

Федеральное государственное образовательное бюджетное учреждение
высшего образования
«Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации»
(Финансовый университет)
Пермский филиал Финуниверситета

ОДОБРЕНО

на заседании НМС

Протокол № 1 от «26» октября 2025г.

Председатель, к.п.н.

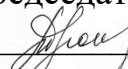
 Е.А. Шистерова

РАССМОТРЕНО

на заседании ПЦК ОГСД

Протокол № 11 от «25» июня 2025г.

Председатель ПЦК, к.п.н.

 М.Л. Катаева

Методическое пособие к лабораторным работам по химии
(VR Chemistry Lab)

Для специальности 40.02.04 Юриспруденция

2025 г.

Методические рекомендации по ОПБ, 07 «Химия» разработаны на основе федерального государственного образовательного стандарта среднего общего образования.

Разработчик:

Батуев М.И., преподаватель Пермского финансово-экономического колледжа - филиала федерального государственного образовательного бюджетного учреждения высшего образования «Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации»

Шистерова Е.А., к.п.н, заместитель директора по научно-методической работе Пермского финансово-экономического колледжа - филиала федерального государственного образовательного бюджетного учреждения высшего образования «Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации»

Пояснительная записка

Лабораторные работы составлены в соответствии с требованиями ФГОС СОО, рабочей программой учебной дисциплины Химия и Методическими рекомендациями к интерактивным виртуальным лабораторным и практическим работам по предметам, изучаемым на углубленном уровне основного общего образования. ХИМИЯ, разработанными ФГБНУ «Институт стратегии развития образования Российской академии образования».

Лабораторные работы требуют выполнения виртуальных экспериментов, которые согласно ГОСТу Р 57721-2017, основаны на технологиях мультимедиа, эмуляции, виртуализации и виртуальной реальности, способны полностью или частично заменить аналогичный традиционный натурный эксперимент.

Данный виртуальный учебный комплекс позволяет в настольном и VR-режиме выполнять виртуальные лабораторные работы, в которых реализованы трехмерные модели оборудования: приборы и реактивы, а также наглядное отображение химических реакций и процессов, возникающих в ходе экспериментов.

Главное преимущество данного комплекса — это виртуализация реальных лабораторных экспериментов с возможностью безопасного проведения опытов и наблюдения химических реакций в реальном времени и масштабе в виртуальной реальности, с возможностью взаимодействия с виртуальным оборудованием посредством специализированных контроллеров.

Проведение лабораторных практикумов в VR позволяет значительно повысить реалистичность погружения обучаемых в процесс, а также позволяет безопасно проводить лабораторные работы, предполагающие использование токсичных веществ, концентрированных кислот и щелочей, ЛВЖ и нагревательных приборов.

Виртуальная лаборатория может быть развернута на любом рабочем месте, а также поддерживает одновременно настольный и VR режим взаимодействия. Графика и эффекты в виртуальных экспериментах максимально приближены к реальности, а взаимодействие с реактивами реализовано через интуитивно понятное управление. Комплекс позволяет подготовить комплексный отчет по результатам проведения лабораторной работы и сохранить его в виде PDF файла или передать в систему дистанционного образования.

Основы управления виртуальной лабораторией

Контроллеры VR гарнитуры

Управление лабораторией происходит с помощью контроллеров вашей VR гарнитуры.

Триггер или курок - кнопка расположенная под указательным пальцем на контроллере. Используется для удержания объектов (кнопка зажата) и взаимодействия с интерфейсами (однократное нажатие).

Меню / А / Х - кнопка расположенная около сенсорного круга / джойстика. Используется для включения / выключения режима луча. Луч позволяет взаимодействовать с удаленными интерфейсами.

Захват - кнопки, расположенные по бокам контроллера.

Верхняя, нижняя, левая и правая стороны сенсорного круга / джойстика - кнопки, расположенные в сенсорном круге на соответствующих описанию местах.

Расположение и названия кнопок в разных гарнитурах может немного различаться.

В Лаборатории есть два основных вида взаимодействия с кнопками гарнитуры:

- Нажатие (аналогично “клику” мыши - кнопка нажимается и тут же отпускается). Когда в инструкции написано “нажать” это означает именно такое действие.

- Зажатие (кнопка зажимается и держится в нажатом положении до достижения нужного эффекта). Если в инструкции написано “зажмите” имеется в виду именно это действие.

Начало работы

После входа в Задание или Задачу вы окажетесь перед лабораторным столом. На нем располагается все необходимое для выполнения работы, в том числе планшет с заданием.

Если это ваш первый опыт работы, то оглядитесь по сторонам. Попробуйте одной рукой взять планшет и прочитать цель работы. После достижения цели активируйте “луч” и завершить задачу с помощью кнопки “Сдать задание”.

Перемещение предметов

Для перемещения предметов в лаборатории используется кнопка, называемая “триггер” или “курок”. Чтобы переместить предмет в пространстве, подведите контроллер к предмету так, чтобы появилась подсветка по контуру предмета. Пока подсветка горит, зажмите курок, чтобы взять предмет. Как только вы отпустите курок, предмет тоже будет отпущен.

Некоторые предметы работают иначе - при нажатии курка предмет “прилипает” к руке, и чтобы его отпустить, нужно нажать кнопку “захват”. Это относится, например, к автоматической пипетке.

Перемещение вещества, переливание, пересыпание

Вещества можно перемещать из сосуда в сосуд несколькими способами. Самый простой подходит для перемещения неточного количества вещества - переливание или пересыпание. Для этого нужно взять в руку

сосуд, из которого вы собираетесь перелить или пересыпать вещество, и подвести его горло к горлу сосуда, в который вы хотите поместить вещество. Когда горла окажутся достаточно близко, на обоих сосудах загорится подсветка. После этого вам нужно, удерживая горла рядом, наклонять сосуд до тех пор, пока вещество не начнет переливаться или пересыпаться. Пока подсветка горит, перемещение будет происходить между указанными подсветкой сосуда. Второй сосуд может стоять на столе или его можно держать в руке, переливая “на весу”.

Чем сильнее вы наклоняете сосуд, тем быстрее происходит переливание или пересыпание.

Переливание. Переполнение колбы

Если колба переполнена, а вы продолжаете доливать в нее жидкость, “лишняя” жидкость просто прольется на стол, никак не взаимодействуя и не смешиваясь с жидкостью в колбе. Если взять переполненную колбу в руки, скорее всего небольшая часть содержимого сразу прольется. Избегайте переполнения сосудов.

