

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №8

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭДС И ВНУТРЕННЕГО СОПРОТИВЛЕНИЯ ИСТОЧНИКА ТОКА

Цель работы: проводить измерения с помощью амперметра и вольтметра, рассчитывать ЭДС и внутреннее сопротивление гальванической батареи методом измерения сопротивления внешней нагрузки, определять КПД источника тока.

Оборудование:

- 1) источник постоянного тока (указать тип и число элементов),
 - 2) два ключа,
 - 3) амперметр (тип М45М0М3),
 - 4) вольтметр (тип 134323),
 - 5) соединительные провода,
 - 6) магазин сопротивлений (тип Р33),
 - 7) компьютер.
-

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Измерение ЭДС и внутреннего сопротивления источника тока при изменении сопротивления внешней нагрузки.

Используем закона Ома для всей цепи: $\mathcal{E} = IR + Ir$

Находим ЭДС из выражения: $\Delta\varphi = IR$

При этом разность потенциалов $\mathcal{E} = \Delta\varphi + Ir$,
тогда $\Delta\varphi \gg Ir$

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R + r}$$

Если внешнее сопротивление $R \gg r$ и тем сильнее это неравенство, тем разность потенциалов на внешнем участке больше разности потенциалов на внутреннем участке, т.е. $\mathcal{E} \approx \Delta\varphi$. и в этом случае $\mathcal{E} = \text{const}$ и $r = \text{const}$.

Если вольтметр присоединить к зажимам разомкнутого источника, то внешнего цепи будет составлять сам вольтметр, и он будет показывать разность потенциалов на самом себе, которая отлична от ЭДС источника, т.е. непосредственным измерением разности потенциалов на зажимах источника точно измерить ЭДС невозможно.

Метод, с помощью которого можно определить ЭДС и внутреннее сопротивление источника.

Меняя сопротивление внешней цепи с помощью реостата, получаем следующие показания:

на вольтметре – $U_1, U_2, U_3, \dots, U_n$

на амперметре – $I_1, I_2, I_3, \dots, I_n$

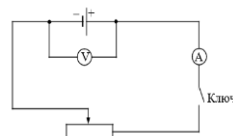
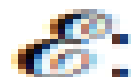
Причем при увеличении показаний вольтметра показания амперметра падают.

Во время всех измерений

Выражение применяем к каждому измерению,
число которых n и составляем систему уравнений:

Из первых двух уравнений системы находим r и

$$\begin{cases} U_1 - U_2 = r(I_1 - I_2) \\ r = \frac{U_1 - U_2}{I_1 - I_2} \end{cases}$$



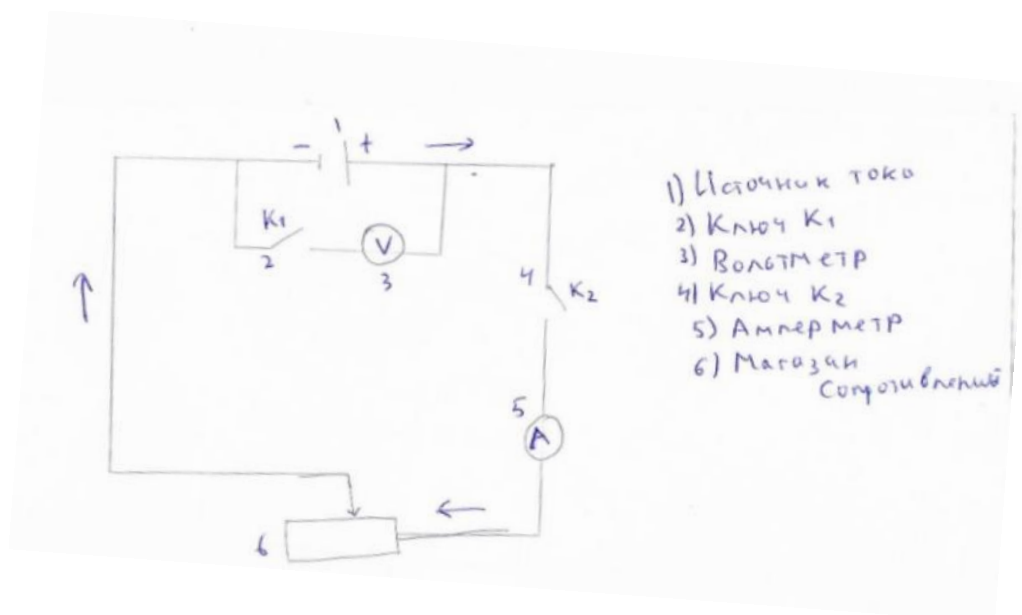
Выражение для внутреннего сопротивления можно получить из любой пары уравнений системы (I) путем соответствующей перестановки индексов.

