

Ш.7. Измерение удельной теплоты плавления льда

Цель: измерить удельную теплоту плавления льда.

Оборудование:

1. калориметр,
2. сосуд с теплой водой,
3. лед,
4. измерительный цилиндр,
5. термометр,
6. фильтровальная бумага.

Краткие теоретические сведения.

Удельную теплоту плавления льда можно определить следующим способом. Если налить в стакан калориметра теплую воду массой m_1 с температурой t_1 и опустить в нее лед массой m_2 при температуре $t_3 = 0^\circ \text{C}$, то при расплавлении всего льда температура t_2 воды в калориметре определится уравнением теплового баланса:

$$m_2 \lambda + m_2 c (t_2 - t_3) = m_1 c (t_1 - t_2) + m_k c_k (t_4 - t_1),$$

где λ - удельная теплота плавления льда,

c - удельная теплоемкость воды,

m_k - масса калориметра,

c_k - удельная теплоемкость вещества калориметра,

t_4 - начальная температура калориметра.

Выполнение эксперимента и расчетов можно упростить, если проводить опыт так, чтобы начальное t_4 и конечное t_2 значение температуры калориметра были одинаковыми (комнатными). В этом случае уравнение теплового баланса принимает вид:

$$m_2 \lambda + m_2 c (t_2 - t_3) = m_1 c (t_1 - t_2).$$

Поскольку $t_3 = 0^\circ \text{C}$, удельная теплота плавления льда из этого уравнения равна

$$\lambda = \frac{m_1 c (t_1 - t_2) - m_2 c t_2}{m_2}$$

Ход работы

1. Приготовьте несколько кусочков льда и подержите их при комнатной температуре, чтобы температура льда стала равной 0° . (Часть льда должна растаять, оставшийся лед будет плавать в воде).

2. Налейте в измерительный цилиндр 150 см^3 теплой воды (ее температура должна быть выше комнатной примерно на 40°C) и измерьте ее температуру t_1 . Вылейте теплую воду во внутренний стакан калориметра.

3. Возьмите небольшой кусок льда, имеющий температуру 0°C , осушите его фильтровальной бумагой и опустите в калориметр с теплой водой. Постоянно перемешивая воду, следите за показаниями термометра. Когда первый кусок льда полностью растает, положите в воду второй кусок и поступайте так до тех пор, пока температура воды в калориметре не достигнет значения t_2 , равного температуре воздуха в комнате.

4. Перелейте воду из стакана калориметра в измерительный цилиндр. По увеличению объема ΔV воды найдите массу m_2 растаявшего льда.

5. Вычислите удельную теплоту плавления льда. Результаты измерений и вычислений занесите в таблицу.

m_1 , кг	t_1 , $^\circ \text{C}$	t_2 , $^\circ \text{C}$	ΔV , м^3	m_2 , кг	C , Дж/кг $^\circ \text{C}$	λ , Дж/кг

6. Оцените границы погрешностей измерений.

Контрольные вопросы

1. Почему при выполнении расчетов не учитывается теплоемкость калориметра?
2. В каком случае погрешность измерений в данной работе будет меньше – при быстром выполнении операций или при медленном? Почему?
3. Сравните прочность кристаллических решеток меди и льда, взятых при температуре плавления.

Ш.8. Определение относительной влажности воздуха

Цель работы: освоить приемы определения относительной влажности воздуха, основанные на использовании гигрометра Ламберта и психрометра.

Оборудование

7. Термометр лабораторный;
8. стакан химический;
9. сосуд с водой комнатной температуры;
10. сосуд с кусочками льда;
11. кусочек ткани,
12. нить.

Введение

Чтобы определить относительную влажность воздуха r нужно измерить при одной и той же температуре парциальное давление водяного пара p и давление насыщенного пара p_n :

$$r = \frac{p}{p_n} 100\%. \quad (1)$$

Давления насыщенного водяного пара при различных температурах известны. Эти данные получены в результате специально проведенных экспериментов и сведены в таблицу (см. табл. 1).

Таблица 1. Давление насыщенного водяного пара и его плотность при различных температурах

Давление указано в нескольких единицах измерений, включая технические атмосферы ($1 \text{ ат} = 0.968 \text{ атм} = 1 \text{ кг} / \text{см}^2 = 735,66 \text{ мм рт.ст.}$).

