

Направление подготовки 12.03.02 «Оптотехника»  
Профиль «Опτικο-электронные приборы и системы»  
РПД Б1.О.05 «Физика»



**Филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»  
в г. Смоленске**

**УТВЕРЖДАЮ**

Зам. директора  
по учебно-методической работе  
филиала ФГБОУ ВО  
«НИУ «МЭИ» в г. Смоленске  
В.В. Рожков  
«25» 08 2021 г.



## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

### **ФИЗИКА**

---

Направление подготовки: **12.03.02 «Оптотехника»**

Профиль **«Опτικο-электронные приборы и системы»**

Уровень высшего образования: **бакалавриат**

Нормативный срок обучения: **4 года**

Форма обучения: **очная**

Год набора: **2021**

Смоленск

Программа составлена с учетом ФГОС ВО по направлению подготовки бакалавриата «ОпTOTехника», утвержденного приказом Минобрнауки России от 19.09.2017 г. № 948.

**Программу составил:**

подпись

ст. преподаватель

Коноплев Д. Ю.

ФИО

« 25 » июня 2021 г.

Программа обсуждена и одобрена на заседании кафедры «Физики»  
« 28 » июня 2021 г. , протокол № 10

**Согласовано:**

**Заведующий кафедрой «ОпTико-электронные системы»:**

подпись

Беляков Михаил Владимирович

ФИО

« 2 » июля 2021 г.

РПД адаптирована для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

**Ответственный в филиале по работе  
с ЛОВЗ и инвалидами**

подпись

зам. начальника учебного управления Е.В. Зуева

ФИО

«02» июля 2021 г.

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель** освоения дисциплины (модуля): приобретение теоретической и практической подготовки, позволяющей ориентироваться в научно-технической информации и использовать новые физические принципы; формирование в процессе изучения курса научного мышления и мировоззрения, в частности, понимания границ применимости различных физических понятий, законов, теорий, моделей, умения правильно оценивать достоверность результатов экспериментальных и теоретических исследований по направлению 12.03.02 «Оптехника» посредством обеспечения этапов формирования компетенций, предусмотренных ФГОС ВО и ОП ВО в части представленных ниже знаний, умений и навыков.

**Задачи:** является изучение основных физических явлений; овладение фундаментальными понятиями, законами и теориями классической и современной физики, а также методами физического исследования; овладение приемами и методами решения конкретных задач из различных областей физики; ознакомление с измерительной аппаратурой, формирование навыков проведения физического эксперимента, умения выделить физическое содержание в прикладных задачах.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина Физика относится к обязательной части программы.

Перечень последующих дисциплин, для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной дисциплиной:

**Электротехника и электроника,  
 Материаловедение и технология конструкционных материалов,  
 Оптико-электронные приборы и системы,  
 Метрология, стандартизация и сертификация.**

## 3. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Освоение дисциплины направлено на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОП ВО по данному направлению подготовки:

**Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций**

Компетенция	Индикаторы достижения компетенций	Результаты обучения
ОПК-3 Способен проводить экспериментальные исследования и измерения, обрабатывать и представлять полученные данные с учетом специфики оптических измерений	ОПК-3.1 Анализирует результаты экспериментальных исследований и измерений	Знает: <ul style="list-style-type: none"> <li>• основные методы и модели современной физики с учетом специфики оптических измерений,</li> <li>• методы анализа и обработки результатов экспериментальных исследований и измерений.</li> </ul> Умеет: <ul style="list-style-type: none"> <li>• проводить экспериментальные исследования и измерения с учетом специфики оптических измерений,</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• анализировать результаты экспериментальных исследований и измерений.</li> </ul> <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• системой научных знаний в области физики,</li> <li>• навыками самостоятельной работы в области физических исследований.</li> </ul>
	<p>ОПК-3.2 Предлагает методы обработки и представления данных, полученных при измерениях, в т. ч. оптических</p>	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• общие методы обработки и представления данных при физических измерениях,</li> <li>• методы обработки и представления данных для оптических измерений.</li> </ul> <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• обрабатывать данные физических измерений,</li> <li>• определять методы обработки и представления данных, полученных при измерениях, в т. ч. оптических.</li> </ul> <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• навыками самостоятельного получения данных в области физических исследований,</li> <li>• методами обработки и представления данных, полученных при измерениях, в т. ч. оптических.</li> </ul>

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### Структура дисциплины:

Индекс	Наименование	Семестр 1											Семестр 2												
		Кон-троль	РГР	Академических часов								з. е.	Кон-троль	РГР	Академических часов								з. е.		
				Всего	Кон-такт.	Лек	Лаб	Пр	КРП	СР	Кон-троль				Всего	Кон-такт.	Лек	Лаб	Пр	КРП	СР	Кон-троль			
Б1.О.05	Физика	Экз	РГР	180	68	18	16	34			76	36	5	ЗаО		108	34	18	16				65	9	3

Семестр 3											
Кон-троль	РГР	Академических часов								з. е.	
		Всего	Кон-такт.	Лек	Лаб	Пр	КРП	СР	Кон-троль		
Экз	РГР	180	50	18	16	16			94	36	5

##### ОБОЗНАЧЕНИЯ:

##### Виды промежуточной аттестации (виды контроля):

Экз - экзамен;

ЗаО - зачет с оценкой;

За – зачет;

##### Виды работ:

Контакт. – контактная работа обучающихся с преподавателем;

Лек. – лекционные занятия;

Лаб.– лабораторные работы;

Пр. – практические занятия;

КРП – курсовая работа (курсовой проект);

РГР – расчетно-графическая работа (реферат);

СР – самостоятельная работа студентов;

з.е.– объем дисциплины в зачетных единицах.

**Содержание дисциплины:**

№	Наименование видов занятий и тематик, содержание
1	Лекционные занятия 27 шт. по 2 часа: Тема 1. Элементы кинематики. Динамика материальной точки. Тема 2. Механическая энергия. Кинематика и динамика абсолютно твердого тела. Тема 3. Момент импульса. Молекулярно-кинетическая теория. Тема 4. Распределение Максвелла. Распределение Больцмана. Кинетические процессы в газе. Тема 5. Явления переноса. Первое начало термодинамики. Тема 6. Циклы. Тепловые машины. КПД. Энтропия. Тема 7. Реальные газы. Собственные колебания. Тема 8. Затухающие колебания. Вынужденные колебания. Тема 9. Волны. Специальная теория относительности (СТО). Тема 10. Электростатика. Теорема Гаусса для электростатического поля в вакууме. Тема 11. Потенциал электростатического поля. Теорема Гаусса для электростатического поля в диэлектриках. Тема 12. Емкость. Энергия электростатического поля. Тема 13. Электрический ток и его характеристики. Расчет электрических схем. Тема 14. Магнитное поле. Вихревой характер магнитного поля. Тема 15. Действие магнитного поля на ток и на заряд. Магнитное поле в веществе. Тема 16. Электромагнитная индукция. Условия на границе раздела магнетиков. Тема 17. Ферромагнетики и их свойства. Вихревое электрическое поле. Тема 18. Система уравнений Максвелла для магнитного поля. Электромагнитные волны. Тема 19. Интерференция света. Тема 20. Дифракция света. Тема 21. Дисперсия и поляризация света. Тема 22. Квантовая природа излучения. Фотоэффект. Тема 23. Теоретические основы квантовой механики. Тема 24. Стационарные состояния. Уравнение Шредингера для стационарных состояний. Тема 25. Движение свободной частицы. Потенциальный барьер. Тема 26. Атом водорода. Тема 27. Строение ядра. Ядерные реакции.
2	лабораторные работы 12 шт. по 4 часа: Лабораторная работа 1. Определение момента инерции и проверка теоремы Штейнера при помощи трифилярного подвеса. Лабораторная работа 2. Изучение колебаний физического маятника. Лабораторная работа 3. Определение массы моля воздуха. Лабораторная работа 4. Определение коэффициента внутреннего трения и средней длины свободного пробега молекул. Лабораторная работа 5. Определение емкости конденсатора посредством баллистического гальванометра. Лабораторная работа 6. Экспериментальное изучение обобщенного закона Ома. Лабораторная работа 7. Исследование магнитного поля соленоида. Лабораторная работа 8. Изучение эффекта Холла. Лабораторная работа 9. Определение длины световой волны с помощью колец Ньютона. Лабораторная работа 10. Определение длины световой волны при помощи дифракционной решетки.

	Лабораторная работа 11. Изучение законов фотоэффекта. Лабораторная работа 12. Изучение параметров лазерного излучения.
3	практические занятия 25 шт. по 2 часа: Практическое занятие 1. Кинематика. Законы Ньютона. Закон сохранения импульса. Практическое занятие 2. Законы Ньютона. Закон сохранения импульса. Практическое занятие 3. Закон сохранения механической энергии. Практическое занятие 4. Кинематика и динамика абсолютно твердого тела. Момент инерции. Практическое занятие 5. Момент импульса. Практическое занятие 6. Молекулярно-кинетическая теория. Практическое занятие 7. Распределение молекул газа по скоростям. Барометрическая формула. Практическое занятие 8. Кинетические процессы в газе. Практическое занятие 9. Явления переноса. Практическое занятие 10. Первое начало термодинамики. Практическое занятие 11. Круговые процессы (циклы). КПД. Практическое занятие 12. Энтропия. Практическое занятие 13. Реальные газы. Практическое занятие 14. Затухающие колебания. Практическое занятие 15. вынужденные колебания. Практическое занятие 16. Волны. Практическое занятие 17. СТО. Практическое занятие 18. Интерференция света. Практическое занятие 19. Дифракция света. Практическое занятие 20. Дисперсия и поляризация света. Практическое занятие 21. Квантовая природа излучения. Фотоэффект. Практическое занятие 22. Теоретические основы квантовой механики. Практическое занятие 23. Уравнение Шредингера для стационарных состояний. Практическое занятие 24. Атом водорода. Практическое занятие 25. Строение ядра. Ядерные реакции.
4	Курсовые работы учебным планом не предусмотрены
5	расчетно-графическая работа 1 семестр: Механика, основы МКТ и термодинамики. 3 семестр: Оптика и атомная физика.
...	перечень (число позиций по видам работ) строго соответствует видам занятий из учебного плана
...	Самостоятельная работа студентов: Подготовка к практическим занятиям (изучение теоретического материала по теме, выполнение домашнего задания – решение задач, подготовка к тестированию), подготовка к выполнению лабораторных работ.

**Текущий контроль:** выборочная проверка домашнего задания, устный опрос у доски, тестирование, защита лабораторных работ.

## 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Таблица - Образовательные технологии, используемые при реализации различных видов учебной занятости по дисциплине

№ п/п	Виды учебных занятий	Образовательные технологии
1	Лекции	Классическая (традиционная, информационная) лекция Индивидуальные и групповые консультации по дисциплине
2	Практические занятия	Технология обучения на основе решения задач и выполнения упражнений
3	Лабораторная работа	Технология выполнения лабораторных заданий индивидуально Технология выполнения лабораторных заданий в малой группе (в бригаде) Технология обучения в сотрудничестве (командная, групповая работа) Допуск к лабораторной работе Компьютерное входное тестирование
4	Самостоятельная работа студентов (внеаудиторная)	Информационно-коммуникационные технологии (доступ к ЭИОС филиала, к ЭБС филиала, доступ к информационно-методическим материалам по дисциплине)
5	Контроль (промежуточная аттестация: зачет или экзамен)	Технология устного опроса Технология письменного контроля, в том числе тестирование Компьютерное тестирование

## 6. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ – ДЛЯ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

К промежуточной аттестации студентов по дисциплине могут привлекаться представители работодателей, преподаватели последующих дисциплин, заведующие кафедрами.

