

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович  
Должность: Проректор по учебной и методической работе  
Дата подписания: 10.11.2023 17:44:11  
Уникальный программный ключ:  
3b89716a1076b80b2c167df0f27c09d01782ba84



**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Санкт-Петербургский государственный технологический институт  
(технический университет)»

**УТВЕРЖДАЮ**  
Проректор по учебной  
и методической работе  
\_\_\_\_\_ Б.В.Пекаревский  
« 28 » июня 2021

**Рабочая программа дисциплины**  
**ФИЗИКА**  
Направление подготовки  
**18.05.01 Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий**  
Специализация: **все специализации**

Квалификация

**Инженер**

Форма обучения

**Очная**

Факультет **инженерно-технологический**  
Кафедра **общей физики**

Санкт-Петербург  
2021

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Должность	Подпись	Ученое звание, фамилия, инициалы
Доцент		Доцент Хотунцова С.В.

Рабочая программа дисциплины «ФИЗИКА» обсуждена на заседании кафедры общей физики  
протокол от «17» июня 2021 № 6  
Заведующий кафедрой

А.В. Беляков

Одобрено учебно-методической комиссией инженерно-технологического факультета  
протокол от «24» июня 2021 № 9  
Председатель

А.П. Сусла

## СОГЛАСОВАНО

Руководитель направления подготовки Химическая технология энергонасыщенных материалов		Т.В. Украинцева
Директор библиотеки		Т.Н. Старостенко
Начальник методического отдела учебно-методического управления		Т.И. Богданова
Начальник учебно-методического управления		С.Н. Денисенко

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы .....	04
2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы.....	05
3. Объем дисциплины .....	05
4. Содержание дисциплины	
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.....	07
4.2. Формирование индикаторов достижения компетенций .....	07
4.3. Занятия лекционного типа.....	08
4.4. Занятия семинарского типа.....	08
4.4.1. Семинары, практические занятия .....	10
4.4.2. Лабораторные занятия.....	14
4.5. Самостоятельная работа.....	14
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине .....	20
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.....	20
7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины .....	22
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины .....	28
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.....	28
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине	
10.1. Информационные технологии.....	28
10.2. Программное обеспечение.....	28
10.3. Базы данных и информационные справочные системы.....	22
11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.....	29
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья .....	29

Приложения: 1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.

**1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.**

В результате освоения образовательной программы специалитета обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Код и наименование общепрофессиональной компетенции	Наименование индикатора достижения общепрофессиональных компетенций	Дескрипторы
<p><b>ОПК-1.</b></p> <p>Способен использовать математические, естественнонаучные и инженерные знания для решения задач профессиональной деятельности</p>	<p>ОПК-1.5.. Идентификация и классификация физических процессов, протекающих на объекте профессиональной деятельности</p>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- признаки идентификации физических явлений (ЗН-1);</li> <li>- основные законы физики, описывающие физические явления и процессы; ограничения применения законов, области приложения законов физики в практической деятельности (ЗН-2);</li> </ul> <p><b>Уметь</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- идентифицировать и трактовать основные наблюдаемые природные и техногенные явления и эффекты с позиции фундаментальных физических взаимодействий (У-1)</li> </ul> <p><b>Владеть :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- способами классификации физических явлений по различным признакам (Н-1)</li> </ul>
<p><b>ОПК-1.</b></p> <p>Способен использовать математические, естественнонаучные и инженерные знания для решения задач профессиональной деятельности</p>	<p>ОПК-1.6. Определение характеристик физического процесса(явления), характерного для объектов профессиональной деятельности, на основе теоретического и экспериментального исследований.</p>	<p><b>Знать:</b> физические основы механики, физики колебаний и волн, электричества и магнетизма, электродинамики, статистической физики и термодинамики, квантовой физики;</p> <p><b>Уметь:</b> решать типовые задачи, связанные с основными разделами физики, использовать физические законы при анализе и решении проблем профессиональной деятельности</p> <p><b>Владеть :</b> методами проведения физических измерений, методами корректной оценки погрешностей при проведении физического эксперимента.</p>

<p><b>ОПК-1.</b></p> <p>Способен использовать математические, естественнонаучные и инженерные знания для решения задач профессиональной деятельности</p>	<p>ОПК-1.7 Выбор базовых физических законов для решения задач профессиональной деятельности.</p>	<p><b>Знать:</b></p> <p>-Основные законы фундаментальной физики, Основные физические величины и константы</p> <p><b>Уметь:</b></p> <p>Выявлять соответствие явления существующей закономерности путем применения различных методов,</p> <p><b>Владеть</b> методами моделирования в области знаний</p>
--	--	---

## **2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.**

### **Б1.О.07 Физика**

**Место дисциплины в ООП.** Дисциплина «Физика» относится к обязательной части<sup>1</sup> Блока 1 «Дисциплины» образовательной программы специалитета.

Изучается: в очной форме обучения - на первом курсе, во втором семестре; и на втором курсе в третьем и четвертом семестре.<sup>2</sup>

Объем дисциплины составляет 12 з.е.<sup>3</sup>

Физика создает универсальную базу для изучения общепрофессиональных и специальных дисциплин, закладывает фундамент последующего обучения в аспирантуре. Она даёт цельное представление о физических законах окружающего мира в их единстве и взаимосвязи, вооружает необходимыми знаниями для решения научно-технических задач в теоретических и прикладных аспектах.

В методическом плане дисциплина опирается на знания по физике, полученные в школе. Освоение курса физики необходимо как предшествующее для ряда других дисциплин: физическая химия, аналитическая химия и физико-химические методы анализа, прикладная механика, электротехника и промышленная электроника, процессы и аппараты химической технологии, химическая физика горения и взрыва энергонасыщенных материалов...

**Формы проведения занятий.**<sup>4</sup> Систематизированные основы дисциплины излагаются на занятиях лекционного типа. Полученные знания закрепляются на лабораторных и практических занятиях. Для текущего контроля успеваемости проводятся теоретические коллоквиумы и контрольные работы. Самостоятельная работа предусматривает работу с учебно-методическим обеспечением дисциплины, выполнение домашних заданий, составление отчетов к лабораторным работам.

**Форма промежуточной аттестации** - экзамен.

#### **Краткое содержание дисциплины:**

Раздел 1 -Механика.

Раздел 2 –Электростатика и постоянный ток

Раздел 3- Магнитное поле. Электромагнитная индукция.

Раздел 4 -Колебания и волны. Волновая оптика.

Раздел 5 - Физическая термодинамика.

Раздел 6 -Квантовая физика.

Раздел 7 - Физика твердого тела

Раздел 8 -Основы физики ядра и элементарных частиц.

**Результат изучения дисциплины:** формирование части компетенции ОПК -1.

## **3. Объем дисциплины.**

---

<sup>1</sup> Определяется учебным планом

<sup>2</sup> Определяется учебным планом

<sup>3</sup> Определяется учебным планом

<sup>4</sup> Определяется учебным планом и РПД

Вид учебной работы	Всего, ЗЕ/академ. часов
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b> (зачетных единиц/ академических часов)	<b>12/432</b>
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>242</b>
занятия лекционного типа	90
занятия семинарского типа, в т.ч.	144
семинары, практические занятия	72
лабораторные работы	72
курсовое проектирование (КР или КП)	
КСР	8
другие виды контактной работы	
Самостоятельная работа	109
Форма текущего контроля (Кр, реферат, РГР, эссе)	Кр, коллоквиумы
<b>Форма промежуточной аттестации (КР, КП, зачет, экзамен)</b>	<b>2 Экзамена (81), зачет</b>

#### 4. Содержание дисциплины.

##### 4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.

№ п/ п	Наименование раздела дисциплины	Занятия лекционного типа, академ. часы	Занятия семинарского типа, академ. часы		Самостоятельная работа, академ. часы	Формируемые компетенции
			Семинары и/или практические занятия	Лабораторные работы		
1.	<b>Механика</b>	16	10	18	17	ОПК-1
2.	<b>Физическая термодинамика и молекулярная физика</b>	10	8	6	16	ОПК-1
3.	<b>Электромагнетизм. Электростатика и постоянный ток.</b>	10	10	12	10	ОПК-1 \ 
4.	<b>Электромагнетизм. Магнитостатика. Электромагнитная индукция.</b>	8	8	10	16	ОПК-1
5.	<b>Колебания и волны. Волновая оптика</b>	10	18	8	16	ОПК-1
6.	<b>Квантовая физика</b>	22	16	10	16	ОПК-1

7.	<b>Физика твердого тела</b>	6		8	4	ОПК-1
8.	<b>Основы ядерной физики и физики элементарных частиц</b>	8	2		14	ОПК-1

#### 4.2. Занятия лекционного типа

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Иновационная форма
1	<b>Введение</b> Физика в системе естественных наук. Общая структура и задачи дисциплины «Физика». <b>Механика</b> <b>Кинематика.</b> Физический смысл производной и интеграла. Основные кинематические характеристики криволинейного движения: скорость и ускорение. Нормальное и тангенциальное ускорение.	2	<b>Слайд-презентация</b>
1	<b>Механика</b> <b>Кинематика.</b> Кинематика вращательного движения: угловая скорость и угловое ускорение, их связь с линейной скоростью и ускорением. Пространство и время в механике Ньютона. Системы координат и их преобразования.	2	
1	<b>Механика</b> <b>Динамика.</b> Инерциальные системы отсчета и первый закон Ньютона. Второй закон Ньютона. Масса, импульс, сила. Уравнение движения материальной точки. Третий закон Ньютона и закон сохранения импульса. Закон всемирного тяготения. Силы сопротивления. Интегрирование уравнений движения, роль начальных условий. Центр масс механической системы, закон движения центра масс.	2	<b>Слайд-презентация</b>
1	<b>Механика</b> <b>Момент импульса. Динамика вращательного движения.</b> Момент импульса материальной точки и момент механической системы. Момент силы. Закон сохранения момента механической системы. Движение в поле центральных сил.	2	
1	Уравнение вращения твердого тела вокруг закрепленной оси. Момент инерции. Формула	2	



	Штейнера. Кинетическая энергия вращающегося твердого тела.		
1	<b>Механика Энергия.</b> Сила, работа и потенциальная энергия. Консервативные и неконсервативные силы. Работа и кинетическая энергия. Закон сохранения полной механической энергии в поле потенциальных сил. Связь между силой и потенциальной энергией. Градиент скалярной функции.	2	
1	<b>Механика</b> <b>Релятивистская механика.</b> Принцип относительности и преобразования Галилея. Экспериментальные обоснования специальной теории относительности (СТО). Постулаты СТО. Относительность одновременности и преобразования Лоренца. Сокращение длины и замедление времени в движущихся системах отсчета.	2	Слайд-презентация
1	<b>Механика</b> <b>Релятивистская механика.</b> Релятивистский импульс. Взаимосвязь массы и энергии. СТО и ядерная энергетика.	2	ЛВ
2	<b>Физическая термодинамика и молекулярная физика.</b> Термодинамическое равновесие и температура. Нулевое начало термодинамики. Эмпирическая температурная шкала. Квазистатические процессы. Уравнение состояния в термодинамике. Первое начало термодинамики. Теплоемкость. Уравнение Майера. Изохорический, изобарический, изотермический, адиабатический процессы в идеальных газах.  Давление газа с точки зрения МКТ. Физический смысл температуры. Связь теплоемкости с числом степеней свободы молекул газа	2	
2	<b>Физическая термодинамика и молекулярная физика.</b> Явления переноса. Диффузия, теплопроводность, внутреннее трение.	2	
2	<b>Физическая термодинамика и молекулярная физика.</b> Обратимые и необратимые процессы. Второе начало термодинамики. Преобразование теплоты в механическую работу. Цикл Карно и его коэффициент полезного действия. Энтропия.	2	
2	<b>Физическая термодинамика и молекулярная</b>	2	

