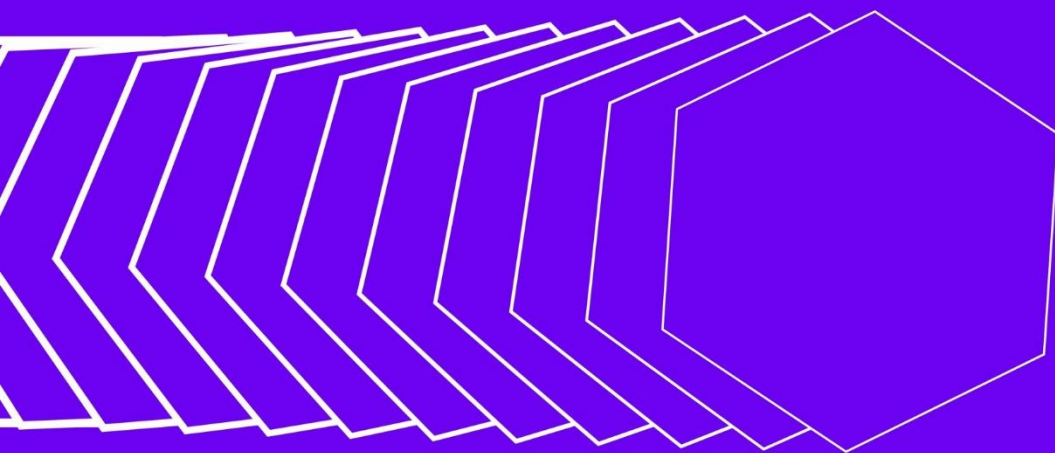




**ОТКУДА БЕРЕТСЯ  
ЭЛЕКТРИЧЕСТВО?**

**ФГБОУ ДО  
ФЦДО**

# **Методическая разработка программного модуля**



**Направление:**  
Нанотехнологии

**Автор:** Зуйкова Виктория Юрьевна,  
старший методист  
методического отдела  
технической направленности

**2022  
Москва**

## КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ПРОГРАММНОГО МОДУЛЯ

Модуль, состоящий из трех занятий, знакомит слушателей с понятием электрической цепи, принципами сборки электрических цепей на простых примерах с использованием подручных материалов, которые на первый взгляд не связаны с электричеством.

Первое занятие модуля посвящено сборке «фруктовой» батарейки с использованием выбранного набора овощей и фруктов, комплекта соединительных проводов и светодиодов.

На втором занятии детям предлагается получить электричество из теста, самостоятельно изготовленного по простому рецепту, с дальнейшей сборкой электрических цепей с его использованием.

Третье занятие отводится на работу с водородным топливным элементом – оборудованием, которое регулярно используется в направлении «Альтернативная энергетика». Устройство и принцип работы водородного топливного элемента разбирается на примере учебного задания и задачи.

**Целевая группа:** обучающиеся в ДТ «Кванториум» по направлениям «Нанотехнологии», «Альтернативная энергетика»; возраст обучающихся: 12 – 15 лет; количество участников в группе: до 12 человек.

**Продолжительность:** 6 ак. часов.

**Цель:** знакомство обучающихся с рядом понятий раздела физики «Электродинамика», основанное на выполнении простых практических экспериментов.

### **Образовательные результаты**

- актуализация предметных знаний по физике и химии;
- знакомство с новыми предметными областями знаний;
- выход за границы школьного предметного знания при изучении тем, не входящих в школьную программу;
- усиление мотивации к обучению.

### **Способ определения результативности**

- педагогическое наблюдение преподавателя за работой обучающегося;
- анализ результатов выполнения каждого модуля;
- проверка и анализ результатов заполнения обучающимися рабочей тетради (Приложение 1).

