



H₂ Эко-мобиль

Автомобиль на топливном элементе

Как работает топливный элемент? Как он может вырабатывать водород? Этот набор познакомит с этой захватывающей темой. Топливный элемент можно использовать для привода автомобиля, собираемого из этого набора, а в сочетании с набором «Экологическая энергетика» можно создавать дополнительные модели.

Правила безопасности

- Прочитайте эту инструкцию до начала экспериментов, следуйте указаниям и держите её наготове, чтобы обратиться к ней при необходимости.
- Храните набор в недоступном для маленьких детей месте.
- Нельзя удалять защитный диод между контактами топливного элемента!
- Не допускайте короткого замыкания контактов топливного элемента (опасность взрыва)!
- Топливный элемент может работать только с постоянным напряжением до 3 В. Категорически запрещается подключать другое напряжение, например 9-вольтовые источники питания fischertechnik.
- Слишком высокое напряжение или короткое замыкание могут повредить мембрану топливного элемента.
- Нельзя производить электричество и водород для каких-либо других целей, кроме тех, которые указаны в инструкции по эксплуатации.
- Нельзя производить и/или накапливать больше водорода, чем вмещает накопительный цилиндр (около 20 мл).
- Не допускайте длительную зарядку топливного элемента.
- Топливный элемент можно использовать только для работы с моделями fischertechnik.

Принцип действия топливного элемента

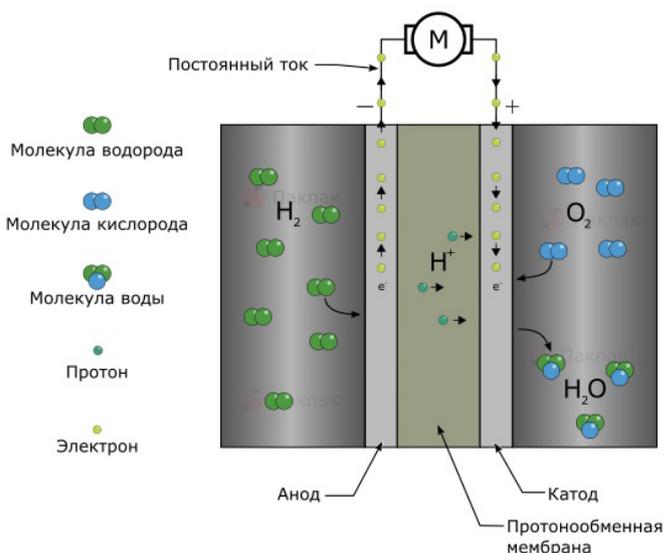
В топливном элементе химическая энергия топлива (например, водорода) преобразуется в электрический ток. То есть топливный элемент является не накопителем, а преобразователем энергии. Топливные элементы могут использоваться, например, для привода автомобилей или для тепло- и электроснабжения зданий.

Топливный элемент состоит из двух электродов (анода и катода), разделённых между собой протонообменной мембраной (мембрана обеспечивает проводимость протонов, но не электронов). Электроды обычно изготовлены из металла или углерода. Они покрыты катализатором – платиной или палладием.

В топливном элементе водород и кислород вступают в реакцию с водой. В результате этой реакции между электродами образуется электрическое напряжение, от которого может, например, работать электродвигатель.

В данный набор входит так называемый обратимый топливный элемент. Это значит, что он может выполнять следующие две функции:

- С одной стороны обратимый топливный элемент может использоваться как электролизёр для производства водорода и кислорода из дистиллированной воды. Этот процесс называется электролиз. Водород и кислород скапливаются в накопительных цилиндрах.
- С другой стороны обратимый топливный элемент может вырабатывать электроэнергию в результате реакции накопленного водорода с кислородом.



Заполнение топливного элемента дистиллированной водой

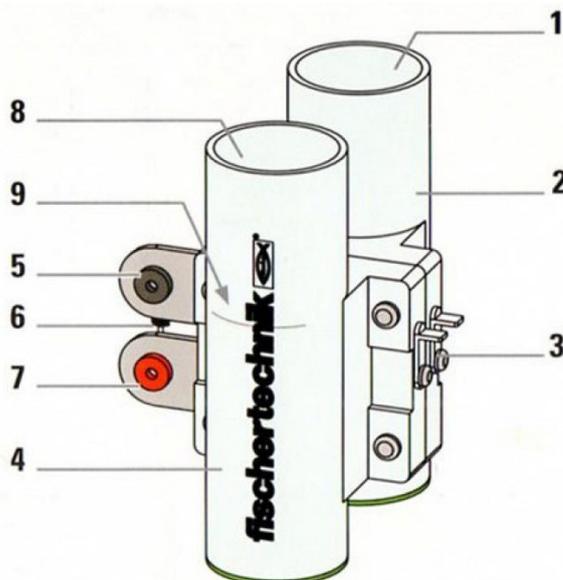
- 1 — Переливная камера на стороне водорода
- 2 — Накопительный цилиндр водорода
- 3 — Заглушки воздуховыпускных каналов
- 4 — Накопительный цилиндр кислорода
- 5 — Отрицательный контакт (чёрный)
- 6 — Защитный диод
- 7 — Положительный контакт (красный)
- 8 — Переливная камера на стороне кислорода
- 9 — Отметка уровня заполнения

Установите топливный элемент на плоскую поверхность. Выньте обе заглушки (3) воздуховыпускных каналов. Заполните оба накопительных цилиндра дистиллированной водой до отметки (9).



