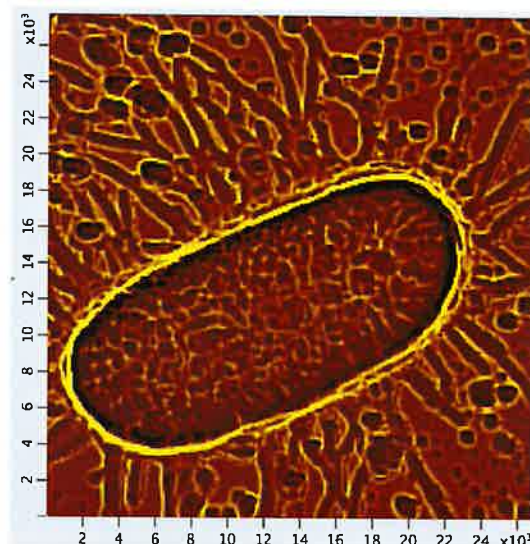


Рисунок 4. Изображение после применения фильтра

Задание 3. Преобразование Фурье

1. Откройте фрейм **3-1_Fourier** (сканированное изображение фрагмента калибровочной решетки TGZ).
2. Определите период решетки с помощью метода **Анализ сечений**. Для получения более достоверных результатов рекомендуется усреднить данные сечения по 20–50 строкам. Измерять период удобно при помощи двойного маркера (устанавливается с нажатыми клавишами <Ctrl+Shift>).
3. Выполните преобразование Фурье.
4. Из списка в левом нижнем углу выберите отображаемую функцию, при которой рефлексы видны наиболее четко.

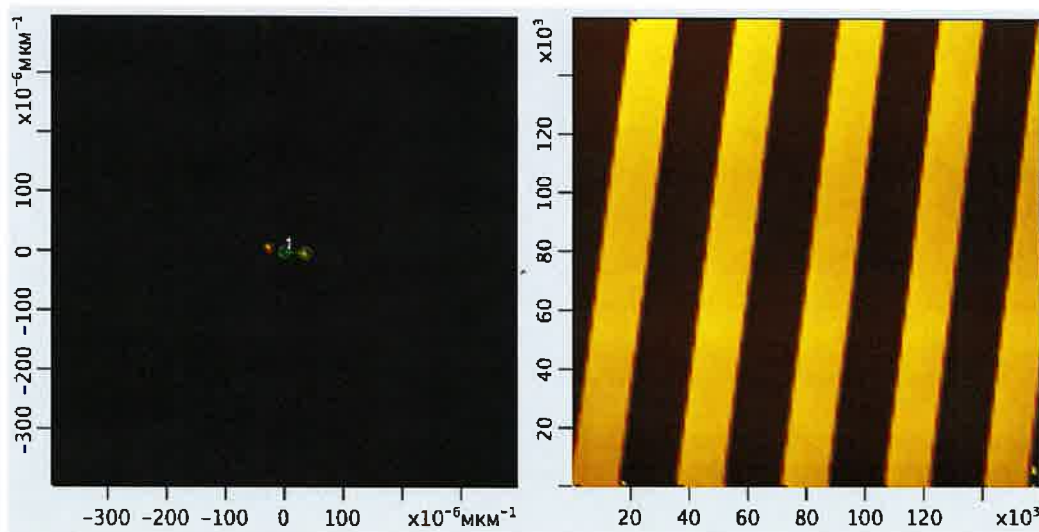


Рисунок 5. Фурье-спектр (слева) и исходное изображение (справа) одномерной периодической структуры

5. Определите по характеру спектра, какие периодические структуры имеются на изображении. Измерьте величины пространственных частот, соответствующих максимумам. Из полученных данных рассчитайте период решетки.
6. Сравните периодичность изображений, измеренную при помощи сечения для исходного изображения, с результатами, полученными с помощью Фурье-образа.
7. Откройте фрейм **3-2_Fourier** (сканированное изображение фрагмента калибровочной решетки TGQ). Аналогичным образом определите периоды решетки в направлениях осей OX и OY. Сравните данные, полученные непосредственным измерением и при помощи Фурье-образа.
8. Измерьте величины углов между направлениями периодичности (инструмент ) по изображению Фурье-образа и сравните с соответствующими величинами углов исходного изображения.

