

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович  
Должность: Проректор по учебной и методической работе  
Дата подписания: 12.09.2021 20:41:03  
Уникальный программный ключ:  
3b89716a1076b80b2c167df0f27c09d01782ba84



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

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебной и методической работе  
\_\_\_\_\_ Б.В.Пекаревский  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2017г.

**Рабочая программа дисциплины**  
**Физика**

**Направление подготовки**  
**18.03.01**  
**Химическая технология**

**Все направленности**

Квалификация

**Бакалавр**

Форма обучения

**Очная**

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

Санкт-Петербург

2017

Б 1.Б.07

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Должность	Подпись	Ученое звание, фамилия, инициалы
Разработчик		доцент Хотунцова С.В.

Рабочая программа дисциплины «Физика» обсуждена на заседании кафедры общей физики  
протокол от «\_\_» \_\_\_\_\_ 2016 №

\_\_\_\_\_  
Заведующий кафедрой

А.В. Беляков

Одобрено учебно-методической комиссией инженерно-технологического факультета  
протокол от «\_\_» \_\_\_\_\_ 2016 № \_\_

\_\_\_\_\_  
Председатель

В.В. Прояев

## СОГЛАСОВАНО

Руководитель направления подготовки «Химическая технология» Направленность: "Химическая технология неорганических веществ"		А.А.Мальгин
Руководитель направления подготовки «Химическая технология» Направленность: "Химическая технология органических веществ"		В.Н. Крутиков
Директор библиотеки		Т.Н Старостенко
Начальник методического отдела учебно-методического управления		Т.И.Богданова
Начальник УМУ		С.Н.Денисенко

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень планируемых результатов обучения дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы .....	04
2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы .....	05
3. Объем дисциплины .....	06
4. Содержание дисциплины	
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий .....	06
4.2. Занятия лекционного типа .....	07
4.3. Занятия семинарского типа .....	11
4.3.1. Семинары, практические занятия .....	11
4.3.2. Лабораторные занятия .....	15
4.4. Самостоятельная работа .....	16
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине .....	17
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации .....	17
7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины .....	18
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины .....	22
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины .....	22
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине	
10.1. Информационные технологии .....	22
10.2. Программное обеспечение .....	23
10.3. Информационные справочные системы .....	23
11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине .....	23
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья .....	23

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 бакалавриата обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Выпускник должен обладать

Коды компетенции	Результаты освоения ООП (содержание компетенций)	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
<b>ОПК-1</b>	способностью и готовностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности	<p><b>Знать:</b> основные физические явления и основные законы физики; границы их применимости, применение законов в важнейших практических приложениях; основные физические величины и физические константы, их определение, смысл, способы и единицы их измерения; назначение и принципы действия важнейших физических приборов;</p> <p><b>Уметь:</b> объяснить основные наблюдаемые природные и техногенные явления и эффекты с позиций фундаментальных физических взаимодействий; указать, какие законы описывают данное явление или эффект; истолковывать смысл физических величин и понятий; записывать уравнения для физических величин в системе СИ;</p> <p><b>Владеть:</b> навыками применения основных методов физико-математического анализа для решения естественнонаучных задач.</p>
<b>ОПК-2</b>	готовностью использовать знания о современной физической картине мира, пространственно-временных закономерностях, строении вещества для понимания окружающего мира и явлений природы	<p><b>Знать:</b> основные физические явления и основные законы физики; границы их применимости, применение законов в важнейших практических приложениях; основные физические величины и физические константы, их определение, смысл, способы и единицы их измерения;</p>

Коды компетенции	Результаты освоения ООП (содержание компетенций)	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
		<p>назначение и принципы действия важнейших физических приборов;</p> <p><b>Уметь:</b>  объяснить основные наблюдаемые природные и техногенные явления и эффекты с позиций фундаментальных физических взаимодействий;  указать, какие законы описывают данное явление или эффект;  истолковывать смысл физических величин и понятий;  записывать уравнения для физических величин в системе СИ;</p> <p><b>Владеть:</b>  навыками применения основных методов физико-математического анализа для решения естественнонаучных задач.</p>
ПК -16	<p>способностью планировать и проводить физические и химические эксперименты, проводить обработку их результатов и оценивать погрешности, выдвигать гипотезы и устанавливать границы их применения, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования</p>	<p><b>Знать:</b>  основные физические явления и основные законы физики; границы их применимости, применение законов в важнейших практических приложениях;  основные физические величины и физические константы, их определение, смысл, способы и единицы их измерения;  назначение и принципы действия важнейших физических приборов;</p> <p><b>Уметь:</b>  объяснить основные наблюдаемые природные и техногенные явления и эффекты с позиций фундаментальных физических взаимодействий;  указать, какие законы описывают данное явление или эффект;  истолковывать смысл физических величин и понятий;  записывать уравнения для физических величин в системе СИ;</p> <p><b>Владеть:</b>  навыками применения основных методов физико-математического анализа для решения</p>

Коды компетенции	Результаты освоения ООП (содержание компетенций)	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
		естественнонаучных задач.
<b>ПК -19</b>	готовностью использовать знания основных физических теорий для решения возникающих физических задач, самостоятельного приобретения физических знаний, для понимания принципов работы приборов и устройств, в том числе выходящих за пределы компетентности конкретного направления	<p><b>Знать:</b> основные физические явления и основные законы физики; границы их применимости, применение законов в важнейших практических приложениях; основные физические величины и физические константы, их определение, смысл, способы и единицы их измерения; назначение и принципы действия важнейших физических приборов;</p> <p><b>Уметь:</b> объяснить основные наблюдаемые природные и техногенные явления и эффекты с позиций фундаментальных физических взаимодействий; указать, какие законы описывают данное явление или эффект; истолковывать смысл физических величин и понятий; записывать уравнения для физических величин в системе СИ;</p> <p><b>Владеть:</b> навыками применения основных методов физико-математического анализа для решения естественнонаучных задач.</p>

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы<sup>1</sup>.

### Б.1.Б.07 «Физика»

Опирается на базовые знания по физике, полученные в школе. Занятия по данной дисциплине проводятся на I-м курсе (2 семестр), 2-м курсе (3 семестр). Физика создает универсальную базу для изучения общепрофессиональных и специальных дисциплин, закладывает фундамент последующего обучения в магистратуре, аспирантуре. Она даёт цельное представление о физических законах окружающего мира в их единстве и взаимосвязи, вооружает бакалавров необходимыми знаниями для решения научно-технических задач в теоретических и прикладных аспектах.

Теоретическая часть дисциплины излагается в лекционном курсе. Полученные знания закрепляются на лабораторных и практических занятиях. Для текущего контроля успеваемости проводятся теоретические коллоквиумы. Самостоятельная работа проводится в форме изучения отдельных теоретических вопросов и выполнения заданий в

<sup>1</sup> Место дисциплины будет учитываться при заполнении таблицы 1 в Приложении 1 (Фонд оценочных средств)

ходе работы с учебно-методическим и информационным обеспечением дисциплины.

Промежуточная аттестация осуществляется в форме зачета и экзамена.

*Краткое содержание дисциплины:*

Механика. Электромагнетизм. Колебания и волны. Волновая оптика. Физическая термодинамика. Квантовая физика. Основы физики ядра и элементарных частиц.

### 3. Объем дисциплины.

Вид учебной работы	Всего, академических часов
	Очная форма обучения
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b> (зачетных единиц/ академических часов)	9/324
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	168
занятия лекционного типа	54
занятия семинарского типа, в т.ч.	108
семинары, практические занятия	54
лабораторные работы	54
курсовое проектирование (КР или КП)	-
КСР	6
другие виды контактной работы	
<b>Самостоятельная работа</b>	75
<b>Форма текущего контроля</b> (контрольные работы, коллоквиумы)	2 семестр: 1 контрольная работа, 2 коллоквиума 3 семестр: 2 контрольные работы, коллоквиум
<b>Форма промежуточной аттестации</b> (зачет, экзамен)	2 семестр: зачёт, экзамен; 3 семестр экзамен(81)

### 4. Содержание дисциплины.

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

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Занятия лекционного типа, акад. часы	Занятия семинарского типа, академ. часы		Самостоятельная работа, акад. часы	Формируемые компетенции
			Семинары и/или практические занятия	Лабораторные работы		
1.	<b>Механика</b>	12	10	18	17	ОПК-1, ОПК-2, ПК-16, ПК-19
2.	<b>Электромагнетизм</b>	10	8	18	17	ОПК-1, ОПК-2, ПК-16, ПК-19
3.	<b>Колебания и волны. Волновая оптика</b>	10	12	10	9	ОПК-1, ОПК-2, ПК-16, ПК-19
4.	<b>Физическая термодинамика</b>	4	8		10	ОПК-1, ОПК-2, ПК-16, ПК-19
5.	<b>Квантовая физика</b>	14	14	8	15	ОПК-1, ОПК-2, ПК-16, ПК-19
6.	<b>Основы ядерной физики и физики элементарных частиц</b>	4	2		7	ОПК-1, ОПК-2, ПК-16, ПК-19

#### 4.2. Занятия лекционного типа

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Иновационная форма
1	<b>Механика</b> <b>Кинематика.</b> Основные кинематические характеристики криволинейного движения: скорость и ускорение. Нормальное и тангенциальное ускорение. Кинематика вращательного движения: угловая скорость и угловое ускорение, их связь с линейной скоростью и ускорением	2	



1	<b><u>Механика</u> 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><u>Механика</u> Момент импульса.</b> Момент импульса материальной точки и момент механической системы. Момент силы. Закон сохранения момента механической системы. Движение в поле центральных сил.	2	
1	<b><u>Механика</u> 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><u>Механика</u> Динамика вращательного движения.</b> Уравнение вращения твердого тела вокруг закрепленной оси. Момент инерции. Формула Штейнера. Кинетическая энергия вращающегося твердого тела.	2	
1	<b><u>Механика</u> 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. Релятивистский импульс. Взаимосвязь массы и энергии. СТО и ядерная энергетика.	2	<b>Слайд-презентация</b>
2	<b><u>Электромагнетизм</u></b> Закон Кулона. Напряженность и потенциал электростатического поля. Теорема о циркуляции. Теорема Гаусса в интегральной форме и ее применение для расчета электрических полей. Электрическое поле диполя. Диполь во внешнем электрическом поле.	2	<b>Слайд-презентация</b>
2	<b><u>Электромагнетизм</u></b>	2	

