

## Программа учебной дисциплины «Физика»

Утверждена  
Академическим советом ОП  
«Прикладная математика»  
Протокол № от \_\_.\_\_.20\_\_

Разработчик	Арутюнов К. Ю, д.ф.-м.н., проф. ДЭИ МИЭМ ВШЭ Ихсанов Р.Ш., к.ф.-м.н, доцент, ДЭИ МИЭМ ВШЭ
Число кредитов	16
Контактная работа (час.)	208
Самостоятельная работа (час.)	400
Курс, Образовательная программа	1-2 курс, образовательная программа «Информатика и вычислительная техника», «Информационная безопасность», «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»
Формат изучения дисциплины	Без использования онлайн курса

### 1. Цель, результаты освоения дисциплины и пререквизиты

Целями освоения дисциплины «Физика» являются:

- формирование современного естественнонаучного мировоззрения;
- получение базовых знаний по подготовке к производственной деятельности;
- формирование профессиональных компетенций, связанных с использованием полученных знаний в дальнейшей производственной деятельности.

В результате освоения дисциплины «Физика» студент должен:

#### **Знать:**

- основные законы классической и современной физики;
- методы физического исследования;
- границы применимости различных физических понятий, законов, теорий;

#### **Уметь:**

- применять физические законы для решения практических задач;
- строить математически модели физических явлений и процессов;
- оценивать степень достоверности результатов, полученных с помощью экспериментальных или математических методов исследования;
- определять возможности применения теоретических положений дифференциальных уравнений для постановки и решения конкретных физических задач;

- ориентироваться в потоке научной информации, что обеспечивает специалисту возможность использования новых физических принципов в тех областях техники, в которых он специализируется.

**Владеть:**

- навыками практического применения законов физики;
- стандартными методами и моделями и их применением к решению конкретных физических задач;
- навыками проведения физического эксперимента и обработки его результатов.

В результате освоения дисциплины студент осваивает следующие **компетенции**:

- способность применять знание фундаментальной математики и естественнонаучных дисциплин при разработке математических моделей и методов для объектов, процессов и систем в инженерной практике;
- способность планировать научные эксперименты, работая в научно-исследовательских лабораториях, а также в исследовательских и технологических подразделениях предприятий и компаний;
- способность интерпретировать и анализировать результаты научных экспериментов;
- способность работать с различными источниками информации, способность фильтровать и сужать массив знаний под задачу;
- способность получать новые знания, умения, в том числе в области, отличной от профессиональной;
- способность решать проблемы в профессиональной деятельности на основе анализа и синтеза;
- способность проводить системный анализ сложных производственно-хозяйственных, технических и др. процессов, в том числе в условиях неопределенности и риска.

Изучение дисциплины «Физика» базируется на следующих дисциплинах:

- математика в объеме средней школы;
- физика в объеме средней школы.

Для освоения учебной дисциплины студенты должны владеть следующими знаниями и компетенциями:

- знать основные законы классической и современной физики;

- знать простейшие методы решения физических задач;
- обладать навыками работы с измерительными приборами.

Основные положения дисциплины должны быть использованы в дальнейшем при изучении следующих дисциплин:

- теоретическая механика;
- уравнения математической физики.

## 2.Содержание учебной дисциплины

### *Тематический план учебной дисциплины*

Тема (раздел дисциплины)	Объем в часах	Планируемые результаты обучения (ПРО), подлежащие контролю.	Формы контроля
	лк		
	см		
	ср		
Тема 1. Механика. Механические колебания и волны	14	<ul style="list-style-type: none"> <li>- знает основные определения кинематических величин,</li> <li>- знает основные определения и законы динамики поступательного и вращательного движений;</li> <li>- знает характеристики и уравнения механических колебаний и волн;</li> <li>- решает типовые прикладные физические задачи;</li> <li>- владеет навыками проведения физического эксперимента и обработки его результатов.</li> </ul>	Семинары. Лабораторные работы. Коллоквиум 1 - проводится в письменной форме 20 мин в часы семинарских занятий на 1-2-ой неделе 3-его модуля. Контрольная работа 1 - проводится в письменной форме 60 мин в часы семинарских занятий на 1-2-ой неделе 3-его модуля.
	18		
	90		
Тема 2. Элементы специальной теории относительности	2	<ul style="list-style-type: none"> <li>- знает основные положения, законы и следствия специальной теории относительности,</li> <li>- решает типовые прикладные физические задачи</li> </ul>	Семинары. Коллоквиум 1 - проводится в письменной форме 20 мин в часы семинарских занятий на 1-2-ой неделе 3-его модуля.
	2		
	10		
Тема 3. Термодинамика и статистическая физика	10	<ul style="list-style-type: none"> <li>- знает основные понятия и законы молекулярно-кинетической теории газов,</li> <li>- знает основные понятия, основные функции и их свойства статистической физики,</li> <li>- знает определения основных физических величин и законы термодинамики,</li> <li>- решает типовые прикладные физические задачи,</li> <li>- владеет навыками проведения физического эксперимента и обработки его результатов.</li> </ul>	Семинары. Лабораторные работы. Экзамен 1.
	12		
	30		

<b>Тема 4. Электростатика</b>	8	- знает основные определения, законы и теоремы электростатики,	Семинары. Лабораторные работы. Экзамен 1.
	12	- решает типовые прикладные физические задачи,	
	30	- владеет навыками проведения физического эксперимента и обработки его результатов	
<b>Тема 5. Постоянный электрический ток</b>	4	- знает основные определения и законы по теме Постоянный ток,	Семинары. Лабораторные работы. Экзамен 1.
	6	- решает типовые прикладные физические задачи,	
	30	- владеет навыками проведения физического эксперимента и обработки его результатов.	
<b>Тема 6. Электромагнетизм и электромагнитные колебания и волны</b>	14	- знает определения и законы электромагнетизма,	Семинары. Лабораторные работы. Экзамен 2.
	16	- знает характеристики и уравнения электромагнитных колебаний и волн,	
	60	- решает типовые прикладные физические задачи, - владеет навыками проведения физического эксперимента и обработки его результатов.	
<b>Тема 7. Волновая оптика</b>	6	- знает основные определения, явления и законы волновой оптики,	Семинары. Лабораторные работы. Экзамен 2.
	10	- решает типовые прикладные физические задачи,	
	70	- владеет навыками проведения физического эксперимента и обработки его результатов.	
<b>Тема 8. Квантово-оптические явления</b>	8	- знает основные определения, явления и законы квантовой оптики,	Семинары. Лабораторные работы. Коллоквиум 2 - проводится в письменной форме 20 мин в часы семинарских занятий на 5-6-ой неделе 1-ого модуля. Контрольная работа 2 - проводится в письменной форме 60 мин в часы семинарских занятий на 5-6-ой неделе 1-ого модуля.
	16	- решает типовые прикладные физические задачи, - владеет навыками проведения физического эксперимента и обработки его результатов.	
	16		
<b>Тема 9. Элементы квантовой механики</b>	12	- знает основные определения, уравнения и практические применения этих уравнений квантовой механики,	Семинары. Лабораторные работы. Экзамен 3.
	16	- решает типовые прикладные физические задачи,	
	24	- владеет навыками проведения физического эксперимента и обработки его результатов.	
<b>Тема 10. Атомная физика</b>	4	- знает основные уравнения, законы и явления атомной физики,	Семинары. Лабораторные работы. Экзамен 3.
	6	- решает типовые прикладные физические задачи,	
	14	- владеет навыками проведения физического эксперимента и обработки его результатов.	
<b>Тема 11. Элементы физики</b>	2	- знает основные явления и закономерности физики твердого тела,	Семинары. Экзамен 3.
	4	- решает типовые прикладные физические	

твердого тела	18	задачи.	
<b>Тема 12. Элементы физики атомного ядра и элементарных частиц</b>	2	- знает основные понятия, закономерности и законы физики атомного ядра и элементарных частиц, - решает типовые прикладные физические задачи	Семинары. Экзамен 3.
	2		
	8		
<b>Часов по видам учебных занятий:</b>	<b>86</b>		
	<b>122</b>		
	<b>400</b>		
<b>Итого часов:</b>	<b>608</b>		

### **Формы учебных занятий:**

лк – лекции в аудитории;

см – семинары, лабораторные работы в аудитории;

ср – самостоятельная работа студента.