	<b>физика.</b> Распределение Максвелла молекул идеального газа. Экспериментальное обоснование распределения Максвелла. Распределение Больцмана и барометрическая формула.		
2	<b>Физическая термодинамика и молекулярная физика.</b> Микро- и макро-состояние. Статистический вес. Формула Больцмана. Статистический смысл второго начала термодинамики.	2	
3	<b>Электромагнетизм</b> Электрический заряд. Закон Кулона. Электростатическое поле, его консервативность. Напряженность и потенциал электростатического поля. Принцип суперпозиции. Электрическое поле диполя. Диполь во внешнем электрическом поле.	2	Слайд-презентация
3	<b>Электромагнетизм</b> Теорема о циркуляции. Поток вектора через поверхность. Теорема Гаусса в интегральной форме и ее применение для расчета электрических полей.	2	Слайд-презентация
3	<b>Электромагнетизм</b> Диэлектрики в электрическом поле. Виды поляризации. Вектор поляризации и теорема Гаусса для вектора поляризации. Диэлектрическая проницаемость среды и вектор электрического смещения. Граничные условия на границе двух диэлектриков.	2	
3	<b>Электромагнетизм</b> <b>Проводники в электрическом поле.</b> Равновесие зарядов в проводнике. Основная задача электростатики проводников. Эквипотенциальные поверхности и силовые линии электростатического поля вблизи поверхности проводника. Электростатическая защита. Емкость проводников и конденсаторов. Соединения конденсаторов. Энергия заряженного конденсатора. Плотность энергии электрического поля.	2	
3	<b>Электромагнетизм</b> <b>Постоянный электрический ток.</b> Сила и плотность тока. Уравнение непрерывности для плотности тока. Закон Ома в интегральной и дифференциальной формах. Закон Джоуля-Ленца. Электродвижущая сила источника тока. Правила Кирхгофа.	2	
4	<b>Электромагнетизм</b> <b>Магнитостатика.</b> Вектор магнитной индукции. Закон Био-Савара-Лапласа. Его применение для	2	ЛВ

	расчета кругового витка с током и прямого провода. Закон Ампера. Сила Лоренца. Движение зарядов в электрических и магнитных полях.		
4	<b>Электромагнетизм</b> <b>Магнитостатика.</b> Теорема о циркуляции (закон полного тока). Её применение для расчета поля тороида. Теорема Гаусса. Магнитный момент. Магнитное поле контура с током. Контур с током в однородном и неоднородном магнитном поле	2	
4	<b>Электромагнетизм</b> <b>Электромагнитная индукция.</b> Феноменология электромагнитной индукции. Правило Ленца. Уравнение электромагнитной индукции. Самоиндукция. Индуктивность соленоида. Работа по перемещению контура с током в магнитном поле. Энергия магнитного поля.	2	
4	<b>Электромагнетизм. Уравнения Максвелла.</b> Ток смещения. Система уравнений Максвелла в интегральной форме и физический смысл входящих в нее уравнений. Материальные уравнения. Электромагнитная волна как решение уравнений Максвелла. Свойства электромагнитных волн. Скорость распространения электромагнитных волн. Энергия электромагнитных волн. Объёмная плотность энергии электромагнитного поля. Вектор Умова – Пойнтинга.	2	
5	<b>Колебания и волны. Волновая оптика:</b> <b>Гармонические колебания различной природы. Волны.</b> Примеры колебательных движений различной физической природы. Комплексная и векторная форма представления гармонических колебаний. Векторное описание сложения колебаний. Затухающие колебания. Вынужденные колебания. Резонанс. Волновое движение. Плоская гармоническая волны. Длина волны, волновое число, фазовая скорость. Уравнение волны. Одномерное волновое уравнение. Поляризация волн. Упругие волны.	2	Слайд-презентация
5	<b>Колебания и волны. Волновая оптика:</b> Испускание электромагнитных волн. Вибратор Герца. Шкала электромагнитных волн. <b>Интерференция волн.</b> Понятие интерференции. Когерентность. Интерференционное поле от двух точечных источников. Опыт Юнга. Интерференционные схемы. Интерферометры. Интерферометр Майкельсона. Интерференция в тонких пленках.	2	
5	<b>Колебания и волны. Волновая оптика:</b> <b>Дифракция волн.</b> Принцип Гюйгенса-Френеля. Метод зон Френеля. Дифракция Френеля на простейших преградах.	2	

5	<b><u>Колебания и волны. Волновая оптика:</u></b> Дифракция Фраунгофера. Дифракция Фраунгофера на щели. Дифракционная решетка как спектральный прибор. Понятие о голографическом методе получения и восстановления изображений.	2	
5	<b><u>Колебания и волны. Волновая оптика:</u></b> <b><u>Поляризация волн.</u></b> Форма и степень поляризации монохроматических волн. Оптическая анизотропия. Двулучепреломление. Отражение и преломление света на границе раздела двух диэлектриков. Феноменология поглощения и дисперсии света. Рассеяние света	2	
6	<b><u>Квантовая физика. Квантовые свойства электромагнитного излучения.</u></b> Тепловое излучение и люминесценция. Спектральные характеристики теплового излучения. Законы Кирхгофа, Стефана-Больцмана и закон смещения Вина. Абсолютно черное тело. Формула Релея-Джинса и «ультрафиолетовая катастрофа». Гипотеза квантов. Формула Планка. Квантовое объяснение законов теплового излучения.	2	Слайд-презентация
6	<b><u>Квантовая физика. Квантовые свойства электромагнитного излучения.</u></b> Корпускулярно-волновой дуализм света. Фотоэффект и эффект Комптона. Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта. Опыт Боте. Давление света. Фотоны.	2	
6	<b><u>Квантовая физика. Элементы квантовой механики .</u></b> Корпускулярно-волновой дуализм микрочастиц и его экспериментальное подтверждение; принцип неопределенности; волновая функция, её физический смысл; стандартные условия; условие нормировки.	2	Слайд-презентация
6	<b><u>Квантовая физика. Элементы квантовой механики</u></b> Уравнение Шредингера, одномерные квантово-механические задачи.	4	Слайд-презентация
6	<b><u>Квантовая физика. Элементы квантовой механики.</u></b> Представление физических величин операторами. Собственные состояния. Квантование момента импульса. Квантовый ротатор.	2	
6	<b><u>Квантовая физика. Элементы спектроскопии.</u></b> Квантово-механическое описание атомов. Атом водорода. Вырожденные состояния. Распределение плотности вероятности. Спектры щелочных металлов.	2	

6	<b>Квантовая физика. Элементы спектроскопии.</b> Спин электрона. Спин-орбитальное взаимодействие. Тонкая структура спектров. Векторная модель атома. Механический и магнитный момент многоэлектронного атома. Опыт Штерна и Герлаха. Эффект Зеемана. Электронный парамагнитный резонанс.	2	
6	<b>Квантовая физика. Элементы спектроскопии.</b> Принцип Паули. Порядок заполнения электронных оболочек. Строение атомов и периодическая система химических элементов Д.М.Менделеева. Правила Хунда. Рентгеновские спектры.	2	Слайд-презентация
6	<b>Квантовая физика. Элементы квантовой статистики.</b> Квантовые системы из одинаковых частиц. Принцип тождественности одинаковых микрочастиц. Симметричные и антисимметричные состояния (волновые функции) тождественных микрочастиц. Бозоны и фермионы. Принцип Паули. Квантовые статистические распределения Бозе-Эйнштейна и Ферми-Дирака. Плотность числа квантовых состояний. Энергия Ферми.	2	Слайд-презентация
6	<b>Квантовая физика.</b> Спонтанное и индуцированное излучение. Инверсное заселение уровней активной среды. Основные компоненты лазера. Условие усиления и генерации света. Особенности лазерного излучения. Основные типы лазеров и их применение.	2	Слайд-презентация
7	<b>Элементы физики твердого тела.</b> Колебания кристаллической решетки. Теплоемкость кристаллов. Теория Эйнштейна. Понятие о теории Дебая. Фононы.	2	
7	<b>Элементы физики твердого тела.</b> Движение электронов в периодическом поле кристалла. Структура зон в металлах, полупроводниках и диэлектриках. Проводимость металлов. Собственная и примесная проводимость полупроводников. Уровень Ферми в чистых и примесных полупроводниках. Температурная зависимость проводимости полупроводников. Фотопроводимость полупроводников. Процессы генерации и рекомбинации носителей заряда.	2	
7	<b>Элементы физики твердого тела.</b>	2	

	Контактные явления в полупроводниках. P-n - переход. Распределение электронов и дырок в p-n - переходе. Вольтамперная характеристика p-n - перехода. Выпрямляющие свойства p-n – перехода.		
8	<b><u>Физика атомного ядра и элементарных частиц:</u></b> Состав атомного ядра. Характеристики ядра: заряд, масса, энергия связи нуклонов. Виды и законы радиоактивного излучения.. Естественная и искусственная радиоактивность.	2	
8	<b><u>Физика атомного ядра и элементарных частиц:</u></b> Ядерные реакции. Деление ядер. Термоядерные реакции.	2	
8	<b><u>Физика атомного ядра и элементарных частиц:</u></b> Фундаментальные взаимодействия и основные классы элементарных частиц. Частицы и античастицы.	2	
8	<b><u>Физика атомного ядра и элементарных частиц:</u></b> Изотопический спин. Странные частицы. Несохранение четности в слабых взаимодействиях. Нейтрино. Кварки. Электрослабое взаимодействие.	2	

### 4.3. Занятия семинарского типа.

#### 4.3.1. Семинары, практические занятия.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	<b><u>Механика. Кинематика.</u></b> Основные кинематические характеристики криволинейного движения: скорость и ускорение. Нормальное и тангенциальное ускорение. Кинематика вращательного движения.	2	-
1	<b><u>Механика. Динамика.</u></b> Законы Ньютона. Закон сохранения импульса. Центр масс механической системы, закон движения центра масс.	2	

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Иновационная форма
1	<b>Механика. Динамика вращательного движения.</b> Момент инерции. Уравнение вращения твердого тела вокруг закрепленной оси. Момент импульса. Кинетическая энергия вращающегося твердого тела.	2	ЗК
1	<b>Механика. Энергия.</b> Сила, работа и потенциальная энергия. Консервативные и неконсервативные силы. Работа и кинетическая энергия. Закон сохранения полной механической энергии в поле потенциальных сил.	2	
1	<b>Механика. Контрольная работа</b>	2	
2	<b>Физическая термодинамика и молекулярная физика.</b> Первое начало термодинамики. Теплоемкость. Изопроцессы в идеальных газах.	2	
2	<b>Физическая термодинамика и молекулярная физика.</b> Второе начало термодинамики. Преобразование теплоты в механическую работу. Цикл Карно. Энтропия.	2	Интерактивное занятие «Конкурс-соревнование»
2	<b>Физическая термодинамика и молекулярная физика..</b> Давление газа с точки зрения МКТ. Физический смысл температуры. Связь теплоемкости с числом степеней свободы молекул газа.	2	
2	<b>Физическая термодинамика и молекулярная физика..</b> Распределение Максвелла молекул идеального газа. Распределение Больцмана и барометрическая формула.	2	
3	<b>Электромагнетизм</b> Напряженность и потенциал электростатического поля. Принцип суперпозиции.	2	
3	<b>Электромагнетизм.</b> Потенциал электростатического поля. Работа по перемещению заряда в электростатическом поле.	2	ЗК
3	<b>Электромагнетизм</b> Диэлектрики в электрическом поле. Виды поляризации.. Диэлектрическая проницаемость среды и вектор электрического	2	
3	<b>Электромагнетизм</b> Проводники в электрическом поле. Емкость проводников и конденсаторов. Энергия заряженного конденсатора.	2	
3	<b>Электромагнетизм</b> Постоянный электрический ток. Закон Ома. Закон Джоуля-Ленца. Электродвижущая сила источника тока. Правила Кирхгофа.	2	Интерактивное занятие «Конкурс-соревнование»

