

Государственное автономное профессиональное
образовательное учреждение
«Городецкий Губернский колледж»

ФИЗИКА

**Методические рекомендации
по выполнению практических работ**

по специальностям

**Технология продукции общественного питания
Поварское и кондитерское дело**

г. Городец
2018 г.

Рассмотрено на заседании методической комиссии преподавателей
общеобразовательных дисциплин
Печатается по решению методического совета
ГАПОУ «Городецкий Губернский колледж»

Методические рекомендации по организации по выполнению практических работ по программам подготовки специалистов среднего звена по специальностям 19.02.10 Технология продукции общественного питания; 43.02.15 Поварское и кондитерское дело по ОУД.10 Физика – г. Городец, ГАПОУ «Городецкий Губернский колледж», 2018

Методические рекомендации предназначены для руководства по выполнению практических работ обучающихся по физике. Они содержат теоретические основы, которыми студенты должны владеть перед проведением практической работы; описание приборов и материалов; рекомендации по проведению самостоятельных исследований.

Методические рекомендации адресованы преподавателям физики и обучающимся колледжа.

Составитель: Горбунова Елена Валерьевна

Рецензент: Расходова Ольга Федоровна

Содержание

	Стр.
Введение	4
Теоретическая подготовка	6
Ознакомление с приборами, сборка схем	6
Проведение опыта и измерений	6
Критерии оценок практических работ	7
Методические указания к выполнению практических работ для студентов	8
Техника безопасности при выполнении практических работ	9
Практическая работа № 1 «Определение относительной влажности воздуха»	10
Практическая работа № 2 «Изучение явления электромагнитной индукции»	14
Практическая работа № 3 «Определение фокусного расстояния линзы»	19

Введение

Методические указания по проведению практических работ разработаны согласно программа подготовки специалистов среднего звена в соответствии с ФГОС по специальностям 19.02.10 Технология продукции общественного питания; 43.02.15 Поварское и кондитерское дело.

Практические работы направлены на освоение следующих умений и знаний:

уметь:

- основные положения МКТ для объяснения понятия внутренней энергии, а также изменения внутренней энергии при изменении температуры тела;
- читать и строить графики зависимости между основными параметрам состояния газа, изменения температуры тел при нагревании и охлаждении;
- пользоваться термометром, калориметром;
- собирать электрические цепи из последовательно и параллельного соединения;
- чертить схемы электрических цепей; собирать электрическую цепь по схеме;
- измерять силу тока в электрической цепи, напряжение на концах проводника;
- определять сопротивление проводника с помощью амперметра и вольтметра: пользоваться реостатом;
- измерять ЭДС и внутреннее сопротивление источника;
- производить расчеты электрических цепей с применением закона Ома, закономерностей параллельного и последовательного соединения проводников;
- определять силу тока и напряжение по графику зависимости между этими величинами;
- определять направление индукции и напряженности магнитного поля; направление действия сил Ампера и Лоренца;
- экспериментально исследовать действия магнитного поля на проводник с током;
- определять направление индукционного тока.

знать:

- понятия: тепловое движение частиц; массы и размеры молекул; идеальный газ: изотермический, изохорный и изобарный процессы; броуновское движение; температура (мера средней кинетической энергии молекул); внутренняя энергия; работа как способ изменения внутренней энергии; теплопередача; количество теплоты; удельная теплоемкость вещества;
- законы: Кулона, сохранения заряда, принцип суперпозиции; напряженности;

- строение силы и ЭДС; электрическое сопротивление и удельное электрическое сопротивление;
- законы: Ома для участка цепи;
- формулы: силы и плотности тока; сопротивления, ЭДС;
- понятия: магнитное поле, магнитная проницаемость, магнитная индукция и
- законы: Ампера, правило «Буравчика»;
- понятия: электромагнитная индукция, самоиндукция, индуктивность,
- законы: электромагнитной индукции, правило Ленца;
- понятия: электромагнитное поле и электромагнитная волна;
- понятия: свет, основные понятия фотометрии;
- законы: отражение и преломление света;

Методические указания по выполнению практических работ содержат теоретические основы, которыми студенты должны владеть перед проведением практической работы; описание приборов и материалов; рекомендации по проведению самостоятельных исследований.

Теоретическая подготовка

Теоретический материал, необходимый для проведения физического эксперимента, изучается студентами в курсе лекций или в порядке самостоятельной работы.

