

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«БРАТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра математики и физики

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе

_____ Е.И. Луковникова

«_____» _____ 2018 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ФИЗИКА**

Б1.Б.13

СПЕЦИАЛЬНОСТЬ

23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства

ПРОГРАММА СПЕЦИАЛИТЕТА

**Подъемно-транспортные, строительные,
дорожные средства и оборудование**

Квалификация выпускника: инженер

СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	3
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	4
3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМА ДИСЦИПЛИНЫ	4
3.1 Распределение объёма дисциплины по формам обучения.....	4
3.2 Распределение объёма дисциплины по видам учебных занятий и трудоемкости	5
4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	5
4.1 Распределение разделов дисциплины по видам учебных занятий	5
4.2 Содержание дисциплины, структурированное по разделам и темам	10
4.3 Лабораторные работы	19
4.4 Практические занятия.....	21
4.5 Контрольные мероприятия: курсовой проект (курсовая работа), контрольная работа, РГР, реферат.....	22
5. МАТРИЦА СООТНЕСЕНИЯ РАЗДЕЛОВ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ К ФОРМИРУЕМЫМ В НИХ КОМПЕТЕНЦИЯМ И ОЦЕНКЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	25
6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	26
7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	26
8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО – ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	27
9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....	27
9.1. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ	27
9.2. Методические указания по выполнению контрольной работы	71
10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....	72
11. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ	72
Приложение 1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.....	74
Приложение 2. Аннотация рабочей программы дисциплины	89
Приложение 3. Протокол о дополнениях и изменениях в рабочей программе.....	90
Приложение 4. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости по дисциплине.....	91

1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Вид деятельности выпускника

Дисциплина охватывает круг вопросов, относящихся в основном к производственно-технологическому виду профессиональной деятельности выпускника в соответствии с компетенциями и видами деятельности, указанными в учебном плане.

Цель дисциплины

Создание базы для изучения общепрофессиональных и специальных дисциплин, формирование целостного представления о физических законах окружающего мира в их единстве и взаимосвязи, знакомство с научными методами познания. Формирование у студентов подлинно научного мировоззрения, применение положений фундаментальной физики при создании и использовании новых технологий при разработке, а также при эксплуатации подъемно-транспортных, строительных, дорожных машин и оборудования.

Задачи дисциплины

- получение студентами достаточно широкой теоретической подготовки в области физики, позволяющей ориентироваться в потоке научной и технической информации;
- усвоение основных физических явлений и законов физики, методов физического исследования, являющихся базой при дальнейшем решении производственных задач;
- формирование правильного понимания границ применимости различных физических понятий, законов, теорий и умения оценивать степень достоверности результатов, полученных с помощью экспериментальных методов исследования.

Код компетенции	Содержание компетенции	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
1	2	3
ОПК-4	способность к самообразованию и использованию в практической деятельности новых знаний и умений, в том числе в областях знаний, непосредственно не связанных со сферой профессиональной деятельности	знать: – основные естественнонаучные законы, составляющие фундамент современной техники и технологий; уметь: – приобретать с помощью информационных технологий и использовать в практической деятельности новые знания и умения; владеть: - методами поиска и обработки информации в новой предметной области.
ОПК-5	способность на научной основе организовывать свой труд, самостоятельно оценивать результаты своей деятельности	знать: – различные физические и математические модели и стандартные программные средства компьютерного моделирования, основы прикладных дисциплин; уметь: – анализировать свои возможности, адаптироваться к изменяющимся условиям, переоценивать накопленный опыт; владеть: – культурой мышления, обобщать и анализировать информацию, поставить цель и выбрать пути ее достижения.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина Б1.Б.13 «Физика» относится к базовой части учебного плана.

Дисциплина «Физика» базируется на знаниях, полученных при изучении учебных дисциплин основных общеобразовательных программ.

Основываясь на изучении дисциплин, «Физика» представляет основу для изучения таких дисциплин как: «Безопасность жизнедеятельности», «Детали машин и основы конструирования», «Гидравлика и гидропневмопривод», «Сопrotивление материалов» и др.

Такое системное междисциплинарное изучение направлено на достижение требуемого ФГОС уровня подготовки по квалификации специалист.

3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМА ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Распределение объема дисциплины по формам обучения

Форма обучения	Курс	Семестр	Трудоемкость дисциплины в часах						Курсовая работа (проект), контрольная работа, реферат, РГР	Вид промежуточной аттестации
			Всего часов (с экз.)	Аудиторных часов	Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Очная	1,2	1,2,3	612	204	85	102	17	318	1к,2к,2к	зачет, экзамен
Заочная	1,2	–	612	56	12	28	16	538	1к	экзамен
Заочная (ускоренное обучение)	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Очно-заочная	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

3.2. Распределение объема дисциплины по видам учебных занятий и трудоемкости – очная форма обучения

Вид учебных занятий	Трудоемкость (час)	в т.ч. в интерактивной, активной, инновационной формах, (час)	Распределение по семестрам, час		
			1	2	3
1	2	3	4	5	6
I. Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего)	204	74	85	68	51
Лекции (Лк)	85	–	34	34	17
Лабораторные работы (ЛР)	102	57	34	34	34
Практические занятия (ПЗ)	17	17	17	–	–
Контрольная работа (кр)	+	–	+	++	–
Индивидуальные консультации	+	–	+	+	+
II. Самостоятельная работа обучающихся (СР)	318	–	95	40	183
Подготовка к лабораторным работам	143	–	55	20	68
Подготовка к практическим занятиям	10	–	10	–	–

Подготовка к зачету	27	–	27	–	–
Подготовка к экзамену в течение семестра	125	–	–	10	115
Выполнение контрольной работы	13	–	3	10	–
III. Промежуточная аттестация зачет экзамен	+	–	+	–	–
	90	–	–	36	54
Общая трудоемкость дисциплины, час зач. ед.	612		180	144	288
	17		5	4	8

– заочная форма обучения

Вид учебных занятий	Трудоем- кость, час	в т.ч. в интерактивной, активной, инновационной формах, час	Распределение по курсам, час	
			1	2
1	2	3	4	5
I. Контактная работа обучающихся с пре- подавателем (всего)	56	20	20	36
Лекции (Лк)	12	4	4	8
Лабораторные работы (ЛР)	28	10	16	12
Практические занятия (ПЗ)	16	6	–	16
Контрольная работа (кр)	+	–	+	–
Индивидуальные консультации	+	–	+	+
II. Самостоятельная работа обучающихся (СР)	538	–	223	315
Подготовка к лабораторным работам	78	–	23	55
Подготовка к практическим занятиям	100	–	–	100
Подготовка к зачету	40	–	40	–
Подготовка к экзамену в течение семестра	200	–	100	100
Выполнение контрольной работы	120	–	60	60
III. Промежуточная аттестация зачет экзамен		–	+	+
	18	–	9	9
Общая трудоемкость дисциплины час. зач. ед.	612		252	360
	17		8	9

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Распределение разделов дисциплины по видам учебных занятий

- для очной формы обучения:

№ раздела и темы	Наименование раздела и тема дисциплины	Трудоемкость (час)	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (час.)			
			учебные занятия			самостоятельная работа обучающихся
			лекции	лабораторные работы	практические занятия	
1	2	3	4	5	6	7
1.	Механика	120	20	20	10	70
1.1	Кинематика поступательного и вращательного движения	12	2	2	1	7
1.2	Динамика прямолинейного и криволинейного движения	12	2	2	1	7
1.3	Деформация тел. Закон Гука. Трение	12	2	2	1	7
1.4	Динамика вращательного движения	12	2	2	1	7
1.5	Законы сохранения	12	2	2	1	7
1.6	Механические колебания (кинематика колебаний)	12	2	2	1	7
1.7	Механические колебания (динамика колебаний)	14	2	4	1	7
1.8	Механические волны	12	2	2	1	7
1.9	Механика жидкостей и газов	12	2	2	1	7
1.10	Элементы специальной теории относительности (СТО)	10	2	–	1	7
2.	Молекулярная физика и термодинамика	95	14	14	7	60
2.1	Термодинамическая система. Модель идеального газа и его уравнение состояния	13	2	2	1	8
2.2	Внутренняя энергия идеального газа. Первое начало термодинамики	15	2	4	1	8
2.3	Второе начало термодинамики. Энтропия	18	2	4	2	10
2.4	Элементы статистической физики	16	2	2	2	10
2.5	Явления переноса в термодинамически неравновесных системах	13	2	2	1	8
2.6	Реальные газы. Уравнение Ван-дер-Ваальса	10	2	–	–	8
2.7	Твердые тела. Кристаллические и аморфные тела	10	2	–	–	8
3.	Электромагнетизм	142	34	34	–	74
3.1	Электрическое поле в вакууме. Теорема Гаусса	15	4	4	–	7
3.2	Электрический потенциал. Работа сил электростатического поля	14	4	4	–	6
3.3	Электрическое поле в веществе: диэлектрики в электрическом поле	15	4	4	–	7
3.4	Электрическое поле в веществе: проводники в электрическом поле	11	2	2	–	7

3.5	Постоянный электрический ток	15	4	4	–	7
3.6	Классическая электронная теория электропроводности металлов	10	2	2	–	6
3.7	Электрический ток в жидкостях, газах и плазме	10	2	2	–	6
3.8	Магнитное поле в вакууме	15	4	4	–	7
3.9	Магнитное поле в веществе	11	2	2	–	7
3.10	Электромагнитные явления	15	4	4	–	7
3.11	Электрические колебания и электромагнитные волны	11	2	2	–	7
4.	Оптика	84	10	20	–	54
4.1	Интерференция света	11	1	2	–	8
4.2	Дифракция света. Дифракция Френеля и Фраунгофера	14	2	4	–	8
4.3	Поляризация света. Закон Малюса. Закон Брюстера	14	2	4	–	8
4.4	Взаимодействие света с веществом. Дисперсия света	10	1	2	–	7
4.5	Тепловое излучение. Законы теплового излучения	14	2	4	–	8
4.6	Фотоэффект. Виды фотоэффекта. Законы внешнего фотоэффекта	13	1	4	–	8
4.7	Энергия и импульс фотона. Эффект Комптона	8	1	–	–	7
5.	Физика атома, атомного ядра и элементарных частиц	81	7	14	–	60
5.1	Ядерная модель атома. Теория Бора водородоподобного атома	8,5	0,5	2	–	6
5.2	Элементы квантовой механики	9	1	2	–	6
5.3	Физика атомов и молекул	8,5	0,5	2	–	6
5.4	Атомное ядро. Состав и характеристики атомного ядра. Ядерные силы	7	1	–	–	6
5.5	Радиоактивность. Закон радиоактивного распада	7	1	–	–	6
5.6	Взаимодействие частиц и ионизирующего излучения с веществом	8,5	0,5	2	–	6
5.7	Ядерная энергетика	6,5	0,5	–	–	6
5.8	Термоядерные реакции – основной источник энергии звезд. Космические лучи	6,5	0,5	–	–	6
5.9	Элементарные частицы. Стандартная модель	6,5	0,5	–	–	6
5.10	Элементы физики твердого тела	13	1	6	–	6
	ИТОГО	522	85	102	17	318

- для заочной формы обучения:

№ раздела и темы	Наименование раздела и тема дисциплины	Трудоемкость (час)	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (час.)			
			учебные занятия			самостоятельная работа обучающихся
			лекции	лабораторные работы	практические занятия	
1	2	3	4	5	6	7
1.	Механика	133	3	8	4	118
1.1	Кинематика поступательного и вращательного движения	11,7	0,3	1	0,4	10
1.2	Динамика прямолинейного и криволинейного движения	13,7	0,3	1	0,4	12
1.3	Деформация тел. Закон Гука. Трение	12,7	0,3	–	0,4	12
1.4	Динамика вращательного движения	16,7	0,3	2	0,4	14
1.5	Законы сохранения	18,7	0,3	2	0,4	16
1.6	Механические колебания (кинематика колебаний)	11,7	0,3	1	0,4	10
1.7	Механические колебания (динамика колебаний)	11,7	0,3	1	0,4	10
1.8	Механические волны	10,7	0,3	–	0,4	10
1.9	Механика жидкостей и газов	12,7	0,3	–	0,4	12
1.10	Элементы специальной теории относительности (СТО)	12,7	0,3	–	0,4	12
2.	Молекулярная физика и термодинамика	112	2	6	4	100
2.1	Термодинамическая система. Модель идеального газа и его уравнение состояния	14,2	0,2	1	1	12
2.2	Внутренняя энергия идеального газа. Первое начало термодинамики	18,7	0,2	1	1,5	16
2.3	Второе начало термодинамики. Энтропия	19	0,5	1	1,5	16
2.4	Элементы статистической физики	15,5	0,5	1	–	14
2.5	Явления переноса в термодинамически неравновесных системах	16,2	0,2	2	–	14
2.6	Реальные газы. Уравнение Ван-дер-Ваальса	14,2	0,2	–	–	14
2.7	Твердые тела. Кристаллические и аморфные тела	14,2	0,2	–	–	14
3.	Электромагнетизм	123	3	6	4	110
3.1	Электрическое поле в вакууме. Теорема Гаусса	11,4	2	–	0,4	9
3.2	Электрический потенциал. Работа сил электростатического поля	11,4	1	–	0,4	10
3.3	Электрическое поле в веществе: диэлектрики в электрическом поле	13,4	2	–	0,4	11
3.4	Электрическое поле в веществе: проводники в электрическом поле	12,4	1	–	0,4	11
3.5	Постоянный электрический ток	13,4	1	1	0,4	11
3.6	Классическая электронная теория электропроводности металлов	13	1	1	–	11
3.7	Электрический ток в жидкостях, газах и плазме	9	–	1	–	8

3.8	Магнитное поле в вакууме	11,5	2	1	0,5	8
3.9	Магнитное поле в веществе	14,5	2	1	0,5	11
3.10	Электромагнитные явления	16,5	4	1	0,5	11
3.11	Электрические колебания и электромагнитные волны	11,5	2	–	0,5	9
4.	Оптика	109	2	5	2	100
4.1	Интерференция света	15,6	0,3	1	0,3	14
4.2	Дифракция света. Дифракция Френеля и Фраунгофера	15,6	0,3	1	0,3	14
4.3	Поляризация света. Закон Малюса. Закон Брюстера	15,7	0,3	1	0,4	14
4.4	Взаимодействие света с веществом. Дисперсия света	14,2	0,2	–	–	14
4.5	Тепловое излучение. Законы теплового излучения	17,7	0,3	1	0,4	16
4.6	Фотоэффект. Виды фотоэффекта. Законы внешнего фотоэффекта	15,6	0,3	1	0,3	14
4.7	Энергия и импульс фотона. Эффект Комптона	14,6	0,3	–	0,3	14
5.	Физика атома, атомного ядра и элементарных частиц	117	2	3	2	110
5.1	Ядерная модель атома. Теория Бора водородоподобного атома	12,4	0,2	1	0,2	11
5.2	Элементы квантовой механики	12,4	0,2	1	0,2	11
5.3	Физика атомов и молекул	11,4	0,2	–	0,2	11
5.4	Атомное ядро. Состав и характеристики атомного ядра. Ядерные силы	11,4	0,2	–	0,2	11
5.5	Радиоактивность. Закон радиоактивного распада	11,4	0,2	–	0,2	11
5.6	Взаимодействие частиц и ионизирующего излучения с веществом	11,4	0,2	–	0,2	11
5.7	Ядерная энергетика	11,4	0,2	–	0,2	11
5.8	Термоядерные реакции – основной источник энергии звезд. Космические лучи	11,4	0,2	–	0,2	11
5.9	Элементарные частицы. Стандартная модель	11,4	0,2	–	0,2	11
5.10	Элементы физики твердого тела	12,4	0,2	1	0,2	11
	ИТОГО	594	12	28	16	538

4.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам и темам

Раздел 1. МЕХАНИКА

Тема 1.1. Кинематика поступательного и вращательного движения

1) Введение. Предмет изучения физики.

Физика – наука, изучающая простейшие и вместе с тем наиболее общие закономерности природы, свойства и строение материи, законы ее движения.

2) Основные характеристики кинематики: материальная точка, система отсчета, траектория, путь и вектор перемещения. Кинематические уравнения.

3) Скорость и ускорение: средняя и мгновенная скорость, ускорение и его составляющие, среднее и мгновенное ускорение.

4) Ускорение при криволинейном движении. Нормальное и тангенциальное ускорения.

5) Кинематика вращательного движения. Угловое перемещение, угловая скорость и ускорение.

6) Связь между линейными и угловыми скоростями и ускорениями.

Тема 1.2. Динамика прямолинейного и криволинейного движения

1) Первый закон Ньютона. Инерциальная система отсчета (ИСО).

2) Сила. Масса тела. Импульс тела. Второй закон Ньютона. Следствия второго закона Ньютона.

3) Третий закон Ньютона.

4) Классификация сил. Гравитационные силы. Закон всемирного тяготения и его применение.

5) Примеры применения законов Ньютона при решении задач.

Тема 1.3. Деформация тел. Закон Гука. Трение

1) Деформация тел. Типы деформации.

2) Характеристики упругих деформаций; абсолютная и относительная деформации. Механические напряжения и усилия.

3) Закон Гука. Энергия упругой деформации.

4) Трение. Сухое трение: трение покоя, скольжения, качения.

5) Вязкое трение. Падение твердого шарика в вязкой среде.

Тема 1.4. Динамика вращательного движения

1) Момент силы, момент импульса и момент инерции.

2) Примеры расчета момента инерции:

– момент инерции однородного изотропного диска (сплошного цилиндра);

– момент инерции длинного тонкого однородного стержня;

– момент инерции однородного шара;

– момент инерции тонкого однородного кольца;

– момент инерции сплошного однородного конуса;

– моменты инерции полого и сплошного цилиндров, полого шара.

3) Теорема Штейнера.

4) Примеры применения теоремы Штейнера.

5) Закон вращательного движения.

Тема 1.5. Законы сохранения

1) Сохраняющиеся величины.

2) Импульс тела. Закон сохранения импульса.

3) Энергия. Работа и мощность силы.

4) Кинетическая энергия.

5) Поле сил. Консервативные и диссипативные силы.

6) Потенциальная энергия:

– тела, находящегося в поле силы тяжести;

– тела в гравитационном поле;

– упруго деформированного тела.

7) Связь между потенциальной энергией и консервативной силой.

8) Закон сохранения механической энергии.

9) Применение законов сохранения импульса и механической энергии.

10) Закон сохранения момента импульса.

11) Кинетическая энергия твердого тела при вращательном и плоском движении.

12) Работа при вращательном движении.

13) Применение законов вращательного движения и сохранения момента импульса.

Тема 1.6. Механические колебания (кинематика колебаний)

1) Основные характеристики колебаний: амплитуда. Частота, фаза и период.

- 2) Скорость и ускорение точки, совершающей гармонические колебания.
- 3) Кинетическая, потенциальная и полная энергия материальной точки, совершающей гармонические колебания.
- 4) Сложение двух однонаправленных гармонических колебаний одинаковой частоты. Биения.
- 5) Сложение двух взаимно перпендикулярных гармонических колебаний с одинаковыми частотами. Фигуры Лиссажу.

Тема 1.7. Механические колебания (динамика колебаний)

- 1) Динамика колебаний. Пружинный маятник.
- 2) Физический и математический маятники.
- 3) Свободные затухающие механические колебания.
- 4) Вынужденные механические колебания. Резонанс.

Тема 1.8. Механические волны

- 1) Продольные и поперечные волны. Длина волны.
- 2) Уравнение плоской и сферической бегущих волн.
- 3) Фазовая и групповая скорости волн.
- 4) Фазовая скорость распространения волн в различных средах.
- 5) Энергия и интенсивность волны.
- 6) Интерференция механических волн.
- 7) Стоячие механические волны.
- 8) Звуковые волны. Эффект Доплера.

Тема 1.9. Механика жидкостей и газов

- 1) Свойства жидких и газообразных тел.
- 2) Гидростатика жидкостей. Давление в жидкости. Закон Паскаля.
- 3) Давление однородной жидкости в поле тяжести. Закон Архимеда.
- 4) Гидродинамика. Линии и трубки тока жидкости. Уравнение неразрывности.
- 5) Динамика идеальной жидкости. Уравнение Бернулли. Следствия уравнения Бернулли и его применение.
- 6) Динамика реальной жидкости и газа.

Тема 1.10. Элементы специальной теории относительности (СТО)

- 1) Принцип относительности и преобразования Галилея.
- 2) Следствия преобразования Галилея.
- 3) Принцип относительности Эйнштейна. Преобразования Лоренца.
- 4) Пространство и время в СТО.
- 5) Релятивистская динамика.
- 6) Понятие общей теории относительности (ОТО).

Раздел 2. МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА И ТЕРМОДИНАМИКА

Тема 2.1. Термодинамическая система. Модель идеального газа и его уравнение состояния

- 1) Предмет молекулярной физики.
- 2) Два метода исследования: термодинамический и молекулярно-кинетический.
- 3) Состояние термодинамической системы. Процессы. Параметры системы.
- 4) Основное уравнение молекулярно-кинетической теории газа.
- 5) Температура как термодинамический параметр, характеризующий состояние термодинамического равновесия макроскопической системы. Термодинамическая шкала температур, её связь со шкалой Цельсия. Абсолютный нуль температуры.
- 6) Уравнение состояния идеального газа.
- 7) Газовые законы при изопроцессах.

Тема 2.2. Внутренняя энергия идеального газа. Первое начало термодинамики

- 1) Число степеней свободы молекулы. Закон равномерного распределения энергии по степеням свободы молекул.
- 2) Внутренняя энергия идеального газа. Количество теплоты. Первое начало термодинамики.
- 3) Применение первого начала термодинамики к изопроцессам.
- 4) Работа газа при изопроцессах.
- 5) Адиабатный процесс. Уравнение Пуассона. Работа при адиабатном процессе.
- 6) Теплоемкость вещества и идеального газа.

Тема 2.3. Второе начало термодинамики. Энтропия

- 1) Обратимые и необратимые процессы. Круговой процесс (цикл).
- 2) Принцип действия тепловых и холодильных машин. Коэффициент полезного действия (КПД).
- 3) Цикл Карно и его КПД. Второе начало термодинамики.
- 4) Энтропия, ее статистическое толкование и связь с термодинамической вероятностью.
- 5) Расчет энтропии идеального газа при изопроцессах.

Тема 2.4. Элементы статистической физики

- 1) Закон Максвелла о распределении молекул идеального газа по скоростям и энергиям теплового движения. Опыт Штерна.
- 2) Барометрическая формула. Распределение Больцмана.
- 3) Функция распределения Максвелла-Больцмана.

Тема 2.5. Явления переноса в термодинамически неравновесных системах

- 1) Явления переноса: диффузия, теплопроводность, внутреннее трение.
- 2) Число столкновений и средняя длина свободного пробега молекул.
- 3) Теплопроводность и диффузия газа и жидкости. Закон Фика. Закон Фурье.
- 4) Вязкость (внутреннее трение) газа и жидкости. Коэффициент вязкости.

Тема 2.6. Реальные газы. Уравнение Ван-дер-Ваальса

- 1) Реальные газы. Силы и потенциальная энергия межмолекулярного взаимодействия.
- 2) Изотермы реального газа. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Критические параметры.
- 3) Внутренняя энергия реального газа. Эффект Джоуля-Томсона. Сжижение газов.
- 4) Кривая фазового равновесия. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса.

Тема 2.7. Твердые тела. Кристаллические и аморфные тела

- 1) Твердые тела. Кристаллические и аморфные тела.
- 2) Структура кристаллических тел. Кристаллические решетки и их типы. Симметрия кристаллов.
- 3) Дефекты в кристаллах.

Раздел 3. ЭЛЕКТРОМАГНЕТИЗМ

Тема 3.1. Электрическое поле в вакууме. Теорема Гаусса

- 1) Электрический заряд. Закон сохранения электрического заряда. Закон Кулона.
- 2) Электрическое поле. Напряженность и силовые линии электрического поля.
- 3) Поток вектора напряженности E электростатического поля. Теорема Гаусса.
- 4) Применение теоремы Гаусса для расчета напряженности поля.

Тема 3.2. Электрический потенциал. Работа сил электростатического поля

- 1) Электрический потенциал. Расчет потенциала.
- 2) Разность потенциалов. Расчет разности потенциалов.

- 3) Связь между напряженностью E и потенциалом φ электрического поля. Эквипотенциальные поверхности и их свойства.
- 4) Работа сил электростатического поля. Циркуляция вектора E .

Тема 3.3. Электрическое поле в веществе: диэлектрики в электрическом поле

- 1) Электрический диполь. Напряженность E и потенциал φ электрического диполя.
- 2) Полярные и неполярные диэлектрики. Вектор поляризованности P .
- 3) Виды поляризации. Классификация диэлектриков по видам поляризации.
- 4) Объемные и поверхностные связанные заряды. Поле внутри диэлектрика.
- 5) Вектор электрической индукции D . Теорема Гаусса для вектора D .
- 6) Граничные условия на границе двух диэлектриков. Полная система уравнений электростатики в интегральной форме.
- 7) Применение теоремы Гаусса для расчета напряженности, потенциала и разности потенциалов электростатического поля в изотропных однородных диэлектриках.
- 8) Сегнетоэлектрики и их свойства. Пьезоэффект.

Тема 3.4. Электрическое поле в веществе: проводники в электрическом поле

- 1) Проводники в электрическом поле. Равновесие зарядов на проводнике.
- 2) Емкость уединенного проводника и конденсаторов. Соединения конденсаторов.
- 3) Энергия заряженных проводников и конденсаторов. Энергия взаимодействия системы точечных зарядов.
- 4) Энергия электрического поля. Работа поля при поляризации диэлектрика.

Тема 3.5. Постоянный электрический ток

- 1) Сила тока, плотность тока. Условия существования тока.
- 2) Закон Ома для однородного участка цепи. Электрическое сопротивление. Соединение проводников.
- 3) Разность потенциалов, электродвижущая сила (ЭДС) и напряжение.
- 4) Закон Ома для неоднородного участка цепи и замкнутой цепи.
- 5) Правила Кирхгофа для разветвленных электрических цепей.
- 6) Работа силы электрического тока. Закон Джоуля-Ленца.
- 7) Мощность тока. КПД источника тока.

Тема 3.6. Классическая электронная теория электропроводности металлов

- 1) Природа носителей тока в металлах. Опыт Рикке.
- 2) Опыт Толмена-Стюарта.
- 3) Классическая теория электропроводности металлов.
- 4) Объяснение законов Ома, Джоуля-Ленца и Видемана-Франца на основе классической теории Друде-Лоренца.
- 5) Недостатки теории Друде-Лоренца.

Тема 3.7. Электрический ток в жидкостях, газах и плазме

- 1) Электрический ток в жидкостях. Законы Фарадея для электролиза.
- 2) Закон Ома для электролитов.
- 3) Электрический ток в газах. Ионизация газов. Закон Ома для газов.
- 4) Несамостоятельный и самостоятельный газовый разряд (СГР).
- 5) Тлеющий и дуговой газоразряды.
- 6) Искровой и коронный газоразряды.
- 7) Электрический ток в плазме.

Тема 3.8. Постоянное магнитное поле в вакууме

- 1) Опыты Ампера и Эрстеда.
- 2) Магнитное поле токов. Вектор магнитной индукции B . Силовые линии магнитного поля.

- 3) Закон Био-Савара-Лапласа. Расчет индукции \mathbf{B} магнитных полей, создаваемых токами различной конфигурации.
- 4) Сила Ампера. Сила Лоренца. Движение заряженных частиц в магнитных и электрических полях.
- 5) Эффект Холла. Циклотрон. Магнетрон.
- 6) Магнитный поток Φ_B . Работа проводника с током в однородном магнитном поле.
- 7) Циркуляция вектора магнитной индукции \mathbf{B} (закон полного тока). Поле тороида.
- 8) Магнитный момент тока. Контур с током в магнитном поле.

Тема 3.9. Магнитное поле в веществе

- 1) Намагничивание вещества. Элементарная теория Ампера намагничивания вещества. Вектор намагниченности \mathbf{J} .
- 2) Напряженность \mathbf{H} магнитного поля. Циркуляция вектора \mathbf{H} (закон полного тока). Магнитная проницаемость.
- 3) Граничные условия на границе двух магнетиков. Уравнения магнитостатики для вещества.
- 4) Магнитное поле разомкнутой магнитной цепи.
- 5) Расчет индукции магнитного поля в веществе.
- 6) Виды магнетиков и их свойства.
- 7) Элементарная теория диа- и парамагнетизма.
- 8) Гиромагнитное отношение. опыты Эйнштейна-де-Гааза и Барнетта.
- 9) Элементарная теория ферромагнетизма.
- 10) Кривая намагничивания ферромагнетиков.
- 11) Полная потеря энергии при перемагничивании ферромагнетика.
- 12) Применение магнитных материалов.

Тема 3.10. Электромагнитные явления

- 1) опыты Фарадея. Явление электромагнитной индукции.
- 2) Закон электромагнитной индукции (закон Фарадея-Максвелла). Правило Ленца.
- 3) вывод закона Фарадея-Максвелла.
- 4) Явление самоиндукции. Индуктивность.
- 5) Токи при замыкании и размыкании электрической цепи.
- 6) Взаимная индукция. Трансформаторы.
- 7) Токи Фуко (вихревые) и их применение.
- 8) Энергия магнитного поля. Энергия перемагничивания ферромагнетика.
- 9) Вихревое электрическое поле. Первое уравнение Максвелла.
- 10) Токи смещения. Второе уравнение Максвелла.
- 11) Полная система уравнений Максвелла в интегральной форме.

Тема 3.11. Электрические колебания и электромагнитные волны

- 1) Свободные незатухающие электрические колебания в колебательном контуре.
- 2) Свободные затухающие электрические колебания. Добротность системы.
- 3) Вынужденные электрические колебания. Резонанс колебаний.
- 4) Переменный электрический ток. Закон Ома. Мощность переменного тока.
- 5) Уравнения электромагнитных волн.
- 6) опыты Герца по исследованию электромагнитных волн.
- 7) Энергия, импульс и давление электромагнитных волн.
- 8) Шкала электромагнитных волн.

Раздел 4. ОПТИКА

Тема 4.1. Интерференция света

- 1) Световая волна. Уравнение плоской волны.
- 2) Фазовая скорость электромагнитных волн в веществе.
- 3) Связь модулей амплитуд векторов \vec{E} и \vec{H} в электромагнитной волне.

- 4) Понятие интенсивности света, связь с амплитудой и с показателем преломления вещества.
- 5) Интерференция световых волн. Понятие когерентности. Разность фаз и оптическая разность хода.
- 6) Способы наблюдения интерференции света: опыт Юнга, зеркала Френеля, бипризма Френеля и др.
- 7) Интерференция света при отражении от тонких пластинок (пленок).
- 8) Применение интерференции света.

Тема 4.2. Дифракция света. Дифракция Френеля и Фраунгофера

- 1) Принцип Гюйгенса-Френеля. Зоны Френеля.
- 2) Дифракция Френеля от простейших преград:
 - дифракция от круглого отверстия;
 - дифракция от круглого диска.
- 3) Дифракция Фраунгофера от узкой щели.
- 4) Дифракция Фраунгофера на N -щелях. Дифракционная решетка.
- 5) Дисперсия и разрешающая сила спектрального прибора. Угловая и линейная дисперсия.
- 6) Дифракция рентгеновских лучей. Формула Вульфа-Брэггов.
- 7) Применение дифракции света.

Тема 4.3. Поляризация света. Закон Малюса. Закон Брюстера

- 1) Естественный и поляризованный свет. Плоскость поляризации и плоскость колебаний. Плоскость поляризатора. Закон Малюса.
- 2) Степень поляризации. Виды поляризации.
- 3) Поляризация при отражении и преломлении на границе двух диэлектриков. Закон Брюстера. Угол полной поляризации.
- 4) Двойное лучепреломление. Обыкновенные и необыкновенные лучи света. Поляризационные призмы и поляроиды. Искусственная оптическая анизотропия.
- 5) Вращение плоскости поляризации в оптически активных средах.

Тема 4.4. Взаимодействие света с веществом. Дисперсия света

- 1) Дисперсия света. Нормальная и аномальная дисперсия вещества.
- 2) Основные положения электронной теории дисперсии света.
- 3) Поглощение (абсорбция) света. Коэффициент поглощения. Закон Бугера.

Тема 4.5. Тепловое излучение. Законы теплового излучения

- 1) Тепловое излучение и его основные характеристики: энергетическая светимость, испускательная и поглощательная способность.
- 2) Понятие абсолютно черного тела. Закон Кирхгофа.
- 3) Закон Стефана-Больцмана и закон Вина.
- 4) Формула Рэлея-Джинса. Ультрафиолетовая катастрофа.
- 5) Формула Планка – доказательство квантовой природы излучения.
- 6) Оптическая пирометрия.

Тема 4.6. Фотоэффект. Виды фотоэффекта. Законы внешнего фотоэффекта

- 1) Явление фотоэффекта. опыты А.Г. Столетова. Задерживающее напряжение. Красная граница фотоэффекта. Законы фотоэффекта.
- 2) Уравнение А. Эйнштейна для внешнего фотоэффекта.
- 3) Виды фотоэффекта: внешний, внутренний, вентильный (разновидность внутреннего), многофотонный.
- 4) Применение фотоэффекта.

Тема 4.7. Энергия и импульс фотона. Эффект Комптона

- 1) Энергия, масса и импульс фотона.

- 2) Давление света. Коэффициент отражения.
- 3) Корпускулярно-волновая природа света: свет в пространстве распространяется в виде электромагнитных волн, взаимодействует с веществом (поглощается и излучается) определенными порциями (квантами), как частицы (фотоны).
- 4) Эффект Комптона и его элементарная теория.

Раздел 5. ФИЗИКА АТОМА, АТОМНОГО ЯДРА И ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ

Тема 5.1. Ядерная модель атома. Теория Бора водородоподобного атома

- 1) Закономерности в атомных спектрах. Формула Бальмера.
- 2) Модель атома Томсона.
- 3) Опыты по рассеянию α -частиц. Ядерная модель атома.
- 4) Постулаты Бора. Опыт Франка и Герца.
- 5) Правило квантования круговых орбит.
- 6) Теория Бора водородоподобного атома.

Тема 5.2. Элементы квантовой механики

- 1) Гипотеза де Бройля. Движение электронов – волновой процесс. Дифракция электронов при отражении от монокристалла никеля (К. Д. Дэвиссон, Л.Х. Джермер), при прохождении электронного пучка через металлическую фольгу (Дж. П. Томсон, П.С. Тартаковский).
- 2) Необычные свойства микрочастиц. Корпускулярно-волновой дуализм.
- 3) Соотношение неопределенностей Гейзенберга: для координаты и импульса микрочастицы; для энергии и времени.
- 4) Ψ -функция – волновая функция, характеризует состояние микрочастицы, движущейся в силовом поле. Уравнение Шредингера для стационарных состояний. Смысл Ψ -функции.
- 5) Квантование энергии. Полная энергия частицы. Собственные значения энергии и собственные функции. Дискретный и непрерывный (сплошной) спектр.
- 6) Собственные значения энергии и собственные функции для частицы в бесконечно глубокой одномерной потенциальной яме. Графики собственных функций и плотности вероятности нахождения частицы на различных расстояниях от стенок ямы.
- 7) Квантование момента импульса частицы.
- 8) Прохождение частицы через потенциальный барьер. Туннельный эффект.

Тема 5.3. Физика атомов и молекул

- 1) Атом водорода в квантовой механике. Квантовые числа. Понятие кратности вырождения энергетических уровней.
- 2) Правило отбора и принцип минимума энергии. Принцип Паули. Распределение электронов по энергетическим уровням атома.
- 3) Периодическая система элементов Менделеева (примеры распределения электронов по оболочкам и подоболочкам химических элементов с Z от 1 до 19).
- 4) Молекулы: химические связи, понятие об энергетических уровнях. Молекулярные спектры.
- 5) Спонтанное и вынужденное излучение. Лазеры.

Тема 5.4. Атомное ядро. Состав и характеристики атомного ядра. Ядерные силы

- 1) Состав атомного ядра.
- 2) Характеристики атомного ядра.
- 3) Магнитный момент, спин и радиус ядра.
- 4) Дефект массы и энергия связи атомного ядра.
- 5) Модели атомных ядер: капельная, оболочечная, обобщенная, сверхтекучая.
- 6) Ядерные силы.

Тема 5.5. Радиоактивность. Закон радиоактивного распада

- 1) Естественная и искусственная радиоактивность.

- 2) Закон радиоактивного распада.
- 3) Альфа-распад.
- 4) Бета-распад
- 5) Характер β -спектра и гипотеза нейтрино.
- 6) Теория β -распада Ферми.
- 7) Происхождение γ -лучей и взаимодействие их с веществом.
- 8) Эффект Мессбауэра.

Тема 5.6. Взаимодействие частиц и ионизирующего излучения с веществом

- 1) Прохождение ядерных заряженных частиц через вещество.
- 2) Прохождение электронов и позитронов через вещество.
- 3) Прохождение нейтронов через вещество.
- 4) Взаимодействие γ -излучения с веществом.
- 5) Доза излучения. Единицы измерения радиоактивности.

Тема 5.7. Ядерная энергетика

- 1) Основные типы ядерных реакций.
- 2) Деление тяжелых ядер.
- 3) Цепная реакция. Коэффициент размножения нейтронов.
- 4) Ядерные реакторы и атомная электростанция (АЭС):
 - ядерные реакторы;
 - атомная электростанция и ядерная энергетика.

Тема 5.8. Термоядерные реакции – основной источник энергии звезд.

Космические лучи

1) Ядерный синтез – слияние легких ядер, при котором выделяется огромная энергия. Условия протекания термоядерных реакций синтеза.

2) Схема протонно-протонного цикла (протекает в недрах Солнца и других, подобных по массе звездах).

3) Схема углеродно-азотного цикла (протекает в более массивных звездах при температурах выше 10^8 К).

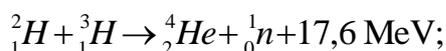
4) Проблемы осуществления управляемого термоядерного синтеза (УТС). Сложность проведения термоядерной реакции характеризуют тройным произведением:

$$nT\tau,$$

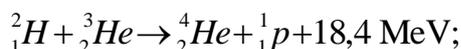
(плотность – температура – время удержания плазмы).

5) Типы перспективных управляемых термоядерных реакций:

– реакция дейтерий + тритий (осуществляется при наиболее низкой температуре):



– реакции дейтерий + гелий-3 (более сложная, на пределе возможного):



– реакции между ядрами дейтерия:



– возможны другие типы реакций, например, с участием лития или бора:



Реакции на легком водороде, например, протон-протонные реакции синтеза, идущие в звездах, не рассматриваются как перспективное термоядерное горючее, т.к. они идут через слабое взаимодействие с излучением нейтрино, и по этой причине требуют астрономических размеров реактора для сколь-либо заметного энерговыделения.

- 6) Типы космических лучей.
- 7) Солнечные космические лучи.

- 8) Вторичные космические лучи.
- 9) Радиационные пояса Земли.

Тема 5.9. Элементарные частицы. Стандартная модель

- 1) Классификация элементарных частиц.
- 2) Характеристики частиц.
- 3) Лептоны.
- 4) Странные частицы (СЧ) – элементарные частицы, имеющие в своем составе S-кварк.
- 5) Изоспин протона и нейтрона.
- 6) Резонансы – элементарные частицы, представляющие собой возбужденное состояние адрона.
- 7) Античастицы.
- 8) Кварки.
- 9) Адронные струи.
- 10) Открытие *t*-кварков.
- 11) Кванты фундаментальных взаимодействий – калибровочные бозоны: фотоны, W- и Z-бозоны и глюоны. Стандартная модель.

Тема 5.10. Элементы физики твердого тела

- 1) Теплоемкость кристаллов. Теория Эйнштейна.
- 2) Колебания систем с большим числом степеней свободы. Теория Дебая. Характеристическая температура Дебая. Фононы.
- 3) Квантовая теория свободных электронов в металле. Электронный газ.
- 4) Энергетические зоны в кристаллах.
- 5) Металлы, диэлектрики и полупроводники в зонной теории твердых тел.
- 6) Собственная и примесная проводимость полупроводников.
- 7) Контактные и термоэлектрические явления: работа выхода; термоэлектронная эмиссия; контактная разность потенциалов; термоэлектрические явления; полупроводниковые диоды и триоды.

4.3. Лабораторные работы

- для очной формы обучения:

<i>№ п/п</i>	<i>Номер раздела дисциплины</i>	<i>Наименование лабораторных работ</i>	<i>Объем (час)</i>	<i>Вид занятия в интерактивной, активной, инновационной формах (час)</i>
1	1.	Определение ускорения свободного падения	2	–
2	1.	Изучение законов сохранения импульса и энергии	4	Тренинг в малой группе
3	1.	Определение скорости полета пули с помощью баллистического маятника	4	–
4	1.	Проверка основного уравнения динамики вращательного движения	4	Тренинг в малой группе
5	1.	Маятник Максвелла	2	–
6	1.	Определение момента инерции тела методом крутильных колебаний	4	Тренинг в малой группе
7	1.	Определение момента инерции крутильного маятника методом колебаний	2	–
8	1.	Проверка закона сохранения механической энергии	4	Тренинг в малой группе
9	1.	Универсальный маятник	2	–
10	1.	Изучение затухающих колебаний	4	–
11	1.	Определение скорости звука в воздухе методом резонанса	4	–

12	2.	Изучение газовых законов	2	–
13	2.	Определение вязкости жидкости методом Стокса.	4	–
14	2.	Определение вязкости воздуха	2	–
15	2.	Определение средней длины свободного пробега и эффективного диаметра молекул воздуха	4	–
16	2.	Определение отношения теплоёмкостей воздуха при постоянном давлении и постоянном объеме	2	Тренинг в малой группе
17	2.	Определение изменения энтропии реальных систем	2	–
18	3.	Определение емкости конденсатора с помощью С-моста Уитстона	4	Тренинг в малой группе
19	3.	Измерение величины электрического сопротивления с помощью R-моста Уитстона	2	–
20	3.	Измерение удельного сопротивления	4	–
21	3.	Определение горизонтальной составляющей напряженности магнитного поля Земли	4	Тренинг в малой группе
22	3.	Изучение стабилитрона и снятие его характеристик	2	–
23	3.	Изучение вакуумного диода и определение удельного заряда электрона	4	Тренинг в малой группе
24	3.	Определение индуктивности соленоида	2	–
25	3.	Определение кривой намагничивания и петли гистерезиса с помощью электронного осциллографа	4	Тренинг в малой группе
26	3.	Затухающие электрические колебания	4	Тренинг в малой группе
27	4.	Изучение зависимости показателя преломления раствора от его концентрации	2	–
28	4.	Определение показателя преломления вещества при помощи микроскопа	4	Тренинг в малой группе
29	4.	Определение длины световой волны при помощи дифракционной решетки	2	–
30	4.	Изучение явления поляризации	4	–
33	4.	Определение постоянной Стефана-Больцмана и постоянной Планка при помощи оптического пирометра	4	Тренинг в малой группе
34	4.	Исследование селективного фотоэффекта	4	Тренинг в малой группе
35	4.	Туннельный эффект. Исследование вольтамперной характеристики туннельного диода	2	–
36	5.	Изучение спектра излучения атомов цинка	4	Тренинг в малой группе
37	5.	Изучение зависимости сопротивления полупроводника от температуры и определение энергии активации полупроводника	2	–
38	5.	Определение концентрации носителей тока в полупроводнике с помощью эффекта Холла	4	Тренинг в малой группе
39	5.	Изучение работы полупроводниковых диодов	2	–
		ИТОГО	102	57

– для заочной формы обучения:

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Объем (час)	Вид занятия в интерактивной, активной, инновационной формах (час)
1	1.	Определение ускорения свободного падения	0,5	–
2	1.	Изучение законов сохранения импульса и энергии	1	
3	1.	Определение скорости полета пули с помощью баллистического маятника	0,5	–
4	1.	Проверка основного уравнения динамики вращательного движения	2	Тренинг в малой группе
5	1.	Маятник Максвелла	0,5	–
6	1.	Определение момента инерции тела методом крутильных колебаний	0,5	–
7	1.	Определение момента инерции крутильного маятника методом колебаний	0,5	–
8	1.	Проверка закона сохранения механической энергии	1	–
9	1.	Универсальный маятник	0,5	–
10	1.	Изучение затухающих колебаний	1	–
11	1.	Определение скорости звука в воздухе методом резонанса	0,5	–
12	2.	Изучение газовых законов	0,5	–
13	2.	Определение вязкости жидкости методом Стокса.	0,5	–
14	2.	Определение вязкости воздуха	0,5	–
15	2.	Определение средней длины свободного пробега и эффективного диаметра молекул воздуха	0,5	–
16	2.	Определение отношения теплоемкостей воздуха при постоянном давлении и постоянном объеме	2	Тренинг в малой группе
17	2.	Определение изменения энтропии реальных систем	0,5	–
18	3.	Определение емкости конденсатора с помощью С-моста Уитстона	1	–
19	3.	Измерение величины электрического сопротивления с помощью R-моста Уитстона	0,5	–
20	3.	Измерение удельного сопротивления	0,5	–
21	3.	Определение горизонтальной составляющей напряженности магнитного поля Земли	2	Тренинг в малой группе
22	3.	Изучение стабилитрона и снятие его характеристик	0,5	–
23	3.	Изучение вакуумного диода и определение удельного заряда электрона	0,5	–
24	3.	Определение индуктивности соленоида	0,5	–
25	3.	Определение кривой намагничивания и петли гистерезиса с помощью электронного осциллографа	2	Тренинг в малой группе
26	3.	Затухающие электрические колебания	0,5	–
27	4.	Изучение зависимости показателя преломления раствора от его концентрации	0,5	–
28	4.	Определение показателя преломления вещества при помощи микроскопа	0,5	–
29	4.	Определение длины световой волны при помощи дифракционной решетки	0,5	–
30	4.	Изучение явления поляризации	0,5	–
33	4.	Определение постоянной Стефана-Больцмана и постоянной Планка при помощи оптического пирометра	0,5	–

34	4.	Исследование селективного фотоэффекта	0,5	–
35	4.	Туннельный эффект. Исследование вольтамперной характеристики туннельного диода	0,5	–
36	5.	Изучение спектра излучения атомов цинка	0,5	–
37	5.	Изучение зависимости сопротивления полупроводника от температуры и определение энергии активации полупроводника	2	Тренинг в малой группе
38	5.	Определение концентрации носителей тока в полупроводнике с помощью эффекта Холла	0,5	–
39	5.	Изучение работы полупроводниковых диодов	0,5	
ИТОГО			28	10

4.4. Практические занятия

– для очной формы обучения

<i>№ п/п</i>	<i>Номер раздела дисциплины</i>	<i>Наименование тем практических занятий</i>	<i>Объем (час)</i>	<i>Вид занятия в интерактивной, активной, инно- вационной фор- мах, (час)</i>
1	1.	Кинематика поступательного движения материальной точки	1	Тренинг в малой группе
2	1.	Кинематика вращательного движения материальной точки	2	Тренинг в малой группе
3	1.	Законы Ньютона. Динамика поступательного движения материальной точки.	1	Тренинг в малой группе
4	1.	Динамика вращательного движения	0,5	Тренинг в малой группе
5	2.	Работа. Мощность. Энергия	0,5	Тренинг в малой группе
6	2.	Законы сохранения в механике	1	Тренинг в малой группе
7	3.	Механические колебания и волны	2	Тренинг в малой группе
8	3.	Законы термодинамики	1	Тренинг в малой группе
ИТОГО			17	17

- для заочной формы обучения:

<i>№ п/п</i>	<i>Номер раздела дисциплины</i>	<i>Наименование тем практических занятий</i>	<i>Объем (час)</i>	<i>Вид занятия в интерактивной, активной, инно- вационной фор- мах, (час)</i>
1	1.	Кинематика поступательного и вращательного движения	1	–
2	1.	Динамика поступательного и вращательного движения	2	Тренинг в малой группе
3	1.	Законы сохранения	1	–
4	1.	Механические колебания и волны	0,5	–
5	2.	Законы идеального газа	0,5	–
6	2.	Законы термодинамики	1	Тренинг в малой группе

7	3.	Электрическое поле в вакууме	2	–
8	3.	Постоянный электрический ток	0,5	–
9	3.	Магнитное поле в вакууме	0,5	–
10	3.	Электромагнитные явления	2	Тренинг в малой группе
11	4.	Интерференция света	0,5	–
12	4.	Дифракция света	1	–
13	4.	Поляризация света	1	–
14	4.	Тепловое излучение	1	Тренинг в малой группе
15	4.	Квантовая природа света	0,5	–
16	4.	Элементы квантовой механики	0,5	–
17	5.	Физика атома и атомного ядра	0,5	–
		ИТОГО	16	6

4.5. Контрольные мероприятия: курсовой проект (курсовая работа), контрольная работа, РГР, реферат

Цель: Контрольная работа позволяет закрепить теоретический материал курса физики.

Структура: В контрольной работе необходимо указать номер варианта, записать условие задачи, решение, в тех случаях, когда это возможно сделать чертеж, выполнить вычисления, проверку единиц измерений и записать ответ.

Основная тематика (для дневной формы обучения):

Контрольная работа № 1 (курс 1, семестр 1) включает следующие разделы физики:

- физические основы классической механики (раздел «Механика»);
- молекулярная физика и термодинамика.

Контрольные работы № 2 и № 3 (курс 1, семестр 2) включают разделы физики:

- электромагнетизм;
- волновая и квантовая оптика (раздел «Оптика»);
- элементы атомной и ядерной физики (раздел «Физика атома, атомного ядра и элементарных частиц»).

При выполнении каждой контрольной работы студент выполняет 5 задач своего варианта.

Рекомендуемый объем: 2 – 3 рукописных листа с пояснением решения. Выполняется на бумаге формата А4 с титульным листом.

Оценка	Критерии оценки выполнения контрольной работы (дневная форма обучения)
отлично	Обучающийся правильно решает все пять задач своего варианта, оформляет контрольную работу по образцу, вывод формул и решение задач сопровождается краткими, но исчерпывающими пояснениями
хорошо	Обучающийся правильно решает четыре задачи (или пять с небольшими замечаниями: есть одна ошибка в расчетах или не везде указаны единицы измерения) своего варианта, оформляет контрольную работу по образцу, вывод формул и решение задач сопровождается краткими, но исчерпывающими пояснениями
удовлетворительно	Обучающийся правильно решает только три задачи своего варианта (или четыре с небольшими замечаниями: есть одна ошибка в расчетах или не везде указаны единицы измерения), оформляет контрольную работу по образцу с некоторыми замечаниями, практически не поясняет решение задач

неудовлетворительно	Обучающийся правильно решает только две задачи своего варианта (или три, есть грубые ошибки), неаккуратно оформляет контрольную работу, с большими замечаниями, не может пояснить решение задач
---------------------	---

Согласно учебному плану студенты программы специалитета 23.05.01 «Подъемно-транспортные, строительные, дорожные средства и оборудование» заочной формы обучения выполняют одну контрольную работу.

Основная тематика контрольной работы.

- механика;
- молекулярная физика и термодинамика;
- электромагнетизм;
- оптика;
- физика атома, атомного ядра и элементарных частиц.

Содержание.

Контрольная работа содержит 8 задач на любые из перечисленных выше разделов физики.

Структура.

В контрольной работе необходимо указать номер варианта (соответствует последней цифре номера зачетной книжки или студенческого билета), записать условие задачи, решение с пояснением. В тех случаях, когда это необходимо, нужно сделать чертеж, выполнить вычисления, осуществить проверку единиц измерения и записать ответ.

Объем: 1 – 2 страницы на каждую задачу, выполняется в тетради в клетку объемом 12-14 листов. На обложке тетради указывается ФИО студента, группа, шифр зачетной книжки.

Оценка	Критерии оценки выполнения контрольной работы (заочная форма обучения)
зачтено	Обучающийся правильно решает все восемь задач своего варианта, оформляет контрольную работу по образцу, при пояснении решения задачи приводит чертежи или графики с обозначением необходимых величин, вывод формул и решение задач сопровождается краткими, но исчерпывающими пояснениями, осуществляет проверку размерности полученной расчетной формулы, после проверки размерности формулы осуществляет численный расчет.
не зачтено	Обучающийся решает задачи своего варианта с большим количеством замечаний: безграмотно выполнены чертежи и графики к задачам, работа оформлена не по образцу, ошибки в расчетах, отсутствуют пояснения к решению задач – контрольная работа возвращается на доработку.

5. МАТРИЦА СООТНЕСЕНИЯ РАЗДЕЛОВ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ К ФОРМИРУЕМЫМ В НИХ КОМПЕТЕНЦИЯМ И ОЦЕНКЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

<i>Компетенции</i> <i>№, наименование разделов дисциплины</i>	<i>Кол-во часов</i>	<i>Компетенции</i>		<i>Σ комп.</i>	<i>t_{ср}, час</i>	<i>Вид учебной работы</i>	<i>Оценка результатов</i>
		<i>ОПК</i>	<i>ОПК</i>				
		<i>4</i>	<i>5</i>				
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>
1. Механика	120	+	+	2	60	Лк, ЛР, ПЗ, кр, СР	кр, зачет
2. Молекулярная физика и термодинамика	95	+	+	2	47,5	Лк, ЛР, ПЗ, кр, СР	кр, зачет
3. Электромагнетизм	142	+	+	2	71	Лк, ЛР, кр, СР	кр, экзамен
4. Оптика	84	+	+	2	42	Лк, ЛР, СР	экзамен
5. Физика атома, атомного ядра и элементарных частиц	81	+	+	2	40,5	Лк, ЛР, СР	экзамен
<i>всего часов</i>	522	261	261	2	261	-	-

6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

1. Ким, Д.Б. Механика. Курс лекций: учебное пособие. Ч.1 / Д.Б. Ким, Д.И. Левит, И.Г. Махро. – Братск: БрГУ, 2017. – 246 с.
2. Ким, Д.Б. Механика. Курс лекций: учебное пособие. Ч.2 / Д.Б. Ким, Д.И. Левит, И.Г. Махро. – Братск: БрГУ, 2017. – 193 с.
3. Ким, Д.Б. Физика. Механика: лабораторный практикум / Д.Б. Ким, А.А. Кропотов, И.Г. Махро. – 5-е изд. перераб. и доп. - Братск: БрГУ, 2016. - 142 с.
4. Ким, Д.Б. Физика. Электричество и электромагнетизм: лабораторный практикум / Д.Б. Ким, А.А. Кропотов, И.Г. Махро. – 2-е изд. Братск: БрГУ, 2016. - 130 с.
5. Рудя, С.С. Физика. Оптика: методические указания по лабораторным работам / С.С. Рудя, Е.Т. Агеева, И.Г. Махро. - Братск: БрГУ, 2016. - 164 с.
6. Ким, Д. Электромагнетизм: курс лекций / Д. Ким, А.А. Кропотов, Д.И. Левит. - Братск: БрГУ, 2016. - 412 с.
7. Физика. Молекулярная физика и термодинамика: лабораторный практикум / Д.Б. Ким и др. - Братск: БрГУ, 2014. -112с.
8. Яскин, А.С. Физика твёрдого тела, атома и атомного ядра: лабораторный практикум/ А.С. Яскин, И.Г. Махро, Е.Т. Агеева. - Братск: БрГУ, 2014. -160 с.
9. Физика. Методические указания и контрольные задания для бакалавров ЗФО технических профилей/ Д.Б. Ким, А.А. Кропотов, И.Г. Махро, Д.И. Левит. – Братск: БрГУ, 2013. –140 с.

7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	Наименование издания	Вид занятия (Лк, ЛР, ПЗ, КР, кр)	Количество экземпляров в библиотеке, шт.	Обеспеченность, (экз/чел)
1	2	3	4	5
Основная литература				
1.	Трофимова Т.И. Курс физики: учебное пособие для вузов/ Т.И. Трофимова. – 22 изд., стереотип. – Москва: Академия, 2016. – 560 с.	Лк, ЛР, СР, кр	150	1
2.	Детлаф, А.А. Курс физики: учебное пособие для вузов/ А.А. Детлаф, Б.М. Яворский. –7-е изд., стереотип. – Москва: Академия, 2008. – 720 с.	Лк, СР	99	7
Дополнительная литература				
3.	Волькенштейн, В.С. Сборник задач по общему курсу физики: для студентов технических вузов/ В.С. Волькенштейн. – 3-е изд., испр. и доп. – Санкт-Петербург: Книжный мир, 2007. – 328 с.	ПЗ, СР, кр	99	1
4.	Сивухин, Д.В. Общий курс физики. В 5т. Т.1-5: учеб. пособие для вузов/ Д.В. Сивухин. –5-ое изд., испр. – Москва: Физматлит, 2006. Т.2: Термодинамика и молекулярная физика.–544с.	Лк, ЛР, СР	10	0,5
5.	Чертов, А.Г. Задачник по физике: учебное пособие для вузов/ А.Г. Чертов, А.А. Воробьев. –8-ое изд., перераб. и доп. – М.: Физматлит, 2009. – 640 с.	ПЗ, СР, кр	20	1
6.	Савельев, И.В. Курс общей физики. В 3-х т. Т.1-3: учебник для вузов/И.В. Савельев. – Москва: Наука, 1987 –. Т.1: Механика. Молекулярная физика. – 3-е изд., испр. – 432 с.	Лк, ПЗ, СР, кр	97	1

7.	Савельев, И.В. Курс общей физики. В 3-х т. Т.1-3: учебник для вузов/ И.В. Савельев. – Москва: Наука, 1988 –. Т. 2. Электричество и магнетизм. Волны. Оптика. – 3-е изд., испр. – 496 с.	Лк, ПЗ, СР	97	1
8.	Савельев, И.В. Курс общей физики. В 3-х т. Т.1-3: учебное пособие/ И.В. Савельев. – Москва: Наука, 1987 –. Т. 3. Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц. – 317 с.	Лк, ПЗ, СР	98	1

8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО - ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ» НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Электронный каталог библиотеки БрГУ

http://irbis.brstu.ru/CGI/irbis64r_15/cgiirbis_64.exe?LNG=&C21COM=F&I21DBN=BOOK&P21DBN=BOOK&S21CNR=&Z21ID=.

2. Электронная библиотека БрГУ <http://ecat.brstu.ru/catalog> .

3. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека online» <http://biblioclub.ru> .

4. Электронно-библиотечная система «Издательство «Лань» <http://e.lanbook.com> .

5. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" <http://window.edu.ru> .

6. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU <http://elibrary.ru> .

7. Университетская информационная система РОССИЯ (УИС РОССИЯ) <https://uisrussia.msu.ru/> .

1. 8. Национальная электронная библиотека НЭБ <http://xn--90ax2c.xn-p1ai/how-to-search/>.

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ/ семинаров/ практических работ

В ходе подготовки к лабораторным работам необходимо изучить методическую литературу, рекомендованную для подготовки к выполнению работы, составить протокол необходимый для выполнения ЛР. Протокол должен включать в себя: название ЛР, цель, приборы и принадлежности, принципиальную схему рабочей установки и таблицу результатов. Ознакомиться с порядком выполнения ЛР. После того как ЛР будет выполнена необходимо оформить отчёт по ЛР и подготовиться к защите ЛР. Лабораторный практикум содержит вопросы для защиты ЛР, на которые студент должен ответить. Для подготовки к защите ЛР студенту необходимо ознакомиться с теоретическим введением в лабораторном практикуме, а также использовать рекомендуемую лабораторным практикумом литературу и свой конспект лекций. Для большего освоения материала ответы на вопросы рекомендуется оформлять в виде конспекта.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«БРАТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра физики

Лабораторная работа

Измерение величины электрического сопротивления
с помощью R-моста Уитстона

ОТЧЕТ

Выполнил:
студент гр. ТТСз–17

Б.А. Петров

Руководитель:
доцент, к.ф.-м.н.

Д.Б. Ким

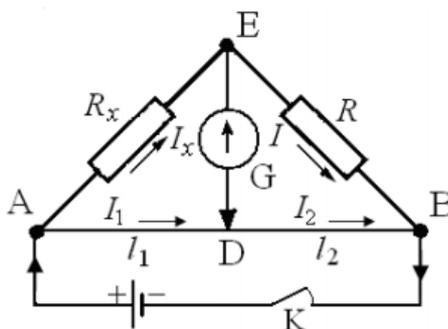
Братск 2017

Цель работы:

- 1) Изучение принципа работы измерительной мостовой схемы.
- 2) Определение величины сопротивления двух проводников и величины сопротивления при их последовательном и параллельном соединении.

Приборы и принадлежности:

реохорд (цена деления =1мм),
 набор резисторов с неизвестными сопротивлениями,
 магазин сопротивлений МСР-60, класс 0,02
 милливольтметр М45МОМЗ, 1.0, \square , \square , \square , \star 2 kV, \square
 источник постоянного тока.

Принципиальная схема рабочей установки:**Рис. 1**

R_x – неизвестное сопротивление; R – прибор с известным сопротивлением (магазин сопротивлений); G – гальванометр; AB – реохорд; K – ключ.

Рабочие формулы:

$$R_x = R \frac{l_1}{l_2}; \quad R_{\text{х посл}} = R_{x1} + R_{x2}; \quad R_{\text{х пар}} = \frac{R_{x1} \cdot R_{x2}}{R_{x1} + R_{x2}},$$

где R_{x1} – сопротивление первого резистора, R_{x2} – сопротивление второго резистора; l_1 и l_2 – длины плеч реохорда.

Таблица результатов

Измеряемое сопротивление	№ n/n	l_1	l_2	R	R_x	R_{xcp}	Расчетные значения $R_{xпосл}$, $R_{xпар}$
		мм	мм	Ом	Ом	Ом	
R_{x1}	1	90	90	163	163	161	—
	2	80	100	193	154		
	3	100	80	133	166		
R_{x2}	1	90	90	25	25	25,3	—
	2	80	100	31	25		
	3	100	80	21	26		
$R_{xпосл}$	1	90	90	181	181	183	181
	2	80	100	222	178		
	3	100	80	152	190		
$R_{xпар}$	1	90	90	22	22	22,3	22
	2	80	100	27	22		
	3	100	80	18	23		

Формулы расчета погрешности:

$$E_1 = \frac{\Delta R_{x1}}{\langle R_{x1cp} \rangle} = \frac{\Delta R}{R} + \frac{\Delta l_1}{l_1} + \frac{\Delta l_2}{l_2}; \quad E_2 = \frac{\Delta R_{x2}}{\langle R_{x2cp} \rangle} = \frac{\Delta R}{R} + \frac{\Delta l_1}{l_1} + \frac{\Delta l_2}{l_2}.$$

Конечный результат:

$$R_{x1} = (161 \pm 4) \text{ Ом}$$

$$R_{x2} = (25,3 \pm 0,6) \text{ Ом}$$

Вывод:

Изучен принцип работы измерительной мостовой схемы; определены величины сопротивления двух проводников и величины сопротивления при их последовательном и параллельном соединении с относительной погрешностью $E = 2,4\%$.

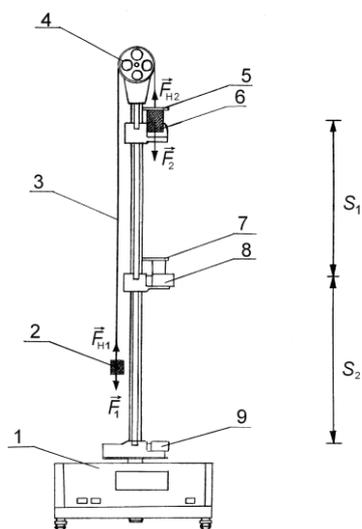
Лабораторная работа № 1

Определение ускорения свободного падения

Цель работы: экспериментальное определение ускорения свободного падения с помощью прибора Атвуда.

Приборы и принадлежности: прибор Атвуда с секундомером, добавочные грузы.

Порядок выполнения работы и обработка результатов измерений



1. Включить прибор Атвуда в сеть.
2. Переместить правый груз в верхнее положение, положить на него один из дополнительных грузиков,
3. Измерить пути равноускоренного S_1 и равномерного S_2 движений большого груза и время падения груза.
4. Измерение повторить 5-10 раз
5. Подставив среднее значение времени $\langle t_2 \rangle$ в расчётную формулу

$$g = \frac{2m_1 + m_2}{m_2} \cdot \frac{S_2^2}{2S_1 t_2^2},$$

определить ускорение свободного падения $\langle g \rangle$.

10. Методом расчета погрешностей косвенных измерений найти относительную E и абсолютную Δg погрешности величины $\langle g \rangle$

11. Данные результатов измерений и вычислений заносят в таблицу.

Вопросы для допуска к работе

1. Какова цель работы?
2. Опишите устройство рабочей установки и ход эксперимента.
3. Запишите рабочую формулу, поясните ее.

Вопросы для защиты работы

1. Сформулируйте законы Ньютона и раскройте их смысл.
2. Почему второй закон Ньютона относится к материальной точке, а не к телу?
3. Дайте определение импульса тела и импульса силы.
4. Что называется массой тела.

Форма отчетности: отчет по лабораторной работе, выполненный по образцу, в соответствии с заданием.

Основная литература № 1, № 2

Дополнительная литература № 6

Лабораторная работа № 2

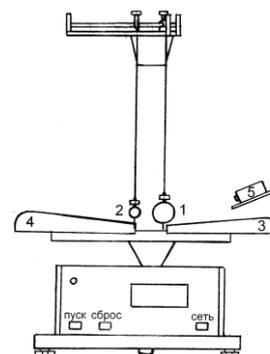
Изучение законов сохранения импульса и энергии.

Цель работы: экспериментальное исследование процесса соударения упругих тел и проверка выполнения в системе соударяющихся тел законов сохранения импульса и механической энергии.

Приборы и принадлежности: лабораторная установка FPM-08.

Порядок выполнения работы и обработка результатов измерений

1. Провести корректировку осевой установки шаров, ослабив фиксирующие гайки, установить шкалы 3, 4 таким образом, чтобы указатели подвесов занимали на шкалах нулевое положение.
2. Нажать клавишу «СЕТЬ».
3. Правый шар отодвинуть в сторону электромагнита и заблокировать его в этом положении, записать значение угла отклонения подвеса правого шара (1) от вертикали α .
4. Нажать клавишу «ПУСК».
5. После столкновения шаров измерить по шкале углы отклонения шаров α'_1 (правый шар 1) и α'_2 (левый шар 2).



- Измерение повторить 8 – 10 раз.
- По формуле

$$v = \sqrt{2gl(1 - \cos \alpha)} = 2 \sin \frac{\alpha}{2} \sqrt{gl}$$

вычислить скорость v правого шара до соударения. Подставив в эту же формулу вместо значения угла α средние значения $\langle \alpha'_1 \rangle$ и $\langle \alpha'_2 \rangle$, рассчитайте средние скорости $\langle u_1 \rangle$, $\langle u_2 \rangle$ шаров после соударения.

- Результаты вычислений занести в таблицу.
- Поставив значения скоростей шаров v , $\langle u_1 \rangle$ и $\langle u_2 \rangle$ в формулы

$$p = m_1 v, \quad p' = m_1 \langle u_1 \rangle + m_2 \langle u_2 \rangle, \quad E_k = \frac{m_1 v^2}{2}, \quad E'_k = \frac{m_1 \langle u_1 \rangle^2}{2} + \frac{m_2 \langle u_2 \rangle^2}{2},$$

вычислить сумму импульсов и кинетической энергии до и после удара. Затем сравнить их значения.

- Сделать вывод о выполнении законов сохранения энергии и импульса.

Вопросы для допуска к работе

- Изложить цель работы.
- Опишите рабочую установку и ход эксперимента.
- Поясните смысл и метод определения всех величин, вносимых в таблицу.

Вопросы для защиты работы

- Что называется импульсом тела, энергией?
- Дайте определение замкнутой системы.
- какие величины называются интегралами движения? приведите примеры.
- С чем связаны законы сохранения импульса, энергии, момента импульса?
- Сформулируйте законы сохранения импульса и механической энергии системы.
- Приведите определения кинетической и потенциальной энергии, импульса системы.
- Какие силы называются консервативными и диссипативными?
- Какие удары называются абсолютно упругими и абсолютно неупругими?

Форма отчетности: отчёт по лабораторной работе, выполненный по образцу, в соответствии с заданием.

Основная литература № 1, № 2
Дополнительная литература № 6.

Лабораторная работа № 3

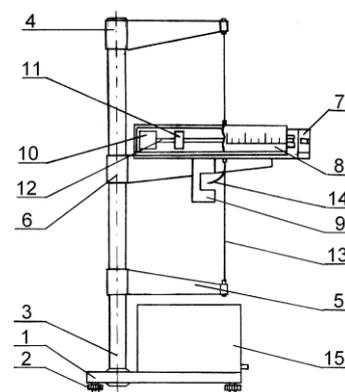
Определение скорости пули при помощи баллистического крутильного маятника

Цель работы: определение скорости пули при помощи баллистического крутильного маятника.

Приборы и принадлежности: баллистический крутильный маятник, пуля, линейка.

Порядок выполнения работы и обработка результатов измерений

- Включить прибор, нажав клавишу «СЕТЬ» Пулю закрепить в стреляющем устройстве.
- Расположить подвижные 11 грузы на минимальном расстоянии от оси вращения крутильного маятника. Измерить расстояние R_1 от оси вращения до центра подвижного груза.
- Крутильный маятник установить на черте 0° угловой шкалы.
- Произвести выстрел, измеряя максимальный угол α поворота маятника по угловой шкале (в радианах) и расстояние r от оси вращения маятника до точки застревания пули в пластилине.



- Отклонить рукой маятник на максимальный угол (α), нажать клавишу «СБРОС», одновременно пустив маятник, измерить время десяти полных колебаний, нажать клавишу «СТОП» в конце измерения. Опыт повторяют 5 раз с одним и тем же числом колебаний. где n – число полных колебаний маятника.

6. Раздвинуть подвижные грузы на максимальное расстояние от оси вращения и измерить расстояние R_2 от оси вращения до центра подвижного груза. Согласно пункту 6 определить период колебаний T_2 через среднее значение времени $\langle t_2 \rangle$.

7. Вычислить скорость пули v по формуле: $v = \frac{4\pi\alpha M}{mr} \cdot \frac{T_1}{T_2^2 - T_1^2} (R_2^2 - R_1^2)$.

8. Данные результатов измерений и вычислений занести в таблицу.

Вопросы для допуска к работе

1. Какова цель работы?
2. Опишите рабочую установку и ход эксперимента.
3. Запишите рабочую формулу для определения скорости полета пули.
4. На основе каких законов получена рабочая формула?
5. Оцените погрешность метода измерения скорости пули.

Вопросы для защиты работы

1. Какой удар называется абсолютно упругим, неупругим?
2. Что называется моментом силы, моментом импульса, моментом инерции материальной точки, твердого тела?
3. Сформулируйте основной закон динамики вращательного движения, закон сохранения момента импульса.
4. Сформулируйте теорему Штейнера.
5. Назовите виды механической энергии. Сформулируйте закон сохранения механической энергии.

Форма отчетности: отчет по лабораторной работе, выполненный по образцу, в соответствии с заданием.

Основная литература № 1, № 2
Дополнительная литература № 6.

Лабораторная работа № 4

Проверка основного уравнения динамики вращательного движения.

Цель работы: экспериментальная проверка основного закона динамики вращательного движения с помощью маятника Обербека в разных ситуациях: для случая когда $J = \text{const}$, для случая при $M = \text{const}$.

Приборы и принадлежности: маятник Обербека с миллисекундомером ФРМ-15, штангенциркуль

Порядок выполнения работы и обработка результатов измерений

1. Измерить штангенциркулем радиус большого и малого шкивов r_1 и r_2 .

2. Определить массу груза взвешиванием на технических весах с точностью $\pm 0,1$ г.

3. Проверить соотношение $\varepsilon_1 / \varepsilon_2 = M_1 / M_2$. Для этого:

- закрепить цилиндрические подвижные грузы на стержнях на ближайшем расстоянии от оси вращения так, чтобы крестовина была в положении безразличного равновесия;

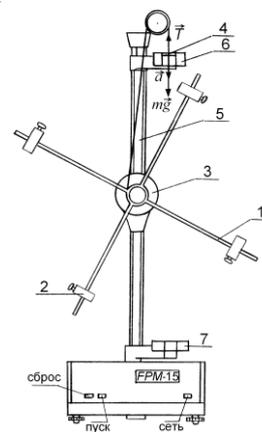
- намотать нить на большой шкив радиуса r_1 и измерить время движения груза t_1 с высоты h миллисекундомером;

- опыт повторить 5 раз. Высоту h не рекомендуется менять в течение всей работы;

- по формулам $a = \frac{2h}{t^2}$, $\varepsilon = \frac{a}{r}$, $M = m(g - a) \cdot r$ вычислить значения a_1 , ε_1 , M_1 ;

- не меняя расположения подвижных грузов и оставляя тем самым неизменным момент инерции системы, опыт повторить, наматывая нить с грузом на малый шкив радиусом r_2 ;

- по выше приведенным формулам вычислить значения a_2 , ε_2 , M_2 ;



- проверить справедливость следствия основного закона динамики вращательного движения: $M_1 / M_2 = \varepsilon_1 / \varepsilon_2$, при $J = \text{const}$
 - данные результатов измерений и вычислений занести в таблицы.
4. Проверить соотношение $\varepsilon' / \varepsilon_2 = J_2 / J'$. Для этого:
- раздвинуть подвижные грузы до упоров на концах стержней, но так, чтобы крестовина снова была в положении безразличного равновесия;
 - для малого шкива r_2 определить время движения груза t' по данным 5 опытов;
 - по формулам $a = \frac{2h}{t^2}$, $\varepsilon = \frac{a}{r}$, $J = \frac{mr^2(g-a)}{a}$ определить значения a', ε', J' ;
 - при проверке соотношения $\varepsilon' / \varepsilon_2 = J_2 / J'$ при $M = \text{const}$ используют значения предыдущего опыта;
 - вычислить соотношения $\varepsilon' / \varepsilon_2$ и J_2 / J' ;
 - результаты измерений и вычислений занести в таблицу.

Вопросы для допуска к работе

1. Какова цель работы?
2. Сформулируйте основной закон динамики вращательного движения. Поясните физический смысл величин, входящих в данный закон, укажите единицы их измерения в «СИ».
3. Опишите устройство рабочей установки.
4. Оцените погрешность метода измерений величины углового ускорения.

Вопросы для защиты работы

1. Дайте определения момента сил, момента импульса материальной точки относительно неподвижной точки О.
2. Сформулируйте основной закон динамики вращательного движения твердого тела относительно неподвижной точки О и неподвижной оси Z.
3. Дайте определение момента инерции материальной точки и твердого тела.
4. Выведите рабочие формулы.
5. Выведите соотношение $\varepsilon = f(J)$ при $M = \text{const}$ и $\varepsilon = f(M)$ при $J = \text{const}$.

Форма отчетности: отчет по лабораторной работе, выполненный по образцу, в соответствии с заданием.

Основная литература № 1, № 2
Дополнительная литература № 6.

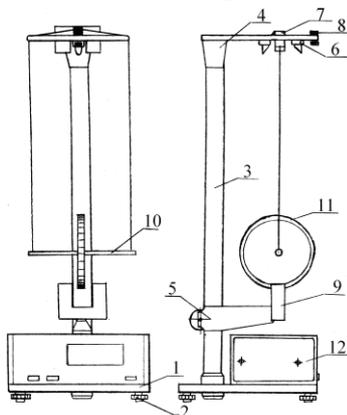
Лабораторная работа № 5

Маятник Максвелла.

Цель работы: определение момента инерции маятника Максвелла.

Приборы и принадлежности: маятник Максвелла ФРМ–03, комплект сменных колец.

Порядок выполнения работы и обработка результатов измерений



1. Включить клавишу «СЕТЬ»,
2. На ролик маятника надеть кольцо, прижимая его до упора.
3. На ось маятника намотать нить подвески и зафиксировать ее. Нажать клавишу «ПУСК» миллисекундомера ФРМ-03.
4. Нажать клавишу «СБРОС». Нажать клавишу «ПУСК».
5. Определить значение времени падения маятника. Опыт повторить 5 – 10 раз.
6. Определить среднее значение времени падения маятника

по формуле $\langle t \rangle = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n t_i$, n – количество выполненных замеров;

t_i – значение времени, полученное в i -ом замере.

7. Со шкалы на вертикальной колонке прибора определить длину маятника.

8. По формуле $J = \frac{1}{4}mD^2 \left(\frac{gt^2}{2h} - 1 \right)$, используя среднее значение времени $\langle t_1 \rangle$ определить момент инерции J_1 маятника.
9. Снять первое съемное кольцо и насадить на ролик второе кольцо массы $m_{к2}$, затем третье кольцо массы $m_{к3}$. Опыт повторить.
10. Оценить относительную E и абсолютную ΔJ погрешность результатов измерений.
11. Данные результатов измерений и вычислений занести в таблицы.

Вопросы для допуска к работе

1. Какова цель работы?
2. Дать определение момента инерции.
3. Записать формулу момента инерции маятника Максвелла и пояснить величины, входящие в нее.
4. Описать рабочую установку и ход работы.

Вопросы для защиты работы

1. Записать основной закон динамики для поступательного и вращательного движения твердого тела.
2. Вывести формулу для момента инерции маятника Максвелла.
3. Записать закон сохранения механической энергии для маятника Максвелла.
4. Получить дифференциальным методом формулу для расчета относительной погрешности E .
5. Дать определение момента инерции материальной точки и твердого тела относительно неподвижной оси.

Форма отчетности: отчет по лабораторной работе, выполненный по образцу, в соответствии с заданием.

Основная литература № 1, № 2
Дополнительная литература № 6.

Лабораторная работа № 6

Определение момента инерции тела методом колебаний

Цель работы: экспериментальное определение момента инерции диска методом крутильных колебаний.

Приборы и принадлежности:

диск на упругой проволоке, дополнительные грузы (цилиндры или шары), секундомер, линейка, штангенциркуль.

Порядок выполнения работы и обработка результатов измерений

1. Исследуемое тело привести в крутильное колебание. Для этого тело поворачивается относительно оси OO' на малый угол (не более 6°) в горизонтальной плоскости и после этого его предоставить самому себе. Секундомером измерить время 30-50 полных колебаний. Опыт повторить не менее 5 раз с одним и тем же выбранным числом колебаний. Найти среднее значение $\langle t \rangle$. Определить период колебаний: $T = \frac{\langle t \rangle}{n}$, где n – число крутильных колебаний.

2. На одинаковом расстоянии от проволоки на диск поставить добавочные грузы (шары или цилиндры), проделав 5 опытов для того же числа колебаний n , найти период колебаний диска с добавочными грузами $T_1 = \frac{\langle t_1 \rangle}{n}$.

3. Линейкой измерить расстояние между осями OO' и O_1O_1' .

4. Штангенциркулем измерить диаметр $2r$ добавочного груза (r – радиус груза).

5. В зависимости от вида используемых добавочных грузов вычислить момент инерции исследуемого тела по формуле.

6. Измерить радиус исследуемого диска R и найти значение момента инерции по проверочной формуле. Масса диска $m_1 = 1,570$ кг.

7. Методом расчета погрешностей косвенных измерений найти абсолютную погрешность результата ΔJ .

8. Данные результатов измерений и вычислений занести в таблицу.

Вопросы для допуска к работе

1. Какова цель работы?
2. Что называется моментом инерции материальной точки? Каков физический смысл данного понятия?

3. Опишите рабочую установку и ход эксперимента. Каково назначение в работе добавочных грузов?

4. Запишите формулу для периода колебаний крутильного маятника. При каких условиях справедлива эта формула?

Вопросы для защиты работы

1. Выведите формулу периода колебаний крутильного маятника.
2. Сформулируйте теорему Штейнера и покажите, как она применяется в проделанной работе.

3. Пользуясь дифференциальным методом, получите формулу относительной погрешности $\Delta J/J$.

4. Как повысить точность эксперимента, проведенного на данной установке?

5. Выведите формулу момента инерции сплошного диска, кольца, стержня.

6. Сформулируйте закон сохранения момента импульса, основной закон динамики вращательного движения.

Форма отчетности: отчет по лабораторной работе, выполненный по образцу, в соответствии с заданием.

Основная литература № 1, № 2.

Дополнительная литература № 6.

Лабораторная работа № 7

Определение момента инерции крутильного маятника методом колебаний.

Цель работы: экспериментальное определение периода крутильных колебаний и момента инерции крутильного маятника.

Приборы и принадлежности: крутильный маятник с миллисекундомером FPM-05, микрометр.

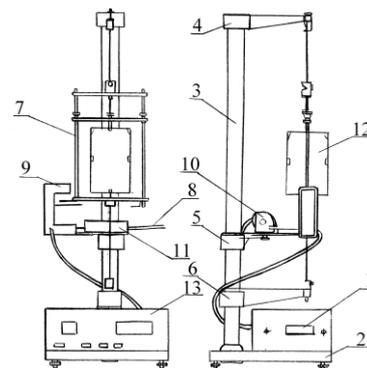
Порядок выполнения работы и обработка результатов измерений

1. Включить прибор в сеть;
2. поворачивая рамку прибора с закрепленным в ней грузом, приблизить ее стрелку к электромагниту таким образом, чтобы электромагнит фиксировал положение рамки;
3. нажать кнопку «ПУСК», при этом электромагнит обесточивается, и рамка начинает совершать колебания;
4. после того, как рамка совершит не менее 9 крутильных колебаний, нажать кнопку «СТОП»;
5. записать в таблицу результатов показания миллисекундомера;
6. повторить измерения 5 раз с одним и тем же числом колебаний;
7. по результатам пяти измерений определить среднее арифметическое значение времени $\langle t \rangle$;

8. по формуле $T = \frac{\langle t \rangle}{n}$ определить период колебаний маятника;

9. По формуле $J = \frac{T^2 r^4}{8\pi L} G$ ($G = 8,0 \cdot 10^{10} \text{ Н/м}^2$) вычислить момент инерции крутильного маятника.

10. Данные результатов измерений и вычислений занести в таблицу.



Вопросы для допуска к работе

1. Что называется моментом инерции материальной точки? Моментом инерции тела?
2. Опишите рабочую установку и ход эксперимента.
3. Запишите рабочую формулу момента инерции.
4. Оцените погрешность метода измерений периода колебаний и момента инерции крутильного маятника.

Вопросы для защиты работы

1. Выведите формулу периода крутильных колебаний и формулу для определения момента инерции крутильного маятника.
2. Выведите формулу модуля кручения D и модуля сдвига G твердого тела. Каков физический смысл модуля сдвига и модуля кручения?
3. Дайте определение момента инерции материальной точки.
4. Сформулируйте теорему Штейнера.

Форма отчетности: отчет по лабораторной работе, выполненный по образцу, в соответствии с заданием.

Основная литература № 1, № 2
Дополнительная литература № 6.

Лабораторная работа № 8

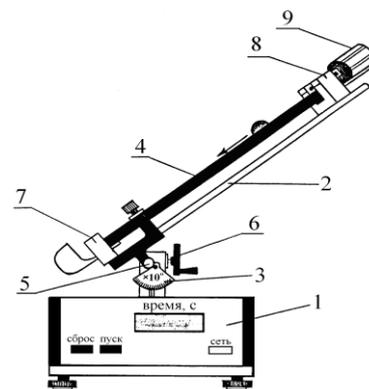
Проверка закона сохранения механической энергии.

Цель работы: проверка закона сохранения механической энергии при скатывании тела с наклонной плоскости.

Приборы и принадлежности: наклонный желоб с миллисекундомером FPM-15, шарик.

Порядок выполнения работы и обработка результатов эксперимента

1. Установить заданный угол наклона желоба α с горизонтом ($30^\circ \leq \alpha \leq 40^\circ$).
2. Нажать клавишу СЕТЬ.
3. С помощью электромагнита шарик зафиксировать в верхнем конце желоба.
4. Нажать клавишу ПУСК.
5. Записать показания миллисекундомера в таблицу результатов.
6. Опыт повторить 5-10 раз и определить среднее значение времени движения $\langle t \rangle$.
7. По формуле, зная угол наклона желоба с горизонтом α и путь l , пройденный шариком между двумя фотоэлектрическими датчиками, найти скорость шара V в конце пути:



8. Подставив среднее значение времени $\langle t \rangle$ в проверочную формулу,

$$V_{\text{пров}} = \frac{2l}{t}$$

рассчитать скорость $V_{\text{пров}}$.

9. Оценить относительную E и абсолютную ΔV погрешности измерений по формулам, полученным дифференциальным методом

$$E_1 = \frac{\Delta V}{V} = \frac{1}{2} \left(\frac{\Delta g}{g} + \frac{\Delta l}{l} + \frac{\Delta \alpha}{\text{tg } \alpha} \right), \quad E_2 = \frac{\Delta V_{\text{пров}}}{V_{\text{пров}}} = \frac{\Delta l}{l} + \frac{\Delta t}{t}.$$

Данные результатов измерений и вычислений занести в таблицу.

Вопросы для допуска к работе

1. Какова цель работы?
2. Опишите устройство рабочей установки и ход эксперимента.
3. Запишите рабочую и проверочную формулы, поясните их.

Вопросы для защиты работы

1. Какие силы приводят к отсутствию скольжения при скатывании тела с наклонной плоскости? Укажите их на чертеже.
2. Сформулируйте закон сохранения механической энергии
3. Какие силы называются консервативными?
4. Какие силы называются консервативными? Диссипативными? Приведите примеры этих сил.
5. Поясните физический смысл силы трения сцепления F_{τ} , и почему при отсутствии скольжения выполняется закон сохранения механической энергии.

Форма отчетности: отчет по лабораторной работе, выполненный по образцу, в соответствии с заданием.

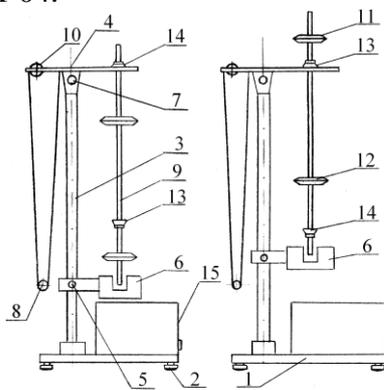
Основная литература № 1, № 2
Дополнительная литература № 6.

Лабораторная работа № 9

Универсальный маятник

Цель работы: экспериментальное определение ускорения свободного падения методом колебаний математического и оборотного маятников.

Приборы и принадлежности:
установка FPM-04.



Порядок выполнения работы и обработка результатов измерений

Определение ускорения свободного падения с помощью математического маятника

1. Нижний кронштейн 6 вместе с фотоэлектрическим датчиком установите в нижней части колонки так, чтобы длина математического маятника по шкале была не менее 50 см. Затяните вороток 5, фиксируя фотоэлектрический датчик в избранном положении.
2. Поворачивая нижний кронштейн, поместите над датчиком математический маятник.
3. Вращая вороток 10, на верхнем кронштейне установите длину математического маятника, обратив внимание на то, чтобы черта на шарике была продолжением черты на корпусе фотоэлектрического датчика.
4. Отклоните математический маятник на угол $4 - 5^{\circ}$ от положения равновесия.
5. Нажмите клавишу СБРОС.
6. При подсчете измерителем 30-50 колебаний нажмите клавишу СТОП (при 30 колебаниях нажать при цифре 29, при 50 колебаниях – при цифре 49!). Измерения повторите не менее 5 раз для одного и того же числа колебаний.
7. Определите среднее арифметическое значение времени.
8. Определите период T_1 математического маятника.
9. По рабочей формуле определите ускорение свободного падения g_1 .

Определение ускорения свободного падения с помощью оборотного маятника

1. Поверните верхний кронштейн на 180° .
2. Установите оборотный маятник на ножке 14 как указано на рисунке.
3. Отклоните маятник на угол $4 - 5^{\circ}$ от положения равновесия.

4. Нажмите клавишу СБРОС.
 5. После подсчета измерителем 30-50 колебаний нажмите клавишу СТОП. Измеряют не менее 5 раз время 30-50 колебаний маятника.
 6. Определите период колебаний оборотного маятника T_2 .
 7. Снимите маятник и, перевернув его, подвесьте на втором ноже 13.
 8. Нижний кронштейн с фотоэлектрическим датчиком 6 переместите так, чтобы конец стержня маятника перекрывал световой луч, поступающий от лампочки на фотодатчик.
 9. Повторите опыт согласно пунктам 3-5. Определив период колебаний T_2' , сравните результат с полученной выше величиной T_2 . Для оборотного маятника расхождения в значениях T_2 и T_2' не должны превышать 1%.
 10. Определите приведенную длину оборотного маятника L , подсчитывая количество насечек на стержне между ножами, которые нанесены через каждые 10 мм.
 11. По формуле определите ускорение свободного падения g_2 .
 12. Оцените относительную (E) и абсолютную (Δg) погрешности результатов измерений по формулам, полученным дифференциальным методом.
- Результаты измерений и вычислений заносят в таблицы.

Вопросы для допуска к работе

1. Цель работы.
2. Что называется физическим и математическими маятниками? Какой маятник является оборотным?
3. Запишите формулу периода колебаний физического маятника и поясните физический смысл входящих в нее величин.
4. Опишите рабочую установку и ход эксперимента.

Вопросы для защиты работы

1. Выведите формулу для периода колебаний физического и математического маятников.
2. Выведите дифференциальные уравнения гармонических колебаний физического и математического маятников, приведите их решения.
3. Что называется приведенной длиной физического маятника?
4. Выведите рабочую формулу для определения ускорения свободного падения.
5. Оцените погрешность методов измерения ускорения свободного падения с помощью математического и оборотного маятников.

Форма отчетности: отчет по лабораторной работе, выполненный по образцу, в соответствии с заданием.

Основная литература № 1, № 2
Дополнительная литература № 6

Лабораторная работа № 10

Изучение затухающих колебаний

Цель работы: изучение затухающих колебаний, определение логарифмического декремента затухания и коэффициента сопротивления среды с помощью пружинного маятника.

Приборы и принадлежности:

пружинный маятник с миллиметровой шкалой, груз с лопаткой, сосуд с водой, секундомер.

Порядок выполнения работы и обработка результатов измерений

1. Для измерения периода затухающих колебаний подвешенный на пружине груз с лопаткой (вместе с указательной пластинкой) вывести из положения равновесия, оттянув его вниз на 3 или 4 см, и отпускают. При колебаниях груз и указательная пластинка не должны цепляться за шкалу.
2. Секундомером измерить промежуток времени t , в течение которого груз совершает 30 или 40 полных колебаний.

3. Внимание! В момент остановки секундомера необходимо одновременно зафиксировать амплитуду последнего n -го колебания A_n . Данные занести в таблицу.

4. Для увеличения точности следует сделать 5-10 таких измерений с одним и тем же числом колебаний, задавая одну и ту же начальную амплитуду A_0 .

5. В таблицу последовательно занести значения амплитуды начального колебания A_0 , амплитуды n -го колебания A_n и значение времени t для 5-10 отдельных измерений. Затем находят среднюю амплитуду $\langle A_n \rangle$.

6. Определить среднее значение времени $\langle t \rangle$ и по формуле

$$T = \frac{\langle t \rangle}{n}$$

рассчитать период затухающих колебаний системы.

7. По рабочим формулам рассчитать логарифмический декремент затухания δ и вычислить коэффициент r силы сопротивления вязкой среды. Масса груза с лопаткой $m = 102,57$ г.

8. Используя дифференциальный метод, рассчитать относительную E и абсолютную Δr погрешности коэффициента сопротивления. Данные занести в таблицу.

Вопросы для допуска к работе

1. Какова цель работы?
2. Какие колебания называются гармоническими? Запишите уравнение гармонических колебаний и назовите величины, входящие в него.
3. Что называется декрементом затухания? Логарифмическим декрементом затухания?
4. Опишите установку и порядок выполнения работы.
5. Запишите рабочие формулы для определения логарифмического декремента затухания и коэффициента сопротивления среды.

Вопросы для защиты работы

1. Получите дифференциальное уравнение гармонических колебаний и введите формулу периода колебаний пружинного маятника.
2. Почему реальные колебания являются затухающими? Получите дифференциальное уравнение затухающих колебаний.
3. Решая дифференциальное уравнение, получите формулу амплитуды, частоты и периода затухающих колебаний. Представьте графически затухающие колебания.
4. Каков физический смысл коэффициента затухания β ?
5. Выведите рабочую формулу для определения логарифмического декремента затухания. Каков его физический смысл?
6. Используя дифференциальный метод, получите формулу для расчета относительной погрешности коэффициента сопротивления r .

Форма отчетности: отчет по лабораторной работе, выполненный по образцу, в соответствии с заданием.

Основная литература № 1, № 2
Дополнительная литература № 6

Лабораторная работа № 11

Определение скорости звука в воздухе методом резонанса.

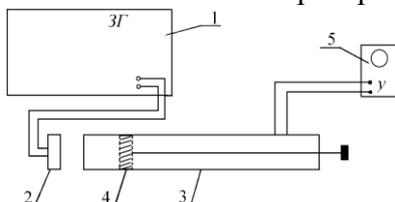
Цель работы: ознакомление с резонансным методом определения скорости звука.

Приборы и принадлежности:

металлическая трубка с подвижным поршнем, электронный осциллограф, звуковой генератор, измерительная линейка, микрофон.

Порядок выполнения работы и обработка результатов эксперимента

1. включить генератор I в сеть. Предварительно следует установить ручки на панели генератора: «множитель частот» – в положение 10, «регулировка напряжения» – в крайнее левое положение 50.



2. Включают в сеть осциллограф 5.
3. Медленно и равномерно отодвигается поршень 4 от телефона 2 по шкале, нанесенной на штоке, последовательно

отмечают и записывают положения l_i , при которых сигнал на экране осциллографа максимально усиливается.

4. Вычисляется расстояние $\delta l = l_{i+1} - l_i$. Следует найти не менее пяти значений δl .
5. По формуле $\lambda = 2\lambda_{cm} = 2\delta l$ вычисляют длину звуковой волны для каждого из опытов, вычисляют фазовую скорость $v = \lambda\nu = 2\delta l\nu$ распространения звука
6. Находят среднюю скорость звука и подсчитывают абсолютную и относительную погрешности результата, исходя из среднего значения искомой величины.
7. Измерения повторяют при частоте 2000 Гц.
8. Результаты измерений и вычислений заносят в таблицу.

Вопросы для допуска к работе

1. Какова цель работы?
2. Опишите метод нахождения длины звуковой волны в работе.
3. Запишите формулу для определения скорости звука в работе.

Вопросы для защиты работы

1. Что называется механической волной? Какая волна является продольной? Поперечной?
2. Получите уравнение плоской бегущей волны.
3. Что называется интерференцией волн?
4. Выведите уравнение стоячей волны.
5. Что такое пучность, узел стоячей волны?
6. Какими свойствами обладают механические волны?
7. Что называется звуком?
8. От чего зависит скорость распространения звуковой волны в твердых, жидких, газообразных веществах? Выведите ее.
9. Выведите энергию и интенсивность бегущей волны.
10. Что называется высотой звука? От чего зависит громкость звука?
11. Что называется инфразвуком, ультразвуком? Расскажите об их применении.

Форма отчетности: отчет по лабораторной работе, выполненный по образцу, в соответствии с заданием.

Основная литература № 1, № 2

Дополнительная литература № 3, № 6, № 8.

Лабораторная работа № 12

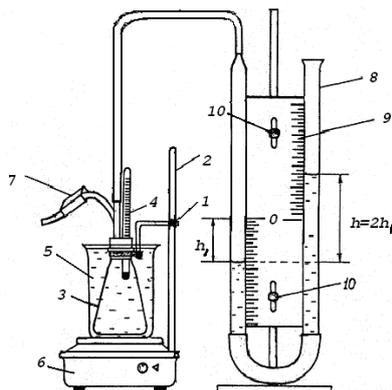
Изучение газовых законов

Цель работы: изучение газовых законов; проверка уравнения Клапейрона.

Приборы и принадлежности: колба с термометром, водяной манометр, стакан с водой, электрическая плитка со штативом.

Порядок выполнения работы и обработка результатов измерений

1. Воздух в закрытой колбе нагревают от комнатной температуры до 40 – 50 °С и через каждые 4 – 6 °С, в зависимости от цены деления термометра, фиксируют по шкале манометра значения $h_1, h_2, h_3, \dots, h_n$ соответствующие температурам $T_1, T_2, T_3, \dots, T_n$. Данные измерений занести в таблицу.



2. По формулам $p_1 = p_0 + 2\rho gh_1$; $V_1 = V_0 + Sh_1$ вычисляют значения давлений $p_1, p_2, p_3, \dots, p_n$ и объемов $V_1, V_2, V_3, \dots, V_n$, соответствующие температурам $T_1, T_2, T_3, \dots, T_n$.

3. Используя выражения

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{(p_0 + 2\rho gh_1)(V_0 + Sh_1)}{T_1}, \quad \frac{p_2 V_2}{T_2} = \frac{(p_0 + 2\rho gh_2)(V_0 + Sh_2)}{T_2}, \dots,$$

$$\frac{p_n V_n}{T_n} = \frac{(p_0 + 2\rho gh_n)(V_0 + Sh_n)}{T_n}$$

осуществляют проверку закона Клапейрона.

4. Результаты вычислений занести в таблицу.

Вопросы для допуска к работе

1. Сформулируйте цель работы.
2. Дайте понятие идеального газа.
3. Опишите установку и порядок выполнения работы.
4. Запишите рабочую формулу для проверки уравнения Клапейрона и поясните ее.

Вопросы для защиты работы

1. Поясните, почему изучая поведение реальных газов, мы часто пользуемся моделью идеального газа?
2. Запишите основное уравнение молекулярно-кинетической теории идеального газа и поясните его.
3. Дайте понятие моля вещества, как рассчитывается количество молей идеального газа, число молекул газа?
4. Сформулируйте законы идеального газа. Приведите графики изотерм, изобар, изохор.
5. Используя уравнение Клапейрона, выведите и поясните уравнение.
6. Поясните физический смысл газовой постоянной R .
7. Что называется термодинамическим процессом?

Форма отчетности: отчет по лабораторной работе, выполненный по образцу, в соответствии с заданием.

Основная литература № 1, № 2
Дополнительная литература № 3, № 6

Лабораторная работа № 13

Определение вязкости жидкости методом Стокса.

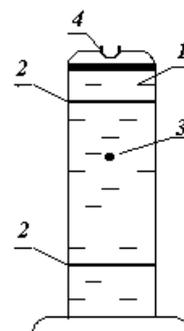
Цель работы: изучить метод Стокса, определить коэффициент динамической вязкости глицерина.

Приборы и принадлежности:

стеклянный цилиндрический сосуд с глицерином, измерительный микроскоп, измерительная линейка, секундомер, шарики

Порядок выполнения работы и обработка результатов измерений

1. Измерить диаметр шарика D с помощью микроскопа.
2. С помощью линейки измерить расстояние l между кольцами.
3. Через отверстие **4** в крышке сосуда опустить шарик.
4. В момент прохождения шариком верхнего кольца включить секундомер и измерить время t прохождения шариком расстояния l между кольцами.
5. Опыт повторить с пятью шариками.
6. По формуле $\langle \eta \rangle = \frac{1}{18} \frac{(\rho - \rho_{ж}) D^2 g \langle t \rangle}{l}$ определить среднее значение вязкости глицерина.
7. Методом расчета погрешностей косвенных измерений находят относительную E и абсолютную $\Delta \eta$ погрешность результата.



8. Сравните полученный результат с табличным значением коэффициента динамической вязкости глицерина при соответствующей температуре. Температуру воздуха (а соответственно и глицерина) посмотрите на термометре, находящемся в лаборатории.

Вопросы для допуска к работе

1. Сформулируйте цель работы.
2. Запишите формулу Ньютона для силы внутреннего трения и поясните величины, входящие в эту формулу.
3. Опишите рабочую установку и порядок выполнения работы.
4. Какие силы действуют на шарик, падающий в жидкости?
5. Запишите рабочую формулу и поясните ее.

Вопросы для защиты работы

1. Объясните молекулярно-кинетический механизм внутреннего трения (вязкости) жидкости.
2. Дайте понятие энергии активации.
3. Как зависит вязкость жидкости от температуры?
4. При каких условиях движение жидкости будет ламинарным?
5. Запишите уравнение движения шарика в глицерине и выведите рабочую формулу.

6. Можно ли верхнее кольцо располагать на уровне поверхности жидкости в сосуде?

7. Получите формулу для расчета относительной погрешности E .

Форма отчетности: отчет по лабораторной работе, выполненный по образцу, в соответствии с заданием.

Основная литература № 1, № 2

Дополнительная литература № 3, № 6, № 8.

Лабораторная работа № 14

Определение вязкости воздуха

Цель работы: определить коэффициент вязкости воздуха по истечению через капилляр.

Приборы и принадлежности: капилляр, манометр, груша, баллон, зажим, соединительные шланги, секундомер

Порядок выполнения работы и обработка результатов измерений

1. Ознакомиться с работой секундомера (см. на корпусе установки). Если в вашем мобильном телефоне есть секундомер с памятью, то можете использовать его при выполнении работы.

2. Перекрыть капилляр 4 зажимом 5 (кольцо зажима перемещают в сторону капилляра до упора) и с помощью груши 2 накачать в баллон 1 воздух до разности давлений $\Delta P \approx 200 \div 220$ мм.рт.ст.

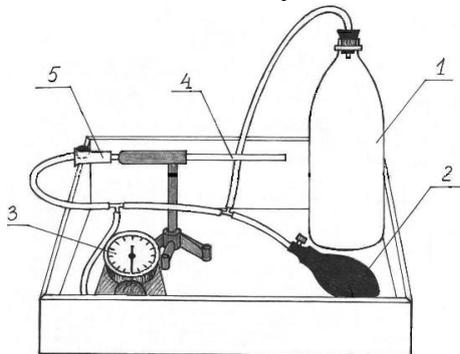
3. Подождать несколько секунд, пока стрелка манометра 3 не остановится.

4. Открыть капилляр, ослабив зажим 5, снять зависимость давления в баллоне от времени. Для этого при подходе давления к выбранному значению $\Delta P_{нач}$ (можно взять $\Delta P_{нач} = 160$ мм.рт.ст.) включить секундомер. При достижении заданных значений ΔP (см. таблицу 205.2) зафиксировать показания секундомера с помощью кнопки А (этап), т.е. последовательно при достижении заданных значений ΔP быстро нажимаем и отпускаем только кнопку А! Таким образом, в память секундомера заносятся значения «промежуточных результатов» (этапов). После записи времени последнего этапа останавливаем секундомер, нажимая на кнопку С (стоп). Считывание этапов из памяти осуществляется последовательным нажатием кнопки D. Соответствующие значения времени занести в таблицу 205.2.

Внимание! Значения времени этапов удобнее заносить в таблицу снизу вверх, т.е. от последнего этапа к первому.

5. Стирание занесенных в память «промежуточных результатов» (этапов) осуществляется нажатием и удержанием кнопки D в течение *не менее 3 секунд* (пока не обнулятся показания всех этапов). После этого нужно еще раз быстро нажать на кнопку D. Таким образом, осуществится полное «обнуление» секундомера и он снова будет готов к работе.

6. Операции по пунктам 2 – 6 повторить не менее пяти раз, результаты измерений времени занести в таблицу.



7. Рассчитать среднее арифметическое значение времени $\langle t \rangle$ для заданных значений ΔP по формуле:

$$\langle t \rangle = \frac{t_1 + t_2 + \dots + t_5}{5}.$$

8. Рассчитать логарифмы отношений ΔP к $\Delta P_{нач}$ и занести их значения в таблицу.

9. Среднее значение давления $\langle P \rangle$ в сосуде за время проведения эксперимента можно рассчитать по формуле:

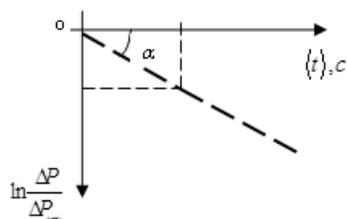
$$\langle P \rangle = \frac{(P_{атм} + \Delta P_{нач}) + (P_{атм} + \Delta P_{кон})}{2},$$

где атмосферное давление $P_{атм}$ определяется по барометру, находящемуся в лаборатории, а $\Delta P_{нач}$ и $\Delta P_{кон}$ – разности избыточных давлений на концах капилляра в начале и в конце экс-

перимента, измеряются с помощью манометра в мм рт.ст. Для расчета вязкости воздуха по формуле давление $\langle P \rangle$ нужно выразить в паскалях:

$$1 \text{ мм рт.ст.} = 133 \text{ Па.}$$

10. Для определения углового коэффициента A (тангенса наклона прямой $Y = A \cdot X$, где $Y = \ln\left(\frac{\Delta P}{\Delta P_{нач}}\right)$, а $X = t$) постройте, используя данные из таблицы, соответствующий график



зависимости, примерный вид которого приводится на рис.

Для расчета коэффициента A можно взять любую экспериментальную точку, которая лежит на прямой:

$$|A| = \operatorname{tg} \alpha = \frac{\ln\left(\frac{\Delta P}{\Delta P_{нач}}\right)_i}{\langle t \rangle_i},$$

где i – номер опыта или номер экспериментальной точки.

11. По формуле (205.9) рассчитайте вязкость воздуха η . Диаметр D и длина L капилляра, а также объем V баллона указаны на корпусе экспериментальной установки.

12. Сравните полученный результат с табличным и оцените относительную погрешность измерений в процентах.

Вопросы для допуска к работе

1. Сформулируйте цель работы.
2. Поясните принцип эксперимента и ход работы.
3. Запишите рабочую формулу для определения коэффициента вязкости воздуха и поясните все величины, входящие в эту формулу.

Вопросы для защиты работы

1. Объясните молекулярно-кинетический механизм внутреннего трения.
2. Объясните формулу, выражающую величину силы внутреннего трения. Что такое градиент скорости?
3. Какие существуют виды течения молекул газа (жидкостей) по капиллярным трубкам? При каком течении справедлива формула Пуазейля?
4. Что показывает число Рейнольдса? Каков его физический смысл?
5. Выведите расчетную формулу для коэффициента динамической вязкости воздуха.
6. Покажите, используя формулу, в каких единицах системы СИ измеряется коэффициент динамической вязкости.

Форма отчетности: отчет по лабораторной работе, выполненный по образцу, в соответствии с заданием.

Основная литература № 1, № 2

Дополнительная литература № 3, № 6, № 8.

Лабораторная работа № 15

Определение средней длины свободного пробега и эффективного диаметра молекул воздуха.

Цель работы: экспериментальное определение средней длины свободного пробега молекул воздуха; определение эффективного диаметра молекул воздуха.

Приборы и принадлежности:

стеклянный баллон с краном, мерный стакан, капиллярная трубка, линейка, секундомер, термометр, барометр.

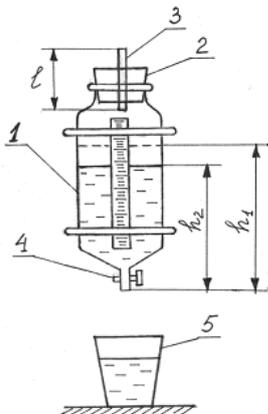
Порядок выполнения работы и обработка результатов измерений

1. Наполняют баллон на три четверти водой и плотно закрывают пробкой, в которую вставлен капилляр.
2. Линейкой замеряют первоначальный уровень воды h_1 . Открывают кран и одновременно включают секундомер.
3. Когда в мерном стакане будет $100 \div 200$ мл воды ($1 \text{ мл} = 10^{-6} \text{ м}^3$), закрывают кран и одновременно останавливают секундомер.

4. Замеряют уровень жидкости h_2 в сосуде. Объем вытесненной из баллона воды в мерном стакане будет равен объему воздуха V , вошедшего в баллон через трубку.

5. По формуле $\langle \lambda \rangle = \frac{3\pi r^4}{16lP} \sqrt{\frac{\pi RT}{2\mu}} \frac{\Delta P \tau}{V}$ рассчитывают среднюю длину свободного пробега молекул воздуха. Разность давлений вычисляют по формуле:

$$\Delta P = \rho g \frac{h_1 + h_2}{2}.$$



6. Опыт повторяют три раза с одними и теми же значениями V и h_1 .

7. По формуле $d = \sqrt{\frac{kT}{\sqrt{2}\pi \langle \lambda \rangle P}}$ рассчитывают эффективный диаметр молекул воздуха. Давление и температуру воздуха в лаборатории берут из показаний барометра и термометра.

8. Методом расчета погрешностей косвенных измерений находят относительную E и абсолютную $\Delta \lambda$ погрешность средней длины свободного пробега молекул воздуха.

8. Методом расчета погрешностей косвенных измерений находят относительную E и абсолютную $\Delta \lambda$ погрешность средней длины свободного пробега молекул воздуха.

Вопросы для допуска к работе

1. Сформулируйте цель работы.
2. Запишите рабочие формулы для расчета $\langle \lambda \rangle$ и d , поясните смысл всех величин
3. Опишите рабочую установку и порядок выполнения работы.

Вопросы для защиты работы

1. Что называется эффективным диаметром молекулы? Эффективным сечением?
2. Дайте определение длины свободного пробега молекул газа.
3. Выведите формулу для расчета $\langle \lambda \rangle$.

Форма отчетности: отчет по лабораторной работе, выполненный по образцу, в соответствии с заданием.

Основная литература № 1, № 2

Дополнительная литература № 3, № 6, № 8.

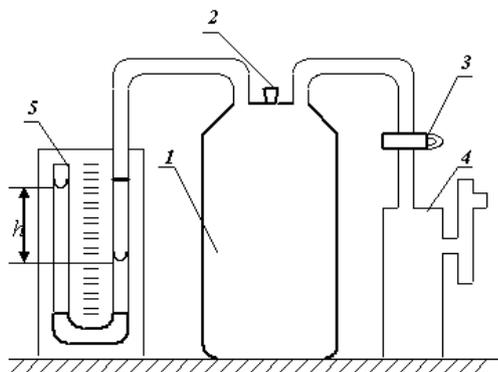
Лабораторная работа № 16

Определение отношений теплоемкостей газа методом Клемана-Дезорма

Цель работы: определить методом Клемана-Дезорма отношение теплоемкостей воздуха при постоянном давлении и постоянном объеме.

Приборы и принадлежности: стеклянный баллон, насос Камовского, U-образный водяной манометр, соединительные шланги

Порядок выполнения работы и обработка результатов измерений



1. Пробкой перекрыть отверстие в крышке баллона и открыть кран, соединяющий баллон с насосом.

2. Вращая рукоятку насоса, накачивают воздух в баллон так, чтобы разность уровней жидкости в трубках U-образного манометра составила 25 – 30 см.

3. Подождать 2-3 мин. пока жидкость не перестанет перетекать из одной трубки манометра в другую. По шкале манометра измерьте установившуюся в конце изохорного разность уровней жидкости в обоих коленах манометра h_1 .

4. На 2-3 секунды вынимают пробку в крышке баллона и выпускают из него часть воздуха. Выждав 1-2 мин. пока газ, охлажденный при адиабатическом расширении, нагреется до комнатной температуры, измеряют разность уровней жидкости в коленах манометра h_2 в конце изохорного нагревания

- По формуле $\gamma = \frac{h_1}{h_1 - h_2}$ вычисляют значение γ . Опыт повторяют 8 – 10 раз,
- Вычисляют абсолютную $\Delta\gamma$ и относительную E погрешности
- Данные результатов измерений и вычислений занесите в таблицу.

Вопросы для допуска к работе

- Какова цель работы?
- Опишите устройство рабочей установки и ход эксперимента.
- Какой процесс называется адиабатическим? Какие условия соответствуют осуществлению адиабатического процесса на данной установке?

Вопросы для защиты работы

- Что называют удельной теплоемкостью вещества? Молярной теплоемкостью? Какая связь между ними?
- Сформулируйте первый закон термодинамики.
- Чему равны молярные теплоемкости идеальных газов при изопроцессах?
- Докажите, что $C_p > C_v$.
- Получите уравнение Пуассона для адиабатического процесса.
- Что называется числом степеней свободы?
- Запишите выражение для внутренней энергии идеального газа и поясните его.

Форма отчетности: отчет по лабораторной работе, выполненный по образцу, в соответствии с заданием.

Основная литература № 1, № 2

Дополнительная литература № 3, № 6, № 8.

Лабораторная работа № 17

Определение изменения энтропии реальных систем

Цель работы: на основании II закона термодинамики, используя экспериментальные данные, определить изменение энтропии реальных тел

Приборы и принадлежности: калориметрический стакан, термометр, нагреватель, набор различных тел, мерный стакан

Порядок выполнения работы и обработка результатов измерений

- Включите электроплитку и поставьте на нее стакан с водой.
- Опустите за нитку в стакан с водой металлическое тело
- Воду в стакане довести до кипения и измерить температуру T_1 кипящей воды
- Налейте воду в калориметрический стакан и поставьте его подальше от плитки.
- Измерьте температуру T_2 холодной воды в калориметрическом стакане
- За нитку вытащите тело из кипящей воды, быстро опустите его в калориметр с холодной водой и закройте крышкой
- Запишите в таблицу максимальное значение температуры T_0 всей системы «тело – вода – калориметрический стакан».
- Меняя воду в калориметре, проведите измерения по п.п. 2–8 для трех различных металлических тел.
- По формуле

$$\Delta S = \Delta S_T + \Delta S_B + \Delta S_K = m_T C_T \ln \frac{T_0}{T_1} + m_B C_B \ln \frac{T_0}{T_2} + m_K C_K \ln \frac{T_0}{T_2}$$

рассчитайте изменение энтропии системы для всех трех случаев и результаты вычислений занесите в таблицу.

Вопросы для допуска к работе

- Сформулируйте цель работы.
- Опишите рабочую установку и ход эксперимента.
- Какие допущения делаете, рассматривая систему «тело – вода – калориметрический стакан» как изолированную?
- Напишите рабочую формулу, приведенную в данной работе.

5. Какие законы используются для получения расчетной формулы?

Вопросы для защиты работы

1. Сформулируйте первый закон термодинамики.
 2. Дайте определение обратимых и необратимых процессов. При каких условиях процессы будут обратимыми?
 3. Сформулируйте второй закон термодинамики и поясните его физический смысл. Чем он дополняет первый закон термодинамики?
 4. Опишите энтропию системы и ее физический смысл.
 5. Как вычисляется изменение энтропии при переходе ее из одного состояния в другое?
- Форма отчетности: отчет по лабораторной работе, выполненный по образцу, в соответствии с заданием.

Основная литература № 1, № 2
Дополнительная литература № 3, № 6, № 8.

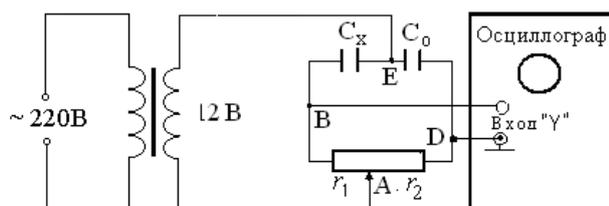
Лабораторная работа № 18

Определение емкости конденсатора с помощью С-моста Уитстона.

Цель работы - изучение работы С-моста Уитстона и определение емкости конденсаторов; определение емкости конденсаторов при их последовательном и параллельном соединениях.

Приборы и принадлежности: набор конденсаторов неизвестной емкости, магазин емкости, реостат, источник питания, осциллограф

Порядок выполнения работы и обработка результатов измерений



1. Собрать схему
2. Измерить величину неизвестной емкости. Для этого движок потенциометра установить вблизи середины шкалы и подбором величины емкости магазина и корректировкой положения движка потенциометра уравновесить

мост, т.е. добиться на экране осциллографа обращения вертикальной линии в точку.

3. Величину неизвестной емкости рассчитать по формуле:

$$C_x = C_0 \cdot \frac{I_2}{I_1}.$$

4. Вместо C_{x1} подключить C_{x2} и измерить его величину
5. В качестве C_x подключить поочередно соединенные последовательно и параллельно C_{x1} и C_{x2} и провести измерения по пункту.
6. По формулам $C_{\text{пар}} = C_{x1} + C_{x2}$, $C_{\text{посл}} = \frac{C_{x1} \cdot C_{x2}}{C_{x1} + C_{x2}}$
7. Результат измерений занести в таблицу.

Вопросы для допуска к работе

1. Какова цель работы?
2. Объясните принцип действия измерительной мостовой цепи.
3. Почему в данной работе схема питается переменным током?
4. Оцените погрешность измерения электроемкостей.

Вопросы для защиты работы

1. Что называется электроемкостью конденсатора?
2. Выведите условие равновесия С-моста Уитстона.
3. Выведите формулы электроемкостей плоского, сферического и цилиндрического конденсаторов.

4. Нарисуйте электрическую цепь последовательного и параллельного соединения конденсаторов и получите формулы электроемкостей этих соединений.

Форма отчетности: отчет по лабораторной работе, выполненный по образцу, в соответствии с заданием.

Лабораторная работа № 19

Измерение величины электрического сопротивления с помощью R моста Уитстона

Цель работы:

1. Изучение принципа работы измерительной мостовой схемы.
2. Определение величины сопротивления двух проводников и величины сопротивления при их последовательном и параллельном соединении.

Приборы и принадлежности: реохорд, набор резисторов с неизвестными сопротивлениями, магазин сопротивлений, милливольтметр, источник постоянного тока.

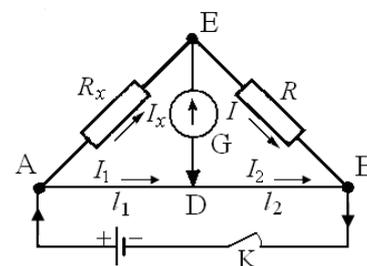
Порядок выполнения работы и обработка результатов измерений

Измерение величины сопротивления двух проводников, а также общего сопротивления при их последовательном и параллельном соединениях.

1. Собрать схему.
2. Измерить величину сопротивления R_{x1} , а также последующих сопротивлений. Повторить измерения при $l_1 < l_2$ и $l_1 > l_2$,
3. Измеряемая величина сопротивления определяется по формуле

$$R_x = R \frac{l_1}{l_2}.$$

4. Включить в цепь R_{x2} вместо R_{x1} и измерить его величину.
5. Измерить величины сопротивлений последовательного и параллельного соединений R_{x1} и R_{x2} , включаемых вместо R_x
6. По формулам $R_{x-послед} = R_{x1} + R_{x2}$ и $R_{x-пар} = \frac{R_{x1} \cdot R_{x2}}{R_{x1} + R_{x2}}$



рассчитать значения величин сопротивлений

7. Результат измерений занести в таблицу

Вопросы для допуска к работе

1. Назовите цель работы.
2. Каков принцип действия моста Уитстона?
3. Изменится ли условие равновесия моста, если гальванометр и источник тока поменять местами? Почему гальванометр, применяемый в мосте Уитстона, имеет двухстороннюю шкалу с нулем посередине?

Вопросы для защиты работы

1. Используя законы Кирхгофа, выведите условия равновесия моста Уитстона.
2. Нарисуйте электрическую цепь последовательного и параллельного соединения проводников и рассчитайте их сопротивления.
3. От каких величин зависит сопротивление изотропного проводника?
4. Каково практическое использование моста Уитстона?
5. Дайте определение электрического потенциала, ЭДС, напряжения.
6. Сформулируйте закон Ома для однородного участка цепи.

Форма отчетности: отчет по лабораторной работе, выполненный по образцу, в соответствии с заданием.

Лабораторная работа № 20

Измерение удельного сопротивления

Цель работы: изучение законов постоянного тока и простейших приемов расчета разветвленных электрических цепей; определение удельного сопротивления материала проводника.

Приборы и принадлежности: установка ФРМ-01.

Порядок выполнения работы и обработка результатов измерений

1. Нажатием кнопки 6 прибор включить в сеть, а нажатием кнопки 11 подключить его измерительную схему. После этого прибор готов к работе.
2. Переключатель 10 оставить в отжатом положении. При этом измерения производятся по схеме рис. 1 (точное измерение силы тока).
3. Передвинуть кронштейн 3 на отметку 40 см вверх.
4. При помощи регулятора 7 установить значение силы тока 240 мА по амперметру 9 (стрелка вольтметра 8 должна при этом отклониться не менее чем на 2/3 измерительного диапазона).
5. Установить кронштейн 3 на отметке 32 см (при этом $l = 0,32$ м) и снять показание вольтметра U .
6. По формуле

$$\rho_1 = \left(\frac{U}{I} - R_A \right) \frac{S}{l}$$

рассчитать удельное сопротивление ρ_1 .

7. Измерения и вычисления повторить для значений $l = 0,36$ м; 0,40 м; 0,44 м; 0,48 м или близких к ним.
8. Рассчитать среднее значение удельного сопротивления $\langle \rho \rangle$, абсолютную $\Delta \rho$ и относительную E погрешности измерений, используя эталонное значение удельного сопротивления ρ_s .
9. Измерения и вычисления повторить для значений $l = 0,36$ м; 0,40 м; 0,44 м; 0,48 м. Полученные данные занести в таблицу, представив результаты в виде $\rho = \langle \rho \rangle \pm \Delta \rho$.
10. Нажать переключатель 10, что позволит производить измерения по схеме точное измерение напряжения. Прodelать операции, указанные в п.п. 3-8, и по формуле

$$\rho_2 = \frac{US}{\left(I - \frac{U}{R_V} \right) l}$$

рассчитать удельное сопротивление ρ_2 .

11. Данные, полученные при вычислениях и измерениях, занести в таблицу.

Вопросы для допуска к работе

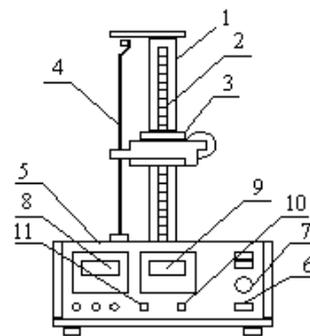
1. Какова цель работы?
2. Какие способы измерения активного сопротивления используются в данной работе?
3. Опишите рабочую установку и ход эксперимента.
4. Запишите рабочие формулы и поясните физический смысл входящих в них величин.

Вопросы для защиты работы

1. Сформулируйте правила Кирхгофа для расчета разветвленных электрических цепей.
2. Выведите рабочие формулы.
3. При каких соотношениях R , R_A и R_V пользуются первой схемой измерения? Второй? Объясните.
4. Сравните результаты, полученные в данной работе первым и вторым способом. Какие выводы можно сделать относительно точности измерений этими способами? Почему?
5. Почему в п.4 регулятор устанавливают в такое положение, чтобы стрелка вольтметра отклонялась не менее чем на 2/3 шкалы?
6. Сформулируйте закон Ома для однородного участка цепи.
7. Сформулируйте физический смысл удельного сопротивления ρ .
8. От каких факторов зависит сопротивление R однородного изотропного металлического проводника?

Форма отчетности: отчет по лабораторной работе, выполненный по образцу, в соответствии с заданием.

Основная литература № 1, № 2
Дополнительная литература № 4, № 7, № 8.



Лабораторная работа № 21

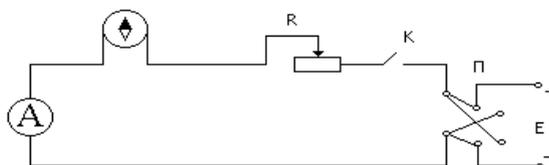
Определение горизонтальной составляющей напряженности магнитного поля Земли.

Цель работы: определение горизонтальной составляющей напряженности магнитного поля Земли с помощью тангенс-гальванометра.

Приборы и принадлежности: тангенс-гальванометр, амперметр, реостат, источник постоянного тока, ключ, переключатель полярности.

Порядок выполнения работы и обработка результатов измерений

11. Собрать электрическую цепь из тангенс-гальванометра, реостата R, ключа K, амперметра A и источника E.



2. Совместить плоскость кольца катушки с плоскостью магнитного меридиана.
3. Включить постоянный ток, движком реостата установить по круговой шкале компаса угол отклонения стрелки $\alpha_1 = 45^\circ$. Величину тока измерять по амперметру, угол α_2 – по шкале тангенс-гальванометра.
4. Поменять направление тока, поддерживая его по величине неизменным, и проделать те же измерения.
5. Вычислить $\operatorname{tg} \langle \alpha \rangle$ и по формуле

$$H_3 = \frac{I \cdot n}{2R \operatorname{tg} \langle \alpha \rangle}$$

вычислить H_3 . Все измеренные значения и результаты вычислений записать в таблицу.

Вопросы для допуска к работе

1. Какова цель работы?
2. Дайте понятие магнитного поля Земли.
3. Опишите метод определения горизонтальной составляющей магнитного поля Земли H_3 с помощью тангенс-гальванометра.
4. Почему измерения выгоднее проводить при угле отклонения магнитной стрелки $\alpha = 45^\circ$?

Вопросы для защиты работы

1. Дайте понятие магнитного поля.
2. Дайте характеристики магнитного поля. Каковы их единицы измерения в системе СИ?
3. Сформулируйте и запишите закон Био-Савара–Лапласа.
4. Выведите формулу напряженности в центре кругового тока и рабочую формулу.
5. Выведите формулу напряженности магнитного поля, создаваемого прямым током (конечной длины и бесконечной длины).
6. Дайте определение силовой линии магнитного поля.

Форма отчетности: отчет по лабораторной работе, выполненный по образцу, в соответствии с заданием.

Основная литература № 1, № 2

Дополнительная литература № 4, № 7, № 8.

Лабораторная работа № 22

Изучение стабилитрона и снятие его характеристик

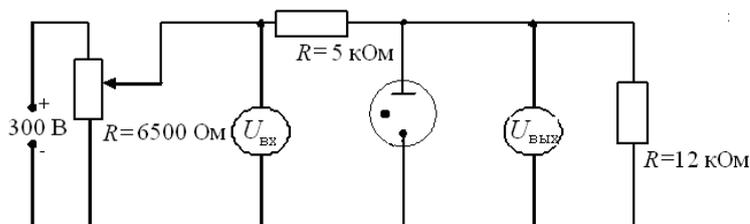
Цель работы: изучение работы стабилитрона и снятие его характеристик.

Приборы и принадлежности:

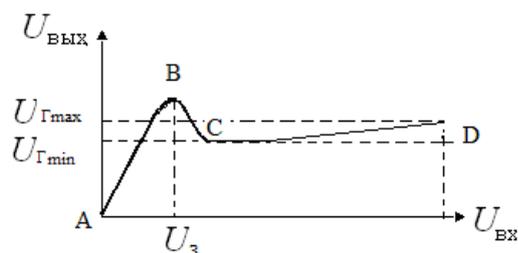
стабилитрон, источник питания, реостат, балластное сопротивление, сопротивление нагрузки, вольтметры, соединительные провода.

Порядок выполнения работы и обработка результатов измерений

1. Собрать схему согласно рис
2. Медленно перемещая движок реостата от начала шкалы, тем самым увеличивая входное напряжение от нуля до напряжения U_3 , при котором происходит зажигание стабилитрона, зафиксировать напряжение U_3 .
3. Произвести измерения. Для этого, изменяя напряжение на входе от 0 до 300 В, через каждые 20 В измерить напряжение на выходе. При этом вблизи напряжения зажигания U_3 за 20 В до него и после него произвести измерения через каждые 4 В для того, чтобы определить максимум кривой зависимости $U_{\text{ВЫХ}}$ от $U_{\text{ВХ}}$. Результаты измерений занести в таблицу.



4. Построить график зависимости $U_{\text{ВЫХ}}$ от $U_{\text{ВХ}}$.



5. По снятой зависимости $U_{\text{ВЫХ}} = f(U_{\text{ВХ}})$ определить напряжение зажигания U_3 и максимальное и минимальное значения напряжения горения ($U_{\text{Гmax}}$, $U_{\text{Гmin}}$). Разность $U_{\text{Гmax}} - U_{\text{Гmin}}$ должна находиться в пределах (12-15) В.

Таблица результатов

$U_{\text{ВХ}}, \text{ В}$	
$U_{\text{ВЫХ}}, \text{ В}$	

Вопросы для допуска к работе

1. Какова цель работы?
2. Объясните устройство, принцип действия и применение стабилитрона.
3. Какова роль балластного сопротивления?
4. Выберите масштаб для построения графика.

Вопросы для защиты работы

1. Что представляет собой электрический ток в газах?
2. Охарактеризуйте процессы ионизации и рекомбинации.
3. В чем отличие несамостоятельного газового разряда от самостоятельного?
4. Каковы условия существования несамостоятельного и самостоятельного газового разряда?
5. При каких условиях несамостоятельный газовый разряд переходит в самостоятельный?
6. Почему газовый разряд не подчиняется закону Ома?
7. Охарактеризуйте типы самостоятельного разряда.
8. Проанализируйте построенный Вами график зависимости $U_{\text{ВЫХ}} = f(U_{\text{ВХ}})$.

Форма отчетности: отчет по лабораторной работе, выполненный по образцу, в соответствии с заданием.

Основная литература № 1, № 2
Дополнительная литература № 3, № 5

Лабораторная работа № 23

Изучение вакуумного диода и определение удельного заряда электрона

Цель работы: исследование вольтамперной характеристики вакуумного диода; определение удельного заряда электрона на основании уравнения Богуславского-Лэнгмюра.

Приборы и принадлежности:

вакуумный диод, источник тока, миллиамперметр, вольтметр, реостат, соединительные провода.

Порядок выполнения работы и обработка результатов эксперимента

1. Собрать схему согласно рис.
2. Снять зависимость анодного тока от анодного напряжения, изменяя анодное напряжение от 0 В до 120 В через 10 В. Данные измерений и вычисленных значений $U^{3/2}$ занести в таблицу.

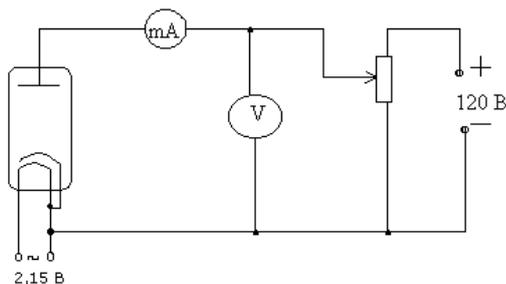


Таблица результатов

$U_a, \text{В}$	
$I_a, \text{мА}$	
$U_a^{3/2}, \text{В}^{3/2}$	

3. Построить графическую зависимость I_a от $U_a^{3/2}$.
4. Определить угловой коэффициент полученной прямой согласно (3) и рассчитать по формуле (5) $\frac{e}{m}$.

Теоретическое значение удельного заряда равно $\frac{e}{m} = 1,76 \cdot 10^{11}$ Кл/кг.

Вопросы для допуска к работе

1. Какова цель работы?
2. Опишите устройство и принцип действия вакуумного диода.
3. Опишите метод измерения удельного заряда электрона.
4. Оцените погрешность метода измерения удельного заряда электрона.

Вопросы для защиты работы

1. Что называется термоэлектронной эмиссией?
2. Каким законам подчиняется ток в вакууме?
3. Объясните отклонение силы тока от закона Ома в вакуумном диоде.
4. Дайте анализ результатов вычислений и измерений.
5. Каковы Ваши критические замечания и суждения по данной работе?

Основная литература № 1, № 2

Дополнительная литература № 3, № 5

Лабораторная работа № 24

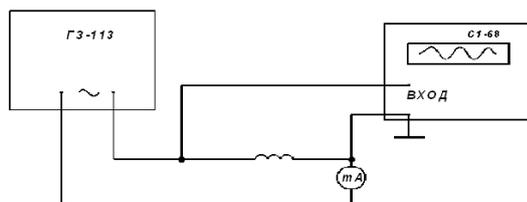
Определение индуктивности соленоида

Цель работы: определение индуктивности соленоида по его сопротивлению переменному току.

Приборы и принадлежности: исследуемый соленоид, звуковой генератор, электронный осциллограф, миллиамперметр, соединительные провода.

Порядок выполнения работы и обработка результатов измерений

Для выполнения работы собрать цепь по схеме



1. Установить на звуковом генераторе частоту колебаний
2. Измерить с помощью осциллографа амплитуду напряжения U_m и частоту ν .
3. С помощью миллиамперметра определить действующее значение силы тока в цепи; пользуясь соотношением $I_e = I_m / \sqrt{2}$ и решая его относительно $I_m = \sqrt{2} I_e$, определить амплитуду тока.
4. Данные занести в таблицу.
5. По формуле

$$L = \frac{\sqrt{\left(\frac{U_m}{I_m}\right)^2 - R^2}}{2\pi\nu}$$

рассчитать индуктивность соленоида.

6. По формуле

$$L = \mu_0 \mu \frac{N^2 \pi d^2}{l 4}$$

рассчитать проверочное значение индуктивности соленоида, исходя из его геометрии и числа витков.

Вопросы для допуска к работе

1. Сформулируйте цель работы.
2. Дайте определение индуктивности?
3. Какова единица измерения индуктивности?
4. Запишите рабочую формулу для определения индуктивности соленоида.

Вопросы для защиты работы

1. Получите формулу для определения индуктивности соленоида, исходя из его геометрических размеров и числа витков.
2. Что называется импедансом?
3. Как связаны между собой максимальное и действующее значения силы тока и напряжения в цепи переменного тока?
4. Выведите рабочую формулу индуктивности соленоида.
5. Опишите явление самоиндукции.
6. Каков физический смысл индуктивности?

Форма отчетности: отчёт по лабораторной работе, выполненный по образцу, в соответствии с заданием.

Основная литература № 1, № 2;
дополнительная литература № 4, № 7

Лабораторная работа № 25

*Снятие кривой намагничивания и петли гистерезиса
с помощью электронного осциллографа*

Цель работы: снятие кривой намагничивания; снятие петли гистерезиса и определение затрат энергии на перемагничивание.

Приборы и принадлежности: электронный осциллограф, трансформатор, вольтметр, реостат, исследуемый трансформатор, конденсатор, сопротивления

Порядок выполнения работы и обработка результатов измерений

1. Снятие кривой намагничивания

1. Собрать схему согласно рис. (прежде чем включить ток, обязательно проверить с преподавателем или лаборантом электрическую схему).

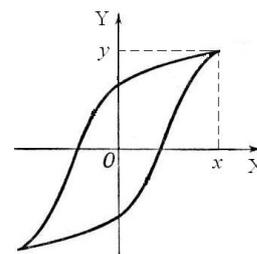
2. С помощью лабораторного автотрансформатора (ЛАТРа) установить максимальное значение напряжение по вольтметру.

3. Включить осциллограф. Рукоятку «Усиление» установить в положение «0,1 В/см». Напряжение U_y подать на вход «Y» усилителя осциллографа, напряжение U_x на вход «X» осциллографа. Для построения графика зависимости $B = f(H)$ определить координаты вершины петли (x, y) , уменьшая напряжение U_{ab} через 4 – 5 вольт от максимального значения напряжения, при котором петля гистерезиса занимает практически всю площадь экрана осциллографа, до 0 В.

Вычислить U_x и U_y для каждой из координат и данные измерений и вычислений занести в таблицу 1.

Таблица результатов 1

$x, \text{ мм}$	
$y, \text{ мм}$	
$U_x, \text{ В}$	
$U_y, \text{ В}$	



$U_x = U'_x \cdot x$, где $U'_x = 0,1 \text{ В/мм}$ – масштаб по оси X.

$U_y = U'_y \cdot y$, где $U'_y = 0,01 \text{ В/мм}$ – масштаб по оси Y.

Используя значения таблицы 1 и формул

$$H = \frac{n_1}{R_1} U_x, \quad B = \frac{C R_2}{S N_2} U_y,$$

вычислить H и B для каждой точки петли гистерезиса.

Численные параметры исследуемого образца:

$n_1 = 3,6 \cdot 10^4$ вит/м; $N_2 = 165$ витков; $C = 10^{-5} \text{ Ф}$; $R_1 = 150 \text{ Ом}$; $R_2 = 11 \cdot 10^3 \text{ Ом}$; $S = 1,6 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$.

4. Результаты расчетов занести в таблицу 2.

Таблица результатов 2

$B, \text{ Тл}$	
$H, \text{ А/м}$	

5. Построить график зависимости $B = f(H)$.

2. Снятие петли гистерезиса и определение потерь на перемагничивание сердечника

1. Изображение петли гистерезиса скопировать с экрана осциллографа на кальку при максимальном напряжении и затем перевести изображение с кальки на миллиметровую бумагу.

2. Определить площадь S_n полученной петли гистерезиса в мм^2 .

3. Вычисление затрат энергии на перемагничивание в единицу времени произвести по формуле

$$Q = k \cdot S_n \cdot \nu,$$

где Q – количество тепла, выделяемого в единице объема за единицу времени, $\text{Дж}/(\text{с} \cdot \text{м}^3)$; ν – частота переменного тока ($\nu = 50 \text{ Гц}$); k – переводной коэффициент, численно равный энергии, отнесенной к единице объема, соответствующей площади в 1 мм^2 на экране осциллографа; S_n – площадь петли гистерезиса в мм^2 .

Так как масштаб по оси индукции при усилении вертикального усилителя $0,1 \text{ В/см}$ равен $4,2 \cdot 10^{-2} \text{ Тл/мм}$, а масштаб по оси напряженности равен $24 \text{ А}/(\text{м} \cdot \text{мм})$, то площадь 1 мм^2 соответствует $0,50 \text{ Дж/м}^3$, т.е. $k = 1,01 \text{ Дж}/(\text{м}^3 \cdot \text{мм}^2)$. Величина $k \cdot S$ равна удельной энергии, затрачиваемой на перемагничивание за один цикл.

Вопросы для допуска к работе

1. Какова цель работы?
2. В чем заключается явление гистерезиса?
3. Начертите принципиальную электрическую схему рабочей установки.
4. Опишите метод снятия кривой намагничивания.
5. Как определить затраты на перемагничивание ферромагнетика?

Вопросы для защиты работы

1. На какие типы делятся магнетики? Каковы их основные свойства?
2. Какие ферромагнетики называются «магнитотвердыми», какие «магнитомягкими»?
3. Из каких ферромагнетиков изготавливаются сердечники трансформаторов и дросселей и почему?
4. Как объяснить остаточную намагниченность ферромагнетика?
5. Объясните физический смысл коэрцитивной силы.
6. Выведите рабочие формулы (18) и (19).
7. Что собой представляет ферромагнитный домен?
8. Опишите кривую намагничивания и применение ферромагнетиков.

Форма отчетности: отчет по лабораторной работе, выполненный по образцу, в соответствии с заданием.

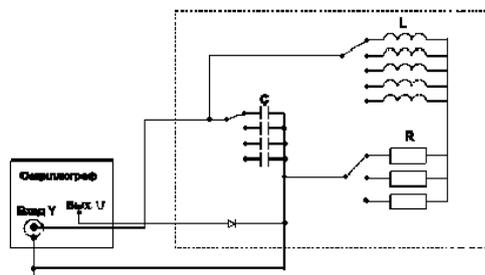
Основная литература № 1, № 2
Дополнительная литература № 4, № 7

Лабораторная работа № 26

Затухающие электрические колебания

Цель работы: наблюдение и изучение затухающих электрических колебаний с помощью осциллографа: определение периода колебаний, влияние параметров колебательного контура L, C, R на характер затухающих колебаний.

Приборы и принадлежности: осциллограф, набор колебательных контуров с изменяемыми параметрами L, C, R



Порядок выполнения работы:

1. Включить установку.
2. Выбрать в соответствии с таблицей (или по указанию преподавателя) фиксированные параметры L, R и, меняя параметр C колебательного контура, изучить зависимость периода колебаний T от величины емкости колебательного контура.

Таблица результатов

№ п/п	C	R	L	T	T_1	T_2	U'_c	U''_c	λ
	мкФ	Ом	мГн	мс	мс	мс			
1		R-const R=20 Ом	L-const L=40мГн						
2									
3									
4	C-const C=0,033	R-const R=20 Ом							
5									
6									
7	C-const C=0,033		L-const L=40мГн						
8									

3. В графу « T » занести значение периода колебаний, измеренное с помощью электронного осциллографа. В графу « T_1 » – значение периода затухающих колебаний, рассчитанное по формуле (1), а в графу « T_2 » – значение периода колебаний, рассчитанное по формуле (2)

$$T_1 = \frac{2\pi}{\sqrt{\frac{1}{LC} - \left(\frac{R}{2L}\right)^2}} \quad (1)$$

$$T_2 = 2\pi\sqrt{LC} \quad (2)$$

4. Точно так же выбрать фиксированные значения C и R , меняя параметр L колебательного контура изучить зависимость периода колебаний от величины индуктивности контура.

5. Выбрав фиксированные значения C и L , меняя значение R изучить зависимость периода колебаний от сопротивления контура.

6. Зарисовать на кальку осциллограммы затухающих колебаний для тех же значений параметров L, C, R колебательного контура, затем перенести их на миллиметровую бумагу.

7. Измерить в миллиметрах величины соседних амплитуд U'_c и U''_c , отстоящих друг от друга на время равное одному периоду колебаний.

8. По формуле

$$\lambda' = \ln \frac{U'_c}{U''_c} \quad (3)$$

9. По формуле

$$\lambda = \ln \delta = \ln e^{\frac{R}{2L}T} = \frac{R}{2L}T \quad (4)$$

рассчитать значение логарифмического декремента затухания, исходя из параметров колебательного контура, и сравнить со значением

$$\lambda = \pi R \sqrt{\frac{C}{L}} \quad (5)$$

10. На основании полученных данных сделать вывод о том, как влияют изменения параметров L, C, R колебательного контура на процесс затухания колебаний.

Вопросы для допуска к работе

1. Какова цель работы?
2. Что представляет собой колебательный контур?
3. Что называется декрементом затухания, логарифмическим декрементом затухания?
4. Опишите предложенные методы измерения периода затухающих колебаний.

Вопросы для защиты работы

1. Опишите электрические колебания, возникающие в колебательном контуре.
2. Запишите уравнения и начертите графики:
 - а) собственных незатухающих электрических колебаний в контуре;
 - б) затухающих электрических колебаний в контуре.
3. Выведите формулу периода затухающих колебаний.
4. Как связан логарифмический декремент затухания с периодом колебания?
5. Выведите формулу периода незатухающих колебаний.
6. Как влияют величины сопротивления, емкости и индуктивности на частоту (период) собственных колебаний в контуре?
7. Как влияет на быстроту затухания колебаний величина сопротивления, емкости, индуктивности контура?

Форма отчетности: отчет по лабораторной работе, выполненный по образцу, в соответствии с заданием.

Основная литература № 1, № 2
Дополнительная литература № 6, № 8.

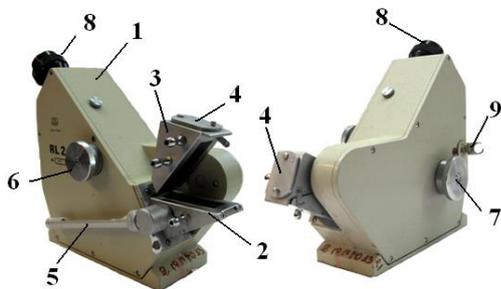
Лабораторная работа № 27

Изучение зависимости показателя преломления раствора от его концентрации

Цель работы: Изучение рефрактометра и измерение с его помощью показателя преломления ряда жидкостей относительно воздуха; нахождение зависимости показателя преломления раствора сахара от его концентрации.

Приборы и принадлежности:

рефрактометр, набор исследуемых жидкостей, растворы сахара с разными концентрациями.



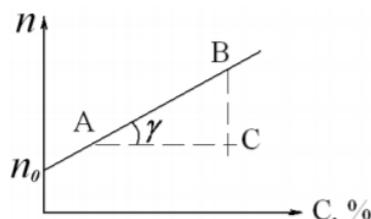
Порядок выполнения работы на рефрактометре rl-2

1. Открывают зеркало подсветки шкалы 9 и устанавливают его так, чтобы изображение шкалы, наблюдаемое в окуляре, было равномерно освещено. Если дневного света недостаточно, включают электролампу. Резкость изображения устанавливается вращением головки окуляра 8.
2. Открывают заслонку окна осветительной призмы 4.
3. Осторожно откидывают верхнюю призму 3 и на поверхность нижней (измерительной) призмы 2 наносят 2-3 капли исследуемого раствора.
4. Опускают верхнюю призму 3.
5. Вращают маховик 7 до тех пор, пока в поле зрения окуляра не появится граница света и тени.
6. Устраняют окраску светотени, вращая рукоятку компенсатора 6.
7. Вращением окуляра 8 зрительной трубы производят дополнительную настройку на резкость изображения.
8. Вращая маховик 7 совмещают границу раздела светотени с центром перекрестия и по шкале показателей преломления производят отсчёт.
9. Всего производят 3 измерения с каждым раствором. Результаты измерений записывают в таблицу 1 и таблицу 2.
10. Вычерчивают диаграмму зависимости показателя преломления n от концентрации раствора C . На ось ординат также наносятся значения показателя преломления n_0 для дистиллированной воды. Через полученные точки проводят прямую.
11. Из диаграммы $n = f(C)$ находят значение k – инкремента показателя преломления:

$$k = \operatorname{tg} \gamma = \frac{BC}{AC},$$

где BC – разность показателей преломления, AC – разность значений концентрации растворов. Значения AC и BC берут не в сантиметрах, а в единицах величин соответствующих осей.

12. Записывают аналитическую зависимость $n = f(C)$, используя формулу и подставляя вместо k и n_0 найденные значения.



Вопросы для допуска к работе

1. Какие приборы называются рефрактометрами? Где они применяются?
2. Что называется относительным показателем преломления? Абсолютным?
3. Каков физический смысл абсолютного показателя преломления?
4. Как зависит показатель преломления от концентрации раствора?
5. Объясните принцип действия рефрактометра.

Вопросы для защиты работы

1. Поясните оптическую схему рефрактометра.
2. В чем заключается явление полного внутреннего отражения?
3. Проанализируйте по диаграмме полученные результаты и сделайте выводы.

Форма отчетности: отчет по лабораторной работе, выполненный по образцу, в соответствии с заданием.

Основная литература № 1, № 2; дополнительная литература № 6

Лабораторная работа № 28

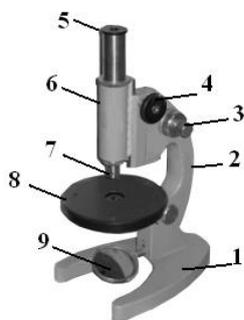
Определение показателя преломления вещества при помощи микроскопа

Цель работы: ознакомление с техническими деталями устройства микроскопа; измерение показателя преломления стеклянных пластинок.

Приборы и принадлежности:

измерительный микроскоп с микрометрическим винтом, микрометр, измеряемые стеклянные пластинки, осветитель.

Порядок выполнения работы и обработка результатов измерений



1. Микрометром измеряют истинную толщину стеклянной пластинки H в том месте, где нанесены штрихи, и берут ее значение в миллиметрах.

2. Определяют кажущуюся толщину стеклянной пластинки h , для чего пластинку кладут на предметный столик 8 микроскопа под объектив 7 так, чтобы оба штриха пересекли оптическую ось прибора. Вращением барашка 4 опускают тубус 6 в крайнее нижнее положение.

3. Вращением винта 3 совмещают метку на корпусе микроскопа с 0 шкалы механизма 3 точной фокусировки.

4. Наблюдая в окуляр 5 и медленно вращая барашек 4, поднимают тубус до появления в поле окуляра резкого изображения риски на нижней поверхности пластинки.

5. Затем, вращая барашек 3 механизма точной фокусировки и считая при этом число оборотов микрометрического винта, получают резкое изображение риски на верхней поверхности пластинки. Количество оборотов микрометрического винта с учетом цены деления даст величину h , мм:

$$h = (NZ + 0,002 m),$$

где N – число полных оборотов барабана винта; Z – шаг винта, равный $Z = 0,002 \times 50 = 0,1$ (мм); 50 – число делений в одном полном обороте барабана; 0,002 – цена одного деления барабана винта в мм; m – число делений в неполном обороте барабана.

1. По формуле

$$n = \frac{H}{h}$$

вычисляют показатель преломления стекла.

7. Измерение истинной и кажущейся толщины каждой пластинки производят не менее трех раз; определяют среднее и истинное значения показателя преломления стекла. Полученные результаты измерений заносят в таблицу.

Вопросы для допуска к работе

1. Сформулируйте цель работы.
2. Поясните физический смысл показателя преломления.
3. Опишите порядок выполнения работы.
4. Объясните принцип действия микроскопа.

Вопросы для защиты работы

1. Сформулируйте основные законы геометрической оптики.
2. Как связаны показатель преломления среды и скорость распространения света в ней?
3. Почему при рассмотрении предмета через плоскую стеклянную пластинку он кажется расположенным ближе?
4. Начертите ход лучей в микроскопе.
5. Выведите формулу для расчета относительной погрешности, пользуясь дифференциальным методом.

Форма отчетности: отчет по лабораторной работе, выполненный по образцу, в соответствии с заданием.

Основная литература № 1, № 2
Дополнительная литература № 6, № 7

Лабораторная работа № 29

Определение длины световой волны при помощи дифракционной решетки

Цель работы: изучение дифракционного спектра; определение спектрального состава излучения.

Приборы и принадлежности: источник света, дифракционная решетка, щель, шкала с делениями.

Порядок выполнения работы и обработка результатов измерений

1. Включают лампу накаливания;
2. Передвигают ползушку с прорезанной в ней щелью, устанавливая расстояние R - от щели до решётки, заданное преподавателем.
3. Измеряют расстояния S – от центра щели, до красной линии спектра первого порядка, от центра щели до зелёной линии спектра первого порядка и от центра щели до фиолетовой линии спектра первого порядка (см. рис. 9).
4. Изменяют расстояние R , перемещая ползушку на следующее заданное расстояние и измеряют следующие значения S – от центра щели до красной, зелёной, фиолетовой линии спектра первого порядка.
5. Данные заносят в таблицу, которая представлена ниже.
6. Вычисляют длину волн по формуле, где $d = 0,01$ мм, $m = 1$.
7. Рассчитывают абсолютную и относительную погрешности.

Вопросы для допуска к работе

1. Сформулируйте цель работы.
2. Объясните, в чем заключается явление дифракции света.
3. Опишите порядок выполнения работы.
4. Опишите устройство и назначение дифракционной решетки в данной работе.

Вопросы для защиты работы

1. Сформулируйте принцип Гюйгенса–Френеля.
2. Что такое зоны Френеля? Как они строятся?
3. При каких условиях наблюдается дифракция Фраунгофера? Дифракция Френеля?
4. Поясните дифракцию от одной щели и постройте ход лучей. Каковы условия усиления и ослабления света в этом случае?
5. Дайте определение дифракционной решетки.
6. Постройте ход лучей при дифракции от N щелей. Каковы условия усиления и ослабления света в этом случае?
7. Почему при использовании белого света боковые максимумы радужно окрашены, а центральный максимум белый?

Форма отчетности: отчёт по лабораторной работе, выполненный по образцу, в соответствии с заданием.

Основная литература № 1, № 2

Дополнительная литература № 3, № 6.

Лабораторная работа № 30

Изучение явления света

Цель работы: получение и наблюдение картины распределения механических напряжений в прозрачных моделях; проверка закона Малюса.

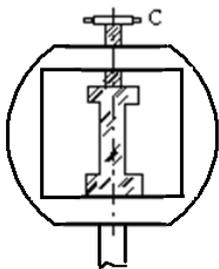
Приборы и принадлежности: полярископ, набор прозрачных моделей, микрометр, фотоэлемент, гальванометр.

Порядок выполнения работы и обработка результатов измерений

Задание А. Наблюдение картины распределения механических напряжений

1. Включают лампу осветителя в сеть переменного тока.

3. Исследуемый образец устанавливают в пресс для сжатия, не зажимая его (рис. 1), и помещают его между поляризатором и анализатором. Наблюдают в окуляр b положение образца. Затем дают нагрузку (деформация сжатия), для чего заворачивают винт C .



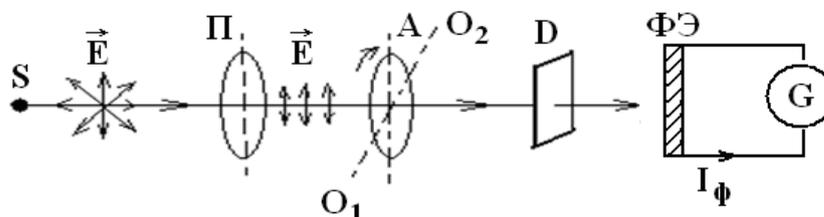
4. Рассматривают картину интерференции и зарисовывают изохроматические линии.

5. Такие же действия производят с другими моделями.

Задание В. Проверка закона Малюса

Проверка закона Малюса проводится на установке, оптическая схема которой изображена на рис. 2.

1. Включают установку в сеть переменного тока.
2. Снимают крышку с фотоэлемента и помещают его вплотную к окуляру.
3. Устанавливают на лимбе анализатора угол $\alpha = 90^\circ$, что соответствует углу $\varphi = \alpha - \frac{\pi}{2} = 0^\circ$ и максимальному значению фототока.
4. Поворачивая анализатор, через каждые 30° снимают зависимость силы тока от угла поворота анализатора. Отсчеты производят от 0° до 360° . Результаты измерений заносят таблицу.



S – источник света; P – поляризатор; A – анализатор;
 O_1O_2 – ось вращения анализатора; D – матовое стекло;
 $\Phi Э$ – фотоэлемент; G – гальванометр.

Анализатор A может вращаться вокруг оси O_1O_2 (см. рис. 9). Поворачивая анализатор, изменяем интенсивность света, падающего на фотоэлемент $\Phi Э$, соединенный с гальванометром. В зависимости от интенсивности света сила фототока I_Φ будет меняться. Для проверки закона Малюса снимают зависимость силы фототока I_Φ от квадрата косинуса угла φ .

Вопросы для допуска к работе

1. Сформулируйте цель работы.
2. В чем заключается явление поляризации света?
3. В чем различие естественного света от поляризованного?
4. В чем заключается явление фотоупругости?
5. Сформулируйте закон Малюса.
6. Опишите порядок проведения работы.

Вопросы для защиты работы

1. Виды поляризации. Определение плоскополяризованной волны?
2. Явление двойного лучепреломления. Его суть.
3. Свойства обыкновенного и необыкновенного лучей.
4. Волновая поверхность в кристалле. Оптически положительные и оптически отрицательные одноосные кристаллы.
5. Интерференция поляризованных лучей.
6. Призма Николя.
7. Практическое использование метода фотоупругости.

Форма отчетности: отчет по лабораторной работе, выполненный по образцу, в соответствии с заданием.

Основная литература № 1, № 2; дополнительная литература № 3, № 6.

Лабораторная работа № 31

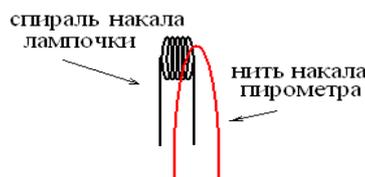
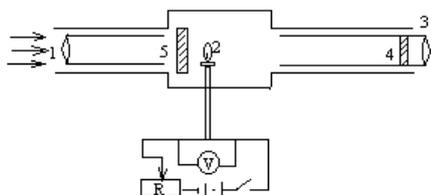
Определение постоянной Стефана-Больцмана и постоянной Планка при помощи оптического пирометра

Цель работы: изучение работы оптического пирометра и измерение с его помощью температуры нагретого тела; определение постоянной, в законе Стефана-Больцмана и расчёт постоянной Планка.

Приборы и принадлежности: пирометр с исчезающей нитью, лампа с вольфрамовой нитью, ваттметр, трансформатор.

Порядок выполнения работы и обработка результатов измерений

1. Собирают электрическую цепь.



2. Перемещая окуляр пирометра, устанавливают его так, чтобы стала отчетливо видна нить пирометрической лампы.

3. Медленно вращая кольцо пирометра, изменяют яркость нити пирометра до тех пор, пока средний участок нити эталонной лампы не сравняется с яркостью нити испытуемой лампы. В этот момент производят отсчет по нижней шкале пирометра значения яркостной температуры нити лампы.

4. Так как волосок лампочки накаливания не является абсолютно черным телом, то для определения действительной температуры вводят поправку Δt , которую определяют по диаграмме.

5. Опыт повторяют три раза для различных значений мощности P . Полученные данные заносят в таблицу результатов.

6. По формулам

$$\sigma = \frac{2\pi^5 k^4}{15c^2 h^3} \text{ и } h = \sqrt[3]{\frac{2\pi^5 k^4}{15c^2 \sigma}}$$

определяют значения постоянной Стефана-Больцмана и постоянной Планка.

Вопросы для допуска к работе

1. Опишите экспериментальную установку и порядок выполнения работы.
2. Сформулируйте закон Стефана-Больцмана и поясните физический смысл величин, входящих в него.
3. Запишите рабочие формулы для определения постоянной Стефана-Больцмана и постоянной Планка

Вопросы для защиты работы

1. Дайте определение основным спектральным характеристикам теплового излучения.
2. Сформулируйте закон Кирхгофа и поясните физический смысл величин, входящих в него.
3. Объясните физический смысл постоянной σ .
4. Запишите функцию Планка. Выведите закон Стефана-Больцмана.

Форма отчетности: отчет по лабораторной работе, выполненный по образцу, в соответствии с заданием.

Основная литература № 1, № 2
Дополнительная литература № 8.

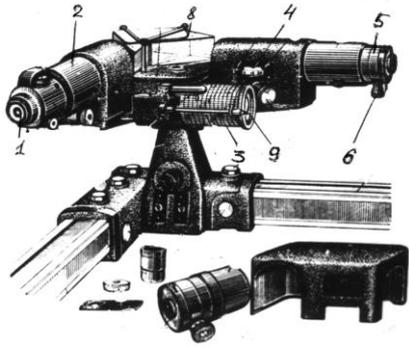
Лабораторная работа № 32

Исследование селективного фотоэффекта

Цель работы: снятие спектральной характеристики селенового фотоэлемента.

Приборы и принадлежности монохроматор УМ-2, лампочка накаливания, селеновый фотоэлемент, гальванометр, дисперсионная кривая монохроматора УМ-2.

Порядок выполнения работы и обработка результатов измерений



1. В качестве источника света включают лампочку накаливания.

2. Устанавливают фотоэлемент вплотную к окуляру выходной щели монохроматора

3. Устанавливают необходимую ширину щелей монохроматора. Примерная ширина выходной и входной щелей (0,2...0,3) мм.

4. Вращая барабан монохроматора 3, отмечают показания микроамперметра, соответствующие тем или иным значениям шкалы барабана. В районе максимума чувствительности

фотоэлемента поворачивают барабан на меньший угол, чтобы получить большое количество экспериментальных точек (замеров).

5. Результаты измерений заносят в таблицу.

6. Используя дисперсионную кривую монохроматора, определяют длины волн соответствующих делений барабана.

7. Вычерчивают диаграмму зависимости фототока от длины волны света, т.е. полученная кривая $I = f(\lambda)$ является спектральной характеристикой фотоэлемента.

Вопросы для допуска к работе

1. Поясните явление фотоэффекта. Какой тип фотоэффекта изучается в работе?
2. Дайте определение спектральной чувствительности фотоэлемента.
3. Опишите порядок выполнения работы.

Вопросы для защиты работы

1. Сформулируйте законы внешнего фотоэффекта.
2. Поясните устройство и принцип действия вентильного селенового фотоэлемента.
3. Проведите анализ полученных результатов и сделайте выводы.

Форма отчетности: отчёт по лабораторной работе, выполненный по образцу, в соответствии с заданием.

Основная литература № 1, № 2

Дополнительная литература № 8.

Лабораторная работа № 33

Туннельный эффект. Исследование вольтамперной характеристики туннельного диода

Цель работы: 1) изучение туннельного эффекта;

2) исследование вольтамперной характеристики туннельного диода;

3) построение энергетической диаграммы $p-n$ – перехода.

Приборы и принадлежности:

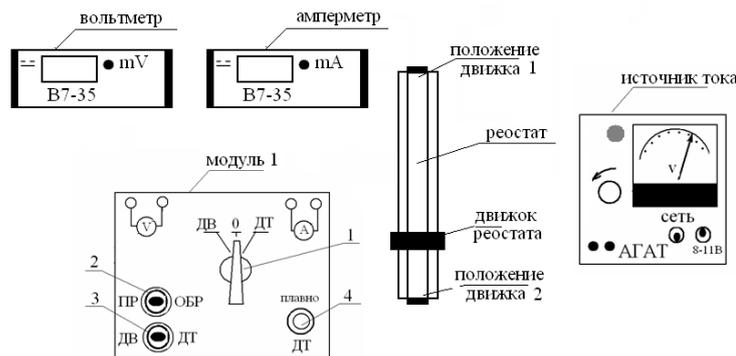
установка для измерения вольтамперной характеристики туннельного диода, вольтметр, амперметр.

Порядок выполнения работы и обработка результатов измерений

Снятие вольтамперной характеристики (ВАХ) выпрямительного диода.

1. Установить на модуле 1 переключатель 1 в положение диод выпрямительный (ДВ).
2. Переключатель 2 в положение прямое включение (ПР).
3. Включить вольтметр и амперметр (тумблер находится на задней панели прибора).
4. Изменять напряжение на вольтметре в прямом направлении с помощью реостата от 0,25 до 0,5 В с шагом 0,05В. Данные занести в таблицу 1.
5. Установить обратное включение диода (ОБР) с помощью тумблера 2.
6. Изменять напряжение от 0 до 10 В с шагом 1 В.
7. Данные занести в таблицу 1.

8. Построить вольтамперную характеристику выпрямительного диода при прямом и обратном включении (рекомендуемый масштаб).



Принципиальная схема рабочей установки.

9. Установить обратное включение диода (ОБР) с помощью тумблера 2.
10. Изменять напряжение от 0 до 10 В с шагом 1 В.
11. Данные занести в таблицу 1.
12. Построить вольтамперную характеристику выпрямительного диода при прямом и обратном включении.

Снятие вольтамперной характеристики туннельного диода

1. На модуле 1 переключатель 1 установить в положение 0.
2. Движок реостата перевести в положение 2.
3. На модуле 1 рукоятку 4 плавно установить в крайне левое положение до упора.
4. Подключить туннельный диод поставив переключатели 1 и 3 в положение ДТ.
5. Рукояткой 4 плавно изменять напряжение от 10 мВ с шагом 10 мВ пока ток не достигнет максимального значения. Затем напряжение можно изменять с шагом 50 мВ до 1000 мВ.
6. Данные занести в таблицу.
7. Построить для туннельного диода график зависимости тока от напряжения (рекомендуемый масштаб).
8. Сравнить полученную зависимость с ВАХ выпрямительного диода.
9. Из ВАХ туннельного диода определить величины U_{\max} , U_{\min} , I_{\max} .
10. По полученным данным оцените положение уровня Ферми относительно зоны проводимости: $E_F - E_c = \frac{|e| \cdot U_{\min}}{2}$, в эВ. Где $|e| = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл - заряд электрона

11. Оцените максимума функции распределения электронов (дырок) $n(E)$, $p(E)$ относительно уровня Ферми:

$$E_F - E_m = \frac{|e| \cdot U_{\max}}{2}, \text{ в эВ.}$$

12. Сравните полученное значение $E_F - E_m$, с рассчитанным по формуле

$$E_F - E_m \approx 1,1 \cdot k \cdot T,$$

где $k = 1,38 \cdot 10^{-23}$ Дж/К - постоянная Больцмана, T- температура в К. Энергию выразить в эВ.

13. Изобразить энергетическую диаграмму p-n-перехода туннельного диода.

Вопросы для допуска к работе

1. Сформулируйте цель работы.
2. Дать определение туннельного эффекта.
3. Какая величина называется вероятностью перехода?
4. Описать порядок снятия вольтамперной характеристики туннельного диода.
5. Описать порядок снятия вольтамперной характеристики выпрямительного диода.
6. Пояснить порядок обработки результатов измерений и построения энергетической диаграммы туннельного диода.

Вопросы для защиты работы

1. Пояснить, используя соотношение Гейзенберга, прохождение микрочастицей потенциального барьера.
2. Пояснить квантово-механическое толкование туннельного эффекта.
3. Записать формулу коэффициента прозрачности потенциального барьера.
4. Привести примеры явлений, в основе которых лежит туннелирование частиц.
5. Пояснить принцип действия туннельного диода.
6. Дать качественное описание вольтамперной характеристики туннельного диода.
7. Дать анализ полученных результатов.

Форма отчетности: отчет по лабораторной работе, выполненный по образцу, в соответствии с заданием.

Основная литература № 1, № 2
Дополнительная литература № 3, № 6

Лабораторная работа № 34

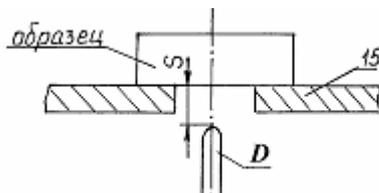
Изучение спектра излучения атомов цинка

Цель работы: исследование спектра излучения паров цинка в видимой области спектра.

Приборы и принадлежности: стилоскоп «Спектр», градуировочная кривая стилоскопа, образец цинка или цинкосоодержащего вещества.

Порядок выполнения работы

1. Изучить описание стилоскопа «Спектр».
2. Расположить дисковый электрод D относительно поверхности столика 15 в соответствии с рис. 9 ($S = 2-3$ мм). Расстояние S регулируется вращением маховичка 16 . На столик 15 поместить образец цинка или цинкосоодержащего вещества (например, латунь), расположив его над дисковым электродом.



Расположение дискового электрода относительно столика: 15 – столик для образца; D – дисковый электрод;

S – расстояние между образцом и электродом

3. Установить переключатели «перекл. тока» в положение «5А», переключатели «катод» и «анод» – в положение «выкл.», «комбинированный разряд» – в положение П, «индуктивность» – «0», «емкость» – «0», «фаза» – «60°», «количество импульсов» – «1». Включить генератор в сеть 220 В и нажать кнопку «пуск». Если дуга не зажигается, обратиться к преподавателю или лаборанту.

4. Белую точку, нанесенную на маховичок 20 установить против обозначения 20 шкалы.

5. Исследовать спектр цинка, вращая маховичок 11 и рассматривая линии цинка в окуляр стилоскопа.

При этом необходимо учитывать, что наблюдаемый спектр представляет собой наложение двух спектров: спектра меди (от дискового электрода) и спектра цинка. Поэтому при определении искомым линий триплета цинка следует руководствоваться взаимным расположением линий, показанным на рис., и градуировочным графиком стилоскопа. Линии триплета следует искать в диапазоне $465 < \lambda < 485$ нм (голубые линии спектра).

6. Установить каждую найденную линию триплета против треугольного выреза визира. Записать числовые отсчеты по барабану. По градуировочному графику определить длины волн линий триплета. Данные занести в таблицу результатов 3, заполнив пустые места.

7. Выключить стилоскоп (кнопка «стоп»).

8. Определить расстояние между энергетическими уровнями, ответственными за спектральные линии по формуле:

$$\Delta E = h\nu = hc/\lambda,$$

где h – постоянная Планка; c – скорость света; λ, ν – длина волны и частота излучаемого света. Результат выразить в эВ.

Таблица результатов

Атом	Hg	Cd	Zn
Энергия ионизации, эВ	10,4	9,0	9,4
1. Переход $^3P_1 \rightarrow ^1S_0$: λ , нм ΔE , эВ	253,7 4,90	326,1 3,81	307,6 4,04
2. Переход $^3S_1 \rightarrow ^3P_0$: λ , нм ΔE , эВ	404,7 3,07	467,8 2,66	
3. Переход $^3S_1 \rightarrow ^3P_1$: λ , нм ΔE , эВ	435,8 2,85	4802,59	
4. Переход $^3S_1 \rightarrow ^3P_2$: λ , нм ΔE , эВ	546,1 2,27	508,6 2,44	

9. Начертить для атома Hg ($n = 6$), Cd ($n = 5$) и Zn ($n = 4$) фрагменты полной энергетической схемы, отображающие расположение уровней энергии n^1S_0 , $(n+1)^3S_1$, n^3P_0 , n^3P_1 , n^3P_2 , используя таблицу и рис.

Вопросы для допуска к работе

1. Сформулируйте цель работы.
2. Опишите ход работы.
3. Опишите рабочую установку.
4. Поясните природу линейчатых спектров атомов.
5. Опишите порядок обработки результатов.

Вопросы для защиты работы

1. Какие квантовые числа задают состояние электронов в атоме? Как они обозначаются?
2. Сформулируйте принцип Паули.
3. Объясните энергетическую диаграмму атома натрия и ее отличие от энергетической диаграммы атома водорода
4. Объясните причины расщепления уровней натрия на 2 подуровня.
5. Объясните причину мультиплетности уровней атомов Hg, Cd и Zn.
6. Как определить для многоэлектронных атомов полные орбитальный и полный спиновый моменты импульсов атома? Какую связь называют LS-связью?
7. Какими выражениями определяются значения результирующих моментов атома?
8. Объясните схему энергетических уровней атома ртути.
9. Дайте анализ фрагментов полной схемы энергетических уровней атомов ртути, кадмия и цинка.

Форма отчетности: отчет по лабораторной работе, выполненный по образцу, в соответствии с заданием.

Основная литература № 1, № 2
Дополнительная литература № 3, № 6

Лабораторная работа № 35

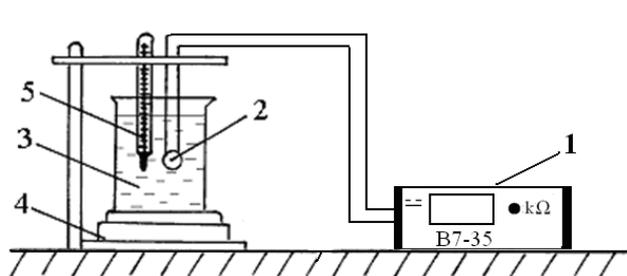
Изучение зависимости сопротивления полупроводника от температуры и определение энергии активации полупроводника

Цель работы: снять зависимость сопротивления полупроводника от температуры и определить энергию активации полупроводника.

Приборы и принадлежности: термостат (колба с водой), полупроводниковое сопротивление, цифровой вольтметр, электрическая плитка.

Порядок выполнения работы и обработка результатов измерений

Блок-схема установки:



- 1 – цифровой вольтметр;
- 2 – полупроводниковое термосопротивление;
- 3 – колба с водой;
- 4 – электроплитка;
- 5 – термометр

1. Опустить в воду исследуемое термосопротивление.
2. Цифровым вольтметром измерить сопротивление полупроводника при комнатной температуре после выравнивания его температуры с температурой воды.
3. Включить нагреватель термостата.
4. Произвести измерение сопротивления полупроводника при температурах от комнатной до 80 °С через каждые 10 °С. Данные занести в таблицу.
5. По окончании измерений отключить нагреватель, вытащить из воды полупроводник вместе с термометром, выключить вольтметр.
6. По полученным данным построить график зависимости $\ln R = f(1/T)$, проведя через экспериментальные точки прямую линию.

7. Выберите на графике зависимости $\ln R = f(1/T)$ любые две точки, которые, как и большинство других экспериментальных точек хорошо лежат на прямой (см. рис. 11). Используя значения координат этих точек: $\ln R_1$ и $\ln R_2$ – по оси y , $\frac{1}{T_1}$ и $\frac{1}{T_2}$ – по оси x , вычислите энергию активации полупроводника по формуле

$$\Delta W_n = 2k \frac{\ln R_1 - \ln R_2}{\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2}}$$

в джоулях и в электрон-вольтах ((1 эВ = 1,6·10⁻¹⁹ Дж).

Вопросы для допуска к работе

1. Сформулируйте цель работы.
2. Дайте определение собственного и примесного полупроводника.
3. Объясните устройство рабочей установки и ход эксперимента.

Вопросы для защиты работы

1. Объясните с точки зрения зонной теории деление веществ на диэлектрики, металлы и полупроводники.
2. Поясните механизм собственной и примесной проводимости полупроводника. Объясните рост проводимости полупроводника от температуры.
3. Дайте определение энергии активации носителей заряда в полупроводнике. Выпишите формулы, описывающие концентрацию носителей заряда в собственном и примесном полупроводниках.
4. Проведите анализ полученных результатов.

Форма отчетности: отчет по лабораторной работе, выполненный по образцу, в соответствии с заданием.

Основная литература № 1, № 2
Дополнительная литература № 7, № 8

Лабораторная работа № 36

Определение концентрации носителей тока в полупроводнике с помощью эффекта Холла

Цель работы: определение постоянной Холла; определение концентрации носителей заряда.

Приборы и принадлежности: установка для изучения эффекта Холла, образец (датчик Холла), источник питания для образца, цифровые вольтметры.

Порядок выполнения работы и обработка результатов измерений

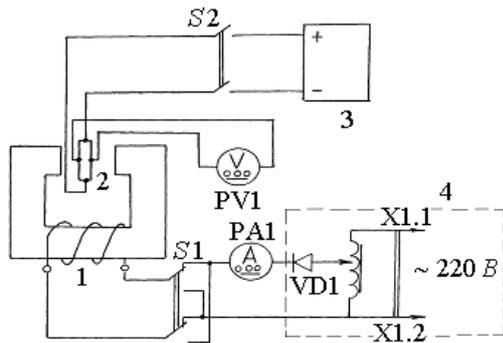


Рис. Блок-схема рабочей установки:

1 – электромагнит; 2 – датчик Холла (образец); 3 – источник тока через образец; 4 – источник питания электромагнита; PA1 – цифровой вольтметр, работающий в режиме измерения тока через электромагнит; S1 – переключатель направления тока через электромагнит; PV1 – цифровой вольтметр для измерения ЭДС Холла; S2 – выключатель питания образца.

1. Включить источник питания электромагнита 4.
2. Включить источник тока 3 через образец. Ток, протекающий через образец $I = 35 \text{ мА}$.
3. Провести измерения холловской разности потенциалов, меняя величину тока I_3 , текущего через электромагнит с шагом примерно $0,02 \text{ А}$ в интервале от $0,02$ до $0,12 \text{ А}$.
4. По формуле

$$U_x = \frac{|U'| + |U''|}{2}$$

рассчитать ЭДС Холла U_x для каждого значения тока электромагнита I_3 .

5. По графику зависимости индукции магнитного поля от тока в обмотке электромагнита, имеющегося на рабочем столе, определить величину индукции магнитного поля B .
6. Определить значение постоянной Холла по формуле

$$R = \frac{U_x \cdot d}{I \cdot B},$$

где $d = 5,0 \cdot 10^{-5} \text{ м}$, $I = 35,0 \cdot 10^{-3} \text{ А}$.

7. Определить среднее значение постоянной Холла.
8. Рассчитать концентрацию носителей тока на основании соотношения

$$n = \frac{1}{\langle R \rangle \cdot e}, \quad \text{где } e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл.}$$

9. Определить относительную погрешность постоянной Холла по формуле, полученной дифференциальным методом.

$$E = \frac{\Delta R}{\langle R \rangle} = \frac{\Delta U_x}{U_x} + \frac{\Delta d}{d} + \frac{\Delta I}{I} + \frac{\Delta B}{B}.$$

Откуда абсолютная погрешность

$$\Delta R = \langle R \rangle E.$$

Вопросы для допуска к работе

1. Назвать основные части установки и объяснить их назначение.
2. Объяснить, с какой целью в процессе измерений изменяется направление тока, текущего через электромагнит.
3. Пояснить, как в работе определяется величина индукции магнитного поля?
4. Привести порядок выполнения работы.

Вопросы для защиты работы

1. Дайте определение эффекта Холла.
2. Поясните механизм возникновения ЭДС Холла в металлах.
3. Выведите формулу для определения поля Холла и ЭДС Холла в металлах.
4. Объясните, чем отличаются механизмы возникновения ЭДС Холла в металлах и полупроводниках?
5. От каких величин зависит постоянная Холла в полупроводниках?

Форма отчетности: отчет по лабораторной работе, выполненный по образцу, в соответствии с заданием.

Основная литература № 1, № 2; дополнительная литература № 7, № 8.

Лабораторная работа № 37

Изучение работы полупроводниковых диодов

Цель работы: изучение работы различных схем выпрямления переменного тока с помощью полупроводниковых диодов.

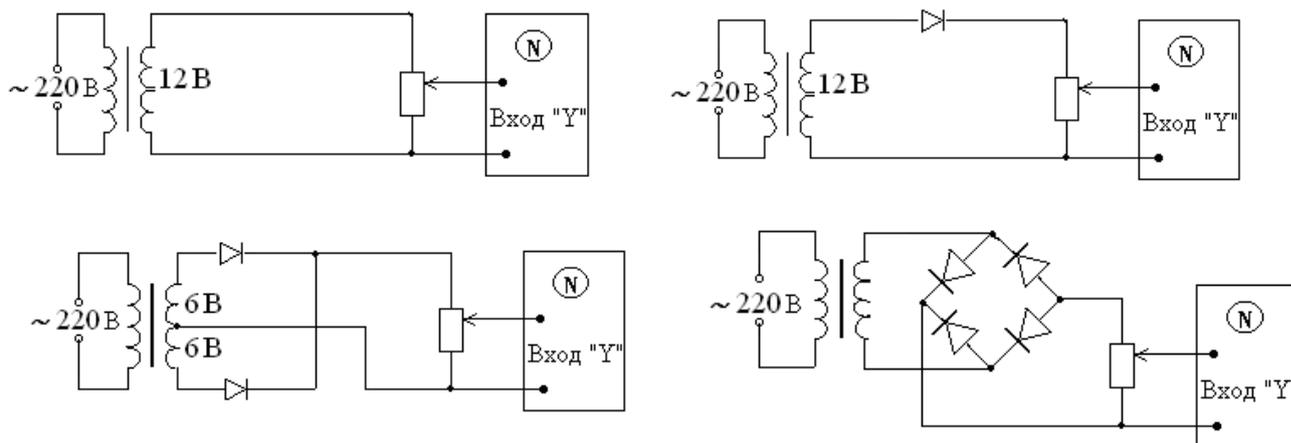
Приборы и принадлежности: полупроводниковые диоды, соединительные провода, лабораторный трансформатор, электронный осциллограф.

Изучение работы схем выпрямителей.

Выпрямление переменного тока в постоянный

Порядок выполнения работы и обработка результатов измерений

Собрать схемы и провести сравнительный анализ различных схем выпрямления.



Вопросы для допуска к работе

1. Какова цель работы?
2. Какие существуют типы выпрямительных диодов?
3. Начертите принципиальную электрическую схему рабочей установки для изучения выпрямления переменного тока по однополупериодной, двухполупериодной и мостовой схемам.

Вопросы для защиты работы

1. Каков принцип действия полупроводникового диода?
2. Какое отличие имеет выпрямленный ток по однополупериодной схеме с помощью лампового и полупроводникового диода?
3. Каковы Ваши критические замечания к рабочей установке?

Форма отчетности: отчёт по лабораторной работе, выполненный по образцу, в соответствии с заданием.

Основная литература № 1, № 2; дополнительная литература № 7, № 8.

Методические указания для обучающихся по выполнению практических работ

Цель практических занятий – сформировать у обучающихся умения решать как типовые задачи, так и задачи повышенного уровня сложности основных разделов физики.

Порядок выполнения:

1. Переписать условие задачи полностью без сокращений.
2. Все значения величин, заданных в условиях и привлекаемых из справочных таблиц, записывают для наглядности сокращенно (столбиком) в тех единицах, которые заданы, и в единицах той системы, в которой выполняют решение (в единицах СИ).
3. Выполнить необходимые поясняющие чертежи с обозначением всех величин.
5. Необходимо указать физические законы, которые должны быть использованы, и аргументировать возможность их применения для решения данной задачи.

6. С помощью этих законов, учитывая условия задачи, получить необходимые расчетные формулы.

7. Вывод формул и решение задач следует сопровождать краткими, но исчерпывающими пояснениями.

8. Используемые в формулах буквенные обозначения должны быть согласованы с обозначениями, приведенными в условии задач и на приведенном рисунке. Дополнительные буквенные обозначения следует сопровождать соответствующими объяснениями.

9. Получив расчетную формулу, необходимо проверить ее размерность.

10. После проверки размерности полученных расчетных формул приводится численное решение задачи.

Основная литература № 1, № 2
Дополнительная литература № 3, № 4

Практическое занятие № 1 (2 часа)

Тема: Кинематика поступательного и вращательного движения.

Цель занятия: научиться решать задачи по теме кинематика поступательного и вращательного движения.

Задание: решение задач по теме практического занятия:

[3] № 1.5, 1.8, 1.16, 1.20, 1.41, 1.46.

Практическое занятие № 2 (2 часа)

Тема: Динамика поступательного и вращательного движения.

Цель занятия: научиться решать задачи по теме динамика материальной точки и вращательное движение твердых тел.

Задание: решение задач по теме практического занятия:

[3] № 2.1, 2.12, 2.21, 2.100, 3.8, 3.14.

Практическое занятие № 3 (2 часа)

Тема: Законы сохранения.

Цель занятия: научиться решать задачи с применением законов сохранения импульса, момента импульса, механической энергии; определять работу силы, мощность.

Задание: решение задач по теме практического занятия:

[3] № 2.20, 2.42, 2.62, 2.129, 3.19, 3.35, 3.36.

Практическое занятие № 4 (2 часа)

Тема: Механические колебания и волны.

Цель занятия: научиться решать задачи по теме кинематика механических колебаний.

Задание: решение задач по теме практического занятия:

[3] № 12.2, 12.12, 12.16, 12.20, 12.44, 12.49.

Практическое занятие № 5 (2 часа)

Тема: Законы идеального газа. Законы термодинамики.

Цель занятия: научиться решать задачи по теме законы идеального газа, изучить основы молекулярно-кинетической теории газов, а также рассмотреть элементы статистической физики. Научиться решать задачи по теме законы термодинамики.

Задание: решение задач по теме практического занятия:

[3] № 5.12, 5.15, 5.28, 5.49, 5.99. [3] № 5.152, 5.155, 5.161.

Практическое занятие № 6 (1 час)

Тема: Электрическое поле в вакууме.

Цель занятия: научиться решать задачи по теме электростатика: рассмотреть взаимодействие заряженных тел, расчет напряженности и потенциала электростатического поля, создаваемого неподвижными зарядами.

Задание: решение задач по теме практического занятия:

[3] № 9.22, 9.29, 9.43, 9.57, 9.62.

Практическое занятие № 7 (1 час)

Тема: Постоянный электрический ток.

Цель занятия: научиться решать задачи по теме законы постоянного тока.

Задание: решение задач по теме практического занятия:

[3] № 10.3, 10.6, 10.15, 10.33, 10.61.

Практическое занятие № 8 (1 час)

Тема: Магнитное поле в вакууме. Электромагнитные явления.

Цель занятия: научиться решать задачи по теме магнитное поле в вакууме, также научиться решать задачи по теме электромагнитные явления.

Задание: решение задач по теме практического занятия:

[3] № 11.2, 11.12, 11.21, 11.35, 11.62. [3] № 11.88, 11.105, 11.112, 11.122, 11.124.

Практическое занятие № 9 (1 час)

Тема: Интерференция света. Дифракция света. Поляризация света.

Цель занятия: научиться решать задачи по темам интерференция света, дифракция света и поляризация света.

Задание: решение задач по теме практического занятия:

[3] № 16.5, 16.12, 16.16, 16.21, 16.28. [3] № 16.29, 16.36, 16.43, 16.54, 16.57.

[3] № 16.58, 16.60, 16.65, 16.67, 16.68.

Практическое занятие № 10 (1 час)

Тема: Тепловое излучение. Квантовая природа света.

Цель занятия: научиться решать задачи по темам тепловое излучение и квантовая природа света.

Задание: решение задач по теме практического занятия:

[3] № 18.1, 18.7, 18.11, 18.15, 18.21. [3] № 19.5, 19.10, 19.17, 19.24, 19.31, 19.40.

Практическое занятие № 11 (1 час)

Тема: Элементы квантовой механики.

Цель занятия: научиться решать задачи по теме элементы квантовой механики.

Задание: решение задач по теме практического занятия:

[4] № 46.1, 46.19, 46.39, 46.71, 47.32.

Практическое занятие № 12 (1 час)

Тема: Физика атома и атомного ядра.

Цель занятия: научиться решать задачи по теме физика атома и атомного ядра.

Задание: решение задач по теме практического занятия:

[4] № 38.2, 38.11, 40.41, 40.49, 41.5, 41.9, 43.4.

9.2. Методические указания для обучающихся по выполнению контрольной работы

В процессе изучения физики студент должен выполнить две контрольные работы. Решение задач в контрольной работе является проверкой степени усвоения студентом теоретического курса. Перед выполнением контрольной работы студенту необходимо внимательно ознакомиться с примерами решениями задач по данной контрольной работе, уравнениями и формулами, а также со справочным материалом, приведенным в конце методических указаний. Выбор задач производится по таблице вариантов, приведенной в методических указаниях (номером варианта является последняя цифра в номере зачетки).

Правила оформления контрольной работы и примеры решения задач:

1. Условия задач необходимо переписать полностью без сокращений.

2. Все значения величин, заданных в условиях и привлекаемых из справочных таблиц, записать для наглядности сокращенно (столбиком) в тех единицах, которые заданы, и в единицах той системы, в которой выполняют решение (в единицах СИ).

Рассмотрим несколько примеров.

1) В задаче указано: «За время $t = 0,5$ мин вагон прошел путь $s = 11$ км, масса вагона $m = 16$ т». Записывают:

$$t = 0,5 \text{ мин} = 30 \text{ с};$$

$$s = 11 \text{ км} = 11 \cdot 10^3 \text{ м};$$

$$m = 16 \text{ т} = 16 \cdot 10^3 \text{ кг}.$$

2) Фрагмент задачи из раздела «Электромагнетизм»:

«Рамка площадью $S = 50 \text{ см}^2$, содержащая $N = 100$ витков, равномерно вращается в однородном магнитном поле ($B = 40 \text{ мТл}$). Частота вращения рамки $n = 960 \text{ об/мин}$ ». Записывают:

$$S = 50 \text{ см}^2 = 50 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2;$$

$$N = 100 \text{ витков};$$

$$B = 40 \text{ мТл} = 40 \cdot 10^{-3} \text{ Тл};$$

$$n = 960 \text{ об/мин} = 16 \text{ об/с}.$$

3) Еще один пример задачи из раздела «Оптика».

«На дифракционную решетку, содержащую $n = 500$ штрихов на 1 мм , падает нормально монохроматический свет с длиной волны $\lambda = 0,5 \text{ мкм}$ ». Записывают:

$$n = 500 \frac{\text{шт}}{\text{мм}} = 5 \cdot 10^2 \frac{\text{шт}}{10^{-3} \text{ м}} = 5 \cdot 10^5 \text{ м}^{-1}$$

здесь слово «штрихи» можно опустить, тогда: $\lambda = 0,5 \text{ мкм} = 0,5 \cdot 10^{-6} \text{ м}$.

4. К большей части задач необходимы поясняющие чертежи или графики с обозначением всех величин. Чертежи следует выполнять аккуратно при помощи чертежных инструментов; объяснение решения должно быть согласовано с обозначениями на чертежах.

5. Необходимо указать физические законы, которые должны быть использованы, и аргументировать возможность их применения для решения данной задачи.

6. С помощью этих законов, учитывая условия задачи, получить необходимые расчетные формулы.

7. Вывод формул и решение задач следует сопровождать краткими, но исчерпывающими пояснениями.

8. Используемые в формулах буквенные обозначения должны быть согласованы с обозначениями, приведенными в условии задач и на приведенном рисунке. Дополнительные буквенные обозначения следует сопровождать соответствующими объяснениями.

9. Получив расчетную формулу, необходимо проверить ее размерность.

Например, для определения расстояния s , которое пройдет тело массой m до остановки, двигаясь равнозамедленно под действием силы трения $F_{\text{тр}}$, была получена формула:

$$s = \frac{V_0^2 \cdot m}{2F_{\text{тр}}},$$

где V_0 – скорость движения тела в начальный момент времени.

Осуществим проверку размерности полученной формулы:

$$[s] = \left[\frac{V_0^2 \cdot m}{F_{тр}} \right] = \left[\frac{(m^2/c^2) \cdot кг}{Н} \right] = \left[\frac{m^2 \cdot кг}{c^2 \cdot кг \cdot м/c^2} \right] = [m].$$

Здесь, исходя из второго закона Ньютона, единицу измерения силы 1Н расписывают как 1(кг·м/с²).

10. После проверки размерности полученных расчетных формул приводится численное решение задачи.

11. Вычисления следует производить с точностью, соответствующей точности исходных числовых данных условия задачи. Если исходные численные значения даны с точностью до одного знака, то и расчет выполняется с точностью до одного знака. Если они даны с точностью до двух (трех) знаков, то и расчет выполняется с точностью до двух (трех) знаков. Числа следует записывать, используя множитель 10, например, не 0,000347, а 3,47·10⁻⁴.

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Информационно-коммуникативные технологии (ИКТ) используются, для:

- получения информации при подготовке к занятиям;
- создания презентационного сопровождения практических занятий;
- работы в электронной информационной среде.

Стандартное лицензионное программное обеспечение:

Microsoft Imagine Premium: Microsoft Windows Professional 7;
Microsoft Office 2007 Russian Academic OPEN No Level;
Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Security;
Adobe Reader.

11. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

<i>Вид занятия</i>	<i>Наименование аудитории</i>	<i>Перечень основного оборудования</i>	<i>№ ЛР</i>
ЛР	Лаборатория оптики и физики твердого тела	Учебная мебель, микроскоп МБУ-4А; пирометр с исчезающей нитью ОПИР-9, ЛАТР, ваттметр ДБ39; установка МУК-0; монохроматор УМ-2, УФ лампа, фотоэлемент источник питания ИПС1, блок амперметра-вольтметра АВ1, стенд с объектами исследований СЗ-ОК01; спектральный аппарат СПЕКТР; вольтметр В7-35; полярископ СМ-3; лампа ФЛ 74011; сахариметр RL-2	27 – 39
ЛР	Лаборатория механики и молекулярной физики	Учебная мебель, ФРМ-07 – для измерения ускорения свободного падения; ФРМ-08 – для измерения импульса и механической энергии; ФРМ-09 – для определения скорости полета пули; ФРМ-15 – маятник Обербека; ФРМ-07 – наклонный маятник; ФРМ-03 – маятник Максвелла; ФРМ-05 – крутильный маятник с миллисекундомером; ФРМ-06 – универсальный маятник; установка для определения теплоемкостей газа методом Клемана-Дезорма; электрическая плитка ЭПШ1-0; ФРМ-10; звуковой генератор ГЗ-109, осциллограф Н3013; генератор сигналов низкочастотный ГЗ-102.	1 – 17

ЛР	Лаборатория электричества и электромагнетизма	Учебная мебель, магазин сопротивления МСР-60, гальванометр М45МОМЗ, реостат РСП; осциллограф С1-73, реостат РСП 500, магазин емкостей Р5025; реостат РСП 1280, вольтметр В7-35, эл. осциллограф УПМ; источник питания АГАТ, амперметр Э514, тангенсгальванометр, реостат РСП 33; вольтметр В7-35, вольтметр Э58; установка ФРМ-01; осциллограф С1-75, генератор Л 31, вольтметр В7-35; генератор сигналов ГЗ-102; плитка электрическая ЭПШ1-0; осциллограф Н3013, С1-68	18 – 26
кр	Лекционная / семинарская аудитория	Учебная мебель	
СР	Читальный зал №1	Учебная мебель, 10-ПК i5-2500/Н67/4Gb (монитор TFT19 Samsung); принтер HP LaserJet P2055D	

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ
ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

1. Описание фонда оценочных средств (паспорт)

№ компетенции	Элемент компетенции	Раздел	Тема	ФОС
ОПК-4	способность к самообразованию и использованию в практической деятельности новых знаний и умений, в том числе в областях знаний, непосредственно не связанных со сферой профессиональной деятельности	1. Механика	1.1. Кинематика поступательного и вращательного движения	вопросы к зачету № 1.1 – 1.5
			1.2. Динамика прямолинейного и криволинейного движения	вопросы к зачету № 1.6 – 1.7
			1.3. Деформация тел. Закон Гука. Трение	вопросы к зачету № 1.8 – 1.9
			1.4. Динамика вращательного движения	вопросы к зачету № 1.10–1.12
			1.5. Законы сохранения	вопросы к зачету № 1.13–1.18
			1.6. Механические колебания (кинематика колебаний)	вопросы к зачету № 1.19–1.22
			1.7. Механические колебания (динамика колебаний)	вопросы к зачету № 1.23–1.26
			1.8. Механические волны	вопросы к зачету № 1.27–1.30
			1.9. Механика жидкостей и газов	вопросы к зачету № 1.32–1.33
			1.10. Элементы специальной теории относительности (СТО)	вопросы к зачету № 1.34–1.37
ОПК-5	способностью на научной основе организовывать свой труд, самостоятельно оценивать результаты своей деятельности	2. Молекулярная физика и термодинамика	2.1. Термодинамическая система. Модель идеального газа и его уравнение состояния	вопросы к зачету № 2.1–2.5
			2.2. Внутренняя энергия идеального газа. Первое начало термодинамики	вопросы к зачету № 2.6–2.9
			2.3. Второе начало термодинамики. Энтропия	вопросы к зачету № 2.10–2.12
			2.4. Элементы статистической физики	вопросы к зачету № 2.13–2.14

		2.5. Явления переноса в термодинамически неравновесных системах	вопросы к зачету № 2.15–2.18
		2.6. Реальные газы. Уравнение Ван-дер-Ваальса	вопросы к зачету № 2.19
	3. Электромагнетизм	3.1. Электрическое поле в вакууме. Теорема Гаусса	экз. вопросы № 3.1 – 3.3
		3.2. Электрический потенциал. Работа сил электростатического поля	экз. вопросы № 3.4 – 3.6
		3.3. Электрическое поле в веществе: диэлектрики в электрическом поле	экз. вопросы № 3.7 – 3.13
		3.4. Электрическое поле в веществе: проводники в электрическом поле	экз. вопросы № 3.14– 3.17
		3.5. Постоянный электрический ток	экз. вопросы № 3.18– 3.23
		3.6. Классическая электронная теория электропроводности металлов	экз. вопросы № 3.24
		3.7. Электрический ток в жидкостях, газах и плазме	экз. вопросы № 3.25– 3.26
		3.8. Магнитное поле в вакууме	экз. вопросы № 3.27– 3.33
		3.9. Магнитное поле в веществе	экз. вопросы № 3.34– 3.40
		3.10. Электромагнитные явления	экз. вопросы № 3.41– 3.46
		3.11. Электрические колебания и электромагнитные волны	экз. вопросы № 3.47– 3.52
	4. Оптика	4.1. Интерференция света	экз. вопросы № 4.1 – 4.5
		4.2. Дифракция света. Дифракция Френеля и Фраунгофера	экз. вопросы № 4.6 – 4.10
		4.3. Поляризация света. Закон Малюса. Закон Брюстера	экз. вопросы № 4.11– 4.14
		4.4. Взаимодействие света с веществом. Дисперсия света	экз. вопросы № 4.15– 4.16
		4.5. Тепловое излучение. Законы теплового излучения	экз. вопросы № 4.17 –4.19
		4.6. Фотоэффект. Виды фотоэффекта. Законы внешнего фотоэффекта	экз. вопросы № 4.20
		4.7. Энергия и импульс фотона. Эффект Комптона	экз. вопросы № 4.21 –4.22
	5. Физика атома, атомного ядра и элементарных частиц	5.1. Ядерная модель атома. Теория Бора водородоподобного атома.	экз. вопросы № 5.1 – 5.3
		5.2. Элементы квантовой механики	экз. вопросы № 5.4 – 5.9
		5.3. Физика атомов и молекул	экз. вопросы

				№ 5.10– 5.13
			5.4. Атомное ядро. Состав и характеристики атомного ядра. Ядерные силы	экз. вопросы № 5.14– 5.16
			5.5. Радиоактивность. Закон радиоактивного распада	экз. вопросы № 5.17– 5.18
			5.6. Взаимодействие частиц и ионизирующего излучения с веществом	экз. вопросы № 5.19
			5.7. Ядерная энергетика	экз. вопросы № 5.20– 5.21
			5.8. Термоядерные реакции – основной источник энергии звезд. Космические лучи	экз. вопросы № 5.22–5.23
			5.9. Элементарные частицы. Стандартная модель	экз. вопросы № 5.24
			5.10. Элементы физики твердого тела	экз. вопросы № 5.25– 5.29

2. Вопросы к зачету

№ п/п	Компетенции		ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ	№ и наименование раздела
	Код	Определение		
1	2	3	4	5
1	ОПК-4 ОПК-5	<p>способность к самообразованию и использованию в практической деятельности новых знаний и умений, в том числе в областях знаний, непосредственно не связанных со сферой профессиональной деятельности</p> <p>способность на научной основе организовывать свой труд, самостоятельно оценивать результаты своей деятельности</p>	<p>1.1. Основные характеристики кинематики: материальная точка, система отсчета, траектория, путь и вектор перемещения. Кинематические уравнения</p> <p>1.2. Скорость и ускорение: средняя и мгновенная скорость, ускорение и его составляющие, среднее и мгновенное ускорение.</p> <p>1.3. Ускорение при криволинейном движении. Нормальное и тангенциальное ускорения.</p> <p>1.4. Кинематика вращательного движения. Угловое перемещение, угловая скорость и ускорение.</p> <p>1.5. Связь между линейными и угловыми скоростями и ускорениями.</p> <p>1.6. Сила. Масса тела. Законы Ньютона.</p> <p>1.7. Классификация сил. Гравитационные силы. Закон всемирного тяготения.</p> <p>1.8. Виды деформации. Упругие силы. Закон Гука. Энергия упругой деформации.</p> <p>1.9. Трение. Виды трения.</p> <p>1.10. Момент силы, момент импульса и момент инерции.</p> <p>1.11. Примеры расчета момента инерции твердого тела. Теорема Штейнера.</p> <p>1.12. Основной закон динамики вращательного движения.</p>	1. Механика

		<p>1.13. Импульс тела. Закон сохранения импульса.</p> <p>1.14. Энергия. Работа и мощность силы. Кинетическая энергия.</p> <p>1.15. Поле сил. Консервативные и неконсервативные силы. Потенциальная энергия.</p> <p>1.16. Закон сохранения полной энергии в механике.</p> <p>1.17. Закон сохранения момента импульса.</p> <p>1.18. Кинетическая энергия твердого тела при вращательном и плоском движении. Работа при вращательном движении.</p> <p>1.19. Основные характеристики колебаний: частота, фаза, период, амплитуда.</p> <p>1.20. Скорость, ускорение и энергия частицы, совершающей гармонические колебания.</p> <p>1.21. Сложение двух гармонических колебаний одного направления и одинаковой частоты. Биения.</p> <p>1.22. Сложение двух взаимноперпендикулярных гармонических колебаний с одинаковыми частотами. Фигуры Лиссажу.</p> <p>1.23. Динамика колебаний. Пружинный маятник.</p> <p>1.24. Физический и математический маятники.</p> <p>1.25. Свободные затухающие механические колебания.</p> <p>1.26. Вынужденные механические колебания. Резонанс.</p> <p>1.27. Продольные и поперечные волны. Длина волны. Уравнение плоской и сферической бегущих волн.</p> <p>1.28. Фазовая и групповая скорости волн. Фазовая скорость распространения волн в различных средах.</p> <p>1.29. Энергия и интенсивность упругих волн.</p> <p>1.30. Интерференция механических волн. Стоячие механические волны.</p> <p>1.31. Звуковые волны. Эффект Доплера</p> <p>1.32. Гидростатика жидкостей. Давление в жидкости. Закон Паскаля. Закон Архимеда.</p> <p>1.33. Динамика идеальной жидкости. Уравнение Бернулли. Следствия уравнения Бернулли и его применение.</p> <p>1.34. Принцип относительности и преобразования Галилея. Следствия преобразования Галилея.</p> <p>1.35. Принцип относительности Эйнштейна. Преобразования Лоренца.</p>	
--	--	---	--

			<p>1.36. Пространство и время в СТО. Релятивистская динамика. 1.37. Понятие общей теории относительности (ОТО).</p>	
			<p>2.1. Термодинамический и статический методы исследования. Модель идеального газа и его уравнение состояния. 2.2. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории газа. 2.3. Средняя кинетическая энергия молекул идеального газа. Молекулярно-кинетический смысл температуры. 2.4. Газовые законы при изопроцессах. 2.5. Число степеней свободы. Закон равномерного распределения энергии по степеням свободы молекул. 2.6. Внутренняя энергия идеального газа. Количество теплоты. Первое начало термодинамики. 2.7. Применение первого начала термодинамики к изопроцессам. Работа газа при изопроцессах. 2.8. Адиабатный процесс. Уравнение Пуассона. Работа при адиабатном процессе. 2.9. Теплоемкость вещества и идеального газа. 2.10. Обратимые и необратимые процессы. Круговой процесс (цикл). Принцип действия тепловых и холодильных машин. Коэффициент полезного действия (КПД). 2.11. Цикл Карно и его КПД. Второе начало термодинамики. 2.12. Энтропия, ее статистическое толкование и связь с термодинамической вероятностью. 2.13. Закон Максвелла о распределении молекул идеального газа по скоростям и энергиям теплового движения. 2.14. Распределение Больцмана. Барометрическая формула. 2.15. Явления переноса: диффузия, теплопроводность, внутреннее трение. 2.16. Число столкновений и средняя длина свободного пробега молекул. 2.17. Теплопроводность и диффузия газа и жидкости. Закон Фика. Закон Фурье. 2.18. Вязкость (внутреннее трение) газа и жидкости. Коэффициент вязкости. 2.19. Реальные газы. Изотермы реального газа. Уравнение Ван-дер-Ваальса.</p>	<p>2. Молекулярная физика и термодинамика</p>

Экзаменационные вопросы

№ п/п	Компетенции		ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЕ ВОПРОСЫ	№ и наименование раздела
	Код	Определение		
1	2	3	4	5
1	ОПК-4 ОПК-5	<p>способность к самообразованию и использованию в практической деятельности новых знаний и умений, в том числе в областях знаний, непосредственно не связанных со сферой профессиональной деятельности</p> <p>способность на научной основе организовывать свой труд, самостоятельно оценивать результаты своей деятельности</p>	<p>3.1. Электрический заряд. Закон сохранения электрического заряда. Закон Кулона.</p> <p>3.2 Электрическое поле. Напряженность и силовые линии электрического поля.</p> <p>3.3. Поток вектора напряженности E электростатического поля. Теорема Гаусса и ее применение для расчета напряженности поля.</p> <p>3.4. Электрический потенциал и разность потенциалов. Потенциал поля точечного заряда.</p> <p>3.5. Связь между напряженностью E и потенциалом φ электрического поля. Эквипотенциальные поверхности и их свойства.</p> <p>3.6. Работа электростатического поля. Циркуляция вектора напряженности электростатического поля.</p> <p>3.7. Электрический диполь. Напряженность E и потенциал φ электрического диполя.</p> <p>3.8. Полярные и неполярные диэлектрики. Вектор поляризованности P. Виды поляризации.</p> <p>3.9. Объемные и поверхностные связанные заряды. Поле внутри диэлектрика.</p> <p>3.10. Вектор электрической индукции D. Теорема Гаусса для вектора D.</p> <p>3.11. Граничные условия на границе двух диэлектриков. Полная система уравнений электростатики в интегральной форме.</p> <p>3.12. Применение теоремы Гаусса для расчета напряженности, потенциала и разности потенциалов электростатического поля в изотропных однородных диэлектриках.</p> <p>3.13. Сегнетоэлектрики и их свойства. Пьезоэффект.</p> <p>3.14. Проводники в электрическом поле. Равновесие зарядов на проводнике.</p> <p>3.15. Емкость проводников и конденсаторов. Соединение конденса-</p>	3. Электромагнетизм

		<p>торов.</p> <p>3.16. Энергия заряженных проводников и конденсаторов. Энергия взаимодействия системы точечных зарядов.</p> <p>3.17. Энергия электрического поля. Работа поля при поляризации диэлектрика.</p> <p>3.18. Электрический ток. Условия существования электрического тока. Сила и плотность тока.</p> <p>3.19. Закон Ома для однородного участка цепи. Электрическое сопротивление. Соединение проводников.</p> <p>3.20. Разность потенциалов, электродвижущая сила (ЭДС) и напряжение.</p> <p>3.21. Закон Ома для неоднородного участка цепи и для замкнутой цепи.</p> <p>3.22. Правила Кирхгофа для разветвленных электрических цепей.</p> <p>3.23. Работа силы тока. Мощность тока. КПД источника тока. Закон Джоуля-Ленца.</p> <p>3.24. Природа носителей тока в металлах. Классическая теория электропроводности металлов.</p> <p>3.25. Электрический ток в жидкостях. Законы Фарадея для электролиза. Закон Ома для электролитов.</p> <p>3.26. Электрический ток в газах. Ионизация газов. Виды газовых разрядов. Закон Ома для газов.</p> <p>3.27. Магнитное поле токов. Вектор магнитной индукции.</p> <p>3.28. Закон Био-Савара-Лапласа. Расчет индукции \mathbf{B} магнитных полей, создаваемых токами различной конфигурации.</p> <p>3.29. Сила Ампера. Сила Лоренца. Движение заряженных частиц в магнитных и электрических полях.</p> <p>3.30. Эффект Холла. Циклотрон. Магнетрон.</p> <p>3.31. Магнитный поток Φ_B. Работа проводника с током в однородном магнитном поле.</p> <p>3.32. Циркуляция вектора магнитной индукции \mathbf{B} (закон полного тока). Поле тороида.</p> <p>3.33. Магнитный момент тока. Контур с током в магнитном поле.</p> <p>3.34. Намагничивание вещества. Элементарная теория Ампера намагничивания вещества. Вектор намагниченности \mathbf{J}.</p> <p>3.35. Напряженность \mathbf{H} магнитного по-</p>	
--	--	--	--

			<p>ля. Циркуляция вектора \mathbf{H} (закон полного тока). Магнитная проницаемость.</p> <p>3.36. Вычисление поля в магнетиках.</p> <p>3.37. Уравнения магнитостатики для вещества.</p> <p>3.38. Виды магнетиков и их свойства.</p> <p>3.39. Элементарная теория диа- и парамагнетизма. Гиромагнитное отношение.</p> <p>3.40. Элементарная теория ферромагнетизма. Применение магнитных материалов.</p> <p>3.41. опыты Фарадея. Явление электромагнитной индукции.</p> <p>3.42. Закон электромагнитной индукции (закон Фарадея-Максвелла). Правило Ленца. Вывод закона Фарадея-Максвелла.</p> <p>3.43. Явление самоиндукции. Индуктивность.</p> <p>3.44. Токи при замыкании и размыкании электрической цепи.</p> <p>3.45. Взаимная индукция. Трансформаторы. Токи Фуко.</p> <p>3.46. Энергия магнитного поля. Энергия перемагничивания ферромагнетика.</p> <p>3.47. Вихревое электрическое поле. Токи смещения. Уравнения Максвелла в интегральной форме и их физический смысл.</p> <p>3.48. Свободные незатухающие электрические колебания в колебательном контуре.</p> <p>3.49. Свободные затухающие электрические колебания. Добротность системы.</p> <p>3.50. Вынужденные электрические колебания. Резонанс колебаний.</p> <p>3.51. Переменный электрический ток. Закон Ома. Мощность переменного тока.</p> <p>3.52. опыты Герца. Уравнения электромагнитных волн и их свойства. Шкала электромагнитных волн.</p>	
			<p>4.1. Световая волна. Уравнение плоской волны. Фазовая скорость электромагнитных волн в веществе.</p> <p>4.2. Интерференция световых волн. Понятие когерентности. Разность фаз и оптическая разность хода.</p> <p>4.3. Способы наблюдения интерференции света: опыт Юнга, зеркала Френеля, бипризмы Френеля и др.</p> <p>4.4. Интерференция света при отражении от тонких пластинок (пленок).</p>	<p>4. Оптика</p>

		<p>4.5. Применение интерференции: просветление оптики, интерферометр Майкельсона.</p> <p>4.6. Явление дифракции света. Принцип Гюйгенса-Френеля. Зоны Френеля.</p> <p>4.7. Дифракция света от круглого отверстия и диска.</p> <p>4.8. Дифракция Фраунгофера: дифракция света на одной щели, на N-щелях. Дифракционная решетка.</p> <p>4.9. Дисперсия и разрешающая сила спектрального прибора. Угловая и линейная дисперсия.</p> <p>4.10. Дифракция рентгеновских лучей. Формула Вульфа-Брэггов. Применение дифракции света.</p> <p>4.11. Естественный и поляризованный свет. Закон Малюса.</p> <p>4.12. Поляризация света при отражении и преломлении. Закон Брюстера.</p> <p>4.13. Двойное лучепреломление. Поляризационные приборы.</p> <p>4.14. Вращение плоскости поляризации в оптически активных средах.</p> <p>4.15. Дисперсия света. Нормальная и аномальная дисперсия. Основные положения электронной теории дисперсии света.</p> <p>4.16. Поглощение (абсорбция) света. Коэффициент поглощения. Закон Бугера.</p> <p>4.17. Тепловое излучение и его основные характеристики. Понятие абсолютно черного тела.</p> <p>4.18. Законы Кирхгофа, Стефана-Больцмана, Вина и Релея-Джинса.</p> <p>4.19. Квантовая природа излучения. Формула Планка. Объяснение законов теплового излучения.</p> <p>4.20. Законы внешнего фотоэффекта. Уравнение Эйнштейна. Красная граница фотоэффекта.</p> <p>4.21. Энергия и импульс фотона. Давление света.</p> <p>4.22. Эффект Комптона и его элементарная теория.</p>	
		<p>5.1. Закономерности в атомных спектрах. Формула Бальмера.</p> <p>5.2. Ядерная модель атома Резерфорда. Постулаты Бора.</p> <p>5.3. Теория Бора водородоподобного атома. Недостатки теории Бора.</p> <p>5.4. Гипотеза де Бройля. Дифракция электронов на кристаллах.</p> <p>5.5. Необычные свойства микрочастиц.</p>	<p>5. Физика атома, атомного ядра и элементарных частиц</p>

			<p>Корпускулярно-волновой дуализм.</p> <p>5.6. Волновая функция. Уравнение Шредингера. Смысл Ψ-функции.</p> <p>5.7. Квантование энергии. Полная энергия частицы.</p> <p>5.8. Квантование момента импульса частицы.</p> <p>5.9. Прохождение частицы через потенциальный барьер. Туннельный эффект.</p> <p>5.10. Атом водорода в квантовой механике. Квантовые числа. Понятие кратности вырождения энергетических уровней.</p> <p>5.11. Правило отбора и принцип минимума энергии. Принцип Паули. Распределение электронов по энергетическим уровням атома.</p> <p>5.12. Молекулы: химические связи, понятие об энергетических уровнях. Молекулярные спектры.</p> <p>5.13. Спонтанное и вынужденное излучение. Лазеры.</p> <p>5.14. Основные свойства и строение атомных ядер.</p> <p>5.15. Энергия связи ядер, дефект массы.</p> <p>5.16. Ядерные силы и их свойства.</p> <p>5.17. Радиоактивность. Закон радиоактивного распада</p> <p>5.18. Правила радиоактивного смещения, α-, β-распад, γ-излучение.</p> <p>5.19. Взаимодействие заряженных частиц и ионизирующего излучения с веществом.</p> <p>5.20. Типы ядерных реакций. Деление ядер. Цепная реакция.</p> <p>5.21. Ядерный реактор. Атомная электростанция.</p> <p>5.22. Термоядерный синтез. Проблемы и перспективы управления термоядерного синтеза.</p> <p>5.23. Космические лучи. Типы космических лучей.</p> <p>5.24. Классификация элементарных частиц. Характеристики частиц. Античастицы. Кварки. Кванты фундаментальных взаимодействий. Стандартная модель.</p> <p>5.25. Теплоемкость кристаллов. Теория Эйнштейна. Теория Дебая. Фононы.</p> <p>5.26. Квантовая теория свободных электронов в металле. Электронный газ.</p>	
--	--	--	---	--

			<p>5.27. Энергетические зоны в кристаллах. Металлы, диэлектрики и полупроводники в зонной теории твердых тел.</p> <p>5.28. Собственная и примесная проводимость полупроводников.</p> <p>5.29. Контактные и термоэлектрические явления. Полупроводниковые диоды и триоды.</p>	
--	--	--	--	--

3. Описание показателей и критериев оценивания компетенций

Показатели	Оценка	Критерии
<p>Знать: ОПК-4 – основные естественнонаучные законы, составляющие фундамент современной техники и технологий;</p> <p>ОПК-5 – различные физические и математические модели и стандартные программные средства компьютерного моделирования, основы прикладных дисциплин;</p> <p>Уметь: ОПК-4 – приобретать с помощью информационных технологий и использовать в практической деятельности новые знания и умения;</p> <p>ОПК-5 – анализировать свои возможности, адаптироваться к изменяющимся условиям, переоценивать накопленный опыт;</p> <p>Владеть: ОПК-4 – методами поиска и обработки информации в новой предметной области;</p> <p>ОПК-5 – культурой мышления, обобщать и анализировать информацию, поставить цель и выбрать пути ее достижения;</p>	<p>зачтено</p>	<p>Обучающийся</p> <p>1) знает основные естественнонаучные законы, составляющие фундамент современной техники и технологий; различные физические и математические модели и стандартные программные средства компьютерного моделирования, основы прикладных дисциплин;</p> <p>2) умеет приобретать с помощью информационных технологий и использовать в практической деятельности новые знания и умения; анализировать свои возможности, адаптироваться к изменяющимся условиям, переоценивать накопленный опыт;</p> <p>3) владеет методами поиска и обработки информации в новой предметной области; культурой мышления, обобщать и анализировать информацию, поставить цель и выбрать пути ее достижения;</p>
	<p>не зачтено</p>	<p>Обучающийся</p> <p>1) не знает основные естественнонаучные законы, составляющие фундамент современной техники и технологий; различные физические и математические модели и стандартные программные средства компьютерного моделирования, основы прикладных дисциплин</p> <p>2) не умеет приобретать с помощью информационных технологий и использовать в практической деятельности новые знания и умения; анализировать свои возможности, адаптироваться к изменяющимся условиям, переоценивать накопленный опыт;</p> <p>3) не владеет методами поиска и обработки информации в новой предметной области; культурой мышления, обобщать и анализировать информацию, поставить цель и выбрать пути ее достижения</p>

Показатели	Оценка	Критерии
<p>Знать: ОПК-4 – основные естественнонаучные законы, составляющие фундамент современной техники и технологий;</p> <p>ОПК-5 – различные физические и математические модели и стандартные программные средства компьютерного моделирования, основы прикладных дисциплин;</p> <p>уметь: ОПК-4 – приобретать с помощью информационных технологий и использовать в практической деятельности новые знания и умения</p> <p>ОПК-5 анализировать свои возможности, адаптироваться к изменяющимся условиям, переоценивать накопленный опыт;</p> <p>владеть: ОПК-4 – методами поиска и обработки информации в новой предметной области;</p> <p>ОПК-5 – культурой мышления, обобщать и анализировать информацию, поставить цель и выбрать пути ее достижения;</p>	отлично	<p>обучающийся</p> <p>1) знает основные физические явления и основные законы физики, границы их применимости; основные физические величины и физические константы, их определение, смысл и единицы их измерения; различные физические и математические модели и стандартные программные средства компьютерного моделирования, основы прикладных дисциплин;</p> <p>2) умеет выделять конкретное физическое содержание в прикладных задачах будущей деятельности;</p> <p>3) владеет методами математического описания физических явлений и процессов, определяющих принципы работы различных технических устройств.</p>
	хорошо	<p>обучающийся</p> <p>1) в целом знает основные физические явления и основные законы физики, границы их применимости; основные физические величины и физические константы, их определение, смысл и единицы их измерения; фундаментальные понятия, законы и теории классической и современной физики, но обучающийся допустил не более двух-трех недочётов и может исправить их самостоятельно или с небольшой помощью преподавателя.</p> <p>2) умеет выделять конкретное физическое содержание в прикладных задачах будущей деятельности;</p> <p>3) владеет методами математического описания физических явлений и процессов, определяющих принципы работы различных технических устройств.</p> <p>Но обучающийся допустил не более двух-трех недочётов и может исправить их самостоятельно или с небольшой помощью преподавателя.</p>
	удовлетворительно	<p>Оценки «удовлетворительно» заслуживает обучающийся, обнаруживший знания основного учебного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справляющийся с выполнением практических заданий, предусмотренных программой, знакомых с основной литературой, рекомендованной программой. Оценка «удовлетворительно» выставля-</p>

		ется обучающимся, допустившим погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладающим необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.
	неудовлетворительно	обучающийся 1) не знает основные физические явления и основные законы физики, границы их применимости; основные физические величины и физические константы, их определение, смысл и единицы их измерения; фундаментальные понятия, законы и теории классической и современной физики; 2) не умеет выделять конкретное физическое содержание в прикладных задачах будущей деятельности; 3) не владеет методами математического описания физических явлений и процессов, определяющих принципы работы различных технических устройств.

4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности

Дисциплина «Физика» направлена на ознакомление с фундаментальными физическими законами, теориями, методами классической и современной физики; на получение теоретических знаний и практических навыков использования физических законов и явлений, проведения экспериментальных исследований, ознакомление с современной научной аппаратурой и оценки погрешности измерения для их дальнейшего использования в практической деятельности.

Изучение дисциплины «Физика» предусматривает:

- лекции,
- лабораторные работы;
- практические занятия;
- контрольную работу;
- самостоятельную работу обучающихся;
- зачёт;
- экзамен.

В ходе освоения раздела 1 «Механика» студенты должны уяснить представления об инерциальной системе отсчета, о материальной точке, о массе, силе, механической работе и механической энергии, ознакомиться с понятиями: механическое движение, путь, перемещение, равномерное и неравномерное движение, мгновенная скорость, средняя скорость, ускорение, импульс тела, мощность, КПД простого механизма, амплитуда, период и частота колебаний, поперечные и продольные волны. Изучить законы: первый, второй и третий законы Ньютона, всемирного тяготения, Гука, сохранения импульса тела, сохранения механической энергии. Знать формулы расчёта силы тяжести, силы трения, работы силы, потенциальной и кинетической энергии тела, мощности, КПД, периода колебаний математического, физического и пружинного маятников, длины волны. Получить представления об условии равновесия тел и равновесия рычага, принципом действия гидравлических устройств. Изучить характеристики колебаний и волн. На конкретных примерах обсудить экологические проблемы связанные с изучением механики: строительство высотных сооружений и сейсмическая неустойчивость; механические колебания сооружений, конструкций и их влияние на окружающую среду.

ующую среду; волны на поверхности и в твёрдом теле и др.

В ходе освоения раздела 2 Молекулярная физика и термодинамика студенты должны уяснить представление об идеальном газе, законным которым подчиняется идеальный газ, получить представления о термодинамическом и статистическом методах исследований, Знать основные положения молекулярно кинетической теории, законы термодинамики.

В ходе освоения раздела 3 «Электромагнетизм» студенты должны уяснить основные характеристики электростатического поля: электрический заряд, напряженность, потенциал, взаимосвязь напряженности и потенциала, закон Кулона взаимодействие точечных зарядов, теорему Гаусса. Законы постоянного электрического тока. Характеристики магнитного поля, взаимодействие проводников с током, действие магнитного поля на проводники с током и электрические заряды. Явление электромагнитной индукции, явление самоиндукции.

При освоении раздела 4 «Оптика» студенты получить представления о волновых и квантовых свойствах излучения, гипотезе Планка о квантовании энергии, явлении фотоэффекта, эффекта Комптона, фотонах, волновых свойствах микрочастиц, корпускулярно волновом дуализме микрочастиц, волнах де Бройля.

В ходе освоения раздела 5 «Физика атома, атомного ядра и элементарных частиц» студенты должны получить знания о закономерностях в спектре атома водорода. Рассмотреть теорию атома водорода Н. Бора, постулаты Бора. Значение теории Бора. Получить представление об необычных свойствах микрочастиц в квантовой механике, размерах атомного ядра, его строении, составе, о характеристиках атомного ядра, ядерных силах, дефекте масс и энергии связи ядра. Получить представление об явлении радиоактивности, естественной и искусственной радиоактивности, законе радиоактивного распада, α -, β -, γ - излучении.

Необходимо овладеть навыками и умениями применения полученных знаний для формирования современного физического мышления у обучающихся; создания основ теоретической подготовки в области физики, позволяющей в будущем ориентироваться в потоке научной и технической информации, обеспечивающей им возможность использования физических законов в процессе их работы; формирование правильного понимания границ применимости физических понятий, законов теории и умения оценивать степень достоверности результатов, полученных с помощью эксперимента и теоретических методов исследования.

Подготовка к зачёту заключается в изучении и тщательной проработке учебного материала дисциплины с учетом конспектов лекций, учебников сгруппированном в виде контрольных вопросов для зачёта. Вопросы зачёта, которые остаются неувоенными, необходимо выяснить на консультации. Основные формулы и законы необходимо заучить наизусть.

При подготовке к зачету рекомендуется внимательно прочитать и уяснить суть требований конкретного экзаменационного вопроса. В отдельной тетради на каждый экзаменационный вопрос следует составить краткий план ответа в логической последовательности и с фиксацией необходимого иллюстративного материала (примеры, рисунки, схемы, цифры). Вопросы программы, которые остаются неясными, необходимо написать на полях конспекта, чтобы выяснить на консультации. Основные положения темы (правила, законы, определения и др.) после глубокого осознания их сути следует заучить, повторяя несколько раз.

При подготовке к экзамену рекомендуется внимательно прочитать и уяснить суть требований конкретного экзаменационного вопроса. В отдельной тетради на каждый экзаменационный вопрос следует составить краткий план ответа в логической последовательности и с фиксацией необходимого иллюстративного материала (примеры, рисунки, схемы, цифры). Вопросы программы, которые остаются неясными, необходимо написать на полях конспекта, чтобы выяснить на консультации. Основные положения темы (правила, законы, определения и др.) после глубокого осознания их сути следует заучить, повторяя несколько раз.

Выполнение лабораторных работ помогает лучше понять суть изучаемых теоретических явлений и процессов, а также на практике познакомиться с физическими приборами и методикой физических измерений, что обеспечивает осознанное и прочное усвоение изучаемых основ дисциплины.

При подготовке к контрольной работе происходит закрепление навыков самостоятельной работы, способности использовать полученные теоретические знания при решении различных физических задач.

Самостоятельную работу необходимо начинать с проработки конспекта лекций, лекций делая в нем соответствующие записи из основной и дополнительной литературы, а также рекомендуемых ресурсов и информационно-телекоммуникационной сети «Интернет». Самостоятельная работа создаёт условия для формирования у обучающихся готовность и умения использовать различные средства информации с целью поиска необходимого знания.

В процессе консультации с преподавателем необходимо выяснять вопросы, вызвавшие трудности при самостоятельной работе или недостаточно усвоенные на лекционных, практических и лабораторных занятиях.

Работа с литературой является важнейшим элементом в получении знаний по дисциплине. Прежде всего, необходимо воспользоваться списком рекомендуемой по данной дисциплине литературой. Дополнительные сведения по изучаемым темам можно найти в периодической печати и Интернете.

Предусмотрено проведение аудиторных занятий (в виде лекций, практических и лабораторных занятий) в сочетании с внеаудиторной работой.

АННОТАЦИЯ рабочей программы дисциплины Физика

1. Цель и задачи дисциплины

Целью изучения дисциплины является: создание базы для изучения общепрофессиональных и специальных дисциплин, формирование целостного представления о физических законах окружающего мира в их единстве и взаимосвязи, знакомство с научными методами познания. Формирование у студентов подлинно научного мировоззрения, применение положений фундаментальной физики при создании и использовании новых технологий при разработке, а также при эксплуатации подъемно-транспортных, строительных, дорожных машин и оборудования.

Задачами изучения дисциплины являются:

- получение студентами достаточно широкой теоретической подготовки в области физики, позволяющей ориентироваться в потоке научной и технической информации;
- усвоение основных физических явлений и законов физики, методов физического исследования, являющихся базой при дальнейшем решении производственных задач;
- формирование правильного понимания границ применимости различных физических понятий, законов, теорий и умения оценивать степень достоверности результатов, полученных с помощью экспериментальных методов исследования.

2. Структура дисциплины

2.1 Общая трудоемкость дисциплины составляет 612 часов, 17 зачетных единиц.

2.2 Основные разделы дисциплины:

- 1 – Механика
- 2 – Молекулярная физика и термодинамика
- 3 – Электромагнетизм
- 4 – Оптика
- 5 – Физика атома, атомного ядра и элементарных частиц.

3. Планируемые результаты обучения (перечень компетенций)

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

ОПК-4: способность к самообразованию и использованию в практической деятельности новых знаний и умений, в том числе в областях знаний, непосредственно не связанных со сферой профессиональной деятельности;

ОПК-5: способность на научной основе организовывать свой труд, самостоятельно оценивать результаты своей деятельности;

4. Вид промежуточной аттестации: зачет, экзамен, экзамен

*Протокол о дополнениях и изменениях в рабочей программе
на 20__-20__ учебный год*

1. В рабочую программу по дисциплине вносятся следующие дополнения:

2. В рабочую программу по дисциплине вносятся следующие изменения:

Протокол заседания кафедры № _____ от «___» _____ 20__ г.,
(разработчик)

Заведующий кафедрой _____
(подпись)

(Ф.И.О.)

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО
КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

1. Описание фонда оценочных средств (паспорт)

№ компетенции	Элемент компетенции	Раздел	Тема	ФОС
ОПК-4	способность к самообразованию и использованию в практической деятельности новых знаний и умений, в том числе в областях знаний, непосредственно не связанных со сферой профессиональной деятельности	1. Механика	1.1. Кинематика поступательного и вращательного движения	1 кр
			1.2. Динамика прямолинейного и криволинейного движения	1 кр ЛР 1
			1.3. Деформация тел. Закон Гука. Трение	1 кр
			1.4. Динамика вращательного движения	1 кр ЛР 4 – 7
			1.5. Законы сохранения	1 кр ЛР 2, 3, 8
			1.6. Механические колебания (кинематика колебаний)	1 кр ЛР 7; 8; ЛР 9; 10
			1.7. Механические колебания (динамика колебаний)	1 кр ЛР 9
			1.8. Механические волны	1 кр ЛР 11
			1.9. Механика жидкостей и газов	1 кр
			1.10. Элементы специальной теории относительности (СТО)	1 кр
			1.11. Затухающие и вынужденные механические колебания	1 кр ЛР 10
			1.12. Волны в упругих средах	1 кр, ЛР 11
ОПК-5	способность на научной основе организовывать свой труд, самостоятельно оценивать результаты своей деятельности	2. Молекулярная физика и термодинамика	2.1. Термодинамическая система. Модель идеального газа и его уравнение состояния.	1 кр ЛР № 12
			2.2. Внутренняя энергия идеального газа. Первое начало термодинамики	1 кр ЛР 16
			2.3. Второе начало термодинамики. Энтропия	1 кр ЛР 17
			2.4. Элементы статистической физики	1 кр ЛР 13 – 14
			2.5. Явления переноса в термодинамически неравновесных системах	1 кр ЛР 13,14,16
			2.6. Реальные газы. Уравнение Ван-дер-Ваальса	1 кр ЛР 16
		3. Электромагнетизм	3.1. Электрическое поле в вакууме. Теорема Гаусса	2 кр
			3.2. Электрический потенциал. Работа сил электростатического поля	2 кр
			3.3. Электрическое поле в веществе:	2 кр

		диэлектрики в электрическом поле	
		3.4. Электрическое поле в веществе: проводники в электрическом поле	2 кр
		3.5. Постоянный электрический ток	2 кр ЛР 19, 20
		3.6. Классическая электронная теория электропроводности металлов	2 кр
		3.7. Электрический ток в жидкостях, газах и плазме	2 кр ЛР 22, 23
		3.8. Магнитное поле в вакууме	2 кр ЛР 21, 24
		3.9. Магнитное поле в веществе	2 кр ЛР 25
		3.10. Электромагнитные явления	2 кр ЛР 24, 26
		3.11. Электрические колебания и электромагнитные волны	2 кр ЛР 24, 26
	4. Оптика	4.1. Интерференция света	ЛР 30
		4.2. Дифракция света. Дифракция Френеля и Фраунгофера	ЛР 29
		4.3. Поляризация света. Закон Малюса. Закон Брюстера	ЛР 30
		4.4. Взаимодействие света с веществом. Дисперсия света	ЛР 27
		4.5. Тепловое излучение. Законы теплового излучения	ЛР 33
		4.6. Фотоэффект. Виды фотоэффекта. Законы внешнего фотоэффекта	ЛР 34
		4.7. Энергия и импульс фотона. Эффект Комптона	ЛР 36
	5. Физика атома, атомного ядра и элементарных частиц	5.1. Ядерная модель атома. Теория Бора водородоподобного атома.	ЛР 36
		5.2. Элементы квантовой механики	ЛР 35
		5.3. Физика атомов и молекул	ЛР 36
		5.4. Атомное ядро. Состав и характеристики атомного ядра. Ядерные силы	–
		5.5. Радиоактивность. Закон радиоактивного распада	–
		5.6. Взаимодействие частиц и ионизирующего излучения с веществом	–
		5.7. Ядерная энергетика	–
		5.8. Термоядерные реакции – основной источник энергии звезд	–
		5.9. Элементарные частицы. Стандартная модель	–
		5.10. Элементы физики твердого тела	ЛР 37 – 39
		экс. билеты	

2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций

Показатели	Оценка	Критерии
<p>знать: ОПК-4 – основные естественнонаучные законы, составляющие фундамент современной техники и технологий;</p> <p>ОПК-5 – различные физические и математические модели и стандартные программные средства компьютерного моделирования, основы прикладных дисциплин;</p> <p>уметь: ОПК-4 – приобретать с помощью информационных технологий и использовать в практической деятельности новые знания и умения;</p>	зачтено	<p>обучающийся</p> <p>1) знает основные законы физики; основные физические законы и другие сведения, необходимые для применения в конкретной области;</p> <p>2) умеет проводить физический эксперимент, анализировать результаты эксперимента с привлечением методов математической статистики; применять физико - математические методы для проектирования изделий и технологических процессов в машиностроении с применением стандартных программных средств;</p> <p>3) владеет основными методами теоретического и экспериментального исследования физических явлений, навыками разработки новых и применения стандартных программных средств на базе физико-математических моделей в конкретной предметной области.</p>
<p>ОПК-5 – анализировать свои возможности, адаптироваться к изменяющимся условиям, переоценивать накопленный опыт;</p> <p>владеть: ОПК-4 – методами поиска и обработки информации в новой предметной области;</p> <p>ОПК-5 – культурой мышления, обобщать и анализировать информацию, поставить цель и выбрать пути ее достижения.</p>	не зачтено	<p>обучающийся</p> <p>1) не знает основные законы физики; основные физические законы и другие сведения, необходимые для применения в конкретной области;</p> <p>2) не умеет проводить физический эксперимент, анализировать результаты эксперимента с привлечением методов математической статистики; применять физико - математические методы для проектирования изделий и технологических процессов в машиностроении с применением стандартных программных средств;</p> <p>3) не владеет основными методами теоретического и экспериментального исследования физических явлений, навыками разработки новых и применения стандартных программных средств на базе физико-математических моделей в конкретной предметной области.</p>

Программа составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по специальности 23.05.01.65 Наземные транспортно-технологические средства от «11» августа 2016 г. № 1022

для набора 2017 года и учебным планом ФГБОУ ВО «БрГУ» для очной формы обучения от «03» июля 2018 г. № 413, для заочной формы обучения от «03» июля 2018 г. № 413;

для набора 2018 года и учебным планом ФГБОУ ВО «БрГУ» для очной формы обучения от «03» июля 2018 г. № 413, для заочной формы обучения от «03» июля 2018 г. № 413.

Программу составил:

Махро И.Г., к.ф.-м.н., доцент _____

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры физики от «_____» _____ 20____ г., протокол № _____

И.о. заведующего кафедрой МиФ _____ Медведева О.И.

СОГЛАСОВАНО:

И.о. заведующего выпускающей кафедрой СДМ _____ Фигура К.Н.

Директор библиотеки _____ Сотник Т.Ф.

Рабочая программа одобрена методической комиссией естественнонаучного факультета от «_____» _____ 20____ г., протокол № _____

Председатель методической комиссии ЕН факультета _____ Варданян В.А.

СОГЛАСОВАНО:

Начальник
учебно-методического управления _____ Нежевец Г.П.

Регистрационный № _____