Т. А. Колевич

ИССЛЕДУЕМ, ПРОЕКТИРУЕМ, СОЗДАЁМ

ХИМИЯ

Образовательные проекты

7 – 9 классы

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

Пособие для учителей учреждений образования, реализующих образовательные программы общего среднего образования, с белорусским и русским языками обучения и воспитания

Рекомендовано государственным учреждением образования «Академия образования»

Минск
2026

СОДЕРЖАНИЕ

1. СИЛИКАТНЫЙ ЛЕС 3

2. ИНДИКАТОРЫ СВОИМИ РУКАМИ 10

3. ВСЕ ЦВЕТА РАДУГИ 17

4. КОРРОЗИЯ ЖЕЛЕЗА 22

5. УДАЛЕНИЕ НАКИПИ С ЧАЙНИКА 27

Образовательный проект
СИЛИКАТНЫЙ ЛЕС

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

Цель проекта: обучение учащихся получению нерастворимых солей в виде красивых пейзажей и демонстрации процессов их формирования.

Задачи проекта:

организовать изучение условий образования нерастворимых силикатов в виде древовидных структур и их получения;

создать условия для осуществления и наблюдения процессов образования силикатов;

совместно с учащимися создать видеофильм процесса; разместить видеоматериалы в интернете; создать презентацию проекта;

закрепить знания о неорганических веществах; умения осуществлять химический эксперимент, оформление его результатов в виде презентации фото- и видеоматериалов.

Вид проекта:

по доминирующей деятельности: учебно-исследовательский проект (наблюдение роста кристаллов в вязких средах, изучение природы металла на внешний вид и скорость образования кристаллов силикатов, видеозапись процесса образования, создание видеофильма, презентации, размещение материалов в интернете);

по количеству участников: групповой;

по продолжительности: среднесрочный (8-10 часов);

по содержанию: мультипроект в рамках нескольких учебных предметов («Химия», «Информатика») с использованием информации из различных областей знаний;

по характеру контактов: внутришкольный.

Участники проекта: учащиеся 8 – 9 классов и учитель.

Вид грамотности, на формирование которой направлено содержание проекта: естественнонаучная грамотность; информационная грамотность, художественно-эстетическая грамотность.

Формируемые компетенции: устойчивого личностного развития, мышления, коммуникации, кооперации.

Рекомендуемые дидактические формы и методы

Формы организации учебной деятельности учащихся: фронтальная, коллективная, групповая, парная, индивидуальная.

Методы обучения и воспитания, должны быть направлены на активизацию самостоятельной учебно-познавательной деятельности

учащихся. Данный проект, как и проектная деятельность в целом, рассчитан на формирование функциональной грамотности учащихся через практическую деятельность по применению знаний, умений и навыков, полученных в ходе изучения учебных предметов общего среднего образования. В ходе занятий используются эвристический метод, игровые методы, метод проблемного обучения, в сочетании со словесными, практическими и наглядными.

Выбор видов учебных занятий, форм организации учебной деятельности учащихся, методов обучения и воспитания, видов учебной деятельности учащихся осуществляется учителем самостоятельно на основе дидактической цели каждого учебного занятия.

Следует обратить внимание на использование в образовательном процессе таких видов деятельности, как дискуссии по проблемным ситуациям и работа с различными источниками информации (учебные пособия, таблицы и инструкции, справочники, электронные ресурсы и другие).

Методы, которые используются в ходе выполнения проекта

Эмпирические: наблюдение, эксперимент (осуществление процессов образования нерастворимых силикатов различных цветов древовидной формы).

Теоретические: поиск, изучение и анализ информации в различных источниках (учебные пособия, энциклопедии, научно-популярная литература, интернет-ресурсы), анализ и синтез (систематизация полученной информации, выделение главного, формулирование выводов).

Практические: получение образцов силикатов в виде декоративных структур древовидной формы, оформление итоговых результатов (презентация, видеоролик, ссылка на видеоролик в интернете).

Оборудование и материалы: химические стаканы 100, 200 мл; сосуд с прямоугольными стенками (для фото- и видеозаписи); силикатный клей; дистиллированная вода; кристаллы галогенидов, нитратов либо сульфатов различных металлов: кальция, никеля, меди, кобальта, железа, бария, цинка, хрома и марганца. Таблицы периодической системы химических элементов Д. И. Менделеева и растворимости кислот, солей и оснований в воде.

Компьютер с доступом к сети интернет, фото- или видеокамера (можно использовать видеокамеру смартфона), штатив, осветительное оборудование (для фото- и видеосъемки).

Проблемное поле образовательного проекта определяется при погружении в проблему (обсуждение темы, постановка цели и задач, поиск и анализ информации).

Проблемные вопросы:

Как протекают процессы образования нерастворимых соединений, в частности силикатов металлов в вязкой среде?

Как выполнить наглядное отображение этих процессов?

Как обработать результаты наблюдений и представить их?

Ход выполнения проекта

1.Погружение в проблему

Выбор темы. Учитель представляет тему проекта: «Силикатный лес».

Учитель объясняет, что среди нерастворимых солей особое место занимают силикаты, так как большинство их нерастворимо. Растворимыми являются только силикаты щелочных металлов, о чем свидетельствуют данные таблицы растворимости. Концентрированный раствор силиката натрия всем хорошо известен – это обычный канцелярский силикатный клей.

Большинство силикатов нерастворимо. Выпадающие из раствора нерастворимые соединения могут иметь различный вид: мелких частиц, хлопьев, студня и т. д. Цвета осадков могут быть также разнообразными и определяются природой вещества, в частности для солей – природой металла, входящего в состав соли. Иногда выпадающие осадки образуют красивые картины, напоминающие пейзажи. Можем ли мы это сделать своими руками?

Постановка цели и задач. Группа совместно с учителем формулирует цель и задачи проекта.

Поиск и анализ информации

Учащиеся изучают материалы о растворимых и нерастворимых веществах, по таблице растворимости определяют какие соли, в частности силикаты, являются растворимыми, а какие – нерастворимыми.

Учитель помогает подобрать источники информации, отвечает на вопросы, направляет интерес учащихся к решению поставленной задачи, консультирует по выбору источников, помогает в анализе информации, обеспечивает доступ к литературе, контролирует достоверность полученной информации.

