

МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ



**ИНСТИТУТ СОДЕРЖАНИЯ
И МЕТОДОВ ОБУЧЕНИЯ**

федеральное государственное
бюджетное научное учреждение

**ПРАКТИЧЕСКИЕ (ЛАБОРАТОРНЫЕ) РАБОТЫ
ПО УЧЕБНОМУ ПРЕДМЕТУ «ХИМИЯ»**

**ОСНОВНОЕ ОБЩЕЕ ОБРАЗОВАНИЕ
СРЕДНЕЕ ОБЩЕЕ ОБРАЗОВАНИЕ**

Москва

2024

УДК 372.854
ББК 74.262.4
Г70

Авторский коллектив:

А.С. Городенская, кандидат педагогических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории естественно-научного образования ФГБНУ «Институт содержания и методов обучения»

Под редакцией:

Л.А. Паршутиной

Рецензент:

Л.И. Асанова, кандидат педагогических наук, старший научный сотрудник лаборатории естественно-научного образования ФГБНУ «Институт содержания и методов обучения»

Г70

Практические (лабораторные) работы по учебному предмету «Химия». Основное общее образование. Среднее общее образование: учебное пособие / А.С. Городенская; под ред.

Л.А. Паршутиной – М.: ФГБНУ «Институт содержания и методов обучения», 2024. – 21 с.: ил.

ISBN 978-5-6053413-9-0

В предлагаемом учебном пособии представлены примеры описаний практических (лабораторных) работ, предназначенных для развития исследовательских умений обучающихся в рамках учебного предмета «Химия» на уровнях основного общего образования и среднего общего образования. Описание каждой работы содержит постановку проблемного вопроса, перечень необходимого оборудования, формулировку целей и задач эксперимента, инструкцию по его проведению, вопросы для обсуждения и анализа результатов осуществленных исследований.

Материалы предназначены учителям химии образовательных организаций, реализующих образовательные программы основного общего и среднего общего образования.

Учебное пособие разработано в рамках государственного задания ФГБНУ «Институт стратегии развития образования» на 2024 год «Обновление содержания общего образования».

УДК 372.854

ББК 74.262.4

ISBN 978-5-6053413-9-0

© ФГБНУ «Институт содержания и методов обучения», 2024
Все права защищены

Содержание

Практическая работа № 1 «Получение и соби́рание кислорода, изучение его свойств» в рамках изучения темы «Химия веществ» в курсе неорганической химии в 8 классе	4
Практическая работа № 2 «Жесткость воды и методы ее устранения» в рамках изучения темы «Химия неметаллов» в курсе неорганической химии в 9 классе	9
Практическая работа № 3 «Получение этилена и изучение его свойств» в рамках изучения раздела «Углеводороды» в курсе органической химии в 10 классе	13
Практическая работа № 4 «Изменение скорости химической реакции в зависимости от различных факторов» в рамках изучения темы «Скорость химической реакции» в курсе общей неорганической химии в 11 классе	18

Практическая работа № 1
«Получение и собирание кислорода, изучение его свойств» в рамках
изучения темы «Химия веществ» в курсе неорганической химии
в 8 классе

Этот эксперимент позволит обучающимся задуматься о свойствах кислорода, способах его получения и собирания.

Проблемная ситуация. В повседневной жизни и в различных химических процессах кислород играет ключевую роль, особенно в процессах горения, дыхания. В некоторых случаях необходимо использовать чистый кислород, однако в воздухе его содержится только около 21 %.

Представьте, что в лаборатории требуется провести эксперимент, связанный с исследованием свойств кислорода. В чистом виде его нет в наличии. Вам нужно самостоятельно получить кислород из имеющихся химических реактивов, собрать его и изучить свойства. При этом необходимо выбрать наиболее эффективный метод получения кислорода и собрать его так, чтобы он не смешивался с другими веществами.

Проблемный вопрос: почему кислород ускоряет процессы горения, какие химические свойства кислорода определяют его роль в реакциях?

