

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

высшего профессионального образования

«Тамбовский государственный университет имени Г.Р.Державина»

Институт математики, физики и информатики

УТВЕРЖДАЮ

Директор института математики,
физики и информатики

Е.С. Жуковский

«15» января 2014 г.

ПРОГРАММА АТТЕСТАЦИОННЫХ ИСПЫТАНИЙ

для лиц, поступающих в порядке перевода из других образовательных организаций
высшего образования,

по направлению подготовки бакалавров

«Педагогическое образование»

Профиль «Физика»

Квалификация «Бакалавр»

Программа аттестационных испытаний для лиц, поступающих в порядке перевода из других образовательных организаций высшего образования, по направлению подготовки бакалавров «Педагогическое образование» профиль «Физика» составлена профессорско-преподавательским составом кафедры «Общей физики» и утверждена на заседании Ученого совета института математики, физики и информатики Тамбовского государственного университета имени Г.Р. Державина.

Протокол № 5 от «15» января 2014 г.

ПЕРЕВОД НА 1 КУРС

Аттестационное испытание по дисциплине «Общая физика»

СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ (АННОТАЦИИ ТЕМ)

МЕХАНИКА

Кинематика материальной точки. Пространство и время. Системы отсчета. Кинематическое описание движения. Скорость точки при прямолинейном движении. Связь между скоростью и пройденным расстоянием. Ускорение при движении точки. Скорость и ускорение точки при криволинейном движении.

Кинематика движения твердого тела. Понятие об абсолютно твердом теле. Степени свободы. Углы Эйлера. Поступательное движение твердого тела. Плоское движение твердого тела. Вращательное движение. Вектор угловой скорости. Мгновенная ось вращения. Теорема Эйлера.

Законы Ньютона. Закон инерции. Инерциальная система отсчета. Масса. Закон сохранения импульса. Второй закон Ньютона. Сила. Третий закон Ньютона и закон сохранения импульса.

Импульс силы. Импульс силы и изменение импульса силы. Теорема о движении центра масс. Приведенная масса. Движение тела с переменной массой. Реактивное движение.

Работа и энергия. Работа и кинетическая энергия. Связь между кинетическими энергиями в различных системах. Теорема Кёнига. Консервативные и неконсервативные силы. Потенциальная энергия. Закон сохранения в механике. Финитное и инфинитное движения.

Столкновения. Характеристика процессов столкновения. Абсолютно неупругий удар двух тел. Абсолютно упругий удар. Графическое решение задачи об упругом столкновении. Замедление нейтронов как пример упругого столкновения.

Закон сохранения момента импульса. Момент силы и момент импульса относительно неподвижного начала. Секториальная скорость; теорема площадей. Момент импульса и момент сил относительно неподвижной оси. Уравнение момента импульса для вращения вокруг неподвижной оси. Момент инерции.

Момент инерции твердого тела. Теорема Гюйгенса-Штейнера. Общие принципы вычисления моментов инерции. Вычисление моментов инерции конкретных тел. Тензор инерции. Тензор и эллипсоид инерции. Главные оси инерции. Выражение момента инерции относительно оси через главные моменты инерции. Эллипсоид инерции. Момент импульса тела относительно движущегося центра масс. Законы сохранения и симметрия пространства и времени.

Закон всемирного тяготения. Закон тяготения Ньютона. Потенциалы и поля. Законы Кеплера.

Основы небесной механики. Условия эллиптического, параболического и гиперболического движений. Вычисление параметров орбиты. Космические скорости. Зависимость веса и ускорения силы тяжести от высоты и географической широты.

Движение при наличии трения. Трение скольжения. Работа сил трения. Трение качения. Падение тел в воздухе. Самодвижущиеся средства транспорта.

МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА

Молекулярно-кинетическая теория газов.

Предмет молекулярной физики. Молекулярно-атомное строение вещества. Единица атомной массы. Количество вещества. Моль. Постоянная Авогадро. Молярная масса. Число молей. Основные признаки агрегатных состояний. Модель идеального газа.

Давление газа. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории. Средняя кинетическая энергия одной молекулы.

Понятие о термодинамическом процессе. Квазистатические и нестатические процессы. Изотермический процесс. Закон Бойля-Мариотта. Уравнение изотермы.

Изобарный процесс. Закон Гей-Люссака для идеального газа. Уравнение изобары. Графики изобарного процесса. Изохорный процесс. Закон Шарля для идеального газа. Уравнение изохоры. Графики изохорного процесса. Термический коэффициент давления идеального газа.

Броуновское движение.

Феноменологическая термодинамика.

Исходные положения термодинамики. Общее начало термодинамики для изолированной системы. Температура как функция состояния системы. Измерение температуры. Газовый термометр.

Понятие о внутренней энергии термодинамической системы. Внутренняя энергия идеального газа. Понятие о внутренней энергии реального газа. Работа и теплота как способы передачи энергии системы от внешних тел. Неравноценность теплоты и работы. Первое начало термодинамики.

Удельная и молярная теплоемкость вещества и связь между ними. Зависимость теплоемкости от вида термодинамического процесса. Вычисление количества теплоты в термодинамическом процессе.