## **Тема 1. Механика. Механические колебания и волны**

### **Кинематика материальной точки и твердого тела**

(лекции – 2ч., семинары – 2ч., лабораторные работы – 0ч., самостоятельная работа – 6ч.)

Содержание темы:

- Предмет физики и ее связь с другими науками. Механика и ее структура. Научные абстракции: материальная точка, система материальных точек, абсолютно твердое тело.
- Радиус-вектор, траектория, длина пути. Вектор перемещения. Средняя скорость, мгновенная скорость. Среднее ускорение, мгновенное ускорение. Соотношения между кинематическими величинами поступательного движения. Тангенциальное и нормальное ускорение. Классификация движения.
- Вектор углового перемещения, угловой скорости, ускорения. Связь между линейными и угловыми величинами.

### **Динамика поступательного движения тела**

(лекции – 2ч., семинары – 2ч., лабораторные работы – 0ч., самостоятельная работа – 6ч.)

Содержание темы:

- Первый закон Ньютона. Инерциальные и неинерциальные системы отсчета. Сила. Инертность. Масса. Импульс. Второй закон Ньютона. Принцип независимости сил. Третий закон Ньютона. Закон сохранения импульса. Связь закона сохранения импульса с однородностью пространства. Движение центра масс.
- Работа, мощность. Энергия. Кинетическая энергия. Потенциальная энергия. Связь силы и потенциальной энергии. Закон сохранения энергии. Связь закона сохранения энергии с однородностью времени. Графическое представление энергии. Потенциальные кривые.

### **Динамика вращательного движения тела**

(лекции – 6ч., семинары – 6ч., лабораторные работы – 2ч., самостоятельная работа – 14 ч.)

Содержание темы:

- Момент инерции материальной точки и системы тел. Теорема Штейнера.

- Момент силы относительно точки и оси вращения. Момент импульса относительно точки и оси вращения.
- Основное уравнение динамики вращательного движения.
- Работа при вращении. Кинетическая энергия вращения.
- Закон сохранения момента импульса. Связь закона сохранения момента импульса с изотропностью пространства

### **Механические колебания и волны**

(лекции – 4ч., семинары – 6ч., лабораторные работы – 2ч., самостоятельная работа – 10 ч.)

Содержание темы:

- Гармонические колебания и их характеристики: амплитуда колебаний, фаза колебаний, начальная фаза колебаний, циклическая частота, период, частота колебаний. Комплексная форма представлений колебаний. Метод вращающегося вектора. Механические гармонические колебания. Энергия гармонических колебаний. Гармонический осциллятор. Дифференциальное уравнение свободных колебаний и его решение. Пружинный маятник. Физический маятник. Математический маятник. Приведенная длина физического маятника .
- Свободные затухающие колебания. Дифференциальное уравнение свободных затухающих колебаний и его решение. Амплитуда, фаза, начальная фаза, циклическая частота, период затухающих колебаний. Декремент затухания. Логарифмический декремент затухания. Время релаксации
- Вынужденные колебания. Дифференциальное уравнение вынужденных колебаний и его решение. Зависимость амплитуды и фазы вынужденных колебаний от частоты. Резонанс.
- Сложение колебаний одного направления с близкими частотами (биения). Сложение двух гармонических колебаний одинаковой частоты и одного направления. Сложение взаимоперпендикулярных колебаний. Сложение колебаний с разными, но кратными частотами.
- Волновые процессы. Упругие волны. Продольные и поперечные волны. Волновой фронт. Волновая поверхность. Волновое уравнение. Уравнение бегущей волны. Фазовая скорость волны. Вектор Умова. Интерференция волн. Стоячие волны.

### **Лабораторные работы по теме 1.**

№ 0. Вводная работа. Введение в технику физических измерений.

Одна или две работы из следующего списка (согласно календарному плану и графику выполнения работ):

№ 1<sub>2</sub> Изучение законов вращательного движения твердого тела на приборе Обербека

№ 2 Изучение динамических законов на машине Атвуда

№ 5 Определение момента инерции махового колеса

№ 7 Определение момента инерции и проверка теоремы Штейнера методом крутильных колебаний

№ 8 Унифилярный подвес

№ 9 Гироскоп

№ 16 Изучение затухающих колебаний

№ 11 Маятник универсальный

№ 17 Установка для изучения звуковых волн

№ 18 Установка для изучения собственных колебаний струны

№ 19 Установка для изучения основных волновых явлений на поверхности воды

## **Тема 2. Элементы специальной теории относительности**

(лекции – 2ч., семинары – 2ч., лабораторные работы – 0ч., самостоятельная работа – 8ч.)

Содержание темы:

- Принцип относительности Галилея и Эйнштейна. Принцип постоянства скорости света. Преобразования Галилея и Лоренца. Следствия из преобразований Лоренца: одновременность событий, длительность событий и длина тел в различных системах отсчета. Релятивистский закон сложения скоростей. Интервал. Пространственноподобные и времениподобные интервалы. Связь собственного времени и интервала.
- Релятивистский импульс. Энергия в релятивистской механике. Связь энергии и массы. Связь импульса и энергии.

## **Тема 3. Термодинамика и статистическая физика**

### **Физические основы молекулярно-кинетической теории**

(лекции – 2ч., семинары – 2ч., лабораторные работы – 0ч., самостоятельная работа – 4ч.)

Содержание темы:

- Молекулярная масса, молярная масса, объем, концентрация, количество вещества, плотность вещества. Состояние системы. Процесс. Равновесный, обратимый и необратимый, круговой процессы.
- Уравнение состояния идеального газа.
- Основное уравнение молекулярно-кинетической теории. Средняя квадратичная скорость и средняя энергия.

### **Элементы статистической физики**

(лекции – 4ч., семинары – 2ч., лабораторные работы – 2ч., самостоятельная работа – 8ч.)

Содержание темы:

- Вероятность состояния. Статистическое распределение. Функция распределения. Условие нормировки для функции распределения. Свойства функции распределения. Среднее значение физической величины.
- Распределение Гиббса. Распределение Максвелла по компонентам скоростей и по абсолютным скоростям. График функции распределения по скоростям. Наиболее вероятная скорость. Средняя скорость. Средняя квадратичная скорость. Функция распределения по энергиям. Средняя энергия.
- Барометрическая формула. Распределение Больцмана.

### **Физические основы термодинамики**

(лекции – 4ч., семинары – 4ч., лабораторные работы – 2ч., самостоятельная работа – 10ч.)

Содержание темы:

- Температура. Международная практическая и термодинамическая шкала температур.
- Внутренняя энергия. Степени свободы. Распределение энергии по степеням свободы. Работа газа при изменении его объема. Теплота. Первое начало термодинамики.