Особое внимание в ходе теоретической подготовки должно быть обращено на понимание физической сущности процесса. Для самоконтроля в каждой работе приведены контрольные вопросы, на которые обучающийся обязан дать четкие, полные, правильные ответы. Теоретическая подготовка завершается предварительным составлением отчета со следующим порядком записей:

1. Название работы.
2. Цель работы.
3. Оборудование.
4. Ход работы (включает рисунки, схемы, таблицы, основные формулы для определения величин, а так же расчетные формулы для определения погрешностей измеряемых величин).
5. Расчеты – окончательная запись результатов работы.
6. Вывод.

Ознакомление с приборами, сборка схем

Приступая к практическим работам, необходимо:

1. получить у преподавателя приборы, требуемые для выполнения работы;
2. разобраться в назначении приборов и принадлежностей в соответствии с их техническими данными;
3. пользуясь схемой или рисунками, имеющимися в пособии, разместить приборы так, чтобы удобно было производить отсчеты, а затем собрать установку;
4. сборку электрических схем следует производить после тщательного изучения правил выполнения практических работ по электричеству.

Проведение опыта и измерений

При выполнении практических работ измерение физических величин необходимо проводить в строгой, заранее предусмотренной последовательности.

Особо следует обратить внимание на точность и своевременность отсчетов при измерении нужных физических величин. Например, точность измерения времени с помощью секундомера зависит не только от четкого определения положения стрелки, но и в значительной степени – от своевременности включения и выключения часового механизма.

Критерии оценок практических работ

Оценка «5» (отлично) ставится, если обучающийся выполняет работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности проведения опытов и измерений; самостоятельно и рационально монтирует необходимое оборудование; все опыты проводит в условиях и режимах, обеспечивающих получение правильных результатов и выводов; соблюдает требования правил безопасного труда; в отчете правильно и аккуратно выполняет все записи, таблицы, рисунки, чертежи, графики, вычисления; правильно выполняет анализ погрешностей (если это предусмотрено в работе).

Оценка «4» (хорошо) ставится, если выполнены требования к оценке 5, но было допущено два-три недочета, не более одной негрубой ошибки и одного недочета.

Оценка «3» (удовлетворительно) ставится, если работа выполнена не полностью, но объем выполненной части таков, что позволяет получить правильные результаты и выводы; если в ходе проведения опыта и измерений были допущены ошибки.

Оценка «2» (неудовлетворительно) ставится, если работа выполнена не полностью и объем выполненной части работы не позволяет сделать правильных выводов; если опыты, измерения, вычисления, наблюдения производились неправильно.

Практические работы выполняются по письменным инструкциям, которые приводятся в данном пособии. Каждая инструкция содержит краткие теоретические сведения, относящиеся к данной работе, перечень необходимого оборудования, порядок выполнения работы, контрольные вопросы.

Внимательное изучение методических указаний поможет выполнить работу.

Небрежное оформление отчета, исправление уже написанного недопустимо.

В конце занятия преподаватель ставит зачет, который складывается из результатов наблюдения за выполнением практической части работы, проверки отчета, беседы в ходе работы или после нее.

Все практические работы должны быть выполнены и защищены в сроки, определяемые программой или календарным планом преподавателя. Студенты, не получившие зачет по всем практическим, к экзамену (или дифференцированному зачету) не допускаются.

Методические указания к выполнению практических работ для студентов

1. К выполнению практических работ необходимо подготовиться до начала выполнения практических заданий. Кроме описания работы в данном учебном пособии, используйте рекомендованную литературу и конспект лекций. К выполнению работы допускаются только подготовленные студенты.
2. При проведении эксперимента результаты измерений и расчетов записывайте четко и кратко в заранее подготовленные таблицы.
3. При обработке результатов измерений:
 - А) помните, что точность расчетов не может превышать точности прямых измерений;
 - Б) результаты измерений лучше записывать в виде доверительного интервала.
4. Отчеты по практическим работам оформляются согласно требованиям ЕСКД и должны включать в себя следующие пункты:
 - название практической работы и ее цель;
 - используемое оборудование;
 - далее пишется «Ход работы» и порядок выполнения практической работы;
 - выполняются этапы практической работы, согласно выше приведенному порядку записываются требуемые теоретические положения, результаты измерений, обработка результатов измерений, заполнение требуемых таблиц и графиков;
 - по завершении работы делается вывод, в котором так же пишутся полные ответы на вопросы контрольного задания.
5. Если отчет по работе не сдан во время (до выполнения следующей работы) по неуважительной причине, оценка за практическую работу снижается.

