Условие

Задание 10-2. Разрядка гальванического элемента

Приборы и оборудование: гальванический элемент 1,5 В, цифровой мультиметр, секундомер, постоянный резистор 1,0 Ом, переменный резистор (проволочный реостат) 10 Ом, переключатель двухполюсный, соединительные провода.

Внимание!

1.Убедитесь (в течение 5 минут после начала Вашего рабочего времени), что начальная ЭДС источника не менее 1,3 В, в противном случае попросите у членов оргкомитета заменить его.

2. Скользящие контакты проволочного реостата могут немного отходить от его обмотки, поэтому регулярно поджимайте их пальцами.

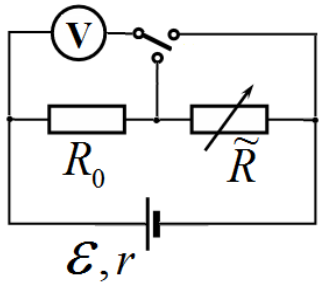
Гальванические элементы, как и все источники тока, характеризуются двумя параметрами: ЭДС ε и внутренним сопротивлением r. Кроме того, часто на элементах указывают зарядовую емкость Q, измеряемую в мА·час (миллиампер·час).

В данной работе Вам необходимо исследовать характеристики промышленного гальванического элемента и их изменения в ходе разрядки батарейки.

Часть 1. Нагрузочная характеристика.

Вам необходимо получить характеристики гальванического элемента дважды: «свежего» и после его разрядки. Поэтому проведите сначала измерения со свежим элементом, потом выполните задания части 2, после чего проведите измерения данной части задания с частично разрядившимся элементом.

В данной части работы Вам необходимо измерить с высокой точностью характеристики гальванического элемента, поэтому в ходе измерения одной зависимости они должны оставаться постоянными. Однако гальванический элемент постепенно разряжается, поэтому измерения надо проводить быстро, но не спеша. Подключайте элемент к цепи только на время проведения измерений.



Для точного измерения ЭДС и внутреннего сопротивления источников тока измеряют, так называемую, нагрузочную характеристику – зависимость напряжения на внешней цепи от силы тока через нее $U(I)$.

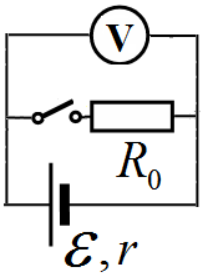
Для измерения такой характеристики используйте электрическую цепь, показанную на рисунке. Здесь R_0 - эталонный резистор (используйте резистор 1,0 Ом, сопротивление которого считайте известным и постоянным), $\widetilde{R}$ - переменный резистор (используйте проволочный реостат с сопротивлением 10 Ом). Мультиметр используйте в режиме измерения напряжения. Переключая точки подключения вольтметра, Вы можете измерять напряжение на эталонном резисторе U_0 и напряжение на всей внешней цепи U.

Все результаты измерений занесите в Таблицу 1 в Листах ответов. Используйте единицы измерения, указанные в этой таблице.

Графики для одинаковых зависимостей стройте на одном бланке.

1.1 Запишите теоретическую формулу, описывающую зависимость напряжения на внешней цепи от силы тока через нее $U(I)$.
1.2 Запишите формулы, позволяющие по результатам измерения напряжений U_0, U и известному сопротивлению R_0 рассчитать: силу тока в цепи I; сопротивление внешней цепи R; мощность, выделяющуюся во внешней цепи P при протекании тока.
1.3 Измерьте зависимость напряжения на внешней цепи U от силы протекающего по ней тока I. Измерения проведите дважды: первый раз со «свежим» элементом, второй – после того, как элемент разрядится в ходе выполнения заданий Части 2.
1.4 Постройте графики полученных зависимостей.
1.5 Укажите каким способом по полученной зависимости $U(I)$ можно рассчитать характеристики элемента ЭДС ε и внутреннее сопротивление r.
1.6 Используя полученные экспериментальные зависимости, рассчитайте максимально точно значения ЭДС элемента ε и его внутреннее сопротивление r для двух случаев. Оцените погрешности найденных значений. Укажите, каким способом Вы провели расчеты.
1.7 Используя полученные данные, постройте графики зависимости мощности тока на внешней цепи P от ее сопротивления R. Результаты расчетов этих величин занесите в соответствующие столбцы таблицы 1.
1.8 Покажите, что максимальная мощность тока во внешней цепи достигается, когда сопротивление внешней цепи равно внутреннему сопротивлению источника $R = r$. Запишите формулу для максимальной мощности тока во внешней цепи.
1.9 По результатам измерений рассчитайте, какими могут быть максимальные мощности тока во внешней цепи. Укажите, при каких сопротивлениях внешней цепи они достигаются.

Часть 2. Разрядка гальванического элемента



Измерения данной части можно провести только один раз: во-первых, его длительность составляет более получаса; во-вторых, в ходе его проведения гальванический элемент сильно разрядится. Тщательно продумайте последовательность своих действий и подготовьтесь к проведению измерений!
В этой части задания Вы должны исследовать изменение характеристик гальванического элемента при его разрядке. Для проведения измерений используйте электрическую цепь, схема которой показана на рисунке. Используйте резистор $R_0 = 1{,}0$ Ом.
При замкнутом ключе вольтметр измеряет напряжение на резисторе R_0 - U, при разомкнутом - некоторой напряжение U_1 .
2.1 Получите формулы, позволяющие по измеренным значениям напряжений Uи U_1, а также известному сопротивлению R_0, рассчитать ЭДС ε и внутреннее сопротивление источника r.
Проведите измерения в следующей последовательности (все результаты измерений заносите в Таблицу 2 Листов ответов):
1) соберите цепь, показанную на рисунке, при отключенном элементе;
2) подготовьте секундомер для измерения времен;
3) подключите источник при замкнутом ключе; через каждую минуту (начиная с нулевой)

записывайте значения напряжения U. По истечении 5 минут (последнее значения напряжения также надо измерить) разомкните ключ, остановите секундомер, измерьте значение U_1 (это надо сделать достаточно быстро).
4) замкните ключ, одновременно запустите секундомер и в течение следующих 5 минут, проводите измерения значений напряжений U(через каждую минуту).
Проведите измерения таким методом в течение 30 минут.
1. Проведите измерения по приведенной методике, результаты занесите в Таблицу 2. 2. Постройте график зависимости силы тока в цепи от времени. 3. Рассчитайте значения ЭДС и внутреннего сопротивления в моменты остановок (т.е. через каждые 5 минут). Эти значения следует внести в выделенные ячейки Таблицы 2 и итоговую Таблицу 3 4. Рассчитайте значения электрического заряда Q, который протек через цепь за время t от начала измерений (эти времена указаны в первом столбце Таблицы 2). Кратко опишите, как вы рассчитали величины зарядов Q. 5. Постройте графики зависимости ЭДС гальванического элемента и его внутреннего сопротивления от протекшего заряда Q. 6. Рассчитайте и постройте график зависимости максимальной мощности $P_{\max}$, которую может развивать гальванический элемент во внешней цепи, от прошедшего заряда Q. 7. Считая, что полученная в п.2.7 зависимость выполняется в течение всего времени работы гальванического элемента до его полной разрядки, оцените зарядовую емкость (в мА·час) такого элемента до начала его использования.