

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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор
по образовательной деятельности


_____ А.А.Панфилов

« 05 » _____ 09 _____ 2016г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«ФИЗИКА»

Направление подготовки _____ 18.03.01 "Химическая технология" _____

Профиль подготовки _____ технология и переработка полимеров _____

Уровень высшего образования _____ бакалавриат _____

Форма обучения _____ очная _____

(очная, очно-заочная, заочная, сокращенная)

Семестр	Трудоем- кость зач. ед./час.	Лек- ции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	СРС, час.	Форма промежуточного контроля (экз./зачет)
2	5/180	36		36	63	Экзамен, 45
3	3/108	18		18	72	Зачет
Итого	8/288	54		54	135	Экзамен, зачет (45)

Владимир, 2016

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения дисциплины Физика являются:

- получение студентами фундаментального образования, способствующего дальнейшему развитию личности.
 - формирование научного мировоззрения и современного физического мышления.
 - изучение основных физических явлений и идей; овладение фундаментальными понятиями, принципами, законами и теориями современной физики, а также методами физического исследования, что позволит ориентироваться в потоке научной и технической информации.
- Основные задачи курса физики:
- изучение основных физических явлений и идей; овладение фундаментальными понятиями, принципами, законами и теориями современной физики, а также методами физического исследования.
 - формирование научного мировоззрения и современного физического мышления.
 - овладение приемами и методами решения конкретных задач из различных областей физики, помогающих в дальнейшем решать практические задачи.
 - ознакомление с современной научной аппаратурой, выработка навыков проведения физического эксперимента и автоматизированной компьютерной обработки результатов измерений.
 - формирование умения выделить конкретное физическое содержание в прикладных задачах будущей специальности.

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 мышления, в частности правильного понимания границ применимости различных физических понятий, законов, теорий и умения оценивать степень достоверности результатов, полученных с помощью экспериментальных или математических методов исследования;
- 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.

По своему содержанию и научным методам исследования физика является средством образовательного и воспитательного воздействия, помогая развитию умственных способностей, формированию научного мировоззрения, воспитанию воли и характера при достижении поставленной цели.

Физика относится к базовой части программы. В современном естествознании широко применяются математические методы. 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)

Последовательное изучение физики вырабатывает специфический метод мышления, физическую интуицию, которые оказываются весьма 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, искать нестандартные и нетрадиционные пути, что особенно важно для профессиональной мобильности специалистов в условиях ускоренного развития техники, когда амортизация достижений конкретных узкоспециальных знаний происходит чрезвычайно быстро.

В процессе освоения данной дисциплины студент должен обладать следующими *общепрофессиональными и профессиональными компетенциями*:

- готовностью использовать знания о современной физической картине мира, пространственно-временных закономерностях, строении вещества для понимания окружающего мира и явлений природы (ОПК-2);

- готовностью использовать знания основных физических теорий для решения возникающих физических задач, самостоятельного приобретения физических знаний для понимания принципов работы приборов и устройств, в том числе выходящих за пределы компетентности конкретного направления (ПК-19).

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования:

Знать: физические основы, основные законы и понятия физики, корректные постановки классических задач;

Уметь: измерять физические величины, определять общие формы, закономерности, использовать инструментальные средства физики, понять поставленную задачу, обрабатывать результаты измерений, строить графики, формировать результат, воспринимать информацию к анализу, самостоятельно увидеть следствия сформулированного результата, делать выводы, грамотно пользоваться языком предметной области.

Владеть: культурой мышления, способностью к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей её достижения, основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации, иметь навыки работы с компьютером как средством управления информацией, основными приемами обработки и представления экспериментальных данных.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 8 зачетных единиц (288 часов)

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)					Объем учебной работы, с применением интерактивных методов (в часах / %)	Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				лекции	практические занятия	лабораторные работы	СРС			
	Раздел 1. Механика	2								
1	Кинематика поступательного и вращательного движения		1	2		4	3	1/17		
2	Динамика поступательного движения		2	2			4	1/50		
3	Динамика вращательного движения		3,4	4		4	6	2/25		
4	Законы сохранения		5	2		4	4	1/17		
	Раздел 2. Основы молекулярной физики и термодинамики									

5	Молекулярно-кинетическая теория газов		6,7	4		4	6	2/25	
6	Начала термодинамики		8,9	4		4	6	2/25	Рейтинг-контроль №1
	Раздел 3. Электричество и магнетизм								
7	Электрическое поле. Напряженность. Потенциал.		10	2			4	1/50	
8	Электрическое поле в диэлектриках и проводниках		11	2		4	4	1/17	
9	Постоянный электрический ток		12	2			4	1/50	
10	Магнитное поле		13	2		4	4	1/17	
11	Электромагнитная индукция		14	2			3	1/50	Рейтинг-контроль №2
	Раздел 4. Колебания и волны								
12	Механические колебания и волны		15	2		4	4	1/17	
13	Электромагнитные колебания и волны. Уравнения Максвелла		16	2			4	1/50	
	Раздел 5. Оптика								
14	Геометрическая оптика		17	2		4	3	1/17	
15	Волновая оптика		18	2			4	1/50	Рейтинг-контроль №3
	Всего за семестр	2		36		36	63	18/25	Экзамен, 45
	Раздел 6. Основные понятия квантовой и атомной физики	3							
1	Квантовая оптика		1-4	4		4	16	2/25	
2	Элементы квантовой механики		5-12	8		8	32	4/25	Рейтинг-контроль №1
3	Основы физики атомного ядра		13-14	2		2	8	1/25	Рейтинг-контроль №2
4	Радиоактивность		15-16	2		2	8	1/25	
5	Элементарные частицы		17-18	2		2	8	1/25	Рейтинг-контроль №3
	Всего за семестр	3		18		18	72	9/25	Зачет
	Всего			54		54	135	27/25	Экзамен, 45 Зачет

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. Гиропический 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 молекулярно-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 напряженности). Принцип суперпозиции электростатических полей. Поток вектора напряженности. Теорема Гаусса для электростатического 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. Несамостоятельный газовый разряд. Самостоятельный 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 макроточки. 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. Аперриодический 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. Ультразвук и инфразвук.