## УЧЕБНЫЙ ПЛАН

№ п/п	Название занятия	Количество ак. часов			Форма контроля
		Всего	Теория	Практика	
1.	Введение. Химические источники тока. Изготовление «фруктовой» батарейки	2	1	1	Наблюдение, устный опрос, письменный опрос (проверка рабочей тетради)
2.	«Электричество в тесте». Понятия проводник и диэлектрик	2	1	1	Наблюдение, устный опрос, письменный опрос (проверка рабочей тетради)
3.	Водородный топливный элемент	2	1	1	Наблюдение, устный опрос, письменный опрос (проверка рабочей тетради)
	<b>ИТОГО</b>	<b>6</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	

## СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО ПЛАНА

Тема	Содержание	Форма работы	Количество ак. часов	
			Теория	Практика
Введение. Химические источники тока. Изготовление «фруктовой» батарейки	Знакомство с понятием «энергия химических связей». Практическая работа по изготовлению «фруктовой батарейки»	Фронтальная, групповая, индивидуаль ная	1	1
«Электричест во в тесте». Понятия проводник и диэлектрик	Знакомство с понятиями «проводник», «диэлектрик». Практическая работа по изготовлению	Фронтальная, групповая, индивидуаль ная	1	1

	«проводящего теста».			
Водородный топливный элемент	Сборка электрической цепи с водородным топливным элементом. Преобразования энергии	Фронтальная, групповая, индивидуальная	1	1

## ОПИСАНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

### **Занятие 1. Введение. Химические источники тока. Изготовление «фруктовой» батарейки.**

После знакомства с детьми (если это необходимо), поинтересуйтесь, известно ли им, что такое «электричество»? Как вырабатывается электроэнергия и в каком виде хранится? В силу возраста дети, скорее всего, затруднятся ответить на эти вопросы. Необходимо доступным возрастному составу детей языком объяснить, что одним из видов энергии является энергия химических связей и в виде химических связей возможно энергию накапливать и хранить.

#### Изготовление «фруктовой» батарейки.

Для начала попросите каждого из детей собрать одну ячейку «фруктовой» батарейки. Скорее всего, этот шаг придется делать совместно с ними, объясняя принцип сборки. Измерьте напряжение и силу тока в ваших пока небольших цепях с помощью мультиметра. Предложите детям самостоятельно добиться лучших показаний за счёт увеличения количества звеньев цепи, оптимизируйте свойства батарейки. Работая в маленьких группах, дети будут собирать цепи, используя фрукты и овощи на свой выбор. Спросите у детей, у какого фрукта или овоща фиксируется наибольшее напряжение и сила тока? Собрав цепь из нескольких звеньев, подключите к ней светодиод. При достаточной силе тока и напряжении светодиод загорится. В зависимости от результата эксперимента, попросите детей объяснить его. Если светодиод горит, предложите подумать, загорится ли, например, лампочка? Если светодиод не горит, спросите, в чём может заключаться причина? Возможно, в недостаточном количестве звеньев цепи, или в выборе фруктов (овощей), обладающих низкими значениями напряжения и силы тока. Попробуйте устранить причину. После успешного выполнения эксперимента предложите детям рассчитать, сколько фруктов необходимо собрать в одну электрическую цепь, чтобы обеспечить работу простых потребителей электрического тока, например, калькулятора, электронных часов, роутера, лампочки.

В зависимости от темпа работы и от исходных данных обучающихся, может остаться свободное время до конца занятия. В таком случае предлагается рассмотреть влияние внешних факторов на характеристики «фруктовой» батарейки, например, влияние температуры. Для этого можно нагреть собранную батарейку на лабораторной плитке. Также можно попросить детей «сдать» фрукты и затем попробовать объяснить, с чем связано возникающее улучшение свойств батарейки.

## **Занятие 2. «Электричество в тесте». Понятия проводник и диэлектрик.**

На втором занятии предлагается познакомить детей с понятиями проводник и диэлектрик. На первом занятии работа велась с источником тока – «фруктовой» батарейкой. Сейчас предложите обучающимся поработать с проводником тока. Для практической части работы необходимо будет приготовить тесто, способное проводить (и не проводить) электрический ток.

Для работы понадобится следующее оборудование: блок питания, светодиоды, соединительные провода, мультиметр и ингредиенты для двух видов теста.

Для проводящего теста понадобятся:

- 1 чашка муки;
- 1/4 чашки соли;
- 1 столовая ложка растительного масла;
- 1 чашка воды;
- 9 чайных ложек лимонного сока.

Для непроводящего (изолирующего) теста понадобятся:

- 1 чашка муки;
- 1/2 чашки сахара;
- 3 столовых ложки растительного масла;
- 1/2 чашки дистиллированной воды.

Рекомендуется при наличии разноцветных пищевых красителей или флуоресцентной краски добавить их в тесто, эксперимент получится красочнее.

Для приготовления обоих видов теста необходимо смешать все ингредиенты и подогреть на медленном огне до загустения, непрерывно помешивая. После нагрева остудить смесь.