Вопросы для исследования

1. Какие вещества можно использовать для лабораторного получения кислорода?
2. Какие химические реакции лежат в основе получения кислорода?
3. Какие существуют методы сбора газов, какой из них лучше подходит для кислорода?
4. Как правильно проверить, что в пробирке действительно кислород?
5. Какие физические свойства кислорода можно установить в лабораторных условиях?
6. Какой практический смысл имеет изучение свойств кислорода?
8. Как изменяется интенсивность горения в присутствии чистого кислорода?

9. Как кислород применяется в промышленности, медицине и повседневной жизни?

Перечень необходимого оборудования, материалов, реактивов: металлический штатив с лапкой, пробирки, газоотводная трубка, кристаллы перманганата калия, пероксид водорода, оксид марганца(IV), шпатель, спиртовка, спички, вата, деревянная лучинка, кристаллизатор с водой, резиновая пробка с трубкой, перчатки и защитные очки.

Вид эксперимента: ученический.

Форма организации учебной деятельности: парная или групповая.

Цель эксперимента: получить и собрать кислород в лабораторных условиях; изучить химические и физические свойства кислорода; определить характер его взаимодействие с другими веществами.

Задачи эксперимента

1. Научиться получать кислород в лабораторных условиях.
2. Изучить методы собирания газа и определить, какой из них более эффективен для работы с кислородом.
3. Подтвердить, что выделенный газ – кислород.
4. Определить физические свойства кислорода.
5. Изучить химические свойства кислорода.

Ход эксперимента

1. Получение кислорода разложением пероксида водорода в присутствии катализатора – оксида марганца(IV):

— налейте в пробирку небольшое количество пероксида водорода, затем внесите в нее на кончике шпателя небольшое количество оксида марганца (IV);

— поместите тлеющую лучинку в пробирку (лучинка вспыхивает);

Напишите уравнение реакции получения кислорода из пероксида водорода.

2. Получение кислорода разложением перманганата калия и его собирание:

- в пробирку насыпьте небольшое количество перманганата калия и поместите внутрь пробирки небольшой кусочек ваты на расстоянии 1,5–2 см от отверстия;
- закройте пробирку резиновой пробкой с газоотводной трубкой;
- закрепите пробирку в держателе;
- равномерно прогрейте пробирку в пламени спиртовки и продолжайте нагревать нижнюю часть пробирки над спиртовкой;
- соберите выделяющийся газ в колбу методом вытеснения воды (рис. 1);

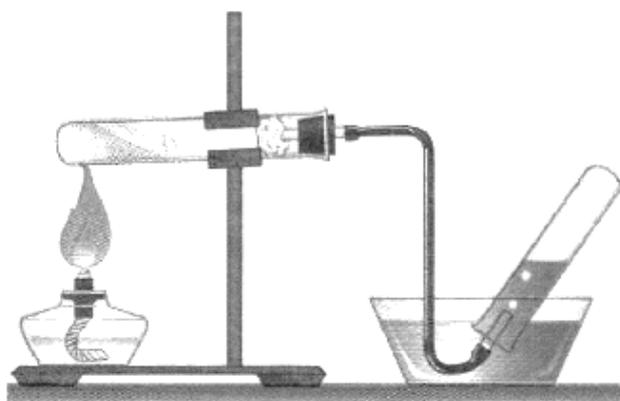


Рис. 1. Прибор для получения и собирания кислорода методом вытеснения воды

- закройте пробирку с кислородом стеклом, затем выньте ее из воды и переверните;
- соберите выделяющийся газ методом вытеснения воздуха (рис. 2).

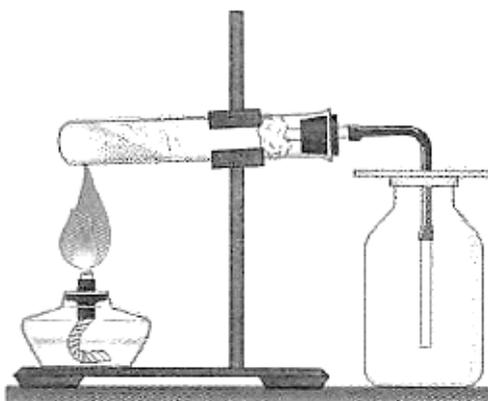


Рис. 1. Прибор для получения и собирания кислорода методом вытеснения воздуха

Напишите уравнение реакции получения кислорода из перманганата калия.

