

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Дмитриев Николай Николаевич
Должность: Ректор
Дата подписания: 09.06.2026 07:03:36
Уникальный программный ключ:
f7c6227919e4cdbfb4d7b682991f8553b37cafb

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

Иркутский государственный аграрный университет имени А. А. Ежевского
Колледж автомобильного транспорта и агротехнологий

ПРАКТИКУМ

по дисциплине «Химия»

(сборник практических работ)

для обучающихся среднего профессионального образования
очной и заочной формы обучения
для всех специальностей 1 курса (база 9 кл)

Молодежный 2024

УДК. 377.244.2:631.3 (072)

В191

Рекомендовано к изданию предметно-цикловой комиссией социально-экономических и естественнонаучных дисциплин колледжа автомобильного транспорта и агротехнологий.

Практикум по дисциплине «Химия» для студентов колледжа СПО очного и заочного форм обучений для всех специальностей 1 курса (9 кл) / составитель: А.С. Васильева - Иркутск: Изд-во Иркутского ГАУ, 2024. - 41 с.

Практикум по дисциплине «Химия» (сборник практических работ) предназначен для выполнения практических работ обучающихся очной и заочной формы обучения для всех специальностей 1 курса (база 9 кл).

Практикум подготовлен в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта СПО и федеральной рабочей программой среднего общего образования по химии (базовый уровень).

© А.С. Васильева

© Издательство Иркутского ГАУ, 2024.

Содержание

1	Введение	4
2	Правила оформления практической работы	6
3	Правила техники безопасности при выполнении лабораторных опытов	7
4	Перечень практических работ и лабораторных опытов	12
	Список литературы	40

Введение

Практикум по дисциплине «Химия» (сборник практических работ) предназначен для выполнения практических работ обучающихся очной и заочной формы обучения для всех специальностей 1 курса (база 9 кл).

Дисциплина «Химия» находится в среднем общем образовании базовых и естественнонаучных дисциплин из обязательных предметных областей учебного плана. Дисциплина изучается на 1 и 2 курсах.

Основная задача освоения дисциплины - освоение подходов к определению содержания и построения предмета предусматривают формирование универсальных учебных действий, имеющих базовое значение для различных видов деятельности: решения проблем, поиска, анализа и обработки информации, необходимых для приобретения опыта практической и исследовательской деятельности, занимающей важное место в познании химии.

Цели освоения дисциплины:

а) адаптация обучающихся к условиям динамично развивающегося мира, формирование интеллектуально развитой личности, готовой к самообразованию, сотрудничеству, самостоятельному принятию грамотных решений в конкретных жизненных ситуациях, связанных с веществами и их применением;

б) формирование у обучающихся ключевых навыков (ключевых компетенций), имеющих универсальное значение для различных видов деятельности: решения проблем, поиска, анализа и обработки информации, необходимых для приобретения опыта деятельности, которая занимает важное место в познании химии, а также для оценки с позиций экологической безопасности характера влияния веществ и химических процессов на организм человека и природную среду;

в) развитие познавательных интересов, интеллектуальных и творческих

способностей обучающихся: способности самостоятельно приобретать новые знания по химии в соответствии с жизненными потребностями, использовать современные информационные технологии для поиска и анализа учебной и научно-популярной информации химического содержания;

г) формирование и развитие у обучающихся ассоциативного и логического мышления, наблюдательности, собранности, аккуратности, которые особенно необходимы, в частности, при планировании и проведении химического эксперимента;

д) воспитание у обучающихся убеждённости в гуманистической направленности химии, её важной роли в решении глобальных проблем рационального природопользования, пополнения энергетических ресурсов и сохранения природного равновесия; осознания необходимости бережного отношения к природе и своему здоровью, а также приобретения опыта использования полученных знаний для принятия грамотных решений в ситуациях, связанных с химическими явлениями.

Результатом освоения дисциплины «Химия» обучающимися овладение соответствующей общей компетенцией:

ОК 07. Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, применять знания об изменении климата, принципы бережливого производства, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях

Правила оформления практической работы

1. Практические работы выполняются обучающимся в полном объёме в соответствии с данным пособием.

2. Задания практической работы выполняются в отдельной тетради, предназначенной для выполнения практических работ. После выполнения работы тетрадь сдается на проверку преподавателю.

3. Если студент не выполнил практическую работу или часть работы, то он может завершить его выполнение во внеурочное время, согласованное с преподавателем.

4. Оценку по практической работе студент получает с учётом выполненной работы в указанный срок.

5. Критерии оценок:

Уровень сформированности	Сумма рейтинговых баллов	Традиционная оценка
1. Повышенный	90-100%	Отлично
2. Базовый	75-90%	Хорошо
3. Пороговый	50-74	Удовлетворительно
4. Недостаточный	Менее 50%	Неудовлетворительно

Правила техники безопасности при выполнении лабораторных опытов

1. Работать одному в лаборатории категорически запрещается, так как при возникновении несчастного случая некому будет оказать помощь пострадавшему и ликвидировать последствия аварии.

2. Перед выполнением работы необходимо ознакомиться с её описанием и продумать все действия, которые необходимо будет выполнить. Если при выполнении работы используются приборы и установки, то следует изучить их устройство и правила работы с ними.

3. Во время работы в лаборатории необходимо соблюдать чистоту, тишину, порядок и правила техники безопасности. На лабораторном столе могут находиться только те вещества и предметы, которые необходимы для выполнения работы.

4. В химической лаборатории можно работать только в специальном халате. Халат должен быть застёгнут на все пуговицы. Длинные волосы необходимо подбирать (убрать в пучок или иным способом). При проведении опытов с особо опасными веществами следует использовать респиратор, защитные очки, перчатки.

5. Работы с токсичными, легковоспламеняющимися или горючими веществами необходимо проводить только в вытяжном шкафу с включённой вытяжкой.

6. В лаборатории категорически запрещается хранить продукты питания и принимать пищу.

7. При выполнении опытов необходимо использовать только целую и чистую лабораторную посуду.

8. На любой посуде, в которой хранятся реактивы, должны быть этикетки с указанием названия веществ.

9. Вещества не должны попадать на кожу лица и рук, так как они могут вызвать раздражение кожи и слизистых оболочек.

10. Твёрдые химические реактивы можно брать только шпателем, пинцетом или ложечкой. Категорически запрещается брать реактивы руками!

11. Работу с кислотами, твёрдыми щелочами, едкими и токсичными веществами следует проводить только в защитных очках и перчатках. При растворении твёрдых щелочей в воде необходимо добавлять щёлочь небольшими порциями в воду, избегая перегрева раствора. Разбавление кислот или щелочей необходимо производить в жаростойкой посуде.

12. При разбавлении концентрированных кислот и щелочей необходимо небольшими порциями при постоянном перемешивании приливать кислоту (или концентрированный раствор щёлочи) в воду, а не наоборот. Растворение кислот и щелочей в воде сопровождается выделением большого количества теплоты, что может привести к закипанию смеси, её разбрызгиванию и попаданию в глаза, на лицо и руки.