Для начала стоит дать детям самостоятельно поэкспериментировать с полученным материалом. Поинтересуйтесь, могут ли дети объяснить, почему было сделано два вида теста, какую разницу в их свойствах можно ожидать? Объясните, что в отличие от «фруктовой» батарейки, тесто является не

источником тока, а передающей ток средой. Расскажите об источнике тока. Пусть по аналогии с «фруктовой» батареей они попробуют собрать электрическую цепь из обоих видов теста, источника тока и соединительных проводов, комбинируя их различными способами. Далее, предложите детям рассказать, что они наблюдают, и дать объяснения, почему так происходит. Полезно будет воспользоваться практикой мозгового штурма: дети выдвигают гипотезы, почему в части собранных схем светодиод загорается, а в другой части нет. Преподаватель, являясь модератором мозгового штурма, должен корректировать направление творческого мышления коллектива, при необходимости давая пояснения.

Возможный сценарий проведения и объяснения эксперимента:

- Из проводящего теста скатайте жгут и присоедините к нему с помощью проводов источник питания и светодиод. Лампочка в такой электрической схеме не загорится. В упрощенной модели можно считать, что электричество всегда выбирает путь наименьшего сопротивления: ток протекает внутри теста, поэтому светодиод не загорается.
- Если проложить между двумя слоями проводящего теста слой непроводящего – лампочка загорится. В этом случае между полюсами источника оказался слой изолирующего материала, поэтому путь через светодиод стал наиболее выгодным для тока.

После демонстрации свойств имеющихся материалов необходимо объяснить законы, определяющие путь электрического тока в цепи, и дать детям возможность ещё раз скомбинировать элементы цепи уже с пониманием того, как в ней проходит электрический ток.

### **Занятие 3. Водородный топливный элемент**

После проведения двух игровых занятий предлагается перейти к третьему, посвященному изучению водородных топливных элементов. Топливные элементы используются в качестве альтернативного устройства, производящего энергию. С их помощью происходит преобразование химической энергии в электрическую. Изучение работы топливного элемента можно начать с выполнения следующего учебного задания.

#### Использование топливного элемента на основе протонообменной мембраны для обеспечения энергоснабжения светодиодного модуля

Вместе с обучающимися следуйте пошаговой инструкции по сборке электрической цепи.

Шаг 1. С помощью соединительных проводов соедините топливный элемент с основанием топливного элемента. Убедитесь, что провода присоединены к выводам того же цвета (рис.1).

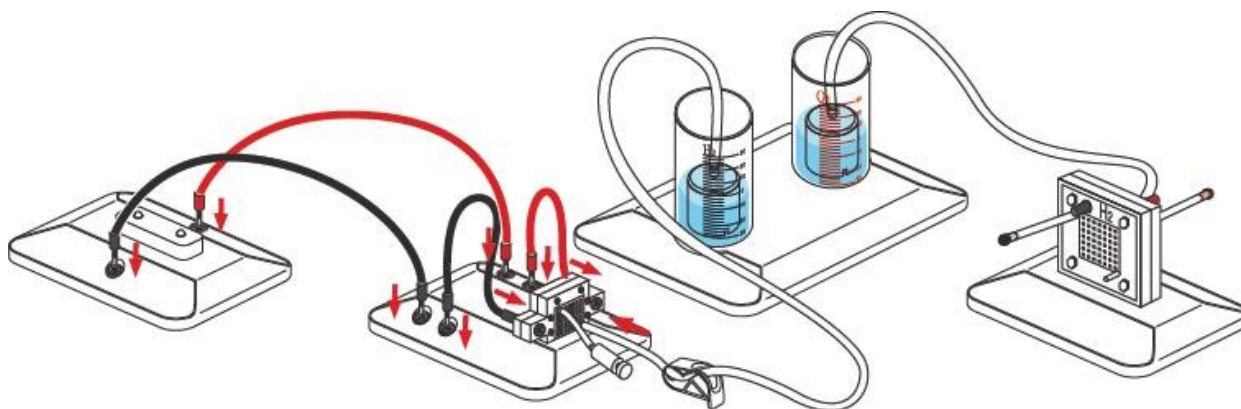


Рис. 1. Соединение модуля топливного элемента с основанием топливного элемента

Шаг 2. Далее тем же путем присоедините светодиодный модуль к основанию. Светодиодные индикаторы на модулях должны начать мигать. В противном случае необходимо выпустить незначительное количество газа через клапан, чтобы обеспечить попадание водорода в топливный элемент. По мере потребления светодиодами электроэнергии топливный элемент будет потреблять водород из баллона, и станет виден расход газа (по изменению уровня воды).