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
4	<u>Электромагнетизм.</u> Закон Био-Савара-Лапласа. Закон Ампера. Сила Лоренца. Движение зарядов в электрических и магнитных полях.	2	
4	<u>Электромагнетизм</u> Магнитостатика. Магнитное поле контура с током. Контур с током в однородном и неоднородном магнитном поле	2	»
4	<u>Электромагнетизм</u> Электромагнитная индукция.. Самоиндукция. Энергия магнитного поля.	2	
4	<u>Электромагнетизм</u> Контрольная работа по электромагнетизму	2	
5	<u>Колебания и волны. Волновая оптика:</u> Комплексная форма представления гармонических колебаний. Векторное описание сложения колебаний. Затухающие колебания.	2	ЗК
5	<u>Колебания и волны. Волновая оптика:</u> Волновое движение. Плоская гармоническая волны. Длина волны, волновое число, фазовая скорость.	2	
5	<u>Колебания и волны. Волновая оптика:</u> Энергия электромагнитных волн. Вектор Умова – Пойнтинга.	2	
5	<u>Колебания и волны. Волновая оптика:</u> Интерференция волн. Когерентность. Интерференционное поле от двух точечных источников. Опыт Юнга.	2	
5	<u>Колебания и волны. Волновая оптика:</u> Интерференционные схемы. Интерферометры. Интерференция в тонких пленках.	2	
5	<u>Колебания и волны. Волновая оптика:</u> Дифракция волн. Метод зон Френеля. Дифракция Френеля на простейших преградах.	2	Интерактивное занятие «Конкурс-соревнование»
5	Колебания и волны. Волновая оптика: Дифракция Фраунгофера. Дифракция Фраунгофера на щели. Дифракционная решетка как спектральный прибор.	2	
5	<u>Колебания и волны. Волновая оптика:</u> Поляризация волн. Отражение и преломление света на границе раздела двух диэлектриков.	2	



№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Иновационная форма
5	<b><u>Колебания и волны. Волновая оптика:</u></b> Контрольная работа	2	
6	<b><u>Квантовая оптика.</u></b> Тепловое излучение. Характеристики. Основные законы. Формула Планка	2	
6	<b><u>Квантовая оптика.</u></b> Фотоэффект. Эффект Комптона. Тормозное рентгеновское излучение	2	
6	<b><u>Основы квантовой механики.</u></b> Волны де Бройля. Соотношение неопределенностей.	2	
6	<b><u>Основы квантовой механики.</u></b> Одномерные квантовомеханические задачи. Прямоугольная потенциальная яма, ступень, барьер.	4	
6	<b><u>Основы квантовой механики.</u></b> Механический и магнитный момент многоэлектронного атома. Застройка электронных оболочек.	2	Интерактивное занятие «Конкурс-соревнование»
6	<b><u>Основы квантовой механики.</u></b> Контрольная работа по квантовой физике	2	
6	<b><u>Квантовая физика.</u></b> Квантовые статистические распределения Бозе-Эйнштейна и Ферми-Дирака. Плотность числа квантовых состояний. Энергия Ферми.	2	
8	<b><u>Физика атомного ядра и элементарных частиц:</u></b> Состав атомного ядра. Характеристики ядра: заряд, масса, энергия связи нуклонов. Виды и законы радиоактивного излучения.	2	

#### 4.3.2. Лабораторные занятия.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Примечание
1	<b><u>Механика.</u></b> <i>Лекция:</i> «Основные сведения об обработке измерений в физическом практикуме»	2	

1	<u>Механика.</u> Выполнение лабораторной работы по вычислению погрешностей	2	
1	<u>Механика.</u> Выполнение 4х лабораторных работ по механике	12	
1	<u>Механика.</u> Коллоквиум	2	
2	<u>Молекулярная физика и термодинамика.</u> Выполнение 2х лабораторных работ по молекулярной физике и термодинамике.	8	
	<u>Молекулярная физика и термодинамика.</u> Коллоквиум	2	
2	<u>Электромагнетизм.</u> Выполнение 2 лабораторных работ по электромагнетизму	8	
	<u>Электромагнетизм.</u> Выполнение 2 лабораторных работ по электромагнетизму	8	
	<u>Электромагнетизм.</u> Коллоквиум	2	
3	<u>Колебания и волны. Волновая оптика.</u> Выполнение трёх лабораторных работ по волновой оптике	8	
5	<u>Квантовая оптика.</u> Выполнение 3-х лабораторных работ по квантовой оптике и спектроскопии.	8	
	<u>Квантовая оптика.</u> Коллоквиум	2	
	<u>Физика твердого тела.</u> Выполнение 2-х лабораторных работ по физике твердого тела.	8	

#### **4.4. Самостоятельная работа обучающихся**

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
1	<u>Механика</u> Движение тел с переменной массой. Движение в поле центральных сил. Законы Кеплера. Столкновения тел. Неупругое и абсолютно упругое столкновение. Упругие напряжения и деформации в твердом теле. Закон Гука. Модуль Юнга. Коэффициент Пуассона. Энергия упругих деформаций твердого тела.	16	проверка индивидуальных заданий
2	<u>Физическая термодинамика.</u> Адиабатический процесс. Преобразование теплоты в механическую работу. Цикл Карно и его коэффициент полезного	16	проверка индивидуальных заданий-

	действия. Энтропия. Обратимые и необратимые процессы. Закон возрастания энтропии.		
3	<u>Электромагнетизм. Электростатика и постоянный ток.</u> Граничные условия для векторов напряженности электрического поля и электрического смещения. Правила Кирхгофа.	11	
4	<u>Электромагнетизм: Электромагнетизм. Магнитостатика. Электромагнитная индукция.</u>  Движение заряженных частиц в электрических и магнитных полях. Эффект Холла и его применение.	16	
5	<u>Волновая оптика</u> Дифракционная решетка как спектральный прибор. Частично-поляризованный свет. Нормальная и аномальная дисперсии, рассеяние, поглощение света, поляризация света	16	проверка индивидуальных заданий
6	<u>Квантовая физика.</u> Одномерный потенциальный порог и барьер. Принцип Паули. Застройка электронных оболочек. Спектры молекул.	16	проверка индивидуальных заданий
7	<u>Физика твердого тела.</u>	9	
6	<u>Физика ядра и элементарных частиц</u>  Спин и магнитный момент ядра. Свойства и обменный характер ядерных сил. Естественная и искусственная радиоактивность. Источники радиоактивных излучений. Радиоизотопный анализ. Законы сохранения в ядерных реакциях.	9	проверка индивидуальных заданий

#### 4.4.1. Темы контрольных работ

- Механика
- Магнитостатика и электромагнитная индукция
- Колебания и волны. Волновая оптика
- Квантовая физика

## **5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.**

Методические указания для обучающихся по организации самостоятельной работы по дисциплине, включая перечень тем самостоятельной работы, формы текущего контроля по дисциплине и требования к их выполнению размещены в электронной информационно-образовательной среде СПбГТИ(ТУ) на сайте: <http://media.technolog.edu.ru>

## **6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации**

Своевременное выполнение обучающимся мероприятий текущего контроля позволяет превысить (достигнуть) пороговый уровень («удовлетворительно») освоения предусмотренных элементов компетенций.

Результаты дисциплины считаются достигнутыми, если для всех элементов компетенций превышен (достигнут) пороговый уровень освоения компетенции на данном этапе.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме экзаменов и зачета.

К зачету допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля. При сдаче зачета, студент получает два вопроса и задачу из перечня, приведенного ниже. Время подготовки студента к устному ответу на вопросы зачета - до 30 мин.

Пример варианта вопросов на зачете

---

### **Вариант № 1**

1. Опишите модель электронного газа нормальных металлов. Почему она может использоваться?
  2. В чем состояла гипотеза де-Бройля? Какие опыты подтверждают эту гипотезу?
  3. Фотон с энергией  $\varepsilon = 0,25$  МэВ рассеялся на первоначально покоившемся свободном электроны. Энергия рассеянного фотона  $\varepsilon' = 0,2$  МэВ. Определить угол  $\theta$  рассеяния фотона
- 

При сдаче экзамена, студент получает три вопроса из перечня вопросов, время подготовки студента к устному ответу - до 45 мин.

Пример варианта вопросов на экзамене:

---

**Вариант № 1**

- 1. Связь между силой и потенциальной энергией. Градиент скалярной функции.**
- 2. Закон Био – Савара – Лапласа и его применение к расчёту магнитного поля прямолинейного проводника с током.**

**Бесконечная плоскость несет заряд, равномерно распределенный с поверхностной плотностью  $1 \text{ мкКл/м}^2$ . На некотором расстоянии от плоскости параллельно ей расположен круг радиусом 10 см. Вычислить поток вектора напряженности электрического поля.**

---

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в Приложении № 1

Результаты освоения дисциплины считаются достигнутыми, если для всех элементов компетенций достигнут пороговый уровень освоения компетенции на данном этапе – оценка «удовлетворительно»<sup>5</sup>.

## 7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины.

### а) печатные издания

1. Савельев, И.В. Курс общей физики : учебное пособие : в 4-х кн. Т. 1. Механика / И. В. Савельев. - 5-е изд., испр. . – Санкт-Петербург, Москва ; Краснодар : Лань, 2011. – 336 с. - ISBN 978-5-8114-1207-5
2. Савельев, И.В. Курс общей физики : учебное пособие : в 4-х кн. Т. 2 . Электричество и магнетизм / И. В. Савельев. - 5-е изд., испр. . - Санкт-Петербург, Москва ; Краснодар: Лань, 2011. – 342 с. -ISBN 978-5-8114-1208-2 .
3. Савельев, И.В. Курс общей физики : учебное пособие : в 4-х кн. Т. 3. Молекулярная физика и термодинамика/ И. В. Савельев. - 5-е изд., испр. . - Санкт-Петербург, Москва ; Краснодар: Лань, 2011. –208 с. - ISBN 978-5-8114-1209-9.
4. Савельев, И.В. Курс общей физики : учебное пособие : в 4-х кн. Т. 4 . Волны. Оптика. / И. В. Савельев. - 5-е изд., испр. . - Санкт-Петербург, Москва ; Краснодар: Лань, 2011. – 251 с . - ISBN 978-5-8114-1210-5
5. Валишев М.Г. Курс общей физики : Учебное пособие для вузов по техническим направлениям подготовки и специальностям / М. Г. Валишев, А. А. Повзнер. - 2-е изд., стер. - Санкт-Петербург, Москва ; Краснодар: Лань, 2010. - 573 с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - ISBN 978-5-8114-0820-7
6. Старовиков, М.И. Введение в экспериментальную физику : учебное пособие/ М.И. Старовиков. - Санкт-Петербург, Москва ; Краснодар : Лань, 2008. - 235 с. - (Учебники для вузов. Специальная литература) - ISBN 978-5-8114-0862-7
7. Фирганг, Е.В. Руководство к решению задач по курсу общей физики : учебное пособие для вузов по техническим и технологическим направлениям и специальностям/ Е.В. Фирганг. - 3-е изд., стер.. - Санкт-Петербург, Москва ; Краснодар: Лань, 2009. - 348 с. - (Учебники для вузов. Специальная литература). . - ISBN 978-5-8114-0765-1
8. Изучение вращения плоскости поляризации света : методические указания к лабораторной работе № 57 / С.В. Хотунцова, В.В. Благовещенский, Б.Б. Болотов, В.Н. Скобелев ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет). Кафедра общей физики. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ)., 2015. – 22 с.
9. Проверка закона Малюса : методические указания к лабораторной работе № 56 / С.В. Хотунцова, В.В. Благовещенский, Б.Б. Болотов, В.Н. Скобелев ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет). Кафедра общей физики. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ)., 2015. – 18 с.
10. Благовещенский, В.В. Исследование спектров поглощения растворов органических молекул: методические указания к лабораторной работе № 90 / В.В. Благовещенский, А.В. Беляков, С.В. Хотунцова; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет). Кафедра общей физики. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ)., 2015. – 26 с.

