

Государственное автономное профессиональное
образовательное учреждение
«Городецкий Губернский колледж»

ФИЗИКА

**Методические рекомендации
по выполнению практических работ**

по специальностям

Судовождение

Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики

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 в соответствии с ФГОС по специальностям 26.02.03 Судовождение; 26.02.06 Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики 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	7
Ознакомление с приборами, сборка схем	7
Проведение опыта и измерений	7
Критерии оценок практических работ	8
Методические указания к выполнению практических работ для студентов	9
Техника безопасности при выполнении практических работ	10
Практическая работа №1 «Градуировка термометра»	11
Практическая работа № 2 «Определение относительной влажности воздуха»	13
Практическая работа № 3 «Определение массы воздуха в помещении»	17
Практическая работа № 4 «Изучение фазовых переходов вещества»	19
Практическая работа № 5 «Определение удельного сопротивления проводника»	21
Практическая работа № 6 «Измерение ЭДС и внутреннего сопротивления источника тока»	24
Практическая работа № 7 «Определение элементарного заряда методом электролиза»	26
Практическая работа № 8 «Изучение явления электромагнитной индукции»	29
Практическая работа № 9 «Определение фокусного расстояния линзы»	34
Практическая работа № 10 «Интерференция и дифракция света»	38
Практическая работа № 11 «Изучение фотоэффекта»	44

Введение

Методические указания по проведению практических работ разработаны согласно рабочим программам учебной дисциплины Физика и программам подготовки специалистов среднего звена в соответствии с ФГОС по специальностям 26.02.03 Судовождение; 26.02.06 Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики.

Практические работы направлены на освоение следующих умений и знаний:

уметь:

- применять 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, таблицами удельной теплоемкости вещества;
- применять положение электронной теории для объяснения электризации тел при их соприкосновении, существование проводников и диэлектриков;
- собирать электрические цепи из последовательно и параллельного соединения;
- применять положения электронной теории для объяснения электрического тока в металлах, причины электрического сопротивления, нагревание проводника электрическим током;
- 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;
- строить графики зависимости силы и мощности тока от напряжения;
- 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;

- экспериментально исследовать действие магнитного поля на катушку с током;
- определять экспериментально: показатель преломления среды; длину световой волны; наблюдать спектры;
- вычислять красную границу фотоэффекта и энергию фотоэлектронов на основе уравнения Эйнштейна.

знать:

- основные единицы СИ;
- 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;
- формулы для вычисления количества теплоты, выделяемой или поглощаемой; изменение температуры тела и для определения внутренней энергии уравнение теплового баланса;
- понятия: необратимость тепловых процессов, адиабатный процесс; законы и формулы: первый и второй законы термодинамики, КПД тепловых двигателей;
- практическое применение: тепловые двигатели и их применение на транспорте, в энергетике и в сельском хозяйстве; методы профилактики и борьбы с загрязнением окружающей среды;
- принцип суперпозиции; напряженности;
- понятия: электрический ток в металлах; сила тока; плотность тока;
- строение силы и ЭДС; электрическое сопротивление и удельное электрическое сопротивление;
- законы: Ома для участка цепи и для полной цепи, Джоуля-Ленца;
- формулы: силы и плотности тока; сопротивления, ЭДС, работы и мощности тока;
- понятия: магнитное поле, магнитная проницаемость, магнитная индукция и напряженность магнитного поля, магнитный поток;
- законы: Ампера, правило «Буравчика»;
- практическое применение: электроизмерительные приборы магнитоэлектрической и электромагнитной систем;
- понятия: электромагнитная индукция, самоиндукция, индуктивность;
- законы: электромагнитной индукции, правило Ленца;
- формулы: связи длины волны с частотой и скоростью;

- практическое применение: радиосвязь, телевидение и радиолокация;
- примеры практического применения электромагнитных волн инфракрасного, ультрафиолетового и рентгеновского диапазона частот;
- понятия: свет, основные понятия фотометрии; дифракция, интерференция, дисперсия и поляризация света;
- законы: отражения и преломления света;
- понятия: фотон, фотоэффект, корпускулярно-волновой дуализм, люминесценция;
- законы фотоэффекта.

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 лабораторных 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
«Градуировка термометра»

Цель работы: проградуировать термометр.

Оборудование: термометр, обклеенный бумагой, лед, кипяток в ванночке.

Теоретическая часть

Температура – скалярная величина, описывающая состояние термодинамического равновесия (состояния, в котором не происходит изменения микроскопических параметров). Как термодинамическая величина, температура характеризует тепловое состояние системы и измеряется степенью его отклонения от принятого за нулевое, как молекулярно-кинетическая величина, характеризует интенсивность хаотического движения молекул и измеряется их средней кинетической энергией.

$$E_k = 3/2 kT,$$

где $k = 1,38 \times 10^{-23}$ Дж/к и называется постоянной Больцмана.

Температура всех частей изолированной системы, находящейся в равновесии, одинакова. Измеряется температура термометрами в градусах различных температурных шкал. Существует абсолютная термодинамическая шкала (шкала Кельвина) и различные эмпирические шкалы, которые отличаются начальными точками. До введения абсолютной шкалы температур в практике широкое распространение получила шкала Цельсия (за 0°C принята точка заморзания воды, за 100°C принята точка кипения воды при нормальном атмосферном давлении).

Единица температуры по абсолютной шкале называется Кельвином.

В шкале Кельвина за ноль принят абсолютный ноль температур, т.е. температура, при которой давление идеального газа при постоянном объеме равно нулю. Вычисления дают результат, что абсолютный ноль температуры равен -273°C . Таким образом, между абсолютной шкалой температур и шкалой Цельсия существует связь $T = t^\circ\text{C} + 273$. Абсолютный ноль температур недостижим, так как любое охлаждение основано на испарении молекул с поверхности, а при приближении к абсолютному нулю скорость поступательного движения молекул настолько замедляется, что испарение практически прекращается. Теоретически при абсолютном нуле скорость поступательного движения молекул равна нулю, т.е. прекращается тепловое движение молекул.