Попросите детей объяснить наблюдаемые процессы. Какие преобразования энергии происходили на всех стадиях эксперимента? При необходимости объясните детям, что химическая энергия перешла в электрическую, которая затем перешла в световую. Попросите их высказать предположения, от чего может зависеть эффективность преобразования энергии на каждой стадии?

После выполнения учебного задания и обсуждения результатов предложите детям решить задачу. Задача составлена на основе задания олимпиады школьников «Ломоносов» по инженерным наукам.

### Задача.

Химические реакции в водородных топливных элементах идут на пористых электродах (аноде и катоде). На аноде водород разделяется на ионы ( $H^+$ ) и электроны в соответствии с реакцией  $H_2 \rightarrow 2H^+ + 2e^-$  (смотри рис.2). Ионы водорода (протоны) мигрируют через мембрану к катоду, где происходит образование молекул воды из протонов, электронов и кислорода (из воздуха) в соответствии с реакцией  $0,5 O_2 + 2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2O + Q$ . Поток электронов при замыкании внешнего контура дает электрический ток, который используется различными потребителями. Какую максимальную силу тока можно получить от такого топливного элемента, если расход водорода составляет 2 л/ч?

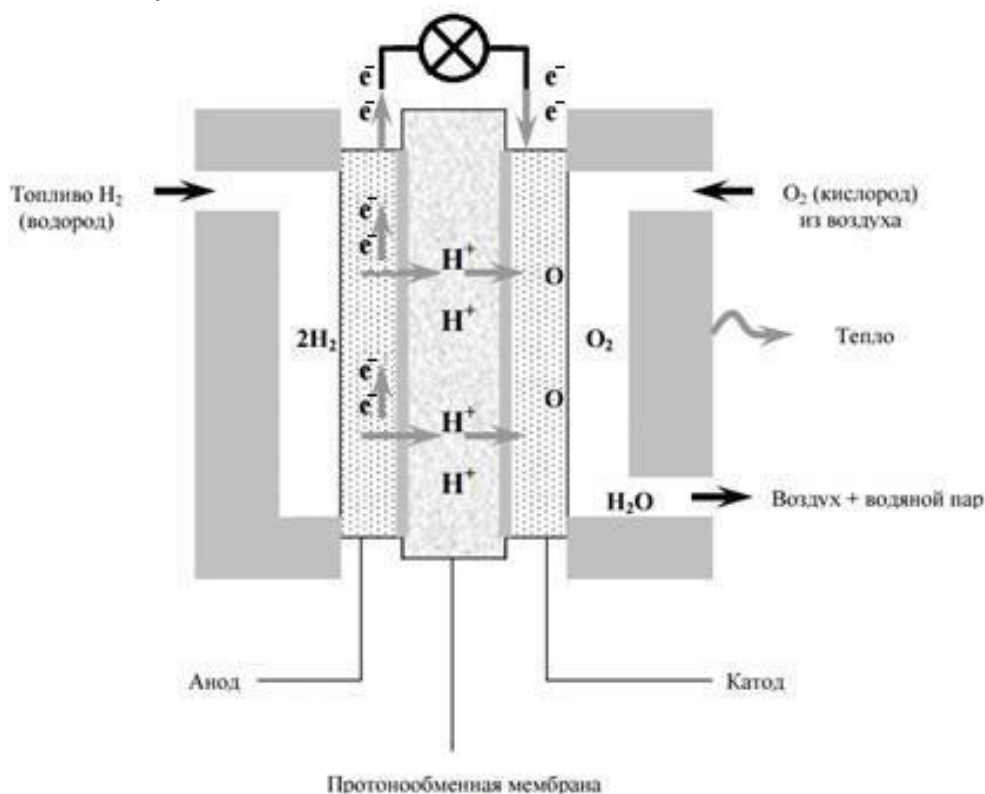


Рис. 2. Схема работы водородного топливного элемента



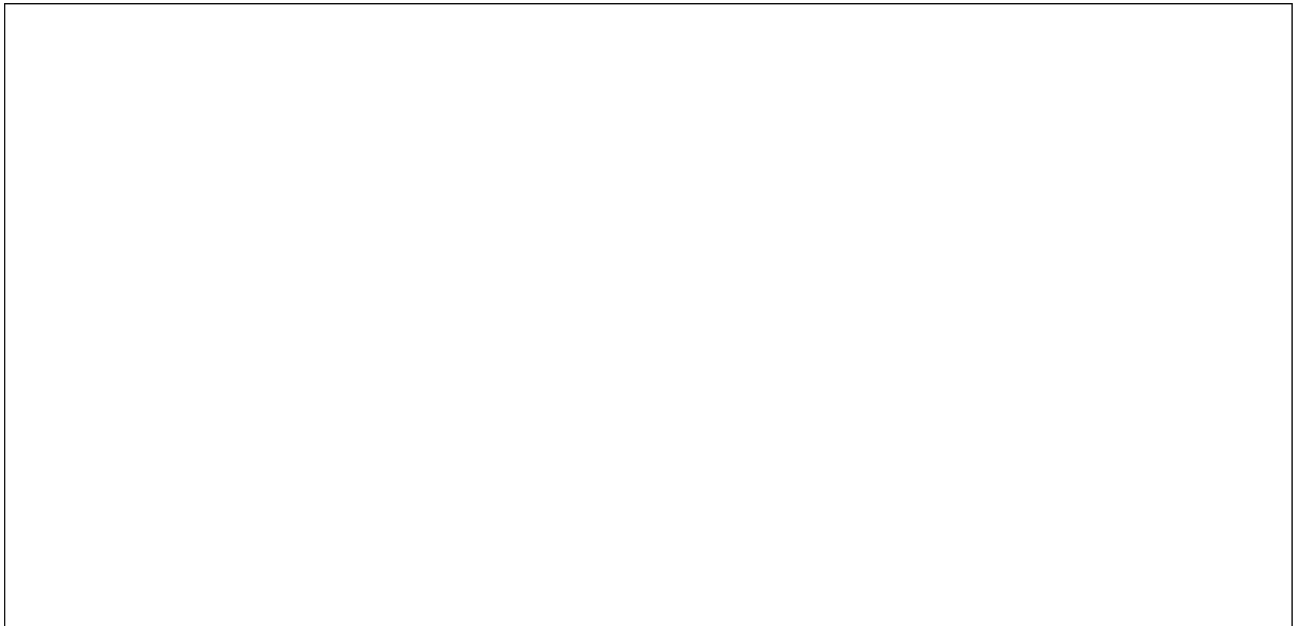
➤ Изобразите схему сборки «фруктовой» батарейки:

