

Подписано электронной подписью:  
Вержицкий Данил Григорьевич  
Должность: Директор КГПИ ФГБОУ ВО «КемГУ»  
Дата и время: 2024-02-21 00:00:00

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
471086fad29a3b30e244c728abc3661ab35c9d50210dcf0e75e03a5b6fdf6436

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«Кемеровский государственный университет»

Новокузнецкий институт (филиал)

федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования

«Кемеровский государственный университет»

Физико-математический и технолого-экономический факультет



И.И. Тимченко  
24 марта 2017г.

**Рабочая программа дисциплины  
Б1.В.ОД.9 Основы теоретической физики**

Направление подготовки  
**44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)**

Направленность (профиль) подготовки  
**Физика и информатика**

Программа академического бакалавриата

Квалификация выпускника  
бакалавр

Форма обучения  
очная

Год набора 2013

Новокузнецк 2017

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки).....	3
2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы бакалавриата .....	3
3. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам занятий) и на самостоятельную работу обучающихся .....	3
3.1. Объем дисциплины по видам учебных занятий (в часах).....	3
4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий.....	4
4.1. Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах) для очной формы обучения.....	4
4.2. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам).....	4
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине .....	16
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.....	16
6.1. Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине.....	16
6.2. Типовые контрольные задания или иные материалы .....	16
6.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций .....	25
7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.....	25
а) основная учебная литература:.....	25
б) дополнительная учебная литература: .....	25
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее - сеть «Интернет»), необходимых для освоения дисциплины .....	25
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.....	26
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем .....	27
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине .....	27
12. Иные сведения и (или) материалы.....	27
12.1. Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья .....	27
12.2. Перечень образовательных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине .....	28
12.3. Занятия, проводимые в интерактивных формах .....	28

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)

В результате освоения ОПОП бакалавриата обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

<i>Коды компетенции</i>	<b>Результаты освоения ОПОП</b> <i>Содержание компетенций</i>	<b>Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине</b>
СПК-5	готовность владеть системой знаний о фундаментальных физических законах и теориях	Знать терминологию, основные понятия, определения и законы физики; фундаментальные физические теории и границы их применения; взаимосвязь физических теорий и формирование физической картины мира. Уметь использовать математический аппарат при выводе следствий физических законов и теорий; объединять физические теории в физическую картину мира. Владеть системой знаний о фундаментальных физических законах и теориях; навыком использования математического аппарата при выводе следствий физических законов и теорий.

## 2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы бакалавриата

Данная дисциплина относится к вариативной части блока дисциплин Б1 основной профессиональной образовательной программы подготовки бакалавров направления 44.03.05 «Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)».

Дисциплина изучается на 3-5 курсах в 5-9 семестрах.

## 3. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 23 зачетных единицы (ЗЕ), 828 академических часов.

### 3.1. Объем дисциплины по видам учебных занятий (в часах)

<b>Объем дисциплины</b>	<b>Всего часов</b>
Общая трудоемкость дисциплины	828
Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) (всего)	450
Аудиторная работа (всего):	306
в т. числе:	
Лекции	36/18/18/24/30
Семинары, практические занятия	36/54/36/24/30
Практикумы	
Лабораторные работы	

Объём дисциплины	Всего часов
в т.ч. в активной и интерактивной формах	24/18/22/14/14
Внеаудиторная работа (всего):	378
В том числе, индивидуальная работа обучающихся с преподавателем:	
Курсовое проектирование	
Групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие групповую или индивидуальную работу обучающихся с преподавателем	
Творческая работа (эссе)	
Самостоятельная работа обучающихся (всего)	72/180/54/24/48
Вид промежуточной аттестации обучающегося (зачет / экзамен)	зачет/экзамен/экзамен/экзамен/ экзамен

#### 4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

##### 4.1. Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах) для очной формы обучения

№ п/п	Раздел дисциплины	Общая трудоемкость (часов)	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)			Формы текущего контроля успеваемости
			аудиторные учебные занятия		самостоятельная работа обучающихся	
			всеобщее	лекции и семинары, практические занятия		
1.	Классическая механика	144	36	36	72	2 коллоквиума, контрольная работа, зачет
2.	Электродинамика. Теория относительности	252	18	54	180	4 коллоквиума, экзамен
3.	Квантовая механика	108	18	36	54	3 коллоквиума, контрольная работа, экзамен
4.	Термодинамика и статистическая физика	72	24	24	24	2 коллоквиума, экзамен
5.	Физика элементарных частиц и космология	108	30	30	48	Коллоквиум, экзамен
<b>Итого:</b>		<b>828</b>	<b>126</b>	<b>180</b>	<b>378</b>	<b>144</b>

##### 4.2 Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание
1	Классическая механика	

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание
<i>Содержание лекционного курса</i>		
1.1.	Понятие связей. Классификация связей. Постановка задачи. Виртуальные перемещения. Общее уравнение динамики.	Понятие связей. Классификация связей. Удерживающие и недерживающие, стационарные и нестационарные, голономные и неголономные связи. Постановка задачи. Виртуальные перемещения. Возможные, виртуальные и действительные перемещения. Понятие вариации. Идеальные связи. Общее уравнение динамики
1.2	Обобщенные координаты. Уравнения Лагранжа	Обобщенные координаты. Обобщенные координаты и скорости. Соотношения Лагранжа. Обобщенные силы. Уравнения Лагранжа.
1.3	Потенциальная и обобщенно-потенциальная системы сил. Функция Лагранжа. Диссипативные силы.	Потенциальная и обобщенно-потенциальная системы сил. Потенциальная система сил. Функция Лагранжа. Обобщенный потенциал. Точность определения функции Лагранжа. Диссипативные силы. Диссипативная функция Рэлея.
1.4	Явный вид уравнений Лагранжа.	Явный вид уравнений Лагранжа. Явный вид кинетической энергии и обобщенного потенциала. Гироскопические силы. Однородные функции и теорема Эйлера.
1.5	Формализм Лагранжа. Функция Гамильтона. Уравнения Гамильтона. Формализм Гамильтона	Конфигурационное пространство. Формализм Лагранжа и его общая характеристика. Уравнения Гамильтона. Обобщенные импульсы. Функция Гамильтона. Уравнения Гамильтона. Фазовое пространство. Формализм Гамильтона
1.6	Формальные законы сохранения. Законы сохранения как следствие симметрии пространства и времени.	Сохранение энергии. Условие сохранения энергии. Циклические координаты. Сохранение обобщенного импульса. Обобщенно-консервативные и консервативные системы. Понятие симметрии. Симметрия пространства и времени. Однородность времени и сохранение энергии. Однородность пространства и сохранение импульса. Изотропность пространства и сохранение момента импульса.
1.7	Элементы вариационного исчисления. Интегральные вариационные принципы механики.	Понятие вариации. Свойства вариации. Понятие функционала и его вариации. Основной функционал, основная задача. Уравнения Эйлера. Действие. Принцип Гамильтона. Принцип Гамильтона – Остроградского.
1.8	Действие как функция координат и времени.	Действие как функция координат и времени. Укороченное действие. Вариационный принцип для обобщенно-консервативных систем. Принципы Лагранжа, Мопертюи - Эйлера и Якоби.
1.9	Описание эволюции системы. Скобки Пуассона. Канонические преобразования.	Описание эволюции системы. Скобки Пуассона и их свойства. Тождество Якоби. Теорема Пуассона. Канонические преобразования. Производящая функция. Преобразование Лежандра. Типы производящих функций. Условие каноничности преобразования.
1.10	Теорема Лиувилля. Уравнение Лиувилля.	Фазовое пространство. Фазовый объем. Фазовая траектория. Теорема Лиувилля. Статистический подход. Функция распределения. Уравнение Лиувилля. Оператор Лиувилля.
1.11	Уравнение Гамильтона - Якоби. Оптико-механическая аналогия.	Уравнение Гамильтона - Якоби. Полный интеграл. Разделение переменных. Оптико-механическая аналогия. Эйконал. Уравнение эйконала. Принцип Ферма.
1.12	Условно-периодическое движение. Переменные действие - угол.	Условно-периодическое движение. Частоты. Вырождение движения. Адиабатические инварианты.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание
1.13	Колебания сложных систем. Консервативные и диссипативные системы.	Колебания сложных систем. Консервативные системы. Секулярное уравнение. Нормальные колебания и собственные частоты. Диссипативные системы. Взаимодействие колебаний.
1.14	Электромеханические системы.	Электромеханические системы. Аналогия между электрическими и механическими величинами.
1.15	Задача двух тел.	Постановка задачи. Приведенная масса. Законы сохранения. Движение в центральном поле. Интеграл площадей. Эффективный потенциал.
	Качественный анализ возможных движений.	Качественный анализ возможных движений. Прецессия. Замкнутость орбит.
1.16	Задача Кеплера.	Постановка задачи. Расчет траекторий. Эллиптическое движение. 1-й и 3-й законы Кеплера. Гиперболическое движение
1.17	Теория столкновений. Классическая теория рассеяния.	Диаграммы столкновений. Упругие столкновения. Неупругие столкновения. Распады. Постановка задачи. Прицельный параметр. Дифференциальное эффективное сечение рассеяния. Формула Резерфорда. Малоугловое рассеяние.
1.18	Качественный анализ поведения систем	Классификация особых точек. Центр, фокус, узел, седло. Предельный цикл. Бифуркации. Аттрактор, странный аттрактор. Динамический хаос.
<i>Темы практических занятий</i>		
1.1	Решение задач на составление, анализ и решение уравнений Лагранжа	Математические маятники с подвижной точкой подвеса. Законы сохранения. Динамическое равновесие. Малые колебания.
1.2	Решение задач на составление, анализ и решение уравнений Лагранжа	Математические маятники с подвижной точкой подвеса. Законы сохранения. Динамическое равновесие. Малые колебания.
1.3	Решение задач на составление, анализ и решение уравнений Лагранжа	Центробежный регулятор. Динамическое равновесие. Малые колебания.
1.4	Решение задач на составление, анализ и решение уравнений Лагранжа	Свободный центробежный регулятор. Динамическое равновесие. Малые колебания.
1.5	Криволинейные системы координат.	Криволинейные координаты. Коэффициенты Ламэ. Орты. Дифференциалы и вариации радиус-вектора. Координатные линии и поверхности. Метрика. Элементарный объем и площади. Ортогональные координаты. Цилиндрические и сферические координаты. Элемент телесного угла.
1.6	Уравнения движения в криволинейных координатах.	Составление уравнений движения в криволинейных ортогональных системах координат и конкретно в цилиндрических и сферических координатах. Формула Бинэ.
1.7	Разделение переменных в уравнении Гамильтона – Якоби в криволинейных координатах	Общая схема разделения переменных. Разделение переменных в декартовых ортогональных, цилиндрических и сферических координатах.
1.8	Малые колебания сложных систем	Колебания связанных математических маятников. Нормальные координаты, частоты. Взаимодействие колебаний
1.9	Малые колебания сложных систем	Колебания связанных математических маятников. Нормальные координаты, частоты. Взаимодействие