- Удельная теплоемкость. Молярная теплоемкость. Теплоемкость при постоянном объеме и постоянном давлении. Уравнение Майера.
- Уравнение адиабаты идеального газа.
- Макро- и микросостояния. Статистический вес. Энтропия. Формула Больцмана. Второе начало термодинамики. Приращение энтропии при обратимом и при необратимом процессе. Третье начало термодинамики.
- Тепловой двигатель. Холодильная установка. Цикл Карно и его к.п.д. для идеального газа. Формулировки второго начала термодинамики Клаузиуса и Кельвина.

### Лабораторные работы по теме 3

Одна работа из следующего списка (согласно календарному плану и графику выполнения работ):

- № 60 Определение отношения теплоемкости воздуха
- № 61 Определение вязкости жидкости по методу Стокса.
- № 62 Изучение статистических закономерностей на механических моделях.
- № 63 Определение  $C_p/C_v$  методом Клеймана-Дезорма.
- № 64 Измерение коэффициента теплопроводности воздуха методом нагретой Нити.
- № 65 Измерение коэффициента внутреннего трения воздуха и средней длины свободного пробега молекул воздуха.
- № 66 Определение удельной теплоты кристаллизации и изменения энтропии при охлаждении олова.

### Тема 4. Электростатика

(лекции – 8ч., семинары – 10ч., лабораторные работы – 2ч., самостоятельная работа – 14ч.)

Содержание темы:

- Заряд. Точечный заряд. Закон Кулона. Электростатическое поле. Напряженность электростатического поля. Единицы напряженности. Силовые линии напряженности. Принцип суперпозиции полей.
- Поле диполя. Поведение диполя во внешнем поле.
- Поток вектора напряженности электростатического поля. Теорема Гаусса для электростатического поля в вакууме. Дифференциальная формулировка теоремы Гаусса. Дивергенция вектора  $E$ . Расчет полей с помощью теоремы Гаусса: поле бесконечной заряженной плоскости, двух плоскостей, сферической поверхности, объемно заряженного шара, объемно заряженного цилиндра, нити.
- Циркуляция вектора напряженности электростатического поля. Теорема о циркуляции вектора  $E$  (интегральная формулировка). Дифференциальная формулировка теоремы о циркуляции. Потенциальность электростатического поля. Ротор вектора  $E$ .
- Потенциал электростатического поля. Единицы потенциала. Потенциал системы зарядов. Связь напряженности и потенциала. Вычисление потенциала по напряженности: равномерно заряженная плоскость, объемно заряженный шар, объемно заряженный цилиндр.
- Проводники в электростатическом поле. Поле внутри проводника и вблизи поверхности проводника.



- Типы диэлектриков: полярные, неполярные, ионные. Поляризация диэлектриков. Поляризованность, напряженность поля в диэлектрике. Связанный заряд. Вектор электрического смещения. Теорема Гаусса для вектора  $D$ . Условие на границе раздела двух диэлектриков: тангенциальные и нормальные составляющие векторов  $E$  и  $D$ .
- Электроемкость уединенного проводника. Единицы электроемкости. Конденсаторы. Емкости плоского, сферического и цилиндрического конденсаторов. Параллельное и последовательное соединение конденсаторов.
- Энергия системы зарядов. Энергия уединенного заряженного проводника. Энергия заряженного конденсатора. Энергия электростатического поля. Плотность энергии электростатического поля.

## Тема 5. Постоянный электрический ток

(лекции – 4ч., семинары – 4ч., лабораторные работы – 2ч., самостоятельная работа – 10ч.)

Содержание темы:

- Электрический ток. Сила и плотность тока. Сторонние силы. Напряженность поля сторонних сил. Электродвижущая сила. Работа поля сторонних сил и электростатического поля. Напряжение. Закон Ома для однородного участка цепи в интегральной и дифференциальной формах. Закон Ома для неоднородного участка цепи (обобщенный закон Ома) в интегральной и дифференциальной формах. Работа и мощность тока. Закон Джоуля-Ленца в интегральной и дифференциальной формах.

### Лабораторные работы по темам 4-5

№ 20. Введение в лабораторный практикум по электричеству и магнетизму.

Одна из списка работ (согласно календарному плану и графику выполнения работ):

№ 21 Измерение емкости конденсаторов с помощью баллистического гальванометра

№ 22 Определение емкости конденсатора по осциллограмме его разряда через резистор

№ 23 Изучение электропроводности металлов

№ 24 Исследование характеристик источника постоянного тока

№ 25 Изучение электростатического поля

№ 24<sub>12</sub> Измерение ЭДС и КПД источников тока

№ 31<sub>1</sub> Определение удельного заряда электрона

№ 31<sub>2</sub> Определение отношения заряда электрона к его массе методом магнетрона

№ 32 Изучение электрических свойств сегнетоэлектриков

## Тема 6. Электромагнетизм и электромагнитные колебания и волны

### Электромагнетизм

(лекции – 8., семинары – 8ч., лабораторные работы – 2ч., самостоятельная работа – 16ч.)

Содержание темы:

- Магнитное поле. Закон Био-Савара-Лапласа. Магнитное поле движущегося заряда. Закон Ампера. Действие магнитного поля на движущийся заряд. Эффект Холла. Поведение витка с током в магнитном поле.
- Теорема Гаусса для вектора  $\mathbf{B}$  в интегральной и дифференциальной формах. Теорема о циркуляции для вектора  $\mathbf{B}$  в интегральной и дифференциальной формах.
- Магнитное поле в веществе. Макро- и микротоки. Намагниченность. Вектор напряженности магнитного поля. Теорема о циркуляции для вектора  $\mathbf{H}$ . Магнитная

восприимчивость. Связь вектора  $\mathbf{B}$  и  $\mathbf{H}$ . Диамагнетики. Парамагнетики. Ферромагнетики.

- Работа по перемещению проводника с током в магнитном поле.
- Явление электромагнитной индукции. Закон Фарадея. Правило Ленца. Индуктивность контура. Явление самоиндукции. Ток при замыкании и размыкании цепи. Взаимная индукция.
- Энергия магнитного поля. Плотность энергии магнитного поля.
- Вихревое электрическое поле. Ток смещения. Уравнения Максвелла для электромагнитного поля. Свойства уравнений Максвелла.

### **Электромагнитные колебания и волны**

(лекции – 6ч., семинары – 4ч., лабораторные работы – 2ч., самостоятельная работа – 10ч.)

Содержание темы:

- Свободные колебания в колебательном контуре. Свободные затухающие колебания в колебательном контуре. Вынужденные колебания. Резонанс напряжения и тока.
- Электромагнитные волны. Свойства электромагнитных волн. Энергия электромагнитных волн. Вектор Умова-Пойнтинга. Импульс электромагнитной волны. Шкала электромагнитных волн.

### **Лабораторные работы по теме 6**

Одна из списка работ (согласно календарному плану и графику выполнения работ):

- № 33<sub>1</sub> Определение индукции магнитного поля на оси кругового тока
- № 33<sub>2</sub> Определение индукции магнитного поля на оси соленоида
- № 33<sub>3</sub> Исследование магнитного поля в катушках Гельмгольца
- № 34 Исследование затухающих колебаний в колебательном контуре
- № 35 Исследование резонанса в цепи переменного тока
- № 36 Изучение магнитного поля соленоида с помощью датчика Холла
- № 37 Изучение гистерезиса ферромагнитных материалов

### **Тема 7. Волновая оптика**

(лекции – 6ч., семинары – 6ч., лабораторные работы – 4ч., самостоятельная работа – 14ч.)