11. Авершина, Г.Г. Изучение дисперсии света в веществе : Методические указания к лабораторной работе № 68 / Г.Г. Авершина, А.В. Беляков, О.П. Шустрова; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет). Кафедра общей физики. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ)., 2014. – 18 с.
12. Данильченко, В. Г. Определение отношения заряда электрона к его массе с помощью магнетрона : методические указания к лабораторной работе № 33 / В. Г. Данильченко, Л. Н. Каурова ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет). Кафедра общей физики. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ)., 2014. – 21 с.
13. Болотов, Б.Б. Явления электромагнитной индукции и самоиндукции : методические указания к лабораторной работе № 39 / Б. Б. Болотов, А. В. Беляков, О. П. Шустрова ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет). Кафедра общей физики. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ)., 2014. – 23 с.
14. Жерновой, А.И. Измерение длины световой волны при помощи дифракционной решетки : методические указания к лабораторной работе № 54 / А. И. Жерновой, С. В. Дьяченко ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет). Кафедра общей физики. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ)., 2014. – 22 с.
15. Исследование гироскопического эффекта: методические указания к лабораторной работе / В.Г. Данильченко, С.В. Дьяченко, А.И. Жерновой, Ю.Р. Рудаков; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет). Кафедра общей физики. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ)., 2013. – 15 с.
16. Чибисов, А.Г. Фотоэлектрический эффект методические указания к лабораторной работе № 59 / А.Г. Чибисов, О.П. Шустрова, В.В. Благовещенский ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет). Кафедра общей физики. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ)., 2013. – 22 с.
17. Чибисов, А.Г. Определение горизонтальной составляющей магнитного поля Земли : Методические указания к лабораторной работе № 31/ А.Г. Чибисов, Л.Н. Каурова, О.П. Шустрова, В.В. ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет). Кафедра общей физики. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ)., 2013. – 18 с.
18. Хотунцова, С.В. Изучение законов теплового излучения методические указания к лабораторной работе № 58/ С.В. Хотунцова, В.В. Благовещенский, В.Н. Скобелев ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет). Кафедра общей физики. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ)., 2012. – 21 с.
19. Хотунцова, С.В. Изучение электростатических полей на модели : Методические указания к лабораторной работе №21 / Хотунцова С.В., Благовещенский В.В., Скобелев

- В.Н. ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет). Кафедра общей физики. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ)., 2012. – 15 с.
20. Волькенштейн, В.С. Сборник задач по общему курсу физики: учеб. пособие для техн. вузов / В.С. Волькенштейн – Санкт-Петербург.: Книжный мир, 2005. – 326с. -- ISBN 5-86457-2357-7
21. Детлаф, А.А. Курс физики : Учебное пособие для вузов / А.А. Детлаф, Б.М. Яворский. – 10-е изд., стер. – Москва.: Academia, 2015. – 720 с. . - (Высшее образование). - ISBN 978-5-4468-2291-1
22. Иванов, А.Д. Молекулярная физика: Методические указания к лабораторным работам / А.Д. Иванов, В.В. Кашмет, В.Б. Осташев; ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет). Кафедра общей физики. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ)., 2005. – 49 с.
23. Дудникова, Т.А. Определение температуры нити лампы накаливания : методические указания к лабораторной работе №23/ Т.А. Дудникова, В.Б. Осташев ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет). Кафедра общей физики. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ)., 2011. – 10 с.
24. Дудникова, Т.А. Интерференция света в тонких пленках. Полосы равной толщины. Кольца Ньютона : методические указания к лабораторной работе / Т.А. Дудникова, В.Б. Осташев ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет). Кафедра общей физики. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ)., 2011. – 10 с.
25. Дудникова, Т.А. Изучение интерференции света при помощи бипризмы Френеля : методические указания к лабораторной работе №52 / Т.А. Дудникова, В.Б. Осташев ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет). Кафедра общей физики. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ)., 2011. – 14 с.
26. Болотов Б.Б. Явления электромагнитной индукции и самоиндукции: методические указания к лабораторной работе /Б.Б. Болотов, А. В. Беляков О.П. Шустрова ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет). Кафедра общей физики. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ)., 2014. - 23 с. :
27. Механика поступательного и вращательного движения : учебное пособие / О. П. Шустрова ,А.В. Беляков, А.Д. Иванов; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет). Кафедра общей физики. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ)., 2018. - 29 с.
28. Механика колебательного движения : учебное пособие / И. А. Куянов, А.В. Беляков; О.П. Шустрова, А.Д. Иванов ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт



(технический университет). Кафедра общей физики. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ)., 2018. - 22 с.

29. Изучение гальванометра. Использование его в качестве амперметра и вольтметра : Практикум / Б. Б. Болотов , С.В. Хотунцова, В.В. Благовещенский, В.Н. Скобелев ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет). Кафедра общей физики. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ)., 2017. - 21 с.
30. Изучение спектра атома водорода : Практикум / С. В. Хотунцова, Б.Б. Болотов, В.В. Благовещенский ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет). Кафедра общей физики. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ)., 2017. - 17 с.
31. Шустрова О.П. Градуировка монохроматора : Практикум / О. П. Шустрова, А. В. Беляков, А. Д. Иванов ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет). Кафедра общей физики. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ)., 2016. - 18 с.
32. Иродов, И.Е. Механика : Основные законы / И.Е. Иродов. – 7-е изд., стер. – Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2005. – 309 с. - ISBN 5-94774-196-2 :
33. Иродов, И.Е. Волновые процессы : Основные законы / И.Е. Иродов. – 2-е изд., доп. – Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2004. – 263 с. -- ISBN 94774-008-7
34. Иродов, И.Е. Физика макросистем : Основные законы / И.Е. Иродов. – 2-е изд., доп. – Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2004. – 207 с.- ISBN 5-94774-122-9
35. Иродов, И.Е. Квантовая физика : Основные законы / И.Е. Иродов. – 2-е изд., доп. – Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2004. – 256 с. - ISBN 5-94774-058-3
36. Иродов, И.Е. Электромагнетизм : Основные законы: учебное пособие для вузов / И.Е. Иродов. – 5-е изд. – Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006. – 319 с. - ISBN 5-94774-395-7

#### **Б) электронные учебные издания**

1. Благовещенский , В.В. Изучение спектров пропускания интерференционных и стеклянных светофильтров : учебное пособие / В. В. Благовещенский, С. В. Хотунцова, Б. Б. Болотов ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет). Кафедра общей физики. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ)., 2019.-18 с. //СПбГТИ. Электронная библиотека.- URL:<http://technolog.bibliotech.ru>(дата обращения: 12.03.2021).-Режим доступа: для зарегистрированных пользователей.
2. Жерновой, А.И. Измерение намагниченности веществ методом ядерного магнитного резонанса : учебное пособие / А. И. Жерновой, С. В. Дьяченко ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет). Кафедра общей физики. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ)., 2019.-22 с. //СПбГТИ. Электронная библиотека.- URL:<http://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 12.01.2021).-Режим доступа: для зарегистрированных пользователей.
3. Изучение вращения плоскости поляризации света : Методические указания к лабораторной работе № 57 / С.В. Хотунцова, В.В. Благовещенский, Б.Б.

- Болотов, В.Н. Скобелев ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет). Кафедра общей физики. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ)., 2015.-22 с. //СПбГТИ. Электронная библиотека.- URL:<http://technolog.bibliotech.ru>(дата обращения: 12.03.2021).-Режим доступа: для зарегистрированных пользователей.
4. Проверка закона Малюса : Методические указания к лабораторной работе № 56 / С.В. Хотунцова, В.В. Благовещенский, Б.Б. Болотов, В.Н. Скобелев ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет). Кафедра общей физики. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ)., 2015.-18 с. //СПбГТИ. Электронная библиотека.- URL:<http://technolog.bibliotech.ru>(дата обращения: 12.03.2021).-Режим доступа: для зарегистрированных пользователей.
  5. Благовещенский, В.В. Исследование спектров поглощения растворов органических молекул: Методические указания к лабораторной работе № 90 / В.В. Благовещенский, А.В. Беляков, С.В.Хотунцова; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет). Кафедра общей физики. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ)., 2015.-16 с. //СПбГТИ. Электронная библиотека.-URL:<http://technolog.bibliotech.ru>(дата обращения: 12.03.2021).- Режим доступа: для зарегистрированных пользователей.
  6. Авершина, Г.Г. Изучение дисперсии света в веществе : Методические указания к лабораторной работе № 68 /Г.Г. Авершина, А.В. Беляков, О.П. Шустрова ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет). Кафедра общей физики. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ)., 2014.-18 с. //СПбГТИ. Электронная библиотека.- URL:<http://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 12.03.2021).-Режим доступа: для зарегистрированных пользователей.
  7. . Данильченко, В. Г. Определение отношения заряда электрона к его массе с помощью магнетрона : методические указания к лабораторной работе № 33 / В. Г. Данильченко, Л. Н. Каурова ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет). Кафедра общей физики. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ)., 2014,-21 с. //СПбГТИ. Электронная библиотека.-URL:<http://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 12.03.2021).- Режим доступа: для зарегистрированных пользователей.
  8. Болотов, Б.Б. Явления электромагнитной индукции и самоиндукции : методические указания к лабораторной работе № 39 / Б. Б. Болотов, А. В. Беляков, О. П. Шустрова ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет). Кафедра общей физики. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ)., 2014.-23с. //СПбГТИ. Электронная библиотека.- URL:<http://technolog.bibliotech.ru>(дата обращения: 12.03.2021).-Режим доступа: для зарегистрированных пользователей.
  9. Жерновой, А.И. Измерение длины световой волны при помощи дифракционной решетки : методические указания к лабораторной работе № 54 / А. И.

- Жерновой, С. В. Дьяченко ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет). Кафедра общей физики. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ)., 2014.-22 с. //СПбГТИ. Электронная библиотека.- URL:<http://technolog.bibliotech.ru>(дата обращения: 12.03.2021).-Режим доступа: для зарегистрированных пользователей.
10. Исследование гироскопического эффекта : Методические указания к лабораторной работе / В.Г. Данильченко, С.В. Дьяченко, А.И. Жерновой, Ю.Р. Рудаков ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет). Кафедра общей физики. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ)., 2013.-15 с. //СПбГТИ. Электронная библиотека.- URL:<http://technolog.bibliotech.ru>(дата обращения: 12.03.2021).-Режим доступа: для зарегистрированных пользователей.
11. Чибисов, А.Г. Фотоэлектрический эффект : Методические указания к лабораторной работе № 59 / А.Г. Чибисов, О.П. Шустрова, В.В. Благовещенский ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет). Кафедра общей физики. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ)., 2013.-17 с. //СПбГТИ. Электронная библиотека.- URL:<http://technolog.bibliotech.ru>(дата обращения: 12.03.2021).-Режим доступа: для зарегистрированных пользователей.
12. Чибисов, А.Г. Определение горизонтальной составляющей магнитного поля Земли : Методические указания к лабораторной работе № 31/ А.Г. Чибисов, Л.Н. Каурова, О.П. Шустрова, ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет). Кафедра общей физики. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ)., 2013.-13с. //СПбГТИ. Электронная библиотека.- URL:<http://technolog.bibliotech.ru>(дата обращения: 12.03.2021).-Режим доступа: для зарегистрированных пользователей.
13. Хотунцова, С.В. Изучение законов теплового излучения : Методические указания к лабораторной работе № 58/ С.В. Хотунцова, В.В. Благовещенский, В.Н. Скобелев ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет). Кафедра общей физики. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ)., 2012. -20 с. //СПбГТИ. Электронная библиотека.- URL:<http://technolog.bibliotech.ru>(дата обращения: 12.03.2021).-Режим доступа: для зарегистрированных пользователей.
14. Хотунцова, С.В. Изучение электростатических полей на модели : Методические указания к лабораторной работе №21 / Хотунцова С.В., Благовещенский В.В., Скобелев В.Н. ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет). Кафедра общей физики. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ)., 2012.-15 с. //СПбГТИ. Электронная библиотека.- URL:<http://technolog.bibliotech.ru>(дата обращения: 12.03.2021).-Режим доступа: для зарегистрированных пользователей.