	<b>Проводники в электрическом поле.</b> Равновесие зарядов в проводнике. Основная задача электростатики проводников. Эквипотенциальные поверхности и силовые линии электростатического поля между проводниками. Электростатическая защита. Емкость проводников и конденсаторов. Энергия заряженного конденсатора.		
2	<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	
2	<b>Электромагнетизм</b> <b>Магнитостатика.</b> Вектор магнитной индукции. Закон Ампера. Сила Лоренца. Движение зарядов в электрических и магнитных полях. Закон Био-Савара-Лапласа. Теорема о циркуляции (закон полного тока). Теорема Гаусса.	2	
2	<b>Электромагнетизм</b> <b>Электромагнитная индукция. Уравнения Максвелла.</b> Феноменология электромагнитной индукции. Правило Ленца. Уравнение электромагнитной индукции. Самоиндукция. Индуктивность соленоида. Работа по перемещению контура с током в магнитном поле. Энергия магнитного поля. Система уравнений Максвелла в интегральной форме и физический смысл входящих в нее уравнений.	2	
3	<b>Колебания и волны. Волновая оптика:</b> <b>Гармонические колебания различной природы. Волны.</b> Примеры колебательных движений различной физической природы. Комплексная форма представления гармонических колебаний. Векторное описание сложения колебаний. Волновое движение. Плоская гармоническая волна. Длина волны, волновое число, фазовая скорость. Уравнение волны. Одномерное волновое уравнение. Поляризация волн.	2	Слайд-презентация
3	<b>Колебания и волны. Волновая оптика:</b> Электромагнитная волна как решение уравнений Максвелла. Свойства электромагнитных волн. Скорость распространения электромагнитных волн. Энергия электромагнитных волн. Объемная плотность энергии электромагнитного поля. Вектор Умова – Пойнтинга. Электромагнитная природа световых волн.	2	
3	<b>Колебания и волны. Волновая оптика:</b> <b>Интерференция волн.</b> Электромагнитная природа световых волн. Интерференционное поле от двух точечных источников. Опыт Юнга. Интерферометр Майкельсона. Интерференция в тонких пленках.	2	
3	<b>Колебания и волны. Волновая оптика:</b>	2	

	<p><b>Дифракция волн.</b> Принцип Гюйгенса-Френеля. Дифракция Френеля на простейших преградах. Дифракция Фраунгофера. Дифракция Фраунгофера на щели. Дифракционная решетка как спектральный прибор. Понятие о голографическом методе получения и восстановления изображений.</p>		
3	<p><b><u>Колебания и волны. Волновая оптика:</u></b></p> <p><b>Поляризация волн. Поглощение, дисперсия, рассеяние света.</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</p>	2	
4	<p><b><u>Феноменологическая термодинамика.</u></b></p> <p>Термодинамическое равновесие и температура. Нулевое начало термодинамики. Эмпирическая температурная шкала. Квазистатические процессы. Уравнение состояния в термодинамике. Обратимые и необратимые процессы. Первое начало термодинамики. Теплоемкость. Уравнение Майера. Изохорический, изобарический, изотермический, адиабатический процессы в идеальных газах. Преобразование теплоты в механическую работу. Цикл Карно и его коэффициент полезного действия. Энтропия.</p>	2	
4	<p><b><u>Молекулярно-кинетическая теория.</u></b> Давление газа с точки зрения МКТ. Связь теплоемкости с числом степеней свободы молекул газа. Распределение Максвелла молекул идеального газа. Экспериментальное обоснование распределения Максвелла. Распределение Больцмана и барометрическая формула. Явления переноса. Диффузия, теплопроводность, внутреннее трение.</p>	2	
5	<p><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.</p>	2	Слайд-презентация
5	<p><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.</p>	2	

5	<b><u>Квантовая физика.</u> Элементы квантовой механики</b> Корпускулярно-волновой дуализм микрочастиц и его экспериментальное подтверждение; принцип неопределенности; волновая функция, её физический смысл; стандартные условия; условие нормировки.	2	
5	<b><u>Квантовая физика.</u> Элементы квантовой механики</b> Уравнение Шредингера, одномерные квантово-механические задачи.	2	
5	<b><u>Квантовая физика.</u> Элементы квантовой механики</b> Представление физических величин операторами. Собственные состояния. Квантование момента импульса. Квантовый ротатор.	2	
5	<b><u>Квантовая физика.</u> Элементы спектроскопии.</b> Квантово-механическое описание атомов. Атом водорода. Вырожденные состояния. Распределение плотности вероятности. Уровни и спектры щелочных металлов. Спин электрона. Спин-орбитальное взаимодействие. Механический и магнитный момент многоэлектронного атома.	2	
5	<b><u>Квантовая физика.</u> Элементы спектроскопии.</b> Строение атомов и периодическая система химических элементов Д.И.Менделеева. оптические квантовые генераторы	2	Слайд-презентация
6	<b><u>Основы ядерной физики и физики элементарных частиц.</u></b> Состав атомного ядра. Характеристики ядра: заряд, масса, энергия связи нуклонов. Виды и законы радиоактивного излучения. Ядерные реакции. Естественная и искусственная радиоактивность. Фундаментальные взаимодействия и основные классы элементарных частиц. Частицы и античастицы. Лептоны и адроны. Кварки. Электрослабое взаимодействие.	4	

### 4.3. Занятия семинарского типа.

#### 4.3.1. Семинары, практические занятия.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
----------------------	------------------------------------------------	-------------------	---------------------

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Иновационная форма
1	<b>Механика. Кинематика.</b> Основные кинематические характеристики криволинейного движения: скорость и ускорение. Нормальное и тангенциальное ускорение. Кинематика вращательного движения.	2	-
1	<b>Механика. Динамика.</b> Законы Ньютона. Закон сохранения импульса. Центр масс механической системы, закон движения центра масс.	2	
1	<b>Механика. Динамика вращательного движения.</b> Момент инерции. Уравнение вращения твердого тела вокруг закрепленной оси. Кинетическая энергия вращающегося твердого тела.	2	
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	Интерактивное занятие «Конкурс-соревнование»
1	<b>Механика. Контрольная работа</b>	2	
2	<b>Электромагнетизм.</b> Электрическое поле. Принцип суперпозиции. Расчет напряженности электростатических полей.	2	-
2	<b>Электромагнетизм.</b> Работа сил электростатического поля. Потенциал поля. Вычисление потенциалов электрических полей. Связь напряженности и потенциала.	2	-
2	<b>Электромагнетизм.</b> Закон Био - Савара - Лапласа. Принцип суперпозиции. Действие магнитного поля на проводники с током и движущиеся заряды. Сила Ампера. Сила Лоренца.	2	
2	<b>Электромагнетизм.</b> Явление электромагнитной индукции. Закон Фарадея.	2	Интерактивное занятие «Конкурс-соревнование»
3	<b>Колебания и волны. Волновая оптика.</b> Идеальный гармонический осциллятор. Сложение колебаний. Уравнение и характеристики волн. Электромагнитные волны	2	

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
3	<b><u>Колебания и волны. Волновая оптика.</u></b> Интерференция света. Интерферометры.	2	
3	<b><u>Колебания и волны. Волновая оптика.</u></b> Дифракция света. Метод зон Френеля.	2	
	<b><u>Колебания и волны. Волновая оптика.</u></b> Дифракционная решетка как спектральный прибор.	2	
3	<b><u>Колебания и волны. Волновая оптика.</u></b> Поляризация света.	2	
3	<b><u>Колебания и волны. Волновая оптика.</u></b> Контрольная работа	2	
4	<b><u>Физическая термодинамика.</u></b> Уравнение состояния в термодинамике. Обратимые и необратимые процессы. Первое начало термодинамики. Теплоемкость. Уравнение Майера. Изохорический, изобарический, изотермический, адиабатический процессы в идеальных газах.	2	
4	<b><u>Физическая термодинамика.</u></b> Давление газа с точки зрения МКТ. Связь теплоемкости с числом степеней свободы молекул газа. Преобразование теплоты в механическую работу. Цикл Карно и его коэффициент полезного действия. Энтропия.	2	
4	<b><u>Физическая термодинамика.</u></b> Распределение Максвелла молекул идеального газа. Экспериментальное обоснование распределения Максвелла. Распределение Больцмана и барометрическая формула.	2	
4	<b><u>Физическая термодинамика.</u></b> Явления переноса. Диффузия, теплопроводность, внутреннее трение.	2	

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
5	<b>Квантовая оптика.</b> Тепловое излучение. Характеристики. Основные законы. Формула Планка	2	
5	<b>Квантовая оптика.</b> Фотоэффект. Эффект Комптона. Тормозное рентгеновское излучение	2	
5	<b>Основы квантовой механики.</b> Волны де Бройля. Соотношение неопределенностей.	2	
5	<b>Основы квантовой механики.</b> Волновая функция, её физический смысл; стандартные условия; условие нормировки. Уравнение Шредингера	2	
5	<b>Основы квантовой механики.</b> Одномерные квантовомеханические задачи. Ступень, барьер.	2	
5	<b>Основы квантовой механики.</b> Одномерные квантовомеханические задачи. Прямоугольная потенциальная яма.	2	
5	<b>Основы квантовой механики.</b> Механический и магнитный момент многоэлектронного атома. Застройка электронных оболочек.	2	
6	<b>Основы ядерной физики и физики элементарных частиц.</b> Состав атомного ядра. Характеристики ядра: заряд, масса, энергия связи нуклонов. Виды и законы радиоактивного излучения. Ядерные реакции.	2	

#### 4.3.2. Лабораторные занятия.

№ раздела	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад.	Примечание
-----------	------------------------------------------------	--------------	------------

дисциплины		часы	
1	<u>Механика. Лекция:</u> «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 3х лабораторных работ по механике	12	
1	<u>Механика.</u> Коллоквиум	2	
2	<u>Электромагнетизм.</u> Выполнение 2-х лабораторных работ по электростатике и постоянному току	16	
2	<u>Электромагнетизм.</u> <u>Коллоквиум</u>	2	
3	<u>Колебания и волны. Волновая оптика.</u> Выполнение трех лабораторных работ по волновой оптике	10	
3	<u>Колебания и волны. Волновая оптика.</u> Коллоквиум по волновой оптике	2	
5	<u>Квантовая оптика.</u> Выполнение 2-х лабораторных работ по квантовой оптике и спектроскопии	6	

#### **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.	17	проверка индивидуальных заданий
2	<u>Электромагнетизм.</u> Правила Кирхгофа. Движение заряженных частиц в электрических и магнитных полях. Эффект Холла и его применение. Диамагнетики, парамагнетики и ферромагнетики. Граничные условия на поверхности раздела двух магнетиков.	17	проверка индивидуальных заданий
3	<u>Волновая оптика</u> Нормальная и аномальная дисперсии, рассеяние, поглощение света, поляризация света	9	проверка индивидуальных заданий
4	<u>Физическая термодинамика</u> Уравнение состояния в термодинамике Первое начало термодинамики. Теплоемкость. Уравнение Майера. Изохорический, изобарический,	10	проверка индивидуальных заданий



	изотермический, адиабатический процессы в идеальных газах		
5	<u>Квантовая физика.</u> Одномерный потенциальный порог и барьер. Спектры молекул	15	проверка индивидуальных заданий
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.	7	проверка индивидуальных заданий

#### 4.4.1. Темы контрольных работ

- Механика
- 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 Медиа: <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 зачета и экзамена.

К сдаче зачета допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля.

Зачет и экзамен предусматривают выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций и комплектуются вопросами (заданиями) двух видов: теоретический вопрос (для проверки знаний) и комплексная задача (для проверки умений и навыков).

При сдаче зачета студент получает два вопроса из перечня вопросов для зачета, время подготовки студента к устному ответу - до 30 мин.

При сдаче экзамена студент получает два теоретических вопроса и задачу из перечня вопросов для экзамена, время подготовки студента к устному ответу - до 45 мин.

**Пример варианта вопросов на зачете:**

### Вариант № 1

1. Момент импульса материальной точки и момент механической системы.
2. Поле образовано бесконечной равномерно заряженной плоскостью с поверхностной плотностью заряда  $10^{-8}$  Кл/м<sup>2</sup>. Определить разность потенциалов двух точек поля, отстоящих от плоскости на расстояниях 5 и 10 см.