Выражение для ЭДС можно получить из любой пары уравнений системы (I) путем соответствующей перестановки индексов.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Задание 1. Сборка электрической цепи для проведения работы.

Схема



Задание 2. Измерение разности потенциалов и величины тока при различном сопротивлении нагрузки в цепи.

Цены делений приборов находятся по формулам

$$C = \frac{A_0}{N}$$

Где

A_0 - максимальное значение по шкале прибора
 N - число делений.

Показания приборов определяются по формулам

$$N_0 = AC$$

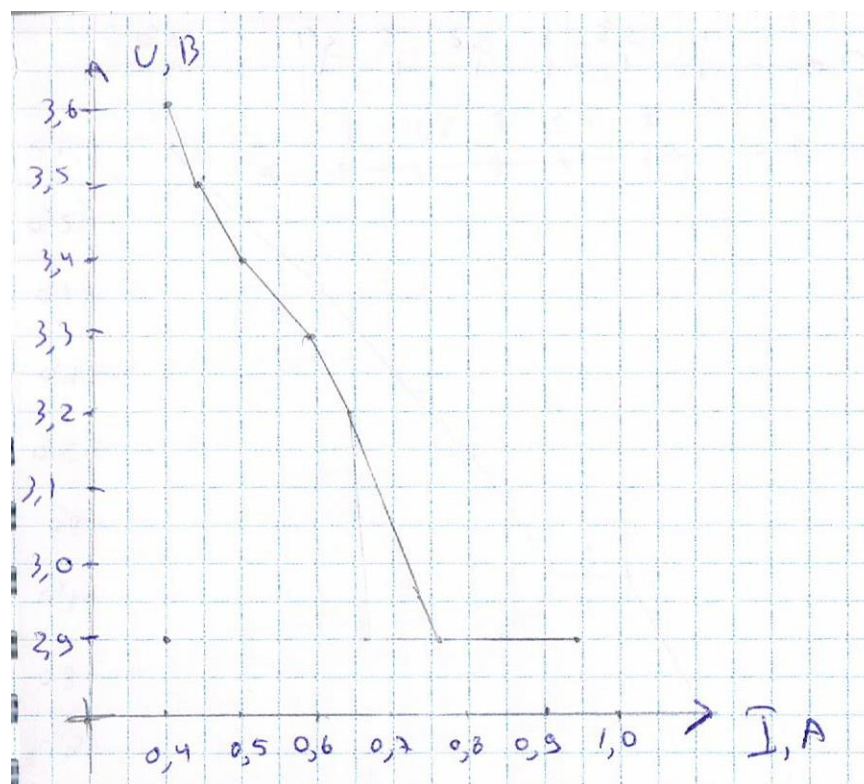
Где

A - число делений по прибору в данный момент времени
 C - число делений.

Результаты измерений

№ п/п	Вольтметр				Амперметр			
	Предел измерений (В)	Цена деления C_1 (В/дел.)	Число делений	Показания прибора U (В)	Предел измерений (А)	Цена деления C_2 (А/дел.)	Число делений	Показания прибора I (А)
1	15	0,1	36	3,6	1,5	0,02	20	0,4
2	15	0,1	35	3,5	1,5	0,02	22	0,44
3	15	0,1	34	3,4	1,5	0,02	25	0,5
4	15	0,1	33	3,3	1,5	0,02	29	0,58
5	15	0,1	32	3,2	1,5	0,02	32	0,64
6	15	0,1	29	2,9	1,5	0,02	38	0,76
7	15	0,1	29	2,9	1,5	0,02	47	0,94

Задание 3. Построение графика зависимости разности потенциалов на зажимах источника от тока в цепи.



Задание 4. Расчет ЭДС, внутреннего сопротивления и тока короткого замыкания гальванической батареи.