2.Организация деятельности

Деление учащихся на подгруппы: учитель делит группу на небольшие рабочие подгруппы. Каждая подгруппа получает условное название по своей роли в проекте. Это помогает создать атмосферу сотрудничества и в то же время развить у детей требуемые навыки.

Подгруппы: «Химики-исследователи», «Видеооператоры»; «Дизайнеры-презентаторы».

«Химики-исследователи» собирают и подготавливают необходимую посуду и реактивы для исследования, готовят исходные растворы силиката

натрия; устанавливают, растворимые соли каких металлов наиболее оптимальны для получения силикатов требуемого вида и цвета.

«Видеооператоры» продумывают и готовят процедуру фото- либо видеосъемки процесса роста кристаллов силикатов, подбирают оптимальную посуду для съемки, устанавливают свет.

«Дизайнеры-презентаторы» оформляют презентацию проекта, монтируют видеофильм, размещают его в интернете, делают ссылку на видеофильм в виде QR-кода.

Обсуждение возможных вариантов решения поставленных задач. Каждая подгруппа проводит мозговой штурм: участники делятся идеями, обсуждают, как лучше выполнить свою часть проекта; определяют, какие материалы и инструменты понадобятся; записывают возможные решения и выбирают наиболее подходящие.

Сравнение возможных стратегий, выбор оптимальной стратегии: после обсуждений представители подгрупп делятся своими вариантами со всеми участниками проекта; учитель помогает сравнить предложения; совместно выбирается наилучшая последовательность выполнения работ.

Совместное составление плана действий. Вся группа вместе с учителем составляет единый пошаговый план проекта: какие этапы выполняются первыми; когда выполняется химический эксперимент, оформление, подготовка выступления; в какие сроки каждая подгруппа должна завершить свою часть работы.

Распределение обязанностей. Внутри каждой подгруппы распределяются роли: один отвечает за подготовку посуды, другой – за подбор реактивов, третий – за оформление, четвертый – за доклад; устанавливаются правила взаимодействия: помощь друг другу, соблюдение сроков, уважение к чужим идеям. Учитель контролирует процесс, помогает при необходимости и дает советы по организации.

3.Поэтапное выполнение проекта

Подгруппы выполняют свои исследовательские и практические задачи в соответствии с планом.

Учитель консультирует и направляет работу подгрупп, помогает решать возникающие проблемы.

Проводятся промежуточные обсуждения и обмен информацией между подгруппами.

Этап 1. Разработка идеи

Обсуждение в группе, что собой представляют элементы проекта на каждом этапе выполнения.

Этап 2: Сбор материалов

Подготовка: посуды, реактивов, аппаратуры для фото- и видеосъемки, компьютерной техники.

Учитель проверяет, чтобы все материалы были безопасны и подходили для работы.

Этап 3: Выполнение эксперимента

При выполнении проекта следует обратить внимание учащихся на соблюдение правил безопасного поведения.

Шаг 1. Приготовление исходной среды для получения нерастворимых силикатов

Наливаем в химические стаканы силикатный клей (водный раствор силиката натрия) и дистиллированную воду в соотношении 1:10 (либо 1:5, возможны и другие соотношения).

Шаг2. Образование нерастворимых силикатов

В стакан насыпаем кристаллики солей разных цветов: кальция, никеля, меди, кобальта, железа, бария, цинка, хрома и марганца. Через 15–20 минут в стакане должны появиться «заросли», напоминающие деревья или водоросли. Следует обратить особое внимание на соли кобальта, никеля, цинка, железа (III). В результате должны получиться картины примерно такого вида:

Шаг 3. Создание видеозаписи процесса образования «силикатного леса»

Выпадающие в стакане силикаты образуют очень красивые «пейзажи», которые, к сожалению, недолговечны. Через некоторое время среда мутнеет вследствие взаимодействия силиката натрия с углекислым газом воздуха и образованием нерастворимой гелеобразной кремниевой кислоты:

$$Na_2SiO_3 + CO_2 + H_2O = H_2SiO_3\downarrow + Na_2CO_3$$

$$SiO_3^{2-} + CO_2 + H_2O = H_2SiO_3\downarrow + CO_3^{2-}$$

Для сохранения полученных результатов необходимо сделать фотографии образовавшихся «силикатных лесов», а ещё лучше – видеозапись их роста, на которую можно наложить музыку. Например, для «Зимнего леса», выросшего при использовании силиката цинка подойдет композиция «Метель» Георгия Свиридова.

В случае медленного роста кристаллов осуществление видеозаписи затруднено, так как она получается очень длинной. В этом случае целесообразно проводить пошаговую фотосъемку с использованием штатива для фотокамеры с экспериментально подобранным интервалом (30 секунд, 1 минута и. т. д) с последующим видеомонтажом.

Ссылка на пример подобного ролика приведена в части для учащихся.

4. Оформление результатов исследования и подготовка презентации проекта

Каждая подгруппа оформляет результаты своей работы в виде текста,

таблиц, уравнений реакций и других материалов.

Подгруппа химиков-исследователей экспериментально определяет наиболее оптимальные объекты для последующей фото- и видеосъемки, оформляет отчет об условиях их наблюдения.

Подгруппа видеооператоров проводит фото- и видеосъемку полученных объектов, осуществляет видеомонтаж, создание текстовых заставок, наложение аудиозаписи.

Подгруппа дизайнеров-презентаторов обобщает полученные результаты в виде презентации, например в среде PowerPoint, размещает видеозапись в интернете и ссылку на нее в виде QR-кода. Для осуществления данной процедуры можно воспользоваться информацией, размещенной по следующему адресу: http://profil.adu.by/mod/page/view.php?id=7102, или через QR-код:

Все участники проекта готовятся к представлению результатов своей работы.

Проводится итоговая презентация, где каждая подгруппа рассказывает о своей работе, демонстрирует образцы силикатов и отвечает на вопросы.

Учитель организует обсуждение и подведение итогов проекта, отмечает достижения каждой группы и отдельных учащихся.

Ожидаемые образовательные результаты

В результате выполнения проекта учащиеся научатся:

– формулировать и конкретизировать цели и задачи, соотнося их с этапами выполнения проекта;

–осуществлять и анализировать химические процессы, приводящие к образованию нерастворимых веществ;

– осуществлять поиск, отбор, анализ и обработку необходимой информации по теме проекта из различных источников;

– работать в команде: распределять роли, договариваться, принимать совместные решения, нести ответственность за общий результат;

– планировать и организовывать свою деятельность, контролировать ее результаты, при необходимости вносить коррективы;

– анализировать и оформлять результаты проектной деятельности в виде презентации, видеоролика в интернете.

РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ЛИТЕРАТУРНЫЕ ИСТОЧНИКИ

Занимательные опыты по химии / Составитель М. И. Шкурко. –Минск, Народная асвета, 1968, с. 14.

Химический сад / https://www.youtube.com/watch?v=lzbgYkdeSJM&pp=ygVA0L_QvtC70YPRh9C10L3QuNC1INC90LXRgNCw0YHRgtCy0L7RgNC40LzRi9GFINGB0LjQu9C40LrQsNGC0L7Qsg%3D%3D. – Дата обращения 30.10.2025.

Образовательный проект
ИНДИКАТОРЫ СВОИМИ РУКАМИ

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

Цель проекта: закрепление и расширение представления об индикаторах; обучение учащихся получению растворов индикаторов путем обработки природных объектов и изучению реакции среды растворов полученными индикаторами.

Задачи проекта:

организовать работу по получению растворов природных индикаторов путем их извлечения из окрашенных природных объектов (овощи, фрукты, лепестки цветов);

формировать умения экспериментальной работы по получению веществ и изучению их свойств;

закрепить знания об основных классах неорганических соединений и свойствах их водных растворов;

развивать навыки совместной работы, обсуждения ее результатов, формулировки выводов, представления результатов.

Вид проекта:

по доминирующей деятельности: практико-ориентированный проект (приготовление растворов индикаторов из различных природных объектов, исследование реакции среды с помощью приготовленных индикаторов);

по количеству участников: групповой (4–6 человек);

по продолжительности: среднесрочный (10 часов);

по содержанию: мультипроект в рамках нескольких учебных предметов («Химия», «Биология», «Трудовое обучение. Обслуживающий труд») с использованием информации из различных областей знаний;

по характеру контактов: внутришкольный.

Участники проекта: учащиеся 8 – 9 классов и учитель.

Вид грамотности, на формирование которой направлено содержание проекта: естественнонаучная грамотность; художественно-эстетическая грамотность.

Формируемые компетенции: устойчивого личностного развития, мышления, коммуникации, кооперации.

Рекомендуемые дидактические формы и методы

Формы организации учебной деятельности учащихся: парная, индивидуальная.

Методы обучения и воспитания, должны быть направлены на активизацию самостоятельной учебно-познавательной деятельности

учащихся. В ходе занятий используются эвристический метод, игровые методы, метод проблемного обучения, в сочетании со словесными, практическими и наглядными.

Выбор видов учебных занятий, форм организации учебной деятельности учащихся, методов обучения и воспитания, видов учебной деятельности учащихся осуществляется учителем самостоятельно на основе дидактической цели каждого учебного занятия.

Следует обратить внимание на использование в образовательном процессе таких видов деятельности, как дискуссии по проблемным ситуациям и работа с различными источниками информации (учебные пособия, таблицы и инструкции, справочники, электронные ресурсы и другие).

Методы, которые используются в ходе выполнения проекта

Эмпирические: наблюдение, эксперимент (осуществление процессов выделения индикаторов из природного сырья, наблюдение изменения их окраски в различных средах).

Теоретические: поиск, изучение и анализ информации в различных источниках (учебные пособия, энциклопедии, научно-популярная литература, интернет-ресурсы), анализ и синтез (систематизация полученной информации, выделение главного, формулирование выводов).

Практические: получение образцов индикаторов для определения реакции среды (кислой, нейтральной, щелочной), оформление итоговых результатов (текст, фотографии, презентация).

Оборудование и материалы: штативы с пробирками; химические стаканы 100, 200 мл; штатив с лапкой; фарфоровая ступка с пестиком; круглодонные колбы; водяная баня и плитка; фильтровальная бумага или фильтры; стеклянные воронки; дистиллированная вода; различные окрашенные овощи, фрукты, цветы, из которых будут извлекаться природные индикаторы; растворы кислоты и щелочи.

Оборудование для фото- и видеосъемки.

Проблемное поле образовательного проекта: определяется при погружении в проблему (обсуждение темы, постановка цели и задач, поиск и анализ информации); изучение возможности получения индикаторов и их использования для определения кислотной, нейтральной или щелочной среды раствора.

Проблемные вопросы:

Можно ли использовать компоненты растений в качестве индикаторов?

Из каких растений можно извлечь вещества, обладающие свойствами индикаторов?

Будут ли полученные индикаторы выполнять свои функции?

Ход выполнения проекта

1.Погружение в проблему.

Выбор темы: учитель представляет тему «Индикаторы своими руками» и обсуждает с учащимися, что их больше всего интересует в этой теме.

Постановка цели и задач: группа совместно формулирует общую цель проекта и конкретные задачи, которые необходимо выполнить для достижения этой цели (исходя из предложенной структуры).

Поиск и анализ информации: учащиеся ищут информацию по выбранным аспектам темы, используя учебники, энциклопедии, научно-популярные книги, образовательные веб-сайты и другие достоверные источники информации. Учитель направляет процесс поиска и помогает анализировать полученную информацию.

2.Организация работы

Распределение работы между участниками проекта.

Каждому участнику проекта определяются его обязанности: анализ информации о природных объектах, содержащих индикаторы и подбор таких объектов; подготовка оборудования для выполнения эксперимента.

Общую координацию осуществляет учитель.

Задания участникам проекта

Определение объектов для извлечения из них природных индикаторов.

Изучение методов извлечения индикаторов из природных объектов.

Разработка методики извлечения индикаторов из природных объектов.

Подготовка условий для оформления результатов проекта и их презентации.

Обсуждение возможных вариантов решения поставленных задач. Участники группы проводит мозговой штурм: делятся идеями, обсуждают, как лучше выполнить свою часть проекта; определяют, какие материалы и оборудование понадобятся; записывают возможные решения и выбирают наиболее подходящие.

Сравнение возможных стратегий, выбор оптимальной стратегии: после обсуждения участники делятся своими вариантами; учитель помогает сравнить предложения; совместно выбирается наилучшая последовательность выполнения работ.

Совместное составление плана действий. Вся группа вместе с учителем составляет единый пошаговый план проекта: какие этапы выполняются первыми; когда выполняется химический эксперимент, оформление, подготовка выступления; в какие сроки каждая подгруппа должна завершить свою часть работы.