Осторожно!

Водопроводная вода и другие жидкости причиняют мембране непоправимый вред! Используйте дистиллированную воду.



При заполнении водой воздух в топливном элементе выходит через воздуховыпускные каналы. Слегка постучите топливным элементом о стол, чтобы вода лучше обтекала мембрану и токосъёмные металлические пластины.

Добавьте ещё немного воды так, чтобы вода вытекала из воздуховыпускных каналов и одновременно в переливных камерах достигла отметки уровня заполнения.

Теперь можно закрыть воздуховыпускные каналы заглушками. Следите, чтобы в накопительных цилиндрах не было воздуха (небольшие пузырьки можно не принимать в расчёт).

Если топливный элемент давно не использовался, то подождите около 10 минут, чтобы мембрана достаточно пропиталась водой.

Производство водорода и кислорода (электролиз)

Топливный элемент должен питаться постоянным напряжением в пределах от 1,8 до 3 Вольт.



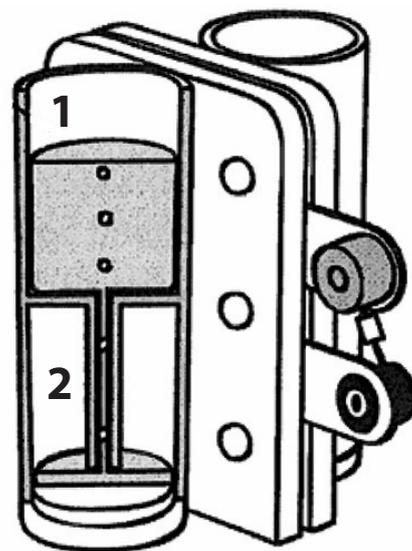
Осторожно, возможно повреждение элемента!

Высокое напряжение может привести к разрушению мембраны. Топливный элемент ни в коем случае нельзя подключать к 9-вольтовым источникам питания fischertechnik.

Подключите прилагаемый источник питания 3 В, соблюдая полярность, к топливному элементу, который уже залит дистиллированной водой, и подключите источник питания 3 В к розетке.

Как только будет протекать достаточный ток, начнётся производство водорода и кислорода. Газы будут скапливаться в соответствующих накопительных цилиндрах, вода будет вытесняться в переливные камеры, расположенные над цилиндрами. Топливный элемент будет полностью «заряжен», когда вся вода из накопительного цилиндра водорода (2) будет вытеснена в находящуюся над ней переливную камеру (1). Этот процесс займет около 2–3 минут, после чего вы можете отсоединить топливный элемент от источника питания. Это остановит производство водорода и кислорода.

Совет: чтобы достичь максимальной мощности вашего топливного элемента, надо удалить весь воздух из топливного элемента. Для этого продолжайте вырабатывать водород до тех пор, пока вся вода не будет вытеснена из накопительного цилиндра кислорода в переливную камеру над ним.



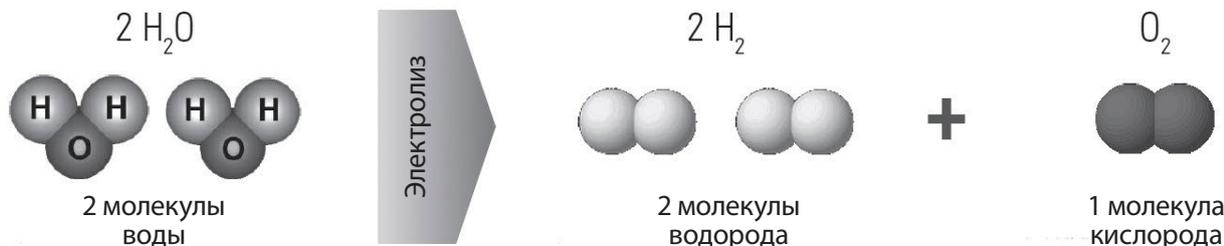
Опыт 1

Начните вырабатывать водород. Наблюдайте за количеством вытесняемой воды в обеих переливных камерах.

Что вы наблюдаете?

Водорода производится в два раза больше, чем кислорода. Почему?

Вода (H_2O) представляет собой соединение водорода (H_2) и кислорода (O_2). Это соединение называется молекулой воды. Такая молекула состоит из двух атомов водорода и одного атома кислорода. Когда при электролизе молекулы разделяются, то образуется в два раза больше молекул водорода, чем кислорода.



Когда в накопительных цилиндрах есть водород и кислород, они вступают в реакцию друг с другом и генерируют электрическое напряжение на разъёмах от 0,5 до 0,9 В. Топливный элемент вырабатывает ток 600 мА и имеет номинальную мощность 300 мВт.