## **8. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины.**

учебный план, РПД и учебно-методические материалы:  
<http://media.technolog.edu.ru>

электронно-библиотечные системы:

«Электронный читальный зал – БиблиоТех» <https://technolog.bibliotech.ru/>;

## **9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.**

Все виды занятий по дисциплине «Физика» проводятся в соответствии с требованиями следующих СТП:

СТО СПбГТИ 020-2011. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лабораторные занятия. Общие требования к организации и проведению.

СТП СПбГТИ 040-02. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лекция. Общие требования;

СТО СПбГТИ 018-2014. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Семинары и практические занятия. Общие требования к организации и проведению.

СТП СПбГТИ 048-2009. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Самостоятельная планируемая работа студентов. Общие требования к организации и проведению.

Планирование времени, необходимого на изучение данной дисциплины, лучше всего осуществлять на весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала.

Основными условиями правильной организации учебного процесса для студентов является:

плановость в организации учебной работы;  
серьезное отношение к изучению материала;  
постоянный самоконтроль.

На занятия студент должен приходиться, имея знания по уже изученному материалу.

## **10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.**

### **10.1. Информационные технологии.**

В учебном процессе по данной дисциплине предусмотрено использование информационных технологий:

чтение лекций с использованием слайд-презентаций;  
взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС..

### **10.2. Программное обеспечение<sup>6</sup>.**

Microsoft Office (Microsoft Excel);  
Gaussian09; Microsoft Visual Studio; AutoCAD;

### **10.3. Базы данных и информационные справочные системы.**

Базы данных Scopus и Web of Science.

---

<sup>6</sup> В разделе отображаются комплекты лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства, необходимого для обеспечения дисциплины

## **11. Материально-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы<sup>7</sup>.**

Кафедра общей физики располагает материально-технической базой, обеспечивающей проведение всех видов занятий. В распоряжении студентов имеются

---

1. - две аудитории для проведения семинарских и лабораторных занятий, оснащенные интерактивными досками;
  2. - компьютерный класс, состоящий из 10 компьютеров с выходом в Интернет;
  3. - оборудованная лаборатория для проведения физического практикума
- 

## **12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья.**

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями учебные процесс осуществляется в соответствии с Положением об организации учебного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья СПбГТИ(ТУ), утвержденным ректором 28.08.2014.

---

<sup>7</sup> В разделе отображается состав помещений, которые представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой по дисциплине, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения.

**Фонд оценочных средств  
для проведения промежуточной аттестации по  
дисциплине «Физика»**

**1. Перечень компетенций и этапов их формирования.**

Индекс компетенции	Содержание <sup>8</sup>	Этап формирования <sup>9</sup>
<b>ОПК-1</b>	Способен использовать математические, естественнонаучные и инженерные знания для решения задач своей профессиональной деятельности	промежуточный

<sup>8</sup> **Жирным шрифтом** выделяется та часть компетенции, которая формируется в ходе изучения данной дисциплины (если компетенция осваивается полностью, то фрагменты не выделяются).

<sup>9</sup> Этап формирования компетенции выбирается по п. 2 РПД и учебному плану (начальный – если нет предшествующих дисциплин, итоговый – если нет последующих дисциплин (или компетенция не формируется в ходе практики или ГИА), промежуточный - все другие)

### 1. Показатели и критерии оценивания компетенций на различных этапах их формирования, шкала оценивания

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
ОПК-1.5.. Идентификация и классификация физических процессов, протекающих на объектах профессиональной деятельности..	Правильно перечисляет признаки идентификации физических явлений (З-1)	Ответы на вопросы №1-45, 67-83, 95-96 , 107-180  к экзамену	Называет некоторые признаки идентификации физических явлений.	Называет признаки идентификации физических явлений.	Правильно перечисляет признаки идентификации физических явлений
	Правильно формулирует основные физические законы. Называет область их применения. (У-1)	Ответы на вопросы №1-83, 95-136 к экзамену	Формулирует некоторые физические законы. Путается при выяснении вопроса об области их применения	Правильно формулирует основные физические законы с небольшими неточностями. Называет область их применения	Правильно формулирует основные физические законы. Называет область их применения

	Классифицирует физические явления или процессы. Решает физические задачи. (Н-1)	Ответы на вопросы №№40-67, 82-101.112-119 к экзамену	Записывает формулы, описывающие физическое явление с ошибками. Путается при решении физических задач.	Записывает формулы, описывающие физическое явление с небольшими неточностями. При решении физической задачи не может довести решение до конца.	Правильно записывает формулы, описывающие физическое явление. Решает физические задачи.
ОПК-1.6. Определение характеристик физического процесса(явления), характерного для объектов профессиональной деятельности, на основе теоретического и	Дает определения основных физических величин, объясняет их смысл, способы и единицы измерения (З-2).	Ответы на вопросы №1-136 к экзамену и 1-40- к зачету и 1	Дает определения основных физических величин с ошибками. Путается в единицах измерения.	Дает определения основных физических величин с неточностями. Имеет представление о способах их измерения. Правильно называет единицы измерения.	Правильно дает определения основных физических величин. Объясняет их смысл, способы измерения. Правильно называет единицы измерения.



экспериментального исследований.					
	Анализирует условия протекания физического процесса и выявляет закономерности. (У-2)	Ответы на вопросы №№1-15,46-136 к экзамену , 1-41 к зачету	Анализирует физический процесс с помощью наводящих вопросов.	Анализирует физический процесс с небольшими неточностями.	Правильно и точно анализирует условия протекания физического процесса.

	Решает типовые задачи, связанные с основными разделами физики, (У-3)	Ответы на вопросы №1-45, 67-83, 95-96, 106-30 к экзамену и 1-41 к зачету	Путается при решении физических задач.	При решении физической задачи не может довести решение до конца.	Решает физические задачи.
	:Излагает методы проведения физических измерений и методы корректной оценки погрешностей при проведении физического эксперимента.(Н-2)	Ответы на вопросы №№30-33,68-76,116-120,130, и 42-59к зачету	Имеет представление о методах оценки погрешностей по результатам эксперимента	Объясняет с небольшими неточностями основные приёмы применения методов математической статистики и вычислительной математики для обработки физического эксперимента	Правильно объясняет основные приёмы применения методов математической статистики и вычислительной математики для обработки физического эксперимента

<b>ОПК 1.7.</b> Формулирует основные законы базовых физических законов для решения задач	Формулирует основные законы фундаментальной физики, Называет основные физические величины и константы (З-4)	Ответы на вопросы №№1-15,46-63,85-136 к экзамену и 1-141	Формулирует основные законы фундаментальной	Формулирует основные законы фундаментальной физики, с	Правильно формулирует основные законы фундаментальной
---	---	--	---	---	---

профессиональной деятельности.		к зачету	физики с небольшими ошибками	небольшими неточностями. Называет основные физические величины и константы	физики, Называет основные физические величины и константы
	Выявляет соответствие явления существующей закономерности путем применения различных методов, (У-4)	Ответы на вопросы №№1-139 к экзамену и 1-40 к зачету	Выбирает физические законы, описывающие явление или процесс с помощью наводящих вопросов.	Выбирает физические законы, описывающие явление или процесс с небольшими неточностями.	Правильно и ясно объясняет физическое явление с позиции фундаментальных взаимодействий
	Строит математическую модель явления или процесса на основе физико-математического анализа (Н-3)	Ответы на вопросы №№40-67, 82-101.112-119 к экзамену и 1-40 к зачету	Записывает формулы, описывающие физическое явление с ошибками.	Записывает формулы, описывающие физическое явление с небольшими неточностями.	Правильно записывает формулы, описывающие физическое явление.

Шкала оценивания соответствует СТО СПбГТИ(ТУ):

## 2. Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттеста Механика.

1. Пространство и время, системы отсчета. Основные кинематические характеристики криволинейного движения: скорость, ускорение.
2. Кинематика вращательного движения: угловая скорость и угловое ускорение, их связь с линейной скоростью и ускорением.
3. Понятие состояния механической системы. Законы Ньютона.
4. Закон сохранения импульса. Центр инерции.
5. Момент импульса материальной точки и момент силы механической системы.
6. Момент силы. Закон сохранения момента силы механической системы.
7. Сила, работа и потенциальная энергия. Консервативные и неконсервативные силы.
8. Работа и кинетическая энергия.
9. Закон сохранения полной механической энергии в поле потенциальных сил.
10. Связь между силой и потенциальной энергией. Градиент скалярной функции.
11. Уравнение вращения твердого тела вокруг закрепленной оси. Момент инерции.
12. Момент инерции. Формула Штейнера.
13. Принцип относительности Галилея-Эйнштейна. Постулаты теории относительности.
14. Событие. Синхронизация часов. Относительность одновременности. Замедление времени. Сокращение длины.
15. Преобразования Лоренца. Релятивистский инвариант-интервал между событиями. Сложение скоростей в релятивистской механике. Релятивистский импульс. Закон сохранения импульса. Релятивистская энергия. Связь массы и энергии. Кинетическая энергия.

