

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Галунин Сергей Александрович  
Должность: проректор по учебной работе  
Дата подписания: 29.06.2023 14:00:25  
Уникальный программный ключ:  
08ef34338325bdb0ac5a47baa5472ce36cc3fc3b



**СПбГЭТУ «ЛЭТИ»**  
ПЕРВЫЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ

Приложение к ОПОП  
«Промышленная электроника»

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
«Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет  
«ЛЭТИ» им. В.И.Ульянова (Ленина)»  
(СПбГЭТУ «ЛЭТИ»)

---

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

дисциплины

«ФИЗИКА»

для подготовки бакалавров

по направлению

11.03.04 «Электроника и наноэлектроника»

по профилю

«Промышленная электроника»

Санкт-Петербург

2023

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Разработчики:

к.ф.-м.н., доцент Альтмарк А.М.

ассистент Лесив Н.А.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Физики  
22.12.2022, протокол № 10

Рабочая программа рассмотрена и одобрена учебно-методической комиссией  
ИФИО, 09.02.2023, протокол № 1

Согласовано в ИС ИОТ

Начальник ОМОЛА Загороднюк О.В.

## 1 СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Обеспечивающий факультет	ИФИО
Обеспечивающая кафедра	Физики
Общая трудоемкость (ЗЕТ)	20
Курс	1, 2
Семестр	4, 3, 2, 1

### **Виды занятий**

Лекции (академ. часов)	136
Лабораторные занятия (академ. часов)	102
Практические занятия (академ. часов)	102
Иная контактная работа (академ. часов)	4
Все контактные часы (академ. часов)	344
Самостоятельная работа, включая часы на контроль (академ. часов)	376
Всего (академ. часов)	684

### **Вид промежуточной аттестации**

Экзамен (курс)	1
Экзамен (курс)	1
Экзамен (курс)	2
Экзамен (курс)	2

## **2 АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **«ФИЗИКА»**

Дисциплина «Физика» охватывает разделы "Механика и термодинамика", "Электричество и магнетизм" и "Оптика и атомная физика". В программу включены практические и лабораторные занятия по всем разделам.

### **SUBJECT SUMMARY**

### **«PHYSICS»**

The discipline "Physics" covers the sections "Mechanics and Thermodynamics", "Electricity and Magnetism" and "Optics and atomic Physics". The program includes practical and laboratory classes in all sections.

## 3 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

### 3.1 Цели и задачи дисциплины

1. Цели дисциплины:

1). Знания основных законов физики и научных методов физики, их теоретическое и экспериментальное обоснование.

2). Умения применять законы и методы физики при решении задач теоретического, экспериментального и прикладного характера, навыки выполнения физических измерений и оценивания получаемых результатов.

3). Сформировать представление о мировоззренческих и методических аспектах основных концепций физики и их развитии.

2. Задачи дисциплины: формирование научного мировоззрения, ознакомление с историей физики и ее развитием, а также с основными направлениями и тенденциями развития современной физики, получение знаний в рамках одного из конкретных профилей в области научных исследований.

3. Знания фундаментальных физических законов, теорий в области механики, колебательных процессов, теорий в области электричества и магнетизма, законов оптики, квантовой физики и атомной физики, методов классической и современной физики

4. Умения применения основных приемов и методов решения задач теоретического, экспериментального и прикладного характера, выполнения физических измерений и оценки получаемых результатов.

5. Дисциплина прививает навыки и умения применять основные методики решения задач теоретического, экспериментального и прикладного характера, выполнения физических измерений и оценки получаемых результатов.

### **3.2 Место дисциплины в структуре ОПОП**

Дисциплина изучается на основе знаний, полученных при освоении школьной программы.

и обеспечивает изучение последующих дисциплин:

1. «Диагностика и контроль в электронике»

### 3.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения образовательной программы обучающийся должен достичь следующие результаты обучения по дисциплине:

<b>Код компетенции/ индикатора компетенции</b>	<b>Наименование компетенции/индикатора компетенции</b>
ОПК-1	Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности
<i>ОПК-1.1</i>	<i>Знает фундаментальные законы природы и основные физические и математические законы</i>
<i>ОПК-1.2</i>	<i>Умеет применять физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера</i>

## 4 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1 Содержание разделов дисциплины

#### 4.1.1 Наименование тем и часы на все виды нагрузки

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Лек, ач	Пр, ач	Лаб, ач	ИКР, ач	СР, ач
1	Кинематика.	6	6	0	1	21
2	Механика поступательного движения.	6	6	8	1	21
3	Механика вращательного движения.	6	6	9	1	21
4	Колебательное движение.	6	6	9	1	21
5	Молекулярная физика.	5	6	0	0	21
6	Термодинамика.	5	6	8	0	21
7	Электростатика.	8	5	9	0	21
8	Электрическое поле в веществе.	8	5	8	0	21
9	Цепи постоянного тока.	8	6	9	0	21
10	Магнетизм.	10	6	8	0	21
11	Волны.	8	6	0	0	21
12	Интерференция.	8	6	9	0	21
13	Дифракция.	8	5	8	0	21
14	Поляризация.	8	5	9	0	20
15	Дисперсия.	10	5	0	0	21
16	Корпускулярные свойства света.	8	5	8	0	20
17	Квантовая механика.	10	6	0	0	21
18	Атомная физика.	8	6	0	0	21
	Итого, ач	136	102	102	4	376
	Из них ач на контроль	0	0	0	0	140
	Общая трудоемкость освоения, ач/зе	720/20				

#### 4.1.2 Содержание

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
1	Кинематика.	Радиус-вектор, путь, скорость, средняя скорость, перемещение, системы координат, криволинейное движение, движение по окружности (угловая координата, угловая скорость, угловое ускорение), степени свободы движения
2	Механика поступательного движения.	Законы Ньютона, закон сохранения энергии, закон сохранения импульса, потенциальные силы
3	Механика вращательного движения.	Момент силы, момент импульса, момент инерции, тензор инерции, центр масс



№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
4	Колебательное движение.	Виды колебательных систем, гармонические и негармонические колебания, скорость и ускорение гармонических колебаний, фазовые траектории
5	Молекулярная физика.	Термодинамические степени свободы, модель идеального газа, давление, статистическая температура, основное уравнение МКТ, распределение Максвелла-Больцмана
6	Термодинамика.	Энтропия, функции состояния и функции процесса, изобарный, изохорный, изотермический и изоэнтропийный процессы, теплоемкость, начала термодинамики, термодинамические циклы
7	Электростатика.	Потенциальная энергия взаимодействия зарядов, связь потенциала и напряженности электростатического поля, принцип суперпозиции, электроемкость, теорема Гаусса, уравнения Лапласа и Пуассона
8	Электрическое поле в веществе.	Дипольный заряд, полярные и неполярные диэлектрики, вектора индукции и поляризации электростатического поля, граничные условия на границе двух диэлектриков, сегнетоэлектрики, проводники, полупроводники
9	Цепи постоянного тока.	Сопротивление участка цепи. Источник ЭДС. Последовательное и параллельное соединение, вектор плотности тока. закон сохранения заряда. закон Ома в диф. форме. Правила Кирхгофа, точки с одинаковым потенциалом в цепях постоянного тока
10	Магнетизм.	Закон Био-Савара Лапласа, Закон электромагнитной индукции, Правило Ленца, Действие магнитного поля на проводники, Магнитное поле в веществе, Ферромагнетики, Ларморовская прецессия, движение заряженных частиц в электромагнитном поле, ускорители заряженных частиц, уравнения Максвелла в дифф
11	Волны.	Уравнение плоской электромагнитной волны, Частота, фаза, волновой вектор, длина волны, фазовая и групповая скорости, геометрическая, волновая и квантовая оптика
12	Интерференция.	Когерентные источники, пространственная и временная когерентность, интерференция от двух когерентных источников, интерференция в тонких пленках, Кольца Ньютона
13	Дифракция.	Дифракция Френеля на круглом отверстии, дифракция Фраунгофера на щели, дифракция Фраунгофера на решетке, дифракция от тонкой иглы
14	Поляризация.	Виды поляризации света, Двойное лучепреломление, Четвертьволновая пластинка, Поворот плоскости поляризации света
15	Дисперсия.	Преобразование Фурье, Преломление света, хроматическая aberrация, волноводы

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
16	Корпускулярные свойства света.	Внешний фотоэффект, внутренний фотоэффект, эффект Комптона
17	Квантовая механика.	Уравнение Шредингера, волновая функция, потенциальная яма, потенциальный барьер, длина волны Де-Бройля, дифракция электронов
18	Атомная физика.	Атомная физика Строение Атома водорода, опыт Франка и Герца, спектральный анализ

## 4.2 Перечень лабораторных работ

Наименование лабораторной работы	Количество ауд. часов
1. Исследование движения тела в диссипативной среде.	3
2. Исследование динамики гармонических колебаний в поле силы тяжести.	2
3. Исследование динамики затухающих колебаний.	3
4. Исследование динамики вращательного движения твердого тела.	2
5. Определение момента инерции в машине Атвуда.	3
6. Неупругое соударение шаров.	3
7. Исследование динамики поступательно-вращательного движения твердого тела.	3
8. Упругое соударение шаров.	3
9. Исследование физического маятника.	3
10. Проверка теоремы Гюйгенса-Штейнера методом вращательных колебаний.	2
11. Определение коэффициента трения скольжения.	3
12. Проверка законов динамики поступательного движения.	2
13. Скатывание с наклонной плоскости.	3
14. Исследование электростатического поля методом моделирования в проводящей среде.	3
15. Измерение сопротивлений токопроводящих моделей при помощи моста Уинстона.	3
16. Исследование электростатического поля двухпроводной линии методом моделирования.	3
17. Исследование разветвленных цепей с применением компенсационного метода измерений.	3
18. Передача мощности в цепи постоянного тока.	2
19. Исследование эффекта Холла в полупроводнике.	2
20. Измерение магнитного поля Земли.	3
21. Исследование магнитного поля кругового тока (закон Био-Савара-Лапласа).	3
22. Исследование основных свойств магнитного поля (закон полного тока).	3
23. Определение удельного заряда электрона.	2
24. Исследование магнитного поля в катушках Гельмгольца.	3

Наименование лабораторной работы	Количество ауд. часов
25. Моделирование магнитного поля токов.	3
26. Исследование гистерезиса ферромагнетиков.	3
27. Исследование прямого пьезоэлектрического эффекта.	2
28. Исследование диэлектрических свойств сегнетоэлектриков	3
29. Определение фокусных расстояний линз.	3
30. Определение длины световой волны с использованием би-призмы.	3
31. Исследование интерференции при наблюдении колец Ньютона.	3
32. Дифракционная решетка.	3
33. Дифракция на щели	3
34. Исследование линейно-поляризованного света.	3
35. Исследование закономерностей теплового излучения нагретого тела.	3
36. Исследование спектральной лучеиспускательной способности нагретого тела.	1
37. Исследование внешнего фотоэффекта.	2
38. Исследование внутреннего фотоэффекта.	1
39. Исследование туннельного эффекта в вырожденном p-n-переходе.	1
Итого	102

### 4.3 Перечень практических занятий

Наименование практических занятий	Количество ауд. часов
1. Основные понятия механики. Кинематика (поступательное и вращательное движение).	6
2. Динамика материальной точки. Поступательное движение. Законы Ньютона.	6
3. Динамика твердого тела. Момент инерции.	4
4. Законы динамики вращательного движения.	4
5. Работа. Мощность. Потенциальная и кинетическая энергия тела при поступательном и вращательном движении.	2
6. Законы сохранения энергии, импульса, момента импульса.	2
7. Гармонические колебания. Маятники. Затухающие колебания. Сложение колебаний.	4
8. Основное уравнение МКТ. Уравнение состояния идеального газа.	4
9. Основы термодинамики. Цикл Карно.	4
10. Электростатическое поле. Закон Кулона. Напряженность, потенциал.	4
11. Дифференциальные операторы	6
12. Теорема Гаусса для электростатического поля в вакууме. Электростатическое поле в диэлектриках. Теорема Гаусса для поля в веществе.	4

<b>Наименование практических занятий</b>	<b>Количество ауд. часов</b>
13. Энергия электростатического поля. Конденсаторы.	3
14. Электрический ток. Закон Ома.	2
15. Закон Джоуля-Ленца. Мощность. КПД.	1
16. Правила Кирхгофа.	1
17. Магнитное поле. Закон Ампера. Закон Био-Савара-Лапласа. Сила Лоренца.	2
18. Электромагнитная индукция. Закон Фарадея.	2
19. Магнитное поле в веществе. Энергия магнитного поля.	2
20. Основы теории Максвелла. Электромагнитные волны.	8
21. Законы геометрической оптики. Построение изображений.	2
22. Волновая оптика. Интерференция света.	6
23. Волновая оптика. Дифракция света.	4
24. Дифракция света. Поляризация света.	4
25. Атомная физика. Теория Бора. Атомные спектры.	3
26. Элементы квантовой механики.	6
27. Физика твердого тела. Элементы квантовой статистики и квантовой электроники.	4
28. Физика атомного ядра и элементарных частиц.	2
Итого	102

#### **4.4 Курсовое проектирование**

Курсовая работа (проект) не предусмотрены.

#### **4.5 Реферат**

Реферат не предусмотрен.

#### **4.6 Индивидуальное домашнее задание**

Целью индивидуальных домашних заданий (ИДЗ) является выработка навыков описания основных физических явлений и решения типовых задач в области механики, молекулярной физики и термодинамики, электричества и магнетизма, оптики и атомной физики.

Индивидуальное домашнее задание должно содержать: Титульный лист, Условие задания с рисунком и исходными данными для конкретного варианта, описание основных формул, используемых в данной задаче (формулы с коммента-

риями), расчеты с комментариями. Отчет по ИДЗ оформляется в соответствии с требованиями, принятыми в СПбГЭТУ "ЛЭТИ". Отчет по ИДЗ предоставляется в электронной форме через облачные сервисы (Moodle, яндекс-диск).

Темы ИДЗ:

- 1) Движение по криволинейной траектории
- 2) Определение периода колебаний физического маятника
- 3) Определение потка электрического поля сквозь поверхность
- 4) Определение устойчивого равновесия системы зарядов
- 5) Численное решение уравнения Лапласа
- 6) Расчет потенциалов в цепях постоянного тока
- 7) Определение траектории светового луча в неоднородной оптической среде
- 8) Определение координат максимумов интерференционной картины от трех когерентных источников
- 9) Расчет дифракции Френеля.

#### **4.7 Доклад**

Доклад не предусмотрен.

#### **4.8 Кейс**

Кейс не предусмотрен.

#### **4.9 Организация и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы**

Изучение дисциплины сопровождается самостоятельной работой студентов с рекомендованными преподавателем литературными источниками и информационными ресурсами сети Интернет.

Планирование времени для изучения дисциплины осуществляется на весь период обучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Обучающимся в рамках внеаудиторной самостоятельной работы, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников материал, законспектированный на лекциях. При этом на основе изучения рекомендованной литературы целесообразно составить конспект основных положений, терминов и определений, необходимых для освоения разделов учебной дисциплины.