### 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.
3. Бесконечная плоскость несет заряд, равномерно распределенный с поверхностной плотностью 1 мкКл/м<sup>2</sup>. На некотором расстоянии от плоскости параллельно ей расположен круг радиусом 10 см. Вычислить поток вектора напряженности электрического поля через этот круг.
7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

#### а) основная литература:

1. Савельев, И.В. Курс общей физики : в 4-х кн. : учебное пособие / И. В. Савельев. - 5-е изд., испр. . - СПб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2011. - (Учебники для вузов. Специальная литература) (Классическая учебная литература по физике).  
Т. 1 : Механика. - 2011. - 336 с.
2. Савельев, И.В. Курс общей физики : в 4-х кн. : учебное пособие / И. В. Савельев. - 5-е изд., испр. . - СПб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2011. - (Учебники для вузов. Специальная литература) (Классическая учебная литература по физике).  
Т. 2 : Электричество и магнетизм. - 2011. - 342 с.
3. Савельев, И.В. Курс общей физики : в 4-х кн. : учебное пособие / И. В. Савельев. - 5-е изд., испр. . - СПб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2011. - (Учебники для вузов. Специальная литература) (Классическая учебная литература по физике).  
Т. 3 : Молекулярная физика и термодинамика. - 2011. - 208 с.
4. Савельев, И.В. Курс общей физики : в 4-х кн. : учебное пособие / И. В. Савельев. - 5-е изд., испр. . - СПб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2011. - (Учебники для вузов. Специальная литература) (Классическая учебная литература по физике).  
Т. 4 : Волны. Оптика. - 2011. - 251 с.

#### Б) дополнительная литература:

5. Савельев, И.В. Сборник вопросов и задач по общей физике : учебное пособие для вузов по направлениям 510000 "Естественные науки и математика", 540000 "Педагогические науки", 550000 "Технические науки" / И. В. Савельев. - 6-е изд., стер. - СПб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2013. - 288 с.

6. 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. - СПб.; М.; Краснодар: Лань, 2010. - 573 с.- (Учебники для вузов. Специальная литература)
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.. - СПб.; М.; Краснодар: Лань, 2009. - 348 с. - (Учебники для вузов. Специальная литература).
8. Изучение вращения плоскости поляризации света : Методические указания к лабораторной работе № 57 / С.В. Хотунцова, В.В. Благовещенский, Б.Б. Болотов, В.Н. Скобелев ; СПбГТИ(ТУ). Каф. общ. физики. – СПб. : [б.и.], 2015. – 22 с.(ЭБ)
9. Проверка закона Малюса : Методические указания к лабораторной работе № 56 / С.В. Хотунцова, В.В. Благовещенский, Б.Б. Болотов, В.Н. Скобелев ; СПбГТИ(ТУ). Каф. общ. физики. – СПб. : [б.и.], 2015. – 18 с. (ЭБ)
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; СПбГТИ(ТУ). Каф. общ. физики. – СПб. : [б.и.], 2015. – 16 с. (ЭБ)
11. Авершина, Г.Г. Изучение дисперсии света в веществе : Методические указания к лабораторной работе № 68 /Г.Г. Авершина, А.В. Беляков, О.П. Шустрова ; СПбГТИ(ТУ). Каф. общ. физики. – СПб. : [б.и.], 2014. – 18 с. (ЭБ)
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 ; СПбГТИ(ТУ). Каф. общ. физики. - СПб. : [б. и.],2014. - 21 с. (ЭБ)
13. Болотов, Б.Б. Явления электромагнитной индукции и самоиндукции : методические указания к лабораторной работе № 39 / Б. Б. Болотов, А. В. Беляков, О. П. Шустрова ; СПбГТИ(ТУ). Каф. общ. физики. - СПб. : [б. и.], 2014. - 23 с. (ЭБ)
14. Жерновой, А.И. Измерение длины световой волны при помощи дифракционной решетки : методические указания к лабораторной работе № 54 / А. И. Жерновой, С. В. Дьяченко ; СПбГТИ(ТУ). Каф. общ. физики. - СПб. : [б. и.], 2014. - 22 с. (ЭБ)
15. Исследование гироскопического эффекта : Методические указания к лабораторной работе / В.Г. Данильченко, С.В. Дьяченко, А.И. Жерновой, Ю.Р. Рудаков; СПбГТИ(ТУ). Каф. общ. физики. – СПб. : [б.и.], 2013. – 15 с. (ЭБ)
16. Чибисов, А.Г. Фотоэлектрический эффект : Методические указания к лабораторной работе № 59 / А.Г. Чибисов, О.П. Шустрова, В.В. Благовещенский ; СПбГТИ(ТУ). Каф. общ. физики. – СПб. : [б.и.], 2013. – 17 с. (ЭБ)

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. ; СПбГТИ(ТУ). Каф. общ. физики. – СПб. : [б.и.], 2013. – 18 с. (ЭБ)
18. Данильченко В.Г. Исследование некоторых закономерностей электролиза : Методические указания к лабораторной работе № 30 /В.Г. Данильченко, А.Г. Чибисов ; СПбГТИ(ТУ). Каф. общ. физики. – СПб. : [б.и.], 2012. – 18 с. (ЭБ)
19. Механика : Методические указания к лабораторным работам / В. Г. Данильченко [и др.] ; СПбГТИ(ТУ). Каф. общ. физики. - СПб. : [б. и.],2012. – 64 с. (ЭБ)
20. Хотунцова, С.В. Изучение законов теплового излучения [Текст] : Методические указания к лабораторной работе № 58/ С.В. Хотунцова, В.В. Благовещенский, В.Н. Скобелев ; СПбГТИ(ТУ). Каф. общ. физики. – СПб. : [б.и.], 2012. – 20 с. (ЭБ)
21. Хотунцова, С.В. Изучение электростатических полей на модели : Методические указания к лабораторной работе №21 / Хотунцова С.В., Благовещенский В.В., Скобелев В.Н. ; СПбГТИ(ТУ). Каф. общ. физики. – СПб. : [б.и.], 2012. – 15 с. (ЭБ)
22. Жерновой, А.И. Исследование оптического спектра поглощения молекулы йода: Методические указания к лабораторной работе № 82/ Жерновой А.И., Дьяченко С.В. ; СПбГТИ(ТУ). Каф. общ. физики. – СПб. : [б.и.], 2012. – 18 с. (ЭБ)
23. Введение в физический практикум. Обработка результатов измерений : учебное пособие для студентов заочной формы обучения / Б.Б. Болотов [и др.]; под ред. В.В. Кашмета. – СПб: Синтез, 2009. – 15 с. (ЭБ)
24. Электричество : Сборник методических указаний к лабораторным работам / СПбГТИ(ТУ). Каф. общ. физики ; под ред. Н.Г. Москвина. – СПб.: [б.и.], 2006. – 56 с.
25. Дудникова, Т.А. Определение температуры нити лампы накаливания : Методические указания к лабораторной работе №23/ Т.А. Дудникова, В.Б. Осташев ; СПбГТИ(ТУ). Каф. общ. физики. – СПб.: [б.и.], 2011. – 10 с. (ЭБ)
26. Дудникова, Т.А. Изучение резонанса токов и напряжений : Методические указания к лабораторной работе № 40/ Т.А. Дудникова, В.Б. Осташев ; СПбГТИ(ТУ). Каф. общ. физики. – СПб.: [б.и.], 2011. – 11 с. (ЭБ)
27. Дудникова, Т.А. Интерференция света в тонких пленках. Полосы равной толщины. Кольца Ньютона : Методические указания к лабораторной работе / Т.А. Дудникова, В.Б. Осташев ; СПбГТИ(ТУ). Каф. общ. физики. – СПб.: [б.и.], 2011. – 10 с. (ЭБ)
28. Дудникова, Т.А. Изучение интерференции света при помощи бипризмы Френеля : Методические указания к лабораторной работе №52 / Т.А. Дудникова, В.Б. Осташев ; СПбГТИ(ТУ). Каф. общ. физики. – СПб.: [б.и.], 2011. – 14 с.(ЭБ)

29. Иродов, И.Е. Электромагнетизм : Основные законы: учебное пособие для вузов / И.Е. Иродов. – 5-е изд. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006. – 319 с.
30. Чертов, А.Г. Задачник по физике : Учебное пособие для вузов / А.Г. Чертов, А.А. Воробьев. – 8-е изд., перераб. и доп. – М. : Физматлит, 2008. – 640 с.

#### **В) Вспомогательная литература:**

31. Волькенштейн, В.С. Сборник задач по общему курсу физики: учеб. пособие для техн. вузов / В.С. Волькенштейн – СПб.: Книжный мир, 2005. – 326с.
32. Детлаф, А.А. Курс физики : Учебное пособие для вузов / А.А. Детлаф, Б.М. Яворский. – 5-е изд., стер. – М.: Academia, 2005. – 720 с.
33. Иванов, А.Д. Молекулярная физика: Методические указания к лабораторным работам / А.Д. Иванов, В.В. Кашмет, В.Б. Осташев; СПбГТИ(ТУ). Каф. общ. физики. – СПб. : [б.и.], 2005. – 49 с.
34. Изучение магнитного поля в ферромагнетиках: Методические указания к лабораторной работе № 35 / В.В. Кашмет, С.В. Хотунцова, С.И. Стальнова, Б.Б. Болотов ; СПбГТИ(ТУ). Каф. общ. физики. – СПб. : [б.и.], 2005. – 20 с.
35. Исследование распределения электронов по скоростям : Лабораторная работа № 17 / В.В. Кашмет, С.В. Хотунцова, В.В. Благовещенский, В.Б. Осташев ; СПбГТИ(ТУ). Каф. общ. физики. – СПб.: [б.и.], 2005. – 15 с.
36. Исследование полупроводникового диода : Методические указания к лабораторной работе № 25 / Т.А. Дудникова, В.Б. Осташев, Ю.А. Иванов, В.В. Кашмет ; СПбГТИ(ТУ). Каф. общ. физики. – СПб.: [б.и.], 2005. – 20 с.
37. Иродов, И.Е. Механика : Основные законы / И.Е. Иродов. – 7-е изд., стер. – М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2005. – 309 с.
38. Иродов, И.Е. Волновые процессы : Основные законы / И.Е. Иродов. – 2-е изд., доп. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2004. – 263 с.
39. Иродов, И.Е. Физика макросистем : Основные законы / И.Е. Иродов. – 2-е изд., доп. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2004. – 207 с.
40. Иродов, И.Е. Квантовая физика : Основные законы / И.Е. Иродов. – 2-е изд., доп. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2004. – 256 с.
41. Калашников, Н.П. Основы физики ; в 2-х т.: Учебник для технических спец. вузов / Н.П. Калашников, М.А. Спандырев. – 2-е изд., перераб. – М. : Дрофа, 2003 – 2004.  
Т.1. – 2003. – 398 с.  
Т.2. – 2004. – 431 с.

#### **8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», 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/>;  
«Лань» » <https://e.lanbook.com/books/>.

## **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.

СТП СПбГТИ 016-2014. КС УКДВ. Порядок проведения зачетов и экзаменов.

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 приходить, имея багаж знаний и вопросов 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 электронной почты.

### **10.2. Программное обеспечение.**

Microsoft Office 2003; Microsoft Office 2013; Microsoft Windows 10; Autodesk AutoCAD Design Suite Premium ; Kaspersky Endpoint Security 10; Mathsoft MATLAB 2017; Gaussian 09.d01

### **10.3. Информационные справочные системы.**

Базы данных Scopus и Web of Science.