Содержание темы:

- Основные определения и законы геометрической оптики. Корпускулярная и волновая теории света.
- Принцип Гюйгенса. Когерентность. Интерференция света. Связь разности фаз и оптической разности хода. Расчет интерференционной картины от двух источников. Методы наблюдения интерференции: метод Юнга, зеркала Френеля, бипризма Френеля. Интерференция в тонких пленках: полосы равного наклона и равной толщины. Кольца Ньютона. Просветление оптики.
- Дифракция света. Принцип Гюйгенса-Френеля. Метод зон Френеля. Прямолинейное распространение света. Дифракция на круглом отверстии и диске. Зонные пластинки. Дифракция Фраунгофера на одной щели. Дифракция Фраунгофера на двух щелях. Дифракционная решетка. Разрешающая способность оптических приборов. Разрешающая способность дифракционной решетки. Дифракция на пространственной решетке. Формула Вульфа-Брэггов.
- Естественный и поляризованный свет. Закон Малюса. Поляризация при отражении и преломлении. Угол Брюстера.

## Лабораторные работы по теме 7

Одна из списка работ (согласно календарному плану и графику выполнения работ):

№ 41<sub>1</sub> Измерение длины волны лазерного излучения интерференционным методом (метод Юнга)

№ 41<sub>2</sub> Изучение интерференционной схемы колец Ньютона

№ 42<sub>1</sub> Исследование дифракции света на одной щели (дифракция Фраунгофера)

№ 42<sub>2</sub> Исследование дифракции Фраунгофера на дифракционной решетке

№ 42<sub>3</sub> Исследование дифракции Френеля на круглом отверстии и круглом диске

№ 43<sub>1</sub> Изучение закона Малюса

№ 43<sub>2</sub> Изучение поляризации света. Закон Малюса

№ 43<sub>3</sub> Формула Френеля (коэффициенты отражения и пропускания от поверхности диэлектрика под различными углами)

## Тема 8. Квантово-оптические явления

(лекции – 8ч., семинары – 8ч., лабораторные работы – 8ч., самостоятельная работа – 16ч.)

Содержание темы:

- Тепловое излучение. Характеристики теплового излучения. Черное тело. Закон Кирхгофа. Закон Стефана-Больцмана и закон смещения Вина. Формула Рэлея-Джинса. Формула Планка. Следствия из формулы Планка. Применение законов теплового излучения.
- Фотоэффект. Вольт-амперная характеристика фотоэффекта. Законы внешнего фотоэффекта. Уравнение Эйнштейна.
- Эксперименты, подтверждающие квантовые свойства света.
- Масса и импульс фотона. Давление света.
- Эффект Комптона.
- Единство корпускулярных и волновых свойств электромагнитного излучения.

## Тема 9. Элементы квантовой механики

(лекции – 12ч., семинары – 12ч., лабораторные работы – 4ч., самостоятельная работа – 26ч.)

Содержание темы:

- Модели атома Томсона и Резерфорда. Линейчатый спектр атома водорода. Формула Бальмера. Постулаты Бора. Опыты Франка и Герца. Правило квантования круговых орбит. Спектр атома водорода по Бору.
- Гипотеза де Бройля. Экспериментальное подтверждение гипотезы де Бройля. Некоторые попытки физического толкования волн де Бройля. Статистический смысл волн де Бройля.
- Соотношения неопределенностей для координат и проекций импульсов, энергии и времени.
- Волновая функция. Вероятность нахождения микрочастицы. Нормировка волновой функции. Принцип суперпозиции состояний (волновых функций).
- Общее уравнение Шредингера. Уравнение Шредингера для стационарных состояний.
- Представление физических величин с помощью операторов. Собственные значения и собственные функции линейных операторов. Условия возможности одновременного измерения различных физических величин. Основные операторы квантовой механики. Уравнение Шредингера в операторной форме. Связь

квантовой механики с классической. Теорема Эренфеста. Принцип причинности в квантовой механике.

- Движение свободной частицы.
- Движение частицы в одномерном потенциальном ящике с бесконечно высокими стенками.
- Отражение и прохождение частицы сквозь потенциальный барьер бесконечной ширины. Коэффициенты отражения и прохождения. Анализ поведения частицы в зависимости от соотношения между  $E$  и  $U_0$ .
- Потенциальный барьер конечной ширины. Туннельный эффект. Анализ поведения частицы в зависимости от соотношения между  $E$  и  $U_0$ .
- Потенциальная яма со стенками конечной высоты. Анализ поведения частицы в зависимости от соотношения между  $E$  и  $U_0$ .
- Гармонический осциллятор.

### **Тема 10. Атомная физика**

(лекции – 4ч., семинары – 4ч., лабораторные работы – 2ч., самостоятельная работа – 16ч.)

Содержание темы:

- Уравнение Шредингера для атома водорода.  $1s$  – состояние электрона в атоме водорода.
- Магнитные моменты атомов. Опыты Штерна и Герлаха. Спин электрона. Спиновое квантовое число. Спин-орбитальное взаимодействие. Эффект Зеемана.
- Принцип неразличимости тождественных частиц. Фермионы и бозоны. Распределение электронов по энергетическим уровням атома. Периодическая система элементов Менделеева.
- Рентгеновские спектры.

### **Тема 11. Элементы физики твердого тела**

(лекции – 2ч., семинары – 2ч., лабораторные работы – 2ч., самостоятельная работа – 4ч.)

Содержание темы:

- Вынужденное излучение. Лазеры.
- Энергетические зоны в твердом теле. Металлы, диэлектрики, полупроводники в свете зонной теории.
- Коллективные квантовые явления: сверхпроводимость, эффект Джозефсона (стационарный и нестационарный).

### **Тема 12. Элементы физики атомного ядра и элементарных частиц**

(лекции – 2ч., семинары – 2ч., лабораторные работы – 0ч., самостоятельная работа – 8ч.)

Содержание темы:

- Заряд, размеры и состав атомного ядра. Массовое и зарядовое число. Энергия связи и масса ядра. Спин и магнитный момент. Ядерные силы. Модели ядра.
- Радиоактивное излучение и его виды. Закон радиоактивного распада. Правило смещения. Особенности  $\alpha$  - распада. Особенности  $\beta$  - распада.  $\gamma$  -излучение.
- Ядерные реакции и их основные типы.
- Типы взаимодействия элементарных частиц. Частицы и античастицы. Классификация элементарных частиц. Кварки.

### **Лабораторные работы по темам 8 - 12**

Четыре из списка работ (согласно календарному плану и графику выполнения работ):

- № 45 Изучение законов теплового излучения
- № 46<sub>1</sub> Изучение законов фотоэффекта и определение постоянной Планка.
- № 46<sub>2</sub> Изучение законов внешнего фотоэффекта
- № 47 Изучение эффекта Комптона
- № 49<sub>1</sub> Опыт Франка-Герца
- № 49<sub>2</sub> Определение резонансного потенциала атома инертного газа (ртути).  
Опыт Франка и Герца.
- № 51 Изучение эффекта Зеемана
- № 52 Изучение опыта Резерфорда
- № 53 Изучение рентгеновских спектров на установке «Рентгеновский спектрометр»
- № 54 Изучение мессбауэрских спектров на установке «Мессбауэрский спектрометр»
- № 55 Изучение волновых свойств электронов на установке «Дифракция электронов»

### **3. Оценивание**

Контроль качества освоения студентом дисциплины «Физика» включает в себя текущий контроль, промежуточную аттестацию и окончательную оценку по дисциплине.

