Региональная конференция по научно – техническому творчеству школьников

«Лабиринты науки»

секция Техника

Исследовательский проект «Энергия соленой воды»

Работу выполнил: Петров Владислав, ученик 8 «В» класса

МБОУ Некрасовской СОШ п. Некрасовское

Руководитель: Глазкова Светлана Борисовна,

учитель физики МБОУ Некрасовской СОШ

Г. Ярославль, 2021

Содержание

1. Введение……3
2. Знакомство с поселком Некрасовское……3
3. Проводимость тока в соленой воде……4
4. Солевой топливный элемент……...4
5. Применение соленой воды……..5
5.1 Автомобиль, работающий на соленой воде……...5
5.2 Водородное топливо из морской воды……...5
5.3 Солевая энергетика……...6
6. Практическая часть……...7
6.1 Исследование воды из соляного источника поселка Некрасовское……7
6.2 Исследование зависимости силы тока от массы соли, растворенной в воде……..7
6.3 Использование воды различной температуры для автомобиля, работающего на солевом топливном элементе……8
6.4 Исследование количества полученной энергии от вида материала электродов……8
6.5 Сборка фонарика, работающего на соленой воде…….
7. Заключение……...9
8. Вывод……9
9. Список литературы и источников информации……...9
10. Приложения……10

1. **Введение**

Сегодня большая часть потребляемой нами электроэнергии вырабатывается на далеко не самых безопасных с точки зрения экологии электростанциях. И, несмотря на успехи в области использовании солнечной энергии, введение в эксплуатацию новых технологий в области добычи электричества остается трудоемким и ресурсозатратным процессом. Но в скором времени все может измениться благодаря новому методу — получению электроэнергии из соленой воды.

Мой поселок Некрасовское издавна знаменит солеными водами, бьющими из-под земли. В правой пойме реки Волга, вблизи устья реки Солоница, у Николо-Бабаевского мужского монастыря находится минеральный (соленый, соляной) источник. Вода скважины сильно минерализована. Я решил исследовать можно ли использовать эту соленую воду в качестве источника электрической энергии.

Актуальность работы: Получение электрической энергии за счет возобновляемых природных источников. Такой источник есть у нас в поселке Некрасовское – соляной источник. Построение небольшой станции на этом источнике для обеспечения электрической энергии нашего поселка. Солевые генераторы более эффективны и технически — их работа не зависит от времени суток и сезона, а уровень солёности воды — практически постоянен. (Приложение 1)

Цель работы: Получение энергии из соленой воды

Задачи:

1. Вычислить массовую долю соли из воды, взятой из соляного источника поселка Некрасовское.
2. Установить зависимость силы тока от концентрации соли в растворе, от температуры жидкости, от рода материала электродов.
3. Использовать полученную энергию на топливном элементе для работы светодиодного модуля, электровентилятора, автомобиля.
4. Собрать устройство, работающее на соленой воде.

Методы исследования: наблюдение, сравнение, измерение, обобщение, анализ.

2. **Знакомство с поселком Некрасовское**

Поселок Некрасовское Ярославской области расположенный на реке Солоница и в прошлом называемый – посад Большие Соли, а еще раньше - Соль Великая. Издавна знаменит солеными водами, бьющими из-под земли. С XII по XVI века это был крупнейший центр солеварения Руси. В Больших Солях в период расцвета посада было не менее 20 солеваренных заводов, одна из солеварен была Царская, соль, с которой доставлялась прямо на царский стол. Добыча соли проводилась на острове (до сих пор называется соляным). Источников соленой воды на протяжении всей реки Солоницы великое множество. До сих пор на поверхность реки выходят соляные источники, раствор солей которых смешивается с водой, и поэтому вода в реке является подсоленой. В настоящее время на базе соляных источников действуют пользующиеся популярностью здравницы: «Большие Соли», «Малые Соли», «Золотой Колос».(3)

