**Министерство образования и науки Пензенской области**

**Муниципальное общеобразовательное учреждение**

**Лицей современных технологий управления № 2 г. Пензы**

**Исследование возможности получения водорода методом электролиза**

**Выполнил:**

**ученик 4 г класса**

**Казаков Александр**

**Научный руководитель:**

**Руководитель Детского центра**

**«Парадигма»**

**Кондрашин В.И.**

**Пенза 2018**

**Пенза 2008**

**Содержание**

Введение

Глава 1. ВОДОРОД В НАШЕЙ ЖИЗНИ.

* 1. ВОДОРОД: ЕГО ОПРЕДЕЛЕНИЕ, ФОРМЫ СУЩЕСТВОВАНИЯ.
  2. СВОЙСТВА ВОРОДОРОДА.

1.3. ВОДОРОД НА ЗЕМЛЕ. ВОДОРОД В КОСМОСЕ.

1.4. ВОДОРОД В КОСМОСЕ.

1. Глава II. ПОЛУЧЕНИЕ И ПРИМЕНЕНИЕ ВОДОРОДА.

2.1.ЛАБАРАТОРНЫЕ СПОСОБЫ ПОЛУЧЕНИЯ ВОДОРОДА.

2.2. ПОЛУЧЕНИЕ ВОДОРОДА В ПРОМЫШЛЕННОСТИ.

2.3. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОДОРОДА

Глава III. ПОЛУЧЕНИЕ ВОДОРОДА МЕТОДОМ ЭЛЕКТРОЛИЗА ВОДЫ И ВОДНЫХ РАСТВОРОВ СОЛЕЙ, ЩЕЛОЧЕЙ.

3.1. ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ЭЛЕКТРОЛИЗА.

3.2. ИЗГОТОВЛЕНИЕ ЭЛЕКТРОЛИЗЕРА, ПРОВЕДЕНИЕ ЭЛЕКТРОЛИЗА ВОДЫ И ВОДНЫХ РАСТВОРОВ,

Заключение  
Приложения

**Введение**

Современная наука считает водород самым распространённым элементом Вселенной. Это показывают всевозможные исследования Солнца, звёзд и межзвёздного пространства

Каждую секунду в глубинах Солнца миллионы тонн водорода в результате термоядерного синтеза превращаются в миллионы тонн гелия, а часть водорода превращается в мощное излучение, которое уходит в космическое пространство. Нет опасений, что на Солнце скоро иссякнут запасы водорода. Оно существует миллиарды лет, а запас водорода в нём достаточен для того, чтобы обеспечить ещё столько же лет горения.

Человек живёт в водородно-гелиевой вселенной. Поэтому водород представляет для нас очень большой интерес.

Влияние и польза водорода в наши дни очень велика. Практически все известные сейчас виды топлива, за исключением, разумеется, водорода, загрязняют окружающую среду. В городах нашей страны ежегодно проходит озеленение, но этого, как видно, недостаточно. В миллионы новых моделей автомобилей, которые сейчас выпускаются, заливают такое топливо, которое выпускает в атмосферу углекислый и угарный газы. Дышать таким воздухом и постоянно находиться в такой атмосфере представляет очень большую опасность для здоровья. От этого происходят различные заболевания, которые сложно лечить, находясь в «заражённой» выхлопными газами атмосфере.

Мы хотим быть здоровыми, и разумеется, хотим, чтобы будующие поколения тоже не жаловались и не страдали от постоянного загрязняемого воздуха, а наоборот, помнили и доверяли пословице: «Солнце, воздух и вода – наши лучшие друзья».

А пока нельзя сказать, что эти слова оправдывают себя. На воду нам уже вообще приходится закрывать глаза, поскольку сейчас, если даже брать конкретно наш город, из кранов течёт загрязнённая вода, и пить её ни в коем случае нельзя.

На этом фоне значение водорода, как самого экологического вида топлива вырастает в разы.

Тем не менее, сколько бы не говорили о положительном влиянии водорода, на практике это можно увидеть довольно таки не часто. Но всё же разрабатывается множество проектов, направленных на повышение эффективности получения, хранения и использования водорода в обычной жизни.

Поэтому, изучив всю информацию из доступных мне источников, я заинтересовался вопросами: «а что же такое – водород?»; «почему о нем так много говорят?»; «почему его считают самым чистым топливом?»; «где можно встретить водород в окружающем меня мире?». Более всего меня заинтересовало, как можно получить водород, и может ли это сделать обычный человек.

Целью моей работы является получение водорода способом электролиза воды и водных растворов. С помощью лабораторного опыта, я постараюсь:

- получить водород электролизом воды и водных растворов;

- исследовать какие условия необходимы, для прохождения данного химического процесса;

- исследовать, каким образом распознать, что происходит выделение водорода, и что выделяется именно этот газ;

- выявить, что является продуктами сгорания водорода.

На этом примере я хочу исследовать наиболее распространенную технологию получения водорода, понять, в чем ее положительные и отрицательные стороны.

Эта тема очень актуальна, поскольку сейчас жителей не только нашей страны, но и всего мира, волнует проблема экологии и возможные пути решения этой проблемы.

**Глава 1. ВОДОРОД В НАШЕЙ ЖИЗНИ.**

1.1. ВОДОРОД: ЕГО ОПРЕДЕЛЕНИЕ, ФОРМЫ СУЩЕСТВОВАНИЯ.

Водород - первый элемент периодической системы химических элементов

Д.И. Менделеева.