Распределение обязанностей. Между участниками распределяются

роли: один отвечает за подготовку посуды, другой – за подбор природных объектов и реактивов, третий – за оформление, четвертый – за доклад; устанавливаются правила взаимодействия: помощь друг другу, соблюдение сроков, уважение к чужим идеям. Учитель контролирует процесс, помогает при необходимости и дает советы по организации.

3.Поэтапное выполнение проекта

Участники проекта выполняют свои исследовательские и практические задачи в соответствии с планом.

Учитель консультирует и направляет работу участников проекта, помогает решать возникающие проблемы.

Проводятся промежуточные обсуждения и обмен информацией между учащимися.

Этап 1. Разработка идеи

Обсуждение в группе, что собой представляют элементы проекта на каждом этапе выполнения.

Этап 2: Сбор материалов

Подготовка: посуды, исходных объектов для извлечения индикаторов, реактивов, аппаратуры для фотосъемки, компьютерной техники.

Учитель проверяет, чтобы все материалы были безопасны и подходили для работы.

Этап 3: Выполнение эксперимента

При выполнении проекта следует обратить внимание учащихся на соблюдение правил безопасного поведения.

Шаг 1. Выбор сырья для извлечения природных индикаторов

Общий принцип

В клетках многих растений содержатся **антоцианы** (пигменты, отвечающие за красный, синий, фиолетовый цвета) и **каротиноиды** (желтые, оранжевые пигменты). Антоцианы особенно чувствительны к изменению реакции среды: в кислой среде они дают розово-красные оттенки, в нейтральной — фиолетовые, а в щелочной — синие, зеленые и даже желтые. Именно таким индикатором является известный учащимся лакмус, который используется в учебном процессе.

Исходя из цели и задач проекта, наилучшими объектами для извлечения природных индикаторов являются овощи, фрукты и цветы фиолетового или красного цвета: краснокочанная капуста, свекла, кожица баклажана, лепестки красных роз, темных тюльпанов, мальвы; ягоды (черника, ежевика, вишня, черная смородина, в зимнее время можно использовать замороженные).

Шаг 2. Обработка сырья и получение растворов индикаторов

Описание процесса:

Измельчение сырья. Чем мельче, тем лучше. Капусту или свеклу можно натереть на терке, ягоды размять или растереть в ступке, лепестки цветов мелко нарезать.

Обработка сырья горячей водой. Поместите измельченное сырье в круглодонную колбу, закрепленную в штативе, залейте небольшим количеством кипятка (так, чтобы вода едва покрывала массу).

Нагревание на водяной бане 5-10 минут. Можно дать настояться 20-30 минут, пока вода не окрасится в интенсивный цвет. Для ярких ягод (черника, смородина) достаточно просто размять их в стакане с водой комнатной температуры.

Охлаждение полученного отвара и фильтрование с помощью фильтра, помещенного в стеклянную воронку, чтобы удалить мякоть. Предварительно можно процедить через сито или марлю. Должен получиться получится прозрачный (или слегка мутный) окрашенный раствор.

Для хранения следует перелить индикатор в бутылку или банку. Хранить его лучше в холодильнике. Индикатор водной основе сохранится 1–2 недели. Чтобы продлить срок хранения до нескольких месяцев, можно добавить в остывший отвар немного спирта, который используется в спиртовках (примерно 1/4 от объема).

Изготовление индикаторной бумаги. Для этого следует нарезать полоски из фильтровальной бумаги или белой плотной салфетки (бумага должна быть белой и не размокать); полностью погрузить полоски в отвар на 5–10 минут и высушить. Полученные полоски можно использовать как лакмусовую бумагу: просто капнуть на них исследуемый раствор и сравнить цвет с эталонной шкалой.

Шаг 3. Испытание полученных индикаторов в кислой, нейтральной и щелочной средах.

В качестве тест-растворов используются разбавленные растворы кислот (серной соляной, азотной, уксусной), дистиллированная вода, разбавленный раствор щелочи (гидроксид натрия или калия).

В качестве индикаторов используются растворы, приготовленные путем обработки соответствующего сырья.

Проведение тестирования: раствор индикатора, извлеченного из данного природного объекта, наливают в три пробирки (для определения цвета в кислой, нейтральной и щелочной средах). В первую пробирку ничего не добавляют, цвет раствора в ней показывает окраску индикатора в нейтральной среде. Во вторую пробирку добавляют несколько капель раствора кислоты, в

третью – раствора щелочи. Окраска индикатора во второй пробирке соответствует цвету индикатора в кислой среде; в третьей – в щелочной среде.

Наряду с тестированием растворов, проводят тестирование с использованием приготовленной индикаторной бумаги, на полоску которой наносят каплю тест-раствора кислоты или щелочи, затем сравнивают цвет с эталоном.

Ожидаемые результаты для индикаторов, приготовленных из различного сырья приведены в части для учащихся.

Рекомендуется осуществить фото- и видеосъемку полученных и эталонных растворов для подготовки итоговой презентации.

4.Оформление результатов исследования и подготовка презентации проекта

Участники группы оформляют результаты своей работы в виде отчета о результатах наблюдений, таблиц, фотографий, презентации. Обсудить полученные результаты следует на заключительном этапе, заслушав доклад, сопровождающийся презентацией, демонстрацией образцов и общим обсуждением.

Ожидаемые образовательные результаты

В результате выполнения проекта учащиеся научатся:

– формулировать и конкретизировать цели и задачи, соотнося их с этапами выполнения проекта;

– осуществлять поиск, отбор, анализ и обработку необходимой информации по теме проекта из различных источников;

– работать в команде: распределять роли, договариваться, принимать совместные решения, нести ответственность за общий результат;

– планировать и организовывать свою деятельность, контролировать ее результаты, при необходимости вносить коррективы;

–осуществлять и анализировать процессы, выделения индикаторов из природного сырья;

–осуществлять определение реакции среды (кислой, нейтральной, щелочной) с помощью собственноручно полученных индикаторов;

– анализировать и оформлять результаты проектной деятельности в виде отчета, таблиц, фотографий, презентации.

РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ЛИТЕРАТУРНЫЕ ИСТОЧНИКИ

Штремплер Г. И. Домашняя лаборатория / Г. И. Штремплер – М.: Просвещение, Учебная литература, 1996.

