

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЕМКОСТИ КОНДЕНСАТОРА ПО КРИВОЙ РАЗРЯДКИ

Цель работы: определить емкость конденсатора по величине заряда, отданного им при разрядке.

Оборудование.

Исследуемый электролитический конденсатор емкостью несколько тысяч микрофард, источник тока напряжением 3 – 6 В, вольтметр на 6 В, микроамперметр на 100 мкА, постоянный резистор на 20 – 30 кОм, соединенный последовательно с переменным резистором на 50 – 100 кОм, секундомер, ключ, соединительные провода.

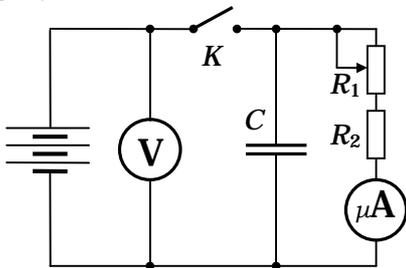
Методика эксперимента.

Емкостью конденсатора называется физическая величина, равная отношению изменения заряда на его обкладках к изменению напряжения между ними.

$$C = \frac{\Delta q}{\Delta U} = \frac{\Delta q}{U_0 - U_1} \quad (1)$$

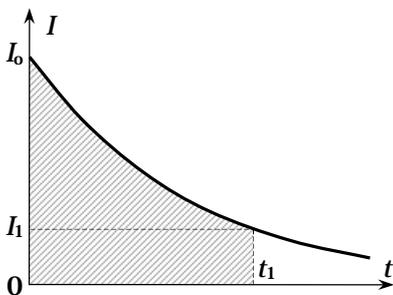
Один из методов измерения емкости конденсатора основан на том, что конденсатор заряжают до определенного напряжения U_0 , а затем определяют заряд Δq , протекающий через выводы конденсатора при его разрядке до напряжения U_1 . Полученные значения подставляют в формулу (1).

Для определения заряда на обкладках конденсатора его подключают к разрядной цепи, состоящей из резистора и измерителя тока, и измеряют зависимость тока, протекающего в разрядной цепи, от времени. Схема для проведения измерений приведена на рисунке.



Когда ключ K замкнут, напряжение на конденсаторе C равно напряжению источника тока U_0 и может быть считано со шкалы вольтметра.

При размыкании ключа конденсатор разряжается через резисторы R_1 , R_2 и микроамперметр. Поскольку напряжения на обкладках конденсатора по мере разряда уменьшается, то уменьшается с течением времени и разрядный ток, как показано на графике.



Площадь криволинейной трапеции, ограниченной справа значением времени t_1 , численно равна заряду, прошедшему по цепи за это время, т.е. Δq . Конечное напряжение на конденсаторе U_1 , как следует из закона Ома,

уменьшается во столько же раз, во сколько уменьшается разрядный ток к моменту времени t_1 , т.е.

$$U_1 = U_0 \frac{I_1}{I_0} \quad (2)$$

Площадь под графиком можно найти как геометрически (методом палетки), так и численно (методом трапеций).

Подготовка и проведение работы, обработка результатов измерений.

1. Подготовьте бланк отчета с двумя таблицами для записи результатов измерений и вычислений.
2. Смонтируйте измерительную схему.
3. Замкните ключ K и резистором R_1 установите начальный разрядный ток $I_0 = 100$ мкА. Измерьте начальное напряжение на конденсаторе U_0 .
4. Одновременно разомкните ключ и запустите секундомер. Отмечайте моменты времени t_i , когда разрядный ток будет равняться 90, 80, ... 20 мкА, занося данные в таблицу.

I , мкА	100	90	80	20	$\Delta q_{\text{трап}}$, Кл
t_i , с	0				
Δt_i , с	-				
Δq_i , Кл	-				

5. Методом трапеций рассчитайте заряд $\Delta q_{\text{трап}}$, отданный конденсатором при уменьшении разрядного тока от 100 до 20 мкА. Для этого сначала найдите значения заряда Δq_i , прошедшего в цепи при уменьшении тока от 100 до 90 мкА, от 90 до 80 мкА и т.д., умножая средние значения тока (95, 85, 75 мкА и т.д.) на соответствующие времена разрядки Δt_i . Затем сложите восемь полученных значений Δq_i .
6. Постройте график зависимости разрядного тока от времени $I(t)$.
7. Из графика по площади под кривой разрядного тока найдите отданный заряд $\Delta q_{\text{геом}}$.
8. По формулам (1) и (2) рассчитайте емкость конденсатора $C_{\text{трап}}$ и $C_{\text{геом}}$ для обоих методов нахождения заряда.
9. Результаты измерений и вычислений занесите в отчетную таблицу.

Измерено			Рассчитано		
$\Delta q_{\text{трап}}$, Кл	$\Delta q_{\text{геом}}$, Кл	U_0 , В	U_1 , В	$C_{\text{трап}}$, мкФ	$C_{\text{геом}}$, мкФ

10. Оцените ошибку измерения емкости каждым из методов и укажите пути ее уменьшения.

Контрольные вопросы

1. От чего зависит емкость уединенного проводника, емкость конденсатора?
2. Чем определяется время разрядки конденсатора?
3. Почему использованный в работе метод пригоден для измерения только достаточно больших емкостей (сотни и тысячи мкФ)?
4. Чем объяснить, что вольтметр нельзя оставлять подключенным к конденсатору при измерении тока разрядки?
5. Можно ли видоизменить используемый метод так, чтобы для измерений использовался бы только вольтметр, а микроамперметр отсутствовал? Какие дополнительные данные при этом необходимы?