

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
(ВлГУ)



А.А.Панфилов

« 12 » 10 2015 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Физика»

Направление подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»

Профиль подготовки \_\_\_\_\_

Уровень высшего образования бакалавриат

(бакалавр, магистр, дипломированный специалист)

Форма обучения очная

(очная, очно-заочная, заочная, сокращенная)

Семестр	Трудоемкость зач. ед./час.	Лек- ции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	СРС, час.	Форма промежуточного контроля (экз./зачет)
1	5/ 180	36	18	36	54	Экзамен, 36
2	6/216	36	18	36	81	Экзамен, 45
3	2/72	18	18	-	-	Экзамен, 36
Итого	13/468	90	54	72	135	Экзамен, 117

Владимир 2015

*Handwritten mark*

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения дисциплины «Физика» является обеспечение будущего специалиста научной физической базой, на которой в высшей технической школе строится общеинженерная и специальная подготовка. Последовательное изучение физики вырабатывает специфический метод мышления, физическую интуицию, которые оказываются весьма плодотворными и в других науках. Специалисты, получившие физико-математическое образование, могут самостоятельно осваивать новые технические направления, успешно работать в них, легко переходить от решения одних задач к другим, искать нестандартные и нетрадиционные пути, что особенно актуально для профессиональной мобильности специалистов в условиях ускоренного развития техники и технологий.

В процессе освоения дисциплины студент формирует следующие *общекультурные* (ОК), *обще-профессиональные* (ОПК) и *профессиональные компетенции* (ПК):

- способность к коммуникации в устной и письменной формах для решения задач межличностного и межкультурного взаимодействия (ОК-5);
- способность работать в коллективе, толерантно воспринимать социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия (ОК-6);
- способность к самоорганизации и самообразованию (ОК-7);
- способность применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач (ОПК-2);
- способность участвовать в планировании, подготовке и выполнении типовых экспериментальных исследований по заданной методике (ПК-1);
- способность обрабатывать результаты экспериментов (ПК-2).

### **Задачи дисциплины:**

- теоретическая подготовка в области физики, позволяющая будущим инженерам ориентироваться в потоке научной и технической информации, обеспечивая им возможность использования физических принципов в областях специализаций;
- формирование научного стиля мышления, в частности правильного понимания границ применимости различных физических понятий, законов, теорий и умения оценивать степень достоверности экспериментальных результатов;
- выработка приемов и навыков решений конкретных задач из разных областей физики, помогающих студентам в дальнейшем решать инженерные задачи.
- ознакомление студентов с научной аппаратурой и выработка у них начальных навыков проведения экспериментальных научных исследований различных физических явлений и оценки погрешностей измерений.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Важная цель высшего образования – получить научное представление о природе и методах ее познания. Физика как ведущая наука о природе играет главную роль в достижении этой цели. Она относится к дисциплинам базовой части и задает начало алгоритму инженерно-технического образования всех направлений подготовки, и в частности, радиоэлектроники. По содержанию и научным методам исследования физика, как средство образовательного и воспитательного воздействия, помогает развитию умственных способностей, формированию научного мировоззрения и воспитанию характера при достижении цели.

В современном естествознании принят математический язык общения, обмена информацией, анализа и т.п. Для успешного освоения курса физики студентам необходимо знать следующие разделы высшей математики: дифференциальное и интегральное исчисление, дифференциальные уравнения, аналитическую геометрию и линейную алгебру, ряды, элементы векторного анализа, функции комплексного переменного, элементы теории вероятностей и математической статистики.



### 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Изучение физики вырабатывает физический стиль мышления и интуицию, которые оказываются плодотворными и в других науках. Специалисты, получившие широкое физико-математическое образование, могут самостоятельно осваивать новые технические направления, успешно работать в них, легко переходить от решения одних задач к решению других, принимая нестандартные и нетрадиционные пути, что особенно важно для профессиональной мобильности специалистов в условиях ускоренного развития техники.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

**Знать:** соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования теоретического и экспериментального исследования для решения профессиональных задач (ОПК-2).

**Уметь:** планировать, подготавливать и выполнять типовые экспериментальные исследования по заданной методике (ПК-1) с обработкой результатов экспериментов (ПК-2).

**Владеть:** способностью к самоорганизации и самообразованию (ОК-7), к работе в коллективе (ОК-6) и коммуникации для межличностного и межкультурного взаимодействия (ОК-5).

### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 13 зачётных единиц, 468 часов

#### Структура дисциплины

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)						Объем учебной работы, с применением интерактивных методов (в часах / %)	Форма текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации
				Лекции	Семинары	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	СРС		
1	Раздел 1. Механика	1	1-9	18	8	18		27		11/25	
	Тема 1. Элементы векторной алгебры. Кинематика мат. точки		1-2	4	2	2		4		2/25	
	Тема 2. Динамика поступательного движения мат. точки и твердого тела		3-4	4	2	6		5		3/25	
	Тема 3. Механика твердого тела. Законы сохранения в механике.		5-6	4	2	6		8		3/25	Рейтинг-контроль №1
	Тема 4. Механика сплошных сред		7-9	6	2	4		10		3/25	
2	Раздел 2. Молекулярная физика и термодинамика	1	10-18	18	10	18		27		11,5/25	
	Тема 1. Методы изучения систем. МКТ. Статистический метод исследования систем		10-11	4	2	6		6		3/25	Рейтинг-контроль №2

## Продолжение таблицы

	Тема 2. Термодинамический метод. Первый закон		12-13	4		2	6		6		3/25	
	Тема 3. Энтропия. Второй закон		14-15	4		2	2		6		2/25	
	Тема 4. Элементы физической кинетики.		16-17	4		2	2		6		2/25	
	Тема 5. Реальные газы		18	2		2	2		3		1,5/25	Рейтинг-контроль №3
Итого		1	1-18	36		18	36		54		22,5/25	Экзамен
3	Раздел 3. Электромагнетизм	2	1-7	14		8	18		16		10/25	
	Тема 1. Электростатика		1-4	8		4	8		4		5/25	
	Тема 2. Постоянный ток		5-6	3		2	7		6		3/25	Рейтинг-контроль №1
	Тема 3. Магнетизм		6-7	3		2	3		6		2/25	
4	Раздел 4. Колебания, волны	2	8-12	10		6	8		10		6/25	
	Тема 1. Механические колебания и волны		8	2		-	2		2		1/25	
	Тема 2. Электромагнитные колебания и волны		9-12	8		6	6		8		5/25	Рейтинг-контроль №2
5	Раздел 5. Оптика	2	13-18	12		4	10		10		6,5/25	
	Тема 1. Геометрическая оптика		13	2		-	2		2		1/25	
	Тема 2. Интерференция света		14-15	4		2	6		4		3/25	
	Тема 3. Дифракция света		16-17	4		2	2		2		2/25	Рейтинг-контроль №3
	Тема 4. Дисперсия света		18	2		-	-		2		0,5/25	
Итого		2	1-18	36		18	36		81		22,5/25	Экзамен
6	Раздел 6. Основные понятия атомной физики	3	1-18	18		18	-		-		9/25	
	Тема 1. Элементы квантовой оптики		1-4	4		4	-		-		2/25	
	Тема 2. Основные понятия квантовой механики		5-8	4		8	-		-		3/25	Рейтинг-контроль №1
	Тема 3. Основные понятия физики твердого тела		9-13	4		4	-		-		2/25	Рейтинг-контроль №2
	Тема 4. Основы физики атомного ядра и элементарных частиц		14-18	6		2	-		-		2/25	Рейтинг-контроль №3
Итого		3	1-18	18		18	-		-		9/25	Экзамен
Всего		1-3		90		54	72		135		54/25	Экзамен



## Тематический план дисциплины

### I. Механика

1. Введение. Предмет физики. Методы физического исследования: опыт, гипотеза, эксперимент, теория. Важнейшие этапы истории физики. Роль физики в развитии техники и влияние техники на развитие физики. Роль физики в становлении инженера. Связь физики с другими науками. Успехи современной физики.

2. Некоторые сведения из математики. Роль математики в изучении физики. Функции и их производные. Интегрирование. О смысле производной и интеграла в приложении к физическим задачам. Элементы векторной алгебры: определение вектора, сложение векторов, умножение векторов, дифференцирование векторных величин. Дифференциальные уравнения. Элементарные сведения из теории вероятности.

3. Кинематика поступательного движения. Кинематика как раздел механики. Механическое движение как простейшая форма движения материи. Материальная точка (частица). Система отсчета. Инерциальные системы отсчета. Радиус-вектор. Принцип относительности Галилея. Траектория. Радиус кривизны траектории. Линейная скорость и линейное ускорение. Тангенциальное и нормальное ускорения. Связь между линейными и угловыми кинематическими величинами. Поступательное движение твердого тела.

4. Динамика поступательного движения. Динамика как раздел механики. Первый закон Ньютона и понятие инерциальной системы отсчета. Второй закон Ньютона и понятие силы, массы и импульса. Уравнение движения. Третий закон Ньютона и пределы его применимости. Неинерциальные системы отсчета. Абсолютные и относительные скорость и ускорение. Силы инерции. Центробежная сила. Сила Кориолиса. Система материальных точек. Центр инерции (центр масс). Теорема о движении центра инерции.

5. Вращательное движение твердого тела. Понятие абсолютного твердого тела. Момент силы. Момент импульса. Момент инерции. Теорема Штейнера. Уравнение моментов (связь момента импульса с моментом силы). Уравнение вращательного движения твердого тела относительно неподвижной оси. Кинетическая энергия вращающегося твердого тела. Гироскопический эффект. Свободные оси.

6. Законы сохранения. Значение и содержание законов сохранения в механике. Закон сохранения импульса. Однородность пространства. Реактивное движение. Закон сохранения момента импульса. Изотропия пространства. Работа, энергия, мощность. Связь между потенциальной энергией и силой. Понятие силового поля. Консервативные и неконсервативные силы. Закон сохранения энергии в механике. Однородность времени. Консервативная и диссипативная системы.

7. Элементы механики жидкостей и газов. Общие свойства жидкостей и газов. Уравнение движения в форме Эйлера. Поле скоростей, линии и трубки тока. Уравнение неразрывности. Уравнение Бернулли. Система уравнений газодинамики. Вязкость. Течение вязкой жидкости. Формула Пуазейля. Ламинарный и турбулентный режимы течения. Циркуляция скорости. Потенциальное и вихревое движения. Движение тел в жидкостях и газах. Теорема Жуковского.

8. Элементы специальной теории относительности. Принцип относительности Эйнштейна. Роль скорости света. Постулат постоянства скорости света. Преобразования Лоренца. Лоренцево сокращение длины и замедление времени. Граница применимости классической (ньютоновской) механики.

### II. Основы молекулярной физики и термодинамики

9. Молекулярно-кинетическая теория идеального газа. Основные положения молекулярно-кинетической теории вещества. Микро- и макросостояния системы. Макроскопические параметры. Понятие идеального газа. Молекулярно-кинетическое толкование температуры. Число степеней свободы молекулы. Внутренняя энергия идеального газа. Закон равнораспределения энергии по степеням свободы. Давление газа с точки зрения молеку-



лярно-кинетической теории. Основное уравнение молекулярно – кинетической теории. Уравнение состояния идеального газа (уравнение Клапейрона – Менделеева) .

10. Элементы классической статистики. Динамические и статистические закономерности в физике. Статистический метод исследования систем. Фазовое пространство, фазовая точка, фазовая ячейка. Понятие о функции распределения. Статистическое усреднение. Распределение Максвелла (распределение молекул по абсолютным значениям скорости). Средние скорости молекул. Барометрическая формула. Распределение Больцмана. Распределение Максвелла – Больцмана.

11. Реальные газы. Силы межмолекулярного взаимодействия в газах. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Изотермы реального газа. Метастабильные состояния. Критическое состояние. Внутренняя энергия реального газа. Эффект Джоуля – Томсона. Сжижение газов и получение низких температур.

12. Свойства жидкостей. Характеристика жидкого состояния. Строение жидкостей. Ближний порядок. Поверхностное натяжение. Силы, возникающие на кривой поверхности жидкости. Формула Лапласа. Условия равновесия на границе двух сред. Краевой угол. Смачивание. Капиллярные явления.

13. Свойства твердых тел. Аморфные и кристаллические тела. Кристаллическая решетка. Дальний порядок. Упругая и пластическая деформации. Закон Гука. Дефекты в кристаллах. Жидкие кристаллы.

14. Фазовые равновесия и фазовые переходы. Фазы вещества. Условия равновесия фаз. Испарение и конденсация. Плавление и кристаллизация. Уравнение Клапейрона – Клаузиуса. Фазовая диаграмма (диаграмма состояния). Тройная точка.

15. Элементы теории столкновений. Понятие столкновения. Упругое и неупругое столкновения. Прицельное расстояние. Рассеяние частиц. Средняя длина свободного пробега. Принцип детального равновесия.

16. Элементы физической кинетики. Понятие о физической кинетике. Неравновесные системы. Время релаксации. Явления переноса. Диффузия. Коэффициент диффузии. Теплопроводность. Коэффициент теплопроводности. Вязкость (внутреннее трение). Коэффициент вязкости. Динамическая и кинематическая вязкость.

17. Первое начало термодинамики. Статистический и термодинамический методы. Термодинамическая система. Термодинамический процесс. Основные термодинамические понятия: внутренняя энергия, работа, теплота. Формулировки первого начала термодинамики. Уравнение первого начала термодинамики. Теплоёмкость. Зависимость теплоёмкости идеального газа от вида процесса. Формула Майера. Работа, совершаемая газом при изопроцессах. Энтальпия (тепловая функция). Адиабатический процесс. Теплоёмкость твердых тел.