### Задачи к разделу 1

16. С вышки бросили камень в горизонтальном направлении. Через 2 с камень упал на землю на расстоянии 40 м от основания вышки. Определить начальную и конечную скорость камня.
17. Камень бросают под углом к горизонту. Радиус кривизны траектории в точке наивысшего подъема радиус кривизны  $R = 10$  м. Определите скорость в этой точке.
18. Линейная скорость точек на окружности вращающегося диска равна 3 м/с. Точки, расположенные на расстоянии 10 см ближе к оси, имеют линейную скорость 2 м/с. Определите угловую скорость вращения диска.
19. Чтобы определить коэффициент трения  $k$  между деревянными поверхностями, брусок положили на доску и стали поднимать один конец доски до тех пор, пока брусок не начал по ней скользить. Это произошло при угле наклона доски  $45^\circ$ . Определите коэффициент трения?
20. На полу стоит тележка в виде длинной доски, снабженной легкими колесами. На одном конце доски стоит человек. Масса человека 60 кг, масса доски 20 кг. Массой колес пренебречь. Трение во втулках незначительно. С какой скоростью будет

- двигаться тележка, если человек пойдет вдоль доски со скоростью (относительно доски)  $1 \text{ м/с}$ ?
21. Платформа в виде диска радиусом  $1 \text{ м}$  вращается по инерции, делая  $60 \text{ об/мин}$ . На краю платформы стоит человек, масса которого равна  $80 \text{ кг}$ . Сколько оборотов в минуту будет делать платформа, если человек перейдет в ее центр? Момент инерции платформы равен  $120 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$ . Момент инерции человека рассчитывать как для материальной точки.
  22. Камень брошен вверх под углом  $60^\circ$  к поверхности Земли. Кинетическая энергия камня в начальный момент равна  $20 \text{ Дж}$ . Определить кинетическую и потенциальную энергии камня в наивысшей точке его траектории. Сопротивлением воздуха пренебречь.
  23. Хоккейная шайба скользит  $5 \text{ м}$ , если при броске ей сообщают начальную скорость  $2 \text{ м/с}$ . Какой путь она проскользит, если ей сообщить начальную скорость  $4 \text{ м/с}$ ?
  24. Тонкий стержень длиной  $50 \text{ см}$  и массой  $400 \text{ г}$  вращается с угловым ускорением  $3 \text{ с}^{-2}$  вокруг оси, проходящей через середину стержня перпендикулярно к его длине. Определить вращающий момент.
  25. Найти работу подъема груза по наклонной плоскости, если масса груза  $100 \text{ кг}$ , длина наклонной плоскости  $2 \text{ м}$ , угол наклона  $30^\circ$ , коэффициент трения  $0.1$  и груз движется с ускорением  $1 \text{ м/с}^2$ .
  26. Вал массой  $100 \text{ кг}$  и радиусом  $5 \text{ см}$  вращался, делая  $8 \text{ об/с}$ . К цилиндрической поверхности вала прижали тормозную колодку с силой  $40 \text{ Н}$  и через  $10 \text{ с}$  вал остановился. Определить коэффициент трения.
  27. Кинетическая энергия вращающегося твердого тела. Длина тонкого прямого стержня  $60 \text{ см}$ , а масса  $100 \text{ г}$ . Определить момент инерции стержня относительно оси, перпендикулярной к его длине и проходящей через точку стержня, удаленную на  $20 \text{ см}$  от одного из его концов.
  28. Предположим, что мы можем измерить длину стержня с точностью  $0,1 \text{ мкм}$ . При какой относительной скорости двух инерциальных систем отсчета можно было бы обнаружить релятивистское сокращение длины стержня, собственная длина которого равна  $1 \text{ м}$ ?
  29. В лабораторной системе отсчета пи-мезон с момента рождения до момента распада пролетел расстояние  $75 \text{ м}$ . Скорость пи-мезона равна  $0,995 \text{ с}$ . Определить собственное время жизни пи-мезона. Полная энергия тела возросла на  $1 \text{ Дж}$ . Как при этом изменится масса тела?
  30. Опишите машину Атвуда. Какие прямые измерения нужно сделать, чтобы определить ускорение свободного падения?
  31. Опишите маятник Обербека. Какие прямые измерения нужно сделать, чтобы определить момент инерции маховика?
  32. Предложите метод измерения ускорения свободного падения. Оцените погрешность такого измерения
  33. Предложите метод определения моментов инерции тела. Оцените погрешность такого измерения

## Раздел 2 .Электромагнетизм.

34. Электрический заряд. Взаимодействие зарядов. Закон Кулона. Закон сохранения электрического заряда.

35. Электрическое поле. Напряжённость электрического поля и потенциал. Принцип суперпозиции полей.
36. Работа сил электростатического поля при перемещении заряда. Циркуляция вектора напряжённости электростатического поля. Потенциальный характер электростатического поля.
37. Поток вектора напряжённости электростатического поля. Теорема Гаусса для электростатического поля в вакууме.
38. Применение теоремы Гаусса к расчёту электрических полей заряженных плоскости, цилиндра, сферы, шара.
39. Проводники в электрическом поле. Поле внутри и у поверхности проводника.
40. Энергия системы неподвижных зарядов. Энергия заряженного проводника и конденсатора. Энергия и объёмная плотность энергии электрического поля. Энергия поляризованного диэлектрика.
41. Электрический ток. Сила тока. Плотность тока. Условия существования постоянного тока.
42. Обобщённый закон Ома в интегральной форме. Разность потенциалов, напряжение, ЭДС. Закон Джоуля – Ленца.
43. Магнитное поле. Индукция магнитного поля. Закон Ампера.
44. Закон Био – Савара – Лапласа и его применение к расчёту магнитного поля прямолинейного проводника с током.
45. Магнитное поле кругового тока. Магнитный момент витка с током.
46. Вихревой характер магнитного поля. Закон полного тока (циркуляция вектора магнитной индукции).
47. Действие магнитного поля на движущийся заряд. Сила Лоренца. Движение заряженных частиц в магнитном поле.
48. Магнитный поток. Теорема Гаусса для магнитного поля.
49. Явление электромагнитной индукции. Закон Фарадея (закон электромагнитной индукции). Закон Ленца. Явление самоиндукции. Индуктивность. Закон самоиндукции.
50. Энергия системы проводников с током. Объёмная плотность энергии магнитного поля.
51. Закон полного тока для магнитного поля в веществе. Напряжённость магнитного поля.
52. Уравнения Максвелла для электромагнитного поля. Ток смещения.

### Задачи к разделу 2

53. Два одинаковых точечных заряда по  $-2$  мкКл находятся в точках  $(0; 0)$  и  $(2; 0)$  прямоугольной системы координат  $(X; Y)$ , где  $X, Y$  заданы в метрах. Определить проекцию на ось  $ox$  вектора напряжённости поля в точке  $(1; 1)$ .
54. Какой путь по силовой линии до полной остановки проходит  $\alpha$ -частица в однородном тормозящем поле с напряжённостью  $2000$  кВ/м, если начальная скорость ее  $20000$  км/с? Масса частицы  $6,4 \cdot 10^{-27}$  кг, заряд  $3,2 \cdot 10^{-19}$  Кл.
55. Связь между напряжённостью поля и потенциалом. Графическое изображение электрического поля с помощью силовых линий и эквипотенциальных поверхностей. Определите разность потенциалов между точками  $(-1, 0, 0)$  и  $(1, 0, 0)$ , если напряжённость электрического поля  $\mathbf{E} = 2\mathbf{i} + 4\mathbf{j} + 3\mathbf{k}$ .

56. Тонкий стержень согнут в полукольцо. Стержень заряжен с линейной плотностью  $100 \text{ нКл/м}$ . Какую работу надо совершить, чтобы перенести заряд  $1 \text{ нКл}$  из центра кольца в бесконечность
57. Вычислить электрический момент диполя, если его заряд  $10 \text{ нКл}$ , плечо  $0,5 \text{ см}$ .
58. Бесконечная плоскость несет заряд, равномерно распределенный с поверхностной плотностью  $1 \text{ мкКл/м}^2$ . На некотором расстоянии от плоскости параллельно ей расположен круг радиусом  $10 \text{ см}$ . Вычислить поток вектора напряженности электрического поля через этот круг.
59. На отрезке тонкого прямого проводника равномерно распределен заряд с линейной плотностью  $\tau = 10^{-10} \text{ Кл/см}$ . Вычислить потенциал, создаваемый этим зарядом в точке, расположенной на оси проводника и удаленной от ближайшего конца отрезка на расстояние, равное длине этого отрезка.
60. Определить плотность тока в железном проводнике длиной  $10 \text{ м}$ , если провод находится под напряжением  $6 \text{ В}$ . Удельное сопротивление железа  $98 \text{ нОм}\cdot\text{м}$ .
61. Ток в цепи батареи, ЭДС которой  $30 \text{ В}$ , равен  $3 \text{ А}$ . Напряжение на зажимах батареи  $18 \text{ В}$ . Найдите сопротивление внешней части цепи и внутреннее сопротивление батареи.
62. Проводник длиной  $l = 20 \text{ см}$  с массой  $m = 2 \text{ г}$ , подвешенный горизонтально на тонких проволочках, находится в однородном магнитном поле, силовые линии которого направлены вертикально вверх. При прохождении по проводнику тока силой  $I = 0,3 \text{ А}$  он отклонился так, что проволочки образовали угол  $\alpha = 17^\circ$  с вертикалью. Найти индукцию магнитного поля.
63. Бесконечно длинный провод образует круговой виток, касательный к проводу. По проводу идет ток силой  $I = 5 \text{ А}$ . Найти радиус витка, если напряженность магнитного поля в центре витка  $H = 41 \text{ А/м}$ .
64. Какой вращающий момент действует на рамку с током силой  $I = 2 \text{ А}$  при помещении ее в однородное магнитное поле с индукцией  $B = 0,2 \text{ Тл}$ , если рамка содержит  $N = 30$  витков площадью  $S = 10 \text{ см}^2$ , а плоскость рамки образует угол  $\beta = 60^\circ$  с линиями поля?
65. Вычислить циркуляцию вектора индукции вдоль контура, охватывающего токи  $I_1 = 5 \text{ А}$ ,  $I_2 = 7,5 \text{ А}$ , текущие в одном направлении, и ток  $I_3 = 10 \text{ А}$ , текущий в противоположном направлении.
66. Заряженная частица движется в магнитном поле по окружности со скоростью  $v = 1 \text{ Мм/с}$ . Индукция магнитного поля  $B = 0,3 \text{ Тл}$ , радиус окружности  $R = 4 \text{ см}$ . Найти заряд частицы, если ее кинетическая энергия  $W = 12 \text{ кэВ}$ .
67. Заряженная частица движется в магнитном поле по окружности со скоростью  $v = 1 \text{ Мм/с}$ . Индукция магнитного поля  $B = 0,3 \text{ Тл}$ , радиус окружности  $R = 4 \text{ см}$ . Найти заряд частицы, если ее кинетическая энергия  $W = 12 \text{ кэВ}$ .
68. Как используется слабо проводящая среда для построения силовых линий и эквипотенциальных поверхностей в электростатике? Приведите возможные электрические схемы измерения.
69. Опишите принцип работы измерительных приборов магнитоэлектрической системы.
70. Как подключаются амперметр и вольтметр в электрической схеме?
71. Каким образом можно расширить пределы измерений амперметра?
72. Каким образом можно расширить пределы измерений вольтметра?
73. Что такое класс точности прибора? Как определить абсолютную и относительную погрешность электрофизических измерений.

74. Опишите принцип измерения магнитной индукции с помощью индуктометра Холла.
75. Предложите метод измерения удельного заряда электрона. Оцените погрешность такого измерения.
76. Опишите принцип работы тангенс-гальванометра. Как с помощью такого прибора определить индукцию магнитного поля Земли? Оцените погрешность такого измерения.
77. Предложите метод определения индуктивности проводника. Оцените погрешность такого измерения.

### **Раздел 3. Колебания и волны. Волновая оптика.**

78. Идеальный гармонический осциллятор. Уравнение идеального осциллятора и его решение. Амплитуда, частота и фаза колебания. Комплексная форма представления гармонических колебаний.
79. Векторное описание сложения колебаний.
80. Примеры колебательных движений различной физической природы.
81. Энергия колебаний
82. Свободные затухающие колебания осциллятора с потерями. Вынужденные колебания.
83. Волны. Образование и распространение волн. Продольные и поперечные волны. Фронт волны, волновая поверхность. Длина волны и скорость распространения волн.
84. Уравнения плоской и сферической бегущих волн. Волновое число.
85. Свойства электромагнитных волн. Скорость распространения электромагнитных волн. Излучение электромагнитных волн.
86. Энергия электромагнитных волн. Объёмная плотность энергии электромагнитного поля. Вектор Умова – Пойнтинга.
87. Электромагнитная природа световых волн. Приближения геометрической, волновой и квантовой оптики.
88. Интерференция световых волн. Условия для наблюдения и способы реализации (метод Юнга, бипризма Френеля) Оптическая разность хода. Условия максимумов и минимумов интерференции. Интерференция в тонких пленках. Полосы равной толщины и полосы равного наклона. Применение интерференции. Дифракция света. Принцип Гюйгенса-Френеля. Дифракция Френеля и Фраунгофера?
89. Метод зон Френеля. Дифракция Френеля на круглом отверстии и диске. Дифракционная решетка. Применение ее в качестве спектрометра. Дисперсия и разрешающая сила. Понятие о голографии.
90. Поляризация световых волн. Виды поляризации. Степень поляризации. Способы получения поляризации света. Поляризация при отражении. Закон Брюстера.
91. Двойное лучепреломление. Поляризация света при двойном лучепреломлении
92. Поляризационные призмы. Поляроиды. Закон Малюса.
93. Распространение света в веществе. Нормальная и аномальная дисперсия. Электронная теория дисперсии.
94. Поглощение света в веществе. Закон Бугера-Ламберта-Бера. Особенности поглощения в разреженных газах и сплошных средах.
95. Рассеяние света веществом. Рэлеевское рассеяние. Молекулярное рассеяние.