В правой пойме реки Волга, вблизи устья реки Солоница, у Николо-Бабаевского мужского монастыря находится минеральный (соленый, соляной) источник. Высота по Б.С. - 89,5 м, высота водораздела - 108 м. Металлическая труба скважины поднимается над поверхностью земли на 15 см. Скважина имеет слабый напор, уровень воды на срезе стальной трубы диаметром 500 мм, при откачке медленно восстанавливается. Устье скважины облицовано тротуарной плиткой. Вода пузырится. Координаты GPS: N 57°41.792' E 40°20.376'. По составу солей и лечебным

свойствам большесольская вода хлоридно-сульфатная. Именно такой и является «бабаевская», которая сопоставляется с солигалической и старорусской водами, известными своим благотворными воздействиями на организм. (приложение 3) Вода скважины сильно минерализована - сухой остаток составляет 142536,0 мг/л, преобладают ионы хлоридов - 86000 мг/л, кальция (4308,6 мг/л), магния (2553,6 мг/л) и сульфатов (2200 мг/л). Вода относится к классу хлоридных. (2)

3. **Проводимость тока в соленой воде**

В жидких веществах причиной появления электричества являются ионы. Когда они начинают под действием электрического поля упорядоченно двигаться, возникает ток. Абсолютно чистая вода – это нейтральная молекула, диэлектрик, и ток она не проводит. Если добавить в воду соль какого-либо металла, то образуются ионы и жидкость станет проводником. Поваренная соль – твёрдый полярный диэлектрик. Под действием растворителя – воды происходит расщепление молекул соли NaCl на отдельные ионы Na^+ и Cl^-. Чем больше солей растворится, тем большей проводимостью станет обладать вода. Происходит это потому, что молекула воды полярная. Она притягивается к молекуле соли и разрывает ее на части. Так образуются ионы. Проводимость зависит не только от концентрации соли, но и от ее вида. Чем тяжелее ионы, тем они менее подвижны. И чем больше их заряд, тем больше сила тока. Электропроводность зависит от ряда факторов: концентрации заряженных частиц, состава и природы ионов, температуры жидкости.

При повышении температуры электропроводность воды существенно возрастает по причине роста скорости ионов, снижения их сольватированности и уменьшения показателей вязкости. При этом рост проводимости, связанный с увеличением концентрации катионов и анионов, наблюдается только до определенного предела. Достигнув максимума, она начинается уменьшаться, что обусловлено усилением взаимодействия заряженных частиц между собой и снижением степени диссоциации.

Для осуществления процесса электролиза в раствор или в расплав помещают два электрода, подключённых к противоположным полюсам источника тока. В качестве электродов чаще всего используется металл или графит, так как эти материалы пропускают электрический ток. Под действием электричества электрод, подключенный к отрицательному полюсу, становится катодом, а электрод, соединённый с положительным полюсом, превращается в анод. Катод и анод притягивают противоположные ионы: к катоду направляются положительно заряженные катионы, к аноду – отрицательно заряженные анионы.

Хлор Cl^- приводит к быстрой коррозии металлического анода. Учёные разработали специальные электроды, который могут противостоять агрессивном условиях в процессе электролиза морской воды. Анод, а именно токоприёмник сделали из пористого никеля, который покрыли дешёвым, но высокоактивным катализатором на основе никеля и железа. (1)

4. **Солевой топливный элемент**

Солевой топливный элемент работает за счет воздуха и пластины, сделанной из магния. Электроэнергия вырабатывается в ходе двух химических реакций, протекающих в двух различных в двух различных областях топливного элемента. Первая реакция протекает на пластине, которая называется анодной. На этой стороне, вода вступает в реакцию с магнием, в результате которой выделяются ионы водорода и гидроксида магния, а также свободные электроны. В другой части топливного элемента (на катоде), кислород, содержащийся в воздухе, проходящем через стенки элемента, вступает в реакцию с водой и образует ионы гидроксида.

