

Управление образования города Пензы

Муниципальное казенное учреждение «Центр комплексного обслуживания и методологического обеспечения учреждений образования города Пензы»

Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение
Средняя общеобразовательная школа № 41 г.Пензы
(МБОУ СОШ №41 г.Пензы)

XXVI научно – практическая конференция школьников г.Пензы «Я исследую мир»

Изучение активности катализаторов реакции разложения пероксида водорода

Выполнила:

Учащаяся 8 «А» класса

МБОУ СОШ №41

Хуртова Анастасия

Руководитель:

учитель химии МБОУ СОШ №41

Ермакова Ольга Георгиевна

Содержание

| | | |
|---|----------------------|----|
| 1 | Введение | 3 |
| 2 | Обзор литературы | 4 |
| 3 | Материал и методика | 6 |
| 4 | Основная часть | 7 |
| 5 | Заключение | 10 |
| 6 | Источники информации | 11 |
| 7 | Приложение | 12 |

1. Введение

Катализ – химическое явление, суть которого заключается в изменении скорости химической реакции при воздействии некоторых веществ. Они называются катализаторами. Катализаторы ускоряют реакцию, но сами в ней не участвуют. Катализ распространен в природе, процессы, происходящие в клетках живых организмов, являются каталитическими. Каталитические реакции широко используются в технике (в нефтепереработке и нефтехимии, в производстве серной кислоты, аммиака, азотной кислоты). Мы решили подробнее изучить данное явление. Для своего исследования мы выбрали реакцию разложения перекиси водорода.

Цель нашей работы:

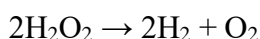
сравнить активность некоторых катализаторов разложения перекиси водорода.

Задачи:

- Ознакомиться с источниками информации по теме нашего исследования
- Собрать прибор, позволяющий сделать количественное сравнение воздействия различных катализаторов на разложение перекиси водорода в условиях школьной лаборатории.
- Выяснить в результате эксперимента активность некоторых катализаторов реакции разложения пероксида водорода.

2. Обзор литературы

Пероксид водорода очень интересное вещество, используется во многих технологических процессах, медицине и сельском хозяйстве. Его применение, чаще всего, основывается на его окислительных свойствах. В водных растворах пероксид водорода самопроизвольно разлагается по уравнению реакции



Процесс может быть ускорен с помощью катализатора. Это могут быть неорганические вещества, чаще всего, соли оксиды металлов.¹

Катализатор изменяет механизм реакции на энергетически более выгодный, то есть снижает энергию активации. Катализатор образует с молекулой одного из реагентов промежуточное соединение, в котором ослаблены химические связи. Поэтому облегчается его реакция со вторым реагентом. Так может быть описан процесс гомогенного катализа, когда, и реагирующие вещества, и катализатор находятся в одной фазе, то есть в одном агрегатном состоянии с катализатором.

При гетерогенном катализе реагирующие вещества и катализатор находятся в разных фазах. Ускорение процесса, в данном случае, обычно происходит на поверхности твердого тела — катализатора, поэтому активность катализатора зависит от величины и свойств его поверхности. Механизм гетерогенного катализа сложнее, чем у гомогенного. Это пять стадий последовательно проходящих стадий, причем все они обратимы:

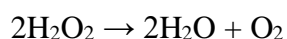
- Диффузия реагирующих веществ к поверхности твердого вещества;
- Физическая адсорбция на активных центрах поверхности твердого вещества реагирующих молекул и затем их хемосорбция;
- Химическая реакция между реагирующими молекулами;
- Десорбция продуктов с поверхности катализатора;
- Диффузия продукта с поверхности катализатора в общий поток.²

¹ <https://mplast.by/encyklopedia/kataliz-i-katalizatoryi/>

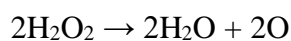
² <https://chem21.info>

В клетках растений, животных, человека также осуществляется каталитическое разложение пероксида водорода. Процесс осуществляется под действием ферментов каталазы и пероксидазы.