### **Задачи к разделу 3**

96. Точка совершает гармонические колебания, уравнение которых имеет вид  $x = A \sin \omega t$ , где  $A=5$  см,  $\omega=2$  с<sup>-1</sup>. Найти момент времени (ближайший к началу отсчета), в



который потенциальная энергия точки  $\Pi = 10^{-4}$  Дж, а возрастающая сила  $F = +5 \cdot 10^{-3}$  Н. Определить также фазу колебаний в этот момент времени.

97. Точка совершает гармонические колебания. В некоторый момент времени смещение точки  $x = 5$  см, скорость ее  $v = 20$  см/с и ускорение  $a = -80$  см/с<sup>2</sup>. Найти циклическую частоту и период колебаний, фазу колебаний в рассматриваемый момент времени и амплитуду колебаний.
98. Два гармонических колебания, направленных по одной прямой, имеющих одинаковые амплитуды и периоды, складываются в одно колебание той же амплитуды. Найти разность фаз складываемых колебаний.
99. Определить скорость распространения волн в упругой среде, если разность фаз колебаний двух точек среды, отстоящих друг от друга на 10 см, равна  $60^\circ$  и частота колебаний 25 Гц.
100. Даны характеристики двух колебательных движений материальной точки:  $T_1 = T_2 = 8$  с,  $A_1 = A_2 = 5$  см. Разность фаз между этими колебаниями  $\pi/4$ . Начальная фаза одного из них равна нулю. Запишите уравнение результирующего колебания. Постройте векторную диаграмму сложения.
101. Даны характеристики двух колебательных движений материальной точки:  $T_1 = T_2 = 8$  с,  $A_1 = A_2 = 5$  см. Разность фаз между этими колебаниями  $\pi/4$ . Начальная фаза одного из них равна нулю. Запишите уравнение результирующего колебания. Постройте векторную диаграмму сложения.
102. Найти смещение от положения равновесия точки, отстоящей от источника колебаний на расстоянии  $\ell = \lambda/12$ , для момента  $t = T/6$ . Амплитуда колебания  $A = 0.05$  м.
103. Плоская электромагнитная волна распространяется в вакууме. Амплитуда напряженности электрического поля волны  $E_m = 50$  мВ/м. Найти амплитуду напряженности магнитного поля.
104. В однородной изотропной среде с  $\varepsilon = 3$  и  $\mu = 1$  распространяется плоская электромагнитная волна. Амплитуда напряженности электрического поля волны  $E_m = 10$  В/м. Найти амплитуду напряженности магнитного поля и фазовую скорость волны.
105. В опыте Юнга на пути одного из интерферирующих лучей помещалась перпендикулярно этому лучу тонкая стеклянная пластинка с показателем преломления  $n = 1,5$ , вследствие чего центральная светлая полоса смещалась в положение, первоначально занимаемое пятой светлой полосой (не считая центральной). Длина волны падающего света  $\lambda = 0,5$  мкм. Определить толщину  $d$  пластинки.
106. На толстую стеклянную пластинку нанесен тонкий слой прозрачного вещества с показателем преломления  $n = 1.3$ . Пластинка освещена параллельным пучком монохроматического света с длиной волны  $\lambda = 640$  нм, падающим на пластинку нормально. Какую минимальную толщину  $d_{min}$  должен иметь слой, чтобы отраженный пучок имел наименьшую яркость?
107. Ширина интерференционной полосы. На мыльную пленку с показателем преломления  $n = 1.3$ , находящуюся в воздухе, падает нормально пучок лучей белого света. При какой наименьшей толщине  $d_{min}$  пленки отраженный свет с длиной волны  $\lambda = 0,55$  мкм окажется максимально усиленным в результате интерференции?
108. На диафрагму с круглым отверстием диаметром  $d = 4$  мм падает нормально параллельный пучок лучей монохроматического света с длиной волны  $\lambda = 0,5$  мкм.

- Точка наблюдения находится на оси отверстия на расстоянии  $b = 1$  м от него. Сколько зон  $k$  Френеля укладывается в отверстии? Темное или светлее пятно получится в центре дифракционной картины, если в месте наблюдений поместить экран?
109. На дифракционную решетку падает нормально монохроматический свет с длиной волны  $\lambda = 410$  нм. Угол  $\Delta\varphi$  между направлениями на максимумы первого и второго порядков равен  $2^\circ 21'$ . Определить число  $n$  штрихов на единицу длины дифракционной решетки.
  110. На дифракционную решетку, содержащую  $n = 400$  штрихов на 1 мм, падает нормально монохроматический свет с длиной волны  $\lambda = 0,6$  мкм. Найти общее число  $N$  дифракционных максимумов, которые дает эта решетка. Определить угол  $\varphi$  дифракции, соответствующий последнему максимуму.
  111. Какой наименьшей разрешающей силой  $R$  должна обладать дифракционная решетка, чтобы с ее помощью можно было разрешить две спектральные линии калия с длинами волн  $\lambda_1 = 578$  нм и  $\lambda_2 = 580$  нм? Какое наименьшее число  $N$  штрихов должна иметь эта решетка, чтобы разрешение было возможно в спектре второго порядка?
  112. Степень поляризации  $P$  частично поляризованного света составляет 0,75. Определить отношение максимальной интенсивности  $I_{max}$  света, пропускаемого анализатором, к минимальной  $I_{min}$ .
  113. Угол  $\alpha$  между плоскостями пропускания поляризаторов равен  $50^\circ$ . Естественный свет, проходя через такую систему, ослабляется в  $n = 8$  раз. Пренебрегая потерей света при отражении, определить коэффициент  $k$  поглощения света в поляроидах.
  114. Угол Брюстера  $\varepsilon_B$  при падении света из воздуха на кристалл каменной соли равен  $57^\circ$ . Определить скорость света  $v$  в этом кристалле.
  115. Коэффициент поглощения некоторого вещества для монохроматического света определенной длины волны  $\alpha = 0,1$  см<sup>-1</sup>. Определить толщину  $x$  вещества, которая необходима для ослабления света в  $k = 2$  раза. Потери на отражение света не учитывать.
  116. Как определить длину световой волны, используя бипризму Френеля? Оцените погрешность такого измерения.
  117. Опишите дифракцию на дифракционной решетке. Объясните, почему её можно использовать в качестве диспергирующего устройства.
  118. Опишите использование призмы в качестве диспергирующего устройства. В чем основное отличие дифракционного и дисперсионного спектров?
  119. Опишите принцип работы устройств, используемых для разложения света в спектр. Укажите величины, которые характеризуют работу таких приборов.
  120. Объясните принцип работы полутеневого поляриметра(сахариметра).

#### Раздел 4.Термодинамика и молекулярная физика

121. Изохорический, изобарический, изотермический, адиабатический процессы в идеальных газах. Преобразование теплоты в механическую работу.

122. Внутренняя энергия тела. Внутренняя энергия идеального газа. Теплоемкость. Теплоемкость твердых тел. Закон Дюлонга и Пти.
123. Обратимые и необратимые процессы. Первое начало термодинамики. Теплоемкость. Уравнение Майера.
124. Термодинамическое равновесие и температура. Нулевое начало термодинамики. Эмпирическая температурная шкала. Квазистатические процессы. Уравнение состояния в термодинамике.
125. Обратимые и необратимые процессы. Второе начало термодинамики. Цикл Карно. Энтропия.
126. Давление газа с точки зрения МКТ. Связь теплоемкости с числом степеней свободы молекул газа.
127. Макро- и микросостояния. Статистический вес и вероятность макросостояния. Фазовое пространство.
128. Распределение Максвелла молекул идеального газа. Наиболее вероятная, средняя и среднеквадратичная скорости. Экспериментальное обоснование распределения Максвелла.
129. Распределение Больцмана и барометрическая формула.
130. Число столкновений и длина свободного пробега молекул идеального газа. Эмпирические уравнения переноса: Фика, Фурье и Ньютона. Релаксация к состоянию равновесия. Среднее число столкновений
131. Опишите метод определения постоянной адиабаты Клемана и Дезорма.

#### Задачи к разделу 4

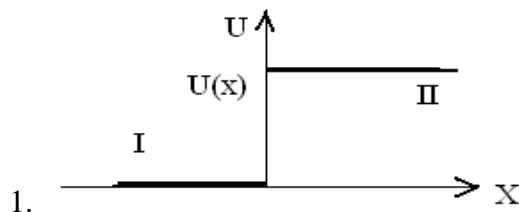
132. Один грамм гелия был нагрет на  $100^{\circ}\text{C}$  при постоянном давлении. Определить количество теплоты, переданное газу, работу расширения и приращение внутренней энергии газа.
133. Углекислый газ расширяется при постоянном давлении. Определить работу расширения, если газу передано  $4,2 \cdot 10^3$  Дж теплоты.
134. Газ, занимавший объем 11 л под давлением  $10^5$  Па был изобарически нагрет от  $20^{\circ}\text{C}$  до  $100^{\circ}\text{C}$ . Определить работу расширения.
135. В баллоне емкостью 24 л находится водород при температуре  $15^{\circ}\text{C}$ . После того как часть водорода израсходовали, давление в баллоне понизилось на  $4 \cdot 10^5$  Па. Какое количество водорода было израсходовано?
136. Найти изменение энтропии при изобарическом расширении 4 г азота от объема 5 л до объема 9 л.
137. Определить температуру газа, если средняя кинетическая энергия поступательного движения его молекул  $1,6 \cdot 10^{-19}$  Дж.
138. Какая доля молекул кислорода обладает скоростями, лежащими в интервале от 910 до 911 м/сек, если температура газа  $400^{\circ}\text{K}$ ?
139. В кабине вертолета барометр показывает 675 мм рт.ст. На какой высоте летит вертолет, если на взлетной площадке барометр показывал 750 мм рт. ст.? Температуру воздуха считать неизменной и равной  $17^{\circ}\text{C}$ .