Таблица 1

Температура	Давление			
	Па	атм	кг / см ² (ат)	мм рт.ст.
0°C	588	0.0058	0.006	4.4
17.2°C	$1.96 \cdot 10^3$	0.019	0.02	15
45.4°C	$9.80 \cdot 10^3$	0.097	0.1	74
59.7°C	$1.96 \cdot 10^4$	0.19	0.2	147
75.4°C	$3.92 \cdot 10^4$	0.39	0.4	294
85.45°C	$5.88 \cdot 10^4$	0.58	0.6	441
93.0°C	$7.84 \cdot 10^4$	0.77	0.8	588
96.2°C	$8.82 \cdot 10^4$	0.87	0.9	662
99.1°C	$9.80 \cdot 10^4$	0.968	1.00	736
100.0°C	$1.013 \cdot 10^5$	1.000	1.0333	760.0

Для измерения парциального давления воздуха его приводят в контакт с поверхностью предмета, температуру которого можно понижать. Слой водяного пара, находящийся вблизи поверхности этого тела, благодаря теплообмену также станет охлаждаться, но его давление при этом будет оставаться равным парциальному давлению всего пара. Зная температуру предмета в момент начала конденсации охлаждаемого слоя пара и считая, что температуры предмета и слоя пара, прилегающего к его поверхности, одинаковы, по той же таблице

находят значение давления насыщенного пара при температуре конденсации, а значит, и парциальное давление всего пара.

Одним из приборов, с помощью которого определяют относительную влажность описанным выше способом, является гигрометр Ламберта.

Используя гигрометр Ламберта, r определяют в три этапа: 1) измеряют температуру воздуха в помещении и по табл. 1 находят давление насыщенного пара p_n ; 2) приводят в действие гигрометр, определяют точку росы и по той же таблице находят давление насыщенного пара $p_{н.т.р.}$, соответствующее этой температуре, равное парциальному давлению пара $p_{н.т.р.}$, 3) по формуле (1) вычисляют относительную влажность воздуха $г$.

Описание экспериментальной установки

Относительную влажность воздуха определяют с помощью моделей гигрометра Ламберта и психрометра.

При сборке модели гигрометра Ламберта используют химический стакан с чистой внешней стенкой, наполовину заполненный водой комнатной температуры, сосуд с кусочками льда и термометр. Стакан размещают перед собой так, чтобы на его стенке был виден блик от какого-то источника света (окна или лампы освещения). Термометр погружают в воду, а затем в нее добавляют кусочки льда и наблюдают за бликом на стенке стакана и показаниями термометра. Из-за теплообмена со льдом вода в стакане станет охлаждаться, и, как только ее температура достигнет точки росы, на внешней стенке образуется конденсат пара, при появлении которого блик на стенке потускнеет. В момент начала конденсации снимают показание термометра. При проведении опыта в помещении не должно быть сквозняков. Кроме того, не следует дышать в сторону стакана. Кусочки льда заготавливают заблаговременно (например, в домашнем холодильнике, на занятие приносят их в термосе).

Психрометр собирают, используя термометр, кусочек тонкой ткани, нитку и стакан с водой комнатной температуры. Вначале термометром измеряют температуру воздуха в помещении. Затем его резервуар со спиртом оборачивают 2—3 раза тканью, которую закрепляют ниткой. Затем ткань смачивают водой и наблюдают за изменениями показаний термометра. В момент, когда столбик спирта перестанет опускаться, записывают его показание. По результатам двух измерений температуры, используя психрометрическую таблицу, определяют относительную влажность воздуха.

Задания и вопросы дня проверки готовности к выполнению работы

1. Рассмотрите таблицу «Давление насыщенного водяного пара при различных температурах». Отметьте, с каким интервалом приведены в таблице значения температуры пара, в каких единицах указаны значения давления насыщенного пара.

2. Рассмотрите «Психрометрическую таблицу» (табл. 2). Определите, с какими интервалами приведены в ней возможные значения температуры воздуха и значения разности температур «сухого» и «влажного» термометров, каково предельное значение этой разности.

3. Каковы значения максимальной и минимальной относительной влажности воздуха, которые можно определить с помощью модели психрометра?

4. Почему при проведении опыта с моделью гигрометра Ламберта не рекомендуется дышать в сторону стакана с водой?