Гранулы

Взаимодействие с гранулами металлов происходит как с другими объектами в лаборатории - поднести контроллер до появления подсветки и взять зажатием курка. Гранулы можно помещать в некоторые сосуды для наблюдения реакции. Не используйте несколько гранул в одной колбе, пожалуйста.

Предупреждения и ошибки

Если не переливается вещество или посуда не взаимодействует с прибором, то стоит посмотреть направо и вверх от рабочего стола. Там возникают уведомления, если пользователь делает что-то не так.

Критические ошибки

Если над сосудом внезапно появилась красная иконка с восклицательным знаком, это означает, что мы не смогли корректно смоделировать происходящее в сосуде и он будет уничтожен в течении нескольких секунд. К сожалению, такое иногда случается.

Взаимодействие с интерфейсами

В лаборатории есть два типа взаимодействия с меню, экранами и интерфейсами приборов - рукой и лучом. Для переключения режимов используется кнопка “меню”.

Взаимодействие рукой: Когда до прибора или объекта легко дотянуться, вы можете просто поднести контроллер к экрану, и виртуальная рука вытянет указательный палец. На кончике пальца находится точка взаимодействия с интерфейсом. Работает как экран вашего телефона в реальности. “тап” или тычок в сенсорный экран - нажатие на курок контроллера.

Взаимодействие лучом: Иногда приборы или интерфейсы бывают достаточно далеко, тогда может потребоваться второй тип взаимодействия - луч. Для переключения в режим луча или обратно нажмите кнопку “меню” на контроллере. В режиме луча виртуальная рука пропадает, а из

контроллера начинает исходить луч, как из лазерной указки. Этот луч будет активировать все интерфейсы с любого расстояния. Клик в этом режиме - нажатие на курок.

Интерактивный справочный экран

Слева от стола в лаборатории есть подвижный интерактивный экран. Его можно поместить в удобное для вас место, схватив за ручку внизу, или оставить на исходном месте слева. На экране есть справочная информация, таблицы, а также однородный белый и черный фон. Используйте фон, если вам нужно посмотреть что-то на просвет и визуально определить цвет или прозрачность вещества.

Проще всего взаимодействовать с интерфейсом экрана в режиме “луч”, о котором можно прочитать в соответствующем разделе справки.

Доставщик посуды

Чтобы не размещать всю запасную посуду и объекты на столе, в вашем распоряжении есть один или несколько доставщиков посуды. У них есть интерактивный экран и область доставки.

На интерактивном экране можно увидеть название текущего объекта, выбранного для доставки, а так же, нажав на шестеренку в углу экрана, поменять этот объект на другой из списка, если это предусмотрено задачей.

Выбранный объект появится в области доставки, если она свободна. Если снять объект с доставщика, на нём тут же появится новый.

Внешний вид Доставщика посуды на несколько объектов:

Утилизатор

Чтобы не загромождать стол ненужной или грязной посудой, обычно где-то на столе размещен утилизатор. Он похож на доставщик, но на его плоскости нарисован значок вторичной переработки.

Чтобы утилизировать объект, поместите его на площадку утилизатора. После этого у вас есть очень короткое время, если вы ошиблись и хотите достать его обратно.

Помните, что утилизация объектов необратима!

В зависимости от задачи, утилизатора, как и доставщика, может не быть на столе.

Восстановление сосудов

Некоторые сосуды (особенно часто сосуды с реактивами) доставляются на стол минуя площадки доставщика. Если вы случайно разбили банку с реактивом, скорее всего она появится на том месте, где стояла в начале задачи, если это место свободно. Если сосуд с реактивом не появился, либо его место занято, либо его повторная доставка не предусмотрена условиями задачи.

Задания

Задания состоят из задач, которые нужно выполнить последовательно или в произвольном порядке.

Каждая задача в задании имеет зачетный и максимальный балл, из которых складывается зачетный и максимальный балл для всего задания.

Задание можно выполнить до указанного в нем крайнего срока.

Задания назначаются через личный кабинет сайта. Обычно назначать задания могут пользователи-учителя.

Во вкладке “Задания” в центральной части вы можете увидеть все назначенные вам задания и задачи в них, прогресс выполнения и крайний срок завершения работы. При выборе задачи в центральном окне правое окно отобразит подробности о выбранной задаче и доступные действия.

Задачи

Задача - это минимальная часть эксперимента в лаборатории. Цель задачи написана на планшете.

Операции с отдельными задачами требуют права доступа, и обычно доступны начиная с уровня “учитель”. Список задач, доступных по лицензии можно посмотреть тут.

В режиме работы Задачи их можно проходить, при этом статистика не сохраняется, но результаты автопроверки показываются по окончании задачи.

При наличии соответствующих прав задачи можно создавать, редактировать, копировать и удалять. В данный момент этот функционал находится в режиме раннего доступа.

Завершение задачи

Для того, чтобы завершить задачу, вам необходимо выполнить условия задачи и установить на площадки проверки требуемые объекты и нажать кнопку “сдать задачу”. Если задача была выполнена отдельно от любого задания, вам покажут статистику выполнения, и вы сможете вернуться в меню. Если задача выполняется в рамках задания, статистика отправится на сервер и ваш прогресс запишется. Помните, что если вы выполнили задачу в задании на минимальный балл или выше, этот результат нельзя будет перезаписать.

Оценка результата выполнения задачи

На столе может находиться одна или несколько зон проверки.

Зоны проверки бывают нескольких размеров - от 1 до 4.

В зависимости от размера на зону проверки может быть установлено от 1 до 4 объектов.

Каждый верный объект засчитывается как 1 балл. Неверные объекты не учитываются.

У каждой зоны есть максимальный балл, выше которого даже правильные объекты учитываться не будут.

Максимальный балл площадки зависит от задачи, будьте готовы к тому, что площадка на 4 предмета может принести вам всего 1 балл.

Если сумма баллов площадок проверки равна или больше зачетного балла задачи, задача считается пройденной. Вы можете перепройти ее еще раз, но как результат будет записано первое удачное прохождение.

Если сумма баллов площадок меньше зачетного балла, задача не считается пройденной, ваш балл записывается и у вас сохраняется возможность пройти задачу на более высокий балл.

Методические указания к виртуальным лабораторным работам

Методические указания по виртуальным лабораторным работам включают в себя следующие разделы:

- Тема лабораторной работы
- Теоретический материал
- Описание работы
- Порядок выполнения работы
- Выполнение лабораторной работы
- Форма сдачи отчета по лабораторной работе
- Контрольные (проверочные) задания по итогам проведенной лабораторной работы

Раздел. Теоретический материал.

