

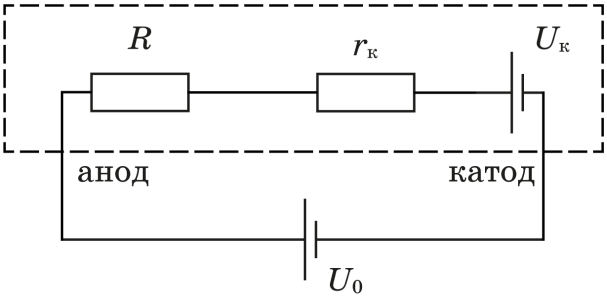
A1^{??} Измерьте омметром сопротивление ограничительного резистора R_1 (см. оборудование). Ниже указано его приблизительное значение 10 Ом, однако в расчётах используйте полученное вами более точное значение.

Измерим мультиметром в режиме омметра сопротивление ограничительного резистора $R_1 = 10,1 \text{ Ом}$.

A2^{7.50} Экспериментально подтвердите справедливость предложенной модели. Для этого исследуйте ВАХ раствора при 5-ти различных расстояниях между электродами.

Собираем измерительную цепь, состоящую из последовательно включённых батарейки, блока регулировки и шприца с раствором соли. К электродам шприца подключаем вольтметр. Вторым вольтметр подключаем параллельно эталонному сопротивлению R_1 для измерения силы тока в цепи.

Всю совокупность процессов на катоде и аноде предлагается представить в виде последовательной цепи, состоящей из поданного на неё внешнего напряжения U_0 , сопротивления объёма электролита R , контактной ЭДС U_k и контактного сопротивления r_k (рис.1). Предполагается, что величина R прямо пропорциональна удельному сопротивлению электролита ρ , расстоянию между электродами L и обратно пропорциональна площади поперечного сечения электролитической ванны S .



Теоретическая ВАХ электролитической ванны в рамках данной модели имеет вид

$$I = (U - U_k) / ((\rho L / S) + r_k) \quad (1)$$

где I – сила тока в цепи, и при фиксированной L представляет собой прямую линию, пересекающую ось напряжения в точке $U = U_k$. Коэффициент наклона этой прямой определяется суммой контактного и объёмного сопротивлений $R_{\text{сум}}$

$$(\Delta U / \Delta I) = (\rho L / S) + r_k = R_{\text{сум}} \quad (2)$$

Зависимость угла наклона ВАХ электролитической ванны от длины ванны L в рамках данной модели, согласно (2), должна быть линейной. График этой зависимости даст возможность при известной S определить величины ρ и r_k .

Снимаем вольт-амперную характеристику раствора. В таблицах приведены результаты измерения ВАХ раствора при 5 различных объёмах жидкости в шприце V (и соответствующих расстояниях L между электродами).

U_{10} , мВ	U , мВ	I , мА	V , мл	L , см
290	1740	28,7	4	1,3
320	1860	31,7		
450	2060	44,6		
650	2460	64,4		
770	2670	76,2		
990	3080	98,0		
1080	3420	106,9		

U_{10} , мВ	U , мВ	I , мА	V , мл	L , см
870	3750	86,1	8	2,6
800	3570	79,2		
740	3340	73,3		
540	2920	53,5		
392	2300	38,8		
294	2040	29,1		
269	1970	26,6		

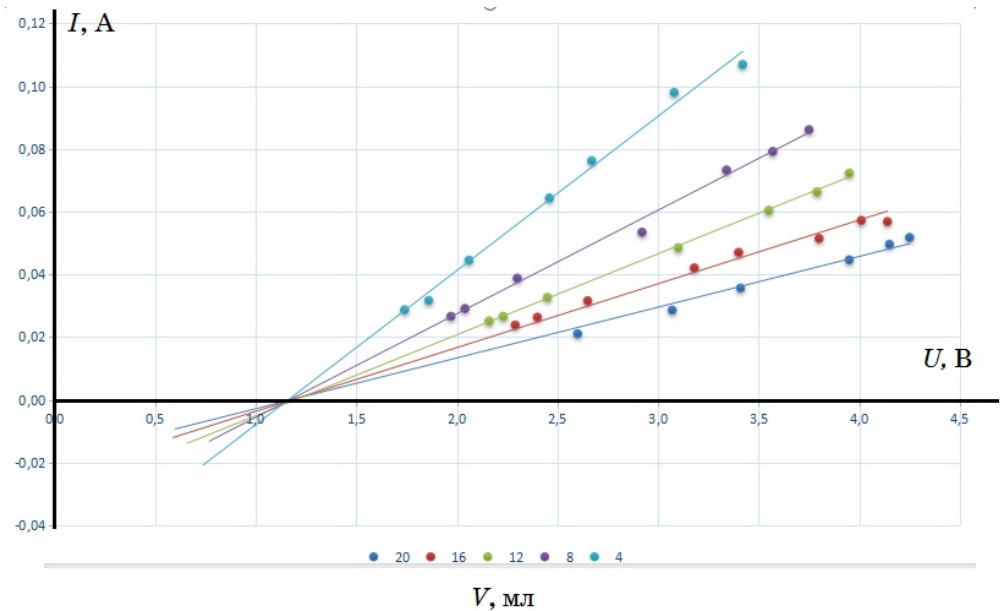
U_{10} , мВ	U , мВ	I , мА	V , мл	L , см
254	2160	25,1	12	3,9
269	2230	26,6		

330	2450	32,7
490	3100	48,5
610	3550	60,4
670	3790	66,3
730	3950	72,3

U_{10} , мВ	U , мВ	I , мА	V , мл	L , см
574	4140	56,8	16	5,2
578	4010	57,2		
520	3800	51,5		
475	3400	47,0		
425	3180	42,1		
319	2650	31,6		
266	2400	26,3		

U_{10} , мВ	U , мВ	I , мА	V , мл	L , см
213	2600	21,1	20	6,5
289	3070	28,6		
360	3410	35,6		
451	3950	44,7		
501	4150	49,6		
523	4250	51,8		

Строим ВАХ для всех экспериментов



A3^{1.00} Оцените величину контактной разности потенциалов $U_{\text{к}}$.