Психрометрическая таблица

Таблица 2

Показания сухого термометра, °С	Разность показаний сухого и влажного термометров, °С										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Относительная влажность, %										
12	100	89	78	68	57	48	38	29	20	11	-

13	100	89	79	69	59	49	40	31	23	14	6
14	100	89	79	70	60	51	42	34	25	17	9
15	100	90	80	71	61	52	44	36	27	20	12
16	100	90	81	71	62	54	46	37	30	22	15
17	100	90	81	72	64	55	47	39	32	24	17
18	100	91	82	73	65	56	49	41	34	27	20
19	100	91	82	74	65	58	50	43	35	29	22
20	100	91	83	74	66	59	51	44	37	30	24
21	100	91	83	75	67	60	52	46	39	32	26
22	100	92	83	76	68	61	54	47	40	34	28
23	100	92	84	76	69	61	55	48	42	36	30
24	100	92	84	77	69	62	56	49	43	37	31
25	100	92	84	77	70	63	57	50	44	38	33

Ход работы

Задание 1. Измерить относительную влажность воздуха с помощью гигрометра Ламберта.

1. Подготовьте таблицу для записи результатов измерений и вычислений:

<i>№ опыта</i>	$t, ^\circ\text{C}$	$T_{\text{вл}}, ^\circ\text{C}$	$\Delta t, ^\circ\text{C}$	$\varphi, \%$	$\varphi_{\text{ср}}, \%$
----------------	---------------------	---------------------------------	----------------------------	---------------	---------------------------

2. Измерьте температуру воздуха t в помещении.

3. Определите по таблице 1 давление насыщенного пара p_n , соответствующее этой температуре.

4. Поставьте перед собой стакан, наполовину заполненный водой комнатной температуры, так, чтобы на его стенке был хорошо заметен блик света. Поместите в стакан термометр и несколько кусочков льда.

5. Наблюдайте за бликом на поверхности стакана и отметьте момент появления конденсата. Измерьте в этот момент температуру воды $t_{\text{м.п.}}$ в стакане.

6. Определите по таблице 1 давление насыщенного пара, которое соответствует этой температуре, $t_{\text{н.т.р.}}$.

7. Учитывая, что давление паров воды p в воздухе в момент проведения опыта равно давлению насыщенного пара при его конденсации на стенке стакана $p_{\text{н.т.р.}}$, занесите в таблицу это значение.

8. Вычислите относительную влажность φ воздуха.

9. Повторите опыт 3—4 раза и определите среднее значение относительной влажности воздуха $\varphi_{\text{ср}}$.

Задание 2. Измерить относительную влажность воздуха с помощью модели психрометра.

1. Подготовьте таблицу для записи результатов измерений и вычислений:

Таблица 3

<i>№ опыта</i>	$t, ^\circ\text{C}$	$t_{\text{вл}}, ^\circ\text{C}$	$\Delta t, ^\circ\text{C}$	$\varphi, \%$	$\varphi_{\text{ср}}, \%$

2. Измерьте температуру воздуха t в помещении.

3. Опустите термометр в воду и убедитесь, что она имеет комнатную температуру.

4. Оберните наполненный спиртом резервуар термометра кусочком ткани и закрепите его ниткой.

5. Смочите ткань водой и наблюдайте за изменениями показаний термометра. Запишите его показание $t_{\text{вл}}$ в тот момент, когда столбик спирта перестанет опускаться.

6. Занесите в таблицу значения температуры, которые показывал термометр до и после того, как его резервуар увлажнили. Вычислите их разность Δt и с помощью психрометрической таблицы (табл. 2) определите относительную влажность φ воздуха в классе.

7. Повторите опыт 3—4 раза и определите среднее значение искомой величины $\varphi_{\text{ср}}$.

8. При наличии в классе психрометра определите относительную влажность воздуха с его помощью. Сравните результаты, полученные при выполнении заданий 1 и 2, со значением относительной влажности, определенной психрометром. Сделайте вывод о том, какой из двух способов, используемых в работе, дает более достоверные результаты.

Контрольные вопросы

1. Могут ли в ходе опытов температуры «сухого» и «влажного» термометров оказаться одинаковыми?

2. Может ли температура «влажного» термометра оказаться выше температуры «сухого»?