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. Фарадеевская и максвелловская трактовки явления электромагнитной индукции. Ток смещения. Электромагнитное поле. Система уравнений Максвелла. Волновое уравнение для электромагнитного поля и его решение. Скорость распространения электромагнитных волн в средах. Основные свойства электромагнитных волн. Вектор Пойнтинга. Импульс электромагнитного поля. Излучение диполя. Диаграмма направленности. Эффект Доплера для электромагнитных волн. 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 немонахроматические 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 спиновые 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 металлы, 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 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);

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

Лабораторные занятия

В ходе выполнения лабораторных работ студент должен

1. Выполнить обязательное число лабораторных работ в соответствии с графиком.
2. Оформить отчеты по всем выполненным лабораторным работам.
3. Защитить лабораторные работы. При защите каждой выполненной работы студент

должен:

- знать сущность физического явления, наблюдаемого в эксперименте, и теорию, на которой базируется работа;
- иметь четкое представление об экспериментальной установке и аппаратуре, методике выполнения работы;
- уметь оценить погрешности измерений.

Отчет по лабораторной работе должен быть таким, чтобы каждый студент, взяв его, мог разобраться в сути работы и воспроизвести полученный результат. Для лабораторных работ кафедры общей и прикладной физики (ОиПФ) выпускает методические пособия, которые регулярно обновляются.

Перечень лабораторных работ

1. Исследование распределения результатов физических измерений (1-1).
2. Изучение динамики вращательного движения твердого тела (1-5)
3. Определение модуля сдвига металлов методом крутильных колебаний (1-9).
4. Определение коэффициента вязкости жидкости и числа Рейнольдса методом падающего в жидкости шарика (2-2).
5. Определение скорости звука в воздухе и показателя адиабаты методом стоячей волны (2-3).
6. Определения показателя адиабаты для воздуха методом Клемана и Дезорма (2-7).
7. Изучение электрического поля (3-1).
8. Измерение электрических сопротивлений и удельных сопротивлений металлов (3-3).
9. Измерение индуктивности катушки по её реактивному и активному сопротивлению (4-2).
10. Исследование электрических колебаний звуковой частоты с помощью электронного осциллографа (4-4).
11. Определение длины световой волны с помощью колец Ньютона (5-3).
12. Определение длины световой волны при помощи дифракционной решётки (5-5).
13. Определение постоянной Стефана-Больцмана (6-1).
14. Изучение внешнего фотоэффекта (6-2).
15. Определение резонансного потенциала возбуждения атома методом Франка-Герца (6-3)
16. Изучение температурной зависимости сопротивления полупроводников (6-6).

Выполнение расчетно-графических работ №№ 1 – 4.

Второй семестр

РГР № 1. Механика. Молекулярная физика и термодинамика. (10 задач)

РГР № 2. Электричество и постоянный ток. Магнетизм. Оптика. (12 задач)

Третий семестр

РГР №3. Атомная физика (10 задач)

РГР №4. Квантовая и ядерная физика (10 задач)

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

Рейтинг-контроль

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

Вопросы для проведения рейтинг-контроля (2семестр)

Рейтинг-контроль №1

Механика

1. Механическое движение как простейшая форма движения материи. Система отсчета. Радиус-вектор.
2. Материальная точка (частица). Траектория. Радиус кривизны траектории. Линейная скорость и линейное ускорение. Поступательное движение твердого тела.
3. Тангенциальное и нормальное ускорения. Связь между линейными и угловыми кинематическими величинами.
4. 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.
5. Система материальных точек. Центр инерции (центр масс). Теорема о движении центра инерции.
6. Понятие абсолютно твердого тела. Момент инерции тела. Теорема Штейнера.
7. Момент силы. Момент импульса. Уравнение моментов. Уравнение вращательного движения твердого тела относительно неподвижной оси.
8. Закон сохранения импульса, закон сохранения момента импульса.
9. Работа и энергия в механике. Энергия кинетическая и потенциальная.
10. Понятие силового поля. Связь между потенциальной энергией и силой.
11. Закон сохранения механической энергии.

Основы молекулярной физики и термодинамики

1. Понятие идеального газа. Молекулярно-кинетическое толкование температуры. Макроскопические параметры системы.
2. Давление газа с точки зрения молекулярно-кинетической теории. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории.
3. Уравнение состояния идеального газа (уравнение Клапейрона – Менделеева).
4. Основные термодинамические понятия: внутренняя энергия, работа, теплота. Уравнение первого начала термодинамики.
5. Зависимость теплоемкости идеального газа от вида процесса. Работа, совершаемая газом при изопроцессах.
6. Адиабатический процесс.
7. Обратимые и необратимые процессы. Круговой процесс (цикл).
8. Цикл Карно и его КПД для идеального газа.
9. Принцип действия теплового двигателя и холодильной машины.
10. Энтропия. Закон возрастания энтропии.
11. Статистический вес (термодинамическая вероятность). Статистическое толкование второго начала термодинамики.

Рейтинг-контроль №2

Электричество и магнетизм

1. Закон Кулона. Напряженность электростатического поля. Понятие электростатического поля. Принцип суперпозиции электрических полей.
2. Поток напряженности. Теорема Гаусса для электростатического поля в вакууме. Применение теоремы Гаусса для расчета полей.
3. Работа сил электростатического поля. Циркуляция напряженности электростатического поля.
4. Потенциал. Разность потенциалов. Связь между потенциалом и напряженностью электростатического поля.
5. Свободные и связанные заряды в веществе. Типы диэлектриков. Ионная, электронная и ориентационная поляризации.
6. Поляризованность. Диэлектрическая восприимчивость вещества и ее зависимость от температуры.
7. Теорема Гаусса для электрического поля в диэлектрике. Электрическое смещение. Диэлектрическая проницаемость среды. Напряженность электрического поля в диэлектрике.
8. Распределение зарядов в проводнике.
9. Емкость уединенного проводника, системы проводников и конденсатора.
10. Энергия заряженных уединенного проводника, системы проводников и конденсатора. Энергия электрического поля. Объемная плотность энергии электрического поля.
11. Характеристики электрического тока и условия его существования. Разность потенциалов, электродвижущая сила, напряжение.
12. Классическая электронная теория электропроводимости металлов и ее недостаточность.
13. Вывод законов Ома и Джоуля – Ленца из электронных представлений.
14. Закон Ампера. Магнитная индукция. Закон Био – Савара. Понятие магнитного поля. Принцип суперпозиции магнитных полей. Магнитный момент.
15. Циркуляция вектора магнитной индукции. Закон полного тока. 19. Движение заряженных частиц в электрических и магнитных полях.
16. Понятие магнитного момента атома.
17. Микро- и макроток. Молекулярные токи. Магнитная восприимчивость вещества.
18. Закон полного тока для магнитного поля в веществе. Напряженность магнитного поля. Магнитная проницаемость среды. Индукция магнитного поля в веществе.
19. Опыт Фарадея. Магнитный поток. ЭДС индукции. Основной закон электромагнитной индукции. Правило Ленца.
20. Самоиндукция и взаимная индукция. Индуктивность и взаимная индуктивность.
21. Энергия магнитного поля. Объемная плотность энергии магнитного поля.