18. Второе начало термодинамики. Равновесные и неравновесные состояния системы. Обратимые и необратимые процессы. Круговой процесс (цикл). Формулировки второго начала термодинамики. Цикл Карно и его КПД для идеального газа. Тепловые двигатели и холодильные машины. Максимальный КПД теплового двигателя. Энтропия. Статистический вес (термодинамическая вероятность). Закон возрастания энтропии. Статистическое толкование второго начала термодинамики.

### **III. Электричество и магнетизм**

19. Элементы теории поля. Скалярные и векторные поля в физике. Градиент скалярного поля. Дивергенция векторного поля. Ротор векторного поля. Оператор Гамильтона (оператор «набла»). Оператор Лапласа («лапласиан»). Некоторые интегральные теоремы.

20. Напряжённость электростатического поля в вакууме. Электрический заряд. Сохранение и инвариантность заряда. Дискретность заряда. Закон Кулона. Понятие электростатического поля. Силовые линии (линии напряжённости). Принцип суперпозиции электростатических полей. Поток вектора напряжённости. Теорема Гаусса для электростати-



ческого поля в вакууме и её связь с законом Кулона. Дифференциальная форма теоремы Гаусса. Применение теоремы Гаусса для расчета полей.

21. Потенциал электростатического поля в вакууме. Работа сил электростатического поля. Циркуляция напряженности электростатического поля. Ротор напряженности электростатического поля. Потенциальность (консервативность) электростатического поля. Потенциал. Разность потенциалов. Связь между потенциалом и напряжённостью электростатического поля. Уравнение Лапласа. Электрический диполь. Электрический момент диполя (дипольный момент). Потенциал и напряженность поля диполя. Момент сил, действующий на диполь во внешнем электрическом поле. Энергия диполя в электрическом поле.

22. Электрическое поле в диэлектриках. Свободные и связанные заряды в веществе. Сторонние заряды. Полярные и неполярные молекулы. Типы диэлектриков. Ионная, электронная и ориентационная поляризации. Поляризуемость молекулы. Поляризованность (вектор поляризации). Однородная и неоднородная поляризации. Связь поляризованности с поверхностной плотностью поляризационного заряда. Диэлектрическая восприимчивость вещества и её зависимость от температуры. Теорема Гаусса для электрического поля в диэлектрике. Электрическое смещение (электрическая индукция) в диэлектрике. Диэлектрическая проницаемость среды. Вычисление напряженности электрического поля в диэлектрике. Граничные условия для электрического поля на границе раздела “диэлектрик – диэлектрик”. Сегнетоэлектрики.

23. Электрическое поле проводников. Распределение зарядов в проводнике. Электростатическое поле внутри и снаружи проводника. Граничные условия на границе “проводник-вакуум”. Электрические свойства проводящей оболочки. Электростатическая защита. Метод изображений. Граничные условия на границе “проводник-диэлектрик”. Электроёмкость уединённого проводника, системы проводников и конденсатора. Электрическая энергия системы точечных зарядов. Энергия заряженного проводника, системы проводников и конденсатора. Энергия электростатического поля. Объёмная плотность энергии электростатического поля.

24. Постоянный электрический ток. Характеристики электростатического тока: плотность тока, сила тока. Условие существования электрического тока. Сторонние силы. Разность потенциалов, напряжение, электродвижущая сила (ЭДС). Классическая электронная теория электропроводимости металлов. Законы Ома и Джоуля-Ленца в дифференциальной форме. Законы Ома и Джоуля-Ленца в интегральной форме. Закон Ома для неоднородного участка цепи. Правила Кирхгофа. Недостаточность классической электронной теории электропроводимости.

25. Элементы физической электроники. Электрический ток в вакууме. Электронная эмиссия. Работа выхода электронов из металла. Электрический ток в газе. Процессы ионизации и рекомбинации. Работа ионизации. Потенциал ионизации. Ударная ионизация. Несамоостоятельный газовый разряд. Самоостоятельный газовый разряд. Вольт-амперная характеристика газового разряда. Виды разрядов.

26. Плазма. Понятие о плазме. Способы создания плазмы. Квазинейтральность плазмы. Электропроводность плазмы. Дебаевский радиус (дебаевская длина) экранирования. Плазменная частота. Низкотемпературная плазма и ее применение. Высокотемпературная плазма. Проблема осуществления управляемого термоядерного синтеза.

27. Магнитное поле в вакууме. Закон Ампера. Магнитная индукция. Закон Био – Савара (закон Био – Савара – Лапласа). Понятие магнитного поля. Принцип суперпозиции магнитных полей. Сила Лоренца и сила Ампера. Виток с током в магнитном поле. Магнитный момент. Момент сил, действующий на рамку с током во внешнем магнитном поле. Магнитное поле прямолинейного и кругового токов. Циркуляция вектора магнитной индукции. Закон полного тока (теорема о циркуляции индукции магнитного поля) в вакууме. Применение закона полного тока для расчета магнитных полей. Магнитное поле длинного соленоида и тороида. Магнитное взаимодействие токов. Единица силы тока –



ампер. Вихревое поле движущегося заряда. Инвариантность электрического заряда. Магнитное поле как релятивистский эффект.

28. Движение заряженной частицы в электрическом и магнитном полях. Движение заряженной частицы в электрическом и магнитном полях. Понятие об электронной оптике. Эффект Холла. Ускорители заряженных частиц.

29. Магнитное поле в веществе. Понятие магнитного момента атома. Микро- и макротоки. Молекулярные токи. Намагниченность (вектор намагничивания). Магнитная восприимчивость вещества и её зависимость от температуры. Закон полного тока (теорема о циркуляции напряженности магнитного поля) в веществе. Напряжённость магнитного поля в веществе. Магнитная проницаемость среды. Индукция магнитного поля в веществе. Граничные условия для магнитного поля на границе раздела двух сред. Типы магнетиков. Точка Кюри. Домены. Кривая намагничивания.

30. Электромагнитная индукция. Опыт Фарадея. Магнитный поток. ЭДС индукции. Основной закон электромагнитной индукции (закон Фарадея). Вывод основного закона электромагнитной индукции из закона сохранения энергии, а также на основе электронной теории. Правило Ленца (закон Ленца). Явление самоиндукции. Индуктивность. Индуктивность длинного соленоида. Токи замыкания и размыкания цепи. Явление взаимной индукции. Взаимная индуктивность. Энергия магнитного поля. Объёмная плотность энергии магнитного поля.

#### **IV. Колебания и волны**

31. Механические колебания. Свободные (собственные) и вынужденные колебания. Понятие об автоколебаниях. Дифференциальное уравнение гармонических колебаний и его решение. Характеристики гармонических колебаний. Понятие о гармоническом и ангармоническом осцилляторе. Изохронность колебаний. Энергия гармонических колебаний. Сложение одинаково направленных (скалярных) гармонических колебаний. Метод векторной диаграммы. Биения. Сложение взаимно перпендикулярных (векторных) гармонических колебаний. Фигуры Лиссажу. Дифференциальное уравнение затухающих колебаний и его решение. Апероидический процесс. Частота и коэффициент затухания. Логарифмический декремент затухания и добротность колебательной системы. Дифференциальное уравнение вынужденных колебаний и его решение. Амплитуда и фаза при вынужденных механических колебаниях. Механический резонанс. Резонансные кривые. Соотношение между фазами вынуждающей силы и скорости при механическом резонансе. Спектр колебаний, понятие о разложении Фурье.

32. Механические волны. Механизм образования механических волн в упругой среде. Продольные и поперечные волны. Волновое уравнение и его решение. Гармонические волны и их характеристики. Ударные волны. Принцип суперпозиции волн и граница его применимости. Фазовая скорость и дисперсия волн. Волновой пакет и групповая скорость. Понятие о когерентности. Интерференция волн. Стоячие волны. Эффект Доплера для звуковых волн. Ультра- и инфразвуки.

33. Электромагнитные колебания. Дифференциальное уравнение колебаний в колебательном контуре и его решение. Дифференциальное уравнение затухающих электромагнитных колебаний и его решение. Частота и коэффициент затухания электромагнитного колебания. Логарифмический декремент затухания и добротность контура. Дифференциальное уравнение вынужденных электромагнитных колебаний и его решение. Амплитуда и фаза при вынужденных электромагнитных колебаниях. Резонанс в колебательном контуре. Резонансные кривые для напряжения и силы тока. Переменный ток.

34. Электромагнитные волны. Трактовки явления электромагнитной индукции. Ток смещения. Электромагнитное поле. Система уравнений Максвелла. Волновое уравнение для электромагнитного поля. Скорость распространения электромагнитных волн в средах. Основные свойства электромагнитных волн. Вектор Пойнтинга. Импульс электромагнитного поля. Излучение диполя. Эффект Доплера. Шкала электромагнитных волн.



## **V. Оптика**

35. Распространение света через границу двух сред. Электромагнитная природа света. Принцип Гюйгенса. Законы отражения и преломления. Абсолютный и относительный показатели преломления. Полное внутреннее отражение. Световоды. Геометрическая оптика как предельный случай волновой оптики. Оптические инструменты.

36. Интерференция света. Монохроматические и немонхроматические волны. Принцип суперпозиции и интенсивность при сложении световых волн. Временная когерентность. Время и длина когерентности. Пространственная когерентность. Радиус когерентности. Оптическая длина пути. Оптическая разность хода. Расчет интерференционной картины от двух когерентных источников. Полосы равной толщины и равного наклона. Многолучевая интерференция. Способы получения когерентных лучей. Интерферометры.

37. Дифракция света. Принцип Гюйгенса – Френеля. Метод зон Френеля. Прямолинейное распространение света. Дифракция Френеля. Дифракция Френеля от круглого отверстия и круглого диска. Дифракция Френеля от края полуплоскости. Спираль Корню. Дифракция Фраунгофера от бесконечно длинной прямой щели. Дифракционная расходимость. Дифракция от одномерной дифракционной решетки. Разрешающая способность оптических инструментов. Понятие о голографии.

38. Поляризация света. Естественный и поляризованный свет. Степень поляризации. Поляризация света при преломлении и отражении. Закон Брюстера. Поляризация при двойном лучепреломлении. Обыкновенный и необыкновенный лучи. Оптическая ось кристалла. Поляроиды и поляризационные призмы. Поляризаторы и анализаторы. Закон Малюса. Полуволновые и четвертьволновые пластинки. Искусственная оптическая анизотропия. Оптическая активность вещества. Эффект Фарадея.

39. Дисперсия света. Затруднения в электромагнитной теории Максвелла. Нормальная и аномальная дисперсии. Методы наблюдения дисперсии. Призматический и дифракционный спектры. Электронная теория дисперсии света. Поглощение света. Закон Бугера. Цвета тел и спектры поглощения.

## **VI. Основные понятия атомной физики**

40. Элементы квантовой оптики Тепловое излучение. Равновесное излучение. Характеристики теплового излучения. Абсолютно черное тело. Закон Кирхгофа. Закон Стефана-Больцмана и закон Вина. Распределение энергии в спектре абсолютно черного тела. Формула Рэлея-Джинса. Ультрафиолетовая катастрофа. Квантовая гипотеза и формула Планка. Внешний фотоэлектрический эффект и его законы. Фотоны. Эффект Комптона и его теория. Модель атома Резерфорда. Постулаты Бора. Атом водорода.

41. Элементы квантовой механики Гипотеза де Бройля. Экспериментальное подтверждение волновых свойств микрочастиц. Соотношение неопределенностей. Волновая функция, ее свойства и статистический смысл. Нестационарное уравнение Шредингера. Стационарное уравнение Шредингера. Частица в потенциальной яме. Прохождение частицы через потенциальный барьер. Квантовый гармонический осциллятор. Уравнение Шредингера для электрона в атоме водорода. Главное, орбитальное и магнитное квантовые числа. Квантование энергии электрона в атоме водорода. Спектр атома водорода. Правило отбора. Орбитальный и магнитный момент электрона. Собственный механический момент импульса электрона (спин). Спиновый магнитный момент электрона. Спиновое и магнитное спиновое квантовые числа. Опыт Штерна и Герлаха. Принцип запрета Паули. Периодическая система элементов Менделеева. Поглощение, спонтанное и индуцированное излучение. Лазеры. Принцип действия лазеров. Классическая теория теплоемкости. Закон Дюлонга и Пти. Квантовая теория теплоемкости Эйнштейна. Теория теплоемкости Дебая. Фононы. Бозоны и фермионы. Понятие о квантовых статистиках Бозе-Эйнштейна и Ферми-Дирака.

42. Основные понятия физики твердого тела. Энергетические зоны в кристаллах. Распределение электронов по энергетическим зонам. Классификация твердых тел на ме-



таллы, полупроводники и диэлектрики. Собственная и примесная проводимости полупроводников. Электропроводность твердых тел. Температурная зависимость электропроводности металлов и полупроводников. Уровень Ферми. P-n переход. Полупроводниковые диоды.

43. Основы физики атомного ядра и элементарных частиц. Характеристики атомного ядра. Модели атомного ядра. Масса и энергия связи ядра. Законы радиоактивного распада. Альфа-, бета- и гамма-излучение. Ядерные реакции и законы сохранения. Реакция деления ядер. Цепная реакция деления. Реакция синтеза атомных ядер. Проблема управляемых термоядерных реакций. Виды взаимодействий и классификация элементарных частиц. Методы регистрации элементарных частиц. Космические лучи. Частицы и античастицы. Нейтрино. Кварки.