Данная реакция возможна только при поступлении дополнительных электронов. Таким образом, в ходе протекания реакции, свободные протоны, получившиеся на аноде, привлекаются катодом за счет разности потенциалов. Если топливный элемент подключен в электрическую

цепь, то свободные электроны поступают внутрь и достигают катода, тем самым обеспечивая протекание второй реакции. Уравнения окислитель-восстановительных реакций: $Mg + 2\ H_2O \rightarrow Mg(OH)_2 + 2H_+ + 2\ e^-$

$½\ O_2 + H_2O + 2\ e^- \rightarrow 2\ OH^-$

$2\ Mg + O_2 + H_2O \rightarrow Mg(OH)_2$.

Соль в воде выступает в роли катализатора. Соль ускоряет ход реакции между Mg и водой. (7)

5. **Применение соленой воды**

В промышленности морская вода используется при производстве ряда продуктов, охлаждении агрегатов, обогащении полезных ископаемых, транспортировке сырья и отходов, в качестве питательной воды в парогенераторах, для поддержания пластового давления на нефтегазопромыслах и т. д. Круг ее применения непрерывно расширяется. Промышленные предприятия Одесской и Крымской областей уже теперь покрывают свои потребности в воде за счет морской на 33-35%, а отдельные предприятия - до 99,4%. Чаще всего морская вода используется как теплоноситель при охлаждении продукта или конструкций агрегатов. Морской водой охлаждаются ядерные реакторы Ленинградской, Крымской, Шевченковской АЭС. (8)

5.1 Автомобиль, работающий на соленой воде

Компания, Nanoflowcell утверждает, что разработала первый электрический автомобиль, который работает на соленой воде, автомобиль одобрен для тестирования на дорогах общественного пользования в Германии и ЕС. На создание спортивного четырехместного авто, размеры которого составляют примерно 5,25 метра в длину, ушло 14 лет. Создатели говорят, что это совершенно новый вид системы хранения энергии, который называется Nanoflowcell. Автомобиль способен развивать скорость до 350 км/ч и разгоняться от 0 до 100 км/ч за 2.8 секунды, а расстояние 600 километров может преодолеть с баком полным топлива изготовленного из водного раствора соли.

Технология запатентована и держится в тайне, доступно лишь краткое описание, предоставленное компанией: «электрохимическая реакция создается путем объединения двух жидкостей с металлическими солями, действующими в качестве электролита. Эти растворы перекачивают через топливный элемент, где расположены анод или катод, при этом вырабатывается электричество, которое затем направляется на установленные в автомобиле суперконденсаторы. По сравнению с традиционной технологией, один литр соленой жидкости содержит в 400 раз больше энергии, чем обычный свинцово-кислотный аккумулятор». В задней части автомобиля расположены 2 независимых резервуара, емкость которых составляет 200 литров, они предназначены для электролитов. Какой жидкостью наполняются резервуары nanoFLOWCELL не раскрывает, но называют ее «солёная вода». Электролиты при помощи насосов подаются в камеру со специальной тонкой ионообменной мембраной, в результате чего вырабатывается электричество. Энергию получают суперконденсаторы, которые очень быстро отдают заряд, это обеспечивает потрясающую динамику разгона. В качестве процесса заправки служит слив отработанного электролита и последующая замена новым. Однако использованный электролит после перезарядки может быть использован повторно. Эффективность этой системы достигает 80 процентов, поскольку машина с ней практически не имеет движущихся частей, а генерируемое избыточное тепло несущественно по сравнению с автомобилями, использующими литий-ионные батареи. (Приложение 3)

5.2 Водородное топливо из морской воды Группа ученых из Стэнфорда разработала простую систему электролиза, которая может напрямую разлагать на водород и кислород даже соленую воду и при этом живет на удивление долго! Благодаря исследователям из Стэнфорда, уже