Расчетные формулы:

$$r = \frac{U_n - U_m}{I_m - I_n} \quad \mathcal{E} = \frac{I_m U_n - I_n U_m}{I_m - I_n} \quad I_{\text{к.з.}} = \frac{\mathcal{E}_{\text{ср}}}{r_{\text{ср}}}$$

Результаты вычислений

№ п/п	Номера уравнений, из которых получен результат	\mathcal{E} (В)	Наиболее близкие значения \mathcal{E} (В)	$\mathcal{E}_{\text{ср}}$ (В)	r (Ом)	Наиболее близкие значения r (Ом)	$r_{\text{ср}}$ (Ом)	$I_{\text{к.з.}}$ (А)
1	1 и 2	4,6		4,1865	2,5		1,61	2,6167
2	1 и 3	4,4	4,4		2	2		
3	1 и 4	4,2667	4,2667		1,6667	1,6667		
4	1 и 5	4,2667	4,2667		1,6667	1,6667		
5	1 и 6	4,3778	4,3778		1,9444	1,9444		
6	1 и 7	4,1185	4,1185		1,2963	1,2963		
7	2 и 3	4,2333	4,2333		1,6667	1,6667		
8	2 и 4	4,1286	4,1286		1,4286	1,4286		
9	2 и 5	4,16	4,16		1,5	1,5		
10	2 и 6	4,325	4,325		1,875	1,875		
11	2 и 7	4,028			1,2			
12	3 и 4	4,025			1,25			
13	3 и 5	4,1143	4,1143		1,4286	1,4286		
14	3 и 6	4,3615	4,3615		1,9231	1,9231		
15	3 и 7	3,9682	3,9682		1,1364			
16	4 и 5	4,2667	4,2667		1,6667	1,6667		
17	4 и 6	4,5889			2,2222			
18	4 и 7	3,9444	3,9444		1,1111			
19	5 и 6	4,8			2,5			
20	5 и 7	3,84			1			
21	6 и 7	2,9			1,6667	1,6667		

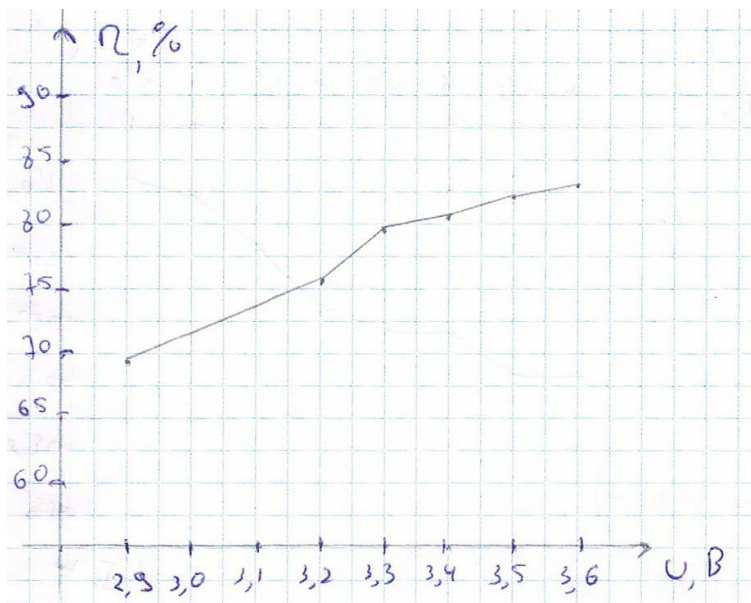
Задание 5. Расчет КПД источника тока при различных нагрузках в цепи.

Расчетная формула: $\eta = \frac{U}{\mathcal{E}_{\text{ср}}} \cdot 100\%$

Результаты измерений и вычислений

№ п/п	U (В)	$\mathcal{E}_{\text{ср}}$ (В)	η (%)
1	3,6	4,1865	86
2	3,5	4,1865	84
3	3,4	4,1865	81
4	3,3	4,1865	79
5	3,2	4,1865	76
6	2,9	4,1865	69
7	2,9	4,1865	69

Задание 6. Построение графика зависимости КПД источника от разности потенциалов на зажимах источника $\eta(U)$.



Вывод: мы провели измерения с помощью амперметра и вольтметра. Также мы научились на практике рассчитывать ЭДС и внутреннее сопротивление при различных нагрузках в цепи, и высчитали КПД источника тока.