Оценка качества освоения дисциплины включает как текущий контроль успеваемости, так и промежуточную аттестацию.

Пример карточки по защите лабораторной работы «Изучение колебаний математического маятника»

1. Математический маятник совершает колебания по закону  $\alpha = 0,10 \sin (5,0 t + \pi / 6)$  (рад). Во сколько раз отличаются отклонения маятника от положения равновесия спустя 4,00 и



4,25 периода колебаний.

2. Найти отношение периода колебаний маятника с амплитудой  $\alpha_{02} = 60^\circ$  к периоду с  $\alpha_{01} = 5^\circ$ .

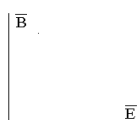
3. Определите частоту колебаний математического маятника длиной 0,58 м.

4. Математический маятник совершает колебания по закону  $\alpha = 0,10 \sin(5,0 t + \pi / 6)$  (рад). Какова фаза колебаний при  $t = 0$ ?

5. Зависит ли период колебаний математического маятника от массы груза?

Пример карточки по защите лабораторной работы «Изучение эффекта Холла»

1. Электрон летит прямолинейно в однородном магнитном поле, представленном суперпозицией взаимно перпендикулярных электрического и магнитного полей. Указать направление скорости электрона.



1. От нас      2. К нам

2. Вычислить напряженность электрического поля  $E$ , сообщаящую электрону ускорение  $a = 9,8 \text{ м/с}^2$ .

1.  $5,6 \cdot 10^{-11} \text{ В/м}$       2.  $5,6 \cdot 10^{-5} \text{ В/м}$       3.  $5,5 \text{ В/м}$

3. Чему равна относительная ошибка  $\varepsilon$  (%) при измерении текущего через образец тока  $i = 2,5 \text{ мА}$ ?

1. 1,5 %      2. 3,0 %      3. 0,50 %

4. Сколько оборотов в секунду  $n$  совершает электрон, двигаясь по окружности, которую он описывает в однородном магнитном поле с индукцией  $B = 2,0 \cdot 10^{-2} \text{ Тл}$ ?

1.  $5,6 \cdot 10^8 \text{ с}^{-1}$       2.  $3,4 \cdot 10^7 \text{ с}^{-1}$       3.  $2,6 \text{ с}^{-1}$

5. В случае эффекта Холла для натриевого проводника при плотности тока  $j = 150 \text{ А/см}^2$  и магнитной индукции  $B = 2,00 \text{ Тл}$  напряженность поперечного электрического поля  $E = 0,750 \text{ мВ/м}$ . Плотность натрия  $\rho = 0,970 \text{ г/см}^3$ . Найти отношение концентрации электронов проводимости  $n_e$  к концентрации атомов в этом проводнике.

1. 0,913      2. 0,957      3. 0,985

Пример карточки лабораторной работы «Изучение законов фотоэффекта»

1. Какой фотоэффект используется в вакуумных фотоэлементах?

1. Внешний      2. Внутренний

2. Во сколько раз энергия фотона, обладающего импульсом  $8 \times 10^{-27} \text{ кг} \cdot \text{м/с}$ , больше кинетической энергии электрона, полученной им при прохождении разности потенциалов 5 В?

1. 6      2. 3      3. 1,5

3. Какой электрод освещают в вакуумном фотоэлементе для возникновения фотоэффекта?

1. Анод      2. Катод      3. Безразлично

4. Чему равно задерживающее напряжение для фотоэлектронов, вырываемых с поверхности металла светом с энергией фотонов  $7,8 \times 10^{-19} \text{ Дж}$ , если работа выхода из этого металла  $3 \times 10^{-19} \text{ Дж}$ ?

1. 5      2. 4      3. 3

5. Капля воды объемом 0,2 мл поглощает за время 1 с количество  $N = 10^{18}$  фотонов монохроматического света длиной волны 0,75 мкм. Найти скорость повышения температуры воды. Считать известными удельную теплоемкость воды, ее плотность, скорость света в вакууме и постоянную Планка. Потерями энергии пренебречь.

1. 0,31 К/с      2. 0,031 К/с      3. 0,22 К/с

Полный ответ на три вопроса соответствует пороговому уровню сформированности компетенции на данном этапе ее формирования, полный ответ на четыре вопроса – продвинутому уровню, при полном ответе на пять вопросов – эталонному уровню.

Критерии оценивания уровня сформированности компетенций ОПК-3 «Способен проводить экспериментальные исследования и измерения, обрабатывать и представлять полученные данные с учетом специфики опTических измерений»

» применяются в процессе защиты расчетно-графической работы, как формы текущего контроля.

В процессе защиты расчетно-графической работы «Механика, молекулярная физика и термодинамика» студенту задаются 3 вопроса из следующего примерного перечня:

1. Как формулируется закон сохранения импульса?
2. В каких условиях выполняется закон сохранения импульса в системе взаимодействующих тел?
3. Как рассчитать работу переменной силы?
4. В чем заключается физический смысл величины 1 Вт?
5. Что такое полная механическая энергия системы тел?
6. Как формулируется закон сохранения механической энергии?
7. Дайте определение момента инерции материальной точки?
8. Сформулируйте теорему Штейнера.
9. Что такое плечо силы относительно некоторой оси вращения?
10. Сформулируйте закон сохранения момента импульса.
11. Какой вид имеет уравнение состояния идеального газа (уравнение Менделеева-Клапейрона)?
12. Как зависит средняя арифметическая скорость молекул газа от температуры?
13. Сформулируйте первое начало термодинамики.
14. Какой процесс называется изотермическим? Изохорным? Изобарным? Адиабатическим?
15. Как рассчитать КПД тепловой машины?
16. Из каких изопроцессов состоит цикл Карно?
17. Сформулируйте второе начало термодинамики.

В процессе защиты расчетно-графической работы «Электростатика. Постоянный электрический ток. Электромагнетизм» студенту задаются 3 вопроса из следующего примерного перечня:

1. Сформулируйте закон Кулона.
2. Как зависит напряженность поля равномерно заряженной длинной нити от расстояния до ее середины?
3. От чего зависит емкость плоского конденсатора?
4. Дайте определение потока вектора напряженности электростатического поля.
5. Сформулируйте теорему Остроградского-Гаусса для вакуума.
6. Закон Ома в дифференциальной форме записи.
7. Как определить энергию, выделяющуюся в проводнике при прохождении электрического тока?
8. Сформулируйте закон Ампера?
9. Как определить направление силы Лоренца, действующей на заряд в однородном магнитном поле?
10. Дайте определение потока вектора магнитной индукции через плоскую поверхность?
11. Сформулируйте правило Ленца.
12. Сформулируйте закон полного тока для вакуума.

Полный ответ на один вопрос соответствует пороговому уровню сформированности компетенции на данном этапе ее формирования, полный ответ на два вопроса – продвинутому уровню, при полном ответе на три вопроса – эталонному уровню.

Оценивается активность работы студентов на практических занятиях, глубина ответов сту-

дента «у доски» при устных опросах в процессе выполнения заданий к каждому занятию, выполнение домашних заданий, правильность ответов при блиц-опросах и тестировании.

Знание основных законов физики соответствует пороговому уровню сформированности компетенции на данном этапе ее формирования; в дополнение к пороговому самостоятельно решать типовые задачи соответствует продвинутому уровню; в дополнение к продвинутому уметь решать задачи повышенной сложности и владеть навыками физического эксперимента соответствует эталонному уровню.

Сформированность компетенции не ниже порогового является основанием для допуска обучающегося к промежуточной аттестации по данной дисциплине

Формой промежуточной аттестации по данной дисциплине является дифференцированный зачет (2-й семестр) и экзамен (1-й и 3-й семестры), оцениваемые по принятой в НИУ «МЭИ» четырехбалльной системе: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Зачет и экзамен по дисциплине «Физика» проводится в устной форме.

Вопросы по формированию и развитию теоретических знаний, предусмотренных компетенциями, закрепленными за дисциплиной (примерные вопросы по лекционному материалу дисциплины):

### 1-й семестр

1. Предмет и структура физики. Метод физического исследования. Физические основы механики. Пространство, время, движение. Элементы кинематики. Система отсчета. Перемещение, скорость, ускорение.
2. Динамика материальной точки. Законы Ньютона. Сила. Масса. Импульс. Системы частиц. Центр инерции. Закон сохранения импульса.
3. Работа. Мощность. Механическая энергия. Закон сохранения механической энергии. Диссипативные силы. Законы сохранения и принципы симметрии.
4. Кинематика и динамика абсолютно твердого тела. Вращение твердого тела относительно неподвижной оси. Момент инерции. Плоское движение. Уравнения движения, момент импульса.
5. Энергия системы частиц. Закон сохранения момента импульса.
6. Молекулярная физика и термодинамика. Методы описания макроскопических систем. Основные уравнения молекулярно-кинетической теории для давления и энергии.
7. Опыт Штерна. Распределение Максвелла. Распределение Больцмана. Равномерное распределение энергии по степеням свободы. Внутренняя энергия.
8. Среднее число столкновений в секунду. Средняя длина свободного пробега молекул. Кинетические процессы. Опытные законы явлений переноса. Вывод коэффициента диффузии.
9. Тепловые процессы. Работа и теплота. Первое начало термодинамики. Теплоемкость.
10. Адиабатный процесс. Уравнение Пуассона.
11. Циклы. Тепловые машины. КПД.
12. Энтропия. Статистическое истолкование энтропии. Второе и третье начала термодинамики.
13. Уравнение состояния реального газа. Силы взаимодействия между молекулами реального газа. Внутренняя энергия реального газа. Конденсация и образование групп молекул. Эффект Джоуля-Томсона.
14. Колебания. Собственные колебания. Гармонический осциллятор. Математический маятник. Энергия при гармонических колебаниях.
15. Ангармонический осциллятор. Линейный осциллятор с затуханием.
16. Вынужденные колебания осциллятора при периодическом воздействии. Резонанс. Параметрические колебания и автоколебания. Сложение гармонических колебаний одинаковой частоты.
17. Принцип инерции. Преобразования Галилея. Постулаты СТО. Преобразования Лоренца. Следствия из преобразований Лоренца.

