

Государственное автономное профессиональное образовательное учреждение
Самарской области
«Поволжский строительно-энергетический колледж им. П. Мачнева»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ДЛЯ СТУДЕНТОВ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ
ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

дисциплины

Физика

программ подготовки специалистов среднего звена
по специальностям

23.02.04 Техническая эксплуатация подъемно-транспортных, строительных, дорожных машин и оборудования (строительство)
22.02.06 Сварочное производство
23.02.03 Техническое обслуживание и ремонт автомобильного транспорта
13.02.11 Техническая эксплуатация и обслуживание электрического и электромеханического оборудования (строительство)
08.02.01 Строительство и эксплуатация зданий и сооружений
15.02.06 Монтаж и техническая эксплуатация холодильно-компрессорных машин и установок (сервис)

Самара
2017

ОДОБРЕНО

МК общепрофессиональных, математических и естественно-научных дисциплин

Протокол заседания МК № 1 от « 28 » 08.2017

Председатель МК _____ / Кубасова Н.А. /

РЕКОМЕНДОВАНО

к использованию в образовательном процессе

на заседании методического совета

Протокол № 1 от « 28 » 08 2017 г.

СОДЕРЖАНИЕ

№ П.П.	НАЗВАНИЕ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ	СТР.
1.	Введение	4
2.	ЛР №1 «Исследование движения тела под действием постоянной силы».	7
3.	ЛР №2 «Сохранение механической энергии при движении тела под действием сил тяжести и упругости».	9
4.	ЛР №3 «Измерение влажности воздуха».	12
5.	ЛР №4 «Изучение деформации растяжения».	14
6.	ЛР №5 «Изучение закона Ома для участка цепи».	16
7.	ЛР №6 «Измерение ЭДС и внутреннего сопротивления источника тока».	18
8.	ЛР №7 «Изучение последовательного и параллельного соединений»	22
9.	ЛР №8 «Изучение явления электромагнитной индукции»	24
10.	ЛР №9 «Индуктивные и емкостное сопротивления в цепи переменного тока»	27
11.	ЛР №10 «Изучение изображения предметов в тонкой линзе».	27
12.	ЛР №11 «Градуировка спектрографа и определение длины волны спектральных линий».	32
13.	Критерии оценок	38
14.	Литература	39

Введение

УВАЖАЕМЫЙ СТУДЕНТ!

Методические указания по дисциплине Физика для выполнения лабораторных работ созданы Вам в помощь для работы на занятиях, подготовки к лабораторным работам, правильного составления отчетов.

Приступая к выполнению лабораторной работы, Вы должны внимательно прочитать цели и задачи занятия, ознакомиться с требованиями к уровню Вашей подготовки в соответствии с ФГОС СПО или примерной программой дисциплины ФИЗИКА.

Все задания Вы должны выполнять в соответствии с инструкцией, анализировать полученные в ходе занятия результаты по приведенной методике.

Отчет о лабораторной работе Вы должны выполнить по приведенному алгоритму, опираясь на образец.

Наличие положительной оценки по лабораторным работам необходимо для получения допуска к экзамену, поэтому в случае отсутствия на уроке по любой причине или получения неудовлетворительной оценки за лабораторную работу Вы должны найти время для ее выполнения или пересдачи.

ГРАФИК ВЫПОЛНЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

Количество часов, отводимых на практические занятия, фиксируется в учебном плане образовательной программы по конкретной специальности СПО и далее отражается в рабочих программах дисциплин и профессиональных модулей.

Тематика и количество часов, отводимых на практические занятия, фиксируется в рабочей программе дисциплины.

Состав заданий для практического занятия должен быть спланирован с расчетом, чтобы за отведенное время они могли быть качественно выполнены большинством студентов.

ПЕРЕЧЕНЬ КОМПЕТЕНЦИЙ, ФОРМИРУЕМЫХ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

Формирование соответствующих компетенций связано с решением задач по развитию у обучающихся соответствующих знаний, умений, навыков, приобретению практического опыта.

Освоение содержания практических занятий по данной дисциплине «Информатика» обеспечивает достижение студентами следующих **результатов**:

• **личностных**:

- ЛР1. чувство гордости и уважения к истории и достижениям отечественной физической науки; физически грамотное поведение в профессиональной деятельности и быту при обращении с приборами и устройствами;
- ЛР2. готовность к продолжению образования и повышению квалификации в избранной профессиональной деятельности и объективное осознание роли физических компетенций в этом;
- ЛР3. умение использовать достижения современной физической науки и физических технологий для повышения собственного интеллектуального развития в выбранной профессиональной деятельности;

- ЛР4. умение самостоятельно добывать новые для себя физические знания, используя для этого доступные источники информации;
- ЛР5. умение выстраивать конструктивные взаимоотношения в команде по решению общих задач;
- ЛР6. умение управлять своей познавательной деятельностью, проводить самооценку уровня собственного интеллектуального развития;

• **метапредметных:**

- МР1. использование различных видов познавательной деятельности для решения физических задач, применение основных методов познания (наблюдения, описания, измерения, эксперимента) для изучения различных сторон окружающей действительности;
- МР2. использование основных интеллектуальных операций: постановки задачи, формулирования гипотез, анализа и синтеза, сравнения, обобщения, систематизации, выявления причинно-следственных связей, поиска аналогов, формулирования выводов для изучения различных сторон физических объектов, явлений и процессов, с которыми возникает необходимость сталкиваться в профессиональной сфере;
- МР3. умение генерировать идеи и определять средства, необходимые для их реализации;
- МР4. умение использовать различные источники для получения физической информации, оценивать ее достоверность;
- МР5. умение анализировать и представлять информацию в различных видах;
- МР6. умение публично представлять результаты собственного исследования, вести дискуссии, доступно и гармонично сочетая содержание и формы представляемой информации;

• **предметных:**

- ПР1. сформированность представлений о роли и месте физики в современной научной картине мира; понимание физической сущности наблюдаемых во Вселенной явлений, роли физики в формировании кругозора и функциональной грамотности человека для решения практических задач;
- ПР2. владение основополагающими физическими понятиями, закономерностями, законами и теориями; уверенное использование физической терминологии и символики;
- ПР3. владение основными методами научного познания, используемыми в физике: наблюдением, описанием, измерением, экспериментом;
- ПР4. умения обрабатывать результаты измерений, обнаруживать зависимость между физическими величинами, объяснять полученные результаты и делать выводы;
- ПР5. сформированность умения решать физические задачи;
- ПР6. сформированность умения применять полученные знания для объяснения условий протекания физических явлений в природе, профессиональной сфере и для принятия практических решений в повседневной жизни;
- ПР7. сформированность собственной позиции по отношению к физической информации, получаемой из разных источников.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ СТУДЕНТОВ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

Структура и содержание лабораторных работ включает в себя следующие элементы:

- номер ЛР
- тема работы
- цель работы,
- продолжительность ЛР
- образовательные результаты,
- приборы и материалы,
- подготовительные вопросы и задания с ссылкой на источник
- описание метода измерения и его теоретическое обоснование,

- порядок выполнения работы с заданиями и инструкциями ,
- таблицы для внесения измеренных и вычисленных величин, наблюдаемых фактов (при необходимости),
- контрольные вопросы, тесты, задания по теме ЛР.
- Требования к составлению отчета (единые для всех ЛР)
- Критерии оценки выполнения ЛР (единые для всех ЛР)
- Перечень основной и дополнительной литературы (единый для всех ЛР)

Лабораторная работа №1

Тема: Исследование движения тела под действием постоянной силы

Цель работы: доказать, что движение тела по наклонной плоскости равноускоренное и вычислить ускорение тела.

Продолжительность: 2 часа.

Образовательные результаты:

ЛР4, ЛР5, ЛР6, МР1, МР2, МР3, МР5, ПР3, ПР4, ПР5, ПР6

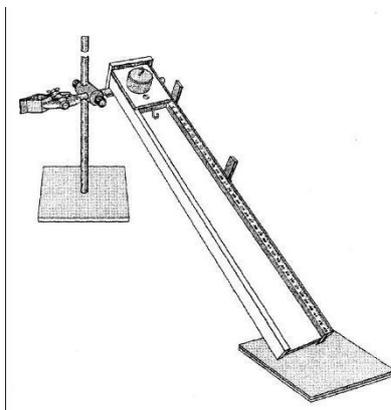
Оборудование: направляющая рейка, движущееся тело, секундомер, линейка, указатель для снятия показаний

Подготовительные задания:

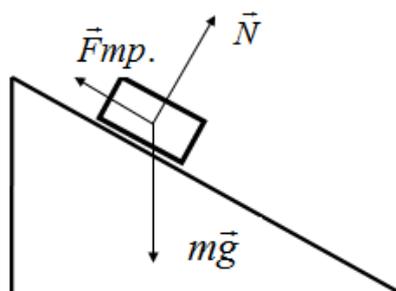
- Повторить § 11,12,14,26 [1]
- Самостоятельно изучить «Как определять погрешности измерений» - стр. 342-344 [1]

Описание метода выполнения работы и его теоретическое обоснование:

Схема установки:



На тело действуют три силы: сила тяжести, сила трения, сила реакции опоры как показано на схеме:



Если равнодействующая сил отлична от нуля и постоянна во времени, то тело движется

равноускорено (согласно второму закону Ньютона).