## **11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.**

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;

## **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 28.08.2014г.

Приложение № 1  
к рабочей программе дисциплины

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

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

<b>Компетенции</b>		
<b>Индекс</b>	<b>Формулировка</b>	<b>Этап формирования</b>
ОПК-1	способностью и готовностью <b>использовать основные законы естественнонаучных дисциплин</b> в профессиональной деятельности	<b>промежуточный</b>
ОПК-2	способностью <b>планировать и проводить физические и химические эксперименты, проводить обработку их результатов и оценивать погрешности</b> , выдвигать гипотезы и устанавливать границы их применения, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	<b>промежуточный</b>
ПК-16	готовностью использовать <b>знания о современной физической картине</b> мира, пространственно-временных закономерностях, строении вещества для <b>понимания окружающего мира и явлений природы</b>	<b>промежуточный</b>
ПК-19	готовностью использовать знания <b>основных физических теорий</b> для решения возникающих <b>физических задач, самостоятельного приобретения физических знаний</b> , для понимания принципов	<b>промежуточный</b>

Индекс	Формулировка	Этап формирования
	<b>работы приборов и устройств</b> , в том числе выходящих за пределы компетентности конкретного направления	

**2. Показатели и критерии оценивания компетенций на различных этапах их формирования, шкала оценивания.**

Показатели оценки результатов освоения дисциплины	Планируемые результаты	Критерий оценивания	Компетенции
Освоение разделов № 1	<p><b>Знает</b> основные физические явления и основные законы механики; границы их применимости, применение законов в важнейших практических приложениях; основные физические величины и физические константы, их определение, смысл, способы и единицы их измерения;</p> <p><b>Умеет</b> записывать уравнения механики в системе СИ;</p> <p><b>Владет</b> навыками применения основных методов физико-математического анализа для решения механических задач.</p>	Правильные ответы на вопросы №1-34 к зачету и №1-29 к экзамену	ОПК-1 ОПК-2 ПК-16 ПК-19
Освоение разделов № 2	<p><b>Знает</b> основные физические явления и основные законы электромагнетизма; границы их применимости, основные характеристики электрического и магнитного поля, их определение, смысл, способы и единицы их измерения; назначение и принципы действия электроизмерительных приборов;</p> <p><b>Умеет:</b> указать, какие законы описывают данное электромагнитное явление или эффект;</p>	Правильные ответы на вопросы №35-66 к зачету и №30-63 к экзамену	ОПК-1 ОПК-2 ПК-16 ПК-19



Показатели оценки результатов освоения дисциплины	Планируемые результаты	Критерий оценивания	Компетенции
	<p>истолковывать смысл физических величин и понятий; записывать уравнения для физических величин в системе СИ; <b>Владеет:</b> навыками применения основных методов физико-математического анализа для решения задач электромагнетизма.</p>		
Освоение разделов № 3	<p><b>Знает:</b> основные законы волновых процессов; границы их применимости, применение законов в важнейших практических приложениях; волновые свойства электромагнитного излучения, основные свойства световых волн; назначение и принципы действия интерферометров, поляризаторов, дифракционной решетки. <b>Умеет:</b> объяснить основные наблюдаемые природные и техногенные явления и эффекты с позиций фундаментальных физических взаимодействий; указать, какие законы описывают данное явление или эффект; истолковывать смысл физических величин и понятий; записывать уравнения для физических величин в системе СИ; <b>Владеет:</b> навыками применения основных методов физико-математического анализа для решения естественнонаучных задач.</p>	Правильные ответы на вопросы №91-124 к зачету и №64-101 к экзамену	<b>промежуточный</b>
Освоение разделов № 4	<p><b>Знает:</b> особенности термодинамического и статистического методов изучения макросистем; основные физические явления и основные законы молекулярной физики и термодинамики; границы</p>	Правильные ответы на вопросы №67-90 к зачету и №102-119 к экзамену	ОПК-1 ОПК-2 ПК-16 ПК-19

Показатели оценки результатов освоения дисциплины	Планируемые результаты	Критерий оценивания	Компетенции
	<p>их применимости, основные физические величины и физические константы, их определение, смысл, способы и единицы их измерения;</p> <p><b>Умеет:</b> Указать, какие законы описывают данное явление или эффект; истолковывать смысл физических величин и понятий; записывать уравнения для физических величин в системе СИ;</p> <p><b>Владеет:</b> навыками применения основных методов физико-математического анализа для решения задач статистической физики и термодинамики.</p>		
Освоение разделов № 5	<p><b>Знает:</b> Квантовые свойства электромагнитного излучения; основные экспериментальные подтверждения квантовой механики; описание состояния микрочастицы с помощью волновой функции; уравнение Шредингера; квантование атомов, магнитные свойства атомов.</p> <p><b>Умеет:</b> объяснить основные наблюдаемые природные и техногенные явления и эффекты с позиций фундаментальных физических взаимодействий; указать, какие законы описывают данное явление или эффект; истолковывать смысл физических величин и понятий; записывать уравнения для физических величин в системе СИ;</p> <p><b>Владеет:</b> навыками применения основных методов физико-математического анализа для решения задач квантовой механики и квантовой оптики.</p>	Правильные ответы на вопросы №91-155 к зачету и № 120-148 к экзамену	ОПК-1 ОПК-2 ПК-16 ПК-19

Показатели оценки результатов освоения дисциплины	Планируемые результаты	Критерий оценивания	Компетенции
Освоение разделов № 6	<p><b>Знает:</b> Состав и характеристики атомного ядра, энергию связи, систематику элементарных частиц; законы сохранения и их роль в физике элементарных частиц физические явления и основные законы физики атомного ядра и элементарных частиц;</p> <p><b>Умеет:</b> объяснить основные наблюдаемые природные и техногенные явления и эффекты с позиций фундаментальных физических взаимодействий; указать, какие законы описывают данное явление или эффект; истолковывать смысл физических величин и понятий; записывать уравнения для физических величин в системе СИ;</p> <p><b>Владеет:</b> навыками применения основных методов физико-математического анализа для решения естественнонаучных задач.</p>	Правильные ответы на вопросы №156-160 к зачету и №148-155 к экзамену	ОПК-1 ОПК-2 ПК-16 ПК-19

Шкала оценивания соответствует СТО СПбГТИ(ТУ):

по дисциплине промежуточная аттестация проводится в форме зачета, результат оценивания – «зачтено», «не зачтено»;

по дисциплине промежуточная аттестация проводится в форме экзамена, шкала оценивания – балльная.

### 3. Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации.

**Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенциям ОПК-1, ОПК-2, ПК-16, ПК-19:**

#### **Вопросы для проведения зачета**

1. Что такое система отсчета? Дайте определение перемещения, пути, радиус-вектора, траектории.
2. Материальная точка движется прямолинейно согласно уравнению движения  $x = 6 + 2t^3$  (м). Определить ускорение точки в момент времени  $t = 3$  с.
3. Дайте определение мгновенной скорости, ускорения, средней скорости.

4. Кинетические уравнение двух материальных точек имеют вид:  $x_1=A_1t+B_1t^2+C_1t^3$  и  $x_2=A_2t+B_2t^2+C_2t^3$ , где  $A_1=1$  м/с;  $B_1=4$  м/с<sup>2</sup>;  $C_1=-3$  м/с<sup>2</sup>;  $A_2=2$  м/с;  $B_2=-2$  м/с<sup>2</sup>;  $C_2=5$  м/с<sup>2</sup>. Определить момент времени, в который ускорения этих точек будут равны.
5. Дайте определение нормального ускорения и тангенциального ускорения.
6. Камень бросают под углом к горизонту. Радиус кривизны траектории в точке наивысшего подъема радиус кривизны  $R = 10$  м. Определите скорость в этой точке.
7. Дайте определение угловой скорости и углового ускорения. Как связаны линейные и угловые кинематические величины.
8. Линейная скорость точек на окружности вращающегося диска равна 3 м/с. Точки, расположенные на расстоянии 10см ближе к оси, имеют линейную скорость 2 м/с. Определите угловую скорость вращения диска.
9. Что такое инерциальная система отсчёта? Сформулируйте законы Ньютона.
10. 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?
11. Дайте определение замкнутой системой материальных точек. Сформулируйте закон сохранения импульса. Сформулируйте теорему об изменении импульса.
12. 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 м/с?
13. Дайте определение центра масс системы материальных точек. Сформулируйте теорему о движении центра масс.
14. 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. На какое расстояние передвинется тележка, если человек перейдет на другой конец доски?
15. Дайте определение момента импульса и момента силы относительно точки и относительно оси.
16. Тонкий стержень длиной 50 см и массой 400 г вращается с угловым ускорением  $3$  с<sup>-2</sup> вокруг оси, проходящей через середину стержня перпендикулярно к его длине. Определить вращающий момент.
17. Что такое момент инерции материальной точки? Как выражается момент импульса твёрдого тела через момент инерции?
18. Длина тонкого прямого стержня 60 см, а масса 100 г. Определить момент инерции стержня относительно оси, перпендикулярной к его длине и проходящей через точку стержня, удаленную на 20 см от одного из его концов.
19. Запишите основное уравнение динамики вращательного движения твердого тела. Напишите уравнение моментов.
20. Вал массой 100 кг и радиусом 5 см вращался, делая 8 об/с. К цилиндрической поверхности вала прижали тормозную колодку с силой 40 Н и через 10 с вал остановился. Определить коэффициент трения.
21. Сформулируйте закон сохранения момента импульса.

22. Платформа в виде диска радиусом 1 м вращается по инерции, делая 60б/мин. На краю платформы стоит человек, масса которого равна 80 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.
23. Дайте определение работы силы. Что такое скалярное произведение 2-х векторов? Что такое мощность?
24. Найти работу подъема груза по наклонной плоскости, если масса груза 100кг, длина наклонной плоскости 2 м, угол наклона  $30^\circ$ , коэффициент трения 0.1 и груз движется с ускорением  $1 \text{ м}/\text{с}^2$ .
25. Какие силы называются консервативными? Что такое потенциальная энергия? Для каких полей можно ввести это понятие?
26. Камень брошен вверх под углом  $60^\circ$  к поверхности Земли. Кинетическая энергия камня в начальный момент равна 20 Дж. Определить кинетическую и потенциальную энергии камня в наивысшей точке его траектории. Сопротивлением воздуха пренебречь.
27. Что такое кинетическая энергия? Сформулируйте теорему об изменении кинетической энергии. При каких условиях сохраняется полная механическая энергия системы?
28. Хоккейная шайба скользит 5 м, если при броске ей сообщают начальную скорость 2 м/с. Какой путь она проскользит, если ей сообщить начальную скорость 4 м/с?
29. Сформулируйте принцип относительности Галилея-Эйнштейна. Запишите формулу, выражающую относительность временных интервалов.
30. В лабораторной системе отсчета пи-мезон с момента рождения до момента распада пролетел расстояние 75 м. Скорость пи-мезона равна 0,995 с. Определить собственное время жизни пи-мезона.
31. Сформулируйте принцип относительности Галилея-Эйнштейна. Запишите формулу, выражающую относительность пространственных интервалов.
32. Предположим, что мы можем измерить длину стержня с точностью 0,1мкм. При какой относительной скорости двух инерциальных систем отсчета можно было бы обнаружить релятивистское сокращение длины стержня, собственная длина которого равна 1 м?
33. Запишите формулу для энергии частицы в релятивистской механике.
34. Полная энергия тела возросла на 1 Дж. На сколько при этом изменится масса тела?