## 2-й семестр

1. Электростатика. Закон сохранения электрического заряда. Закон Кулона. Напряженность электрического поля. Поток вектора напряженности. Теорема Остроградского-Гаусса в вакууме и ее применение к расчету полей.
2. Работа в электростатическом поле. Разность потенциалов, потенциал. Связь между потенциалом и напряженностью. Вычисление потенциала. Поле диполя. Электрическое поле в веществе. Поляризация диэлектриков.
3. Вектор поляризации и его связь с поверхностной плотностью поляризационных зарядов. Напряженность поля внутри диэлектрика. Теорема Остроградского - Гаусса для диэлектриков. Вектор электростатической индукции. Условия на границе раздела двух диэлектриков. Вычисление напряженности поля в диэлектрике.
4. Проводники в электростатическом поле. Емкость уединенного проводника. Конденсаторы. Примеры вычисления емкости. Энергия заряженного проводника и конденсатора. Энергия электростатического поля. Объемная плотность энергии.
5. Постоянный электрический ток, его характеристики и условия существования. Законы Ома и Джоуля - Ленца в дифференциальной форме. Обобщенный закон Ома в интегральной форме. Разность потенциалов, электродвижущая сила, напряжение.
6. Классическая электронная теория металлов. Вывод законов Ома и Джоуля - Ленца из электронных представлений. Сверхпроводимость. Работа выхода электронов из металла. Термоэлектронная эмиссия.
7. Магнитное поле. Закон Ампера. Вектор магнитной индукции. Магнитное поле тока. Закон Био - Савара - Лапласа и применение к расчету магнитного поля. Магнитное поле прямого и кругового токов. Закон полного тока для магнитного поля в вакууме и его применение к расчету полей тороида и длинного соленоида.
8. Действие магнитного поля на ток и на движущийся заряд. Сила Лоренца. Эффект Холла. Контур с током в магнитном поле. Магнитный момент витка с током. Магнитный поток.
9. Работа при перемещении проводника и контура с током в магнитном поле. Пото-косцепление. Явление электромагнитной индукции. Закон Ленца. Закон Фарадея - Максвелла и его вывод. Заряд, индуцированный при явлении электромагнитной индукции.
10. Явление самоиндукции. Индуктивность. Расчет индуктивности для тороида. Явление взаимной индукции. Взаимная индуктивность для тороида. Энергия магнитного поля. Объемная плотность энергии.
11. Магнитное поле в веществе. Микро - и макротоки. Вектор намагниченности. Закон полного тока для магнитного поля в веществе. Напряженность магнитного поля. Изотропные магнетики. Относительная магнитная проницаемость. Условия на границе раздела двух магнетиков.
12. Типы магнетиков. Элементарная теория диа - и парамагнетизма. Ферромагнетизм. опыты Столетова. Кривая намагничивания. Магнитный гистерезис.
13. Домены. Точка Кюри. Спиновая природа ферромагнетизма. Электрический колебательный контур. Дифференциальное уравнение затухающих электромагнитных колебаний и его решение. Логарифмический декремент и коэффициент затухания. Гармонические электромагнитные колебания.
14. Вынужденные электромагнитные колебания. Амплитуда и фаза вынужденных колебаний. Резонанс. Общая характеристика теории Максвелла. Первое уравнение Максвелла в интегральной форме. Ток смещения. Второе уравнение Максвелла.
15. Полная система уравнений Максвелла для электромагнитного поля. Уравнения Максвелла в дифференциальной форме. Полная система уравнений Максвелла в дифференциальной форме. Электромагнитные волны и их свойства.
16. Электромагнитные волны и опыты Герца. Вибратор и резонатор. Волновая зона. Энергия электромагнитных волн. Поток энергии. Вектор Умова - Пойтинга. Открытие радио Поповым. Принцип радиосвязи. Распространение радиоволн. Радиолокация.

### 3-й семестр

1. Оптика. Развитие представлений о природе света. Интерференция света. Когерентность и монохроматичность. Способы получения интерференционной картины.
2. Способы наблюдения интерференции света. Расчет интерференционной картины от двух источников. Дифракция света. Принцип Гюйгенса-Френеля. Зоны Френеля. Прямолинейное распространение света. Дифракция на одной щели и на дифракционной решетке. Дифракция рентгеновских волн на пространственной решетке. Понятие о голографии.
3. Дисперсия света. Электронная теория дисперсии. Нормальная и аномальная дисперсия. Рассеяние, поглощение света.
4. Поляризация электромагнитных волн. Линейное и циркулярное состояние поляризации. Неполяризованное электромагнитное излучение. Способы получения поляризованного света.
6. Квантовая природа излучения. Тепловое излучение. Законы теплового излучения абсолютно черного тела. Фотоэлектрический эффект. Законы внешнего фотоэффекта. Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта. Красная граница фотоэффекта.
6. Фотоны. Энергия фотона. Импульс фотона. Эффект Комптона. Давление света. Опыт Лебедева.
7. Атомная и ядерная физика. Физические основы квантовой механики. Принцип неопределенности. Корпускулярно-волновой дуализм. Квантовые состояния.
8. Суперпозиция состояний. Физические величины и операторы.
9. Стационарные состояния. Волновая функция и ее физический смысл. Уравнение Шредингера для стационарных состояний. Потенциальная, кинетическая и полная энергии электрона в стационарных состояниях.
10. Движение свободной частицы. Потенциальный барьер. Туннельный эффект. Решение уравнения Шредингера для потенциального барьера.
11. Частица в потенциальной яме. Решение уравнения Шредингера для частицы в потенциальной яме. Гармонический осциллятор.
12. Атом водорода. Электрон в атоме водорода. Спектры испускания и поглощения. Системы микрочастиц. Принцип тождественности. Фермионы и бозоны.
13. Принцип Паули. Периодическая система элементов. Заполнение электронами уровней в атомах. Основные квантовые числа.
14. Поглощение, спонтанное и вынужденное излучения. Оптические квантовые генераторы.
15. Квантовые статистики Ферми-Дирака и Бозе-Эйнштейна. Электронный газ в металлах.
25. Теплоемкость твердых тел. Фононы. Элементы зонной теории твердых тел. Металлы, диэлектрики полупроводники.
16. Ядра атомов. Нуклоны. Характеристики ядерных состояний. Ядерные силы. Модели ядра.
17. Переходы между ядерными состояниями. Ядерные реакции. Цепная реакция деления. Элементарные частицы.

Вопросы по приобретению и развитию практических умений, предусмотренных компетенциями, закрепленными за дисциплиной  
(примеры вопросов к практическим занятиям, лабораторным работам)

### 1-й семестр

1. Что такое вектор перемещения? Всегда ли модуль вектора перемещения равен отрезку пути, пройденному точкой?
2. Что характеризует тангенциальная составляющая ускорения? нормальная составляющая?

Каковы их модули?

3. Что называется угловой скоростью? Угловым ускорением? Как определяются их направления?
4. Какова связь между линейными угловыми величинами?
5. Что такое сила?
6. сформулируйте законы Ньютона.
7. В чем заключается закон сохранения импульса? В каких системах он выполняется?
8. Что называется центром масс системы материальных точек?
9. В чем различие между понятиями энергия и работа?
10. Как найти работу переменной силы?
11. Что такое мощность?
12. Какие виды механической энергии известны?
13. Сформулируйте закон сохранения механической энергии. Для каких систем он выполняется?
14. Чем отличается абсолютно упругий удар от абсолютно неупругого?
15. Что такое момент инерции тела?
16. Сформулируйте и поясните теорему Штейнера.
17. Что называется моментом силы относительно оси? Как определяется направление момента силы?
18. Сформулируйте закон динамики вращательного движения твердого тела.
19. Что такое момент импульса материальной точки? твердого тела? Как определяется направление вектора момента импульса?
20. Сформулируйте закон сохранения момента импульса. В каких системах он выполняется?
21. В чем отличие веса тела от силы тяжести?
22. В чем заключаются основные постулаты специальной теории относительности?
23. Запишите и прокомментируйте преобразования Лоренца. При каких условиях они переходят в преобразования Галилея?
24. Что такое термодинамические параметры? Какие термодинамические параметры известны?
25. В чем заключается молекулярно-кинетическое толкование давления газа?
26. Запишите основное уравнение молекулярно-кинетической теории идеального газа?
27. Начертите график распределения молекул по скоростям.
28. Как определяется наиболее вероятная скорость движения молекул? Средняя скорость?
29. От каких параметров зависит средняя длина свободного пробега молекул?
30. В чем сущность явления переноса? Каковы они и при каких условиях возникают?
31. Сформулируйте законы Фурье, Фика, Ньютона.
32. В чем суть закона Больцмана о равномерном распределении энергии по степеням свободы?
33. Что такое внутренняя энергия идеального газа? В результате каких процессов может изменяться внутренняя энергия системы?
34. Что такое теплоемкость газа? Какая из теплоемкостей –  $C_v$  или  $C_p$  – больше и почему?
35. Чему равна работа изобарного расширения 1 моль идеального газа при нагревании на 1К?
36. Нагревается или охлаждается газ, если он расширяется при постоянном давлении?
37. Газ переходит из состояния 1 в состояние 2 в результате следующих процессов: 1) изотермического; 2) изобарного; 3) изохорного. Рассмотрев эти процессы графически, покажите: 1) в каком процессе работа расширения максимальна; 2) когда газу сообщается максимальное количество теплоты?
38. Как изменится температура газа при адиабатном расширении?

39. Возможен ли процесс, при котором теплота, взятая от нагревателя, полностью преобразуется в работу?
40. В каком направлении может изменяться энтропия замкнутой системы? Незамкнутой системы?
41. Дайте понятие энтропии (определение, единица измерения, математическое выражение энтропии для различных процессов).
42. Изобразите в координатах  $T-S$  изопроцессы.
43. Представьте цикл Карно на диаграмме  $p, V$  графически.
44. Запишите и проанализируйте уравнение Ван-дер-Ваальса.
45. Чем отличаются реальные газы от идеальных?
46. Что такое колебания? Свободные колебания? Гармонические колебания? Периодические процессы?
47. Дайте определение амплитуды, фазы, периода, частоты, циклической частоты колебаний.
48. Что называется гармоническим осциллятором? Пружинным маятником? Физическим? Математическим?
49. Приведите формулы для периодов колебаний математического, пружинного и физического маятников.
50. Что такое приведенная длина физического маятника?
51. Запишите и проанализируйте дифференциальное уравнение свободных гармонических колебаний.
52. Какова траектория точки, участвующей одновременно в двух взаимно перпендикулярных колебаниях с одинаковыми периодами? Как получается окружность? Прямая?
53. По какому закону изменяется амплитуда затухающих колебаний?

## 2-й семестр

1. Сформулируйте условия применимости закона Кулона для определения силы взаимодействия двух заряженных тел.
2. Дайте определение напряженности электрического поля.
3. Сформулируйте принцип суперпозиции электростатических полей.
4. Как определить силу, действующую на электрический заряд в электрическом поле?
5. Запишите выражение для работы, совершаемой силами электростатического поля по перемещению точечного электрического заряда.
6. Дайте определение потенциала и разности потенциалов электростатического поля.
7. Что называют потоком вектора напряженности электростатического поля?
8. Сформулируйте теорему Остроградского-Гаусса для электростатического поля в вакууме.
9. Как происходит поляризация диэлектриков с полярными и неполярными молекулами?
10. Какие физические величины количественно характеризуют поляризацию диэлектриков?
11. Как наличие диэлектрика влияет на напряженность электростатического поля?
12. Как распределены заряды по поверхности проводника?
13. Какая система проводников называется конденсатором?
14. Что называется электроемкостью конденсатора?
15. Как рассчитать энергию заряженного конденсатора?
16. Запишите выражение для объемной плотности энергии электростатического поля.
17. Запишите закон Ома для участка цепи, содержащего ЭДС.
18. Сформулируйте правило знаков при записи закона Ома.
19. Дайте определение магнитной индукции.
20. Напишите выражение закона Био-Савара-Лапласа для определения магнитной индукции элемента проводника с током.