Для успешного выполнения виртуальной лабораторной работы студент должен тщательно проработать теоретический материал по теме лабораторной работы. Для подтверждения сформированности достаточного уровня когнитивных результатов обучения после ознакомления с теоретическим материалом студент должен успешно выполнить задания для получения допуска к выполнению лабораторной работы, включающих в себя проверку знания и понимание изучаемого процесса.

Раздел. Описание работы включает в себя:

- цель лабораторной работы,
- краткое описание выполнения работы с заданиями по предварительной обработке исходных данных для проведения химического эксперимента, которые могут включать в себя проведение расчетов концентрации растворов, количества вещества и других исходных параметров и характеристик для успешного проведения химического эксперимента в соответствии с поставленной индивидуальной задачей перед обучающимся,
- схему установки, расчетные формулы, описывается работа с графиками.

Раздел. Порядок выполнения работы – это пошаговые инструкции выполнения лабораторной работы, которая включает в себя ссылку на онлайн ресурс или условия доступа к виртуальным лабораторным комплексам (программным обеспечениям установленным на компьютерах), в т.ч. удаленно для наблюдения/изучение химического эксперимента.

В разделе «Выполнение работы» студент выполняет эксперимент.

При этом раздел может включать в себя как весь эксперимент в целом, так и его отдельные этапы с целью обеспечения возможности:

- наблюдения хода протекания и фиксация студентом результатов лабораторной работы;
- наблюдения правильного хода выполнения химического эксперимента;
- выявления ошибок в технике выполнения эксперимента;
- моделирование возможных отклонений от заданных параметров;
- наблюдения побочных процессов и т.д.

Отчет по лабораторной работе включает в себя: форму предоставления отчетности по выполненной лабораторной работе, с указанием значений, полученных в ходе эксперимента измеряемых величин, с приведением расчетов и погрешностей в соответствии, оформлением таблиц или графиков в соответствии с заданиями по обработке результатов, полученных в ходе химического эксперимента.

Задания по обработке результатов, полученных в ходе химического эксперимента, должны быть направлены на выявление взаимосвязи существующих теоретических положений (законов, зависимостей) с полученными в ходе эксперимента результатами опыта и на формирование в том числе системных результатов обучения.

Для обеспечения самостоятельного обучения экспериментальные данные, полученные в результате проведения опыта, могут быть индивидуального характера.

По завершении лабораторной работы студент должен сдать преподавателю отчет по лабораторной работе и дать ответ на контрольные (проверочные) задания в устной или письменной форме. Преподаватель оценивает выполнение лабораторной работы в соответствии с системой (критериями) оценивания лабораторной работы. Для проверки результатов заданий, а также отчета в целом могут быть использованы различные подходы: индивидуальные и групповые опросы в онлайн или офлайн режимах, а также взаимопроверка обучающимися и др.

Лабораторная работа 1 с применением VR-технологий «Реакции ионного обмена»

Теоретический материал

Реакцию, протекающую в растворе, можно представить в виде:

- молекулярного уравнения реакции;
- ионно-молекулярного уравнения (полного или сокращенного).

Уравнение реакции, содержащее только формулы недиссоциированных веществ, называется молекулярным уравнением. Молекулярная форма уравнения показывает, какие вещества и в каком количестве участвуют в реакции. Оно позволяет производить необходимые расчеты, связанные с данной реакцией.

Уравнение, содержащее формулы недиссоциированных слабых электролитов и ионы сильных электролитов, называется полным ионным или ионно-молекулярным уравнением реакции. Сократив одинаковые продукты в левой и правой части ионно-молекулярного уравнения реакции, получаем сокращенное или краткое ионное уравнение реакции.

Ионное уравнение, не содержащее одинаковых веществ (ионов или молекул) в левой и правой части реакции, называется сокращенным или кратким ионным уравнением реакции. Это уравнение и отражает сущность происходящей реакции.

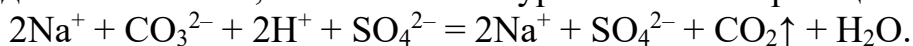
При записи ионных уравнений реакций необходимо помнить:

1) сильные электролиты следует записывать в виде отдельных составляющих их ионов;

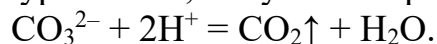
2) слабые электролиты и малорастворимые вещества следует записывать в виде молекул.

В качестве примера рассмотрим взаимодействие соды с кислотой. В молекулярном уравнении реакции исходные вещества и продукты реакции записывают в виде молекул: $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{CO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$.

Принимая во внимание, что в водном растворе молекулы электролитов распадаются на ионы, полное ионное уравнение этой реакции имеет вид



Сократив катионы натрия Na^+ и сульфат-ионы SO_4^{2-} в правой и левой частях уравнения, получим сокращенное ионное уравнение:

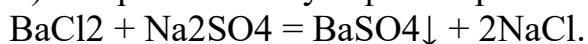


В ионном уравнении слабые электролиты, газы и малорастворимые вещества записывают в виде молекул. Знак $\downarrow$, стоящий при формуле вещества, обозначает, что это вещество выведено из сферы реакции в виде осадка, а знак $\uparrow$ обозначает, что вещество удаляется из сферы реакции в виде газа.

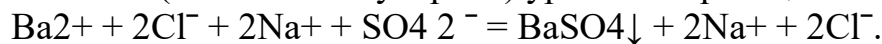
Вещества, молекулы которых полностью диссоциируют на ионы (сильные электролиты), записывают в виде ионов. Сумма электрических зарядов левой части уравнения должна быть равна сумме электрических зарядов правой части. При написании ионных уравнений следует руководствоваться таблицей растворимости кислот, оснований и солей в воде, т. е. обязательно проверять растворимость реагентов и продуктов, отмечая это в уравнениях.

Задание: рассмотреть и записать в тетради примеры записи ионно-молекулярных уравнений:

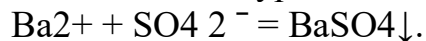
Пример 1. Образование трудно- и малорастворимых соединений (осадка). Образование сульфата бария. Молекулярное уравнение реакции:



Полное ионное (ионно-молекулярное) уравнение реакции:



Сокращенное ионное уравнение реакции (краткая форма уравнения):



Пример 2. Образование газообразного вещества.

а) $\text{Na}_2\text{S} + 2\text{HCl} = \text{H}_2\text{S}\uparrow + 2\text{NaCl}$ (молекулярное уравнение)

$2\text{Na}^+ + \text{S}^{2-} + 2\text{H}^+ + 2\text{Cl}^- = \text{H}_2\text{S}\uparrow + 2\text{Na}^+ + 2\text{Cl}^-$ (полное ионное уравнение)

$2\text{H}^+ + \text{S}^{2-} = \text{H}_2\text{S}\uparrow$ (сокращенное ионное уравнение)

б) $\text{K}_2\text{CO}_3 + 2\text{HCl} = 2\text{KCl} + \text{CO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$ (молекулярное уравнение)

$\text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ = \text{CO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$ (сокращенное ионное уравнение).

