

Изучение батареек

Условие

Задание 1.

«Изучение батареек»

Приборы и оборудование: батарейка 4,5 В, амперметр, мультиметр, реостат 6 Ом, резистор с сопротивлением примерно 1,0 Ом, резистор сопротивлением 20 кОм; электрический ключ, соединительные провода.

Внимание! Сначала проведите измерения, для которых нужна «свежая» батарейка (п. 1), после этого можете приступить к разрядке батарейки! При проведении измерений используйте ключ, батарейку подключайте только для непосредственных измерений. Вам выдается только одна батарейка! Напоминаем, что для получения надежного результата предпочтительнее получить экспериментальную зависимость между различными физическими величинами! Не забудьте привести электрические схемы, использованные вами для проведения измерений!

1. Для определения внутреннего сопротивления и ЭДС источника исследуют зависимость напряжения на внешней нагрузке от силы тока в ней. Проведите измерения указанной зависимости для батарейки. Постройте график полученной зависимости. Дайте теоретическое обоснование полученной зависимости.
2. Определите внутреннее сопротивление и ЭДС батарейки.
3. Постройте график зависимости мощности, выделяющейся на внешней цепи, от ее сопротивления. Определите максимальное значение этой мощности. Укажите, при каком сопротивлении внешней цепи эта мощность максимальна.
4. В этом разделе вам необходимо исследовать изменение характеристик батарейки при ее разряде. Тщательно контролируйте силу тока и время разрядки батарейки. Измерьте зависимости ЭДС и внутреннего сопротивления батарейки от электрического заряда, протекшего через нее. Постройте графики полученных зависимостей. Дайте им качественное объяснение.

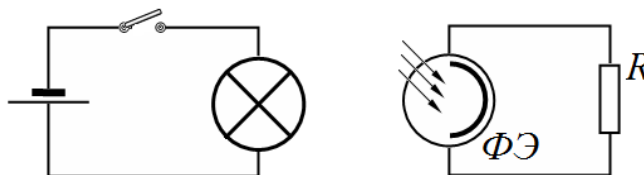
Задание 2.

«Изучение фотоэлемента»

Приборы и оборудование: лампочка накаливания на подставке с источником, калькулятор с фотоэлементом, мультиметр, переменный резистор, резистор сопротивлением с известным сопротивлением (его точное значение вам будет указано), соединительные провода, электрический ключ, ключ трехполюсный, картонная коробка, набор нейтральных светофильтров, картон, скотч, ножницы.

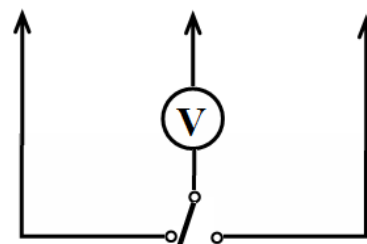
Внимание! Все измерения проводите в закрытой картонной коробке, чтобы исключить влияние внешнего освещения! Мультиметр используйте только в качестве вольтметра! Его сопротивление превышает 1 МОм.

Подключите батарейку к лампочке через электрический ключ. Проверьте, чтобы свет от лампочки попадал на фотоэлемент. Отрегулируйте положение фотоэлемента, так чтобы добиться максимального электрического тока.



Подключите нагрузку к фотоэлементу. Не забудьте привести в вашей работе использованные электрические схемы.

При разработке схемы подключения учитывайте, что вам необходимо измерять напряжение и силу тока с помощью одного вольтметра, который рекомендуем для экономии времени подключать по схеме, показанной на рисунке (внизу – трехполюсный ключ, для цифрового вольтметра полярность подключения не существенна).



Часть 1. Фотоэлемент – источник мощности!

Измерения проводите без светофильтров, при максимальной освещенности фотоэлемента!

1. Исследуйте зависимость электрического напряжения на внешней нагрузке R от силы тока через нее. Постройте график полученной зависимости.
2. Постройте график зависимости мощности, выделяющейся на внешней цепи, от ее сопротивления. Рассчитайте значение максимальной мощности, которую может дать фотоэлемент.
3. Постройте график зависимости силы тока во внешней нагрузке от ее сопротивления.
4. Закройте фотоэлемент одним светофильтром. Исследуйте зависимость силы тока в цепи от ее сопротивления в этом случае. Постройте график полученной зависимости на том же рисунке, что и в п.3.

Часть 2. Фотоэлемент – измеритель интенсивности света!

5. Обоснуйте на основании данных, полученных в первой части, что для измерения интенсивности (в относительных единицах) следует измерять величину фототока. Укажите, при каком сопротивлении внешней цепи следует проводить измерения интенсивности света. Приведите электрическую схему для проведения измерений.
6. Исследуйте зависимость фототока от интенсивности падающего света, изменяя его с помощью светофильтров. Считая, что ток фотоэлемента пропорционален интенсивности падающего света, определите коэффициент пропускания одного светофильтра.
7. Постройте график зависимости фототока от интенсивности падающего света (в относительных единицах). Проверьте использованное ранее предположение о прямо пропорциональной

зависимости между этими величинами. Ответ обоснуйте.