Ферменты — высокоэффективные катализаторы. Они повышают скорость катализируемой реакции в 10^{12} раз и более. Процесс ферментативной реакции очень сложен. В активном центре молекулы фермента происходит последовательное образование промежуточных соединений с молекулой вещества (его в биохимии принято называть субстратом). Учеными было выяснено, что при действии на пероксид водорода каталазы образуется вода и молекулярный кислород



А пероксидаза разлагает перекись на воду и атомарный кислород

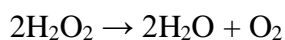


Пероксидаза и каталаза содержатся всех тканях и органах растений, но активность данных ферментов различна и часто соответствует активности процессов жизнедеятельности организма. Расщепляя перекись водорода на воду и кислород, ферменты обезвреживают ядовитый для живых тканей продукт обмена веществ.³

³ <https://studfile.net>

3. Материалы и методика исследований.

Как было сказано выше, пероксид водорода в водных растворах медленно разлагается.



Как видно из уравнения реакции разложение сопровождается выделением кислорода. Объем выделившегося кислорода пропорционален количеству разложившегося пероксида водорода. Значит, чем с большей скоростью будет протекать реакция, тем быстрее будет выделяться кислорода. Объем кислорода можно измерить с помощью эвдиометра методом вытеснения воды. Для этого можно использовать прибор состоящий из колбы Вюрца, соединенной с эвдиометром, заполненным водой (Приложение. Рис.1).

Более точно измерить выделяющийся кислород с помощью бюретки (Приложение. Рис 2). Для этого можно использовать прибор, в котором бюретка соединяется с сосудом-реактором, где происходит расщепление перекиси водорода с помощью катализатора. Резиновой трубкой реактор соединяется с бюреткой, с помощью которой измеряют объем кислорода. Бюретку заполняют водой. По вытеснению воды из бюретки можно судить о количестве выделяющегося кислорода в реакторе. Для установления мениска на определенном уровне к бюретке резиновой трубкой присоединена еще одна бюретка. Две бюретки являются сообщающимися сосудами. Обязательным условием работы нашего прибора служит его герметичность. Поднимая или опуская одну бюретку, можно установить во второй бюретке уровень жидкости на нулевом делении.⁴

Если смешать в реакторе выбранный катализатор с перекисью водорода начинается химическая реакция. С этого момента нужно начать отсчет времени. Начнется выделение кислорода, который поступит в бюретку, и жидкость в ней опустится. При прекращении выделения пузырьков газа, уровень жидкости перестанет изменяться и наблюдения можно будет прекратить, зафиксировав объем выделившегося газа и время протекания реакции.⁵

⁴ Воскресенский П.И. Техника лабораторных работ М: Книга по требованию, 2013

⁵ <https://xn---96-5cd3cgu2f.xn--p1ai/raznoe-2>

4. Основная часть

Для своего исследования мы взяли 3% раствор перекиси водорода. Плотность раствора H_2O_2 данной концентрации 1,009 г/мл, значит масса 1 мл раствора приблизительно 1 г

значит в 1 мл раствора содержится

$$m(\text{H}_2\text{O}_2) = m_{\text{р-ра}}(\text{H}_2\text{O}_2) \cdot \omega = 1 \cdot 0,03 = 0,03 \text{ г}$$

Число моль H_2O_2 в одном мл раствора

$$n(\text{H}_2\text{O}_2) = \frac{m}{M} = \frac{0,03}{20} = 0,0015 \text{ моль}$$

Объем, выделившегося при реакции кислорода будет равен

$$V(\text{O}_2) = n \cdot V_m$$

По уравнению реакции, $n(\text{H}_2\text{O}_2) = \frac{1}{2} n(\text{O}_2) = 0,00075$ моль.

Следовательно, максимально возможный объем кислорода, полученный в данной реакции

$$V(\text{O}_2) = n \cdot V_m = 22,4 \cdot 0,00075 = 0,0168 \text{ л} = 16,8 \text{ мл}$$

Значит, эвдиометр, у которого цена деления 1 мл использовать нежелательно, так как невозможно измерить объем кислорода с достаточной точностью, особенно для малых объемов газа.