### Электромагнетизм

35. Дайте определение напряженности электрического поля. Запишите формулы для напряженности поля точечного заряда.
36. Два одинаковых точечных заряда по  $-2 \text{ мкКл}$  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 напряженности поля в точке (1; 1).
37. Дайте определение силовой линии. Сформулируйте принцип суперпозиции для электрического поля.
38. Какой путь по силовой линии до полной остановки проходит  $\alpha$ -частица в однородном тормозящем поле с напряженностью 2000 кВ/м, если начальная скорость ее 20000 км/с? Масса частицы  $6,4 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$ , заряд  $3,2 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$ .
39. Дайте определение потока вектора через поверхность. Сформулируйте теорему Гаусса для вектора E.

40. 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.
41. Запишите выражение для работы по перемещению заряда в поле через разность потенциалов. Сформулируйте теорему о циркуляции. Следствием какого свойства электростатического поля является эта теорема?
42. 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?
43. Дайте определение потенциала электрического поля. Дайте определение градиента вектора. Запишите формулу, выражающую напряженность электрического поля через потенциал. Как определить разность потенциалов, если известно поле напряженности?
44. Определите разность потенциалов между точками  $(-1, 0,0)$  и  $(1,0,0)$ , если напряженность электрического поля  $\mathbf{E}=2\mathbf{i}+4\mathbf{j}+3\mathbf{k}$ .
45. Что называют электрическим дипольным моментом, связанным зарядом, вектором поляризации, вектором электрического смещения?
46. Вычислить электрический момент диполя, если его заряд  $10 \text{ нКл}$ , плечо  $0,5 \text{ см}$
47. Дайте определение вектора плотности тока. Как формулируется закон Ома в дифференциальной форме? Как формулируется закон Джоуля – Ленца в дифференциальной форме?
48. Определить плотность тока в железном проводнике длиной  $10 \text{ м}$ , если провод находится под напряжением  $6 \text{ В}$ . Удельное сопротивление железа  $98 \text{ нОм}\cdot\text{м}$ .
49. Дайте определение ЭДС. Как формулируется обобщенный закон Ома в интегральной форме? Как формулируется закон Джоуля – Ленца?
50. 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.
51. Напишите выражение для силы Ампера. Какую силу называют силой Лоренца? Напишите формулу для неё.
52. 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  $W = 12 \text{ кэВ}$ .
53. Что такое магнитный момент витка с током? Напишите выражение для момента силы, действующей на виток с током в магнитном поле.
54. 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?
55. Напишите формулу, выражающую закон Био – Савара – Лапласа. Поясните рисунком смысл соответствующих векторов.
56. 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  $H = 41 \text{ А/м}$ .
57. Сформулируйте теорему о циркуляции для стационарного магнитного поля в вакууме.

58. Вычислить циркуляцию вектора индукции вдоль контура, охватывающего токи  $I_1=5$  А,  $I_2=7,5$  А, текущие в одном направлении, и ток  $I_3=10$  А, текущий в противоположном направлении.
59. Напишите закон электромагнитной индукции в интегральной форме. Сформулируйте правило Ленца.
60. Квадратный контур, сделанный из провода длиной  $l = 0,4$  м, помещен поперек силовых линий в однородное магнитное поле. Индукция магнитного поля меняется со временем по закону  $B = (2 + 0,4 t^2)$  мТл. Определить в момент времени  $t = 2$  с магнитный поток, пронизывающий контур, и ЭДС индукции, наведенную в контуре.
61. Запишите закон электромагнитной индукции в формулировке Максвелла.
62. Индукция магнитного поля между полюсами двухполюсного генератора  $B= 0,8$  Тл. Ротор имеет  $N = 100$  витков площадью  $S = 400$  см<sup>2</sup>. Определить частоту вращения якоря, если максимальное значение ЭДС индукции  $E_{i \max} = 200$  В?
63. Что такое ток смещения? Запишите закон полного тока (теорему о циркуляции) для магнитного поля в веществе с учетом тока смещения (для нестационарных полей).
64. Определите плотность тока смещения, если индукция электрического поля возрастает равномерно от 0 до 10 нКл/м<sup>2</sup> за 1 минуту.
65. Какое явление называют самоиндукцией? Что называют индуктивностью проводника?
66. Определите скорость изменения тока в катушке с индуктивностью 100мГн, если в ней возникла ЭДС самоиндукции 80 В.
67. Сформулируйте основные положения МКТ. Каковы основные предположения модели идеального газа? Что такое моль вещества? Чему равно  $R/k$  ( $R$  — универсальная газовая постоянная,  $k$  — постоянная Больцмана)?
68. Из баллона со сжатым газом осталась в баллоне, если первоначально при температуре 270С манометр показывал давление 60 атм, а через некоторое время при температуре 120С давление было 19 атм?
69. Запишите формулу выражающую зависимость средней скорости движения молекулы от температуры? Напишите основное уравнение МКТ. Как зависит среднее значение энергии молекул от температуры (приведите формулу)?
70. Среднеквадратичная скорость молекулы некоторого газа равна 851 м/с. Давление газа равно  $7,4 \cdot 10^3$  Па. Найти плотность газа при этих условиях.
71. Что называют числом степеней свободы механической системы? В чем состоит гипотеза (закон) о равномерном распределении энергии по степеням свободы?
72. Некоторое количество азота находится при температуре 300 К и давлении 105 Па. Кинетическая энергия поступательного движения молекул равна 6,3 Дж. Найти число молекул газа, его массу и объем.
73. Перечислите известные вам явления переноса. Напишите уравнение диффузии. Напишите формулу для силы вязкого трения. Напишите уравнение теплопроводности.
74. Средняя длина свободного пробега атомов гелия при нормальных условиях  $1,8 \cdot 10^{-5}$  см. Определить коэффициент диффузии гелия.
75. Как связана работа в термодинамике с приращением объема? Что такое внутренняя энергия? В чем состоит 1 начало термодинамики? Что такое теплоемкость? Напишите формулу Майера.

76. Какое количество теплоты выделится, если 1 г азота, взятого при температуре  $0^{\circ}\text{C}$  под давлением  $10^5 \text{ Па}$  изотермически сжать до давления  $10^6 \text{ Па}$ ?
77. Что такое обратимый процесс? Что такое адиабатический процесс? Напишите уравнение адиабаты (Пуассона).
78. Воздух, занимавший объем 10 л при давлении  $10^5 \text{ Па}$ , был адиабатически сжат до объема 1 л. Под каким давлением находится воздух после сжатия?
79. Сформулируйте II начало термодинамики.
80. Газ, совершающий цикл Карно,  $2/3$  теплоты, полученной от нагревателя, отдает охладителю. Температура охладителя  $0^{\circ}\text{C}$ . Определить температуру нагревателя.
81. Что такое цикл Карно? Что называют КПД теплового двигателя? Как выражается КПД цикла Карно через температуры нагревателя и холодильника?
82. В результате кругового процесса газ совершил работу 1 Дж и передал охладителю 4,2 Дж теплоты. Определить термический к. п. д. цикла.
83. Дайте термодинамическое определение энтропии. В каком процессе энтропия остается постоянной? Постройте цикл Карно в координатах  $S$ - $T$ .
84. В результате изохорического нагревания одного грамма водорода давление газа увеличилось в два раза. Определить изменение энтропии газа.
85. Как, зная функцию распределения молекул по скоростям  $f(v)$ , определить наиболее вероятное значение скорости молекулы?
86. Какая доля молекул кислорода обладает скоростями, лежащими в интервале от 910 до 911 м/сек, если температура газа  $400^{\circ}\text{K}$ ?
87. Как, зная функцию распределения молекул по скоростям  $f(v)$ , определить среднее арифметическое значение скорости молекул?
88. Какая доля общего числа молекул газа обладает скоростями, отличающимися от наиболее вероятной скорости не больше чем на 1%?
89. Как, зная функцию распределения молекул по скоростям  $f(v)$  определить среднее квадратичное значение скорости молекул?
90. На какой высоте над поверхностью Земли атмосферное давление вдвое меньше, чем на поверхности? Температуру воздуха считать неизменной и равной  $0^{\circ}\text{C}$ . **Волновая оптика** **Гармонические колебания.**
91. Напишите уравнение плоской монохроматической волны. Что такое волновой вектор? Напишите волновое уравнение.
92. Волны распространяются в упругой среде со скоростью 100 м/с. Наименьшее расстояние между точками среды, фазы колебаний которых противоположны, равно 1 м. Определить частоту колебаний.
93. Напишите дифференциальное уравнение колебательного контура (уравнение осциллятора).
94. Точка колеблется гармонически. Амплитуда колебаний  $A=5$  см, циклическая частота  $\omega=2$  с $^{-1}$ , начальная фаза  $\varphi=0$ . Определить ускорение точки в момент, когда ее скорость  $v=8$  см/с.
95. Напишите дифференциальное уравнение затухающих колебаний.
96. 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.
97. Что называется вектором Умова – Пойнтинга? Какой физический смысл этого вектора?



98. От источника колебаний распространяются волны вдоль прямой линии. Амплитуда колебаний  $10 \text{ см}$ . Как велико смещение точки, удаленной от источника на  $3/4$  длины волны, в момент, когда от начала колебаний источника прошло время, равное  $0.9$  периода колебаний?
99. Напишите уравнение сферической волны. Что такое амплитуда, частота, фаза? Как связаны  $\omega$  (циклическая частота) и  $k$  (волновое число)?
100. Найти смещение от положения равновесия точки, отстоящей от источника колебаний на расстоянии  $\ell = \lambda/12$ , для момента  $t = T/6$ . Амплитуда колебания  $A = 0.05 \text{ м}$ .
101. Напишите уравнение плоской монохроматической волны? Что такое амплитуда, частота, фаза? Что такое продольная и что такое поперечная волна? Как связаны  $\lambda$  (длина волны),  $\nu$  (частота) и  $v$  (фазовая скорость)?
102. Волна распространяется по прямой со скоростью  $20 \text{ м/с}$ . Две точки, находящиеся на этой прямой на расстояниях  $12 \text{ м}$  и  $15 \text{ м}$  от источника волн, колеблются с разностью фаз  $\Delta\varphi = \varphi_2 - \varphi_1 = 0,75\pi$ . Определить длину волны и период колебаний.
103. Какова природа электромагнитной волны? Какой вектор называют световым? Как величина этого вектора связана с интенсивностью света?
104. Плоская электромагнитная волна распространяется в вакууме. Амплитуда напряженности электрического поля волны  $E_m = 50 \text{ мВ/м}$ . Найти амплитуду напряженности магнитного поля.
105. Сформулируйте закон преломления света. Как зависит скорость света в среде от показателя преломления?
106. В однородной изотропной среде с  $\varepsilon = 3$  и  $\mu = 1$  распространяется плоская электромагнитная волна. Амплитуда напряженности электрического поля волны  $E_m = 10 \text{ В/м}$ . Найти амплитуду напряженности магнитного поля и фазовую скорость волны.
107. Запишите уравнение вынужденного колебания. Какое явление называют резонансом? Нарисуйте резонансную кривую.
108. Колебательный контур радиоприемника состоит из катушки индуктивностью  $L = 1 \text{ мГн}$  и переменного конденсатора, емкость которого может изменяться в пределах от  $9,7$  до  $92 \text{ нФ}$ . В каком диапазоне длин волн может принимать радиостанции этот приемник?
109. Какое явление называют интерференцией? Какие волны называют когерентными? Каким образом получают когерентные световые волны, используя нелазерные источники?
110. 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  $\lambda = 0,55 \text{ мкм}$  окажется максимально усиленным в результате интерференции?
111. Что такое оптическая разность хода? Чему равна оптическая разность хода в минимуме и максимуме интерференции? Чему равна разность фаз когерентных волн в минимуме и максимуме интерференции?
112. На тонкий стеклянный клин, показатель преломления которого  $n = 1,55$ , падает нормально монохроматический свет. Двугранный угол  $\theta$  между поверхностями клина равен  $2'$ . Определить длину световой волны  $\lambda$ , если

расстояние  $b$  между смежными интерференционными максимумами в отраженном свете равно  $0,3 \text{ мм}$ .