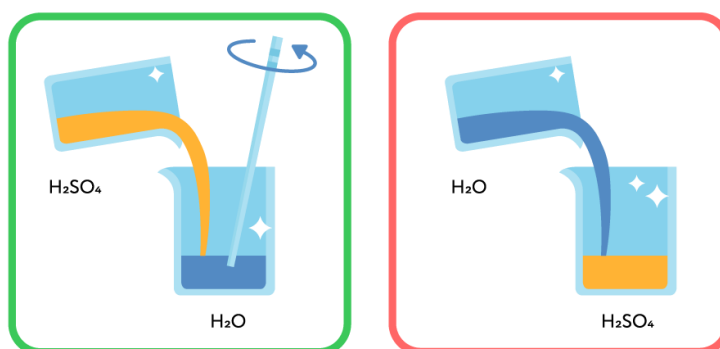


Рисунок 1 - Правило разбавления кислот и щелочей

13. Жидкие химические вещества следует переливать, пользуясь воронкой. Слянку, из которой переливают жидкость, необходимо держать этикеткой к руке, чтобы не испортить надпись на ней.

14. Категорически запрещается набирать жидкости в пипетки ртом. Для набора жидкости в пипетку используется специальная груша.



Рисунок 2 - Пипетка

15. Неизрасходованные реактивы нельзя высыпать или выливать обратно в сосуды, из которых они были взяты.

16. Категорически запрещается сливать в канализацию легковоспламеняющиеся и горючие жидкости, концентрированные растворы кислот и щелочей. Для их утилизации и слива используют специальные ёмкости. Категорически нельзя выбрасывать остатки неизрасходованных активных металлов, например, натрия, в канализацию или мусорное ведро — это может привести к пожару! Нельзя бросать в раковину фильтровальную бумагу, вату, стекла от разбитой посуды.

17. Нельзя зажигать спиртовку от другой спиртовки, так как спирт может пролиться и загореться, что приведёт к возникновению пожара. Нельзя задуть пламя спиртовки. Чтобы погасить пламя, спиртовку следует закрыть колпачком.

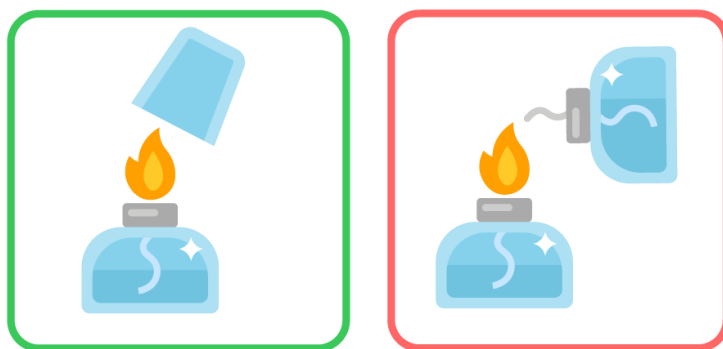


Рисунок 3 - Правило работы со спиртовками

18. При нагревании растворов и веществ в пробирке необходимо использовать держатель. Пробирку следует заполнять не более чем на половину её объёма. Прежде чем приступить к нагреванию содержимого пробирки, её следует равномерно прогреть в пламени спиртовки. Во время

нагревания жидких и твёрдых веществ в пробирках и колбах нельзя направлять отверстия сосудов на себя и на соседей, так как может произойти внезапный выброс вещества. Нельзя наклоняться над сосудом, в котором происходит нагревание или кипение жидкости.

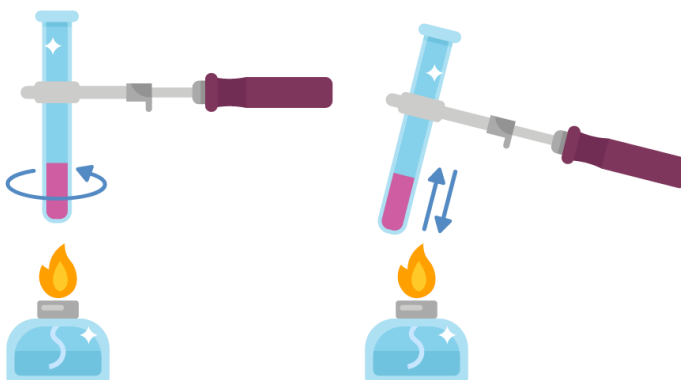


Рисунок 4 - *Правило работы с пробирками*

19. Легковоспламеняющиеся и горючие жидкости категорически нельзя нагревать на открытом пламени, так как это может привести к пожару.

20. Вещества в лаборатории категорически запрещается пробовать на вкус. Для определения запаха вещества нужно ладонью руки сделать движение от отверстия сосуда к носу и осторожно (не полной грудью!) вдохнуть.



Рисунок 5 - *Правило определения запаха*

21. При ожоге кислотой необходимо немедленно промыть пораженное место большим количеством воды, а затем двухпроцентным раствором соды.

22. При ожоге щёлочью необходимо длительное промывание поражённого места под струёй воды, а затем однопроцентным раствором борной или уксусной кислоты.

23. При ожоге глаз кислотой или щёлочью необходимо немедленно промыть глаза водой в течение длительного времени и в случае необходимости обратиться к врачу.

24. После завершения работы необходимо привести рабочее место в порядок, использованную лабораторную посуду следует помыть.

Перечень практических работ

Перечень практических работ приведён в соответствии с федеральной рабочей программой дисциплины «Химия» (базовый уровень).

Тема занятия	Практическая работа
Раздел 1. Теоретические основы органической химии.	1. Моделирование молекул органических веществ.
Раздел 2. Углеводороды.	1. Качественное определение углерода и водорода в органических соединениях. 2. Получение этилена и изучение его свойств. 3. Ознакомление с образцами пластмасс, каучуков и резины.
Раздел 3. Кислородсодержащие органические соединения	1. Горение спиртов. 2. Взаимодействие глицерина с гидроксидом меди. 3. Качественные реакции альдегидов (окисление аммиачным раствором оксида серебра с гидроксидом меди (II)). 4. Свойства раствора уксусной кислоты. 5. Лабораторный опыт: взаимодействие крахмала с йодом.
Раздел 4. Азотсодержащие органические соединения	1. Денатурация белков при нагревании. 2. Качественные реакции белков.
Раздел 5. Высокомолекулярные соединения	1. Ознакомление с образцами природных и искусственных волокон, пластмасс, каучуков.
Раздел 6. Общая и неорганическая химия.	1. Лабораторный опыт: - проведение реакций ионного обмена; - определение среды растворов веществ с помощью универсального индикатора. 2. Влияние различных факторов на скорость химической реакции.
Раздел 7. Неорганическая химия	1. Лабораторный опыт: - взаимодействие гидроксида алюминия с растворами кислот и щелочей. 2. Лабораторный опыт: - качественные реакции на анионы и катион аммония

Моделирование молекул органических веществ

Оборудование: набор для моделирования молекул органических соединений или пластилин светлого и тёмного тонов, стержни.

Ход работы: Задание 1. Составьте шаростержневую модель молекулы метана.

Возьмите из набора шарик черного цвета, который будет символизировать атом углерода, и необходимое число шариков белого цвета, которые будут символизировать атомы водорода, используя детали набора, необходимые для соединения шариков, составьте шаростержневую модель молекулы метана.

Из пластилина светлых тонов необходимо изготовить четыре небольших шарика, а из пластилина темных тонов – один шарик, который примерно в два раза больше предыдущих. В качестве стержней можно использовать спички. Учтите, что в молекуле метана угол между химическими связями C – H составляет 109° , т.е. молекула имеет тетраэдрическое строение.