21. Напишите закон полного тока.
22. Напишите выражения для силы Лоренца. Для силы Ампера.
23. В чем заключается явление электромагнитной индукции.
24. сформулируйте и запишите закон Фарадея для электромагнитной индукции.
25. Напишите выражение для ЭДС электромагнитной индукции, возникающей в проводнике при движении его в магнитном поле.
26. Напишите уравнение, связывающее циркуляцию напряженности вихревого электрического поля с индукцией магнитного поля.
27. В чем заключается явление самоиндукции?
28. Что называется объемной плотностью энергии магнитного поля? Напишите формулу для определения объемной плотности энергии магнитного поля.
29. Дайте определение намагниченности.
30. Что называется напряженностью магнитного поля? Как она связана с магнитной индукцией и намагниченностью?
31. Сформулируйте закон полного тока для магнитного поля в веществе.
32. Какие типы магнетиков известны? Чем они отличаются?
33. Чем обусловлены магнитные свойства атомов?
34. Какие вещества относятся к диамагнетикам? В чем особенности намагничивания диамагнетиков?
35. Какие вещества относятся к парамагнетикам? В чем особенности намагничивания парамагнетиков?
36. Каковы особенности магнитных свойств ферромагнетиков?
37. В чем заключается явление магнитного гистерезиса?
38. Опишите механизм возникновения собственных гармонических колебаний в колебательном контуре.
39. Как зависит от времени амплитуда затухающих колебаний?
40. Что называется коэффициентом колебаний? От каких параметров колебательного контура он зависит?
41. Что называется логарифмическим декрементом затухания?
42. Изобразите схему электрической цепи колебательного контура.
43. В чем заключается явление резонанса в колебательном контуре?
44. Что называется «током смещения»?
45. Какое поле называется электромагнитным?
46. Напишите уравнение плоской электромагнитной волны.
47. Сформулируйте основные свойства электромагнитных волн.
48. В чем заключается физический смысл вектора Умова-Пойнтинга? Чему он равен?

### 3-й семестр

1. Дайте определение интерференции света.
2. Какие волны называются когерентными?
3. Как можно наблюдать интерференцию света?
4. Что называют дифракцией света?
5. Сформулируйте Принцип Гюйгенса-Френеля.
6. Сформулируйте законы прямолинейного распространения света.
7. В чем отличие дифракции Фраунгофера от дифракции Френеля.
8. Дайте определение дисперсии света.
9. В чем различие нормальной и аномальной дисперсий?
10. Сформулируйте основные положения теории рассеяния света.
11. Что такое поляризация электромагнитных волн?



12. Какие типы поляризации вы знаете?
13. Сформулируйте закон Малюса.
14. Какие существуют способы получения поляризованного света?
15. В чем квантовая природа излучения?
16. Сформулируйте основные законы теплового излучения.
17. В чем заключается фотоэлектрический эффект?
18. Сформулируйте законы внешнего фотоэффекта.
19. Что такое красная граница фотоэффекта?
20. В чем заключается эффект Комптона?
21. Сформулируйте принцип неопределенности.
22. В чем проявляется корпускулярно-волновой дуализм?
23. Что такое стационарное состояние?
24. Запишите уравнение Шредингера для стационарных состояний.
25. Какими квантовыми числами определяются стационарные состояния?
26. В чем заключается туннельный эффект?
27. В чем заключается физический смысл волновой функции?
28. Опишите поведение частица в потенциальной яме.
29. Дайте определение гармонического осциллятора.
30. Сформулируйте основные положения теории Бора для атома водорода.
31. В чем разница спектров испускания и поглощения?
32. Сформулируйте принцип тождественности.
33. Дайте определение фермиона и бозоны.
34. Дайте определение бозона.
35. Сформулируйте принцип Паули.
36. Сформулируйте основные принципы построения периодической системы элементов.
37. Что такое спонтанное и вынужденное излучения.
38. Дайте определение оптического квантового генератора.
39. Перечислите типы лазеров.
40. Чем отличаются квантовые статистики Ферми-Дирака и Бозе-Эйнштейна.
41. Дайте определение фонона.
42. Чем отличаются металлы, диэлектрики и полупроводники с точки зрения зонной теории твердых тел?
43. Из каких частиц состоят ядра атомов?
44. Назовите характеристики ядерных состояний.
45. дайте определение ядерных сил.
46. Перечислите модели ядра.
47. Какие типы ядерных реакций вы знаете?
48. Перечислите известные вам элементарные частицы.

Вопросы по закреплению теоретических знаний, умений и практических навыков, предусмотренных компетенциями (вопросы к зачету и экзамену)

### 1-й семестр

Первый вопрос в зачетном билете студента – вопрос по лекционному материалу (вопросы 1-33). Второй вопрос – задача, близкая к задачам, разобранным на практических занятиях и в процессе выполнения расчетно-графических работ (вопросы 34- 62).

1. Кинематика материальной точки. Системы отсчета. Два способа описания движения материальной точки. Скорость и ускорение произвольно движущейся материальной точки.

2. Вращательное движение твердого тела относительно неподвижной оси. Угловая скорость и угловое ускорение.

3. Вывод закона сохранения импульса. Центр инерции (центр масс) механической системы.
4. Работа и мощность. Работа переменной силы. Консервативные силы. Энергия кинетическая и потенциальная.
5. Потенциальная энергия материальной точки во внешнем силовом поле. Ее связь с силой, действующей на материальную точку.
6. Закон сохранения энергии в механике. Центральный удар абсолютно упругих шаров. Расчет скоростей шаров после соударения. Соударение двух шаров с резко отличающимися массами.
7. Динамика вращательного движения абсолютно твердого тела. Момент силы. Работа при вращении абсолютно твердого тела вокруг неподвижной оси.
8. Кинетическая энергия абсолютно твердого тела, вращающегося относительно неподвижной оси. Момент инерции. Теорема Штейнера. Моменты инерции тел простейшей геометрической формы.
9. Вывод основного уравнения динамики вращательного движения абсолютно твердого тела. Момент импульса материальной точки и твердого тела. Закон сохранения момента импульса.
10. Основные газовые законы и область их применения. Идеальный газ. Вывод уравнения Клапейрона-Менделеева. Универсальная газовая постоянная
11. Вывод основного уравнения молекулярно-кинетической теории газов для давления. Средняя квадратичная скорость молекул. Средняя кинетическая энергия поступательного движения молекул газа.
12. Распределение скоростей молекул по Максвеллу. Наиболее вероятная, средняя арифметическая и квадрат средней квадратичной скоростей.
13. Идеальный газ в поле силы тяжести. Вывод барометрической формулы. Распределение Больцмана.
14. Число столкновений и средняя длина свободного пробега молекул. Явление переноса в газах. Опытные законы диффузии, внутреннего трения и теплопроводности. Коэффициенты переноса и их зависимость от давления.
15. Работа газа при его расширении. Внутренняя энергия идеального газа. Равномерное распределение энергии по степеням свободы.
16. Теплоемкость идеального газа при постоянном давлении и постоянном объеме. Уравнение Майера. Классическая теория теплоемкостей идеального газа.
17. Теплота и работа. Первое начало термодинамики и закон сохранения и превращения энергии. Применение первого начала термодинамики к изохорическому процессу. Количество подводимого тепла в этом процессе.
18. Применение первого начала термодинамики к изобарическому и изотермическому процессам. Работа, совершаемая газом, и количество подводимого тепла.
19. Адиабатический процесс, уравнение Пуассона. Работа газа в адиабатическом процессе.
20. Круговые процессы (циклы). КПД тепловой машины. Цикл Карно и его термический КПД.
21. Энтропия. Примеры вычисления энтропии. Термодинамическая диаграмма T-S и ее применение.
22. Реальные газы. Отступления от законов идеальных газов. Взаимодействие молекул. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Анализ уравнения Ван-дер-Ваальса.
23. Уравнение Ван-дер-Ваальса и сопоставление его с опытом. Критическое состояние. Связь между критическими параметрами. Внутренняя энергия реального газа.
24. Гармоническое колебательное движение. Общий признак колебаний. Дифференциальное уравнение гармонических колебаний. Энергия гармонических колебаний.
25. Физический и математический маятники. Периоды их колебаний. Приведенная длина физического маятника.
26. Затухающие колебания. Дифференциальное уравнение затухающих колебаний и его

решение. Логарифмический декремент и коэффициент затухания.

27. Вынужденные механические колебания. Дифференциальное уравнение вынужденных колебаний и его решение. Резонанс. Условия резонанса.

28. Сложение гармонических колебаний, направленных вдоль одной прямой. Сложение взаимно перпендикулярных колебаний. Поляризованные колебания.

29. Образование волн в упругой среде. Продольные и поперечные волны. Уравнение плоской волны. Фазовая скорость.

30. Интерференция волн. Волновое уравнение. Стоячие волны.

31. Элементы специальной теории относительности. Принцип относительности в классической механике. Преобразования Галилея. Постулаты специальной теории относительности. Преобразования Лоренца.

32. Релятивистская кинематика: длина тел в разных системах отсчета.

33. Релятивистская кинематика: длина тел и длительность событий в разных системах отсчета, релятивистский закон сложения скоростей.

34. Какой логарифмический декремент затухания маятника длиной 0,80 м, если его начальная амплитуда  $5,0^\circ$ , а через 5,0 мин амплитуда равна  $0,5^\circ$ ?

35. В цилиндре под поршнем находится водород массой  $m=0,02$  кг при температуре  $T_1 = 300$  К. Водород начал расширяться адиабатно, увеличив свой объем в пять раз, а затем был сжат изотермически, причем объем уменьшился в пять раз. Найти температуру  $T_2$  в конце адиабатного расширения и работу, совершенную газом. Изобразить процесс графически

36. Идеальный многоатомный газ совершает цикл, состоящий из двух изохор и двух изобар, причем наибольшее давление газа в два раза больше наименьшего, а наибольший объем в четыре раза больше наименьшего. Определить термический КПД цикла.

37. Найти молярную массу воздуха, считая, что он состоит из одной части кислорода и трех частей азота ( $m_1:m_2 = 1:3$ ).

38. Колебания материальной точки массой 10 г описываются уравнением (в системе СИ)

$x = 0,10 \sin(\pi t/2 + \pi/4)$ . Определить период колебаний, максимальное значение возвращающей силы и полную энергию материальной точки.

39. При адиабатном расширении кислорода с начальной температурой  $T_1 = 320$  К внутренняя энергия уменьшилась на  $\Delta U = 8,4$  кДж, а его объем увеличился в  $n = 10$  раз. Определить массу кислорода.

40. Кислород  $O_2$  массой  $m = 0,20$  кг нагревают от температуры  $t_1 = 27^\circ\text{C}$  до температуры  $t_2 = 127^\circ\text{C}$ . Найти изменение энтропии, если известно, что начальное и конечное давление газа одинаково.

41. В баллоне вместимостью  $V = 25$  л находится водород при температуре  $T = 290$  К. После того, как часть водорода израсходовали, давление в баллоне понизилось на  $\Delta p = 0,4$  МПа. Определить массу израсходованного водорода.

42. Какова частота, амплитуда и начальная фаза колебаний, заданных уравнением (в системе СИ)  $S = \sin(630t + 1)$ ?

43. За какое время тело спустится с вершины наклонной плоскости высотой 3,0 м и углом у основания  $60^\circ$ , если максимальный угол у основания наклонной плоскости, при котором тело находится на ней в покое, равен  $30^\circ$ ?

44. Платформа, имеющая форму сплошного однородного диска, может вращаться по инерции вокруг неподвижной вертикальной оси. На краю платформы стоит человек, масса которого в 3 раза меньше массы платформы. Определите, как и во сколько раз изменится угловая скорость вращения платформы, если человек перейдет ближе к центру на расстояние, равное половине радиуса платформы.

45. Под действием какой силы  $F$  у тела массой  $m = 10,0$  кг при прямолинейном движении изменение пути со временем происходит по закону  $S = A(B - Ct)t$ , где  $A = 10 \text{ c}^{-1}$ ,  $B = 1,0$  м,  $C = 2,0$

м/с. Представить графически зависимость  $v(t)$  и  $a(t)$ .