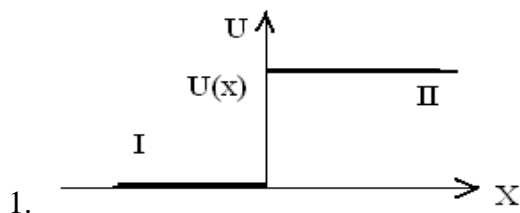
113. Что такое дифракция? Сформулируйте принцип Гюйгенса – Френеля.
114. На диафрагму с круглым отверстием диаметром  $d = 4 \text{ мм}$  падает нормально параллельный пучок лучей монохроматического света с длиной волны  $\lambda = 0,5 \text{ мкм}$ . Точка наблюдения находится на оси отверстия на расстоянии  $b = 1 \text{ м}$  от него. Сколько зон  $k$  Френеля укладывается в отверстии? Темное или светлее пятно получится в центре дифракционной картины, если в месте наблюдений поместить экран?
115. Приведите рисунок, поясняющий построение зон Френеля. Какое число зон Френеля должно открывать отверстие, чтобы в центре экрана получалось темное пятно?
116. Запишите условия главных максимумов дифракционной решетки. Что такое порядок спектра дифракционной решетки? Какие волны называют разрешенными? Что такое разрешающая способность спектрального прибора? Что такое дисперсия дифракционной решетки?
117. На дифракционную решетку нормально падает монохроматический свет. Определить угол  $\varphi_1$  дифракции для линии с длиной волны  $\lambda_1 = 0,55 \text{ мкм}$  в спектре четвертого порядка, если угол  $\varphi_2$  дифракции для линии с длиной волны  $\lambda_2 = 0,6 \text{ мкм}$  в спектре третьего порядка составляет  $30^\circ$ .
118. В чем состоит закон Бугера? Какое явление называют рассеянием света? В чем состоит закон Рэлея для рассеяния света?
119. Какую электромагнитную волну называют линейно-поляризованной? Ответ поясните рисунком. Что такое эллиптически поляризованный свет? Сформулируйте закон Малюса.
120. 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.
121. Какой свет называют частично-поляризованным? Что такое степень поляризации? Как происходит поляризация света при прохождении света через границу двух диэлектриков? В чем состоит закон Брюстера?
122. Определить степень поляризации  $P$  частично поляризованного света, если амплитуда  $I_{max}$  светового вектора, соответствующая максимальной интенсивности света, в  $n = 3$  раза больше амплитуды  $I_{min}$ , соответствующей его минимальной интенсивности.
123. В чем состоит явление двойного лучепреломления? Как объяснить это явление исходя из оптической анизотропии кристаллов?
124. Какое явление называют дисперсией? Какую величину называют дисперсией вещества? Что такое нормальная и что аномальная дисперсия?

#### **Квантовые свойства излучения**

125. Какое излучение называют тепловым? В чем его особенности? Дайте определения энергетической светимости и лучеиспускательной способности.
126. Абсолютно черное тело имеет температуру  $T_1 = 3 \text{ К}$ . 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.

127. Сформулируйте закон Кирхгофа для теплового излучения. Что такое абсолютно черное тело? Сформулируйте закон Стефана-Больцмана.
128. 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.
129. 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»?
130. 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?
131. Какие явления подтверждают корпускулярную природу света? Что такое фотон? Чему равны его энергия, масса, импульс?
132. 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.
133. 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?
134. Определить, до какого потенциала  $U$  зарядится уединенный серебряный шарик при облучении его ультрафиолетовым светом длиной волны  $\lambda = 208 \text{ нм}$ .
135. Что такое Комpton – эффект? Почему при комптоновском рассеянии уменьшается энергия рассеянного фотона? Увеличивается или уменьшается длина волны света при рассеянии в Комpton-эффекте? Чему равно изменение длины волны? Каково максимальное изменение длины волны при комптоновском рассеянии на свободных электронах?
136. 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.
137. В чем состояла гипотеза де-Бройля? Какие опыты подтверждают эту гипотезу?
138. Кинетическая энергия электрона равна  $0,51 \text{ МэВ}$ . Какова в этом случае длина волны де Бройля электрона?
139. Запишите соотношения неопределённости Гейзенберга? Почему понятие траектории в квантовой механике теряет смысл?
140. Электрон находится на металлической пылинке с диаметром  $D$ . Оценить неточность  $\Delta V$ , с которой может быть определена скорость электрона.
141. В чем состоит физический смысл волновой функции. Напишите временное уравнение Шрёдингера. Может ли  $|\psi|^2$  принимать значения, большие единицы?
142. Собственная функция, описывающая состояние частицы в потенциальном ящике, имеет вид:  $\psi_n(x) = C \sin(\pi n/l)x$ . Используя условие нормировки, определить постоянную  $C$ .

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



147. Напишите решения уравнения Шрёдингера для потенциальной ступени. Что такое коэффициент отражения? Как он выражается через амплитуды падающей и отражённой волн?
148. Напишите уравнение Шрёдингера для свободного электрона, движущегося в положительном направлении оси  $X$  со скоростью  $V$ . Найдите решение этого уравнения.
149. 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?
150. Определите степень вырождения уровня энергии с  $n=3$  в атоме водорода.
151. В чем состоит принцип тождественности (неразличимости) частиц. Сформулируйте принцип Паули. Как объяснить периодическую повторяемость свойств атомов? Почему возникают «нарушения» в порядке застройки электронных оболочек?
152. Используя принцип Паули, указать, какое максимальное число электронов в атоме могут иметь одинаковыми следующие квантовые числа: 1)  $n, l, m, m_s$ , 2)  $n, l, m$ .
153. Объясните схемы  $L-S$  и  $J-J$  связи при сложении спиновых и орбитальных моментов.
154. 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?
155. 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.
156. Каков порядок и радиус действия ядерных сил? Что такое энергия связи ядра?

157. Определить дефект массы, энергию связи ядра и его удельную энергию связи для элемента  $^{132}_{55}\text{Cs}$ .
158. Приведите схемы альфа – распада, бета – распада и  $e$  – захвата.
159. Какие элементарные частицы относятся к лептонам, мезонам, барионам?
160. Какие законы сохранения выполняются в физике элементарных частиц?

### **Вопросы для проведения экзамена**

#### **Раздел 1. Механика.**

1. Пространство и время, системы отсчета. Основные кинематические характеристики криволинейного движения: скорость и ускорение. Нормальное и тангенциальное 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 м/с?
21. Платформа в виде диска радиусом 1 м вращается по инерции, делая 60 об/мин. На краю платформы стоит человек, масса которого равна 80 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 Дж. Определить кинетическую и потенциальную энергии камня в наивысшей точке его траектории. Сопротивлением воздуха пренебречь.
23. Хоккейная шайба скользит 5 м, если при броске ей сообщают начальную скорость 2 м/с. Какой путь она проскользит, если ей сообщить начальную скорость 4 м/с?
24. Тонкий стержень длиной 50 см и массой 400 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 кг, длина наклонной плоскости 2 м, угол наклона  $30^\circ$ , коэффициент трения 0.1 и груз движется с ускорением 1 м/с<sup>2</sup>.
26. Вал массой 100 кг и радиусом 5 см вращался, делая 8 об/с. К цилиндрической поверхности вала прижали тормозную колодку с силой 40 Н и через 10 с вал остановился. Определить коэффициент трения.
27. Кинетическая энергия вращающегося твердого тела. Длина тонкого прямого стержня 60 см, а масса 100 г. Определить момент инерции стержня относительно оси, перпендикулярной к его длине и проходящей через точку стержня, удаленную на 20 см от одного из его концов.
28. Предположим, что мы можем измерить длину стержня с точностью 0,1 мкм. При какой относительной скорости двух инерциальных систем отсчета можно было бы обнаружить релятивистское сокращение длины стержня, собственная длина которого равна 1 м?
29. В лабораторной системе отсчета пи-мезон с момента рождения до момента распада пролетел расстояние 75 м. Скорость пи-мезона равна 0,995 с. Определить собственное время жизни пи-мезона. Полная энергия тела возросла на 1 Дж. Как при этом изменится масса тела?

## Раздел 2 .Электromагнетизм.

30. Электрический заряд. Взаимодействие зарядов. Закон Кулона. Закон сохранения электрического заряда.
31. Электрическое поле. Напряжённость электрического поля и потенциал. Принцип суперпозиции полей.
32. Работа сил электростатического поля при перемещении заряда. Циркуляция вектора напряжённости электростатического поля. Потенциальный характер электростатического поля.

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

### Задачи к разделу 2

49. 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  $(1; 1)$ .
50. 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.
51. 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  $\mathbf{E} = 2\mathbf{i} + 4\mathbf{j} + 3\mathbf{k}$ .
52. Тонкий стержень согнут в полукольцо. Стержень заряжен с линейной плотностью  $100$  нКл/м. Какую работу надо совершить, чтобы перенести заряд  $1$  нКл из центра кольца в бесконечность
53. Вычислить электрический момент диполя, если его заряд  $10$  нКл, плечо  $0,5$  см.
54. Бесконечная плоскость несет заряд, равномерно распределенный с поверхностной плотностью  $1$  мкКл/м<sup>2</sup>. На некотором расстоянии от плоскости параллельно ей

- расположен круг радиусом 10 см. Вычислить поток вектора напряженности электрического поля через этот круг.
55. На отрезке тонкого прямого проводника равномерно распределен заряд с линейной плотностью  $\tau = 10^{-10}$  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.
  56. Определить плотность тока в железном проводнике длиной 10м, если провод находится под напряжением 6 В. Удельное сопротивление железа 98 нОм·м.
  57. Ток в цепи батареи, ЭДС которой 30 В, равен 3 А. Напряжение на зажимах батареи 18 В. Найдите сопротивление внешней части цепи и внутреннее сопротивление батареи.
  58. Проводник длиной  $l = 20$  см с массой  $m = 2$  г, подвешенный горизонтально на тонких проволочках, находится в однородном магнитном поле, силовые линии которого направлены вертикально вверх. При прохождении по проводнику тока силой  $I = 0,3$  А он отклонился так, что проволочки образовали угол  $\alpha = 17^\circ$  с вертикалью. Найти индукцию магнитного поля.
  59. Бесконечно длинный провод образует круговой виток, касательный к проводу. По проводу идет ток силой  $I = 5$  А. Найти радиус витка, если напряженность магнитного поля в центре витка  $H = 41$  А/м.
  60. Какой вращающий момент действует на рамку с током силой  $I = 2$  А при помещении ее в однородное магнитное поле с индукцией  $B = 0,2$  Тл, если рамка содержит  $N = 30$  витков площадью  $S = 10$  см<sup>2</sup>, а плоскость рамки образует угол  $\beta = 60^\circ$  с линиями поля?
  61. Вычислить циркуляцию вектора индукции вдоль контура, охватывающего токи  $I_1=5$  А,  $I_2=7,5$  А, текущие в одном направлении, и ток  $I_3=10$  А, текущий в противоположном направлении.
  62. Заряженная частица движется в магнитном поле по окружности со скоростью  $v = 1$  Мм/с. Индукция магнитного поля  $B = 0,3$  Тл, радиус окружности  $R = 4$  см. Найти заряд частицы, если ее кинетическая энергия  $W = 12$  кэВ.
  63. Заряженная частица движется в магнитном поле по окружности со скоростью  $v = 1$  Мм/с. Индукция магнитного поля  $B = 0,3$  Тл, радиус окружности  $R = 4$  см. Найти заряд частицы, если ее кинетическая энергия  $W = 12$  кэВ.