в ближайшем будущем может появиться новый универсальный рецепт водородного топлива: соленая вода, солнечная энергия и пара электродов. Ученые разработали доказательство концепции отделения водорода от кислорода в морской воде с помощью электричества. (1)

5.3 Солевая энергетика

Солевая энергетика находится лишь в начале своего технологического развития, у неё уже есть очевидные перспективы. В основу солевой генерации положен естественный процесс, называемый осмосом. Движение частиц осуществляется из зоны с большим количеством молекул воды в среду с солевыми примесями. Перетекание молекул пресной воды W1 в соленую воду W2 под действием осмотического давления через полупроницаемую мембрану создает более низкий уровень в правой половине сосуда. Теоретически разность уровней может достигать 270 метров. (Приложение 2)

Перепады солёности возможны в ряде случаев, в том числе при контакте моря с более пресными водами — реками. Классический принцип солевой генерации предусматривает обустройство проницаемой для ионов мембраны между пресным и солёным растворами. При этом частицы пресного раствора будут переходить через мембрану, давление солёной жидкости повышается и компенсирует осмотические силы. Так как в природе поступление пресной воды в реках постоянно, то движение ионов будет стабильным, поскольку разница давлений не изменится. Последняя приводит в действие гидротурбины генераторов и производит таким образом энергию. (Приложение 2)

В 2001 году компания Statkraft построила экспериментальную осмотическую установку с площадью мембран в 200 м^2. На возведение станции ушло около $20 млн. Объект построили в городе Тофте. Базой для строительства послужила инфраструктура бумажного комбината Södra Cell Tofte. Мощность генератора оказалась более чем скромной — станция производит максимум 4 кВт энергии, чего достаточно лишь для работы двух электрочайников. В перспективе планируется нарастить мощностной показатель до 10 кВт.

В 2014 году запустили электростанцию на солевой генерации энергии на мембранной технологии в нидерландском Афслёйтдейке. Начальная мощность объекта составила 50 кВт, по непроверенным данным, она может быть наращена до десятков мегаватт. Станция, построенная у побережья Северного моря, в случае развития проекта сможет удовлетворять потребности в энергии 200 тыс. домохозяйств.

По мнению отечественных специалистов, строительство осмотической станции в зоне впадения Волги в Каспийское море может быть вполне реализуемым проектом. Уровень расхода воды в устье реки составляет 7,71 тыс. кубометров в секунду, при этом потенциальная мощность солевой генерации будет колебаться в пределах 2,83 ГВт. Мощность станции, использующей 10% речного стока, составит 290 МВт. Развитая хозяйственная деятельность в регионе, обилие фауны и флоры в дельте Волги в некоторой степени осложнит проект строительства станции — потребуется возведение ряда инженерных сооружений, каналов для пропуска рыбы и водоразделов.

В ценовом сегменте осмотические станции имеют явное преимущество перед остальными видами альтернативной энергетики. В отличие от ветряных и солнечных станций, солевые генераторы более эффективны и технически — их работа не зависит от времени суток и сезона, а уровень солёности воды — практически постоянен.

Процесс генерации энергии из солёности воды не сопровождается шумовыми эффектами. Для запуска станций не приходится изменять ландшафт. У них нет выбросов, отходов или каких-то испарений, в связи с чем такие станции могут устанавливаться в том числе непосредственно в городах.