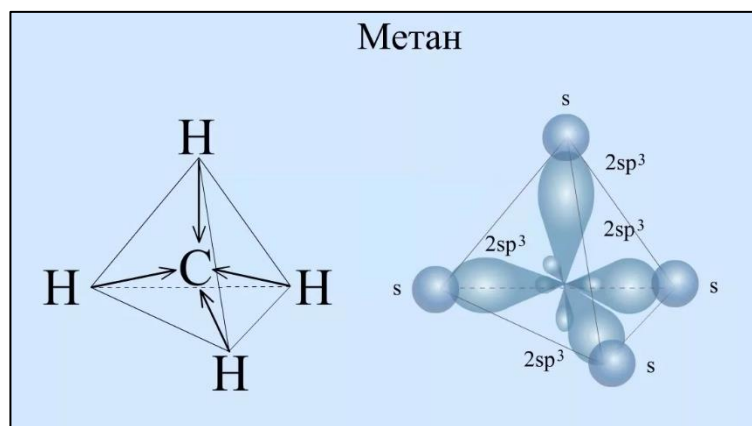


Рисунок – Модель молекулы метана

Задание 2. Составьте шаростержневую модель молекулы пропана: исходя из модели молекулы метана, составьте модель молекулы пропана; отнимите от модели молекулы метана шарик белого цвета (символ атома водорода) и на его

место прикрепите черный шарик (символ атома углерода), к которому добавьте еще один шарик — символ другого атома углерода; далее, используя детали набора, необходимые для построения модели молекулы, дополните ее до модели молекулы пропана; проверьте возможность вращения атомов углерода вокруг одинарной связи C—C.

Задание 3. Зарисуйте модель молекулы пропана, отражающую пространственное изображение связей, используя обозначения: темный клин — это связи, выступающие над плоскостью рисунка, пунктирная линия — связи, уходящие за плоскость рисунка, сплошная линия — связи, лежащие в плоскости рисунка.

Задание 4. Составьте шаростержневые модели цис- и транс-изомеров молекулы бутена-2:

- используйте тот же способ построения модели, что и для пропана;
- проверьте возможность совмещения моделей изомеров друг с другом и вращения атомов вокруг связи C=C переходом на модели любого изомера.

План отчета:

1. Название темы.
2. Зарисовать модель молекулы метана.
3. Зарисовать модель молекулы пропана.
4. Ответить на вопросы для самопроверки.

Вопросы для самопроверки:

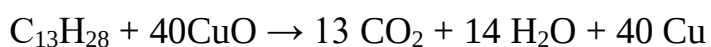
1. Какие существуют способы моделирования молекул органических соединений?
2. Какие положения теории химического строения органических соединений учитывались при составлении моделей молекул углеводов?

Качественное определение углерода и водорода в органических соединениях

Оборудование и реактивы: две пробирки, газоотводная трубка, резиновая пробка с отверстием, металлический штатив, спиртовка, кусочек ваты, медная проволока длиной 10 см, 0,2г парафина, 2 г оксида меди (II), порошок безводного сульфата меди (II), баритовая вода.

Присутствие углерода и водорода в органических соединениях можно обнаружить по обугливанию вещества при осторожном его прокалывании.

Наиболее точным методом открытия углерода и одновременно с ним водорода является сожжение органического вещества с мелким порошком оксида меди. Углерод образует с кислородом оксида меди (II) углекислый газ, а водород – воду. Оксид меди восстанавливается до металлической меди, например



Соберите прибор, как показано на рисунке 1.

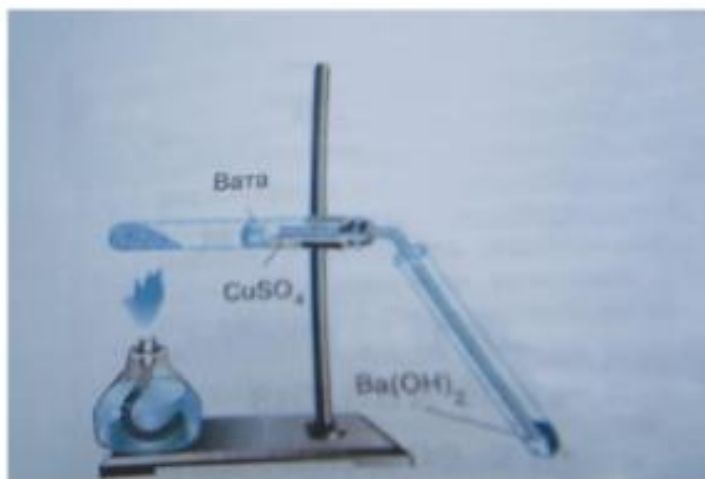


Рисунок 1 – Прибор опыта

Ход опыта: Смесь 1-2 г оксида меди (II) и 0,2 г парафина хорошо перемешайте и поместите на дно пробирки. Сверху насыпьте еще немного

оксида меди (II). В верхнюю часть пробирки введите в виде пробирки небольшой кусочек ваты и насыпьте на нее тонкий слой белого порошка безводного сульфата меди. Закройте пробирку пробкой с газоотводной трубкой. При этом конец трубки должен почти упираться в комочек ваты с безводным сульфатом меди. Нижний конец газоотводной трубки должен быть погружен в пробирку с баритовой водой (раствор гидроксида бария) или известковой водой (раствор гидроксида кальция). Нагрейте пробирку в пламени горелки. Если пробка плотно закрывает пробирку, то через несколько секунд из газоотводной трубки начнут выходить пузырьки газа. Как только баритовая вода помутнеет, пробирку с ней следует удалить и продолжать нагревание, пока пары воды не достигнут белого порошка безводного сульфата меди и не вызовут изменения его цвета на голубой. После изменения окраски сульфата меди следует прекратить нагревание.

Результат опыта: обнаружив образовавшиеся в результате реакции углекислый газ и воду, вы установили в исследуемом веществе наличие углерода и водорода. Так как эти элементы не содержались в добавленном оксиде меди, то они могли находиться только во взятом для анализа органическом веществе.

План отчета:

1. Записать тему опыта.
2. Зарисовать схему прибора.
3. Записать кратко ход опыта.
4. Сделать вывод по результатам опыта.

Получение этилена и изучение его свойств

Оборудование и реактивы: лабораторный штатив; спиртовка; три пробирки; пробка с газоотводной трубкой; прокаленный песок или кусочек пемзы; смесь этилового спирта и концентрированной серной кислоты (1 : 2); подкисленный раствор перманганата калия.

Ход работы: Опыт № 1. Соберите прибор как показано на рисунке 1.

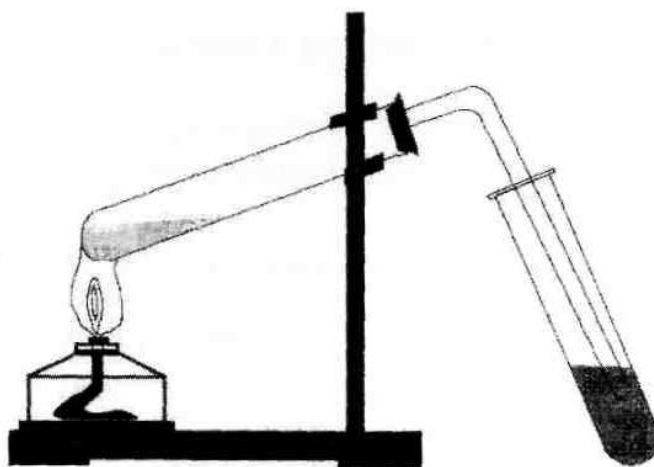


Рисунок 1 – Прибор для опыта

Налить в пробирку 10-15 мл смеси этилового спирта с концентрированной серной кислотой. Для равномерного кипения прибавить в смесь около 0,5 г прокаленного речного песка или опустить кусочек пемзы. Закрыть пробирку пробкой с газоотводной трубкой, укрепить ее в зажиме штатива и нагреть в пламени спиртовки.