Исходная формулировка второго начала термодинамики. Понятие о компенсации при превращении теплоты в работу в конечном и замкнутом круговом процессе. Понятие о вечном двигателе второго рода. Невозможность вечного двигателя второго рода. Принципиальная невозможность теплового двигателя, имеющего КПД равный 100%. Понятие об обратимых и необратимых процессах. Примеры необратимых термодинамических процессов. Обратимый идеальный прямой цикл Карно. Физические процессы, протекающие в машине Карно. Расчет полезной работы, совершаемой машиной Карно. КПД прямого обратимого цикла Карно. Теоремы Карно. Максимальный КПД тепловых машин.

Второе начало термодинамики для обратимых квазистатических процессов. Энтропия как функция состояния термодинамической системы и ее свойства. Интегральное и дифференциальное выражение второго начала термодинамики для квазистатических процессов. Равенство Клаузиуса. Основное уравнение термодинамики для квазистатических процессов. Вычисление изменения энтропии для идеального газа. Энтропия и невозможность вечного двигателя второго рода.

Газовая динамика.

Основы газовой динамики. Термодинамические параметры движущегося газа.

Явления переноса.

Теплопроводность.

Эффективное сечение.

Внутреннее трение в газах. Обоснование закона Ньютона для вязкого трения. Коэффициент вязкости газов. Измерение коэффициента вязкости. Теплопроводность газов. Диффузия и самодиффузия в газах. Обоснование закона Фика. Коэффициент диффузии. Зависимость коэффициента диффузии от давления и температуры.

Эффузия разреженного газа. Изотермическая эффузия и ее опытное наблюдение.

Поверхностные явления.

Понятие о поверхностном натяжении. Коэффициент поверхностного натяжения. Свободная энергия поверхностного слоя жидкости. Силы поверхностного натяжения. Действие сил поверхностного натяжения.

Фазовые равновесия и фазовые переходы.

Испарение и кипение жидкостей. Энергия испарения.

Кристаллизация и сублимация. Диаграмма фазового равновесия кристалл-пар.
Кристаллизация и плавление. Диаграмма фазового равновесия. Тройная точка.

Давление насыщенного пара над кривой с поверхностью жидкости.

Влажность воздуха. Абсолютная и относительная влажность. Точка росы.
Определение влажности. Гигрометры и психрометры. Понятие о фазовых переходах первого рода. второго рода.

Свойства жидкостей.

Структура жидкостей. Зависимость свойств жидкостей от строения молекул.
Жидкие кристаллы.

ЭЛЕКТРОДИНАМИКА

Основные части и структура классической электродинамики

Электростатика

Постоянные токи

Уравнения электромагнитного поля постоянных токов. Законы Кирхгофа. Закон Джоуля-Ленца в дифференциальной форме. Электрическое поле в диэлектрике, окружающем проводники с постоянными токами. Электрическое поле и поле вектора плотности тока в проводящей среде. Граничные условия для плотности тока. Аналогия электрического поля в проводящей среде с электростатическим полем. Сопротивление заземления. Понятие идеального проводника и идеального изолятора.

ОПТИКА

Геометрическая оптика.

Центрированная оптическая система. Преломление в линзе. Общая формула тонкой линзы. Фокусное расстояние тонкой линзы. Собирающие и рассеивающие линзы. Изображение в тонкой линзе. Увеличение. Оптическая сила линзы. Идеальные оптические системы. Кардинальные точки в плоскости. Толстая линза. Аберрации оптических систем. Каустическая поверхность. Сферическая аберрация. Кома. Астигматизм наклонных пучков. Дисторсия изображения. Хроматические аберрации. Ахроматизация линз. Оптические инструменты. Фокусирующие и рассеивающие линзы для радиоволн.

Интерференция света.

Понятие об интерференции света. Общие сведения об интерференции. Общие условия образования максимумов и минимумов интерференции при распространении когерентных волн в однородной и изотропной среде.

Дифракция света.

Понятие о дифракции света. Волновой параметр и условия наблюдения дифракции. Принцип Гюйгенса-Френеля. Метод зон Френеля и прямолинейность распространения света. Дифракция Френеля на круглом отверстии и диске.

ФИЗИКА АТОМОВ И АТОМНЫХ ЯВЛЕНИЙ

Боровская теория атома.

История развития атомистического представления о строении вещества. Закономерности в атомных спектрах. Линейчатые спектры. Модель атома Томсона, опыты по рассеянию α -частиц. Ядерная модель атома. Постулаты Бора. опыты Франка и Герца. Элементарная Боровская теория атома. Уточнение теории Бора. Квантование водородного атома по Бору-Зоммерфельду. опыты Штерна и Герлаха. Спин электрона. Трудности теории Бора. Гипотеза де-Бройля и ее экспериментальное подтверждение.