Особое место уделяется консультированию, как одной из форм обучения и контроля самостоятельной работы. Консультирование предполагает особым образом организованное взаимодействие между преподавателем и студентами, при этом предполагается, что консультант либо знает готовое решение, которое он может предписать консультируемому, либо он владеет способами деятельности, которые указывают путь решения проблемы.

<b>Текущая СРС</b>	<b>Примерная трудоемкость, ач</b>
Работа с лекционным материалом, с учебной литературой	56
Опережающая самостоятельная работа (изучение нового материала до его изложения на занятиях)	0
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	46
Выполнение домашних заданий, домашних контрольных работ	50
Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям	56
Подготовка к контрольным работам, коллоквиумам	28
Выполнение расчетно-графических работ	0
Выполнение курсового проекта или курсовой работы	0
Поиск, изучение и презентация информации по заданной проблеме, анализ научных публикаций по заданной теме	0
Работа над междисциплинарным проектом	0
Анализ данных по заданной теме, выполнение расчетов, составление схем и моделей, на основе собранных данных	0
Подготовка к зачету, дифференцированному зачету, экзамену	140
<b>ИТОГО СРС</b>	<b>376</b>

## 5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

### 5.1 Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины

№ п/п	Название, библиографическое описание	К-во экз. в библи.
Основная литература		
1	Савельев, Игорь Владимирович. Курс общей физики [Текст] : учеб. пособие. -(Классическая учебная литература по физике). Т. 4 : Волны. Оптика, 2011. -251 с.	неогр.
2	Савельев, Игорь Владимирович. Курс общей физики [Текст] : учеб. пособие. -(Классическая учебная литература по физике). Т. 5 : Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц, 2011. -368 с.	неогр.
3	Савельев, Игорь Владимирович. Курс общей физики [Текст] : учеб. пособие : в 5 т. -(Учебники для вузов. Специальная литература) (Классическая учебная литература по физике) (Лучшие классические учебники) (Знание, уверенность, успех!). Т. 2 : Электричество и магнетизм, 2011. -342 с.	неогр.
4	Фирганг, Евгений Владимирович. Руководство к решению задач по курсу общей физики [Текст] : учеб. пособие для вузов по техн. и технол. направлениям и специальностям / Е.В. Фирганг, 2008. -348 с.	неогр.
5	Иродов, Игорь Евгеньевич. Механика. Основные законы [Текст] : [Учеб. пособие для вузов] / И.Е.Иродов, 2002. -309 с.	143
6	Иродов, Игорь Евгеньевич. Физика макросистем. Основные законы [Текст] : [Учеб. пособие для вузов] / И.Е.Иродов, 2001. -207 с.	150
7	Иродов, Игорь Евгеньевич. Электромагнетизм. Основные законы [Текст] : [Учеб. пособие для физ. специальностей вузов] / И.Е.Иродов, 2002. -319 с.	680
8	Волькенштейн, Валентина Сергеевна. Сборник задач по общему курсу физики [Текст] : Для техн. вузов / В.С.Волькенштейн, 1997. -327 с.	12
9	Молекулярная физика. Термодинамика [Текст] : метод. указания к практ. занятиям / Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет им. В.И. Ульянова (Ленина) "ЛЭТИ", 2009. -55 с.	1235
10	Механика. Молекулярная физика [Текст] : метод. указания по дисциплине "Физика" / [сост. : В.Я. Басецкая [и др.]], 2005. -56 с.	неогр.
11	Электричество [Текст] : метод. указания к лаб. работам / Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет им. В.И. Ульянова (Ленина) "ЛЭТИ", 2003. -66 с.	неогр.
12	Сборник задач по электростатике, постоянному току и электромагнетизму [Текст] : Практикум / В.М.Вяткин, С.Ю.Давыдов, Д.М.Козлов [и др.], 2000. -47 с	неогр.

№ п/п	Название, библиографическое описание	К-во экз. в библи.
13	Электромагнитные явления [Электронный ресурс] : учеб. пособие для самостоят. работы по курсу физики / [А.И. Мамыкин [и др.], 2008. -1 эл. опт. диск (CD-ROM)	неогр.
14	Квантовая механика и атомная физика в вопросах и задачах [Текст] : учеб. пособие / [М.Н. Малышев [и др.], 2010. -62 с.	964
15	Оптика и атомная физика [Электронный ресурс] : лаб. практикум / [В. М. Вяткин, А. В. Комашня, В. Л. Комашня [и др.], 2013. -1 эл. опт. диск (CD-ROM)	неогр.
16	Фейнман Р. Фейнмановские лекции по физике [Текст] : [в 9 т.]. Т. 1 : Современная наука о природе. Законы механики, 1976. -439 с.	12
17	Фейнман Р. Фейнмановские лекции по физике [Текст] : [в 9 т.]. Т. 3 : Излучение. Волны. Кванты : курс лекций / [пер. с англ. А.В. Ефремова [и др.]], 1977. -496 с.	7
18	Фейнман Р. Фейнмановские лекции по физике [Текст] : [в 9 т.]. Т. 5 : Электричество и магнетизм / [пер. с англ. Г.И. Копылова, Ю.А. Симонова], 1977. -300 с.	26
19	Фейнман Р. Фейнмановские лекции по физике [Текст] : [в 9 т.]. Т. 6 : Электродинамика / [пер. с англ. А.В. Ефремова [и др.]], 1977. -347 с.	12
20	Фейнман Р. Фейнмановские лекции по физике [Текст] : [в 9 т.]. Т. 7 : Физика сплошных сред / [пер. с англ. А.В. Ефремова, Ю.А. Симонова], 1977. -288 с.	6
Дополнительная литература		
1	Чертов, Александр Георгиевич. Задачник по физике [Текст] : учеб.-практ. пособие для всех направлений бакалавриата / А. Г. Чертов, А. А. Воробьев, 2019. -636 с.	201
2	Сборник задач по общему курсу физики. [Текст] : в 5 кн. / под ред. И.А. Яковлева. Кн. 1 : Механика / [С.П. Стрелков, Д.В. Сивухин, В.А. Угаров, И.А. Яковлев], 2006. -240 с.	50
3	Сборник задач по общему курсу физики. [Текст] : в 5 кн. / под ред. Д.В. Сивухина. Кн. 2 : Термодинамика и молекулярная физика / [В.Л. Гинзбург, Л.М. Левин, Д.В. Сивухин, И.А. Яковлев], 2006. -176 с.	50
4	Сборник задач по общему курсу физики. [Текст] : в 5 кн. / под ред. И.А. Яковлева. Кн. 3 : Электричество и магнетизм / [С.П. Стрелков, Д.В. Сивухин, С.Э. Хайкин, И.А. Эльцин], 2006. -232 с.	50
5	Сборник задач по общему курсу физики. [Текст] : в 5 кн. / под ред. Д.В. Сивухина. Кн. 4 : Оптика / [В.Л. Гинзбург, Л.М. Левин, Е.С. Четверикова, И.А. Яковлев], 2006. -270 с.	50
6	Сборник задач по общему курсу физики. [Текст] : в 5 кн. / под ред. Д.В. Сивухина. Кн. 5 : Атомная физика. Физика ядра и элементарных частиц / [В.Л. Гинзбург, Л.М. Левин, М.С. Рабинович, Д.В. Сивухин], 2006. -183 с.	51
7	Калашников, Сергей Григорьевич. Электричество [Текст] : учеб. пособие для физ. специальностей вузов / С. Г. Калашников, 2008. -624 с.	282
8	Ландау, Лев Давидович. Теоретическая физика [Текст] : учеб. пособие для физ. специальностей ун-тов : в 10 т. Т. 8 : Электродинамика сплошных сред, 1992. -661 с.	100



№ п/п	Название, библиографическое описание	К-во экз. в библи.
9	Ландау, Лев Давидович. Теоретическая физика [Текст] : учеб. пособие для физ. специальностей ун-тов : в 10 т. Т. 1 : Механика, 1988. -215 с.	5
10	Ландау, Лев Давидович. Теоретическая физика [Текст] : учеб. пособие для физ. специальностей ун-тов : в 10 т. Т. 3 : Квантовая механика. Нерелятивистская теория, 1989. -767 с.	8

## 5.2 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», используемых при освоении дисциплины

№ п/п	Электронный адрес
1	Сайт кафедры физики - <a href="https://www.physicsletu.ru">https://www.physicsletu.ru</a>
2	Савельев И.В. Курс общей физики Том 1. Механика, колебания и волны, молекулярная физика. <a href="https://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/books/Savelev_t1_1970ru.djvu">https://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/books/Savelev_t1_1970ru.djvu</a>
3	Савельев И.В. Курс общей физики Том 2. Электричество <a href="https://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/books/Savelev_t2_1970ru.djvu">https://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/books/Savelev_t2_1970ru.djvu</a>
4	Савельев И.В. Курс общей физики Том 3. Оптика и атомная физика <a href="https://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/books/Savelev_t3_1971ru.djvu">https://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/books/Savelev_t3_1971ru.djvu</a>
5	Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Краткий курс теоретической физики, том 1: Механика. Электродинамика. и волны, молекулярная физика. <a href="https://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/books/LandauLifshic_t1_1969ru.djvu">https://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/books/LandauLifshic_t1_1969ru.djvu</a>

## 5.3 Адрес сайта курса

Адрес сайта курса: <https://vec.etu.ru/moodle/course/view.php?id=12740>

## 6 Критерии оценивания и оценочные материалы

### 6.1 Критерии оценивания

Для дисциплины «Физика» предусмотрены следующие формы промежуточной аттестации: экзамен.

#### Экзамен

<b>Оценка</b>	<b>Описание</b>
Неудовлетворительно	Курс не освоен. Студент испытывает серьезные трудности при ответе на ключевые вопросы дисциплины
Удовлетворительно	Студент в целом овладел курсом, но некоторые разделы освоены на уровне определений и формулировок теорем
Хорошо	Студент овладел курсом, но в отдельных вопросах испытывает затруднения. Умеет решать задачи
Отлично	Студент демонстрирует полное овладение курсом, способен применять полученные знания при решении конкретных задач.

## Особенности допуска

По результатам выполнения 2 контрольных работ 2-х ИДЗ на практических занятиях, а также выполнения и сдачи в срок отчетов по всем лабораторным работам и защиту их на коллоквиуме в каждом семестре студент получает допуск на экзамен.

Экзамен преследует цель оценить полученные теоретические знания, умение интегрировать полученные знания и применять их к решению практических задач.

Экзамен проводится по билетам в устной или письменной форме либо в виде тестов. Возможно сочетание этих форм и использование технических средств. Форма проведения экзамена и перечень вопросов, выносимых на экзамен, устанавливается кафедрой физики, и доводится до сведения студентов до начала сессии. Экзаменатору предоставляется право задавать студенту вопросы сверх билета, а также, помимо теоретических вопросов, давать задачи и примеры по программе данного курса. Во время экзамены студенты могут пользоваться с разрешения экзаменатора своим конспектом лекций, справочной литературой.

## 6.2 Оценочные материалы для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

### Вопросы к экзамену

№ п/п	Описание
1	Законы геометрической оптики. Тонкая линза. Построение изображения.
2	Уравнение волны. Плоская и сферическая волны.
3	Энергия волны. Объемная плотность энергии. Поток энергии. Плотность потока энергии волны. Вектор Умова.
4	Групповая скорость пакета волн. Принцип суперпозиции волн.
5	Волновое уравнение для векторов электромагнитного поля.
6	Скорость распространения волны.
7	Поляризация электромагнитных волн.
8	Вектор Пойнтинга.
9	Движущиеся источники колебаний и эффект Доплера. Эффект Доплера в оптике.
10	Интерференция от двух когерентных источников.

11	Методы получения когерентных источников.
12	Интерференция в тонких пленках.
13	Интерференция в тонких пленках.
14	Просветление оптики.
15	Дифракция. Принцип Гюйгенса-Френеля.
16	Зоны Френеля.
17	Дифракция от щели.
18	Дифракционная решетка.
19	Разрешающая способность оптических приборов.
20	Поляризация света. Поляризаторы.
21	Поляризация при отражении и преломлении. Закон Брюстера.
22	Анизотропные среды. Двойное лучепреломление.
23	Искусственное двойное лучепреломление. Эффект Керра.
24	Естественная оптическая активность. Эффект Фарадея.
25	Тепловое излучение. Равновесное тепловое излучение. Закон Кирхгофа.
26	Закон Стефана-Больцмана.
27	Закон Вина.
28	Спектральное распределение для равновесного теплового излучения.
29	Формула Рэля-Джинса.
30	”Ультрафиолетовая катастрофа”.
31	Формула Планка.
32	Понятие об оптической пирометрии. Поток излучения. Энергетическая освещенность. Энергетическая сила света. Энергетическая яркость. Спектральная плотность энергетической яркости. Радиационная, яркостная, цветовая температуры.
33	Квантовая природа света. Фотоэффект.
34	Законы Столетова. Основное уравнение внешнего фотоэффекта.
35	Взаимодействие света с веществом. Давление света. опыты Лебедева.
36	Элементы квантовой механики. Постулаты Бора.
37	Волны де-Бройля. Дифракция электронов.
38	Опыты Дэвиссона и Джермера.
39	Волновая функция.
40	Соотношение неопределенностей Гейзенберга.
41	Уравнение Шредингера. Движение свободной частицы.
42	Частица в потенциальной яме.
43	Прохождение частицы сквозь потенциальные барьер. Коэффициенты отражения и прохождения (прозрачности). Туннельный эффект.
44	Атом водорода. Квантовые числа.
45	Правило отбора.
46	Опыты Штерна и Герлаха. Спиновое квантовое число.
47	Магнетон Бора.
48	Орбитальное и спиновое гиромагнитные отношения.
49	Эффект Зеемана. Теорема Лармора.
50	Магнитный резонанс.
51	Вынужденное и самопроизвольное излучение.