3. Изучение физических свойств кислорода:

— обратите внимание на цвет, запах и агрегатное состояние газа.

3. Изучение химических свойств кислорода:

— внесите в пробирку с кислородом тлеющую лучинку (лучинка вспыхивает);

— нагрейте в пламени спиртовки небольшой кусочек угля (графита), затем поместите его в пробирку с кислородом (в кислороде уголь горит более интенсивно, чем на воздухе).

Запишите уравнение реакции горения угля.

Перечень вопросов к обсуждению результатов эксперимента

1. Из каких веществ можно практически получить в лаборатории кислород? Каким способам и по каким критериям можно отдать предпочтение?
2. Можно ли лабораторные способы получения кислорода использовать в промышленных масштабах?
3. Как кислород получают в промышленности? Отличаются ли лабораторные способы получения кислорода от промышленных?
4. Почему кислород поддерживает горение?
5. Как изученные свойства кислорода помогают понять его роль в природных процессах?

Ожидаемые результаты эксперимента

- Кислород в лаборатории можно получить при термическом разложении как пероксида водорода, так и перманганата калия.
- Кислород – бесцветный газ, не имеет запаха, тяжелее воздуха, плохо растворяется в воде.
- Кислород поддерживает горение активно реагирует с веществами, образуя оксиды; наличие кислорода влияет на скорость горения веществ.

Обсуждение, анализ результатов и выводы

После проведения эксперимента в процессе анализа и обсуждения его результатов обучающиеся должны сделать вывод о том, какие вещества можно использовать для получения кислорода в лаборатории, как выбрать подходящий метод собирания кислорода (вытеснением воды или воздуха), какие физические и химические свойства кислорода можно изучить в условиях школьной лаборатории. Школьники должны также понимать, что лабораторные способы веществ, в том числе кислорода, как правило, отличаются от промышленных.

Результаты эксперимента подтверждают, что кислород плохо растворяется в воде, поэтому его можно собирать методом вытеснения воды. Кислород можно также собирать методом вытеснения воздуха, но обязательно держа сосуд (колбу, стакан, пробирку), в который он собирается, доннышком вниз, поскольку кислород тяжелее воздуха.

По результатам эксперимента обучающиеся делают вывод о сильных окислительных свойствах кислорода, его способности вступать в реакции с другими веществами с выделением тепла и света. Метод обнаружения кислорода – вспыхивание в нем тлеющей лучинки.

Кислород участвует в процессах дыхания и горения, обеспечивая энергию для жизни и осуществления различных технических процессов.

Предложите также обучающимся объяснить, почему пожарные перекрывают доступ воздуха при тушении огня (например, при использовании огнетушителей или воды).

Практическая работа № 2

«Жесткость воды и методы ее устранения» в рамках изучения темы «Химия неметаллов» в курсе неорганической химии в 9 классе

Эксперимент поможет обучающимся понять, какие методы наиболее эффективно устраняют жесткость воды и как ее можно снизить в повседневной жизни.

Проблемная ситуация: Ученики заметили, что вода в их школе и дома оставляет белые налеты на чайниках, а мыло плохо пенится. В процессе кипячения воды на стенках кастрюль образуется осадок, который трудно удалить.

Проблемный вопрос: как влияет жесткость воды на здоровье человека и состояние бытовой техники, какие методы наиболее эффективны для ее устранения в домашних условиях?

Вопросы для исследования

1. Что такое жесткость воды и чем она вызвана?
2. Как можно измерить жесткость воды в домашних условиях?
3. Какие методы смягчения воды существуют?
4. Какие из методов можно использовать в домашних условиях и какой из них является наиболее эффективным?
5. Влияет ли жесткость воды на здоровье и бытовую технику?

Жесткость воды определяется содержанием растворенных в ней солей кальция и магния. Различают временную и постоянную жесткость:

- *временная* жесткость вызвана гидрокарбонатами кальция и магния, ее можно устранить кипячением;
- *постоянная* жесткость обусловлена сульфатами и хлоридами кальция и магния, ее устранение требует химической обработки или фильтрации.

Совокупность временной и постоянной жесткости обуславливает *общую* жесткость воды.