Опыт 2

Подключите прилагаемый двигатель к разъёмам топливного элемента.

Что вы наблюдаете?

Мотор начинает вращаться. Он приводится в действие электрической энергией, вырабатываемой топливным элементом.

Автомобиль на топливных элементах

Транспортные средства на топливных элементах – это транспортные средства, использующие электродвигатели, для которых необходимая электрическая энергия вырабатывается с использованием топливных элементов из водорода или метанола. За последние несколько десятилетий исследования этого типа приводов значительно расширились. Транспортные средства на топливных элементах начинают конкурировать с электродвигателями с питанием от аккумуляторов. Учитывая недостатки аккумуляторных батарей (цена, срок службы, экономическая эффективность), некоторые производители автомобилей в настоящее время отдают предпочтение топливным элементам как лучшей технологии будущего. Однако внедрению топливных элементов мешает отсутствие инфраструктуры для производства, хранения и заправки водорода.

Опыт 3

Теперь соберите согласно инструкции по сборке автомобиль на топливном элементе. Позвольте автомобилю двигаться прямо и измерьте, как долго он может проехать или какое расстояние он может проехать с «заряженным» топливным элементом. Повторите этот эксперимент после добавления кривой и на разных поверхностях (шероховатой, гладкой и т. д.).

Что вы наблюдаете?

Чем меньше трение, тем быстрее и дальше машина может проехать на одном «баке».

Завершение работы / хранение топливного элемента

Нельзя хранить топливный элемент, заполненный водой. После опытов выньте заглушки и слейте воду. Чтобы слить всю воду, потряхивайте топливный элемент.

Комбинированные модели из наборов Н₂ Эко-мобиль (арт.559880) и Экологическая энергетика (арт.559879)

Задание 1

Постройте ветряную электростанцию с топливным элементом для следующих экспериментов, как описано в инструкции по сборке. Топливный элемент соединяется параллельно солнечным модулям. Он заряжается одновременно с работой ветряной электростанции.

Опыт 1

Наполните топливный элемент дистиллированной водой и поместите модель на солнечный свет или осветите солнечный модуль подходящим источником света (например, лампой накаливания мощностью 100 Вт на расстоянии 30 см).

Что вы наблюдаете?

Ветряная электростанция крутится, в то время как водород и кислород генерируются в топливном элементе. Двигатель и топливный элемент подключены параллельно.

Опыт 2

Теперь дождитесь образования определенного количества водорода, затем накройте солнечный модуль или выключите источник света.

Что вы наблюдаете?

Модель будет работать медленнее, но не остановится. Топливный элемент использует водород. Когда интенсивность света уменьшается, модель работает от топливного элемента. Это обеспечит работу ветряной электростанции даже после захода солнца или если солнце закрыто облаком.

Причина, по которой модель работает медленнее, заключается в том, что топливный элемент выдает более низкое напряжение, чем солнечный модуль. Электродвигатель вращается медленнее, когда на него подается более низкое напряжение.

Задание 2

Постройте ветряную электростанцию с топливным элементом.

Опыт 1

Не нажимайте на кнопочный переключатель.

Что вы наблюдаете?

Топливный элемент получает питание от солнечного модуля. Производятся водород и кислород.

Опыт 2

Теперь дождитесь образования определенного количества водорода, затем накройте солнечный модуль или выключите источник света.

Что вы наблюдаете?

Электродвигатель получает питание от топливного элемента и начинает вращаться, т.е. произведенные кислород и водород используются для выработки тока.

Технические характеристики топливного элемента

Работа как электролизёра	
Рабочее напряжение	2 – 3 В
Рабочий ток	400 – 1500 мА
Макс. скорость пр-ва водорода	8 мл/мин.

Работа как топливного элемента	
Рабочее напряжение	0,5 – 0,9 В
Рабочий ток	600 мА
Номинальная мощность	300 мВт

Общие характеристики	
Рабочая температура	10 – 40 °С
Температура хранения	5 – 40 °С
Объём накопления водорода	20 мл

Устранение неисправностей

Неисправность	Возможная причина	Устранение неисправности
Необычно высокое напряжение при подключении нагрузки к топливному элементу	Налёт на поверхности катализатора	Налёт на поверхности катализатора, который повышает начальное выходное напряжение топливного элемента, исчезает через несколько секунд
Отсутствует или очень медленная выработка водорода	Неправильное соединение между блоком питания и топливным элементом	Проверьте соединения и исправьте при необходимости
	Мембрана топливного элемента слишком сухая	Дайте топливному элементу постоять 30 минут, наполненному дистиллированной водой
Низкая производительность топливного элемента	Мембрана топливного элемента слишком влажная	Вылейте воду из топливного элемента и дайте ему постоять открытым на один день
Модель не движется или движется медленно	Компоненты установлены не в соответствии с инструкцией по сборке	Убедитесь, что подвижные компоненты могут легко перемещаться. Сравните конструкцию модели с инструкцией по сборке.
Автомобиль не движется или едет назад	Мотор не подключён или неправильно подключён к топливному элементу	Проверьте подключение мотора согласно инструкции по сборке