52	Термоядерные реакции.
53	Энергия связи и ядерные силы.
54	Модели ядра.
55	Радиоактивность. Радиоактивное излучение.
56	Закон радиоактивного распада. Альфа-распад. Бета-распад. Гамма-излучение.
57	Ядерные реакции. Деление ядер.
58	Электрический заряд. Закон сохранения заряда.
59	Закон Кулона.
60	Электрическое поле. Напряженность электрического поля.
61	Поток напряженности и электрического смещения.
62	Теорема Остроградского-Гаусса.
63	Работа при перемещении заряда в электрическом поле.
64	Потенциал электрического поля.
65	Потенциал в простейших электрических полях.
66	Связь между напряженностью и потенциалом.
67	Принцип суперпозиции электрических полей.
68	Диполь. Электрическое поле диполя.
69	Вычисление напряженности и потенциала некоторых электрических полей с помощью теоремы Гаусса.
70	Заряды и поле на поверхности проводников.
71	Емкость проводников и конденсаторов.
72	Электростатическое поле в диэлектрической среде.
73	Дипольные моменты атомов и молекул диэлектрика.
74	Поляризация диэлектриков.
75	Напряженность поля в диэлектрике.
76	Условия на границе двух диэлектриков. Преломление линий смещения и напряженности поля.
77	Постоянный электрический ток. Характеристики электрического тока.
78	Уравнение непрерывности.
79	Действие электрического тока.
80	Баллистический гальванометр.
81	Закон Ома для однородного и неоднородного участков цепи.
82	Закон Ома в дифференциальной форме.
83	Закон Джоуля-Ленца.
84	Модель Друде-Лоренца электронного газа в металлах.
85	Закон Ома и Джоуля-Ленца в классической электронной теории.
86	Недостатки классической электронной теории.
87	Измерение сопротивлений.
88	Напряжение на зажимах источника.
89	Закон сохранения энергии для электрического тока.
90	Вычисление силы притяжения пластин плоского конденсатора.
91	Разветвленные цепи. Правила Кирхгоффа.
92	Параллельное соединение сопротивлений. Шунт.
93	Соединение источников тока.

94	Мощность во внешней цепи и коэффициент полезного действия.
95	Сегнетоэлектрики.
96	Электрострикция и пьезоэлектрический эффект.
97	Энергия и плотность электрического поля.
98	Сила и плотность электрического поля.
99	Магнитное поле. Закон Ампера.
100	Сила Лоренца.
101	Плоский замкнутый контур с током в магнитном поле.
102	Закон Био-Савара-Лапласа.
103	Магнитное поле прямолинейного проводника с током.
104	Магнитное поле кругового тока.
105	Магнитное поле соленоида.
106	Магнитное поле движущегося электрического заряда.
107	Эффект Холла.
108	Взаимодействие токов.
109	Закон полного тока.
110	Вычисление магнитного поля тороида с помощью закона полного тока.
111	Магнитный поток.
112	Работа, совершаемая при перемещении проводника с током в магнитном поле.
113	Релятивистская природа силы Лоренца.
114	Закон индукции Фарадея.
115	Электродвижущая сила. Вихревое электрическое поле.
116	Самоиндукция и взаимоиנדукция.
117	Электрический ток в цепи, содержащей индуктивность.
118	Энергия магнитного поля электрического тока.
119	Магнитное поле в веществе. Вектор намагничённости.
120	Граничные условия для векторов индукции и напряжённости магнитного поля.
121	Магнитные моменты электронов и атомов.
122	Атом в магнитном поле.
123	Природа диа-и парамагнетизма.
124	Ферромагнетизм.
125	Основы теории Максвелла.
126	Первое уравнение Максвелла.
127	Ток смещения. Второе уравнение Максвелла.
128	Полная система уравнений Максвелла для электромагнитного поля.
129	Электромагнитная волна. Её свойства.
130	Энергия электромагнитной волны. Вектор Умова-Пойнтинга.
131	Давление света.

## Форма билета

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

## ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

Дисциплина **Физика**

1. Уравнение волны. Плоская и сферическая волны.
2. Закон радиоактивного распада. Альфа-распад. Бета-распад. Гамма-излучение.
3. Задача.

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

А.С. Чирцов

### Образцы задач (заданий) для контрольных (проверочных) работ

#### Примерные варианты контрольных работ

1 семестр.

#### Примерный вариант контрольной работы № 1

1. Пуля массой  $m$  летит горизонтально со скоростью  $V_0$ , попадает в центр стержня, подвешенного вертикально за его край, и, пробив его, вылетает со скоростью  $V$ . Масса стержня  $M$  и длина  $L$ . на какой угол отклонится стержень в результате взаимодействия с пулей?

2. Определить ускорение, с которым скатывается шар без проскальзывания с наклонной плоскости. Угол наклона плоскости к горизонту  $\alpha$ .

#### Примерный вариант контрольной работы № 2

1. Сосуд емкостью 10 л, заполненный воздухом при температуре 500 К, соединяется трубочкой с чашкой, в которой находится ртуть. Найдите массу ртути, перешедшей в сосуд при остывании воздуха в нем до 300 К.

2. В двух сосудах, соединенных тонкой трубкой с закрытым вентиляем, находится водород. В сосуде вместимостью 1,5 л содержится некоторое количество водорода под давлением 0,5 МПа, а в сосуде вместимостью 2 л - 3 моль водорода. Температура газа в сосудах 300 К. Во сколько раз изменилась масса газа в первом сосуде после того, как вентиль открыли?

3. Одноатомному газу, занимающему объем  $V_1=3$  л при давлении  $P_1=0,2$  МПа, в изохорическом процессе сообщили  $Q_v=1,50$  кДж тепла, а затем в изобарическом процессе сообщили  $Q_p=1,75$  кДж тепла. Определить конечные значения давления и объема газа, а также изменение внутренней энергии газа.

4. Кислород массой 2 кг увеличил свой объем в 5 раз один раз изотермически, другой - адиабатно. Найти изменение энтропии в каждом из указанных процессов.

2 семестр.

Примерный вариант контрольной работы № 1

1. Четыре одинаковых по модулю точечных заряда  $q=20$  нКл, два из которых положительные, а два отрицательные, расположены в вершинах квадрата со стороной 20 см таким образом, что положительные заряды расположены рядом. Найти силу, действующую на помещенный в центр квадрата положительный заряд 20 нКл.

2. Внутреннее сопротивление источника равно 6 Ом. К нему подключают по очереди две лампы с разными сопротивлениями нитей, при этом на лампах выделяется одинаковая мощность. Сопротивление нити первой лампы 3 Ом. Найти сопротивление нити второй лампы.

3. Определить скорость и период  $T$  электронов, движущихся в однородном магнитном поле по винтовой линии радиусом  $R=3$  см и шагом винта  $h=1$  см. Индукция поля  $B=4$  мТл. Масса электрона  $m=9,1 \cdot 10^{-31}$  кг, заряд  $e=-1,6 \cdot 10^{-19}$  Кл.



## Примерный вариант контрольной работы № 2

1. Дайте определение основным характеристикам магнитного поля: индукция, намагниченность и напряженность магнитного поля.

2. Электрон, прошедший ускоряющую разность потенциалов 1 кВ, влетел в однородное магнитное поле с индукцией 100 мТл перпендикулярно линиям поля. Масса электрона  $9,1 \cdot 10^{-31}$  кг, заряд  $-1,6 \cdot 10^{-19}$  Кл. Какова должна быть минимальная протяженность поля в направлении, по которому летел электрон вне поля, чтобы скорость электрона изменила направление на противоположное?

3. Два прямолинейных провода расположены параллельно друг друга на расстоянии 10 см друг от друга. По проводам текут токи по 5 А в противоположных направлениях. Найти величину напряженности поля в точке, находящейся на расстоянии 20 см от каждого провода.

3 семестр.

## Примерный вариант контрольной работы № 1

1. Точечный источник света помещен на оптической оси собирающей линзы с фокусным расстоянием  $F_1 = 30$  см на расстоянии  $d = 120$  см от нее. По другую сторону линзы в ее фокальной плоскости помещена рассеивающая линза. Чему равно фокусное расстояние  $F_2$  рассеивающей линзы, если лучи после прохождения второй линзы кажутся исходящими из самого источника?

2. На стеклянный клин с малым углом нормально к его грани падает параллельный пучок лучей монохроматического света длиной волны  $\lambda = 0,6$  мкм. Число  $m$ , возникающих при этом интерференционных полос, приходящих на  $l = 1$  см, равно 10. Определить угол  $\alpha$  клина.

3. Параллельный пучок монохроматического света длиной волны 4000 ангстрем падает нормально на щель шириной 20 мкм. За щелью помещена линза с фокусным расстоянием 50 см, с помощью которой можно наблюдать дифрак-

ционные полосы на экране. Определить расстояние между светлыми полосами первого и второго порядков.

### Примерный вариант контрольной работы № 2

1. Параллельный пучок света переходит из глицерина в стекло так, что пучок, отраженный от границы раздела этих сред, оказывается максимально поляризованным. Определить угол  $\alpha$  между падающим и преломленным пучками.

2. При какой скорости кинетическая энергия любой частицы вещества равна ее энергии покоя?

3. С какой скоростью движется частица, импульс которой равен ее комптоновскому импульсу  $m_0c$ ?

4. Из смотрового окошечка плавильной печи излучается поток  $\Phi_3=2040$  Дж/мин. Определить температуру  $T$  печи, площадь отверстия  $S=6$  см.

5. На платиновую пластину падают ультрафиолетовые лучи. Для прекращения фотоэффекта нужно приложить задерживающую разность потенциалов 3,7 В. Если платиновую пластину заменить пластиной из другого металла, то задерживающую разность потенциалов нужно увеличить до 6 В. Определить работу выхода электронов с поверхности пластинки.

### Примерные вопросы к коллоквиумам:

#### Примерные вопросы по темам 1-13 (1 семестр)

1. Какие параметры характеризуют исследуемую систему как диссипативную? От каких величин зависит коэффициент сопротивления движению тела в диссипативной среде?
2. Дайте определение динамической, кинематической вязкости и текучести жидкости, а также ее ламинарного и турбулентного течения.
3. Как зависит сила сопротивления движению шарика в жидкости от скорости при малых и больших скоростях его движения.

4. Сделайте рисунок и укажите на нем все вилы, действующие на шарик, падающий в жидкости.
5. Используя обозначения сил, указанных на рисунке, напишите уравнение движения шарика в диссипативной среде для момента качания шариком поверхности жидкости. Напишите уравнение, описывающее движение шарика в жидкости в нестационарном и стационарном режиме.
6. Выведите (или докажите подстановкой в уравнение движения) зависимости скорости и ускорения шарика от времени в нестационарном режиме.
7. Объясните различный характер температурной зависимости вязкости жидкостей и газов.
8. Чем обусловлена необходимость учета присоединенной массы?
9. Обоснуйте, почему в работе для обработки данных косвенных измерений нельзя применять метод переноса погрешностей, но возможно применение выборочного метода.
10. Запишите уравнение движения для тела, движущегося в однородном силовом поле в диссипативной среде, и объясните физический смысл величин, входящих в это уравнение.
11. Какие силы действуют на тело, падающее в вязкой среде?
12. Почему при ламинарном течении происходит изменение скорости слоев жидкости? Приведите примеры движения тел в вязкой среде и укажите направление изменения скорости.
13. Какие параметры характеризуют исследуемую систему как диссипативную?
14. Дайте определение времени релаксации. Как определить время релаксации, пользуясь графиком переходного процесса в диссипативной системе?
15. От каких величин зависит коэффициент сопротивления движению в диссипативной среде?
16. Сформулируйте законы Ньютона.

17. Что такое установившаяся скорость?
18. Почему при движении тела в вязкой среде под действием постоянной силы существует предельная скорость движения? Есть ли такая скорость при сухом трении?
19. Какой физический смысл коэффициента внутреннего трения (вязкости)?
20. В каких единицах измеряется коэффициент вязкости?
21. Что определяет формула Стокса?
22. Какие системы называются диссипативными?
23. Напишите уравнение динамики для шарика, опущенного в масло с достаточно большой скоростью. Получите зависимость скорости и ускорения шарика от времени.
24. Чем обусловлена сила сопротивления движению в вязкой среде? Как направлена эта сила?
25. Какие параметры влияют на силу сопротивления движению в вязкой среде?
26. Объясните суть явления вязкого трения.
27. Объясните превращение энергии при движении шарика в диссипативной среде.
28. Запишите аналитическое выражение и объясните уравнение баланса энергии на участке установившегося движения.
29. Напишите аналитическую формулу зависимости скорости движения тела от времени при движении в диссипативной среде в случае, когда начальная скорость нулевая.
30. Нарисуйте график зависимости скорости шарика от времени для двух случаев, когда в системе действуют сопротивления и когда - нет.
31. Напишите аналитическую формулу для ускорения шарика и определите  $a_0$ .
32. Нарисуйте теоретический график зависимости скорости шарика от времени при движении в диссипативной среде. Объясните вид этого графика.

33. Нарисуйте теоретический график зависимости ускорения шарика от времени при движении в диссипативной среде. Объясните вид этого графика.
34. Что такое присоединенная масса?
35. Как зависит коэффициент динамической вязкости от температуры?
36. От каких параметров зависит сила Архимеда?
37. Как по графику зависимости скорости шарика от времени определить мгновенное ускорение и путь, пройденный шариком за время  $t$ ?
38. Сравните потенциальные энергии аэростатов: парящего свободно и удерживаемого тросом у на одном уровне у поверхности Земли?
39. Два шарика, сделанные из одного материала, имеющие одинаковый радиус движутся с одинаковой скоростью. Один из шариков полый. Сравните силы сопротивления, действующие на шарики?
40. Какие силы называются консервативными?
41. Математический и физический маятники. Под действием каких сил, происходят колебания? Запишите формулу периода колебаний каждого из маятников.
42. Напишите основное уравнение динамики вращательного движения. Объясните физический смысл входящих в него величин.
43. Выведите дифференциальное уравнение колебаний математического маятника. Напишите решение этого уравнения.
44. Дайте определение центра масс. Найдите расстояние до центра масс системы, состоящей из стержня длиной  $L$  и массой  $m_1$  и прикрепленного к его концу шара массой  $m_2$  и радиуса  $R$ , от оси вращения, проходящей через свободный конец.
45. Запишите зависимость угла отклонения маятника от времени. Найдите зависимость линейной скорости и тангенциального ускорения от времени для центра качания маятника.
46. Нарисуйте график зависимости угла отклонения маятника от времени. Нарисуйте соответствующие графики для зависимости линейной скоро-

- сти и тангенциального ускорения от времени для центра качания маятника.
47. Нарисуйте график зависимости угла отклонения физического маятника от времени. Нарисуйте соответствующие графики для зависимости кинетической и потенциальной энергии маятника. Колебания рассматривайте без затухания.
  48. Напишите уравнение для кинетической и потенциальной энергии физического маятника. Найдите полную энергию. Какой характер сил, действующих на качающееся тело, консервативный или диссипативный?
  49. Какие колебания называются собственными, свободными? Чем определяется частота собственных колебаний?
  50. На пружине с коэффициентом упругости  $k$  колеблется гиря массой  $m$ . Как изменится период колебаний, если гирю заменить другой, большей массы; если при прежней гире укоротить пружину?
  51. Что такое центр качания маятника?
  52. Почему период математического маятника не зависит от массы, а период колебания физического маятника зависит от его момента инерции?
  53. Получите дифференциальное уравнение колебаний физического маятника. Напишите решение этого уравнения.
  54. Запишите уравнение движения для гармонического осциллятора и объясните физический смысл величин, входящих в это уравнение.
  55. Как используется на практике математический маятник для определения ускорения свободного падения?
  56. Объясните смысл требования малости угловой амплитуды колебаний маятника.
  57. Какое расстояние называется приведенной длиной маятника и каким образом его можно определить?
  58. Найдите положение центра масс тонкой однородной пластинки со сторонами  $a$  и  $b$ .