При равноускоренном движении с ускорением, и нулевой начальной скорости ($v_0=0$):

$$S = \frac{a \cdot t^2}{2}$$

где S – это перемещение совершаемое за время t .

Откуда получаем формулу для вычисления ускорения:

$$a = \frac{2S}{t^2}$$

Таким образом, измерив перемещение и время, можно найти ускорение.

Если движение равноускоренное ($a=const$), то перемещение S_1 совершаемое за время t_1 и перемещение S_2 совершаемое за время t_2 определяются по формулам:

$$S_1 = \frac{a \cdot t_1^2}{2} ; S_2 = \frac{a \cdot t_2^2}{2}$$

Если разделить второе на первое, получим:

$$\frac{S_2}{S_1} = \frac{t_2^2}{t_1^2} = \left(\frac{t_2}{t_1} \right)^2$$

Данное соотношение проверяется в работе экспериментально.

Порядок выполнения работы:

1. Установите направляющую рейку при помощи штатива под углом 30^0 ($h=22$ см).
2. Установите между указателями расстояние 25см.
3. Движущееся тело (тележку) устанавливаем на направляющую рейку.
4. Отпустить тележку и определить время движения между указателями. Опыт повторить 3 раза. Результаты измерений записать в таблицу.
5. Установите между указателями расстояние 30см и повторите опыт.

№ серии	S, м	t, с	$t_{cp.} = \frac{t_1 + t_2 + t_3}{3}$	$a = \frac{2S}{t_{cp.}^2}$	$a_{cp.}$	$\varepsilon = \frac{\Delta S}{S} + 2 \frac{\Delta t}{t_{cp.}}$	$\Delta a = \varepsilon \cdot a_{cp.}$	$\frac{S_2}{S_1}$	$\left(\frac{t_2_{cp.}}{t_1_{cp.}} \right)^2$
			с	м/с ²	м/с ²		м/с ²		
1	0,25	t ₁ =							
		t ₂ =							
		t ₃ =							
2	0,30	t ₁ =							
		t ₂ =							
		t ₃ =							

6. Рассчитайте среднее значение времени для каждой серии опытов t_{cp} .
7. Рассчитайте ускорение для каждой серии опытов: a_1 и a_2 , а затем рассчитайте

$$a_{cp.} = (a_1 + a_2) / 2$$

8. Рассчитайте относительную погрешности измерений для каждой серии опытов ε , записывая результаты в таблицу.
9. Оцените абсолютную погрешность Δa

$$\frac{S_2}{S_1} = \left(\frac{t_{2cp.}}{t_{1cp.}} \right)^2$$

10. Проверьте справедливость
11. Сформулируйте выводы:

- Чему равны ускорения в 1-ой и во 2-ой сериях опытов? Можно ли их считать равными в пределах погрешности?

$$\frac{S_2}{S_1} = \left(\frac{t_{2cp.}}{t_{1cp.}} \right)^2$$

- Выполняется ли соотношение $\frac{S_2}{S_1} = \left(\frac{t_{2cp.}}{t_{1cp.}} \right)^2$ и является ли движение равноускоренным? Поясните.

Контрольные вопросы:

1. Что такое сила? Равнодействующая сил?
2. Какое движение называют равноускоренным?
3. Что такое ускорение?

Лабораторная работа №2

Тема: Сохранение механической энергии при движении тела под действием сил тяжести и упругости.

Цель работы: научиться измерять потенциальную энергию поднятого над землей тела и деформированной и пружины; сравнить два значения потенциальной энергии системы.

Продолжительность: 2 часа.

Образовательные результаты:

ЛР4, ЛР5, ЛР6, МР1, МР2, МР3, МР5, ПР3, ПР4, ПР5, ПР6

Оборудование: штатив с муфтой и лапкой, динамометр лабораторный, линейка, груз массой m на нити длиной l , набор картонок, толщиной порядка 2 мм, краска и кисточка.

Краткая теория:

Подготовительные задания:

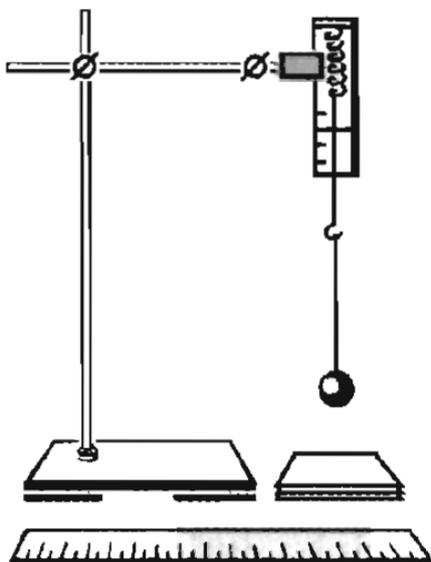
- Повторить § 34-35, 48-50 [1]
- Самостоятельно изучить ЛР2 - стр. 348-350 [1]

Описание метода выполнения работы и его теоретическое обоснование:

Эксперимент проводится с грузом, прикрепленным к одному концу нити длиной l . Другой конец нити привязан к крючку динамометра. Если поднять груз, та пружина динамометра становится недеформированной и стрелка динамометра показывает ноль, при этом потенциальная энергия груза обусловлена только силой тяжести. Груз отпускают и он падает вниз растягивая пружину. Если за нулевой $ч$ и уровень отсчета потенциальной энергии взаимодействия тела с землей взять нижнюю точку, которую он достигает при падении, то очевидно, что потенциальная энергия тела в поле силы тяжести переходит в потенциальную энергию деформации пружины динамометра:

$$mg(l + \Delta l) = k \frac{\Delta l^2}{2}$$

где Δl --- максимальное удлинение пружины, k - ее жесткость. Трудность эксперимента состоит в точном определении максимальной деформации пружины, т. к. тело движется быстро.



Для выполнения работы собирают установку, показанную на рисунке. Динамометр укрепляется в лапке штатива.

Порядок выполнения работы.

1. Привяжите груз к нити, другой конец нити привяжите к крючку динамометра и измерьте вес груза $F_{\tau} = mg$ (в данном случае вес груза равен его силе тяжести).
2. Измерьте длину l нити, на которой привязан груз.
3. На нижний конец груза нанесите немного краски.
4. Поднимите груз до точки закрепления нити.
5. Отпустите груз и убедитесь по отсутствию краски на столе, что груз не касается его при падении.

6. Повторяйте опыт, каждый раз подкладывая картонки до тех пор, пока на верхней картонке не появятся следы краски.

7. Взявшись за груз рукой, растяните пружину до его соприкосновения с верхней картонкой и измерьте динамометром максимальную силу упругости $F_{упр}$ и линейкой максимальное растяжение пружины Δl , отсчитывая его от нулевого деления динамометра.

8. вычислите высоту, с которой падает груз: $h = l + \Delta l$ (это высота, на которую смещается центр тяжести груза).

9. Вычислите потенциальную энергию поднятого груза

$$E'_{п} = mg (l + \Delta l)$$

10. Вычислите энергию деформированной пружины

$$E''_{п} = k \frac{\Delta l^2}{2}, \text{ где } k = \frac{F_{упр}}{\Delta l}.$$

Подставив, выражение для k в формулу для энергии $E''_{п}$ получим:

$$E''_{п} = F_{упр} \frac{\Delta l}{2}$$

11. Результаты измерений и вычислений занесите в таблицу

$F_{т} = mg$	l	Δl	F	$h = l + \Delta l$	$E'_{п} = mg (l + \Delta l)$	$E''_{п} = F_{упр} \frac{\Delta l}{2}$

12. Сделайте вывод: сравните значения Энергий $E'_{п}$ и $E''_{п}$, подумайте, и почему значения этих энергии совпадают не совсем точно.

Контрольные вопросы:

1. Раскройте понятие механической энергии?
2. Какая энергия называется кинетической? По какой формуле она находится?
3. Какая энергия называется потенциальной? По какой формуле она находится?
4. Сформулируйте закон сохранения механической энергии.
5. При каких условиях выполняется закон сохранения механической энергии?

Лабораторная работа №3

Тема: Измерение влажности воздуха

Цель работы: определить относительную влажность воздуха в кабинете психрометрическим методом.

Продолжительность: 2 часа.

Образовательные результат:

ЛР4, ЛР5, ЛР6, МР1, МР2, МР3, МР5, ПР3, ПР4, ПР5, ПР6

Оборудование: термометр лабораторный, кусочек ваты, стакан с водой комнатной температуры, психрометрическая таблица.

Подготовительные задания:

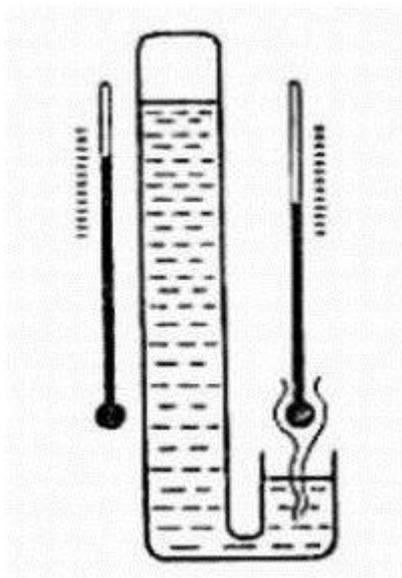
- Повторить § 70,72 [1]

Описание метода выполнения работы и его теоретическое обоснование:

В окружающем нас воздухе практически всегда находится некоторое количество водяных паров. Влажность воздуха зависит от количества водяного пара, содержащегося в нем.