Техника безопасности при выполнении практических работ

- Работа с оборудованием осуществляется только по разрешению преподавателя.
- На первом занятии преподаватель проводит инструктаж по технике безопасности и напоминает студентам о бережном отношении к техническому оснащению кабинета и о материальной ответственности каждого из них за сохранность оборудования и обстановки кабинета.
- При обнаружении повреждений оборудования персональную ответственность несут студенты, выполнявшие практическую работу на этом оборудовании. Виновники обязаны возместить материальный ущерб колледжу.
- При ознакомлении с рабочим местом проверить наличие комплектности оборудования и соединительных проводов (в случае отсутствия, какого либо элемента, необходимо немедленно сообщить об этом преподавателю).
- Если во время проведения опыта замечены какие-либо неисправности оборудования, необходимо немедленно сообщить об этом преподавателю.
- После окончания практической работы рабочее место привести в порядок.
- Будьте внимательны, дисциплинированы, осторожны, точно выполняйте указания преподавателя.
- Не оставляйте рабочего места без разрешения преподавателя.
- Располагайте приборы, материалы, оборудование на рабочем месте в порядке, указанном преподавателем.
- Не держите на рабочем месте предметы, не требующиеся при выполнении задания.
- Перед тем как приступить к работе, уясните ход ее выполнения.

Практическая работа № 1

«Определение относительной влажности воздуха»

Цель работы: научиться определять влажность воздуха.

Оборудование: штатив демонстрационный, демонстрационный термометр (термометр, марля, сосуд с водой), психрометрическая таблица.

Теоретическая часть

В атмосфере Земли всегда содержатся водяные пары. Их содержание в воздухе характеризуются абсолютной и относительной влажностью. Абсолютная влажность определяется плотностью водяного пара ρ_a , находящегося в атмосфере, или его парциальным давлением p_a . Парциальным давлением p_n называется давлением, которое производил бы водяной пар, если бы все другие газы в воздухе отсутствовали.

Относительной влажностью φ называется отношение парциального давления p_n водяного пара, содержащегося в воздухе, к давлению насыщенного пара $p_{н.п.}$, при данной температуре. Относительная влажность воздуха φ показывает, сколько процентов составляет парциальное давление от давления насыщенного пара при данной температуре и определяется по формулам:

$$\varphi = \frac{P_n}{P_{н.п.}} \times 100\% \quad , \quad \varphi = \frac{P_a}{P_{н.п.}} \times 100\% .$$

Парциальное давление P_n можно рассчитать по уравнению Менделеева-Клайперона или по точке росы. Точка росы – температура, при которой водяной пар, находящейся в воздухе становится насыщенным.

Относительную влажность воздуха можно определить с помощью специальных приборов.

Порядок выполнения работы

1. Определить температуру влажного термометра
2. Определить температуру воздуха сухим термометром t_c°
3. Найти разность температур $t_c^\circ - t_{вл}^\circ$ и по психрометрической таблице определить относительную влажность воздуха φ .
4. Определить с помощью таблицы плотность насыщающего пара при данной

температуре $t_c^\circ - P_n$.

5. Вычислить абсолютную влажность воздуха: $P_a = (\varphi - P_n)/100\%$

6. По таблице плотности насыщающего пара определить точку росы для данных условий: $P_a - t_p^\circ$.