Пример 3. Образование слабого электролита воды:

$2\text{NaOH} + \text{H}_2\text{SO}_4 = 2\text{H}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{SO}_4$ (молекулярное уравнение)

$2\text{Na}^+ + 2\text{OH}^- + 2\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} = 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{Na}^+ + \text{SO}_4^{2-}$ (полное ионное уравнение)

$2\text{OH}^- + 2\text{H}^+ = 2\text{H}_2\text{O}$ (сокращенное ионное уравнение).

Описание работы

Цель работы - систематизировать знания о реакциях ионного обмена, их признаках; закрепить навыки написания реакций в молекулярном, в полном ионном и в сокращённом ионном виде.

Планируемые результаты, на достижение которых направлено выполнения работы:

Личностные результаты: мотивация к обучению, наличие способности ставить цели.

Метапредметные результаты:

– универсальные учебные познавательные: применять в процессе познания используемые в химии символические (знаковые) модели, преобразовывать модельные представления — химический знак (символ) элемента, химическая формула, уравнение химической реакции — при решении учебных познавательных и практических задач, применять названные модельные представления для выявления характерных признаков изучаемых веществ и химических реакций; совершенствовать умения наблюдать за ходом процесса, самостоятельно прогнозировать его результат, формулировать обобщения и выводы относительно достоверности результатов исследования, составлять обоснованный отчёт о проделанной работе.

– коммуникативные учебные познавательные: формулировать выводы по результатам проведённых исследований.

– регулятивные учебные познавательные: осуществлять самоконтроль своей деятельности на основе самоанализа и самооценки.

Предметные результаты освоения химии: сформированность умений составлять полные и сокращённые уравнения реакций ионного обмена, учитывая условия, при которых эти реакции идут до конца.

Порядок выполнения работы

Учебная группа делится на две подгруппы, каждая из которых выполняет по очереди учебные задачи. Первая подгруппа занимается за ПК. Вторая проводит виртуальные эксперименты. После 45 минут занятия подгруппы меняются местами. Т.о к концу пары все студенты выполняют все поставленные задачи.

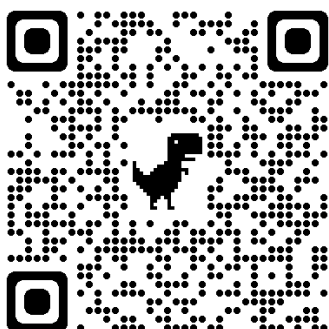
Учебная задача для 1-й подгруппы (45 мин.):

Задание 1.

Перейти по QR-коду изучить особенности ионных уравнений и алгоритм составления ионного уравнения.



Выполните тест на компьютере. Перейти на сайт gosocrative.com.
Задание 2.



Ввести название комнаты (Room name): B585 и следовать дальнейшим указаниям.

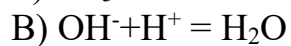
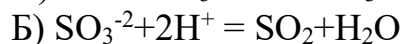
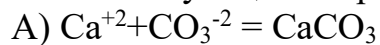
Учебная задача для 2-й подгруппы (45 мин.):

Выполнить работу в VR-приложении. Провести реакции, составить и записать в тетрадь уравнения.

Форма сдачи отчета

За первую часть работы обучающиеся представляют результаты тестирования и записи ионных уравнений в соответствии с заданием.

За вторую часть работы необходимо записать в тетрадь уравнения, соответствующие сокращённым:



Контрольные задания по итогам проведенной работы

В качестве общего вывода ответить на вопросы: «Каковы признаки реакций ионного обмена?», «Чем отличаются полные и сокращенные ионные уравнения?».

Лабораторная работа 2 с применением VR-технологий

«Определение среды растворов веществ с помощью универсального индикатора»

Теоретический материал

Уровень кислотности среды принято измерять по условной шкале от 0 (очень кислая среда) до 14 (очень щелочная среда). Нейтральным считается показатель, равный 7 — это рН чистой воды.

Величина рН показывает уровень кислотности среды. Введена эта характеристика была в самом начале XIX века для обозначения активности ионов водорода в растворе. Концентрация ионов измеряется в моль²/л² и выражается числами порядка 10⁻¹... 10⁻¹⁴. Для удобства новую характеристику стали представлять через формулу $\text{pH} = -\lg(\text{H}^+)$, т.е. уровень кислотности среды — это степень (без знака) числа, выражающего концентрацию ионов водорода.

Знание уровня кислотности среды требуется во многих областях, в частности:

- рН воды проверяют в бассейнах, аквариумах, при водоподготовке, для приготовления растворов с заданными свойствами (например, красителей для бумаги или ткани, инъекционных препаратов).
- Многие пищевые продукты на предприятиях пищевого производства тестируются на уровень кислотности.
- В сельском хозяйстве прежде, чем решить, какие культуры выращивать, проводится анализ кислотности почвы, так как для разных растений оптимально подходит почва с разной кислотностью. рН почвы необходимо регулировать в комнатном цветоводстве и тепличных хозяйствах.
- Уровень рН — важный показатель для косметических продуктов: кремов, лосьонов, шампуней, мыла и т.п. Мы обязательно расскажем об этом подробно в следующей статье.
- Кислотность среды проверяют в аналитической химии, фармацевтике, микробиологии, биохимии, химпроме, производстве удобрений, кормовых добавок, нефтепродуктов, топлив и др.

Для определения уровня кислотности среды существует три основных способа — с помощью:

- химических индикаторов;
- электронных рН-метров;
- аналитических методов.

Каждый из этих способов имеет свои достоинства и недостатки. Аналитический метод самый сложный в исполнении, но зато и самый точный. Для его проведения нужна лаборатория и соответствующее оборудование. Нужно выполнить титрование, а потом вычислить рН на основании известной концентрации исследуемого раствора и объема использованного титранта.

Электронные рН-метры очень точные, могут применяться в полевых условиях, но относительно дороги и требуют регулярной калибровки. Кроме того, они требуют бережного обращения и точного следования инструкции.

Использование химических индикаторов не требует серьезной профессиональной подготовки; может применяться как в лабораториях, так и на выезде. Однако точность этого способа самая низкая, к тому же зависит от субъективной оценки исследователя. Еще один недостаток: невозможность работы с сильными кислотами и щелочами. Но метод очень прост, дешев и, в большинстве случаев, его точности достаточно. Именно поэтому он — самый популярный как у химиков, так и у специалистов других областей.