Рейтинг-контроль №3

Колебания и волны

1. Свободные и вынужденные колебания. Гармонические механические колебания и их характеристики.
2. Энергия гармонических механических колебаний. Понятие о гармоническом и ангармоническом осцилляторе.
3. Сложение одинаково направленных гармонических колебаний. Биения.
4. Сложение взаимно перпендикулярных гармонических колебаний. Фигуры Лиссажу.
5. Затухающие механические колебания. Частота, коэффициент затухания, логарифмический декремент затухания механических колебаний.
6. Вынужденные механические колебания. Амплитуда и фаза при вынужденных механических колебаниях.
7. Механический резонанс. Резонансные кривые. Соотношения между фазами вынуждающей силы и скорости при механическом резонансе.
8. Механизм образования механических волн в упругой среде. Продольные и поперечные волны. Волновое уравнение и его решение. Гармонические волны и их характеристики.
9. Фазовая скорость и дисперсия волн. Волновой пакет и групповая скорость.

10. Понятие о когерентности. Интерференция волн. Стоячие волны.
11. Колебательный контур. Гармонические электромагнитные колебания и их характеристики.
12. Фарадеевская и максвелловская трактовки явления электромагнитной индукции. Ток смещения.
13. Система уравнений Максвелла. Электромагнитное поле.
14. Волновое уравнение для электромагнитного поля и его решение. Скорость распространения электромагнитных волн в средах.
15. Основные свойства электромагнитных волн. Энергия и поток энергии электромагнитных волн. Вектор Пойнтинга. Импульс электромагнитного поля.

Оптика

1. Электромагнитная природа света. Принцип Гюйгенса. Законы отражения и преломления. Абсолютный и относительный показатели преломления. Полное внутреннее отражение.
2. Когерентность и монохроматичность световых волн. Временная и пространственная когерентность.
3. Оптическая длина пути и разность хода. Полосы равной толщины и равного наклона.
4. Принцип Гюйгенса – Френеля. Метод зон Френеля.
5. Дифракция Фраунгофера от бесконечно длинной прямой щели.
6. Дифракция Фраунгофера на одномерной дифракционной решетке.
7. Естественный и поляризованный свет. Поляризация при отражении и преломлении. Закон Брюстера.

Вопросы для проведения рейтинг-контроля (3семестр)

Рейтинг-контроль №1

1. Температура абсолютно черного тела $T = 6000$ К. Если температуру тела уменьшить в 2 раза, то энергетическая светимость абсолютно черного тела
 - 1) уменьшится в 4 раза
 - 2) увеличится в 16 раз
 - 3) увеличится в 2 раза
 - 4) уменьшится в 16 раз
2. Если длина волны, соответствующая максимуму излучения уменьшилась в 4 раза, то температура абсолютно черного тела
 - 1) увеличилась в 2 раза
 - 2) уменьшилась в 4 раза
 - 3) увеличилась в 4 раза
 - 4) уменьшилась в 2 раза.
3. Если зачерненную пластинку, на которую падает свет, заменить на зеркальную той же площади, то световое давление
 - 1) останется неизменным;
 - 2) уменьшится в 2 раза;
 - 3) увеличится в 2 раза.
4. Электрон в атоме переходит из возбужденного состояния с энергией E_1 в основное состояние с энергией E_0 . При этом испускается фотон. Масса испущенного фотона равна
 - 1) $\frac{E_1 - E_0}{c^2}$
 - 2) $\frac{E_0 - E_1}{c^2}$
 - 3) $\frac{E_1 - E_0}{hc}$
 - 4) $\frac{E_0 - E_1}{hc}$
 - 5) $\frac{E_1 + E_0}{c}$
5. Частота падающего на фотоэлемент излучения уменьшается вдвое. Во сколько раз нужно изменить задерживающее напряжение, если работой выхода электрона из материала фотоэлемента можно пренебречь?
 - 1) увеличить в 2 раза;
 - 2) уменьшить в 2 раза;
 - 3) увеличить в $\sqrt{2}$ раз;
 - 4) уменьшить в $\sqrt{2}$ раз;
 - 5) оставить без изменений.
6. При замене одного металла другим длина волны, соответствующая красной границе фотоэффекта, уменьшается. Работа выхода для второго металла по сравнению с работой выхода для первого
 - 1) увеличилась;
 - 2) уменьшилась;
 - 3) не изменилась.
7. Опыты Столетова по исследованию взаимодействия излучения с металлами:
 - 1) позволили определить размеры ядра;
 - 2) подтвердили квантовую природу излучения;
 - 3) подтвердили наличие волновых свойств у электронов;
 - 4) подтвердили гипотезу о дискретном спектре энергии электронов в атомах.

8. В эффекте Комптона фотон

- 1) выбивает электрон с поверхности вещества;
- 2) передает электрону часть энергии при упругом столкновении;
- 3) передает электрону часть энергии при неупругом столкновении.

9. Опыты Франка и Герца по исследованию электрического разряда в парах ртути:

- 1) позволили определить размеры ядра;
- 2) подтвердили квантовую природу излучения;
- 3) подтвердили наличие волновых свойств у электронов;
- 4) подтвердили гипотезу о дискретном спектре энергии электронов в атомах.

10. На рисунке изображены стационарные орбиты атома водорода согласно модели Бора, а также условно изображены переходы электрона с одной стационарной орбиты на другую, сопровождающиеся излучением кванта энергии. В ультрафиолетовой области спектра эти переходы дают серию Лаймана, в видимой – серию Бальмера, в инфракрасной – серию Пашена. Наибольшей частоте кванта в видимой области спектра соответствует переход



- 1) $n = 4 \rightarrow n = 3$
- 2) $n = 3 \rightarrow n = 2$
- 3) $n = 5 \rightarrow n = 2$
- 4) $n = 5 \rightarrow n = 1$

11. В теории Бора радиус n-ой круговой орбиты электрона в атоме водорода выражается через радиус первой орбиты формулой: $r_n = r_1 \cdot n^2$. Определите, как изменяется кинетическая энергия электрона при переходе с третьей орбиты на первую.

