

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ЮЖНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ
и.о. декана физического факультета ЮФУ



В.В.Земляков

«1» ноября 2016 г.

ПРОГРАММА
вступительного испытания для поступающих в магистратуру по направлению
подготовки 03.04.02 — «Физика»

Ростов-на-Дону
2016

1. Механика

1. Кинематика материальной точки.

Система отсчета, радиус-вектор материальной точки. Векторы мгновенной скорости и ускорения. Нормальное, тангенциальное, полное ускорения. Вектор элементарного угла поворота, векторы мгновенной угловой скорости, углового ускорения. Прямая и обратная задачи кинематики. Преобразования Галилея для координат и скоростей. Принцип относительности Галилея.

2. Законы Ньютона.

Изменение импульса материальной точки. Момент импульса материальной точки. Закон изменения и сохранения момента импульса. Теорема об изменении кинетической энергии материальной точки.

3. Динамика системы материальных точек.

Закон сохранения и изменения импульса системы материальных точек. Центр масс. Теорема о движении центра масс системы частиц. Законы изменения и сохранения момента импульса системы материальных точек. Собственный, орбитальный, полный моменты импульса. Консервативные силы. Связь консервативной силы с потенциальной энергией. Финитное и инфинитное движения. Закон сохранения и изменения механической энергии системы частиц. Кинетическая энергия системы частиц при плоском движении. Космические скорости. Секторальная скорость. 2-й закон Кеплера.

4. Динамика абсолютно твердого тела.

Момент инерции тела относительно оси. Уравнение динамики вращательного движения твердого тела. Кинетическая энергия плоского движения твердого тела. Мгновенная ось вращения. Гироскоп. Угловая скорость прецессии. Тензор инерции.

5. Движение в неинерциальных системах отсчета.

Силы инерции. Проявление сил инерции в системе отсчета, связанной с Землей. Принцип эквивалентности. Маятник Фуко.

6. Колебания.

Свободные колебания систем с одной степенью свободы. Математический и физический маятники. Уравнение гармонического осциллятора. Сложение гармонических колебаний биения. Затухающие колебания. Логарифмический декремент затухания. Добротность колебательной системы. Вынужденные колебания. Резонанс. Параметрический резонанс. Колебательные системы с двумя степенями свободы. Связанные маятники. Моды нормальных колебаний.

7. Деформации.

Закон Гука. Модуль Юнга. Модуль сдвига. Коэффициент Пуассона. Энергия упругих деформаций.

8. Механика жидкостей и газов. Законы гидростатики.

Стационарное течение жидкости. Уравнение неразрывности. Уравнение Бернулли для идеальной жидкости. Распределение скоростей в цилиндрическом потоке вязкой жидкости. Формула Пуазейля. Формула Стокса. Число Рейнольдса. Кавитация. Циркуляция потока. Подъемная сила. Эффект Магнуса.

9. Волны в сплошной среде.

Уравнение плоской бегущей монохроматической волны. Фазовая и групповая скорости. Вектор Умова-Пойтинга. Стоячие волны. Эффект Доплера. Звуковые колебания в сплошной среде (струна, воздушный столб). Акустический резонанс. Закон Вебера-Фехнера. Сила звука. Кривая слышимости. Инфразвук, ультразвук.

9. Функции Лагранжа. Вариационный принцип Гамильтона. Канонические уравнения. Скобки Пуассона. Уравнения Гамильтона-Якоби.

Уравнение движения в формализме Лагранжа и интеграл движения: свободная частица, замкнутая система двух частиц, S-мерный гармонический осциллятор, абсолютно твердое тело. Функции Гамильтона и уравнения движения: свободной частицы, замкнутой системы 2-х частиц, S-мерного гармонического осциллятора. Получение уравнения Лагранжа из вариационного принципа. Определение и свойства скобок Пуассона. Решение уравнения Гамильтона-Якоби для системы: свободная частица, замкнутая система 2-х частиц, S-мерный осциллятор.

2. Молекулярная физика

1. Термодинамический подход к описанию молекулярных явлений. Температура.

Параметры состояния. Термодинамическая система. Изолированные термодинамические системы. Термодинамический процесс. Равновесный процесс. Круговой процесс. Термодинамическая шкала температур. Термометрическое тело.

2. Первое начало термодинамики. Циклические процессы.

Внутренняя энергия системы. Количество теплоты. Первое начало термодинамики. Работа газа при изменении объема.

3. Второе начало термодинамики.

Тепловая машина. Коэффициент полезного действия тепловой машины. Второе начало термодинамики в формулировке Клаузиуса.

4. Энтропия термодинамической системы.