Напишите уравнение реакции получения этилена и подпишите названия веществ:

Опыт № 2. Горение этилена.

К концу газоотводной трубки поднесите горящую спичку. Опустите конец газоотводной трубки до дна в пробирку с раствором перманганата калия и пропустите через него выделяющийся газ.

Ответьте на вопрос. Какая еще реакция является качественной на непредельные углеводороды? Напишите ее. Подпишите изменение цвета веществ в ходе реакции.

План отчета:

1. Запишите название темы.
2. Зарисуйте схему прибора для опыта.
3. Запишите кратко ход работы.
4. Ответьте на контрольные работы.

Контрольные вопросы:

1. Какие углеводороды относятся к непредельным?
2. Почему для непредельных углеводородов характерны реакции присоединения?
3. Какова роль серной кислоты в реакции получения этилена?
4. Почему происходит обесцвечивание раствора перманганата калия при пропускании через него этилена?
5. Как при помощи бромной воды отличить этилен от этана?

Ознакомление с образцами пластмасс, каучуков и резины

Оборудование и образцы: коллекция с образцами каучуков, кусочки резины. Образцы пластмасс (полиэтилен, полихлорвинил, полистирол).

Ход работы. Ознакомиться с различными образцами каучуков, пластмасс и резины. Распределите их на три группы: природные, искусственные и синтетические. Какие из выданных веществ получают в результате реакции:

- А) полимеризации;
- Б) поликонденсации.



Рисунок 1 – Образцы каучуков и продуктов его переработки

Рассмотрите образцы пластмасс. Заполните таблицу № 1.

Таблица 1 - Результаты опыта

№	Наименование пластмасс	Характер горения	Отношение к горению	Реакция на продукт распада
1	Полиэтилен			
2	Полихлорвинил			
3	Полистирол			

Сделайте вывод по результатам опыта.

План отчета:

1. Запишите тему практической работы.
2. Выполните задания к работе.
3. Занести результат в таблицу.
4. Вывод по результатам опыта.

Изучение свойств спиртов

Реактивы и оборудование: этиловый, пропиловый, изопропиловый и трет-бутиловый спирты; глицерин, реактив Лукаса; вода, подкрашенная перманганатом калия; бутиловый, изоамиловый спирты; медный купорос ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$); поташ (K_2CO_3) (или гипосульфит калия); металлический натрий; раствор фенолфталеина; концентрированная серная кислота; KMnO_4 ; 5 %-ный раствор бихромат калия ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$); 25 %-ный раствор разбавленной серной кислоты; концентрированная соляная кислота; 2 %-ный раствор сульфата меди; 10 %-ный раствор гидроксида натрия; нитрит натрия; гидросульфат калия или натрия, пробирка, раствор сернокислой меди, раствор едкого натра, глицерин.

Опыт 1. Определение характера спиртов

Помещают в 3 пробирки отдельно первичный, вторичный и третичный спирты (например, пропиловый, изопропиловый и трет-бутиловый). Затем в каждую пробирку приливают по 5 капель реактива Лукаса (хлористый цинк, растворенный в концентрированной соляной кислоте), взбалтывают содержимое пробирок и оставляют на 1 мин. В пробирке с первичным спиртом раствор остался прозрачным, раствор вторичного слегка мутнеет, а в пробирке с третичным образуется на дне маслянистая капля галогеналкила.

Напишите уравнения реакций и объясните различие в реакционной способности спиртов.

Опыт 2. Растворимость спиртов в воде

В 4 отдельные пробирки наливают по 3 мл воды, подкрашенной перманганатом калия, и добавляет по 1 мл этилового, бутилового, изоамилового спиртов и глицерина. Пробирки встряхивают. Как изменяется растворимость одноатомных спиртов с увеличением молярной массы? Как влияет на растворимость в воде увеличение числа гидроксильных групп? Почему?

Напишите уравнения реакции и опишите наблюдения.

Причиной различного поведения спиртов в воде является _____.

Опыт 3. Горение спиртов

В фарфоровые чашки наливают по 10 мл этилового, бутилового и изоамилового спиртов и поджигают их. По мере увеличения молекулярной массы спирты горят более коптящим пламенем. Почему? Напишите уравнения реакций. Наблюдения занесите в таблицу 1.

Таблица 1 – Наблюдения за реакциями

Название и формула спирта	Как загорается и горит	Уравнение реакции
Этанол		
Бутанол		
Изоамиловый		

Опыт 4. Окисление этилового спирта оксидом меди (II).

1-й способ. В сухую пробирку налейте приблизительно 1 мл этанола. Раскалите медную спираль в пламени до появления черного налета (оксида меди II) и быстро опустите спираль в пробирку со спиртом, выньте и нагревая ее, снова опустите в спирт. Осторожно понюхайте содержимое пробирки, направляя поток воздуха к себе рукой.

При опускании раскаленной медной проволоки в этанол происходит реакция _____ и спирт превращается _____.

Запишите наблюдения и уравнения соответствующих реакций.



Рисунок 1 – Окисление этилового спирта оксидом меди (II)

Задача: Рассчитайте смертельную дозу алкоголя на свою массу тела.

Дано:

$t(\text{тела}) = \text{_____ кг}$

$t(\text{спирта на 1 кг}) = 6 \text{ г}$

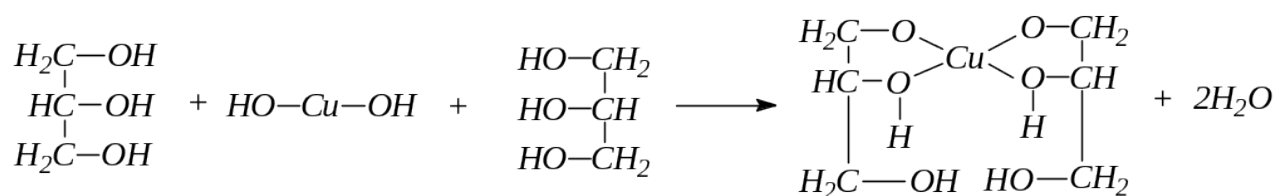
$t(\text{спирта смертельной дозы}) = ?$

Ответ: $t(\text{спирта смертельной дозы}) = \text{_____ г}$

Опыт 5. Взаимодействие глицерина с гидроксидом меди

Ход работы: В пробирку помещают 2 капли раствора сернокислой меди, 2 капли раствора едкого натра и перемешивают - образуется голубой студенистый осадок гидроксида меди (II). В пробирку добавляют 1 каплю глицерина и взбалтывают содержимое. Осадок растворяется и появляется темно-синее окрашивание вследствие образования глицерата меди.

Химическая реакция опыта:



Реакция с гидроксидом меди является качественной реакцией на многоатомные спирты и позволяет отличить их от одноатомных.

План отчета:

1. Запишите тему практической работы и необходимые реактивы и оборудование.
2. Кратко опишите методики опытов.
3. Заполните таблицы.
4. Рассчитайте задачу на определение смертельной дозы алкоголя.
4. Запишите выводы по каждому опыту.