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание
		колебаний
1.10	Малые колебания сложных систем	Колебания связанных математических маятников. Нормальные координаты, частоты. Взаимодействие колебаний
1.11	Малые колебания сложных систем	Двойной математический маятник. Нормальные координаты, собственные частоты. Взаимодействие колебаний. Предельные случаи.
1.12	Малые колебания сложных систем	Двойной математический маятник. Нормальные координаты, собственные частоты. Взаимодействие колебаний. Предельные случаи.
1.13	Электромеханика.	Анализ конкретных электрических и электромеханических систем
1.14	Электромеханика.	Анализ конкретных электрических и электромеханических систем
1.15	Качественный анализ поведения систем	Фазовые траектории, фазовый портрет. Одномерный гармонический осциллятор. Затухающие колебания. Сухое трение. Сильное затухание. Математический маятник.
1.16	Качественный анализ поведения систем	Классификация особых точек. Центр, фокус, узел, седло. Предельный цикл. Бифуркации. Аттрактор, странный аттрактор. Динамический хаос.
1.17	Полное исследование системы	Решение индивидуального задания
1.18		
2	Электродинамика	
<i>Содержание лекционного курса</i>		
2.1	Основные экспериментальные данные.	Сохранение электрического заряда. Теорема Гаусса. Соленоидальность магнитного поля. Электромагнитная индукция. Циркуляция магнитного поля. Сила Лоренца.
2.2	Уравнение неразрывности. Уравнения Максвелла – Лоренца	Уравнение неразрывности. Уравнения Максвелла – Лоренца в дифференциальной форме. Ток смещения. Уравнения Максвелла – Лоренца в интегральной форме.
2.3	Потенциалы электромагнитного поля.	Потенциалы электромагнитного поля. Калибровочная инвариантность потенциалов Калибровка Лоренца. Уравнения Даламбера. Калибровка Кулона.
	Энергия и импульс электромагнитного поля.	Энергия и импульс электромагнитного поля. Плотность энергии. Вектор Пойнтинга. Уравнение баланса. Импульс электромагнитного поля. Плотность импульса.
2.4	Электростатика в вакууме.	Разложение по мультиполям. Дипольный момент. Энергия системы зарядов во внешнем поле. Сила и момент силы.
2.5	Квазистационарное постоянное электромагнитное поле.	Условия квазистационарности. Закон Био - Савара. Магнитный момент, его свойства. Гиромангнитное соотношение. Система зарядов во внешнем магнитном поле. Энергия, сила и момент сил. Прецессия Лармора.
2.6	Теория излучения.	Дипольное приближение. Потенциалы поля. Напряженности поля. Вектор Пойнтинга. Интенсивность излучения. Дипольное излучение точечного заряда. Гармонический осциллятор. Реакция излучения. Классический радиус электрона
2.7	Среднее эффективное поле в среде.	Связанный и свободный заряды. Проводники и диэлектрики. Средняя плотность заряда в среде. Поляризация среды. Средняя плотность тока в среде. Ток проводимости. Ток поляризации. Намагниченность среды
2.8	Уравнения Максвелла.	Основные и материальные уравнения. Диэлектрическая и магнитная восприимчивости и проницаемости.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание
		Интегральная форма основных уравнений. Пределы применимости уравнений Максвелла.
	Характеристики поля в среде.	Потенциалы, уравнения Даламбера, калибровка Лоренца. Энергия, вектор Пойнтинга, импульс электромагнитного поля. Фазовая скорость электромагнитных волн. Граничные условия для уравнений Максвелла и Даламбера
	Распространение волн в однородной изотропной среде.	Комплексная диэлектрическая проницаемость. Коэффициенты преломления и поглощения.
2.9	Принцип относительности. Преобразования Лоренца.	Симметрии пространства и времени. Принцип относительности. Инвариантная скорость. Геометрия событий. Релятивистский интервал. Типы интервалов. Собственное время. Преобразования Лоренца. Сокращение длины. Замедление времени. Относительность одновременности. Преобразование скоростей.
	Релятивистская динамика.	4-скорость и 4-ускорение. 4-импульс. Релятивистский импульс. Уравнения Ньютона в четырехмерной форме. 4-сила. Релятивистское уравнение движения. Связь между силой и ускорением. Продольная и поперечная массы. Объемная плотность силы. Плотность потока массы. Полная энергия. Уравнение для энергии. Соотношение Эйнштейна. Релятивистская масса. Кинетическая энергия и энергия покоя. Вектор энергии - импульса.
	Релятивистская динамика.	Релятивистские функции Лагранжа и Гамильтона материальной точки. Релятивистское действие. Механика системы точек. Эффект Доплера. Продольный и поперечный эффекты. Эффект Комптона
	Релятивистская формулировка электродинамики.	Обобщенный потенциал частицы в поле. 4-потенциал. Функция Лагранжа и действие для частицы в электромагнитном поле. Калибровочная инвариантность. Калибровка Лоренца. Уравнения Даламбера. Уравнение неразрывности..
	Релятивистская формулировка электродинамики.	Тензор электромагнитного поля. Инварианты электромагнитного поля. Следствия из инвариантов. Уравнения Максвелла – Лоренца. 4-сила Лоренца. Действие для электромагнитного поля.
<i>Темы практических занятий</i>		
2.1	Векторный анализ и дельта-функция	Повторение материала по векторному анализу и дельта-функции
2.2	Векторный анализ и дельта-функция	Повторение материала по векторному анализу и дельта-функции
2.3	Электромагнитные волны.	Однородное волновое уравнение. Плоские электромагнитные волны. Сферические электромагнитные волны. Волновые пакеты. Групповая скорость. Поляризация волн.
2.4	Решение уравнений Пуассона и Даламбера. Электромагнитное поле произвольно движущегося точечного заряда.	Решение уравнения Пуассона. Функция Грина для оператора Лапласа. Решение уравнения Даламбера. Запаздывающий потенциал. Потенциалы Лиенара - Вихерта. Поле равномерно движущегося заряда и излучение.
2.5	Квазистационарное поле в среде.	Условия квазистационарности поля в среде. Скин-эффект. Скин-слой.
2.6	Методы решения задач электростатики сплошных	Методы, основанные на теореме Гаусса. Сферическая, цилиндрическая и планарная симметрия. Суперпозиция