Термодинамические потенциалы. Макросостояние и микросостояние. Статистический вес. Энтропия. Закон возрастания энтропии. Внутренняя энергия системы. Свободная энергия тела. Энтальпия.

5. Взаимодействие молекул. Идеальный газ. Основные газовые законы.

Идеальный газ. Теплоемкость идеального газа. Уравнение Майера. Уравнение адиабаты идеального газа. Уравнение Пуассона. Политропические процессы. Работа газа при различных процессах. Цикл Карно. Тепловые двигатели.

6. Распределение молекул по скоростям. Идеальный газ во внешнем потенциальном поле.

Функция распределения. Одномерная функция распределения молекул по скоростям. Объемная функция распределения молекул по скоростям. Функция распределения молекул

по модулю скорости. Распределение Больцмана. Закон Максвелла-Больцмана.

7. Реальные газы. Уравнение Ван-дер-Ваальса.

Уравнение Ван-дер-Ваальса. Изотермы реального газа. Внутренняя энергия реального газа.

8. Жидкости. Поверхностные явления.

Поверхностное натяжение. Давление Лапласа. Смачивание и несмачивание.

9. Твердые тела. Кристаллы. Симметрия кристаллов.

Классификация кристаллов. Типы кристаллических решеток.

10. Фазовые переходы первого и второго рода. Условия устойчивости и равновесия.

Равновесие жидкости и насыщенного пара. Критическое состояние. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса. Тройная точка.

11. Явления переноса.

Диффузия, теплопроводность, внутреннее трение.

12. Канонические распределения. Идеальные бозе- и ферми-газы. Равновесное излучение. Теплоемкость твердых тел. Явления переноса.

Каноническое распределение Гиббса. Статистика Ферми-Дирака и Бозе-Эйнштейна. Статистическая сумма. Квантовая теория теплоемкостей. Модели Дебая и Эйнштейна. Кинетическое уравнение Больцмана. Н-теорема. Теория флуктуаций. Броуновское движение. Состояние и его вероятность. Средняя квадратичная флуктуация.

3. Электродинамика и оптика

1. Электростатическое поле. Закон Кулона. Теорема Гаусса.

Закон Кулона. Напряженность электрического поля. Принцип суперпозиции. Теорема Гаусса. Теорема о циркуляции. Потенциал. Разность потенциалов. Связь разности потенциалов и напряженности поля.

2. Статическое магнитное поле.

Вектор магнитной индукции. Закон Био-Савара-Лапласа. Теорема о циркуляции. Поток магнитной индукции через замкнутую поверхность. Электромагнитная индукция. Правило Ленца. Самоиндукция. Взаимная индукция.

3. Уравнения Максвелла в вакууме.

Ток смещения. Вихревое электрическое поле. Уравнения Максвелла в вакууме. Потенциалы электромагнитного поля.

4. Энергия электромагнитного поля. Вектор Умова.

Связь электрического и магнитного полей в электромагнитной волне. Объемная плотность энергии электромагнитного поля. Вектор Пойтинга.

5. Излучение электромагнитных волн в электрическом дипольном приближении.

Радиационное трение.

Дипольное излучение. Реакция излучения.

6. Уравнения Максвелла в среде. Материальные уравнения. Комплексная диэлектрическая проницаемость и показатель преломления, их пространственная и временная дисперсия.
Напряженность магнитного поля. Индукция электрического поля. Граничные условия для электрического и магнитного полей. Уравнения Максвелла в диэлектрической среде. Связь векторов \mathbf{D} и \mathbf{E} в переменных полях в диэлектрике. Комплексная диэлектрическая проницаемость. Классическая теория дисперсии. Аномальная дисперсия.

7. Диэлектрики, магнетики, проводники, сверхпроводники и их электромагнитные свойства.
Поляризация диэлектриков. Диэлектрическая восприимчивость и проницаемость. Сегнетоэлектрики. Классификация магнетиков. Магнитные моменты электрона в атомах. Природа магнетизма. Закон Ома для участка цепи в интегральной и дифференциальной формах. Сверхпроводимость. Основы теории БКШ. Магнитные свойства сверхпроводников. Высокотемпературная сверхпроводимость.

8. Квазистационарное приближение. Скин-эффект.
Переменный электрический ток. Условия квазистационарности. Получение переменного тока. Нагрузки в цепи переменного тока. Символический метод описания цепей переменного тока. Резонансы токов и напряжений. Мощность в цепи переменного тока. Скин-эффект.

9. Основы специальной теории относительности. Преобразования Лоренца.
Постулаты теории относительности. Преобразования Лоренца. Относительность одновременности. Длина движущегося тела. Темп хода движущихся часов. Собственное время. Сложение скоростей. Преобразования ускорения.