Порядок выполнения работы

1. Приготовить ванночку со льдом и опустить туда термометр с обклеенной шкалой. Сделать отметку «0» на пустой шкале там, где остановится «ризка» термометра.
2. То же самое проделать, опустив термометр в воду с кипятком, но поставить отметку «100».
3. Разделить шкалу на 100 равных делений.
4. Сделать вывод к работе.

Контрольное задание.

1. Объяснить термин «температура».
2. Что такое абсолютная температура и в чем она измеряется?
3. Способы измерения температуры.

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

Практическая работа № 2

«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 ($^\circ\text{C}$)	Температура точки росы ($^\circ\text{C}$) 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					
$t_c, ^\circ\text{C}$	$t_{вл}, ^\circ\text{C}$	$\Delta t, ^\circ\text{C}$	$\varphi, \%$	$P_n, \text{кг/м}^3$	$P_a, \text{кг/м}^3$	$t_p, ^\circ\text{C}$

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 № 3
«*Определение массы воздуха в помещении*»

Цель работы: определить массу, число молекул воздуха и их концентрацию в классной комнате.

Оборудование: барометр; термометр; мерная лента или план класса.

Теоретическая часть

Масса воздуха в помещении может быть определена с помощью уравнения Менделеева-Клапейрона:

$$\rho V = \frac{m}{M} RT .$$

Откуда получим: $m = \frac{pVM}{RT} .$

где p - давление воздуха в Па, измеренное барометром; $V = a * b * c$ - объем комнаты в м³; a, b, c - длина, высота, ширина комнаты в м; $M = 29 \cdot 10^{-3}$ кг/моль - средняя молярная масса воздуха; $R = 8,31$ Дж/(моль К) - универсальная газовая постоянная; $T = t + 273$ - абсолютная температура воздуха, t - температура по шкале Цельсия, измеренная термометром.

Порядок выполнения работы

1. Используя теорию составить таблицу для записи результатов измерений и вычислений.
2. При помощи барометра определить давление воздуха в помещении.
3. Определить температуру воздуха в помещении при помощи термометра.
4. Определить объем помещения: измерить его длину, ширину и высоту.
5. Определить массу воздуха, используя формулу, полученную из уравнения Менделеева-Клапейрона.
6. Определить число молекул воздуха в комнате и их концентрацию.
7. Определить массу воздуха, число молекул -и их концентрацию при нормальных условиях: $p_0 = 760$ мм. рт. ст., $t_0 = 0^\circ\text{C}$ или $T = 273\text{K}$.
8. Сравнить полученные результаты и сделать вывод.

Контрольное задание

1. Что такое давление газа? Чем оно обусловлено?
2. Какими приборами измеряют давление газа?
3. Что называется изопроцессом?
4. Какой физический смысл имеют молярная газовая постоянная и постоянная Больцмана?

Больцмана?

Отчет по выполнению работы оформляется согласно методическим указаниям приведенным выше.

Практическая работа № 4
«Изучение фазовых переходов вещества»

Цель: изучить процессы отвердевания и плавления кристаллического и аморфного тел.

Оборудование: стеклянная пробирка с парафином, кристаллическое вещество в твердом состоянии, пустая пробирка, стакан с горячей водой, лабораторный термометр, секундомер, штатив универсальный.

Теоретическая часть

Плавление вещества – переход вещества из твердого состояния в жидкое.

Этот фазовый переход всегда сопровождается поглощением энергии, т. е. к веществу необходимо подводить теплоту. При этом внутренняя энергия вещества увеличивается. Плавление происходит только при определенной температуре, называемой температурой плавления. Каждое вещество имеет свою температуру плавления. Например, у льда $t_{пл} = 0^{\circ}\text{C}$.

Пока происходит плавление, температура вещества не изменяется.

Что надо сделать, что расплавить вещество массой m ? Сначала нужно его нагреть до температуры плавления $t_{пл}$, сообщив количество теплоты $Q_1 = c \cdot m \cdot \Delta T$, где c – удельная теплоемкость вещества. Затем необходимо подвести количество теплоты $Q_2 = \lambda \cdot m$, где λ – удельная теплота плавления вещества. Само плавление будет происходить при постоянной температуре, равной температуре плавления.

Кристаллизация (затвердевание) вещества – переход вещества из жидкого состояния в твердое.

Это процесс, обратный плавлению. Кристаллизация всегда сопровождается выделением энергии, т. е. от вещества необходимо отводить теплоту. При этом внутренняя энергия вещества уменьшается. Она происходит только при определенной температуре, совпадающей с температурой плавления.

Пока происходит кристаллизация, температура вещества не изменяется.

Что надо сделать, что вещество массой m кристаллизовалось? Сначала нужно его охладить до температуры плавления $t_{пл}$, отведя количество теплоты $Q_1 = c \cdot m \cdot \Delta T$, где c – удельная теплоемкость вещества. Затем необходимо отвести количество теплоты $Q_2 = \lambda \cdot m$, где λ – удельная теплота плавления вещества. Кристаллизация будет происходить при постоянной температуре, равной температуре плавления.

Порядок выполнения работы

1. Расплавить парафин.
2. Пробирку с расплавленным парафином укрепить в штативе, погрузить в нее термометр и после установившегося равновесия наблюдать процесс охлаждения и отвердевания, фиксируя температуру каждые 30 секунд.

Таблица 1

Время t, с	0	30	60	90	120	150	180	210	240
Температура t, °С									

3. По результатам измерений построить график зависимости температуры от времени.
4. Налейте в сосуд около 400 мл горячей воды и погрузите в нее пробирку с затвердевшим кристаллическим веществом, куда ранее был вставлен термометр.
5. Записывая показания термометра и интервалом 1 минуту, наблюдайте за изменением состояния вещества при его нагревании до установления постоянной температуры.