Относительная влажность — это отношение парциального давления, содержащегося в воздухе, к давлению насыщенного пара при данной температуре, выраженное в процентах.

Для измерения влажности воздуха используют измерительные приборы - гигрометры. Существуют несколько видов гигрометров, но основной психрометр.



Устройство психрометра: Психрометр состоит из двух спиртовых термометров. Один термометр — сухой, а второй имеет устройство увлажнения. Спиртовая колба влажного термометра обернута батистовой лентой, конец которой находится в сосуде с водой. Снимают показания сухого и влажного термометров и находят относительную влажность по психрометрической таблице

Психрометрическая таблица

Показания сухого термометра, °С	Разность показаний сухого и влажного термометра, °С										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Относительная влажность, %										
0	100	81	63	45	28	11	—	—	—	—	—
2	100	84	68	51	35	20	—	—	—	—	—
4	100	85	70	56	42	28	14	—	—	—	—
6	100	86	73	60	47	35	23	10	—	—	—
8	100	87	75	63	51	40	28	18	7	—	—
10	100	88	76	65	54	44	34	24	14	5	—
12	100	89	78	68	57	48	38	29	20	11	—
14	100	89	79	70	60	51	42	34	25	17	9
16	100	90	81	71	62	54	46	37	30	22	15
18	100	91	82	73	65	56	49	41	34	27	20
20	100	91	83	74	66	59	51	44	37	30	24
22	100	92	83	76	68	61	54	47	40	34	28
24	100	92	84	77	69	62	56	49	43	37	31
26	100	92	85	78	71	64	58	51	46	40	34
28	100	93	85	78	72	65	59	53	48	42	37
30	100	93	86	79	73	67	61	55	50	44	39

Принцип действия психрометра основан на свойстве испарения жидкости. Испарение воды вызывает понижение температуры влажного термометра. Чем суше воздух в помещении, тем быстрее испаряется вода и тем холоднее смоченный термометр. Таким образом, вследствие расхода теплоты на испарение показания смоченного термометра тем ниже, чем суше воздух, влажность которого измеряется.

Порядок выполнения работы:

1. Приготовьте таблицу для записи измерений и расчетов:

Цена деления термометра: _____ погрешность термометра: _____			
Показания термометров		Разность показаний термометров Δt , °С	Относительная влажность φ , %
Сухого t_1 , °С	Влажного t_2 , °С		

2. Определите цену деления лабораторного термометра, а также его погрешность, запишите их в таблицу.
3. Измерьте температуру воздуха в классе. Результаты измерений запишите в таблицу (графа «сухого»).
4. Резервуар термометра оберните кусочком увлажненной марли или ваты. После того как понижение температуры прекратится, запишите показания термометра в таблицу (графа «влажного»)

4. Найдите разность показаний сухого и влажного термометров, запишите результат в таблицу.
5. С помощью психрометрической таблицы определите относительную влажность воздуха.
6. **Сделайте вывод** (что измерили, сколько приблизительно получили, чем определяется погрешность измерений)

Контрольные вопросы:

1. Что называют относительной влажностью воздуха?
2. Как устроен психрометр?
3. Опишите принцип работы психрометра?
4. Почему температура «влажного» термометра ниже, чем «сухого»?
5. От чего зависит разность температур обоих термометров?

Лабораторная работа №4

Тема: Изучение деформации растяжения.

Цель работы: научиться измерять модуль Юнга, используя закон Гука..

Продолжительность: 2 часа.

Образовательные результаты:

ЛР4, ЛР5, ЛР6, МР1, МР2, МР3, МР5, ПР3, ПР4, ПР5, ПР6

Оборудование: резиновый шпур, штатив с муфтой и лапкой, грузы, измерительная линейка.

Подготовительные задания:

Повторить § 34-35

Описание метода выполнения работы и его теоретическое обоснование:

Если к однородному стержню, закрепленному на одном конце, приложить силу F вдоль оси стержня, то стержень подвергнется деформации растяжения. Деформацию растяжения характеризуют абсолютным удлинением $\Delta l = l - l_0$; относительным удлинением $\varepsilon = \frac{\Delta l}{l_0}$. В деформированном теле возникает механическое напряжение σ , равное отношению модуля силы F к площади поперечного сечения тела S :

$$\sigma = \frac{F}{S}$$

На упруго деформированные тела распространяется закон Гука: при малых деформациях механическое напряжение σ прямо пропорционально относительному удлинению:

$$\sigma = E \cdot |\varepsilon|$$

Коэффициент пропорциональности E , входящий в закон Гука, называется модулем упругости или модулем Юнга. Модуль Юнга показывает, какое механическое напряжение возникает в материале при относительной деформации равной единице, т.е. при увеличении длины образца вдвое. В данной работе надо определить модуль упругости E (модуль Юнга) резинового шнура. При выполнении работы надо учесть, что сила упругости в деформированном теле численно равна силе тяжести груза, подвешенного к резинового шнуру: $F = mg$. Резиновый шнур имеет квадратное сечение, поэтому $S = a^2$, где a - сторона квадрата ($a = 1 \text{ мм} = 10^{-3} \text{ м}$). Окончательная формула для расчета модуля Юнга имеет вид:

$$E = \frac{m \cdot g \cdot l_0}{S \cdot \Delta l}$$

Порядок выполнения работы:

1. Опыт №1

- Нанести на резинового шнура две метки на расстоянии l_0 друг от друга (около 10 см) и измерить это расстояние: $l_0 = \dots \text{ см} = \dots \text{ м}$.
- Закрепить короткий конец шнура в лапке штатива, а к длинному концу подвесить груз массой $m_1 = \dots \text{ г} = \dots \text{ кг}$.
- Снова измерить расстояние между метками на шнуре $l_1 = \dots \text{ см} = \dots \text{ м}$. Рассчитайте абсолютное удлинение шнура $\Delta l_1 = l_1 - l_0 = \dots \text{ см} = \dots \text{ м}$.
- Пользуясь формулой $E_1 = \frac{m_1 \cdot g \cdot l_0}{S \cdot \Delta l_1}$, рассчитать модуль упругости резины.
- $E_1 = \dots$

2. Опыт №2 (повторить опыт №1 с грузом другой массы и снова рассчитать модуль Юнга).

$m_2 = \dots \text{ г} = \dots \text{ кг}$.

$l_0 = \dots \text{ см} = \dots \text{ м}$

$l_2 = \dots \text{ см} = \dots \text{ м}$

$\Delta l_2 = l_2 - l_0 = \dots \text{ см} = \dots \text{ м}$.

$$E_2 = \frac{m_2 \cdot g \cdot l_0}{S \cdot \Delta l_2}$$

$E_2 = \dots$

3. Рассчитать среднее значение модуля упругости резины (модуля Юнга).

$$E_{\text{ср}} = \frac{E_1 + E_2}{2}$$

4. Результаты измерений и вычислений занести в таблицу.

№ опыта	l_0 , м	l , м	Δl , м	m , кг	g , м/с ²	a , м	S , м ²	E , Па	$E_{ср}$, Па

Сделать вывод, указав в нем физический смысл измеренной величины.

Контрольные вопросы:

1. Дать определение деформации.
2. Какая деформация имеет место в данном опыте: упругая или пластичная и почему?
3. Назовите условие применимости закона Гука.
4. Дать понятие механического напряжения.
5. Дать понятие модуля Юнга
6. Что показывает модуль Юнга.

Лабораторная работа №5

Тема: Изучение закона Ома для участка цепи

Продолжительность: 2 часа.

Цель работы: Получить вольт - амперную характеристику проволочного резистора. Выяснить выполняется ли закон Ома для участка цепи.

Образовательные результаты:

ЛР4, ЛР5, ЛР6, МР1, МР2, МР3, МР5, ПР3, ПР4, ПР5, ПР6

Оборудование: источник тока, ключ, реостат, амперметр, вольтметр, резистор.

Подготовительные задания:

- Повторить § 104 [1]

Описание метода выполнения работы и его теоретическое обоснование:

В 1826 г. немецким учёным Георгом Омом (1787-1854) было замечено, что отношение напряжения на концах металлического проводника к силе тока является величиной постоянной, то есть:

$$U/I = R = \text{const}$$

Эта величина зависит от геометрических свойств проводника (то есть от его размеров, в частности, от площади поперечного сечения, а также от его электрических свойств и температуры. Эта величина называется активным сопротивлением, или просто сопротивлением.

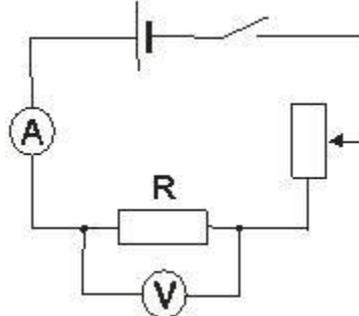
Определение закона Ома для участка цепи следующее: **Сила тока прямо пропорциональна напряжению на концах участка цепи и обратно пропорциональна сопротивлению этого участка:**

$$I = U/R$$

Закон Ома можно наглядно представить в виде так называемой **вольт-амперной характеристики**, то есть график зависимости силы тока от напряжения. Как известно, прямая пропорциональная зависимость между двумя величинами представляет собой прямую линию, проходящую через начало координат. Такую зависимость принято называть **линейной**.