10. Интерференция света. Временная и пространственная когерентность. Интерферометры.
Механизм формирования интерференционной картины. Когерентность колебаний. Временная и пространственная когерентности. Осуществление когерентных колебаний в оптике. Локализация интерференционных полос. Интерферометры.

11. Дифракция света. Приближения Френеля и Фраунгофера. Спектральные приборы.
Принцип Гюйгенса-Френеля для дифракции. Зоны Френеля. Зонная и фазовая пластинки. Линза как зонная пластинка. Дифракция на краю полуплоскости. Дифракция Фраунгофера. Дифракционная решетка. Современные дифракционные решетки. Основные характеристики спектральных приборов.

12. Излучение света атомами и молекулами. Ширина линии излучения. Спонтанные и вынужденные переходы. Лазеры.
Спектр атома водорода. Спектры щелочных металлов. Ширина спектральной линии. Молекулярные спектры. Вынужденное излучение. Лазеры.

13. Отражение и преломление света на границе двух сред. Дисперсия и поглощение света. Рассеяние света.
Электронная теория дисперсии. Аномальная дисперсия. Поглощение света. Формула Френеля. Рассеяние света. Закон Рэлея.

14. Взаимодействие света и вещества. Законы фотоэффекта. Закон Стефана-Больцмана.
Фотоэффект. Законы фотоэффекта. Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта. Тепловое

излучение. Законы Стефана-Больцмана и Вина. Формула Рэлея-Джинса. Ультрафиолетовая катастрофа. Формула Планка.

15. Эффект Черенкова. Циклотронное и синхротронное излучения. Рассеяние электромагнитных волн на свободных электронах. Лазеры на свободных электронах.
Излучение Черенкова-Вавилова. Циклотронное и синхротронное излучения. Рассеяние электромагнитных волн на свободных электронах. Лазеры на свободных электронах.

4. Атомная физика и квантовая механика

1. Атом водорода по Бору. Правила квантования. Энергии уровней и радиусы стационарных орбит. Спектры излучения атома водорода. Длина волны де Бройля. Опыты по дифракции электронов на кристалле.

2. Принцип неопределенности. Принцип суперпозиции состояний. Уравнение Шредингера.
Волновая функция состояния. Условие нормировки. Принцип суперпозиции. Уравнение Шредингера. Стационарные состояния и их свойства. Движение частицы: 1) в потенциальной яме с бесконечно высокими стенками, расположенными при $x = \pm a$; 2) в поле прямоугольного бесконечно протяженного потенциального барьера конечной высоты U_0 при $E > U_0$, где E – энергия частицы. Коэффициенты отражения и прохождения. Туннельный эффект.

4. Собственные значения и собственные функции операторов физических величин.
Одновременная измеримость физических величин и коммутационные соотношения. Соотношение неопределенности. Операторы проекций момента и квадрата момента импульса. Собственные функции и значения оператора квадрата момента и проекции момента на ось Z . Направленность атомных орбиталей. Метод теории возмущений для невырожденных и вырожденных состояний. Квантовые переходы.

5. Многочастичные системы.
Симметрия волновых функций многочастичной системы. Построение волновых функций для системы фермионов и бозонов. Прямое и обменное взаимодействия. Метод самосогласованного поля для расчета энергии атома. Приближения Хартри и Хартри-Фока.

5. Физика атомного ядра и частиц

1. Основные характеристики атомных ядер. Квантовые характеристики ядерных состояний. Модели атомных ядер.

Массовое число и электрический заряд атомного ядра. Радиус ядра. Удельная энергия связи нуклона в ядре. Дефект масс. Энергетическая поверхность. Спин и магнитный момент ядра. Сверхтонкая структура. Четность. Изотопический спин. Однуклонная модель Шмидта. Капельная модель ядра. Эмпирическая формула Вейцеккера для энергии связи. Модель ядерных оболочек. Схема построения ядерных оболочек. Основные свойства обобщенной модели ядра.

2. Радиоактивность. Деление и синтез ядер. Ядерная энергия.
Экспоненциальный закон радиоактивного распада. Альфа-распад. Механизм альфа-распада.

Туннельный переход. Бета-распад. Три вида бета-распада. Понятие о теории бета-распада. Экспериментальное обнаружение нейтрино. Открытие нейтрона и его основные свойства. Деление тяжелых ядер. Цепная ядерная реакция деления. Физико-технические основы ядерной энергетики. Термоядерный синтез.

3. Механизмы ядерных реакций.

Законы сохранения в ядерных реакциях (электрического и барионного зарядов, энергии и импульса, момента импульса, четности, изоспина). Общие свойства ядерных реакций. Составное ядро. Оптическая модель. Фотоядерные реакции. Сечение ядерной реакции.