Перечень необходимого оборудования, материалов, реактивов: образцы воды (из-под крана, бутилированная, колодезная и другая), мерный

стакан, ложка, спиртовка, колба, фильтр для воды (если доступен), лимонная кислота, сода, мыло.

Вид эксперимента: ученический.

Форма организации учебной деятельности: парная или групповая.

Описание проведения эксперимента

Цель эксперимента: исследовать уровень жесткости воды из разных источников (например, из-под крана, бутилированной, из колодца) и предложить методы ее устранения.

Задача эксперимента: определить, какой метод устранения жесткости воды будет наиболее эффективным и доступным для использования в домашних условиях.

Ход эксперимента

1. Определение жесткости воды (на качественном уровне)

- Возьмите образцы воды из разных источников.
- Измерьте жесткость каждого образца с помощью теста с мылом (налейте 100 мл воды в стакан и добавьте несколько капель жидкого мыла, взболтайте воду и оцените количество пены. Чем меньше пены образуется, тем выше жесткость воды);
- запишите результаты.

2. Методы смягчения воды

- *Кипячение.* Кипятите 200 мл воды в колбе в течение 10 минут. Дайте воде остыть и измерьте ее жесткость повторно. Запишите полученные результаты.
- *Добавление лимонной кислоты.* К 100 мл жесткой воды добавьте одну чайную ложку лимонной кислоты. Перемешайте и измерьте жесткость воды. Запишите результаты.
- *Добавление соды.* К 100 мл жесткой воды добавьте одну чайную ложку соды. Перемешайте и измерьте жесткость воды. Запишите результаты.

- *Фильтрация.* Пропустите 100 мл воды через бытовой фильтр (если есть). Измерьте жесткость воды после фильтрации и запишите результаты.

3. Сравнение результатов

Сравните уровень жесткости воды до и после применения методов смягчения.

Результаты эксперимента оформите в виде таблицы.

Метод	Жесткость до обработки	Жесткость после обработки	Изменение
Кипячение	Высокая	Средняя	Уменьшилась
Добавление лимонной кислоты	Высокая	Низкая	Сильно уменьшилась
Добавление соды	Высокая	низкая	Сильно уменьшилась
Фильтрация	Высокая	Средняя	Уменьшилась

Перечень вопросов к обсуждению результатов эксперимента

- Какой метод оказался наиболее эффективным для смягчения жесткости воды?
- За счет каких процессов происходит снижение жесткости воды при использовании примененных методов?
- Какие методы смягчения воды доступны в домашних условиях?
- Как жесткость воды влияет на бытовую технику и здоровье человека?

Ожидаемые результаты эксперимента

Вода из-под крана обычно имеет среднюю или высокую жесткость, особенно в регионах с большим количеством растворенных минералов.

Бутилированная вода чаще всего имеет низкую или среднюю жесткость, так как она предварительно очищается.

Вода из колодца или родника может иметь высокую жесткость, так как в ней могут содержаться растворенные соли кальция и магния.

При кипячении жесткость воды снижается частично, так как растворимые гидрокарбонаты кальция и магния, обуславливающие временную жесткость воды, превращаются в нерастворимые карбонаты и выпадают в осадок, образуя накипь на стенках чайника. Таким образом, кипячение устраняет только временную жесткость воды.

Добавление лимонной кислоты значительно снижает жесткость воды за счет связывания ионов кальция и магния с образованием нерастворимых солей, выпадающих в осадок.

Добавление соды значительно снижает жесткость воды.

Фильтрация с помощью бытового фильтра приводит к замене ионов кальция и магния на ионы натрия, снижая жесткость воды.

Обсуждение и анализ результатов и выводы

После проведения эксперимента обучающиеся должны обсудить его результаты, проанализировать влияние жесткой воды на здоровье человека и состояние бытовой техники. Так, жесткая вода может вызывать сухость и раздражение кожи. При длительном употреблении жесткой воды возможны проблемы с почками (например, образование камней).

Жесткая вода способствует образованию накипи в чайниках, стиральных машинах и других приборах, что снижает срок их службы и увеличивает расход электроэнергии.

Жесткая вода снижает эффективность мыла и шампуней, так как соли кальция и магния образуют нерастворимые соединения с моющими средствами. Для умягчения воды в домашних условиях лучше применять фильтры для воды, а в случае их отсутствия – кипятить воду.