Таблица 1

Температура воздуха (C°)	Температура точки росы (C°) при относительной влажности (%)													
	30%	35%	40%	45%	50%	55%	60%	65%	70%	75%	80%	85%	90%	95%
30	10,5	12,9	14,9	16,8	18,4	20	21,4	22,7	23,9	25,1	26,2	27,2	28,2	29,1
29	9,7	12	14	15,9	17,5	19	20,4	21,7	23	24,1	25,2	26,2	27,2	28,1
28	8,8	11,1	13,1	15	16,6	18,1	19,5	20,8	22	23,2	24,2	25,2	26,2	27,1
27	8	10,2	12,2	14,1	15,7	17,2	18,6	19,9	21,1	22,2	23,3	24,3	25,2	26,1
26	7,1	9,4	11,4	13,2	14,8	16,3	17,6	18,9	20,1	21,2	22,3	23,3	24,2	25,1
25	6,2	8,5	10,5	12,2	13,9	15,3	16,7	18	19,1	20,3	21,3	22,3	23,2	24,1
24	5,4	7,6	9,6	11,3	12,9	14,4	15,8	17	18,2	19,3	20,3	21,3	22,3	23,1
23	4,5	6,7	8,7	10,4	12	13,5	14,8	16,1	17,2	18,3	19,4	20,3	21,3	22,2
22	3,6	5,9	7,8	9,5	11,1	12,5	13,9	15,1	16,3	17,4	18,4	19,4	20,3	21,1
21	2,8	5	6,9	8,6	10,2	11,6	12,9	14,2	15,3	16,4	17,4	18,4	19,3	20,2
20	1,9	4,1	6	7,7	9,3	10,7	12	13,2	14,4	15,4	16,4	17,4	18,3	19,2
19	1	3,2	5,1	6,8	8,3	9,8	11,1	12,3	13,4	14,5	15,5	16,4	17,3	18,2
18	0,2	2,3	4,2	5,9	7,4	8,8	10,1	11,3	12,5	13,5	14,5	15,4	16,3	17,2
17	-0,6	1,4	3,3	5	6,5	7,9	9,2	10,4	11,5	12,5	13,5	14,5	15,3	16,2
16	-1,4	0,5	2,4	4,1	5,6	7	8,2	9,4	10,5	11,6	12,6	13,5	14,4	15,2
15	-2,2	-0,3	1,5	3,2	4,7	6,1	7,3	8,5	9,6	10,6	11,6	12,5	13,4	14,2
14	-2,9	-1	0,6	2,3	3,7	5,1	6,4	7,5	8,6	9,6	10,6	11,5	12,4	13,2
13	-3,7	-1,9	-0,1	1,3	2,8	4,2	5,5	6,6	7,7	8,7	9,6	10,5	11,4	12,2
12	-4,5	-2,6	-1	0,4	1,9	3,2	4,5	5,7	6,7	7,7	8,7	9,6	10,4	11,2
11	-5,2	-3,4	-1,8	-0,4	1	2,3	3,5	4,7	5,8	6,7	7,7	8,6	9,4	10,2
10	-6	-4,2	-2,6	-1,2	0,1	1,4	2,6	3,7	4,8	5,8	6,7	7,6	8,4	9,2

* для промежуточных показателей, не указанных в таблице, определяется средняя величина

7. Заполните таблицу 2.

Цена деления термометра: _____ погрешность термометра: _____.

Таблица 2

Показания термометров		Разность показаний термометров	Относительная влажность	Плотность насыщенного пара при данной температуре	Абсолютная влажность воздуха	Точка росы
сухого	влажного					
$t_c, ^\circ\text{C}$	$t_{\text{вл}}, ^\circ\text{C}$	$\Delta t, ^\circ\text{C}$	$\varphi, \%$	$P_n, \text{кг/м}^3$	$P_a, \text{кг/м}^3$	$t_p, ^\circ\text{C}$

8. Напишите вывод к работе.

Контрольное задание

- 1) Почему испаряясь, жидкость, понижает свою температуру?
- 2) При каких условиях термометры психрометра будут показывать одинаковую температуру?
- 3) Как повысить влажность воздуха в комнате?
- 4) Как объяснить образование росы и тумана?
- 5) Могут ли в ходе опытов температуры «сухого» и «влажного» термометров оказаться одинаковыми?
- 6) Может ли температура «влажного» термометра оказаться выше температуры «сухого»?
- 7) Каким может быть предельное значение относительной влажности воздуха?

Отчет по выполнению работы оформляется согласно методическим указаниям приведенным выше.

Таблица 3. ПСИХРОМЕТРИЧЕСКАЯ ТАБЛИЦА для определения относительной влажности воздуха

Показания сухого термометра	Разность показаний сухого и влажного термометров										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	100	81	63	45	28	11	-	-	-	-	-
1	100	83	65	48	32	16	-	-	-	-	-
2	100	84	68	51	35	20	-	-	-	-	-
3	100	84	69	54	39	24	10	-	-	-	-
4	100	85	70	56	42	28	14	-	-	-	-
5	100	86	72	58	45	32	19	6	-	-	-
6	100	86	73	60	47	35	23	10	-	-	-
7	100	87	74	61	49	37	26	14	-	-	-
8	100	87	75	63	51	40	28	18	7	-	-
9	100	88	76	64	53	42	34	21	10	-	-
10	100	88	76	65	54	44	34	24	14	5	-
11	100	88	77	66	56	46	36	26	17	8	-
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	75	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
26	100	92	85	78	71	64	58	51	46	40	34
27	100	92	85	78	71	65	59	52	47	41	36
28	100	93	85	78	72	65	59	53	48	42	37
29	100	93	85	79	72	66	60	54	49	43	38
30	100	93	86	79	73	67	61	55	50	44	39

Практическая работа № 2

«Изучение явления электромагнитной индукции»

Цель работы: наблюдение и изучение явления электромагнитной индукции и правила Ленца.