Контрольные вопросы

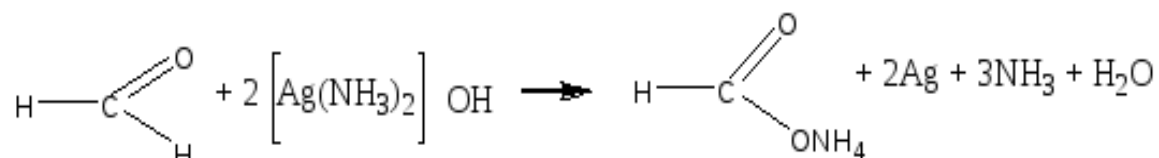
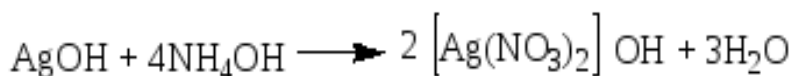
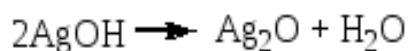
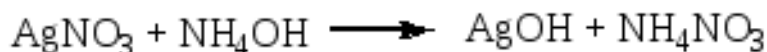
1. Запишите определение спиртов. Виды спиртов.
2. Сделайте вывод о растворимости в воде одно- и многоатомных спиртов.
3. Как в лабораторных условиях доказать наличие этанола? Глицерина?

**Качественные реакции альдегидов
(окисление аммиачным раствором оксида серебра
с гидроксидом меди (II))**

Реактивы и материалы: формальдегид, 40%-ный водный раствор; аммиак, 2 н. раствор; нитрат серебра, 0,2 н. раствор.

В чистую пробирку вводят 2 капли раствора нитрата серебра и прибавляют каплю аммиака. Образующийся бурый осадок гидроксида серебра растворяют, добавляя избыток (1 - 2 капли) раствора аммиака. Затем прибавляют каплю раствора формальдегида и медленно подогревают содержимое пробирки над пламенем горелки. При осторожном нагревании содержимое пробирки буреет и на ее стенках может выделяться серебро в виде блестящего зеркального налета (комплексный ион металла восстанавливается до металлического серебра). Альдегид окисляется до кислоты, которая образует аммониевую соль.

Химическая реакция процесса:



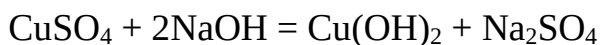
Сформулируйте вывод по работе.

Окисление альдегидов гидроксидом меди (II)

Реактивы и материалы: формальдегид, 40%-ный водный раствор; сульфат меди CuSO_4 , 0,2 н. раствор; едкий натр, 2 н. раствор.

В пробирку помещают 4 капли раствора едкого натра, разбавляют 4 каплями воды и добавляют 2 капли раствора сульфата меди (II). К выпавшему осадку гидроксида меди (II) прибавляют 1 каплю раствора формальдегида и взбалтывают содержимое пробирки. Нагревают над пламенем горелки до кипения только верхнюю часть раствора так, чтобы нижняя часть оставалась для контроля холодной. В нагретой части пробирки выделяется желтый осадок гидроксида меди (I) (CuOH), переходящий в красный оксид меди (I) (Cu_2O), а иногда на стенках пробирки выделяется даже металлическая медь.

Химическая реакция процесса:



Повторите этот опыт, заменив раствор формальдегида раствором этанала.

Сформулируйте вывод по работе.

Отчёт по работе:

1. Запишите тему практической работы и её цель.
2. Проведите опыт по инструкции.
3. Сформулируйте вывод

Свойства раствора уксусной кислоты

Цель работы: исследовать химические свойства карбоновых кислот на примере уксусной (этановой) кислоты.

Оборудование и реактивы: уксусная кислота, гидроксид натрия, метиловый оранжевый, фенолфталеин, магний, карбонат натрия, пробирки, сухой спирт, спички, держатель для пробирок.

Опыт 1. Действие уксусной кислоты на индикаторы.

К раствору уксусной кислоты добавили раствор метилового оранжевого. Как изменилась окраска раствора? О чем это свидетельствует?

Запишите уравнение электролитической диссоциации уксусной кислоты.

Опыт 2. Взаимодействие уксусной кислоты с основаниями.

К раствору гидроксида натрия, окрашенного фенолфталеином, добавили раствор уксусной кислоты до обесцвечивания фенолфталеина. О чем свидетельствуют результаты опыта?

Запиши наблюдения, ответ на вопрос и уравнение реакции:



Опыт 3. Взаимодействие уксусной кислоты с металлами.

В пробирку с раствором уксусной кислоты поместили опилки магния. Что наблюдается? Какой газ выделяется?

Запиши наблюдения, ответы на вопросы и уравнения реакции:



Опыт 4. Взаимодействие уксусной кислоты с солями.

Добавили карбонат натрия в пробирку с раствором уксусной кислоты. Какой газ выделяется?

Запиши наблюдения, ответ на вопрос и уравнение реакции:



Опыт 5. Реакция этерификации. В пробирку налейте 2 мл этилового спирта, 2 мл уксусной кислоты и 0,5 мл концентрированной серной кислоты. Закройте пробирку газоотводной трубкой и нагрейте на водяной бане в течение нескольких минут. После охлаждения добавьте в пробирку несколько миллилитров воды. Для чего в реакционную смесь, содержащую спирт и карбоновую кислоту, добавляют концентрированную серную кислоту? Запишите уравнение реакции.

Опыт 6. В пробирку налейте 2 – 3 мл разбавленного раствора натрия, добавьте 2 – 3 капли фенолфталеина и налейте раствор уксусной кислоты. Отметьте изменение окраски содержимого пробирки.

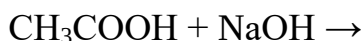


Таблица 1 – Результаты опыта

Опыт	Наблюдения	Уравнение реакции
Действие уксусной кислоты на индикаторы		
Взаимодействие уксусной кислоты с основаниями		
Взаимодействие уксусной кислоты с металлами		
Взаимодействие уксусной кислоты с солями		
Реакция нейтрализации		
Реакция этерификации		

Вывод: Запишите основные выводы к работе (указать основные химические свойства уксусной кислоты, основные правила техники безопасности работы

с уксусной кислотой в быту, в лаборатории; антропогенное влияние уксусной кислоты на окружающую среду).

Отчёт по работе:

1. Запишите тему практической работы и её цель.
2. Проведите опыт по инструкции.
3. Сформулируйте вывод

Опыты с крахмалом

Цель: провести исследование выданного образца углевода.

Оборудование и реактивы: пробирки, зажим пробирочный, шпатель, спиртовка, крахмал, вода в стакане, раствор йода.

Опыт 1. Крахмал и йод.

Цель: проверить присутствие крахмала при помощи йода.

Мне понадобилось: 2 стакана воды, йод и крахмал.

Налейте воду в два стакана. В один из них насыпьте крахмал. В каждую воду добавьте 2-3 капли йода. В том стакане, где была простая вода, она пожелтела. А в том стакане, где был раствор с крахмалом, он посинел.

Вывод: можно проверить присутствие крахмала одной каплей раствора йода.

Опыт 2. Крахмал в продуктах

Цель: выявить наличие крахмала в продуктах.

С помощью пипетки капнуть йод на маленький кусочек хлеба, картофеля, лимона.