Case No.	Case Name	Case Type	Case Status	Case Date	Case Location	Case Description	Case Notes	Case Attachments
1	John Doe	Medical	Open	2023-01-01	New York	John Doe, 45 years old, male, reported a sudden onset of chest pain and shortness of breath on January 1, 2023. He was taken to the hospital and diagnosed with a heart attack. He is currently recovering in the hospital.	John Doe has a history of high blood pressure and cholesterol. He was on medication for both conditions. He was also a smoker for 20 years but quit 10 years ago.	Medical Records, X-ray, ECG
2	Jane Smith	Legal	Closed	2023-01-05	California	Jane Smith, 32 years old, female, was involved in a car accident on January 5, 2023. She was driving on a highway and lost control of her vehicle, causing it to roll over. She was injured and taken to the hospital. The accident was caused by a pothole on the highway.	Jane Smith was driving on a highway and lost control of her vehicle, causing it to roll over. She was injured and taken to the hospital. The accident was caused by a pothole on the highway.	Accident Report, Police Report, Medical Records
3	Michael Johnson	Financial	Open	2023-01-10	Texas	Michael Johnson, 50 years old, male, reported a sudden loss of income on January 10, 2023. He was a self-employed contractor and had a major client cancel their contract. He is currently looking for new clients and trying to make up for the lost income.	Michael Johnson is a self-employed contractor. He has been in business for 10 years and has a good reputation. He was a major client of a large company that has since gone bankrupt.	Financial Records, Client List, Insurance Policy
4	Sarah Brown	Education	Open	2023-01-15	Florida	Sarah Brown, 28 years old, female, reported a sudden change in her child's behavior on January 15, 2023. Her 5-year-old son had been acting out and was having trouble in school. She was taking him to a therapist and was also talking to the school.	Sarah Brown's 5-year-old son had been acting out and was having trouble in school. She was taking him to a therapist and was also talking to the school.	Therapist Report, School Report, Medical Records
5	David White	Technology	Open	2023-01-20	Illinois	David White, 35 years old, male, reported a sudden loss of access to his company's data on January 20, 2023. He was a software engineer and was responsible for the company's data. He was unable to access the data and was trying to figure out what happened.	David White is a software engineer. He was responsible for the company's data. He was unable to access the data and was trying to figure out what happened.	Company Records, Data Backup, Access Logs
6	Emily Green	Healthcare	Open	2023-01-25	Washington	Emily Green, 40 years old, female, reported a sudden change in her health on January 25, 2023. She was feeling dizzy and had trouble breathing. She was taken to the hospital and diagnosed with a respiratory infection. She is currently recovering in the hospital.	Emily Green has a history of asthma. She was on medication for her asthma. She was also taking a new medication for a different condition.	Medical Records, X-ray, ECG
7	Robert Black	Business	Open	2023-01-30	Georgia	Robert Black, 55 years old, male, reported a sudden loss of a major client on January 30, 2023. He was a business owner and had a major client that was a large company. The client had canceled their contract and was looking for a new provider.	Robert Black is a business owner. He has been in business for 15 years and has a good reputation. He was a major client of a large company that has since gone bankrupt.	Business Records, Client List, Insurance Policy
8	Lisa Gray	Education	Open	2023-02-05	Arizona	Lisa Gray, 30 years old, female, reported a sudden change in her child's behavior on February 5, 2023. Her 8-year-old daughter had been acting out and was having trouble in school. She was taking her to a therapist and was also talking to the school.	Lisa Gray's 8-year-old daughter had been acting out and was having trouble in school. She was taking her to a therapist and was also talking to the school.	Therapist Report, School Report, Medical Records
9	James Blue	Technology	Open	2023-02-10	Colorado	James Blue, 42 years old, male, reported a sudden loss of access to his company's data on February 10, 2023. He was a software engineer and was responsible for the company's data. He was unable to access the data and was trying to figure out what happened.	James Blue is a software engineer. He was responsible for the company's data. He was unable to access the data and was trying to figure out what happened.	Company Records, Data Backup, Access Logs
10	Amanda Red	Healthcare	Open	2023-02-15	Idaho	Amanda Red, 38 years old, female, reported a sudden change in her health on February 15, 2023. She was feeling dizzy and had trouble breathing. She was taken to the hospital and diagnosed with a respiratory infection. She is currently recovering in the hospital.	Amanda Red has a history of asthma. She was on medication for her asthma. She was also taking a new medication for a different condition.	Medical Records, X-ray, ECG
11	Christopher Yellow	Business	Open	2023-02-20	Montana	Christopher Yellow, 52 years old, male, reported a sudden loss of a major client on February 20, 2023. He was a business owner and had a major client that was a large company. The client had canceled their contract and was looking for a new provider.	Christopher Yellow is a business owner. He has been in business for 15 years and has a good reputation. He was a major client of a large company that has since gone bankrupt.	Business Records, Client List, Insurance Policy
12	Michelle Purple	Education	Open	2023-02-25	Wyoming	Michelle Purple, 29 years old, female, reported a sudden change in her child's behavior on February 25, 2023. Her 6-year-old son had been acting out and was having trouble in school. She was taking him to a therapist and was also talking to the school.	Michelle Purple's 6-year-old son had been acting out and was having trouble in school. She was taking him to a therapist and was also talking to the school.	Therapist Report, School Report, Medical Records