46. Шарик массой 400 г, летящий горизонтально со скоростью 10 м/с, ударяется о призму массой 2,0 кг, стоящую на идеально гладкой плоскости и после абсолютно упругого удара отскакивает вертикально вверх. Найти скорости шарика и призмы после удара.

47. Диск радиусом  $R=24$  см колеблется около горизонтальной оси, проходящей через середину одного из радиусов перпендикулярно плоскости диска. Определить период колебаний такого маятника.

48. Производится калибровка баллистического маятника. Баллистический маятник представляет собой устройство, состоящее из нити длиной 2 м, на которой подвешен небольшой ящик с песком массой 2 кг. Пуля массой 20 г, летящая горизонтально, попадает в ящик и застревает в нем. Определите углы отклонения нити маятника при скоростях пути 200, 300 и 400 м/с.

49. На однородный сплошной цилиндрический вал радиусом  $R = 50$  см намотана легкая нить, к концу которой прикреплен груз массой  $m = 6,4$  кг. Груз, разматывая нить, опускается с ускорением  $a = 2,0$  м/с<sup>2</sup>. Определите: 1) момент инерции  $J$  вала; 2) массу  $m_1$  вала.

50. В центре скамьи Жуковского стоит человек и держит в руках стержень длиной  $l = 2,4$  м и массой  $m = 8$  кг, расположенный вертикально по оси вращения скамьи. Скамья с человеком вращается с частотой  $n_1 = 1,0$  с<sup>-1</sup>. С какой частотой  $n_2$  будет вращаться скамья с человеком, если он повернет стержень в горизонтальное положение? Суммарный момент инерции человека и скамьи  $I = 6$  кг м<sup>2</sup>.

51. Вычислить момент инерции  $J$  проволочного прямоугольника со стороной  $a = 12$  см и  $b = 16$  см относительно оси, лежащей в плоскости прямоугольника и проходящей через середины малых сторон. Масса равномерно распределена по длине проволоки с линейной плотностью  $\tau = 0,1$  кг м.

52. Уравнение колебаний математического маятника  $x = 2 \sin(2\pi t + \pi/2)$ , где  $x$  измеряется в см. Масса колеблющегося тела 5,0 г. Определите полную механическую энергию колеблющегося тела.

53. Тело массой 2,0 кг абсолютно не упруго ударяется о покоящееся тело массой 3,0 кг. Найти отношение кинетических энергий до и после удара.

54. Тело массой  $m$  совершает гармонические колебания по закону  $x = 0,1 \cos(4\pi t + \pi/4)$ , м. Определите максимальные значения возвращающей силы и кинетической энергии.

55. В баллоне вместимостью  $V = 25$  л находится водород при температуре  $T = 290$  К. После того, как часть водорода израсходовали, давление в баллоне понизилось на  $\Delta p = 0,4$  МПа. Определить массу израсходованного водорода.

56. Идеальный двухатомный газ, содержащий количество вещества  $\nu = 1$  моль и находящийся под давлением  $p_1 = 0,1$  МПа при температуре  $T_1 = 300$  К. нагревают при постоянном объеме до давления  $p_2 = 0,2$  МПа. После этого газ изотермически расширился до начального давления и затем изобарно был сжат до начального объема  $V_1$ . Построить график цикла. Определить температуру  $T$  газа для характерных точек цикла и его термический КПД.

57. При изобарическом сжатии азота ( $N_2$ ) совершена работа 12 кДж. Определить затраченное количество теплоты и изменение внутренней энергии газа.

58. Какая часть молекул водорода, находящихся при температуре  $T = 400$  К, обладает скоростями, отличающимися от наиболее вероятной скорости не свыше чем на 5,0 м/с?

59. При нагревании двухатомного идеального газа ( $\nu=2$  моль) его термодинамическая температура увеличилась в  $n=2$  раза. Определите изменение энтропии, если нагревание происходит 1) изохорно, 2) изобарно.

60. Считая, что давление воздуха у поверхности Земли равно  $10^5$  Па, и считая температуру воздуха равной  $0^\circ\text{C}$  и не изменяющейся с высотой, найти плотность воздуха у поверхности Земли и на высоте 4,0 км.

61. Определите момент инерции  $I$  тонкого однородного стержня длиной  $l = 50$  см и массой  $m = 360$  г относительно оси, перпендикулярной стержню и проходящей через точку, отстоящую от

конца стержня на  $1/6$  его длины.

62. Шар и цилиндр, изготовленные из одного и того же материала, катятся без скольжения с одинаковой скоростью. Определите, во сколько раз кинетическая энергия шара меньше кинетической энергии сплошного цилиндра.

## 2-й семестр

Первый и второй вопросы в экзаменационном билете студента – вопрос по лекционному материалу (вопросы 1-31). Третий вопрос – задача, близкая к разбираемым на практических занятиях и в процессе выполнения расчетно-графических работ (вопросы 35- 55).

1. Взаимодействие электрических зарядов. Закон Кулона. Понятие электрического поля. Напряженность поля точечного заряда.

2. Принцип суперпозиции электрических полей. Плотность электрического заряда. Поле бесконечно длинной равномерно заряженной нити.

3. Поток вектора напряженности электрического поля. Теорема Остроградского-Гаусса в вакууме и ее применение для расчета полей равномерно заряженной бесконечной плоскости, шара.

4. Работа в электростатическом поле. Разность потенциалов. Связь между потенциалом и напряженностью. Эквипотенциальные поверхности. Потенциал поля точечного заряда.

5. Вычисление потенциала в простейших электрических полях: поле точечного заряда, шаровой конденсатор, плоский конденсатор.

6. Потенциал и напряженность поля диполя.

7. Поляризация диэлектриков. Типы диэлектриков. Вектор поляризации и его связь с поверхностной плотностью поляризованных зарядов. Напряженность электростатического поля внутри диэлектрика. Относительная диэлектрическая проницаемость.

8. Вывод теоремы Остроградского - Гаусса для диэлектриков. Вектор электрического смещения.

9. Условия на границе раздела двух диэлектриков. Сегнетоэлектрики. Пьезоэлектрический эффект.

10. Конденсаторы. Примеры вычисления емкости: плоский конденсатор, сферический конденсатор. Энергия заряженного конденсатора. Энергия электростатического поля. Объемная плотность энергии.

11. Постоянный электрический ток, его характеристики и условия существования. Законы Ома и Джоуля - Ленца в дифференциальной форме.

12. Обобщенный закон Ома в дифференциальной и интегральной формах при наличии сторонних сил. ЭДС, разность потенциалов и напряжение. Сверхпроводимость.

13. Закон Ампера для взаимодействия двух элементов тока. Магнитное поле. Индукция магнитного поля.

14. Закон Био-Савара-Лапласа. Принцип суперпозиции магнитных полей. Расчет магнитных полей прямого тока и кругового тока.

15. Вывод закона полного тока для магнитного поля в вакууме. Применение закона для расчета полей тороида и длинного соленоида.

16. Действие магнитного поля на ток. Взаимодействие параллельных токов.

17. Действие магнитного поля на движущийся электрический заряд. Сила Лоренца. Траектория движения заряда в магнитном поле.

18. Эффект Холла, его физический смысл и применение в современной науке и технике.

19. Магнитный поток. Работа при перемещении проводника и контура с током в магнитном поле. Потокосцепление.

20. Явление электромагнитной индукции. Правило Ленца. Закон Фарадея-Максвелла и его вывод. Заряд, индуцированный при явлении электромагнитной индукции.

21. Явление самоиндукции. Индуктивность. Расчет индуктивности для тороида.

22. Явление взаимной индукции. Коэффициент взаимной индукции. Энергия магнитного поля. Объемная плотность энергии магнитного поля.

23. Магнитное поле в веществе. Микро- и макроток. Вектор намагниченности. Вывод закона полного тока для магнитного поля в веществе. Понятие напряженности магнитного поля. Относительная магнитная проницаемость.

24. Магнитные среды. Условия на границе раздела двух магнетиков. Преломление линий магнитной индукции. Диамагнетики и парамагнетики.

25. Ферромагнетизм. Кривая намагничивания. Магнитный гистерезис. Домены. Точка Кюри.

26. Колебательный контур. Дифференциальное уравнение свободных электромагнитных колебаний. Период колебаний. Добротность контура. Гармонические электромагнитные колебания. Формула Томсона.

27. Вынужденные электромагнитные колебания. Резонанс. Амплитуда и фаза вынужденных колебаний. График зависимости амплитуды тока от частоты вынужденных колебаний.

28. Общая характеристика теории Максвелла. Первое и второе уравнения Максвелла в интегральной форме. Ток смещения.

29. Общая характеристика теории Максвелла. Полная система уравнений Максвелла для электромагнитного поля. Следствия из уравнений.

30. Плоская электромагнитная волна.

31. Энергия электромагнитных волн. Поток энергии. Вектор Умова-Пойнтинга.

32. В катушке без сердечника за время  $\Delta t = 0,01$  с сила тока увеличивается равномерно от  $I_1 = 1,0$  А до  $I_2 = 2,0$  А. При этом в катушке возникает ЭДС самоиндукции. Определите: 1) индуктивность катушки, 2) поток магнитной индукции при силе тока  $I_2$ , 3) изменение магнитного поля катушки.

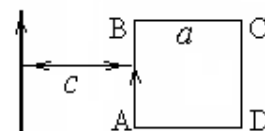
33. Электрон массой  $m_e$  движется в однородном магнитном поле с индукцией  $B$  по винтовой линии радиусом  $R$  и шагом  $h$ . Найти кинетическую энергию электрона.

34. В однородной и изотропной среде с  $\varepsilon = 3,0$  и  $\mu = 1,0$  распространяется плоская электромагнитная волна. Амплитуда напряженности электрического поля волны  $E_0 = 10$  В/м. Найти амплитуду индукции магнитного поля волны  $B_0$  и фазовую скорость волны  $v$ .

35. Плоская электромагнитная волна распространяется в однородной и изотропной среде с  $\varepsilon = 2,0$  и  $\mu = 1,0$ . Амплитуда напряженности электрического поля волны  $E_0 = 12$  В/м. Определить фазовую скорость волны  $v$  и амплитуду напряженности магнитного поля волны  $H_0$ .

36. Конденсатор ёмкостью  $C = 500$  пФ соединён с катушкой длиной  $l = 40$  см и площадью сечения  $S = 5$  см<sup>2</sup>. Катушка содержит  $N = 100$  витков. Сердечник немагнитный. Найти период  $T$  колебаний этой системы.

37. Расстояние между проводником с током  $I = 4,0$  А и ближайшей стороной квадратной рамки с током  $I_1 = 2,0$  А  $c = 30$  мм увеличили в два раза. Сторона рамки  $a = 30$  мм. Определить совершённую при этом работу, если увеличение расстояния осуществлено поворотом рамки на  $180^\circ$  около стороны CD



38. Колебательный контур имеет индуктивность  $L = 1,6$  мГн, ёмкость  $C = 0,04$  мкФ и максимальное напряжение на зажимах  $U_{\text{макс}} = 200$  В. Определить максимальную силу тока  $I_{\text{макс}}$  в контуре. Сопротивление контура ничтожно мало.