3. Каким может быть предельное значение относительной влажности воздуха?

Дополнительное задание

Накройте сосуд, заполненный на четверть с водой комнатной температуры, листом бумаги, сложенным в несколько раз. В бумаге сделайте сквозное отверстие и вставьте, в него термометр. На резервуаре термометра закрепите кусочек материи.

Намочите материю водой и поместите термометр в сосуде так, чтобы резервуар со спиртом находился между крышкой и поверхностью воды.

Измерьте относительную влажность воздуха, находящегося в сосуде под крышкой. Сравните ее со значениями, полученными в предыдущих опытах, и объясните причину расхождения результатов.

Ш.9. Определение коэффициента поверхностного натяжения жидкости

Цель работы: определить коэффициент поверхностного натяжения воды с помощью весов и проволочной скобы.

Оборудование

1. Весы лабораторные с набором гирь,
2. плоская кювета, проволочная скоба,
3. штангенциркуль,
4. сосуд с водой комнатной температуры.

Введение

Метод определения коэффициента поверхностного натяжения, используемый в работе, основан на искусственном увеличении площади поверхности воды, которое происходит при попытке отделения от ее поверхности находящегося на ней предмета. Таким предметом может быть скоба, изготовленная из материала, хорошо смачиваемого водой, например, из железной проволоки. Если проволочную скобу подвесить к коромыслу рычажных весов, уравновесить и привести в контакт с поверхностью воды, то при попытке извлечь ее из жидкости равновесие весов нарушится. Чтобы скобу оторвать от поверхности воды, на чашу весов потребуется добавить груз, сила тяжести которого уравновесит силу поверхностного натяжения. Скоба оторвется от жидкости при условии $F_n = m_z g$, где F_n — сила поверхностного натяжения; m_z — масса дополнительного груза; g — ускорение свободного падения. Определив массу дополнительного груза, зная длину скобы L и ускорение

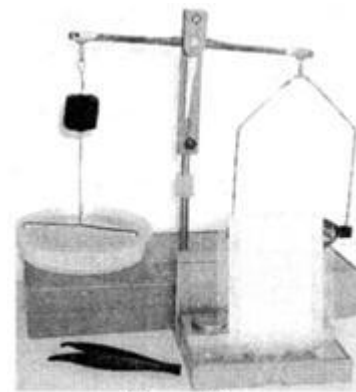


Рис. 10

свободного падения, находят коэффициент поверхностного натяжения:

$$\sigma = \frac{F_n}{2L} = \frac{m_z g}{2L}$$

Число 2 в знаменателе появилось из-за того, что водяная пленка, которая потянется за скобой при извлечении ее из воды, имеет две поверхности.

Описание экспериментальной установки

Общий вид экспериментальной установки, подготовленной к измерениям, показан на рис. 10.

Скобу изготавливают из куска железной проволоки диаметром 0,2 мм и длиной 10 см. Края проволоки на расстоянии 10 мм от концов отгибают под 90° . В середине проволоки делают петлю для крепления к нити подвеса. Скобу подвешивают на нити к коромыслу весов вместо одной из чаш. При этом нужно проследить, чтобы она располагалась строго горизонтально.

Под скобу ставят кювету. Коромысло весов закрепляют на такой высоте, чтобы при равновесии дно оставшейся чаши было на высоте около 20 мм от поверхности основания. Длину подвеса скобы регулируют так, чтобы при равновесии весов она находилась внутри кюветы, не касаясь дна. Весы уравнивают, прикрепив к подвесу между коромыслом и скобой дополнительный груз, например, кусок пластилина. Равновесия добиваются, изменяя массу пластилина.

Затем кювету постепенно заполняют водой, пока ее уровень не сравняется с горизонтальной частью скобы. Скобу несколько раз погружают в воду, чтобы ее поверхность полностью смочилась.

Вопросы и задания для проверки готовности к выполнению работы

1. Почему проволочную скобу перед проведением опыта рекомендуется промыть мыльной водой?
2. Как определить границу абсолютной погрешности измерения массы тела с помощью рычажных весов?
3. Запишите формулу для вычисления границы абсолютной погрешности определения σ .