Разложение пероксида водорода ускоряется в присутствии катализатора. Мы выбрали в школьной лаборатории несколько веществ, которые являются катализаторами данной реакции: MnO_2 , KI , ZnSO_4 , $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, KMnO_4 , Fe_2O_3 .⁶ Для исследования мы брали по 1 мл порошка данных веществ, который отмеряли с помощью мерной ложечки.

Для получения биологических катализаторов - ферментов мы использовали сырые овощи: картофель, лук и морковь, содержащие каталазу и пероксидазу. 5 г овощей мы измельчали в фарфоровой ступке, с добавлением промытого песка. Добавляли 1 мл дистиллированной воды. 1 мл полученной кашицы использовали в качестве катализатора⁷.

Объем кислорода определяли газометрически. Для этого мы собрали специальную установку из имеющихся в школьной лаборатории компонентов. Например, вместо

⁶ <http://www.hemi.nsu.ru>

⁷ <https://studfile.net>

стеклянной груши использовали еще одну бюретку. Как реакционный сосуд, мы использовали сосуд Ландольта, что позволило избежать потерь кислорода при реакции. Вода в бюретке для лучшей видимости мениска, подкрашивались метиленовой синью. Перед опытом вода в измерительной бюретке устанавливалась на отметке «0» . Это достигалось перемещением второй бюретки вверх или вниз.

В разные колена сосуда Ландольта помещали 1 мл 3 % водного раствора пероксида водорода и 1 см³ сухого катализатора. Сосуд наклоняли так, чтобы вещества соединились. С помощью секундомера измеряли время протекания реакции (от начала и до окончания выделения пузырьков газа) и фиксировался и объем кислорода, выделившийся в ходе реакции.

Для удобства сравнения скорости реакции вычисляли условную скорость по формуле

$$v = \frac{1000}{t} , \text{ где } t - \text{ время реакции.}$$

Результаты мы занесли в таблицу.

Таблица 1. Активность катализаторов реакции разложения пероксида водорода.

| № | катализатор | Время протекания реакции (с) | Условная скорость $v = \frac{1000}{t}$ | Объем кислорода(мл) |
|---|--------------------------------------|------------------------------|--|---------------------|
| 1 | MnO ₂ , | 47 | 21,3 | 9,3 |
| 2 | KI | 75 | 13,3 | 9,1 |
| 3 | ZnSO ₄ | 130 | 7,7 | 0,1 |
| 4 | CuSO ₄ ·5H ₂ O | 126 | 7,9 | 0,4 |
| 5 | KMnO ₄ | 50 | 20 | 8,9 |
| 6 | Fe ₂ O ₃ | 83 | 12,1 | 6,9 |
| 7 | Картофель | 68 | 14,7 | 5.4 |
| 8 | Морковь | 72 | 13,9 | 4.5 |
| 9 | Лук | 78 | 12,8 | 4.9 |

В соответствии с данными наших исследований, наибольшая скорость реакции разложения пероксида водорода проявлялась в присутствии оксида марганца (IV), при этом выделился и самый значительный объем кислорода (9,3 мл). Вторым результатом показал перманганат калия.

Высокую скорость разложения перекиси водорода и большой объем кислорода можно было наблюдать в присутствии йодида калия. При этой реакции выделялись пары йода (сосуд Ландольта заполнился фиолетовыми парами), так как протекала окислительно-восстановительная реакция.

Практически одинаковые результаты были получены при использовании в качестве катализаторов сока овощей. Это объясняется тем, что в них содержится приблизительно равное количество ферментов, разлагающих пероксид водорода (каталаза и пероксидаза).

Следует заметить, что практически мы ни разу получили объем кислорода равный теоретически возможному. Мы считаем, что потери газа при реакции объясняются недостаточной герметичностью нашего прибора для изменения объема кислорода.

5. Заключение

Применение катализаторов способствовало бурному развитию химической промышленности. Они широко используются при переработке нефти, получении различных продуктов, создании новых материалов. Примерно 90% объема современного химического производства основано на каталитических процессах. Катализ позволяет проводить при обычных условиях реакции, которые требуют больших затрат энергии.

Катализ – это неотъемлемая часть нашей жизни. Ведь биологические катализаторы - ферменты «работают» в каждой клетке нашего тела.