Название переводится с латинского языка как «порождающий воду»: ([лат.](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D0%B0%D1%82%D0%B8%D0%BD%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D1%8F%D0%B7%D1%8B%D0%BA) *Hydrogenium* (от [древнегреческого](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D1%80%D0%B5%D0%B2%D0%BD%D0%B5%D0%B3%D1%80%D0%B5%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D1%8F%D0%B7%D1%8B%D0%BA) hydor  - «вода» и gennao - «рождаю»).

Еще в XVI веке английский ученый Генри Кавендиш исследовал некое вещество и дал ему название «горючий воздух». При сжигании этот газ давал воду.

Французский химик и естествоиспытатель А. Лавуазье вместе с инженером Ж. Менье и при помощи специальных газометров в 1783 г. провел синтез воды, а после и ее анализ посредством разложения водяного пара раскаленным железом. Таким образом, ученые смогли прийти к правильным выводам. Они установили, что «горючий воздух» не только входит в состав воды, но и может быть получен из нее.

Лавуазье выдвинул предположение, что исследуемый газ является простым веществом и, соответственно, относится к числу первичных химических элементов. Именно он дал газу название «порождающий воду».

Русское название «водород» предложил химик М. Соловьев.

На стыке XVIII и XIX веков было установлено, что атом водорода очень легкий (по сравнению с атомами прочих элементов) и его масса была принята за основную единицу сравнения атомных масс, получив значение, равное 1.

Водород является легчайшим из всех известных науке веществ (он в 14,5 раз легче воздуха), его плотность составляет 0,0899 г/л (при давлении в 1 атм, и температуре 0 °С).

Молекула водорода состоит из двух атомов (Н2).

Атом водорода  состоит из [атомного ядра](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D1%82%D0%BE%D0%BC%D0%BD%D0%BE%D0%B5_%D1%8F%D0%B4%D1%80%D0%BE), несущего элементарный положительный [электрический заряд](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AD%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D0%B7%D0%B0%D1%80%D1%8F%D0%B4), и [электрона](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AD%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BD), несущего элементарный отрицательный электрический заряд. В состав атомного ядра может входить [протон](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D1%80%D0%BE%D1%82%D0%BE%D0%BD) или протон с одним или несколькими [нейтронами](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D0%B5%D0%B9%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BD), образуя [изотопы](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%98%D0%B7%D0%BE%D1%82%D0%BE%D0%BF) водорода.

Относительная атомная масса 1,0079.

***Изотопы водорода***

[Водород](https://studopedia.ru/14_105790_tema--vodorod-i-ego-soedineniya.html) образует три изотопа с массовыми числами 1, 2, 3:

http://ok-t.ru/studopediaru/baza1/2219214180289.files/image004.gif– протий;

http://ok-t.ru/studopediaru/baza1/2219214180289.files/image006.gif(http://ok-t.ru/studopediaru/baza1/2219214180289.files/image008.gif) – дейтерий;

http://ok-t.ru/studopediaru/baza1/2219214180289.files/image010.gif(http://ok-t.ru/studopediaru/baza1/2219214180289.files/image012.gif) – тритий.

Изотопы водорода протий и дейтерий являются стабильными, а тритий – радиоактивный.

В природе водород находится в виде протия (99,98%). Совсем немного (0,0156%) природного водорода приходится на долю «тяжелого» водорода – дейтерия, масса которого вдвое больше массы протия. Протий и дейтерий не являются радиоактивными.

Впервые дейтерий был получен в виде тяжелой воды D2O путем электролиза (разложения) природной воды.

Тяжёлая вода токсична и оказывает губительное действие на животных и человека. Например, замена 1/3 Н2О на D2O приводит к бесплодию, нарушению углеводного баланса и [анемии](https://studopedia.ru/2_24566_klinika-anemii.html).

Однако человек может без видимого вреда для здоровья выпить стакан тяжёлой воды, весь дейтерий будет выведен из организма через несколько дней. В этом отношении тяжёлая вода менее токсична, чем, например, поваренная соль.

Тяжелая вода является промышленным продуктом и доступна в больших количествах. Она находит применение в ядерной технике в качестве замедлителя быстрых нейтронов.

От других изотопов тритий отличается тем, что он радиоактивен. В природе тритий встречается в очень малых количествах (1 атом на 1018атомов водорода).

Однако, после испытаний термоядерного оружия (1954 г.) концентрация трития увеличилась в сотни раз. В последние годы основным источником техногенного трития в окружающей среде стали атомные электростанции, которые ежегодно выделяют несколько десятков килограммов трития.

Тяжелая вода на основе трития T2O обладает сильной радиоактивностью.

Анализ атмосферного трития дает ценную информацию о космических лучах. А тритий в осадочных породах может свидетельствовать о перемещениях воздуха и влаги на Земле.

Синтезированный тритий сравнительно дешев и находит применение в научных исследованиях и в промышленности. Широкое применение нашли тритиевые светящиеся краски, которые наносят на шкалы приборов.

Тритий присутствует и в человеческом организме. Он поступает в него с пищей, с вдыхаемым воздухом и через кожу.

Тритий имеет важное значение в реакциях термоядерного синтеза, протекающих при взрыве водородной бомбы.

В природе существует гораздо больше разных «водородов», если говорить не только об атомах этого элемента, но и о его молекулах. Дело в том, что при нормальных условиях молекулярный водород представляет собой смесь двух необычных изомеров – так называемых орто- и пароводорода, которые отличаются ориентацией магнитных моментов ядер составляющих их атомов. У ортоводорода эти моменты имеют одинаковую ориентацию, а у пара водорода – противоположную; орто- и параизомеры отличаются и своими физическими свойствами.