13	Kevin Orange	Technology	Open	2023-03-01	Utah	Kevin Orange, 37 years old, male, reported a sudden loss of access to his company's data on March 1, 2023. He was a software engineer and was responsible for the company's data. He was unable to access the data and was trying to figure out what happened.	Kevin Orange is a software engineer. He was responsible for the company's data. He was unable to access the data and was trying to figure out what happened.	Company Records, Data Backup, Access Logs
14	Stephanie Pink	Healthcare	Open	2023-03-05	Nebraska	Stephanie Pink, 41 years old, female, reported a sudden change in her health on March 5, 2023. She was feeling dizzy and had trouble breathing. She was taken to the hospital and diagnosed with a respiratory infection. She is currently recovering in the hospital.	Stephanie Pink has a history of asthma. She was on medication for her asthma. She was also taking a new medication for a different condition.	Medical Records, X-ray, ECG
15	Brandon Green	Business	Open	2023-03-10	South Dakota	Brandon Green, 53 years old, male, reported a sudden loss of a major client on March 10, 2023. He was a business owner and had a major client that was a large company. The client had canceled their contract and was looking for a new provider.	Brandon Green is a business owner. He has been in business for 15 years and has a good reputation. He was a major client of a large company that has since gone bankrupt.	Business Records, Client List, Insurance Policy
16	Nicole Blue	Education	Open	2023-03-15	North Dakota	Nicole Blue, 31 years old, female, reported a sudden change in her child's behavior on March 15, 2023. Her 7-year-old daughter had been acting out and was having trouble in school. She was taking her to a therapist and was also talking to the school.	Nicole Blue's 7-year-old daughter had been acting out and was having trouble in school. She was taking her to a therapist and was also talking to the school.	Therapist Report, School Report, Medical Records
17	Timothy Yellow	Technology	Open	2023-03-20	South Dakota	Timothy Yellow, 39 years old, male, reported a sudden loss of access to his company's data on March 20, 2023. He was a software engineer and was responsible for the company's data. He was unable to access the data and was trying to figure out what happened.	Timothy Yellow is a software engineer. He was responsible for the company's data. He was unable to access the data and was trying to figure out what happened.	Company Records, Data Backup, Access Logs
18	Rebecca Purple	Healthcare	Open	2023-03-25	Nebraska	Rebecca Purple, 43 years old, female, reported a sudden change in her health on March 25, 2023. She was feeling dizzy and had trouble breathing. She was taken to the hospital and diagnosed with a respiratory infection. She is currently recovering in the hospital.	Rebecca Purple has a history of asthma. She was on medication for her asthma. She was also taking a new medication for a different condition.	Medical Records, X-ray, ECG
19	Gregory Orange	Business	Open	2023-03-30	Nebraska	Gregory Orange, 54 years old, male, reported a sudden loss of a major client on March 30, 2023. He was a business owner and had a major client that was a large company. The client had canceled their contract and was looking for a new provider.	Gregory Orange is a business owner. He has been in business for 15 years and has a good reputation. He was a major client of a large company that has since gone bankrupt.	Business Records, Client List, Insurance Policy
20	Christina Pink	Education	Open	2023-04-05	Nebraska	Christina Pink, 33 years old, female, reported a sudden change in her child's behavior on April 5, 2023. Her 9-year-old son had been acting out and was having trouble in school. She was taking him to a therapist and was also talking to the school.	Christina Pink's 9-year-old son had been acting out and was having trouble in school. She was taking him to a therapist and was also talking to the school.	Therapist Report, School Report, Medical Records
21	Jonathan Green	Technology	Open	2023-04-10	Nebraska	Jonathan Green, 44 years old, male, reported a sudden loss of access to his company's data on April 10, 2023. He was a software engineer and was responsible for the company's data. He was unable to access the data and was trying to figure out what happened.	Jonathan Green is a software engineer. He was responsible for the company's data. He was unable to access the data and was trying to figure out what happened.	Company Records, Data Backup, Access Logs
22	Kimberly Blue	Healthcare	Open	2023-04-15	Nebraska	Kimberly Blue, 46 years old, female, reported a sudden change in her health on April 15, 2023. She was feeling dizzy and had trouble breathing. She was taken to the hospital and diagnosed with a respiratory infection. She is currently recovering in the hospital.	Kimberly Blue has a history of asthma. She was on medication for her asthma. She was also taking a new medication for a different condition.	Medical Records, X-ray, ECG
23	Benjamin Yellow	Business	Open	2023-04-20	Nebraska	Benjamin Yellow, 56 years old, male, reported a sudden loss of a major client on April 20, 2023. He was a business owner and had a major client that was a large company. The client had canceled their contract and was looking for a new provider.	Benjamin Yellow is a business owner. He has been in business for 15 years and has a good reputation. He was a major client of a large company that has since gone bankrupt.	Business Records, Client List, Insurance Policy
24	Samantha Purple	Education	Open	2023-04-25	Nebraska	Samantha Purple, 35 years old, female, reported a sudden change in her child's behavior on April 25,		