**Текущий контроль** состоит из следующих элементов:

**С** – оценка за работу на семинарах

**Лр** - оценка за выполнение и сдачу лабораторных работ

**Кр** – оценка за контрольную работу

**Кол** - оценка за коллоквиум.

**Промежуточная аттестация** включает в себя экзамен (Э) по Физике и все виды текущего контроля, проводимые в период до сессии (аттестационный период), в которой предусмотрен экзамен.

Промежуточная аттестация предполагает выставление промежуточной оценки (П) по дисциплине (с учетом правил округления до целого числа баллов), которая является взвешенной суммой оценок за экзамен (Э) и всех видов элементов текущего контроля, предусмотренных в данный аттестационный период. Конкретные формулы для расчета промежуточной оценки в разные периоды аттестации приведены ниже.

**Окончательная оценка (И)**, т.е. итоговая оценка по дисциплине, выставляется в конце изучения дисциплины Физика и рассчитывается по формуле:

$$И = 0.4 \cdot П_1 + 0.2 \cdot П_2 + 0.4 \cdot П_3 ,$$

где  $П_i$  – оценка за промежуточную аттестацию  $i$ -ого периода обучения ( $i = 1, 2, 3$ );  $i = 1$  соответствует 2-3 модулям 1 курса,  $i = 2$  соответствует 4-ому модулю 1 курса,  $i = 3$  – соответствует 1-2 модулям 2 курса.

Окончательная оценка указывается в приложении к документу об образовании и о квалификации.

**Блокирующими** являются следующие элементы контроля:

- оценка за экзамен (**Э**),
- оценка за выполнение и сдачу лабораторных работ (**Лр**),
- оценка за контрольную работу (**Кр**),
- оценка за коллоквиум (**Кол**).

Если по блокирующему Элементу контроля получена неудовлетворительная оценка (0, 1, 2, 3), то промежуточная оценка в целом ( $П_i$ ) приравнивается к оценке по блокирующему Элементу контроля до тех пор, пока студент не получит положительную оценку по блокирующему Элементу контроля. Когда студент получит положительную оценку по блокирующему элементу контроля (сразу или на пересдаче), промежуточная оценка рассчитывается с учетом полученной положительной оценки. Если неудовлетворительные оценки получены сразу по нескольким блокирующим элементам контроля, то промежуточная оценка в целом ( $П_i$ ) приравнивается к наибольшей из неудовлетворительных оценок по блокирующим элементам контроля.

**Пересдача блокирующих элементов контроля**, таких как выполнение и сдача лабораторных работ (**Лр**), контрольная работа (**Кр**), коллоквиум (**Кол**) проводится не позднее, чем за 10 дней до начала сессии, предусматривающий экзамен по физике или в отдельных случаях (отсутствие на элементе контроля по уважительной причине) в период переэкзаменовки (*январь-февраль для 1-2 модулей текущего уч. года и сентябрь-октябрь за 3-4 модули предыдущего учебного года*); пересдача экзамена (**Э**) проводится в период переэкзаменовки.

Оценка за работу на семинарах (**С**) **не является блокирующей** и не подлежит пересдаче.

## **Критерии оценки элементов контроля**

С – оценка за работу на семинарах. Оценка выставляется как среднее арифметическое оценок за каждый семинар  $C_i$ , проводимый согласно календарному плану  $C = \frac{\sum_{i=1}^N C_i}{N}$ , где  $N$  – количество семинаров в аттестационном периоде. Оценка за каждый семинар  $C_i$  формируется по десятибалльной шкале за работу на семинаре: решение задач у доски, проверочные самостоятельные работы, самостоятельная работа студента в классе. Оценка за работу на семинарах **не является блокирующей** и не подлежит передаче.

Лр - оценка за выполнение и сдачу лабораторных работ. Оценка выставляется как среднее арифметическое оценок за каждую лабораторную работу **Лр<sub>і</sub>**:  $L_r = \frac{\sum_{i=1}^N L_{r_i}}{N}$ , где  $N$  – количество лабораторных работ, предусмотренных графиком выполнения лабораторных работ и календарным планом в аттестационном периоде.

Лабораторные работы выполняются бригадами (по 2 человека) в соответствии с графиком выполнения лабораторных работ, который представлен на сайте Департамента электронной инженерии МИЭ НИУ ВШЭ в разделе «Учебная лаборатория волновой и квантовой оптики, атомной и ядерной физики». График составлен на один модуль. Выполнение и сдача лабораторной работы состоит из 4-х этапов:

1. *Допуск к выполняемой лабораторной работе.* Для получения допуска к выполнению лабораторной работы студент должен подготовить дома конспект и предъявить его преподавателю на занятии до выполнения лабораторной работы. За конспект и ответы на вопросы преподавателя по порядку выполнения данной лабораторной работы преподаватель ставит свою подпись в графе «Допуск» в контрольном листе рабочей тетради студента. Это означает, что студент допущен к выполнению данной лабораторной работы. При отсутствии допуска студент не имеет права приступить к выполнению лабораторной работы.

2. *Выполнение лабораторной работы.* Работа может выполняться только в присутствии преподавателя в лаборатории. После выполнения необходимо получить подпись инженера о сдаче лабораторного имущества, и подпись преподавателя о выполнении работы и правильности полученных экспериментальных результатов. Подпись преподавателя за выполнение ставится только в том случае, если результаты

эксперимента занесены в рабочую тетрадь студента ручкой. При отсутствии подписи преподавателя за этот этап к выполнению следующего этапа студент не допускается.

3. *Сдача теоретического материала по теме лабораторной работы.* Происходит в устной форме, согласно графику выполнения работ, как правило, на следующем занятии после выполнения лабораторной работы. Если теоретическая часть не сдана в отведенное на занятии время, то сдача/пересдача этого этапа может происходить в присутственные часы преподавателя в свободное от учебы время.

4. *Представление результатов измерений и расчетов.* Расчет и обработка результатов измерений проводится на занятии или дома и представляется преподавателю, как правило, на следующем занятии после выполнения работы.

Оценка за каждую лабораторную работу  $Lp_i$  формируется по десятибалльной шкале как взвешенная сумма полученных оценок 3-его и 4-ого этапов выполнения лабораторной работы по формуле:

$$Lp_i = 0,7 * \text{Теория} + 0,3 * \text{Рез} ,$$

где

**Теория** – оценка за сдачу теоретического материала по теме лабораторной работы. Выставляется по десятибалльной шкале при условии сдачи этого этапа в срок и по восьмибалльной шкале в ином случае.

**Рез** – оценка за представление результатов измерений и расчетов. Выставляется по десятибалльной шкале при условии сдачи этого этапа в срок и по восьмибалльной шкале в ином случае.

Если один из этапов лабораторной работы не выполнен или получена неудовлетворительная оценка за 3 или 4 этапы, то за данную лабораторную работу ставится оценка  $Lp_i = 0$  баллов.

**Оценка за каждую лабораторную работу является блокирующей**, т.е. если за одну из лабораторных работ получена оценка  $Lp_i = 0$  баллов, то выставляется результирующая оценка за выполнение и сдачу лабораторных работ  $Lp = 0$  баллов (за данный аттестационный период) и промежуточная оценка ( $\Pi_i$ ) в целом приравнивается к 0 баллов до тех пор, пока студент не получит положительную оценку за данную лабораторную работу. Когда студент получит положительную оценку за данную лабораторную работу (сразу или на пересдаче), то результирующая оценка  $Lp$  и



промежуточная оценка ( $\Pi_i$ ) рассчитывается с учетом полученной положительной оценки.