Таким образом, можно сделать вывод, что водород – это очень легкий газ, молекула которого состоит из двух атомов. Атом водорода, в свою очередь, имеет простое строение, является самым легким среди атомов других веществ.

1.2. СВОЙСТВА ВОРОДОРОДА.

***Физические свойства***

При обычных условиях водород - газ без цвета и запаха. Водород становится жидким при температуре -252,8 °С, а затвердевает при температуре -259,1 °С.

Данный элемент слабо растворим в воде, практически не растворим в серебре, но хорошо растворим в большинстве металлов (Ni, Pt, Pa и прочих), особенно в палладии. В одном объеме палладия, например, растворяется до 900 объемов водорода.

С последним свойством связана его способность диффундирования (проникновения), при этом диффузия через углеродистый сплав (к примеру, сталь) может сопровождаться разрушением сплава из-за взаимодействия водорода с углеродом (этот процесс называется декарбонизация).

Как уже отмечалось, водород - самый лёгкий газ. Очевидно, что чем меньше масса молекул, тем выше их скорость при одной и той же температуре. Как самые лёгкие, молекулы водорода движутся быстрее молекул любого другого газа и тем самым быстрее могут передавать теплоту от одного тела к другому. Отсюда следует, что водород обладает самой высокой теплопроводностью среди газообразных веществ. Его теплопроводность примерно в семь раз выше теплопроводности воздуха.

Водород обычно существует в комбинации с другими элементами, например, кислорода в воде, углерода в метане и в органических соединениях. Поскольку водород химически чрезвычайно активен, он редко присутствует как несвязанный элемент.

Водород при соединении с кислородом имеет самое высокое содержание энергии на единицу массы: 120,7 ГДж/т. Это - одна из причин, почему жидкий водород используется как топливо для ракет и энергетики космического корабля.

Водород в соотношении 2:1 с кислородом образует взрывчатый гремучий газ.

Температура сгорания водорода чрезвычайно высока — 2800 о С.

При сжигании в чистом кислороде единственные продукты - высокотемпературное тепло и вода. Таким образом, при использовании водорода не образуются парниковые газы, и даже не нарушается круговорот воды в природе.

**Жидкий водород**- это бесцветная жидкость, очень лёгкая и текучая. Охлажденный до жидкого состояния водород занимает 1/700 объема газообразного состояния.

Твердый водород - снегоподобная масса.

При высоком давлении водород переходит в металлическое состояние.

***Химические свойства***

Во многих соединениях водород проявляет валентность +1 (степень окисления), подобно натрию и прочим щелочным металлам. Обычно он рассматривается в качестве аналога этих металлов. Соответственно он возглавляет I группу системы Менделеева.

В гидридах металлов ион водорода проявляет отрицательный заряд (степень окисления при этом -1), то есть Na+H- имеет структуру, подобную хлориду Na+Cl-. В соответствии с этим и некоторыми другими фактами (близость физических свойств элемента «H» и галогенов, способность его замещения галогенами в органических соединениях) Hydrogene относят к VII группе системы Менделеева.

В обычных условиях молекулярный водород имеет низкую активность, непосредственно соединяясь только с самыми активными из неметаллов (с фтором и хлором, с последним - на свету).

В свою очередь, при нагревании он взаимодействует со многими химическими элементами.

Атомарный водород имеет повышенную химическую активность (если сравнивать с молекулярным). С кислородом он образует воду по формуле:

Н₂ + ½О₂ = Н₂О, выделяя 285,937 кДж/моль тепла. В обычных температурных условиях реакция протекает довольно медленно, а при t° >= 550 °С – неконтролируемо, поэтому смесь из двух объемов водорода и одного объема кислорода называют гремучим газом.

Водород используют для восстановления большинства металлов, так как он отнимает кислород у оксидов:

Fe₃O₄ + 4H₂ = 3Fe + 4Н₂О,

CuO + H₂ = Cu + H₂O и т. д.

С разными галогенами водород образует галогеноводороды, к примеру:

Н₂ + Cl₂ = 2НСl.

Однако при реакции с фтором водород взрывается (это происходит и в темноте, при -252 °С). С бромом и хлором водород реагирует только при нагревании или освещении, а с йодом — исключительно при нагревании.

При взаимодействии водорода с азотом образуется аммиак, но лишь на катализаторе, при повышенных давлениях и температуре:

ЗН₂ + N₂ = 2NН₃.

При нагревании водород активно реагирует с серой:

Н₂ + S = H₂S (сероводород).

С чистым углеродом водород реагирует без катализатора, но при высоких температурах:

2Н₂ + С (аморфный) = СН₄ (метан).

Водород непосредственно реагирует с некоторыми из металлов (щелочными, щелочноземельными и прочими), образуя гидриды, например:

Н₂ + 2Li = 2LiH.

Водород склонен образовывать с разными элементами водородную связь, оказывающую значительное влияние на свойства многих неорганических и органических соединений. Известный всем пример этой связи представляет обычная вода (H2O). Из-за того, что атом кислорода (О) более электроотрицателен, чем два атома водорода (Н), он как бы оттягивает от атомов водорода связывающие электроны. В результате создания такой [ковалентной полярной связи](http://fb.ru/article/48024/chto-takoe-kovalentnaya-polyarnaya-svyaz) образуется диполь. Кислородный атом приобретает не очень большой отрицательный заряд, а водородные атомы – небольшой положительный заряд, который притягивается к электронам (их неподеленной паре) на кислородном атоме соседней молекулы Н2О (то есть воды).