Ход работы

1. Подготовьте таблицу для записи результатов измерений и вычислений:

Таблица 4

$L, м$	$\Delta L, м$	$m_2, кг$	$\Delta m_2, кг$	$\sigma, Н/м$	$\Delta \sigma, Н/м$

2. Подготовьте экспериментальную установку к выполнению измерений в соответствии с рекомендациями, приведенными в ее описании.

3. Измерьте длину L горизонтальной части проволочной скобы.

4. Приведите скобу в контакт с поверхностью воды. Разместите на чаше весов гири и определите их максимальную суммарную массу m_2 , при которой скоба еще удерживается пленкой воды.

5. Вычислите границы абсолютных погрешностей измерений m_2 и L .

6. Вычислите по формуле (1) коэффициент поверхностного натяжения воды σ .

7. Вычислите границу абсолютной погрешности $\Delta \sigma$.

8. Запишите полученный результат с учетом границы абсолютной погрешности:

9. Определите, попадает ли табличное значение коэффициента поверхностного натяжения воды в интервал достоверных значений этой величины, полученный в ходе проведения опыта.

Контрольные вопросы

1. От каких факторов зависит погрешность измерения коэффициента поверхностного натяжения воды методом, использованным в работе?

2. Назовите единицу коэффициента поверхностного натяжения жидкости.

Дополнительное задание

Докажите зависимость коэффициента поверхностного натяжения от температуры. Для этого повторите опыт, используя воду с температурой 60 — 70 °С. Полученное в опыте с горячей водой значение сравните с тем, которое было получено при выполнении основной части работы, когда использовалась вода комнатной температуры.

Ш.10. Исследование электрического поля конденсатора

Цель работы: исследовать методы определения энергии электрического поля заряженного конденсатора по его емкости и напряжению на обкладках, а также по работе, совершаемой полем при разрядке конденсатора.

Оборудование

1. Цифровой мультиметр,
2. конденсатор 2200 мкФ,
3. резистор 100 кОм,
4. выпрямитель ВУ-4,
5. секундомер или часы с секундной стрелкой.

Введение

Энергия электрического поля заряженного конденсатора W может быть определена по формуле:

$$W = \frac{C \cdot U^2}{2} \quad (1)$$

где C — емкость конденсатора, U — обкладками заряженного конденсатора.

Определить энергию электрического поля конденсатора можно также по той работе, которую оно совершит при его разрядке. Если к заряженному конденсатору подключить резистор, то в образованной электрической цепи возникнет перемещение зарядов. По мере уменьшения зарядов на обкладках конденсатора энергия его электрического поля убывает, превращаясь во внутреннюю энергию резистора и соединительных проводов. На основании закона Джоуля—Ленца работа, совершенная зарядами при движении через цепь с резистором, равна

$$A = I^2 R t, \quad (2)$$

где I — среднее значение силы тока в цепи за время его протекания; R — сопротивление цепи; t — время протекания тока.

В момент, когда заряд конденсатора станет равным нулю, вся энергия электрического поля превратится во внутреннюю энергию элементов подключенной цепи (в рассмотренном случае разрядки через резистор — в основном во внутреннюю энергию резистора, так как сопротивление соединительных проводов пренебрежимо мало по сравнению с его сопротивлением), т. е. можно утверждать, что

$$\frac{C \cdot U^2}{2} = I^2 \cdot R \cdot t \quad (3)$$

Описание экспериментальной установки

Опыт проводят в два этапа. В ходе первого этапа заряжают конденсатор и определяют энергию его электрического поля, используя формулу (1). В ходе второго — к конденсатору подключают резистор и определяют работу, совершенную в цепи при разрядке конденсатора.

Перед выполнением первого этапа работы рассматривают надписи на корпусе конденсатора и определяют значение его емкости и допуск, с которым оно указано.

Затем собирают установку, схема которой показана на рис.

11.

Мультиметр готовят к работе в режиме измерения постоянного напряжения и подключают к выводам конденсатора.

Конденсатор соединяют с ключом и подключают к выходным гнездам выпрямителя.

Замыкают ключ, заряжают конденсатор и измеряют напряжение на его выводах. На этом первый этап заканчивается.