## 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

- лекционно-семинарская система обучения (традиционные лекционные, практические и лабораторные занятия);
- обучение в малых группах (выполнение лабораторных работ в группах из двух или трёх человек);
- применение мультимедиа технологий (проведение лекционных и практических занятий с применением компьютерных презентаций и демонстрационных роликов с помощью проектора или ЭВМ);
- информационно-коммуникационные технологии (применение информационных технологий для мониторинга текущей успеваемости студентов и контроля знаний);
- лекционные и практические занятия как научные конференции по результатам докладов студентов;
- разбор конкретных ситуаций.

## 6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины предусмотрены работы с применением следующих оценочных средств:

- работа с лекционным материалом как по конспектам, литературе, так и электронным источником информации;
- выполнение расчетно-графических работ (РГР);
- выполнение домашних заданий и подготовка к рейтинг-контролям с проведением контрольных работ на практических занятиях.

Для контроля работы студентов, а также для стимулирования систематического изучения курса физики в течение семестра предусмотрены рейтинг-контроли в письменной форме.

### Вопросы для проведения рейтинг-контролей

#### Первый семестр

**Вопросы рейтинг-контроля № 1. I. Механика. Решение задач. Контрольная работа 1.** Точка движется по окружности радиусом  $R = 4$  м. Закон ее движения выражается уравнением  $s = A + Br^2$ , где  $A = 8$  м,  $B = 2$  м/с<sup>2</sup>. Определить момент времени  $t$ , когда нормальное ускорение  $a_n$  точки равно 9 м/с<sup>2</sup>. Найти скорость  $v$ , тангенциальное  $a_t$  и полное  $a$  ускорения точки в тот же момент времени  $t$ . [1,5с; —6м/с; —4 м/с<sup>2</sup>; 9,84 м/с<sup>2</sup>]



2. Две материальные точки движутся согласно уравнениям,  $x_1 = A_1 + B_1 + C_1 t^3$  и  $x_2 = A_2 t + B_2 t^2 + C_2 t^3$ , где  $A_1 = 4 \text{ м/с}$ ,  $B_1 = 8 \text{ м/с}^2$ ,  $C_1 = -16 \text{ м/с}^3$ ,  $A_2 = 2 \text{ м/с}$ ,  $B_2 = -4 \text{ м/с}^2$ ,  $C_2 = 1 \text{ м/с}^3$ . В какой момент времени  $t$  ускорения этих точек будут одинаковы? Найти скорости  $v_1$  и  $v_2$  точек в этот момент. [0,235 с; 5,1 м/с; 0,286 м/с]
3. Шар массой  $m_1 = 10 \text{ кг}$  сталкивается с шаром массой  $m_2 = 4 \text{ кг}$ . Скорость первого шара  $v_1 = 4 \text{ м/с}$ , второго —  $v_2 = 12 \text{ м/с}$ . Найти общую скорость  $u$  шаров после удара в двух случаях: 1) малый шар нагоняет большой шар, движущийся в том же направлении; 2) шары движутся навстречу друг другу. Удар считать прямым, центральным, неупругим, [6,28 м/с; -0,572 м/с]
4. В лодке массой  $M = 240 \text{ кг}$  стоит человек массой  $m = 60 \text{ кг}$ . Лодка плывет со скоростью  $v = 2 \text{ м/с}$ . Человек прыгает с лодки в горизонтальном направлении со скоростью  $u = 4 \text{ м/с}$  (относительно лодки). Найти скорость лодки после прыжка человека: 1) вперед по движению лодки; 2) в сторону, противоположную движению лодки. [1 м/с; 3 м/с]
5. Человек, стоящий в лодке, сделал шесть шагов вдоль нее и остановился. На сколько шагов передвинулась лодка, если масса лодки в два раза больше (меньше) массы человека? [2 шага; 4 шага]
6. Из пружинного пистолета выстрелили пулькой, масса которой  $m = 5 \text{ г}$ . Жесткость пружины  $k = 1,25 \text{ кН/м}$ . Пружина была сжата на  $\Delta l = 8 \text{ см}$ . Определить скорость пульки при вылете ее из пистолета. [40 м/с]
7. Шар массой  $m_1 = 200 \text{ г}$ , движущийся со скоростью  $v_1 = 10 \text{ м/с}$ , сталкивается с неподвижным шаром массой  $m_2 = 800 \text{ г}$ . Удар прямой, центральный, абсолютно упругий. Определить скорости шаров после столкновения. [-6 м/с; 4 м/с]
8. Шар, двигавшийся горизонтально, столкнулся с неподвижным шаром и передал ему 64% своей кинетической энергии. Шары абсолютно упругие, удар прямой, центральный. Во сколько раз масса второго шара больше массы первого? [В 4 раза]
9. Цилиндр, расположенный горизонтально, может вращаться вокруг оси, совпадающей с осью цилиндра. Масса цилиндра  $m_1 = 12 \text{ кг}$ . На цилиндр намотали шнур, к которому привязали гирию массой  $m_2 = 1 \text{ кг}$ . С каким ускорением будет опускаться гирия? Какова сила натяжения шнура во время движения гири? [1,4 м/с<sup>2</sup>; 8,4 Н]
10. Через блок, выполненный в виде колеса, перекинута нить, к концам которой привязаны грузы массами  $m_1 = 100 \text{ г}$  и  $m_2 = 300 \text{ г}$ . Массу колеса  $M = 200 \text{ г}$  считать равномерно распределенной по ободу, массой спиц пренебречь. Определить ускорение, с которым будут двигаться грузы, и силы натяжения нити по обе стороны блока, [3,27 м/с<sup>2</sup>; 1,31 Н; 1,96 Н]
11. Двум одинаковым маховикам, находящимся в покое, сообщили одинаковую угловую скорость  $\omega = 63 \text{ рад/с}$  и предоставили их самим себе. Под действием сил трения маховик остановился через одну минуту, а второй сделал до полной остановки  $N = 360$  оборотов. У какого маховика тормозящий момент был больше и во сколько раз? [У первого больше в 1,2 раза]
12. Шар скатывается с наклонной плоскости высотой  $h = 90 \text{ см}$ . Какую линейную скорость будет иметь центр шара в момент, когда шар скатится с наклонной плоскости? [3,55 м/с]
13. На верхней поверхности горизонтального диска, который может вращаться вокруг вертикальной оси, проложены по окружности радиусом  $r = 50 \text{ см}$  рельсы игрушечной железной дороги. Масса диска  $M = 10 \text{ кг}$ , его радиус  $R = 60 \text{ см}$ . На рельсы неподвижного диска был поставлен заводной паровозик массой  $m = 1 \text{ кг}$  и выпущен из рук. Он начал двигаться относительно рельсов со скоростью  $v = 0,8 \text{ м/с}$ . С какой угловой скоростью будет вращаться диск? [0,195 рад/с]
14. Платформа в виде диска вращается по инерции около вертикальной оси с частотой  $n_1 = 14 \text{ мин}^{-1}$ . На краю платформы стоит человек. Когда человек перешел в центр платформы, частота возросла до  $n_2 = 25 \text{ мин}^{-1}$ . Масса человека  $m = 70 \text{ кг}$ . Определить массу платформы. Момент инерции человека рассчитывать как для материальной точки, [210 кг]
15. Искусственный спутник обращается вокруг Земли по круговой орбите на высоте  $H = 3200 \text{ км}$  над поверхностью Земли. Определить линейную скорость спутника. [6,45 км/с]



16. Точка совершает гармонические колебания. В некоторый момент времени смещение точки  $x = 5$  см, скорость ее  $v = 20$  см/с и ускорение  $a = -80$  см/с<sup>2</sup>. Найти циклическую частоту и период колебаний, фазу колебаний в рассматриваемый момент времени и амплитуду колебаний. [ $4\text{с}^{-1}$ ;  $1,57\text{с}$ ;  $\pi/4$ ;  $7,07\text{см}$ ]

17. Точка совершает гармонические колебания, уравнение которых имеет вид  $x = A \sin \omega t$ , где  $A = 5$  см,  $\omega = 2$  с<sup>-1</sup>. Найти момент времени (ближайший к началу отсчета), в который потенциальная энергия точки  $\Pi = 10^{-4}$  Дж, а возвращающая сила  $F = +5 \cdot 10^{-3}$  Н. Определить также фазу колебаний в этот момент времени. [ $2,04$  с;  $4,07$  рад]

18. Два гармонических колебания, направленных по одной прямой, имеющих одинаковые амплитуды и периоды, складываются в одно колебание той же амплитуды. Найти разность фаз складываемых колебаний. [ $120^\circ$  или  $240^\circ$ ]

### Вопросы рейтинг-контроля № 2. Механика. Коллоквиум

1. Кинематика. Системы отсчета. Связь между кинематическими параметрами. Поступательное и вращательное движения. Степени свободы.
2. Принцип относительности Галилея. Первый, второй, третий законы Ньютона. Центр масс.
3. Инерциальные и неинерциальные системы отсчета. Центробежная и кориолисова силы инерции.
4. Твердое тело. Система материальных точек. Момент силы. Момент импульса. Уравнение моментов. Уравнения движения.
5. Вращение тела вокруг неподвижной оси. Момент инерции. Теорема Штейнера.
6. Однородность и изотропность пространства. Однородность времени. Изолированная, замкнутая, полуоткрытая и открытая системы. Законы сохранения импульса и момента импульса.
7. Работа, мощность, энергия. Кинетическая энергия.
8. Консервативные и диссипативные силы и системы. Потенциальная энергия. Закон сохранения энергии в механике.
9. Связь между потенциальной энергией и силой. Операция градиент.
10. Идеальная и вязкая жидкости. Основные уравнения равновесия и движения жидкостей. Гидростатика несжимаемой жидкости: закон Паскаля, жидкость в поле тяжести.
11. Кинематическое описание движения жидкости. Линия тока, трубка тока, стационарное и нестационарное движения. Уравнение неразрывности.
12. Уравнение Бернулли. Вязкость. Формула Ньютона.
13. Прямолинейное движение жидкостей по гладким трубам. Формула Пуазейля.
14. Основные параметры системы. Критерии подобия. Законы гидродинамического подобия.
15. Потенциальные и вихревые движения. Операции циркуляции и ротора.
16. Подъемная сила. Формула Жуковского - Кутта.

### Вопросы рейтинг-контроля № 3. Основы молекулярной физики и термодинамики. Коллоквиум

1. Основные положения молекулярно-кинетической теории вещества. Модель идеального газа. Методы изучения систем многих частиц.
2. Статистический метод. Метод ансамблей. Статистическое усреднение. Эргодическая гипотеза.
3. Вероятность. Плотность вероятности. Понятие о функции распределения. Дисперсия.
4. Макроскопическое и микроскопическое состояния системы. Микропереходы и флуктуации.
6. Постулат равновероятности. Закон равнораспределения энергии. Пространственная ячейка. Фазовые точка, пространство, ячейка. Принцип детального равновесия.
7. Гипотеза Максвелла. Распределение Гаусса.



8. Распределение молекул в пространстве скоростей. Функция Максвелла.
9. Физический смысл функции Максвелла. Характерные скорости молекул.
10. Давление газа на стенку. Уравнения равновесного состояния идеального газа.
11. Распределение Больцмана. Барометрическая формула.
12. Первое начало термодинамики. Работа, теплота, внутренняя энергия. Термодинамический процесс. Равновесные и неравновесные состояния. Обратимость и необратимость термодинамического процесса. Механическое и термодинамическое равновесия. Неравновесные состояния.
13. Теплоемкость. Энтальпия. Формула Майера. Теплоемкость идеального газа. Недостаточность классической теории теплоемкостей.
14. Политропный процесс. Изопроцессы. Работа, совершаемая при изопроцессах.
15. Энтропия. Второе начало термодинамики в формулировке Клаузиуса. Циклический процесс. Второе начало термодинамики в формулировках Кельвина и Клаузиуса.
16. Второе начало термодинамики в формулировках Больцмана, Бриллюэна и Пригожина. Связанная энергия.
17. Термодинамические потенциалы. Критерии термодинамической устойчивости систем. Необратимые процессы.
18. Элементы теории столкновений. Эффективное сечение. Средняя длина свободного пробега. Время релаксации. Явления переноса.
19. Общее уравнение переноса. Теплопроводность. Вязкость.
20. Общее уравнение переноса. Самодиффузия. Понятия взаимодиффузии и термодиффузии.
21. Реальные газы. Силы связи в молекулах. Силы Ван-дер-Ваальса. Системы молекул. Жидкое и газообразное состояния. Изотермы реального газа и жидкости.

## **Второй семестр**

### **Вопросы рейтинг-контроля №1. Электричество. Коллоквиум**

1. Электростатика. Предмет изучения. Теорема Ирншоу. Закон Кулона.
2. Работа в электрическом поле. Потенциальность кулоновского поля. Операция ротор вектора напряженности электрического поля. Скалярный потенциал. Потенциал поля точечного заряда.
3. Диэлектрики. Электрическое поле в диэлектриках. Вектор поляризации. Молекулярная картина поляризации. Механизмы поляризации. Влияние поляризации на электрическое поле.
4. Скалярный поток вектора. Электростатическая теорема Гаусса. Объемная плотность зарядов.
5. Операция дивергенции. Теорема Остроградского - Гаусса. Объемная и поверхностная плотность связанных зарядов.
6. Поверхностная плотность зарядов. Электрическое смещение. Электростатическая теорема Гаусса при наличии диэлектриков.
7. Применение теоремы Гаусса к вычислению электростатических полей: поле заряженной бесконечной плоскости, поле двух заряженных коаксиальных цилиндров.
8. Применение теоремы Гаусса к вычислению электростатических полей: две заряженные концентрические сферы, объемно заряженный шар.
9. Условия на границе двух диэлектриков. Закон преломления линий электрического смещения.
10. Электрическое поле проводников. Поле двух заряженных параллельных плоскостей. Конденсаторы. Электроемкость.
11. Постоянный электрический ток. Дифференциальная форма закона Ома. Механизм существования постоянного тока.
12. Дифференциальная форма закона Джоуля - Ленца. Правила Кирхгофа для разветвленных цепей. Понятие о сегнетоэлектриках.

