



Фруктовая батарейка

В.Н. Витер



В окружающем нас мире очень важную роль играют химические источники тока. Они используются в мобильных телефонах и космических кораблях, в крылатых ракетах и ноутбуках, в автомобилях, фонариках и обыкновенных игрушках. Мы каждый день сталкиваемся с батарейками, аккумуляторами, топливными элементами. Не смотря на большие различия в конструкции и назначении, химические источники тока работают по схожему принципу.

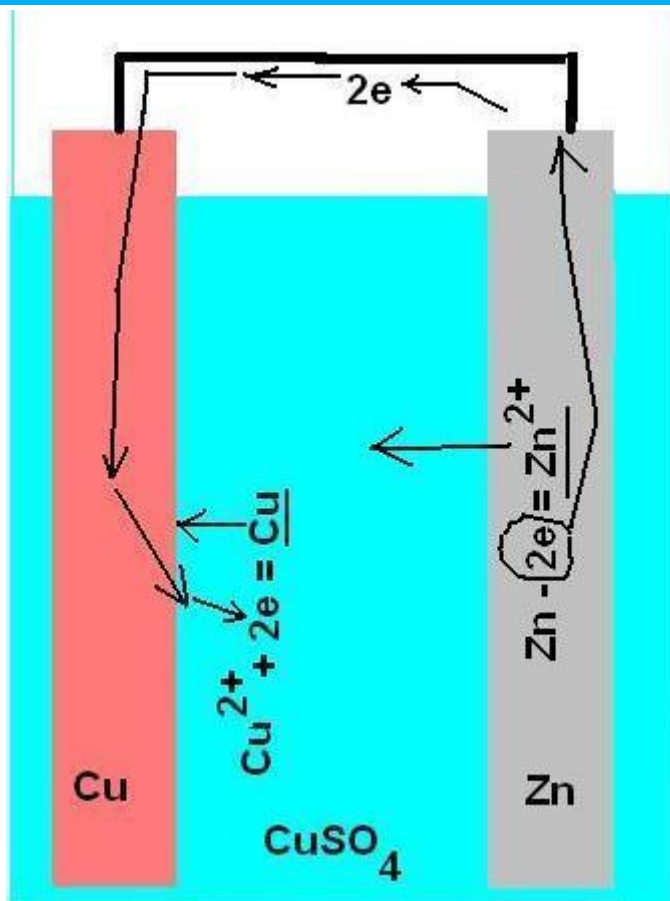
В раствор электролита погружено два электрода. На первом электроде какое-то вещество отдает свои электроны, они двигаются по внешней электрической цепи ко второму электроду, где эти электроны присоединяет другое вещество. На первом электроде проходит процесс окисления, на втором – восстановления. Окисляться может как материал электрода (цинк, железо, магний, натрий), так и вещество, растворенное в электролите (водород, метанол). Окислителем служит вещество, растворенное в электролите, например, ионы водорода и металлов, кислород или расплавленная сера. Первый электрод заряжен отрицательно (он отдает электроны в систему), второй – положительно (он забирает электроны из системы). В цепи течет электрический ток.

Рассмотрим это на простом примере. В стакан с раствором сульфата меди опустим две пластинки: цинковую и медную. Соединим пластинки проводом. Ионы цинка будут переходить в раствор, а электроны, которые при этом освободятся, перейдут через проводник к медной пластинке. На поверхности меди ионы Cu^{2+} присоединяют электроны, превращаясь в нейтральные атомы.

В результате, цинковая пластинка будет растворяться, на поверхности медной пластинки будет оседать металлическая медь, а по проводу потечет электрический ток:



Цинковый электрод заряжен отрицательно, медный положительно. Восстановителем служит цинк, окислителем – ионы меди в растворе. Если вместо раствора медного купороса использовать разбавленную серную кислоту, то окислителем будут ионы водорода, а если просто подсоленную воду – роль окислителя будет играть кислород.



Гальванический элемент

Итак, чтобы сделать гальванический элемент нам необходимо: два электрода, окислитель, восстановитель и электролит.

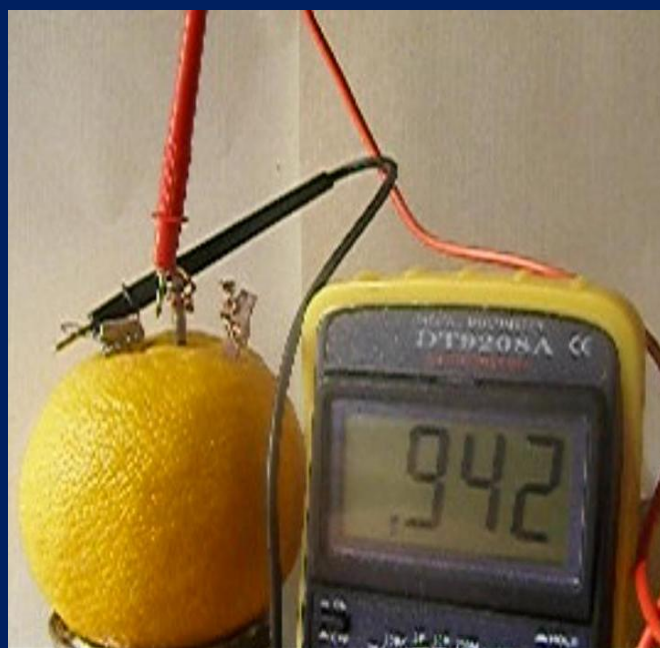
Возьмем три пластинки: медную, железную и магниевую – они будут служить электродами. Чтобы измерить напряжение, нам необходим вольтметр, для этих целей вполне подойдет цифровой (или аналоговый) тестер. А в качестве «стакана» с электролитом мы используем большой и красивый... апельсин. Сок фруктов и овощей содержит растворенные электролиты – соли и органические кислоты. Их концентрация не очень высока, но нас это вполне устраивает.