Вывод: йод изменил свой цвет на хлебе и картофеле, значит, в этих продуктах присутствует крахмал. А вот на лимоне цвет йода не изменился, значит, крахмала нет.

Опыт 3. Крахмал и холод

Цель: узнать, что происходит с крахмалом в холодной воде.

В холодную воду крахмал опустили. Мутный раствор недолго стоял, на дно опустился осадок – крахмал.

Вывод: крахмал не растворяется в холодной воде и не набухает.

Опыт 4. Крахмальный клейстер

Цель: узнать, как кипяток влияет на крахмал.

Крахмал кипятком в стакан заварить.

Вывод: крахмал, залитый кипятком, набухает и становится клейким. Это свойство крахмала используют как загуститель, в качестве бумажного клея.

Опыт 5. Молочные продукты и крахмал

Цель: узнать, есть ли в составе молочных продуктов крахмал.

Капнуть несколько капель йода на творог. Реакции йода с крахмалом нет.

Вывод: в натуральных молочных продуктах крахмала быть не должно. Но некоторые производители, для того чтобы сделать продукт более густым, добавляют крахмал или муку.

Вывод: при взаимодействии крахмала и йода происходит химическая реакция, которая образует сложные молекулы фиолетового цвета. Соответственно, участки листа, необработанные смесью воды с крахмалом, остаются белыми.

Таблица 1 – Результаты опыта

Опыт	Наблюдения
Опыт 1. Крахмал и йод	
Опыт 2. Крахмал в продуктах	
Опыт 3. Крахмал и холод	
Опыт 4. Крахмальный клейстер	
Опыт 5. Молочные продукты и крахмал	

Выводы: Запишите выводы по лабораторной работе по каждому опыту 1 – 5.

Отчёт по работе:

1. Запишите тему практической работы и её цель.

2. Проведите опыт по инструкции.

3. Сформулируйте вывод

Денатурация и цветные реакции белков

Цель занятия: узнать физические и химические свойства белков.

Свойства белков. Для белков характерны качественные цветные реакции. Они основаны на образовании окрашенных продуктов и с их помощью можно определить те или иные белки:

Ход работы.

Опыт 1. Биуретовая реакция

Если к раствору белка добавить насыщенный раствор щелочи NaOH, а затем раствор сульфата меди CuSO₄, то жидкость окрашивается в ярко-фиолетовый цвет. Эта реакция подтверждает наличие пептидных групп в белках. А значит, исследуемое вещество – белок!

Опыт 2. Ксантопротеиновая реакция

Если поместить в пробирку белок и добавить (осторожно!) концентрированную азотную кислоту, появляется желтое окрашивание («ксантос» - с греч. желтый). Это означает, что в состав белков входят ароматические аминокислоты, т.е. присутствует бензольное кольцо.

Опыт 3. Цистеиновая реакция

При нагревании раствора белка с ацетатом свинца и гидроксидом натрия образуется черный осадок, что говорит о содержании в исследуемом белке серы.

Опыт 4. Денатурация белков

При действии внешних факторов возможны нарушения вторичной и третичной структур белка. При этом белки утрачивают свое биологическое действие. Например, это происходит при варке яиц. Факторы, вызывающие денатурацию белков: нагревание, действие кислот и щелочей, спиртов, солей

тяжелых металлов, радиации. Денатурация бывает обратимой и необратимой. Обратимой, - если слегка свернувшийся белок можно растворить. Но при высоких количествах или концентрациях действующих веществ на белок денатурация является процессом необратимым.

Фермент каталаза способна разлагать пероксид H_2O_2 (выделяется кислород). При термической обработке этот фермент теряет активность. В пробирках с вареным картофелем или вареным мясом пероксид водорода не расщепляется, т. к. при варке ферменты (вещества белковой природы) денатурируют – происходит нарушение третичной структуры фермента и утрата его каталитической активности. Сырой картофель (или мясо) содержит фермент каталазу, которая способна разлагать пероксид водорода (выделяется кислород).

Выполните практическую работу по видеоинструкциям (<https://youtu.be/dxTJD-9DN2Q>) и

https://drive.google.com/open?id=1qupmPqoi6GFDuLd_tpt0mTVrzeab1Fwn.

Заполните таблицу 1.

Таблица 1 – Результаты опыта

Название опыта	Действия, опыт	Наблюдения	Выводы
1. Биуретовая реакция	В пробирку налейте 2 – 3 мл раствора яичного белка, прилейте несколько капель гидроксида натрия, затем столько же раствор сульфата меди. Какой цвет приобрело содержимое пробирки? Этот цвет доказывает присутствие чего в исследуемом объекте?		
2. Ксантопротеиновая реакция	В пробирку налить 2-3 мл раствора белка, добавить к нему 0,5- 1 мл концентрированной азотной кислоты (Осторожно!!!) Какие изменения вы наблюдаете в пробирке? (при необходимости нагреть пробирку). О присутствии чего в составе белка говорит наблюдаемый цвет?		

3. Действие этилового спирта на белок	В пробирку налить 2-3 мл раствора белка, добавить к нему 2-3 мл этилового спирта. Что случилось с белком? Можно ли вернуть его прежнее состояние? Как называется данное свойство белка?		
---------------------------------------	---	--	--

Отчет по работе:

1. Запишите тему практической работы и её цель.
2. Проведите опыт по инструкции.
3. Сформулируйте вывод

Определение характера среды раствора с помощью универсального индикатора

Цель работы: развитие научно-познавательных компетенций: проводить химический эксперимент, наблюдать, анализировать и делать выводы.

Оборудование и реактивы: штатив с пробирками, держатель для пробирок, дистиллированная вода, 5%-ный раствор гидроксида натрия, 5%-ный раствор соляной кислоты, метилоранж, лакмус, фенолфталеин, универсальная индикаторная бумага.

Ход работы: 1. Определить характер среды с помощью универсального индикатора; 2. Оформить результаты эксперимента в виде таблицы.

Рекомендации по использованию индикаторной бумаги. Полоску универсальной индикаторной бумаги опустить в исследуемый раствор, достать, положить на белую непромокаемую подложку и быстро сравнить окраску полоски с эталонной шкалой.

Задания для самостоятельной работы

Задание 1. В 4 пробирки налейте по 2 мл дистиллированной воды, прибавьте в первую пробирку 2 капли лакмуса, во вторую пробирку - 2 капли

метилоранжа, в третью пробирку -2 капли фенолфталеина. Какой цвет имеют индикаторы в водной среде? Данные оформите в таблицу. В четвертую пробирку опустите в воду универсальную индикаторную бумагу. Сравните окраску бумаги с эталонной шкалой для рН. Каков водородный показатель дистиллированной воды? Результат запишите в таблицу.

Задание 2. В 4 пробирки налейте по 2 мл 5%-ного раствора соляной кислоты, в первую пробирку добавьте 2 капли лакмуса, во вторую пробирку - 2 капли метилоранжа, в третью пробирку -2 капли фенолфталеина. Какой цвет имеют индикаторы в кислой среде? Данные занесите в таблицу. В четвертую пробирку опустите универсальную индикаторную бумагу. Сравните окраску полоски с эталонной шкалой. Каков водородный показатель кислого раствора? Результат занесите в таблицу.

Задание 3. В 4 пробирки налейте по 2мл 5%-ного раствора гидроксида натрия. В первую пробирку добавьте 2 капли лакмуса, во вторую пробирку -2 капли метилоранжа, в третью пробирку -2 капли фенолфталеина. Какой цвет имеют индикаторы в щелочной среде? Данные занесите в таблицу. В четвертую пробирку опустите универсальную индикаторную бумагу. Сравните окраску полоски с эталонной шкалой. Каков водородный показатель щелочного раствора? Результат занесите в таблицу 1.