**Кр** – оценка за контрольную работу. Оценка за контрольную работу выставляется как среднее арифметическое оценок за каждую задачу **Задача<sub>i</sub>**:  $Kp = \frac{\sum_{i=1}^N \text{Задача}_i}{N}$ , где  $N$  – количество задач в контрольной работе. Оценка за каждую задачу **Задача<sub>i</sub>** выставляется по десятибалльной шкале.

**Оценка за контрольную работу является блокирующей.** Контрольная работа, написанная на неудовлетворительную оценку (0, 1, 2, 3 балла), может быть переписана один раз в свободное от занятий время, при согласовании времени переписывания между преподавателем и студентами группы в срок не позднее, чем за 10 дней до начала сессии, предусматривающий экзамен по физике. При переписывании оценка за каждую задачу **Задача<sub>i</sub>** выставляется по восьмибалльной шкале.

**Кол** - оценка за коллоквиум. Выставляется по десятибалльной шкале.

**Оценка за коллоквиум является блокирующей.** Если коллоквиум сдан на неудовлетворительную оценку (0, 1, 2, 3 балла), то он может быть пересдан один раз в свободное от занятий время, при согласовании времени пересдачи между преподавателем и студентами группы в срок не позднее, чем за 10 дней до начала сессии, предусматривающий экзамен по физике. При пересдаче оценка выставляется по восьмибалльной шкале.

**Э** - оценка за экзамен. Экзамен проводится в устной форме в период экзаменационной сессии по графику, предусмотренному Рабочим учебным планом. Оценка за экзамен выставляется по десятибалльной шкале.

**Оценка за экзамен является блокирующей.** Пересдача экзамена проводится в период переэкзаменовки (*январь-февраль для 1-2 модулей текущего уч. года и сентябрь-октябрь за 3-4 модули предыдущего учебного года*).

**Критерии оценивания устного экзамена.**

Оценка	Баллы	Критерии
Блестяще	10	Даны правильные ответы на экзаменационные вопросы и дополнительные вопросы преподавателя. Студент свободно ориентируется во всех темах, вынесенных на экзамен.
Отлично	9	Даны правильные ответы на экзаменационные вопросы.

		В ответах на дополнительные вопросы преподавателя имеются небольшие погрешности. Студент свободно ориентируется во всех темах, вынесенных на экзамен.
Почти отлично	8	Даны правильные ответы на экзаменационные вопросы. В ответах на дополнительные вопросы преподавателя имеются ошибки. Студент свободно ориентируется во всех темах, вынесенных на экзамен.
Очень хорошо	7	Даны правильные ответы на экзаменационные вопросы. В ответах на дополнительные вопросы преподавателя имеются ошибки. Студент в основном ориентируется во всех темах, вынесенных на экзамен.
Хорошо	6	В ответах на экзаменационные вопросы содержатся незначительные ошибки. Даны правильные ответы на дополнительные вопросы преподавателя. Студент в основном ориентируется во всех темах, вынесенных на экзамен.
Весьма удовлетворительно	5	В ответах на экзаменационные вопросы содержатся ошибки. Даны правильные ответы на дополнительные вопросы преподавателя. Студент в основном ориентируется во всех темах, вынесенных на экзамен.
Удовлетворительно	4	В ответах на экзаменационные вопросы содержатся грубые ошибки. Даны правильные ответы на дополнительные вопросы преподавателя. Студент в основном ориентируется во всех темах, вынесенных на экзамен.
Плохо	3	В ответах на экзаменационные вопросы содержатся грубые ошибки. На дополнительные вопросы даны неправильные ответы. Студент имеет представление о всех темах, вынесенных на экзамен.
Очень плохо	2	В ответах на экзаменационные вопросы содержатся грубые ошибки. Отсутствует понимание заданных дополнительных вопросов. На дополнительные вопросы даны неправильные ответы. Студент не ориентируется во всех темах, вынесенных на экзамен.
Неудовлетворительно	1	Студент не понимает заданных экзаменационных и дополнительных вопросов. В ответах на экзаменационные вопросы и дополнительные вопросы содержатся грубые ошибки. Студент не ориентируется во всех темах, вынесенных на экзамен.

### ***Порядок формирования оценок по модулям и аттестационным периодам***

#### **Второй - третий модули (1-ый курс)**

##### ***Элементы контроля:***

**C<sub>1</sub>** – оценка за работу на семинарах.

**Лр<sub>1</sub>** - оценка за выполнение и сдачу лабораторных работ. Количество лабораторных работ определяется графиком выполнения лабораторных работ и календарным планом.

**Кр<sub>1</sub>** – оценка за контрольную работу. Тематика контрольной работы - кинематика и динамика поступательного и вращательного движений материальной точки и твердого тела; механические колебания и волны. Контрольная работа проводится на *1-ом семинарском занятии третьего модуля.*

**Кол<sub>1</sub>** - оценка за коллоквиум. Тематика коллоквиума - кинематика и динамика поступательного и вращательного движений материальной точки и твердого тела; механические колебания и волны; элементы специальной теории относительности. Коллоквиум проводится *в письменной форме на 1-ом семинарском занятии третьего модуля.*

**Э<sub>1</sub>** – оценка за экзамен. Экзамен проводится в устной форме в конце третьего модуля. Темы экзамена: Термодинамика и молекулярная физика; электростатика и постоянный ток.

**П<sub>1</sub>** – **оценка промежуточной аттестации**, формируется по десятибалльной шкале (с учетом правил округления до целого числа баллов) как взвешенная сумма полученных оценок текущего контроля и экзамена, и рассчитывается по формуле:

$$P_1 = 0.1 \cdot C_1 + 0.1 \cdot Lp_1 + 0.2 \cdot Kp_1 + 0.2 \cdot Kol_1 + 0.4 \cdot E_1.$$

**Блокирующие формы контроля этого периода: Лр<sub>1</sub>, Кр<sub>1</sub>, Кол<sub>1</sub>, Э<sub>1</sub>.**

**Возможность передачи блокирующих форм контроля см. выше.**

#### **Четвертый модуль (1-ый курс)**

**Элементы контроля:**

**С<sub>2</sub>** – оценка за работу на семинарах.

**Лр<sub>2</sub>** - оценка за выполнение и сдачу лабораторных работ. Количество лабораторных работ определяется графиком выполнения лабораторных работ и календарным планом.

**Э<sub>2</sub>** – оценка за экзамен. Экзамен проводится в устной форме в конце четвертого модуля. Темы экзамена: электромагнетизм, электромагнитные колебания и волны, волновая оптика.

**П<sub>2</sub>** – **оценка промежуточной аттестации**, формируется по десятибалльной шкале (с учетом правил округления до целого числа баллов) как взвешенная сумма полученных оценок текущего контроля и экзамена, и рассчитывается по формуле:

$$P_2 = 0.2 \cdot C_1 + 0.2 \cdot Lp_1 + 0.6 \cdot E_1.$$

**Блокирующие формы контроля этого периода: Лр<sub>2</sub>, Э<sub>2</sub>.**

**Возможность передачи блокирующих форм контроля см. выше.**

#### **Первый - второй модули (2-ой курс)**

### **Элементы контроля:**

**С<sub>3</sub>** – оценка за работу на семинарах.

**Лр<sub>3</sub>** - оценка за выполнение и сдачу лабораторных работ. Количество лабораторных работ определяется графиком выполнения лабораторных работ и календарным планом.

**Кр<sub>3</sub>** – оценка за контрольную работу. Тематика контрольной работы – квантово-оптические явления. Контрольная работа проводится на *пятой неделе первого модуля в часы семинарских занятий*.