## **Вопросы рейтинг-контроля №2. Электромагнетизм**

1. Магнитное поле в вакууме. Силы взаимодействия параллельных проводников с током. Сила Лоренца. Вектор магнитной индукции. Сила Ампера.
2. Закон Био - Савара. Закон полного тока. Магнитное поле бесконечно длинного прямолинейного проводника с током.
3. Закон Био - Савара. Закон полного тока. Магнитное поле замкнутого витка с током.
4. Магнитное поле в веществе. Магнетики. Диа-, пара-, ферромагнетики. Намагниченность. Напряженность магнитного поля. Магнитные проницаемость и восприимчивость.
5. Второе уравнение Максвелла. Условия на границе двух магнетиков.
6. Электромагнитная индукция. Явление самоиндукции. Правило Ленца.
7. Теорема Стокса. Первое уравнение Максвелла.
8. Закон сохранения заряда. Связь между магнитным полем и движущимися зарядами. Ток смещения. Третье уравнение Максвелла.
9. Уравнения Максвелла в дифференциальной и интегральной формах.

## **Вопросы рейтинг-контроля №3. Колебания и волны. Оптика. Коллоквиум**

1. Электромагнитные колебания. Идеальный контур Томпсона. Электромагнитные колебания в контуре Томпсона. Добротность контура.
2. Электромагнитные колебания в контуре  $RLC$ .
3. Переменный ток в  $RLC$ -контуре. Импеданс. Резонанс напряжений.
4. Электромагнитные волны. Энергия и плотность потока энергии. Вектор Пойтинга. Уравнение Д'Аламбера. Решения волнового уравнения. Волновой вектор. Электромагнитная природа света.
5. Геометрическая оптика. Приближения геометрической оптики. Законы отражения и преломления. Принцип Ферма.
6. Поляризация электромагнитной волны. Явление Брюстера. Механизм поляризации света. Монохроматический и хаотический свет.
7. Интерференция света. Время разрешения. Когерентность.
8. Интерференция в тонких пленках. Оптическая длина пути. Линии равного наклона.
9. Дифракция света. Принцип Гюйгенса. Принцип Гюйгенса - Френеля. Ограничения Френеля. Зоны Френеля.
10. Дифракция от круглого отверстия.
11. Дифракция от круглого диска. Пятно Пуассона.
12. Дисперсия. Нормальная и аномальная дисперсия. Поглощение света. Цвет тел и спектр поглощения.

## **Третий семестр**

### **Вопросы рейтинг-контроля №1. Основные понятия квантовой физики Коллоквиум**

1. Тепловое излучение. Равновесное излучение. Характеристики теплового излучения.
2. Абсолютно черное тело. Закон Кирхгофа. Законы Стефана-Больцмана и Вина.
3. Распределение энергии в спектре абсолютно черного тела. Формула Рэлея-Джинса. Ультрафиолетовая катастрофа.
4. Квантовая гипотеза и формула Планка
5. Внешний фотоэлектрический эффект и его законы. Фотоны.
6. Эффект Комптона и его теория.
7. Модель атома Резерфорда. Постулаты Бора. Атом водорода.
8. Гипотеза де Бройля. Экспериментальное подтверждение волновых свойств микрочастиц
9. Соотношение неопределенностей.
10. Волновая функция, ее свойства и статистический смысл.



## **Вопросы рейтинг-контроля №2. Основные понятия атомной физики. Коллоквиум**

1. Нестационарное уравнение Шредингера. Стационарное уравнение Шредингера.
2. Частица в потенциальной яме.
3. Прохождение частицы через потенциальный барьер. Квантовый гармонический осциллятор.
4. Уравнение Шредингера для электрона в атоме водорода. Главное, орбитальное и магнитное квантовые числа.
5. Квантование энергии электрона в атоме водорода. Спектр атома водорода.
6. Орбитальный и магнитный момент электрона. Собственный механический момент импульса электрона (спин). Спиновый магнитный момент электрона. Спиновое и магнитное спиновое квантовые числа. Опыт Штерна и Герлаха.
7. Принцип запрета Паули. Периодическая система элементов. Правило отбора.
8. Поглощение, спонтанное и индуцированное излучение. Лазеры.
9. Классическая теория теплоемкости. Закон Дюлонга и Пти. Квантовая теория теплоемкости Эйнштейна. Температура Эйнштейна.
10. Теория теплоемкости Дебая. Модель Дебая. Фононы. Температура Дебая.
11. Понятие о квантовых статистиках Ферми-Дирака и Бозе-Эйнштейна. Бозоны и фермионы.
12. Распределения Ферми-Дирака и Бозе-Эйнштейна. Уровень и энергия Ферми.

## **Вопросы рейтинг-контроля №3. Элементы физики твердого тела и элементарных частиц**

1. Обменное взаимодействие и природа химической связи. Энергетические зоны в кристаллах. Распределение электронов по энергетическим зонам.
2. Классификация твердых тел на металлы, полупроводники и диэлектрики. Температурная зависимость электропроводности металлов и полупроводников.
3. Собственная и примесная проводимости полупроводников. Контакт двух металлов. P-n переход. Полупроводниковые диоды.
4. Радиоактивность. Альфа-, бета- и гамма-излучение. Законы радиоактивного распада.
5. Состав и характеристики атомного ядра. Модели атомного ядра. Нейтрино.
6. Ядерные силы. Масса и энергия связи ядра. Взаимосвязь массы и энергии. Дефект масс. Энергия связи. Соотношение между полной энергией и импульсом частицы.
7. Ядерные реакции и законы сохранения. Реакция деления ядер. Цепная реакция деления. Реакция синтеза атомных ядер.
8. Виды взаимодействий. Теория Дирака по интерпретации вакуума. Столкновение и распад частиц. Частицы и античастицы.
9. Космические лучи. Превращения и классификация элементарных частиц. Кварки.

### **Самостоятельная работа студентов**

#### **Выполнение расчетно-графических работ (РГР) №№ 1 – 6.**

##### **Первый семестр**

Тема. Механика. РГР № 1. (8 задач)

Тема. Молекулярная физика и термодинамика. РГР № 2. (8 задач)

##### **Второй семестр**

Тема. Электричество и постоянный ток. РГР №3. (8 задач)

Тема. Магнетизм. РГР №4. (8 задач)

Тема. Оптика. РГР №5. (3 задач)

##### **Третий семестр**

Тема. Оптика. РГР №5. (5 задач)

Тема. Атомная физика. РГР № 6. (8 задач)

Методические указания к РГР, задачи и решения типовых задач, справочные материалы выдаются лектором в начале каждого семестра в электронном формате.

## **Экзаменационные вопросы**

### **Первый семестр. Вопрос 1.**

1. Кинематика. Системы отсчета. Связь между кинематическими параметрами. Поступательное и вращательное движения. Степени свободы.
2. Принцип относительности Галилея. Первый, второй, третий законы Ньютона. Центр масс.
3. Инерциальные и неинерциальные системы отсчета. Центробежная и кориолисова силы инерции.
4. Твердое тело. Система материальных точек. Момент силы. Момент импульса. Уравнение моментов. Уравнения движения.
5. Вращение тела вокруг неподвижной оси. Момент инерции. Теорема Штейнера.
6. Однородность и изотропность пространства. Однородность времени. Изолированная, замкнутая, полуоткрытая и открытая системы. Законы сохранения импульса и момента импульса.
7. Работа, мощность, энергия. Кинетическая энергия.
8. Консервативные и диссипативные силы и системы. Потенциальная энергия. Закон сохранения энергии в механике.
9. Связь между потенциальной энергией и силой. Операция градиент.
10. Идеальная и вязкая жидкости. Основные уравнения равновесия и движения жидкостей. Гидростатика несжимаемой жидкости: закон Паскаля, жидкость в поле тяжести.
11. Кинематическое описание движения жидкости. Линия тока, трубка тока, стационарное и нестационарное движения. Уравнение неразрывности.
12. Уравнение Бернулли. Вязкость. Формула Ньютона.
13. Прямолинейное движение жидкостей по гладким трубам. Формула Пуазейля.
14. Основные параметры системы. Критерии подобия. Законы гидродинамического подобия.
15. Потенциальные и вихревые движения. Операции циркуляции и ротора.
16. Подъемная сила. Формула Жуковского - Кутта.

### **Первый семестр. Вопрос 2.**

1. Основные положения молекулярно-кинетической теории вещества. Модель идеального газа. Методы изучения систем многих частиц.
2. Статистический метод. Метод ансамблей. Статистическое усреднение. Эргодическая гипотеза.
3. Вероятность. Плотность вероятности. Понятие о функции распределения. Дисперсия.
4. Макроскопическое и микроскопическое состояния системы. Микропереходы и флуктуации.
6. Постулат равновероятности. Закон равномерного распределения энергии. Пространственная ячейка. Фазовые точка, пространство, ячейка. Принцип детального равновесия.
7. Гипотеза Максвелла. Распределение Гаусса.
8. Распределение молекул в пространстве скоростей. Функция Максвелла.
9. Физический смысл функции Максвелла. Характерные скорости молекул.
10. Давление газа на стенку. Уравнения равновесного состояния идеального газа.
11. Распределение Больцмана. Барометрическая формула.
12. Первое начало термодинамики. Работа, теплота, внутренняя энергия. Термодинамический процесс. Равновесные и неравновесные состояния. Обратимость и необратимость термодинамического процесса. Механическое и термодинамическое равновесия. Неравновесные состояния.
13. Теплоемкость. Энтальпия. Формула Майера. Теплоемкость идеального газа. Недостаточность классической теории теплоемкостей.
14. Политропный процесс. Изопроцессы. Работа, совершаемая при изопроцессах.



15. Энтропия. Второе начало термодинамики в формулировке Клаузиуса. Циклический процесс. Второе начало термодинамики в формулировках Кельвина и Клаузиуса.
16. Второе начало термодинамики в формулировках Больцмана, Бриллюэна и Пригожина. Связанная энергия.
17. Термодинамические потенциалы. Критерии термодинамической устойчивости систем. Необратимые процессы.
18. Элементы теории столкновений. Эффективное сечение. Средняя длина свободного пробега. Время релаксации. Явления переноса.
19. Общее уравнение переноса. Теплопроводность.
20. Общее уравнение переноса. Вязкость.
21. Общее уравнение переноса. Самодиффузия. Понятия взаимодиффузии и термодиффузии.
22. Реальные газы. Силы связи в молекулах. Силы Ван-дер-Ваальса. Системы молекул. Жидкое и газообразное состояния. Изотермы реального газа и жидкости.
23. Электростатика. Предмет изучения. Теорема Ирншоу. Закон Кулона.
24. Работа в электрическом поле. Потенциальность кулоновского поля. Ротор вектора напряженности электрического поля. Скалярный потенциал поля точечного заряда.

### **Второй семестр. Вопрос 1**

1. Диэлектрики. Электрическое поле в диэлектриках. Вектор поляризации. Молекулярная картина поляризации. Механизмы поляризации. Влияние поляризации на электрическое поле.
2. Скалярный поток вектора. Электростатическая теорема Гаусса.
3. Операция дивергенции. Теорема Остроградского - Гаусса. Объемная и поверхностная плотность связанных зарядов.
4. Поверхностная плотность зарядов. Электрическое смещение. Электростатическая теорема Гаусса при наличии диэлектриков.
5. Применение теоремы Гаусса к вычислению электростатических полей: поле заряженной бесконечной плоскости, поле двух заряженных коаксиальных цилиндров.
6. Применение теоремы Гаусса к вычислению электростатических полей: две заряженные концентрические сферы, объемно заряженный шар.
7. Условия на границе двух диэлектриков. Закон преломления линий электрического смещения.
8. Электрическое поле проводников. Поле двух заряженных параллельных плоскостей. Конденсаторы. Емкость.
9. Постоянный электрический ток. Дифференциальная форма закона Ома. Механизм существования постоянного тока.
10. Дифференциальная форма закона Джоуля - Ленца. Правила Кирхгофа для разветвленных цепей. Понятие о сегнетоэлектриках.
11. Магнитное поле в вакууме. Силы взаимодействия параллельных проводников с током. Сила Лоренца. Вектор магнитной индукции. Сила Ампера.
12. Закон Био - Савара. Закон полного тока. Магнитное поле бесконечно длинного прямолинейного проводника с током.
13. Закон Био - Савара. Закон полного тока. Магнитное поле замкнутого витка с током.
14. Магнитное поле в веществе. Магнетики. Диа-, пара-, ферромагнетики. Намагниченность. Напряженность магнитного поля. Магнитная проницаемость и восприимчивость.
16. Второе уравнение Максвелла. Условия на границе двух магнетиков.
17. Электромагнитная индукция. Первое уравнение Максвелла. Явление самоиндукции. Правило Ленца.
18. Закон сохранения заряда. Связь между магнитным полем и движущимися зарядами. Ток смещения. Третье уравнение Максвелла.
19. Уравнения Максвелла в дифференциальной и интегральной формах.