Следует также отметить, лимонная кислота и сода подходят для временного технического смягчения воды, но не для ее постоянного употребления.

Практическая работа № 3
«Получение этилена и изучение его свойств» в рамках изучения раздела
«Углеводороды» в курсе органической химии в 10 классе

Эксперимент поможет обучающимся не только изучить химические свойства этилена, но и понять его значимость в реальной жизни и применении в пищевой промышленности.

Проблемная ситуация. В супермаркетах и на рынках часто возникает проблема: фрукты и овощи быстро созревают и портятся, теряя свои вкусовые и питательные качества. Известно, что газ этилен влияет на созревание плодов, но как это работает? Задача: необходимо провести эксперимент, чтобы получить этилен, изучить его свойства и выяснить, действительно ли он может ускорить созревание фруктов.

Проблемные вопросы: как этилен влияет на процесс созревания фруктов и овощей, можно ли использовать знания о его свойствах для продления свежести продуктов?

Вопросы для размышления

- Что такое этилен, как его можно получить в лабораторных условиях?
- Какие химические свойства этилена можно изучить в рамках эксперимента?
- Как этилен взаимодействует с другими веществами и как это связано с его ролью в созревании плодов?

Перечень необходимого оборудования, материалов, реактивов: пробирки, пробка с газоотводной трубкой, спиртовка, концентрированная серная кислота, этиловый спирт, раствор перманганата калия (для качественной реакции), свежие фрукты (бананы или яблоки), стеклянные банки или герметичные пакеты, холодная вода (для охлаждения), вода (для контроля), перчатки и защитные очки.

Вид эксперимента: ученический.

Форма организации учебной деятельности: парная или групповая.

Цель эксперимента: исследовать влияние этилена на созревание плодов (например, бананов или яблок) в сравнении с контрольной группой без воздействия этилена.

Задачи эксперимента

1. Получить этилен, проведя дегидратацию этанола с помощью концентрированной серной кислоты.

2. Определить химические свойства этилена (например, провести его реакцию с раствором перманганата калия).

3. Провести эксперимент по созреванию фруктов: поместить один плод в банку с этиленом, а другой — оставить в обычных условиях. Наблюдать влияние этилена на скорость созревания плодов.

Ход эксперимента

1. Получение этилена:

- в пробирку налейте 2–3 мл этилового спирта;
- добавьте 1–2 мл концентрированной серной кислоты;
- осторожно нагрейте смесь на спиртовке;
- соберите выделяющийся газ (этилен) с помощью газоотводной трубки в другую пробирку, наполненную водой (метод вытеснения воды).

2. Изучение химических свойств этилена:

- добавьте к пробирке с этиленом несколько капель раствора перманганата калия;
- наблюдайте изменение цвета (обесцвечивание раствора перманганата калия указывает на наличие этилена и его способность к окислению).

3. Исследование влияния этилена на созревание плодов:

- возьмите два одинаковых свежих плода (например, бананы или яблоки);
- один плод поместите в банку, наполненную этиленом, а другой — в контрольную банку без этилена;
- закройте банки крышками и оставьте их при комнатной температуре на 2–3 дня;

- сравните изменения в цвете и текстуре плодов.

Перечень вопросов к обсуждению результатов эксперимента

1. Какой химический процесс лежит в основе получения этилена в данном эксперименте?

Обсудите реакцию дегидратации этанола под действием концентрированной серной кислоты.

2. Какие признаки свидетельствуют о том, что вы получили этилен?

Укажите, по каким признакам можно судить о выделении этилена (например, изменение цвета раствора перманганата калия).

3. Как вы можете объяснить роль этилена в процессе созревания плодов?

Опишите, как этилен, будучи фитогормоном, влияет на созревание фруктов и овощей.

4. Опишите наблюдаемые различия между плодами, помещенными в банку с этиленом, и контрольными плодами.

Обсудите изменения во внешнем виде, текстуре и запахе плодов после воздействия этилена.

5. Почему некоторые фрукты, такие как бананы, не следует хранить рядом с другими фруктами?

Объясните, как выделение этилена одними плодами может ускорить созревание соседних фруктов.