59. Напишите формулу для периода колебаний математического маятника длиной  $l$ . Изменится ли период колебания такого маятника, если он установлен в лифте, который движется с ускорением  $a$  (вверх, вниз)?
60. Найдите отношение длин двух математических маятников, если отношение периодов их колебаний равно 1,5.
61. Дайте определение центра масс. Найдите расстояние до центра масс системы, состоящей из стержня длиной  $L$  и массой  $3m$  с прикрепленным к одному из его концов обручем диаметром равным  $L/2$  и массой  $m$ , от оси вращения, проходящей через свободный конец.
62. Почему маятник называется обратным, проведите обоснование методики измерений ускорения свободного падения.
63. Запишите выражения, определяющие мгновенные значения кинетической и потенциальной энергии физического маятника. Как зависит полная энергия маятника от времени?
64. Можно ли качающееся тело произвольной формы представить математическим маятником? Напишите формулу периода такого маятника. Объясните смысл входящих в него величин.
65. Найдите период колебания тонкой однородной пластинки со сторонами  $a$  и  $b$ , массой  $m$  относительно оси, проходящей по одной из сторон пластины.
66. Можно ли формулу для периода колебания физического маятника использовать для измерений момента инерции тела?
67. Что такое жесткость пружины и жесткость колебательной системы и каков их физический смысл?
68. Дайте определение момента силы твердого тела относительно некоторой оси. Как связан момент силы с силой, с моментом инерции и с моментом импульса?
69. Сформулируйте основной закон динамики вращательного движения. Какие параметры входят в этот закон?

70. Напишите уравнение гармонических колебаний с затуханием. Каков смысл входящих в него параметров?
71. Напишите уравнение гармонических колебаний без затухания. Каков смысл входящих в него параметров?
72. Сформулируйте теорему Гюйгенса-Штейнера, которая используется для вычисления момента инерции тела относительно оси вращения.
73. Рассчитайте момент инерции стержня длиной  $l$  массой  $m$ , относительно оси, проходящей через его середину.
74. Дайте определение момента инерции абсолютно твердого тела относительно некоторой оси. Как связан момент инерции с моментом импульса?
75. Сформулируйте закон Гука. Каков физический смысл параметров, входящих в закон?
76. Дайте определение момента инерции точечного, составного и сплошного тел. Объясните его физический смысл.
77. Дайте определение момента импульса абсолютно твердого тела относительно некоторой оси. Как связан момент импульса с импульсом, с моментом инерции и с моментом силы?
78. Как связан момент силы с силой, с моментом инерции и с моментом импульса?
79. Найдите жесткость пружины, состоящей из двух одинаковых пружин, жесткостью  $k$ , соединенных последовательно.
80. Рассчитайте момент инерции стержня длиной  $l$  и массой  $m$ , относительно оси, проходящей через его конец.
81. Рассчитайте момент инерции кольца массой  $m$  и радиуса  $r$ , относительно оси, проходящей через его центр.
82. Рассчитайте момент инерции тонкостенного цилиндра массой  $m$  и радиуса  $r$ , относительно оси, совпадающей с образующей цилиндра.
83. Рассчитайте момент инерции кольца массой  $m$  и радиуса  $r$ , относительно оси, лежащей в плоскости кольца и совпадающей с диаметром кольца.



84. Рассчитайте момент инерции шара массой  $m$  и радиуса  $r$ , относительно оси, совпадающей с касательной к шару.
85. Найдите жесткость пружины, состоящей из двух одинаковых пружин, жесткостью  $k$ , соединенных параллельно.
86. Рассчитайте момент инерции тонкой пластинки массой  $m$  со сторонами  $a$  и  $b$ , относительно оси, проходящей перпендикулярно плоскости пластинки через одну из ее вершин.
87. Рассчитайте момент инерции системы, состоящей из стержня длиной  $l$  и массой  $m_1$ , и прикрепленных к его концу и середине шарам массой  $m_2$  и радиуса  $R_2$ , относительно оси, проходящей через свободный конец стержня.
88. Найдите связь между моментом инерции  $J$  подвижной части колебательной системы и периодом колебаний  $T$ .
89. Рассчитайте момент инерции тонкой пластинки массой  $m$  со сторонами  $a$  и  $b$ , относительно оси, проходящей перпендикулярно плоскости пластины через её середину.
90. Рассчитайте момент инерции тонкой пластинки массой  $m$  со сторонами  $a$  и  $b$ , относительно оси, совпадающей с одной из его сторон.
91. Сделайте рисунок машины Атвуда и укажите на нем все силы, действующие на грузы и блок.
92. Используя рисунок машины Атвуда, напишите уравнения движения грузов и блока.
93. Через неподвижный блок в виде однородного сплошного цилиндра массой  $M$  перекинута невесомая нить, к концам которой прикреплены грузы массой  $m_1$  и  $m_2$ . Пренебрегая трением в оси блока, определите отношение сил натяжения нити.
94. Дайте определение момента силы. Укажите на рисунке направления моментов сил, действующих на блок.
95. Напишите основное уравнение динамики поступательного движения. Объ-

- ясните физически смысл параметров, входящих в эти уравнения.
96. С наклонной плоскости скатываются диск и кольцо одинакового радиуса и массы. Какое тело из них скатится быстрее?
  97. Какие параметры описывают вращательное движение? Угловая скорость, угловое ускорение и их связь с соответствующими линейными параметрами?
  98. Сделайте рисунок машины Атвуда и укажите на нем направление скорости угловой и линейной, также углового и линейного ускорения для грузов и блока.
  99. Как определяется момент силы относительно точки; относительно оси?
  100. Маховик в виде сплошного диска, момент инерции которого  $J$ , вращаясь при торможении равнозамедленно, за время  $t$  уменьшило частоту с  $\omega_1$  до  $\omega_2$ . Определите работу силы торможения.
  101. Как определяется момент импульса материальной точки относительно некоторой точки; относительно оси?
  102. На однородный сплошной цилиндрический вал радиуса  $R$  и массой  $M$  намотана легкая нить, к концу которой прикреплен груз массой  $m$ . Груз, разматывая нить, опускается. Определите зависимость  $\varphi(t)$ , согласно которой вращается вал, угловую скорость вала через время  $t$  после начала движения.
  103. На однородный сплошной цилиндрический вал радиуса  $R$  и массой  $M$  намотана легкая нить, к концу которой прикреплен груз массой  $m$ . Груз, разматывая нить, опускается. Определите тангенциальное и нормальное ускорение точек, находящихся на поверхности вала.
  104. Как определяется кинетическая энергия тела, двигающегося поступательно, вращательно и поступательно-вращательно?
  105. Что называется моментом инерции тела и от чего он зависит? Почему момент инерции тела равен сумме моментов инерции его отдельных частей?
  106. Дайте определение момента инерции тела. Сколько моментов инерции

- может иметь данное тело?
107. Какое вращение тела называется свободным? Чем отличается свободное вращение вокруг свободной оси и вращение вокруг оси, не являющейся свободной?
  108. Дайте определение мгновенной и свободной осей вращения. Приведите примеры движения тел, имеющих указанные оси вращения?
  109. С наклонной плоскости скатываются два цилиндра одинакового радиуса и массы, один полый, другой сплошной. Какой из них скатится быстрее?
  110. Через неподвижный блок в виде однородного сплошного цилиндра массой  $M$  перекинута невесомая нить, к концам которой прикреплены грузы массой  $m_1$  и  $m_2$ . Пренебрегая трением в оси блока, определите ускорение груза.
  111. Маховик в виде сплошного диска, момент инерции которого  $J$ , вращаясь при торможении равнозамедленно, за время  $t$  уменьшило частоту с  $\omega_1$  до  $\omega_2$ . Определите момент силы торможения.
  112. На однородный сплошной цилиндрический вал радиуса  $R$  и массой  $M$  намотана легкая нить, к концу которой прикреплен груз массой  $m$ . Груз, разматывая нить, опускается. Определите силу натяжения нити.
  113. В маятнике Максвелла диск, имеющий массу  $m$  и радиус  $R$ , насажен на ось радиусом  $r$ . Не учитывая силы сопротивления и момент инерции оси, определите ускорение поступательного движения маятника.
  114. Полная кинетическая энергия  $W$  диска, катящегося по горизонтальной поверхности, равна  $24$  Дж. Определите кинетическую энергию  $W_{\text{п}}$  поступательного и  $W_{\text{в}}$  вращательного движения диска.
  115. Объясните, почему возможно применение закона сохранения механической энергии для описания движения маятника, и на каком участке его движения.
  116. Зная закон сохранения механической энергии маятника Максвелла, выведите вытекающие из него выражение для ускорения его падения.

117. На однородный сплошной цилиндрический вал радиуса  $R$  намотана легкая нить, к концу которой прикреплен груз массой  $m$ . Груз, разматывая нить, опускается с ускорением  $a$ . Определите массу вала  $m_1$ .
118. Сформулируйте основной закон динамики вращательного движения.
119. Что называется моментом инерции твердого тела? В каких единицах он измеряется?
120. Что называется моментом силы, и в каких единицах он измеряется?
121. Сформулируйте теорему Штейнера.
122. Вычислите натяжения нити  $T_1$  и  $T_2$  при двух положениях  $r_1$  и  $r_2$  грузов относительно оси вращения маятника.
123. К какому типу волн - продольных или поперечных - относятся акустические волны, распространяющиеся в воздухе?
124. Какие волны называются стоячими? Как образуются стоячие волны?
125. В чем заключается явление резонанса?
126. Какие колебания называются затухающими? Назовите физические величины, характеризующие затухание, и определите их физический смысл.
127. Опишите процессы распространения звука в твердых телах, жидкостях и газах.
128. Изобразите качественно график зависимости скорости звука от температуры.
129. Запишите формулу для определения скорости распространения звука для адиабатического процесса. Дайте пояснения к формуле.
130. Запишите формулу для определения скорости распространения звука для изотермического процесса. Дайте пояснения к формуле.
131. Запишите формулу для определения скорости распространения звука для политропического процесса. Дайте пояснения к формуле.
132. Какой процесс называется политропическим? Запишите уравнения политропического процесса.
133. Дайте определение добротности системы.

134. Запишите формулы для расчета добротности системы.
135. Сравните типы звуковых волн, распространяющихся в твердых и газообразных средах. Где скорость распространения волны больше?
136. Качественно постройте резонансные кривые для двух систем с различной добротностью.
137. Одинаково ли распространяется звук в твердых телах, жидкостях и в газе? Опишите процесс распространения звука в этих средах.
138. Каковы характерные особенности стоячей волны по сравнению бегущей?
139. Чем отличаются бегущие и стоячие волны?
140. Сравните типы звуковых волн, распространяющихся в твердых и газообразных средах. Где скорость распространения звука больше?
141. Чему равно расстояние между двумя ближайшими узлами и двумя пучностями в стоячей волне? Что называется пучностями и узлами?
142. Две плоские волны, распространяющиеся навстречу друг другу. Отличаются только амплитудами. Образуют ли они стоячую волну? Ответ обосновать.
143. Зависит ли скорость распространения звука от частоты? Ответ обосновать.
144. Может ли звук распространяться в вакууме? Ответ обоснуйте.
145. Как рассчитать координаты узлов и пучностей в стоячей волне?
146. Где скорость распространения звука больше: в воздухе или в водороде? Ответ обоснуйте.
147. Какая фаза колебаний во всех точках между соседними узлами? Какая фаза колебаний по разные стороны узла?
148. Что называется параметрами состояния системы? Как принято называть соотношение, связывающее значение параметров состояния, если система находится в равновесии?
149. Что называется процессом? Какие вы знаете изопроцессы? Напишите уравнения изопроцессов.

150. Сформулируйте и выведите закон Бойля-Мариотта, используя основное уравнение кинетической теории газов и уравнение состояния газа.
151. Напишите уравнение изотермического процесса и изобразите графики этого процесса для разных температур в координатах  $PV$ ,  $PT$ ,  $VT$ .
152. Сформулируйте и выведите закон Шарля, используя основное уравнение кинетической теории газов и уравнение состояния газа.
153. Напишите уравнение изобарического процесса и изобразите графики этого процесса для разных давлений в координатах  $PV$ ,  $PT$ ,  $VT$ .
154. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории газов. Формулировка и вывод.
155. Уравнение состояния идеального газа. Каков смысл величин, входящих в это уравнение?
156. Сформулируйте и выведите закон Гей-Люссака, используя основное уравнение кинетической теории газов и уравнение состояния газа.
157. Напишите уравнение изохорического процесса и изобразите графики этого процесса для разных объемов в координатах  $PV$ ,  $PT$ ,  $VT$ .
158. Сформулируйте и выведите закон Авогадро.
159. Сформулируйте и выведите закон Дальтона.
160. Сформулируйте и запишите первое начало термодинамики в дифференциальной и интегральной формах. Укажите область использования первого начала термодинамики.
161. В координатах  $PV$  изобразите изотермическое расширение при температуре  $T$  газа масс  $m_1$  и  $m_2$ , причем  $m_1 > m_2$ .
162. Идеальный газ совершает круговой процесс, график которого – окружность в координатах  $PV$ . Как при этом изменяется температура газа?
163. Запишите уравнение изотермического процесса и в координатах  $PT$  изобразите изотермический переход из состояния «1» в состояние «2». В каком из этих состояний объем газа больше?
164. Запишите уравнение изохорического процесса и в координатах  $PV$  изоб-

- разите изохорический процесс перехода из состояния «1» в состояние «2». В каком из состояний температура газа выше? Как изменится вид графика, если взять большую массу газа при том же начальном объеме?
165. Запишите уравнение изобарического расширения газа и в координатах  $PV$  изобразите переход из состояния «1» в состояние «2». Какому из этих состояний соответствует более высокая температура? Как изменится вид графика, если взять большую массу газа при том же начальном объеме?
166. Нагревается или охлаждается газ, если он расширяется по закону  $PV^2 = \text{const}$ ?
167. Нагревается или охлаждается газ, если он расширяется по закону  $P^2V = \text{const}$ ?
168. Что понимается под числом степеней свободы? Чему равно число степеней свободы одноатомной, двухатомной и трехатомной молекулы? Поясните?
169. Что понимается под внутренней энергией идеального газа?
170. Запишите уравнение политропического процесса в координатах  $PV$ ,  $PT$  и  $TV$ .
171. Запишите первое начало термодинамики для каждого изопроцесса.
172. Что понимают под теплоемкостью вещества – удельной, молярной? Назовите единицы их измерения.
173. Сколько различают видов молярных теплоемкостей? Почему?
174. Чему равна теплоемкость при изотермическом и адиабатическом процессах?
175. Почему  $C_p > C_v$  для идеального газа?
176. Газ при нормальных условиях имеет плотность  $\rho$ . Чему равны его удельные теплоемкости  $C_p$  и  $C_v$ ?
177. Дайте определение теплоемкости системы. Может ли быть теплоемкость системы отрицательной?
178. Способы передачи тепла. Физический смысл понятий «величина работы» и «количество теплоты»?

