

-2. Как измерить сопротивление раствора?

Условие

Задание 10-2. Как измерить сопротивление раствора?

Основная цель данного задания – разобраться с принципами работы электронного мультиметра в различных режимах.

Приборы и материалы: мультиметр электронный, соединительные провода, две металлические пластинки, цилиндры медный и алюминиевый, линейка, тарелка пластиковая, стакан пластиковый, насыщенный раствор поваренной соли.

Электронный мультиметр – цифровой прибор для измерения различных характеристик электрических цепей, главным образом напряжения, силы тока и сопротивления. Мультиметр содержит достаточно сложные электронные схемы, позволяющие преобразовывать характеристики входных токов. Вам нет необходимости досконально знать эти схемы и принципы их работы. Вам достаточно знать следующее: - в любом режиме работы реально проводится измерение напряжения на некотором внутреннем резисторе, полученное значения напряжения затем «пересчитывается» в нужную измеряемую величину; - для измерения напряжения внутренний источник не нужен; - в режиме измерения сопротивлений мультиметр имеет внутренний источник напряжения; - при протекании тока через растворы электролитов возникают различные гальванические эффекты.

Часть 1. Измерения в тарелке.

Поместите в тарелку два различных металлических цилиндра, к которым подключите выводы мультиметра. Расстояние между цилиндрами должно составлять 3-5 см. Если у цилиндра нет крючка, подключите его с помощью плотно намотанной проволоки. Налейте в тарелку раствор соли так, чтобы его уровень был примерно равен 0,5 – 1 см. При каждом измерении дождитесь, чтобы показания мультиметра примерно стабилизировались, на это требуется время порядка 1 мин. Все измерения приводите при двух полярностях подключения прибора – для этого достаточно поменять подключение проводов к гнездам мультиметра.



1.1 Переключите мультиметр в режим измерения напряжения. Измерьте показания мультиметра при всех возможных диапазонах измерения напряжений.

1.2 Переключите мультиметр в режим измерения сопротивлений. Запишите показания мультиметра (в килоомах) при всех возможных диапазонах измерения мультиметра и двух полярностях подключения.

1.3 Проведите измерения показаний мультиметра (в режиме измерения сопротивлений) от

расстояния между цилиндрами. Измерения проведите при одном диапазоне измерения сопротивлений. Качественно объясните полученные результаты.

1.4 Предложите электрическую схему омметра, позволяющую по измеренному значению напряжения пересчитать сопротивление изучаемого элемента. Укажите, какие величины могут изменяться при изменении диапазона измерений. Приведите формулу для расчета измеряемого сопротивления по измеренному напряжению.

1.5 Качественно объясните результаты, полученные в п.1.2.

1.6 Переключите мультиметр в режим измерения силы тока (при этом надо использовать другое гнездо подключения). Измерьте зависимость силы тока от расстояния между цилиндрами. Качественно объясните полученную зависимость.

1.7 Укажите, можно ли измерять сопротивление раствора в режиме измерения сопротивления.

1.8 Оцените, в каких пределах изменяется сопротивление раствора при изменении расстояния между цилиндрами. Кратко опишите, как вы получили эти значения.

Часть 2. Измерения в стакане.

Прикрепите две одинаковые пластинки к стенкам стакана с помощью разъемов «крокодил». Залейте в стакан раствор соли. Раствор должен частично покрывать пластины, но не касаться зажимов.

2.1 Переключите мультиметр в режим измерения сопротивлений. Запишите показания мультиметра (в килоомах) при всех возможных диапазонах измерения мультиметра и двух полярностях подключения.

2.2 Проведите измерения зависимости показаний омметра от взаимного расположения пластин. Качественно объясните полученные результаты.

2.3 Проведите необходимые вам дополнительные измерения и качественно объясните результаты, полученные в п.2.1



Оценка погрешностей в данной работе не требуется!

Решение

Задание 10-2. Как измерить сопротивление раство-

ра? Решение.

Результаты измерений в данном задании могут заметно отличаться от приведенных ниже авторских значений: они зависят от типа мультиметра, концентрации раствора, используемых цилиндров. Поэтому перед проверкой работ настоятельно рекомендует провести эти измерения самостоятельно.

Часть 1. Измерения в тарелке.

1.1 Измерения напряжения можно провести в диапазонах 2V и 20V. В этих диапазонах и при обеих полярностях подключения показания одинаковы и равны $U = 0,47\text{В}$.