Оборудование: миллиамперметр, катушка-моток, постоянный магнит, штатив с муфтой и лапкой.

Теоретическая часть

Взаимная связь электрических и магнитных полей была установлена выдающимся английским физиком М. Фарадеем в 1831 г. Он открыл явление **электромагнитной индукции**.

Многочисленные опыты Фарадея показывают, что с помощью магнитного поля можно получить электрический ток в проводнике.

Явление электромагнитной индукции заключается в возникновении электрического тока в замкнутом контуре при изменении магнитного потока, пронизывающего контур.

Ток, возникающий при явлении электромагнитной индукции, называют *индукционным*.

В электрической цепи (рисунок 1) возникает индукционный ток, если есть движение магнита относительно катушки, или наоборот. Направление индукционного тока зависит как от направления движения магнита, так и от расположения его полюсов. Индукционный ток отсутствует, если нет относительного перемещения катушки и магнита.



Рис.1

Строго говоря, при движении контура в магнитном поле генерируется не определенный ток, а определенная э. д. с.

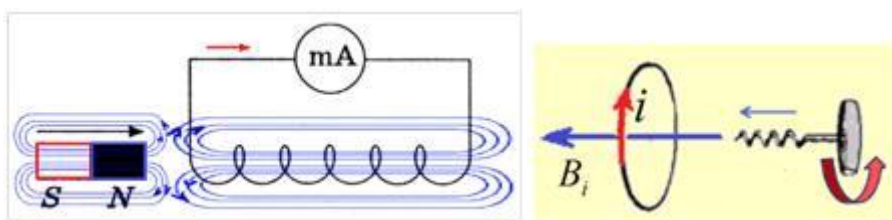


Рис. 2

Фарадей экспериментально установил, что *при изменении магнитного потока в проводящем контуре возникает ЭДС индукции $E_{\text{инд}}$, равная скорости изменения магнитного потока через поверхность, ограниченную контуром, взятой со знаком минус:*

$$\varepsilon_{\text{инд}} = - \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$$

Эта формула выражает **закон Фарадея**: ЭДС индукции равна скорости изменения магнитного потока через поверхность, ограниченную контуром.

Знак минус в формуле отражает *правило Ленца*.

В 1833 году Ленц опытным путем доказал утверждение, которое называется **правилом Ленца**: индукционный ток, возбуждаемый в замкнутом контуре при изменении магнитного потока, всегда направлен так, что создаваемое им магнитное поле препятствует изменению магнитного потока, вызывающего индукционный ток.

При возрастании магнитного потока $\Phi > 0$, а $\varepsilon_{\text{инд}} < 0$, т.е. э. д. с. индукции вызывает ток такого направления, при котором его магнитное поле уменьшает магнитный поток через контур.

При уменьшении магнитного потока $\Phi < 0$, а $\varepsilon_{\text{инд}} > 0$, т.е. магнитное поле индукционного тока увеличивает убывающий магнитный поток через контур.

Правило Ленца имеет глубокий **физический смысл** – оно *выражает закон сохранения энергии*: если магнитное поле через контур увеличивается, то ток в контуре направлен так, что его магнитное поле направлено против внешнего, а если внешнее магнитное поле через контур уменьшается, то ток направлен так, что его магнитное поле поддерживает это убывающее магнитное поле.

ЭДС индукции зависит от разных причин. Если вдвигать в катушку один раз сильный магнит, а в другой — слабый, то показания прибора в первом случае будут более высокими. Они будут более высокими и в том случае, когда магнит движется быстро. В каждом из проведённых в этой работе опыте направление индукционного тока

определяется правилом Ленца. Порядок определения направления индукционного тока показан на рис. 2.

На рисунке синим цветом обозначены силовые линии магнитного поля постоянного магнита и линии магнитного поля индукционного тока. Силовые линии магнитного поля всегда направлены от N к S – от северного полюса к южному полюсу магнита.

По правилу Ленца индукционный электрический ток в проводнике, возникающий при изменении магнитного потока, направлен таким образом, что его магнитное поле противодействует изменению магнитного потока. Поэтому в катушке направление силовых линий магнитного поля противоположно силовым линиям постоянного магнита, ведь магнит движется в сторону катушки. Направление тока находим по правилу буравчика: если буравчик (с правой нарезкой) ввинчивать так, чтобы его поступательное движение совпало с направлением линий индукции в катушке, тогда направление вращения рукоятки буравчика совпадает с направлением индукционного тока.