Несмотря на ряд очевидных преимуществ, солевая энергетика имеет и определённые недостатки, связанные в первую очередь с несовершенством имеющихся технологий: создание высокопродуктивных надёжных и недорогих мембран, эффективных фильтров, поскольку поступающая на осмотическую электростанцию вода должна тщательно очищаться от органики, забивающей каналы, предназначенные для прохождения ионов. (9)

6. Практическая часть

6.1 Исследование воды из соляного источника поселка Некрасовское

1. Определение плотности жидкости. Плотность вычислил по формуле: ρ= m: V, ρ=1,08^{+}. 0,02 г/см^3
2. Определение массовой доли соли в растворе.
   1) На весах взвесил пустую фарфоровую чашечку
   2) Взвесил фарфоровую чашечку с соленой водой массой 100 г
   3) Выпарил воду и охладил чашечку, масса образовавшейся соли 12,3 г.
   4) Взвесил фарфоровую чашечку с солью.
   5) Вычислил по формуле: $\omega = (m_{соли}/m_{раствора})\cdot 100\%$, ω=10 %
3. Определение в исследуемой жидкости сульфатов, хлоридов, нитритов, Fe.

1) Наличие хлоридов я обнаружил в результате добавления в исследуемую жидкость нескольких капель 10% $AgNO_3$, в пробирке образовалась белая муть, что свидетельствует о наличии в данной жидкости хлоридов.
2) Наличие сульфатов я обнаружил в результате добавления к 10 мл исследуемой жидкости раствора хлорида бария по выпадению белого осадка.
3) Наличие железа обнаружил при окрашивании раствора в ярко-красный цвет, добавляя 1 мл соляной кислоты, 2 кристалликов персульфата аммония и нагревания в течение 10 мин.
4) Наличие нитритов (солей азотистой кислоты) обнаружил при окрашивании раствора в синий цвет, добавляя в 10 мл раствора 2 капли H_2SO_4, 3 капли KI, 3 капли крахмального клейстера.

3. Вывод: Исследуемая вода содержит не только много N_a Cl, но и сульфаты, хлориды, нитриты, железо. Таким образом, воду следует отнести к классу сульфатно-хлоридным, плотность 1,08 г/см^3, что превышает плотность обычной воды, содержит соль 12,3 г на 100 г воды.

6.2 Исследование зависимости силы тока от массы соли, растворенной в воде

Приборы и материалы: Расширенный комплект Horizon Energy Box, солевой топливный элемент, анодная пластина из магния, основание для ТЭ, провода, серный стакан, шприц, дистиллированная вода, соль, электронные весы, мультиметр, электрическая плитка.

Ход выполнения эксперимента:

1. У солевого топливного элемента снять анодную пластину. Катод установить в основание ТЭ.
2. Приготовить солевые растворы с концентрацией 10%, 20%, 30%.
3. Нагреть полученные растворы до температуры 90 ^{0} С на плитке, затем заполнить катод, анодную пластину закрепить в катоде.
4. Проделать опыт с водой из соляного источника п. Некрасовское.
5. При помощи мультиметра измерить значения выходного тока и напряжения на топливном элементе.
6. Вычислить мощность топливного элемента при разной концентрации соли в воде по формуле: P = I• U. (5) Результаты занес в таблицу 1. (Приложение 5, 6)

Таблица 1 **З**ависимость силы тока от массы соли, растворенной в воде

№ опыта	Масса соли в растворе, г	Концентрация соли (%)	Сила тока (I), А	Напряжение (U), В	Мощность (P), Вт
1	5	10	0,56	1,54	0,862
2	10	20	0,65	1,52	0,988
3	15	30	0,74	1,48	1,095
4 вода из соляного источника	12,3	10	0,7	1,5	1,05

Вывод: Серия опытов показала, что сила тока через раствор соли имеет прямо пропорциональную зависимость от массы соли, растворенной в воде. Мощность топливного элемента прямо пропорциональна концентрации солевого раствора. Мощность ТЭ, работающего на воде из соляного источника сравнима с мощностью концентрации 30 %.

6.3 Использование воды различной температуры для автомобиля, работающего на солевом топливном элементе

Ход выполнения эксперимента

1. Приготовить водный раствор соли с концентрацией 30%.
2. Нагреть полученный раствор до 90 ^{0} С.
3. Наполнить топливный элемент жидкостью, ТЭ установить на автомобиль и соединить проводами соответствующие разъемы.
4. Измерить время движения автомобиля на расстоянии 5 м.
5. Проделать опыты с раствором в 70 ^{0} С.
6. Вычислить скорость движения автомобиля по формуле: U =S : t, результаты занести в таблицу 2.