1.2 Показания мультиметра в различных диапазонах приведены в Таблице 1. Измерения оказалось возможным провести только при одной полярности подключения.

Таблица 1.

Диапазон измерения	2K	20K	200K	2M	20M
Показания кОм	-0,37	-4,0	-33	-320	-3180

Можно заметить, что показания возрастают примерно пропорционально верхней границе диапазона измерения.

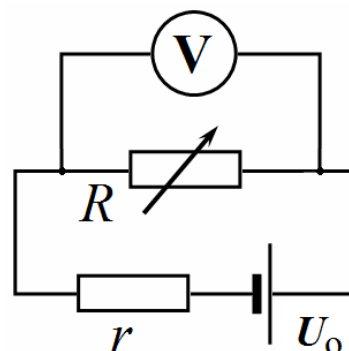
1.3 Показания мультиметра в режиме омметра практически не зависят от расстояния между цилиндрами.

1.4 Возможная схема измерения сопротивления приведена на рисунке. Значение измеряемого напряжения рассчитывается по формуле

$$U = \frac{U_0}{R + r} R. \quad (1)$$

Обычно используется большое внутреннее сопротивление $r \gg R$, поэтому

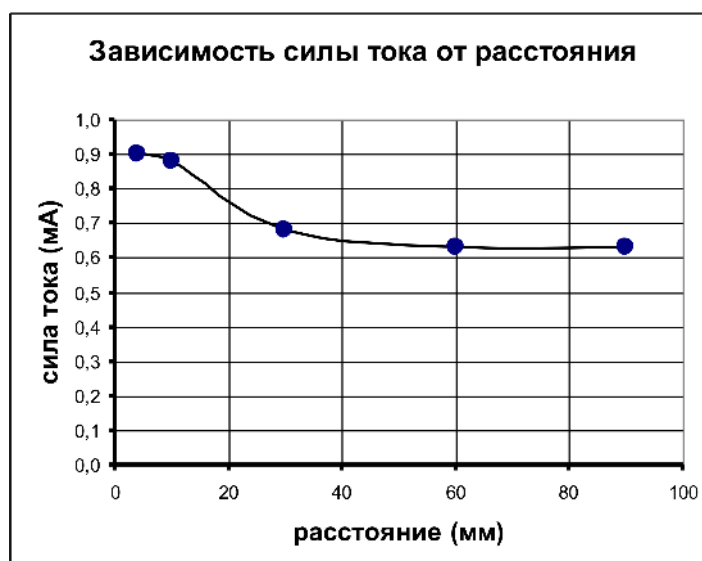
$$R = \frac{U}{U_0} r \quad (2)$$



Следовательно, измеряемое сопротивление пропорционально напряжению на нем. При переключении диапазонов изменяется ток источника $I_0 = \frac{U_0}{r}$, скорее всего посредством изменения внутреннего сопротивления.

1.5 Как следует из результатов измерения напряжения, исследуемое устройство является гальваническим элементом, обладающим собственным напряжением. Поэтому результаты измерений никакого отношения к истинному сопротивлению не имеют: напряжение на клеммах омметра остается постоянным, а внутренне сопротивление изменяется.

1.6 – 1.8 Значение силы тока изменяется от 0,9 мА (при расстоянии в 3 мм) до 0,6 мА при расстоянии 10 мм), при дальнейшем увеличении расстояния сила тока не изменяется. График этой зависимости показан на рисунке. Ток «растекается» по тарелке поэтому основной вклад в сопротивление вносит область, непосредственно примыкающая к цилиндрам. Если расстояние превышает размер этой области, то сопротивление (следовательно, и сила тока) практически не зависит от расстояния между цилиндрами.



Часть 2. Измерения в стакане.

2.1 В данной системе удастся снять показания при двух полярностях подключения мультиметра. Результаты этих измерений приведены в таблице 2. Таблица 2.

Диапазон измерения	2K	20K	200K	2M	20M
Показания кОм	-0,9	-2,0	-10,2	-75	-650
Показания кОм	0,9	1,3	6,2	59	620

2.2 Как и в тарелке, показания омметра практически не зависят от взаимного расположения пластин.

2.3 Измерения напряжения показывают, что напряжение мало (близко к нулю), при одинаковых пластинах, гальванического эффекта не возникает. Однако, при протекании электрического тока происходит неравноценная поляризация пластин, благодаря чему также появляется напряжение между клеммами. Причем это напряжение сложно зависит от силы протекающего тока.