Таблица 1 - Влияние среды раствора на индикатор

Среда	рН	Цвет индикатора		
		Лакмус	Метиловый оранжевый	Фенолфталеин
Кислая				
Щелочная				
Нейтральная				

Используя таблицу 2, определите характер среды томатного сока, желудочного сока, яблочного сока, слезы, крови, нашатырного спирта, кишечного сока.

Таблица 2 – Характер среды

Раствор	pH	Раствор	pH
Соляная кислота		Столовый уксус	
Промышленная		6%-ный	2,4
концентрированная (37%-ная)	-1,1	9%-ный	2,3
Разбавленная (1:10)	0,0		
Томатный сок	4,1	Кровь	7,4
Черный кофе	5,0	Кишечный сок	8,3
Раствор соды Na_2CO_3 (1%-ный)	11,6	Раствор пищевой соды NaHCO_3 (1%-ный)	8,5
Вода	7,0	Сок щавеля	3,7
Желудочный сок	1,4	Нашатырный спирт	11,9
Лимонный сок	2,1	Известковая вода	12,9
Слезы	7,0	Моча	6,0
Яблочный сок		Раствор гидроксида натрия	
«Антоновка»	2,5	Разбавленный (4%-ный)	14,0
«Коричное»	3,7	Насыщенный (53%-ный)	15,0
Насыщенный раствор оксида углерода (IV) при давлении 1 атм («углекислота»)	3,7		

Отчет по работе:

4. Запишите тему практической работы и её цель.
5. Проведите опыт по инструкции.
6. Сформулируйте вывод

Влияние различных факторов на скорость химической реакции

Цель работы: рассмотреть влияние различных факторов на скорость химической реакции.

Оборудование и реактивы: пробирки, спиртовка, держатель, штатив для пробирок, цинк, магний, железо: гранулы и порошок, растворы серной (1:5, 1:10) и соляной кислоты, пероксид водорода, оксид марганца (IV), оксид меди (II).

Ход работы.

Опыт 1. Влияние природы реагирующих веществ.

Налейте в три пробирки по 2 мл раствора соляной кислоты. Положите в первый стакан кусочек магния, во второй стакан - гранулу цинка, в третий – кусочек железа. Наблюдайте скорость трех реакций. Какая из реакций самая быстрая и почему?

Опыт 2. Влияние концентрации реагирующих веществ.

В две пробирки, наклонив их, опустите по грануле цинка, осторожно прилейте растворы серной кислоты: в первую пробирку раствор кислоты 1:5, во вторую – 1:10. В какой из них реакция идет быстрее?

Опыт 3. Влияние площади соприкосновения реагирующих веществ.

В одну пробирку насыпьте немного порошка железа, в другую – положите железную скрепку и в обе пробирки прилить по 2 мл разбавленной соляной кислоты (1:2). В какой из пробирок реакция идет быстрее? Почему?

Опыт 4. Влияние температуры.

В две пробирки поместите немного черного порошка оксида меди (II), прилейте в обе пробирки раствор серной кислоты. Одну из пробирок нагрейте. В какой из пробирок реакция идет быстрее? Почему?

Опыт 5. Влияние катализатора.

В две пробирки налейте по 2 мл пероксида водорода H_2O_2 , в одну из пробирок добавьте несколько кристалликов оксида марганца (IV) MnO_2 . В какой из пробирок реакция идет быстрее? Почему?

Оформите работу в виде таблицы 1.

Таблица 1 – Результаты опыта

Фактор, влияющий на скорость хим. реакции	Описание эксперимента	Наблюдения, позволяющие судить о скорости реакции	Уравнения реакций	Вывод
Опыт 1. Влияние природы реагирующих веществ.	Налейте в три пробирки по 2 мл раствора соляной кислоты. Положите в первый стакан кусочек магния, во второй стакан - гранулу цинка, в третий – кусочек железа. Наблюдайте скорость трех реакций. Какая из реакций самая быстрая и почему?	Выделение газа наиболее бурно происходит в пробирке с магнием.	$\text{Mg} + 2\text{HCl} \rightarrow \text{MgCl}_2 + \text{H}_2\uparrow$ $\text{Zn} + 2\text{HCl} \rightarrow \text{ZnCl}_2 + \text{H}_2\uparrow$ $\text{Fe} + 2\text{HCl} \rightarrow \text{FeCl}_2 + \text{H}_2\uparrow$	Скорость химической реакции зависит от природы реагирующих веществ. Магний обладает наиболее сильными восстановительными свойствами.
Опыт 2. Влияние концентрации реагирующих веществ.	В две пробирки, наклонив их, опустите по грануле цинка, осторожно прилейте растворы серной кислоты: в первую пробирку раствор кислоты 1:5, во вторую – 1:10. В какой из них реакция идет быстрее?	В первой пробирке газ выделяется более интенсивно.	$\text{Zn} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{ZnSO}_4 + \text{H}_2\uparrow$	Чем выше концентрация реагирующих веществ, тем чаще столкновения их частиц и тем выше скорость химической реакции.
Опыт 3. Влияние площади соприкосновения реагирующих веществ.	В одну пробирку насыпьте немного порошка железа, в другую – положите железную скрепку и в обе пробирки прилить по 2 мл разбавленной соляной кислоты (1:2). В какой из пробирок реакция идет быстрее? Почему?	Выделение газа идет быстрее в пробирке с порошком железа.	$\text{Fe} + 2\text{HCl} \rightarrow \text{FeCl}_2 + \text{H}_2\uparrow$	Чем больше площадь соприкосновения реагирующих веществ, тем выше скорость химической реакции.
Опыт 4. Влияние температуры.	В две пробирки поместите немного черного порошка оксида меди (II),	Растворение оксида меди (II) и образование раствора голубого	$\text{CuO} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{CuSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$	При повышении температуры возрастает скорость

	прилейте в обе пробирки раствор серной кислоты. Одну из пробирок нагрейте. В какой из пробирок реакция идет быстрее? Почему?	цвета идет быстрее при нагревании.		движения частиц и скорость химической реакции.
Опыт 5. Влияние катализатора.	В две пробирки налейте по 2 мл пероксида водорода H_2O_2 , в одну из пробирок добавьте несколько кристалликов оксида марганца (IV) MnO_2 . В какой из пробирок реакция идет быстрее? Почему?	В присутствии оксида марганца (IV) происходит бурное выделение пузырьков газа.	$2H_2O_2$ $2H_2O + O_2\uparrow$	Оксид марганца (IV) – катализатор, ускоряет реакцию разложения пероксида водорода.

Вывод: Скорость химической реакции зависит от условий: природы реагирующих веществ, площади соприкосновения, концентрации, температуры, присутствия катализаторов.

Отчет по работе:

1. Запишите тему практической работы и её цель.
2. Проведите опыт по инструкции.
3. Сформулируйте вывод

Взаимодействие гидроксида алюминия с растворами кислот и щелочей

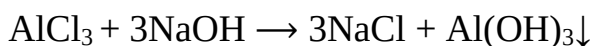
Цель работы: получение гидроксида алюминия с растворами и исследование его характерных химических свойств.