Таким образом, можно сказать, что водородная связь - это образующаяся [сила притяжения](http://fb.ru/article/50797/chto-takoe-sila-prityajeniya) между водородным атомом и электроотрицательным атомом.

Существует два типа водородной связи:

1. *Водородная межмолекулярная связь* – появляется между двумя молекулами, например: метанол, аммиак, фтороводород.  
2. *Водородная связь внутримолекулярная* – появляется внутри одной молекулы, например: 2-нитрофенол.

Также в настоящее время есть мнение, что водородная [химическая связь](http://fb.ru/article/58896/himicheskaya-svyaz-i-printsip-ee-obrazovaniya) бывает слабой и сильной. Они отличаются друг от друга по энергии и длине связи (расстояние между атомами).

Водородная связь объясняет не только слишком высокую температуру кипения и плавления некоторых веществ (например, воды), но также и их малую плотность. Причем при плавлении водородная связь частично разрушается, из-за чего молекулы воды упаковываются более плотно.

Известный и важный пример водородной связи – это дезоксирибонуклеиновая кислота (сокр.: ДНК). Молекулы этой кислоты свернуты в виде двойной спирали, две нити которой соединены между собой водородной связью.

Итак, водород – очень легкий газ, без цвета и запаха. В таблице химических элементов Менделеева стоит первым. В природе в свободном состоянии почти не бывает. Для взаимодействия водорода с большинством химических элементов нужны особые условия (температура, давление).

* 1. ВОДОРОД НА ЗЕМЛЕ.

В природе распространение этого элемента не имеет равных. В земной коре его масса – всего один процент, зато атомов водорода - целых шестнадцать процентов. Свободное состояние для водорода не характерно и почти не встречается - его очень немного в природных и вулканических газах. Совсем ничтожный объем водорода в атмосфере - 0,0001%, по количеству атомов. Зато целые потоки протонов представляют водород в околоземном пространстве, из него состоит внутренний радиационный пояс нашей планеты.

В атмосфере водород непрерывно образуется в результате разложения воды солнечным излучением. Имея малую массу, молекулы водорода обладают высокой скоростью диффузионного движения (она близка ко второй космической скорости) и, попадая в верхние слои атмосферы, могут улететь в космическое пространство.

На Земле много воды (1,5∙1018 м3), и 11,19% по массе в ней - водород. Становится ясно, что сырья для получения водорода на Земле – неограниченное количество. Водород входит в состав нефти (10,9 – 13,8 %), древесины (6 %), угля (бурый уголь – 5,5%), природного газа (25,13 %). Водород входит в состав всех животных и растительных организмов. Он содержится и в вулканических газах.

Основная масса водорода попадает в атмосферу в результате биологических процессов разложения миллиардов тонн растительных остатков.

Предполагается, что на ранних стадиях развития Земли её атмосфера была богата водородом, что содействовало синтезу простейших органических молекул и возникновению жизни на Земле. Но водород сыграл значительную роль не только в зарождении жизни: продолжение жизни в её самых высших формах связано также с водородом.

Водородная связь лежит в основе биологической активности ферментов. Именно благодаря водородной связи ферменты способны специфически распознавать вещества, реакции которых они ускоряют. Благодаря водородной связи происходит точное копирование молекулы ДНК, передающей из поколения в поколение всю генетическую информацию; водородная связь лежит в основе самых тонких явлений жизни на Земле.

Помимо этого установлено, что при размножении водородных бактерий в среде, содержащей кроме водорода, кислорода, диоксида углерода связанный минеральный азот (мочевину, аммонийные соли) и фосфаты калия (жидкая питательная среда), происходит синтез липоидов и белков, которые могут служить пищей для человека. Водород, производимый в промышленном масштабе, может стать в будущем (наряду с минеральными азотом и фосфором) источником пищи, получаемой микробиологическим путём.

Водород, хотя и существует в свободном виде на планете Земля в очень малых количествах, однако присутствует в большинстве химических соединений. Водород включают в себя все органические соединения. Без него не обходится ни один процесс жизнедеятельности на Земле.

1.4. ВОДОРОД В КОСМОСЕ.

Водород - самый распространенный элемент во вселенной (92 %). Он преимущественно составляет межзвездное вещество, формирует основную массу звезд. Звезды светят благодаря непрерывному термоядерному «сгоранию» водорода в их недрах и превращению его в инертный гелий.

Своим существованием мы обязаны энергии сгорания водорода на Солнце. Наше Солнце, по меньшей мере, наполовину состоит из водорода. Всего на Солнце обнаружено 69 химических элементов, но водород - преобладает. Его в 5,1 раза больше, чем гелия, и в 10 тыс. раз (не по весу, а по числу атомов) больше, чем всех металлов, вместе взятых, Этот водород расходуется не только на производство энергии. В ходе термоядерных процессов из него образуются новые химические элементы, а ускоренные протоны выбрасываются в околосолнечное пространство.

Последнее явление, получившее название "солнечного ветра", было открыто сравнительно недавно во время исследования космического пространства с помощью искусственных спутников. Оказалось, что особенно сильные порывы этого "ветра" возникают во время вспышек на Солнце. Достигнув Земли, поток протонов, захваченный ее магнитным полем, вызывает полярные сияния и нарушает радиосвязь, а для космонавтов "солнечный ветер" представляет серьезную опасность.