Итак, положим апельсин на стол и воткнем в него три наших электрода (медный, железный и магниевый)¹. К каждому из электродов предварительно прикрепите по проводку (для этого удобно пользоваться «крокодильчиками»). Теперь присоедините контакты тестера к медному и железному электроду. Прибор покажет напряжение около 0.4-0.5 В. Отсоедините контакт от железного электрода и подключите его к магниевому. Между медным и магниевым электродами возникнет разница потенциалов

¹ Разумеется, электроды не должны между собой соприкасаться.



Батарейка из апельсина. Левый электрод медный, правый – железный (гвоздь)



На левом рисунке подключены магниевый и медный электроды, на правом – магниевый и железный

фото В.Н. Витер



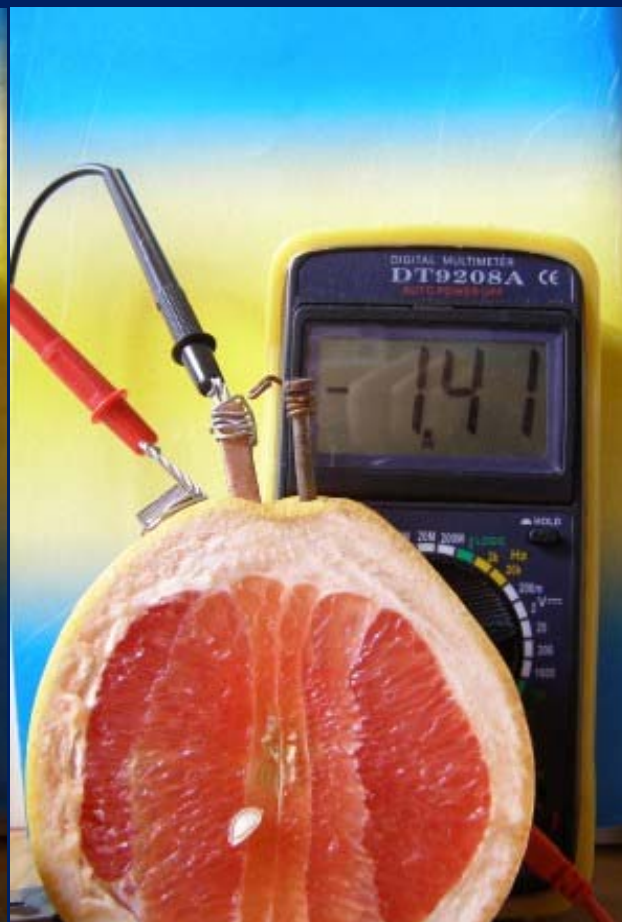
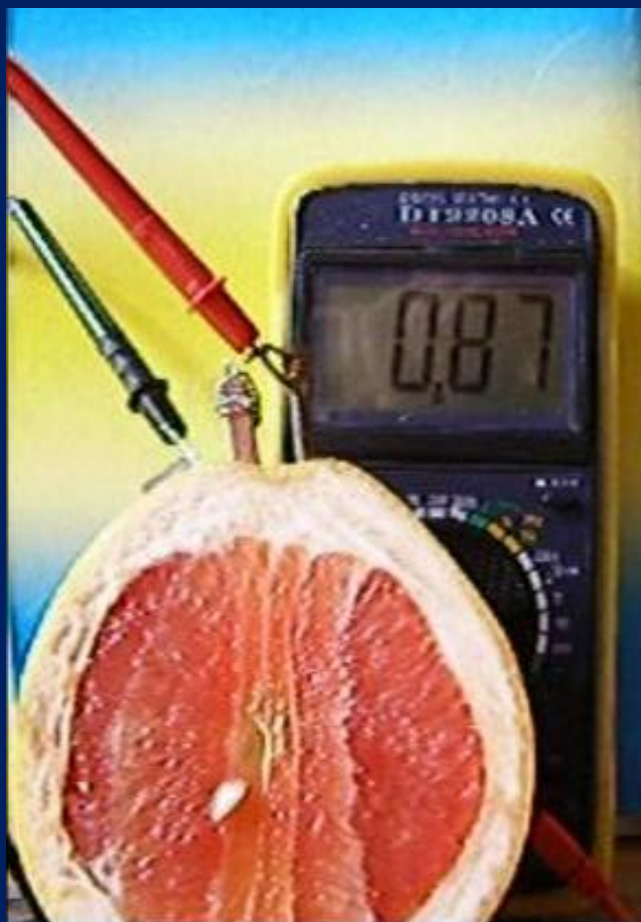
около 1.4-1.5 В – примерно как у «пальчиковой» батарейки. И наконец, гальванический элемент железо-магний даст напряжение около 0.8-0.9 В. Если поменять контакты местами, то показания прибора изменится знак («+» на «-» или наоборот). Другими словами, ток потечет через вольтметр в противоположном направлении.