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание
	сред	полей.
2.7	Методы решения задач электростатики сплошных сред	Методы, основанные на теореме Гаусса. Сферическая, цилиндрическая и планарная симметрия. Суперпозиция полей.
2.8	Метод изображений	Решение задач электростатики проводников
2.9	Метод изображений	Решение задач электростатики проводников
2.10	Метод изображений	Решение задач электростатики диэлектриков
2.11	Метод изображений	Решение задач электростатики магнитостатики
2.12	Разложение вектора по базису.	Взаимный базис Преобразования векторов базиса и компонент векторов. Матрицы преобразований. Ковариантные и контравариантные компоненты векторов.
2.13		
2.14		
2.15	Тензоры	Общее определение тензора. Тензор второго ранга. Скаляр, вектор. Свертка тензора. Симметричный и антисимметричный тензоры второго ранга. Метрический тензор. Метрика. Скалярное произведение, дивергенция. Градиент. Векторное представление антисимметричного тензора второго ранга в трехмерном пространстве. Векторное произведение. Ротор.
2.16		
2.17		
2.18	Пространство Минковского.	Пространство Минковского. Система обозначений. Обычные и необычные повороты. Группы Лоренца и Пуанкаре. 4-вектор. 4-тензор 2-го ранга. Дифференциальные операции в пространстве Минковского. Преобразование компонент антисимметричного 4-тензора. Инварианты 4-тензора
2.19		
2.20		
2.21	Решение задач	Задачи по релятивистской кинематике и динамике
2.22		
2.23		
2.24		
2.25	Решение задач	Задачи на превращения частиц
2.26		
2.27		
3	Квантовая механика	
<i>Содержание лекционного курса</i>		
3.1	Линейные пространства. Скалярное произведение	Линейные пространства. Вектор состояния (кет-вектор). Базис и размерность. Бесконечномерные пространства. Дискретный и непрерывный базис. Полнота и сепарабельность. Скалярное произведение векторов. Норма вектора. Неравенство Коши - Буняковского - Шварца. Дуальное пространство. Бра-векторы.
3.2	Ортогональные векторы. Функциональные пространства.	Ортогональные векторы. Ортогональный и ортонормированный базис. Соотношение замкнутости. Представление векторов матрицами. Скалярное произведение как произведение матриц. Функциональные пространства. Функционалы. Квадратично интегрируемые функции. Гильбертово пространство. Иная форма соотношения замкнутости. Сходимость в среднем. Главное значение интеграла.
3.3	Линейные операторы. Типы	Линейные операторы. Матрица линейного оператора.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание
	операторов.	Сложение и умножение операторов. Коммутатор и антикоммутатор. Обратный оператор. Действие линейного оператора на бра-векторы. Оператор, эрмитово сопряженный данному, его матрица. Типы операторов. Эрмитовы, антиэрмитовы, положительно определенные и унитарные операторы.
	Преобразование подобия шпур линейного оператора. Собственные значения и собственные функции линейного оператора.	Преобразование подобия шпур линейного оператора. Унитарное преобразование. Собственные значения и собственные функции линейного оператора. Дискретный и непрерывный спектр. Вырожденные собственные значения, кратность вырождения. Собственные значения и собственные функции эрмитовых и антиэрмитовых операторов. Собственные значения положительно определенных и унитарных операторов
3.4	Наблюдаемые. Представления. Подпространства. Проекционные операторы.	Наблюдаемые. Представления. Коммутирующие наблюдаемые. Функции от наблюдаемых. Представления. Смена представлений. Матрицы перехода. Подпространства. Проекционные операторы. Ортогональные подпространства. Дополнение подпространства. Проекционные операторы, их свойства. Идемпотентность. Разложение по элементарным проекторам. Представление единицы.
3.5	Чистое и смешанное состояние. Средние значения наблюдаемой. Соотношение неопределенностей	<b>Чистое и смешанное состояние. Средние значения наблюдаемой</b> для чистого и смешанного состояний. Статистический оператор и матрица плотности для чистого и смешанного состояний. <b>Соотношение неопределенностей</b> для произвольных наблюдаемых.
3.6	Ранние квантовые теории. Уравнение Шредингера для одной частицы.	Формула Планка. Теория Бора. Правила квантования Бора Зоммерфельда. Волны де Бройля. Уравнение Шредингера для одной частицы. Волновая функция и ее интерпретация. Плотность потока вероятности. Квантовое уравнение Гамильтона – Якоби. Классический предел уравнения Шредингера.
	Постановка квантовой задачи. Постулаты квантовой механики.	Постановка квантовой задачи. Принцип соответствия. Общее уравнение Шредингера. Принцип суперпозиции. Соотношение неопределенностей Гейзенберга. Корпускулярно-волновой дуализм. Принцип дополнительности. Опыт Юнга.
3.7	Эволюция в квантовой механике.	Квантовые скобки Пуассона. Картины. Картина Шредингера. Оператор эволюции. Эволюция смешанного состояния во времени. Уравнение фон Неймана. Квантовый оператор Лиувилля. Картина Гейзенберга. Уравнения движения Гейзенберга. Картина взаимодействия. Уравнение эволюции средних значений. Интегралы движения. Соотношение неопределенностей время – энергия.
	Различные представления квантовой механики. Фейнмановская интерпретация квантовой механики.	Координатное, импульсное и энергетическое представление. Теорема Эренфеста. Фейнмановская интерпретация квантовой механики.
3.8	Момент импульса.	Момент импульса. Соотношения коммутации. Собственные значения операторов квадрата и проекции момента импульса. Матричные элементы операторов

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание
		момента. Сложение моментов
	Спин. Магнитный момент	Спин. Спиновая волновая функция. Операторы спина. Спиноры. Составная система. Магнитный момент. Гиромагнитное соотношение. Фактор Ланде. Магнетон Бора. Ядерный магнетон. Частица в электромагнитном поле. Уравнение Паули.
3.9	Пространственная четность. Тождественность частиц.	Пространственная четность. Инверсия пространства и отражения. Четность. Сохранение четности. Правила отбора Тождественность частиц. Симметричная и антисимметричная волновые функции. Два типа квантовых статистик. Связь спина со статистикой. Понятие об обменном взаимодействии.
<i>Темы практических занятий</i>		
3.1	Линейные операторы. Коммутаторы	Типы операторов. Преобразования операторов. Оператор волнового вектора. Оператор трансляции. Оператор поворота.
3.2	Собственные значения и собственные функции линейных операторов.	Собственные значения и собственные функции оператора проекции волнового вектора и оператора проекции орбитального момента импульса
3.3	Одномерные задачи квантовой механики.	Одномерные задачи квантовой механики. Задача Штурма – Лиувилля. Прямоугольные потенциалы. Свободное движение. Волновые пакеты. Скачок потенциала. Коэффициенты отражения и прохождения.
3.4	Одномерные потенциальные ямы	Потенциальная яма. Бесконечно глубокая потенциальная яма. Яма конечной глубины. Резонансное прохождение.
3.5	Одномерные потенциальные барьеры.	Потенциальный барьер. Туннелирование. Прямоугольный потенциальный барьер. Резонансы. Трехмерный потенциальный ящик.
3.6	Примеры туннельного эффекта	Радиоактивный $\alpha$ -распад. Холодная эмиссия электронов из металла.
3.7	Линейный гармонический осциллятор.	Линейный гармонический осциллятор. Представление чисел заполнения. Операторы рождения, уничтожения и числа частиц. Собственные значения гамильтониана. Нулевые колебания. Правила отбора для дипольного излучения
3.8	Линейный гармонический осциллятор.	Собственные функции одномерного гармонического осциллятора. Рекуррентная формула. Полиномы Эрмита. Формула Родрига. Свойства полиномов Эрмита.
3.9	Примеры операторов момента импульса	Операторы с квантовым числом момента импульса $1/2$ . Матрицы Паули, их свойства. Операторы с квантовым числом момента импульса $1$ .
3.10	Орбитальный момент импульса.	Орбитальный момент импульса. Явный вид операторов орбитального момента. Собственные значения и собственные функции. Сферические функции.
3.11	Частицы со спином $1/2$ .	Частицы со спином $1/2$ . Операторы спина. Собственные функции. Прецессия электрона в магнитном поле. Опыт Штерна - Герлаха.
3.12	Движение в центрально-симметричном поле. Ротатор. Водородоподобный атом.	Движение в центрально-симметричном поле. Разделение переменных. Угловая задача. Радиальное уравнение. Ротатор. Водородоподобный атом. Радиальное и главное квантовые числа. Уровни энергии, их вырождение. Радиальные функции распределения.
3.13	Квазиклассическое	Квазиклассическое приближение. Метод ВКБ, его пределы