В качестве химических индикаторов уровня рН среды применяются органические вещества, меняющие окраску в зависимости от кислотности. Такие вещества называются кислотно-основными индикаторами. Это могут быть водные или спиртовые растворы; реактивы в виде порошка; полоски бумаги, пропитанные индикатором и высушенные; полоски полимерной пленки с нанесенным на нее индикатором. Проще всего пользоваться индикаторной бумагой. Она выпускается с таблицей (шкалой) эталонных цветов, соответствующих кислотности раствора или с напечатанными значениями уровня рН. Бумага может быть выполнена в виде полосок, рулонов, книжечек и т.п.

Большинство индикаторов имеют одну-две, иногда три точки перехода цвета и применяются в относительно узком диапазоне значений кислотности. Для измерений в широком интервале используются полоски, пропитанные смесью индикаторов. Например, выпускается «универсальный индикатор», определяющий рН от 0 до 10.

Самым известным индикатором является лакмус и лакмусовая бумага. Этому индикатору несколько сотен лет, в кислой среде он окрашивает раствор в разные оттенки красного; в щелочной — в оттенки синего разной интенсивности. В нейтральной среде раствор фиолетовый.

Пользоваться химическими индикаторами просто. В исследуемый раствор добавляется несколько капель индикатора или в растворе смачивается тест-полоска. Сравнивая полученный цвет с эталонной цветовой схемой, судят об уровне кислотности среды.

Описание работы

Цель работы - совершенствование, закрепление и систематизация знаний о применении универсальных индикаторов для определения рН-среды растворов.

Планируемые результаты, на достижение которых направлено выполнения работы:

Личностные результаты: мотивация к обучению, наличие способности ставить цели.

Метапредметные результаты:

– универсальные учебные познавательные: применять в процессе познания используемые в химии символические (знаковые) модели,

преобразовывать модельные представления — химический знак (символ) элемента, химическая формула, уравнение химической реакции — при решении учебных познавательных и практических задач, применять названные модельные представления для выявления характерных признаков изучаемых веществ и химических реакций; совершенствовать умения наблюдать за ходом процесса, самостоятельно прогнозировать его результат, формулировать обобщения и выводы относительно достоверности результатов исследования, составлять обоснованный отчёт о проделанной работе.

– коммуникативные учебные познавательные: формулировать выводы по результатам проведённых исследований.

– регулятивные учебные познавательные: осуществлять самоконтроль своей деятельности на основе самоанализа и самооценки.

Предметные результаты освоения химии: сформированность умений определять кислотность среды растворов с помощью универсальных индикаторов.

Порядок выполнения работы

Учебная группа делится на две подгруппы, каждая из которых выполняет по очереди учебные задачи. Первая подгруппа занимается за ПК. Вторая проводит виртуальные эксперименты. После 45 минут занятия подгруппы меняются местами. Т.о, к концу пары все студенты выполняют все поставленные задачи.

Задание 1. Необходим ПК с наушниками.

Студенты просматривают и прослушивают видео с экспериментами по получению универсальных индикаторов. Зарисовывают и описывают опыты.

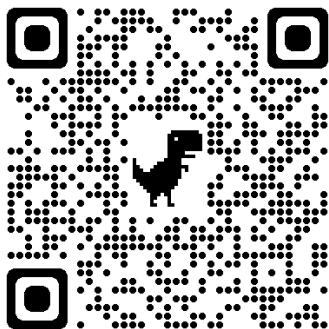
<https://www.youtube.com/watch?v=ukenUf-zOPc> - эксперимент по получению универсального индикатора из черники и <https://www.youtube.com/watch?v=mJjKccyYtgk> - эксперимент по получению универсального индикатора из краснокочанной капусты.

Задание 2. Выполнить работу в VR-приложении «Кислотно-основные индикаторы».

Описывают эксперимент в тетради.

Задание 3.

Выполните тест на компьютере. Перейти на сайт gosocrative.com.



Ввести название комнаты (Room name): B585 и следовать дальнейшим указаниям.

Учебная задача для 2-й подгруппы (45 мин.):

Выполнить работу в VR-приложении. Провести реакции, составить и записать в тетрадь уравнения.

Форма сдачи отчета по лабораторной работе

По итогам выполнения работы студент сдает в письменном виде записанные эксперименты и их результаты, делает вывод – ответ на вопрос: Почему индикатор называется универсальным? Для чего его используют?

Контрольные (проверочные) задания по итогам проведенной лабораторной работы

Ответьте на вопросы:

1. Что такое универсальный индикатор простыми словами?
2. Какие вещества окрашивают индикаторы?
3. Какой цвет индикатора в кислой среде?
4. На чем основано применение индикаторов для определения pH?

Лабораторная работа 3 с применением VR-технологий Качественные реакции на анионы и катионы аммония

Теоретический материал

Одно из важнейших применений химии – анализ веществ. Химический анализ подразделяется на качественный и количественный. Качественным анализом производится идентификация вещества и устанавливается наличие в нём тех или иных примесей. Количественным анализом устанавливается конкретное содержание основного вещества и примесей. Качественный анализ предшествует количественному определению примесей. Качественный анализ отвечает на вопрос «что?» (присутствует в веществе), а количественный – на вопрос «сколько?».

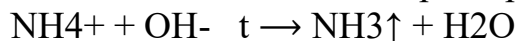
Качественный анализ соли заключается в обнаружении или, как говорят, открытии, отдельных катионов и анионов. Для удобства обнаружения ионы делят на аналитические группы. В кислотно-основном методе различают шесть аналитических групп катионов и три - анионов.

Таблица 1. Классификация анионов по аналитическим группам

Группа	Анионы	Групповой реактив	Образующийся продукт	Внешний эффект
1	SO ₄ ²⁻ , SO ₃ ²⁻ , CO ₃ ²⁻ , PO ₄ ³⁻ , SiO ₃ ²⁻	BaCl ₂ в нейтральной или в слабощелочной среде	Соли бария	Осадки белого цвета
2	Cl ⁻ , Br ⁻ , I ⁻ , S ²⁻	AgNO ₃ в присутствии HNO ₃	Соли серебра	AgCl - белый AgBr, AgI - светло-желтые

				Ag ₂ S – черный
3	NO ₂ -, NO ₃ -	дифениламин	Растворимые в воде соли	Синее окрашивание

Катионы аммония определяют действием щелочи. При наличии в исследуемом веществе иона аммония появляется характерный запах аммиака.