Решение

Задание 11-1. «Изучение батарейки»

Из закона Ома для полной цепи следует, что напряжение на внешней нагрузке U и сила тока в цепи I связаны соотношением

$$U = \varepsilon - IR. \quad (1)$$

Для экспериментального исследования этой зависимости применима следующая традиционная схема, показанная на рисунке. Ключ обязательно необходим, чтобы отключать батарейку от цепи.

Результаты измерения зависимости тока от напряжения, а также расчетов сопротивления по формуле

$$R = \frac{U}{I} \quad (2)$$

и мощности во внешней цепи по формуле

$$P = UI \quad (3)$$

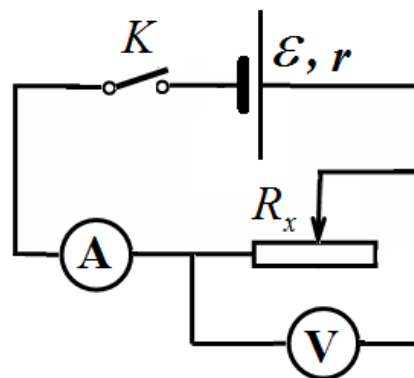
приведены в Таблице 1.

Таблица 1. Зависимость напряжения на внешней цепи от силы тока в ней.

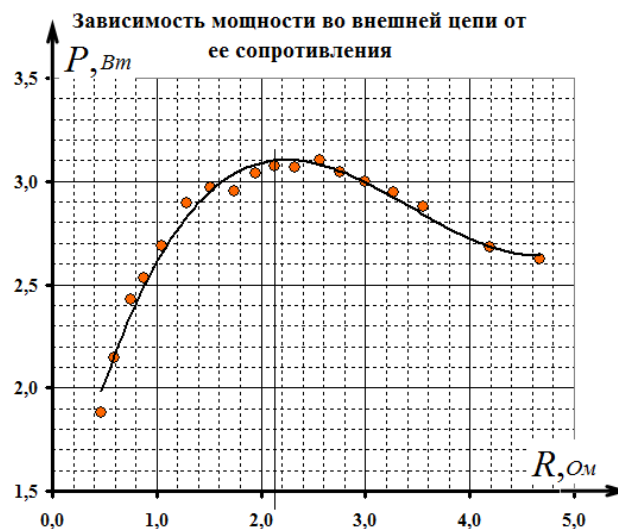
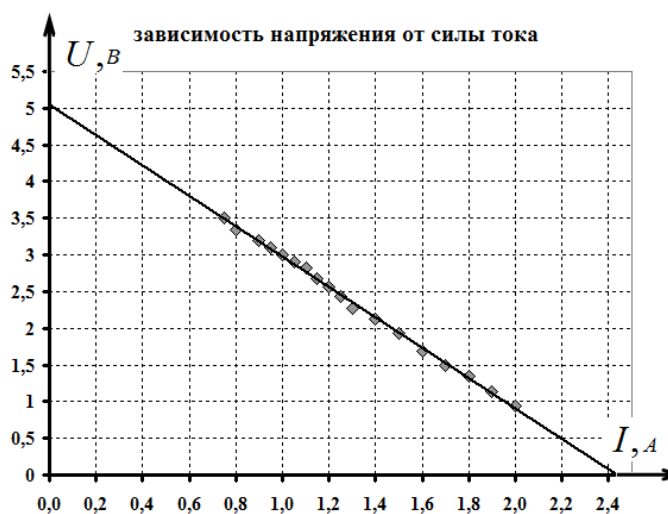
I, А	U, В	R, Ом	P, Вт
0,75	3,50	4,67	2,63
0,80	3,35	4,19	2,68
0,90	3,20	3,56	2,88
0,95	3,10	3,26	2,95
1,00	3,00	3,00	3,00
1,05	2,90	2,76	3,05
1,10	2,82	2,56	3,10
1,15	2,67	2,32	3,07
1,20	2,56	2,13	3,07
1,25	2,43	1,94	3,04
1,30	2,27	1,75	2,95
1,40	2,12	1,51	2,97
1,50	1,93	1,29	2,90
1,60	1,68	1,05	2,69
1,70	1,49	0,88	2,53
1,80	1,35	0,75	2,43
1,90	1,13	0,59	2,15
2,00	0,94	0,47	1,88

Полученные зависимости приведены и на графиках. Зависимость напряжения от силы тока линейна, что подтверждает формулу (1), а также независимость ЭДС и внутреннего сопротивления от силы тока. Из формулы (1), следует, что численные значения ЭДС и внутреннего сопротивления могут быть легко найдены как коэффициенты линейной зависимости (1). Расчет по методу наименьших квадратов приводит к следующим значениям этих характеристик батарейки:

$$\varepsilon = (5,05 \pm 0,06) \text{ В}; \quad r = (2,07 \pm 0,05) \text{ Ом} \quad (4)$$



Зависимость мощности во внешней цепи, от ее сопротивления не является монотонной, она имеет максимум при $R \approx 2,1 \text{ Ом}$, что совпадает с внутренним сопротивлением батарейки. Этот факт подтверждает закон Ома для внешней цепи, постоянство ЭДС и внутреннего сопротивления батарейки, а также математические правила нахождения экстремумов функций.