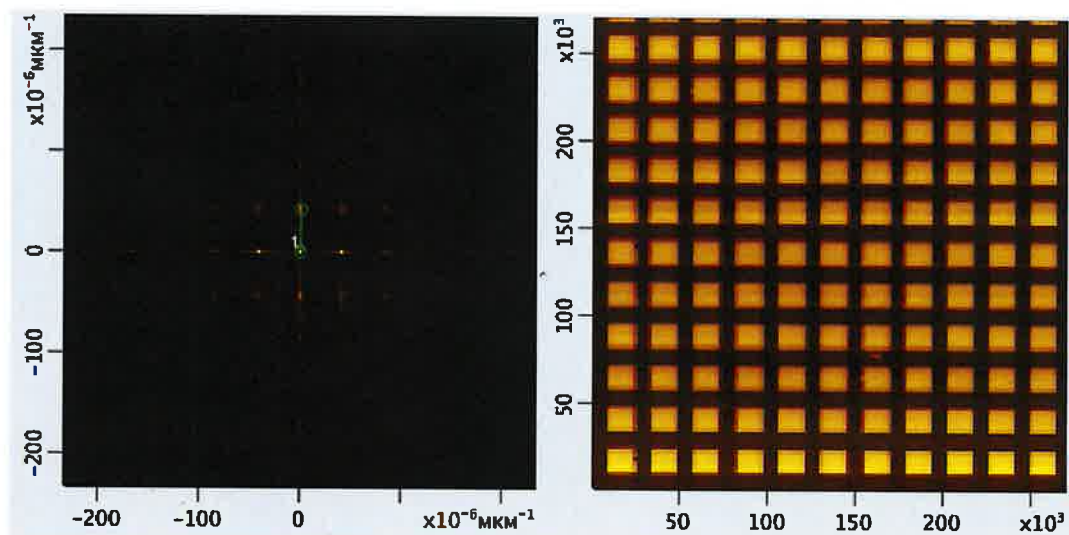
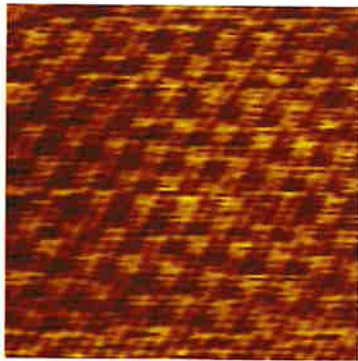


Рисунок 6. Фурье-спектр (слева) и исходное изображение (справа) двумерной периодической структуры

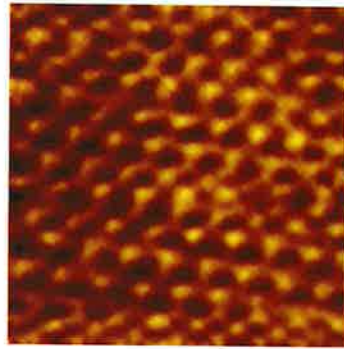
Задание 4. Фурье-фильтрация

1. Откройте фрейм **4_Fourier-filter**. Данный фрейм является изображением поверхности графита с наложенным внешним периодическим сигналом
2. Откройте окно метода **Фурье Анализ**.
3. Из списка в левом нижнем углу выберите отображаемую функцию таким образом, чтобы рефлексy были видны наиболее хорошо.
4. С помощью инструмента вырезания частот  удалите фурье-компоненты, соответствующие паразитным периодическим сигналам таким образом, чтобы на изображении осталась периодическая структура

5. Сохраните полученный фрейм.



Исходное изображение



Изображение после применения
Фурье-фильтрации

Контрольные вопросы:

1. Назовите основные компоненты СЗМ и их назначение.
2. Назовите виды сенсоров и принципы их действия.
3. Объясните понятие пьезоэлектрического эффекта и принцип действия пьезоэлектрического двигателя. Опишите различные конструкции сканеров.
4. Опишите общую конструкцию прибора NanoEducator.
5. Объясните конструкцию зондового датчика туннельного тока/ силового взаимодействия прибора NanoEducator и принцип его действия

Лабораторная работа: исследование структуры типа CD-R или CD-RW

Оборудование, материалы и реактивы:

1. Сканирующий зондовый микроскоп.
2. Скальпель.
3. Пинцет.
4. Двухсторонний скотч.
5. Диски типов CD-R, CD-RW.