Поэтому ток через миллиамперметр течёт слева направо, как показано на рисунке 1 красной стрелкой. В случае, когда магнит отодвигается от катушки, силовые линии магнитного поля индукционного тока будут совпадать по направлению с силовыми линиями постоянного магнита, и ток будет течь справа налево.

Порядок выполнения работы

1. Закрепите в лапке штатива катушку и подключите ее к гнездам миллиамперметра.

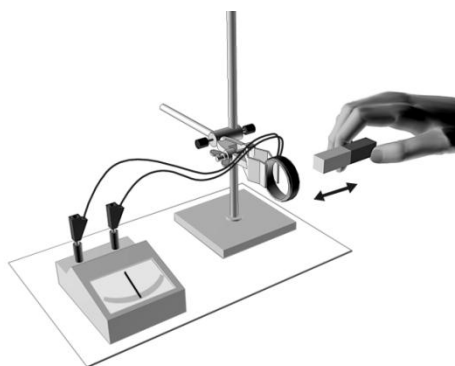


Рис. 3

2. Приближая и удаляя с разной скоростью магнит к катушке, установите по показаниям миллиамперметра, как зависит величина индукционного тока от скорости изменения магнитного поля в месте расположения катушки.

3. Установите, зависит ли направление индукционного тока от положения полюсов движущегося магнита.

4. Повторите опыты, закрепив в лапке штатива магнит, приближая и удаляя к нему и от него катушку. Данные наблюдения запишите в таблицу 1.

Таблица 1

№ п/п	Действия с магнитом и катушкой	Показания миллиамперметра I, mA	Направление индукционного тока (по правилу Ленца)
1	Быстро вставить магнит в катушку северным полюсом		
2	Оставить магнит в катушке неподвижным после опыта 1		
3	Быстро вытащить магнит из катушки		
4	Быстро приблизить катушку к северному полюсу магнита		
5	Оставить катушку неподвижной после опыта 4		
6	Быстро вытащить катушку от северного полюса магнита		
7	Медленно вставить в катушку магнит северным полюсом		
8	Медленно вытащить магнит из катушки		
9	Быстро вставить в катушку 2 магнита северными полюсами		
10	Быстро вставить магнит в катушку южным полюсом		
11	Быстро вытащить магнит из катушки после опыта 10		
12	Быстро вставить в катушку 2 магнита южными полюсами		

5. Определив направление намотки провода в катушке, направление тока в ней и направление магнитного поля магнита, проверьте справедливость правила Ленца.
6. Напишите вывод к работе.

Контрольные вопросы:

1. Дать определение явления электромагнитной индукции?
2. Как читается правило Ленца? Как пользоваться правилом Ленца?
3. В чем отличие силы Ампера от силы Лоренца?
4. Сформулируйте правило буравчика для витка с током.
5. Совершает или не совершает силы Лоренца работу при движении заряда в магнитном поле и почему?
6. На чем основано действие электродвигателей и ряда электроизмерительных приборов.

Отчет по выполнению работы оформляется согласно методическим указаниям, приведенным выше.

Практическая работа № 3

«Определение фокусного расстояния линзы»

Цель работы: определить фокусное расстояние собирающей линзы.

Оборудование: источник света 12 В, 24 В; двояковыпуклая линза; трехщелевая диафрагма; линейка.

Теоретические сведения

Простейшей оптической системой является линза, которая представляет собой тело, изготовленное из однородного прозрачного для света вещества и ограниченное двумя сферическими поверхностями. Если расстояние между ограничивающими линзу поверхностями в центре линзы d намного меньше радиусов их кривизны ($d \ll R_1, R_2$), то линза называется тонкой (на рис. 1).

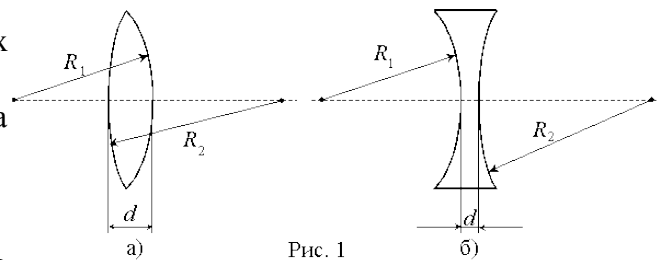


Рис. 1

На рис. 1 изображены часто применяемые на практике двояковыпуклая (а) и двояковогнутая (б) линзы.