Ветчинский К. М. Растительный индикатор / К. М. Ветчинский. – М.: Просвещение, 2002.

Рэмсден Э.Н. Начала современной химии / Э. Н. Рэмсден. – Ленинград: Химия, 1989.

Ольгин О. Опыты без взрывов / О. Ольгин. – М.: Химия, 1986. С.20-22.

Образовательный проект
ВСЕ ЦВЕТА РАДУГИ

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

Цель проекта: организация деятельности учащихся по получению образцов окрашенных растворов либо твердых веществ, цвета которых соответствуют основным цветам радуги.

Задачи проекта:

закрепить знания о физических свойствах химических веществ; подобрать вещества, которые можно использовать в качестве образцов требуемого цвета;

совместно с учащимися получить растворы либо твердые вещества, цвет которых соответствует основным цветам радуги;

формировать умения экспериментальной работы по получению веществ и изучению их свойств;

закрепить знания об основных классах неорганических соединений и свойствах их водных растворов;

развивать навыки совместной работы учащихся, обсуждения ее результатов, формулировки выводов, представления результатов.

Вид проекта:

по доминирующей деятельности: учебно-практический проект (получение окрашенных неорганических соединений, подготовка презентации, включающей фотографии полученных объектов);

по количеству участников: групповой (4 – 5человек);

по продолжительности: среднесрочный (4 – 6 часов);

по содержанию: мультипроект в рамках нескольких учебных предметов («Химия», «Физика», «Трудовое обучение. Обслуживающий труд») с использованием информации из различных областей знаний;

по характеру контактов: внутришкольный.

Участники проекта: учащиеся 8 – 9 классов и учитель.

Вид грамотности, на формирование которой направлено содержание проекта: естественнонаучная грамотность; художественно-эстетическая грамотность.

Формируемые компетенции: устойчивого личностного развития, мышления, коммуникации, кооперации.

Рекомендуемые дидактические формы и методы

Формы организации учебной деятельности учащихся: фронтальная, коллективная, групповая, парная, индивидуальная.

В ходе занятий используются эвристический метод, метод проблемного обучения, в сочетании со словесными, практическими и наглядными.

Выбор видов учебных занятий, форм организации учебной деятельности учащихся, методов обучения и воспитания, видов учебной деятельности учащихся осуществляется учителем самостоятельно на основе дидактической цели каждого учебного занятия.

Следует обратить внимание на использование в образовательном процессе таких видов деятельности, как дискуссии по проблемным ситуациям и работа с различными источниками информации (учебные пособия, таблицы и инструкции, справочники, электронные ресурсы и другие).

Методы, которые используются в ходе выполнения проекта

Эмпирические: наблюдение, эксперимент (осуществление процессов взаимодействия химических веществ с образованием окрашенных соединений).

Теоретические: поиск, изучение и анализ информации в различных источниках (учебные пособия, энциклопедии, научно-популярная литература, интернет-ресурсы), анализ и синтез (систематизация полученной информации, выделение главного, формулирование выводов).

Практические: получение образцов веществ, имеющих цвета, соответствующие основным цветам радуги, оформление итоговых результатов (текст, фотографии, презентация).

Оборудование и материалы: штативы с пробирками; химические стаканы, колбы 100, 200 мл; оксиды и соли различных цветов (соли меди, железа, никеля и других металлов, растворы кислоты (серной, хлороводородной или азотной) и щелочи (гидроксид натрия или калия), оборудование для фотосъемки.

Проблемное поле образовательного проекта: определяется при погружении в проблему (обсуждение темы, постановка цели и задач, поиск и анализ информации); изучение возможности получения растворов либо твердых веществ различных цветов, соответствующих основным цветам видимого спектра (радуги).

Проблемные вопросы:

Можно ли использовать готовые окрашенные вещества или их растворы для иллюстрации цветов радуги?

Какие окрашенные вещества можно получить с помощью известных химических реакций?

Как красиво представить результаты проекта?

Ход выполнения проекта

1.Погружение в проблему

Выбор темы: учитель представляет тему «Все цвета радуги» и обсуждает с учащимися, что их больше всего интересует в этой теме.

Постановка цели и задач: группа совместно формулирует общую цель проекта и конкретные задачи, которые необходимо выполнить для достижения этой цели (исходя из предложенной структуры).

Поиск и анализ информации: учащиеся ищут информацию по выбранным аспектам темы, используя учебники, энциклопедии, научно-популярные книги, образовательные веб-сайты и другие достоверные источники информации. Учитель направляет процесс поиска и помогает анализировать полученную информацию.

2.Организация работы

Распределение работы между участниками проекта.

Каждому участнику проекта определяются его обязанности: анализ информации о веществах, имеющих требуемую окраску, и подбор таких объектов; подготовка оборудования для выполнения эксперимента.

Общую координацию осуществляет учитель.

Задания участникам проекта

Определение объектов для получения образцов требуемого цвета (в виде твердых веществ или растворов).

Подбор возможных химических реакций, с помощью которых можно получить образец требуемого цвета.

Подготовка условий для оформления результатов проекта и их презентации.

Обсуждение возможных вариантов решения поставленных задач

Участники группы проводит мозговой штурм: делятся идеями, обсуждают, как лучше выполнить свою часть проекта; определяют, какие материалы и инструменты понадобятся; записывают возможные решения и выбирают наиболее подходящие.

Сравнение возможных стратегий, выбор оптимальной стратегии: после обсуждения участники делятся своими вариантами; учитель помогает сравнить предложения; совместно выбирается наилучшая последовательность выполнения работ.

Совместное составление плана действий. Вся группа вместе с учителем составляет единый пошаговый план проекта: какие этапы выполняются первыми; когда выполняется химический эксперимент, оформление, подготовка выступления; в какие сроки каждая подгруппа должна завершить свою часть работы.

Распределение обязанностей. Между участниками распределяются обязанности: один отвечает за подготовку посуды, другой – за подбор

окрашенных объектов, реакций для их получения и требуемых реактивов, третий – за оформление, четвертый – за доклад; устанавливаются правила взаимодействия: помощь друг другу, соблюдение сроков, уважение к чужим идеям. Учитель контролирует процесс, помогает при необходимости и дает советы по организации.

3.Поэтапное выполнение проекта

Участники выполняют свои исследовательские и практические задачи в соответствии с целями и задачами проекта.

Учитель консультирует и направляет работу учащихся, помогает решать возникающие проблемы.