Мы знаем, что Земля теряет водород в результате его диффузии в атмосферу. Но почему она не может его получать от того же Солнца? Раз "солнечный ветер" - это ядра водорода, которые захватываются магнитным полем Земли, то почему бы им на ней не остаться? Ведь в атмосфере Земли есть кислород; реагируя с залетевшими ядрами водорода, он свяжет их, и космический водород рано или поздно выпадет на поверхность планеты в виде обыкновенного дождя.

Понятно, что Солнце - это лишь одна из звезд во Вселенной, что существует неисчислимое множество подобных звезд, удаленных от Земли на сотни, тысячи и миллионы световых лет.

Огромные [количества молекулярного](http://chem21.info/info/1078582) и [атомного водорода](http://chem21.info/info/16089) рассеяны в космическом пространстве и сосредоточены в звездах. Уже одно это обстоятельство заставляет думать о роли простейших атомов в [эволюции звезд](http://chem21.info/info/1416379).

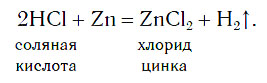
Водород и прочие [частицы находятся](http://chem21.info/info/527437) в космосе в [газообразном состоянии](http://chem21.info/info/6354) и содержатся в [чрезвычайно малой](http://chem21.info/info/39796) концентрации. Возникающее [между частицами](http://chem21.info/info/8799) такого [разреженного газа](http://chem21.info/info/94636) [увеличение плотности](http://chem21.info/info/7570) развивается, усиливается и приводит к скоплениям, обладающим [высокой плотностью](http://chem21.info/info/145700). Часть их эволюционирует до неподвижных звезд. Образующаяся при [этом энергия](http://chem21.info/info/593338) испускается в пространство, проявляясь в [виде непрерывного](http://chem21.info/info/1470458) яркого свечения.

Таким образом, можно наблюдать преобладающее присутствие водорода в окружающей нас Вселенной, и его несомненное значение в образовании звезд и планетарных систем. Земля также не является исключением.

**Глава II. ПОЛУЧЕНИЕ И ПРИМЕНЕНИЕ ВОДОРОДА.**

2.1.ЛАБАРАТОРНЫЕ СПОСОБЫ ПОЛУЧЕНИЯ ВОДОРОДА.

Все способы получения водорода можно разделить на лабораторные и промышленные. В лабораториях водород получают, действуя кислотами на металлы: железо, цинк и др. Для этого металлы помещают в кислоту. Там, где кислота соприкасается, например, с цинком (на поверхности гранул), появляются пузырьки бесцветного газа, которые быстро поднимаются к поверхности раствора:



Атомы цинка замещают атомы водорода в молекулах кислоты, в результате чего образуется простое вещество водород Н2, пузырьки которого выделяются из раствора.

Для подобного опыта часто используют *Аппарат Киппа*. Это один из самых удобных и безопасных методов получения газов в лаборатории.

Для получения водорода таким способом можно использовать не только хлороводородную кислоту и цинк, но и некоторые другие кислоты и металлы. Например, алюминий с водными растворами щелочей:

2Al + 2NaOH + 6H2O = 2Na [Al(OH)4] + 3H2.

В химических лабораториях для получения относительно небольших объемов водорода обычно применяют способ разложения воды с помощью электрического тока (электролиз):

реакции с водородом

Собирать газ в сосуд можно различными методами. Наиболее распространены два метода: метод вытеснения воды и метод вытеснения воздуха. Выбор метода обусловлен свойствами газа, который нужно собрать.

*Метод вытеснения воздуха*. Этим методом можно собрать практически любой газ. Прежде чем отбирать газ, надо определить, легче он воздуха или тяжелее. Если относительная плотность газа по воздуху больше единицы, то сосуд-приемник следует держать отверстием вверх, так как газ тяжелее воздуха и будет опускаться на дно сосуда (например, углекислый газ, сероводород, кислород, хлор и др.). Если относительная плотность газа по воздуху меньше единицы, то сосуд-приемник следует держать отверстием вниз, так как газ легче воздуха и будет подниматься вверх сосуда (например, водород и др.).

*Метод вытеснения воды*. Этим методом можно собирать только газы, которые не растворяются в воде (или мало растворяются) и не реагируют с ней. Для собирания газа необходим кристаллизатор, на 1/3 заполненный водой. Сосуд-приемник (чаще всего пробирку) наполняют до верху водой, закрывают пальцем и опускают в кристаллизатор. Когда отверстие сосуда окажется под водой, его открывают и вводят в сосуд газоотводную трубку. После того, как вся вода будет вытеснена из сосуда газом, отверстие закрывают под водой пробкой и вынимают сосуд из кристаллизатора.

Как мы уже выяснили, водород горит на воздухе. Если поджечь смесь горючего газа с воздухом, то произойдет взрыв, поэтому газ нужно проверять на чистоту. Проверка заключается в сжигании небольшой порции газа (около 15 мл) в пробирке. Для этого водород собирают в пробирку и поджигают от пламени спиртовки. Если газ не содержит примесей воздуха, то горение сопровождается легким хлопком. Если же раздается резкий лающий звук, то газ загрязнен воздухом и необходима его очистка.

2.2. ПОЛУЧЕНИЕ ВОДОРОДА В ПРОМЫШЛЕННОСТИ.

В промышленности существует множество различных способов получения водорода. Одни из них применяются уже давно, другие – это современные перспективные разработки. Очевидно, что при огромных объемах промышленного производства сырьем для получения водорода должны быть легкодоступные и дешевые вещества. На сегодняшний день - это природный газ (метан), уголь и вода. Запасы природного газа очень велики, а воды - практически неограниченны.