Линия, соединяющая центры O_1 и O_2 ограничивающих линзу сферических поверхностей, называется *главной оптической осью*. Лучи, параллельные оптической оси, после прохождения через двояковыпуклую (собирающую) линзу сходятся в точке M на этой оси (рис. 2, а) (линза имеет два главных фокуса). Эта точка называется *главным фокусом* собирающей линзы. При прохождении через двояковогнутую (рассеивающую)

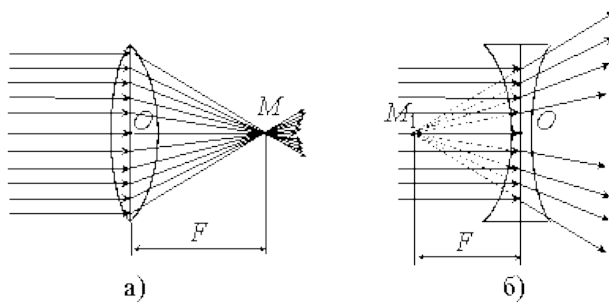


Рис. 2

линзу параллельные лучи расходятся. Точка M_1 на главной оптической оси, где пересекаются продолжения этих расходящихся лучей, называется *главным фокусом* рассеивающей линзы (рис. 2, б) (этот фокус называют также *мнимым*).

Расстояние от оптического центра линзы O до главного фокуса называется *фокусным расстоянием* линзы F . Оно зависит от величины радиусов кривизны R_1 и R_2 , ограничивающих ее сферических

поверхностей, от величины *показателя преломления* n и материала линзы относительно окружающей среды. Эта зависимость имеет вид:

$$\frac{1}{F} = (n - 1) \cdot \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right) \text{ или } F = \frac{R_1 \cdot R_2}{(n - 1) \cdot (R_1 + R_2)} . (1)$$

Величина $1/F = D$ называется *оптической силой линзы*. Оптическая сила линзы измеряется в диоптриях. Диоптрия равна оптической силе линзы с фокусным расстоянием в один метр. Оптическая сила собирающей линзы положительна, а рассеивающей – отрицательна.

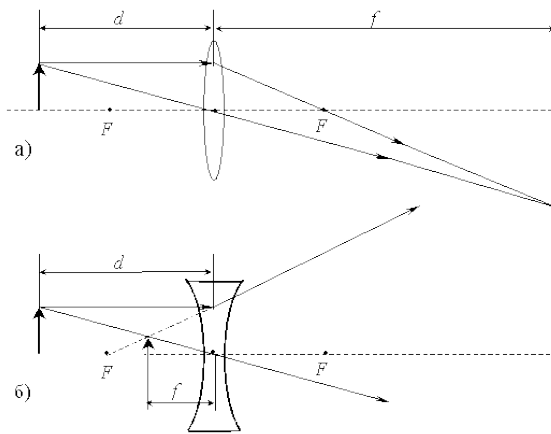


Fig. 3

Основным свойством линзы является ее способность давать изображения предметов. Собирающая линза дает как действительное, так и мнимое изображение, как увеличенное, так и уменьшенное изображение, как прямое, так и обратное изображение. Это зависит от того, где расположен предмет: между линзой и фокусом, либо между фокусом и двойным фокусом, либо за двойным фокусом.

Рассеивающая линза всегда дает мнимое и уменьшенное изображение. Расстояние предмета от линзы d и расстояние от линзы до изображения f (рис. 3) связаны с ее фокусным расстоянием F соотношением

$$\frac{1}{d} \pm \frac{1}{f} = \pm \frac{1}{F} \text{ или } F = \frac{d \cdot f}{d \pm f} . (2)$$

В этой формуле знак (+) соответствует собирающей (рис. 3, а), а знак (-) – рассеивающей (рис. 3, б) линзам. Если собирающая линза дает мнимое изображение, то в формуле (2) надо перед слагаемым, содержащим величину f , ставить знак (-).

Используя формулу (2), можно экспериментально определить фокусное расстояние F . Однако точность такого непосредственного определения фокусного расстояния невелика. Это связано с тем, что при измерении расстояний d и f мы делаем относительно большие ошибки.