Таблица 2

Время t, мин	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Температура t, °С									

6. По данным измерений постройте график зависимости температуры вещества от времени и определите по нему температуру плавления.
7. Сделать вывод к работе.

Контрольное задание.

1. Опишите процессы охлаждения и отвердевания вещества.
2. При какой температуре происходит процесс кристаллизации веществ? Чем отличаются графики зависимости температуры от времени при отвердевании кристаллических и аморфных веществ.
3. Опишите процессы перехода веществ из одного агрегатного состояния в другое в данной работе.

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

Практическая работа № 5
«*Определение удельного сопротивления проводника*»

Цель работы: овладеть способом измерения удельного сопротивления проводника.

Оборудование: источник электропитания, амперметр, вольтметр, резистор, ключ, металлический планшет, циркуль, линейка.

Теоретическая часть

Известно, что сопротивление проводника зависит от удельного сопротивления материала, из которого он изготовлен и его геометрических размеров:

$$R = \rho \frac{L}{S} \quad (1)$$

Отсюда следует, что определить удельное сопротивление проводника можно, зная его сопротивление, длину и площадь поперечного сечения:

$$\rho = \frac{RS}{L} \quad (2)$$

Если проводником является проволока с круглым сечением, то, так как площадь круга

$$S = \pi \frac{d^2}{4}, \quad \rho = \frac{\pi d^2 R}{4L} \quad (3)$$

Следовательно, для определения удельного сопротивления провода знать его длину, диаметр и сопротивление. При отсутствии омметра – прибора, непосредственно измеряющего сопротивление, проводника, эту величину можно определить с помощью амперметра и вольтметра. По закону Ома для участка цепи:

$$I = \frac{U}{R} \quad \text{или} \quad R = \frac{U}{I}. \quad \text{Тогда} \quad \rho = \frac{\pi U d^2}{4 I L}.$$

В работе определяют удельное сопротивление провода, из которого изготовлено проволочное сопротивление R_1 . Его диаметр указан на корпусе. Длину провода определяют с помощью циркуля и линейки.

Порядок выполнения работы

1. Для измерения удельного сопротивления проводника соберите электрическую цепь, схема которой показана на рисунке 1.
2. Подготовьте таблицу 1 для записи результатов измерений и вычислений.

Таблица 1

$L, \text{м}$	$d, \text{мм}$	$U, \text{В}$	$I, \text{А}$	$\rho, \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}$

3. Начертите в тетради схему установки для выполнения работы.

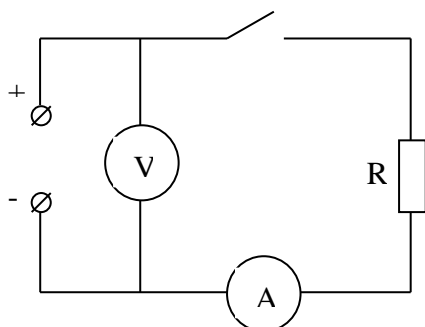


рис.1

4. С помощью циркуля и линейки измерьте длину одного витка провода, намотанного на каркас панели проволочного сопротивления.
5. Определите число витков провода на каркасе и вычислите его общую длину.
6. Определите диаметр провода.
7. Соберите электрическую цепь.
8. Замкните ключ и измерьте силу тока в цепи и напряжение на проволочном сопротивлении.
9. Вычислите удельное сопротивление проводника.
10. По справочной таблице задачника по физике определите материал провода, из которого изготовлен резистор.
11. Напишите вывод к работе.

Контрольное задание

1. Как включается в цепь вольтметр? амперметр?
2. Как зависит сопротивление реостата от вида материала, из которого он изготовлен (т.е. от удельного сопротивления)?
3. Для чего на электрифицированных железных дорогах в стыках рельсов устанавливают соединители в виде жгутов из толстой медной проволоки, приваренных к обоим концам обоих рельсов?
4. От батарейки карманного фонаря к одной из двух одинаковых лампочек мальчик подвел железные провода, а к другой – медные. У какой лампочки будет ярче светиться нить накала, если длина и площадь поперечного сечения проводов одинаковые?

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

Практическая работа № 6

«Измерение ЭДС и внутреннего сопротивления источника тока»

Цель работы: изучить метод измерения ЭДС и внутреннего сопротивления источника тока помощью амперметра и вольтметра.

Оборудование: источник тока, амперметр, вольтметр, резистор, ключ, зажим, соединительные провода.

Теоретическая часть

Для измерения ЭДС и внутреннего сопротивления источника тока собирают электрическую цепь, схема которой показана на рисунке 1.

К источнику тока подключают амперметр, сопротивление и ключ, соединение последовательно. Кроме того, непосредственно к выходным гнездам источника подключают еще и вольтметр.

ЭДС измеряют по показанию вольтметра при разомкнутом ключе. Этот прием определения ЭДС основан на следствии из закона Ома для полной цепи, согласно которому при бесконечно большом сопротивлении внешней цепи напряжения на зажимах источника равно его ЭДС.