ВОПРОСЫ ДЛЯ СОБЕСЕДОВАНИЯ

1. Закономерности вращательного движения твердого тела.
2. Закон инерции. Инерциальная система отсчета.
3. Закон сохранения импульса.
4. Третий закон Ньютона и закон сохранения импульса.
5. Теорема о движении центра масс. Приведенная масса.
6. Работа и кинетическая энергия.
7. Потенциальная энергия.
8. Закон сохранения энергии в механике.
9. Абсолютно неупругий удар двух тел. Абсолютно упругий удар.
10. Принцип относительности Галилея и преобразования Галилея
11. Принцип относительности Эйнштейна и постулат о постоянстве скорости света.
Преобразования Лоренца
12. Уравнение движения и равновесия твердого тела.
13. Общее движение твердого тела.
14. Закон тяготения Ньютона. Понятие о потенциале поля тяготения.
15. Трение скольжения и трение качения.
16. Предмет молекулярно-кинетической теории и термодинамики.
17. Уравнение состояния идеального газа.
18. Число соударений и длина свободного пробега молекул.
19. Вязкость газов.
20. Теплопроводность газов.
21. Уравнение теплопроводности.
22. Диффузия газов.
23. Теплоемкость идеального газа.
24. Первое начало термодинамики.
25. Скорость звука в газах.
26. Энтропия. Приведенное количество теплоты.
27. Цикл Карно.
28. Термодинамические функции.
29. Второе начало термодинамики.
30. Внутренняя энергия реального газа.
31. Уравнение Ван-дер-Ваальса.
32. Поверхностные свойства жидкостей.
33. Испарение и конденсация.
34. Влажность воздуха.
35. Поле произвольно движущегося заряда.
36. Общие сведения об интерференции волн.
37. Интерференция света в тонких пленках в отраженном и проходящем свете.
38. Кольца Ньютона.
39. Понятие о дифракции света..
40. Излучение и поглощение света.
41. Лазеры.
42. Общая характеристика химических связей.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОГРАММЫ

а) основная литература:

1. Матвеев А.Н. Механика и теория относительности. М. - 1986.
2. Сивухин Д.В. Механика, (Общий курс физики, Т.1), М.- 1989.

3. Савельев И.В. Курс общей физики, Т.1, Механика. Молекулярная физика. М.-1986.

б) дополнительная литература:

1. Стрелков С.П. Механика, М.-1965.
2. Хайкин С.Э. Физические основы механики, М., 1971.
3. Иродов И.Е. Основные законы механики, М.-1999.
4. Иродов И.Е. Задачи по общей физике, М.-1988.
5. Сборник задач по курсу общей физики, Под ред. Цедрика М.С., М.-1989.
6. Сборник задач по общему курсу физики: Механика // С.П. Стрелков, Д.В.Сивухин, В.А.Угаров, И.Я. Яковлев. -М.: Наука, 1977.-288 с.

ПЕРЕВОД НА 2 КУРС

Аттестационное испытание по дисциплине «Общая физика»

СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ (АННОТАЦИИ ТЕМ)

МЕХАНИКА.

Физика в системе естественных наук. Предмет физики. Физика - фундамент современного естествознания. Физика и математика. Физика и техника. Предмет механики. Физические величины и их измерение. Системы единиц физических величин.

Кинематика:

Кинематика материальной точки. Пространство и время. Системы отсчета. Кинематическое описание движения. Скорость точки при прямолинейном движении. Связь между скоростью и пройденным расстоянием. Ускорение при движении точки. Скорость и ускорение точки при криволинейном движении.

Кинематика движения твердого тела. Понятие об абсолютно твердом теле. Степени свободы. Углы Эйлера. Поступательное движение твердого тела. Плоское движение твердого тела. Вращательное движение. Вектор угловой скорости. Мгновенная ось вращения. Теорема Эйлера.

Динамика материальной точки:

Законы Ньютона. Закон инерции. Инерциальная система отсчета. Масса. Закон сохранения импульса. Второй закон Ньютона. Сила. Третий закон Ньютона и закон сохранения импульса.

Импульс силы. Импульс силы и изменение импульса силы. Теорема о движении центра масс. Приведенная масса. Движение тела с переменной массой. Реактивное движение.

Работа и энергия. Работа и кинетическая энергия. Связь между кинетическими энергиями в различных системах. Теорема Кёнига. Консервативные и неконсервативные силы. Потенциальная энергия. Закон сохранения в механике. Финитное и инфинитное движения.

Столкновения. Характеристика процессов столкновения. Абсолютно неупругий удар двух тел. Абсолютно упругий удар. Графическое решение задачи об упругом столкновении. Замедление нейтронов как пример упругого столкновения.

Специальная теория относительности:

Преобразования Галилея. Преобразования координат. Принцип относительности. Преобразования Галилея. Инварианты преобразования. Инвариантность ускорения, массы и силы относительно преобразований Галилея.

Преобразования Лоренца. Развитие взглядов на природу света. Определение скорости света Ремером. Аберрация света. Идея и схема опыта Майкельсона-Морли. Принцип относительности Эйнштейна и постулат о постоянстве скорости света. Преобразования Лоренца.

Следствия преобразований Лоренца. Относительность одновременности и инвариантность интервала. Сокращение длины движущегося тела. Замедление хода движущихся часов. Релятивистский закон сложения скоростей.

Динамика вращательного движения:

Закон сохранения момента импульса. Момент силы и момент импульса относительно неподвижного начала. Секториальная скорость; теорема площадей. Момент импульса и момент сил относительно неподвижной оси. Уравнение момента импульса для вращения вокруг неподвижной оси. Момент инерции.

Момент инерции твердого тела. Теорема Гюйгенса-Штейнера. Общие принципы вычисления моментов инерции. Вычисление моментов инерции конкретных тел. Тензор инерции. Тензор и эллипсоид инерции. Главные оси инерции. Выражение момента инерции относительно оси через главные моменты инерции. Эллипсоид инерции. Момент импульса тела относительно движущегося центра масс. Законы сохранения и симметрия пространства и времени.