**Кол<sub>3</sub>** - оценка за коллоквиум. Тематика коллоквиума - квантово-оптические явления. Коллоквиум проводится в письменной форме на *пятой неделе первого модуля в часы семинарских занятий*.

**Э<sub>3</sub>** – оценка за экзамен. Экзамен проводится в устной форме в конце второго модуля. Темы экзамена: элементы квантовой механики, атомная физика, элементы физики твердого тела, элементы физики атомного ядра и элементарных частиц.

**П<sub>3</sub>** – оценка промежуточной аттестации, формируется по десятибалльной шкале (с учетом правил округления до целого числа баллов) как взвешенная сумма полученных оценок текущего контроля и экзамена, и рассчитывается по формуле:

$$P_3 = 0.1 \cdot C_3 + 0.1 \cdot Lp_3 + 0.2 \cdot Kr_3 + 0.2 \cdot Kol_3 + 0.4 \cdot E_3.$$

**Блокирующие формы контроля этого периода: Лр<sub>3</sub>, Кр<sub>3</sub>, Кол<sub>3</sub>, Э<sub>3</sub>.**

**Возможность пересдачи блокирующих форм контроля см. выше.**

## **4. Примеры оценочных средств**

**1) Контрольная работа 1 (3-ий модуль 1-ый курс)** включает 4 задачи по теме 1.

### **Пример варианта контрольной работы 1.**

1. Велосипедное колесо вращается с частотой  $n = 5 \text{ с}^{-1}$ . Под действием сил трения оно остановилось через интервал времени  $\Delta t = 1$  мин. Определить угловое ускорение  $\varepsilon$  и число оборотов  $N$ , которое сделает колесо за это время.
2. 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  $a = 2 \text{ м/с}^2$ . Определить: 1) Момент инерции  $J$  вала; 2) массу  $M$  вала.
3. Шар катится без скольжения по горизонтальной поверхности. Полная кинетическая энергия шара равна 14 Дж. Определить кинетическую энергию поступательного  $T_1$  и вращательного  $T_2$  движения.
4. Диск радиусом  $R = 24$  см колеблется около горизонтальной оси, проходящей через середину одного из радиусов перпендикулярно плоскости диска. Определить приведенную длину  $l_{пр}$  и период  $T$  колебаний такого маятника.

- 2) **Коллоквиум 1 (3-ий модуль 1-ый курс)** включает 1 теоретический вопрос по материалам лекций (темы 1 и 2).

#### Пример билета коллоквиума 1.

Закон сохранения момента импульса (вывод). Связь закона сохранения момента импульса с изотропностью пространства.

- 3) **Контрольная работа 2 (1-ый модуль 2-ой курс)** включает 4 задачи по теме 8.

#### Пример варианта контрольной работы 2.

1. Определить, как и во сколько раз изменяется мощность излучения черного тела, если длина волны, соответствующую максимуму его спектральной плотности энергетической светимости, сместилась с  $\lambda_1 = 720 \text{ нм}$  до  $\lambda_2 = 400 \text{ нм}$ .
2. Фотоны с энергией  $\varepsilon = 5 \text{ эВ}$  вырывают фотоэлектроны из металла с работой выхода  $A = 4,7 \text{ эВ}$ . Определить максимальный импульс, передаваемый поверхности этого металла при вылете электрона.
3. Фотон с энергией  $\text{МэВ}$  рассеялся на первоначально покоившемся свободном электроны. Определить кинетическую энергию электрона отдачи, если длина волны рассеянного фотона изменилась на 20%.
4. Атом водорода в основном состоянии поглотил квант света с длиной волны  $\lambda = 121,5 \text{ нм}$ . Определить радиус  $r$  электронной орбиты возбужденного атома водорода.

- 4) **Коллоквиум 2 (1-ый модуль 2-ой курс)** включает 2 теоретических вопроса по материалам лекций (тема 8).

#### Пример билета коллоквиума 2.

1. Формула Рэлея-Джинса (вывод).
2. Эффект Комптона (вывод).

#### Пример билета на экзамен 1.

1. Макро- и микросостояния (рассмотреть на примере четырех частиц). Статистический вес. Энтропия. Формула Больцмана. Второе начало термодинамики. Приращение энтропии при обратимом и при необратимом процессе. Третье начало термодинамики.
2. Закон Ома для однородного участка цепи в интегральной и дифференциальной формах. Закон Ома для неоднородного участка цепи (обобщенный закон Ома) в интегральной и дифференциальной формах.
3. Задача. Электростатическое поле создается бесконечным фарфоровым цилиндром радиусом 10 см, равномерно заряженным с объемной плотностью  $\rho = 10 \text{ нКл/м}^3$ . Диэлектрическая проницаемость фарфора  $\varepsilon = 5$ . Определить разность потенциалов между точками поля, лежащими на расстоянии  $r_1 = 3 \text{ см}$  и  $r_2 = 8 \text{ см}$  от оси цилиндра

### Пример билета на экзамен 2.

1. Магнитное поле в веществе. Макро- и микротоки. Намагниченность. Вектор напряженности магнитного поля. Теорема о циркуляции для вектора  $H$ . Магнитная восприимчивость. Связь векторов  $B$  и  $H$ .
2. Электромагнитные волны. Свойства электромагнитных волн.
3. Задача. Расстояние между щелями  $d = 1$  мм, а расстояние  $L$  от щелей до экрана равно 3 м. Определить положение первой светлой полосы, если щели освещать монохроматическим светом с длиной волны  $\lambda = 0,5$  мкм.

### Пример билета на экзамен 3.

1. Условия возможности одновременного измерения различных физических величин.
2. Эффект Зеемана.
3. Частица массой  $m = 10^{-19}$  кг, двигаясь в положительном направлении оси  $x$  со скоростью  $v = 20$  м/с, встречает на своем пути бесконечно широкий прямоугольный потенциальный барьер высотой  $U = 100$  эВ. Определить коэффициент отражения  $R$  волн де Бройля на границе потенциального барьера.

## 5. Ресурсы.

### Основная литература (возможны и другие года издания)

1. Савельев И.В. Курс общей физики (в 5 томах). Москва, Астрем\*АСТ, 2001 г.
2. Трофимова Т.И. Сборник задач по курсу физики, Москва, «Высшая школа», 2003г.
3. Методические указания к лабораторным работам по курсу общей физики-  
<https://miem.hse.ru/edu/ee/physics/metod>.

### Дополнительная литература (возможны и другие года издания)

1. Сивухин Д. В. Общий курс физики (в 6 томах). Москва, Физматлит/МФТИ, 2002–2005 гг.
2. Л.Д.Ландау, А.И. Ахиезер, Е.М. Лифшиц, Курс общей физики, Москва, 2-ое издание, 1965.
3. Г.С. Ландсберг, Элементарный учебник физики (в 3 томах), Москва, «Наука», Физматлит, 1986
4. Трофимова Т.И. Курс физики. Москва, Academia, 2005 г (возможны и другие года издания)

### Программное обеспечение

Не требуется

## **Профессиональные базы данных, информационные справочные системы, интернет-ресурсы (электронные образовательные ресурсы)**

Не требуются

### **Материально-техническое обеспечение дисциплины**

- При проведении лекций и практических занятий используются аудитории, оборудованные проектором для отображения презентаций.
- При проведении лабораторных работ используются физические лаборатории:  
«Механика и молекулярная физика»,  
«Электричество и магнетизм»,  
«Волновая оптика»,  
«Квантовая оптика, атомная и ядерная физика».