- 1) увеличивается в 9 раз
- 2) уменьшается в 9 раз
- 3) увеличивается в 3 раза
- 4) уменьшается в 3 раза
- 5) не меняется

12. Опыты Девиссона и Джермера по дифракции на кристаллах:

- 1) позволили определить размеры ядра;
- 2) подтвердили квантовую природу излучения;
- 3) подтвердили наличие волновых свойств у электронов;
- 4) подтвердили гипотезу о дискретном спектре энергии электронов в атомах.

13. Сравните длину волны де Бройля λ/λ_p для шарика массой $m = 0,2$ г и протона массой $m = 1,67 \cdot 10^{-27}$ кг, имеющих одинаковые скорости.

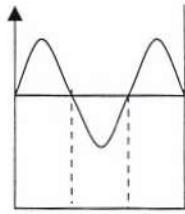
- 1) $6,57 \cdot 10^{-27}$
- 2) $8,35 \cdot 10^{-27}$
- 3) $6,57 \cdot 10^{-24}$
- 4) $8,35 \cdot 10^{-24}$.

Рейтинг-контроль №2

1. Стационарным уравнением Шредингера для электрона в водородоподобном атоме является уравнение

- 1) $\frac{d^2\psi}{dx^2} + \frac{2m}{\hbar^2} E\psi = 0$
- 2) $\nabla^2\psi + \frac{2m}{\hbar^2} \left(E + \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Ze^2}{r} \right) \psi = 0$
- 3) $\nabla^2\psi + \frac{2m}{\hbar^2} \left(E - \frac{m\omega_0^2 x^2}{2} \right) \psi = 0$
- 4) $\nabla^2\psi + \frac{2m}{\hbar^2} E\psi = 0$

2. Если ψ – функция имеет вид, указанный на рисунке, то вероятность обнаружить электрон на участке $\frac{L}{6} < x < \frac{L}{2}$ равна



- 1) $\frac{2}{3}$
- 2) $\frac{1}{2}$
- 3) $\frac{5}{6}$
- 4) $\frac{1}{3}$

3. В каком случае энергетический спектр электрона сплошной?

- 1) электрон в потенциальной яме шириной 10^{-10} м
 - 2) электрон в атоме
 - 3) электрон в молекуле водорода
 - 4) свободный электрон.
4. Максимальное значение проекции момента импульса электрона, находящегося в f-состоянии, на направление внешнего магнитного поля равно
- 1) \hbar ; 2) $2\hbar$; 3) $3\hbar$; 4) $4\hbar$.
5. Сколько различных состояний может иметь электрон с главным квантовым числом $n = 4$?
- 1) 15; 2) 48; 3) 32; 4) 54.
6. Определить атом, у которого в основном состоянии заполнены K, L, M – слои и в N – слое расположены 7 электронов.
- 1) Cl; 2) Ge; 3) Br; 4) Ti.
7. Для нуклонов верными являются следующие утверждения
- 1) протон обладает зарядом, равным e^+ ;
 - 2) спин нейтрона меньше спина протона;
 - 3) массы нуклонов практически одинаковы.
8. Чем меньше энергия связи ядра, тем
- 1) больше у него дефект масс;
 - 2) меньшую работу нужно совершить, чтобы разделить это ядро на отдельные нуклоны;
 - 3) больше энергии выделится при распаде этого ядра на отдельные нуклоны;
 - 4) меньше его энергия покоя;
 - 5) меньше энергии выделится в реакции термоядерного синтеза этого ядра с другими ядрами.
9. При α -распаде
- 1) заряд ядра не изменится, масса ядра уменьшается на 4 а.е.м.;
 - 2) заряд ядра уменьшается на $2e$, масса ядра уменьшается на 4 а.е.м.;
 - 3) заряд ядра уменьшается на $2e$, масса ядра не меняется;
 - 4) заряд ядра уменьшается на $4e$, масса ядра уменьшается на 2 а.е.м.
10. Какая доля радиоактивных атомов останется не распавшейся через интервал времени, равный двум периодам полураспада
- | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|-------|
| 50% | 67% | 33% | 75% | 25% ? |
|-----|-----|-----|-----|-------|
11. Сколько α - и β - распадов должно произойти, чтобы нестабильный изотоп америция ${}_{95}^{241}Am$ превратился в стабильный изотоп висмута ${}_{83}^{209}Bi$?
- 1) 8 α и 4 β
 - 2) 9 α и 3 β
 - 3) 6 α и 5 β
 - 4) 7 α и 3 β
12. Ядро азота ${}_{7}^{14}N$ захватило α -частицу (${}_{2}^4He$) и испустило протон. Ядро какого элемента образовалось?
- 1) ${}_{9}^{17}F$
 - 2) ${}_{8}^{17}O$
 - 3) ${}_{9}^{16}F$
 - 4) ${}_{8}^{16}O$
 - 5) ${}_{7}^{17}N$

13. Ядро бериллия ${}^9_4\text{Be}$, поглотив дейтрон ${}^2_1\text{H}$, превращается в ядро бора ${}^{10}_5\text{B}$. Какая частица при этом выбрасывается?

- 1) p 2) n 3) α 4) e^- 5) испускается γ -квант

14. В порядке возрастания интенсивности фундаментальные взаимодействия располагаются следующим образом

- 1) электромагнитное, слабое, гравитационное, сильное;
 2) слабое, сильное, гравитационное, электромагнитное;
 3) электромагнитное, гравитационное, слабое, сильное;
 4) гравитационное, слабое, электромагнитное, сильное.

Рейтинг-контроль №3

1. Среда называется активной, если она

- 1) полностью поглощает падающее на нее излучение;
 2) полностью рассеивает падающее на нее излучение;
 3) усиливает падающее на нее излучение.

2. Система накачки лазера позволяет

- 1) создать инверсную населенность в активной среде;
 2) вызвать вынужденное излучение фотонов;
 3) обеспечить высокую когерентность лазерного излучения.

3. Рассмотрим два квантовых состояния, в которых находится система атомов, с энергиями E_1 и E_2 , причем $E_2 > E_1$. Система будет находиться в состоянии с инверсной населенностью, если число атомов N_1 с энергией E_1 будет

- 1) равно числу атомов N_2 с энергией E_2 ;
 2) меньше, чем N_2 ;
 3) больше, чем N_2 .