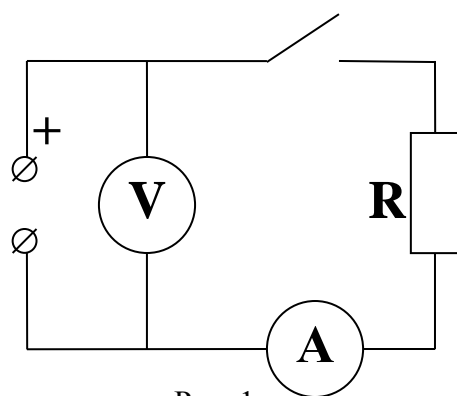


Рис. 1

Для определения внутреннего сопротивления источника замыкают ключ К. При этом в цепи можно условно выделить два участка: внешний (тот, который подключен к источнику) и внутренний (тот, который находится внутри источника тока). Поскольку ЭДС источника равна сумме падения напряжения на внутреннем и внешнем участках цепи:

$$\varepsilon = U_r + U_R, \text{ то } U_r = \varepsilon - U_R \quad (1)$$

По закону Ома для участка цепи $U_r = I \cdot r$ (2)

Подставив равенство (2) в (1) получают: $I \cdot r = \varepsilon - U_R$, откуда

$$r = \frac{\varepsilon - U_R}{J} \quad (3)$$

Следовательно, чтобы узнать внутреннее сопротивление источника тока, необходимо предварительно определить его ЭДС, затем замкнуть ключ и измерить падение напряжения на внешнем сопротивлении, а также силу тока в нем.

Порядок выполнения работы

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

Таблица 1

$\varepsilon, \text{В}$	$U_R, \text{В}$	I, А	r, Ом

2. Начертите в тетради схему для измерения ЭДС и внутреннего сопротивления источника.
3. После проверки схемы соберите электрическую цепь. Ключ разомкните.
4. Измерьте величину ЭДС источника.
5. Замкните ключ и определите показания амперметра и вольтметра.
6. Вычислите внутреннее сопротивление источника.
7. Напишите вывод к работе.

Контрольное задание

1. Раскройте физический смысл понятия «электродвижущая сила источника тока».
2. Почему, определяя пригодность к использованию гальванического элемента, недостаточно ограничиться лишь измерением его ЭДС?
3. Верно ли утверждение о том, что внутреннее сопротивление аккумулятора может изменяться с течением времени?

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

Практическая работа № 7

«Определение элементарного заряда методом электролиза»

Цель работы: научиться определять значение элементарного заряда методом электролиза; изучить методы определения заряда электрона.

Оборудование: цилиндрический сосуд с раствором электролита, медные электроды, весы с гирями, амперметр, источник постоянного напряжения, часы, реостат, ключ, электрическая плитка, соединительные провода.

Теоретическая часть

Элементарный электрический заряд e — наименьший электрический заряд, известный в природе. В квантовой механике элементарный заряд рассматривается как минимальная порция (квант) электрического заряда. Величина e элементарного электрического заряда была установлена прямыми измерениями Р. Милликена в 1909-1911 гг. и А. Ф. Иоффе в 1911-1913 гг.

Современное значение $e \approx 1,6021892 \pm 0,0000046 \times 10^{-19}$ Кл в системе СИ (и $4,803242 \pm 0,000014 \times 10^{-10}$ ед. СГСЭ в системе СГС). Элементарный электрический заряд тесно связан с постоянной тонкой структуры, описывающей электромагнитное взаимодействие.

Электролиз – физико-химический процесс, отражающий тесную связь физических и химических явлений. Он находит весьма широкое практическое применение. С его помощью получают многие химические соединения, которые иным путём приготовить не удаётся, чистые металлы в виде порошков и т. д. Процесс электролиза используются для коррозионной защиты различных металлов.

На практике электролиз проводят в специальных аппаратах – электролизерах. Их изготавливают из стали, керамических материалов, стекла, пластических масс. Электроды делают из различных металлов и сплавов. Иногда в ходе электролиза на аноде и катоде образуются такие вещества, взаимодействия которых надо избежать. С этой целью в электролизер вставляют пористую перегородку – диафрагму”.

Для проведения опыта используется насыщенный водный раствор электролита (медного купороса), который наливают в кювету с двумя медными электродами. Один электрод жестко закреплен в центре кюветы, а другой (съёмный) — на ее стенке.

В водном растворе происходит диссоциация молекул не только медного купороса ($\text{CuSO}_4 = \text{Cu}^{2+} + \text{SO}_4^{2-}$), но и воды ($\text{H}_2\text{O} = \text{H}^+ + \text{OH}^-$), хотя и в слабой степени. Таким образом,

в водном растворе CuSO_4 содержатся как положительные ионы Cu^{2+} и H^+ , так и отрицательные ионы SO_4^{2-} и OH^- . Если между электродами создать электрическое поле, то положительные ионы начнут двигаться к катоду, а отрицательные — к аноду. К катоду подходят ионы Cu^{2+} и H^+ , но разряжаются не все из них. Это объясняется тем, что атомы меди и водорода легко переходят в положительно заряженные ионы, теряя свои внешние электроны. Но ион меди легче присоединяет электрон, чем ион водорода. Поэтому на катоде разряжаются ионы меди.

К аноду будут двигаться отрицательные ионы и OH^- , но ни один из них разрядиться не будет. При этом медь начнет растворяться. Это объясняется тем, что атомы меди легче отдают электроны во внешний участок электрической цепи, чем ионы OH^- и, став положительными ионами, будут переходить в раствор: $\text{Cu} = \text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^-$.

Таким образом, при подключении электродов к источнику постоянного тока в растворе медного купороса возникнет направленное движение ионов, следствием которого будет выделение на катоде чистой меди.

Для того чтобы слой выделившейся меди был плотным и хорошо удерживался на катоде, электролиз рекомендуется проводить при небольшой силе тока в растворе. А так как это приведет к большой погрешности измерения, то вместо лабораторного амперметра в работе используют резистор и вольтметр. По показанию вольтметра U и сопротивлению резистора R (оно указано на его корпусе) определяют силу тока I .

Сила тока в электролите в ходе опыта может изменяться, поэтому в формулу для определения заряда подставляют ее среднее значение $I_{\text{ср}}$. Среднее значение силы тока определяют, записывая через каждые 30 с показания вольтметра на протяжении всего времени наблюдения, затем их суммируют и полученное значение делят на число замеров. Так находят $U_{\text{ср}}$. Затем по закону Ома для участка цепи находят $I_{\text{ср}}$. Записи результатов измерений напряжения удобнее заносить во вспомогательную таблицу.