Механика твердого тела:

Движение твердого тела, закрепленного в точке. Уравнения Эйлера. Свободные оси. Нутация, Гироскоп. Элементарная теория прецессии.

Природа гироскопических сил и их проявление. Гироскопический маятник. Гироскопические силы. Примеры проявления гироскопических сил. Волчки.

Всемирное тяготение:

Закон всемирного тяготения. Закон тяготения Ньютона. Потенциалы и поля. Законы Кеплера.

Основы небесной механики. Условия эллиптического, параболического и гиперболического движений. Вычисление параметров орбиты. Космические скорости. Зависимость веса и ускорения силы тяжести от высоты и географической широты.

Трение:

Движение при наличии трения. Трение скольжения. Работа сил трения. Трение качения. Падение тел в воздухе. Самодвижущиеся средства транспорта.

ВОПРОСЫ ДЛЯ СОБЕСЕДОВАНИЯ

МЕХАНИКА:

1. Закономерности вращательного движения твердого тела.
2. Закон инерции. Инерциальная система отсчета.
3. Закон сохранения импульса.
4. Третий закон Ньютона и закон сохранения импульса.
5. Теорема о движении центра масс. Приведенная масса.
6. Движение тел с переменной массой. Уравнение Мещерского.
7. Реактивное движение. Формула Циолковского.
8. Работа и кинетическая энергия. Теорема Кёнига.
9. Консервативные и неконсервативные силы. Потенциальная энергия.
10. Закон сохранения энергии в механике.
11. Абсолютно неупругий удар двух тел. Абсолютно упругий удар.
12. Принцип относительности Галилея и преобразования Галилея
13. Принцип относительности Эйнштейна и постулат о постоянстве скорости света. Преобразования Лоренца
14. Относительность одновременности и инвариантность интервала. Пространственноподобный и времениподобный интервалы.
15. Релятивистское сокращение длины движущегося тела.
16. Замедление хода движущихся часов. Парадокс близнецов.
17. Релятивистский закон сложения скоростей.
18. Уравнение момента импульса для вращения вокруг неподвижной оси. Теорема Гюйгенса-Штейнера. Общие принципы вычисления моментов инерции.
19. Тензор инерции. Эллипсоид инерции.
20. Главные оси инерции. Выражение момента инерции относительно оси через главные моменты инерции.
21. Момент импульса относительно движущегося центра масс.
22. Уравнение движения и равновесия твердого тела. Мгновенная ось вращения.
23. Общее движение твердого тела. Теорема Эйлера.

24. Элементарная теория прецессии гироскопа.
25. Гироскопические силы. Примеры проявления гироскопических сил.
26. Законы Кеплера.
27. Закон тяготения Ньютона. Понятие о потенциале поля тяготения.
28. Условия эллиптического, параболического и гиперболического движений планет.
29. Трение скольжения и трение качения.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОГРАММЫ

МЕХАНИКА:

а) основная литература:

4. Матвеев А.Н. Механика и теория относительности. М. - 1986.
5. Сивухин Д.В. Механика, (Общий курс физики, Т.1), М.- 1989.
6. Савельев И.В. Курс общей физики, Т.1, Механика. Молекулярная физика. М.- 1986.

б) дополнительная литература:

7. Стрелков С.П. Механика, М.-1965.
8. Хайкин С.Э. Физические основы механики, М., 1971.
9. Иродов И.Е. Основные законы механики, М.-1999.
10. Иродов И.Е. Задачи по общей физике, М.-1988.
11. Сборник задач по курсу общей физики, Под ред. Цедрика М.С., М.-1989.
12. Сборник задач по общему курсу физики: Механика // С.П. Стрелков, Д.В.Сивухин, В.А.Угаров, И.Я. Яковлев. -М.: Наука, 1977.-288 с.

ПЕРЕВОД НА 3 КУРС

СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ (АННОТАЦИИ ТЕМ)

Аттестационное испытание по дисциплине «Общая физика»

МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА

Молекулярно-кинетическая теория газов.

Предмет молекулярной физики. Молекулярно-атомное строение вещества. Единица атомной массы. Относительная атомная масса и относительная молекулярная масса. Количество вещества. Моль. Постоянная Авогадро. Молярная масса. Число молей. Основные признаки агрегатных состояний. Модель идеального газа. Динамический, статический и термодинамический методы и описания вещества.

Основные математические понятия статистического метода. Случайные события. Понятие об испытании.

Макроскопические параметры системы из большого числа частиц. Внешние и внутренние параметры. Понятие о функции состояния. Равновесное состояние макроскопической системы. Стационарное состояние. Макроскопическое и микроскопическое состояние системы. Сущность основного статистического метода.

Давление газа. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории. Средняя кинетическая энергия одной молекулы. Понятие о средней квадратичной скорости молекул газа. Понятие о температуре. Постоянная Больцмана. Температура как функция состояния системы. Шкала Кельвина. Уравнение состояния идеального газа. Универсальная газовая постоянная.

Понятие о термодинамическом процессе. Квазистатические и нестатические процессы. Изотермический процесс. Закон Бойля-Мариотта. Уравнение изотермы.