Вместо апельсина можно использовать грейпфрут, яблоко, лимон, луковицу, картофель и многие другие фрукты и овощи. Любопытно, что батарейки из апельсина, яблока, грейпфрута и луковицы давали довольно близкие значения напряжения – разница не превышала 0.1 В². Восстановителем в нашем случае служит железо или магний, окислителем – ионы водорода и кислород (которые содержатся в соке). Обратите внимание, что железо в гальваническом элементе медь-железо заряжено отрицательно, а в элементе железо-магний – положительно. Если у вас нет магния, эксперимент можно провести и с двумя электродами – медным и железным. Вместо железа можно взять цинк или кусочек оцинкованной жести. Цинковый электрод должен дать большую разность потенциалов с медью и меньшую с магнием.

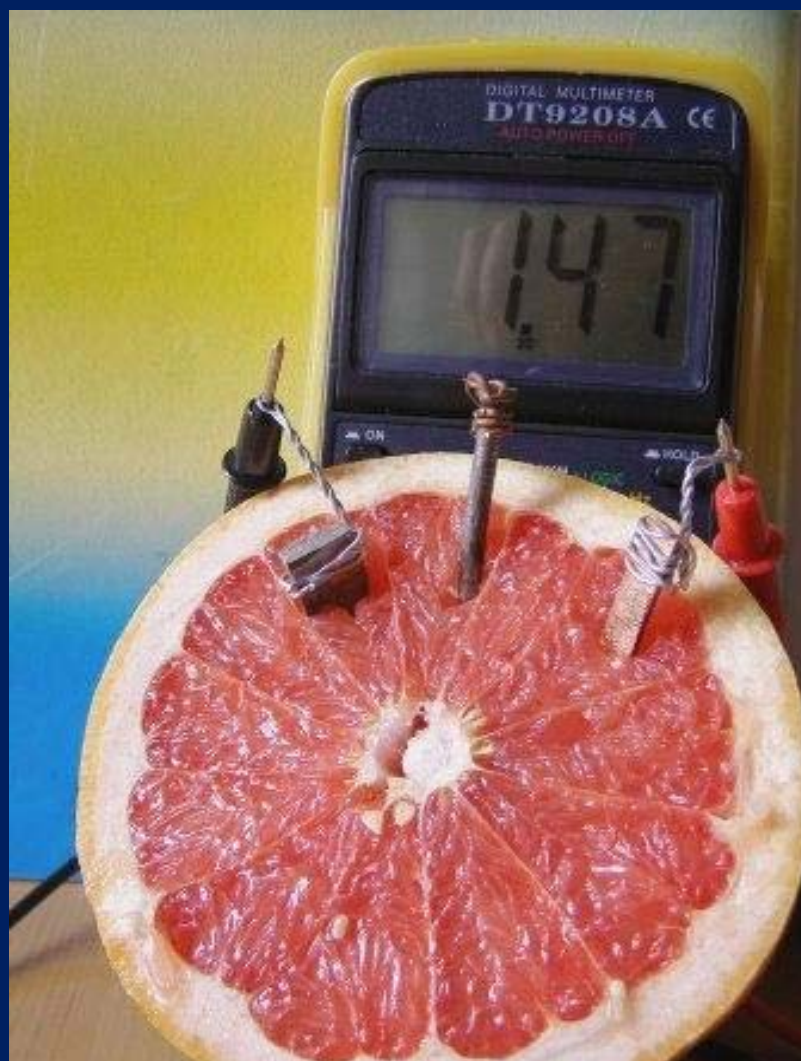
В случае цитрусовых, эксперимент выглядит особенно красиво, если разрезать плод поперек, так, чтобы были видны «дольки» и вставить в них электроды (обычно так разрезают лимон). Если плод разрезать вдоль, это будет выглядеть не так эффектно.



² Во всех случаях электроды были те же самые.



Батарейки из разных фруктов и овощей фото В.Н. Витер





Приведенные цифры не следует воспринимать как абсолютные. Напряжение нашей батарейки зависит от концентрации ионов водорода (а также - других ионов) в соке фруктов и овощей, скорости диффузии кислорода, состояния поверхности электродов и других факторов. Напряжение сделанной вами батарейки может значительно отличаться от того, что наблюдалось в данном эксперименте. Можно соединить несколько фруктовых батареек последовательно – это увеличит напряжение пропорционально количеству взятых фруктов (см. схему ниже). Предлагаю вам сделать этот эксперимент самостоятельно.