179. В каких случаях изменение внутренней энергии системы равно внешней работе, совершенной над системой?
180. В каких случаях изменение внутренней энергии системы равно количеству теплоты, подведенному к системе?
181. Состояние идеального газа изменяется по закону  $P=\alpha V$ . Найдите работу, совершенную молекулами газа, при повышении температуры от  $T_1$  до  $T_2$ .
182. Постройте график зависимости теплоемкости процесса от показателя политропы.
183. Запишите формулы для расчета изменения внутренней энергии для различных изопроцессов.
184. Запишите формулы для вычисления работы в различных изопроцессах.
185. Запишите формулы для расчета изменения внутренней энергии и работы для адиабатического процесса.
186. Запишите формулы для расчета изменения внутренней энергии и работы при политропическом процессе.
187. В чем сущность явлений переноса, при каких условиях они возникают?
188. Дайте определения коэффициента вязкости
189. Дайте определение коэффициента диффузии.
190. Дайте определения ламинарного и турбулентного течений.
191. В чем состоит физический смысл средней длины свободного пробега?
192. Какие явления относятся к явлениям переноса и почему?
193. Запишите выражение для коэффициента внутреннего трения. Объясните физический смысл величин, входящих в это выражение.
194. Изобразите графически и объясните зависимость коэффициента внутреннего трения от давления.
195. Как зависит коэффициент внутреннего трения от температуры?
196. Объясните явление внутреннего трения. Перенос какой физической величины происходит в этом явлении?
197. Запишите закон Ньютона, описывающий явление внутреннего трения. Объ-



- ясните смысл физических величин, входящих в этот закон.
198. Объясните что такое градиент. Как направлен градиент скорости в явлении внутреннего трения?
  199. Используя формулу Пуазейля, получите формулу для расчета вязкости.
  200. В чем заключается явление диффузии?
  201. Какой закон описывает процесс диффузии? Объясните смысл физических величин, входящих в этот закон.
  202. Как зависит коэффициент диффузии и коэффициент внутреннего трения от средней скорости теплового движения молекул?
  203. Как зависит коэффициент диффузии и коэффициент внутреннего трения от средней длины свободного пробега?
  204. Чем объяснить, что все явления переноса газа протекают медленно, хотя скорости движения молекул газа достаточно велики?
  205. Что называется средней длиной свободного пробега молекул? Приведите порядок величины средней длины свободного пробега при атмосферном давлении.
  206. Как подсчитать среднее число столкновений всех молекул газа за 1 с в единице объема, если известно число столкновений одной молекулы за 1с?
  207. Каков механизм вязкости и диффузии в газах?
  208. Почему в законах, описывающих явления переноса, стоит знак минус?
  209. Получите выражение для коэффициента теплопроводности в газах. Объясните смысл величин, входящих в это выражение.
  210. Как зависит коэффициент теплопроводности от давления и температуры?
  211. Какие существуют явления переноса? Какая физическая величина является переносимой в этих процессах?
  212. Установите связь между коэффициентами явлений переноса.
  213. Для разделения смеси газов на компоненты применяют явление диффузии через пористую перегородку. Какие свойства молекул используются

при этом?

### Примерные вопросы по темам 14-22 (2 семестр)

1. Сформулируйте закон сохранения электрических зарядов. Приведите примеры проявления закона.
2. Запишите, сформулируйте и объясните закон Кулона. Единица измерения заряда в СИ.
3. Какие поля называются электростатическими? Какое электрическое поле называется однородным?
4. Напряженность электрического поля. Единицы измерения напряженности электрического поля.
5. Напряженность  $E$  электростатического поля точечного заряда. Изобразите поле уединенного положительного точечного заряда.
6. Напряженность  $E$  электростатического поля точечного заряда. Изобразите поле уединенного отрицательного точечного заряда.
7. Дайте определение точечного и элементарного электрических зарядов.
8. Модели непрерывного распределения заряда. Что такое линейная, поверхностная и объемная плотность зарядов. Укажите единицы их измерения.
9. Как рассчитать силу взаимодействия точечного и неточечного электрических зарядов.
10. Как рассчитать силу взаимодействия неточечных электрических зарядов.
11. Почему нельзя наэлектризовать трением металлический стержень, если его держать в руке?
12. Что значит фраза: тело наэлектризовано? Как можно наэлектризовать тело?
13. Что называется пробным электрическим зарядом? Требования, предъявляемые к нему.
14. Что называется линией напряженности? Как строятся линии напряженности электрического поля? Для чего они предназначены?
15. Сформулируйте принцип суперпозиции электрических полей?

16. Дайте определение и сформулируйте основные свойства силовых линий электростатического поля.
17. Дайте определение и изобразите графически однородное и неоднородное электростатическое поле.
18. Правильно ли утверждение: силовая линия электростатического поля – это траектория движения электрического заряда в поле? Объясните почему?
19. Что такое диполь? Что называется плечом диполя и электрическим моментом диполя? Формула для определения напряженности поля диполя в произвольной точке.
20. Выведите формулу для определения величины напряженности поля диполя в точке, находящейся на оси диполя.
21. Выведите формулу для определения величины напряженности поля диполя в точке, находящейся на перпендикуляре к оси диполя, проходящим через середину плеча диполя.
22. Как рассчитать напряженность поля, созданного равномерно распределенным зарядом. Приведите пример.
23. Как с помощью силовых линий изображается электрическое поле? Изобразите поле однородно заряженной бесконечной нити.
24. Пояснить теорему Гаусса для электростатического поля с помощью силовых линий.
25. Как с помощью силовых линий изображается электрическое поле? Изобразите поле равномерно заряженной бесконечной плоскости.
26. Как с помощью силовых линий изображается электрическое поле? Изобразите поле двух бесконечных параллельных разноименно заряженных плоскостей.
27. Как интерпретируется поток вектора напряженности с использованием силовых линий? Единица измерения потока.
28. Что будет с диполем, если его поместить в однородное и неоднородное

- электрическое поле?
29. Алгебраическая сумма зарядов внутри замкнутой поверхности равна нулю. Будет ли равна нулю напряженность поля во всех точках внутри этой поверхности? Ответ поясните.
  30. Чему равна сила, действующая на точечный заряд, помещенный в центр равномерно заряженной сферы?
  31. Выведите формулу и изобразите график зависимости напряженности электрического поля от расстояния до центра заряженного металлического шара.
  32. Выведите формулу и изобразите график зависимости напряженности электрического поля от расстояния до центра равномерно заряженного по объему диэлектрического шара.
  33. Какие поля называются потенциальными? Приведите примеры.
  34. Как определяется потенциал электростатического поля? Запишите потенциал поля, созданного точечным зарядом.
  35. Какие величины используются для описания электростатического поля?
  36. Что называется эквипотенциальной поверхностью?
  37. Как расположены силовые линии по отношению к эквипотенциальным линиям? Почему? Покажите вид тех и других линий на примерах.
  38. Запишите связь между напряженностью и потенциалом электростатического поля.
  39. Докажите, что силовые линии электрического поля и эквипотенциали ортогональны.
  40. Нарисуйте (качественно) картину поля, созданную двухпроводной бесконечной линией. Как можно найти напряженность поля в произвольной точке этого поля?
  41. Объясните, почему проводящая среда может служить моделью электростатического поля?
  42. Изобразите (качественно) картину электрического поля, созданного бес-

- конечно длинной нитью равномерно заряженной с линейной плотностью  $\tau$ . Запишите формулу, по которой можно рассчитать напряженность поля, созданного этой нитью.
43. Запишите связь напряженности поля и вектора электрической индукции.
  44. Сформулируйте теорему Остроградского-Гаусса.
  45. Выведите формулу для работы в случае движения одного точечного электрического заряда в поле другого.
  46. Выведите формулу для потенциальной энергии взаимодействия двух точечных зарядов.
  47. Физический смысл потенциала поля. Единицы измерения потенциала.
  48. Как будет меняться потенциальная энергия положительного (отрицательного) точечного заряда при его приближении к положительному заряду?
  49. Если известно, что напряженность в какой-то точке поля равна нулю, значит ли это, что потенциал в этой точке тоже равен нулю? Ответ поясните.
  50. Как потенциал электрического поля связан с работой сил поля по перемещению заряда?
  51. Что такое электроемкость уединенного проводника? Что такое взаимная емкость двух проводников?
  52. Напишите выражение для определения напряженности электрического поля, созданного двумя параллельными равномерно заряженными плоскостями, заряды которых  $\sigma^+$  и  $\sigma^-$ . Изобразите линии напряженности.
  53. Запишите формулу для емкости плоского конденсатора. От чего зависит емкость плоского конденсатора?
  54. Выведите формулу для эквивалентной емкости при последовательном и параллельном соединениях конденсаторов.
  55. Выведите формулу для взаимной электроемкости двух одинаковых металлических сфер, расположенных на расстоянии много большем радиуса этих сфер друг от друга.
  56. Что такое вектор поляризации? Его размерность.

57. Чему равна работа при перемещении заряда по поверхности заряженного проводника? Ответ пояснить.
58. Покажите, что электрическое поле существует только между обкладками конденсатора.
59. Запишите формулу емкости сферического конденсатора. Рассмотрите частные случаи, когда расстояние между обкладками мало и когда внешняя обкладка удалена на бесконечность.
60. Запишите формулу емкости цилиндрического конденсатора. Рассмотрите частные случаи, когда расстояние между обкладками мало и когда внешняя обкладка удалена на бесконечность.
61. В чем заключается явление электростатической индукции?
62. Напряженность поля у поверхности проводника и ее связь с поверхностной плотностью заряда. Изобразите силовые линии у поверхности проводника.
63. Зависит ли поверхностная плотность заряда от радиуса кривизны поверхности?
64. В чем суть явления поляризации диэлектриков?
65. Три основные группы диэлектриков и виды их поляризации.
66. В чем суть явления поляризации диэлектриков с полярными и неполярными молекулами?
67. Чем отличается поляризация диэлектриков от явления электростатической индукции?
68. Связь между вектором поляризации и вектором напряженности.
69. Что такое сегнетоэлектрики? Их основные свойства.
70. Поведение силовых линий электростатического поля на границе раздела диэлектриков.
71. Поведение вектора индукции на границе раздела двух диэлектриков.
72. С помощью теоремы Остроградского-Гаусса выведите формулу для напряженности поля бесконечного цилиндра, равномерно заряженного с по-

- верхностной плотностью заряда  $\sigma$ .
73. С помощью теоремы Остроградского-Гаусса выведите формулы для расчета напряженности поля внутри и снаружи бесконечного цилиндра, равномерно заряженного с объемной плотностью заряда  $\rho$ .
  74. С помощью теоремы Остроградского-Гаусса выведите формулу для расчета напряженности поля металлического шара, заряженного зарядом  $q$ . Постройте график.
  75. С помощью теоремы Остроградского-Гаусса выведите формулы для расчета напряженности поля внутри и снаружи шара, равномерно заряженного с объемной плотностью заряда  $\rho$ . Постройте график.
  76. Выведите формулу для расчета потенциала внутри и вне металлического шара, заряженного зарядом  $q$ .
  77. Выведите формулу для расчета потенциала внутри и вне диэлектрического шара, заряженного равномерно с объемной плотностью заряда  $\rho$ .
  78. Получите формулу для энергии взаимодействия двух точечных зарядов.
  79. Выведите формулу энергии заряженного проводника.
  80. Энергия электростатического поля. Объемная плотность энергии.
  81. Выведите формулу энергии электростатического поля плоского конденсатора.
  82. Получите формулу энергии поля заряженного металлического шара.
  83. Как и во сколько раз изменится энергия плоского конденсатора, если расстояние между пластинами увеличить в два раза? Конденсатор остается подключенным к источнику.
  84. Как и во сколько раз изменится энергия плоского конденсатора, если расстояние между пластинами увеличить в два раза? Конденсатор отключен от источника.
  85. Три одинаковых конденсатора подключают к аккумулятору. В каком случае в конденсаторной батарее будет запасена большая энергия – при последовательном их соединении или при параллельном?

86. Объясните принцип действия электростатической защиты.
87. Любой проводник обладает емкостью. В чем преимущества конденсатора, состоящего из пары проводников?
88. Изменится ли емкость плоского конденсатора, если в воздушный зазор между обкладками вдвинуть тонкую металлическую пластинку? Ответ объясните.
89. Изменится ли разность потенциалов между пластинами заряженного плоского конденсатора, если одну из них заземлить?
90. Воздушный конденсатор заряжают до некоторой разности потенциалов и в заряженном состоянии заливают керосином. Как и во сколько раз изменится энергия конденсатора?
91. Плоский воздушный конденсатор после зарядки отключают от источника напряжения и погружают в керосин. Что произойдет с энергией конденсатора? Ответ поясните.
92. Объясните различные виды поляризации диэлектриков во внешнем электрическом поле.
93. Что такое поляризуемость диэлектрика? От чего она зависит?
94. Дайте определение диэлектрической проницаемости и диэлектрической восприимчивости диэлектрика.
95. Дайте определение вектора электрического смещения. Какова его размерность?
96. Какие изменения надо внести в закон Кулона и другие формулы электростатики в вакууме, если мы имеем дело с диэлектриком? Запишите эти формулы.
97. Выведите выражение для емкости слоистого плоского конденсатора, заполненного двумя слоями диэлектриков, одинаковой толщины, один слой с диэлектрической проницаемостью  $\epsilon$ , другой - с  $\epsilon/2$ . Слои параллельны обкладкам.
98. Выведите выражение для емкости «поперечного» слоистого плоского кон-



денсатора, заполненного двумя слоями диэлектриков одинаковой толщины, один слой с диэлектрической проницаемостью  $\epsilon$ , другой - с  $\epsilon/2$ . Слои перпендикулярны обкладкам.

99. В плоский воздушный конденсатор вставляется диэлектрическая пластина. Энергия конденсатора меняется, то есть совершается работа. Какие силы совершают работу?
100. Из плоского конденсатора удаляется диэлектрическая пластина. Энергия конденсатора меняется, то есть совершается работа. Какие силы совершают работу?
101. Какие заряды называют свободными, а какие – связанными?
102. Индуцированные и поляризационные заряды являются свободными или связанными?
103. Что называется циркуляцией вектора напряженности? Чему равна циркуляция вектора напряженности электростатического поля по замкнутому контуру?
104. Что такое дивергенция? Чему равна дивергенция вектора  $E$  напряженности электростатического поля? Чему равна дивергенция вектора  $D$ ?
105. Что такое ротор? Чему равен ротор вектора  $E$  напряженности электростатического поля? Чему равен ротор вектора  $D$ ?
106. Запишите теорему Остроградского-Гаусса для вектора электрического смещения.
107. Что такое пьезоэффект? В чем заключается прямой и обратный пьезоэффект? Поясните, какое пьезоэффект называют продольным, а какой – поперечным.
108. В чем заключается явление диэлектрического гистерезиса?
109. Что такое остаточная поляризованность и коэрцитивная сила?
110. С какой силой притягиваются обкладки конденсатора?
111. Как связаны сила взаимодействия между обкладками конденсатора и энергия конденсатора?