4. Частицы и взаимодействия.

Взаимодействие как обмен квантами калибровочного поля (калибровочными бозонами). Фундаментальные частицы – лептоны и кварки. Античастицы. Понятие об обменном взаимодействии. Кванты взаимодействия. Классификация элементарных частиц.

5. Электромагнитное взаимодействие. Сильное взаимодействие. Кварковая структура адронов. Цветовой заряд кварков. Глюоны.

Рождение электрон-позитронных пар. Гипотеза Юкавы. Масса кванта поля сильного взаимодействия. Открытие Пи-мезона. Внутренняя структура адронов. Свойства кварков и антикварков. Цветовой заряд и сильное взаимодействие между кварками. Глюоны – переносчики сильного взаимодействия кварков.

6. Слабое взаимодействие и процессы, им обусловленные. Распады кварков и лептонов. Нейтрино. Симметрии и законы сохранения. Объединение взаимодействий..

Странные частицы. Несохранение четности в слабых взаимодействиях. W-бозоны – переносчики слабого взаимодействия. Объединение электромагнитных и слабых взаимодействий. Квантовая хромодинамика. Стандартная модель.

ЛИТЕРАТУРА

1. Курс физики. Учебник для вузов/под. ред. проф. В.Н. Лозовского. СПб: Лань, 2009. Т.1
2. Курс физики. Учебник для вузов/под. ред. проф. В.Н. Лозовского. СПб: Лань, 2009. Т.2
3. Савельев И.В. Курс общей физики в 4-х томах. М.: КноРус, 2009.
4. Е.И. Дмитриева, Л.Д. Иевлева, Л.С. Костюченко. Физика в примерах и задачах. М.: Форум, 2008.
5. И.В. Савельев. Сборник вопросов и задач по общей физике. М.: Астрель: АСТ, 2005.
6. Бабаджан Е.И. и др. Сборник качественных вопросов и задач по общей физике. М.: Наука, ФИЗМАТЛИТ, 2005.
7. С.П.Стрелков. Механика. Из-во «Лань», 2005, 560 с.
8. С.Э.Хайкин. Физические основы механики. Из-во «Лань», 2008. 768 с.
9. И.В.Савельев Курс физики (в 3-х томах) М: Наука, 1989 г.
10. И.В.Савельев Курс общей физики (в 3-х томах) М: Наука, 2002 г.
11. Л.М. Монастырский, В.И. Махно, А.С. Богатин Сборник задач по физике. УПЛРГУ, 1998 г., ч 1и2.
12. И.Е.Иродов. Электромагнетизм. Основные законы. Физматлит, М., Лаборатория Базовых Знаний, 2001. г.
13. И.Е. Иродов. Основы механики. Основные законы. Физматлит.М.:Лаборатория Базовых Знаний, 2001 г.

14. И.Е. Иродов. Волновые процессы. Основные законы. Физматлит. М.: Лаборатория Базовых Знаний, 2001 г.
15. И.Е. Иродов. Физика макросистем. Основные законы. Физматлит. М.: Лаборатория Базовых Знаний, 2001 г.
16. И.Е. Иродов. Квантовая физика. Основные законы. Физматлит. М.:Лаборатория Базовых Знаний, 2001 г.
17. И.В.Савельев Сборник вопросов и задач по общей физике. М: Наука, 1988 г.
18. Ландсберг Г.С. Оптика. М.: Наука. 1976.
19. Бутиков Е.И. Оптика. М.: Наука. 2002.

б) дополнительная литература.

1. И.Е. Иродов. Механика. Основные законы. М.-С-Пб.: БИНОМ- Лаборатория знаний, 2009.
2. И.Е. Иродов. Волновые процессы. М.-С-Пб.: БИНОМ- Лаборатория знаний, 2009.
3. И.Е.Иродов. Задачи по общей физике. С-Пб.: «Лань». 2006.
4. Новодворская Е.М., Дмитриев Э.М. Сборник задач по физике с решениями для втузов. М.: ОНИКС 21 век, Мир и Образование, 2005.
5. И.В. Савельев. Сборник задач по физике. Наука. 1982. 272 с.
6. Т.И. Трофимова, А.В. Фирсов. Курс физики с примерами решения задач. М: КноРус, 2010.
7. Т.И. Трофимова. А.В. Фирсов Курс физики. Задачи и решения. М: Академия, 2009.
8. Т.И. Трофимова. Краткий курс физики. Учебное пособие для вузов. М: КноРус, 2010.
9. А.Н.Матвеев. Механика и теория относительности. Учебное пособие для вузов. М., «Высшая школа», 1976.
10. Д.В.Сивухин. «Механика». Физматлит. 550 с. 2006.