Ход работы

1. Запишите на диск данные, которые будут занимать не весь его доступный объём.
2. Возьмите его и расположите матовой стороной к себе.
3. Разрежьте диск на две части, а потом от одной из них отрежьте небольшой сектор, чтобы получились места, где слои стали расходиться.
4. С помощью скальпеля аккуратно, почти в параллельном направлении, подденьте кусочек диска таким образом, чтобы с обратной стороны кусочка была отражающая поверхность, и он не отделился от основной части. Затем с помощью пинцета аккуратно оторвите часть слоя, чтобы снялось больше, чем вы поддели. Причём сделать это необходимо там, где находится граница записанной части диска. Если этого не получается сделать, то просто приготовьте два образца с записанной и чистой частями.
5. Аккуратно острым пинцетом подцепите этот кусочек и поместите его отражающей поверхностью вверх на заранее подготовленную подложку с нанесённым на нее двусторонним скотчем. Работать пинцетом нужно с той частью кусочка, которую вы не будете сканировать.
6. Поместите образец в сканирующий зондовый микроскоп. Просканируйте поверхность в режиме атомно-силовой микроскопии.

Размер области сканирования необходимо выбирать от малого ($10 \text{ мкм} \times 10 \text{ мкм}$) до большого ($100 \text{ мкм} \times 10 \text{ мкм}$). В тот момент, когда на получаемом изображении станет видна структура, можно остановиться и работать в данном диапазоне областей сканирования.

7. Сравните полученные сканы для чистой области диска и для записанной.

Контрольные вопросы:

1. Опишите механизм подвода зонда к образцу в приборе NanoEducator.
Поясните параметры, определяющие силу взаимодействия зонда с образцом.
2. Объясните принцип сканирования и работы системы обратной связи.
Расскажите о критериях выбора параметров сканирования.

Лабораторная работа: Исследование поверхности фабричного диска типа
DVD-ROM

Оборудование, материалы и реактивы:

1. Сканирующий зондовый микроскоп.
2. Скальпель.
3. Пинцет.
4. Двухсторонний скотч.
5. Диски типов CD-R, CD-RW.

Ход работы:

1. Возьмите диск и расположите его ребром к себе.
2. С помощью скальпеля подденьте поликарбонатный слой и отслоите его от отражающей поверхности примерно посередине ребра.
3. Отрежьте с помощью ножниц по кусочку от поликарбонатного слоя и от отражающей части. Закрепите каждый из них на металлической подложке с помощью двустороннего скотча. Обратите внимание, что сторону поликарбоната нужно выбирать ту, которая была расположена лицом к отражающему слою. Кроме того, необходимо сделать эти действия так, чтобы не притронуться руками к рабочей поверхности.
4. Просканируйте поверхности двух образцов в режиме атомно-силовой микроскопии. Размер области сканирования необходимо выбирать от малого (10 на 10 мкм) до большого (100 на 100 мкм). Когда на получаемом изображении становится видна структура, можно остановиться и работать в данном диапазоне областей сканирования.
5. Сравните полученные сканы для разных слоев диска.

Контрольные вопросы:

1. Назовите основные компоненты СЗМ и их назначение.
2. Назовите виды сенсоров и принципы их действия.

3. Объясните понятие пьезоэлектрического эффекта и принцип действия пьезоэлектрического двигателя. Опишите различные конструкции сканеров.
4. Опишите общую конструкцию прибора NanoEducator.
5. Объясните конструкцию зондового датчика туннельного тока/ силового взаимодействия прибора NanoEducator и принцип его действия.
6. Опишите механизм подвода зонда к образцу в приборе NanoEducator. Поясните параметры, определяющие силу взаимодействия зонда с образцом.
7. Объясните принцип сканирования и работы системы обратной связи. Расскажите о критериях выбора параметров сканирования.

Лабораторная работа: Люминесцентные наночастицы сульфида цинка,
допированного марганцем

Описание объекта исследований: Наноматериалы на основе широкозонного полупроводника сульфида цинка (ШЗЗ ZnS ~ 3.65 эВ) являются весьма привлекательными для применения в фотонике и оптоэлектронике [1], в том числе в солнечных батареях, плоских дисплеях и других нелинейно-оптических устройствах [2, 3, 4]. Интересно, что в структуру вюрцита ZnS можно вводить различные допанты, например ионы Mn^{2+} ; допированный марганцем сульфид цинка является люминофором, не уступающим по яркости соединениям редкоземельных элементов (например, европия). Полоса испускания с высоким квантовым выходом расположена в красно-оранжевой области спектра примерно при 583 нм (соответствует внутреннему переходу ${}^4\text{T}_1 - {}^6\text{A}_1$), время затухания люминесценции составляет около 1 мс [5]. Такое интенсивное и продолжительное свечение, сравнительно низкая токсичность, дешевизна и доступность делают наноматериалы на основе допированного марганцем сульфида цинка удачными кандидатами и для биомедицинских приложений.

Цель работы: Синтез наночастиц $\text{ZnS}:\text{Mn}^{2+}$ и исследование их свойств.

Реактивы, необходимые для работы:

1. Стекланный стакан объёмом 150 мл – 2 шт.
2. Пипетка объёмом 5 мл – 1 шт.
3. Весы электронные лабораторные 3-го класса или точнее.
4. Магнитная мешалка с нагревом.
5. Ультразвуковая ванна мощностью 70–150 Вт (опционально).
6. рН-метр лабораторный (опционально) или лакмусовая бумага.
7. Автоклав 100 мл с ПЭТФ-вкладышем 100 мл – 1 шт. (опционально).
8. Центрифуга.
9. Сушильный шкаф (опционально)

Описание эксперимента: Готовят исходные растворы ацетата цинка (0.1 М), тиомолочной кислоты (0.1 М), КОН (1 М), ацетата марганца (0.01 М) и сульфида натрия (0.01 М). В стакан объёмом 100 мл наливают 10 мл раствора соли цинка (1 ммоль), 3 мл раствора соли марганца (0.03 ммоль), 40 мл раствора тиомолочной кислоты (4 ммоль) и доводят водой до 100 мл. Стакан устанавливают на магнитную мешалку и с помощью раствора КОН доводят значение pH до 10.3–10.5. Продувают содержимое азотом в течение 45–60 минут и при интенсивном перемешивании быстро добавляют 10 мл 0.1 М раствора Na_2S (1 ммоль). Перемешивание продолжают 15–20 минут, осадок отделяют центрифугированием, промывают 2–3 раза спиртом, затем сушат на воздухе и/или редиспергируют в воде. Через сутки полученный водный золь ZnS:Mn^{2+} при необходимости обрабатывают в ультразвуковой ванне и исследуют визуально при видимом и УФ-освещении.

Примечания: 1. Любопытно, что практически при любом способе получения наночастиц ZnS:Mn^{2+} изначально люминесценция наночастиц слабая и возрастает при хранении; выход на максимум свечения может занимать от нескольких часов и до нескольких месяцев. 2. Введение небольшого количества ионов лития при синтезе увеличивает квантовый выход полученного продукта [6], а избыток сульфид-иона, наоборот, гасит люминесценцию [7, 8]. 3. В качестве стабилизатора наночастиц сульфидов можно использовать другие тиосоединения: меркаптоэтанол [8], тиогликолевую (меркаптоуксусную) или липоевую (тиоктовую) кислоту. Нерастворимые сульфиды металлов в коллоидном состоянии удобно получать, используя комплексы с тиомочевинной. При этом тиомочевина является одновременно и донором серы, и (за счёт комплексообразования) регулятором нуклеации наночастиц. В этом случае методика синтеза наночастиц ZnS:Mn^{2+} может выглядеть следующим образом (опционально). В стеклянный стакан объёмом 150 мл наливают 100 мл этиленгликоля и помещают 850 мг ацетата цинка (~3.87 ммоль) и 30 мг ацетата марганца (~0.13 ммоль). Устанавливают стакан на магнитную мешалку. Включают

нагрев и перемешивание, выдерживают при температуре $\sim 90^{\circ}\text{C}$ в течение 3 часов. Затем в стакан помещают 1 г тиомочевина (~ 13 ммоль), поднимают температуру до 150°C и продолжают перемешивание ещё 5 часов. Переносят содержимое стакана в автоклав, устанавливают его в сушильный шкаф при 180°C и выдерживают при этой температуре 12 часов. Автоклав извлекают из шкафа, остужают содержимое до комнатной температуры и промывают несколько раз изопропиловым спиртом. Сушат на воздухе при 60°C и редиспергируют в дистиллированной воде.

Литература:

1. Chen R., Li D., Liu B. et al. Optical and excitonic properties of crystalline ZnS nanowires: toward efficient ultraviolet emission at room temperature // Nano Letters. 2010. V. 10 (12). P. 4956–4961.
2. Pan S., Liu X. ZnS-graphene nanocomposite: synthesis, characterization and optical properties // Journal of Solid State Chemistry. 2012. V. 191. P. 51–56.
3. Zhai X., Zhang X., Chen S. et al. Oleylamine as solvent and stabilizer to synthesize shapecontrolled ZnS nanocrystals with good optical properties // Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects. 2012. V. 409. P. 126–129.
4. Ummartyotin S., Bunnak N., Juntaro J. et al. Synthesis and luminescence properties of ZnS and metal (Mn, Cu)-doped-ZnS ceramic powder // Solid State Sciences. 2012. V. 14 (3). P. 299–304.
5. Liu L., Xiao L., Zhu H. Y. Preparation and characterization of Cs-Fe₃O₄@ZnS: Mn magneticfluorescent nanoparticles in aqueous media // Chemical Physics Letters. 2012. V. 539. P. 112– 117.
6. Jung D. R., Son D., Kim J. et al. Highly luminescent surface-passivated ZnS:Mn nanoparticles by a simple one-step synthesis // Applied Physics Letters. 2008. V. 93 (16). P. 163118.

7. Zhang B. H., Wu F. Y., Wu Y. M., Zhan X. S. Fluorescent method for the determination of sulfide anion with ZnS:Mn quantum dots // Journal of Fluorescence. 2010. V. 20 (1). P. 243–250.
8. Rajabi H. R., Shamsipur M., Khosravi A. A. et al. Selective spectrofluorimetric determination of sulfide ion using manganese doped ZnS quantum dots as luminescent probe // Spectrochimica Acta Pt. A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy. 2013. V. 107. P. 256–262

Примерные темы кейсов

1. Синтез магнитных наночастиц (Fe_3O_4 , CoFe_2O_4 , CuFe_2O_4)
2. Получение композитных материалов, обладающих фотокаталитической активностью ($\text{NiFe}_2\text{O}_4/\text{ZnO}$, $\text{CuFe}_2\text{O}_4/\text{TiO}_2$)
3. Синтез анизотропных наночастиц серебра и изучение их сенсорных свойств
4. Синтез алюминатных люминофоров, активированных ионами РЗМ
5. Оптимизация получения квантовых точек CdSe , PbSe
6. Исследование свойств поверхности кремния
7. Магнитные свойства поверхности электротехнических сталей
8. Исследование проводимости углеродных нанотрубок
9. Получение проводящих пленок на основе серебряных нанопроволок
10. Исследование строения поверхностей биологических тканей
11. Углеродные люминесцентные наночастицы. Получение методом «снизу-вверх»
12. Наночастицы сульфида меди
13. Наночастицы диоксида церия – сенсор на активные формы кислорода
14. Нанокompозит золото-диоксид церия

Критерии оценки выполненного кейса (проекта)

Наименование кейса (проекта) _____

№	Критерий	Максимальный балл	Выставленный балл
1.	способность к поисковой деятельности по многоязычным ресурсам интернета для анализа имеющейся информации по теме задачи;	15	
2.	способность к смысловому чтению текстов задач с определением круга решаемых вопросов и условий;	15	
3.	соблюдение техники безопасности в лаборатории;	10	
4.	способность к самостоятельному определению необходимых оборудования и материалов для проведения эксперимента;	12	
5.	способность к самостоятельному проведению эксперимента;	12	
6.	умение генерировать нестандартные решения методами технического творчества;	12	
7.	умение анализировать полученный результат;	9	
8.	успешная защита всех лабораторных работ за учебный год	15	
9.	Итого:	100	