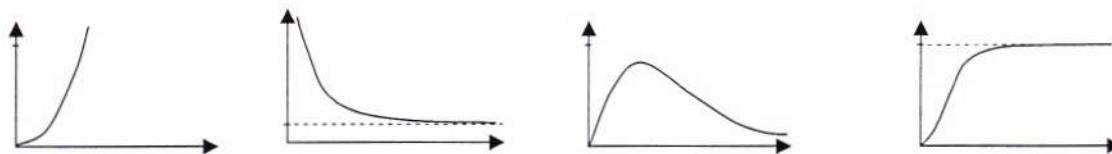
4. Принцип Паули справедлив

- 1) для всех тождественных частиц квантовомеханической системы;
 2) для системы тождественных бозонов;
 3) для системы тождественных фермионов.

5. Деление частиц на бозоны и фермионы определяется

- 1) только главным квантовым числом n ;
 2) только орбитальным квантовым числом l ;
 3) спиновым квантовым числом m_s ;
 4) орбитальным l и магнитным m квантовыми числами.

6. Зависимость молярной теплоемкости C_M химически простых твердых тел от температуры представлена на графике



1)

2)

3)

4)

7. Теплоемкость системы, состоящей из $N = 10^{25}$ классических трехмерных независимых гармонических осцилляторов при температуре $T = 300$ К, равна

- 1) 414 Дж/К; 2) 4,14 Дж/К; 3) 124,2 кДж/К; 4) 41,4 кДж/К.

8. Дебай получил теоретическую зависимость молярной теплоемкости C_M от температуры, рассматривая кристаллическую решетку как
- 1) систему невзаимодействующих частиц, совершающих тепловые колебания с различными частотами;
 - 2) систему связанных частиц, совершающих тепловые колебания с одинаковыми частотами;
 - 3) систему связанных частиц, совершающих тепловые колебания с различными частотами;
 - 4) систему невзаимодействующих частиц, совершающих тепловые колебания с одинаковыми частотами.
9. Валентная зона собственных полупроводников
- 1) частично занята электронами;
 - 2) полностью занята электронами;
 - 3) перекрывается со свободной зоной возбужденных энергий.
10. С увеличением температуры электропроводность полупроводников
- 1) увеличивается;
 - 2) уменьшается;
 - 3) не меняется.
11. В области низких температур у полупроводников преобладает
- 1) дырочная проводимость;
 - 2) собственная проводимость;
 - 3) электронная проводимость;
 - 4) примесная проводимость.
12. Реакция $\mu^- \rightarrow e^- + \nu_e + \nu_\mu$ не может идти из-за нарушения закона сохранения
- 1) спинового момента импульса;
 - 2) лептонного заряда;
 - 3) электрического заряда.
13. Законом сохранения электрического заряда запрещена реакция
- 1) $\mu^- \rightarrow e^- + \nu_e + \nu_\mu$
 - 2) $n + \bar{p} \rightarrow e^- + \bar{\nu}_e$
 - 3) $n + \nu_e \rightarrow p + e^+$
 - 4) $\nu_\mu + n \rightarrow p + \mu^-$.
14. Из приведенных схем взаимопревращений частиц аннигиляции соответствует
- $$\pi^0 \rightarrow \gamma + \gamma \quad p \rightarrow n + e^- + \nu_e \quad K^0 \rightarrow \pi^+ + \pi^- \quad e^+ + e^- \rightarrow \gamma + \gamma.$$

Вопросы, входящие в экзаменационные билеты (2 семестр)

Механика

1. Механическое движение. Материальная точка. Система отсчета. Принцип относительности Галилея.
2. Траектория. Путь и перемещение.
3. Поступательное движение. Скорость. Равномерное и неравномерное движение.
4. Тангенциальное и нормальное ускорения. Равнопеременное движение.
5. Вращательное движение. Кинематика вращательного движения.
6. Законы Ньютона. Инерциальные системы отсчета.
7. Импульс. Закон сохранения импульса механической системы. Центр масс и закон его движения.
8. Неинерциальные системы отсчета. Абсолютное и относительное движение. Силы инерции.
9. Центробежная сила инерции. Сила Кориолиса.
10. Механическая энергия. Работа. Мощность.
11. Кинетическая и потенциальная энергии. Работа сил в потенциальном поле.
12. Закон сохранения энергии
13. Абсолютно твердое тело. Момент инерции тела. Теорема Штейнера.
14. Момент силы. Момент импульса. Уравнение моментов. Уравнение динамики вращательного движения твердого тела относительно неподвижной оси.

Механические колебания и волны

15. Гармонические колебания и их характеристики.
16. Механические гармонические колебания: пружинный и математический маятники.
17. Физический маятник. Приведенная длина физического маятника.
18. Затухающие колебания. Декремент затухания.
19. Вынужденные колебания. Резонанс.
20. Продольные и поперечные волны. Гармонические волны и их характеристики. Волновой фронт.
21. Волновое уравнение. Фазовая скорость.
22. Принцип суперпозиции. Когерентность. Интерференция волн. Стоячие волны.

Основы молекулярной физики и термодинамики

23. Молекулярно-кинетическая теория идеального газа. Статистический и термодинамический методы.
24. Опытные законы идеального газа. Уравнение состояния идеального газа.
25. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории идеального газа.
26. Число степеней свободы. Закон равнораспределения энергии. Внутренняя энергия идеального газа.
27. Распределение Максвелла. Средние скорости молекул.
28. Барометрическая формула. Распределение Больцмана. Распределение Максвелла-Больцмана.
29. Основные термодинамические понятия: внутренняя энергия, работа, теплота, теплоемкость.
30. Первое начало термодинамики. Применение первого начала термодинамики к изопроцессам.
31. Адиабатический процесс. Уравнение Пуассона.
32. Обратимые и необратимые процессы. Круговой процесс.
33. Энтропия. Закон возрастания энтропии.
34. Тепловые двигатели. Второе начало термодинамики. Коэффициент полезного действия теплового двигателя.
35. Цикл Карно.

Электричество и магнетизм

36. Электрическое поле. Закон Кулона. Напряженность поля.
37. Поток вектора напряженности электростатического поля. Теорема Гаусса.
38. Работа сил электростатического поля. Циркуляция напряженности электростатического поля.
39. Потенциал. Разность потенциалов. Связь между потенциалом и напряженностью электростатического поля.
40. Электрический диполь. Дипольный момент. Потенциал диполя.
41. Типы диэлектриков. Ионная, электронная и ориентационная поляризации. Поляризованность.
42. Теорема Гаусса для электрического поля в диэлектрике. Электрическое смещение.
43. Распределение свободных зарядов в проводнике.
44. Емкость уединенного проводника. Конденсаторы. Емкость плоского конденсатора.
45. Энергия системы зарядов, уединенного проводника и конденсатора. Энергия электростатического поля.
46. Электрический ток. Электродвижущая сила. Напряжение.
47. Закон Ома. Работа и мощность тока. Закон Джоуля-Ленца.
48. Магнитное поле. Сила Ампера и сила Лоренца.
49. Закон Био-Савара-Лапласа. Принцип суперпозиции магнитных полей.
50. Циркуляция вектора магнитной индукции. Поток вектора магнитной индукции. Теорема Гаусса для магнитного поля.
51. Магнитное поле в веществе. Магнитный момент атома. Закон полного тока для магнитного поля в веществе.