39. Прямой проводник длиной  $l = 40$  см движется в однородном магнитном поле со скоростью  $v = 5$  м/с перпендикулярно линиям индукции. Найти индукцию магнитного поля  $B$ , если возникающая при этом разность потенциалов между концами проводника  $U = 0,6$  В.

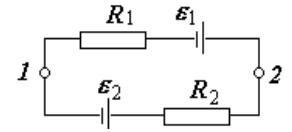
40. Квадратная проволочная рамка со стороной  $a = 20$  см расположена в магнитном поле, индукция которого с течением времени изменяется по закону  $B = 0,20 \cos 5,23t$ , так, что нормаль к рамке образует угол  $\beta = 60^\circ$  с направлением поля. Определить величину э.д.с. индукции в рамке в момент времени  $\tau = 4,0$  с.

41. По обмотке тороида, содержащего  $N = 2000$  витков, течёт ток  $I = 5,0$  А. Диаметр торои-

да по средней линии  $D = 30$  см. Определить максимальное  $B_1$  и минимальное  $B_2$  значения магнитной индукции в тороиде, сечение которого - круг радиусом  $r = 50$  мм.

42. Найти силу, действующую со стороны длинного проводника с током  $I_1=12$  А на короткий прямой проводник с током  $I_2=10$  А, расположенный в той же плоскости, что и первый, перпендикулярный к нему. Длина короткого проводника  $l_1 = 20$  см, его ближайший конец отстоит от длинного проводника на  $l_2 = 15$  см.

43. Найти разность потенциалов  $\varphi_1 - \varphi_2$  между точками 1 и 2 схемы, если  $R_1 = 10$  Ом,  $R_2 = 20$  Ом,  $\varepsilon_1 = 5$  В и  $\varepsilon_2 = 2,0$  В. Внутренние сопротивления источников тока пренебрежимо малы.



44. В вакууме имеется скопление зарядов в форме шара радиусом  $R$ . Объёмная плотность зарядов изменяется по закону  $\rho = \sigma / r$ , где  $\sigma$  - постоянная величина,  $r$  - расстояние от центра шара. Найти зависимость  $E = E(r)$  и построить соответствующий график.

45. Тонкий длинный стержень равномерно заряжен с линейной плотностью  $\tau = 10$  нКл/м. На продолжении оси стержня на расстоянии  $a = 20$  см от его конца находится точечный заряд  $q = 10$  нКл. Определить силу взаимодействия заряженного стержня и точечного заряда

46. Кольцо радиусом  $R = 5,0$  см равномерно заряжено с линейной плотностью  $\tau = 0,30$  мкКл/м. Определить потенциал  $\varphi$  точки, лежащей на перпендикуляре к плоскости кольца, составленном из центра кольца, отстоящей на расстоянии  $h = 5,0$  см от его центра.

47. По тонкому полукольцу радиусом  $r = 8$  см равномерно распределён заряд  $Q = 70$  нКл. Найти напряжённость электрического поля в центре кривизны полукольца.

48. Две концентрические сферы заряжены равномерно. На внутренней сфере находится заряд  $q_1 = 0,30$  мкКл, а на внешней  $q_2 = - 0,50$  мкКл. Определить напряжённость электрического поля в точках, находящихся соответственно на расстоянии 5, 10 и 20 см от общего центра обеих сфер. Радиусы сфер соответственно равны  $R_1 = 8$  см и  $R_2 = 15$  см.

49. Электрическое поле создано двумя бесконечными параллельными пластинами, несущими равномерно распределённый по площади заряд с поверхностными плотностями  $\sigma_1 = 1,00$  нКл/м<sup>2</sup> и  $\sigma_2 = 3,00$  нКл/м<sup>2</sup>. Определить напряжённость  $E$  поля: 1) между пластинами; 2) вне пластин. Построить график изменения напряжённости вдоль линии, перпендикулярной пластинам.

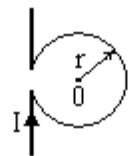
50. Расстояние между двумя точечными зарядами  $Q_1 = 1$  мкКл и  $Q_2 = - Q_1$  равно 10 см. Определить силу  $F$ , действующую на точечный заряд  $Q = 0,1$  мкКл, удалённый на  $r_1 = 6$  см от первого и на  $r_2 = 8$  см от второго зарядов.

51. Внутри полого металлического шара радиусом  $R_2 = 10$  см помещён другой металлический шар радиусом  $R_1 = 5,0$  см, имеющий заряд  $q_1 = 0,33$  нКл. Внешнему шару сообщён заряд  $q_2 = 0,20$  мкКл. Определить потенциал внутреннего шара. Построить график зависимости потенциала от расстояния по радиусу.

52. Плоский воздушный конденсатор с площадью обкладок  $s = 200$  см<sup>2</sup> каждая и расстоянием между ними  $d = 5,0$  мм заряжается до разности потенциалов  $U = 600$  В и отключается от батареи. Как изменятся ёмкость и энергия конденсатора, если в пространство между обкладками параллельно им ввести металлическую пластину такой же площади и толщины  $h = 2,0$  мм?

53. Расстояние между пластинами плоского конденсатора ёмкостью  $C = 1,0$  мкФ увеличили в  $n = 2$  раза, не отключая от источника, поддерживающего между пластинами разность потенциалов  $\Delta\varphi = 1000$  В. Какая при этом совершается работа?

54. Прямой бесконечный провод, по которому течет ток  $I$ , имеет виток, как показано на рис. Во сколько раз индукция магнитного поля в т. О при этом отличается от индукции магнитного поля прямого



тока в той же точке?

55. Электрон, обладающий скоростью  $v=2,0$  Мм/с, влетает в однородное магнитное поле с индукцией  $B = 0,30$  мТл под углом  $\alpha = 30^\circ$  к направлению линий индукции. Найти радиус  $r$  и шаг

$h$  винтовой линии, по которой движется электрон.

### 3-й семестр

Первый и второй вопросы в экзаменационном билете студента – вопрос по лекционному материалу (вопросы 1-30). Третий вопрос – задача, близкая к разбираемым на практических занятиях и в процессе выполнения расчетно-графических работ (вопросы 31- 61).

1. Оптика. Развитие представлений о природе света. Интерференция света. Когерентность и монохроматичность.

2. Способы наблюдения интерференции света. Расчет интерференционной картины от двух источников.

3. Дифракция света. Принцип Гюйгенса-Френеля. Зоны Френеля.

4. Прямолинейное распространение света. Дифракция на одной щели и на дифракционной решетке.

5. Дифракция рентгеновских волн на пространственной решетке. Понятие о голографии.

6. Дисперсия света. Электронная теория дисперсии.

7. Рассеяние, поглощение света.

8. Поляризация электромагнитных волн. Линейное и циркулярное состояние поляризации.

9. Неполяризованное электромагнитное излучение. Способы получения поляризованного света.

10. Квантовая природа излучения. Тепловое излучение. Законы теплового излучения абсолютно черного тела.

11. Фотоэлектрический эффект. Законы внешнего фотоэффекта.

12. Фотоны. Эффект Комптона.

13. Атомная и ядерная физика. Физические основы квантовой механики. Принцип неопределенности.

14. Корпускулярно-волновой дуализм. Квантовые состояния.

15. Суперпозиция состояний. Физические величины и операторы.

16. Стационарные состояния. Уравнение Шредингера для стационарных состояний.

17. Движение свободной частицы. Потенциальный барьер. Туннельный эффект.

18. Частица в потенциальной яме. Гармонический осциллятор.

19. Атом водорода. Спектры испускания и поглощения.

20. Системы микрочастиц. Принцип тождественности. Фермионы и бозоны.

21. Принцип Паули. Периодическая система элементов.

22. Поглощение, спонтанное и вынужденное излучения.

23. Оптические квантовые генераторы.

24. Квантовые статистики Ферми-Дирака и Бозе-Эйнштейна. Электронный газ в металлах.

25. Теплоемкость твердых тел. Фононы.

26. Элементы зонной теории твердых тел. Металлы, диэлектрики, полупроводники.

27. Ядра атомов. Нуклоны. Характеристики ядерных состояний.

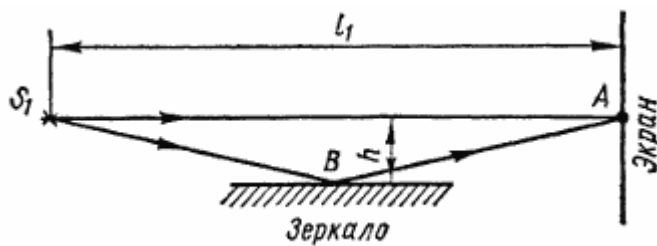
28. Ядерные силы. Модели ядра.

29. Переходы между ядерными состояниями. Ядерные реакции. Цепная реакция деления.

30. Элементарные частицы.

31. В точку А экрана от источника  $S_1$  монохроматического света длиной волны  $\lambda = 0,5$  мкм приходит два луча: непосредственно от источника луч  $S_1A$ , перпендикулярный экрану, и луч  $S_1BA$ , отраженный в точке В от зеркала, параллельного лучу  $S_1A$  (рис. 1). Расстояние  $l_1$  экрана от источника равно 1 м, расстояние  $h$  от луча  $S_1A$  до плоскости зеркала равно 2 мм. Определить: 1) что будет наблюдаться в точке А экрана — усиление или ослабление интенсивности; 2) как изменится интенсивность в точке А, если на пути луча  $S_1A$  перпендикулярно ему поместить плоскопараллельную пластинку стекла ( $n = 1,55$ ) толщиной  $d = 6$  мкм.



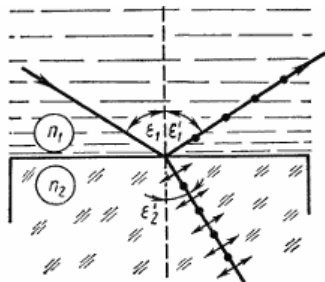


32. На стеклянный клин нормально к его грани падает монохроматический свет с длиной волны  $\lambda = 0,6$  мкм. В возникшей при этом интерференционной картине на отрезке длиной  $l = 1$  см наблюдается 10 полос. Определить преломляющий угол  $\theta$  клина.

33. На диафрагму с круглым отверстием радиусом  $r = 1$  мм падает нормально параллельный пучок света длиной волны  $\lambda = 0,05$  мкм. На пути лучей, прошедших через отверстие, помещают экран. Определить максимальное расстояние  $b_{\max}$  от центра отверстия до экрана, при котором в центре дифракционной картины еще будет наблюдаться темное пятно.

34. На щель шириной  $a = 0,1$  мм нормально падает параллельный пучок света от монохроматического источника ( $\lambda = 0,6$  мкм). Определить ширину  $l$  центрального максимума в дифракционной картине, проецируемой с помощью линзы, находящейся непосредственно за щелью, на экран, отстоящий от линзы на расстоянии  $L = 1$  м.

35. Пучок естественного света падает на полированную поверхность стеклянной пластины, погруженной в жидкость. Отраженный от пластины пучок света составляет угол  $\varphi = 97^\circ$  с падающим пучком. Определить показатель преломления  $n$  жидкости, если отраженный свет полностью поляризован.



36. Пластина кварца толщиной  $d_1 = 1$  мм, вырезанная перпендикулярно оптической оси кристалла, поворачивает плоскость поляризации монохроматического света определенной длины волны на угол  $\varphi_1 = 20^\circ$ . Определить: 1) какова должна быть толщина  $d_2$  кварцевой пластинки, помещенной между двумя «параллельными» николями, чтобы свет был полностью погашен; 2) какой длины  $l$  трубку с раствором сахара массовой концентрацией  $C = 0,4$  кг/л надо поместить между николями для получения того же эффекта? Удельное вращение  $[\alpha]$  раствора сахара равно  $0,665$  град/(м\*кг\*м<sup>-3</sup>).