Запишите сокращённое ионное уравнение качественной реакции на катион аммония.

Источник: <https://gomolog.ru/reshebniki/9-klass/gabrielyan-2018/30/prov-5.html>

Описание работы

Цель работы - совершенствование, закрепление и систематизация знаний о качественных реакциях на анионы и катион аммония.

Планируемые результаты, на достижение которых направлено выполнения работы:

Личностные результаты: мотивация к обучению, наличие способности ставить цели.

Метапредметные результаты:

– универсальные учебные познавательные: применять в процессе познания используемые в химии символические (знаковые) модели, преобразовывать модельные представления — химический знак (символ) элемента, химическая формула, уравнение химической реакции — при решении учебных познавательных и практических задач, применять названные модельные представления для выявления характерных признаков изучаемых веществ и химических реакций; совершенствовать умения наблюдать за ходом процесса, самостоятельно прогнозировать его результат, формулировать обобщения и выводы относительно достоверности результатов исследования, составлять обоснованный отчёт о проделанной работе.

– коммуникативные учебные познавательные: формулировать выводы по результатам проведённых исследований.

– регулятивные учебные познавательные: осуществлять самоконтроль своей деятельности на основе самоанализа и самооценки.

Предметные результаты освоения химии: умения определять экспериментальным путем анионы и катионы аммония, записывать уравнения реакций и их объяснять.

Порядок выполнения работы

Учебная группа делится на две подгруппы, каждая из которых выполняет по очереди учебные задачи. Первая подгруппа занимается за ПК. Вторая проводит виртуальные эксперименты. После 45 минут занятия подгруппы меняются местами. Т.о, к концу пары все студенты выполняют все поставленные задачи.

Задание 1. Необходим ПК с наушниками.

Студенты просматривают и прослушивают видео с экспериментами по качественным реакциям на катионы аммония
<https://www.youtube.com/watch?v=OrZP-VwRGCs>.

Качественные реакции на галогенид-ионы.

- посмотрите видеофайл https://youtu.be/rrErhFmhA_M
- напишите уравнения протекающей реакции в молекулярном и ионном виде, расставьте коэффициенты;
- опишите свои наблюдения.

Качественные реакции на сульфит и сульфат-ионы.

- посмотрите видеофайл <https://youtu.be/ZBWXZoLgiAU>
- напишите уравнения протекающей реакции в молекулярном и ионном виде, расставьте коэффициенты;
- опишите свои наблюдения.

Качественные реакции на фосфат-ионы.

- посмотрите видеофайл <https://youtu.be/3DicudeAqHk>
- напишите уравнения протекающей реакции в молекулярном и ионном виде, расставьте коэффициенты;
- опишите свои наблюдения.

Качественные реакции на карбонат-ионы.

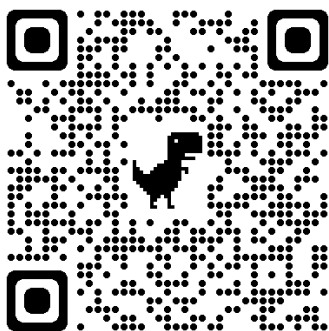
- посмотрите видеофайл <https://youtu.be/wxDhLUOQVxc>
- напишите уравнения протекающей реакции в молекулярном и ионном виде, расставьте коэффициенты;
- опишите свои наблюдения.

Задание 2. Выполнить работы в VR-приложении «Определение катионов» и «Определение анионов».

Описывают эксперимент в тетради.

Задание 3.

Выполните тест на компьютере. Перейти на сайт gosocrative.com.



Ввести название комнаты (Room name): B585 и следовать дальнейшим указаниям.

Форма сдачи отчета по лабораторной работе

По итогам выполнения работы студент сдает в письменном виде записанные эксперименты и их результаты, делает вывод – ответ на вопрос: Какие реакции называются качественными? Для чего они применяются?

Контрольные (проверочные) задания по итогам проведенной лабораторной работы

Ответьте на вопросы:

1. С помощью каких реактивов можно определить сульфаты и карбонаты?
2. Как определить в растворе катионы аммония?

Лабораторная работа 4 с применением VR-технологий Взаимодействие алюминия с растворами кислот и щелочей

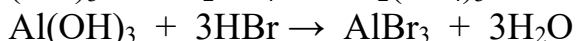
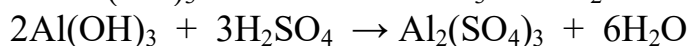
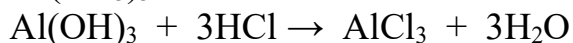
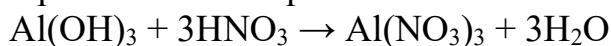
Теоретический материал

Гидроксиды представляют собой химические соединения, которые содержат гидроксильную группу в молекуле и могут быть кислотными, щелочными или амфотерными по своей природе. Группа амфотерных соединений включает, среди прочего, соединение общей формулы $\text{Al}(\text{OH})_3$, называемое гидроксидом глины или гидроксидом алюминия.

Химические свойства гидроксида алюминия

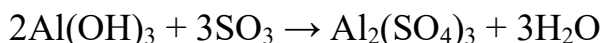
1. Гидроксид алюминия реагирует с растворимыми кислотами. При этом образуются средние или кислые соли, в зависимости от соотношения реагентов и типа соли.

Например, гидроксид алюминия взаимодействует с азотной кислотой с образованием нитрата алюминия:



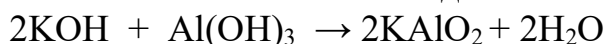
2. Гидроксид алюминия взаимодействует с кислотными оксидами сильных кислот.

Например, гидроксид алюминия взаимодействует с оксидом серы (VI) с образованием сульфата алюминия:



3. Гидроксид алюминия взаимодействует с растворимыми основаниями (щелочами). При этом в расплаве образуются соли—алюминаты, а в растворе – комплексные соли. При этом гидроксид алюминия проявляет кислотные свойства.

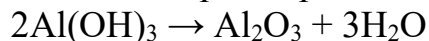
Например, гидроксид алюминия взаимодействует с гидроксидом калия в расплаве с образованием алюмината калия и воды:



Гидроксид алюминия растворяется в избытке щелочи с образованием тетрагидроксоалюмината:



4. Гидроксид алюминия разлагается при нагревании:



Данное соединение имеет очень широкое применение — его ценят производители в химической, фармацевтической, медицинской, электротехнической и бумажной промышленности. Многие продукты содержат данный ингредиент. Где можно найти гидроксид алюминия? В косметических средствах и мыле, а также во многих других продуктах, которые применяются в повседневной жизни. Среди прочего, сюда входят:

- лекарственные средства и лекарственные препараты, применяемые при лечении повышенной кислотности желудка и язвенных заболеваниях;
- вакцины;
- бумажные наполнители.