6. Какие еще реакции с участием этилена можно провести в лабораторных условиях?

Обсудите возможные эксперименты, например, реакцию этилена с кислородом.

7. Какие проблемы с точки зрения техники безопасности могут возникнуть при проведении данного эксперимента, как их можно избежать?

Рассмотрите вопросы безопасности, возможность перегрева смеси и необходимость контроля выделения газа.

Ожидаемые результаты эксперимента

- При нагревании смеси этанола и концентрированной серной кислоты происходит выделение газа – этилена (можно наблюдать пузырьки газа, выделяющиеся при нагревании реакционной смеси).
- Этилен собирается методом вытеснения воды, так как он нерастворим в ней.
- Качественная реакция этилена с раствором перманганата калия – обесцвечивание раствора – подтверждает его принадлежность к непредельным углеводородам.
- Плоды, помещенные в банку с этиленом, будут созревать быстрее, чем контрольные плоды, находящиеся в обычных условиях.
- Можно ожидать изменение цвета (потемнение кожуры), увеличение мягкости плодов и появление характерного аромата, связанного с созреванием.
- Контрольный плод (без воздействия этилена) останется в исходном состоянии или созреет значительно медленнее.
- Если эксперимент проводится при разных температурах, можно ожидать, что при понижении температуры скорость выделения этилена и его влияние на созревание плодов уменьшится.

Обсуждение, анализ результатов и выводы

На проблемный вопрос «Как этилен влияет на процесс созревания фруктов и овощей? Можно ли использовать знания о его свойствах для продления свежести продуктов?» выдвинуты гипотезы:

1. Этилен ускоряет процесс созревания фруктов и овощей, так как этилен является фитогормоном, который стимулирует процессы ферментации и синтеза ферментов, участвующих в созревании плодов. Выделение этилена фруктами запускает автокаталитический процесс, что ускоряет созревание и старение плодов.

2. Знания о свойствах этилена могут быть использованы для контроля процесса созревания овощей и фруктов, что поможет продлить срок их хранения. Так, уменьшение концентрации этилена в атмосфере, где хранятся плоды, может замедлить их созревание. Например, охлаждение или использование адсорбентов, таких как активированный уголь, может снизить воздействие этилена и продлить свежесть продуктов.

3. Фрукты, которые выделяют этилен, способны ускорять созревание других плодов, находящихся рядом с ними. Например, некоторые плоды, такие как яблоки и бананы, выделяют большое количество этилена. Это может вызвать преждевременное созревание других овощей и фруктов при их совместном хранении.

4. Этилен может быть использован в промышленности для ускорения созревания незрелых плодов перед продажей.

После проведения эксперимента обучающиеся могут обсудить результаты и проанализировать, как их наблюдения подтверждают или опровергают гипотезы. Можно рассмотреть механизм реакции присоединения, обсудить свойство этилена ускорять процесс созревания фруктов и овощей и на основе полученных результатов предложить методы контроля созревания фруктов в бытовых и промышленных условиях (например, охлаждение или использование адсорбентов для снижения концентрации этилена).

Практическая работа № 4

«Изменение скорости химической реакции в зависимости от различных факторов» в рамках изучения темы «Скорость химической реакции» в курсе общей и неорганической химии в 11 классе

Эксперимент поможет обучающимся понять основные принципы влияния внешних факторов на скорость химических реакций и научиться применять знания для решения практических задач.

Проблемная ситуация: что необходимо для безопасного и эффективного протекания реакции?

Описание ситуации: в лаборатории проводится реакция между перманганатом калия и перекисью водорода, в ходе которой выделяется кислород и наблюдается изменение цвета раствора. Однако скорость этой реакции оказывается слишком быстрой, что затрудняет ее наблюдение и анализ. Иногда, наоборот, некоторые реакции протекают слишком медленно, их результаты трудно интерпретировать. Необходимо найти способы контролировать скорость реакции, чтобы обеспечить оптимальные условия ее безопасного протекания.

Проблемный вопрос: какие факторы могут замедлить или ускорить реакцию между перманганатом калия и перекисью водорода? Как можно изменить скорость реакции, чтобы сделать ее более управляемой?