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание
	приближение.	применения. Сопряжение решений. Правило квантования. Примеры.
3.14	Стационарная теория возмущений.	Стационарная теория возмущений. Дискретные уровни энергии. Невырожденный случай. Поправки первого и второго порядков. Вырожденный случай. Секулярное уравнение. Снятие вырождения.
3.15	Нестационарная теория возмущений.	Нестационарная теория возмущений. Амплитуда и вероятность перехода. Второе приближение и виртуальные переходы.
3.16	Атом гелия.	Атом гелия. Нулевое приближение. Пара- и ортогелий. Электронные конфигурации. Термы. Первое приближение. Основное и возбужденное состояния. Электростатическая и обменная энергия.
3.17	Химическая связь.	Химическая связь. Двухатомная молекула. Классификация термов. Молекула водорода. Обменная природа ковалентной связи. Валентность. Валентности элементов периодической системы. Силы Ван-дер-Ваальса.
3.18	Атом в магнитном поле.	Атом в магнитном поле. Оператор магнитного момента. Фактор Ландэ для атома. Снятие вырождения уровней энергии в магнитном поле. Нормальный и аномальный эффекты Зеемана. Парамагнетизм и диамагнетизм.
4	Термодинамика и статистическая физика	
<i>Содержание лекционного курса</i>		
4.1	Основы термодинамики.	Основы термодинамики. Равновесие. Температура. Внешние и внутренние параметры. Равновесные и неравновесные процессы. Внутренняя энергия, работа, теплота. Обобщенные силы. Уравнения состояния. I начало термодинамики. Теплоемкость. Идеальные системы. Основные термодинамические процессы. Политропный процесс. Уравнение политропы. Адиабатный и изотермический процессы.
4.2	2-е начало термодинамики.	Понятие компенсации. Обратимые и необратимые процессы. 2-е начало термодинамики. Равновесные процессы. Принцип адиабатной недостижимости Каратеодори. Энтропия. Равенство Клаузиуса. Основное термодинамическое тождество. Формулы для теплоемкостей. Неравновесные процессы. Неравенство Клаузиуса. Основное термодинамическое неравенство. Возрастание энтропии. Знак температуры
4.3	Круговые процессы. Третье начало термодинамики.	Круговые процессы. Коэффициент полезного действия. Цикл Карно. 1-я и 2-я теоремы Карно. Третье начало термодинамики. Недостижимость абсолютного нуля. Поведение термических коэффициентов. Вычисление энтропии и поведение теплоемкостей.
4.4	Системы с переменным числом частиц. Термодинамические потенциалы.	Химический потенциал. Экстенсивные и интенсивные величины. Уравнение Гиббса - Дюгема. <b>Термодинамические потенциалы.</b> Соотношения Максвелла. Преобразование Лежандра. Экстремальные свойства потенциалов. Термодинамическая устойчивость.
	Конкретные термодинамические потенциалы.	Внутренняя энергия, энтропия, энтальпия, свободная энергия Гельмгольца, свободная энергия Гиббса, большой потенциал. Условия устойчивости. Принципы Ле-Шателье и Ле-Шателье - Брауна.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание
4.5	Основы статистической физики. Микроканонической распределение.	Усреднение. Понятие ансамбля. Микросостояния. Фазовый объем на одно микросостояние. Статистический фазовый объем. Микроканонический ансамбль. Принцип равной вероятности. Эргодическая и квазиэргодическая гипотезы. Термодинамическая вероятность. Плотность состояний. Микроканоническое распределение. Свойства термодинамической вероятности. Энтропия. Температура. Нечувствительность энтропии.
	Каноническое распределение. Большое каноническое распределение.	Канонический ансамбль. Каноническое распределение. Статистический интеграл. Связь с термодинамикой. Квантовое каноническое распределение. Большой канонический ансамбль. Большое каноническое распределение. Большая статистическая сумма (интеграл). Большой потенциал. Связь с термодинамикой.
4.6	Квантовая статистика.	Квантовая статистика. Числа заполнения. Большая статистическая сумма. Квантовые функции распределения. Функции распределения Бозе - Эйнштейна и Ферми - Дирака.
4.7	Поведение ферми-систем при низких температурах.	Интерпретация функции распределения Ферми - Дирака. Вырождение. Поведение теплоемкостей. Давление в ферми-системах. Металлы, полупроводники. Звезды. Белые карлики, нейтронные звезды.
	Поведение бозе-систем при низких температурах.	Интерпретация функции распределения Бозе - Эйнштейна. Бозе-конденсация. Поведение теплоемкостей. Энергетическая щель. Сверхтекучесть. Сверхпроводимость. Куперовские пары.
4.8	Общие теоремы классической статистики.	Теорема о равномерном распределении кинетической энергии по степеням свободы. Теорема о вириале. Многоатомный идеальный газ. Классическая теория. Квантовая теория. Вращательные и колебательные степени свободы.
4.9	Термодинамика излучения. Квантово-статистическая теория излучения.	Спектральная плотность излучения. Энергетическая светимость. Закон Кирхгофа. Закон Стефана - Больцмана. Общая формула Вина. Закон смещения Вина. Число стоячих волн в полости. Формула Рэлея - Джинса. Формула Планка. Тепловое излучение как идеальный газ фотонов.
4.10	Теплоемкость твердого тела.	Классическая теория. Эксперимент. Общие положения квантовой теории. Спектральная плотность числа колебаний. Теория Эйнштейна. Теория Дебая. Приближение Дебая. Функция Дебая. Закон кубов Дебая. Термодинамика твердого тела в приближении Дебая. Уравнение состояния. Соотношение Грюнайзена
4.11	Неравновесная термодинамика.	Локальное равновесие. Уравнения баланса. Производство энтропии. Силы и потоки. Линейная термодинамика. Соотношения взаимности. Теплопроводность, химические реакции и электрический ток.
4.12	Вариационные принципы неравновесной термодинамики. Универсальный критерий эволюции. Энтропия и информация.	Вариационный принцип Онсагера. Стационарные процессы. Принцип минимума производства энтропии Пригожина. Системы, далекие от равновесия. Универсальный критерий эволюции Гленсдорфа - Пригожина. Энтропия и информация. Энтропийный эквивалент информации и энтропийная плата.
<i>Темы практических занятий</i>		
4.1	Первое начало термодинамики. Уравнения	Связи между термодинамическими параметрами.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание
	состояния.	
4.2	Циклы	Вычисление к. п. д. различных циклов
4.3	Термодинамика диэлектриков и магнетиков.	Термодинамические потенциалы диэлектриков и магнетиков. Электрострикция, магнитострикция, пьезоэффекты. Магнитное охлаждение.
4.4	Фазовое равновесие.	Понятия фазы, компонента, раствора. Экстенсивные функции состояния многокомпонентной многофазной системы. Уравнение Гиббса - Дюгема. Условия фазового равновесия. Правило фаз Гиббса
	Фазовые переходы	. Фазовые переходы (превращения). Классификация фазовых переходов по Эренфесту. Переходы I рода. Уравнение Клаузиуса-Клапейрона. Конденсация пара. Переходы 2 рода. Уравнения Эренфеста.
	Термодинамика сверхпроводников.	Термодинамика сверхпроводников. Экспериментальные данные. Эффект Мейснера. Критическое поле. Скачки энтропии и теплоемкости. Формула Рутгерса. Скачки объема и сжимаемости.
4.5	Химическое равновесие	Химическое равновесие. Общее уравнение химической реакции. Глубина реакции. Условие химического равновесия. Закон действующих масс.
4.6	Формула Стирлинга. Распределение Максвелла - Больцмана.	<b>Формула Стирлинга.</b> Объем многомерного шара. Распределение Максвелла - Больцмана. Распределение Максвелла. Характерные скорости. Распределение Больцмана
	Одноатомный идеальный газ.	<b>Одноатомный идеальный газ.</b> Переход от суммирования к интегрированию. Большой потенциал. Связь между давлением и плотностью внутренней энергии. Классический идеальный газ. Квантовый объем. Условие классичности.
4.7	Гармонический осциллятор. Ротатор.	<b>Гармонический осциллятор.</b> Термодинамические функции. Классическая и квантовая теория. <b>Ротатор.</b> Термодинамические функции. Классическая и квантовая теория. Вырождение степеней свободы.
	Идеальный сильно вырожденный ферми-газ. Идеальный бозе-газ.	<b>Идеальный сильно вырожденный ферми-газ.</b> Температура вырождения. Внутренняя энергия и теплоемкость. Давление. <b>Идеальный бозе-газ.</b> Бозе - конденсация. Внутренняя энергия и теплоемкость.
4.8	Теория растворов.	Конфигурационная энтропия смешения неупорядоченного раствора. Химический потенциал раствора. Идеальный раствор. Растворы идеальных газов. Парадокс Гиббса. Регулярный раствор. Активность.
4.9	Система невзаимодействующих магнитных моментов в магнитном поле.	<b>Система невзаимодействующих магнитных моментов в магнитном поле.</b> Квантовые функции Ланжевена. Парамагнитная восприимчивость. Закон Кюри. Парамагнетизм Паули.
4.10	Броуновское движение.	<b>Броуновское движение.</b> Метод Ланжевена. Формула Эйнштейна - Смолуховского. Диффузия. Соотношение Эйнштейна.
4.11	Теория флуктуаций.	Флуктуации энергии в каноническом ансамбле. Флуктуации числа частиц. Предел чувствительности измерительных приборов. Примеры. Принцип Больцмана. Случай малых флуктуаций. Основная формула. Флуктуации основных термодинамических величин.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание
4.12	Элементарная теория излучения. Лазерное излучение.	Спонтанное и вынужденное излучение. Коэффициенты Эйнштейна. Квантовомеханическая теория переходов. Правила отбора. <b>Лазерное излучение.</b> Отрицательное поглощение света. Инверсная заселенность. Накачка. Принципиальная схема лазера. Условие резонанса. Условие генерации. Свойства лазерного излучения.
5	Физика элементарных частиц и космология	
<i>Содержание лекционного курса</i>		
5.1	Основы квантовой теории поля.	Виртуальные частицы. Диаграммы Фейнмана. Перенормируемость. Экранирование.
5.2	Внутренние симметрии.	Изоспин, странность. Гиперзаряд. Мультиплеты. Взаимодействия. Классификация элементарных частиц. СРТ-теорема.
5.3	Локальная калибровочная инвариантность.	Локализация фазовой симметрии. Калибровочные поля. Понятие о теории Янга - Миллса. Спонтанное нарушение симметрии. Голдстоуновские бозоны. Механизм Хиггса
5.4	Квантовая хромодинамика.	Кварки. Цветная SU(3)-симметрия. Глюоны. Асимптотическая свобода. Конфайнмент кварков. Адронные струи. Вычислительные методы.
5.5	Слабые взаимодействия. Несохранение пространственной четности.	Слабые взаимодействия. 4-фермионная теория. Промежуточные бозоны. Несохранение пространственной четности.
5.6	Нарушение CP-инвариантности.	Взаимопревращения нейтральных каонов. Нарушение CP-инвариантности. Нейтринные осцилляции.
<i>Темы практических занятий</i>		
5.7	Электрослабая теория.	Электрослабая теория. Группа симметрии. Приобретение массы промежуточными бозонами. Угол Вайнберга..
5.8	Великое объединение. Суперсимметрия и супергравитация.	Великое объединение. Единая константа. Группа симметрии. X и Y бозоны. Распад протона. Температура объединения. Монополи. Суперсимметрия и супергравитация. Планковские величины. Компактификация измерений. Суперструны. Диаграммы Фейнмана для них
5.9	Большой адронный коллайдер	<b>Большой адронный коллайдер</b> , его форма и размеры. Характеристики. Синхротронное излучение. Встречные пучки. Детекторы.
5.10	Общие положения космологии.	Закон Хаббла. Гравитационное ускорение. Вклад давления. Состав Вселенной. Уравнения состояния. Адиабатичность. Зависимости плотностей от радиуса. Связь скорости расширения с радиусом. Критическая плотность.
5.11	Инфляция. Сценарий хаотического раздувания.	Пустая Вселенная. Раздувание. Причины раздувания. Поле Хиггса. Рождение Вселенной из вакуума. Квантовые флуктуации. распад вакуумноподобного состояния. Масштабы раздувания. Решение проблем критической плотности, горизонта, монополей, флуктуаций. Радиус причинности. Сценарий хаотического раздувания.
5.12	Большой взрыв. Происхождение вещества во Вселенной.	Большой взрыв. Горячая Вселенная. Покраснение фотонов. Вымирание массивных частиц. Реликтовое излучение. Барийная асимметрия Вселенной. Происхождение вещества во Вселенной.
5.13	Неслучайная Вселенная. Антропный принцип.	Масса электрона. Разность масс нейтрона и протона и энергия связи дейтрона. Размерность пространства.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание
	Современное состояние Вселенной.	Совпадение больших чисел. Антропный принцип, мягкая и жесткая формулировки. Современное состояние Вселенной. Скрытая масса. Модель закалки. Плотность вакуума. Ускорение расширения.