Изобарный процесс. Закон Гей-Люссака для идеального газа. Уравнение изобары. Графики изобарного процесса. Изохорный процесс. Закон Шарля для идеального газа. Уравнение изохоры. Графики изохорного процесса. Термический коэффициент давления идеального газа.

Смесь газов. Закон Дальтона для идеальных газов.

Барометрическая формула. Формула Больцмана. Экспериментальная проверка барометрической формулы. Опыт Перрена. Экспериментальное определение постоянной Больцмана.

Распределение скоростей молекул газа. Понятие о функции распределения молекул по скорости. Понятие о функциях распределения молекул по компонентам скорости. Физический смысл функции распределения молекул по компонентам скорости. Распределение молекул по абсолютным значениям скорости. Распределение Максвелла и его физический смысл. Функция распределения по абсолютному значению скорости.

Наиболее вероятная скорость молекул газа. Расчет средней квадратичной и средней арифметической скорости молекул идеального газа. Влияние температуры газа на распределение молекул по абсолютному значению скорости. Распределение Максвелла-Больцмана. Экспериментальная проверка распределения молекул по скорости. Броуновское движение.

Феноменологическая термодинамика.

Исходные положения термодинамики. Общее начало термодинамики для изолированной системы. Температура как функция состояния системы. Измерение температуры. Газовый термометр.

Понятие о внутренней энергии термодинамической системы. Внутренняя энергия идеального газа. Понятие о внутренней энергии реального газа. Работа и теплота как

способы передачи энергии системы от внешних тел. Неравноценность теплоты и работы. Первое начало термодинамики. Математическое выражение первого начала термодинамики. Внутренняя энергия как функция состояния термодинамической системы. Полный дифференциал. Независимость изменения внутренней энергии от вида термодинамического процесса. Определение механической работы газа. Графическая интерпретация работы газа. Понятие о вечном двигателе первого рода. Невозможность вечного двигателя первого рода.

Удельная и молярная теплоемкость вещества и связь между ними. Зависимость теплоемкости от вида термодинамического процесса. Вычисление количества теплоты в термодинамическом процессе.

Применение первого начала термодинамики к изохорному процессу. Первое начало термодинамики для изохорного процесса. Теплоемкость газа в изохорном процессе. Вычисление количества теплоты в изохорном процессе. Вычисление изменения внутренней энергии идеального газа в произвольном процессе.

Применение первого начала термодинамики к изобарному процессу. Вычисление работы газа в изобарном процессе. Первое начало термодинамики для изобарного процесса. Теплоемкость газа в изобарном процессе. Вычисление количества теплоты в изобарном процессе. Связь между теплоемкостью газа в изобарном и изохорном процессе для идеального газа. Уравнение Майера. Физический смысл универсальной газовой постоянной.

Применение первого начала термодинамики к изотермическому процессу. Первое начало термодинамики для изотермического процесса. Вычисление работы идеального газа в изотермическом процессе. Теплоемкость газа в изотермическом процессе. Адиабатический процесс. Первое начало термодинамики для адиабатического процесса. Теплоемкость газа в адиабатическом процессе. Уравнение адиабатического процесса. Уравнение Пуассона. Показатель адиабаты и его физический смысл. Зависимость температуры газа от объема в адиабатическом процессе. Зависимость температуры от давления газа в адиабатическом процессе. Вычисление работы идеального газа в адиабатическом процессе.

Понятие о политропном процессе. Уравнение политропного процесса (без вывода). Показатель политропы. Зависимость теплоемкости от показателя политропы.

Понятие о степенях свободы молекул. Закон равномерного распределения энергии по степеням свободы. Внутренняя энергия идеального многоатомного газа. Классическая теория теплоемкости идеальных газов. Вычисление показателя адиабаты через степени свободы молекул.

Исходная формулировка второго начала термодинамики. Понятие о компенсации при превращении теплоты в работу в конечном и замкнутом круговом процессе. Понятие о вечном двигателе второго рода. Невозможность вечного двигателя второго рода. Принципиальная невозможность теплового двигателя, имеющего КПД равный 100%. Понятие об обратимых и необратимых процессах. Примеры необратимых термодинамических процессов. Обратимый идеальный прямой цикл Карно. Физические процессы, протекающие в машине Карно. Расчет полезной работы, совершаемой машиной Карно. КПД прямого обратимого цикла Карно. Теоремы Карно. Максимальный КПД тепловых машин.

Обратный идеальный цикл Карно. Физические процессы в обратном цикле Карно. Холодильная машина. КПД холодильной машины. Максимальный КПД холодильной машины.

Второе начало термодинамики для обратимых квазистатических процессов. Энтропия как функция состояния термодинамической системы и ее свойства. Интегральное и дифференциальное выражение второго начала термодинамики для квазистатических процессов. Равенство Клаузиуса. Основное уравнение термодинамики

для квазистатических процессов. Вычисление изменения энтропии для идеального газа. Энтропия и невозможность вечного двигателя второго рода.

Второе начало термодинамики для нестатических процессов. Неравенство Клаузиуса. Основное уравнение термодинамики для нестатических процессов. Закон возрастания энтропии для изолированных систем. Энтропия и вероятность состояния термодинамической системы. Формула Больцмана. Статистический смысл второго начала термодинамики. Эквивалентность формулировок Кельвина и Клаузиуса. Энтропия и возникновение живых существ. Энтропия и жизнь.