➤ Запишите в таблицу, какие фрукты и овощи использовались в вашей работе. Измерьте напряжение и силу тока, которые можно с их помощью получить и занесите данные в таблицу.

[illegible]

- Зарисуйте схему оптимального устройства «фруктовой» батарейки, которая вырабатывает наибольшую силу тока и напряжение:



- Какие фрукты (овощи) и в каком количестве понадобились вам, чтобы светодиод загорелся?
  - 
  - 
  - 
  - 
  -
- Рассчитайте, сколько фруктов понадобится собрать в электрическую цепь, чтобы загорелась лампочка? Чтобы заработал калькулятор?

➤ Опишите, что произойдёт с характеристиками «фруктовой» батарейки при изменении температуры?

➤ Опишите, что произойдёт, если «сдавить» фрукты (овощи) в цепи?


## **Занятие 2: Электричество в тесте**

- Перечислите оборудование и расходные материалы, которые вам понадобятся для работы:

- Запишите рецепт теста и опишите последовательность действий по его приготовлению:

- В чём заключается различие в свойствах двух полученных видов теста?

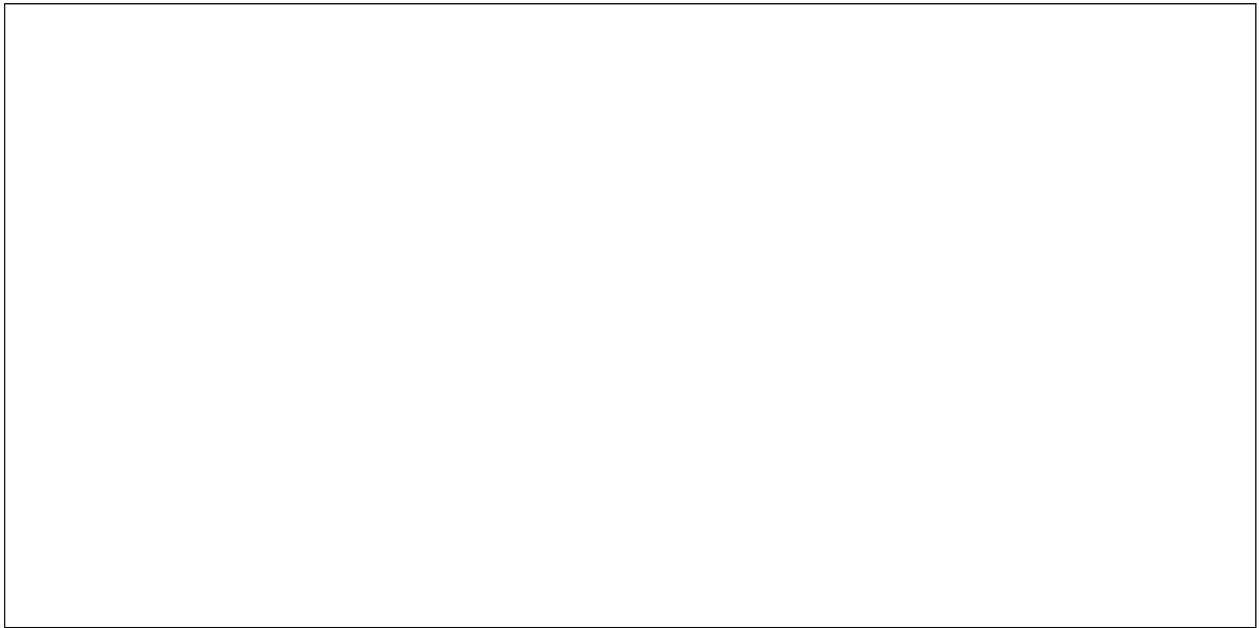
- Зарисуйте схематично электрические цепи, полученные в экспериментах с тестом:



- Напишите, какие законы определяют путь электрического тока в цепи?
- Какие выводы вы можете сделать по проделанной работе?

### **Занятие 3: Водородный топливный элемент**

- Зарисуйте электрическую схему, собранную при выполнении учебного задания:



- Какие преобразования энергии происходили на каждой из стадий эксперимента?
  
  
  
  
  
  
  
  
  
  
- Как вы думаете, от чего может зависеть эффективность преобразования энергии на каждой стадии?

➤ Запишите решение задачи: