

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

« _____ » декабря 2018 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ФИЗИКА**

Б1.Б.9

НАПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ

05.03.06 Экология и природопользование

ПРОФИЛЬ ПОДГОТОВКИ

Экология

Программа академического бакалавриата

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

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	7
4.3 Лабораторные работы.....	15
4.4 Практические занятия	17
4.5 Контрольные мероприятия: контрольная работа.....	17
5. МАТРИЦА СООТНЕСЕНИЯ РАЗДЕЛОВ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ К ФОРМИРУЕМЫМ В НИХ КОМПЕТЕНЦИЯМ И ОЦЕНКЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	18
6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	19
7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	19
8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО – ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ» НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	20
9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....	20
9.1. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ	20
9.2. Методические указания по выполнению контрольной работы	71
10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ	71
11. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ	71
Приложение 1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.....	75
Приложение 2. Аннотация рабочей программы дисциплины	81
Приложение 3. Протокол о дополнениях и изменениях в рабочей программе	82
Приложение 4. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости по дисциплине.....	83

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

Вид деятельности выпускника

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

Цель дисциплины

Изучение фундаментальных физических законов, теорий, методов классической и современной физики. Формирование навыков владения основными приёмами и методами решения прикладных проблем. Формирование навыков проведения научных исследований, ознакомление с современной научной аппаратурой. Ознакомление с историей физики и ее развитием, а так же с основными направлениями и тенденциями развития современной физики.

Задачи дисциплины

Задача дисциплины физики состоит в формировании у обучающихся способностей использовать основные законы и фундаментальные понятия в профессиональной деятельности, уметь применять полученные знания при изучении других дисциплин и в прикладных задачах профессиональной деятельности, владеть современной научной аппаратурой и навыками ведения физического эксперимента.

Код компетенции	Содержание компетенций	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
1	2	3
ОПК-2	Владение базовыми знаниями фундаментальных разделов физики, в объеме, необходимом для освоения физических основ в экологии и природопользования; владение знаниями о современных динамических процессах в природе и техносфере, о состоянии геосфер Земли; владение навыками идентификации и описания биологического разнообразия, его оценки современными методами количественной обработки информации	знать: - фундаментальные разделы физики, современные динамические процессы в природе и техносфере, состояние геосфер Земли уметь: - выявить естественнонаучную сущность проблемы в ходе профессиональной деятельности и применять соответствующий физико-математический аппарат для ее решения владеть: - навыками идентификации и описания биологического разнообразия, его оценки современными методами количественной обработки информации.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина Б1.Б.9 физика относится к базовой части

Дисциплина физика базируется на знаниях, полученных при изучении учебных дисциплин основных общеобразовательных программ.

Основываясь на изучении дисциплин, физика представляет основу для изучения дисциплин: безопасность жизнедеятельности, учение об атмосфере, учение о гидросфере, учение о биосфере.

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

3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМА ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Распределение объема дисциплины по формам обучения

Форма обучения	Курс	Семестр	Трудоемкость дисциплины в часах						Контрольная работа	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	1	108	34	17	17	-	38	1к	Экзамен
Заочная	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Заочная (ускоренное обучение)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Очно-заочная	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

3.2. Распределение объема дисциплины по видам учебных занятий и трудоемкости

Вид учебных занятий	Трудо- емкость (час.)	в т.ч. в интерактив- ной, актив- ной, иннова- ционной формах, (час.)	Распределение по семестрам, час
			2
1	2	3	4
I. Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего)	34	18	34
Лекции (Лк)	17	6	17
Лабораторные работы (ЛР)	17	12	17
Практические занятия (ПЗ)	-	-	-
Контрольная работа	+	-	+
Групповые (индивидуальные) консультации*	+	-	+
II. Самостоятельная работа обучающихся (СР)	38	-	38
Подготовка к лабораторным работам	16	-	16
Подготовка к практическим занятиям	-	-	-
Подготовка к экзамену в течение семестра	17	-	17
Выполнение контрольной работы	5	-	5
III. Промежуточная аттестация экзамен	36	-	36
Общая трудоемкость дисциплины	час.	108	108
	зач. ед.	3	3

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Распределение разделов дисциплины по видам учебных занятий

- для очной формы обучения:

№ раз- дела и темы	Наименование раздела и тема дисциплины	Трудо- ем- кость, (час.)	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость; (час.)			
			учебные занятия			самостоя- тельная работа обучаю- щихся
			лекции	лабора- торные работы	практи- ческие занятия	
1	2	3	4	5	6	7
1.	Механика	10	2	3	-	5
1.1	Кинематика поступательного и вращательного движения	2	0,5	1	-	0,5
1.2	Динамика поступательного движения.	3	0,5	1	-	1,5
1.3	Динамика вращательного движения.	3	0,5	1	-	1,5
1.4	Гидромеханика. Движение жидкости. Вязкость	2	0,5	-	-	1,5

2.	Колебания и волны	10	2	2	-	6
2.1	Механические колебания. Маятники.	2	0,5	-	-	1,5
2.2	Сложение гармонических колебаний	3	0,5	1	-	1,5
2.3	Затухающие и вынужденные механические колебания	3	0,5	1	-	1,5
2.4	Волны. Звуковые волны.	2	0,5	-	-	1,5
3.	Молекулярная физика и термодинамика	10	2	2	-	6
3.1	Молекулярно-кинетическая теория. Основное уравнение МКТ	4	1	1	-	2
3.2	Явления переноса	2	-	-	-	2
3.3	Законы термодинамики	4	1	1	-	2
4.	Электродинамика	12	3	3	-	6
4.1	Электростатическое поле	2	1	1	-	-
4.2	Электрический ток.	2	0,5	-	-	1,5
4.3	Магнитное поле	4	0,5	-	-	3,5
4.4	Электродинамическая индукция	2	0,5	1	-	0,5
4.5	Электродинамические колебания	2	0,5	1	-	0,5
5.	Оптика	10	3	3	-	4
5.1	Электродинамические волны	1	0,5	0,5	-	-
5.2	Элементы геометрической оптики	1	0,5	0,5	-	-
5.3	Интерференция световых волн	2	0,5	-	-	1,5
5.4	Дифракция света. Дифракция Френеля и Фраунгофера	2	0,5	-	-	1,5
5.5	Поляризация света. Закон Малюса. Закон Брюстера	2	0,5	1	-	0,5
5.6	Взаимодействие света с веществом. Дисперсия света	2	0,5	1	-	0,5
6.	Квантовая физика	10	2,5	2	-	5,5
6.1	Тепловое излучение	2	0,5	-	-	1,5
6.2	Фотоэффект	2	0,5	-	-	1,5
6.3	Строение атома. Теория атома водорода по Бору	2	0,5	-	-	1,5
6.4	Гипотеза де Бройля. Корпускулярно-волновой дуализм.	2	0,5	1	-	0,5
6.5	Соотношение неопределенностей Гейзенберга.	2	0,5	1	-	0,5
7.	Физика атомного ядра	10	2,5	2	-	5,5
7.1.	Размер, состав и заряд атомного ядра	2	0,5	-	-	1,5
7.2.	Дефект массы и энергия связи	2	0,5	-	-	1,5
7.3.	Ядерные силы	2	0,5	-	-	1,5
7.4.	Закон радиоактивного распада	2	0,5	1	-	0,5
7.5.	α -, β - распад. γ - излучение	2	0,5	1	-	0,5
	ИТОГО	72	17	17	-	38

4.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам и темам

Раздел 1. МЕХАНИКА

Тема 1.1. Кинематика поступательного и вращательного движения

Интерактивная форма занятия: лекция с текущим контролем (0,5 час)

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 понятия кинематики: материальная точка, система отсчета, траектория, путь и вектор перемещения.

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

4) Кинематические уравнения различных видов движения.

5) Кинематика вращательного движения материальной точки: угловая скорость, угловое ускорение, период и частота вращения.

6) Связь между линейными и угловыми скоростями и ускорениями.

Тема 1.2. Динамика поступательного движения

Интерактивная форма занятия: лекция с текущим контролем (0,5 час)

1) Первый закон Ньютона. Понятие инерциальной системы отсчета.

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

3) Третий закон Ньютона.

4) Границы применимости законов Ньютона.

5) Классификация сил.

6) Силы упругости: типы деформации тел. Характеристики упругих деформаций: механическое напряжение, относительное удлинение, тангенциальный сдвиг. Закон Гука, энергия упругой деформации.

7) Силы трения: виды трения, сухое трение и его разновидности (трение покоя, трение скольжения, трение качения); вязкое трение.

8) Сила тяжести и вес. Понятие невесомости.

9) Гравитационные силы. Закон всемирного тяготения. Космические скорости.

10) Импульс тела. Закон сохранения импульса и его связь с однородностью пространства.

Примеры применения закона сохранения импульса.

11) Энергия – универсальная количественная мера всех форм (видов) движения материи. Виды энергии и их взаимопревращаемость.

12) Работа и мощность механической силы. Работа постоянной и переменной силы.

13) Кинетическая энергия. Изменение кинетической энергии тела.

14) Поле сил (стационарное, нестационарное). Понятие потенциального поля:

15) Консервативные и неконсервативные (диссипативные) силы, примеры.

16) Потенциальная энергия тела (частицы).

17) Потенциальная энергия тела, находящегося в однородном поле силы тяжести.

18) Потенциальная энергия упруго деформированного тела. Связь между потенциальной энергией и консервативной силой.

19) Закон сохранения полной механической энергии.

20) Соударение тел.

Тема 1.3. Динамика вращательного движения

Лекция 0,5 (час)

Интерактивная форма занятия: лекция с текущим контролем (1 час)

1) Момент силы материальной точки относительно оси вращения и твердого тела.

2) Понятие момента инерции материальной точки и твердого тела относительно неподвижной оси вращения.

3) Примеры расчета момента инерции однородного изотропного диска (сплошного цилиндра), длинного тонкого однородного стержня, однородного шара, тонкого однородного кольца (обруча), полого и сплошного цилиндров.

4) Теорема Штейнера и ее применение.

5) Закон вращательного движения материальной точки и твердого тела относительно неподвижной точки и относительно неподвижной оси. Частные случаи закона вращательного движения, примеры решения задач.

6) Момент импульса материальной точки и твердого тела относительно неподвижной оси. Единицы измерения.

7) Закон сохранения момента импульса, частные случаи его применения.

8) Кинетическая энергия материальной точки и твердого тела при вращательном движении относительно неподвижной оси.

9) Работа при вращательном движении.

Тема 1.4. Гидромеханика. Движение жидкости. Вязкость

Лекция (0,5 час)

1) Стационарная жидкость. Идеальная жидкость. Давление жидкости. Закон Паскаля.

2) Давление на глубине жидкости. Закон Архимеда. Гидравлический пресс.

3) Течение жидкости. Линии тока. Трубка тока. Стационарное течение жидкости. Уравнение неразрывности струи. Уравнение Бернулли. Уравнение Бернулли для горизонтальной трубки тока.

4) Течение реальных жидкостей. Вязкость. Силы трения при течении жидкости. Градиент скорости. Сила трения между слоями жидкости. Формула Ньютона. η - коэффициент динамической вязкости и его физический смысл. Зависимость вязкости от температуры. Вязкость жидкостей. Вязкость газов.

5) Течение жидкости: ламинарное и турбулентное течение. Формула Пуазейля. Турбулентное или вихревое течение. Число Рейнольдса Re .

Раздел 2. КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ

Тема 2.1. Механические колебания. Маятники

Лекция (0,5 час)

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

2) Скорость и ускорение материальной точки, совершающей гармонические колебания.

3) Кинетическая, потенциальная и полная энергия материальной точки, совершающей гармонические колебания.

4) Дифференциальное уравнение гармонических колебаний. Понятие гармонического осциллятора.

5) Пружинный маятник.

6) Физический и математический маятники.

7) Вывод формул для частоты и периода колебаний.

Тема 2.2. Сложение гармонических колебаний

Лекция (0,5 час)

1) Сложение двух однонаправленных гармонических колебаний одинаковой частоты. Биения.

2) Сложение двух взаимно-перпендикулярных гармонических колебаний с одинаковыми частотами. Фигуры Лиссажу.

Тема 2.3. Затухающие и вынужденные механические колебания

Лекция (0,5 час)

- 1) Дифференциальное уравнение гармонических колебаний. Понятие гармонического осциллятора.
- 2) Дифференциальное уравнение свободных затухающих колебаний. Собственная частота колебаний системы. Коэффициент сопротивления и коэффициент затухания.
- 3) Решение дифференциального уравнения свободных затухающих колебаний. Амплитуда, период и частота затухающих колебаний системы. Понятие времени релаксации и логарифмического коэффициента затухания.
- 4) Дифференциальное уравнение вынужденных колебаний. Амплитуда и фаза вынужденных колебаний. Резонанс.

Тема 2.4. Волны. Звуковые волны

Лекция (0,5 час)

- 1) Волны: механические и электромагнитные волны. Продольные и поперечные волны.
- 2) Распространение механических волн. Волновая поверхность.
- 3) Уравнение плоской волны. Длина волны. Волновое число. Скорость волны групповая и фазовая.
- 4) Свойства волн: интерференция, дифракция.
- 5) Стоячие волны. Уравнение стоячей волны. Амплитуда стоячей волны.
- 6) Звуковые волны.
- 7) Электромагнитные волны.

Раздел 3. МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА ТИ ТЕРМОДИНАМИКА

Тема 3.1. Молекулярно-кинетическая теория. Основное уравнение МКТ

Лекция (1 час)

- 1) Статистический и термодинамический методы. Термодинамическая система. Замкнутая термодинамическая система. Физические параметры термодинамической системы: объём системы, давление, температура, масса, плотность и т.д. Процесс. Равновесный и неравновесный процессы.
- 2) Основные положения МКТ.
- 3) Основное уравнение МКТ. Связь давления и температуры газа.
- 4) Молекулярно-кинетический смысл температуры.
- 5) Изопрцессы: изотермический ($T = const$), изобарный ($p = const$), изохорный ($V = const$).
- 6) Идеальный газ. Уравнение состояния идеального газа.
- 7) Законы идеального газа. Закон Бойля-Мариотта. Закон Гей-Люссака. Закон Шарля. Закон Дальтона. Объединенный газовый закон.

Тема 3.2. Явления переноса

Лекция (0,5 час)

- 1) Явления переноса. Диффузия (перенос массы), Закон Фика. Коэффициент диффузии, его физический смысл.
- 2) Явление теплопроводности. Перенос энергии. Градиент температуры. Закон Фурье. Количество перенесенной теплоты. Коэффициент теплопроводности. Его физический смысл.
- 3) Длина свободного пробега молекул. Эффективный диаметр молекул. Зависимость эффективного диаметра от температуры газа. Средняя длина свободного пробега молекулы.
- 4) Концентрации молекул.

Тема 3.3. Законы термодинамики

Лекция (0,5 час)

- 1) Внутренняя энергия. Теплообмен. Количество теплоты. Первый закон термодинамики. Вечный двигатель 1-го рода.
- 2) Работа идеального газа.
- 3) Применение первого закона термодинамики к изопроцессам.
- 4) Работа газа в изопроцессах.
- 5) Число степеней свободы. Теорема о распределении энергии по степеням свободы.
- 6) Внутренняя энергия идеального газа.
- 7) Теплоёмкость идеального газа. Удельная и молярная теплоёмкость. Связь удельной и молярной теплоёмкости. Теплоёмкость при постоянном давлении и постоянном объёме.
- 8) Адиабатный процесс.
- 9) Первый закон термодинамики для адиабатного процесса.
- 10) Уравнение Пуассона для адиабатного процесса. Показатель адиабаты. Работа адиабатного процесса.
- 11) Круговой процесс. Тепловой двигатель. КПД. Цикл Карно.
- 12) Энтропия. Неравенство Клаузиуса. Второй закон термодинамики.
- 13) Значение второго закона термодинамики.
- 14) Третий закон термодинамики.

Раздел 4. ЭЛЕКТРОМАГНЕТИЗМ

Тема 4.1. Электростатическое поле

Лекция (0,5 час)

Интерактивная форма занятия: лекция- диспут (дискуссии) (1 час)

- 1) Электрический заряд Q , q . Виды заряда. Взаимодействие зарядов. Дискретность заряда. Закон сохранения электрического заряда.
- 2) Точечный заряд. Закон Кулона.
- 3) Понятие электрического поля. Графическое представление электрического поля. Силовые линии. Поле точечного заряда.
- 4) Характеристики электрического поля: вектор напряженности и потенциал.
- 5) Принцип суперпозиции полей. Напряженность поля точечного заряда. Поток вектора напряженности.
- 6) Теорема Гаусса. Применение теоремы Гаусса. Напряженность бесконечно заряженной плоскости. Напряженность бесконечно заряженной нити. Линейная плотность заряда. Напряженность двух разноименно заряженных бесконечных плоскостей. Поверхностная плотность заряда. Напряженность заряженной сферы.
- 7) Работа электрического поля по перемещению заряда. Работа электрического поля по удалению (сближению) двух точечных зарядов. Циркуляция вектора напряженности.
- 8) Потенциал поля точечного заряда. Работа электрического поля. Напряжение. Принцип суперпозиции.
- 9) Эквипотенциальные поверхности. Связь напряженности и потенциала.
- 10) Электрический диполь. Плечо диполя. Электрический момент электрического диполя.
- 11) Диэлектрики в электрическом поле. Типы диэлектриков: полярный, неполярный, ионный. Виды поляризации: электронная, ориентационная, ионная. Диэлектрическая проницаемость среды. Сегнетоэлектрики. Пьезоэффект.
- 12) Электрическое смещение. Теорема Гаусса для электрического поля в диэлектрике.
- 13) Проводники в электрическом поле. Индуцированные заряды. Напряженность внутри проводника.
- 14) Электроёмкость проводника. Электроёмкость шара, сферы. Конденсаторы. Виды конденсаторов: плоский, цилиндрический, сферический. Зарядка, разрядка

конденсаторов.

15) Соединение конденсаторов: последовательное и параллельное соединение.

16) Энергия заряженного конденсатора. Энергия заряженного проводника. Энергия электрического поля.

Тема 4.2. Электрический ток

Лекция (0,5 час)

- 1) Электрический ток. Постоянный и переменный электрический ток. Направление тока.
- 2) Сила тока. Плотность тока.
- 3) Закон Ома для однородного участка цепи.
- 4) Сопротивление проводника. Зависимость сопротивления проводника от его геометрических размеров и вида материала проводника. Удельная проводимость, удельное электрическое сопротивление.
- 5) Зависимость сопротивления проводника от температуры. Сверхпроводимость.
- 6) Закон Ома в дифференциальной форме.
- 7) Электродвижущая сила. ЭДС. Источники тока. Сторонние силы. Однородный и неоднородный участок цепи. Работа сторонних сил. Напряжение.
- 8) Работа электрического тока.
- 9) Закон Джоуля-Ленца. Мощность электрического тока.
- 10) Закон Джоуля-Ленца в дифференциальной форме.
- 11) Закон Ома для неоднородного участка цепи.
- 12) Закон Ома для замкнутой цепи.
- 13) Соединение сопротивлений: последовательное и параллельное.

Тема 4.3. Магнитное поле

Лекция (0,5 час)

- 1) Опыты Ампера и Эрстеда.
- 2) Магнитное поле токов. Вектор магнитной индукции. Силовые линии магнитного поля.
- 3) Закон Био-Савара-Лапласа. Расчет индукции магнитных полей, создаваемых токами различной конфигурации.
- 4) Сила Ампера. Сила Лоренца. Движение заряженных частиц в магнитных и электрических полях.
- 5) Магнитный поток Φ_B . Работа проводника с током в однородном магнитном поле.
- 6) Циркуляция вектора магнитной индукции \vec{B} (закон полного тока). Поле соленоида и тороида.
- 7) Магнитный момент тока. Контур с током в однородном и неоднородном магнитном поле.
- 8) Намагничивание вещества. Вектор намагниченности.
- 9) Напряженность \vec{H} магнитного поля. Циркуляция вектора \vec{H} (закон полного тока). Магнитная проницаемость.
- 10) Виды магнетиков и их свойства. Элементарная теория диа- и парамагнетизма.

Тема 4.4. Электромагнитная индукция

Лекция (0,5 час)

- 1) Опыты Фарадея. Явление электромагнитной индукции.
- 2) Закон электромагнитной индукции. Правило Ленца.
- 3) ЭДС индукции в движущемся проводнике.
- 4) ЭДС индукции в неподвижном проводнике.
- 5) Явление самоиндукции. Индуктивность.

- 6) Взаимная индукция.
- 7) Энергия магнитного поля.
- 8) Вихревое электрическое поле. Токи смещения. Уравнения Максвелла в интегральной

Тема 4.5. Электромагнитные колебания

Лекция (0,5 час)

- 1) Свободные незатухающие электрические колебания в колебательном контуре.
- 2) Свободные затухающие электрические колебания. Добротность системы.
- 3) Вынужденные электрические колебания. Резонанс.
- 4) Переменный электрический ток. Закон Ома. Мощность переменного тока.

. Раздел 5. ОПТИКА

Тема 5.1. Электромагнитные волны

Лекция (0,5 час)

- 1) Уравнения электромагнитных волн.
- 2) Опыты Герца по исследованию электромагнитных волн.
- 3) Энергия, импульс и давление электромагнитных волн.
- 4) Шкала электромагнитных волн.

Тема 5.2. Элементы геометрической оптики

Лекция (1 час)

- 1) Основные законы геометрической оптики:
 - закон прямолинейного распространения света;
 - закон независимости световых пучков;
 - закон отражения света;
 - закон преломления света.
- 2) Абсолютный и относительный показатели преломления
- 3) Явление полного отражения и его применение

Тема 5.3. Интерференция световых волн

Лекция (0,5 час)

- 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 5.4. Дифракция света. Дифракция Френеля и Фраунгофера

Лекция (0,5 час)

- 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 5.5. Поляризация света. Закон Малюса.

Лекция (0,5 час)

- 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 5.6. Дисперсия света.

Лекция (0,5 час)

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

Раздел 6. КВАНТОВАЯ ФИЗИКА

Тема 6.1. Тепловое излучение

Лекция (0,5 час)

- 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 6.2. Фотоэффект

Лекция (0,5 час)

- 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 6.3. Строение атома. Теория атома водорода по Бору

Лекция (0,5 час)

- 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 6.4. Гипотеза де Бройля. Корпускулярно-волновой дуализм.

Лекция (0,5 час)

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) Формула де Бройля.
- 3) Необычные свойства микрочастиц. Корпускулярно-волновой дуализм.

Тема 6.5. Соотношение неопределенностей Гейзенберга

Лекция (0,5 час)

- 1) Необычные свойства частиц.
- 2) Соотношение неопределенностей Гейзенберга:
 - для координаты и импульса микрочастицы;
 - для энергии и времени

Раздел 7. ФИЗИКА АТОМНОГО ЯДРА

Тема 7.1. Размер, состав и заряд атомного ядра

Лекция (0,5 час)

- 1) Состав и характеристики атомного ядра: зарядовые и массовые числа;
- 2) изотопы;
- 3) размеры ядер; спин.
- 4) протон, нейтрон – их свойства;
- 5) изобары.

Тема 7.2. Дефект массы и энергия связи

Лекция (0,5 час)

1. Масса и энергия связи ядра.
2. Дефект массы.
3. Удельная энергия связи;
4. Зависимость удельной энергии связи от массового числа.
5. Модели атомного ядра.

Тема 7.3. Ядерные силы

Лекция (0,5 час)

1. Ядерные силы. Сильное взаимодействие.
2. Свойства ядерных сил.
3. π -мезоны (пионы) – носители ядерных сил.

Тема 7.4. Закон радиоактивного распада

Лекция (0,5 час)

1. Радиоактивность. Естественная и искусственная радиоактивность.
2. Закон радиоактивного распада.
3. Постоянная распада.
4. Период полураспада.

5. Время релаксации.
6. Активность нуклида.
7. Реакция эндотермическая и экзотермическая

Тема 7.5. α -, β - распад. γ - излучение

Лекция (0,5 час)

1. α - частицы. Свойства α - излучения.
2. α - распад.
3. Бета- частицы. Свойства бета – излучения.
4. Бета- распад: бета -плюс -распад и бета –минус- распад.
5. Электронный захват.
6. Гамма –излучение. Свойства гамма излучения.
7. Ионизация вещества гамма излучением.
8. Воздействие на человека.

4.3. Лабораторные работы

<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 модуля кручения и модуля сдвига с помощью крутильного маятника.	0,5	Разбор конкретных ситуаций (1 час.)
2	1.	Определение скорости пули при помощи баллистического крутильного маятника	0,5	
3	1.	Определение скорости полета пули с помощью баллистического маятника.	0,5	Тренинг в малой группе (1 час.)
4	1.	Проверка основного уравнения динамики вращательного движения.	0.5	
5	1.	Маятник Максвелла.	0.5	Разбор конкретных ситуаций (1 час.)
6	1.	Проверка закона сохранения механической энергии.	0.5	
7	1.	Проверка теоремы Штейнера методом линеаризации экспериментальной кривой.	0.5	Тренинг в малой группе (1 час.)
8	2.	Градуировка звукового генератора.	0.5	
9	2.	Математический маятник.	0.5	Разбор конкретных ситуаций (1 час.)
10	3.	Определение динамической вязкости жидкости при слоистом течении по узкой трубке.	0.5	
11	3.	Определение вязкости жидкости методом Стокса.	0.5	Тренинг в малой группе (1 час.)
12	3.	Определение коэффициента поверхностного	0.5	

		натяжения по высоте поднятия жидкости в капиллярных трубках		
13			0.5	Тренинг в малой группе (1 час.)
14	3.	Определение коэффициента поверхностного натяжения жидкости	0.5	
15	3.	Определение изменения энтропии реальных систем.	0.5	Тренинг в малой группе (1 час.)
16	4.	Измерение величины электрического сопротивления с помощью R моста Уитстона	0.5	
17	4.	Изучение работы электронного осциллографа.	0.5	Разбор конкретных ситуаций (1 час.)
18	4.	Изучение электростатического поля.	0.5	
19	4.	Определение горизонтальной составляющей напряженности магнитного поля Земли.	0.5	Разбор конкретных ситуаций (1 час.)
20	4.	Изучение стабилитрона и снятие его характеристик.	0.5	
21	4.	Изучение вакуумного диода и определение удельного заряда электрона.	0.5	-
22	4.	Изучение работы полупроводниковых диодов	0.5	-
23	4.	Определение кривой намагничивания и петли гистерезиса с помощью электронного осциллографа.	0.5	-
24	4.	Затухающие электрические колебания	0.5	-
25	5.	Изучение зависимости показателя преломления раствора от его концентрации.	0.5	-
26	5.	Определение показателя преломления вещества при помощи микроскопа.	0.5	-
27	5.	Определение длины световой волны при помощи дифракционной решетки.	0.5	-
29	5.	Исследование дифракции Фраунгофера.	0.5	Тренинг в малой группе (1 час.)
30	5.	Изучение явления поляризации света.	0.5	
31	6.	Определение постоянной Стефана-Больцмана и постоянной Планка при помощи оптического пирометра	0.5	-
32	5.	Исследование селективного фотоэффекта.	0.5	Разбор конкретных ситуаций (1 час.)
33	6.	Исследование внешнего фотоэффекта.	0.5	
34	7.	Качественный спектральный анализ.	0.5	-
		ИТОГО	17	12

4.4 Практические занятия

Не предусмотрено.

4.5 Контрольные мероприятия: контрольная работа

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: включает следующие разделы физики: «механика», «гидромеханика», «молекулярная физика и термодинамика», «Электричество и магнетизм», «колебания и волны», «квантовая механика», «физика атомного ядра».

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

Оценка	Критерии оценки контрольной работы
отлично	- контрольная работа выполнена полностью; - в логических рассуждениях и обосновании решения задачи нет пробелов и ошибок; - в решении нет математических ошибок (возможна одна неточность, описка, не являющаяся следствием незнания или непонимания учебного материала).
хорошо	- контрольная работа выполнена полностью, но обоснования шагов решения недостаточны; - допущена одна ошибка или два-три недочёта при выводе формулы, в рисунках.
удовлетворительно	-выполнено не менее 2/3 всей работы; - допущены более одной ошибки или более двух – трёх недочётов в при выводе формул в решении задач, при 39 пояснениях в решении задачи, в рисунках..
неудовлетворительно	-число ошибок и недочётов превысило норму для оценки «3» -правильно выполнено менее 2/3 всей работы; -работа выполнена не самостоятельно

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

<i>№, наименование разделов дисциплины</i>	<i>Компетенции</i>	<i>Кол-во часов</i>	<i>Компетенции</i>	Σ <i>комп.</i>	$t_{ср}$, час	<i>Вид учебной работы</i>	<i>Оценка результатов</i>
			<i>ОПК-2</i>				
1		2	3	4	5	6	7
1. Механика		24	+	1	24	Лк, ЛР, ПЗ, СР	1кр, экзамен
2. Колебания и волны		18	+	1	18	Лк, ЛР, ПЗ, СР	1кр, экзамен
3. Молекулярная физика и термодинамика		16	+	1	16	Лк, ЛР, ПЗ, СР	1кр, экзамен
4. Электромагнетизм		24	+	1	24	Лк, ЛР, ПЗ, СР	1кр, экзамен
5. Оптика		22	+	1	22	Лк, ЛР, СР	1кр, экзамен
6. Квантовая физика		20	+	1	20	Лк, ЛР, СР	1кр, экзамен
7. Физика атомного ядра		20	+	1	20	Лк, ЛР, СР	1кр, экзамен
<i>всего часов</i>		144	144	1	144		

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

1. 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.
2. 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.
3. Рудя, С.С. Физика. Оптика: методические указания по лабораторным работам / С.С. Рудя, Е.Т. Агеева, И.Г. Махро.- Братск: БрГУ, 2016.- 164 с.
4. Ким, Д. Электромагнетизм: курс лекций / Д. Ким, А.А. Кропотов, Д.И. Левит. - Братск: БрГУ, 2016.- 412 с.
5. Геращенко, Л.А. Физика: сборник тестовых заданий/ Л.А. Геращенко, Е.Т. Агеева.- Братск: БрГУ, 2015.-64 с.
6. Физика. Молекулярная физика и термодинамика: лабораторный практикум/ Д.Б.Ким и др. - Братск: БрГУ, 2014. -112с.
7. 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.
8. Физика: методические указания и контрольные задания для бакалавров ЗФО технических профилей/ Д.Б. Ким и др.- Братск: БрГУ, 2013.-140 с.
9. Ким, Д.Б.. Физика атомного ядра и элементарных частиц: учеб. пособие/ Д. Ким, Д.И. Левит. - Братск: БрГУ, 2012.-145 с.
10. Физика. Методические указания к выполнению контрольной работы для студентов обучающихся по сокращенным образовательным программам /Д. Б. Ким и др.- Братск: БрГУ, 2012.-125 с.

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

№	Наименование издания (автор, заглавие, выходные данные)	Вид занятия	Количество экземпляров в библиотеке, шт.	Обеспеченность, (экз./ чел.)
1	2	3	4	5
Основная литература				
1.	Трофимова Т.И. Курс физики: учебное пособие для инженерно-технических специальностей вузов/Т.И. Трофимова. - 22-е стереотипное - Москва: Академия, 2016.-560 с.	Лк, ЛР, СР, ПЗ, кр	150	1
2.	Детлаф А.А. Курс физики: учебное пособие для студентов вузов/ А.А. Детлаф, Б.М. Яварский.-7-е изд., стер.- М.: Академия, 2008.- 720 с.	Лк, ЛР, СР, ПЗ, кр	100	1
Дополнительная литература				
3.	Трофимова Т.И. Физика 500 основных законов и формул. Справочник для студ. вузов/ Т.И. Трофимова. - 6-е изд., стереотип. - М.: Высшая школа, 2007.-63 с.	Лк, ЛР, СР, ПЗ, кр	5	0,25
4.	Иродов И.Е. Электромагнетизм. Основные законы: учеб. Пособие для вузов/ И.Е. Иродов. - 6-е изд.- М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2007.-319 с.	Лк, ЛР, СР, ПЗ	10	1

5.	Трофимова Т.И. Курс физики: учебное пособие для вузов/ Т.И. Трофимова. -12 изд., стереотип. - М.: Академия, 2006.-560 с.	Лк, ЛР, СР, ПЗ, кр	95	1
6.	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, 2006.-328 с.	ПЗ, кр	99	1
7.	Савельев И.В. Курс общей физики. В 3 т Т. 1-3: учебник для втузов/ И.В. Савельев.- Москва: Наука, 1987- . Т.1: Механика. Молекулярная физика. -3-е изд., испр. -432 с.	Лк, ЛР, СР, ПЗ	97	1
8.	Савельев И.В. Курс общей физики. В 3 т Т. 1-3: учебник для втузов/ И.В. Савельев.- Москва: Наука, 1988 - . Т.2: Электричество и магнетизм. Волны. Оптика.- 3-е изд., испр. - 496 с.	Лк, ЛР, СР	97	1
9.	Савельев И.В. Курс общей физики. В 3 т Т. 1-3: учебное пособие/ И.В. Савельев.- Москва: Наука, 1987- . Т.3: Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела атомного ядра и элементарных частиц. - 317 с.	Лк, ЛР, СР, ПЗ	101	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/> .
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/ 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.

Образец оформления отчёта по лабораторной работе

Лист 1

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«БРАТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра физики

Лабораторная работа № 106

Определение скорости полета пули с помощью
баллистического маятника

ОТЧЕТ

Выполнил:
студент гр. УИ -15

Д.С. Иванов

Руководитель:
ст.преподаватель

Д.И. Левит

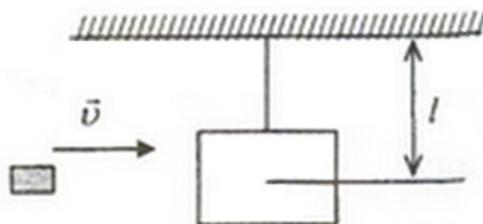
Братск 2016

Цель работы:

определение скорости полета пули с помощью баллистического маятника с использованием законов сохранения импульса и энергии.

Приборы и принадлежности:

баллистический маятник,
шкала (цена деления = 1 мм),
пружинный пистолет,
пуля,
измерительная линейка (цена деления = 1 мм)

Принципиальная схема рабочей установки:

Тяжелое тело, подвешенное на двойном бифилярном подвесе.

Рабочая формула:

$$\langle v \rangle = \frac{M - m}{m} \cdot \langle S \rangle \cdot \sqrt{\frac{g}{l}},$$

v – скорость пули, M – масса подвешанного груза; m – масса пули; S – горизонтальное смещение маятника; g – ускорение свободного падения; l – длина подвеса.

Таблица результатов

№	S	<S>	ΔS	M	m	l	g	<v>	Δv	E
	м	м	м	кг	кг	м	м/с ²	м/с	м/с	%
1	0,039	0,04	0,0013	1,0485	0,03552	2	9,816	2,704	0,033	3,3
2	0,04									
3	0,042									
4	0,041									
5	0,038									
6	0,04									
7	0,041									

Формула расчета погрешности:

$$E = \frac{\Delta v}{v} = \frac{\Delta M + \Delta m}{M + m} + \frac{\Delta m}{m} + \frac{\Delta S}{\langle S \rangle} + \frac{1}{2} \left(\frac{\Delta g}{g} + \frac{\Delta l}{l} \right),$$

$$\Delta M = 0,05 \cdot 10^{-3} \text{ кг}; \quad \Delta m = 0,005 \cdot 10^{-3} \text{ кг}; \quad \Delta g = 0,5 \cdot 10^{-3}; \quad \Delta l = 0,5 \cdot 10^{-3};$$

$$\Delta S = t_{p(n)} \cdot \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (S_i - \langle S \rangle)^2}{N \cdot (N-1)}},$$

где $t_{p(n)}$ – коэффициент Стьюдента для доверительной вероятности $p=0,95$ и числа измерений $N=7$;

$$\Delta S = 2,447 \cdot \sqrt{\frac{(0,039 - 0,04)^2 + (0,042 - 0,04)^2 + (0,041 - 0,04)^2 + (0,038 - 0,04)^2 + (0,041 - 0,04)^2}{7 \cdot 6}} = 0,0013$$

$$E = \frac{\Delta v}{v} = \frac{0,05 \cdot 10^{-3} + 0,005 \cdot 10^{-3}}{1,0485 + 0,03552} + \frac{0,005 \cdot 10^{-3}}{0,03552} + \frac{0,0013}{0,04} + \frac{1}{2} \left(\frac{0,5 \cdot 10^{-3}}{9,816} + \frac{0,5 \cdot 10^{-3}}{2} \right) = 0,033$$

$$E(\%) = 3,3\%;$$

$$\Delta v = E \cdot v$$

$$\Delta v = 0,033 \cdot 2,704 \approx 0,089 \text{ м/с}$$

Конечный результат:

$$v = (2,7 \pm 0,1) \text{ м/с}$$

Вывод:

В ходе работы с помощью баллистического маятника определена скорость полета пули. Погрешность измерения скорости полета пули составила приблизительно 3,3%.

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 большего груза и время падения груза.
4. Измерение повторить 5-10 раз
5. Подставив среднее значение времени $\langle t_2 \rangle$ в расчётную формулу, определить ускорение свободного падения $\langle g \rangle$.
10. Методом расчёта погрешностей косвенных измерений найти относительную E и абсолютную Δg погрешности величины $\langle g \rangle$

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

Основная литература № 1, № 2
Дополнительная литература № 3, № 5, № 7.

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).
6. Измерение повторить 8 – 10 раз.

7. По формуле (103.9) 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.

8. Сделать вывод о выполнении законов сохранения энергии и импульса.

Вопросы для допуска к работе

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

Вопросы для защиты работы

1. Что называется импульсом тела, энергией?
2. Дайте определение замкнутой системы.
3. какие величины называются интегралами движения? приведите примеры.
4. Сформулируйте законы сохранения импульса и механической энергии системы.

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

Основная литература № 1, № 2

Дополнительная литература № 3, №5, № 7.

Лабораторная работа № 3

Определение модуля кручения и модуля сдвига с помощью крутильного маятника

Цель работы: экспериментальное определение модуля кручения и модуля сдвига стальной проволоки методом крутильных колебаний.

Приборы и принадлежности:

крутильный маятник,
секундомер,
штангенциркуль,
измерительная линейка.

Порядок выполнения работы и обработка результатов измерений

1. Расположить подвижные грузы на минимальном расстоянии от оси вращения крутильного маятника. Измерить расстояние l_1 от оси маятника до центра подвижного груза. Закручивают маятник на малый угол (не более 6°) относительно оси проволоки. Секундомером измерить время t_1 30–50 полных колебаний. Опыт повторяют не менее 5 раз с одним и тем же выбранным числом колебаний. Находят среднее значение $\langle t_1 \rangle$ и определяют период колебаний

2. Раздвинуть подвижные грузы на максимальное расстояние от оси маятника. Измерить расстояние l_2 от оси маятника до центра подвижного груза.

3. Определить период колебаний маятника T_2 при раздвинутых грузах, измеряя время t_2 не менее 5 раз для того же числа колебаний n , что и при измерении T_1 .

4. По формуле найти среднее значение модуля кручения $\langle D \rangle$.

5. По формуле определить модуль сдвига материала проволоки.

6. Методом расчета погрешностей косвенных измерений найти абсолютные погрешности результатов ΔD и ΔG . 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 модуля кручения. При каких условиях справедлива эта формула?

Вопросы для защиты работы

1. Какие виды деформации существуют?
2. Запишите закон Гука для деформации сдвига и кручения.

3. Каков физический смысл модуля сдвига и модуля кручения?
4. Выведите рабочие формулы для определения модуля кручения и модуля сдвига.

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

Основная литература № 1, № 2
Дополнительная литература № 3, №5, № 7.

Лабораторная работа № 4

Определение скорости пули при помощи баллистического крутильного маятника.

Разбор конкретных ситуаций.

Цель работы: разбор конкретных ситуаций соударений тел; виды соударений двух тел, определение скорости пули при помощи баллистического крутильного маятника.

Приборы и принадлежности:

баллистический крутильный маятник FPM-09,
пуля,
измерительная линейка.

Порядок выполнения работы и обработка результатов измерений

1. Включить прибор, нажав клавишу «СЕТЬ» Пулю закрепить в стреляющем устройстве.
2. Расположить подвижные грузы (11) на минимальном расстоянии от оси вращения крутильного маятника. Измерить расстояние R_1 от оси вращения до центра подвижного груза.
3. Крутильный маятник установить на черте 0° угловой шкалы.
4. 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.
5. 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.

Задания для самостоятельной работы:

Подготовиться к разбору конкретных ситуаций.

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке лабораторному занятию: проработка лекционного материала, основной и дополнительной литературы. Подготовка к участию в тренинге, направленного на разбор конкретных ситуаций: абсолютно упругое и не упругое соударение двух тел.

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.

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.

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

Лабораторная работа № 5

Определение скорости полете пули с помощью баллистического маятника

Тренинг в малой группе

Цель работы: определение скорости пули с помощью баллистического маятника с использованием законов сохранения импульса и энергии с целью развития у обучающихся профессиональных компетенций, приобретения навыков работы с литературой и навыков работы в команде.

Приборы и принадлежности:

баллистический маятник,
пружинный пистолет,
зеркальная шкала,
измерительная линейка,
пуля.

Порядок выполнения работы и обработка результатов измерений

1. Привести маятник в состояние равновесия
2. Произвести 5 – 6 выстрелов, каждый раз отмечая смещения S указателя по шкале. Результаты измерений записать в таблицу. Определить среднее арифметическое значение смещения $\langle S \rangle$.
3. Вычислить скорость пули.
4. Вычислить относительную и абсолютную погрешности скорости пули

Вопросы для допуска к работе

1. Изложите цель работы, назначение приборов и принадлежностей.
2. Опишите рабочую установку и ход эксперимента.
3. Какие допущения возможны, если рассматривать систему «маятник-пуля» как замкнутую?

Вопросы для защиты работы

1. Что называется импульсом тела и в каких единицах он измеряется в системе СИ?
2. При каком условии систему «маятник-пуля» можно рассматривать как изолированную?
3. В чем состоит закон сохранения импульса? К каким системам он применим? Дайте вывод этого закона и приведите примеры его проявления (его действия).
4. Как найти изменение импульса неизолированной системы?

Задания для самостоятельной работы:

1. Проработать рекомендуемые источники, основную и дополнительную литературу по изучаемому вопросу с целью углубления, систематизации и расширения полученных знаний.
2. Ответить на контрольные вопросы для самопроверки.
3. Подготовиться к тренингу в малых группах.

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке практическому занятию: проработка лекционного материала, основной и дополнительной литературы. Конспектирование прочитанных литературных источников. Подготовка к участию в тренинге в формате малой группы, направленного на обсуждение законов сохранения возникающих при соударении пули с баллистическим маятником.

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

Лабораторная работа № 6

Проверка основного уравнения динамики вращательного движения.

Интерактивная форма занятия – разбор конкретных ситуаций

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 FPM-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 . Для этого:
4. закрепить цилиндрические подвижные грузы на стержнях на ближайшем расстоянии от оси вращения так, чтобы крестовина была в положении безразличного равновесия;
5. намотать нить на большой шкив радиуса r_1 и измерить время движения груза t_1 с высоты h миллисекундомером;
6. опыт повторить 5 раз. Высоту h не рекомендуется менять в течение всей работы;
7. по формулам вычислить значения a_1, ε_1, M_1 ;
8. 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 ;
9. по формулам вычислить значения a_2, ε_2, M_2 ;
10. проверить справедливость следствия основного закона динамики вращательного движения: $M_1 / M_2 = \varepsilon_1 / \varepsilon_2$, при $J = \text{const}$.

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.

Вопросы для защиты работы

1. Дайте определения момента сил, момента импульса материальной точки относительно неподвижной точки O.
2. Сформулируйте основной закон динамики вращательного движения твердого тела относительно неподвижной точки O и неподвижной оси Z.
3. Дайте определение момента инерции материальной точки и твердого тела.
4. Выведите рабочие формулы.

Задания для самостоятельной работы:

Подготовиться к разбору конкретных ситуаций.

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке лабораторному занятию: проработка лекционного материала, основной и дополнительной литературы. Подготовка к участию в тренинге, направленного на разбор конкретных ситуаций: проверки основного закона динамики вращательного движения для различных частных случаев.

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

Основная литература № 1, № 2

Дополнительная литература № 3, № 5, № 7.

Лабораторная работа № 7

Маятник Максвелла.

Цель работы: определение момента инерции маятника Максвелла.

Приборы и принадлежности:

маятник Максвелла FPM-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 FPM-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
7. Со шкалы на вертикальной колонке прибора определить длину маятника.
8. Используя среднее значение времени $\langle t_1 \rangle$ определить момент инерции J_1 маятника.
9. насадить на ролик второе кольцо массы m_{k2} , опыт повторить.
10. Оценить относительную E и абсолютную ΔJ погрешность результатов измерений.

Вопросы для допуска к работе

1. Какова цель работы?
2. Записать формулу момента инерции маятника Максвелла и пояснить величины, входящие в нее.
3. 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. Дать определение момента инерции материальной точки и твердого тела относительно неподвижной оси.

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

Основная литература № 1, № 2

Дополнительная литература № 3, № 5, № 7.

Лабораторная работа № 8

Определение момента инерции тела методом крутильных 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 предоставляют 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.

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..

3. Линейкой измерить расстояние d 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

$$J = m(2d^2 + r^2) \frac{T^2}{T_1^2 - T^2} \text{ (для цилиндров)}$$

6. Измерить радиус исследуемого диска R и найти значение момента инерции по проверочной формуле $J_{\text{пров}} = \frac{m_1 R^2}{2}$.

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

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?

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?

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

Основная литература № 1, № 2,
Дополнительная литература № 3, № 5, № 7.

Лабораторная работа № 9

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 формуле вычислить момент инерции крутильного маятника.

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.

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 № 3, №5, № 7.

Лабораторная работа № 10

Проверка закона сохранения механической энергии.

Тренинг в малой группе

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, рассчитать скорость $V_{\text{пров}}$. Оценить относительную E и абсолютную ΔV погрешности измерений

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? Диссипативными? Приведите примеры этих сил.
4. 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 № 3, №5, № 7.

Лабораторная работа № 11

Проверка теоремы Штейнера методом линеаризации экспериментальной кривой

Цель работы: определение момента инерции твердых тел и экспериментальная проверка справедливости теоремы Штейнера на примере физического маятника.

Приборы и принадлежности:

универсальный маятник FPM–04.

Порядок выполнения работы и обработка результатов эксперимента

1. Определяют центр тяжести физического маятника 5. Физический маятник представляет собой однородный стержень.

2. Устанавливают опорную призму 6 на физический маятник в крайнее положение, закрепляя ее с помощью винта. Острое ребро опорной призмы является осью качания. Определяют расстояние ℓ между центром масс и осью качания. Данные заносят в таблицу.

3. Устанавливают кронштейн 8 вместе с фотоэлектрическим датчиком 7 так, чтобы конец стержня маятника перекрывал световой луч, поступающий от лампочки на фотодатчик.

4. Отклоняют маятник на угол $\varphi = 5^\circ - 6^\circ$ от положения равновесия, после чего нажимают клавишу СБРОС на миллисекундомере.

5. После подсчета измерителем 10 колебаний нажимают клавишу СТОП. По показаниям секундомера определяют продолжительность 10 колебаний. Измерение повторяют не менее 5 раз. Данные заносят в таблицу.

6. По формуле $T = \frac{\langle t \rangle}{n}$ рассчитывают среднюю величину периода колебаний маятника, где $\langle t \rangle$ – средняя продолжительность 10 колебаний; n – число колебаний.

7. Изменяют расстояние ℓ , опуская опорную призму вниз на четыре деления и вновь проводят измерения (см. п. 4 – 6).

8. Изменяя ℓ , повторяют опыт шесть раз. Результаты измерений и вычислений заносят в таблицу.

9. По формуле $J = \frac{T^2 mg \ell}{4\pi^2}$ рассчитывают значения момента инерции J .

10. Используя результаты измерений и вычислений, строят зависимость $J = f(\ell^2)$.

11. Из графика определяют собственный момент инерции J_0 относительно оси, проходящей через его центр масс.

12. По проверочной формуле $J_{\text{опрос}} = \frac{1}{12} m \ell^2$, рассчитывают J_0 и сравнивают результаты расчета и опыта.

13. Из графика $J = f(\ell^2)$ определяют массу стержня $m = \frac{\Delta J}{\Delta(\ell^2)}$ и сравнивают с указанной в таблице.

14. Оценивают погрешность при определении J_0 и m .

Вопросы для допуска к работе

1. Сформулируйте цель работы.
2. Дайте определение физического маятника.
3. Запишите формулу для определения момента инерции физического маятника.

Вопросы для защиты работы

1. Как записывается основной закон динамики вращательного движения?
2. Как формулируется понятие момента инерции материальной точки и твердого тела?
3. Является ли момент инерции аддитивной величиной?
4. Как формулируется теорема Штейнера? В каких ситуациях эта теорема применима?

Основная литература № 1, № 2,

Дополнительная литература № 3, № 5, № 7.

Лабораторная работа № 12

Наклонный маятник

Цель работы: экспериментальное изучение сил трения, возникающих при качении шара по плоской поверхности; определение коэффициента трения качения с помощью наклонного маятника.

Приборы и принадлежности: установка FPM-07 – наклонный маятник

Порядок выполнения работы и обработка результатов измерений

1. Измерить штангенциркулем диаметр шара и определить его радиус.
2. С помощью маховика 8 установить угол наклона плоскости колебаний маятника $\beta = 45^\circ$. При таком угле погрешность измерений минимальна.
3. Отклонить подвешенный на нити шар вдоль шкалы 4 вправо на угол $\alpha_0 = 10^\circ$ и, удерживая его в этом положении, нажать последовательно кнопки СТОП и СБРОС – оба табло должны показать нули.
4. Отпустить шар. После того, как шар совершит n полных колебаний ($n = 10$), измерить максимальный угол отклонения шара α_n по шкале 4.
5. Опыт по п.п. 4 и 5 необходимо проделать пять раз и получить значения $\alpha_{n1}, \alpha_{n2}, \dots, \alpha_{n5}$.
6. Вычислить среднее значение угла $\langle \alpha_n \rangle$ из пяти значений полученных в п.5, а затем по определению среднюю величину коэффициента трения $\langle k \rangle$,
7. Рассчитать абсолютную погрешность $\Delta \alpha_n$ измерения конечного угла $\langle \alpha_n \rangle$.
8. Вычислить относительную погрешность (E) измерения k .
9. По формуле $\Delta k = \langle k \rangle \cdot E$ рассчитать абсолютную погрешность измерения k и окончательный результат измерений представить в виде $k = \langle k \rangle \pm \Delta k$.

Вопросы для допуска к работе

1. Какова цель работы?
2. Опишите рабочую установку и ход эксперимента.
3. Запишите рабочую формулу для определения k , поясните смысл всех величин, входящих в нее.

Вопросы для защиты работы

1. Сформулируйте закон сохранения полной механической энергии.
2. Приведите формулу работы механической силы. Как связана работа силы трения качения с изменением максимальной потенциальной энергии шара?
3. Назовите виды трения и их характеристики.
4. Поясните природу силы трения качения.

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

Основная литература № 1, № 2,

Дополнительная литература № 3, № 5, № 7.

Лабораторная работа № 13

Определение коэффициента упругости

Цель работы: экспериментальное определение коэффициента стальной пружины методом колебаний.

Приборы и принадлежности:

пружинный маятник,
секундомер,
грузы,
технические весы.

Порядок выполнения работы и обработка результатов измерений

1. Определить массу груза m_1 взвешиванием на технических весах.
2. Исходя из 30-50 полных колебаний, определить период колебаний груза.
3. По формуле найти значение коэффициента упругости k .
4. По смещению линейки относительно указателя, определить удлинение пружины Δl_1 под действием веса груза.
5. По формуле найти среднее значение $k_{\text{проб}}$.

6. Опыт повторить при другой массе груза m_2 .

Вопросы для допуска к работе

1. Какова цель работы?
2. Запишите рабочую формулу и поясните величины, входящие в нее.
3. Опишите рабочую установку и ход эксперимента.

Вопросы для защиты работы

1. Опишите колебания пружинного маятника.
2. Выведите дифференциальное уравнение гармонического колебания для пружинного маятника.
3. Напишите уравнение гармонического колебания пружинного маятника и поясните физический смысл всех величин.
4. Дайте определение циклической частоты и периода колебания.

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

Основная литература № 1, № 2

Дополнительная литература № 3, № 5, № 7.

Лабораторная работа № 14

Градуировка звукового генератора

Интерактивная форма занятия – разбор конкретных ситуаций

Цель работы: градуировка звукового генератора методом фигур Лиссажу. Разбор различных ситуаций возникающих при сложении двух взаимно перпендикулярных колебаний разных частот

Приборы и принадлежности: электронный осциллограф, звуковой генератор

Порядок выполнения работы и обработка результатов измерений

1. Собрать схему.
2. Включить в сеть звуковой генератор, осциллограф. Сфокусировать и вывести световое пятно в центр координатной сетки осциллографа.
3. Вращая ручку частоты звукового генератора от начала шкалы, добиться появления устойчивой фигуры. Получить фигуры при сложении колебаний различных частот. Фигуры перерисовать и определить частоту колебаний генератора ν_1 . Проверить, соответствует ли значение ν_1 показанию лимба звукового генератора $\nu_{\text{лимба}}$.
4. Оценить абсолютные и относительные ошибки в отсчетах частоты по лимбу звукового генератора.

Вопросы для допуска к работе

1. Какова цель работы?
2. Опишите рабочую установку, указав назначение звукового генератора и электронного осциллографа.
3. Что называют фигурами Лиссажу? Как определяют частоту колебаний звукового генератора по форме фигур Лиссажу?

Вопросы для защиты работы

1. Запишите уравнение гармонического колебания и поясните смысл входящих в него величин.
2. Получите уравнение траектории результирующего движения, получаемого при сложении взаимно перпендикулярных колебаний с одинаковыми частотами.
3. Исследуйте полученное уравнение в зависимости от разности фаз складываемых колебаний и амплитуд.
4. Чем определяется форма фигур Лиссажу?

Задания для самостоятельной работы:

Подготовиться к разбору конкретных ситуаций.

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке лабораторному занятию: проработка лекционного материала, основной и дополнительной литературы. Подготовка к

участию в тренинге, направленного на разбор конкретных ситуаций: .

разбор различных ситуаций возникающих при сложении двух взаимно перпендикулярных колебаний с различными частотами.

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

Основная литература № 1, № 2

Дополнительная литература № 3, № 5, № 7.

Лабораторная работа № 15

Математический маятник.

Цель работы: экспериментальное определение ускорения силы тяжести методом колебаний математического маятника.

Приборы и принадлежности:

математический маятник,
секундомер,
зеркальная шкала.

Порядок выполнения работы и обработка результатов измерений

1. По секундомеру определяют время t_1 50-70 полных колебаний. Опыт повторяют не менее 5 раз и находят среднее значение $\langle t_1 \rangle$. Определяют период колебаний.
2. Укорачивая нить, перемещают груз в верхнюю часть шкалы и отсчитывают положение нижней грани груза l_2 . Разность отсчетов $l_1 - l_2$ равна изменению длины маятника.
3. Измеряют не менее 5 раз время t_2 того же числа колебаний n . Вычисляют период колебаний:
4. По формуле вычисляют значение $\langle g \rangle$.

Вопросы для допуска к работе

1. Какова цель работы?
2. Что называется математическим маятником?
3. Запишите формулу периода колебаний математического маятника и поясните величины, входящие в нее. При каких условиях справедлива эта формула?

Вопросы для защиты работы

1. Под действием каких сил совершает гармонические колебания математический маятник?
2. Исходя из закона сохранения механической энергии, получите дифференциальное уравнение гармонических колебаний математического маятника, приведите его решение.
3. При каких условиях маятник будет совершать гармонические колебания?
4. Выведите формулу периода колебаний математического маятника.

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

Основная литература № 1, № 2

Дополнительная литература № 3, № 5, № 7.

Лабораторная работа № 16

Физический маятник

Цель работы: экспериментальное определение ускорения силы тяжести методом колебаний физического маятника.

Приборы и принадлежности:

универсальный маятник ФП-1,
секундомер,
линейка.

Порядок выполнения работы и обработка результатов измерений

- 1) Подвесить маятник на опорную призму 7, отклоняют на небольшой угол и измеряют секундомером время t_1 30-50 полных колебаний. Опыт повторяют не менее 5 раз.
- 2) Определяют период колебаний.
- 3) Найти положение центра масс маятника.
- 4) Перевернув маятник, подвешивают его на опорную призму 9. Выбрать то же число колебаний n и, повторив опыт не менее 5 раз, находят период колебаний. При этом измеренные значения периодов T_1 и T_2 должны отличаться не более чем на 5%.
- 5) Вычисляют среднее значение $\langle g \rangle$.
- 6) Оценивают абсолютную погрешность Δg результата и относительную погрешность E .

Вопросы для допуска к работе

1. Какова цель работы?
2. Что называется физическим маятником? Какой маятник называется оборотным?
3. Опишите рабочую установку и ход эксперимента.

Вопросы для защиты работы

1. Выведите формулу для периода колебаний физического маятника.
2. Получите дифференциальное уравнение гармонических колебаний физического маятника, приведите его решение.
3. Что называется приведенной длиной физического маятника?
4. Сформулируйте теорему Штейнера.

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

Основная литература № 1, № 2
Дополнительная литература № 3, №5, № 7.

Лабораторная работа № 17

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

1 Определение ускорения свободного падения с помощью математического маятника:

1. Нижний кронштейн b 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. Включите установку, нажав на кнопку ПУСК.
5. Отклоните математический маятник на угол $4 - 5^0$ от положения равновесия.
6. Нажмите клавишу СБРОС.
7. При подсчете измерителем 30–50 колебаний нажмите клавишу СТОП (Измерения повторите не менее 5 раз для одного и того же числа колебаний).
8. Определите среднее арифметическое значение времени по формуле:
9. Определите период T_1 математического маятника.

10. По формуле $g_1 = \frac{4\pi^2 l}{T_1^2}$ определите ускорение свободного падения g_1 .

2. Определение ускорения свободного падения с помощью обратного маятника:

1. Поверните верхний кронштейн на 180° .
2. Установите обратный маятник.
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 обратного маятника T_2 .
7. Снимите маятник и, перевернув его, подвесьте на втором ноже.
8. Нижний кронштейн с фотоэлектрическим датчиком б 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 обратного маятника расхождения в значениях T_2 и T_2' не должны превышать 1%.
10. Определите приведенную длину обратного маятника L , подсчитывая количество насечек на стержне между ножами, которые нанесены через каждые 10 мм.

11. По формуле $g_2 = \frac{4\pi^2 l}{T_2^2}$ определите ускорение свободного падения g_2 .

12. Оцените относительную (E) и абсолютную (Δg) погрешности результатов измерений.

Вопросы для допуска к работе

1. Цель работы.
2. Что называется физическим и математическими маятниками? Какой маятник является обратным?
3. Запишите формулу периода колебаний физического маятника и поясните физический смысл входящих в нее величин.

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.

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

Основная литература № 1, № 2,
Дополнительная литература № 3, № 5, № 7.

Лабораторная работа № 18

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 5 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 рассчитать период затухающих колебаний системы.

7. По формуле $\delta = \ln \Delta = \frac{1}{n} \ln \frac{A_0}{A_n}$ рассчитать логарифмический декремент затухания.

8. По формуле $r = \frac{2m}{T} \delta$ вычислить коэффициент r силы сопротивления вязкой среды.

Здесь m – масса груза с лопаткой.

9. 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?

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 ?

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

Основная литература № 1, № 2,

Дополнительная литература № 3, № 5, № 7.

Лабораторная работа № 19

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 ГЗ-102 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..
3. Медленно и равномерно отодвигается поршень от телефона 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 вычисляют длину звуковой волны для каждого из опытов, вычисляют фазовую скорость 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.

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.

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

Основная литература № 1, № 2

Дополнительная литература № 3, № 5, № 7.

Лабораторная работа № 20

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 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 осуществляют проверку закона Клапейрона. Результаты вычислений занести в таблицу

Вопросы для допуска к работе

1. Сформулируйте цель работы.
2. Опишите установку и порядок выполнения работы.
3. 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.

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

Основная литература № 1, № 2

Дополнительная литература № 3, № 5, № 7.

Лабораторная работа № 21

Определение динамической вязкости жидкости при слоистом течении по узкой трубке.

Тренинг в малой группе

Цель работы: экспериментальное определение коэффициента динамической вязкости воды при ламинарном течении жидкости через капиллярную трубку с целью развития у обучающихся профессиональных компетенций, приобретения навыков теоретического и экспериментального исследования, работы с литературой и навыков работы в команде.

Приборы и принадлежности:

сосуд с водой,
капиллярная трубка,
мерный стакан,
секундомер,
измерительная линейка.

Порядок выполнения работы и обработка результатов измерений

1. Линейкой измеряют высоту уровня жидкости h_1 в сосуде от поверхности
2. Опускают трубку свободным концом в мерный стакан, одновременно включают секундомер и измеряют время t , в течение которого через трубку в стакан перетекает жидкость объемом 0,1–0,2 литра
3. Измеряют высоту уровня жидкости в сосуде h_2 после вытекания и высоту конца трубки h над поверхностью стойки.
4. Опыт повторяют 5 раз для одного и того же объема жидкости. Результаты измерений занесите в таблицу. По формуле рассчитайте значение коэффициента динамической вязкости $\langle \eta \rangle$, подставив среднее арифметическое значение времени $\langle t \rangle$.
5. Найдите абсолютную $\Delta \eta$ и относительную E погрешность результата

Вопросы для допуска к работе

1. Сформулируйте цель работы.
2. Что называется коэффициентом динамической вязкости?
3. Опишите рабочую установку и ход эксперимента.

Вопросы для защиты работы

1. Объясните возникновение вязкости (внутреннего трения) в жидкостях и запишите формулу Ньютона.
2. Поясните физический смысл коэффициента вязкости η и от чего он зависит?
3. Назовите виды течения вязкой жидкости. Напишите формулу Рейнольдса для течения жидкости в круглой трубе.
4. Выведите формулу Пуазейля и исследуйте ее.

Задания для самостоятельной работы:

1. Проработать рекомендуемые источники, основную и дополнительную литературу по изучаемому вопросу с целью углубления, систематизации и расширения полученных знаний.
2. Ответить на контрольные вопросы для допуска к лабораторной работе.
3. Подготовиться к тренингу в малых группах.

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке практическому занятию: проработка лекционного материала, основной и дополнительной литературы. Конспектирование прочитанных литературных источников. Подготовка к участию в тренинге в формате малой группы, направленного на обсуждение поведения вязкой жидкости, возникновения вязкости в жидкостях, виды течения вязкой жидкости.

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

Основная литература № 1, № 2
Дополнительная литература № 3, №5, № 7.

Лабораторная работа № 22

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. Опустить шарик. В момент прохождения шариком верхнего кольца включить секундомер и измерить время t прохождения шариком расстояния l между кольцами.
4. Опыт повторить с пятью шариками.
5. По формуле определить значение $\langle \eta \rangle$.
6. Методом расчета погрешностей косвенных измерений находят относительную E и абсолютную $\Delta \eta$ погрешность результата:

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.

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?

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

Основная литература № 1, № 2
Дополнительная литература № 3, №5, № 7

Лабораторная работа № 23

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
2. Перекрыть капилляр зажимом и с помощью груши накачать в баллон воздух до разности давлений $\Delta P \approx 200 \div 220$ мм.рт.ст.
3. Подождать несколько секунд, пока стрелка манометра не остановится.
Открыть капилляр, ослабив зажим, снять зависимость давления в баллоне от времени.
4. Опыты по пунктам 2 – 4 повторить не менее пяти раз, результаты измерений времени занести в таблицу.
5. Рассчитать логарифмы отношений ΔP к $\Delta P_{нач}$ и занести их значения в таблицу.
6. определяем среднее значение давления $\langle P \rangle$ в сосуде за время проведения эксперимента
5. Постройте, используя данные график зависимости $\ln \frac{\Delta p}{\Delta p_i}$ от времени
8. Рассчитайте по графику коэффициент A
9. По формуле рассчитайте вязкость воздуха η .

Вопросы для допуска к работе

1. Сформулируйте цель работы.
2. Поясните принцип эксперимента и ход работы.

Вопросы для защиты работы

1. Объясните молекулярно-кинетический механизм внутреннего трения.
2. Объясните формулу (205.1), 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?

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

Основная литература № 1, № 2

Дополнительная литература № 3, № 5, № 7.

Лабораторная работа № 24

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 измеряют 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. Измеряют уровень жидкости h_2 в сосуде. Объем вытесненной из баллона воды в мерном стакане будет равен объему воздуха V , вошедшего в баллон через трубку. По формуле рассчитывают среднюю длину свободного пробега молекул воздуха.
5. Опыт повторяют три раза с одними и теми же значениями V и h_1 .
6. По формуле рассчитывают эффективный диаметр молекулы воздуха d . Давление P и температуру T воздуха в лаборатории берут из показаний барометра и термометра.
7. 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 длины свободного пробега молекулы $\langle\lambda\rangle$

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

Основная литература № 1, № 2

Дополнительная литература № 3, № 5, № 7.

Лабораторная работа № 25

Определение коэффициента поверхностного натяжения по высоте поднятия жидкости в капиллярных трубках

Тренинг в малой группе

Цель работы: экспериментально определить коэффициент поверхностного натяжения исследуемой жидкости по высоте поднятия ее в капиллярных трубках энергии с целью развития у обучающихся профессиональных компетенций, приобретения навыков экспериментального исследования, работы с научной аппаратурой, измерительными инструментами и навыков работы в команде.

Приборы и принадлежности:

катетометр КМ-8,
набор капиллярных трубок различного диаметра,
держатель капиллярных трубок,
стакан для жидкости.

Порядок выполнения работы и обработка результатов измерений

1. Через трансформатор включают в сеть осветительную часть отсчетного микроскопа катетометра.
2. Чистые, вымытые в дистиллированной воде, капиллярные трубки, закрепленные в общем держателе, устанавливают горизонтально и измеряют их внутренний диаметр (3 раза для каждого капилляра)
3. Капиллярные трубки устанавливают вертикально и опускают в сосуд с водой
4. наводят зрительную трубу катетометра на один из капилляров, при помощи катетометра снимают отсчет только положений вершин менисков. Результаты измерений занесите в таблицу.

5. По формуле рассчитайте коэффициенты поверхностного натяжения воды
6. Находят абсолютную $\Delta\sigma$ и относительную E погрешности результата.

Вопросы для допуска к работе

1. Какова цель работы?
2. Что называется коэффициентом поверхностного натяжения? В каких единицах он измеряется?
3. Устройство катетометра КМ-8 и его значение в данной работе. С какой точностью можно производить измерения с помощью катетометра?

Вопросы для защиты работы

1. Расскажите о явлении поверхностного натяжения жидкостей.
2. Дайте определение мениска, краевого угла.
3. В чем заключается явление смачивания (не смачивания) жидкостью поверхности твердого тела. Приведите примеры.
4. От чего зависит высота поднятия жидкости в капилляре?

Задания для самостоятельной работы:

1. Проработать рекомендуемые источники, основную и дополнительную литературу по изучаемому вопросу с целью углубления, систематизации и расширения полученных знаний.
2. Ответить на для допуска к лабораторной работе.
3. Подготовиться к тренингу в малых группах.

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке практическому занятию: проработка лекционного материала, основной и дополнительной литературы. Конспектирование прочитанных литературных источников. Подготовка к участию в тренинге в формате малой группы, направленного на обсуждение причины поднятия жидкости в капиллярных трубках, измерения её высоты и работы с измерительными инструментами.

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

Основная литература № 1, № 2

Дополнительная литература № 3, № 5, № 7.

Лабораторная работа № 26

Определение коэффициента поверхностного натяжения жидкости

Цель работы: определить коэффициент поверхностного натяжения воды при комнатной температуре.

Приборы и принадлежности:
сосуд с водой,
мерный стакан.

Порядок выполнения работы и обработка результатов измерений

1. Налить воду в сосуд.
 2. Открыть клапан, так чтобы вода из капиллярной трубки вытекала по одной капле.
 3. Посчитать, сколько капель вытечет из трубки, чтобы мерный стакан был заполнен до объема $V \approx 5 \div 20$ мл
 4. Занести в таблицу число капель N и объем V жидкости в мерном стакане.
 5. Опыт повторить 3 – 4 раза.
 6. Рассчитать коэффициент поверхностного натяжения
 7. Сравнить рассчитанное значение коэффициента поверхностного натяжения с табличным
- Рассчитать абсолютную $\Delta\sigma$ и относительную E погрешности искомой величины:

Вопросы для допуска к работе

1. Какова цель работы?
2. Напишите рабочую формулу и поясните входящие в нее величины.
3. Опишите рабочую установку и порядок выполнения работы.

Вопросы для защиты работы

1. Расскажите о явлении поверхностного натяжения жидкостей.
2. От чего зависит коэффициент поверхностного натяжения жидкостей?
3. Получите рабочую формулу.
4. Что называется коэффициентом поверхностного натяжения

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

Основная литература № 1, № 2

Дополнительная литература № 3, № 5, № 7.

Лабораторная работа № 27

Определение отношений теплоёмкостей 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
5. По формуле вычисляют значение γ . Опыт повторяют 8 – 10 раз,
6. Вычисляют абсолютную $\Delta\gamma$ и относительную E погрешности
7. Данные результатов измерений и вычислений занесите в таблицу.

Вопросы для допуска к работе

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

Вопросы для защиты работы

1. Что называют удельной теплоемкостью вещества? Молярной теплоемкостью? Какая связь между ними?
2. Сформулируйте первый закон термодинамики.
3. Чему равны молярные теплоемкости идеальных газов при изопроцессах?
4. Докажите, что $C_p > C_v$.

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

Основная литература № 1, № 2

Дополнительная литература № 3, № 5, № 7.

Лабораторная работа № 28

Определение изменения энтропии реальных систем

Тренинг в малой группе

Цель работы: на основании II закона термодинамики, используя экспериментальные данные, определить изменение энтропии реальных тел с целью развития у обучающихся профессиональных компетенций, приобретения навыков теоретического и экспериментального исследования, работы с научной аппаратурой, измерительными инструментами и навыков работы в команде.

Приборы и принадлежности:

калориметрический стакан,
термометр,
нагреватель,
набор различных тел, мерный стакан

Порядок выполнения работы и обработка результатов измерений

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

Вопросы для допуска к работе

1. Сформулируйте цель работы.
2. Опишите рабочую установку и ход эксперимента.
3. Какие допущения делаете, рассматривая систему «тело – вода – калориметрический стакан» как изолированную?

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.

Задания для самостоятельной работы:

1. Проработать рекомендуемые источники, основную и дополнительную литературу по изучаемому вопросу с целью углубления, систематизации и расширения полученных знаний.
2. Ответить на контрольные вопросы для самопроверки.
3. Подготовиться к тренингу в малых группах.

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке практическому занятию: проработка лекционного материала, основной и дополнительной литературы. Конспектирование прочитанных литературных источников. Подготовка к участию в тренинге в формате малой группы, направленного на обсуждение поведения замкнутых термодинамических систем и изменение их энтропии.

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

Основная литература № 1, № 2

Дополнительная литература № 3, № 5, № 7.

Лабораторная работа № 29

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 (три раза)
3. Повторить измерения при $l_1 < l_2$ и $l_1 > l_2$,
4. Измеряемая величина сопротивления определяется по формуле.
5. Включить в цепь R_{x2} вместо R_{x1} и измерить его величину.
6. Измерить величины сопротивлений последовательного и параллельного соединений R_{x1} и R_{x2} , включаемых вместо R_x
7. Рассчитать значения величин сопротивлений
8. 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?

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?

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

Основная литература № 1, № 2

Дополнительная литература № 3, № 4, № 5, № 8.

Лабораторная работа № 30

Изучение зависимости сопротивления металлов от температуры.

Цель работы - определение температурного коэффициента сопротивления меди.

Приборы и принадлежности: исследуемый медный проводник, измерительный мост или омметр, термометр.

Порядок выполнения работы и обработка результатов измерений

Исследуемый проводник помещается в колбу, заполненную непроводящей жидкостью. Температура измеряется термометром.

1. Исследуемый проводник R подключается в качестве неизвестного сопротивления к клеммам измерительного моста. Измеряют сопротивление исследуемого проводника при комнатной температуре.
2. При нагревании через каждые 5-10 °С измеряют сопротивление проводника. Измерения проводят до температуры 80-90 °С. Полученные результаты заносят в таблицу.
3. Строят зависимость $R = f(t)$
4. Значение α вычисляют по формуле. (Точка a – точка, выбранная вами на полученной прямой между двумя последними экспериментальными точками).

Вопросы для допуска к работе

1. Какова цель работы?
2. Почему сопротивление металлов увеличивается с возрастанием температуры?
3. Что называется температурным коэффициентом сопротивления? Выведите размерность температурного коэффициента сопротивления.

Вопросы для защиты работы

1. Объясните механизм проводимости в металлах.
2. В чем существенные отличия объяснения электрического сопротивления в классической теории металлов от квантовой?
3. Вывести формулу температурной зависимости удельного сопротивления.
4. Какие проводники называются проводниками I и II рода?

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

Основная литература № 1, № 2

Дополнительная литература № 3, № 4, № 5, № 8.

Лабораторная работа № 31

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.
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. вычислить емкость при последовательном и параллельном соединении.

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?

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

Основная литература № 1, № 2
Дополнительная литература № 3, № 4, № 5, № 8.

Лабораторная работа № 32

Изучение работы электронного осциллографа

Цель работы: Ознакомление с принципом действия осциллографа. Определение чувствительности отклоняющих пластин электронно-лучевой трубки осциллографа.

Приборы и принадлежности: электронный осциллограф,
вольтметр,
регулируемый источник напряжения.

Порядок выполнения работы и обработка результатов измерений

Определение чувствительности отклоняющих пластин трубки осциллографа.:

1. Установить переключатели X и Y в верхнее положение.
2. Включить осциллограф и вывести световое пятно в центр координатной сетки с помощью рукояток: «ось Y» - вверх-вниз, «ось X» - влево-вправо.
3. Подключить к клеммам X источник напряжения и вольтметр и подать последовательно напряжение $U_x = 15 \text{ В}, 20 \text{ В}, 25 \text{ В}, 30 \text{ В}$. Для каждого значения измерить по координатной сетке длину горизонтальной световой линии l_x в мм. То же самое повторить, подключая источник напряжения к клеммам Y.
4. Вычислить чувствительность горизонтальных отклоняющих пластин.
5. Результаты измерения занести в таблицы.
6. Переключателем «диапазон развертки» и рукояткой «частота плавно» добиться того, чтобы на экране было видно несколько периодов синусоиды.
7. Полученную синусоиду зарисовать.

Вопросы для допуска к работе

1. Какова цель работы?
2. Назовите основные узлы осциллографа и укажите их назначение.
3. Что называется чувствительностью электронно-лучевой трубки по напряжению?

Вопросы для защиты работы

1. Каковы устройство и принцип действия осциллографа?
2. Выведите формулу чувствительности j_x и j_y .
3. Объясните устройство и принцип работы электронно-лучевой трубки.
4. Почему подается пилообразное напряжение на вертикально отклоняющие пластины?

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

Основная литература № 1, № 2
Дополнительная литература № 3, № 4, № 5, № 8.

Лабораторная работа № 33

Изучение электростатического поля

Интерактивная форма занятия – разбор конкретных ситуаций.

Цель работы: получить распределение потенциала для различных конфигураций электрических полей, моделируемых с помощью электролитической ванны.

Приборы и принадлежности: источник питания,
осциллограф,
ванна с электролитом,
набор электродов.

Порядок выполнения работы и обработка результатов измерений

1. Собрать схему
2. На листе миллиметровой бумаги выбрать масштаб и заготовить сетки для каждой пары электродов А и В в соответствующем масштабе.
3. Установить движок потенциометра R на 1-е деление.
4. Перемещать зондовый электрод С(см. рис.3) в ванне до тех пор, пока вертикальная линия на экране осциллографа не сожмется в точку На заготовленную координатную сетку нанести координаты положения зонда С.
5. Не меняя положения движка потенциометра R, найти еще 9-10 точек с таким же потенциалом ϕ . Соединить найденные точки линией, это и будет эквипотенциальная линия.
6. Определить потенциал и напряженность поля в 4-5 произвольно выбранных или заданных преподавателем точках
7. Полученные результаты занести в таблицу.

Вопросы для допуска к работе

1. Какова цель работы?
2. Что в себя включает понятие электростатического поля?
3. Графически изобразите электростатическое поле в случае одиночного заряда, одной заряженной плоскости.

Вопросы для защиты работы

1. Дайте определение электростатического поля.
2. Назовите основные характеристики электростатического поля и их единицы измерения.
3. Что называется силовой линией электростатического поля?
4. Дайте определение напряженности E и потенциала ϕ электростатического поля.

Задания для самостоятельной работы:

Подготовиться к разбору конкретных ситуаций.

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке лабораторному занятию: проработка лекционного материала, основной и дополнительной литературы. Подготовка к участию в тренинге, направленного на разбор конкретных ситуаций: распределение потенциала в различных конфигурациях электрических полей, моделируемых с помощью электролитической ванны.

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

Основная литература № 1, № 2

Дополнительная литература № 3, № 4, № 5, № 8.

Лабораторная работа № 34

Определение горизонтальной составляющей напряженности магнитного поля Земли.

Интерактивная форма занятия – разбор конкретных ситуаций.

Цель работы: определение горизонтальной составляющей напряженности магнитного поля Земли с помощью тангенс-гальванометра. Разбор возможных типов магнитных полей созданных различными источниками их приёмы сложения их характеристик.

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

Порядок выполнения работы и обработка результатов измерений

1. Собрать электрическую цепь из тангенс-гальванометра, реостата R, ключа К, амперметра А 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 вычислить H_z . 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_z с помощью тангенс-гальванометра.

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.

Задания для самостоятельной работы:

Подготовиться к разбору конкретных ситуаций.

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке лабораторному занятию: проработка лекционного материала, основной и дополнительной литературы. Подготовка к участию в тренинге, направленного на разбор конкретных ситуаций: магнитные поля созданные различными источниками.

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

Основная литература № 1, № 2

Дополнительная литература № 3, № 4, № 5, № 8.

Лабораторная работа № 35

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.
2. Медленно перемещая движок реостата увеличивая входное напряжение от нуля до напряжения U_z , при котором происходит зажигание стабилитрона, зафиксировать напряжение U_z .
3. Произвести измерения. Для этого, изменяя напряжение на входе от 0 до 300 В, через каждые 20 В измерить напряжение на выходе.
4. Результаты измерений занести в таблицу.
5. Построить график зависимости $U_{\text{вых}}$ от $U_{\text{вх}}$.

Вопросы для допуска к работе

1. Какова цель работы?
2. Объясните устройство, принцип действия и применение стабилитрона.
3. Какова роль балластного сопротивления?

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?

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

Основная литература № 1, № 2

Дополнительная литература № 3, № 4, № 5, № 8.

Лабораторная работа № 36

Изучение вакуумного диода и определение удельного заряда электрона

Цель работы: исследование вольт-амперной 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 измерений

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

Вопросы для допуска к работе

1. Какова цель работы?
2. Опишите устройство и принцип действия вакуумного диода.
3. Опишите метод 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.

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

Основная литература № 1, № 2

Дополнительная литература № 3, № 4, № 5, № 9.

Лабораторная работа № 37

Изучение полупроводниковых диодов

Цель работы - изучение работы различных схем выпрямления переменного тока.

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

Порядок выполнения работы и обработка результатов измерений

Собрав поочередно схемы (рис. 1-4), зарисовать соответственно осциллограммы переменного напряжения в сети, в мостовой, однополупериодной, двухполупериодной схемах выпрямления переменного напряжения.

Провести сравнительный анализ различных схем выпрямления.



Рис. 1.

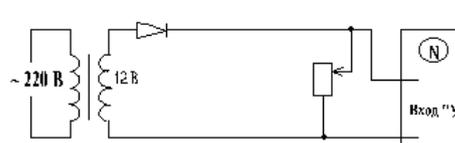


Рис.2.

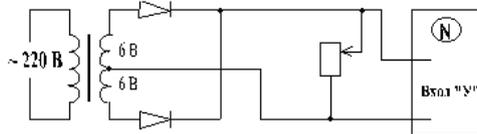


Рис. 3.

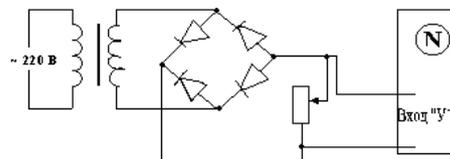


Рис.4.

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 № 3, № 4, № 5, № 9.

Лабораторная работа № 38

Снятие кривой намагничивания и петли гистерезиса с помощью электронного осциллографа

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 энергии

Приборы и принадлежности: осциллограф, набор колебательных контуров с изменяемыми параметрами L , C , R ; генератор прямоугольных импульсов.

Порядок выполнения работы и обработка результатов измерений

1. Зарисовать на кальку осциллограммы затухающих колебаний для тех же значений параметров L, C, R колебательного контура, затем перенести их на миллиметровую бумагу.
2. Измерить в миллиметрах величины соседних амплитуд U'_c и U''_c , отстоящих друг от друга на время равное одному периоду колебаний.
3. По формуле $\lambda' = \ln \frac{U'_c}{U''_c}$, рассчитать измеренное значение логарифмического декремента затухания.
4. Рассчитать значение логарифмического декремента затухания, исходя из параметров колебательного контура
5. 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?

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?

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

Основная литература № 1, № 2
 Дополнительная литература № 4, № 5, № 8.

Лабораторная работа № 39

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 ; генератор прямоугольных импульсов.

Порядок выполнения работы и обработка результатов измерений

1. Включить установку, собранную по одной из схем.
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.
3. В графу « T » занести значение периода колебаний, измеренное с помощью электронного осциллографа. В графу « T_1 » - рассчитанное значение периода затухающих колебаний, « T_2 » - значение периода не затухающих колебаний
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. 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.

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?

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

Основная литература № 1, № 2
 Дополнительная литература № 3, № 4, № 5, № 9.

Лабораторная работа № 40

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. Включить прибор на «Точное измерение тока». Установить различные значения длины реостата и снять показание вольтметра U .
2. По формуле рассчитать удельное сопротивление ρ .
3. 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 $\rho = \langle \rho \rangle \pm \Delta\rho$.
4. Включить прибор на «точное измерение напряжения». Пролетать операции, указанные в пп. 1-4. Данные, полученные при вычислениях и измерениях в таблицу, представив результаты измерений в виде $\rho = \langle \rho \rangle \pm \Delta\rho$.

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.

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?

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

Основная литература № 1, № 2

Дополнительная литература № 3, № 4, № 5, № 9.

Лабораторная работа № 41

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.

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 рассчитать индуктивность соленоида.

Вопросы для допуска к работе

1. Сформулируйте цель работы.
2. Дайте определение индуктивности?
3. 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.

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

Основная литература № 1, № 2

Дополнительная литература № 3, № 4, № 5, № 8.

Лабораторная работа № 42

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 и устанавливают его так, чтобы изображение шкалы, наблюдаемое в окуляр, было равномерно освещено. Если дневного света недостаточно, включают электролампу. Резкость изображения устанавливается вращением головки окуляра 8.
2. Открывают заслонку окна осветительной призмы.
3. Осторожно откидывают верхнюю призму и на поверхность нижней (измерительной) призмы наносят 2-3 капли исследуемого раствора.
4. Опускают верхнюю призму.
5. Вращают маховик до тех пор, пока в поле зрения окуляра не появится граница света и тени.
6. Устраняют окраску светотени, вращая рукоятку компенсатора.
7. Вращением окуляра зрительной трубы производят дополнительную настройку на резкость изображения.
8. Вращая маховик 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.
10. Вычерчивают диаграмму зависимости показателя преломления n от концентрации раствора C .
11. Из диаграммы $n = f(C)$ находят значение k – инкремента показателя преломления:
$$k = \operatorname{tg} \gamma = \frac{BC}{AC},$$
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?

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.
4. Критические замечания к методу измерений.

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

Основная литература № 1, № 2

Дополнительная литература № 3, № 5, № 8.

Лабораторная работа № 43

Определение показателя преломления стекла 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 микроскопа под объектив так, чтобы оба штриха пересекли оптическую ось прибора. Вращением барашка опускают тубус 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.

4. 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.

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.

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

Основная литература № 1, № 2
Дополнительная литература № 3, № 5, № 8.

Лабораторная работа № 44

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;
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.
6. Вчисляют длину волн по формуле $\lambda = \frac{S \cdot d}{m \cdot R}$.
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.

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.

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

Основная литература № 1, № 2
Дополнительная литература № 3, № 5, № 8.

Лабораторная работа № 45

Исследование дифракции Фраунгофера

Тренинг в малой группе

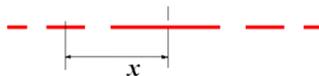
Цель работы: исследование дифракции света на прозрачной одномерной и прозрачной двумерной дифракционных решетках; определение параметров дифракционных решеток.

Приборы и принадлежности: модульный учебный комплекс МУК – 0.

Порядок выполнения работы и обработка результатов измерений

Задание А. Определение ширины щели

1. Включите лазерный монохроматический источник света ($\lambda = 0,65$ мкм, что соответствует красному видимому свету) – тумблер «Сеть»;
2. Положите лист белой или миллиметровой бумаги на основание оптического блока.
3. Поверните турель и установите нужный исследуемый объект – например, одиночную щель;
4. установите угол 0^0 ;
5. на бумаге должна появиться дифракционная картина (ряд чередующихся красных полосок);
6. зарисуйте дифракционную картину;
7. по своему рисунку измерьте положение минимума первого порядка x_1 . Результат запишите в таблицу;
8. поверните ручку на 30^0 , а затем на 60^0 , наблюдайте изменения дифракционной картины.
9. по формуле $a = \frac{k \cdot \lambda \cdot L}{x}$ рассчитайте ширину щели a . (Расстояние $L = 465$ мм, $k = 1$ порядок минимума);
10. поверните турель 2, и установите другой исследуемый объект – две щели;



Дифракционная картина от двух щелей при угле 0^0

11. установите ручкой 3 угол 0^0 , 30^0 , а затем 60^0 и наблюдайте изменения дифракционной картины;
12. на своём рисунке измерьте координату максимума первого порядка x_k . По формуле $d = \frac{m \cdot \lambda \cdot L}{x}$, найдите d – расстояние между щелями, учитывая, что порядок дифракционного максимума $m = 1$. Результаты занесите в таблицу.
13. Повторите аналогичные опыты для четырёх щелей.

Задание В. Определение постоянной дифракционной решетки

1. Включите лазерный монохроматический источник света – тумблер «Сеть», ($\lambda = 0,65$ мкм, что соответствует красному видимому свету);
2. поверните турель и установите первый объект исследования – одномерную дифракционную решетку;
3. установите угол поворота решетки 0^0 ;
4. положите лист белой или миллиметровой бумаги на основание оптического блока; на бумаге должна появиться дифракционная картина (ряд чередующихся красных полосок);
5. зарисуйте дифракционную картину;
6. поверните ручку на 30^0 , а затем на 60^0 , наблюдайте изменения дифракционной картины при каждом угле;
7. по своему рисунку измерьте положение максимума первого порядка x . Результаты запишите в таблицу;

8. по формуле $d = \frac{m \cdot \lambda \cdot L}{x}$ определите постоянную дифракционной решетки d .
(Расстояние $L = 465$ мм, $m = 1$);
9. поверните турель, и установите другой исследуемый объект – двумерную дифракционную решетку;
10. установите угол 0^0 и зарисуйте дифракционную картину ;
11. поверните 30^0 , а затем 60^0 , наблюдайте изменения дифракционной картины при каждом угле.
12. на своём рисунке нанесите координатные оси X , Y. Измерьте расстояния ΔX , ΔY – для главных дифракционных максимумов.
13. По формулам найдите периоды дифракционных решеток:

$$d_1 = F \cdot \frac{m_1 \cdot \lambda}{\Delta X} \quad d_2 = F \cdot \frac{m_2 \cdot \lambda}{\Delta Y},$$

здесь $m_1 = m_2 = 1$, фокусное расстояние $F = L = 465$ мм

Вопросы для допуска к работе

1. Сформулируйте цель работы.
2. Объясните сущность дифракции света.
3. Опишите устройство и назначение одномерной и двумерной дифракционных решеток.

Вопросы для защиты работы

1. Сформулируйте принцип Гюйгенса–Френеля. Объясните с его помощью явление дифракции света.
2. Объясните картину дифракции на одной щели.
3. Получите условия минимумов и максимумов при дифракции на одномерной решетке.
4. Объясните картину дифракции на двумерной решетке.

Задания для самостоятельной работы:

1. Проработать рекомендуемые источники, основную и дополнительную литературу по изучаемому вопросу с целью углубления, систематизации и расширения полученных знаний.
2. Ответить на для допуска к лабораторной работе.
3. Подготовиться к тренингу в малых группах.

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке практическому занятию: проработка лекционного материала, основной и дополнительной литературы. Конспектирование прочитанных литературных источников. Подготовка к участию в тренинге в формате малой группы, направленного на обсуждение дифракции Френеля и Фраунгофера на одной щели, на дифракционной решетке одномерной и двумерной.

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

Основная литература № 1, № 2
Дополнительная литература № 3, № 5, № 8.

Лабораторная работа № 46

Изучение явления поляризации 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 и помещают его между поляризатором и анализатором. Затем дают нагрузку (деформация сжатия), для чего завинчивают винт.
4. Рассматривают картину интерференции и зарисовывают изохроматические линии.
5. Такие же действия производят с другими моделями.

Задание В. Проверка закона Малюса

1. Включают установку в сеть переменного тока.
2. Снимают крышку с фотоэлемента и помещают его вплотную к окуляру.
4. Устанавливают на лимбе анализатора угол $\alpha = 90^\circ$, что соответствует углу

$$\varphi = \alpha - \frac{\pi}{2} = 0^\circ \text{ и максимальному значению фототока.}$$

5. Поворачивая анализатор, через каждые 30° снимают зависимость силы тока от угла поворота анализатора. Отсчеты производят от 0° до 360° . Результаты измерений заносят таблицу.
7. Выполняют диаграмму зависимости силы фототока от $\cos^2 \varphi$.

Вопросы для допуска к работе

1. Сформулируйте цель работы.
2. В чем заключается явление поляризации света?
3. В чем различие естественного света от поляризованного?

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.

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

Основная литература № 1, № 2
Дополнительная литература № 3, № 5, № 8.

Лабораторная работа № 47

Поляризация при отражении и преломлении света на границе двух диэлектриков

Цель работы: определение угла Брюстера для стекла; вычисление показателя преломления стеклянной пластинки.

Приборы и принадлежности: модульный учебный комплекс МУК – О.

Порядок выполнения работы и обработка результатов измерений

1. Включите лазерный монохроматический источник света – тумблер «Сеть». (Конструктивные особенности лазера таковы, что пучок света на его выходе имеет эллиптическую поляризацию)
2. Поверните турель вправо или влево так, чтобы не было объектов исследования (решеток и щелей).
3. Для превращения эллиптически поляризованного света в плоско-поляризованный свет установите стрелку поляризатора на 0° . (Теперь после прохождения светом

поляризатора плоскость колебаний вектора \vec{E} лежит в плоскости падения луча на стеклянную пластинку).

4. Медленно поворачивайте стеклянную пластинку в устройстве и наблюдайте за изменением интенсивности луча лазера на шкале 9.

5. Зафиксируйте угол по шкале, при котором интенсивность луча будет минимальна. Это угол Брюстера $i_{Бр}$.

6. Занесите в таблицу значения угла Брюстера и повторите опыт несколько раз.

7. По значению угла Брюстера вычислите показатель преломления стекла, из которого сделана пластинка

$$n = \operatorname{tg} i_{Бр}$$

8. Оцените погрешность показателя преломления стекла методом Стюдента.

10. Рассчитайте относительную погрешность измерения.

Вопросы для допуска к работе

1. Назовите основные части установки и объясните их назначение.

2. Опишите метод измерения угла Брюстера.

3. Поясните схему хода лучей при выполнении закона Брюстера.

Вопросы для защиты работы

1. Естественный и поляризованный свет. Виды поляризованного света.

2. Способы получения поляризованного света.

3. Поляризация при отражении света от диэлектрика. Закон Брюстера. Стопа Столетова.

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

Основная литература № 1, № 2

Дополнительная литература № 3, № 5, № 8.

Лабораторная работа № 48

Определение концентрации сахара в растворе по углу вращения плоскости поляризации

Цель работы: градуировка сахариметра, т.е. установление зависимости между делениями шкалы и концентрацией раствора сахара; построение зависимости $N = f(C)$; определение концентрации C_x раствора сахара

Приборы и принадлежности: сахариметр, кювета поляриметрическая, растворы сахара.

Порядок выполнения работы обработка результатов измерений

1. Включают сахариметр в сеть.

2. Окуляр зрительной трубы устанавливают на максимальную резкость изображения вертикальной линии полей сравнения; лупу устанавливают на максимальную резкость изображения шкалы и нониуса.

3. Добиваются, чтобы половины поля зрения были одинаково окрашены и имели минимальную яркость. Если прибор настроен правильно, то нуль нониуса совпадет с нулем шкалы.

4. Между поляризатором и анализатором в кюветное отделение помещают трубку с раствором сахара известной концентрации C_1 . Так как раствор повернул плоскость поляризации луча, фотометрическое равенство половин поля зрения нарушается, и видна четкая граница различно окрашенных полутеней.

5. С помощью компенсатора восстанавливают фотометрическое равенство, т.е. добиваются того, чтобы полутени стали снова неразличимы, и записывают деления шкалы сахариметра N_1 .

6. Зная концентрацию раствора сахара и среднее удельное вращение α , подсчитывают угол поворота плоскости поляризации φ_1 по формуле

$$\varphi = \alpha \cdot d \cdot C,$$

где d – длина поляризационной кюветы в дм.

7. Заполняют трубку раствором сахара концентрации C_2 . Находят деление шкалы N_2 и угол поворота φ_2 и т.д.

8. Полученные данные заносят в таблицу.

9. По данным таблицы строят зависимость $N = f(C)$, откладывая по оси ординат деления шкалы прибора, а по оси абсцисс – концентрацию раствора C .

10. Помещают между поляризатором и анализатором раствор сахара неизвестной концентрации C_x и вновь производят измерения, записывая деления шкалы N_x в момент исчезновения границ половин поля зрения.

11. По диаграмме $N = f(C)$ определяют концентрацию C_x раствора сахара.

Вопросы для допуска к работе

1. Сформулируйте цель работы.
2. Объясните принцип действия сахариметра. Опишите порядок выполнения работы.
3. Какие вещества называются оптически активными?
4. От чего зависит поворот плоскости поляризации света в оптически активном веществе?

Вопросы для защиты работы

1. Оптическая схема сахариметра.
2. Объясните по Френелю поворот плоскости поляризации.
3. Зависимость удельного вращения от агрегатного состояния вещества.
4. Анализ диаграммы зависимости $N = f(C)$.
5. Практическое использование данного метода и рабочей установки.

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

Основная литература № 1, № 2
Дополнительная литература № 3, № 5, № 8.

Лабораторная работа № 49

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 (их яркости станут одинаковыми и поэтому нити станут трудноотличимыми). 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 1.

6. По формуле

$$\sigma = \frac{P}{S(T^4 - T_0^4)}$$

вычисляют постоянную Стефана-Больцмана и затем находят ее среднее значение. Здесь P – мощность, определяемая ваттметром; T – температура вольфрамовой нити и T_0 – температуры среды, выраженные в кельвинах.

5. Используя формулу

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

по найденному среднему значению величины $\langle \sigma \rangle$ определяют постоянную Планка h , где $k = 1,38 \cdot 10^{-23}$ Дж/К; $c = 3 \cdot 10^8$ м/с.

6. Оценивают погрешность результатов измерений величин как отклонение от табличного значения:

$$\Delta\sigma = |\langle \sigma \rangle - \sigma_{\text{табл}}|, \quad \Delta h = |\langle h \rangle - h_{\text{табл}}|,$$

где $\sigma_{\text{табл}} = 5,67 \cdot 10^{-8} \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \text{К}^4}$, $h_{\text{табл}} = 6,63 \cdot 10^{-34}$ Дж/с.

Вопросы для допуска к работе

1. Сформулируйте цель работы.
2. Опишите экспериментальную установку и порядок выполнения работы.
3. Сформулируйте закон Стефана-Больцмана и поясните физический смысл величин, входящих в него.

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.
5. Объясните практическое использование оптического пирометра.

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

Основная литература № 1, № 2

Дополнительная литература № 3, № 5, № 9.

Лабораторная работа № 50

Исследование селективного фотоэффекта

Интерактивная форма занятия – разбор конкретных ситуаций

Цель работы: снятие спектральной характеристики селенового фотоэлемента. Разбор возможных видов фотоэффекта: внутренний, внешний, вентильный.

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 \mathcal{Z} , 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

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.

Задания для самостоятельной работы:

Подготовиться к разбору конкретных ситуаций.

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке лабораторному занятию: проработка лекционного материала, основной и дополнительной литературы. Подготовка к участию в тренинге, направленного на разбор конкретных ситуаций: возможных видов фотоэффекта: внутренний, внешний, вентильный.

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

Основная литература № 1, № 2
Дополнительная литература № 3, № 5, № 9.

Лабораторная работа № 51

Исследование внешнего фотоэффекта

Цель работы: Снятие вольтамперной и спектральной характеристик фотоэлемента. Определение красной границы фотоэффекта, работы выхода для фотокатода и материала, из которого сделан фотокатод.

Приборы и принадлежности: блок амперметра-вольтметра АВ, стенд с объектами исследования СЗ-ОК01, источник питания ИПС 1

Порядок выполнения работы и обработка результатов измерений

1. Для снятия характеристик фотоэлемента соберите электрическую схему;
2. Включите тумблеры в сеть.
3. Установите предел амперметра 20 мкА.
4. Установите предел вольтметра 200 В.

Снимите вольтамперную характеристику $I = f(U)$ при $\lambda = \text{const}$ и $\Phi = J/J_0 = \text{const}$:

5. Для этого установите одни из значений длины волны λ : 430 нм, 470 нм, 505 нм.
6. установите максимальную относительную интенсивность излучения $\Phi = J/J_0 = 1.2$.
7. Изменяя напряжение U от 0 В до 20 В с шагом 2 В, измерить ток I .
8. Результаты занести в таблицу

Снимите спектральную характеристику фоторезистора $I = f(\lambda)$ при $\Phi = J/J_0 = \text{const}$ и $U = \text{const}$:

9. Выберите и установите одно из значений напряжения ($U = 10 \div 20$ В).
10. Установите относительную интенсивность излучения регулятором ($J/J_0 = 1.0 \div 1.2$).
11. Изменяя значение длины волны λ измерьте фототок I .
12. Результаты измерений занесите в таблицу
13. Обработка результатов:
14. По результатам измерений постройте графики вольтамперной характеристики $I = f(U)$ и спектральной характеристики $I = f(\lambda)$ фоторезистора.
15. По графику вольтамперной характеристики определите диапазон напряжений, соответствующих току насыщения.
16. Определите по спектральной характеристике длину волны λ_k , соответствующую красной границе фотоэффекта.
17. Определите частоту ω_k , соответствующую красной границе фотоэффекта по формуле

$$\omega_k = \frac{2\pi \cdot c}{\lambda_k},$$

18. Определите порог фотоэффекта W по формуле

$$W = \hbar \cdot \omega_k = \hbar \cdot \frac{2\pi \cdot c}{\lambda_k},$$

где $\hbar = 1,054 \cdot 10^{-34}$ Дж·с – постоянная Планка, и переведите энергию в эВ.

19. Убедитесь, что фотокатод фотоэлемента действительно изготовлен из полупроводника (для полупроводника порог фотоэффекта $W = 1 \div 2$ эВ).

Вопросы для допуска к работе

1. Какова цель работы?
2. Что такое внешний фотоэффект?
3. Объясните методику определения величин в данной лабораторной работе.

Вопросы для защиты работы

1. Можно ли объяснить все особенности фотоэффекта, пользуясь волновой теорией света?
2. Можно ли объяснить все особенности фотоэффекта, пользуясь квантовой теорией света?
3. Какое уравнение предложено для квантового описания внешнего фотоэффекта?
4. Почему при фотоэффекте ярко проявляются корпускулярные свойства света?

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

Основная литература № 1, № 2

Дополнительная литература № 3, № 5, № 9.

Лабораторная работа № 52

Изучение спектра излучения атомов цинка

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

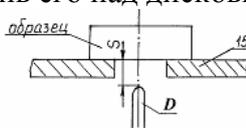
Приборы и принадлежности: стилоскоп «Спектр», градуировочная кривая стилоскопа,

образец цинка или цинкосодержащего вещества.

Порядок выполнения работы

1. Изучить описание стилоскопа «Спектр».

2. Расположить дисковый электрод D относительно поверхности столика. Расстояние регулируется вращением ручки. На столик поместить образец цинка или цинкосодержащего 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. Исследовать спектр цинка, вращая маховичок 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 и градуировочным графиком стилоскопа. Линии триплета следует искать в диапазоне $465 < \lambda < 485$ нм (голубые линии спектра).

4. Установить каждую найденную линию триплета против треугольного выреза визира. Записать числовые отсчеты по шкале. По градуировочному графику определить длины волн линий триплета. Данные занести в таблицу результатов.

5. Выключить стилоскоп (кнопка «Стоп»).

6. 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.

7. 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 рисунок.

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 полный 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, № 5, № 9.

Лабораторная работа № 53

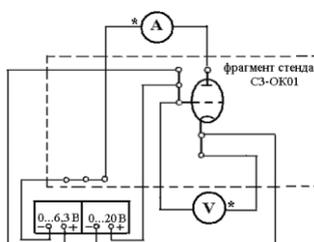
Определение потенциала возбуждения атома газа

Цель работы: 1) изучение опыта Франка и Герца;
2) определение потенциала возбуждения атомов газа.

Приборы и принадлежности: источник питания ИПС1,
блок амперметра-вольтметра АВ1,
стенд с объектами исследования СЗ-ОК01.

Порядок выполнения работы и обработка результатов измерений

Собрать схему рис.



2. Включить в сеть измерительный блок амперметра-вольтметра АВ1 и источник питания ИПС1. Время прогрева установки ~ 3 мин.

3. Установите диапазон измерений анодного тока до 20 мкА, установите диапазон измерений напряжения U_{KC} до 200 В;

4. Измерьте зависимость тока анода от напряжения между катодом и сеткой с шагом примерно 0,5 В. Постройте график этой зависимости $I_A = f(U_{KC})$.

5. Определите потенциал возбуждения по максимуму графика, учитывая $U_{конт}$ (см. формулу (5)).

6. Зная потенциал возбуждения, определите, используя таблицу 1, каким газом заполнен тиратрон.

7. По формуле (4) рассчитайте длину волны (в нм), излучаемой данным газом при переходе его атомов из первого возбужденного состояния в основное.

Вопросы для допуска к работе

3. Сформулируйте цель работы.
3. Дайте определение «первого критического потенциала».
3. Опишите порядок выполнения работы.

Вопросы для защиты работы

1. Расскажите о модели атома Резерфорда и о ее недостатках.
2. Сформулируйте постулаты Бора.
3. С какой целью между сеткой и анодом подается запирающее напряжение?
4. Объясните, на каких участках вольтамперной характеристики имеет место упругое и на каких неупругое столкновение электрона с атомом.

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

Основная литература № 1, № 2
Дополнительная литература № 3, № 5, № 9.

Лабораторная работа № 54

Качественный спектральный анализ

Цель работы: провести качественный анализ образцов латуни.

Приборы и принадлежности: стилоскоп СЛ-12 «Спектр», образцы латуни, эталонные образцы, градуировочный график.

Порядок выполнения работы и обработка результатов измерений

1. Ознакомиться со стилоскопом
2. Исследовать спектр меди, рассматривая его линии в окуляр стилоскопа. Вращая маховичок, качественно ознакомиться со спектром, различая менее интенсивные линии от более интенсивных.

В качестве отправных линий можно выбрать характерные линии в спектре меди. Особенно характерными являются яркие зеленые линии:

$$\lambda = 510,5 \text{ нм}; \lambda = 515,3 \text{ нм}; \lambda = 521,8 \text{ нм} - 522 \text{ нм (дублет)}.$$

3. Наблюдают наиболее интенсивные линии спектра меди: две в желтой части спектра, три – в зеленой, четыре – в синей и четыре – в фиолетовой части спектра. Каждую линию устанавливают против визира окуляра. Записывают их числовые отсчеты по шкале 20. Отключить генератор от сети.

4. Исследовать спектр цинка. Для этого поместить на столик вместо медного образец цинка. Снова зажечь дугу. Наблюдаемый при этом спектр, представляет собой наложение спектра меди и спектра цинка. Поэтому в анализируемом спектре наряду с линиями цинка обязательно будут присутствовать линии меди. Сравнивая наблюдаемый спектр со спектром меди, отметить интенсивные линии цинка. Характерными в спектре цинка являются красная линия с длиной волны 636,4 нм и голубые с длинами волн 481,0 нм; 472,2 нм; 468,0 нм.

5. Исследовать спектр латуни. Для этого поместить на столик вместо цинкового электрода латунный. Снова зажечь дугу. Сравнить спектр латуни со спектром меди. В нем обязательно будут присутствовать все интенсивные линии, характерные для спектра меди (постоянный электрод – медный).

6. Сравнивая полученный спектр со спектром цинка, убедиться, что появившиеся линии являются линиями цинка, т.е. латунь – это сплав меди с цинком.

7. Обработать результаты измерений, относящиеся к спектру меди. На миллиметровой бумаге построить масштабную линейку спектра меди, где по горизонтали отложить отсчеты по барабан, каждую линию спектра изобразить вертикальной линией.

8. По имеющемуся в лаборатории градуировочному графику определить длины волн, исследованных линий спектра меди.

9. Обработать результаты измерений, относящиеся к спектру цинка. На миллиметровой бумаге построить масштабную линейку спектра цинка, где по горизонтали отложить отсчеты по барабану. Каждую линию спектра изобразить вертикальной линией и написать длину волны.

10. Построить масштабную линейку спектра латуни, на которой отметить исследованные спектральные линии. По градуировочному графику определить длины волн исследованных линий. Сопоставляя линейки спектров, сделать вывод о химическом составе латуни.

Вопросы для допуска к работе

1. Сформулируйте цель работы.
2. Дать определение качественного спектрального анализа.
3. Объяснить устройство стилоскопа СЛ-12.

Вопросы для защиты работы

1. Пояснить оптическую схему стилоскопа СЛ-12.
2. Назвать виды спектров.
3. Почему каждый элемент имеет свои характерные линии?
4. В чем состоит преимущество спектрального анализа по сравнению с химическим?

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

Основная литература № 1, № 2
Дополнительная литература № 3, № 5, № 9.

9.2. Методические указания по выполнению контрольной работы

В процессе изучения физики студент должен выполнить контрольную работу. 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 студенты переписывают 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).

Пример такой записи.

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

Записывают:

$$\begin{aligned}t &= 0,5 \text{ мин} = 30 \text{ с}; \\s &= 11 \text{ км} = 11 \cdot 10^3 \text{ м}; \\m &= 16 \text{ т} = 16 \cdot 10^3 \text{ кг}.\end{aligned}$$

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:

$$\begin{aligned}S &= 50 \text{ см}^2 = 50 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2; \\N &= 100 \text{ витков}; \\B &= 40 \text{ мТл} = 40 \cdot 10^{-3} \text{ Тл}; \\n &= 960 \text{ об/мин} = 16 \text{ об/с}.\end{aligned}$$

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:

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

здесь слово «штрихи» можно опустить, тогда :

$$\lambda = 0,5 \text{ мкм} = 0,5 \cdot 10^{-6} \text{ м}.$$

3. Все задачи следует решать в международной системе единиц (СИ).
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:

$$[s] = \left[\frac{V_0^2 \cdot m}{F_{\text{тр}}} \right] = \left[\frac{(\dot{\text{м}}^2 / \ddot{\text{н}}^2) \cdot \hat{\text{а}}}{\dot{\text{н}}} \right] = \left[\frac{\dot{\text{м}}^2 \cdot \hat{\text{а}}}{\ddot{\text{н}}^2 \cdot \dot{\text{н}} / \ddot{\text{н}}^2} \right] = [\dot{\text{м}}].$$

Здесь, исходя из второго закона Ньютона, единицу измерения силы 1Н расписывают как $1(\hat{\text{а}} \cdot \dot{\text{м}} / \ddot{\text{н}}^2)$.

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 $3,47 \cdot 10^{-4}$.

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

- ОС Windows 7 Professional
- Microsoft Office 2007 Russian Academic OPEN No Level
- Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Security.

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>
1	3	4	5
ЛР	Лаборатория механики и молекулярной физики	ФРМ –07- прибор Атвуда	1
		ФРМ –08- для измерения импульса и механической энергии	2
		Крутильный маятник	3
		ФРМ –09- баллистический крутильный маятник	4
		Баллистический маятник	5
		ФРМ –15 – маятник Обербека	6
		ФРМ –03- маятник Максвелла	7
		Крутильный маятник с	8

	грузами	
	FPM –05- крутильный маятник с миллисекундомером	9
	FPM –15-установка для проверки закона сохранения энергии	10
	FPM –05	11
	Наклонный маятник FPM – 07	12
	Пружинный маятник	13
	Генератор сигналов низкочастотный ГЗ- 102, осциллограф Н3013	14
	Математический маятник	15
	Физический маятник ФП -1	16
	FPM –04- универсальный маятник	17
	Пружинный маятник	18
	Генератор сигналов низкочастотный ГЗ- 102, осциллограф Н3013	19
	Установка для изучения газовых законов	20
	Установки для определения динамической вязкости воды	21
	Установки для определения динамической вязкости глицерина	22
	Установки для определения динамической вязкости воздуха	23
	Установка для определения эффективного диаметра молекул воздуха	24
	Катетометр КМ-8	25
	Установка для определения коэффициента поверхностного натяжения	26
	Установка для определения теплоёмкостей газа методом Клемана-Дезорма	27
	Установка для определения изменения энтропии реальных систем	28

ЛР	Лаборатория электричества и электромагнетизма	Магазин сопротивлений МСР-60, гальванометр М45М0МЗ, реостат РСП	29
		Осциллограф С1-73, реостат РСП 500, магазин ёмкостей Р5025	31
		Плитка, вольтметр В7-35	30
		Вольтметр В7-35, реостат РСП 1280, осциллограф УПМ	32
		реостат РСП -3350, осциллограф Н3013	33
		Источник питания АГАТ, амперметр Э514, тангенсгальванометр, реостат РСП33	34
		Ист. пит. УИП-1, вольтметр Э515 - 2 шт, стабилитрон СГ-2с, реостат РСП-6500	35
		Вольтметр В7-35, амперметр М 104, вакуумный диод	36
		Вольтметр В7-35, осциллограф С1-72, трансформатор, реостат РСП	37
		Вольтметр Э59, осциллограф С1-68, трансформатор	38
		осциллограф С1-65А, набор RLC	39
		Установка FPM-01	40
		Вольтметр В7-35, осциллограф С1-73, генератор низкочастотных сигналов ГЗ-102	41
		Рефрактометр RL-2	42
		Микроскоп МБУ-4А	43
		Дифракционная решетка, лампа	44
		Установка МУК-0	45
		Полярископ ПКС-56, блок амперметра-вольтметра АВ	46
		Установка МУК-0	47
		Сахариметр СУ-4	48
		Пирометр с исчезающей нитью ОПИР-9, ЛАТР, ваттметр ДБ39	49
Монохроматор УМ-2, УФ лампа, фотоэлемент	50		
источник питания ИПС1, блок амперметра-вольтметра АВ1, стенд с объектами исследования СЗ-ОК01.	51		

		Спектральный аппарат СПЕКТР	52, 54
		блок амперметра- вольтметра АВ1, источник питания ИПС1, стенд с объектами исследования СЗ-ОК01.	53
кр	чз1	Оборудование 10 ПК i5- 2500/Н67/4Gb(монитор TFT19 Samsung); принтер HP LaserJet P2055D	-
СР	чз1	Оборудование 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-2	Владение базовыми знаниями фундаментальных разделов физики, в объеме, необходимом для освоения физических основ в экологии и природопользования; владение знаниями о современных динамических процессах в природе и техносфере, о состоянии геосфер Земли; владение навыками идентификации и описания биологического разнообразия, его оценки современными методами количественной обработки информации	1. Механика	1.1. Кинематика поступательного движения 1.2. Кинематика вращательного движения 1.3. Динамика поступательного движения 1.4. Динамика вращательного движения 1.5. Гидромеханика. Движение жидкости. Вязкость	Экзаменационный билет № 1-13
		2. Колебания и волны	2.1. Механические колебания. Маятники. 2.2. Сложение гармонических колебаний 2.3. Затухающие и вынужденные механические колебания 2.4. Волны. Звуковые волны.	Экзаменационный билет № 14-23
		3. Молекулярная физика и термодинамика	3.1. Молекулярно-кинетическая теория. Основное уравнение МКТ 3.2. Явления переноса 3.3. Законы термодинамики	Экзаменационный билет № 24 -33
		4. Электромагнетизм	4.1. Электростатическое поле 4.2. Электрический ток 4.3. Магнитное поле 4.4. Электромагнитная индукция 4.5. Электромагнитные колебания	Экзаменационный билет № 34 -47
		5. Оптика	5.1. Электромагнитные волны 5.2. Элементы геометрической оптики 5.3. Интерференция световых волн 5.4. Дифракция света. Дифракция Френеля и Фраунгофера 5.5. Поляризация света. Закон Малюса. Закон Брюстера 5.6. Дисперсия света	Экзаменационный билет № 48 - 58
		6. Квантовая физика	6.1. Тепловое излучение 6.2. Фотоэффект 6.3. Строение атома. Теория атома водорода по Бору. 6.4. Гипотеза де Бройля. Корпускулярно-волновой дуализм. 6.5. Соотношение неопределенностей Гейзенберга.	Экзаменационный билет № 59- 64
		7. Физика атомного ядра	7.1. Размер, состав и заряд атомного ядра 7.2. Дефект массы и энергия связи 7.3. Ядерные силы 7.4. Закон радиоактивного распада 7.5. α -, β - распад. γ - излучение	Экзаменационный билет № 63 -67

2. Экзаменационные вопросы

№ п/п	Компетенции		ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЕ ВОПРОСЫ	№ и наименование раздела
	Код	Определение		
1	2	3	4	5
1	ОПК-2	Владение базовыми знаниями фундаментальных разделов физики, в объеме, необходимом для освоения физических основ в экологии и природопользования; владение знаниями о современных динамических процессах в природе и техносфере, о состоянии геосфер Земли; владение навыками идентификации и описания биологического разнообразия, его оценки современными методами количественной обработки информации	<p>1. Кинематика поступательного движения: мат. точка, траектория, путь, вектор перемещения, скорость, ускорение.</p> <p>2. Кинематика вращательного движения: угловая скорость, ускорение</p> <p>3. Масса тела. Сала. Законы Ньютона</p> <p>4. Работа постоянной и переменной силы</p> <p>5. Энергия. Кинетическая энергия</p> <p>6. Закон сохранения механической энергии.</p> <p>7. Консервативные и диссипативные силы.</p> <p>8. Упругий и неупругий удар</p> <p>9. Импульс тела. Закон сохранения импульса. Центр масс системы</p> <p>10. Момент силы. Момент инерции.</p> <p>11. Момент импульса. Закон сохранения момента импульса.</p> <p>12. Кинетическая энергия и работа сил при вращательном движении</p> <p>13. Основной закон динамики вращательного движения</p> <p>14. Основные характеристики колебательного движения: частота, фаза, период, амплитуда. Уравнение гармонического осциллятора.</p> <p>15. Скорость, ускорение и энергия частицы, совершающей гармонические колебания.</p> <p>16. Сложение двух гармонических колебаний одного направления и одинаковой частоты. Биение.</p> <p>17. Сложение двух взаимно-перпендикулярных колебаний одинаковой частоты. Фигуры Лиссажу.</p> <p>18. Пружинный маятник. Период колебания пружинного маятника.</p> <p>19. Физический и математический маятники. Периоды их колебаний. Приведенная длина физического маятника.</p> <p>20. Затухающие колебания. Логарифмический декремент затухания. Добротность системы.</p> <p>21. Вынужденные колебания. Амплитуда и фаза при вынужденных колебаниях. Резонанс и его роль в технике.</p> <p>22. Продольные и поперечные волны. Длина волны. Уравнение бегущей плоской волны. Энергия упругой волны.</p> <p>23. Интерференция волн. Стоячие волны.</p> <p>24. Модель идеального газа. Уравнение состояния идеального газа.</p> <p>25. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории</p> <p>26. Газовые законы и их графики.</p> <p>27. Средняя длина свободного пробега молекулы. I закон термодинамики.</p> <p>28. Применение I закона термодинамики к изопроцессам</p> <p>29. Работа газа. Работа газа в изопроцессах.</p> <p>30. Адиабатный процесс. Уравнение Пуассона.</p> <p>31. Цикл Карно. КПД цикла Карно</p>	<p>1. Механика</p> <p>2. Колебания и волны</p> <p>3. Молекулярная физика и термодинамика</p>

			<p>32. I и III начала термодинамики. 33. Энтродпия. Изменение энтропии. Неравенство Клаузиуса.</p>	
			<p>34. Электрический заряд. Взаимодействие зарядов. Закон сохранения заряда. Закон Кулона. 35. Напряженность электростатического поля. Линии напряженности. Напряженность точечного заряда. Принцип суперпозиции полей. Поток вектора напряженности электрического поля. 36. Теорема Гаусса и её применение для поля бесконечно заряженной плоскости. 37. Работа электрического поля по перемещению заряда 38. Потенциал. Разность потенциалов. Связь напряженности и потенциала. Эквипотенциальные поверхности. 39. Электроёмкость проводника. Конденсаторы. Электроёмкость плоского конденсатора. 40. Соединения конденсаторов. Энергия заряженного проводника, конденсатора. 41. Электрический ток. Сила и плотность тока. 42. Закон Ома для однородного участка цепи. Сопротивление проводника. Соединение сопротивлений. 43. Работа и мощность Эл. тока. закон Джоуля –Ленца 44. Магнитное поле: характеристики В и Н. Силовые линии. Рамка с током в магнитном поле. Магнитный момент. 45. Сила Ампера. 46. Сила Лоренца. Движение заряженной ч-цы в магнитном поле 47. Закон Био-Савара-Лапласа и его применение для магнитного поля в центре кругового тока.</p>	4. Электромагнетизм
			<p>48. Законы геометрической оптики. 49. Явление полного внутреннего отражения. 50. Интерференция света. Условие \max и \min при интерференции в тонких пленках. 51. Дифракция. Принцип Гюйгенса-Френеля. 52. Зоны Френеля. Условие \max и \min. 53. Дифракция Френеля на круглом отверстии. 54. Дифракция Фраунгофера на щели 55. Дифракция Фраунгофера на решетке. 56. Поляризованный и естественный свет. Закон Малюса. 57. Двойное лучепреломление. 58. Закон Брюстера</p>	5. Оптика
			<p>59. Фотоэффект. 60. Тепловое излучение. 61. Ядерная модель атома Резерфорда. 62. Постулаты Бора. Боровская модель атома водорода. 63. Волны де Бройля. Корпускулярно волновой дуализм свойств вещества. 64. Соотношение неопределенностей Гейзенберга.</p>	6. Квантовая физика
			<p>65. Природа и состав атомного ядра 66. Природа радиоактивных излучений 67. Явление радиоактивности</p>	7. Физика атомного ядра

3. Описание показателей и критериев оценивания компетенций

Показатели	Оценка	Критерии
<p>Знать ОПК -2: - фундаментальные разделы физики, современные динамические процессы в природе и техносфере, состояние геосфер Земли</p> <p>Уметь ОПК -2: – выявить естественнонаучную сущность проблемы в ходе профессиональной деятельности и применять соответствующий физико-математический аппарат для ее решения</p> <p>Владеть ОПК -2: - навыками идентификации и описания биологического разнообразия, его оценки современными методами количественной обработки информации</p>	отлично	<p>обучающийся знает основные физические явления, фундаментальные понятия, законы и теории классической и современной физики. Умеет применять полученные знания для решения физических задач. Владеет современной научной аппаратурой и навыками ведения физического эксперимента.</p>
	хорошо	<p>обучающийся знает основные физические явления, фундаментальные понятия, законы и теории классической и современной физики. Умеет применять полученные знания для решения физических задач. Владеет современной научной аппаратурой и навыками ведения физического эксперимента, но допустил не более двух-трех недочётов и может исправить их самостоятельно или с небольшой помощью преподавателя.</p>
	удовлетворительно	<p>в ответе имеются отдельные пробелы в усвоении вопросов курса физики, не препятствующие усвоению программного материала. - умеет применять полученные знания по физике при решении простых физических задач с использованием формул.</p>
	неудовлетворительно	<p>обучающийся не знает основные физические явления, фундаментальные понятия, законы и теории классической и современной физики. Не умеет применять полученные знания для решения физических задач. Не владеет современной научной аппаратурой и навыками ведения физического эксперимента.</p>

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 физики предусматривает:

- лекции,
- лабораторные занятия;
- практические занятия;
- контрольная работа;
- самостоятельную работу обучающихся;
- 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, получить представление о законах движения идеальной жидкости, взаимодействии её с твёрдыми телами, а так же знать о характере движения реальной жидкости.

В ходе освоения раздела 2 «Колебания и волны» студенты должны уяснить основные характеристики колебательного движения: амплитуда колебаний, фаза, начальная фаза, период колебаний, частота, скорость, длина волны. Виды механических колебаний, затухающие и вынужденные колебания, резонанс. А так же характеристики волн, продольные и поперечные волны, уравнение бегущей волны. Основные свойства волн. Иметь представление о маятниках: математическом, физическом, пружинном. Рассмотреть затухающие и вынужденные колебания. Резонанс. Звуковые волны.

В ходе освоения раздела 3 «Молекулярная физика и термодинамика» студенты должны уяснить представление о б идеальном газе, законных которым подчиняется идеальный газ, получить представления о термодинамическом и статистическом методах исследований, Знать основные положения молекулярно кинетической теории, законы термодинамики.

В ходе освоения раздела 4 «Электromагнетизм» студенты должны уяснить основные характеристики электростатического поля: электрический заряд, напряженность, потенциал, взаимосвязь напряженности и потенциала, закон Кулона взаимодействие точечных зарядов, теореме 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 5 «Оптика» студенты должны получить представление об волновой природе света: явлении интерференции, дифракции, поляризации света, двойное лучепреломление; уяснить понятия монохроматический свет, когерентность, оптический путь, показатель преломления света, поляризованный и естественный свет, а также законы геометрической оптики.

При освоении раздела 6. «Квантовая физика» студенты получить представления о квантовых свойствах излучения, гипотезе Планка о квантовании энергии, явлении

фотоэффекта, фотонах волновых свойствах микрочастиц, корпускулярно волновом дуализме микрочастиц. Волнах де Бройля. 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.

В ходе освоения раздела 7. «Физика атомного ядра» студенты должны получить знания об 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.

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.

В процессе проведения практических занятий обучающиеся должны закрепить теоретические знания, полученные на лекциях, и в процессе самостоятельного изучения учебного материала. При подготовке к практическому занятию необходимо прочитать конспект лекции, изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой, выполнить выданные преподавателем практические задания. Дорабатывать свой конспект лекции, делая в нем соответствующие записи из литературы. Желательно при подготовке к практическим занятиям по дисциплине одновременно использовать несколько источников, раскрывающих заданные вопросы. В качестве дополнительного источника информации можно использовать интернет ресурсы.

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 готовности 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.

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.

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: изучение фундаментальных физических законов, теорий, методов классической и современной физики. Формирование навыков владения основными приёмами и методами решения прикладных проблем. Формирование навыков проведения научных исследований, ознакомление с современной научной аппаратурой. Ознакомление с историей физики и ее развитием, а так же с основными направлениями и тенденциями развития современной физики.

Задача дисциплины физики состоит в формировании у обучающихся способностей использовать основные законы и фундаментальные понятия в профессиональной деятельности, уметь применять полученные знания при изучении других дисциплин и в прикладных задачах профессиональной деятельности, владеть современной научной аппаратурой и навыками ведения физического эксперимента.

2. Структура дисциплины

2.1 Распределение трудоемкости по отдельным видам учебной работы, включая самостоятельную работу: лекции – 34 час., лабораторные занятия - 34 час., практические занятия – 17, самостоятельная работа – 59 час.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 180 часов, 4 зачетных единицы

2.2 Основные разделы дисциплины:

1. Механика
2. Колебания и волны
3. Молекулярная физика и термодинамика
4. Электромагнетизм
5. Оптика
6. Квантовая физика
7. физика атомного ядра

3. Планируемые результаты обучения (перечень компетенций)

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:
ОПК-2 Владение базовыми знаниями фундаментальных разделов физики, в объеме, необходимом для освоения физических основ в экологии и природопользования; владение знаниями о современных динамических процессах в природе и техносфере, о состоянии геосфер Земли; владение навыками идентификации и описания биологического разнообразия, его оценки современными методами количественной обработки информации

4. Вид промежуточной аттестации: 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-2	Владение базовыми знаниями фундаментальных разделов физики, в объеме, необходимом для освоения физических основ в экологии и природопользования; владение знаниями о современных динамических процессах в природе и техносфере, о состоянии геосфер Земли; владение навыками идентификации и описания биологического разнообразия, его оценки современными методами количественной обработки информации	1. Механика	1.1. Кинематика поступательного движения 1.2. Кинематика вращательного движения 1.3. Динамика поступательного движения 1.4. Динамика вращательного движения 1.5. Гидромеханика. Движение жидкости. Вязкость	Защита ЛР, отчеты по ЛР, кр
		2. Колебания и волны	2.1. Механические колебания. Маятники. 2.2. Сложение гармонических колебаний 2.3. Затухающие и вынужденные механические колебания 2.4. Волны. Звуковые волны.	Защита ЛР, отчеты по ЛР, кр
		3. Молекулярная физика и термодинамика	3.1. Молекулярно-кинетическая теория. Основное уравнение МКТ 3.2. Явления переноса 3.3. Законы термодинамики	Защита ЛР, отчеты по ЛР, кр
		4. Электромагнетизм	4.1. Электростатическое поле 4.2. Электрический ток 4.3. Магнитное поле 4.4. Электромагнитная индукция 4.5. Электромагнитные колебания	Защита ЛР, отчеты по ЛР, кр
		5. Оптика	5.1. Электромагнитные волны 5.2. Элементы геометрической оптики 5.3. Интерференция световых волн 5.4. Дифракция света. Дифракция Френеля и Фраунгофера 5.5. Поляризация света. Закон Малюса. Закон Брюстера 5.6. Дисперсия света	Защита ЛР, отчеты по ЛР, кр
		6. Квантовая физика	6.1. Тепловое излучение 6.2. Фотоэффект 6.3. Строение атома. Теория атома водорода по Бору. 6.4. Гипотеза де Бройля. Корпускулярно-волновой дуализм. 6.5. Соотношение неопределенностей Гейзенберга.	Защита ЛР, отчеты по ЛР, кр

		7. Физика атомного ядра	7.1. Размер, состав и заряд атомного ядра 7.2. Дефект массы и энергия связи 7.3. Ядерные силы 7.4. Закон радиоактивного распада 7.5. α -, β - распад. γ - излучение	Защита ЛР, отчеты по ЛР, кр
--	--	-------------------------	---	-----------------------------

2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций

Показатели	Оценка	Критерии
<p>Знать <i>ОПК -2:</i> -основные законы и понятия физики</p> <p>Уметь <i>ОПК -2:</i> - выявить естественнонаучную сущность проблемы в ходе профессиональной деятельности и применять соответствующий физико-математический аппарат для их решения</p> <p>Владеть <i>ОПК -2:</i> - современным физико-математическим аппаратом для решения проблем возникающих в ходе профессиональной деятельности</p>	Зачтено	<p>обучающийся</p> <p>1) выполнил лабораторную работу, написан отчёт по лабораторной работе, отвечает на вопросы защиты лабораторной работы, Решена контрольная работа.</p> <p>2) выполнил лабораторную работу, написан отчёт с небольшими недочётами, которые студент может исправить с подсказкой преподавателя, отвечает на вопросы защиты лабораторной работы, но в ответе имеются отдельные пробелы в усвоении вопросов курса физики, не препятствующие усвоению программного материала. Решена контрольная работа.</p>
	Не зачтено	<p>обучающийся</p> <p>1) не выполнил лабораторной работы.</p> <p>2) нет отчёта по лабораторной работе</p> <p>3) студент не готов отвечать на вопросы для защиты лабораторной работы</p> <p>4) не решена контрольная работа</p>

Программа составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 05.03.06 Экология и природопользование от «11» августа 2016 г. № 998

для набора 2016 года: и учебным планом ФГБОУ ВО «БрГУ» для очной формы обучения от «6» октября 2016 г. № 684

Программу составил:

Левит Д.И., ст. преподаватель _____

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры МиФ

от «21 » ноября 2018 г., протокол № 3

И.о. заведующего кафедрой МиФ _____ О.И. Медведева
(подпись)

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий выпускающей кафедрой ЭБЖиХ _____ М.Р.Ерофеева
(подпись)

Директор библиотеки _____ Т.Ф. Сотник
(подпись)

Рабочая программа одобрена методической комиссией ЕНФ

от « ___ » __декабря_____ 2018 г., протокол № _____

Председатель методической комиссии факультета _____ М.А. Варданян
(подпись)

СОГЛАСОВАНО:

Начальник
учебно-методического управления _____ Г.П. Нежевец

Регистрационный № _____