37. Каким минимальным импульсом  $p_{\min}$  (в единицах МэВ/с) должен обладать электрон, чтобы эффект Вавилова — Черенкова можно было наблюдать в воде?

38. Источник монохроматического света с длиной волны  $\lambda_0 = 600$  нм движется по направлению к наблюдателю со скоростью  $v = 0,1$  с (с — скорость распространения электромагнитных волн). Определить длину волны  $\lambda$  излучения, которую регистрирует спектральный прибор наблюдателя.

39. Найти концентрацию свободных электронов ионосферы, если для радиоволн с частотой  $\nu = 100$  МГц ее показатель преломления  $n = 0,90$ .

40. Имея в виду, что для достаточно жестких рентгеновских лучей электроны вещества можно считать свободными, определить, на сколько отличается от единицы показатель преломления графита для рентгеновских лучей с длиной волны в вакууме  $\lambda = 50$  пм.

41. Энергетическая светимость абсолютно черного тела  $M_\lambda = 3,0$  Вт/см<sup>2</sup>. Определить длину волны, отвечающую максимуму испускательной способности этого тела.

42. Медный шарик диаметра  $d = 1,2$  см поместили в откачанный сосуд, температура стенок которого поддерживается близкой к абсолютному нулю. Начальная температура шарика  $T_0 = 300$  К. Считая поверхность шарика абсолютно черной, найти, через сколько времени его температура уменьшится в  $\eta = 2,0$  раза.

43. Найти с помощью формулы Планка мощность излучения единицы поверхности абсолютно черного тела, приходящегося на узкий интервал длин волн  $\Delta\lambda = 1,0$  нм вблизи максимума спектральной плотности излучения, при температуре тела  $T = 3000$  К.

44. Фотон с импульсом  $p = 1,02$  МэВ/с, где  $c$  — скорость света, рассеялся на покоившемся свободном электроны, в результате чего импульс фотона стал  $p' = 0,255$  МэВ/с. Под каким углом рассеялся фотон?

45. Электромагнитное излучение с длиной волны  $\lambda = 0,30$  мкм падает на фотоэлемент, находящийся в режиме насыщения. Соответствующая спектральная чувствительность фотоэлемента  $J = 4,8$  мА/Вт. Найти выход фотоэлектронов, т. е. число фотоэлектронов на каждый падающий фотон.

46. Между двумя скрещенными поляризаторами помещена кристаллическая пластинка толщиной  $0,045$  мм. Пластинка вырезана из кристалла с показателями преломления  $n_o = 1,54$  и  $n_e = 1,55$  параллельно его оптической оси кристалла и ориентирована так, что угол между главным направлением первого поляризатора и оптической осью пластинки равен  $30^\circ$ . На систему падает нормально неполяризованный свет с длиной волны  $0,6$  мкм и интенсивностью  $I_0$ . Найти интенсивность  $I$  света на выходе из системы.

47. При захвате нейтрона ядром  $Li^6$  происходит ядерная реакция  $Li^6 + n \rightarrow T + He^4$  в которой выделяется энергия  $Q = 4,8$  МэВ. Найти распределение энергии между продуктами реакции, считая кинетическую энергию исходных частиц пренебрежимо малой.

48. При слиянии дейтрона с ядром  $Li^6$  происходит ядерная реакция  $Li^6 + d \rightarrow n + Be^7$ , в которой выделяется энергия  $Q = 3,37$  МэВ. Считая кинетическую энергию исходных частиц пренебрежимо малой, найти распределение энергии между продуктами реакции.

49. Пучок лазерного излучения мощностью  $W = 100$  Вт падает на непрозрачную пластинку под углом  $\alpha = 30^\circ$ . Пластинка поглощает  $60\%$  падающей энергии, а остальную энергию зеркально отражает. Найдите абсолютную величину силы, действующей на пластинку со стороны света. Скорость света  $c = 3 \times 10^8$  м/с.

50. Пучок ультрафиолетовых лучей с длиной волны  $\lambda = 10^{-7}$  м передает металлической поверхности мощность  $P = 10^{-6}$  Вт. Определите величину возникающего фототока, если фотоэффект вызывает  $\alpha = 0,01$  падающих фотонов. Постоянная Планка  $h = 6,6 \cdot 10^{-34}$  Дж·с; скорость света в вакууме  $c = 3 \cdot 10^8$  м/с; заряд электрона  $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$  Кл. Потенциал облучаемого проводника остается постоянным.

51. Медный шарик диаметром  $d$  помещен в откачанный сосуд, температура стенок которого поддерживается близкой к абсолютному нулю. Начальная температура шарика  $T_0 = 400$  К. За время  $\Delta t = 4$  часа температура шарика уменьшается в  $\eta = 2$  раза. Считая поверхность шарика абсолютно черной, определить его диаметр  $d$ .

52. Монохроматическая световая волна от точечного источника с расстояния  $a = 20$  см падает нормально по отношению к одной из щелей диафрагмы с двумя узкими щелями, отстоящими друг от друга на расстояние  $d = 1,5$  мм. На экране, расположенном за диафрагмой на  $l = 100$  см, образуется система интерференционных полос. На какое расстояние и в какую сторону сместятся эти полосы, если одну из щелей перекрыть стеклянной пластинкой толщины  $h = 10$  мкм.

53. Плоская световая волна с  $\lambda = 0,6$  мкм падает нормально на достаточно большую стеклянную пластину, на противоположной стороне которой сделана круглая выемка. Для точки наблюдения  $P$  по нормали от центра выемки она представляет собой первые полторы зоны Френеля. Найти глубину  $h$  выемки, при которой интенсивность света в точке  $P$  будет равной половине от интенсивности падающего света.

54. Плоский алюминиевый электрод освещается ультрафиолетовым светом с длиной волны

$\lambda = 8,30 \times 10^{-8}$  м. На какое максимальное расстояние от поверхности электрода может удалиться фотоэлектрон, если вне электрода имеется задерживающее электрическое поле напряженности  $E = 7,5$  В/см? Красная граница фотоэффекта для алюминия соответствует длине волны  $\lambda = 33,2 \times 10^{-8}$  м.

55. Найти длину волны монохроматического излучения, если в опыте Юнга расстояние первого интерференционного максимума от центральной полосы  $x = 0,05$  см, расстояние от плоскости щелей до экрана наблюдений  $D = 5$  м, расстояние между щелями  $2l = 0,5$  см

56. Одна из спектральных линий, испускаемых возбужденными ионами  $He^+$ , имеет длину волны  $\lambda = 410$  нм. Найти доплеровское смещение  $\Delta\lambda$  этой линии, если ее наблюдать под углом  $\theta = 300$  к пучку движущихся ионов с кинетической энергией  $T = 10$  МэВ.

57. Радиолокатор работает на длине волны  $\lambda = 50,0$  см. Определить скорость приближающегося самолета, если частота биений между сигналом передатчика и сигналом, отраженным от самолета, в месте расположения локатора равна  $\Delta\nu = 1,00$  кГц.

58. Сколько  $\beta$ -частиц испускает в течение одного часа  $1,0$  мкг изотопа  $Na^{24}$ , период полураспада которого равен  $15$  ч?

59. Считая радиус ядра равным  $R = 0,13 A^{1/3}$  пм, где  $A$  — его массовое число, оценить плотность ядер, а также число нуклонов в единице объема ядра.

60. Узкий пучок  $\alpha$ -частиц с кинетической энергией  $1,0$  МэВ падает нормально на платиновую фольгу толщины  $1,0$  мкм. Наблюдение рассеянных частиц ведется под углом  $60^\circ$  к направлению падающего пучка при помощи счетчика с круглым входным отверстием площади  $1,0$  см<sup>2</sup>, которое расположено на расстоянии  $10$  см от рассеивающего участка фольги. Какая доля рассеянных  $\alpha$ -частиц падает на отверстие счетчика?

61. Найти длину волны  $K_\alpha$ -линии меди ( $Z = 29$ ), если известно, что длина волны  $K_\alpha$ -линии железа ( $Z = 26$ ) равна  $193$  пм.

В филиале используется система с традиционной шкалой оценок – "отлично", "хорошо", "удовлетворительно", "неудовлетворительно", "зачтено", "не зачтено" (далее - пятибалльная система).

Форма промежуточной аттестации по настоящей дисциплине – зачет с оценкой во 2-м семестре и экзамен в 1-м 3 - м семестрах.

Применяемые критерии оценивания по дисциплинам (в соответствии с инструктивным письмом НИУ МЭИ от 14 мая 2012 года № И-23):

Оценка по дисциплине	Критерии оценки результатов обучения по дисциплине
«отлично»/ «зачтено (отлично)»/ «зачтено»	Выставляется обучающемуся, обнаружившему всестороннее, систематическое и глубокое знание материалов изученной дисциплины, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоивший основную и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной рабочей программой дисциплины; проявившему творческие способности в понимании, изложении и использовании материалов изученной дисциплины, безупречно ответившему не только на вопросы билета, но и на дополнительные вопросы в рамках рабочей программы дисциплины, правильно выполнившему практическое задание. Оценка по дисциплине выставляются обучающемуся с учётом результатов текущего контроля. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – «эталонный».

Оценка по дисциплине	Критерии оценки результатов обучения по дисциплине
«хорошо»/ «зачтено (хорошо)»/ «зачтено»	<p>Выставляется обучающемуся, обнаружившему полное знание материала изученной дисциплины, успешно выполняющему предусмотренные задания, усвоившему основную литературу, рекомендованную рабочей программой дисциплины; показавшему систематический характер знаний по дисциплине, ответившему на все вопросы билета, правильно выполнивший практическое задание, но допустивший при этом непринципиальные ошибки. Оценка по дисциплине выставляется обучающемуся с учётом результатов текущего контроля.</p> <p>Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – «продвинутый».</p>
«удовлетворительно»/ «зачтено (удовлетворительно)»/ «зачтено»	<p>Выставляется обучающемуся, обнаружившему знание материала изученной дисциплины в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справляющемуся с выполнением заданий, знакомому с основной литературой, рекомендованной рабочей программой дисциплины; допустившему погрешность в ответе на теоретические вопросы и/или при выполнении практических заданий, но обладающему необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя, либо неправильно выполнившего практическое задание, но по указанию преподавателя выполнившего другие практические задания из того же раздела дисциплины.</p> <p>Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – «пороговый».</p>
«неудовлетворительно»/ не зачтено	<p>Выставляется обучающемуся, обнаружившему серьезные пробелы в знаниях основного материала изученной дисциплины, допустившему принципиальные ошибки в выполнении заданий, не ответившему на все вопросы билета и дополнительные вопросы и неправильно выполнившего практическое задание (неправильное выполнение только практического задания не является однозначной причиной для выставления оценки «неудовлетворительно»). Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение по образовательной программе без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине. Оценка по дисциплине выставляется обучающемуся с учётом результатов текущего контроля.</p> <p>Компетенции на уровне «пороговый», закреплённые за дисциплиной, не сформированы.</p>

## 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Учебное и учебно-лабораторное оборудование

Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная:

- специализированной мебелью; доской аудиторной.

Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная:

- специализированной мебелью; доской аудиторной.