52. Электромагнитная индукция. Самоиндукция. Основной закон электромагнитной индукции. Правило Ленца.
53. Система уравнений Максвелла. Электромагнитное поле.

Оптика

54. Законы отражения и преломления электромагнитных волн. Абсолютный и относительный показатели преломления. Полное внутреннее отражение.
55. Когерентность и монохроматичность световых волн. Оптическая длина пути. Интерференция света.
56. Полосы равной толщины и равного наклона.
57. Принцип Гюйгенса-Френеля. Метод зон Френеля.
58. Дифракция Фраунгофера.

Вопросы для зачета (3 семестр)

1. Тепловое излучение. Равновесное излучение. Характеристики теплового излучения.
2. Абсолютно черное тело. Закон Кирхгофа. Закон Стефана-Больцмана и закон 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.
12. Стационарное уравнение Шредингера.
13. Частица в потенциальной яме.
14. Прохождение частицы через потенциальный барьер.
15. Квантовый гармонический осциллятор.
16. Уравнение Шредингера для электрона в атоме водорода. Главное, орбитальное и магнитное квантовые числа.
17. Квантование энергии электрона в атоме водорода. Спектр атома водорода.
18. Орбитальный и магнитный момент электрона.
19. Собственный механический момент импульса электрона (спин). Спиновый магнитный момент электрона. Спиновое и магнитное квантовые числа. Опыт Штерна и Герлаха.
20. Принцип запрета Паули. Периодическая система элементов Менделеева.
21. Поглощение, спонтанное и индуцированное излучение. Коэффициенты Эйнштейна.
22. Лазеры. Принцип действия лазеров.
23. Классическая теория теплоемкости. Закон Дюлонга и Пти.
24. Квантовая теория теплоемкости Эйнштейна.
25. Теория теплоемкости Дебая. Фононы.
26. Бозоны и фермионы. Понятие о квантовых статистиках Бозе-Эйнштейна и Ферми-Дирака.
27. Энергетические зоны в кристаллах.
28. Распределение электронов по энергетическим зонам. Классификация твердых тел на металлы, полупроводники и диэлектрики.
29. Собственная и примесная проводимости полупроводников.
30. Электропроводность твердых тел. Температурная зависимость электропроводности металлов и полупроводников. Уровень Ферми.
31. P-n переход. Полупроводниковые диоды.
32. Характеристики атомного ядра. Модели атомного ядра. Масса и энергия связи ядра.
33. Законы радиоактивного распада. Альфа-, бета- и гамма-излучение.
34. Ядерные реакции и законы сохранения. Реакция деления ядер. Цепная реакция деления.
35. Реакция синтеза атомных ядер. Проблема управляемых термоядерных реакций.
36. Виды взаимодействий и классификация элементарных частиц.

37. Методы регистрации элементарных частиц. Космические лучи.

38. Частицы и античастицы. Нейтрино. Кварки.

Вопросы и темы для самостоятельной работы (СРС)

2 семестр

1. В чем различие между инерциальными и неинерциальными системами отсчета?
2. Сформулируйте принцип относительности Галилея.
3. Сформулируйте теорему Штейнера. Вычислите момент инерции диска, цилиндра.
4. Сформулируйте законы сохранения в механике. Какие свойства пространства и времени связаны с этими законами?
5. В чем заключается принцип относительности Эйнштейна?
6. В чем различие молекулярно-кинетического и термодинамического методов?
7. Запишите уравнение Ван-дер-Ваальса для реального газа. В чем отличие реального газа от идеального?
8. Что такое поверхностное натяжение жидкости?
9. 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.
10. 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.
11. Перечислите виды деформаций твердых тел. Сформулируйте закон Гука. Что является мерой деформаций?
12. Что такое политропные процессы?
13. В чем состоит статистическое толкование второго начала термодинамики.
14. Какие математические операторы используют при описании скалярных и векторных полей в физике?
15. Перечислите характеристики электростатического поля и дайте им определение.
16. Какие поля называют потенциальными? Какова связь между силовыми и энергетическими характеристиками силового поля?
17. Какие вещества называют сегнетоэлектриками?
18. Граничные условия для электрического поля на границе раздела “проводник-вакуум”, “проводник-диэлектрик”, “диэлектрик – диэлектрик”.
19. 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. Несамостоятельный газовый разряд. Самостоятельный газовый разряд. Вольт-амперная характеристика газового разряда. Виды разрядов.
20. Плазма. Понятие о плазме. Способы создания плазмы. Низкотемпературная плазма и ее применение. Высокотемпературная плазма.
21. Движение заряженной частицы в электрическом и магнитном полях. Эффект Холла. Ускорители заряженных частиц.
22. Типы магнетиков. Точка Кюри. Домены. Кривая намагничивания.
23. Запишите дифференциальное уравнение гармонических колебаний и его решение. Перечислите характеристики гармонических колебаний.
24. Сложение одинаково направленных (скалярных) гармонических колебаний. Метод векторной диаграммы. Биения. Сложение взаимно перпендикулярных (векторных) гармонических колебаний. Фигуры Лиссажу.
25. Спектр колебаний, понятие о разложении Фурье.
26. Запишите волновое уравнение и его решение.
27. В чем заключается принцип суперпозиции волн и какова граница его применимости? Дайте определение фазовой и групповой скорости.
28. Эффект Доплера для звуковых волн. Ультразвук и инфразвук.