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

64. Идеальный гармонический осциллятор. Уравнение идеального осциллятора и его решение. Амплитуда, частота и фаза колебания. Комплексная форма представления гармонических колебаний.
65. Векторное описание сложения колебаний.
66. Примеры колебательных движений различной физической природы.
67. Энергия колебаний
68. Свободные затухающие колебания осциллятора с потерями. Вынужденные колебания.
69. Волны. Образование и распространение волн. Продольные и поперечные волны. Фронт волны, волновая поверхность. Длина волны и скорость распространения волн.
70. Уравнения плоской и сферической бегущих волн. Волновое число.
71. Свойства электромагнитных волн. Скорость распространения электромагнитных волн. Излучение электромагнитных волн.



72. Энергия электромагнитных волн. Объемная плотность энергии электромагнитного поля. Вектор Умова – Пойнтинга.
73. Электромагнитная природа световых волн. Приближения геометрической, волновой и квантовой оптики.
74. 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?
75. Метод зон Френеля. Дифракция Френеля на круглом отверстии и диске. Дифракционная решетка. Применение ее в качестве спектрометра. Дисперсия и разрешающая сила. Понятие о голографии.
76. Поляризация световых волн. Виды поляризации. Степень поляризации. Способы получения поляризации света. Поляризация при отражении. Закон Брюстера.
77. Двойное лучепреломление. Поляризация света при двойном лучепреломлении
78. Поляризационные призмы. Поляроиды. Закон Малюса.
79. Распространение света в веществе. Нормальная и аномальная дисперсия. Электронная теория дисперсии.
80. Поглощение света в веществе. Закон Бугера-Ламберта-Бера. Особенности поглощения в разреженных газах и сплошных средах.
81. Рассеяние света веществом. Рэлеевское рассеяние. Молекулярное рассеяние.

### Задачи к разделу 3

82. 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.
83. 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.
84. Два гармонических колебания, направленных по одной прямой, имеющих одинаковые амплитуды и периоды, складываются в одно колебание той же амплитуды. Найти разность фаз складываемых колебаний.
85. 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.
86. 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.
87. 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.
88. 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.

89. Плоская электромагнитная волна распространяется в вакууме. Амплитуда напряженности электрического поля волны  $E_m = 50 \text{ мВ/м}$ . Найти амплитуду напряженности магнитного поля.
90. В однородной изотропной среде с  $\varepsilon = 3$  и  $\mu = 1$  распространяется плоская электромагнитная волна. Амплитуда напряженности электрического поля волны  $E_m = 10 \text{ В/м}$ . Найти амплитуду напряженности магнитного поля и фазовую скорость волны
91. 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  $\lambda = 0,5 \text{ мкм}$ . Определить толщину  $d$  пластинки.
92. На толстую стеклянную пластинку нанесен тонкий слой прозрачного вещества с показателем преломления  $n = 1,3$ . Пластинка освещена параллельным пучком монохроматического света с длиной волны  $\lambda = 640 \text{ нм}$ , падающим на пластинку нормально. Какую минимальную толщину  $d_{min}$  должен иметь слой, чтобы отраженный пучок имел наименьшую яркость?
93. 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  $\lambda = 0,55 \text{ мкм}$  окажется максимально усиленным в результате интерференции?
94. На диафрагму с круглым отверстием диаметром  $d = 4 \text{ мм}$  падает нормально параллельный пучок лучей монохроматического света с длиной волны  $\lambda = 0,5 \text{ мкм}$ . Точка наблюдения находится на оси отверстия на расстоянии  $b = 1 \text{ м}$  от него. Сколько зон Френеля укладывается в отверстии? Темное или светлее пятно получится в центре дифракционной картины, если в месте наблюдений поместить экран?
95. На дифракционную решетку падает нормально монохроматический свет с длиной волны  $\lambda = 410 \text{ нм}$ . Угол  $\Delta\varphi$  между направлениями на максимумы первого и второго порядков равен  $2^\circ 21'$ . Определить число  $n$  штрихов на единицу длины дифракционной решетки.
96. На дифракционную решетку, содержащую  $n = 400$  штрихов на  $1 \text{ мм}$ , падает нормально монохроматический свет с длиной волны  $\lambda = 0,6 \text{ мкм}$ . Найти общее число  $N$  дифракционных максимумов, которые дает эта решетка. Определить угол  $\varphi$  дифракции, соответствующий последнему максимуму.
97. Какой наименьшей разрешающей силой  $R$  должна обладать дифракционная решетка, чтобы с ее помощью можно было разрешить две спектральные линии калия с длинами волн  $\lambda_1 = 578 \text{ нм}$  и  $\lambda_2 = 580 \text{ нм}$ ? Какое наименьшее число  $N$  штрихов должна иметь эта решетка, чтобы разрешение было возможно в спектре второго порядка?
98. Степень поляризации  $P$  частично поляризованного света составляет  $0,75$ . Определить отношение максимальной интенсивности  $I_{max}$  света, пропускаемого анализатором, к минимальной  $I_{min}$ .
99. 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.

100. Угол Брюстера  $\varepsilon_B$  при падении света из воздуха на кристалл каменной соли равен  $57^\circ$ . Определить скорость света  $v$  в этом кристалле.
101. Коэффициент поглощения некоторого вещества для монохроматического света определенной длины волны  $\alpha = 0,1 \text{ см}^{-1}$ . Определить толщину  $x$  вещества, которая необходима для ослабления света в  $k = 2$  раза. Потери на отражение света не учитывать.

#### Раздел 4 .Термодинамика и молекулярная физика

102. Изохорический, изобарический, изотермический, адиабатический процессы в идеальных газах. Преобразование теплоты в механическую работу.
103. Внутренняя энергия тела. Внутренняя энергия идеального газа. Теплоемкость. Теплоемкость твердых тел. Закон Дюлонга и Пти.
104. Обратимые и необратимые процессы. Первое начало термодинамики. Теплоемкость. Уравнение Майера.
105. Термодинамическое равновесие и температура. Нулевое начало термодинамики. Эмпирическая температурная шкала. Квазистатические процессы. Уравнение состояния в термодинамике.
106. Обратимые и необратимые процессы. Второе начало термодинамики. Цикл Карно. Энтропия.
107. Давление газа с точки зрения МКТ. Связь теплоемкости с числом степеней свободы молекул газа.
108. Макро- и микросостояния. Статистический вес и вероятность макросостояния. Фазовое пространство.
109. Распределение Максвелла молекул идеального газа. Наиболее вероятная, средняя и среднеквадратичная скорости. Экспериментальное обоснование распределения Максвелла.
110. Распределение Больцмана и барометрическая формула.
111. Число столкновений и длина свободного пробега молекул идеального газа. Эмпирические уравнения переноса: Фика, Фурье и Ньютона. Релаксация к состоянию равновесия. Среднее число столкновений

#### Задачи к разделу 4

112. 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.
113. Углекислый газ расширяется при постоянном давлении. Определить работу расширения, если газу передано  $4,2 \cdot 10^3 \text{ Дж}$  теплоты.
114. Газ, занимавший объем  $11 \text{ л}$  под давлением  $10^5 \text{ Па}$  был изобарически нагрет от  $20^\circ\text{C}$  до  $100^\circ\text{C}$ . Определить работу расширения.
115. В баллоне емкостью  $24 \text{ л}$  находится водород при температуре  $15^\circ\text{C}$ . После того как часть водорода израсходовали, давление в баллоне понизилось на  $4 \cdot 10^5 \text{ Па}$ . Какое количество водорода было израсходовано?
116. Найти изменение энтропии при изобарическом расширении  $4 \text{ г}$  азота от объема  $5 \text{ л}$  до объема  $9 \text{ л}$ .
117. Определить температуру газа, если средняя кинетическая энергия поступательного движения его молекул  $1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$ .

118. Какая доля молекул кислорода обладает скоростями, лежащими в интервале от 910 до 911 м/сек, если температура газа 400°K?
119. 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°С.

### Раздел 5. Квантовая физика

120. Тепловое излучение и люминесценция. Спектральные характеристики теплового излучения. Законы Кирхгофа, Стефана-Больцмана и закон смещения Вина. Абсолютно черное тело.
121. Формула Релея-Джинса и «ультрафиолетовая катастрофа». Гипотеза квантов. Формула Планка. Квантовое объяснение законов теплового излучения. Корпускулярно-волновой дуализм света.
122. Фотоэффект и эффект Комптона. Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта.
123. Опыт Боте. Тормозное излучение. Гипотеза де Бройля. Опыты Дэвиссона и Джермера. Дифракция микрочастиц. Принцип неопределенности Гейзенберга.
124. Волновая функция, ее статистический смысл и условия, которым она должна удовлетворять.
125. Стационарное и нестационарное уравнение Шредингера.
126. Квантовая частица в одномерной потенциальной яме. Одномерный потенциальный порог и барьер.
127. Состояние микрочастицы в квантовой механике. Понятие о вырождении энергетических уровней.
128. Представление физических величин операторами. Операторы координат, импульса, момента импульса, потенциальной и кинетической энергии.
129. Стационарное уравнение Шредингера для атома водорода. Волновые функции и квантовые числа. Правила отбора для квантовых переходов.
130. Собственный механический и магнитный моменты электрона в атоме. Опыт Штерна и Герлаха.
131. Спин-орбитальное взаимодействие. Тонкая структура атомных спектров.
132. Строение атомов и периодическая система химических элементов Д.И. Менделеева. Порядок заполнения электронных оболочек.
133. Векторная модель многоэлектронного атома. Типы связей. Характеристические спектры атомов.

#### Задачи к разделу 5

134. Найти частоту  $\nu$  света, вырывающего из металла электроны, которые полностью задерживаются разностью потенциалов  $u = 3$  В, если фотоэффект начинается при длине волны света  $\lambda = 0,5$  мкм.
135. В результате эффекта Комптона фотон с энергией  $\varepsilon = 1,02$  МэВ рассеялся на свободном электроны на угол  $\theta = 150^\circ$ . Определить энергию  $\varepsilon'$  рассеянного фотона и кинетическую энергию  $T$  электрона отдачи.
136. Протон обладает кинетической энергией  $T$ , равной энергии покоя  $E_0$ . Определить, во сколько раз изменится длина волны  $\lambda$  де Бройля протона, если его кинетическая энергия увеличится в  $n = 3$  раза.
137. Частица в потенциальном ящике шириной  $l$  находится в низшем возбужденном состоянии. Определить вероятность нахождения частицы в интервале от 0 до  $l/2$ .
138. Частица в потенциальном ящике шириной  $l$  находится во втором возбужденном состоянии. Определить вероятность нахождения частицы в интервале от  $l/3$ , равноудаленном от стенок.