Для проведения занятий лабораторного типа используются специализированные лаборатории: лаборатория А-219 «Механика и молекулярная физика», лаборатории А – 217 и А – 201 «Электричество и магнетизм», лаборатория А – 215 «Оптика и атомная физика» расположенные по адресу 214013, г. Смоленск, Энергетический пр., д.1, Здание энергетического института (лабораторный корпус № 2).

Лаборатории оснащены комплектами оборудования для выполнения лабораторных работ по соответствующим разделам:

**Лаборатория «Механики и молекулярной физики» включает следующие лабораторные работы:**

Лабораторный комплекс. Изучение методов проведения прямых и косвенных измерений и обработки их результатов.

Лабораторный комплекс. Изучение методов обработки результатов прямых многократных измерений.

Лабораторный комплекс. Изучение динамики вращательного движения твердых тел.

Лабораторный комплекс. Определение момента инерции вращающейся системы тел.

Лабораторный комплекс. Изучение колебаний математического маятника.

Лабораторный комплекс. Изучение колебаний физического маятника.

Лабораторный комплекс. Определение момента инерции колеса методом колебаний.

Лабораторный комплекс. Определение момента инерции и проверка теоремы Штейнера при помощи трифилярного подвеса.

Лабораторный комплекс. Определение массы моля воздуха.

Лабораторный комплекс. Определение отношения молярных теплоемкостей воздуха.

Лабораторный комплекс. Определение коэффициента внутреннего трения вязкой жидкости по методу Стокса.

Лабораторный комплекс. Определение коэффициента внутреннего трения и средней длины свободного пробега молекул воздуха.

Лабораторный комплекс. Изучение собственных колебаний струны методом резонанса.

Лабораторный комплекс. Определение скорости звука в воздухе и отношения молярных теплоемкостей для воздуха методом стоячих волн.

Лабораторный комплекс. Определение скорости звука в воздухе методом интерференции.

Лабораторный комплекс. Измерение скорости звука в воздухе методом сдвига фаз.

**Лаборатория «Электричества и магнетизм» включает следующие лабораторные работы:**

Лабораторный комплекс. Изучение электрического сопротивления методом амперметра и вольтметра.

Лабораторный комплекс. Изучение зависимости мощности источника тока от сопротивления нагрузки.

Лабораторный комплекс. Экспериментальное изучение обобщенного закона Ома

Лабораторный комплекс. Определение емкости конденсатора посредством баллистического гальванометра.

Лабораторный комплекс. Изучение процессов зарядки и разрядки конденсатора.

Лабораторный комплекс. Изучение характеристик вакуумного диода и проверка закона «трех вторых».

Лабораторный комплекс. Исследование магнитного поля соленоида.

Лабораторный комплекс. Исследование магнитной индукции в железе баллистическим методом.

Лабораторный комплекс. Отношение заряда электрона к его массе методом отклонения в магнитном поле.

Лабораторный комплекс. Изучение электронного осциллографа.

Лабораторный комплекс. Изучение эффекта Холла.

Лабораторная работа № 32 Снятие резонансной кривой колебательного контура и определение его добротности.

Лабораторный комплекс. Изучение релаксационных колебаний в схеме с неоновой лампой.

Лабораторный комплекс. Определение емкости конденсатора методом периодической зарядки и разрядки.

Лабораторный комплекс. Изучение явления термоэлектронной эмиссии и определение работы выхода электрона.

Лабораторный комплекс. Изучение резонанса напряжений в последовательном контуре.

Лабораторный комплекс. Определение отношения заряда электрона к его массе методом отклонения в электрическом поле.

#### **Лаборатория «Оптики и атомной физики» включает следующие лабораторные работы:**

Лабораторный комплекс. Определение длины световой волны с помощью бипризмы Френеля.

Лабораторный комплекс. Определение длины световой волны с помощью колец Ньютона.

Лабораторный комплекс. Исследование зависимости показателя преломления воздуха от давления с помощью интерферометра Релея.

Лабораторный комплекс. Определение длины световой волны методом дифракции от одной щели.

Лабораторный комплекс. Определение длины световой волны при помощи дифракционной решетки.

Лабораторный комплекс. Изучение законов поляризации света.

Лабораторный комплекс. Исследование дисперсии стеклянной призмы.

Лабораторный комплекс. Изучение дисперсии.

Лабораторный комплекс. Исследование теплового излучения.

Лабораторный комплекс. Измерение высоких температур с помощью оптического пирометра.

Лабораторный комплекс. Изучение законов фотоэффекта.

Лабораторный комплекс. Внешний фотоэффект.

Лабораторный комплекс. Изучение спектра водорода.

Лабораторный комплекс. Изучение параметров лазерного излучения.

## **8. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ И ИНВАЛИДОВ**

В ходе реализации дисциплины используются следующие дополнительные методы обучения, текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в зависимости от их индивидуальных особенностей:

#### **для слепых и слабовидящих:**

- лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;

- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением, или могут быть заменены устным ответом;

- обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс;

- для выполнения задания при необходимости предоставляется увеличивающее устройство; возможно также использование собственных увеличивающих устройств;
- письменные задания оформляются увеличенным шрифтом;
- экзамен и зачёт проводятся в устной форме или выполняются в письменной форме на компьютере.

**для глухих и слабослышащих:**

- лекции оформляются в виде электронного документа;
- письменные задания выполняются на компьютере в письменной форме;
- экзамен и зачёт проводятся в письменной форме на компьютере; возможно проведение в форме тестирования.

**для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:**

- лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;
- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением;
- экзамен и зачёт проводятся в устной форме или выполняются в письменной форме на компьютере;
- используется специальная учебная аудитория для лиц с ЛОВЗ – ауд. 106 главного учебного корпуса по адресу 214013, г. Смоленск, Энергетический пр-д, д.1, здание энергетического института (основной корпус).

При необходимости предусматривается увеличение времени для подготовки ответа.

Процедура проведения промежуточной аттестации для обучающихся устанавливается с учётом их индивидуальных психофизических особенностей. Промежуточная аттестация может проводиться в несколько этапов.

При проведении процедуры оценивания результатов обучения предусматривается использование технических средств, необходимых в связи с индивидуальными особенностями обучающихся. Эти средства могут быть предоставлены филиалом, или могут использоваться собственные технические средства.

Проведение процедуры оценивания результатов обучения допускается с использованием дистанционных образовательных технологий.

Обеспечивается доступ к информационным и библиографическим ресурсам в сети Интернет для каждого обучающегося в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

**для слепых и слабовидящих:**

- в печатной форме увеличенным шрифтом;
- в форме электронного документа;
- в форме аудиофайла.

**для глухих и слабослышащих:**

- в печатной форме;
- в форме электронного документа.

**для обучающихся с нарушениями опорно-двигательного аппарата:**

- в печатной форме;
- в форме электронного документа;
- в форме аудиофайла.

## 9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Основная литература.

1. Детлаф А. А., Яворский Б. М. Курс физики. М.: Высш.школа. 2014 -380 с.
2. Трофимова Т.И. Курс физики. М. Высш. школа. 2013– 506 с.
3. Чертов А. Г., Воробьев А. А. Задачник по физике

### Дополнительная литература.

1. Савельев И. В. Курс общей физики. В 5 тт. Т1. Механика [электронный ресурс]: Учебное пособие. 5-е изд., испр. –СПб.: Издательство «Лань», 2011.-352 с. – Режим доступа: <http://e.lanbook.com/books/704/>
2. Савельев И. В. Курс общей физики. В 5 тт. Т2. Электричество и магнетизм [электронный ресурс]: Учебное пособие. 5-е изд., испр. –СПб.: Издательство «Лань», 2011.-343 с. – Режим доступа: <http://e.lanbook.com/books/705/>
3. Савельев И. В. Курс общей физики. В 5 тт. Т3. Молекулярная физика и термодинамика [электронный ресурс]: Учебное пособие. 5-е изд., испр. –СПб.: Издательство «Лань», 2011.-209 с. – Режим доступа: <http://e.lanbook.com/books/706/>
4. Савельев И. В. Курс общей физики. В 5 тт. Т4. Волны. Оптика [электронный ресурс]: Учебное пособие. 5-е изд., испр. –СПб.: Издательство «Лань», 2011.-252 с. – Режим доступа: <http://e.lanbook.com/books/707/>
5. Савельев И. В. Курс общей физики. В 5 тт. Т5. Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц [электронный ресурс]: Учебное пособие. 5-е изд., испр. –СПб.: Издательство «Лань», 2011.-369 с. – Режим доступа: <http://e.lanbook.com/books/708/>

### Список авторских методических разработок.

1. Физический практикум. Механика и молекулярная физика. В. Е. Иванов, В. Г. Козлов, В. А. Найденев, Г. В. Селищев.- Смоленск, филиал ГОУВПО «МЭИ(ТУ)» в г. Смоленске, 2007.- 55 с.
2. Описания лабораторных работ по физике и методические указания к ним. Электричество и магнетизм. И. А. Аршиненко, В. Е. Иванов, В. А. Найденев, Г. В. Селищев.- Смоленский филиал ГОУВПО «МЭИ(ТУ)», 2009. - 76 с.
3. Лабораторный практикум по оптике. Учебное пособие по дисциплинам «Физика» и «Основы оптики». Беляков М. В., Селищев Г. В., Иванов В. Е., Найденев В. А., Широких Т. В.- РИО филиала МЭИ в г. Смоленске. Смоленск, 2011. - 88с.
4. Практические задания по оптике: Учебное пособие по дисциплинам "Физика", «Основы оптики». Беляков М.В., Селищев Г. В., Иванов В. Е., Панченко С. В., Широких Т. В.- РИО филиала ГОУ ВПО "МЭИ (ТУ)" в г. Смоленске. Смоленск, 2010. – 92с.
5. Иванов В.Е. Задачи по физическим основам механики: сборник задач/В.Е.Иванов, Г.В.Селищев, Т.В.Широких- РИО филиала ГОУВПО «МЭИ(ТУ)» в г. Смоленске, 2008.-36 с.
6. Иванов В.Е.Сборник задач по физическим основам молекулярно-кинетической теории и термодинамики/В.Е.Иванов, Г.В.Селищев, Т.В.Широких- РИО филиала ГОУВПО «МЭИ(ТУ)» в г. Смоленске, 2008.-24 с.
7. Широких Т.В. Сборник тестовых заданий по физике: учебно-практическое издание/Широких Т.В., Иванов В.Е., Селищев Г.В., Найденев В.А., Смоленск: филиал ГОУВПО «МЭИ(ТУ)» в г. Смоленске, 2009, - 88 с.
8. Селищев Г.В. Физические измерения и их обработка. Методические рекомендации/ Селищев Г.В., Богатырев А.Ф., Иванов В.Е., Широких Т.В.- Смоленск: РИО филиала МЭИ в г. Смоленске, 2014.- 40 с.



9. Селищев Г.В. Вопросы и задания к лабораторным работам по физике.  
 Часть 1. Г.В.Селищев, Т.В.Широких/Под ред. А.Ф. Богатырева: Смоленск: РИО  
 филиала ГОУВПО «МЭИ(ТУ)» в г. Смоленске, 2007.- 39 с.

<b>ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ</b>									
Но- мер изме- мене- ния	Номера страниц				Всего стра- ниц в доку- менте	Наименование и № документа, вводящего изменения	Подпись, Ф.И.О. внесшего измене- ния в данный эк- земпляр	Дата внесения из- менения в данный эк- земпляр	Дата введения из- менения
	изме- мен- ных	заме- нен- ных	но- вых	анну- лиро- ванн- ых					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10