#### Вопросы для проведения зачета

1. Какое излучение называют тепловым? В чем его особенности? Дайте определения энергетической светимости и лучеиспускательной способности.
2. Абсолютно черное тело имеет температуру  $T_1 = 3$  кК. При остывании тела длина

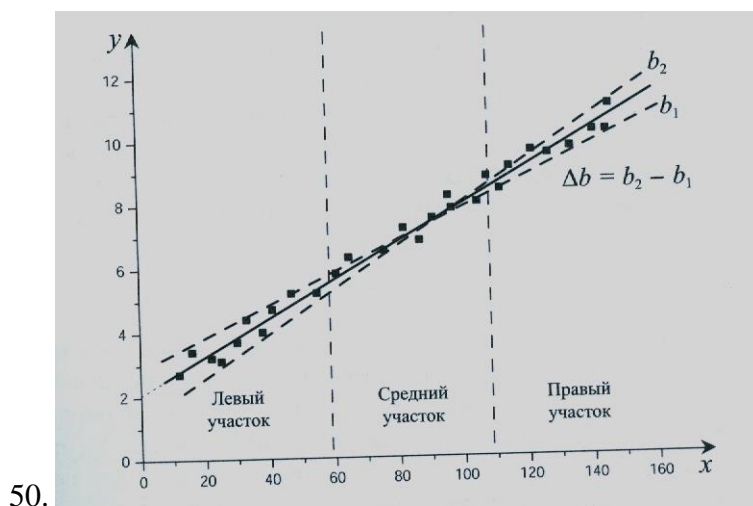
- волны  $\lambda_m$ , соответствующая максимальной спектральной плотности энергетической светимости  $(r_{\lambda r})_{max}$ , изменилась на  $\Delta\lambda = 8 \text{ мкм}$ . Определить температуру  $T_2$ , до которой тело охладилось.
3. Сформулируйте закон Кирхгофа для теплового излучения. Что такое абсолютно черное тело? Сформулируйте закон Стефана-Больцмана.
  4. Какую мощность  $N$  надо подводить к зачерненному металлическому шару радиусом  $R = 2 \text{ см}$ , чтобы поддерживать его температуру на  $T = 270^\circ \text{ C}$  выше температуры окружающей среды, которую считать равной  $20^\circ \text{ C}$ . Считать, что тепло теряется только вследствие излучения.
  5. Нарисуйте распределение лучеиспускательной способности абсолютно черного тела по длинам волн. Как оно изменяется с изменением температуры? В чем состояла гипотеза Планка? Что такое «ультрафиолетовая катастрофа»?
  6. Максимальная спектральная плотность энергетической светимости  $(r_{\lambda r})_{max}$  абсолютно черного тела равна  $4,16 \cdot 10^{11} \text{ (Вт/м}^2\text{)/м}$ . На какую длину волны  $\lambda_m$  она приходится?
  7. Какие явления подтверждают корпускулярную природу света? Что такое фотон? Чему равны его энергия, масса, импульс?
  8. Фотон с энергией  $\varepsilon = 0,25 \text{ МэВ}$  рассеялся на первоначально покоившемся свободном электроны. Энергия рассеянного фотона  $\varepsilon' = 0,2 \text{ МэВ}$ . Определить угол  $\theta$  рассеяния фотона.
  9. Какие законы фотоэффекта нельзя объяснить волновыми представлениями о свете и почему? Напишите уравнение Эйнштейна для фотоэффекта. Что такое красная граница фотоэффекта? От чего она зависит? Как экспериментально определить максимальную скорость фотоэлектрона?
  10. Определить, до какого потенциала  $U$  зарядится уединенный серебряный шарик при облучении его ультрафиолетовым светом длиной волны  $\lambda = 208 \text{ нм}$ .
  11. Что такое Комптон – эффект? Почему при комптоновском рассеянии уменьшается энергия рассеянного фотона? Увеличивается или уменьшается длина волны света при рассеянии в Комптон-эффекте? Чему равно изменение длины волны? Каково максимальное изменение длины волны при комптоновском рассеянии на свободных электронах?
  12. В результате эффекта Комптона фотон с энергией  $\varepsilon = 1,02 \text{ МэВ}$  рассеялся на свободном электроны на угол  $\theta = 150^\circ$ . Определить энергию  $\varepsilon'$  рассеянного фотона и кинетическую энергию  $T$  электрона отдачи.
  13. В чем состояла гипотеза де-Бройля? Какие опыты подтверждают эту гипотезу?
  14. Кинетическая энергия электрона равна  $0,51 \text{ МэВ}$ . Какова в этом случае длина волны де Бройля электрона?
  15. Запишите соотношения неопределённости Гейзенберга? Почему понятие траектории в квантовой механике теряет смысл?
  16. Электрон находится на металлической пылинке с диаметром  $D$ . Оценить неточность  $\Delta V$ , с которой может быть определена скорость электрона.
  17. В чем состоит физический смысл волновой функции. Напишите временное уравнение Шрёдингера. Может ли  $|\Psi|^2$  принимать значения, большие единицы?
  18. Собственная функция, описывающая состояние частицы в потенциальном ящике, имеет вид:  $\psi_n(x) = C \sin(\pi n/l)x$ . Используя условие нормировки, определить постоянную  $C$ .

19. Напишите стандартные условия для волновой функции. Напишите стационарное уравнение Шрёдингера. Напишите условие нормировки для волновой функции?
20. Частица в бесконечно глубоком потенциальном ящике находится в возбужденном состоянии  $n=3$ . Какова вероятность нахождения частицы в средней трети ящика.
21. Электрон находится в бесконечно глубоком прямоугольном потенциальном ящике шириной  $l$ . Написать уравнение Шрёдингера и его решение в тригонометрической форме для области  $0 < x < l$ .
22. Напишите уравнение Шрёдингера для электрона с энергией  $E$ , движущегося в положительном направлении оси  $X$  для областей 1 и 2?

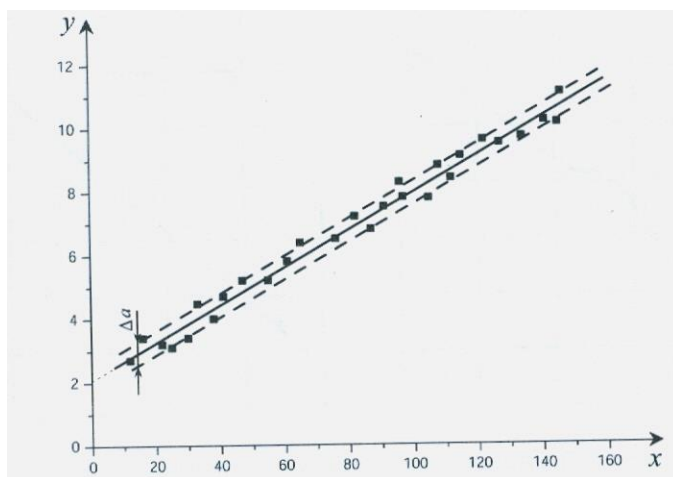


23. Напишите решения уравнения Шрёдингера для потенциальной ступени. Что такое коэффициент отражения? Как он выражается через амплитуды падающей и отражённой волн?
24. Напишите уравнение Шрёдингера для свободного электрона, движущегося в положительном направлении оси  $X$  со скоростью  $V$ . Найдите решение этого уравнения.
25. Какие квантовые числа определяют состояния электрона в атоме водорода? Что такое вырожденные состояния? Как определить степень вырождения состояний электрона в атоме водорода? В чем состоят правила отбора? С каким законом сохранения они связаны?
26. Определите степень вырождения уровня энергии с  $n=3$  в атоме водорода.
27. В чем состоит принцип тождественности (неразличимости) частиц. Сформулируйте принцип Паули. Как объяснить периодическую повторяемость свойств атомов? Почему возникают «нарушения» в порядке застройки электронных оболочек?
28. Используя принцип Паули, указать, какое максимальное число электронов в атоме могут иметь одинаковыми следующие квантовые числа: 1)  $n, l, m, m_s$ , 2)  $n, l, m$ .
29. Объясните схемы  $L-S$  и  $J-J$  связи при сложении спиновых и орбитальных моментов.
30. Электрон в атоме водорода находится в  $p$ -состоянии. Определите возможные значения квантового числа  $j$  и возможные значения полного момента импульса электрона. Постройте соответствующие векторные диаграммы. Что такое спин? В чем проявляется спин-орбитальное взаимодействие?
31. Как связаны момент импульса и магнитный момент атома? Объясните, почему магнитный момент и момент импульса неколлинеарны? Определить магнитный момент атома в состоянии  $^1D$ . Ответ выразить в магнетонах Бора.
32. Опишите модель электронного газа нормальных металлов. Почему она может использоваться?
33. В чем различие теории теплоемкости Эйнштейна и Дебая?
34. Опишите структуру энергетических зон металлов и полупроводников. Чем отличается собственная проводимость полупроводников от примесной?
35. Как зависит от температуры проводимость металлов и полупроводников?

36. Каков порядок и радиус действия ядерных сил? Что такое энергия связи ядра?
37. Определить дефект массы, энергию связи ядра и его удельную энергию связи для элемента  $^{132}\text{Cs}_{55}$ .
38. Приведите схемы альфа – распада, бета – распада и е – захвата.
39. Какие элементарные частицы относятся к лептонам, мезонам, барионам?
40. Какие законы сохранения выполняются в физике элементарных частиц?
41. Какие измерения называют прямыми, косвенными, совокупными?
42. В чем различие между систематическими и случайными погрешностями? Как оценить погрешности таких измерений?
43. Что такое пирометрия? Какие законы положены в основу работы пирометров?
44. Вы располагаете вольт-амперной характеристикой фотоэлемента. Как определить по ней максимальную энергию фотоэлектронов?
45. Вы располагаете зависимостью запирающего напряжения от частоты падающего на фотокатод излучения. Как определить частоту красной границы и работу выхода? Как определить постоянную Планка? Используйте графический метод.
46. Допустим, что Вы располагаете набором частот серии Бальмера излучения атома водорода. Как можно определить энергию ионизации атома водорода? Оцените погрешность такого измерения.
47. Предложите способ определения ширины запрещенной зоны полупроводников. Как определить погрешность такого измерения?
48. В чем состоит метод наименьших квадратов для определения коэффициентов линейной регрессии? Изложите его графический аналог.
49. На рисунке приведен пример обработки экспериментальных данных. Сделайте вывод относительно связи между случайными величинами  $x$  и  $y$ ? Оцените параметры этой связи.



- a. На рисунке приведен пример обработки экспериментальных данных. Проверяется адекватность линейной модели :  $y=ax+b$ . Оцените величину  $a$  и её случайную погрешность.



б.

51. Приведите электрическую схему для измерения тепловой мощности, выделяемой на резисторе. Проведите измерения и оцените погрешность.
52. В Вашем распоряжении имеется физический маятник и часы. Как определить момент инерции маятника относительно оси вращения? Проведите такие измерения. Запишите формулу для расчета результата и погрешности.
53. В Вашем распоряжении имеется крутильный маятник и часы. Известна постоянная кручения упругого подвеса. Как определить момент инерции тела относительно произвольной оси? Проведите такие измерения. Запишите формулу для расчета результата и погрешности.
54. Объясните, как можно расширить пределы измерений гальванометра. Приведите электрические схемы.
55. Каким образом проводят градуировку монохроматора по эталонному спектру? Какую величину называют разрешающей способностью?
56. Для каких измерений используется явление вращения плоскости поляризации света? Объясните принцип работы поляриметра.
57. Предложите метод измерения индукции магнитного поля Земли. Какие приборы Вам для этого понадобятся?
58. Какие измерения можно провести, используя явление интерференции? В чем преимущество лазерных источников?
59. Почему дифракционная решетка может служить диспергирующим элементом монохроматоров? Приведите формулу для расчета длины волны. Запишите формулу для расчета погрешности.

К зачету допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля. При сдаче зачета, студент получает два вопроса из перечня, приведенного выше. Время подготовки студента к устному ответу на вопросы зачета - до 30 мин..

При сдаче экзамена, студент получает два вопроса и задачу из перечня, приведенного выше.

Время подготовки студента к устному ответу на вопросы - до 45 мин.

### **5. Методические материалы для определения процедур оценивания знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций.**

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в соответствии с требованиями СПбГТИ(ТУ) 016-2015. КС УКДВ Порядок проведения зачетов и

экзаменов.

Шкала оценивания на экзамене балльная («отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно») на зачете -«зачет», «незачет». При этом «зачет» соотносится с пороговым уровнем сформированности компетенции.