Разрядку батарейки следует проводить через амперметр, при этом фиксировать время разрядки Δt , также пределы, в которых изменяется ток (начальный ток $I_{\text{рн}}$, конечный ток разрядки $I_{\text{рк}}$). Эти значения нужны, чтобы вычислить заряд, который протек через батарейку за данный промежуток времени

$$\Delta q = \frac{I_{\text{рн}} + I_{\text{рк}}}{2} \Delta t. \quad (5)$$

Затем следует быстро измерить значения напряжения U_1, U_2 и силы тока I_1, I_2 при двух положениях движка реостата. Причем необходимо стремиться к тому, чтобы значения сил токов различались как можно больше (но были измеряемы). По этим значениям можно вычислить внутреннее сопротивление и ЭДС батарейки по формулам

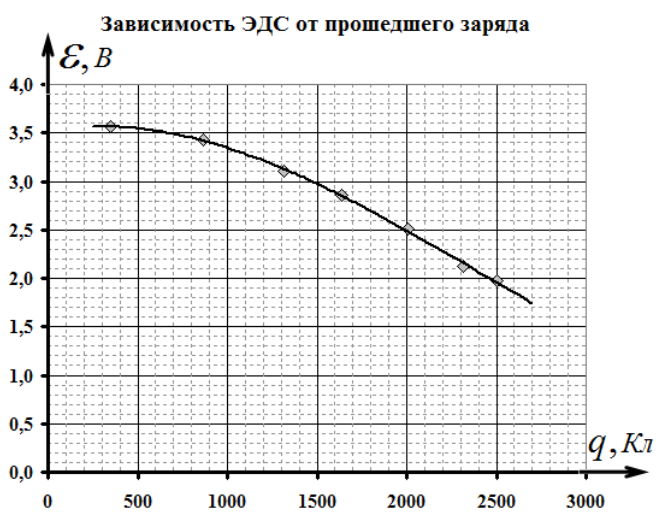
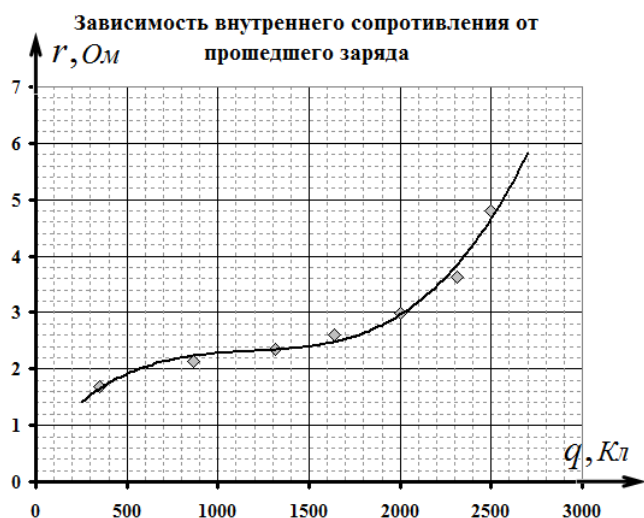
$$r = \frac{U_2 - U_1}{I_1 - I_2}, \quad \varepsilon = U_1 + I_1 r. \quad (6)$$

Результаты таких измерений и расчетов приведены в таблице 2.

Таблица 2. Результаты измерений и расчетов зависимости внутреннего сопротивления и ЭДС батарейки от протекшего электрического заряда.

$\Delta t, \text{с}$	$I_{\text{рн}}, \text{А}$	$I_{\text{рк}}, \text{А}$	$\Delta q, \text{Кл}$	$q, \text{Кл}$	$I_1, \text{А}$	$U_1, \text{В}$	$I_2, \text{А}$	$U_2, \text{В}$	$r, \text{Ом}$	$\varepsilon, \text{В}$
270	1,5	1,1	351	351	0,5	2,72	1,5	1,04	1,68	3,56
390	1,5	1,15	517	868	0,5	2,36	1,4	0,43	2,14	3,43
380	1,3	1,05	447	1314	0,4	2,16	1,1	0,51	2,36	3,10
340	1,1	0,8	323	1637	0,35	1,95	0,8	0,78	2,60	2,86
420	1,0	0,75	368	2005	0,3	1,62	0,8	0,13	2,98	2,51
460	0,8	0,55	311	2315	0,25	1,22	0,55	0,13	3,63	2,13
390	0,55	0,4	185	2501	0,2	1,01	0,4	0,048	4,81	1,97

Графики этих зависимостей показывают, что в процессе разрядки внутреннее сопротивление монотонно растет, а ЭДС монотонно падает, и то и другое ухудшает качество источника.



Теперь вы должны усвоить методику проверки рекламной компании про «Энерджазер» и прочие «вечные» батарейки!