112. Что такое электрический ток? Каковы условия протекания постоянного тока?
113. Какие существуют виды токов? Что принимают за направление электрического тока?
114. Что называется силой тока? Единицы измерения силы тока.
115. Что такое плотность тока? Единицы измерения плотности тока.
116. Нарисуйте схему однородного участка цепи. Запишите закон Ома для этого участка. Объясните величины, входящие в формулу.
117. Существуют две характеристики тока: интегральная и дифференциальная. Что это за величины, и какая между ними связь?
118. Запишите закон Ома в дифференциальной форме. Объясните, какие величины входят в формулу и в каких единицах они измеряются?
119. Изобразите неоднородный участок цепи. Запишите закон Ома для этого случая. Объясните величины, входящие в формулу закон.
120. Изобразите замкнутую цепь, содержащую ЭДС. Запишите закон Ома для замкнутой цепи. Какие физические величины входят в формулу и в каких единицах эти величины измеряются?
121. Сопротивление. От чего зависит сопротивление? В каких единицах измеряется сопротивление?
122. Что такое удельное сопротивление? В каких единицах оно измеряется? Как удельное сопротивление связано с плотностью тока и удельной тепловой мощностью тока?
123. Как зависит сопротивление проводника от температуры?
124. Объясните принцип мостового метода измерений.
125. Какой мост называется сбалансированным? Используя правила Кирхгофа, выведите условия баланса моста.
126. Объясните принцип, лежащий в основе моделирования электростатических полей на проводящих моделях.
127. Каковы основные преимущества мостового метода измерений?

128. Выведите формулу для расчета сопротивления утечки цилиндрического конденсатора.
129. Выведите формулу для расчета сопротивления утечки двухпроводной линии.
130. Запишите формулу, связывающую сопротивление утечки и емкость конденсатора.
131. Как можно рассчитать сопротивление проводника, зная его удельное сопротивление и геометрические размеры?
132. Как рассчитывается сопротивление проводника с переменным сечением?
133. Каким способом можно увеличить пределы измерения амперметра и вольтметра?
134. Что такое шунт? Для чего его применяют?
135. Для чего служит добавочное сопротивление?
136. Какие силы называют сторонними? Их роль в возникновении постоянного тока.
137. Что такое ЭДС источника? Единицы измерения ЭДС в системе СИ.
138. Что называется напряжением на участке цепи (однородном и неоднородном)?
139. Объясните, чем отличаются потенциал, напряжение и ЭДС?
140. Последовательное и параллельное соединение проводников. Выведите формулу для расчета этих соединений.
141. Последовательное и параллельное соединение источников тока.
142. Сформулируйте правила Кирхгофа. Правила знаков при применении правил Кирхгофа.
143. Что такое узел, ветвь и контур в разветвленных электрических схемах?
144. Правила Кирхгофа. Какое число независимых уравнений можно составить, используя первое и второе правила Кирхгофа?
145. Сформулируйте первое правило Кирхгофа. Какие величины входят в запись этого правила? Сколько независимых уравнений можно составить,

- используя это правило?
146. Сформулируйте второе правило Кирхгофа. Какие величины входят в запись этого правила? Сколько независимых уравнений можно составить, используя это правило?
  147. В каком случае источники ЭДС необходимо включать в цепь последовательно и в каком параллельно?
  148. Объясните суть компенсационного метода. Какой по величине должен быть вспомогательный источник? Каковы основные источники погрешности при измерении ЭДС методом компенсации?
  149. Для чего в компенсационном методе, кроме измеряемой ЭДС, нужны источники известной и вспомогательной ЭДС?
  150. Можно ли измерить ЭДС источника, подключив к нему вольтметр? Ответ поясните.
  151. Докажите, что максимальное значение полезной мощности достигается при равенстве сопротивлений источника и нагрузки.
  152. Каковы основные источники погрешностей при измерении ЭДС источников по методу, предложенному в работе?
  153. Чему равна полная и полезная мощность, а также КПД в режиме короткого замыкания?
  154. Чему равна полная и полезная мощность, а также КПД в режиме согласования?
  155. Чему равна полная и полезная мощность, а также КПД в режиме холостого хода (при разомкнутой цепи)?
  156. Запишите формулу полной мощности в режиме короткого и режиме согласования, во сколько раз они отличаются?
  157. Во сколько раз отличаются значения полной мощности в режиме короткого замыкания и полной мощности в режиме согласования?
  158. Напишите формулу зависимости полной мощности от сопротивления нагрузки и качественно нарисуйте график этой зависимости?

159. Напишите формулу зависимости полной мощности от тока в цепи и качественно нарисуйте график этой зависимости?
160. Напишите формулу зависимости полезной мощности от сопротивления нагрузки и качественно нарисуйте график этой зависимости?
161. Напишите формулу зависимости полезной мощности от тока в цепи и качественно нарисуйте график этой зависимости?
162. Напишите формулу зависимости КПД от сопротивления нагрузки и качественно нарисуйте график этой зависимости?
163. Напишите формулу зависимости КПД от тока в цепи и качественно нарисуйте график этой зависимости?
164. Дайте определение мощности тока. Чем отличаются полная мощность, мощность, выделяющаяся во внешней и внутренних цепях.
165. Дайте определение и получите формулу для КПД источника тока. Чем отличается закон Джоуля-Ленца в интегральной и дифференциальной формах.
166. Запишите закон Джоуля-Ленца в дифференциальной форме. Объясните смысл величин, входящих в эту формулу.
167. Запишите закон Джоуля-Ленца в интегральной форме. Объясните смысл величин, входящих в эту формулу.
168. Работа и мощность электрического тока. Единицы измерения работы и мощности.
169. Единицы измерения мощности. Соотношение между единицами «Джоуль» и «киловатт-час».
170. Выгодно ли добиваться такого использования источника ЭДС, при котором его КПД будет близок к единице?
171. Чем опасен режим короткого замыкания для источника? Ответ объясните.
172. Почему при практическом использовании источника тока важна не только мощность источника, но и их коэффициент полезного действия?
173. Запишите формулу определения индукции магнитного поля прямого то-

- ка. Нарисуйте линии индукции для этого случая.
174. Запишите формулу определения индукции магнитного поля на оси кругового тока. Нарисуйте линии индукции для этого случая.
175. Запишите формулу определения индукции магнитного поля соленоидального тока. Нарисуйте линии индукции для этого случая.
176. Что называется магнитным моментом контура с током? Что происходит с контуром с током в однородном и неоднородном магнитном поле?
177. Дайте определение магнитной индукции. Единицы измерения магнитной индукции.
178. Какие источники магнитного поля Вы знаете? Графически изобразите магнитное поле, созданное ими.
179. Что такое сила Ампера? Чем объясняется возникновение этой силы? Можно ли ее связать с силой Лоренца?
180. Производит ли сила Ампера работу? Ответ обоснуйте.
181. Определите направление и запишите формулу для расчета результирующего вектора индукции магнитного поля, созданного двумя параллельными проводниками с одинаковыми токами одного направления, в точке, находящейся посередине между проводниками.
182. Определите направление и запишите формулу для расчета результирующего вектора индукции магнитного поля, созданного двумя параллельными проводниками с одинаковыми токами, противоположно направленными, в точке, находящейся посередине между проводниками.
183. Определите направление и запишите формулу для расчета результирующего вектора индукции магнитного поля, созданного двумя перпендикулярными проводниками с одинаковыми токами, в точке, находящейся посередине между проводниками.
184. Как магнитное поле действует на движущиеся и покоящиеся заряды?
185. Дайте определение основным характеристикам магнитного поля: индукция, намагниченность и напряженность магнитного поля

186. Запишите поток и циркуляцию вектора индукции магнитного поля.
187. Связь между напряженностью и индукцией магнитного поля.
188. Запишите силы взаимодействия двух параллельных проводников с током. Нарисуйте как направлены эти силы.
189. Сила, действующая на ток в магнитном поле.
190. Сила Лоренца. Изобразите на рисунке направление силы Лоренца.
191. Какова траектория движения заряженной частицы, влетающей в магнитное поле перпендикулярно линиям индукции? Ответ обоснуйте.
192. Какова траектория движения заряженной частицы, влетающей в магнитное поле под углом к линиям индукции? Ответ обоснуйте.
193. Как будет двигаться заряженная частица, влетающая в магнитное поле параллельно линиям индукции. Ответ обоснуйте.
194. Чему равен радиус и шаг спирали, по которой движется заряженная частица в магнитном поле.
195. Чему равна работа силы Лоренца при движении заряженной частицы в магнитном поле?
196. В чем заключается эффект Холла?
197. Объясните, почему возможен эффект Холла в собственных полупроводниках?
198. Как определяется постоянная Холла? От чего она зависит?
199. Как с помощью эффекта Холла определить тип примесей проводимости полупроводника?
200. Нарисуйте и запишите все силы, действующие на носители тока в полупроводнике.
201. Изобразите (качественно) магнитное поле Земли.
202. Как влияет на результат измерения горизонтальной и вертикальной составляющих магнитного поля Земли неточная ориентация катушки?
203. Возникает ли индукционный ток в рамке, поступательно движущейся в однородном магнитном поле?

204. Покажите, что закон Фарадея является следствием закона сохранения энергии.
205. Дайте определение потока вектора магнитной индукции.
206. Что такое потокосцепление?
207. Сформулируйте и иллюстрируйте закон Био-Савара-Лапласа.
208. Почему два параллельных проводника, по которым текут токи в одинаковом направлении, притягиваются, а два параллельных пучка электронов отталкиваются?
209. Сформулируйте закон полного тока.
210. Циркуляция вектора напряженности магнитного поля.
211. Каков характер магнитного поля: потенциальный или вихревой? Ответ поясните.
212. Как ведет себя контур с током в магнитном поле? Ответ обоснуйте.
213. В чем заключается явление электромагнитной индукции?
214. Сформулируйте правило Ленца для определения направления индукционного тока.
215. Что такое токи Фуко?
216. В чем заключается явление самоиндукции?
217. Что называется индуктивностью контура? Единица измерения индуктивности.
218. От чего зависит индуктивность? Индуктивность бесконечного соленоида.
219. В чем суть явления взаимной индукции?
220. Что понимается под коэффициентом взаимной индукции?
221. Как определяется взаимная энергия токов?
222. Покажите, что ЭДС электромагнитной возникает не только в замкнутом контуре, но и в проводнике, пересекающем при своем движении линии магнитной индукции.
223. Ток самоиндукции при замыкании и размыкании электрической цепи.
224. Энергия магнитного поля. Плотность энергии.



225. Что такое намагниченность?
226. Что характеризует намагниченность вещества и как она связана с напряженностью и индукцией магнитного поля?
227. Что такое относительная магнитная проницаемость вещества и магнитная восприимчивость?
228. Какие вещества называют диамагнетиками? Как они ведут себя во внешнем магнитном поле?
229. Какие вещества называют парамагнетиками? Как они ведут себя во внешнем магнитном поле?
230. Какие вещества называют ферромагнетиками? Как они ведут себя во внешнем магнитном поле?
231. Нарисуйте графики зависимости относительной магнитной проницаемости от напряженности внешнего магнитного поля для различных магнетиков. Объясните эти зависимости.
232. Что такое гистерезис? Нарисуйте пример петли гистерезиса для ферромагнетиков. Укажите характерные точки на петле гистерезиса.
233. Объясните, в чем состоит природа явлений гистерезиса?
234. Что такое основная кривая намагниченности? Качественно постройте эту кривую.
235. Укажите (на основной кривой намагниченности), как определить статическую магнитную проницаемость? Качественно постройте график зависимости статической магнитной проницаемости от напряженности магнитного поля.
236. Укажите (на основной кривой намагниченности), как определить динамическую магнитную проницаемость? Качественно постройте график зависимости динамической магнитной проницаемости от напряженности магнитного поля.
237. Что такое динамическая петля магнитного гистерезиса?
238. Что такое остаточная намагниченность и остаточная индукция?

239. Что такое коэрцитивная сила? Покажите её на петле гистерезиса.
240. Какие магнитные материалы называют «твердыми», а какие – «мягкими»? Качественно изобразите петлю гистерезиса для этих случаев.
241. От чего зависит форма и площадь петли гистерезиса?
242. В чем состоит сущность баллистического метода измерений, предложенного А.Г. Столетовым?
243. Каковы особенности магнитных свойств ферромагнетиков?
244. Зачем необходимо размагничивать образцы?

### **Примерные вопросы по темам 23-35 (3 семестр)**

1. Что называется главной оптической осью линзы, оптическим центром линзы, главным фокусом линзы, фокусным расстоянием тонкой линзы? При каком условии линзу можно считать тонкой?
2. От каких величин зависит фокусное расстояние линзы?
3. Показать, что определение фокусного расстояния собирающей линзы по величине её перемещения возможно, если расстояние  $L$  между предметом и экраном удовлетворяет условию  $L > 4F$ .
4. Каково наименьшее расстояние между предметом и его действительным изображением, создаваемым с помощью собирающей линзы с фокусным расстоянием  $F$ ?
5. Построить изображение точки, расположенной на главной оптической оси собирающей (рассеивающей) линзы четырьмя разными способами.
6. Сформулируйте закон отражения и преломления света.
7. Что такое полное внутреннее отражение? Предельный угол полного отражения.
8. Запишите формулу для тонкой линзы. Объясните величины, входящие в формулу.
9. Что такое оптическая сила линзы? В чем измеряется эта величина? От чего зависит?
10. Постройте изображения в собирающей линзе.

11. Постройте изображения в рассеивающей линзе.
12. Что называется линейным увеличением линзы?
13. Всегда ли линзы, у которых поверхности выпуклые, являются собирающими. А линзы, поверхности которых вогнутые, - рассеивающие?
14. В чем различие понятий: фокус и главный фокус; оптическая ось и главная оптическая ось? Изобразите их на рисунке для собирающей линзы.
15. Половина у линзы закрыта непрозрачным экраном. Что произойдет при этом с изображением?
16. Тонкий стержень, длина которого равна фокусному расстоянию, находится между фокусом и двойным фокусом и расположен вдоль главной оптической оси. Постройте изображение стержня.
17. Как найти оптическую силу системы тонких линз?
18. Можно ли по характеристикам изображения, полученного с помощью линзы, определить, какая это линза – собирающая или рассеивающая?
19. Как изменится изображение, если линзу поставить под углом к оптической оси?
20. Какие лучи удобно использовать для построения изображения в тонкой линзе? Постройте ход лучей в линзе.
21. Можно ли изготовить линзу, имеющую одновременно несколько фокусных расстояний?
22. Объясните принцип действия глаза, как оптической системы, у человека.
23. Что такое дальнозоркость и близорукость? Какие очки нужны в этих случаях. Постройте ход лучей.
24. Можно ли получить действительное изображение с помощью собирающей (рассеивающей линзы)? Постройте ход лучей в линзе в этих случаях.
25. Можно ли получить мнимое изображение с помощью собирающей (рассеивающей линзы)? Постройте ход лучей в линзе в этих случаях.
26. Какое изображение получается, если предмет находится в фокусе или двойном фокусе линзы. Постройте ход лучей.