Самый дешевый способ получения водорода - разложение метана при нагревании - паровая конверсия метана (ПКМ). Этот способ получил широкое распространение после второй мировой войны и в настоящее время является наиболее дешевым способом производства водорода. Процесс отделения водорода от углеродной основы в метане протекает в трубчатых печах (химических паровых реформерах) при внешнем подводе теплоты при температурах 750-850 o С. Основные реакции процесса:

CH4+H2O = CO+3H2;

CO+H2O = CO2+H2.

Газификация угля - старейший способ получения водорода. Первый газогенератор был построен в Великобритании в 40-х годах XIX века. Получение водорода из угля связано с термическим разложением воды, а уголь используется в качестве энергоресурса и химического реагента, на уголь одновременно действуют водяным паром и кислородом - парокислородная конверсия (превращение):

C + O2 = CO2;

C + 2H2O = CO2+2H2;

C+H2O = CO+H2;

C+CO2 = 2CO.

Пропускание паров воды над раскаленным углем при 1000 о C:

C + H2O = CO + H2.

Основные недостатки получения водорода из природных топлив - выбросы в атмосферу больших количеств углекислого газа (CO2), это очень вредно для окружающей среды и требует много затрат по очистке и утилизации. Кроме этого, эти методы хороши для больших производств и не подходят для средних и малых (например, заправочных станций, автономных энергосистем), так как очень затратны и требуют больших площадей и сложного оборудования.

Все эти ограничения стимулируют разработку процессов производства водорода из воды. Среди способов получения водорода из воды наибольший интерес представляют электролиз, термохимические, термоэлектрохимические циклы.

В настоящее время существуют три способа реализации электролизной технологии производства водорода, отличающиеся типом используемого электролита и условиями проведения электролиза:

- щелочной электролиз - процесс прохождения электрического тока через раствор электролита; в качестве электролита используются водные растворы щелочей и солей:

2NaCl + 2H2O = H2+ Cl2+ 2NaOH;

- электролиз с использованием твердого полимерного электролита (ТПЭ);

- электролиз с использованием твердого оксидного электролита.

Кроме того сейчас активно ведутся разработки технологий получения водорода с использованием ядерной энергетики и альтернативных источников энергии.

2.3. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОДОРОДА

История применения водорода очень давняя и всем известна: с 1852 года водород долгое время использовался в воздухоплавании. Дирижабль, изобретённый Генри Гиффардом, был создан на основе водорода. Их называли цеппелинами. Вытеснило цеппелины с небесных просторов стремительное развитие самолётостроения. В 1937 году произошла крупная авария, когда сгорел дирижабль "Гинденбург". После этого случая цеппелины более не использовались никогда. Зато в конце восемнадцатого века распространение воздушных шаров, наполненных водородом, было повсеместным.

В повседневном быту очень популярна в использовании перекись водорода. Лечение этим раствором применяется очень часто. Молекулярную формулу Н2О2 вряд ли назовут все те миллионы людей, которые хотят быть блондинками и осветляют себе волосы, а также и те, кто любит чистоту на кухне. Даже те, кто обрабатывает царапины, полученные от игры с котёнком,

чаще всего не отдают себе отчёта, что применяют лечение водородом.

Разнообразны области применения водорода в современной промышленности: от производства аммиака, карбамида и метанола до использования в качестве весьма эффективного топлива для ракетных двигателей (см. приложение 1).

С развитием техники и промышленного производства возникают новые области практического использования водорода, и потребность в нем сильно возрастает. Быстрый рост производства водорода объясняется в основном развитием таких крупных областей его потребления, как производства аммиака, карбамида и метанола, а также широким применением водорода в нефтехимической промышленности в процессах гидрокрекинга, гидроочистки нефтепродуктов от сернистых загрязнений в связи с необходимостью снижения уровня загрязнения атмосферы оксидами серы и получения различных нефтехимических продуктов.

В больших количествах применяется водород в химической промышленности при синтезе аммиака, изготовления соляной и метиловой кислот, получения метилового спирта.

В пищевой промышленности его используют для превращения жидких жиров в твердые (производство всем известного маргарина).

Очень широки возможности использования водорода в металлургии для прямого восстановления железных руд, а также для интенсификации доменного процесса и снижения расхода кокса в доменных печах.

Крупным потребителем водорода может стать микробиологическая промышленность (синтез кормовых белков на основе штаммов бактерий, ассимилирующих водород).

Учитывая «невесомость» водорода, им заполняли и заполняют оболочки летательных аппаратов легче воздуха. Сначала это были воздушные шары, позднее — аэростаты и дирижабли, сегодня (вместе с гелием) — метеорологические зонды.

Высокая температура горения водорода обеспечивает плавление даже самых тугоплавких металлов. Поэтому кислородно-водородные горелки используют для сварки и резки металлов. В цветной металлургии восстановлением водородом получают особо чистые металлы из оксидов.

В автомобилестроении сейчас ведутся разработки в области использования автомобильного двигателя, работающего на водородном топливе. Это, прежде всего, связано с экологической чистотой водорода, который при сгорании образует лишь воду, выделяя тепло.

В космической технике водород используют как топливо для самых мощных ракетоносителей. А тритий и дейтерий (изотопы водорода) дают жизнь атомной энергетике.