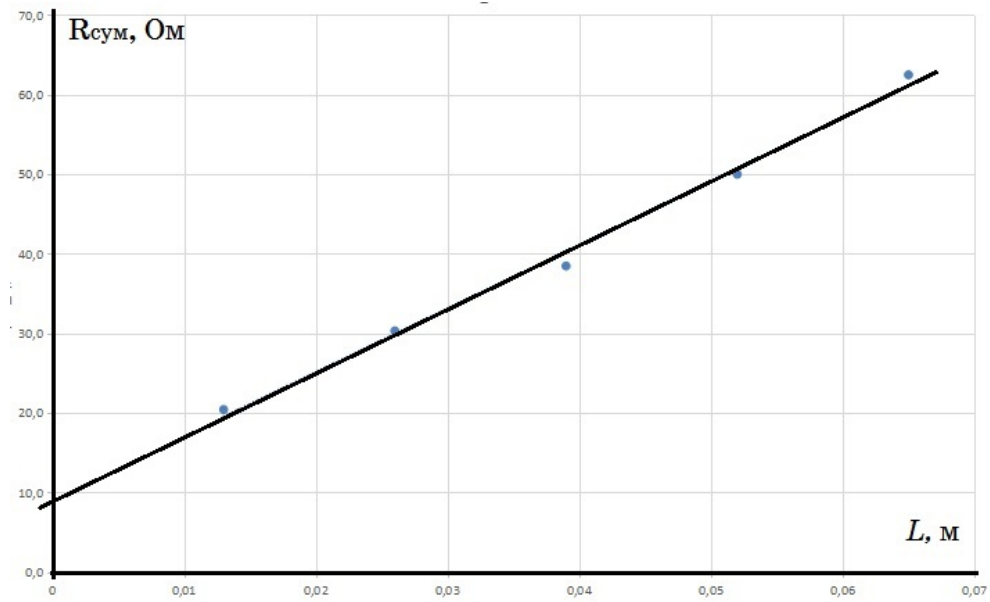
- С помощью графика определяем:
- Из точки пересечения графиков и оси напряжений величину контактной разности потенциалов $U_{\text{к}} = 1,2 \text{ В}$.
 - Из углового коэффициента (см. формулу (2)) сопротивление объёма электролита вместе с сопротивлением контактных областей $R_{\text{сум}}$ для 5-ти значений L .

A4^{2.50} Определите величину контактного сопротивления $r_{\text{к}}$.

Результаты обработки экспериментальных данных для пяти значений L представлены в таблице и на рисунке.

№	L , м	$1/R_{\text{сум}}$, 1/Ом	$R_{\text{сум}}$, Ом
1	0,065	0,016	62,5

2	0,052	0,020	50,0
3	0,039	0,026	38,5
4	0,026	0,033	30,3
5	0,013	0,049	20,4



Из графика находим $r_{\text{к}} = R_{\text{сум}}(0) = 9,2 \text{ Ом}$.

A5 1.00 Рассчитайте удельную проводимость σ трёхпроцентного раствора хлорида натрия в воде.

Площадь сечения поршня $S = 3,1 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$ (можно найти измеряя диаметр поршня или отношение объёма к длине). В рамках используемой модели $\Delta R_{\text{сум}}/\Delta L = \rho/S$. По наклону прямой графика $R_{\text{сум}}(L)$ находим удельное сопротивление используемого раствора соли $\rho = 0,24 \text{ Ом} \cdot \text{м}$. То есть, $\sigma = 1/\rho = 4,2 \text{ (Ом} \cdot \text{м)}^{-1}$.

A6 3.00 Вычислите подвижность μ ионов натрия и хлора в этом растворе.

Удельная проводимость электролита $\sigma = 1/\rho = q_1 n_1 \mu_1 + q_2 n_2 \mu_2$ где q_1 и q_2 модули электрических зарядов положительных и отрицательных ионов соответственно (в случае ионов натрия и хлора $q_1 = q_2 = e$, где e – элементарный заряд), n_1 и n_2 – их концентрации (в нашем случае они одинаковы и равны n), μ_1 и μ_2 - подвижности отрицательных и положительных ионов в растворе, которые, согласно условию задачи, также равны друг другу $\mu_1 = \mu_2 = \mu$. Окончательно,

$$\mu = \frac{\sigma}{2en}$$

Вычисляем концентрацию ионов натрия (или хлора) в трёхпроцентном растворе поваренной соли $NaCl$

$$n = N/V = \frac{m_{NaCl} N_a \rho_{\text{раств}}}{M_{NaCl} m_{\text{раств}}} = 0,03 \frac{N_a \rho_{\text{раств}}}{M_{NaCl}} = 3,2 \cdot 10^{26} \text{ м}^{-3}$$

.

Вычисляем подвижность:

$$\mu = \frac{\sigma}{(2en)} = 4,0 \cdot 10^{-8} \frac{\text{м}^2}{\text{В} \cdot \text{с}}$$

, что хорошо согласуется с литературными данными.