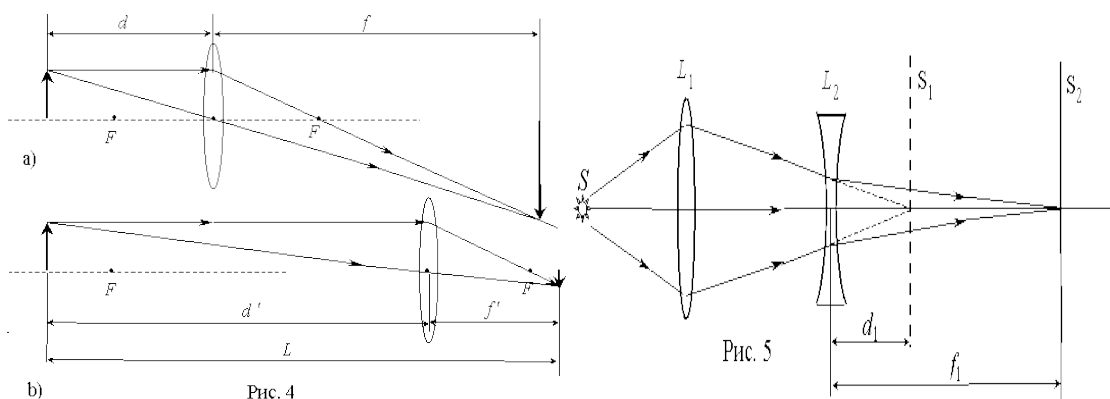
Существует более точный способ определения фокусного расстояния, при котором расстояния d и f не измеряются. Этот способ состоит в следующем. Определяется расстояние L между предметом* и экраном, на котором получается увеличенное изображение предмета при некоторых расстояниях d и f (рис. 4, а). Затем, не трогая

предмет и экран, перемещают линзу в другое положение и получают уменьшенное изображение предмета при новых расстояниях d' и f' (рис. 4, б). Теперь, зная L и измерив расстояние между двумя последовательными положениями линзы, можно найти фокусное расстояние F линзы по формуле

$$F = \frac{L^2 - \ell^2}{4L} . (3)$$

Таким образом, для определения фокусного расстояния достаточно измерить L и ℓ .

Рассеивающая линза не дает действительного изображения на экране. Поэтому для определения фокусного расстояния рассеивающей линзы используют вспомогательную собирающую линзу с большей оптической силой, чем у рассеивающей линзы по модулю. С помощью этой вспомогательной линзы получают на экране действительное увеличенное изображение предмета. Затем, между экраном и линзой ставят рассеивающую линзу (рис. 5), при этом отчетливое изображение предмета пропадает. Отодвигая экран и смещая рассеивающую линзу, вновь добиваются отчетливого изображения предмета.



Фокусное расстояние рассеивающей линзы F_1 вычисляют по формуле (4), где d_1 и f_1 – расстояния от рассеивающей линзы до первого и второго положения экрана соответственно:

$$F_1 = \frac{d_1 f_1}{d_1 - f_1} . (4)$$

Порядок выполнения работы

1. Положите на стол лист белой бумаги.
2. Установите на столе источник света.
3. Подключите источник света к стационарному источнику 12 В (24 В).

4. Вставьте в источник света трехщелевую диафрагму.
5. На расстоянии 10-20 см от источника света установите двояковыпуклую линзу так, чтобы главная ось линзы совпадала с прямой, проходящей вдоль осветителя.
6. Обведите на листе карандашом линзу.
7. Включите источник света.
8. Наблюдайте преломление световых лучей в линзе.
9. Обведите карандашом на листе белой бумаги ход падающих и преломленных лучей.
10. Включите источник света.
11. Отключите источник света от источника питания.
12. Уберите линзу.
13. На листе бумаги отметьте точку пересечения лучей и оптический центр линзы.
14. Измерьте расстояние между этими двумя точками. Это и будет значение фокусного расстояния линзы $F_{изм}$, м.
15. Рассчитайте оптическую силу линзы по формуле (*дптр*).
16. Определите абсолютную погрешность фокусного расстояния линзы ΔF , как величину, равную половине цены деления линейки.
17. Запишите результат измерения фокусного расстояния линзы в виде $F = F_{изм} \pm \Delta F$.
18. Сделайте вывод к работе.

Контрольное задание

1. Как еще можно определить фокусное расстояние линзы?
2. Изменится ли фокусное расстояние линзы, если ее поместить в воду? Объясните почему.
3. Докажите, что при удалении предмета на расстояние $d \gg F$, изображение его получается в фокальной плоскости линзы.

Отчет по выполнению работы оформляется согласно методическим указаниям приведенным выше.