## Второй семестр. Вопрос 2

1. Электромагнитные колебания. Идеальный контур Томпсона. Электромагнитные колебания в контуре Томпсона. Добротность контура.
2. Электромагнитные колебания в контуре  $RLC$ .
3. Переменный ток в  $RLC$ -контуре. Импеданс. Резонанс напряжений.
4. Электромагнитные волны. Энергия и плотность потока энергии. Вектор Пойтинга. Уравнение Д'Аламбера. Решения волнового уравнения. Волновой вектор. Электромагнитная природа света.
5. Геометрическая оптика. Приближения геометрической оптики. Законы отражения и преломления. Принцип Ферма.
6. Поляризация электромагнитной волны. Явление Брюстера. Механизм поляризации света. Монохроматический и хаотический свет.
7. Интерференция света. Интерференция в тонких пленках. Оптическая длина пути.
8. Дифракция света. Принцип Гюйгенса. Принцип Гюйгенса - Френеля. Ограничения Френеля. Зоны Френеля.
9. Дифракция от круглого диска. Пятно Пуассона.
10. Дисперсия. Нормальная и аномальная дисперсия. Поглощение света. Окраска тел.
11. Тепловое излучение. Равновесное излучение. Характеристики теплового излучения.
12. Абсолютно черное тело. Закон Кирхгофа. Законы Стефана-Больцмана и Вина.
13. Распределение энергии в спектре абсолютно черного тела. Формула Рэлея-Джинса. Ультрафиолетовая катастрофа. Квантовая гипотеза и формула Планка
14. Фотоэлектрический эффект и его законы. Фотоны. Опыты и теория Комптона.
15. Модель атома Резерфорда. Постулаты Бора. Электрон в водородоподобном атоме. Квантование энергии электрона в атоме водорода. Спектр атома водорода.
16. Гипотеза де Бройля. Экспериментальное подтверждение волновых свойств микрочастиц.
17. Соотношение неопределенностей. Статистический смысл волновой функции.
18. Стационарная и нестационарная формы уравнения Шредингера. Частица в потенциальной яме.
19. Главное, орбитальное, магнитное и спиновое квантовые числа. Опыт Штерна-Герлаха.
20. Принцип запрета Паули. Периодическая система элементов. Правило отбора.
21. Состав и характеристики атомного ядра. Модели атомного ядра. Нейтрино.
22. Ядерные силы. Масса и энергия связи ядра. Взаимосвязь массы и энергии. Дефект масс.
23. Ядерные реакции и законы сохранения. Реакция деления ядер. Цепная реакция деления. Виды взаимодействий. Теория Дирака по интерпретации вакуума.
24. Столкновение и распад частиц. Частицы и античастицы. Космические лучи. Превращения и классификация элементарных частиц. Кварки.

## Третий семестр. Вопрос 1.

1. Тепловое излучение. Равновесное излучение. Характеристики теплового излучения.
2. Абсолютно черное тело. Закон Кирхгофа. Законы Стефана-Больцмана и Вина.
3. Распределение энергии в спектре абсолютно черного тела. Формула Рэлея-Джинса. Ультрафиолетовая катастрофа.
4. Квантовая гипотеза и формула Планка
5. Внешний фотоэлектрический эффект и его законы. Фотоны.
6. Эффект Комптона и его теория.
7. Модель атома Резерфорда. Постулаты Бора. Атом водорода.
8. Гипотеза де Бройля. Экспериментальное подтверждение волновых свойств микрочастиц
9. Соотношение неопределенностей.
10. Волновая функция, ее свойства и статистический смысл.
11. Нестационарное уравнение Шредингера. Стационарное уравнение Шредингера.
12. Частица в потенциальной яме.



13. Прохождение частицы через потенциальный барьер. Квантовый гармонический осциллятор.
14. Уравнение Шредингера для электрона в атоме водорода. Главное, орбитальное и магнитное квантовые числа.
15. Квантование энергии электрона в атоме водорода. Спектр атома водорода.
16. Орбитальный и магнитный момент электрона. Собственный механический момент импульса электрона (спин). Спиновый магнитный момент электрона. Спиновое и магнитное спиновое квантовые числа. Опыт Штерна и Герлаха.
17. Принцип запрета Паули. Периодическая система элементов. Правило отбора.
18. Поглощение, спонтанное и индуцированное излучение. Лазеры.
19. Классическая теория теплоемкости. Закон Дюлонга и Пти. Квантовая теория теплоемкости Эйнштейна. Температура Эйнштейна.

### **Третий семестр. Вопрос 2.**

1. Теория теплоемкости Дебая. Модель Дебая. Фононы. Температура Дебая.
  2. Понятие о квантовых статистиках Ферми-Дирака и Бозе-Эйнштейна. Бозоны и фермионы.
  3. Распределения Ферми-Дирака и Бозе-Эйнштейна. Уровень и энергия Ферми.
  4. Обменное взаимодействие и природа химической связи. Энергетические зоны в кристаллах. Распределение электронов по энергетическим зонам.
  5. Классификация твердых тел на металлы, полупроводники и диэлектрики. Температурная зависимость электропроводности металлов и полупроводников.
  6. Собственная и примесная проводимости полупроводников. Контакт двух металлов. Р-п переход. Полупроводниковые диоды.
  7. Радиоактивность. Альфа-, бета- и гамма-излучение. Законы радиоактивного распада.
  8. Состав и характеристики атомного ядра. Модели атомного ядра. Нейтрино.
  9. Ядерные силы. Масса и энергия связи ядра. Взаимосвязь массы и энергии. Дефект масс. Энергия связи. Соотношение между полной энергией и импульсом частицы.
  10. Ядерные реакции и законы сохранения. Реакция деления ядер. Цепная реакция деления. Реакция синтеза атомных ядер.
  11. Виды взаимодействий. Теория Дирака по интерпретации вакуума. Столкновение и распад частиц. Частицы и античастицы.
  12. Космические лучи. Превращения и классификация элементарных частиц. Кварки.
- Примечание.* Экзаменационные вопросы составлены по вопросам рейтинг-контролей. Студент выбирает два экзаменационных билета с вопросами и одну задачу из перечня задач, выполненных в течение семестра по СРС (расчетно-графические работы (РГР)).

## **7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) ФИЗИКА**

а) основная литература:

1. Кузнецов А.А. Физика. Механика. Молекулярная физика. Электричество и магнетизм. Электромагнитные колебания и волны. Оптика: учеб. пособие. – Владимир: Изд-во ВлГУ, 2013. 160 с. – ISBN 978-5-9984-0337-8.

Электронная версия: <http://e.lib.vlsu.ru:80/handle/123456789/3211>

2. Кулиш А.А., Грунская Л. В. Физика : методические указания к теоретическому материалу, практическим занятиям и заданиям, тестам, комплексу лабораторных работ для студентов дистанционной формы обучения / под ред. А. А. Кулиша. — Владимир: Изд-во ВлГУ, 2013. 214 с.

Электронная версия: <http://e.lib.vlsu.ru:80/handle/123456789/2624>.

3. Физика: методические указания для подготовки студентов к тестированию / А.Ф. Галкин [и др.]. – Владимир: Изд-во ВлГУ, 2013. 243 с.

Электронная версия: <http://e.lib.vlsu.ru:80/handle/123456789/3390>.

б) дополнительная литература:

1. Прокошева Н.С. Сборник задач по физике. — Изд. 2-е, испр. и доп. — Владимир: Изд-во ВлГУ, 2010. — 65 с. — ISBN 978-5-9984-0043-8.

<http://e.lib.vlsu.ru:80/handle/123456789/1871>;

2. Чертов А.Г., Воробьев А. А. Задачник по физике: Учебное пособие для вузов. — 8-е изд., перераб. и доп. — М.: Физматлит, 2007. — 640 с. — ISBN 5-94052-098-7.

3. Дмитриева Е.В., Плешивцев В.С. Учебное пособие по физике: механика.— Владимир: Изд-во ВлГУ, 2009. 143 с. - ISBN 978-5-9984-0005-6.

<http://e.lib.vlsu.ru:80/handle/123456789/1304>;

4. Савельев И.В. Курс общей физики : учебное пособие для вузов: В 3 т. — 7-е изд., стереотип. — СПб.: Лань, 2007. — ISBN 978-5-8114-0629-6. (Лучшие классические учебники) (Классическая учебная литература по физике) (Учебники для вузов. Специальная литература):

[http://e.lib.vlsu.ru/cgi-bin/zgate.exe?follow+5256+RU\VLSU\SLUSHEBNU\948\[1,12\]+rus](http://e.lib.vlsu.ru/cgi-bin/zgate.exe?follow+5256+RU\VLSU\SLUSHEBNU\948[1,12]+rus)

5. Трофимова Т.И. Физика : учебник для высшего профессионального образования по техническим направлениям.— Москва : Академия, 2012. 316 с. - ISBN 978-5-7695-7967-7

в) периодические издания:

Рекомендуемые журналы перечня ВАК РФ:

Успехи физических наук (Москва), Механика жидкости и газа (Москва), Инфокоммуникационные технологии (Самара), Измерительная техника (Москва), Приборы и техника эксперимента (Москва), Физика атмосферы и океана (Москва), Электричество (Москва), Журнал технической физики (Санкт-Петербург), Известия вузов. Физика.

г) программное обеспечение и Интернет ресурсы:

■ средства сбора, первичного анализа, обработки данных в табличном процессоре *Microsoft Office Excel*;

■ Электронная почта лектора: [artemi-k@mail.ru](mailto:artemi-k@mail.ru);

■ учебные материалы по физике в электронном формате на сайтах: [alleng.ru/edu/phys9.htm](http://alleng.ru/edu/phys9.htm); [gaudeamus.omskcity.com/PDF](http://gaudeamus.omskcity.com/PDF); [ozon.ru/content/detail/id/16046639](http://ozon.ru/content/detail/id/16046639); [bookin.org.ru/book/952800](http://bookin.org.ru/book/952800)

## 8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) ФИЗИКА

Лекционные аудитории оснащены досками (для маркера или мела), экраном для проекционных систем, проектором и ноутбуком (В-3, 422-3, 425-3). Аудитория для лабораторных занятий, оснащенная современными персональными компьютерами, объединенными в локальную вычислительную сеть и укомплектованными необходимым системным и прикладным программным обеспечением (419-3). Лаборатории механики и молекулярной физики (428, 429), электромагнетизма (425, 426), оптики (422, 424), квантовой физики (430).

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»

Рабочую программу составил \_\_\_\_\_

д.т.н., профессор

А.А. Кузнецов

Рецензент – начальник ПО ООО «МФ-Электро»

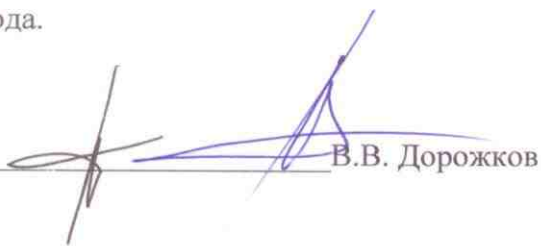
Ю.С. Чебрякова





Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Общей и прикладной физики  
протокол № 1а от 02.10.2015 года.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

  
В.В. Дорожков

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»

протокол № 2 от 02.10.2015 года.

Председатель комиссии \_\_\_\_\_



С.А. Сбитнев

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ  
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) ФИЗИКА**

Программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_



**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
(ВлГУ)**

**Институт прикладной математики, физики и информатики**

**Кафедра общей и прикладной физики**

«УТВЕРЖДАЮ»

Заведующий кафедрой ОиПФ

В.В. Дорожков

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2016 г.

Основание:

решение кафедры

от 08.04.2016

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

**УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**«ФИЗИКА»**

Направление подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»

Профиль/ программа подготовки Электроснабжение

Уровень высшего образования **бакалавриат**

Форма обучения **очная**

**Владимир 2016**

## ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств (ФОС) для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине «Физика» разработан в соответствии с рабочей программой, входящей в ОПОП направления подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»

№ п/п	Контролируемые разделы дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	МЕХАНИКА	ОК5-ОК7, ОПК – 2, ПК-1, ПК-2	Теоретический вопрос, задача
2	ОСНОВЫ МОЛЕКУЛЯРНОЙ ФИЗИКИ И ТЕРМОДИНАМИКИ	ОК5-ОК7, ОПК – 2, ПК-1, ПК-2	Теоретический вопрос, задача
3	ЭЛЕКТРИЧЕСТВО И МАГНЕТИЗМ	ОК5-ОК7, ОПК – 2, ПК-1, ПК-2	Теоретический вопрос, задача
4	КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ	ОК5-ОК7, ОПК – 2, ПК-1, ПК-2	Теоретический вопрос, задача
5	ОПТИКА	ОК5-ОК7, ОПК – 2, ПК-1, ПК-2	Теоретический вопрос, задача
6	КВАНТОВАЯ ФИЗИКА	ОК5-ОК7, ОПК – 2, ПК-1, ПК-2	Теоретический вопрос, задача

Комплект оценочных средств по дисциплине «Физика» предназначен для аттестации обучающихся на соответствие их достижений поэтапным требованиям образовательной программы, в том числе рабочей программы дисциплины «Физика», для оценивания результатов обучения: знаний, умений, владений и уровня приобретенных компетенций.