29. Запишите дифференциальное уравнение колебаний в колебательном контуре и его решение. Резонанс в колебательном контуре.
30. Эффект Доплера для электромагнитных волн. Шкала электромагнитных волн.
31. Световоды. Геометрическая оптика как предельный случай волновой оптики. Оптические инструменты.
32. Многолучевая интерференция. Способы получения когерентных лучей. Интерферометры.
33. Метод зон Френеля. Спираль Корню.
34. Разрешающая способность оптических инструментов. Понятие о голографии.
35. Поляризация света. Естественный и поляризованный свет. Степень поляризации.
36. Поляризация света при преломлении и отражении. Закон Брюстера. Поляризация при двойном лучепреломлении. Обыкновенный и необыкновенный лучи.
37. Оптическая ось кристалла. Поляроиды и поляризационные призмы. Поляризаторы и анализаторы. Закон Малюса. Полуволновые и четвертьволновые пластинки.
38. Искусственная оптическая анизотропия. Оптическая активность вещества. Эффект Фарадея.
39. Дисперсия света. Затруднения в электромагнитной теории Максвелла. Нормальная и аномальная дисперсии. Методы наблюдения дисперсии.
40. Призматический и дифракционный спектры. Электронная теория дисперсии света. Поглощение света. Закон Бугера. Цвета тел и спектры поглощения.

3 семестр

1. Какое излучение называется тепловым, и чем оно отличается от других (перечислите каких) видов излучения?
2. Дайте определения основных характеристик теплового излучения. Какое тело называется абсолютно черным?
3. Сформулируйте закон Кирхгофа. Какой вид имеет распределение энергии в спектре абсолютно черного тела? Нарисуйте кривые распределения в зависимости от длины (или частоты) волны для двух температур ($T_2 > T_1$).
4. Сформулируйте законы Стефана – Больцмана и смещения Вина.
5. Запишите формулу Рэлея - Джинса и поясните суть "ультрафиолетовой катастрофы".
6. Запишите формулу Планка и поясните суть его квантовой гипотезы.
7. Какое из тел, черное или нечерное, имеет выше температуру, если их яркости одинаковы?
8. В чем состоит явление, называемое фотоэффектом.
9. Сформулируйте законы фотоэффекта. В чем эти законы противоречат представлениям классической физики?
10. Как качественно, следуя волновой картине излучения, объяснить фотоэффект?
11. Объясните законы фотоэффекта, исходя из формулы Эйнштейна.
12. Что такое красная граница фотоэффекта. Чем определяется числовое значение граничной частоты? Что влияет на положение красной границы фотоэффекта?
13. Что такое фотоэлемент и какова его вольтамперная характеристика?
14. Почему была отвергнута модель атома Томпсона?
15. В чём противоречия предложенной Резерфордом планетарной модели атома?
16. В чем сущность теории атома, предложенной Бором? Сформулируйте постулаты Бора. Каковы недостатки теории Бора?
17. Спектры атомов. Спектральные серии атома водорода.
18. Какие типы соударений возможны между электронами, ускоряемыми электрическим полем, и атомами?
19. В чём заключается опыт Франка и Герца, и какие основные выводы можно сделать на основании опыта?
20. Какие квантовые числа описывают состояние микрочастицы?
21. Чем определяется электронное состояние изолированного атома?
22. Объясните процесс образования энергетических зон в твердом теле.
23. От чего зависят ширина разрешенной зоны и число уровней в ней?
24. Какова зонная структура проводника, полупроводника и изолятора?

25. Объясните механизм собственной и примесной проводимости полупроводников.
26. Каков физический смысл понятия уровня Ферми?
27. Чем объясняется различие температурной зависимости электропроводности у металлов и полупроводников?
28. Объясните зависимость положения уровня Ферми и концентрации свободных носителей заряда в полупроводниках от температуры.
29. Объясните физические процессы, происходящие при образовании р-п перехода.
30. Нарисуйте энергетические зоны в области р-п перехода и объясните, в чем состоит действие внешнего электрического поля на р-п переход.
31. Что называется радиоактивностью? Какие процессы относятся к числу радиоактивных?
32. На чем основан принцип регистрации и измерения радиоактивного излучения? Какие приборы применяются для этих целей?
33. Объясните устройство и принцип действия счетчика Гейгера. Опишите процессы, происходящие в газоразрядных счетчиках.
34. Перечислите физические процессы, происходящие при взаимодействии β -излучения с веществом.
35. В чем заключаются процессы упругого рассеяния электронов ядрами, электронов на электронах?
36. Чем обусловлены потери энергии частицы при прохождении через поглощающую среду?

Примерные темы реферативных работ

1. Общая теория относительности и космология.
2. Понятие о фундаментальном гравитационном взаимодействии.
3. Белые карлики, нейтронные звезды и черные дыры.
4. Расширение Вселенной и реликтовое электромагнитное излучение.
5. Концепция горячего Большого Взрыва.
6. Возникновение галактик и звезд. Синтез химических элементов в звездах.
7. Темная материя и темная энергия.
8. Великое объединение фундаментальных взаимодействий.
9. Суперобъединение и теория струн.
10. Стандартная модель элементарных частиц.
11. Современные взгляды на строение элементарных частиц.
12. Методы регистрации элементарных частиц.
13. Антимир. Антивещество и его свойства.
14. Сверхтекучесть и сверхпроводимость.
15. Туннелирование в твердых телах и туннельный микроскоп.
16. Рентгеновская томография и применение магнитного резонанса.
17. Физика плазмы и управляемый термоядерный синтез.
18. Достижения современной биофизики.
19. Динамический хаос. Фракталы.
20. Порядок и беспорядок в мире больших молекул.
21. Кинетика и термодинамика биологических процессов.
22. Экспериментальные исследования электромагнитного поля Земли.
23. Магнитное поле Земли.
24. Электричество в живых организмах.
25. Электричество в атмосфере. Молния и её природа.
26. Физические методы регистрации землетрясений.
27. Применение ультразвука в интроскопии.
28. Приборы нанотехнологий: сканирующий туннельный микроскоп, атомно-силовой микроскоп, ближнепольный оптический микроскоп.
29. Нанотехнология и ее применение. Наноматериалы. Наноустройства.
30. Лазерная термохимия и ее применение.

Список может быть значительно расширен. Тему реферата студенты согласуют с преподавателем.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

а) основная литература:

1. **Трофимова, Таисия Ивановна.** Физика : учебник для высшего профессионального образования по техническим направлениям / Т. И. Трофимова .— Москва: Академия, 2012 .— 316 с.: ил., табл. — (Высшее профессиональное образование) (Бакалавриат) .— Предм. указ.: с. 302-310 .— ISBN 978-5-7695-7967-7

2. **Кузнецов А. А.** Физика: Механика. Молекулярная физика. Электричество и магнетизм. Электромагнитные колебания и волны. Оптика : учебное пособие / А. А. Кузнецов; Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых (ВлГУ) .— Изд. 2-е, испр. и доп. — Владимир : Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых (ВлГУ), 2013 .— 160 с. : ил. — Имеется электронная версия .— Библиогр.: с. 155-156. ISBN 978-5-9984-0337-8

3. **Кулиш А.А.** Физика : методические указания к теоретическому материалу, практическим занятиям и заданиям, тестам, комплексу лабораторных работ для студентов дистанционной формы обучения / А. А. Кулиш, Л. В. Грунская; под ред. А. А. Кулиша .— Владимир : Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых (ВлГУ), 2013.— 214 с. : ил., табл. — Имеется электронная версия .— Библиогр.: с. 211-212.