Газовая динамика.

Основы газовой динамики. Термодинамические параметры движущегося газа. Уравнение Бернулли для газового потока. Изотермическая и адиабатическая сжимаемость жидкостей и газов, ее связь с модулем упругости. Связь изотермического и адиабатического модулей упругости. Скорость распространения упругих возмущений в жидкостях и газах. Ударные волны. Скорость распространения ударной волны и скорость распространения газового потока. Скорость ударной волны при малых возмущениях. Учет сжимаемости газа. Число Маха. Движение тела со сверхзвуковой скоростью. Конус Маха. Скачек уплотнения. Ударная адиабата. Волновое сопротивление. Газовое сопло. Связь изменения скорости газового потока с изменением сечения сопла. Сверхзвуковое сопло Лаваля. Реактивные двигатели. Жидкостно-реактивные двигатели.

Явления переноса.

Теплопроводность. Экспериментальный закон Фурье для теплопроводности. Коэффициент теплопроводности. Дифференциальное уравнение теплопроводности и его физический смысл. Коэффициент теплопроводности среды.

Явления переноса в газах. Длина свободного пробега молекул газа. Среднее число столкновений молекул в единицу времени. Зависимость длины свободного пробега молекул от давления и температуры. Эффективное сечение.

Внутреннее трение в газах. Обоснование закона Ньютона для вязкого трения. Коэффициент вязкости газов. Измерение коэффициента вязкости. Теплопроводность газов. Теоретическое обоснование закона Фурье. Вычисление коэффициента теплопроводности газов. Зависимость теплопроводности газа от температуры. Сосуд Дьюара.

Диффузия и самодиффузия в газах. Обоснование закона Фика. Коэффициент диффузии. Зависимость коэффициента диффузии от давления и температуры.

Эффузия разреженного газа. Изотермическая эффузия и ее опытное наблюдение.

Метод термодинамических потенциалов.

Термодинамическая шкала температур. Метод термодинамических потенциалов. Внутренняя энергия как термодинамический потенциал. Первые и вторые производные от внутренней энергии. Свободная энергия и ее физический смысл. Первые и вторые производные от свободной энергии.

Термодинамический потенциал Гиббса и его физический смысл. Энтальпия и ее физический смысл. Связь между термодинамическими потенциалами.

Тепловая теорема Нернста. Третье начало термодинамики. Следствия из теоремы Нернста. Зависимость теплоемкости от температуры. Недостижимость абсолютного нуля.

Температура как величина, определяющая распределение частиц по энергии. Отрицательная температура. Неравновесное состояние системы с отрицательной температурой. Реализация состояний с отрицательной температурой.

Неидеальные реальные газы.

Неидеальные реальные газы. Отклонение свойств газов от идеальности. Экспериментальные изотермы реальных газов. Критическая изотерма. Критическая точка. Критические температуры реальных газов. Области однофазного и двухфазного состояния. Экспериментальная зависимость давления насыщенного пара от температуры. Кривая фазового равновесия.

Силы межмолекулярного взаимодействия. Силы отталкивания между молекулами. Результирующая сила взаимодействия между молекулами и её зависимость от расстояния. Потенциальная энергия взаимодействия между молекулами и её зависимость от расстояния. Агрегатные состояния вещества.

Уравнение состояния реального газа. Учет сил отталкивания между молекулами и учет собственных размеров молекул. Поправка на объем молекул и её численное значение. Учет сил притяжения между молекулами. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Теоретические изотермы реального газа. Критические параметры газа Ван-дер-Ваальса. Приведенное уравнение Ван-дер-Ваальса.

Охлаждение газа при адиабатическом расширении. Дросселирование газа. Эффект Джоуля-Томсона.

Поверхностные явления.

Понятие о поверхностном натяжении. Коэффициент поверхностного натяжения. Свободная энергия поверхностного слоя жидкости. Силы поверхностного натяжения. Действие сил поверхностного натяжения.

Влияние второй среды на коэффициент поверхностного натяжения. Условия равновесия на границе двух жидкостей и на границе жидкость – твердое тело. Смачивание. Краевой угол.

Разность давлений по разные стороны изогнутой поверхности жидкости. Формула Лапласа. Капиллярные явления. Учет краевого угла.

Фазовые равновесия и фазовые переходы.

Испарение и кипение жидкостей. Энергия испарения. Скорость испарения и скорость конденсации. Теоретическая зависимость давления насыщенного пара от температуры. Удельная теплота испарения. Уравнение Клайперона-Клаузиуса. Зависимость температуры кипения от давления. Диаграмма фазового равновесия жидкости и пара.

Кристаллизация и сублимация. Диаграмма фазового равновесия кристалл-пар. Кристаллизация и плавление. Диаграмма фазового равновесия. Тройная точка.

Давление насыщенного пара над кривой с поверхностью жидкости.

Влажность воздуха. Абсолютная и относительная влажность. Точка росы. Определение влажности. Гигрометры и психрометры. Понятие о фазовых переходах первого рода. Изменение энтропии и удельного объема при фазовых переходах первого рода. Понятие о фазовых переходах второго рода.

Свойства жидкостей.

Структура жидкостей. Зависимость свойств жидкостей от строения молекул. Жидкие кристаллы.

Жидкие растворы. Теплота растворения. Весовые, молярные и объемные концентрации. Растворимость тел. Насыщенный раствор.