Для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины предусмотрен комплект оценочных средств:

- работа с лекционным материалом как по конспектам, литературе, так и электронным источником информации;
- выполнение практических и расчетно-графических работ (РГР);
- выполнение домашних заданий и подготовка к рейтинг-контролям с проведением контрольных работ на практических занятиях.

Для контроля работы студентов, а также для стимулирования систематического изучения курса физики в течение семестра предусмотрены рейтинг-контроли в письменной форме.

### **Перечень компетенции, формируемых в процессе изучения дисциплины «Физика» при освоении образовательной программы по направлению**

13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»

- способность к коммуникации в устной и письменной формах для решения задач межличностного и межкультурного взаимодействия (ОК-5);
- способность работать в коллективе, толерантно воспринимать социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия (ОК-6);
- способность к самоорганизации и самообразованию (ОК-7);
- способность применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач (ОПК-2);
- способность участвовать в планировании, подготовке и выполнении типовых экспериментальных исследований по заданной методике (ПК-1);
- способность обрабатывать результаты экспериментов (ПК-2).



<b>Знать:</b> соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования теоретического и экспериментального исследования для решения профессиональных задач (ОПК-2).	<b>Уметь:</b> планировать, подготавливать и выполнять типовые экспериментальные исследования по заданной методике (ПК-1) с обработкой результатов экспериментов (ПК-2).	<b>Владеть:</b> способностью к самоорганизации и самообразованию (ОК-7), к работе в коллективе (ОК-6) и коммуникации для межличностного и межкультурного взаимодействия (ОК-5).
--	---	---

## Вопросы для проведения рейтинг-контролей

### Первый семестр

#### Вопросы рейтинг-контроля № 1. I. Механика. Решение задач.

1. Точка движется по окружности радиусом  $R = 4$  м. Закон ее движения выражается уравнением  $s = A + Bt^2$ , где  $A = 8$  м,  $B = 2$  м/с<sup>2</sup>. Определить момент времени  $t$ , когда нормальное ускорение  $a_n$  точки равно 9 м/с<sup>2</sup>. Найти скорость  $v$ , тангенциальное  $a_t$  и полное  $a$  ускорения точки в тот же момент времени  $t$ . [1,5 с; —6 м/с; —4 м/с<sup>2</sup>; 9,84 м/с<sup>2</sup>]
2. Две материальные точки движутся согласно уравнениям  $x_1 = A_1 + B_1 + C_1 t^3$  и  $x_2 = A_2 t + B_2 t^2 + C_2 t^3$ , где  $A_1 = 4$  м/с,  $B_1 = 8$  м/с<sup>2</sup>,  $C_1 = -16$  м/с<sup>3</sup>,  $A_2 = 2$  м/с,  $B_2 = -4$  м/с<sup>2</sup>,  $C_2 = 1$  м/с<sup>3</sup>. В какой момент времени  $t$  ускорения этих точек будут одинаковы? Найти скорости  $v_1$  и  $v_2$  точек в этот момент. [0,235 с; 5,1 м/с; 0,286 м/с]
3. Шар массой  $m_1 = 10$  кг сталкивается с шаром массой  $m_2 = 4$  кг. Скорость первого шара  $v_1 = 4$  м/с, второго —  $v_2 = 12$  м/с. Найти общую скорость  $u$  шаров после удара в двух случаях: 1) малый шар нагоняет большой шар, движущийся в том же направлении; 2) шары движутся навстречу друг другу. Удар считать прямым, центральным, неупругим, [6,28 м/с; —0,572 м/с]
4. В лодке массой  $M = 240$  кг стоит человек массой  $m = 60$  кг. Лодка плывет со скоростью  $v = 2$  м/с. Человек прыгает с лодки в горизонтальном направлении со скоростью  $u = 4$  м/с (относительно лодки). Найти скорость лодки после прыжка человека: 1) вперед по движению лодки; 2) в сторону, противоположную движению лодки. [1 м/с; 3 м/с]
5. Человек, стоящий в лодке, сделал шесть шагов вдоль нее и остановился. На сколько шагов передвинулась лодка, если масса лодки в два раза больше (меньше) массы человека? [2 шага; 4 шага]
6. Из пружинного пистолета выстрелили пулькой, масса которой  $m = 5$  г. Жесткость пружины  $k = 1,25$  кН/м. Пружина была сжата на  $\Delta l = 8$  см. Определить скорость пульки при вылете ее из пистолета. [40 м/с]
7. Шар массой  $m_1 = 200$  г, движущийся со скоростью  $v_1 = 10$  м/с, сталкивается с неподвижным шаром массой  $m_2 = 800$  г. Удар прямой, центральный, абсолютно упругий. Определить скорости шаров после столкновения. [—6 м/с; 4 м/с]
8. Шар, двигавшийся горизонтально, столкнулся с неподвижным шаром и передал ему 64% своей кинетической энергии. Шары абсолютно упругие, удар прямой, центральный. Во сколько раз масса второго шара больше массы первого? [В 4 раза]
9. Цилиндр, расположенный горизонтально, может вращаться вокруг оси, совпадающей с осью цилиндра. Масса цилиндра  $m_1 = 12$  кг. На цилиндр намотали шнур, к которому привязали гирию массой  $m_2 = 1$  кг. С каким ускорением будет опускаться гирия? Какова сила натяжения шнура во время движения гири? [1,4 м/с<sup>2</sup>; 8,4 Н]
10. Через блок, выполненный в виде колеса, перекинута нить, к концам которой привязаны грузы массами  $m_1 = 100$  г и  $m_2 = 300$  г. Массу колеса  $M = 200$  г считать равномерно распределенной по ободу, массой спиц пренебречь. Определить ускорение, с которым будут двигаться грузы, и силы натяжения нити по обе стороны блока, [3,27 м/с<sup>2</sup>; 1,31 Н; 1,96 Н]
11. Двум одинаковым маховикам, находящимся в покое, сообщили одинаковую угловую скорость  $\omega = 63$  рад/с и предоставили их самим себе. Под действием сил трения маховик остановился через одну минуту, а второй сделал до полной остановки  $N = 360$  оборотов. У какого маховика тормозящий момент был больше и во сколько раз? [У первого больше в 1,2 раза]



12. Шар скатывается с наклонной плоскости высотой  $h = 90$  см. Какую линейную скорость будет иметь центр шара в тот момент, когда шар скатится с наклонной плоскости? [3,55 м/с]
13. На верхней поверхности горизонтального диска, который может вращаться вокруг вертикальной оси, проложены по окружности радиусом  $r = 50$  см рельсы игрушечной железной дороги. Масса диска  $M = 10$  кг, его радиус  $R = 60$  см. На рельсы неподвижного диска был поставлен заводной паровозик массой  $m = 1$  кг и выпущен из рук. Он начал двигаться относительно рельсов со скоростью  $v = 0,8$  м/с. С какой угловой скоростью будет вращаться диск? [0,195 рад/с]
14. Платформа в виде диска вращается по инерции около вертикальной оси с частотой  $n_1 = 14$  мин<sup>-1</sup>. На краю платформы стоит человек. Когда человек перешел в центр платформы, частота возросла до  $n_2 = 25$  мин<sup>-1</sup>. Масса человека  $m = 70$  кг. Определить массу платформы. Момент инерции человека рассчитывать, как для материальной точки, [210 кг]
15. Искусственный спутник обращается вокруг Земли по круговой орбите на высоте  $H = 3200$  км над поверхностью Земли. Определить линейную скорость спутника. [6,45 км/с]
16. Точка совершает гармонические колебания. В некоторый момент времени смещение точки  $x = 5$  см, скорость ее  $v = 20$  см/с и ускорение  $a = -80$  см/с<sup>2</sup>. Найти циклическую частоту и период колебаний, фазу колебаний в рассматриваемый момент времени и амплитуду колебаний. [ $4$  с<sup>-1</sup>; 1,57 с;  $\pi/4$ ; 7,07 см]
17. Точка совершает гармонические колебания, уравнение которых имеет вид  $x = A \sin \omega t$ , где  $A = 5$  см,  $\omega = 2$  с<sup>-1</sup>. Найти момент времени (ближайший к началу отсчета), в который потенциальная энергия точки  $\Pi = 10^{-4}$  Дж, а возвращающая сила  $F = +5 \cdot 10^{-3}$  Н. Определить также фазу колебаний в этот момент времени. [2,04 с; 4,07 рад]
18. Два гармонических колебания, направленных по одной прямой, имеющих одинаковые амплитуды и периоды, складываются в одно колебание той же амплитуды. Найти разность фаз складываемых колебаний. [ $120^\circ$  или  $240^\circ$ ]

### Вопросы рейтинг-контроля № 2. Механика.

1. Кинематика. Системы отсчета. Связь между кинематическими параметрами. Поступательное и вращательное движения. Степени свободы.
2. Принцип относительности Галилея. Первый, второй, третий законы Ньютона. Центр масс.
3. Инерциальные и неинерциальные системы отсчета. Центробежная и кориолисова силы инерции.
4. Твердое тело. Система материальных точек. Момент силы. Момент импульса. Уравнение моментов. Уравнения движения.
5. Вращение тела вокруг неподвижной оси. Момент инерции. Теорема Штейнера.
6. Однородность и изотропность пространства. Однородность времени. Изолированная, замкнутая, полуоткрытая и открытая системы. Законы сохранения импульса и момента импульса.
7. Работа, мощность, энергия. Кинетическая энергия.
8. Консервативные и диссипативные силы и системы. Потенциальная энергия. Закон сохранения энергии в механике.
9. Связь между потенциальной энергией и силой. Операция градиент.
10. Идеальная и вязкая жидкости. Основные уравнения равновесия и движения жидкостей. Гидростатика несжимаемой жидкости: закон Паскаля, жидкость в поле тяжести.
11. Кинематическое описание движения жидкости. Линия тока, трубка тока, стационарное и нестационарное движения. Уравнение неразрывности.
12. Уравнение Бернулли. Вязкость. Формула Ньютона.
13. Прямолинейное движение жидкостей по гладким трубам. Формула Пуазейля.
14. Основные параметры системы. Критерии подобия. Законы гидродинамического подобия.
15. Потенциальные и вихревые движения. Операции циркуляции и ротора.
16. Подъемная сила. Формула Жуковского - Кутта.



### **Вопросы рейтинг-контроля № 3. Основы молекулярной физики и термодинамики.**

1. Основные положения молекулярно-кинетической теории вещества. Модель идеального газа. Методы изучения систем многих частиц.
2. Статистический метод. Метод ансамблей. Статистическое усреднение. Эргодическая гипотеза.
3. Вероятность. Плотность вероятности. Понятие о функции распределения. Дисперсия.
4. Макроскопическое и микроскопическое состояния системы. Микропереходы и флуктуации.
6. Постулат равновероятности. Закон равномерного распределения энергии. Пространственная ячейка. Фазовые точка, пространство, ячейка. Принцип детального равновесия.
7. Гипотеза Максвелла. Распределение Гаусса.
8. Распределение молекул в пространстве скоростей. Функция Максвелла.
9. Физический смысл функции Максвелла. Характерные скорости молекул.
10. Давление газа на стенку. Уравнения равновесного состояния идеального газа.
11. Распределение Больцмана. Барометрическая формула.
12. Первое начало термодинамики. Работа, теплота, внутренняя энергия. Термодинамический процесс. Равновесные и неравновесные состояния. Обратимость и необратимость термодинамического процесса. Неравновесные состояния.
13. Теплоемкость. Энтальпия. Формула Майера. Теплоемкость идеального газа. Недостаточность классической теории теплоемкостей.
14. Политропный процесс. Изопроецессы. Работа, совершаемая при изопроецессах.
15. Энтропия. Второе начало термодинамики в формулировке Клаузиуса. Циклический процесс. Второе начало термодинамики в формулировках Кельвина и Клаузиуса.
16. Второе начало термодинамики в формулировках Больцмана, Бриллюэна и Пригожина. Связанная энергия.
17. Термодинамические потенциалы. Критерии термодинамической устойчивости систем. Необратимые процессы.
18. Элементы теории столкновений. Эффективное сечение. Средняя длина свободного пробега. Время релаксации. Явления переноса.
19. Общее уравнение переноса. Теплопроводность.
20. Общее уравнение переноса. Вязкость.
21. Общее уравнение переноса. Самодиффузия. Понятия взаимодиффузии и термодиффузии.
22. Реальные газы. Силы связи в молекулах. Силы Ван-дер-Ваальса. Системы молекул. Жидкое и газообразное состояния. Изотермы реального газа и жидкости.
23. Электростатика. Предмет изучения. Теорема Ирншоу. Закон Кулона.
24. Работа в электрическом поле. Потенциальность кулоновского поля. Ротор вектора напряженности электрического поля. Скалярный потенциал. Потенциал поля точечного заряда.

### **Второй семестр**

#### **Вопросы рейтинг-контроля №1. Электричество. Коллоквиум**

1. Диэлектрики. Электрическое поле в диэлектриках. Вектор поляризации. Молекулярная картина поляризации. Механизмы поляризации. Влияние поляризации на электрическое поле.
2. Скалярный поток вектора. Электростатическая теорема Гаусса. Объемная плотность зарядов.
3. Операция дивергенции. Теорема Остроградского - Гаусса. Объемная и поверхностная плотность связанных зарядов.
4. Поверхностная плотность зарядов. Электрическое смещение. Электростатическая теорема Гаусса при наличии диэлектриков.
5. Применение теоремы Гаусса к вычислению электростатических полей: поле заряженной бесконечной плоскости, поле двух заряженных коаксиальных цилиндров.
6. Применение теоремы Гаусса к вычислению электростатических полей: две заряженные концентрические сферы, объемно заряженный шар.
7. Условия на границе двух диэлектриков. Закон преломления линий электрического смещения.