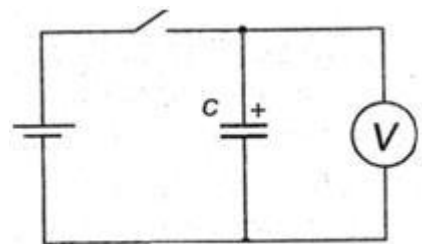


Рис. 11

Переходя ко второму этапу опыта, мультиметр отсоединяют от заряженного конденсатора и переводят в режим измерения силы постоянного тока. После этого из цепи удаляют выпрямитель, а вместо него подключают мультиметр, последовательно соединенный с резистором. Схема этого соединения показана на рис. 12. Замыкают ключ и одновременно включают секундомер. Через каждые 15 с записывают показание мультиметра до тех пор, пока конденсатор полностью не разрядится. (В целях сокращения продолжительности опыта измерения можно прекратить при уменьшении тока в цепи до 5 % от начального значения.)

После разрядки конденсатора цепь разбирают и измеряют мультиметром сопротивление резистора.

Для каждого интервала времени продолжительностью в 15 с вычисляют средние значения силы тока в цепи как полусумму

$$I_{ср1} = \frac{I' + I''}{2},$$

где $I_{ср1}$ — среднее значение силы тока на протяжении одного интервала, I' и I'' — значения силы тока соответственно в начале и конце ин-

тервала. (При этом делается допущение, что сила тока убывает на протяжении каждого временного интервала по линейному закону. Подобное допущение возможно из-за малости отдельно взятого интервала времени по сравнению с общим временем разрядки.) Затем по формуле (2) вычисляют среднее значение работы, совершенной в цепи за каждый интервал времени.

Средние значения работы, совершенные за все интервалы времени, складывают и находят общую работу, совершенную в цепи за время разрядки конденсатора.

Чтобы уменьшить погрешность результатов, в опыте используют конденсатор большой емкости. Особенность таких конденсаторов в том, что напряжение на их пластины должно подаваться в определенной полярности. Та обкладка, которая должна иметь положительный потенциал, имеет вывод, помеченный знаком «+».

Вопросы и задания для проверки готовности к выполнению работы

1. Изучите инструкцию по работе с мультиметром и укажите порядок его подготовки к измерениям постоянного напряжения, силы постоянного тока и сопротивления резисторов.
2. Какую характеристику выпрямителя следует учесть, чтобы оценить значение верхнего предела измеряемого напряжения, который необходимо установить на мультиметре при выполнении первого этапа опыта?
3. Как, зная напряжение, до которого зарядится конденсатор, и сопротивление резистора, оценить значение верхнего предела измеряемой силы тока, который необходимо установить на мультиметре при выполнении второго этапа опыта?
4. Как определить границы абсолютной погрешности измерений емкости конденсатора, напряжения на его обкладках, силы тока и сопротивления резистора?
5. Запишите формулу для вычисления границ абсолютных погрешностей определения энергии конденсатора и работы, совершенной при его разрядке.

Ход работы

1. Подготовьте таблицу для записи результатов измерений и вычислений:

Таблица 5

$C, \times 10^{-6} \text{ Ф}$	$U_0, \text{ В}$	$U_0^2, \text{ В}^2$	$W, \text{ Дж}$	$\Delta W, \text{ Дж}$	$A, \text{ Дж}$	$\Delta A, \text{ Дж}$

Подготовьте вспомогательную таблицу для записи результатов измерений и вычислений, проводимых при наблюдении за разрядкой конденсатора:

Таблица 6

$t, \text{ с}$	$I, \text{ А}$	$I_{ср}, \text{ А}$	$I_{ср}^2, \text{ А}^2$	$R, \text{ Ом}$	$A_{ср}, \text{ Дж}$

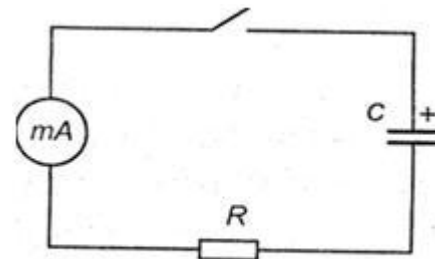


Рис. 12

0					
15					
30					

Подготовьте мультиметр для работы в качестве омметра и измерьте им сопротивление R резистора.

2. Подготовьте мультиметр для измерения постоянного напряжения.

3. Установите емкость C конденсатора, точность, с которой она указана, и полярность выводов по надписям на его корпусе.