## 5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Самостоятельная работа студентов заключается в подготовке к практическим и зачетным занятиям. При выполнении самостоятельной работы студенты могут использовать научно-популярную, учебную литературу, указанную в рабочей программе.

## 6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

### 6.1. Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины (результаты по разделам)	Код контролируемой компетенции (или её части)	Наименование оценочного средства
1.	Классическая механика	СПК-5	2 коллоквиума, контрольная работа, зачет
2.	Электродинамика. Теория относительности	СПК-5	3 коллоквиума, экзамен
3.	Квантовая механика	СПК-5	3 коллоквиума, контрольная работа, экзамен
4.	Термодинамика и статистическая физика	СПК-5	3 коллоквиума, контрольная работа, экзамен
5.	Физика элементарных частиц и космология	СПК-5	экзамен

### 6.2. Типовые контрольные задания или иные материалы

#### 6.2.1. Типовые вопросы (задания)

##### Классическая механика, коллоквиум 1

1. Постановка задачи. Понятие связей. Классификация связей. Голономные связи. Возможные, виртуальные и действительные перемещения. Понятие вариации. Идеальные связи. Общее уравнение динамики.

2. Обобщенные координаты и скорости. Соотношения Лагранжа. Уравнения Лагранжа 2 рода. Обобщенные силы.

3. Потенциальная система сил. Функция Лагранжа. Обобщенный потенциал. Точность определения функции Лагранжа. Диссипативные силы. Диссипативная функция Рэля.

4. Явный вид кинетической энергии. Явный вид уравнений Лагранжа.

5. Явный вид обобщенного потенциала. Гироскопические силы. Мощность гироскопических сил и их явный вид. Однородные функции и теорема Эйлера. Конфигурационное пространство. Точечные преобразования. Формализм Лагранжа и его общая характеристика.

6. Обобщенные импульсы. Функция Гамильтона. Уравнения Гамильтона. Дополнительные соотношения. Формализм Гамильтона.

7. Законы сохранения. Сохранение энергии. Обобщенная энергия. Сохранение обобщенного импульса.

8. Симметрия пространства и времени. Однородность времени, однородность пространства, изотропность пространства. Сохранение энергии, импульса, момента импульса.

### **Классическая механика, коллоквиум 2**

1. Элементы вариационного исчисления. Понятие функционала и его вариации. Основная задача. Уравнения Эйлера. Полная вариация.

2. Интегральные вариационные принципы механики. Действие. Принцип Гамильтона. Принцип Гамильтона - Остроградского.

3. Действие как функция координат и времени. Укороченное действие. Принципы Лагранжа, Мопертюи - Эйлера и Якоби. Метрика конфигурационного пространства. Геодезические.

4. Эволюция системы во времени. Скобки Пуассона и их свойства. Тождество Якоби-Пуассона. Фундаментальные скобки Пуассона. Теорема Пуассона.

5. Канонические преобразования. Производящая функция. Преобразование Лежандра. Основные типы производящих функций. Условие каноничности преобразования.

6. Якобианы. Якобиан канонического преобразования. Фазовый объем. Теорема Лиувилля. Статистический подход. Функция распределения. Уравнение Лиувилля. Оператор Лиувилля. Оператор эволюции.

7. Уравнение Гамильтона - Якоби. Полный интеграл. Метод Якоби - Остроградского. Разделение переменных. Случай свободного движения в потенциальном поле. Оптико-механическая аналогия. Эйконал. Уравнение эйконала. Принцип Ферма.

8. Условно-периодическое движение. Переменные действие - угол. Частоты. Вырождение движения. Адиабатические инварианты.

9. Криволинейные координаты. Коэффициенты Ламе. Метрические коэффициенты. Ортогональные координаты. Цилиндрическая и сферическая системы координат. Уравнения движения в криволинейных координатах. Разделение переменных.

### **Классическая механика, зачет (семестр 5)**

1. Электромеханика. Аналогия между электрическими и механическими величинами. Уравнения для электромеханической системы.

2. Малые колебания сложных систем. Консервативные системы. Характеристическое уравнение. Собственные частоты. Нормальные координаты. Диссипативные системы.

3. Задача двух тел. Движение в центральном поле. Законы сохранения. Приведенная масса.

4. Столкновения. Упругие столкновения. Лабораторная система отсчета. Диаграммы столкновений.

5. Интеграл площадей. Эффективный потенциал. Качественный анализ движений.

6. Количественное решение. Замкнутость орбит. Задача Кеплера. Расчет траекторий. 1-й и 3-й законы Кеплера. Вектор Лапласа.

7. Теория рассеяния. Прицельный параметр. Дифференциальное эффективное сечение рассеяния. Формула Резерфорда

8. Фазовые портреты малоразмерных систем. Примеры. Классификация особых точек. Предельный цикл. Грубость. Бифуркации. Удвоение периода. Странный аттрактор. Хаос.

### **Классическая механика, домашняя контрольная работа**

#### **"ПОЛНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СЛОЖНОЙ СИСТЕМЫ"**

Полное исследование системы должно включать в себя, по возможности, следующие пункты.

1. Выбрать обобщенные координаты.

2. Выразить кинетическую энергию через обобщенные координаты и скорости.
3. Для потенциальной системы выразить потенциальную энергию через обобщенные координаты, если она существует. Для обобщенно-потенциальной системы выразить обобщенный потенциал через обобщенные координаты и скорости.
4. Для диссипативной системы выразить диссипативную функцию Рэля через обобщенные координаты и скорости. Для непотенциальной системы найти обобщенные силы.
5. Построить функцию Лагранжа (для потенциальной, обобщенно-потенциальной системы).
6. Найти законы сохранения. Произвести качественный анализ движения.
7. Выписать уравнения Лагранжа. Решить их, если возможно.
8. Для колебательной системы проанализировать случай малых колебаний. Для сложной колебательной системы найти нормальные колебания и их частоты.
9. Найти обобщенные импульсы. Построить функцию Гамильтона, если это возможно.
10. Выписать уравнения Гамильтона. Решить их, если возможно.
11. Для системы с одной степенью свободы или системы, сводящейся к таковой, построить фазовый портрет системы.
12. Выписать уравнение Гамильтона - Якоби. Найти полный интеграл, если это возможно.
13. Для периодического или условно-периодического движения найти канонические переменные и адиабатические инварианты.

#### **Электродинамика, коллоквиум 1**

1. Закон сохранения заряда. Плотность заряда и плотность тока. Теорема Гаусса. Отсутствие источников магнитного поля. Закон электромагнитной индукции. Теорема о циркуляции магнитного поля. Сила Лоренца.
2. Дифференциальная форма основных законов. Ток смещения. Система уравнений Максвелла-Лоренца.
3. Потенциалы электромагнитного поля. Уравнения Даламбера. Калибровочная инвариантность потенциалов. Калибровки Лоренца и Кулона.
4. Энергия электромагнитного поля. Плотность энергии. Вектор Пойнтинга. Уравнение баланса. Импульс электромагнитного поля. Плотность импульса. Плотность потока импульса.
5. Однородное волновое уравнение. Плоские электромагнитные волны. Сферические электромагнитные волны.
6. Волновые пакеты. Групповая скорость. Поляризация электромагнитного поля.
7. Решение уравнения Пуассона. Функция Грина для оператора Лапласа. Решение уравнения Даламбера. Запаздывающий потенциал.
8. Электромагнитное поле произвольно движущегося точечного заряда. Потенциалы Лиенара - Вихерта. Поле равномерно движущегося заряда и излучение.

#### **Электродинамика, коллоквиум 2**

1. Электростатика. Разложение по мультиполям. Дипольный момент. Квадрупольный момент. Энергия системы зарядов во внешнем поле. Сила и момент силы.
2. Квазистационарное электромагнитное поле. Условия квазистационарности. Закон Био-Савара-Лапласа. Магнитный момент, его свойства.
3. Гиромагнитное соотношение. Система зарядов во внешнем магнитном поле. Энергия, сила и момент сил. Прецессия Лармора.
4. Теория излучения. Дипольное приближение. Потенциалы поля. Напряженности поля. Вектор Пойнтинга. Интенсивность излучения.
5. Дипольное излучение точечного заряда. Гармонический осциллятор. Реакция излучения. Классический радиус электрона. Естественная ширина излучаемых линий.

#### **Электродинамика, коллоквиум 3**

1. Среднее эффективное поле в среде. Связанный и свободный заряды. Проводники и диэлектрики. Средняя плотность заряда в среде. Вектор поляризации. Поляризация среды.

2. Средняя плотность тока в среде. Ток проводимости. Ток поляризации. Намагниченность среды.

3. Уравнения Максвелла. Основные и материальные уравнения. Диэлектрическая и магнитная восприимчивости и проницаемости. Интегральная форма основных уравнений. Пределы применимости уравнений Максвелла.

4. Потенциалы, уравнения Даламбера, калибровка Лоренца. Энергия, вектор Пойнтинга, импульс электромагнитного поля. Фазовая скорость электромагнитных волн. Граничные условия для уравнений Максвелла и Даламбера.

5. Квазистационарное поле в проводящей среде. Скин-эффект. Скин-слой.

6. Электромагнитные волны в однородной изотропной диэлектрической среде. Комплексная диэлектрическая проницаемость. Коэффициенты преломления и поглощения.

7. Электростатика проводников и диэлектриков. Принцип суперпозиции. Метод изображений. Инверсия пространства относительно сферы, цилиндра.