Время протекания тока измеряют секундомером.

Порядок выполнения работы

1. Решите задачу:

При пропускании через раствор медного купороса тока I за время t на катоде выделилась медь массой m . Масса одного иона меди m_i , валентность n . Чему равен элементарный заряд e ?

2. Используя весы, найдите массу электрода m , который будет катодом.

3. Соберите электрическую цепь (рис. 1).

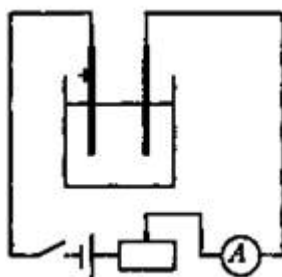


рис. 1

4. Заполните таблицу:

Таблица 1

m_1 , кг	m_2 , кг	m , кг	Δt , с	I , А	R , кг/К	n	$m_1 m$
			1200			2	$1,06 \cdot 10^{-25}$

5. Во время эксперимента старайтесь поддерживать силу тока в цепи постоянной (1 Ф).

6. Перед повторным взвешиванием катода (после окончания электролиза) ополосните его водой и высушите. Масса выделившейся меди будет равна $m = m_2 - m_1$.

7. Воспользовавшись формулой, полученной в начале работы, вычислите элементарный заряд.

8. Сделайте вывод к работе.

Контрольное задание

1. Что такое элементарный заряд?
2. Какие виды элементарных зарядов существуют?
3. Можно ли, используя данный метод измерения элементарного заряда, повысить точность результата? Как?
4. Почему дистиллированная вода не проводит электрический ток?

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

Практическая работа № 8

«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.

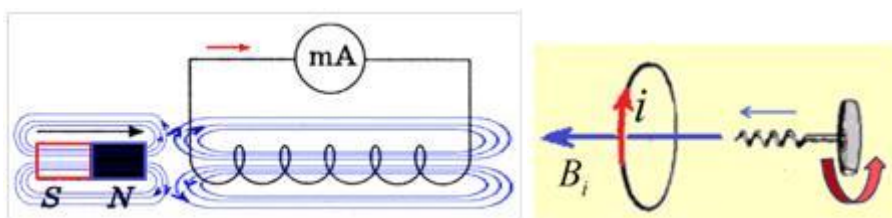


Рис. 2

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.

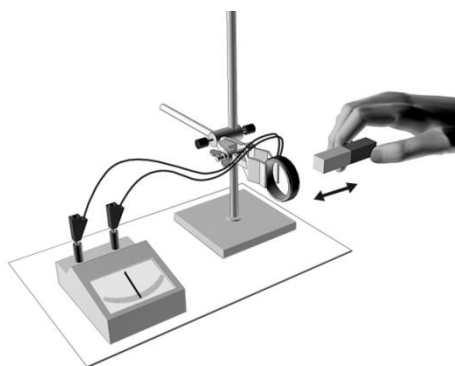


Рис. 3

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.

«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).

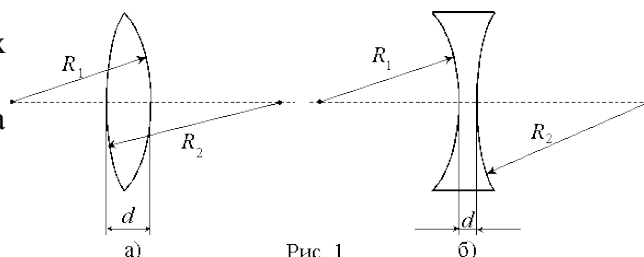


Рис. 1

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)

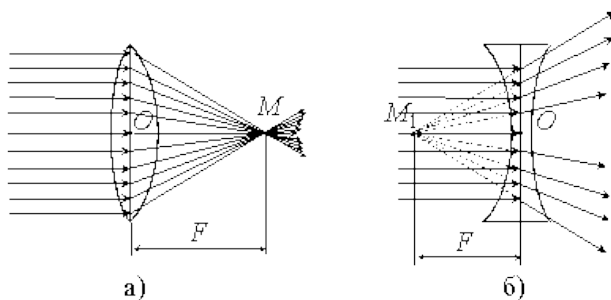


Рис. 2

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.

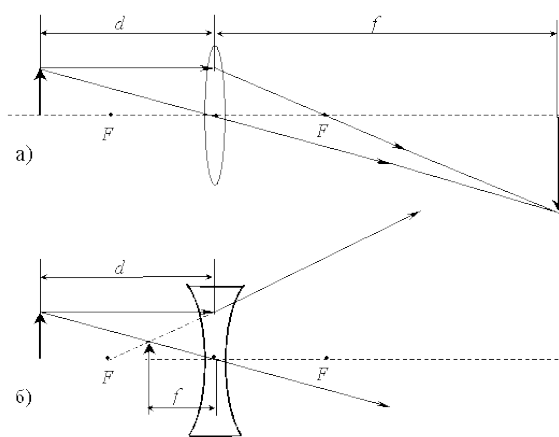


Fig. 3

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.