Посмотри, запомни. <https://www.youtube.com/watch?v=ia11FyTNcZg>

Описание работы

Цель работы - совершенствование, закрепление и систематизация знаний об амфотерных соединениях на примере гидроксида алюминия и их свойствах.

Планируемые результаты, на достижение которых направлено выполнения работы:

Личностные результаты: мотивация к обучению, наличие способности ставить цели.

Метапредметные результаты:

- универсальные учебные познавательные: применять в процессе познания используемые в химии символические (знаковые) модели, преобразовывать модельные представления — химический знак (символ) элемента, химическая формула, уравнение химической реакции — при решении учебных познавательных и практических задач, применять названные модельные представления для выявления характерных признаков изучаемых веществ и химических реакций; совершенствовать умения наблюдать за ходом процесса, самостоятельно прогнозировать его результат, формулировать обобщения и выводы относительно достоверности результатов исследования, составлять обоснованный отчет о проделанной работе.

- коммуникативные учебные познавательные: формулировать выводы по результатам проведенных исследований.

- регулятивные учебные познавательные: осуществлять самоконтроль своей деятельности на основе самоанализа и самооценки.

Предметные результаты освоения химии: умения доказать экспериментальным путем амфотерные свойства гидроксида алюминия, записывать уравнения реакций и их объяснять.

Порядок выполнения работы

Учебная группа делится на две подгруппы, каждая из которых выполняет по очереди учебные задачи. Первая подгруппа занимается за ПК.

Вторая проводит виртуальные эксперименты. После 45 минут занятия подгруппы меняются местами. Т.о, к концу пары все студенты выполняют все поставленные задачи.

Задание 1. Необходим ПК с наушниками.

Студенты просматривают и прослушивают видео с экспериментами по свойствам гидроксида алюминия

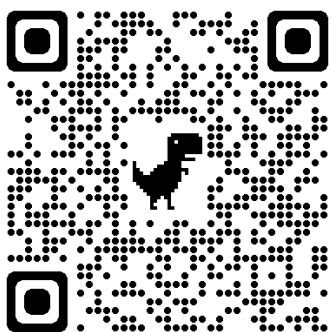
<https://www.youtube.com/watch?v=PUUpZ2qvaYo>

Задание 2. Выполнить работы в VR-приложении «А».

Описывают эксперимент в тетради.

Задание 3.

Выполните тест на компьютере. Перейти на сайт gosocrative.com.



Ввести название комнаты (Room name): B585 и следовать дальнейшим указаниям.

Форма сдачи отчета по лабораторной работе

По итогам выполнения работы студент сдает в письменном виде описанные эксперименты и их результаты, делает вывод – ответ на вопрос: Почему гидроксид алюминия называется амфотерным? Как это доказать?

Контрольные (проверочные) задания по итогам проведенной лабораторной работы

Ответьте на вопросы:

1. Как можно получить гидроксид алюминия? Запишите уравнение реакции.
2. С помощью каких реакций можно доказать амфотерные свойства гидроксида алюминия?

Лабораторная работа 5

Качественные реакции на катионы металлов с применением VR-технологий

Теоретический материал

Качественные реакции на катионы щелочных металлов (Li^+ , Na^+ , K^+ , Rb^+ , Cs^+).

Катионы щелочных металлов можно обнаружить их можно при внесении небольшого количества сухой соли в пламя горелки. Тот или иной катион окрашивает пламя в соответствующий цвет:

Li⁺ — темно-розовый.

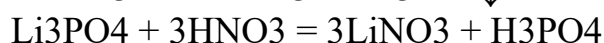
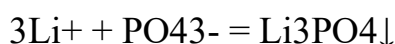
Na⁺ — желтый.

K⁺ — фиолетовый.

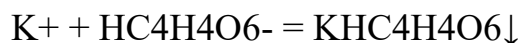
Rb⁺ — красный.

Cs⁺ — голубой.

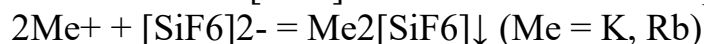
Катионы так же можно обнаружить и с помощью химических реакций. При сливании раствора соли лития с фосфатами образуется нерастворимый в воде, но растворимый в конц. азотной кислоте, фосфат лития:



Катион K⁺ можно вывести гидротартрат-анионом HC₄H₄O₆⁻ — анионом винной кислоты:



Катионы K⁺ и Rb⁺ можно выявить добавлением к растворам их солей кремнефтористой кислоты H₂[SiF₆] или ее солей — гексафторсиликатов:



Они же и Cs⁺ осаждаются из растворов при добавлении перхлорат-анионов:



Качественные реакции на катионы щелочно-земельных металлов (Ca²⁺, Sr²⁺, Ba²⁺, Ra²⁺).

Катионы щелочно-земельных металлов можно выявить двумя способами: в растворе и по окраске пламени. Кстати, к щелочно-земельным относятся кальций, стронций, барий и радий. Бериллий и магний нельзя отнести к этой группе, как это любят делать на просторах Интернета.

Окраска пламени:

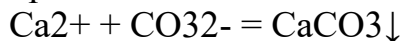
Ca²⁺ — кирпично-красный.

Sr²⁺ — карминово-красный.

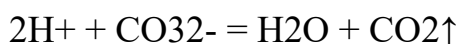
Ba²⁺ — желтовато-зеленый.

Ra²⁺ — темно-красный.

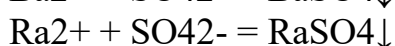
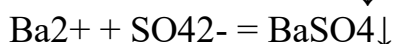
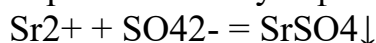
Реакции в растворах. Катионы рассматриваемых металлов имеют общую особенность: их карбонаты и сульфаты нерастворимы. Катион Ca²⁺ предпочитают выявлять карбонат-анионом CO₃²⁻:



Который легко растворяется в азотной кислоте с выделением углекислого газа:



Катионы Ba²⁺, Sr²⁺ и Ra²⁺ предпочитают выявлять сульфат-анионом с образованием сульфатов, нерастворимых в кислотах:



Изучи таблицу.