Проводятся промежуточные обсуждения и обмен информацией между участниками.

Этап 1. Разработка идеи

Обсуждение в группе элементов проекта.

Этап 2: Сбор материалов

Подготовка: посуды, реактивов, аппаратуры для фотосъемки, компьютерной техники.

Учитель проверяет, чтобы все материалы были безопасны и подходили для работы.

Этап 3: Выполнение эксперимента

При выполнении проекта следует обратить внимание учащихся на соблюдение правил безопасного поведения.

Шаг 1. Выбор веществ для реализации проекта подробно описан в материалах для учащихся.

Шаг 2. Получение образцов твердых веществ или растворов требуемого цвета.

Учащиеся должны получить растворы требуемого цвета, используя информацию, приведенную выше, либо иную, найденную в других источниках; разместить полученные растворы в штативе в последовательности, соответствующей основным цветам радуги; сделать фотографии полученных образцов.

4.Оформление полученных результатов и подготовка презентации проекта

Участники группы оформляют результаты своей работы в виде отчета о результатах наблюдений, таблиц, фотографий, презентации.

Ожидаемые образовательные результаты

В результате выполнения проекта учащиеся научатся:

– формулировать и конкретизировать цели и задачи, соотнося их с этапами выполнения проекта;

– осуществлять поиск, отбор, анализ и обработку необходимой

информации по теме проекта из различных источников;

– работать в команде: распределять роли, договариваться, принимать совместные решения, нести ответственность за общий результат;

– планировать и организовывать свою деятельность, контролировать ее результаты, при необходимости вносить коррективы;

–осуществлять и анализировать процессы получения веществ требуемого цвета;

– анализировать и оформлять результаты проектной деятельности в виде отчета, таблиц, фотографий, презентации.

РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ЛИТЕРАТУРНЫЕ ИСТОЧНИКИ

Ольгин О. Опыты без взрывов / О. Ольгин. – М.: Химия, 1986. – 192 с.

Третьяков Ю. Д. Неорганическая химия. Химия элементов: учебник: в 2 т. / Ю. Д. Третьяков [и др.]. – М.: МГУ; ИКЦ «Академкнига», 2007.

Образовательный проект
КОРРОЗИЯ ЖЕЛЕЗА

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

Цель проекта: организация деятельности учащихся по изучению влияния окружающей среды на интенсивность коррозии железа, анализ способов защиты от коррозии.

Задачи проекта:

организовать изучение учащимися влияния факторов окружающей среды (наличие кислорода; влажность воздуха; состав раствора, в котором находится гвоздь; наличие контакта с другими металлами) на интенсивность коррозии железного гвоздя.

совместно с учащимися проанализировать эффективность различных методов защиты от коррозии.

формировать умения экспериментальной работы по изучению свойств химических веществ.

закрепить знания об основных классах неорганических соединений и свойствах их водных растворов.

развивать навыки совместной работы, обсуждения ее результатов, формулировки выводов, представления результатов.

Вид проекта:

по доминирующей деятельности: учебно-исследовательский проект (изучение влияния различных факторов на коррозию железа, создание фотоотчета о проделанной работе);

по количеству участников: групповой (4 – 5 человек);

по продолжительности: среднесрочный (6 – 10 часов);

по содержанию: мультипроект в рамках нескольких учебных предметов («Химия», «Физика», «Трудовое обучение. Обслуживающий труд») с использованием информации из различных областей знаний;

по характеру контактов: внутришкольный.

Участники проекта: учащиеся 8 – 9 классов и учитель.

Вид грамотности, на формирование которой направлено содержание проекта: естественнонаучная грамотность, технологическая грамотность.

Формируемые компетенции: устойчивого личностного развития, мышления, коммуникации, кооперации.

Рекомендуемые дидактические формы и методы

Формы организации учебной деятельности учащихся: фронтальная, коллективная, групповая, парная, индивидуальная.

В ходе занятий используются эвристический метод, метод проблемного обучения, в сочетании со словесными, практическими и наглядными.

Выбор видов учебных занятий, форм организации учебной деятельности учащихся, методов обучения и воспитания, видов учебной деятельности учащихся осуществляется учителем самостоятельно на основе дидактической цели каждого учебного занятия.

Следует обратить внимание на использование в образовательном процессе таких видов деятельности, как дискуссии по проблемным ситуациям и работа с различными источниками информации (учебные пособия, таблицы и инструкции, справочники, электронные ресурсы и другие).

Методы, которые используются в ходе выполнения проекта

Эмпирические: наблюдение, эксперимент (осуществление процессов окисления железа в различных условиях).

Теоретические: поиск, изучение и анализ информации в различных источниках (учебные пособия, энциклопедии, научно-популярная литература, интернет-ресурсы), анализ и синтез (систематизация полученной информации, выделение главного, формулирование выводов).

Практические: получение образцов железа, подвергшегося коррозии в различных условиях, приобретение навыков работы с химическими веществами и посудой.

Оборудование и реактивы: штативы с пробирками; железные гвозди; химические колбы или стаканы на 100 – 200 мл; прибор для получения и собирания газов методом вытеснения воды; перманганат калия; медная проволока; цинковая пластинка; растворы кислоты (серная, хлороводородная), щелочи (гидроксид натрия, калия), поваренной соли.

Проблемное поле образовательного проекта: определяется при погружении в проблему (обсуждение темы, постановка цели и задач, поиск и анализ информации); изучение интенсивности коррозии железного гвоздя в различных условиях.

Проблемные вопросы:

Как влияют на коррозию железа (железного гвоздя) различные факторы: наличие кислорода; влажность воздуха; состав раствора, в котором находится гвоздь; наличие контакта с другими металлами?

Как красиво представить результаты проекта?

Ход выполнения проекта

1.Погружение в проблему

Выбор темы: учитель представляет тему «Коррозия железа» и обсуждает с учащимися, что их больше всего интересует в этой теме.

Постановка цели и задач: группа совместно формулирует общую цель

проекта и конкретные задачи, которые необходимо выполнить для достижения этой цели (исходя из предложенной структуры).

Поиск и анализ информации: учащиеся ищут информацию по выбранным аспектам темы, используя учебники, энциклопедии, научно-популярные книги, образовательные веб-сайты и другие достоверные источники информации. Учитель направляет процесс поиска и помогает анализировать полученную информацию.