Таблица 2 Зависимость скорости движения автомобиля от температуры водного раствора соли

№ опыта	Температура раствора, ^{0}С	Расстояние, м	Время движения, с	Скорость, м/с
1	90	5	19,37	0,26
2	70	5	26,05	0,19

Вывод: Температура влияет на эффективность протекания реакции и на количество, получаемой энергии. Чем выше температура, тем больше энергия, следовательно, выше скорость движения тела.

6.4 Исследование количества полученной энергии от вида материала электродов

Приборы и материалы: электроды из магния, меди, цинка одинакового размера 55 χ 45 мм, вода из соляного источника, термометр, плитка, мультиметр, часы.

Ход выполнения эксперимента

1. Воду из соляного источника нагрел до температуры 90 ^{0} С. Заполнил топливный элемент на ¾ объема. В качестве анода использовать медь, цинк, магний.
2. Соединить с помощью проводов большой электромотор с топливным элементом.
3. Измерить мультиметром значения выходного тока и напряжения на топливном элементе.
4. Измерить время работы электромотора до полной остановки.
5. Вычислить количество выделенной энергии на топливном элементе с разными электродами по формуле: Q = P • t. (4) Результаты занести в таблицу 3.

Таблица 3 Зависимость полученной энергии на топливном элементе от вида материала электрода.

№ опыта	Вид материала	Сила тока, А	Напряжение, В	Мощность, Вт	Время работы, с	Количество энергии, Дж
1	медь	0,12 мА	0,3	0,036 мВт	Не работал	
2	цинк	0,15	0,3	0,045	Не работал	
3	магний	0,7	1,5	1,05	22000	23310

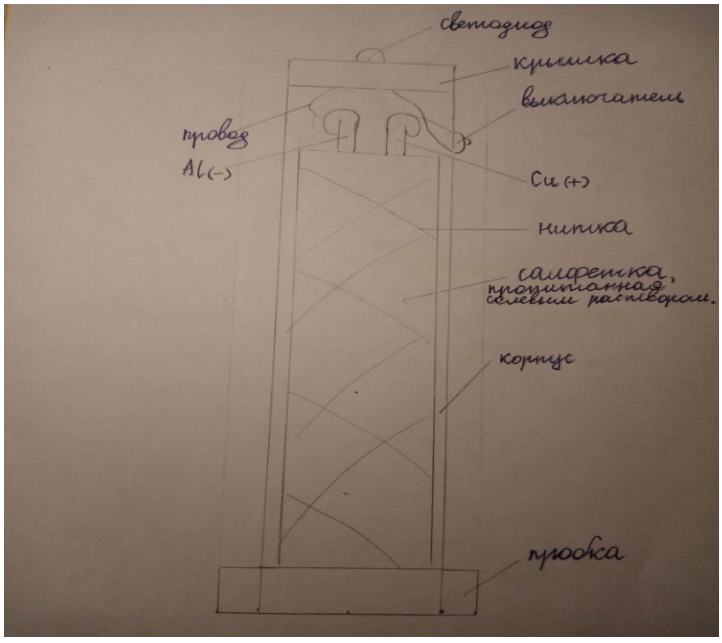
Вывод: Получил электрическую энергию из соленой воды, взятой из соляного источника поселка Некрасовское. От материала электродов зависит количество полученной энергии на ТЭ. С медным электродом электромотор не работал, с цинковым – не работал, но светодиодные лампочки горели, с электродом из магния электромотор работал 6 ч 10 мин, закончилась жидкость в ТЭ.