### **Теория относительности, коллоквиум 1**

1. Разложение вектора по базису. Взаимный базис Преобразования векторов базиса и компонент векторов. Матрицы преобразований. Ковариантные и контравариантные компоненты векторов. Геометрический смысл ковариантных и контравариантных компонент векторов.

2. Общее определение тензора. Тензор второго ранга. Скаляр, вектор. Свертка тензора. Симметричный и антисимметричный тензоры второго ранга. Метрический тензор. Метрика. Скалярное произведение, дивергенция. Градиент.

3. Ортогональные координаты. Метрика и скалярное произведение в ортогональных координатах. Нормированные координаты. Физические компоненты векторов и тензоров. Декартовы координаты. Эвклидово пространство. Векторное представление антисимметричного тензора второго ранга в трехмерном пространстве. Векторное произведение. Ротор.

4. Повороты. Повороты в эвклидовом пространстве. Псевдоэвклидово пространство. Сигнатура. Обычные и необычные повороты. Гиперболические функции.

5. Пространство Минковского. Система обозначений. 4-вектор. 4-тензор 2-го ранга. Поднятие и опускание индексов. Дифференциальные операции в пространстве Минковского. Преобразование компонент антисимметричного 4-тензора. Инварианты 4-тензора.

### **Теория относительности, экзамен (семестр 6)**

1. Симметрии пространства и времени. Принцип относительности. Инвариантная скорость. Геометрия событий. Релятивистский интервал. Типы интервалов. Собственное время.

2. Преобразования Лоренца. Сокращение длины. Замедление времени. Относительность одновременности. Преобразование скоростей. Противоречивость теории относительности.

3. 4-скорость и 4-ускорение. 4-импульс. Релятивистский импульс. Уравнения Ньютона в четырехмерной форме. 4-сила. Релятивистское уравнение движения. Связь между силой и ускорением. Продольная и поперечная массы. Объемная плотность силы. Плотность потока массы.

4. Полная энергия. Соотношение Эйнштейна. Частицы с нулевой массой. Релятивистская масса. Кинетическая энергия и энергия покоя. Вектор энергии - импульса. Релятивистские функции Лагранжа и Гамильтона материальной точки. Релятивистское действие. Механика системы точек. Эффект Комптона. Эффект Доплера. Превращения частиц. Пороговая энергия. Энергия активации.

5. Обобщенный потенциал частицы в поле. 4-потенциал. Функция Лагранжа и действие для частицы в поле. Калибровочная инвариантность. Калибровка Лоренца. Уравнения Даламбера. Уравнение неразрывности.

6. Тензор электромагнитного поля. Инварианты электромагнитного поля. Следствия из инвариантов. 4-сила Лоренца. Уравнения Максвелла – Лоренца. Действие для электромагнитного поля.

### **Квантовая механика, коллоквиум 1**

1. Линейные пространства. Вектор состояния (кет-вектор). Базис и размерность. Бесконечномерные пространства. Дискретный и непрерывный базис. Полнота и сепарабельность.

2. Скалярное произведение векторов. Норма вектора. Неравенство Коши - Буняковского - Шварца. Дуальное пространство. Бра-векторы.

3. Ортогональные векторы. Ортогональный и ортонормированный базис. Соотношение замкнутости. Представление векторов матрицами. Скалярное произведение как произведение матриц.

4. Вектор как функция индекса его компонент. Функциональные пространства. Квадратично интегрируемые функции. Гильбертово пространство. Функционалы. Иная форма соотношения замкнутости. Преобразование Фурье, фурье-образ. Симметрия относительно переменной и индекса. Сходимости в среднем. Главное значение интеграла.

5. Линейные операторы. Матрица линейного оператора. Сложение и умножение операторов. Коммутатор и антикоммутатор. Обратный оператор. Действие линейного оператора на бра-векторы. Оператор, эрмитово сопряженный данному, его матрица.

6. Типы операторов. Эрмитовы, антиэрмитовы, положительно определенные и унитарные операторы.

7. Преобразование подобия, унитарное преобразование. Шпур (след) линейного оператора.

8. Собственные значения и собственные функции линейного оператора. Дискретный и непрерывный спектр. Вырожденные собственные значения, кратность вырождения.

9. Собственные значения и собственные функции эрмитовых и антиэрмитовых операторов. Наблюдаемые. Собственные значения положительно определенных и унитарных операторов.

10. Коммутирующие наблюдаемые. Функции от наблюдаемых. Представления. Смена представлений. Матрицы перехода.

11. Подпространство. Ортогональные подпространства. Дополнение подпространства. Проекционные операторы, их свойства. Идемпотентность. Разложение по элементарным проекторам. Представление единицы.

12. Чистое и смешанное состояния. Среднее значение наблюдаемой. Статистический оператор и матрица плотности.

13. Соотношение неопределенностей для произвольных наблюдаемых.

### **Квантовая механика, коллоквиум 2**

1. Ранние квантовые теории. Формула Планка. Теория Бора. Правила квантования Бора - Зоммерфельда. Волны де Бройля.

2. Уравнение Шредингера для одной частицы. Волновая функция и ее интерпретация. Квантовое уравнение Гамильтона – Якоби. Плотность потока вероятности.

3. Постановка квантовой задачи. Принцип соответствия. Общее уравнение Шредингера. Постулаты квантовой механики. Принцип суперпозиции. Соотношение неопределенностей Гейзенберга. Принцип дополнительности. Опыт Юнга.

4. Квантовые скобки Пуассона. Эволюция во времени. Картины. Картина Шредингера. Оператор эволюции. Эволюция смешанного состояния во времени. Уравнение фон Неймана. Квантовый оператор Лиувилля.

5. Картина Гейзенберга. Уравнения движения Гейзенберга. Картина взаимодействия. Уравнение эволюции средних значений. Интегралы движения. Соотношение неопределенностей время - энергия.

6. Различные представления квантовой механики. Координатное, импульсное и энергетическое представление. Теорема Эренфеста.

7. Понятие о фейнмановской формулировке квантовой механики. Пропагатор. Интегралы по траекториям. Классический предел.

8. Одномерные задачи квантовой механики. Задача Штурма – Лиувилля. Прямоугольные потенциалы. Свободное движение. Волновые пакеты. Скачок потенциала. Коэффициенты отражения и прохождения.

9. Бесконечно глубокая потенциальная яма. Яма конечной глубины. Резонансное прохождение. Потенциальный барьер. Туннелирование. Прямоугольный потенциальный барьер. Резонансы. Холодная эмиссия электронов из металла. Радиоактивный  $\alpha$ -распад.

10. Одномерный гармонический осциллятор. Операторный подход. Уровни энергии. Представление чисел заполнения. Операторы рождения, уничтожения и числа частиц. Правила отбора.

#### **Квантовая механика, экзамен (семестр 7)**

1. Момент импульса. Соотношения коммутации. Собственные значения операторов квадрата и проекции момента импульса. Матричные элементы операторов момента. Примеры. Матрицы Паули. Сложение моментов.

2. Орбитальный момент импульса. Явный вид операторов орбитального момента. Собственные значения и собственные функции. Сферические функции.

3. Спин. Спиновая волновая функция. Операторы спина. Спиноры. Составная система.

4. Магнитный момент. Гиромагнитное соотношение. Магнетон Бора. Ядерный магнетон. Частица в электромагнитном поле. Уравнение Паули.

5. Тождественность частиц. Симметричная и антисимметричная волновые функции. Два типа квантовых статистик. Связь спина со статистикой. Понятие об обменном взаимодействии.

6. Пространственная четность. Сохранение четности. Сложение четностей. Правила отбора по четности.

7. Движение в центрально-симметричном поле. Разделение переменных. Угловая задача. Радиальное уравнение. Ротатор. Водородоподобный атом. Радиальное и главное квантовые числа. Уровни энергии, их вырождение. Радиальные функции распределения.

8. Свойства матриц Паули. Собственные функции частицы со спином  $1/2$ . Опыт Штерна – Герлаха для электронов.

#### **Квантовая механика, коллоквиум 4**

1. Квантовая теория рассеяния. Сечение и амплитуда рассеяния. Квантовая функция Грина. Приближение Борна. Вектор рассеяния. Рассеяние на центральном потенциале. Мало-угловое рассеяние. Формула Резерфорда. Переход в лабораторную систему отсчета. Рассеяние одинаковых частиц

2. Квазиклассическое приближение. Метод ВКБ, его пределы применения. Сопряжение решений. Правило квантования. Примеры.

3. Стационарная теория возмущений. Дискретные уровни энергии. Невырожденный случай. Поправки первого и второго порядков. Вырожденный случай. Секулярное уравнение. Снятие вырождения.

4. Нестационарная теория возмущений. Амплитуда и вероятность перехода. Второе приближение и виртуальные переходы.

5. Атом гелия. Нулевое приближение. Пара- и ортогелий. Электронные конфигурации. Термы. Первое приближение. Основное и возбужденное состояния. Электростатическая и обменная энергия.

6. Химическая связь. Двухатомная молекула. Классификация термов. Молекула водорода. Обменная природа ковалентной связи. Валентность. Валентности элементов периодической системы. Силы Ван-дер-Ваальса.

7. Атом в магнитном поле. Оператор магнитного момента. Фактор Ландэ для атома. Снятие вырождения уровней энергии в магнитном поле. Нормальный и аномальный эффекты Зеемана. Парамагнетизм и диамагнетизм.

### **Термодинамика и статистическая физика, коллоквиум 1**

1. Основы термодинамики. Равновесие. Температура. Внешние и внутренние параметры. Равновесные и неравновесные процессы. Внутренняя энергия, работа, теплота. Обобщенные силы. Уравнения состояния. I начало термодинамики. Теплоемкость. Термодинамические процессы. Уравнение политропы.