4. **Физика** : методические указания для подготовки студентов к тестированию / А. Ф. Галкин [и др.]; Кафедра общей и прикладной физики.— Владимир : Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых (ВлГУ), 2013.— 243 с.:ил.—Имеется электронная версия.— Библиогр.: с. 242.

б) дополнительная литература:

1. **Галкин А. Ф.** Лекции по физике: в 4 ч.: [учебное пособие] / А. Ф. Галкин ; Владимир : Владимирский государственный университет (ВлГУ), 2004-2007. Ч. 2: Молекулярная физика и термодинамика ISBN 5-89368-543-1

2. **Прокошева Н. С.** Сборник задач по физике / Н. С. Прокошева; Владимирский государственный университет (ВлГУ).—Изд.2-е, испр. и доп. — Владимир : Владимирский государственный университет (ВлГУ), 2010 .— 65 с. — Имеется электронная версия .— Библиогр.: с. 64. ISBN 978-5-9984-0043-8.

3. **Дмитриева Е.В.** Учебное пособие по физике: механика / Е. В. Дмитриева, В.С. Плешивцев; Владимир : Владимирский государственный университет (ВлГУ), 2009 .— 143 с. : ил., табл. — Имеется электронная версия .— Библиогр.: с. 143. ISBN 978-5-9984-0005-6.

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

5. **Жаренова С.В.** Физика твёрдого тела : методические указания к лабораторным работам по физике / С. В. Жаренова, Н. С. Прокошева, Е. Л. Шаманская ; Владимирский государственный университет (ВлГУ), Кафедра физики и прикладной математики ; под ред. С. В. Жареновой .— Владимир : Владимирский государственный университет (ВлГУ), 2010

6. **Шаманская Е.Л.** Физика атомов и молекул. Ядерная физика : метод. указания к лабораторным работам по физике/ С. В. Жаренова, Н. С. Прокошева, Е. Л. Шаманская ; Владимирский государственный университет (ВлГУ), Кафедра физики и прикладной математики ; под ред. Е. Л. Шаманской .— Владимир : Владимирский государственный университет (ВлГУ), 2010

Методические указания по выполнению лабораторных работ размещены на сервере кафедры ОиПФ и находятся в свободном доступе для студентов.

Ресурсы для дистанционного освоения курса, размещенные на сайте www.cs.vlsu.ru.

Рецензия
на рабочую программу дисциплины «Физика» для студентов направления
18.03.01 «Химическая технология» очной формы обучения
(автор доцент Прокошева Н.С.)

Рабочая учебная программа дисциплины «Физика» разработана доцентом кафедры общей и прикладной физики Прокошевой Н.С. для обеспечения выполнения требований Федерального государственного образовательного стандарта к подготовке студентов направления 18.03.01 «Химическая технология» очной формы обучения.

Содержание представленной на рецензию рабочей учебной программы включает в себя следующие разделы: цели освоения дисциплины; место дисциплины в структуре ОПОП; требования к результатам освоения дисциплины; объем дисциплины и виды учебной работы; содержание дисциплины; оценочные средства; библиотечно-информационные ресурсы; материально-техническое обеспечение.

В соответствии с ФГОС ВО в программе указаны компетенции, в формировании которых участвует данная дисциплина. Определены и четко согласованы с соответствующими компетенциями результаты образования.

Особое внимание программы ориентировано на развитие у студентов представлений о современной научной картине мира при изучении физической теории, что позволит им использовать полученные знания для решения практических задач повседневной жизни, обеспечения безопасности собственной жизни, рационального природопользования и охраны окружающей среды.

Объем дисциплины (в зачетных единицах и часах) соответствует учебному плану направления. Программа предусматривает 288 часов учебной нагрузки студента, в том числе: обязательной аудиторной учебной нагрузки 108 часов и самостоятельной работы 180 часов.

В структуре и содержании программы четко определены разделы, темы и содержание учебного материала, отражена организация итогового контроля, показано распределение учебных часов по разделам и темам дисциплины.

Первый раздел «Механика» предусматривает повторение и углубление знаний, полученных студентами в школе (основные понятия кинематики и динамики, законы сохранения). В следующих разделах рассматриваются основные положения молекулярно-кинетической теории, законы термодинамики. В основе электродинамики лежат учения об электромагнитном поле. Четвёртый раздел физики посвящен изучению механических колебаний и волн, пятый раздел – изучению электромагнитных и световых волн. В разделе «Основные понятия квантовой и атомной физики» рассматриваются элементы квантовой механики, квантовой оптики. Данный раздел предусматривает изучение строения вещества, включая строение атома и атомного ядра.

Информация о видах и объеме учебной работы содержит перечень лабораторных работ, призванных сформировать необходимые навыки работы с оборудованием, а также умение применять физические методы исследования в профессиональной деятельности. Тематическое планирование, представленное в программе, соответствует учебному плану.

В программе содержатся оценочные средства в виде вопросов к зачету и экзамену, тематики лабораторных работ, рассмотрение которых позволит сформировать знания, умения и навыки, отвечающие требованиям ФГОС и дадут возможность преподавателю объективно оценить результаты освоения дисциплины в процессе и в конце обучения.

В рабочей программе перечислена учебно-методическая литература, рекомендованная автором для изучения дисциплины: основная, которая формирует основные результаты образования и заявленные компетенции, и дополнительная (в том числе интернет-ресурсы), необходимая для более глубокого освоения основных положений дисциплины и развития творческих и интеллектуальных способностей студентов.

Заявленное в рабочей программе материально-техническое обеспечение позволяет реализовать заявленные задачи дисциплины и достигнуть поставленную цель.

Представленная рабочая программа дисциплины «Физика» доцента кафедры общей и прикладной физики Прокошевой Н.С. составлена в полном соответствии с требованиями ФГОС ВО и может быть использована при подготовке бакалавров направления 18.03.01 «Химическая технология».

Рецензент