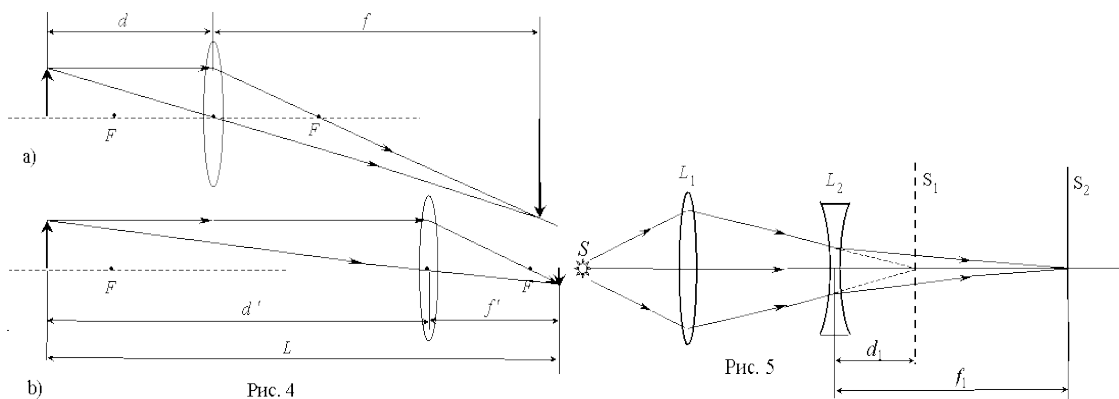
Существует более точный способ определения фокусного расстояния, при котором расстояния d и f не измеряются. Этот способ состоит в следующем. Определяется расстояние L между предметом* и экраном, на котором получается увеличенное изображение предмета при некоторых расстояниях d и f (рис. 4, а). Затем,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

Практическая работа № 10
«Интерференция и дифракция света»

Цель работы: пронаблюдать и описать явления интерференции и дифракции света.

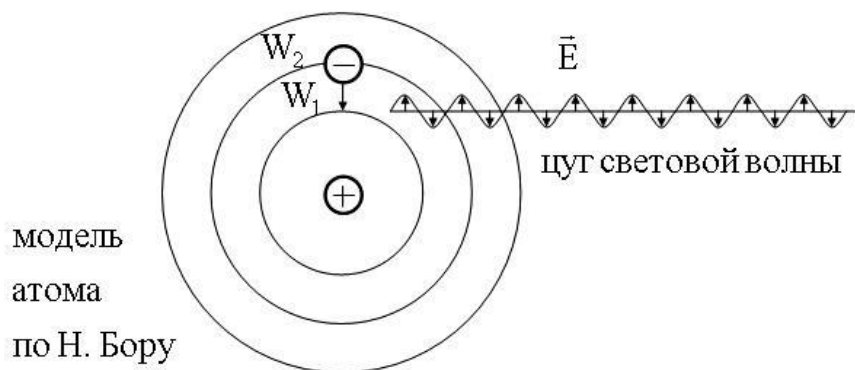
Оборудование: электрическая лампа с прямой нитью накала (одна на класс), две стеклянные пластинки, стеклянная трубка, стакан с раствором мыла, кольцо проволочное с ручкой диаметром 30 мм., компакт-диск, штангенциркуль, капроновая ткань.

Теоретическая часть

Интерференция – явление характерное для волн любой природы: механических, электромагнитных.

Интерференция волн – сложение в пространстве двух (или нескольких) волн, при котором в разных его точках получается усиление или ослабление результирующей волны.

Обычно интерференция наблюдается при наложении волн, испущенных одним и тем же источником света, пришедших в данную точку разными путями.



Когерентными называются волны, имеющие одинаковую частоту и постоянную разность фаз.

Амплитуда результирующего смещения в точке С зависит от разности хода волн на расстоянии $d_2 - d_1$.

Условие максимума

$$\Delta d = 2k \frac{\lambda}{2} = k\lambda$$

($\Delta d = d_2 - d_1$) (разность хода волн равна четному числу полуволн)

где $k=0; \pm 1; \pm 2; \pm 3; \dots$

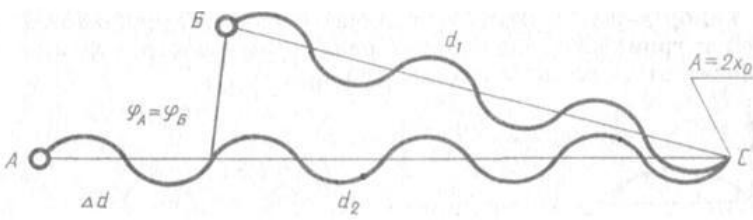


Рис.2

Волны от источников А и В придут в точку С в одинаковых фазах и “усилят друг друга”.

$\varphi_A = \varphi_B$ - фазы колебаний

$\Delta\varphi = 0$ - разность фаз

$A = 2X_{max}$ – амплитуда результирующей волны.

Условие минимума

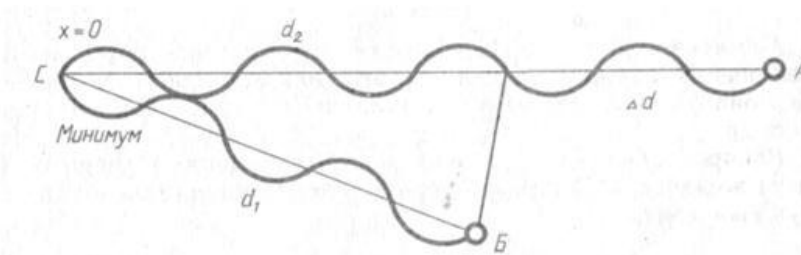


Рис.3

Волны от источников А и В придут в точку С в противофазах и “погасят друг друга”.

$\varphi_A \neq \varphi_B$ - фазы колебаний

$\Delta\varphi = \pi$ - разность фаз

$A = 0$ – амплитуда результирующей волны.

$$\Delta d = (2k - 1) \frac{\lambda}{2},$$

($\Delta d = d_2 - d_1$) (разность хода волн равна нечетному числу полуволн)

где $k=0; \pm 1; \pm 2; \pm 3; \dots$

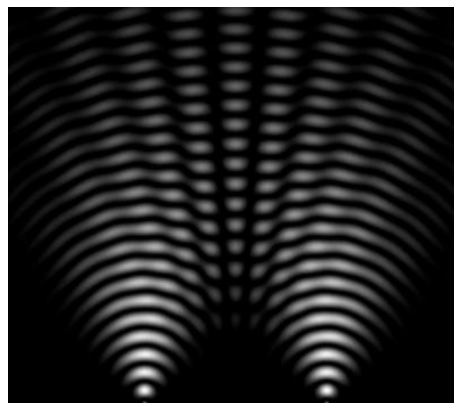


Рис.4

Интерференционная картина – регулярное чередование областей повышенной и пониженной интенсивности света.