Особую роль играют каталитические процессы в охране окружающей среды, например, реакцию разложения перекиси водорода можно использовать для очистки сточных вод предприятий пищевой промышленности.

Наша исследовательская работа показала, что максимальное ускорение химической реакции разложения пероксида водорода дают оксид марганца (IV) и перманганат калия. Ферменты каталаза и пероксидаза, содержащиеся в соке овощей, тоже показали хорошую активность в ходе данной реакции.

Мы узнали много интересного о свойствах катализаторов, научились собирать и использовать приборы, необходимые для проведения эксперимента.

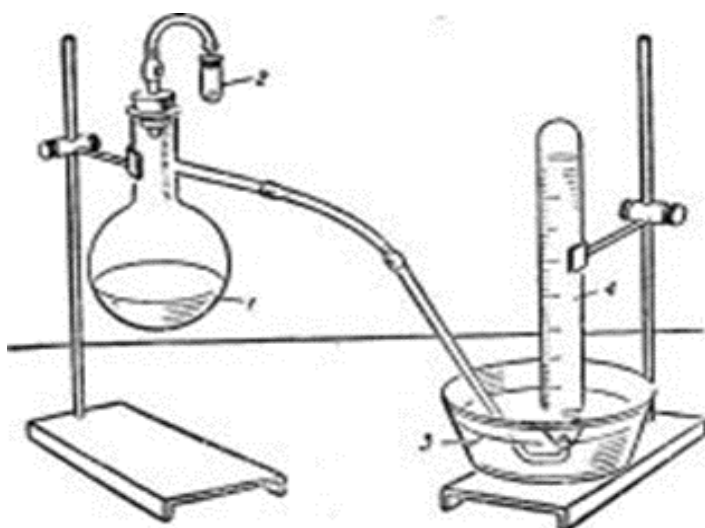
Результаты нашей работы можно использовать для демонстраций опытов на уроках химии при изучении темы «Катализ» и «Скорость химических реакций».

5. Источники информации

1. Глинка Л.Н. Общая химия. - Л. «Химия», 1981
2. Воскресенский П.И., Каверина А.А, Парменов К.Я, Цветков Л.А, Эпштейн.Д.А
Справочник по химии. - М. «Просвещение», 1978
3. Воскресенский П.И. Техника лабораторных работ М: Книга по требованию, 2013
4. <https://chem21.info>
5. <https://studfile.net>
6. <https://ru.wikipedia>.
7. <http://www.hemi.nsu.ru>
8. <https://mplast.by/encyklopedia/kataliz-i-katalizatoryi/>
9. <https://xn--96-5cd3cgu2f.xn--p1ai/raznoe-2>
10. school-collection.edu.ru

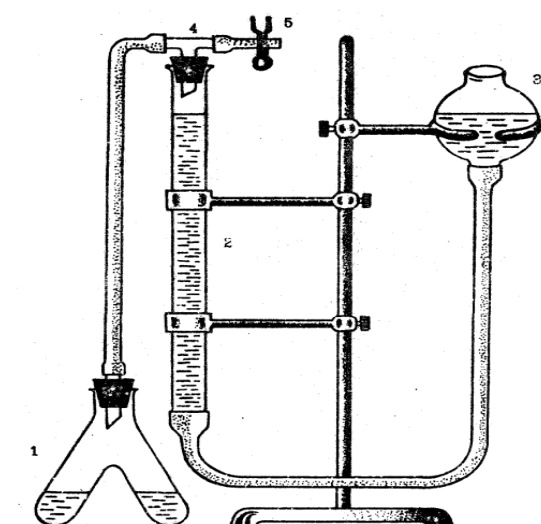
6. Приложения

Рисунок 1. Установка для измерения объема газа с помощью эвдиометра



1. Колба Вюрца
2. Пробирка
3. Кристаллизатор
4. Эвдиометр

Рисунок 2. Прибор для измерения объема газа с помощью бюретки.



1. Реактор (сосуд Ландольта)
2. Бюретка
3. Стеклянная груша
4. Тройник
5. Зажим