8. Электрическое поле проводников. Поле двух заряженных параллельных плоскостей. Конденсаторы. Электроемкость.
9. Постоянный электрический ток. Дифференциальная форма закона Ома. Механизм существования постоянного тока.
10. Дифференциальная форма закона Джоуля - Ленца. Правила Кирхгофа для разветвленных цепей. Понятие о сегнетоэлектриках.
11. Магнитное поле в вакууме. Силы взаимодействия параллельных проводников с током. Сила Лоренца. Вектор магнитной индукции. Сила Ампера.
12. Закон Био - Савара. Закон полного тока. Магнитное поле бесконечно длинного прямолинейного проводника с током.
13. Закон Био - Савара. Закон полного тока. Магнитное поле замкнутого витка с током.

### **Вопросы рейтинг-контроля № 2. Колебания и волны. Оптика. Коллоквиум**

1. Магнитное поле в веществе. Магнетики. Диа-, пара-, ферромагнетики. Намагниченность. Напряженность магнитного поля. Магнитные проницаемость и восприимчивость.
2. Второе уравнение Максвелла. Условия на границе двух магнетиков.
3. Электромагнитная индукция. Явление самоиндукции. Правило Ленца.
4. Теорема Стокса. Первое уравнение Максвелла.
5. Закон сохранения заряда. Связь между магнитным полем и движущимися зарядами. Ток смещения. Третье уравнение Максвелла.
6. Уравнения Максвелла в дифференциальной и интегральной формах.
7. Электромагнитные колебания. Идеальный контур Томпсона. Электромагнитные колебания в контуре Томпсона. Добротность контура.
8. Электромагнитные колебания в контуре  $RLC$ .
9. Переменный ток в  $RLC$ -контуре. Импеданс. Резонанс напряжений.
10. Электромагнитные волны. Энергия и плотность потока энергии. Вектор Пойтинга. Уравнение Д'Аламбера. Решения волнового уравнения. Волновой вектор. Электромагнитная природа света.
11. Геометрическая оптика. Приближения геометрической оптики. Законы отражения и преломления. Принцип Ферма.
12. Поляризация электромагнитной волны. Явление Брюстера. Механизм поляризации света. Монохроматический и хаотический свет.
13. Интерференция света. Время разрешения. Когерентность.
14. Интерференция в тонких пленках. Оптическая длина пути. Линии равного наклона.
15. Дифракция света. Принцип Гюйгенса. Принцип Гюйгенса - Френеля. Ограничения Френеля. Зоны Френеля.
16. Дифракция от круглого диска. Пятно Пуассона.
17. Дисперсия. Нормальная и аномальная дисперсия. Поглощение света. Цвет тел и спектр поглощения.

### **Вопросы рейтинг-контроля №3. Основные понятия атомной физики Коллоквиум**

1. Тепловое излучение. Равновесное излучение. Характеристики теплового излучения.
2. Абсолютно черное тело. Закон Кирхгофа. Законы Стефана-Больцмана и Вина.
3. Распределение энергии в спектре абсолютно черного тела. Формула Рэлея-Джинса. Ультрафиолетовая катастрофа.
4. Квантовая гипотеза и формула Планка
5. Внешний фотоэлектрический эффект и его законы. Фотоны.
6. Эффект Комптона и его теория.
7. Модель атома Резерфорда. Постулаты Бора. Атом водорода.
8. Гипотеза де Бройля. Экспериментальное подтверждение волновых свойств микрочастиц.
9. Соотношение неопределенностей.
10. Волновая функция, ее свойства и статистический смысл.
11. Нестационарное уравнение Шредингера. Стационарное уравнение Шредингера.



12. Частица в потенциальной яме.
13. Прохождение частицы через потенциальный барьер. Квантовый гармонический осциллятор.
14. Уравнение Шредингера для электрона в атоме водорода. Главное, орбитальное и магнитное квантовые числа.
15. Квантование энергии электрона в атоме водорода. Спектр атома водорода.
16. Орбитальный и магнитный момент электрона. Собственный механический момент импульса электрона (спин). Спиновый магнитный момент электрона. Спиновое и магнитное спиновое квантовые числа. Опыт Штерна и Герлаха.
17. Принцип запрета Паули. Периодическая система элементов. Правило отбора.
18. Поглощение, спонтанное и индуцированное излучение. Лазеры.
19. Классическая теория теплоемкости. Закон Дюлонга и Пти. Квантовая теория теплоемкости Эйнштейна. Температура Эйнштейна.
20. Теория теплоемкости Дебая. Модель Дебая. Фононы. Температура Дебая.
21. и фермионы.
22. Распределения Ферми-Дирака и Бозе-Эйнштейна. Уровень и энергия Ферми.
23. Обменное взаимодействие и природа химической связи. Энергетические зоны в кристаллах. Распределение электронов по энергетическим зонам.
24. Классификация твердых тел на металлы, полупроводники и диэлектрики. Температурная зависимость электропроводности металлов и полупроводников.
25. Собственная и примесная проводимости полупроводников. Контакт двух металлов. P-n переход. Полупроводниковые диоды.
26. Радиоактивность. Альфа-, бета- и гамма-излучение. Законы радиоактивного распада.
27. Состав и характеристики атомного ядра. Модели атомного ядра. Нейтрино.
28. Ядерные силы. Масса и энергия связи ядра. Взаимосвязь массы и энергии. Дефект масс. Энергия связи. Соотношение между полной энергией и импульсом частицы.
29. Ядерные реакции и законы сохранения. Реакция деления ядер. Цепная реакция деления. Реакция синтеза атомных ядер.
30. Виды взаимодействий. Теория Дирака по интерпретации вакуума. Столкновение и распад частиц. Частицы и античастицы.
31. Космические лучи. Превращения и классификация элементарных частиц. Кварки.

### **Самостоятельная работа студентов**

#### **Выполнение расчетно-графических работ №№ 1 – 6.**

#### **Первый семестр**

Тема. Механика. РГР № 1. (8 задач)

Тема. Молекулярная физика и термодинамика. РГР № 2. (8 задач)

#### **Второй семестр**

Тема. Электричество и постоянный ток. РГР №3. (8 задач)

Тема. Магнетизм. РГР №4. (8 задач)

Тема. Оптика. РГР №5. (8 задач)

Тема. Атомная физика. РГР № 6. (8 задач)

Методические указания к РГР, задачи и решения типовых задач, справочные материалы выдаются лектором в начале каждого семестра в электронном формате.

### **Экзаменационные вопросы**

#### **Первый семестр. Вопрос 1.**

1. Кинематика. Системы отсчета. Связь между кинематическими параметрами. Поступательное и вращательное движения. Степени свободы.
2. Принцип относительности Галилея. Первый, второй, третий законы Ньютона. Центр масс.

3. Инерциальные и неинерциальные системы отсчета. Центробежная и кориолисова силы инерции.
4. Твердое тело. Система материальных точек. Момент силы. Момент импульса. Уравнение моментов. Уравнения движения.
5. Вращение тела вокруг неподвижной оси. Момент инерции. Теорема Штейнера.
6. Однородность и изотропность пространства. Однородность времени. Изолированная, замкнутая, полуоткрытая и открытая системы. Законы сохранения импульса и момента импульса.
7. Работа, мощность, энергия. Кинетическая энергия.
8. Консервативные и диссипативные силы и системы. Потенциальная энергия. Закон сохранения энергии в механике.
9. Связь между потенциальной энергией и силой. Операция градиент.
10. Идеальная и вязкая жидкости. Основные уравнения равновесия и движения жидкостей. Гидростатика несжимаемой жидкости: закон Паскаля, жидкость в поле тяжести.
11. Кинематическое описание движения жидкости. Линия тока, трубка тока, стационарное и нестационарное движения. Уравнение неразрывности.
12. Уравнение Бернулли. Вязкость. Формула Ньютона.
13. Прямолинейное движение жидкостей по гладким трубам. Формула Пуазейля.
14. Основные параметры системы. Критерии подобия. Законы гидродинамического подобия.
15. Потенциальные и вихревые движения. Операции циркуляции и ротора.
16. Подъемная сила. Формула Жуковского - Кутта.

### **Первый семестр. Вопрос 2.**

1. Основные положения молекулярно-кинетической теории вещества. Модель идеального газа. Методы изучения систем многих частиц.
2. Статистический метод. Метод ансамблей. Статистическое усреднение. Эргодическая гипотеза.
3. Вероятность. Плотность вероятности. Понятие о функции распределения. Дисперсия.
4. Макроскопическое и микроскопическое состояния системы. Микропереходы и флуктуации.
6. Постулат равновероятности. Закон равномерного распределения энергии. Пространственная ячейка. Фазовые точка, пространство, ячейка. Принцип детального равновесия.
7. Гипотеза Максвелла. Распределение Гаусса.
8. Распределение молекул в пространстве скоростей. Функция Максвелла.
9. Физический смысл функции Максвелла. Характерные скорости молекул.
10. Давление газа на стенку. Уравнения равновесного состояния идеального газа.
11. Распределение Больцмана. Барометрическая формула.
12. Первое начало термодинамики. Работа, теплота, внутренняя энергия. Термодинамический процесс. Равновесные и неравновесные состояния. Обратимость и необратимость термодинамического процесса. Механическое и термодинамическое равновесия. Неравновесные состояния.
13. Теплоемкость. Энтальпия. Формула Майера. Теплоемкость идеального газа. Недостаточность классической теории теплоемкостей.
14. Политропный процесс. Изопроецессы. Работа, совершаемая при изопроецессах.
15. Энтропия. Второе начало термодинамики в формулировке Клаузиуса. Циклический процесс. Второе начало термодинамики в формулировках Кельвина и Клаузиуса.
16. Второе начало термодинамики в формулировках Больцмана, Бриллюэна и Пригожина. Связанная энергия.
17. Термодинамические потенциалы. Критерии термодинамической устойчивости систем. Необратимые процессы.
18. Элементы теории столкновений. Эффективное сечение. Средняя длина свободного пробега. Время релаксации. Явления переноса.
19. Общее уравнение переноса. Теплопроводность.
20. Общее уравнение переноса. Вязкость.
21. Общее уравнение переноса. Самодиффузия. Понятия взаимодиффузии и термодиффузии.



22. Реальные газы. Силы связи в молекулах. Силы Ван-дер-Ваальса. Системы молекул. Жидкое и газообразное состояния. Изотермы реального газа и жидкости.
23. Электростатика. Предмет изучения. Теорема Ирншоу. Закон Кулона.
24. Работа в электрическом поле. Потенциальность кулоновского поля. Операция ротор вектора напряженности электрического поля. Скалярный потенциал. Потенциал поля точечного заряда.

### **Второй семестр. Вопрос 1**

1. Диэлектрики. Электрическое поле в диэлектриках. Вектор поляризации. Молекулярная картина поляризации. Механизмы поляризации. Влияние поляризации на электрическое поле.
2. Скалярный поток вектора. Электростатическая теорема Гаусса. Объемная плотность зарядов.
3. Операция дивергенции. Теорема Остроградского - Гаусса. Объемная и поверхностная плотность связанных зарядов.
4. Поверхностная плотность зарядов. Электрическое смещение. Электростатическая теорема Гаусса при наличии диэлектриков.
5. Применение теоремы Гаусса к вычислению электростатических полей: поле заряженной бесконечной плоскости, поле двух заряженных коаксиальных цилиндров.
6. Применение теоремы Гаусса к вычислению электростатических полей: две заряженные концентрические сферы, объемно заряженный шар.
7. Условия на границе двух диэлектриков. Закон преломления линий электрического смещения.
8. Электрическое поле проводников. Поле двух заряженных параллельных плоскостей. Конденсаторы. Электроемкость.
9. Постоянный электрический ток. Дифференциальная форма закона Ома. Механизм существования постоянного тока.
10. Дифференциальная форма закона Джоуля - Ленца. Правила Кирхгофа для разветвленных цепей. Понятие о сегнетоэлектриках.
11. Магнитное поле в вакууме. Силы взаимодействия параллельных проводников с током. Сила Лоренца. Вектор магнитной индукции. Сила Ампера.
12. Закон Био - Савара. Закон полного тока. Магнитное поле бесконечно длинного прямолинейного проводника с током.
13. Закон Био - Савара. Закон полного тока. Магнитное поле замкнутого витка с током.
14. Магнитное поле в веществе. Магнетики. Диа-, пара-, ферромагнетики. Намагниченность. Напряженность магнитного поля. Магнитная проницаемость и восприимчивость.
16. Второе уравнение Максвелла. Условия на границе двух магнетиков.
17. Электромагнитная индукция. Первое уравнение Максвелла. Явление самоиндукции. Правило Ленца.
18. Закон сохранения заряда. Связь между магнитным полем и движущимися зарядами. Ток смещения. Третье уравнение Максвелла.
19. Уравнения Максвелла в дифференциальной и интегральной формах.

### **Второй семестр. Вопрос 2**

1. Электромагнитные колебания. Идеальный контур Томпсона. Электромагнитные колебания в контуре Томпсона. Добротность контура.
2. Электромагнитные колебания в контуре  $RLC$ .
3. Переменный ток в  $RLC$ -контуре. Импеданс. Резонанс напряжений.
4. Электромагнитные волны. Энергия и плотность потока энергии. Вектор Пойтинга. Уравнение Д'Аламбера. Решения волнового уравнения. Волновой вектор. Электромагнитная природа света.