2.Организация работы

Распределение работы между участниками проекта

Каждому участнику проекта определяются его обязанности: анализ информации о методах исследования коррозии в лабораторных условиях (подготовка образцов, создание требуемой среды, организация условий наблюдения); подготовка оборудования для выполнения эксперимента.

Общую координацию осуществляет учитель.

Задания участникам проекта

Определение объектов для наблюдения процесса коррозии.

Подбор и систематизация факторов, влияющих на скорость коррозии: а) влажность окружающего воздуха; б) состав раствора, в который погружен гвоздь; в) контакт с другими металлами; г) наличие кислорода в окружающей газовой среде.

Подготовка условий для оформления результатов проекта и их презентации.

Обсуждение возможных вариантов решения поставленных задач

Участники группы проводит мозговой штурм: делятся идеями, обсуждают, как лучше выполнить свою часть проекта; определяют, какие материалы и инструменты понадобятся; записывают возможные решения и выбирают наиболее подходящие.

Сравнение возможных стратегий, выбор оптимальной стратегии: после обсуждения участники делятся своими вариантами; учитель помогает сравнить предложения; совместно выбирается наилучшая последовательность выполнения работ.

Совместное составление плана действий. Вся группа вместе с учителем составляет единый пошаговый план проекта: какие этапы выполняются первыми; когда выполняется химический эксперимент, оформление, подготовка выступления; в какие сроки каждая подгруппа должна завершить свою часть работы.

Распределение обязанностей. Между участниками распределяются обязанности: один отвечает за подготовку посуды, другой – за подбор условий проведения коррозии, третий – за оформление результатов наблюдений,

четвертый – за доклад; устанавливаются правила взаимодействия: помощь друг другу, соблюдение сроков, уважение к чужим идеям. Учитель контролирует процесс, помогает при необходимости и дает советы по организации.

3.Поэтапное выполнение проекта

Участники выполняют свои исследовательские и практические задачи в соответствии с целями и задачами проекта.

Учитель консультирует и направляет работу учащихся, помогает решать возникающие проблемы.

Проводятся промежуточные обсуждения и обмен информацией между участниками.

Этап 1. Разработка идеи

Обсуждение в группе элементов проекта.

Этап 2: Сбор материалов

Подготовка: посуды, реактивов, аппаратуры для фотосъемки, компьютерной техники.

Учитель проверяет, чтобы все материалы были безопасны и подходили для работы.

Этап 3: Выполнение эксперимента

При выполнении проекта следует обратить внимание учащихся на соблюдение правил безопасного поведения.

Пошаговая инструкция выполнения эксперимента приведена в материалах для учащихся.

4.Оформление полученных результатов и подготовка презентации проекта

Участники группы оформляют результаты своей работы в виде отчета о результатах наблюдений, таблиц, фотографий, презентации.

Ожидаемые результаты

В результате выполнения проекта учащиеся научатся:

– формулировать и конкретизировать цели и задачи, соотнося их с этапами выполнения проекта;

– осуществлять поиск, отбор, анализ и обработку необходимой информации по теме проекта из различных источников;

– работать в команде: распределять роли, договариваться, принимать совместные решения, нести ответственность за общий результат;

– планировать и организовывать свою деятельность, контролировать ее результаты, при необходимости вносить коррективы;

–осуществлять химический эксперимент и анализировать его результаты;

– анализировать и оформлять результаты проектной деятельности в виде отчета, таблиц, фотографий, презентации;

– узнают новое о процессах коррозии металлов и методами борьбы с ней.

РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ЛИТЕРАТУРНЫЕ ИСТОЧНИКИ

Алексинский В. Н. Занимательные опыты по химии: Книга для учителя 2-е изд., испр. / В. Н. Алексинский. – М.: Просвещение, 1995. – 96 с.

Ходаков Ю. В. Неорганическая химия. Учебник для средней школы, 7-е изд. / Ю В. Ходаков, С. Г. Шаповаленко, Л. А. Эпштейн. – М.: Просвещение, 1969. С 146.

Образовательный проект
УДАЛЕНИЕ НАКИПИ С ЧАЙНИКА

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

Цель проекта: организация работы учащихся по практическому удалению накипи с поверхности чайника.

Задачи проекта:

организовать изучение учащимися причин образования накипи на поверхности нагревательных приборов и ее влияния на снижение эффективности их работы; изучение методов предотвращения образования накипи и возможности их использования в быту;

организовать практическое удаление учащимися накипи с бытового нагревательного прибора – чайника;

формировать умения экспериментальной работы по осуществлению химических процессов;

закрепить знания об основных классах неорганических соединений и их свойствах;

развивать навыки совместной работы, обсуждения ее результатов, формулировки выводов, представления результатов.

Вид проекта:

по доминирующей деятельности: учебно-практический проект (изучение причин образования накипи на поверхности нагревательных приборов и практическая очистка от накипи).

по количеству участников: групповой (3 – 4 человека).

по продолжительности: краткосрочный (2– 4 часа).

по содержанию: мультипроект в рамках нескольких учебных предметов («Химия», «Трудовое обучение. Обслуживающий труд», «Информатика») с использованием информации из различных областей знаний;

по характеру контактов: внутришкольный.

Участники проекта: учащиеся 8 – 9 классов и учитель.

Вид грамотности, на формирование которой направлено содержание проекта: естественнонаучная грамотность, технологическая грамотность, социально-бытовая грамотность.

Формируемые компетенции: устойчивого личностного развития, мышления, коммуникации, кооперации.

Рекомендуемые дидактические формы и методы

Формы организации учебной деятельности учащихся: групповая, парная, индивидуальная.

В ходе занятий используются метод проблемного обучения, в сочетании со словесными, практическими и наглядными.

Выбор видов учебных занятий, форм организации учебной деятельности учащихся, методов обучения и воспитания, видов учебной деятельности учащихся осуществляется учителем самостоятельно на основе дидактической цели каждого учебного занятия.

Следует обратить внимание на использование в образовательном процессе таких видов деятельности, как дискуссии по проблемным ситуациям и работа с различными источниками информации (учебные пособия, таблицы и инструкции, справочники, электронные ресурсы и другие).

Методы, которые используются в ходе выполнения проекта

Эмпирические: наблюдение, эксперимент (выполнение удаления накипи с поверхности чайника).