2. 2-е начало термодинамики. Необратимые процессы. Принцип адиабатной недостижимости Каратеодори. Энтропия. Равенство Клаузиуса. Основное термодинамическое тождество. Формулы для теплоемкостей. Второе начало термодинамики для неравновесных процессов. Неравенство Клаузиуса. Основное термодинамическое неравенство. Возрастание энтропии. Знак температуры. Циклы. К. п. д. Цикл Карно, его свойства.

3. Третье начало термодинамики. Недостижимость абсолютного нуля. Поведение термических коэффициентов и теплоемкостей. Системы с переменным числом частиц. Химический потенциал. Экстенсивные и интенсивные величины.

4. Термодинамические потенциалы. Обобщенные координаты и силы. Полный дифференциал. Соотношения Максвелла. Преобразование Лежандра. Уравнения Гиббса – Гельмгольца. Экстремальные свойства потенциалов. Соотношения устойчивости.

5. Внутренняя энергия, энтропия как потенциалы. Энтальпия, свободные энергии Гиббса и Гельмгольца. Уравнение Гиббса – Дюгема. Большой потенциал. Термодинамическая устойчивость. Принцип Ле-Шателье.

### **Термодинамика и статистическая физика, экзамен (семестр 8)**

1. Термодинамика диэлектриков и магнетиков. Электрострикция, магнитоэлектричество, пьезоэффекты. Магнитное охлаждение.

2. Фазовое равновесие. Понятия фазы, компонента, раствора. Экстенсивные функции состояния многокомпонентной многофазной системы. Уравнение Гиббса - Дюгема. Условия фазового равновесия. Правило фаз Гиббса.

3. Фазовые переходы (превращения). Классификация фазовых переходов по Эренфесту. Переходы I рода. Уравнение Клаузиуса-Клапейрона. Конденсация пара. Переходы 2 рода. Уравнения Эренфеста.

4. Химическое равновесие. Общее уравнение химической реакции. Глубина реакции. Условие химического равновесия. Закон действующих масс.

5. Термодинамика сверхпроводников. Экспериментальные данные. Эффект Мейснера. Критическое поле. Скачки энтропии и теплоемкости. Формула Рутгерса. Скачки объема и сжимаемости.

### **Термодинамика и статистическая физика, коллоквиум 3**

1. Гамма-функция, ее свойства. Формула Стирлинга. Объем многомерного шара.

2. Усреднение. Понятие ансамбля. Микросостояния. Фазовый объем на одно микросостояние. Статистический фазовый объем. Микроканонический ансамбль. Принцип равной вероятности. Квазиэргодическая гипотеза. Микроканоническое распределение. Плотность состояний. Термодинамическая вероятность. Энтропия. Нечувствительность энтропии.

3. Каноническое распределение. Статистический интеграл. Связь с термодинамикой. Квантовое каноническое распределение. Разбивка на подсистемы. Одночастичная статистическая сумма. Большое каноническое распределение. Большая статистическая сумма. Связь с термодинамикой.

4. Распределение Максвелла - Больцмана. Распределение Максвелла. Распределение Больцмана. Классический одноатомный идеальный газ. Квантовый объем.

5. Квантовая статистика. Числа заполнения. Большая статистическая сумма. Квантовые функции распределения. Функции распределения Бозе - Эйнштейна и Ферми - Дирака, их свойства, физическая интерпретация. Вырождение, бозе-конденсация. Поведение теплоемкостей.

6. Особенности поведения ферми- и бозе- систем при низких температурах. Давление в ферми-системах. Металлы, звезды. Белые карлики, нейтронные звезды. Конденсация. Энергетическая щель. Сверхтекучесть. Сверхпроводимость. Куперовские пары. Теплоемкость.

7. Одноатомный идеальный газ. Переход от суммирования к интегрированию. Большой потенциал. Связь между давлением и плотностью внутренней энергии. Классический идеальный газ. Квантовый объем. Условие классичности.

8. Система гармонических осцилляторов. Система ротаторов. Внутренняя энергия, теплоемкость. Классическая теорема о равномерном распределении кинетической энергии по степеням свободы. Теорема о вириале. Теория многоатомного идеального газа. Вырождение степеней свободы.

### **Термодинамика и статистическая физика, коллоквиум 3**

1. Идеальный сильно вырожденный ферми-газ. Температура вырождения. Внутренняя энергия и теплоемкость.

2. Идеальный бозе-газ. Бозе - конденсация. Внутренняя энергия и теплоемкость.

3. Термодинамика излучения. Спектральная плотность излучения. Энергетическая светимость. Закон Кирхгофа. Закон Стефана - Больцмана. Закон Вина. Закон смещения Вина. Квантово-статистическая теория излучения. Число стоячих волн в полости. Формула Рэлея - Джинса. Формула Планка. Тепловое излучение как идеальный газ фотонов.

4. Теплоемкость твердого тела. Классическая теория. Эксперимент. Общие положения квантовой теории. Спектральная плотность числа колебаний. Теория Эйнштейна. Теория Дебая. Приближение Дебая. Функция Дебая. Закон кубов Дебая. Термодинамика твердого тела в приближении Дебая. Уравнение состояния. Соотношение Грюнайзена.

5. Теория флуктуаций. Флуктуации энергии в каноническом ансамбле. Флуктуации числа частиц. Предел чувствительности измерительных приборов. Примеры. Принцип Больцмана. Случай малых флуктуаций. Основная формула. Флуктуации основных термодинамических величин.

6. Броуновское движение. Метод Ланжевена. Формула Эйнштейна - Смолуховского. Диффузия. Соотношение Эйнштейна.

7. Теория растворов. Конфигурационная энтропия смешения неупорядоченного раствора. Химический потенциал раствора. Идеальный раствор. Растворы идеальных газов. Парадокс Гиббса. Регулярные растворы. Активность.

8. Система невзаимодействующих магнитных моментов в магнитном поле. Квантовые функции Ланжевена. Парамагнитная восприимчивость. Закон Кюри. Парамагнетизм Паули.

9. Элементарная теория излучения. Спонтанное и вынужденное излучение. Коэффициенты Эйнштейна. Квантовомеханическая теория переходов. Правила отбора. Лазерное излучение. Отрицательное поглощение света. Инверсная заселенность. Накачка. Принципиальная схема лазера. Условие резонанса. Условие генерации. Свойства лазерного излучения.

10. Неравновесная термодинамика. Локальное равновесие. Уравнения баланса. Производство энтропии. Силы и потоки. Линейная термодинамика. Соотношения взаимности. Теплопроводность, химические реакции и электрический ток.

11. Вариационный принцип Онсагера. Стационарные процессы. Принцип минимума производства энтропии Пригожина. Системы, далекие от равновесия. Универсальный критерий эволюции Гленсдорфа - Пригожина. Энтропия и информация. Энтропийный эквивалент информации и энтропийная плата.

### **Физика элементарных частиц и космология (коллоквиум 1)**

1. Основы квантовой теории поля. Виртуальные частицы. Диаграммы Фейнмана. Перенормируемость. Экранирование.

2. Внутренние симметрии. Изоспин, странность. Гиперзаряд. Мультиплеты. Взаимодействия. СРТ-теорема.

3. Локальная калибровочная инвариантность. Калибровочные поля. Понятие о теории Янга – Миллса.

4. Спонтанное нарушение симметрии. Голдстоуновские бозоны. Механизм Хиггса.

5. Квантовая хромодинамика. Кварки. Цветная SU(3)-симметрия. Глюоны. Асимптотическая свобода. Конфайнмент кварков. Адронные струи. Вычислительные методы.

6. Слабые взаимодействия. 4-фермионная теория. Промежуточные бозоны. Несохранение пространственной четности.

7. Взаимопревращения нейтральных каонов. Нарушение CP-инвариантности. Нейтринные осцилляции.

8. Электрослабая теория. Группа симметрии. Приобретение массы промежуточными бозонами. Угол Вайнберга.

9. Великое объединение. Единая константа. Группа симметрии. X и Y бозоны. Распад протона. Температура объединения. Монополи.

10. Суперсимметрия и супергравитация. Планковские величины. Компактификация измерений. Суперструны. Диаграммы Фейнмана для них.

### **Физика элементарных частиц и космология, экзамен (семестр 9)**

1. Общие положения космологии. Закон Хаббла. Гравитационное ускорение. Вклад давления. Уравнения состояния. Адиабатичность. Зависимости плотностей от радиуса. Связь скорости расширения с радиусом. Критическая плотность.

2. Инфляция. Пустая Вселенная. Раздувание. Причины раздувания. Поле Хиггса. Рождение Вселенной из вакуума. Квантовые флуктуации. Распад вакуумноподобного состояния. Масштабы раздувания. Решение проблем критической плотности, горизонта, монополей, флуктуаций. Радиус причинности. Сценарий хаотического раздувания.

3. Большой взрыв. Горячая Вселенная. Покраснение фотонов. Вымирание массивных частиц. Эра фотонной плазмы. Реликтовое излучение. Происхождение вещества во Вселенной.

4. Неслучайная Вселенная. Масса электрона. Разность масс нейтрона и протона и энергия связи дейтрона. Размерность пространства. Совпадение больших чисел. Антропный принцип, мягкая и жесткая формулировки.

5. Современное состояние Вселенной. Скрытая масса. Модель заалки. Плотность вакуума. Ускорение расширения. Скорость удаления далеких галактик.

#### **а) критерии оценивания компетенций (результатов)**

**Знать:** для сдачи зачета достаточно знать почти все основные результаты и выводы теории, понимать их сущность и язык, на котором эти результаты излагаются. Знание выводов формул и их понимание не требуется.