Порядок выполнения работы:

1. Собрать электрическую цепь по схеме:



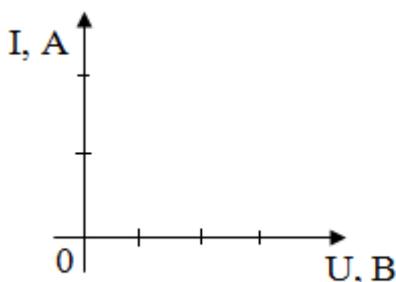
2. Определите предел измерения и цену деления шкалы вольтметра и амперметра. Результаты занесите в таблицу:

	Предел измерения	Цена деления шкалы
Амперметр		
Вольтметр		

3. Плавно изменяя напряжение в цепи, при помощи реостата измерьте значения напряжения и силы тока на резисторе R. Результаты измерений занесите в таблицу.

Измерено							
U, В							
I, А							
Вычислено							
U/I							

4. Постройте график зависимости силы тока от напряжения по точкам (U,I) беря данные из таблицы «Измерено»



5. Сделайте вывод:

- Является ли величиной постоянной отношение U/I ?
- Является ли вольт-амперная характеристика линейной?
- Выполняется ли закон Ома для участка цепи?

Контрольные вопросы:

1. Сформулируйте закон Ома для участка цепи.
2. Как изменится сила тока в проводнике при увеличении напряжения на нем в два раза?
3. Как изменится сопротивление проводника при увеличении напряжения на нем в два раза?

Лабораторная работа № 7

Тема: Изучение последовательного и параллельного соединения проводников.

Цель работы: проверить следующие законы последовательного и параллельного соединения.

Образовательные результаты:

ЛР4, ЛР5, ЛР6, МР1, МР2, МР3, МР5, ПР3, ПР4, ПР5, ПР6

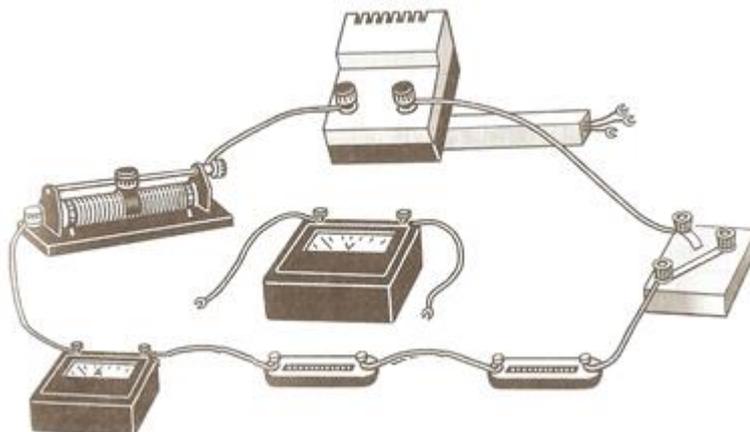
Оборудование: источник тока, два проволочных резистора известного сопротивления, амперметр 2шт. и вольтметр, реостат.

Подготовительные задания:

- Повторить § 105 [1]
- Самостоятельно изучить ЛР5 [1] - стр. 354

Описание метода выполнения работы и его теоретическое обоснование:

1. Для исследования последовательного соединения проводников собирается схема:



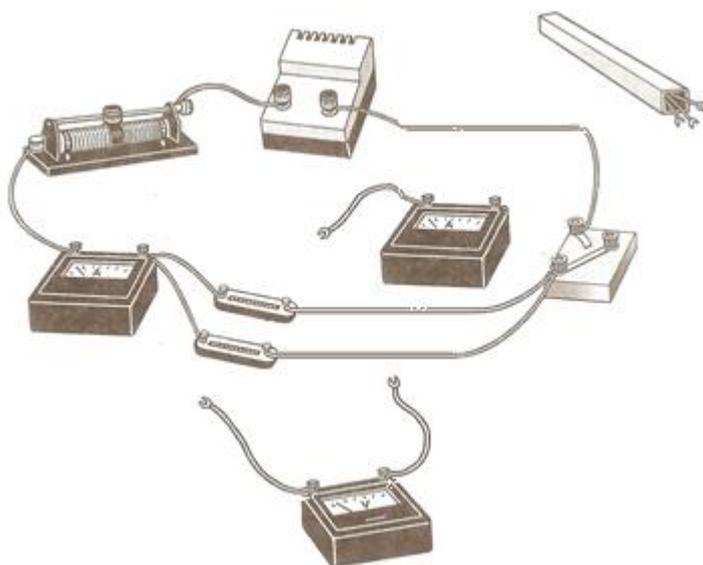
Вольтметром, поочередно подключая его к соответствующим клеммам, измеряются напряжения на нагрузках R_1 и R_2 известного сопротивления и общее напряжение.

Общее сопротивление R определяется по закону Ома для участка цепи $R = U_{\text{общ}}/I$, сила тока I измеряется амперметром.

Затем на основе измеренных и рассчитанных данных проверяются соотношения последовательного соединения:

$$U = U_1 + U_2, \quad R = R_1 + R_2, \quad \frac{U_1}{U_2} = \frac{R_1}{R_2}.$$

2. Для параллельного соединения проводников собирается схема:



Одним амперметром, поочерёдно подключая его к соответствующим клеммам, измеряются силы тока через нагрузки R_1 и R_2 известного сопротивления. Другим амперметром - общая сила тока в цепи.

Общее сопротивление R определяется по закону Ома для участка цепи $R = U/I_{\text{общ}}$, напряжение U измеряется вольтметром.

Затем на основе измеренных и рассчитанных данных проверяются соотношения параллельного соединения:

$$I = I_1 + I_2, \quad \frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}, \quad \frac{I_1}{I_2} = \frac{R_2}{R_1}.$$

Порядок выполнения работы.

Порядок выполнения работы.

I. Проверка законов последовательного соединения проводников

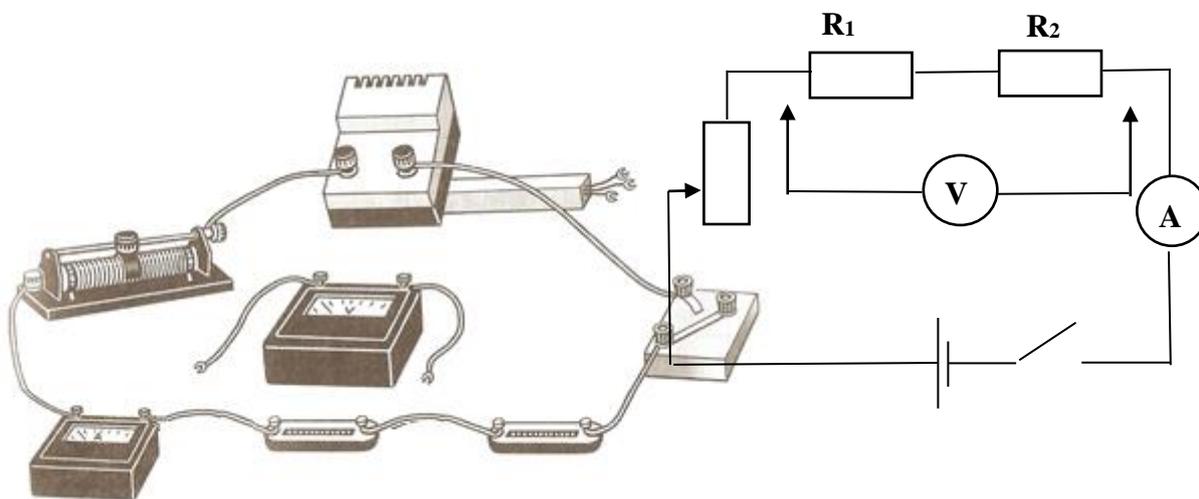
1. Подготовьте таблицу для записи результатов измерений и вычислений.

Измерено	Вычислено
----------	-----------

Сила тока	Напряжение на резисторах и общее			Сопротивление резисторов		Общее сопротивление	
	I, А	U ₁ , В	U ₂ , В	U _{общ} , В	R ₁ , Ом		R ₂ , Ом
							R _{общ} = U _{общ} /I
Проверка выполнения законов последовательного соединения							
Проверяемое соотношение	проверка					результат	
U _{общ} = U ₁ + U ₂							
R _{общ} = R ₁ + R ₂							
$\frac{U_1}{U_2} = \frac{R_1}{R_2}$							

2. Соберите цепь для изучения последовательного соединения резисторов;

Начертите схему собранной цепи



3. С помощью реостата задайте определённую силу тока в цепи, запишите показания амперметра в таблицу.
4. Вольтметром, поочерёдно подключая его к соответствующим клеммам, измеряются напряжения на нагрузках R₁ и R₂ известного сопротивления и общее напряжение.
5. Рассмотрите резисторы и выясните, чему равны их сопротивления, значения сопротивлений занесите в таблицу
6. Вычислите общее сопротивление R_{общ} определяется по закону Ома для участка цепи R_{общ} = U_{общ}/I (где I сила тока измеренная амперметром и U_{общ} измеренное вольтметром общее напряжение).
7. Проверьте выполнение соотношений последовательного соединения.