Свойства твердых тел.

Строение кристаллов. Геометрия кристаллической решетки. Период трансляции. Вектор трансляции. Числа трансляций. Элементарная ячейка. Определение направлений в кристалле. Определение положения плоскости в кристалле. Миллеровские индексы. Решетки Браве.

Дефекты в кристаллах. Точечные дефекты. Линейные дефекты. Дислокации. Влияние Дефектов на предел упругости. Роль трещин. Увеличение прочности.

ЭЛЕКТРОДИНАМИКА

Основные части и структура классической электродинамики

Элементы векторного анализа и математической теории поля. Исходные представления классической электродинамики. Краткая история. Элементы векторного анализа. Дифференциально-векторные тождества. Дифференциальные операции второго

порядка. Интегральные соотношения векторного анализа. Потенциальные и соленоидальные поля. Криволинейные координаты.

Основы электродинамики Максвелла

Уравнения Максвелла в вакууме как обобщение опытных фактов. Электромагнитное поле. Системы единиц. Электрическое и магнитное поля как две стороны единого электромагнитного поля. Уравнения Максвелла в интегральной форме. Уравнения Максвелла в дифференциальной форме (каноническая форма). Скаляры, векторы и псевдовекторы в уравнениях Максвелла.

Уравнения Максвелла и общие свойства электромагнитных полей. Важнейшие общие свойства уравнений Максвелла и их решений. Единственность решения уравнений Максвелла. Граничные условия на границе раздела двух сред. Закон сохранения энергии (теорема Пойнтинга). Закон сохранения импульса электромагнитного поля.

Электростатика

Электростатическое поле в вакууме. Уравнения электростатического поля. Скалярный потенциал. Уравнения Пуассона и Лапласа. Энергия поля в электростатике. Бесконечность энергии электростатического поля элементарного заряда в классической электродинамике.

Решение задач электростатики. Решение уравнений Лапласа и Пуассона. Бесконечный равномерно заряженный цилиндр. Формулы Грина. Специальные методы решения. Метод изображений. Теорема взаимности. Метод конформных преобразований.

Разложение поля по мультиполям. Потенциал на больших расстояниях от системы зарядов. Дипольный момент. Квадрупольный момент.

Стационарное магнитное поле в вакууме

Магнитостатика. Уравнения, описывающие магнитное поле постоянных токов. Векторный потенциал. Уравнение для векторного потенциала в однородной среде и его решение. Вычисление магнитного потока с помощью вектор-потенциала. Закон Био-Савара. Линейные токи. Поле элементарных токов. Магнитный момент. Энергия магнитного поля.

Постоянные токи

Электрическое поле постоянных токов. Уравнения электромагнитного поля постоянных токов. Законы Кирхгофа. Закон Джоуля-Ленца в дифференциальной форме. Электрическое поле в диэлектрике, окружающем проводники с постоянными токами. Электрическое поле и поле вектора плотности тока в проводящей среде. Граничные условия для плотности тока. Аналогия электрического поля в проводящей среде с электростатическим полем. Сопротивление заземления. Понятие идеального проводника и идеального изолятора.

Переменное электромагнитное поле

Квазистационарные электромагнитные поля. Условие квазистационарности. Уравнения Максвелла в квазистационарной области. Напряженность электрического поля, выраженная через потенциалы. Уравнения для скалярного и векторного потенциалов. Скин-эффект.

Электромагнитные волны в вакууме. Свободное электромагнитное поле в вакууме. Волновые уравнения для напряженностей электромагнитного поля. Плоские монохроматические волны. Комплексная запись уравнений Максвелла. Поляризация плоской волны.

Потенциалы электромагнитного поля, калибровочная инвариантность. Векторный и скалярный потенциалы. Неоднозначность потенциалов, калибровочные преобразования. Лоренцевская калибровка. Кулоновская калибровка. Запаздывающие и опережающие потенциалы.

Уравнения электродинамики в четырехмерной форме

Четырехмерные векторы и тензоры. Четырехмерный потенциал и четырехмерная плотность тока. Тензорная запись уравнений Максвелла. Тензор индукций F и тензор полей H .

Тензоры электромагнитного поля. Преобразование полей тензоров. Инварианты поля. Тензор энергии-импульса электромагнитного поля. Смысл различных компонент тензора энергии-импульса. Тензор натяжений.

Излучение электромагнитных волн

Излучение линейного осциллятора. Потенциалы электромагнитного поля в дипольном приближении. Дипольное излучение.

Поле линейного осциллятора. Поле рамки с током. Электромагнитное поле дипольного излучения вдали от излучателя. Энергия, излучаемая осциллятором. Излучение рамки с током.

Излучение колеблющегося электрона. Свободные колебания упруго связанного электрона. Сила торможения излучением (радиационное трение). Условие пренебрежения реакцией излучения.

Излучение произвольно движущихся зарядов. Потенциалы Лиенара-Вихерта. Поле произвольно движущегося заряда. Энергия излучения ускоренно движущегося электрона.

Излучение релятивистских заряженных частиц. Поле движущегося заряда. Продольный и поперечный эффект Доплера. Опыты Айвса. Излучение Вавилова-Черенкова.