Определяемый ион	Реактив	Признаки реакции
<i>Реакции на катионы</i>		
H^+	Индикаторы: 1) метиловый оранжевый; 2) лакмус	Изменение окраски раствора: 1) на розовый; 2) на красный
Ba^{2+}	SO_4^{2-}	Белый мелкокристаллический осадок, нерастворимый даже в азотной кислоте, — $BaSO_4$
Ag^+	Cl^-	Белый творожистый осадок, нерастворимый даже в азотной кислоте, — $AgCl$
Fe^{2+}	OH^-	Осадок грязно-зеленого цвета — $Fe(OH)_2$
	$[Fe(CN)_6]^{3-}$	Осадок темно-синего цвета — $Fe_3[Fe(CN)_6]_2$
Fe^{3+}	OH^-	Осадок темно-бурого цвета — $Fe(OH)_3$
	$[Fe(CN)_6]^{4-}$	Осадок темно-синего цвета — $Fe_4[Fe(CN)_6]_3$
	CNS^-	Кроваво-красный раствор — $Fe(CNS)_3$
Zn^{2+}	OH^- недостаток, по каплям	Белый осадок — $Zn(OH)_2$, или H_2ZnO_2 , — растворимый в избытке щелочи (образуется раствор $Me_2^+[Zn(OH)_4]^{2-}$)
Al^{3+}	OH^- недостаток, по каплям	Белый осадок — $Al(OH)_3$, или H_3AlO_3 , — растворимый в избытке щелочи (при этом образуется раствор $Me^+[Al(OH)_4]^-$)
Cr^{3+}	OH^- недостаток, по каплям	Серовато-голубой осадок — $Cr(OH)_3$, или H_3CrO_3 , — растворимый в избытке щелочи (образуется раствор $Me^+[Cr(OH)_4]^-$)

Описание работы

Цель работы - совершенствование, закрепление и систематизация знаний качественных реакций на катионы металлов.

Планируемые результаты, на достижение которых направлено выполнения работы:

Личностные результаты: мотивация к обучению, наличие способности ставить цели.

Метапредметные результаты:

– универсальные учебные познавательные: применять в процессе познания используемые в химии символические (знаковые) модели, преобразовывать модельные представления — химический знак (символ) элемента, химическая формула, уравнение химической реакции — при решении учебных познавательных и практических задач, применять названные модельные представления для выявления характерных признаков изучаемых веществ и химических реакций; совершенствовать умения наблюдать за ходом процесса, самостоятельно прогнозировать его результат, формулировать обобщения и выводы относительно достоверности результатов исследования, составлять обоснованный отчёт о проделанной работе.

– коммуникативные учебные познавательные: формулировать выводы по результатам проведённых исследований.

– регулятивные учебные познавательные: осуществлять самоконтроль своей деятельности на основе самоанализа и самооценки.

Предметные результаты освоения химии: умения доказать экспериментальным свойства катионов металлов, записывать уравнения реакций и их объяснять.

Порядок выполнения работы

Учебная группа делится на две подгруппы, каждая из которых выполняет по очереди учебные задачи. Первая подгруппа занимается за ПК. Вторая проводит виртуальные эксперименты. После 45 минут занятия подгруппы меняются местами. Т.о, к концу пары все студенты выполняют все поставленные задачи.

Задание 1. Необходим ПК с наушниками.

Посмотрите видеофайл https://youtu.be/rrErhFmhA_M

- напишите уравнения протекающей реакции в молекулярном и ионном виде, расставьте коэффициенты;

- опишите свои наблюдения.

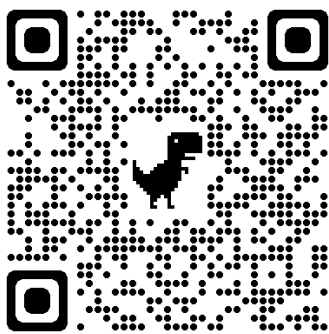
<https://www.youtube.com/watch?v=BhhfA-0bLPc>

Задание 2. Выполнить работы в VR-приложении «Определение катионов».

Описывают эксперимент в тетради.

Задание 3.

Выполните тест на компьютере. Перейти на сайт gosocrative.com.



Ввести название комнаты (Room name): B585 и следовать дальнейшим указаниям.

Форма сдачи отчета по лабораторной работе

По итогам выполнения работы студент сдает в письменном виде описанные эксперименты и их результаты, делает вывод – ответ на вопрос: Что такое качественные реакции?

Какие реакции можно отнести к качественным?

Контрольные (проверочные) задания по итогам проведенной лабораторной работы

Ответьте на вопросы:

1. Перечислите методы качественного определения катионов металлов.
2. Для чего необходимы качественные реакции?

Критерии оценивания лабораторной работы

Максимальное количество баллов – 6.

6 баллов – выполнить виртуальную лабораторную работу, выполнить задание на платформе, ответить на контрольные вопросы и представить отчёт о проделанной работе в рабочей тетради

5 баллов – выполнить частично виртуальную лабораторную работу, выполнить задание на платформе, ответить на контрольные вопросы и представить отчёт о проделанной работе в рабочей тетради

4 балла – выполнить частично виртуальную лабораторную работу, выполнить частично задание на платформе и представить отчёт о проделанной работе в рабочей тетради

3 балла – выполнить частично виртуальную лабораторную работу и представить отчёт о проделанной работе в рабочей тетради

2 балла – выполнить частично (половину) виртуальную лабораторную работу и представить отчёт о проделанной работе в рабочей тетради

1 балл - выполнить частично виртуальную лабораторную работу

Библиографический список

Основной

1. Ерохин, Ю.М. Химия: учебник для средних профессиональных учебных заведений / Ю.М. Ерохин. – 4-е издание, стереотипное. – Москва: Академия, 2004. – 384 с.

Дополнительный

1. Рудзитис, Г. Е. Химия. Базовый уровень: электронная форма учебного пособия для СПО / Рудзитис Г.Е., Фельдман Ф.Г. - М.: Просвещение, 2024.: - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2146079> (дата обращения: 19.04.2024). – Режим доступа: по подписке.
2. Габриелян, О. С. Химия. 11 класс (базовый уровень): учебник / О. С. Габриелян. - 9-е изд., стереотипное - Москва: Издательство "Просвещение", 2022. - 227 с. - ISBN 978-5-09-101658-1. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2090100> (дата обращения: 19.04.2024). – Режим доступа: по подписке.
3. Рудзитис, Г. Е. Химия. 11 класс. Базовый уровень: учебник / Г. Е. Рудзитис, Ф. Г. Фельдман. - 6-е изд. - Москва: Издательство "Просвещение", 2022. - 224 с. - ISBN 978-5-09-099537-5. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/1928208> (дата обращения: 19.04.2024). – Режим доступа: по подписке.

Интернет-ресурсы

1. <https://v2.vrchemlab.ru/>
2. <https://www.socrative.com/>