II. Проверка законов параллельного соединения проводников

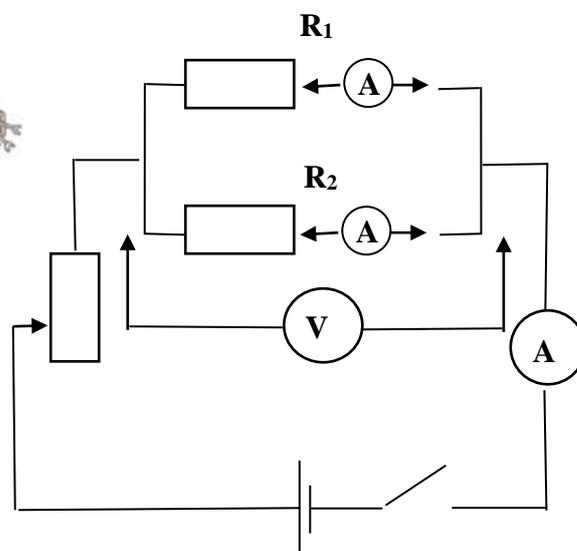
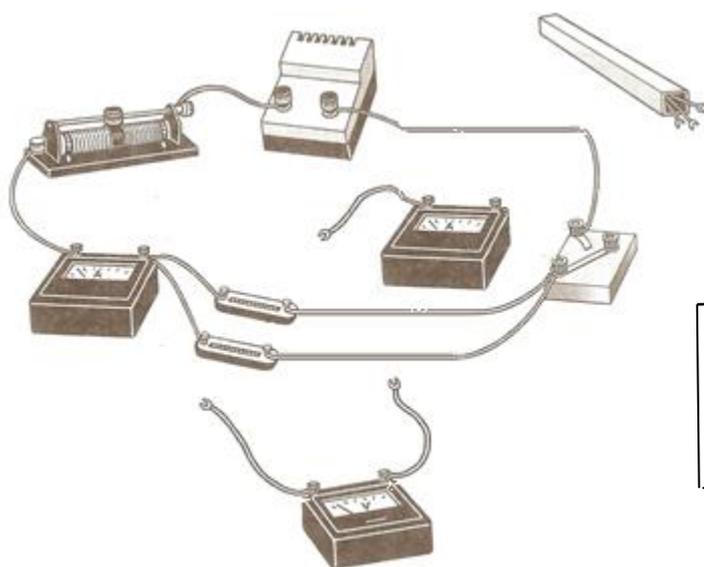
1. Подготовьте таблицу для записи результатов измерений и вычислений.

Напряжение	Измерено		Вычислено
	Сила электрического тока	Сопротивление резистора	

U, В	I ₁ , А	I ₂ , А	I _{общ} , А	R ₁ , Ом	R ₂ , Ом	R _{общ} = U/ I _{общ}
Проверка выполнения закона параллельного соединения						
Проверяемое соотношение	проверка					результат
$I_{общ} = I_1 + I_2$						
$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$						
$\frac{I_1}{I_2} = \frac{R_2}{R_1}$						

2. Соберите цепь для изучения параллельного соединения резисторов

Начертите схему собранной цепи



3. Соберите электрическую цепь и с помощью реостата задайте определённое напряжение в цепи, запишите показания вольтметра в таблицу.
4. Одним амперметром, поочерёдно подключая его к соответствующим клеммам, измеряются силы тока через нагрузки R₁ и R₂ известного сопротивления. Другим амперметром - общая сила тока в цепи.
5. Вычислите общее сопротивление R_{общ} определяется по закону Ома для участка цепи R_{общ}=U/I_{общ} (где I_{общ} показания амперметра измеряющего общую силу тока в цепи и U измеренное вольтметром напряжение)
6. Проверьте выполнение соотношений для параллельного соединения.

III. Сформулируйте вывод на основании результатов эксперимента о том, выполняются ли законы электрического тока для последовательного и параллельного соединений проводников.

Контрольные вопросы:

1. Как соединяются потребители электроэнергии в квартирах? Почему?
2. Как будут соединены лампочки в простой ёлочной гирлянде без эффектов? Почему?

Лабораторная работа 6

Тема: Измерение ЭДС и внутреннего сопротивления источника тока.

Продолжительность: 2 часа.

Цель работы: измерить ЭДС и внутреннее сопротивление источника тока.

Образовательные результаты - студент должен:

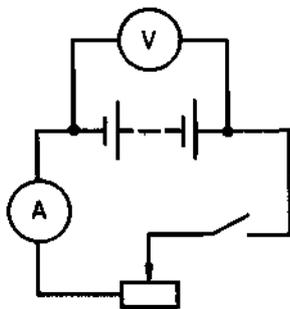
ЛР4, ЛР5, ЛР6, МР1, МР2, МР3, МР5, ПР3, ПР4, ПР5, ПР6

Оборудование: амперметр, вольтметр, ключ, провода, реостат, источник тока.

Подготовительные задания:

- Повторить § 107,108 [1]
- Самостоятельно изучить ЛР4[1] - стр. 352-354

Описание метода выполнения работы и его теоретическое обоснование:



Закон Ома для полной цепи

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R + r}$$

Получаем $\mathcal{E} = U + I r$, где $U = IR$ — напряжение на внешней цепи.

При разомкнутом ключе внешнее сопротивление бесконечно велико ($R = \infty$) и внутреннее сопротивление по сравнению с внешним можно считать равным нулю ($r = 0$). Получаем, что при разомкнутом ключе ЭДС источника тока равна напряжению на внешней цепи ($U = \mathcal{E}$).

Погрешности прямых измерений ЭДС, напряжения и силы тока (\mathcal{E} , U и I) складывается из погрешности прибора Δ_n (вольтметра или амперметра) и погрешности измерения Δ_n , которая равна половине цены деления:

$$\Delta = \Delta_{\Pi} + \Delta_{и}$$

Внутреннее сопротивление источника тока можно измерить косвенно, сняв показания амперметра и вольтметра при замкнутом ключе. Из закона Ома для полной цепи:

$$r = \frac{\mathcal{E} - U}{I}$$

Относительная и абсолютная погрешности косвенного измерения внутреннего сопротивления источника тока определяются по формулам:

$$\varepsilon_r = \frac{\Delta \mathcal{E} + \Delta U}{\mathcal{E} - U} + \frac{\Delta I}{I}$$

$$\Delta r = r_{np} \varepsilon_r$$

Порядок выполнения работы:

1. Подготовьте бланк отчета со схемой электрической цепи и таблицей для записи результатов измерений и вычислений.

Измерено			Вычислено					
Разомкнутый ключ	Замкнутый ключ							
\mathcal{E} , В	U , В	I , А	r , Ом	$\Delta \mathcal{E}$, В	ΔU , В	ΔI , В	ε_r	Δr , Ом

2. Соберите электрическую цепь согласно рисунку. Проверьте надежность электрических контактов, правильность подключения амперметра и вольтметра.

3. Измерьте ЭДС источника тока.

4. Снимите показания амперметра и вольтметра при замкнутом ключе.

5. Вычислите r

6. Определите погрешности прямых измерений вольтметром: $\Delta \mathcal{E}$ и ΔU

7. Определите погрешности прямого измерения амперметром: ΔI

8. Вычислите относительную ε_r и абсолютную Δr погрешности измерения внутреннего сопротивления источника тока.

3. Вывод: запишите результаты измерений ЭДС и внутреннего сопротивления источника тока:

$$\mathcal{E} = \mathcal{E}_{np} \pm \Delta \mathcal{E}$$

$$r = r_{np} \pm \Delta r$$

Контрольные вопросы:

1. Почему показания вольтметра при разомкнутом и замкнутом ключе различны?
2. Как повысить точность измерения ЭДС источника тока?
3. Можете ли вы предложить другие способы измерения ЭДС и внутреннего сопротивления источника тока?

Лабораторная работа № 8

Тема: Изучение явления электромагнитной индукции

Продолжительность: 2 часа.

Цель работы: изучить явление электромагнитной индукции.

Образовательные результаты:

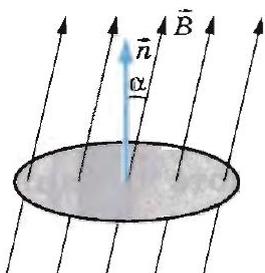
ЛР4, ЛР5, ЛР6, МР1, МР2, МР3, МР5, ПР3, ПР4, ПР5, ПР6

Оборудование: миллиамперметр; катушка-моток; магнит дугообразный; источник питания; катушка с железным сердечником от разборного электромагнита; реостат; ключ; провода соединительные; модель генератора электрического тока (одна на кабинет).

Подготовительные задания:

- Повторить § 8-10 [2]
- Самостоятельно изучить ЛР2 [2]- стр.383-384

Описание метода выполнения работы и его теоретическое обоснование:



Вектор магнитной индукции \vec{B} характеризует магнитное поле в каждой точке пространства. Рассмотрим плоский замкнутый проводник (контур), ограничивающий поверхность площадью S и помещенный в однородное магнитное поле. Нормаль \vec{n} к плоскости контура проводника составляет угол α с направлением вектора магнитной индукции \vec{B} . Магнитный поток графически можно истолковывать как величину пропорциональную числу линий магнитной индукции пронизывающих поверхность площадью S .

Явление электромагнитной индукции заключается в возникновении электрического тока в

проводящем контуре, который либо покоится в переменном по времени магнитном поле, либо движется в постоянном магнитном поле таким образом, что число линий магнитной индукции, пронизывающих контур, меняется.

Направление индукционного тока определяется правилом Ленца: согласно правилу Ленца, возникающий в замкнутом контуре индукционный ток имеет такое направление, чтобы индукционное магнитное поле противодействовало изменению внешнего магнитного потока.