**Глава 3. ПОЛУЧЕНИЕ ВОДОРОДА МЕТОДОМ ЭЛЕКТРОЛИЗА ВОДЫ И ВОДНЫХ РАСТВОРОВ СОЛЕЙ, ЩЕЛОЧЕЙ.**

3.1. ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ЭЛЕКТРОЛИЗА.

Изучив необходимую литературу, я пришел к выводу, что:

# Во-первых, электролиз – это процесс, при котором под действием электрического тока происходит разложение растворенного вещества или воды.

Во-вторых, для проведения электролиза применяют специальные устройства ***электролизеры***. Это приборы, действующие на основе определенной схемы (см. приложение 4).

Электролизеры состоят из:

-  электролитической ячейки (в промышленности - электролизной ванны), в которую помещают  раствор или расплав электролита;

- электродов,  погруженных в электролит;

- источника тока, к которому подключаются электроды.

Электрод, подключенный к положительному полюсу источника тока, называется анодом, а к отрицательному полюсу - катодом.

При осуществлении электролиза протекают следующие процессы:

- Между анодом и катодом под действием электрического напряжения появляется электромагнитное поле.

- В электромагнитном поле ионы (то есть, положительно или отрицательно заряженные частицы вещества) электролита начинают направленное движение к электродам. Положительно заряженные ионы перемещаются к катоду (отсюда название этих ионов - катионы), а отрицательно заряженные - к аноду (отсюда название таких ионов - анионы);

- На электродах происходят окислительно - восстановительные процессы. При достижении соответствующего электрода, ионы разряжаются (отдают или принимают электроны).

На аноде протекает процесс окисления, то есть процесс отдачи электронов, а на катоде - процесс восстановления, то есть процесс присоединения электронов;

- Образовавшиеся на электродах вещества (ионы или нейтральные молекулы) могут покидать поверхность электродов, кроме того, они могут вступать во вторичные взаимодействия.

3.2. ИЗГОТОВЛЕНИЕ ЭЛЕКТРОЛИЗЕРА, ПРОВЕДЕНИЕ ЭЛЕКТРОЛИЗА ВОДЫ И ВОДНЫХ РАСТВОРОВ.

Таким образом, для того, чтобы собрать электролизер, с помощью которого можно получить водород способом электролиза воды или водных растворов солей и щелочей, мне потребуется:

- Емкость для устройства электролитической ячейки. Я использую стеклянную емкость высотой 10 см и диаметром 20 см. Возможно использование также пластиковой емкости, емкости из оргстекла.

- Два электрода. Исследовав зависимость прохождения процесса электролиза от материала из, которого изготовлены электроды (см. приложение), я пришел к выводу, что для проведения моего опыта лучше всего подойдут медный и цинковый электроды. Медный для катода, а цинковый для анода.

- Источник тока. Для своего опыта я использовал источники питания с разным напряжением (см. приложение). Выяснилось, что процесс электролиза наиболее интенсивно проходит при использовании стационарного источника тока. В моем случае – это источник тока Element 305 D; напряжение 30 V/

- Два провода для подключения электродов к источнику тока.

- Газоотводная трубка для вывода водорода из электролита.

- Гибкий газоотводный шланг, герметично соединенный с газоотводной трубкой.

- Лабораторная пробирка для сбора водорода.

Схема сборки электролизера изображена в приложении.

Чтобы начать процесс электролиза, необходимо наполнить электролитическую емкость электролитом. Я исследовал процесс прохождения электролиза с использованием в качестве электролита дистиллированной воды, обычной воды из-под крана, водного раствора поваренной соли (NaCl) слабой концентрации.

В результате исследования я обнаружил, что в дистиллированной воде ничего не происходит, водопроводная вода является лучшим электролитом, так как в ней выделение водорода идет, хотя и очень слабо, активнее всего процесс электролиза проходит, если в воду добавить чайную ложку поваренной соли (см. приложение).

Таким образом, я собрал электролизер и провел опыт по получению водорода (см. приложение).

Для сбора водорода я использовал метод вытеснения воздуха, который основан на том, что водород легче воздуха. Поэтому он собирается вверху перевернутой пробирки, постепенно вытесняя воздух.

Чтобы проверить правильность проведения опыта, то есть собрался ли водород в пробирке, нужно поднести к краю пробирки огонь (зажженная спичка). Раздается хлопок – водород выделился. Характерный хлопок означает сгорание водорода с одновременным выделением энергии.

При сгорании водорода выделяется много энергии, которую можно зафиксировать, если сжечь большее количество водорода. Однако, необходимо помнить, что смешиваясь с кислородом, водород образует гремучий газ.

После сжигания водорода в пробирке можно наблюдать небольшое количество тумана. Это произошло выделение воды, которая в данном случае выделяется в виде пара.

Из проведенного исследования можно сделать вывод, что протекание процесса электролиза, его интенсивность, количество водорода выделяемое за единицу времени зависит от многих факторов. Это, прежде всего:

- какой применяется электролит;

из какого материала изготовлены электроды и их размер (чем больше по площади электроды, тем сильнее реакция);

- один из наиболее важных факторов является сила тока и напряжение (при недостаточном напряжении процесс протекать не будет). Используется источник постоянного тока.

Таким образом, получение водорода методом электролиза воды является доступным для проведения даже в домашних условиях. Однако у этого метода есть определенные недостатки. Данный метод очень энергоемкий, для его проведения постоянно требуется большое количество энергии. При вы делении водорода из электролита одновременно выделяется кислород. Смешиваясь, два этих газа образуют взрывоопасную смесь, поэтому метод довольно опасный. В процессе электролиза электроды также вступают в реакцию и быстро разрушаются.