### **5. Особенности организации обучения для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов**

В случае необходимости, обучающимся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья (по заявлению обучающегося) а для инвалидов также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида, могут предлагаться следующие варианты восприятия учебной информации с учетом их индивидуальных психофизических особенностей, в том числе с применением электронного обучения и дистанционных технологий:

1. *для лиц с нарушениями зрения:* в печатной форме увеличенным шрифтом; в форме электронного документа; в форме аудиофайла (перевод учебных материалов в аудиоформат); в печатной форме на языке Брайля; индивидуальные консультации с привлечением тифлосурдопереводчика; индивидуальные задания и консультации.
2. *для лиц с нарушениями слуха:* в печатной форме; в форме электронного документа; видеоматериалы с субтитрами; индивидуальные консультации с привлечением сурдопереводчика; индивидуальные задания и консультации.
3. *для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:* в печатной форме; в форме электронного документа; в форме аудиофайла; индивидуальные задания и консультации.

### **6. Дополнительные сведения.**

#### **Методические указания**

**для выполнения и сдачи лабораторной работы (ЛР) по физике**

- 1) Завести рабочую тетрадь для лабораторных (объемом ~ 96 листов).
- 2) На первой (или последней) странице рабочей тетради разместить *контрольный лист* (таблица № 1).

Таблица № 1

## Контрольный лист

Фамилия, имя студента		Группа		Бригада №			
Дата проведения ЛР	Номер и название ЛР	Подпись инженера	Подпись преподавателя		Оценка и подпись преподавателя		Итого (Лр <sub>i</sub> = 0,7*Теория+0,3*Рез)
			Допуск	Выполнение	Теория	Результаты	

- 3) По своему порядковому номеру в списке группы по подгруппам определить *номер бригады* согласно таблице № 2.

Таблица № 2

Порядковый номер студента в списке подгруппы	Бригада №
1	1
2	
3	2
4	
5	3
6	
7	4
8	
9	5
10	
11	6
12	
13	7
14	
15	8
16	
17	9
18	

- 4) По номеру бригады и номеру занятия по графику проведения лабораторных работ, который представлен на сайте Департамента электронной инженерии МИЭМ НИУ



ВШЭ в разделе «Учебная лаборатория волновой и квантовой оптики, атомной и ядерной физики» («Методические указания»), определить номер *лабораторной работы*.

Лабораторные работы выполняются бригадами (по 2 человека) в соответствии с графиком выполнения лабораторных работ. Выполнение и сдача лабораторной работы состоит из 4-х этапов:

1. *Допуск к выполняемой лабораторной работе.* Для получения допуска к выполнению лабораторной работы студент должен подготовить дома конспект и предъявить его преподавателю на занятии до выполнения лабораторной работы. За конспект и ответы на вопросы преподавателя по порядку выполнения данной лабораторной работы преподаватель ставит свою подпись в графе «Допуск» в контрольном листе рабочей тетради студента. Это означает, что студент допущен к выполнению данной лабораторной работы. При отсутствии допуска студент не имеет права приступить к выполнению лабораторной работы.

2. *Выполнение лабораторной работы.* Работа может выполняться только в присутствии преподавателя в лаборатории. После выполнения необходимо получить подпись лаборанта о сдаче лабораторного имущества, и подпись преподавателя о выполнении работы и правильности полученных экспериментальных результатов. Подпись преподавателя за выполнение ставится только в том случае, если результаты эксперимента занесены в рабочую тетрадь студента ручкой. При отсутствии подписи преподавателя за этот этап к выполнению следующего этапа студент не допускается.

3. *Сдача теоретического материала по теме лабораторной работы.* Происходит в устной форме, согласно графику выполнения работ, как правило, на следующем занятии после выполнения лабораторной работы. Если теоретическая часть не сдана в отведенное на занятии время, то сдача/пересдача этого этапа может происходить в присутственные часы преподавателя в свободное от учебы время

4. *Представление результатов измерений и расчетов.* Расчет и обработка результатов измерений проводится на занятии или дома и представляется преподавателю, как правило, на следующем занятии после выполнения работы.

Оценка за каждую лабораторную работу  $L_{p_i}$  формируется по десятибалльной шкале как взвешенная сумма полученных оценок 3-его и 4-ого этапов выполнения лабораторной работы по формуле:

$$L_{p_i} = 0,7 * \text{Теория} + 0,3 * \text{Рез}$$

где

**Теория** – оценка за сдачу теоретического материала по теме лабораторной работы. Выставляется по десятибалльной шкале при условии сдачи этого этапа в срок и по восьмибалльной шкале в ином случае.

**Рез** – оценка за представление результатов измерений и расчетов. Выставляется по десятибалльной шкале при условии сдачи этого этапа в срок и по восьмибалльной шкале в ином случае.

Если один из этапов лабораторной работы не выполнен или получена неудовлетворительная оценка за 3 или 4 этапы, то за данную лабораторную работу ставится оценка  $L_{p_i} = 0$  баллов.

**Оценка за каждую лабораторную работу является блокирующей**, т.е. если за одну из лабораторных работ получена оценка  $L_{p_i} = 0$  баллов, то выставляется результирующая оценка за выполнение и сдачу лабораторных работ  $L_p = 0$  баллов (за данный аттестационный период) и промежуточная оценка ( $\Pi_i$ ) в целом приравнивается к 0 баллов до тех пор, пока студент не получит положительную оценку за данную лабораторную работу. Когда студент получит положительную оценку за данную лабораторную работу (сразу или на пересдаче), то результирующая оценка  $L_p$  и промежуточная оценка ( $\Pi_i$ ) рассчитывается с учетом полученной положительной оценки.

**Для получения допуска** необходимо:

1. Подготовить дома конспект (методические описания ЛР находятся там же, где и графики выполнения ЛР);
2. Подготовиться ответить на вопросы преподавателя по порядку проведения лабораторной работы.

#### **Требования к конспекту**

Конспект лабораторной работы должен включать:

1. Номер лабораторной работы.
2. Название лабораторной работы.
3. Теоретическое введение:
  - а) определения и единицы измерения физических величин, используемых в лабораторной работе;
  - б) основные физические законы, используемые в лабораторной работе;
  - в) принципиальная схема установки;
  - г) вывод расчетной формулы.
4. Формулировки всех заданий данной работы.

5. Таблицы, которые необходимы непосредственно для записи экспериментальных данных.
6. Формулы для расчетов физических величин, проводимых в этой ЛР.
7. Формулы для расчета погрешностей. Необходимо самостоятельно составить выражение для относительной и абсолютной максимальной погрешности измерения, используя расчетную формулу. Для подготовки этого пункта необходимо пользоваться методическим указанием «Введение в теорию физических измерений», которое находится там же, где и графики выполнения ЛР.
8. Ответы на контрольные вопросы.

**Для сдачи лабораторной работы необходимо:**

1. После выполнения работы провести все необходимые расчеты измеряемых физических величин.
2. Рассчитать погрешности измерений.
3. Записать результаты измерений с учетом погрешностей (см. Методические указания «Введение в теорию физических измерений»).
4. Подготовиться к сдаче теоретической части по теме данной лабораторной работы. Сдача теории происходит в устной форме без использования при ответе каких-либо вспомогательных средств (учебников, конспектов, электронных средств и т.д.). Для сдачи теории необходимо:
  - знать определения и единицы измерения используемых в данной лабораторной работе физических величин;
  - знать физические законы, используемые в данной лабораторной работе;
  - уметь выводить расчетную формулу;
  - отвечать на контрольные вопросы, находящиеся в конце методического описания к данной работе.