Интерференция света – пространственное перераспределение энергии светового излучения при наложении двух или нескольких световых волн.

Вследствие дифракции свет отклоняется от прямолинейного распространения (например, близи краев препятствий).

Дифракция – явление отклонения волны от прямолинейного распространения при прохождении через малые отверстия и огибании волной малых препятствий.

Условие проявления дифракции: $d < \lambda$, где d – размер препятствия, λ – длина волны. Размеры препятствий (отверстий) должны быть меньше или соизмеримы с длиной волны.

Существование этого явления (дифракции) ограничивает область применения законов геометрической оптики и является причиной предела разрешающей способности оптических приборов.

Дифракционная решетка – оптический прибор, представляющий собой периодическую структуру из большого числа регулярно расположенных элементов, на которых происходит дифракция света. *В современных приборах применяют в основном отражательные дифракционные решетки.*

Условие наблюдения дифракционного максимума:

$$d \cdot \sin \varphi = k \cdot \lambda,$$

где $k=0; \pm 1; \pm 2; \pm 3$; d – период решетки, φ – угол, под которым наблюдается максимум, а λ – длина волны.

Из условия максимума следует $\sin \varphi = (k \cdot \lambda) / d$.

Пусть $k=1$, тогда $\sin \varphi_{кр} = \lambda_{кр} / d$ и $\sin \varphi_{ф} = \lambda_{ф} / d$.

Известно, что $\lambda_{кр} > \lambda_{ф}$, следовательно $\sin \varphi_{кр} > \sin \varphi_{ф}$. Т.к. $y = \sin \varphi_{ф}$ – функция возрастающая, то $\varphi_{кр} > \varphi_{ф}$

Поэтому фиолетовый цвет в дифракционном спектре располагается ближе к центру.

В явлениях интерференции и дифракции света соблюдается закон сохранения энергии. В области интерференции световая энергия только перераспределяется, не превращаясь в другие виды энергии. Возрастание энергии в некоторых точках интерференционной картины относительно суммарной световой энергии компенсируется уменьшением её в других точках (суммарная световая энергия – это световая энергия двух

световых пучков от независимых источников). Светлые полосы соответствуют максимумам энергии, темные – минимумам.

Порядок выполнения работы

1. Опустите проволочное кольцо в мыльный раствор. На проволочном кольце получается мыльная плёнка.

Расположите её вертикально. Наблюдаем светлые и тёмные горизонтальные полосы, изменяющиеся по ширине по мере изменения толщины плёнки (рис.5).

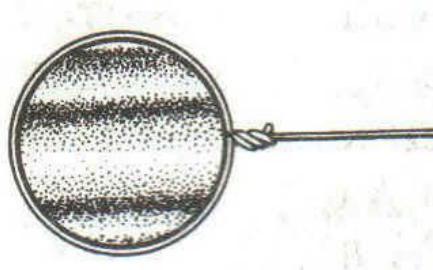


рис. 5

Освещаем мыльную пленку белым светом (от лампы). Наблюдаем окрашенность светлых полос в спектральные цвета: сверху – синий, внизу – красный (рис.6).



рис.6

Наблюдаем также, что полосы, расширяясь и сохраняя свою форму, перемещаются вниз.

2. С помощью стеклянной трубки выдуйте мыльный пузырь и внимательно рассмотрите его. При освещении его белым светом наблюдайте образование цветных интерференционных колец, окрашенных в спектральные цвета. Верхний край каждого светлого кольца имеет синий цвет, нижний – красный (рис.7). По мере уменьшения толщины пленки кольца, также расширяясь, медленно перемещаются вниз. Их кольцеобразную форму объясняют кольцеобразной формой линий равной толщины.



рис.7

3. Тщательно протрите две стеклянные пластинки, сложите вместе и сожмите пальцами. Из-за неидеальности формы соприкасающихся поверхностей между пластинками образуются тончайшие воздушные пустоты.

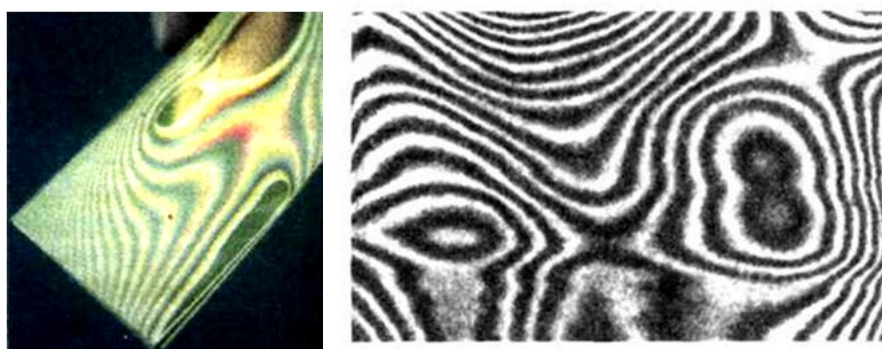


рис. 8

При отражении света от поверхностей пластин, образующих зазор, возникают яркие радужные полосы – кольцеобразные или неправильной формы. При изменении силы, сжимающей пластинки, изменяются расположение и форма полос. Зарисуйте увиденные вами картинку.

4. Рассмотрите внимательно под разными углами поверхность компакт-диска (на которую производится запись). Опишите интерференционную картину.



рис. 9

5. Сдвигаем ползунок штангенциркуля до образования между губками щели шириной 0,5 мм. Приставляем скошенную часть губок вплотную к глазу (располагая щель вертикально). Сквозь эту щель смотрим на вертикально расположенную нить горячей лампы. Наблюдаем по обе стороны от нити параллельные ей радужные полосы. Зарисуйте в тетрадь увиденную картину. Объясните наблюдаемые явления.