Оборудование и реактивы: штатив с пробирками, растворы сульфата алюминия, гидроксида натрия и соляной кислоты.

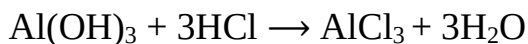
Ход работы. Опыт 1. Получение гидроксида алюминия. Для этого в две пробирки налейте по 1 мл раствора с массовой долей гидроксида натрия 5% и затем добавьте раствор хлорида алюминия до выпадения белого осадка гидроксида алюминия.

Опыт 2. В одну пробирку с осадком гидроксида алюминия прилейте соляную кислоту. В другую пробирку добавьте избыток гидроксида натрия и встряхните. Что происходит в каждой из пробирок? Сделайте вывод о характере гидроксида алюминия.

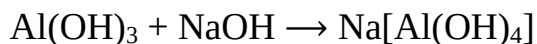
При добавлении раствора гидроксида натрия к раствору хлорида алюминия, наблюдается выпадение белого осадка гидроксида алюминия:



При добавлении соляной кислоты к гидроксиду алюминия, наблюдается его растворение:



При добавлении гидроксида натрия к гидроксиду алюминия, также наблюдается его растворение:



В ходе работы заполните таблицу 1.

Таблица 1 – Результаты опыта

Название опыта	Наблюдения	Уравнение реакции
Опыт 1.		
Опыт 2.		

Вывод: Запишите выводы по проведенной работе по каждому опыту. Дайте общий вывод о проявлении гидроксидом алюминия амфотерных свойств.

Качественные реакции на катионы и анионы аммония

Цель урока: научиться определять катионы и анионы.

Оборудование и реактивы: Три комплекта пронумерованных пробирок с веществами: I - № 1, 2, 3 - NaOH, NaCl, HCl; II - № 1, 2, 3 - BaCl₂, Na₂SO₄, Na₂CO₃; III - № 1, 2, 3 - NaCl, MgCl₂, AlCl₃, а также склянки с растворами NaOH, HCl, BaCl₂, лакмус, метиловый оранжевый, чистые пробирки.

В трех пронумерованных пробирках под № 1, № 2 и № 3 находятся растворы гидроксида натрия, хлорида натрия и соляной кислоты. Распознать данные вещества.

Для решения данной задачи нужно использовать один реактив – индикатор (метиловый оранжевый или лакмус). Выполнение опыта описано в таблице 1.

Таблица 1 – Описание опыта

Выполнение опыта	Наблюдения	Выводы
В три пронумерованных пробирки добавить по каплям индикатор лакмус.	В пробирке № 1 – раствор стал фиолетового цвета	№ 1 – (нейтральная среда) – соль NaCl
	№ 2 – синего	№ 2 – (щелочная среда) – щелочь NaOH

	№ 3 – красного	№ 3 – (кислая среда) – кислота HCl
--	----------------	------------------------------------

В таблицу 2 запишите наблюдения в ходе опыта, запишите уравнения реакции и сделайте выводы.

Таблица 2 – Наблюдения в ходе опыта № 1

Среда	Наблюдения реактива (лакмус)	Выводы
1. NaOH		
1. NaCl		
2. HCl		

В трех пронумерованных пробирках под №1, №2, №3 находятся растворы хлорида бария, сульфата натрия и карбоната калия и заполните таблицу 3. Распознать вещества, составить уравнения реакций в молекулярном, полном и сокращенном виде.

Одно из веществ реагирует с добавленным реактивом, а два других нет. При этом мы наблюдаем, что в одной из пробирок реакция действительно прошла, то есть должен наблюдаться какой-либо ее внешний признак – выделение газа, изменение цвета, выпадение осадка и т.п.

Таблица 3 – Наблюдения в ходе опыта № 2

Вещества	Наблюдение в ходе реакции	Уравнения реакции
1. BaCl ₂		
1. Na ₂ SO ₄		
2. K ₂ CO ₃		

В данном случае наблюдаете, что, добавив в три пронумерованные пробирки один реактив – раствор серной кислоты, вы можете распознать сразу три вещества: в одной пробирке выпадает осадок; в другой выделяется газ, в третьей никаких изменений не наблюдаем.

Выводы: Запишите выводы по каждому опыту.

Список литературы

1. Габриелян О.С. Химия: 10 класс: базовый уровень [Электронный ресурс]: учебник / И.Г. Остроумов, С.А. Сладков; О.С. Габриелян. – Москва: Издательство «Просвещение», 2023 – 126 с.

Режим доступа:

https://media.prosv.ru/content/item/partner_reader/13501/?token=eyJhbGciOiJIUzI1NiIsInR5cCI6IkpXVCJ9.eyJ1Ijoi0JHQuNCx0LrQvtC8liwiYXVkJjoiaHR0cHM6Ly93d3cuY2tiaWIucnUvIiwidWlkIjoiYmliGlvX2lnc2hhQG1haWxydSIsImFjY2VzcyI6ImZ1bGwiLCJleHAiOiJlE3MDIwMjQ4MTB9.4cIcGtwkSEYXaAp04fX61JnnGFes_XVzNxCEIMci_Gk

2. Габриелян О.С. Химия: 11 класс: базовый уровень [Электронный ресурс]: учебник / И.Г. Остроумов, С.А. Сладков; О.С. Габриелян. – Москва: Издательство «Просвещение», 2023 – 126 с.

Режим доступа:

https://media.prosv.ru/content/item/partner_reader/13502/?token=eyJhbGciOiJIUzI1NiIsInR5cCI6IkpXVCJ9.eyJ1Ijoi0JHQuNCx0LrQvtC8liwiYXVkJjoiaHR0cHM6Ly93d3cuY2tiaWIucnUvIiwidWlkIjoiYmliGlvX2lnc2hhQG1haWxydSIsImFjY2VzcyI6ImZ1bGwiLCJleHAiOiJlE3MDIwMjQ0Th9.BfzrJSbsxLNqDjU0X_EKFlvDeX3bcG32PIIzr7_D5F4

3. Подшивалова А.К. Химия: учебное пособие / А.К. Подшивалова; Иркут. гос. аграр. ун-т им. А.А. Ежевского. – Молодежный: Изд-во ИрГАУ, 2022-264 с. – Текст электронный // Электронная библиотека Иркутского ГАУ. – Режим доступа URL: http://195.206.39.221/fulltext/i_033379.pdf

4. Подшивалова А.К. Химия: учебное пособие / А.К. Подшивалова ; Иркут. гос. аграр. ун-т им. А.А. Ежевского. – Молодежный: Изд-во ИрГАУ, 2021-322 с. – Текст электронный // Электронная библиотека Иркутского ГАУ. – Режим доступа URL: http://195.206.39.221/fulltext/i_032966.pdf

5. Подшивалова А.К. Химия: учебное пособие / А. К. Подшивалова; Иркут. гос. аграрн. ун-т им. А.А.Ежевского. – М.: ООО "Издательско-книготорговый центр Колос-с", 2022. – 180 с. Режим доступа: URL: http://195.206.39.221/fulltext/i_033415.pdf

Учебно-методическое издание

Составитель: Васильева Аяна Сергеевна

Практикум по химии
(сборник практических работ)
для студентов среднего профессионального образования
всех специальностей 1 курса (база 9 кл)

Иркутский государственный аграрный университет
имени А.А. Ежевского
664038, Иркутская обл., Иркутский р-н, пос. Молодежный
664038, Иркутская обл., Иркутский р-н,
п. Молодежный