27. Как должен быть расположен предмет относительно линзы, чтобы размеры предмета и изображения были бы одинаковы. Постройте ход лучей в линзе.
28. Сформулируйте закон отражения света. Объясните закон на основе принципа Гюйгенса.
29. Сформулируйте закон преломления света. Объясните закон на основе принципа Гюйгенса.
30. В чем состоит принцип Ферма? Выведите закон отражения на основе принципа Ферма.
31. Какие волновые источники называются когерентными?
32. Что называется оптической разностью хода волн?
33. Сформулируйте и обоснуйте условия усиления и ослабления интенсивности результирующего колебания при интерференции.
34. Что такое время когерентности и длина когерентности?
35. Сформулируйте общий принцип построения экспериментальной установки для получения интерференционной картины от теплового источника света.
36. Какую роль в экспериментальной установке по наблюдению интерференции выполняет бипризма Френеля?
37. Почему преломляющий угол в бипризме Френеля должен быть малым?
38. Что называется апертурой интерференции? Чем она определяется?
39. Что такое угол схождения лучей (волн) в интерференционном опыте?
40. Объясните причину исчезновения интерференционной картины при больших размерах щели.
41. Какие волны называются монохроматическими?
42. Что называется оптической разностью хода волн?
43. Почему в установке для наблюдения колец Ньютона используется линза с большим радиусом кривизны?
44. Обоснуйте условия, при которых наблюдаются тёмные и светлые кольца

Ньютона?

45. Разъясните, почему в центре интерференционной картины наблюдаемой в отражённом свете, видно всегда тёмное пятно?
46. Сформулируйте принцип суперпозиции волн.
47. В чем заключается явление интерференции? Что называют интерференционной картиной?
48. При каких условиях наблюдается интерференция?
49. Какие волны называют когерентными? Каковы условия когерентности световых волн?
50. Что такое пространственная и временная когерентность?
51. Что такое оптическая длина пути волны? Что называется оптической разностью хода?
52. Каковы условия интерференционного максимума и минимума?
53. Покажите, что при сложении некогерентных колебаний интерференция не наблюдается.
54. В опыте Юнга одна щель закрыта синим светофильтром, другая – красным. Будет ли при таких условиях наблюдаться на экране интерференционная картина? Ответ пояснить.
55. В опыте с бипризмой Френеля изображения источника получаются мнимыми. Как можно мерить расстояние между ними?
56. Можно ли на экране получить интерференционную картину от двух электрических лампочек? Ответ пояснить.
57. Почему интерференция наблюдается лишь при малом расстоянии между когерентными источниками и небольшой разности хода?
58. Чему равна ширина интерференционной полосы?
59. Изобразите ход лучей в бипризме Френеля? Покажите, как образуются два мнимых когерентных источника.
60. Как рассчитывается ширина интерференционной полосы, протяженность интерференционной картины и число наблюдаемых полос?

61. Что такое полосы равного наклона? Приведите пример. Покажите, как образуется разность хода двух когерентных волн.
62. Что такое полосы равной толщины? Приведите пример. Покажите, как образуется разность хода двух когерентных волн.
63. Что представляют собой интерференционные полосы в случае применения белого света?
64. Интерференция при отражении света от плоскопараллельной пластинки. Покажите ход лучей. Рассчитайте оптическую разность хода.
65. Запишите условия интерференционного максимума и минимума, при отражении света от плоскопараллельной пластинки.
66. Интерференция при прохождении света через плоскопараллельную пластинку. Покажите ход лучей. Рассчитайте оптическую разность хода.
67. Запишите условия интерференционного максимума и минимума, при прохождении света через плоскопараллельную пластинку.
68. При помощи зеркал Френеля получили интерференционные полосы, пользуясь красным светом. Как изменится интерференционная картина, если тот же опыт провести в фиолетовом свете?
69. Чем объясняется радужная окраска мыльной пленки? Почему по мере испарения мыльной пленки расстояние между полосами растёт?
70. Что такое интерференция световых волн? Почему не возникает интерференционной картины от двух фар автомобилей?
71. Почему интерференционные полосы, хорошо различимые в тонких пленках, не наблюдаются на толстом куске стекла?
72. Кольца Ньютона. Покажите ход лучей в отраженном свете? Рассчитайте оптическую разность хода.
73. Почему при наблюдении колец Ньютона следует выбирать линзу с большим радиусом кривизны?
74. Кольца Ньютона. Покажите ход лучей в проходящем свете? Рассчитайте оптическую разность хода. Запишите радиус светлых и темных колец.

75. Кольца Ньютона. Покажите ход лучей в отраженном свете? Запишите радиус светлых и темных колец.
76. Как объясняется появление темного и светлого пятен в центре колец Ньютона при наблюдении в отраженном и проходящем свете?
77. В чем состоит явление «просветления» оптики?
78. Почему по мере удаления от центра интерференционной картины кольца Ньютона располагаются ближе друг к другу? Почему при освещении белым светом установки для наблюдения колец Ньютона они приобретают радужную окраску и их число уменьшается?
79. В каком случае получают более тесно расположенные кольца - при освещении линзы синим или красным светом?
80. Почему в центре интерференционной картины иногда наблюдается темное, а иногда светлое пятно?
81. Можно ли наблюдать интерференционную картину с помощью линзы, средняя часть которой заклеена черной бумагой?
82. В чём сущность явления дифракции? При каких условиях дифракционные явления заметны?
83. Что общего и в чём различие между эффектами интерференции и дифракции?
84. Сформулируйте принцип Гюйгенса-Френеля
85. Объясните суть метода графического сложения амплитуд.
86. В чём преимущество дифракционной решётки как спектрального прибора по сравнению с отдельной щелью?
87. Сформулируйте условия наблюдения главных и добавочных минимумов для прозрачной дифракционной решётки.
88. Что характеризует угловая дисперсия спектрального прибора? Как определяется угловая дисперсия для решётки?
89. Сформулируйте критерий разрешения двух спектральных линий (критерий Рэлея).

90. Что такое разрешающая способность (сила) спектрального прибора?
91. Чем определяется разрешающая сила дифракционной решётки?
92. Как устроена отражательная дифракционная решетка? Сформулируйте условие наблюдения главных дифракционных максимумов в такой решетке.
93. В чем различие дифракционных эффектов на отражательной и прозрачной решетках?
94. В чем заключается метод зон Френеля? Площадь и радиус зон Френеля. Как определяется амплитуда колебаний в произвольной точке?
95. В чем отличие дифракции Фраунгофера от дифракции Френеля?
96. Дифракция Френеля на круглом отверстии. Рассчитайте число зон Френеля, укладывающихся в отверстии. Получите формулы для амплитуд результирующего колебания и проанализируйте полученный результат для случаев четного и нечетного числа зон.
97. Дисперсия и разрешающая способность дифракционной решетки. Критерий Рэлея.
98. При каких условиях в центре дифракционной картины от круглого диска наблюдается светлое пятно, а при каких – темное пятно?
99. Дифракционная решетка и ее основные характеристики.
100. Можно ли наблюдать дифракционную картину на отверстиях радиусом порядка нескольких сантиметров?
101. Как изменится дифракционная картина, если закрыть половину решетки?
102. Как изменится дифракционная картина от двух щелей по сравнению с дифракционной картиной от одной щели?
103. Источник белого света, дифракционная решетка и экран помещены в воду. Какие изменения претерпит при этом дифракционная картина, если углы отклонения световых лучей решеткой малы?
104. Найти условие, определяющее направление на главные максимумы при наклонном падении световых волн на решетку, если период решетки  $d$



$k\lambda$ , – где  $k$  – порядок спектра.

105. Условия главных максимумов и главных минимумов дифракционной решетки.
106. Что представляет собой зонная пластинка.
107. На поверхности грампластинки, рассматриваемой под небольшим углом, видны цветные полосы. Объясните почему?
108. Почему в природе дифракция звуковых волн более очевидна, чем дифракция световых?
109. Мы слышим звуки, доносящиеся из-за угла, но не видим источника. Объясните это различие в распространении звуковых и световых волн.
110. При изготовлении перламутровых пуговиц на их поверхность наносится мельчайшая штриховка. Почему после такой обработки пуговица имеет радужную окраску?
111. Что такое угловая и линейная дисперсия? Как они связаны между собой?
112. Что будет наблюдаться на экране, если на пути от точечного источника поставить непрозрачный диск, закрывающий большое число зон Френеля?
113. Что будет наблюдаться на экране, если на пути от точечного источника поставить непрозрачный диск, закрывающий небольшую часть центральной зоны Френеля?
114. Сферическая волновая поверхность разделена на  $m$  зон Френеля. Чему равна амплитуда колебаний световой волны, создаваемая в некоторой точке  $P$  всей сферической волновой поверхностью?
115. Сферическая волновая поверхность разделена на  $m$  зон Френеля. Как относятся амплитуда колебаний световой волны, создаваемая в некоторой точке  $P$ , только центральной зоной Френеля, к амплитуде колебаний световой волны, в той же точке, если открыт весь волновой фронта?
116. Что называется поляризацией света? Естественный и поляризованный свет.
117. Какой свет называется плоско-поляризованным? Поляризованным по кру-

- гу; по эллипсу?
118. Что называют степенью поляризации света? Как она определяется?
  119. Каково назначение поляризатора и анализатора?
  120. Дайте определение понятию «главное сечение поляризатора».
  121. Что такое поляроид? Объясните принцип действия поляроида.
  122. Сформулируйте и запишите закон Малюса. Будет ли выполняться закон Малюса при прохождении через анализатор частично поляризованного света?
  123. В чём отличие естественного света от поляризованного? Плоско-поляризованного от частично поляризованного света? Линейно-поляризованного от естественного и частично поляризованного?
  124. Что называют плоскостью колебаний электромагнитной волны?
  125. Пусть на пути естественного света интенсивностью  $I_0$  находятся два поляроида (без потерь), плоскости которых расположены под некоторым углом  $\lambda$ . Чему равна интенсивность свет после прохождения каждого из поляризаторов.
  126. Поляризация света при отражении и преломлении. Закон Брюстера.
  127. Чему равен угол между отраженным и преломленным лучами, если угол падения света равен углу Брюстера? Как это доказать?
  128. Двойное лучепреломление. Какие лучи называются обыкновенными и необыкновенными при двойном лучепреломлении?
  129. Какие одноосные кристаллы называются положительными и отрицательными?
  130. Что такое анизотропия. Методы получения искусственной анизотропии.
  131. В чем заключается вращение плоскости поляризации? Право- и левовращающие оптически активные вещества.
  132. Как объяснить вращение плоскости поляризации?
  133. Что представляет собой николь?
  134. Как изменится положение плоскости поляризации, если линейно-поляризован

- свет пропустить через слой активного вещества, а затем, отразив его от зеркала, пропустить через ту же среду в обратном направлении?
135. Может ли пучок линейно-поляризованного света, пройдя через кристаллическую пластинку, оставаться линейно-поляризованным?
  136. Может ли наблюдаться двойное лучепреломление в жидкостях?
  137. Могут ли продольные волны быть плоско-поляризованными?
  138. Какой вектор  $E$  или  $B$  обладает фотохимическим действием?
  139. Почему свет, отраженный от границы раздела двух диэлектриков под углом Брюстера, является плоско-поляризованным?
  140. Объясните интерференцию лучей на пластинке толщиной в целую волну. Условия максимума и минимума.
  141. Объясните интерференцию лучей на пластинке толщиной в полволны. Условия максимума и минимума.
  142. Объясните интерференцию лучей на пластинке толщиной в четверть волны. Условия максимума и минимума.
  143. Чему равен угол между плоскостями поляризатора и анализатора, если интенсивность естественного света, прошедшего через поляризатор и анализатор, уменьшилась в четыре раза?
  144. Естественный свет падает на поверхность стекла под углов Брюстера. Чему равна степень поляризации отраженных лучей?
  145. Степень поляризации  $P$  частично поляризованного света равна 0,5. Во сколько раз отличается максимальная интенсивность света, пропускаемого через анализатор, от минимальной?
  146. В чем заключается эффект Керра?
  147. В чем заключается эффект Фарадея?
  148. Что такое тепловое излучение. Характеристики теплового излучения.
  149. Сформулируйте и запишите закон Кирхгофа. Следствия из закона Кирхгофа.
  150. Закон Кирхгофа в интегральной форме.

151. Сформулируйте и запишите закон Стефана-Больцмана. Объясните величины в него входящие. Изобразите графически зависимость спектральной излучательной способности от частоты или длины волны.
152. Что называется спектральной лучеиспускательной способностью тела?
153. Дайте определение спектральной поглощательной способности тела.
154. Что такое абсолютно черное тело? Его модель. Какое тело называется серым.
155. Что такое интегральная лучеиспускательная способность тела? Как она связана со спектральной лучеиспускательной способностью тела?
156. Опишите принцип действия оптического пирометра.
157. Яркостная, цветовая и истинная температура.
158. При какой температуре (приблизительно) нагретые тела дают видимое излучение? Какое излучение исходило бы от нагретых тел при меньшей температуре?
159. Какую температуру должно иметь абсолютно черное тело, чтобы максимум его излучения лежал в красной области спектра?
160. Закон Вина. Объясните величины, входящие в закон. Применим ли закон Вина ко всем телам?
161. Запишите и объясните формулу Рэлея-Джинса. Ультрафиолетовая катастрофа.
162. Запишите формулу Планка для лучеиспускательной способности абсолютно черного тела.
163. Дайте определение спектральной плотности энергии излучения. Какова размерность этой характеристики?
164. Дайте определение испускательной способности тела. Какова размерность этой характеристики?
165. Сформулируйте гипотезу Планка о квантовании энергии излучения. Что такое постоянная Планка?
166. Что такое фотон? Его свойства.