Порядок выполнения работы:

Опыт1: Подключите катушку-моток к зажимам миллиамперметра.



- ✓ Наблюдая за показаниями миллиамперметра, поднесите полюс магнита к катушке, потом на несколько секунд задержите магнит, а затем введите его в катушку, как показано на рисунке.
- ✓ Затем выньте из катушки магнит и при этом обратите внимание, что стрелка миллиамперметра отклонится в противоположную сторону.
- ✓ Поменяйте полюс магнита и повторите опыт – как теперь отклонялась стрелка при вводе магнита в катушку и при выводе?
- ✓ Повторите тот же опыт, но при большей скорости движения магнита, чем в первом случае.

Опишите наблюдения, отвечая на вопросы:

1. Запишите, возникал ли в катушке индукционный ток во время движения магнита относительно катушки? во время его остановки?
2. Запишите, как менялся магнитный поток, пронизывающий катушку, во время движения магнита? Менялся ли магнитный поток во время остановки магнита?

На основании наблюдений сделайте вывод:

- при каком условии в катушке возникал индукционный ток.

Опишите наблюдения, отвечая на вопросы:

1. Одинаковым ли будет направление индукционного тока в катушке при приближении к ней и удалении от нее одного и того же полюса магнита? (о направлении тока в катушке можно судить по тому, в какую сторону от нулевого деления отклоняется стрелка миллиамперметра)
2. Как изменится направление индукционного тока, если поменять полюс магнита?

На основании наблюдений сделайте вывод:

- От чего зависит направление индукционного тока?

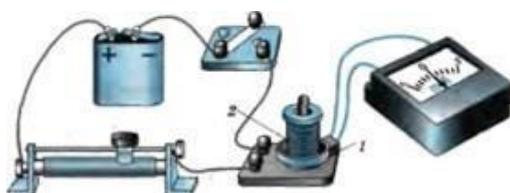
Опишите наблюдения, отвечая на вопросы:

1. При большей или меньшей скорости движения магнита относительно катушки магнитный поток, пронизывающий эту катушку, менялся быстрее?
2. При быстром или медленном изменении магнитного потока сквозь катушку в ней возникал больший по модулю ток?

На основании наблюдений сделайте вывод:

- Как зависит модуль силы индукционного тока, возникающего в катушке, от скорости изменения магнитного потока, пронизывающего эту катушку?

Опыт2: Соберите установку для опыта по рисунку.



Проверьте, возникает ли в катушке-мотке 1 индукционный ток в следующих случаях:

- a. при замыкании и размыкании цепи, в которую включена катушка 2;
- b. при протекании через катушку 2 постоянного тока;
- c. при увеличении и уменьшении силы тока, протекающего через катушку 2, путем перемещения в соответствующую сторону движка реостата.

В каких из перечисленных случаях (а, в, с) меняется магнитный поток, пронизывающий катушку, а в каких нет?

8. Пронаблюдайте возникновение электрического тока в модели генератора. Объясните, почему в рамке, вращающейся в магнитном поле, возникает индукционный ток.



Контрольные вопросы

1. Сформулируйте закон электромагнитной индукции.
2. Кем и когда был сформулирован закон электромагнитной индукции?
3. В чем заключается правило Ленца.

Лабораторная работа №9

Тема: Индуктивное и емкостное сопротивления в цепи переменного тока

Продолжительность: 2 часа.

Цель работы: изучить зависимость емкостного и индуктивного сопротивлений от частоты переменного тока и параметров элементов.

Образовательные результаты:

ЛР4, ЛР5, ЛР6, МР1, МР2, МР3, МР5, ПР3, ПР4, ПР5, ПР6

Оборудование: источник переменного тока, миллиамперметр, конденсатор переменной емкости, вольтметр переменного тока, ключ, соединительные провода, омметр.

Подготовительные задания:

1. Повторить § 32,33,34 [2]

Описание метода выполнения работы и его теоретическое обоснование:

В цепи переменного тока кроме резисторов могут использоваться катушки индуктивности и конденсаторы. Для постоянного тока катушка индуктивности имеет только активное сопротивление, которое обычно невелико (если катушка не содержит большое количество витков). Конденсатор же в цепи постоянного тока представляет "разрыв" (очень большое активное сопротивление). Для переменного тока эти элементы обладают специфическим реактивным сопротивлением, которое зависит как от номиналов деталей, так и от частоты переменного тока, протекающего через катушку и конденсатор.

1.1. Катушка в цепи переменного тока.

Рассмотрим, что происходит в цепи, содержащей резистор и катушку индуктивности. Колебания силы тока, протекающего через катушку:

$$i = I_m \cdot \cos(\omega t)$$

вызывают падение напряжения на концах катушки в соответствии с законом самоиндукции и правилом Ленца:

$$u_L = L \frac{di}{dt} = -L\omega I_m \sin(\omega t) = \omega L I_m \cos(\omega t + \pi/2)$$

т.е. колебания напряжения опережают по фазе колебания силы тока на $\pi/2$. Произведение $\omega L I_m$ является амплитудой колебания напряжения:

$$U_L = \omega L I_m$$

Произведение циклической частоты на индуктивность называют *индуктивным сопротивлением* катушки:

$$X_L = \omega L \quad (1)$$

поэтому связь между амплитудами напряжения и тока на катушке совпадает по форме с законом Ома для участка цепи постоянного тока:

$$U_L = X_L I_m \quad (2)$$

Как видно из выражения (1), индуктивное сопротивление не является постоянной величиной для данной катушки, а пропорционально частоте переменного тока через катушку. Поэтому амплитуда колебаний силы тока I_m в проводнике с индуктивностью L при постоянной амплитуде U_L напряжения убывает обратно пропорционально частоте переменного тока:

$$I_m = \frac{U_m}{\omega L}$$

1.2. Конденсатор в цепи переменного тока.

При изменении напряжения на обкладках конденсатора по гармоническому закону: $u_C = U_m \cos(\omega t)$

заряд q на его обкладках изменяется также по гармоническому закону:

$$q = C u_C = C U_m \cos(\omega t)$$

Электрический ток в цепи возникает в результате изменения заряда конденсатора, поэтому колебания силы тока в цепи будут происходить по закону:

$$i = \frac{dq}{dt} = -\omega C U_m \sin(\omega t) = \omega C U_m \cos(\omega t + \pi/2)$$

Видно, что колебания напряжения на конденсаторе отстают по фазе от колебаний силы тока на $\pi/2$. Произведение $\omega C U_m$ является амплитудой колебаний силы тока:

$$I_m = \omega C U_m$$

Аналогично тому, как было сделано с индуктивностью, введем понятие *емкостного сопротивления* конденсатора:

$$X_C = \frac{1}{\omega C} \quad (3)$$

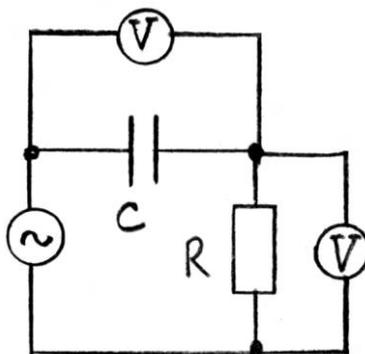
Для конденсатора получаем соотношение, аналогичное закону Ома:

$$U_C = X_C I_m \quad (4)$$

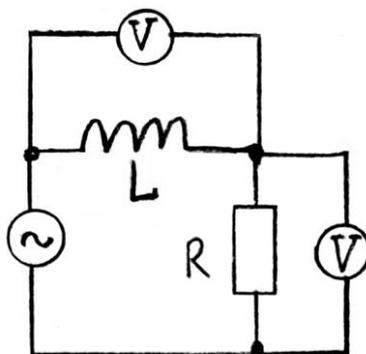
Формулы (2) и (4) справедливы и для эффективных значений тока и напряжения.

Порядок выполнения работы:

1. Соберите цепь показанную на рисунке:



2. Установите следующие значения параметров:
 Генератор – напряжение (эффективное) 100 В, частота 100 Гц;
 Конденсатор – рабочее напряжение 400 В, емкость 10 мкФ;
 Резистор – рабочая мощность 500 Вт, сопротивление 100 Ом.
3. Изменяя емкость конденсатора от 5 до 50 мкФ (через 5 мкФ), запишите показания вольтметров (напряжение на конденсаторе и на резисторе).
4. Рассчитайте эффективное значение токов, текущих в цепи, в зависимости от значения емкости конденсатора (для этого надо напряжение на резисторе разделить на его сопротивление).
5. Определите значения емкостных сопротивлений конденсатора для соответствующих значений его емкости и сравните их с рассчитанными по формуле (3).
6. Установите емкость конденсатора 10 мкФ. Изменяя частоту генератора от 20 до 100 Гц через 20 Гц, повторите измерения и расчеты емкостного сопротивления в зависимости от частоты переменного тока.
7. Соберите цепь показанную на рисунке:



8. Установите следующие значения параметров:
 Генератор – напряжение (эффективное) 100 В, частота 100 Гц;
 Катушка - индуктивность 50 мГн;
 Резистор – рабочая мощность 500 Вт, сопротивление 100 Ом.