Вопросы для размышления

- Как температура влияет на скорость реакции?
- Влияет ли концентрация перекиси водорода на скорость выделения кислорода?
- Как изменение концентрации перманганата калия влияет на скорость реакции?
- Можно ли использовать катализаторы, чтобы регулировать скорость реакции?

Перечень необходимого оборудования, материалов, реактивов: раствор перманганата калия KMnO_4 , раствор перекиси водорода H_2O_2 , оксид

марганца(IV) MnO_2 для использования в качестве катализатора, вода для разбавления, мерные цилиндры, пробирки, термометр, лед для охлаждения, нагреватель для изменения температуры (спиртовка), секундомер.

Вид эксперимента: ученический.

Форма организации учебной деятельности: парная или групповая.

Цель эксперимента: исследовать влияние различных факторов (концентрации реагентов, температуры, катализаторов и площади поверхности твердых веществ) на скорость химической реакции.

Задача эксперимента: выяснить, как изменение внешних условий (концентрация, температура, наличие катализатора и площадь поверхности) влияют на скорость реакции между перманганатом калия ($KMnO_4$) и перекисью водорода (H_2O_2).

Ход эксперимента

1. Исследование влияния *концентрации реагентов* на скорость реакции:

- провести реакцию с постоянной температурой без катализатора, используя разные концентрации $KMnO_4$ (например, 0,01М, 0,02М, 0,05М) и H_2O_2 ;
- измерить время, за которое раствор меняет цвет (до полного исчезновения окраски раствора).

2. Исследование влияния *температуры* на скорость реакции:

- использовать одинаковую концентрацию $KMnO_4$ и H_2O_2 , но проводить реакцию при разных температурах (например, 5 °С, 20 °С, 50 °С);
- измерить время протекания реакции в зависимости от температуры.

3. Исследование влияния катализатора на скорость реакции:

- провести реакцию без катализатора и с добавлением небольшого количества MnO_2 ;
- сравнить время реакции с катализатором и без него.

4. Исследование влияния *площади поверхности твердого вещества* на скорость реакции:

- использовать твердый перманганат калия KMnO_4 в виде кристаллов разного размера (крупные кристаллы и измельченный порошок);
- добавить в реакцию H_2O_2 и измерить время протекания реакции.

Перечень вопросов к обсуждению результатов эксперимента

1. Почему в одних условиях химические реакции проходят быстро, а в других — медленно?
2. Как каждый из факторов (концентрация, температура, катализатор, площадь поверхности) влияет на скорость химической реакции?

Выводы по результатам выполненного эксперимента и его обсуждения.

На проблемный вопрос «Почему в одних условиях химические реакции проходят быстро, а в других — медленно?» выдвинуты гипотезы:

1. Увеличение концентрации реагентов увеличит скорость реакции.
2. Повышение температуры приведет к увеличению скорости реакции.
3. Присутствие катализатора значительно увеличит скорость реакции.
4. Чем больше площадь поверхности твердого вещества, тем быстрее протекает реакция.

Ожидаемые результаты эксперимента

- Более высокая концентрация реагентов приведет к увеличению скорости реакции за счет увеличения числа столкновений частиц.
- Повышение температуры увеличит скорость реакции, так как кинетическая энергия частиц увеличивается.
- Катализатор увеличит скорость реакции, то есть уменьшит время ее протекания.
- Увеличение площади поверхности твердых реагентов приведет к увеличению скорости реакции, так как гетерогенные реакции протекают на границе раздела реагирующих веществ.

Обсуждение, анализ результатов и выводы

На проблемный вопрос «Почему в одних условиях химические реакции проходят быстро, а в других – медленно?» выдвинуты гипотезы:

1. Повышение концентрации реагентов увеличит скорость реакции.

2. Повышение температуры приведет к увеличению скорости реакции.
3. Присутствие катализатора значительно увеличит скорость реакции.
4. Чем больше площадь поверхности твердого вещества, тем быстрее протекает реакция.

После проведения эксперимента обучающиеся должны обсудить его результаты и проанализировать, как их наблюдения подтверждают или опровергают гипотезы. Можно рассмотреть причины влияния каждого фактора на скорость реакции и сделать выводы о том, как управлять скоростью химических процессов в реальной жизни (например, в промышленности или в быту).