При решении этих проблем получение водорода электролизом воды является простым и эффективным методом, поскольку основным источником водорода здесь является вода, запасы которой на нашей планете огромны.

**Заключение.**

Для достижения основной цели моей работы – получение водорода методом электролиза воды, мне необходимо было разобраться, что же такое водород, каково его строение, какие физические и химические свойства для него характерны. Я также выяснил, в каком виде и в каких количествах распространен водород на нашей планете и в космосе.

Итак, водород является легчайшим из всех известных науке веществ. Он стоит первым таблице химических элементов Д. Менделеева.

На нашей планете значение водорода очень велико. Хотя он практически не встречается в природе в свободном виде, однако он входит в состав множества соединений, всех органических соединений. С кислородом водород образует воду – основу жизни на Земле. В космосе водород является основным элементом. Он участвует в образовании звезд, составляет межзвездное пространство.

В обычных условиях водород - газ без цвета и запаха. Однако при очень низких температурах и высоком давлении он способен превращаться в жидкость и твердое вещество. Смешиваясь с кислородом, водород образует взрывчатый гремучий газ.

При сжигании водорода в чистом кислороде единственные продукты - высокотемпературное тепло и вода. Таким образом, при использовании водорода не образуются парниковые газы, и даже не нарушается круговорот воды в природе.

Водород получил широкое применение в жизнедеятельности людей. Еще в XVIII веке люди обнаружили «летучесть» этого газа и наполняли им дирижабли и воздушные шары. В настоящее время водород используется в химической промышленности, в металлургии, в пищевой промышленности, в атомной энергетике, как топливо для космических ракет. Актуальны является вопрос использования водорода в качестве автомобильного топлива, так как не выделяет вредных веществ при сгорании, что очень важно для сохранения окружающей среды.

Поэтому проблема получения водорода сейчас является объектом многих научных исследований. Все методы, которые применялись до сих пор, предполагают использование углеводородов (газ, нефть, уголь), а значит выделение вредных веществ. Метод электролиза воды - наиболее экологически чистый метод получения водорода.

На примере, проведенного мною опыта, я показал, что водород возможно получить с помощью электролиза воды даже в домашних условиях. Однако данный процесс требует тщательной подготовки. Его эффективность зависит от многих факторов.

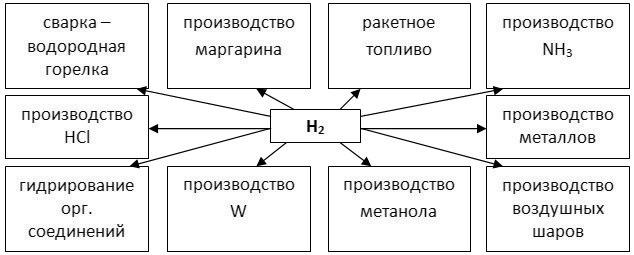
Возникает много проблем и с взрывоопасностью водорода при его сборе и хранении. Также важно решить задачу использования при электролизе воды более дешевой или возобновляемой энергии.

Я считаю, что при решении всех этих задач, электролиз воды станет самым распространенным методом получения водорода.

**П Р И Л О Ж Е Н И Я**

**Приложение 1**

**Применение водорода в промышленности**



**Приложение 2**

АНКЕТА

Ответьте, пожалуйста, на следующие вопросы:

1. **Знаете ли Вы, что такое водород?**

- это жидкость;

- это твердое вещество;

- это газ без цвета и запаха;

- затрудняюсь ответить.

1. **Сталкиваетесь ли Вы с водородом в своей повседневной жизни?**

- нет, никогда;

- да (приведите примеры)\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_;

- затрудняюсь ответить.

1. **Каждый из нас постоянно использует воду для питья, умывания, приготовления пищи и других целей. Знаете ли Вы, из чего состоит вода?**

- знаю;

- не знаю, но задумывался об этом;

- мне это не интересно.

1. **Как Вы считаете, загрязняют ли автомобили окружающую среду?**

- да, загрязняют;

- нет, не загрязняют;

- затрудняюсь ответить.

1. **В нашем городе очень много автомобилей. По Вашему мнению, что можно сделать, чтобы они не загрязняли воздух?**

- надо запретить езду на автомобилях в городе;

- надо улучшать конструкцию автомобилей;

- надо переходить на другие виды топлива (какие?\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_);

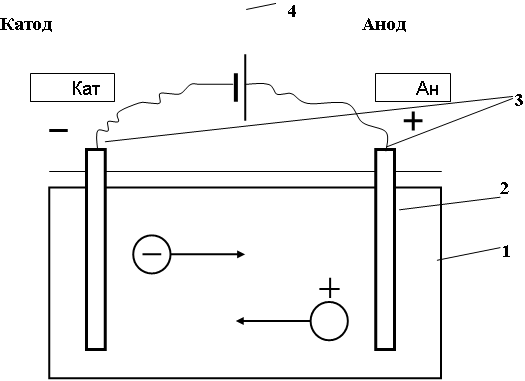
- затрудняюсь ответить.

**Укажите, пожалуйста, свой возраст:**

- мне 9-10 лет; - мне 30-45 лет. ***Спасибо за участие в опросе!***

**Приложение 4**

**Общая схема электролизера**

****

# 1 - электролитическая ячейка,

# 2 - раствор (расплав) электролита,

# 3 - электроды,

# 4 - источник тока