9. Изменяя индуктивность катушки от 50 до 500 мГн (через 50 мГн), запишите показания вольтметров (напряжение на катушке и на резисторе).
10. Рассчитайте эффективное значение токов, текущих в цепи, в зависимости от значения индуктивности катушки (для этого надо напряжение на резисторе разделить на его сопротивление).
11. Определите индуктивные сопротивления катушки для соответствующих значений ее индуктивности и сравните их с рассчитанными по формуле (1).
12. Установите индуктивность катушки 100 мГн. Изменяя частоту генератора от 20 до 100 Гц через 10 Гц, повторите измерения и расчеты индуктивного сопротивления в зависимости от частоты переменного тока.
13. Постройте графики зависимостей индуктивного и емкостного сопротивлений от частоты переменного тока.

Контрольные вопросы:

1. Почему емкостное сопротивление уменьшается с увеличением частоты переменного ток а, индуктивное сопротивление – увеличивается?
2. Каковы разницы фаз между током и напряжением для катушки и конденсатора?
3. В каких единицах измеряются емкостное и индуктивное сопротивления?
4. Как записывается аналог закона Ома для максимальных (эффективных) значений тока и напряжения для реактивных элементов – конденсатора и катушки индуктивности?

Лабораторная работа №10

Тема: Изучение изображения предметов в тонкой линзе.

Продолжительность: 2 часа.

Цель работы: определение оптической силы и фокусного расстояния собирающей линзы

Образовательные результаты:

ЛР4, ЛР5, ЛР6, МР1, МР2, МР3, МР5, ПР3, ПР4, ПР5, ПР6

Оборудование: линейка, два прямоугольных треугольника, длиннофокусная собирающая линза, лампочка на подставке с колпачком, источник тока, выключатель, соединительные провода, экран, направляющая рейка.

Подготовительные задания:

- Повторить § 63-65[2]
- Самостоятельно изучить ЛР5 – стр. 388-390

Порядок выполнения работы:

Простейший способ измерения оптической силы и фокусного расстояния линзы основан на использовании формулы линзы

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = D \quad \text{или} \quad \frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F}$$

В качестве предмета используется светящаяся рассеянным светом буква в колпачке осветителя. действительное изображение этой буквы получают на экране.

Проведение эксперимента

1. Соберите электрическую цепь, подключив лампочку к источнику тока через выключатель.
2. Поставьте лампочку на край стола, а экран - у другого края. Между ними поместите линзу, включите лампочку и передвигайте линзу вдоль репки, пока на экране не будет получено резкое изображение светящейся буквы. для уменьшения погрешности измерений, связанной с настройкой на резкость, целесообразно получить уменьшенное (и, следовательно, более яркое) изображение.
3. Измерьте расстояния d и f , обратив внимание на необходимость тщательного отсчета расстояний.

При неизменном d повторите опыт несколько раз, каждый раз заново получая резкое изображение.

Вычислите $f_{\text{ср}}$, $D_{\text{ср}}$, $F_{\text{ср}}$. Результаты измерений расстояний (в милли-метрах) занесите в таблицу:

Номер опыта	$f, 10^{-3} \text{ м}$	$f_{\text{ср}}, 10^{-3} \text{ м}$	$d, 10^{-3} \text{ м}$	$D_{\text{ср}}, \text{ дптр}$	$F_{\text{ср}}, \text{ м}$
1					
2					
3					

4. Абсолютную погрешность ΔD измерения оптической силы линзы можно вычислить по формуле

$$\Delta D = \frac{\Delta_1}{d^2} + \frac{\Delta_2}{f^2}$$

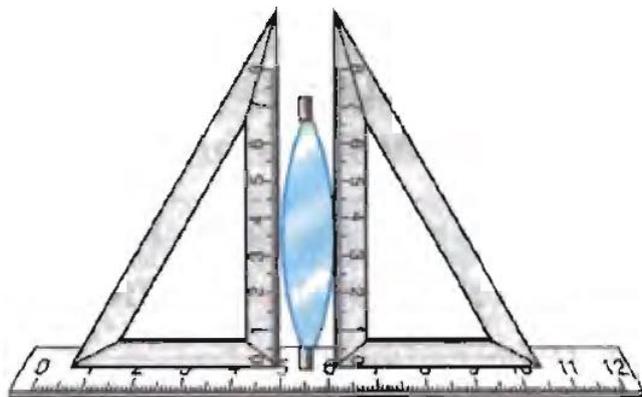
где Δ_1 и Δ_2 -- абсолютные погрешности в измерении d и f .

При определении Δ_1 и Δ_2 следует иметь в виду, что измерение расстояний d и f не может быть проведено с погрешностью, меньшей половины толщины линзы h . Так как опыты проводятся при неизменном d , то

$$\Delta_1 = \frac{h}{2}$$

огрешность измерения f будет больше из-за непрочности настройки на резкость примерно еще на $\frac{h}{2}$.
Поэтому

$$\Delta_2 = \frac{h}{2} + \frac{h}{2} = h$$



5. Измерьте толщину линзы h , как показано на рис. и вычислите ΔD по формуле

$$\Delta D = \frac{h}{2d^2} + \frac{h}{f^2}$$

6. Запишите результат в форме $D_{\text{ср}} - \Delta D \leq D \leq D_{\text{ср}} + \Delta D$

Контрольные вопросы:

1. Как рассчитать оптическую силу линзы?
2. Вывести формулу линзы.
3. Что произойдет с изображением, если закрыть половину линзы?
4. Какой метод определения фокусного расстояния является наиболее точным?
5. Какова связь между фокусным расстоянием и оптической силой линзы?

Лабораторная работа №11

Тема: Градуировка спектроскопа и определение длины волны спектральных линий.

Продолжительность: 2 часа.

Цель работы: Знакомство с устройством спектроскопа, наблюдение спектров излучения разреженных газов, градуировка спектроскопа по известному спектру, определение длин волн неизвестных спектральных линий

Образовательные результаты - студент должен:

ЛР4, ЛР5, ЛР6, МР1, МР2, МР3, МР5, ПР3, ПР4, ПР5, ПР6, ПР7

Оборудование: спектроскоп двухтрубный с микрометрическим винтом; трубки спектральные; прибор для зажигания спектральных трубок «Спектр-1».

Подготовительные задания:

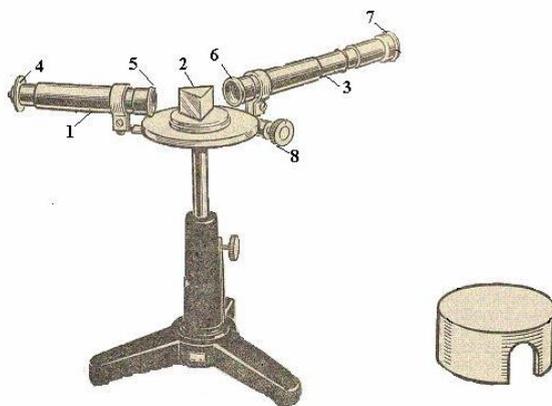
- Повторить §66 [2]
- Самостоятельно изучите ниже изложенный материал:

Изучая с помощью спектрометра спектры пламени горелки, окрашенные парами металлов – натрия, калия, лития, стронция, ученые обнаружили, что они состоят из отдельных цветных линий, расположенных на черном фоне. Такие спектры называют *линейчатыми*, их дают достаточно разреженные одноатомные газы, которые либо находятся в раскаленном состоянии, либо подвергаются действию электрического разряда. Ученые установили, что каждый химический элемент излучает только ему свойственный спектр. Были исследованы и занесены в особый атлас спектры всех известных химических элементов.

Анализируя спектры сложных смесей и сплавов, можно установить, из каких элементов состоит вещество. Этот процесс называют *качественным спектральным анализом*.

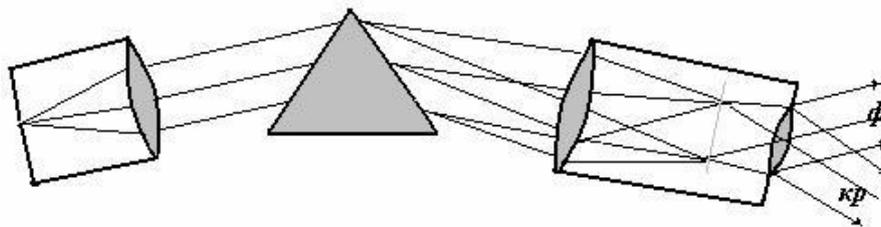
Если излучение сильно нагретого твердого тела пропустить через холодные пары какого-либо вещества, то в спектрокопе мы увидим сплошной спектр, «прорезанный» черными линиями. Такой спектр называют спектром поглощения. Появление темных линий объясняется поглощением света определенных длин волн атомами холодных паров. Исследования спектров поглощения показали, что охлажденные пары любого вещества поглощают свет только таких длин волн, который излучают, будучи в нагретом состоянии.

На рисунке представлен двухтрубный спектроскоп:



Спектроскоп состоит из двух труб – коллиматора (1) и зрительной трубы (3), между которыми расположена призма (2). Один конец коллиматора закрыт ширмой, в которой имеется узкая щель (4), на другом его конце находится собирающая линза - объектив (5). Зрительная труба снабжена двумя собирающими линзами – объективом (6) и окуляром (7). Микрометрический винт (8) позволяет поворачивать трубу (3) относительно призмы.