Теоретические: поиск, изучение и анализ информации в различных источниках (учебные пособия, энциклопедии, научно-популярная литература, интернет-ресурсы), анализ и синтез (систематизация полученной информации, выделение главного, формулирование выводов).

Практические: удаление накипи с поверхности чайника с помощью различных средств, приобретение навыков работы с химическими веществами и посудой. Формирование умения эффективного и безопасного использования химических средств в быту.

Проблемное поле образовательного проекта: определяется при погружении в проблему (обсуждение темы, постановка цели и задач, поиск и анализ информации); изучение причин образования накипи, ее вредное воздействие на работу нагревательных приборов, практическое осуществление удаления накипи.

Проблемные вопросы:

Каковы причины образования накипи?

Почему образование накипи снижает эффективность работы нагревательных приборов?

Как можно предотвратить образование накипи?

Как можно удалить накипь с самого распространенного бытового нагревательного устройства – чайника?

Как представить результаты проекта?

Технические средства/оборудование/реактивы: образцы накипи, извлеченные с поверхности старых нагревательных приборов; чайник с образовавшейся вследствие долгого использования накипью; лимонная кислота, уксусная кислота; газированные напитки (Sprite, 7-Up), штативы с пробирками.

Ход выполнения проекта

1.Погружение в проблему

Выбор темы: учитель представляет тему проекта «Удаление накипи с чайника» и обсуждает с учащимися актуальность данной проблемы.

Образование накипи обусловлено таким явлением. Как «жесткость воды». В быту одним из проявлений жесткости воды является образование накипи на поверхности нагревательных приборов (чайников, кипятильников и т. д). Для промышленности данная проблема более серьезная – образование отложений на поверхности теплообменников, котлов, и в трубах отопления приводит к их преждевременному износу и значительному перерасходу топливных и водных ресурсов. В связи с этим борьба с вредными отложениями на поверхности нагревательных приборах может принести пользу для сохранения техники, используемой в каждом доме.

Постановка цели и задач: группа совместно формулирует общую цель проекта и конкретные задачи, которые необходимо выполнить для достижения этой цели (исходя из предложенной структуры).

Поиск и анализ информации: учащиеся ищут информацию по выбранным аспектам темы, используя учебники, энциклопедии, научно-популярные книги, образовательные веб-сайты и другие достоверные источники информации. Учитель направляет процесс поиска и помогает анализировать полученную информацию.

2.Организация работы

Распределение работы между участниками проекта

Каждому участнику проекта определяются его обязанности: анализ информации о причинах жесткости воды и методах ее уменьшения, о химическом составе накипи; подготовка оборудования и реактивов.

Общую координацию осуществляет учитель.

Задания участникам проекта

Изучение причин появления накипи на поверхности нагревательных приборов, ее химической природы и состава. Анализ информации о методах предотвращения накипи и способах ее удаления. Выбор способов удаления накипи, пригодных для использования в домашних условиях.

Подготовка оборудования и реактивов для практического осуществления удаления накипи с поверхности чайника.

Подготовка условий для оформления результатов проекта и их презентации.

Обсуждение возможных вариантов решения поставленных задач

Участники группы проводит мозговой штурм: делятся идеями, обсуждают, как лучше выполнить свою часть проекта; определяют, какие

материалы и инструменты понадобятся; записывают возможные решения и выбирают наиболее подходящие.

Сравнение возможных стратегий, выбор оптимальной стратегии: после обсуждения участники делятся своими вариантами; учитель помогает сравнить предложения; совместно выбирается наилучшая последовательность выполнения работ.

Совместное составление плана действий. Вся группа вместе с учителем составляет единый пошаговый план проекта: какие этапы выполняются первыми; когда выполняется химический эксперимент, оформление, подготовка выступления; в какие сроки каждая подгруппа должна завершить свою часть работы.

Распределение обязанностей. Между участниками распределяются обязанности: один отвечает за подготовку посуды и объектов для удаления накипи, другой – за подбор условий проведения процесса, третий – за оформление результатов наблюдений, четвертый – за доклад; устанавливаются правила взаимодействия: помощь друг другу, соблюдение сроков, уважение к чужим идеям. Учитель контролирует процесс, помогает при необходимости и дает советы по организации.

3.Поэтапное выполнение проекта

Участники выполняют свои исследовательские и практические задачи в соответствии с целями и задачами проекта.

Учитель консультирует и направляет работу учащихся, помогает решать возникающие проблемы.

Проводятся промежуточные обсуждения и обмен информацией между участниками.

Этап 1. Разработка идеи

Обсуждение в группе элементов проекта.

Этап 2: Сбор материалов

Подготовка: посуды, реактивов, аппаратуры для фотосъемки, компьютерной техники.

Учитель проверяет, чтобы все материалы были безопасны и подходили для работы.

Этап 3. Осуществление удаления накипи. Подробная инструкция приведена в материалах для учащихся.

При выполнении проекта следует обратить внимание учащихся на соблюдение правил безопасного поведения.

Этап 4. Подведение итогов проекта, подготовка доклада и презентации.

Ожидаемые образовательные результаты

В результате выполнения проекта учащиеся научатся:

– формулировать и конкретизировать цели и задачи, соотнося их с этапами выполнения проекта;

– осуществлять поиск, отбор, анализ и обработку необходимой информации из различных источников по теме проекта;

– работать в команде: распределять роли, договариваться, принимать совместные решения, нести ответственность за общий результат;

– планировать и организовывать свою деятельность, контролировать ее результаты, при необходимости вносить коррективы;

–осуществлять удаление накипи с поверхности нагревательного прибора, тем самым продляя срок его эксплуатации;

– анализировать и оформлять результаты проектной деятельности в виде отчета, фотографий, презентации;

– узнают новое о жесткости воды, причинах появления накипи и методах ее удаления.

РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ЛИТЕРАТУРНЫЕ ИСТОЧНИКИ

Цобкало Ж. А. Химия: Исследовательский практикум для учащихся лицея БГУ / Ж. А. Цобкало, Д. И. Мычко, Т. А. Колевич; под ред. Д. И. Мычко. – Мн.: БГУ, 2003. – 60 с.

Удаление накипи с чайника /: https://www.posuda.ru/info/kak_ochistit_chaynik_ot_nakipi/?srsltid=AfmBOopU8fITO3fZeydeA5NQkY8kDj8xT8hpwWITLbacH01p779aRmKt – Дата обращения 06.07.2025.