**Уметь:** для того, чтобы сдавать последующий курс теоретической физики на оценку «хорошо», необходимо дополнительно знать логику теории и уметь решать простые задачи на применение теории.

**Владеть:** необходимо дополнительно уметь произвести при необходимости выводы формул и доказательства основных результатов и решать любые задачи в рамках изученной теории.

б) описание шкалы оценивания

На оценку «удовлетворительно» (для сдачи коллоквиума, зачета) достаточно знать почти все основные результаты и выводы теории, понимать их сущность и язык, на котором эти результаты излагаются. Знание выводов формул и их понимание не требуется.

На оценку «хорошо»: необходимо дополнительно знать логику теории и уметь решать простые задачи на применение теории.

На оценку «отлично»: необходимо дополнительно уметь произвести при необходимости выводы формул и доказательства основных результатов и решать любые задачи в рамках изученной теории.

Оценка за экзамен является итоговой за весь курс

### ***6.3 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций***

## **7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

### ***а) основная учебная литература:***

1. Савельев И. В. Основы теоретической физики [Текст] : в 2 томах. Том 1 : Механика. Электродинамика. - Изд. 3-е ; стер. - Санкт-Петербург ; Москва : Лань, 2005. - 493 с. : ил., Том 2 : Квантовая механика. - Изд.3-е ; стер. - Санкт-Петербург; Москва : Лань, 2005. - 430 с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). (26 шт.)

2. Савельев, И. В. Сборник вопросов и задач по общей физике [Текст] : учебное пособие для вузов / И. В. Савельев. - Изд. 5-е ; стер. - Москва : Лань, 2007. - 288 с.

### ***б) дополнительная учебная литература:***

1. Фриш, С.Э. Курс общей физики. В 3 т. Т.1. Физические основы механики. Молекулярная физика. Колебания и волны. [Электронный ресурс] : учебник / С.Э. Фриш, А.В. Тиморева. — Электронные текстовые данные. — Санкт-Петербург : Лань, 2008. — 480 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/416>

2. Фриш, С.Э. Курс общей физики. В 3 т. Т. 2. Электрические и электромагнитические явления. [Электронный ресурс] : учебник / С.Э. Фриш, А.В. Тиморева. — Электронные текстовые данные. — Санкт-Петербург : Лань, 2008. — 528 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/418>

3. Фриш, С.Э. Курс общей физики. В 3 т. Т. 3. Оптика. Атомная физика. [Электронный ресурс] : учебник /С.Э. Фриш, А.В. Тиморева. — Электронные текстовые данные. — Санкт-Петербург : Лань, 2008. —656 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/419>

## **8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее - сеть «Интернет»), необходимых для освоения дисциплины**

1. Электронно-библиотечная система Издательства "Лань"» <http://e.lanbook.com/> – Договор № 14-ЕП от 03.04.2017 г., срок действия - до 03.04.2018 г. Неограниченный доступ для всех зарегистрированных пользователей КемГУ и всех филиалов из любой точки доступа Интернет. Доступ из локальной сети НФИ КемГУ свободный, неограниченный, с домашних ПК – авторизованный. Кол-во возможных подключений – безлимит.

2. Электронно-библиотечная система «Знаниум» - [www.znanium.com](http://www.znanium.com) – Договор № 44/2017 от 21.02.2017 г., срок до 15.03.2020 г. Доступ из локальной сети НФИ КемГУ свободный, неограниченный, с домашних ПК – авторизованный. Кол-во возможных подключений – 4000.

3. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» <http://biblioclub.ru/> – базовая часть, контракт № 031 - 01/17 от 02.02.2017 г., срок до 14.02.2018 г., неограниченный доступ для всех зарегистрированных пользователей КемГУ. Доступ из локальной сети НФИ КемГУ свободный, неограниченный, с домашних ПК – авторизованный. Кол-во возможных подключений – 7000.

4. Электронно-библиотечная система «Юрайт» - [www.biblio-online.ru](http://www.biblio-online.ru). Доступ ко всем произведениям, входящим в состав ЭБС. Договор № 30/2017 от 07.02.2017 г., срок до 16.02.2018г. Доступ из локальной сети НФИ КемГУ свободный, с домашних ПК – авторизованный. Кол-во одновременных доступов - безлимит .

5. Электронная полнотекстовая база данных периодических изданий по общественным и гуманитарным наукам ООО «ИВИС», <https://dlib.eastview.com>, договор № 196-П от 10.10.2016 г., срок действия с 01.01.2017 по 31.12.2017 г., доступ предоставляется из локальной сети НФИ КемГУ.

6. Межвузовская электронная библиотека (МЭБ) - <https://icdlib.nspu.ru/> - сводный информационный ресурс электронных документов для образовательной и научно-исследовательской деятельности педагогических вузов. НФИ КемГУ является участником и пользователем МЭБ. Договор о присоединении к МЭБ от 15.10.2013 г., доп. соглашение от 01.04.2014 г. Доступ предоставляется из локальной сети НФИ КемГУ.

7. Университетская информационная система РОССИЯ (УИС Россия) – <http://uisrussia.msu.ru> - база электронных ресурсов для образования и исследований в области экономики, социологии, политологии, международных отношений и других гуманитарных наук. Письмо 01/08 – 104 от 12.02.2015. Срок – бессрочно. Доступ предоставляется из локальной сети НФИ КемГУ.

## **9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Курс «Основы теоретической физики» является фундаментальным курсом, составляющим основу мировоззрения современного учителя. Большинство тем рассматривается только в этом курсе. Это один из самых сложных курсов. По насыщенности сложными математическими формулами он не имеет равных. По объему часов он очень большой, и очень насыщенный информацией. И одни его части очень тесно связаны с другими. Не изучив этот курс и не усвоив его, студент автоматически делает невозможным изучение большей части последующего материала

Изучать материал следует исключительно последовательно в течение всего семестра, а не откладывая на сессию. Сдать все на экзамене или зачете не удастся.

Изучать материал следует, не стремясь вы зубрить его, а стремясь понять его суть, логику. Это не значит, что нужно разбираться во всех выводах формул, преобразованиях, стремиться запомнить их. Наоборот, нужно понять определения, понятия, результаты, усвоить язык, на котором они сформулированы, и на этой основе запомнить их. Сложные выводы формул и преобразования можно рассматривать как упражнения. Но очевидные выводы и следствия нужно видеть на любую оценку. В этом и состоит понимание материала.

Методы теоретической физики часто напоминают конструктор, и конструкции строятся по очень простым правилам. Необходимо понять и усвоить эти правила и уметь их применять. Это очень упрощает изучение материала.

Основной метод контроля знаний – коллоквиум. Опрос производится по большей части изученных тем,

### **Требования к качеству знаний.**

Для сдачи зачета достаточно знать почти все основные результаты и выводы теории, понимать их сущность и язык, на котором эти результаты излагаются. Знание выводов формул и их понимание не требуется.

Однако для того, чтобы сдавать последующий курс теоретической физики на оценку «хорошо», необходимо дополнительно знать логику теории и уметь решать простые задачи на применение теории. На оценку «отлично» необходимо дополнительно уметь произвести при необходимости выводы формул и доказательства основных результатов и решать любые задачи в рамках изученной теории.

### **10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

Использование компьютерного оборудования для презентаций в программе «Microsoft PowerPoint», вычислений в табличном редакторе «Microsoft Excel», моделирования в математическом пакете «MathCAD».

### **11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

<b>Наименование оборудованных учебных кабинетов, объектов для проведения практических занятий, объектов физической культуры и спорта ( с указанием номера помещения в соответствии с документами БТИ)</b>	<b>Перечень основного оборудования</b>	<b>Специализированное программное обеспечение</b>	<b>Учебно-наглядные пособия (демонстрационные материалы)</b>
Физическая лекционная аудитория (аудитория № 320) учебный корпус 2, Пр. Пионерский, 13, помещение № 105 по этажному плану 3 этажа от 13.07.2004	Доска интерактивная для презентаций Hitachi Star Board FX; Доска маркерная	Windows_XP, Libre Office 5.0, Microsoft Office 2010	Слайды (презентация в Microsoft PowerPoint)

### **12. Иные сведения и (или) материалы**

#### **12.1. Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

Для обеспечения образования инвалидов и обучающихся с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается адаптированная образовательная программа, индивидуальный учебный план с учетом особенностей их психофизического развития и состояния здоровья.

Обучение обучающихся с ограниченными возможностями здоровья осуществляется на основе образовательных программ, адаптированных для обучения указанных обучающихся.

Обучение по образовательной программе инвалидов и обучающихся с ограниченными возможностями здоровья осуществляется факультетом с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

Университетом создаются специальные условия для получения высшего образования по образовательным программам обучающихся с ограниченными возможностями здоровья.

### ***12.2. Перечень образовательных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине***

1. проблемная лекция,
2. работа в малых группах,
3. тренинг,
4. контрольная (самостоятельная) работа,
5. разноуровневые задачи и задания,
6. собеседование.

### ***12.3. Занятия, проводимые в интерактивных формах***

№ п/п	Раздел, тема дисциплины	Объем аудиторной работы в интерактивных формах по видам занятий (час.)		Формы работы
		Лекции	Практические занятия	
1	Классическая механика	8	16	проблемная лекция, работа в малых группах, тренинг, контрольная (самостоятельная) работа, разноуровневые задачи и задания, собеседование.
2	Электродинамика	4	10	
3	Теория относительности	2	2	
4	Квантовая механика	6	16	
5	Термодинамика и статистическая физика	6	8	
6	Физика элементарных частиц и космология	6	8	
	<b>ИТОГО по дисциплине:</b>	<b>32</b>	<b>60</b>	

Составитель: Кошкина Н.И., к.ф.м.н, доцент