5. Геометрическая оптика. Приближения геометрической оптики. Законы отражения и преломления. Принцип Ферма.
6. Поляризация электромагнитной волны. Явление Брюстера. Механизм поляризации света. Монохроматический и хаотический свет.
7. Интерференция света. Интерференция в тонких пленках. Оптическая длина пути.
8. Дифракция света. Принцип Гюйгенса. Принцип Гюйгенса - Френеля. Ограничения Френеля. Зоны Френеля.
9. Дифракция от круглого диска. Пятно Пуассона.
10. Дисперсия. Нормальная и аномальная дисперсия. Поглощение света. Окраска тел.
11. Тепловое излучение. Равновесное излучение. Характеристики теплового излучения.
12. Абсолютно черное тело. Закон Кирхгофа. Законы Стефана-Больцмана и Вина.
13. Распределение энергии в спектре абсолютно черного тела. Формула Рэля-Джинса. Ультрафиолетовая катастрофа. Квантовая гипотеза и формула Планка
14. Фотоэлектрический эффект и его законы. Фотоны. Опыты и теория Комптона.
15. Модель атома Резерфорда. Постулаты Бора. Электрон в водородоподобном атоме. Квантование энергии электрона в атоме водорода. Спектр атома водорода.
16. Гипотеза де Бройля. Экспериментальное подтверждение волновых свойств микрочастиц.
17. Соотношение неопределенностей. Статистический смысл волновой функции.
18. Стационарная и нестационарная формы уравнения Шредингера. Частица в потенциальной яме.
19. Главное, орбитальное, магнитное и спиновое квантовые числа. Опыт Штерна-Герлаха.
20. Принцип запрета Паули. Периодическая система элементов. Правило отбора.
21. Состав и характеристики атомного ядра. Модели атомного ядра. Нейтрино.
22. Ядерные силы. Масса и энергия связи ядра. Взаимосвязь массы и энергии. Дефект масс.
23. Ядерные реакции и законы сохранения. Реакция деления ядер. Цепная реакция деления. Виды взаимодействий. Теория Дирака по интерпретации вакуума.
24. Столкновение и распад частиц. Частицы и античастицы. Космические лучи. Превращения и классификация элементарных частиц. Кварки.

*Примечание.* Экзаменационные вопросы составлены по рейтинг-контролям. Студент выбирает два экзаменационных билета с вопросами и одну задачу из перечня задач, выполненных им (ей) в течение семестра по СРС (расчетно-графические работы (РГР)).

### Задачи к экзаменам

1. Две материальные точки движутся по окружности радиусом 1,2 м согласно уравнениям:  $\xi_1 = A_1 + B_1 t + C_1 t^2$  и  $\xi_2 = A_2 + B_2 t + C_2 t^2$ , где:  $\xi_1$  и  $\xi_2$  – криволинейные координаты,  $A_1 = 8$  м,  $B_1 = 1,8$  м/с,  $C_1 = -0,5$  м\*с<sup>-2</sup>,  $A_2 = -1$  м,  $B_2 = 1$  м/с,  $C_2 = 1,2$  м\*с<sup>-2</sup>. Определить линейную и угловую скорости, тангенциальные, нормальные, полные и угловые ускорения в момент совмещения точек.

2. Точка движется по окружности радиусом  $R = 4$  м. Закон ее движения выражается уравнением  $S = A + Bt^2$ , где  $A = 8$  м,  $B = -2$  м/с<sup>2</sup>. Определить момент времени  $t$ , когда нормальное ускорение  $W_n$  точки равно 9 м/с<sup>2</sup>. Найти модули скорости  $V$ , тангенциального  $W_t$  и полного  $W$  ускорений точки в тот же момент времени  $t$ .

3. Точка движется по криволинейной траектории с постоянным тангенциальным ускорением 0,5 м/с<sup>2</sup>. Определить полное ускорение точки в момент времени  $t = 5$  с от начала движения, если радиус кривизны траектории в этот момент времени  $R = 2$  м.

4. Цилиндр, расположенный горизонтально, может вращаться вокруг оси, совпадающей с осью цилиндра. Масса цилиндра  $m_1 = 12$  кг. На цилиндр намотан шнур, к которому привязали гирию массой  $m_2 = 1$  кг. С каким ускорением будет опускаться гирия? Какова сила натяжения шнура во время движения гири?

5. В сплошном однородном диске радиусом  $R$  просверлили сквозное отверстие радиусом  $R/2$  от оси симметрии. Во сколько раз изменится момент инерции тела относительно указанной оси?



6. Шар скатывается с наклонной плоскости высотой  $h=90$  см. Какую линейную скорость будет иметь шар в тот момент, когда он скатится с наклонной плоскости? Момент инерции шара  $J=0,4 m \cdot R^2$ .

7. Платформа в виде диска вращается по инерции около вертикальной оси с частотой  $n_1=14$  мин<sup>-1</sup>. На краю платформы стоит человек. Когда человек перешел в центр платформы, частота возросла до  $n_2=25$  мин<sup>-1</sup>. Масса человека  $m=70$  кг. Определить массу платформы. Момент инерции человека рассчитывать как для материальной точки.

8. Определить кинетическую энергию  $W_{кр}$  поступательного движения всех молекул газа, находящегося в сосуде объёмом  $V=5$  л под давлением  $p=500$  кПа. Определить молярные теплоёмкости  $C_p$  и  $C_v$  этого газа, если считать, что полная кинетическая энергия молекул этого газа в 1,666 раз превышает  $W_{кр}$ .

9. Каково давление смеси газов в колбе объёмом 2,5 л, если в ней находится  $10^{15}$  молекул кислорода,  $4 \cdot 10^{15}$  молекул азота и  $3,3 \cdot 10^{-7}$  г аргона? Температура смеси  $t = 150$  °С. Найти молярную массу смеси газа.

10. Некоторый газ при нормальных условиях имеет плотность  $\rho = 0,089$  кг/м<sup>3</sup>. Определить его удельные теплоёмкости  $c_p$  и  $c_v$ . Определить изменение внутренней энергии  $\Delta U$  этого газа при изобарическом увеличении его плотности в два раза.

11. Пылинки, взвешенные в воздухе, имеют массу  $m=10^{-8}$  г. Во сколько раз уменьшится их концентрация  $n$  при увеличении высоты на  $\Delta h = 10$  м? Температура воздуха  $T = 300$  К.

12. На какой высоте давление воздуха составляет 60 % от давления на уровне моря? Температуру воздуха считать постоянной и равной 0 °С.

13. Молекулярный кислород массой  $m=250$  г, имевший температуру  $T_1=200$  К, был адиабатно сжат. При этом была совершена работа  $A=-25$  кДж. Определить конечную температуру  $T_2$  газа.

14. Азот плотностью  $\rho_1=1,4$  кг/м<sup>3</sup> занимает объём  $V_1=5$  л при температуре  $t_1=27$  °С. Газ адиабатически переведен в состояние с плотностью  $\rho=3,5$  кг/м<sup>3</sup>. Определить температуру газа  $T_2$  в конце перехода и изменение его внутренней энергии.

15. Шар радиусом  $R$  заряжен однородно с объёмной плотностью  $\rho$ . Найти напряженность поля  $\vec{E}$  для точек внутри и вне шара.

16. Плоский воздушный конденсатор подключили к батарее, а затем отключили от неё. После этого сдвинули пластины конденсатора, уменьшив расстояние между пластинами в 2 раза. Как изменится: а) энергия, запасенная конденсатором; б) заряд на обкладках конденсатора; в) плотность энергии электрического поля конденсатора?

17. Зазор между обкладками плоского конденсатора заполнен веществом с проницаемостью  $\epsilon = 7$  и удельным сопротивлением  $\rho = 100$  ГОм·м. Емкость конденсатора  $C = 3000$  пФ. Найти силу тока утечки через конденсатор при подаче на него напряжения  $U = 2000$  В.

18. Сила тока в проводнике сопротивлением 20 Ом нарастает в течение времени  $\Delta t = 2$  с по линейному закону от  $I_0 = 0$  до  $I_{\max} = 6$  А. Определить количество теплоты  $Q$ , выделившееся в этом проводнике за первую секунду.

19. По витку радиусом  $R = 10$  см течет ток  $I = 50$  А. Виток помещен в однородное магнитное поле  $B = 0,2$  Тл. Определить момент силы  $M$ , действующей на виток, если плоскость витка составляет угол  $\varphi = 60^\circ$  с линиями индукции.

20. В одной плоскости с бесконечно длинным прямым проводом, по которому течет ток  $I = 50$  А, расположена прямоугольная рамка так, что две большие стороны её длиной  $l = 65$  см параллельны проводу, а расстояние от провода до ближайшей из этих сторон равно её ширине. Каков магнитный поток  $\Phi$ , пронизывающий рамку?

21. Поток энергии  $\Phi$ , излучаемый из смотрового окошка плавильной печи, равен 34 Вт. Определить температуру печи, если площадь отверстия  $S = 6$  см<sup>2</sup>.

22. Во сколько раз энергия фотона ( $\lambda = 550$  нм) больше средней кинетической энергии поступательного движения молекулы кислорода при температуре 17°С?



23. На поверхность лития падает монохроматический свет ( $\lambda = 310$  нм). Чтобы прекратить эмиссию электронов, нужно приложить задерживающую разность потенциалов  $U$  не менее 1,7 В. Определить работу выхода  $A$ .

24. Определить максимальное изменение длины волны при комптоновском рассеянии: на свободных электронах; на свободных протонах.

25. Земля вследствие лучеиспускания в среднем ежеминутно теряет с площади  $S = 1$  м<sup>2</sup> поверхности 5,4 кДж энергии. При какой температуре абсолютно черное тело излучало бы такое же количество энергии?

26. Определить массу фотона для: 1)  $\lambda = 400$  нм; 2)  $\lambda = 4$  нм; 3)  $\gamma$ -лучей  $\lambda = 2,3$  пм.

27. При освещении вакуумного фотоэлемента монохроматическим светом с длиной волны  $\lambda_1 = 400$  нм он заряжается до потенциала  $\phi_1 = 2$  В. Определить, до какого потенциала  $\phi_2$  зарядится фотоэлемент при освещении монохроматическим светом с длиной волны  $\lambda_2 = 300$  нм.

28. Давление  $p = 0,1$  мкПа монохроматического света  $\lambda = 600$  нм на черную поверхность, расположенную перпендикулярно падающим лучам. Определить число  $N$  фотонов, падающих за время  $t = 1$  с на поверхность площадью  $S = 1$  см<sup>2</sup>.

29. Определить длину волны  $\lambda$ , соответствующую третьей спектральной линии серии Бальмера.

30. На дифракционную решетку нормально падает пучок света. Красная линия ( $\lambda = 630$  нм) видна в спектре 3-го порядка под углом  $\varphi = 60^\circ$ . Определить:

31. а) какая спектральная линия видна под этим же углом в спектре 4-го порядка; б) какое число штрихов на 1 мм длины имеет дифракционная решетка.

32. На мыльную пленку с показателем преломления  $n = 1,33$  падает по нормали монохроматический свет с длиной волны  $\lambda = 0,6$  мкм. Отраженный свет в результате интерференции имеет наибольшую яркость. Какова наименьшая возможная толщина пленки  $d_{\min}$ ?

33. Частица в потенциальной яме находится в основном состоянии. Какова вероятность  $W$  нахождения частицы: 1) в средней трети ямы; 2) в крайней трети ямы?

34. Луч света, падающий на поверхность кристалла каменной соли, при отражении максимально поляризуется, если угол падения  $i$  равен  $57^\circ$ .

35. На прозрачную дифракционную решетку с периодом  $d = 1,50$  мкм падает нормально монохроматический свет с длиной волны  $\lambda = 530$  нм. Найти: а) Наибольший порядок  $m$  главного дифракционного максимума; б) Угол дифракции  $\varphi_m$  главного дифракционного максимума наибольшего порядка.

36. Какую ускоряющую разность потенциалов  $U$  должен пройти электрон, чтобы длина волны де Бройля  $\lambda$  была равна 0,1 нм?

#### Оценка решения практических задач.

Для закрепления практического материала и углубления теоретических знаний по разделам дисциплины «Физика» выполняются практические задания и решение задач с раскрытием прикладной значимости дисциплины.

№	Вид работы	Продолжительность
1	Предел длительности выполнения задания	20– 27 мин
2	Внесение исправлений в выполненное задание	До 2 мин.
3	Комментарии преподавателя	До 1 мин
	Итого	До 30 мин.

#### Показатели, критерии и шкала оценивания компетенции текущего контроля по учебной дисциплине «Физика»

Текущий контроль знаний, согласно «Положению о рейтинговой системе комплексной оценки знаний студентов в ВлГУ» в рамках изучения дисциплины «Физика» предполагает выполнение заданий, оцениваемых в баллах, суммируемых в течение семестра.



Максимальная сумма баллов, набираемая студентом в течение семестра по дисциплине «Физика» равна 100

Оценка в баллах	Оценка по шкале	обоснование	Уровень сформированности компетенций
91 - 100	«Отлично»	Теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному	<b>Высокий уровень</b>
74 - 90	«Хорошо»	Теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые виды заданий выполнены с ошибками	<b>Продвинутый уровень</b>
61 - 73	«Удовлетворительно»	Теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки	<b>Пороговый уровень</b>
Менее 60	«Неудовлетворительно»	Теоретическое содержание курса не освоено, необходимые практические навыки работы не сформированы, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки	<b>Компетенции не сформированы</b>