4. Соберите электрическую цепь для зарядки конденсатора по схеме рис. 11.

5. Зарядите конденсатор и измерьте напряжение U_0 на его выводах.

6. Отключите от заряженного конденсатора мультиметр и подготовьте его для измерения силы тока.

7. Соберите установку для наблюдения за разрядкой конденсатора по схеме рис. 12. Для этого в цепи, собранной по схеме на рис. 11, сначала отключите мультиметр и подготовьте его для измерения силы постоянного тока. Потом разомкните ключ, отключите выпрямитель и вместо него подключите мультиметр, соединенный последовательно с резистором.

8. Замкните ключ, одновременно включите секундомер и измерьте начальную силу тока в цепи.

9. Через каждые 15 с записывайте показания мультиметра до тех пор, пока сила тока не уменьшится примерно в 20 раз.

10. Проведите необходимые вычисления для заполнения вспомогательной таблицы.

11. Найдите работу A , совершенную полем конденсатора при разрядке, как сумму средних значений работ $A_{ср}$, совершенных в течение каждого из интервалов времени.

12. Вычислите энергию поля W конденсатора, которую он получил при зарядке.

13. Вычислите границы абсолютных погрешностей измерений C , U_0^2 , I_0^2 и R .

14. Вычислите границы абсолютных погрешностей ΔW и ΔA .

15. Запишите результаты определения энергии конденсатора W_k и работы A_k в виде:

$$16. W_k = W \pm \Delta W \text{ и } A_k = A \pm \Delta A$$

17. Установите, перекрываются ли интервалы достоверных значений энергии конденсатора и работы, совершенной его полем при разрядке конденсатора. Укажите возможные причины расхождения результатов.

18. Сделайте вывод о возможности оценки энергии электрического поля конденсатора по измерению работы, совершаемой им при разрядке.

Контрольные вопросы

1. Какие факторы влияют на точность определения энергии электрического поля конденсатора по его емкости и напряжению на обкладках?

2. Какие факторы влияют на точность определения энергии электрического поля конденсатора по работе, совершенной полем в процессе разрядки?

3. Какую погрешность в определение работы поля вносит прекращение наблюдения за процессом разрядки при уменьшении силы тока в цепи в 20 раз по сравнению с начальным значением?

III.11. Определение максимальной емкости воздушного конденсатора переменной емкости

Цель работы: научить применять знания по теме «Емкость».

Оборудование:

1. воздушный конденсатор переменной емкости,
2. штангенциркуль.

Краткие теоретические сведения.

Конденсатором называют систему двух проводников (обкладок), разделенных слоем диэлектрика, толщина которой мала по сравнению с размерами проводников. Так, например две плоские параллельные пластины, разделенные слоем диэлектрика (в частности воздуха), образуют плоский конденсатор.

Воздушный конденсатор переменной емкости можно представить как систему параллельно соединенных конденсаторов, число которых на единицу меньше числа пластин. Емкость такой системы можно вычислить по формуле:

$$C = \epsilon_0 S (n - 1) / d$$

C - емкость конденсатора (Ф);

S - площадь каждой пластины (m^2);

$\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$ Ф/м - электрическая постоянная;

n - число пластин;

d - расстояние между пластинами (м).

Ход работы

1. Подготовьте в тетради таблицу для записи результатов измерений и вычислений.

№ опыта	D , м	S , m^2	n	d , м	d_{cp} , м	C , ф

2. Внимательно изучите устройство воздушного конденсатора переменной емкости. Убедитесь, что его емкость максимальна в положении, когда пластины полностью задвинуты.

3. Измерьте штангенциркулем диаметр одной пластины D и вычислите её площадь.

4. Подсчитайте число пластин n .

5. Измерьте зазор d_1 между двумя соседними пластинами штангенциркулем, затем измерьте еще 4 зазора d_2, d_3, d_4, d_5 . Вычислите

$$d_{cp} = d_1 + d_2 + d_3 + d_4 + d_5.$$

6. Вычислите емкость:

$$C = \epsilon_0 S (n - 1) / d$$

7. Оцените погрешность проведенных измерений и сделайте вывод.

Контрольные вопросы:

1. Какие типы конденсаторов вы знаете?
2. Предложите способ определения емкости воздушного конденсатора переменной емкости с помощью электроизмерительных приборов.