167. Какое состояние называется равновесным.
168. Идеально отражающее и абсолютно черное тело получают одинаковые количества световой энергии. Каково различие в отдаваемых энергиях и в механизме отдачи энергии?
169. Два тела имеют одинаковую яркость свечения в узком диапазоне частот. При каких соотношениях между поглощательными способностями тел возможны следующие варианты неравенства температур  $T_1 > T_2$ ,  $T_1 < T_2$ ,  $T_1 = T_2$ ?
170. Два тела имеют одинаковую температуру. При использовании зеленого светофильтра наблюдается одинаковая яркость свечения тел. По какой причине может нарушиться равенство яркости свечения этих тел, если заменить зеленый светофильтр синим светофильтром.
171. Шар и тонкая пластина имеют одинаковую массу. При пропускании электрического тока в них выделяется равное количество теплоты. Температура какого тела достигнет большего значения в состоянии термодинамического равновесия?
172. Излучает ли электромагнитные волны стул, на котором вы сидите; книга, которую вы читаете?
173. Примените формулу Планка для лучеиспускательной способности абсолютно черного тела для малых и больших частот.
174. Если заглянуть в отверстие полости, стенки которой поддерживаются при определенной температуре, никакие внутренние детали (шероховатости стенок, их конфигурация и т.д.) не будут различимы. Почему?
175. Как изменилась температура абсолютно черного тела, если длина волны, на которую приходится максимум излучения, увеличилась в 3 раза?
176. Во сколько раз изменилась температура абсолютно черного тела, если мощность излучения этого тела увеличилась в 16 раз?
177. Что составляет основу электронного парамагнитного резонанса (ЭПР)? В каком диапазоне лежат резонансные частоты спектра ЭПР? Какие явле-

- ния лежат в основе ядерного магнитного резонанса?
178. Укажите источники магнитного поля атома.
  179. Во сколько раз различаются спиновое и орбитальное гироманнитные отношения для электрона?
  180. Назовите квантовые числа атомов. Поясните их физический смысл.
  181. Какие изменения энергетического спектра атома возникают при воздействии магнитного поля?
  182. Какие значения может принимать фактор Ланде? Что он характеризует?
  183. В чем заключается эффект Зеемана?
  184. Что такое аномальный эффект Зеемана?
  185. Опишите модель ядерных оболочек, разработанную Бартлетом.
  186. Что такое спин ядра?
  187. В чем заключается принцип Паули?
  188. Запишите выражение для магнитного дипольного момента.
  189. В чем различие ядерного магнитного резонанса и электронного парамагнитного резонанса?
  190. Что такое ядерный магнитный резонанс (ЯМР)? Для каких целей используется метод ЯМР?
  191. Что характеризует ядерное спиновое число?
  192. Главные квантовые числа. Что они характеризуют?
  193. Опишите модель атома Томсона. Почему эта модель атома несостоятельна?
  194. Что представляет собой планетарная модель атома? Какое строение имеет согласно этой модели атом водорода?
  195. В чем состоит принципиальное различие моделей атома по Бору и Резерфорду? Что у них общего?
  196. Что понимают под энергией атома? Какое состояние атома называют основным, а какое возбужденным?
  197. В чем состоят постулаты Бора?

198. Какими способами можно перевести атом в возбужденное состояние? Может ли атом при переходе в возбужденное состояние поглощать произвольную порцию энергии? Что называется энергией ионизации?
199. Каков механизм излучения и поглощения электромагнитных волн атомами по теории Бора?
200. Запишите выражения для стационарных состояний, вытекающие из теории Бора. Нарисуйте схему энергетических уровней атома водорода и объясните, вследствие каких переходов получаются серии спектральных линий атома водорода?
201. Сформулируйте правила квантования. По какой формуле рассчитывается радиус боровских орбит?
202. В чем состоит дискретный характер излучения? По какой формуле можно рассчитать возможные частоты излучения атома водорода?
203. В чем состоят трудности теории Бора в объяснении спектров излучения следующих за водородом элементов?
204. Линейчатые спектры. Как они образуются?
205. Какой спектр называется сплошным и как он возникает?
206. Что называется спектральной серией?
207. Сформулируйте принцип неопределенности Гейзенберга.
208. При выполнении каких условий может наблюдаться поглощение энергии электромагнитного поля ядром?
209. В какой вид преобразуется энергия электромагнитного поля при ядерном магнитном резонансе?
210. В каком опыте установлено квантование магнитных моментов атомов?
211. Запишите выражение определяющее энергию взаимодействия магнитного момента атома с внешним магнитным полем.
212. Что такое туннельный эффект? Объясните туннельный эффект с помощью соотношения неопределенности.
213. Какие проводники называют вырожденными?

214. Объясните вольтамперную характеристику туннельного диода.
215. Запишите уравнение Шредингера для частицы, проходящей потенциальный барьер.
216. Физический смысл волновой функции.
217. Что такое коэффициент прозрачности барьера?
218. От чего зависит вероятность туннелирования частицы через потенциальный барьер?
219. Опишите принцип действия туннельного диода.
220. Нарисуйте зонные диаграммы и объясните по ним работу туннельного диода.
221. Как образуются энергетические зоны в твердых телах?
222. Как заполняются электронами энергетические зоны в металлах, диэлектриках и полупроводниках?
223. Какие полупроводники называются собственными, какие n-типа, а какие p –типа?
224. Что такое p-n- переход? Принцип действия.
225. Нарисуйте и объясните вольт-амперную характеристику туннельного диода.
226. Чем обусловлен инжекционный ток через p-n-переход?
227. Что такое энергия (уровень) Ферми?
228. Каким свойствам должна удовлетворять волновая функция?
229. Какие состояния называются вырожденными? Что такое кратность вырождения?
230. В чем заключается физический смысл волновой функции?
231. Как обозначают и называют состояние электрона с разными орбитальными квантовыми числами?
232. Опыт Штерна и Герлаха. Спин и магнитный момент электрона.

Весь комплект контрольно-измерительных материалов для проверки сфор-



мированности компетенции (индикатора компетенции) размещен в закрытой части по адресу, указанному в п. 5.3

### 6.3 График текущего контроля успеваемости

Неделя	Темы занятий	Вид контроля
3	Тема 2. Основные понятия механики	Коллоквиум
5	Тема 2. Основные понятия механики	Коллоквиум
7	Тема 4. Динамика твердого тела	ИДЗ / ИДРГЗ / ИДРЗ
8	Тема 5. Законы сохранения	Контрольная работа
9	Тема 5. Законы сохранения	Коллоквиум
11	Тема 6. Гармонический осциллятор. Гармонический осциллятор с затуханием	Коллоквиум
13	Тема 6. Гармонический осциллятор. Гармонический осциллятор с затуханием	Коллоквиум
15	Тема 6. Гармонический осциллятор. Гармонический осциллятор с затуханием	ИДЗ / ИДРГЗ / ИДРЗ
16	Тема 13. Явления переноса	Контрольная работа
26	Тема 14. Электрическое поле в вакууме	ИДЗ / ИДРГЗ / ИДРЗ
28	Тема 15. Электростатическое поле в веществе	Коллоквиум
30	Тема 15. Электростатическое поле в веществе	Коллоквиум
31	Тема 18. Электрический ток в вакууме, в газах, в полупроводниках	Контрольная работа
32	Тема 18. Электрический ток в вакууме, в газах, в полупроводниках	ИДЗ / ИДРГЗ / ИДРЗ
34	Тема 19. Магнитное поле	Коллоквиум
36	Тема 19. Магнитное поле	Коллоквиум
38	Тема 20. Магнитное поле в веществе	Коллоквиум
39	Тема 22. Электромагнитные волны	Контрольная работа
55	Тема 23. Геометрическая оптика	ИДЗ / ИДРГЗ / ИДРЗ
57	Тема 24. Волновая оптика	Коллоквиум
59	Тема 24. Волновая оптика	ИДЗ / ИДРГЗ / ИДРЗ
60	Тема 24. Волновая оптика	Контрольная работа
61	Тема 25. Атом	Коллоквиум
63	Тема 26. Тепловое излучение	Коллоквиум
65	Тема 27. Фотоны	Коллоквиум
67	Тема 29. Элементы квантовой механики	Коллоквиум
68	Тема 35. Элементарные частицы	Контрольная работа

### 6.4 Методика текущего контроля

#### на лекционных занятиях

Текущий контроль включает в себя контроль посещаемости (не менее 80 % занятий), по результатам которого студент получает допуск на экзамен.

#### на лабораторных занятиях

- Порядок выполнения лабораторных работ, подготовки отчетов и их защиты

В процессе обучения по дисциплине «Физика» студент каждом семестре обязан выполнить 6 из 39 лабораторных работ, перечисленных в пункте 4.2. Номера выполняемых лабораторных работ выбирается исходя из индивидуального графика. Под выполнением лабораторных работ подразумевается подготовка к работе, проведение экспериментальных исследований, подготовка отчета и его защита на коллоквиуме. После лабораторной работы на следующей неделе предусматривается проведение коллоквиума, на котором осуществляется защита лабораторной работы. Выполнение лабораторных работ студентами осуществляется в бригадах до 3 человек. Оформление отчета студентами осуществляется индивидуально в соответствии с принятыми в СПбГЭТУ правилами оформления студенческих работ. Отчет оформляется после выполнения экспериментальных исследований и представляется преподавателю на проверку. После проверки отчет либо возвращается (при наличии замечаний) на доработку, либо подписывается к защите.

Лабораторные работы защищаются студентами индивидуально. Каждый студент получает 2 вопроса и задачу по теоретической части, или по процедуре проведения экспериментальных исследований, или по последующей обработке результатов, после чего ему предоставляется время для подготовки ответа. При обсуждении ответа преподаватель может задать несколько уточняющих вопросов, также студент должен объяснить алгоритм решения задачи. В случае если студент демонстрирует достаточное знание вопроса, работа считается защищенной.

На защите лабораторной работы студент должен показать: понимание методики исследования и знание особенностей её применения, понимание и умение объяснять особенности применяемых методов, возможные области их применения и т.д., умение давать качественную и количественную оценку получен-

ных экспериментальных результатов и прогнозировать реакции исследуемого объекта на различные воздействия, навыки и умения, приобретенные при выполнении лабораторной работы.

Примеры контрольных вопросов и перечень задач приведены в соответствующих методических указаниях по выполнению лабораторных работ. Текущий контроль включает в себя выполнение, сдачу в срок отчетов и их защиту по всем лабораторным работам, по результатам которой студент получает допуск на экзамен.

По результатам текущего контроля студент получает оценку (как среднеарифметическое за защиты на коллоквиуме всех лабораторных работ).

Защита на коллоквиуме всех лабораторных работ оценивается по следующим критериям:

Оценка ”отлично” ставится, если на заданные вопросы даны исчерпывающие ответы;

оценка ”хорошо” ставится, если вопросы раскрыты не полностью;

оценка ”удовлетворительно” ставится, если ответы в принципе правильны, но в формулировках имеются существенные ошибки;

оценка ”неудовлетворительно” ставится, если отсутствуют ответы на вопросы или содержание ответа не совпадает с поставленным вопросом.

#### **на практических занятиях**

Текущий контроль включает в себя контроль посещаемости (не менее 80 % занятий), по результатам которого студент получает допуск на экзамен.

В ходе проведения практических занятий студент пишет 2 контрольные работы за семестр, также целесообразно привлечение студентов к как можно более активному решению задач, обсуждениях и т.д. При этом активность студентов также может учитываться преподавателем, как один из способов теку-

щего контроля на практических занятиях.

Критерии оценивания контрольных работ:

Оценка ”отлично” ставится, если все предложенные задачи решены правильно. Оценка ”хорошо” ставится, если одна задача не решена. Оценка ”удовлетворительно” ставится, если две задачи не решены или решены неправильно. Оценка ”неудовлетворительно” ставится, если три и более задачи не решены, ход решения неправильный.

### **самостоятельной работы студентов**

Контроль самостоятельной работы студентов осуществляется на лекционных, лабораторных и практических занятиях студентов по методикам, описанным выше.

Проверка ИДЗ подразумевает следующие этапы:

- 1) Электронная проверка числовых результатов.
- 2) Проверка на грубые ошибки в отчете.
- 3) Проверка на плагиат.

Оценка по ИДЗ выставляется исходя из следующих пунктов: Соблюдение крайнего срока сдачи, правильность расчетов, правильность формул, аккуратность оформления, тиражирование ошибки, соответствие требованиям оформления ИДЗ, указание размерностей физических величин, удобство проверки.

Итоговая оценка по ИДЗ выставляется по следующим критериям:

”отлично” - отчет по ИДЗ оформлен правильно и первый вариант ответа является правильным;

”хорошо” - отчет по ИДЗ содержит помарки и правильный ответ получен со второго или третьего раза;

”удовлетворительно” - отчет по ИДЗ содержит грубые ошибки, отчет неаккуратен и правильный ответ получен после многократных попыток;

”неудовлетворительно” - отчет по ИДЗ содержит грубые ошибки, отчет неаккуратен и правильный ответ не получен.

### **Методика промежуточной аттестации**

По результатам выполнения в каждом семестре 2 контрольных работ на практических занятиях, а также выполнения и сдачи в срок отчетов по всем лабораторным работам и защиту их на коллоквиуме, выполнения всех ИДЗ, студент получает допуск на экзамен.

Экзамен преследует цель оценить полученные теоретические знания, умение интегрировать полученные знания и применять их к решению практических задач.

Экзамен проводится по билетам в устной или письменной форме либо в виде тестов. Возможно сочетание этих форм и использование технических средств. Форма проведения экзамена и перечень вопросов, выносимых на экзамен, устанавливается кафедрой физики, и доводится до сведения студентов до начала сессии. Экзаменатору предоставляется право задавать студенту вопросы сверх билета, а также, помимо теоретических вопросов, давать задачи и примеры по программе данного курса. Во время экзамены студенты могут пользоваться с разрешения экзаменатора своим конспектом лекций, справочной литературой.

Критерии оценивания на экзамене:

”отлично” - теоретическое содержание курса освоено полностью (без пробелов), необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы;

”хорошо” - теоретическое содержание курса освоено полностью (без пробелов), некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно;

”удовлетворительно” - теоретическое содержание курса освоено частич-

но (пробелы не носят существенного характера), необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы;

”неудовлетворительно” - теоретическое содержание курса освоено частично, необходимые практические навыки работы не сформированы.

## 7 Описание информационных технологий и материально-технической базы

Тип занятий	Тип помещения	Требования к помещению	Требования к программному обеспечению
Лекция	Лекционная аудитория	Количество посадочных мест – в соответствии с контингентом, рабочее место преподавателя, маркерная доска, проектор	
Лабораторные работы	Лаборатория	Количество посадочных мест – в соответствии с контингентом, рабочее место преподавателя, лабораторные макеты, установки и измерительные приборы для проведения лабораторного физического практикума по разделам "Механика и термодинамика", "Электричество и магнетизм" и "Оптика и атомная физика", проектор	
Практические занятия	Аудитория	Количество посадочных мест – в соответствии с контингентом, рабочее место преподавателя, маркерная доска	
Самостоятельная работа	Помещение для самостоятельной работы	Оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.	1) Windows 10 и выше; 2) P-7 Office или подобное



## **8 Адаптация рабочей программы для лиц с ОВЗ**

Адаптированная программа разрабатывается при наличии заявления со стороны обучающегося (родителей, законных представителей) и медицинских показаний (рекомендациями психолого-медико-педагогической комиссии). Для инвалидов адаптированная образовательная программа разрабатывается в соответствии с индивидуальной программой реабилитации.

## ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

<b>№ п/п</b>	<b>Дата</b>	<b>Изменение</b>	<b>Дата и номер протокола заседания УМК</b>	<b>Автор</b>	<b>Начальник ОМОЛА</b>