6.5 Сборка фонарика, работающего на соленой воде

Приборы и материалы: медная и алюминиевая проволока, пластмассовый корпус, выключатель, нитки, соль, вода, пробка, светодиодная лампочка, весы, паяльник, мультиметр.

Х од работы:

1. Начертил схему фонарика.
2. Получил солевой раствор: 3 ст. ложки на 100 мл воды.
3. Собрал устройство по схеме.



Вывод: Собранный фонарик работал – я достиг цели исследования: получил электрический ток из соленой воды. (Приложение 7)

7.Заключение

Впадение рек в море или океан можно использовать для извлечения значительной энергии, которая диссипируется (рассеивается) вследствие смешивания пресной и соленой воды. Если удастся в течении ближайшего десятилетия решить проблему мембран для осмотических станций, то новый источник энергии займет ведущее место в обеспечении человечества экологически чистыми энергоносителями. В отличие от энергии ветра и солнца, установки прямого осмоса могут работать круглые сутки и не зависят от погодных условий.

Воду из соляного источника можно использовать для получения электрической энергии, применяя в качестве электрода магний, не нагревая раствор. Электромотор проработал на воде 90 ^{0}С в течение 6 ч 10 мин, при 23 ^{0}С примерно такое же время. За время работы «пострадал» электрод – сильный налет на одной стороне, в дальнейшем он может разрушится. Данное

устройство могло бы и дольше вырабатывать энергию, имея большие размеры топливного элемента и подачу соленой воды в резервуар топливного элемента.

8.Выводы:

1. Концентрация соли в жидкости из соляного источника поселка Некрасовское равна 10%.
2. Сила тока прямопропорциональна концентрации раствора соли в воде, также она зависит от температуры жидкости и вида материала электродов.
3. Соленую можно использовать в виде топлива для работы светодиодов, электромотора, автомобиля.
4. Собранное устройство доказывает, что из соленой воды можно получить энергию.

9. Список литературы и источников информации

1. Глинка Н.Л., Общая химия,1999 г
2. Департамент АПК, охраны окружающей среды и природопользования Ярославской Области сайт http://rodniki.yarnet.ru/
3. Епишин А.В., Асташкин С.И., Разживин В.А. Слово о земле Большесольской. – издательство «Диар», 2001
4. Касьянов В.А. «Физика 10. Профильный уровень» М.: Дрофа, 2013г.- 428с.
5. Перышкин А.В. «Физика 8» М.: Дрофа, 2013г. – 237с.
6. Сорокин А.В., Торгашина Н.Г., Ходос Е.А., Чиганов А.С. «Физика: наблюдение, эксперимент, моделирование», М.: Бином, 2006г.-199с.
7. Расширенный комплект Horizon Energy Box. Методическое пособие
8. www.leonardo-energy.org 05.11.2021
9. https://oko-planet.su/science/sciencenews/375285-osmoticheskaya-elektrostanciya-alternativnaya-energiya-iz-morskoy 10.11.2021