139. Длины волн компонент желтого дублета резонансной линии натрия, обусловленного переходом  $3P-3S$ , равны 589,00 и 589,56 нм. Найти величину расщепления  $3P$ -терма в эВ.
140. Выписать спектральные обозначения термов атома водорода, электрон которого находится в состоянии с главным квантовым числом  $n=3$ .
141. Сколько и какие значения квантового числа  $J$  может иметь атом в состоянии с квантовыми числами  $S$  и  $L$ , равными соответственно 2 и 3 ?
142. Определить отношение длины волны  $\lambda_1$  де Бройля протона к длине волны  $\lambda_2$  де Бройля  $\alpha$ -частицы, прошедших одинаковую ускоряющую разность потенциалов  $U = 1 \text{ ГВ}$ .
143. Определить отношение длины волны  $\lambda_1$  де Бройля протона к длине волны  $\lambda_2$  де Бройля  $\alpha$ -частицы, прошедших одинаковую ускоряющую разность потенциалов  $U = 1 \text{ ГВ}$ .
144. Среднее время жизни атома в возбужденном состоянии  $\Delta t \approx 10^{-8} \text{ с}$ . При переходе атома в нормальное состояние испускается фотон, средняя длина волны ( $\lambda$ ) которого равна 400 нм. Оценить естественную ширину  $\Delta\lambda$  излучаемой спектральной линии, если не происходит ее уширения за счет других процессов.
145. Моноэнергетический пучок электронов, прошедших ускоряющую разность потенциалов  $U = 20 \text{ кВ}$ , высвечивает в центре экрана электроннолучевой трубки, длина которой  $l = 0,5 \text{ м}$ , пятно радиусом  $r = 10^{-3} \text{ см}$ . Пользуясь соотношением неопределенностей, определить, во сколько раз неопределенность  $\Delta x$  координаты электрона на экране в направлении, перпендикулярном оси трубки, меньше радиуса  $r$  пятна.
146. Найти постоянную Планка  $h$ , если известно, что электроны, вырываемые из металла светом с длиной волны  $\lambda_1 = 3,6 \text{ мкм}$ , полностью задерживаются разностью потенциалов  $u_1 = 6,6 \text{ В}$ , а вырываемые светом с длиной волны  $\lambda_2 = 0,65 \text{ мкм}$  – разностью потенциалов  $u_2 = 16,5 \text{ В}$ .
147. Найти частоту  $\nu$  света, вырывающего из металла электроны, которые полностью задерживаются разностью потенциалов  $u = 3 \text{ В}$ , если фотоэффект начинается при длине волны света  $\lambda = 0,5 \text{ мкм}$ .

### Раздел 6. Основы физики ядра и элементарных частиц.

148. Строение атомного ядра. Ядерные силы. Энергия связи ядра. Дефект массы.
149. Радиоактивность.
150. Ядерные реакции. Реакции деления и синтеза.
151. Элементарные частицы. Классификация элементарных частиц. Превращение частиц. Законы сохранения в мире элементарных частиц.

#### Задачи к разделу 6

152. Назовите символические обозначения ядер изотопов водорода и назовите их.
153. Используя соотношение  $Z=A/2$ , которое справедливо для многих легких ядер, определить среднюю объемную плотность заряда ядра.
154. Ядро бериллия  ${}^4_7\text{Be}$  захватило электрон из  $K$ -оболочки атома. Какое ядро образовалось в результате  $K$ -захвата.?
155. Два ядра гелия  ${}^4_2\text{He}$  слились в одно ядро, и при этом был выброшен протон. Укажите ядро какого элемента образовалось в результате такого превращения.

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 2 теоретических вопроса и одну задачу из перечня, приведенного выше. Время подготовки студента к устному ответу на вопросы экзамена- до 45 мин.

#### **4. Методические материалы для определения процедур оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.**

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в соответствии с требованиями СПб

СТО СПбГТИ(ТУ) 016-2014. КС УКВД. Порядок проведения зачетов и экзаменов.

#### **Примеры индивидуальных заданий**

##### *Задание №1 :Механика*

1. Маховик из состояния покоя начал вращаться равноускоренно и, сделав 40 оборотов, продолжал вращаться с постоянной угловой скоростью 8 об/с. Определить угловое ускорение маховика и продолжительность равноускоренного вращения.
  2. На горизонтальную ось насажены маховик и легкий шкив радиусом 5 см. На шкив намотан шнур, к которому привязан груз массой 0.4 кг. Опускаясь равноускоренно, груз прошел путь 1.8 м за 3 с. Определить момент инерции маховика. Массу шкива считать пренебрежимо малой.
  3. Кинетическая энергия вращающегося маховика равна 1000 Дж. Под действием постоянного тормозящего момента маховик начал вращаться равнозамедленно и, сделав 80 оборотов, остановился. Определить момент силы торможения.
  4. Тонкий обруч, повешенный на гвоздь, вбитый горизонтально в стену, колеблется в плоскости, параллельной стене. Радиус обруча 30 см. Определить период колебаний.
171. Определить разность фаз колебаний между источником волн, находящимся в упругой среде, и точкой этой среды, отстоящей на 2 м от источника. Частота колебаний равна 5 Гц, скорость распространения волн 40 м/с.

##### *Задание №2: Термодинамика и молекулярная физика. Электростатика и постоянный ток*

##### *Пример контрольной работы*

201. При температуре 35°C и давлении  $7 \cdot 10^5$  Па плотность газа 12,2 кг/м<sup>3</sup>. Определить молекулярный вес газа.
211. Какова наивероятнейшая скорость молекул водорода при температуре 400°K?
221. При изотермическом расширении одного моля кислорода, имевшего температуру 27°C, газ поглотил 1740 Дж теплоты. Во сколько раз увеличился объем газа?
231. Газ, совершающий цикл Карно, 2/3 теплоты, полученной от нагревателя, отдает охладителю. Температура охладителя 0°C. Определить температуру нагревателя.
1. Газ, совершающий цикл Карно, 2/3 теплоты, полученной от нагревателя, отдает охладителю. Температура охладителя 0°C. Определить температуру нагревателя.
301. Определить потенциальную энергию точечного заряда  $10^{-9}$  Кл находящегося на расстоянии 1,5 м от точечного заряда 1 мкКл.
311. Отрицательно заряженная пылинка находится в равновесии между двумя пластинами плоского конденсатора, расположенными горизонтально. Расстояние между пластинами 2 см, разность потенциалов 612 В, Масса пылинки  $10^{-12}$  г. Сколько электронов несет на себе пылинка?
321. Между пластинами плоского конденсатора находится плотно прилегающая к ним стеклянная пластинка. Конденсатор заряжен до разности потенциалов в 100 В. Какова будет разность потенциалов, если вытащить стеклянную пластинку из конденсатора?
331. Напряжение на шинах электростанции равно 6600 К Потребитель находится на расстоянии 10 км. Какого сечения нужно взять медный провод для устройства двухпроводной линии передачи, если сила тока в линии равна 20 А и потери напряжения в проводах не должны превышать 3%?
341. Обмотка электрического кипятильника имеет две секции. Если включена только первая секция, то вода закипает через 15 мин, если только вторая, то через 30 мин. Через сколько минут закипит вода, если обе секции включить последовательно? Параллельно?

Задание №3: *Магнитостатика. Электромагнитная индукция. Волновая оптика.*

*Пример контрольной работы*

- 401.** Бесконечно длинный провод образует круговой виток, касательный к проводу. По проводу идет ток силой  $I = 5$  А. Найти радиус витка, если напряженность магнитного поля в центре витка  $H = 41$  А/м.
- 411.** Квадратная проволочная рамка расположена в одной плоскости с длинным прямым проводом так, что две ее стороны параллельны проводу. По рамке и проводу текут одинаковые токи силой  $I = 2$  А. Определить силу, действующую на рамку, если ближайшая к проводу сторона рамки находится от него на расстоянии, равном ее длине.
- 421.** Проволочное кольцо радиусом  $R = 5$  см, по которому течет ток силой  $I = 20$  А, свободно установилось в однородном магнитном поле с индукцией  $B = 0,02$  Тл. При повороте контура на некоторый угол  $\alpha$  была совершена работа  $A = 1,57$  мДж. Найти угол поворота контура. Считать, что сила тока в контуре поддерживается неизменной.
- 431.** В однородное магнитное поле с индукцией  $B = 0,1$  Тл влетает перпендикулярно силовым линиям  $\alpha$ -частица с кинетической энергией  $W = 500$  эВ. Найти силу, действующую на  $\alpha$ -частицу, радиус окружности, по которой движется  $\alpha$ -частица и период обращения  $\alpha$ -частицы.
- 441.** Катушка из  $N = 100$  витков площадью  $S = 15$  см<sup>2</sup> вращается с частотой  $n = 5$  с<sup>-1</sup> в однородном магнитном поле. Ось вращения перпендикулярна оси катушки и силовым линиям поля. Определить индукцию магнитного поля, если максимальное значение ЭДС индукции, возникающей в катушке, равно  $E_{i\max} = 0,25$  В.
- 501.** В цепь переменного тока с действующим значением напряжения  $U_d = 220$  В и частотой  $\nu = 50$  Гц включены последовательно резистор сопротивлением  $R = 100$  Ом, конденсатор ёмкостью  $C = 32$  мкФ и катушка индуктивностью  $L = 640$  мГн. Найти действующее значение силы тока, сдвиг фаз между током и напряжением и потребляемую мощность.
- 511.** 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?
- 521.** На дифракционную решетку с периодом  $d = 10$  мкм под углом  $\alpha = 30^\circ$  падает монохроматический свет с длиной волны  $\lambda = 600$  нм. Определить угол  $\varphi$  дифракции, соответствующий второму главному максимуму.
- 531.** Определить степень поляризации  $P$  частично поляризованного света, если амплитуда  $I_{\max}$  светового вектора, соответствующая максимальной интенсивности света, в  $n = 3$  раза больше амплитуды  $I_{\min}$ , соответствующей его минимальной интенсивности.

Задание №4: *Квантовая физика.*

*Пример контрольной работы*

- 601.** Абсолютно черное тело имеет температуру  $T_1 = 500$  К. Какова будет температура  $T_2$  тела, если в результате нагревания поток  $\Phi$ , излучения увеличится в  $n = 5$  раз?
- 611.** На пластину падает монохроматический свет с длиной волны  $\lambda = 0,42$  мкм. Фототок прекращается при задерживающей разности потенциалов  $U = 0,95$  В. Определить работу  $A$  выхода электронов с поверхности пластины.
- 621.** Фотон с энергией  $\varepsilon = 0,25$  МэВ рассеялся на первоначально покоившемся свободном электроне. Определить кинетическую энергию  $T$  электрона отдачи, если относительное изменение длины волны  $\Delta\lambda/\lambda$  падающего фотона в результате рассеяния составляет 20 %.
- 631.** Протон обладает кинетической энергией  $T$ , равной энергии покоя  $E_0$ . Определить, во сколько раз изменится длина волны  $\lambda$  де Бройля протона, если его кинетическая энергия увеличится в  $n = 3$  раза.
- 641.** Используя соотношение неопределенностей, оценить низший энергетический уровень  $E_{\min}$  электрона в атоме водорода. Линейные размеры атома принять равными  $0,1$  нм.

**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 Медиа: <http://media.technolog.edu.ru>