Ход лучей в спектрокопе представлен на рисунке:



Источник света (спектральную трубку) помещают вблизи щели коллиматора. Тогда от каждой точки щели на объектив коллиматора падает расходящийся пучок лучей (на рисунке показан такой пучок от одной точки щели). Щель находится в фокальной плоскости объектива, поэтому свет от каждой точки щели выходит из объектива параллельным пучком, который падает на боковую грань призмы.

Призма отклоняет падающие на нее лучи к основанию так, что параллельный пучок после прохождения призмы остается параллельным. Однако, вследствие явления дисперсии, отклонение пучка будет разным в зависимости от длины волны света. Показатель преломления вещества призмы больше для фиолетовых лучей, поэтому фиолетовые лучи отклоняются сильнее, чем красные. Таким образом, параллельный пучок, падающий на призму от одной точки щели, превращается в набор параллельных пучков, идущих под разными углами друг к другу.

Все лучи, выходящие из призмы, попадают в объектив зрительной трубы. Линза собирает каждый из параллельных пучков так, что в ее фокальной плоскости получают изображения щели, даваемые лучами разного цвета – от красного до фиолетового.

Если в фокальной плоскости объектива поставить фотопластинку, то полученное на ней изображение можно впоследствии рассматривать и анализировать. В этом случае спектральный прибор носит название *спектрометр*.

В случае *спектроскопа* изображения щели рассматривают через окуляр, как через лупу, что позволяет получить существенное увеличение угла зрения.

Если свет, испускаемый источником, представляет собой совокупность монохроматических волн (т.е. длины волн, присутствующих в излучении, образуют дискретный набор), тогда в окуляре зрительной трубы мы увидим ряд ярких линий разного цвета, разделенных темными промежутками. Эти линии называют *спектральными линиями*.

Для удобства работы со спектроскопом в середине фокальной плоскости объектива зрительной трубы натянута тонкая черная нить, которую мы видим на фоне получающегося спектра. Поворачивая зрительную трубу относительно призмы, можно добиться поочередного совмещения изображения нити с различными участками спектра. Определенному положению трубы соответствует попадание в середину фокальной плоскости определенного участка спектра.

Можно установить соответствие между положением зрительной трубы относительно призмы и длиной волны спектральной линии, совмещаемой с изображением нити. Это соответствие принято представлять в виде линии на графике, где по одной оси отложены длины волн, а по другой – соответствующие им положения зрительной трубы, которые определяются по показаниям микрометрического винта. Эта линия называется *градуировочной кривой* спектроскопа. Поскольку зависимость показателя преломления от длины волны является

нелинейной, а показания микрометрического винта у разных приборов не совпадают, то для каждого прибора необходимо получить свою градуировочную кривую.

Градуировку производят, наблюдая известный спектр какого-либо светящегося газа. Длины волн соответствующих спектральных линий приводятся в справочных таблицах.

Наблюдая линейчатый спектр неизвестного газа, можно определить длины волн спектральных линий, используя полученную градуировочную кривую, а затем по справочнику узнать, какому элементу принадлежат эти линии.

Порядок выполнения работы:

Задание 1. Получение градуировочной кривой спектроסקопа.

1. Ознакомьтесь с устройством спектроסקопа.
2. Прибор «Спектр-1» с находящейся внутри него газоразрядной трубкой подключите к источнику питания с напряжением 6 В и включите источник в сеть.
3. Расположите щель коллиматора вплотную к газоразрядной трубке. Настройте окуляр на резкость и, вращая микрометрический винт, постарайтесь постепенно увидеть все области спектра.
4. С помощью винта переместите зрительную трубу вправо так, чтобы в поле зрения появилась крайняя красная линия. Совместите изображение нити с этой линией и запишите показание микрометра в таблицу. Микрометрический винт имеет шаг 1 мм, а барабан имеет 50 делений с ценой деления 0,02 мм.
5. Вращая микрометрический винт, передвигайте зрительную трубу до совмещения нити с каждой из спектральных линий и записывайте показания микрометра.
6. Дойдя до последней линии в фиолетовом конце спектра, проведите еще раз все измерения в обратном порядке.
7. Занесите в таблицу значения длин волн спектральных линий по справочным данным.
8. Выбрав подходящий масштаб, нанесите на график все экспериментальные точки, откладывая по оси ординат длины волн, а по оси абсцисс показания микрометра. По полученным точкам проведите плавную кривую.

Таблица для записи экспериментальных данных

Цвет линии	Показания микрометра, мм	Длина волны по справочным данным

Задание 2. измерение длин волн, соответствующих спектральным линиям разреженных газов.

1. Замените газоразрядную трубку и настройте спектроскоп для наблюдения нового спектра.
2. Подготовьте новую таблицу и занесите в нее показания микрометрического винта,

соответствующие цветам спектральных линий.

3. По полученной Вами градуировочной кривой определите длины волн наблюдаемых линий.

4. С помощью таблиц, данных в **Приложении** к работе, найдите химический элемент, которому принадлежат эти линии.

5. Рассчитайте погрешность полученных значений длин волн.

Сделайте выводы о проделанной работе

Приложение:

Длины волн спектральных линий некоторых элементов в видимой части спектра	
Спектральные линии ртути	
Цвет линии	Длина волны, нм
Желтая 1	579
Желтая 2	577
Зеленая	546
Синяя	436
Фиолетовая 1	408
Фиолетовая 2	405
Спектральные линии неона	
Цвет линии	Длина волны, нм
Красная 1	660
Красная 2	653
Красная 3	650
Ярко-красная 1	640
Ярко-красная 2	638
Ярко-красная 3	633
Ярко-красная 4	627
Ярко-красная 5	616
Красно-оранжевая	614
Желтая	585
Зеленая 1	540
Зеленая 2	534
Голубая	483
Спектральные линии гелия	
Цвет линии	Длина волны, нм
Красная	706
Оранжевая	588
Зеленая	501
Голубая	471
Синяя	477
Спектральные линии водорода (серия Бальмера)	
Название линии	Длина волны, нм
H α , красная	656

H β , зелено-голубая	486
H γ , фиолетово-синяя	434
H δ , фиолетовая	410
Спектральные линии криптона	
<i>Цвет линии</i>	<i>Длина волны, нм</i>
Красная 1	645
Красная 2	605
Желто-оранжевая	587
Зеленая	557
Фиолетовая 1	445
Фиолетовая 2	442
Фиолетовая 3	436
Фиолетовая 4	428

Контрольные вопросы:

1. Что такое спектр излучения? Какие виды спектров излучения Вы знаете?
2. Что такое спектр поглощения? Как можно получить спектр поглощения?
3. Что такое спектральный анализ? Где применяют спектральный анализ?
4. Что представляют собой приборы для изучения спектров?
5. В чем отличие спектрометра (или спектрографа) от спектроскопа?
6. Что такое разрешающая способность спектроскопа?

Требования к составлению отчета:

Отчет по лабораторным работам должен содержать:

1. Название лабораторной работы.
2. Цель работы.
3. Оборудование.
4. Расчетные формулы с пояснениями
5. Таблицы для занесения измеренных, вычисленных величин и наблюдаемых фактов (при необходимости)
6. Графики проверяемых зависимостей (при необходимости)
7. Вывод (исходя из цели)
8. Ответы на контрольные вопросы

Критерии оценки выполнения ЛР по физике:

№	Выполнение задач. Все ли поставленные задачи выполнены?	<i>Выполнены все</i>	<i>Выполнены все</i>	<i>Выполнены частично</i>	<i>Не выполнены</i>
1.	Правильное оформление. Запись названия, цели, приборов.	<i>Есть</i>	<i>Есть, но с неточностями</i>	<i>Есть, но с неточностями</i>	<i>Нет, неверное</i>
2.	Соблюдён порядок выполнения работы. Все результаты измерений записаны верно и с учётом погрешности.	<i>Правильно</i>	<i>Правильно с недочётами</i>	<i>Частично правильно</i>	<i>Неверно</i>
3.	Проведены правильные расчёты с учётом погрешностей. Учтены размерности величин.	<i>Верно</i>	<i>Частично верно(ошибка или 2 недочёта)</i>	<i>Частично</i>	<i>Неверно</i>
4.	Все результаты измерений и вычислений занесены в таблицу с соблюдением обозначений и размерности величин.	<i>Есть</i>	<i>Есть</i>	<i>Есть частично</i>	<i>Нет или неправильно</i>
5.	В итоге сделан вывод, соответствующий цели работы.	<i>Есть</i>	<i>Есть, но неточный</i>	<i>Есть, но неточный</i>	<i>Нет</i>
6.	На контрольные вопросы сформулированы ответы.	<i>Все есть, верно</i>	<i>Все есть, большинство верно</i>	<i>Частично есть, в основном неверно</i>	<i>Нет или есть неверно</i>

Литература

- [1]. Мякишев Г.Я. Физика Классический курс.: учеб. для 10 кл. общеобразоват. учреждений: базовый и профил. уровни / Г.Я. Мякишев, Б.Б. Буховцев, Н.Н Сотский; под ред. В.И. Николаева, Н.А. Парфентьевой. – 17 изд., перераб. и доп. – М.: Просвещение, 2013. – 373с.
- [2]. Мякишев Г.Я. Физика. Классический курс. 11 класс: учеб. для общеобразоват. учреждений: базовый и профил. уровни / Г.Я. Мякишев, Б.Б. Буховцев, В.М. Чаругин; под ред. В.И. Николаева, Н.А. Парфентьевой. – 17 изд., перераб. и доп. – М.: Просвещение, 2013. - 410с.