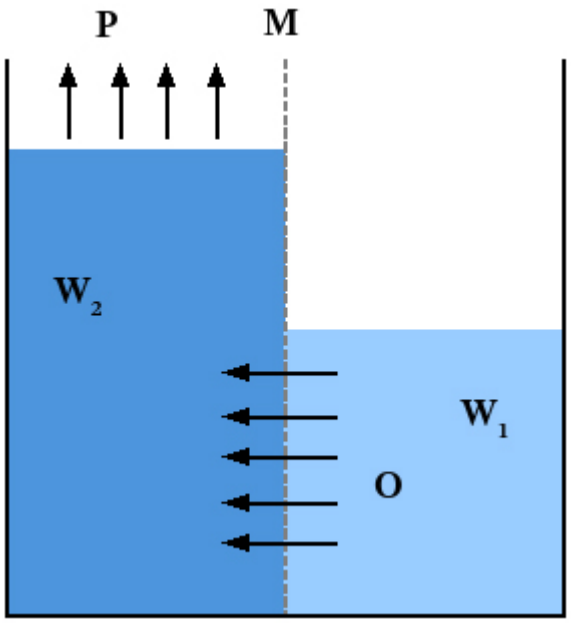
10. Приложения

Приложение 1 Соляной источник в поселке Некрасовское





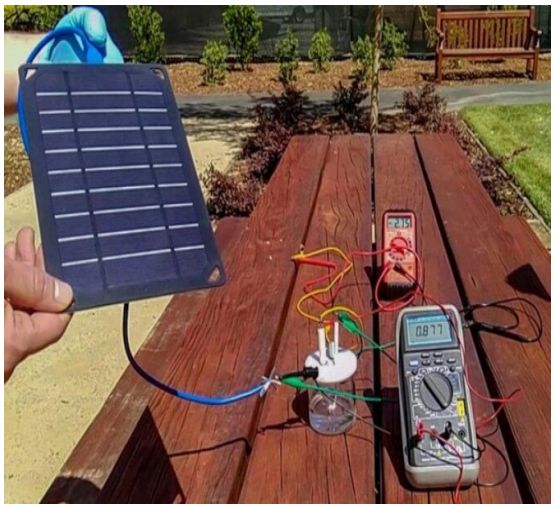
Приложение 2 Солевая генерация, называемый осмос.

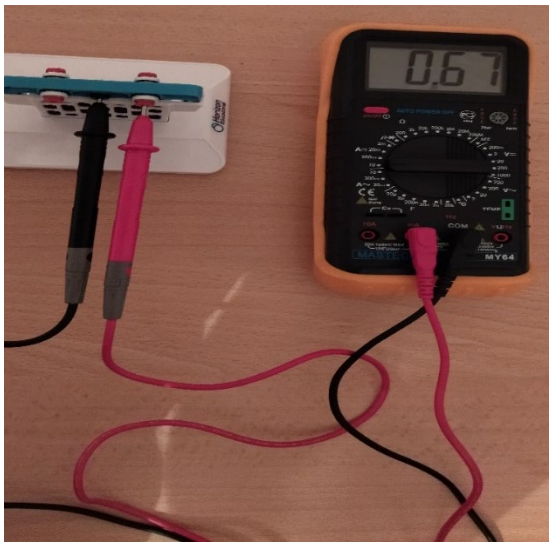


Приложение 3 Автомобиль, работающий на соленой воде

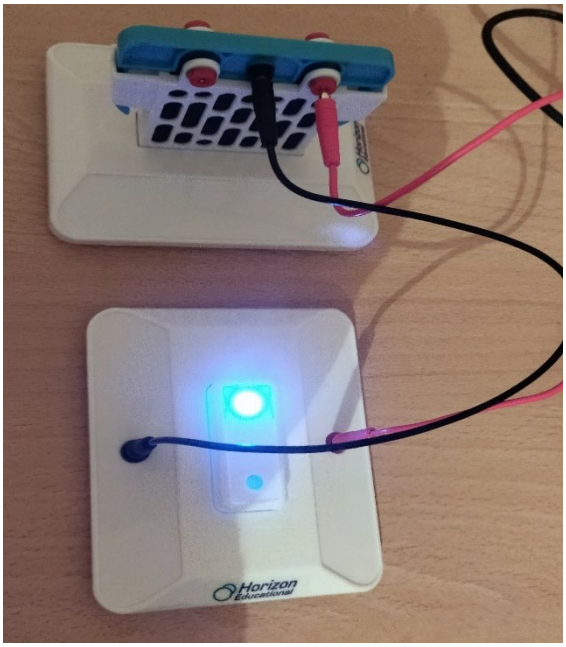


Приложение 4 Получение водородного топлива из морской воды





Приложение 6 Доказательство, получения энергии из соленой воды



Приложение 7 Собранный фонарик