6. Посмотрите сквозь капроновую ткань на нить горячей лампы. Поворачивая ткань вокруг оси, добейтесь четкой дифракционной картины в виде двух скрещенных под прямым углом дифракционных полос.



рис. 10

Зарисуйте наблюдаемый дифракционный крест. Объясните наблюдаемые явления.

7. Напишите вывод. Укажите, в каких из проделанных вами опытов наблюдалось явление интерференции, а в каких дифракции.

Контрольное задание

1. Почему часть мыльной пленки не окрашена цветными полосами?
2. Как объяснить увеличение ширины цветных полос на мыльной пленке с течением времени?
3. Почему цвет центральной полосы дифракционной картины отличается от цвета полос, расположенных рядом?
4. Как расстояние между нитями капроновой ткани влияет на картину дифракции?
5. Почему при увеличении ширины щели яркие цветные полосы сближаются?

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

Практическая работа № 11
«Изучение фотоэффекта»

Цель работы: убедиться в справедливости законов фотоэффекта.

Оборудование: стеклянный баллон с двумя электродами и кварцевым окном, потенциометр, вольтметр, амперметр, источник тока, ключ, соединительные провода.

Теоретическое обоснование

Внешним фотоэффектом называется испускание электронов веществом под действием света. Это явление впервые было обнаружено Г. Герцем в 1887 году и детально исследовано в 1888 году А.Г. Столетовым, который установил основные законы фотоэффекта:

1. максимальная скорость фотоэлектронов определяется частотой света и не зависит от его интенсивности;
2. фототок насыщения пропорционален световому потоку;
3. для каждой поверхности существует минимальная частота $\nu_{кр}$ – красная граница фотоэффекта, при которой еще возможен внешний фотоэффект; при $\nu < \nu_{кр}$ фотоэффект отсутствует.

Эйнштейн в 1905 году показал, что все закономерности фотоэффекта легко объясняются, если предположить, что свет распространяется такими же квантами $h\nu$, какими он по предположению Планка, испускается и поглощается. Часть энергии $h\nu$, которую получает электрон от фотона, затрачивается на то, чтобы электрон мог покинуть облученную поверхность вещества. Эта величина, называемая работой выхода $A_{вых}$, является характерной для каждого металла и зависит от состояния его поверхности. Остальная часть энергии идет на сообщение электрону кинетической энергии.

Если пренебречь потерями энергии в результате неупругих столкновений электрона с атомами вещества, то должно выполняться соотношение, называемое формулой Эйнштейна (закон сохранения энергии):

$$h\nu = A_{вых} + \frac{mV^2}{2} \quad (1)$$

где V - максимальная скорость фотоэлектрона, вырванного с поверхности металла.

Из формулы (1) вытекает, что для выполнения фотоэффекта необходимо, чтобы выполнялось условие $h\nu_{кр} = A_{вых}$ (красная граница фотоэффекта).

Приборы, действие которых основано на явлении фотоэффекта, называются фотоэлементами. Различают вакуумные и газонаполненные фотоэлементы.

Зависимость силы тока от напряжения между катодом и анодом называется вольтамперной характеристикой (ВАХ).

При некотором напряжении фототок достигает насыщения (горизонтальный участок характеристики). Это означает, что все электроны, испущенные катодом, попадают на анод. При $U = 0$ фототок не исчезает, так как электроны покидают катод со скоростью, отличной от нуля. Для того, чтобы фототок стал равным нулю, необходимо приложить напряжение U_3 обратной полярности (задерживающий потенциал).

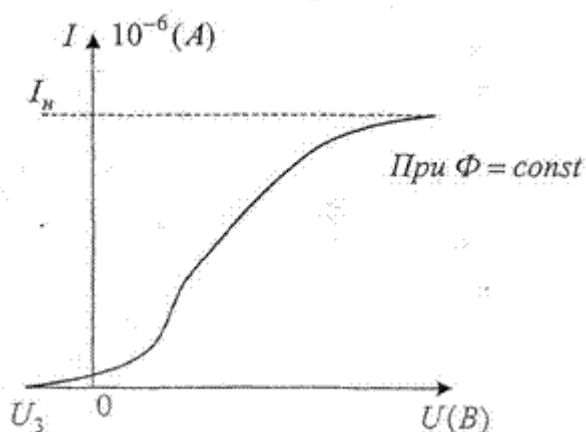
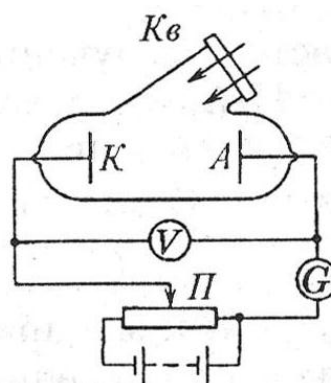


Рис.1

Вакуумные фотоэлементы изготавливаются в виде стеклянного баллона, внутренняя поверхность которого покрыта слоем чувствительного к свету вещества, являющегося эмиттером фотоэлектронов. Для работы в видимой части спектра особенно широко применяются сурьмяно-цезиевые фотокатоды. Вакуумные фотоэлементы практически безинерционны.

Порядок выполнения работы

1. Соберите установку для наблюдения фотоэффекта.
2. Замкните ключ и направьте свет на кварцевое окно.
3. Снимите показания амперметра и вольтметра.
4. Увеличьте напряжение и снимите



показания амперметра во второй раз.

5. Измените полярность батареи.

6. Снимите показания вольтметра в тот момент, когда сила тока будет равна нулю.

7. Постройте вольт – амперную характеристику по снятым значениям силы тока и напряжения.

8. Сделайте вывод к работе.

Контрольное задание

1. Рассчитайте, с какой скоростью двигались электроны при достижении запирающего напряжения.

2. В чем состоят основные законы фотоэффекта?

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