ВОПРОСЫ ДЛЯ СОБЕСЕДОВАНИЯ

МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА

1. Предмет молекулярно-кинетической теории и термодинамики.
2. Уравнение состояния идеального газа.
3. Состояние системы. Процесс.
4. Основные положения молекулярно-кинетической теории.
5. Уравнение кинетической теории газов для давления. (Вывод основного уравнения молекулярно-кинетической теории).
6. Следствие из основного уравнения молекулярно-кинетической теории.
7. Распределение молекул газа в поле земного тяготения.
8. Распределение Больцмана.
9. Опыты Перрена. Экспериментальное определение числа Авогадро.
10. Распределение молекул газа по скоростям (Распределение Максвелла).
11. Наивероятнейшая, средняя и среднеквадратичная скорости молекул.
12. Экспериментальная проверка закона распределения Максвелла.
13. Число соударений и длина свободного пробега молекул.
14. Экспериментальное определение длины среднего свободного пробега молекул.
15. Вязкость газов.
16. Теплопроводность газов.
17. Нестационарная теплопроводность.
18. Уравнение теплопроводности.
19. Диффузия газов.
20. Внутренняя энергия идеального газа.
21. Теплоемкость идеального газа.
22. Соотношение между теплоемкостью газа при постоянном объеме и теплоемкостью газа при постоянном давлении.
23. Основные термодинамические понятия.
24. Первое начало термодинамики.
25. Адиабатические процессы. Уравнение Пуассона.

26. Скорость звука в газах.
27. Применение первого начала термодинамики к изопротроическим процессам.
28. Понятие о политропическом процессе.
29. Теплоемкость твердых тел.
30. Круговые процессы.
31. Энтродпия. Приведенное количество теплоты.
32. Цикл Карно.
33. Термодинамические функции.
34. Второе начало термодинамики.
35. Энтродпия и вероятность.
36. Теорема Нернста.
37. Внутренняя энергия реального газа.
38. Уравнение Ван-дер-Ваальса.
39. Отрицательные температуры.
40. Сжижение газов.
41. Исследование уравнения Ван-дер-Ваальса.
42. Поверхностные свойства жидкостей.
43. Определение критических параметров вещества.
44. Явления на границе жидкости с твердым телом.
45. Фазы и фазовые равновесия.
46. Капиллярные явления.
47. Испарение и конденсация.
48. Давление под изогнутой поверхностью жидкости.
49. Зависимость давления насыщенного пара от кривизны поверхности жидкости.
50. Плавление и кристаллизация.
51. Тройная точка. Диаграмма состояния.
52. Уравнение Клайперона-Клазиуса.
53. Влажность воздуха.
54. Классификация твердых тел по характеру сил связи.
55. Дефекты в кристаллах.
56. Индексы Миллера.
57. Кристаллические решетки.
58. Силы, действующие между частицами в твердых телах.

ЭЛЕКТРОДИНАМИКА:

1. Уравнения Максвелла в интегральной форме.
2. Уравнения Максвелла в дифференциальной форме
3. Закон сохранения энергии (теорема Пойнтинга).
4. Закон сохранения импульса электромагнитного поля.
5. Уравнения Пуассона и Лапласа. Формулы Грина.
6. Энергия поля в электростатике. Бесконечность энергии электростатического поля элементарного заряда в классической электродинамике.
7. Разложение поля по мультиполям.
8. Потенциал на больших расстояниях от системы зарядов.
9. Дипольный момент системы зарядов.
10. Квадрупольный момент системы зарядов.
11. Уравнения, описывающие магнитное поле постоянных токов. Векторный потенциал.
12. Закон Био-Савара. Закон Био-Савара для линейных токов. Поле элементарных токов.
13. Поле произвольной системы токов на большом расстоянии от нее.

14. Энергия поля для магнитоэстатических явлений.
15. Уравнения электромагнитного поля постоянных токов. Законы Кирхгофа. Закон Джоуля-Ленца в дифференциальной форме.
16. Аналогия электрического поля в проводящей среде с электростатическим полем.
17. Условие квазистационарности. Уравнения Максвелла в квазистационарной области.
18. Уравнения для скалярного и векторного потенциалов.
19. Скин-эффект.
20. Неоднозначность потенциалов, калибровочные преобразования.
21. Лоренцевская калибровка.
22. Кулоновская калибровка.
23. Свободное электромагнитное поле в вакууме. Плоские монохроматические волны. Комплексная запись уравнений Максвелла.
24. Тензорная запись уравнений Максвелла.
25. Тензор энергии и импульса электромагнитного поля.
26. Потенциалы электромагнитного поля в дипольном приближении.
27. Дипольное излучение.
28. Электромагнитное поле дипольного излучения вдали от излучателя.
29. Энергия, излучаемая осциллятором
30. Излучение рамки с током.
31. Свободные колебания упруго связанного электрона.
32. Сила торможения излучением (радиационное трение).
33. Условие пренебрежения реакцией излучения
34. Потенциалы Лиенара-Вихерта.
35. Поле произвольно движущегося заряда.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОГРАММЫ

МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА:

1. Волькенштейн В.С. Сборник задач по общему курсу физики.-М.
2. Кикоин И.К., Кикоин А.К. Молекулярная физика.-М.: Наука, 1976. 500 с.
3. Матвеев А.Н. Молекулярная физика.-М.: Высшая школа.
4. Сивухин Д.В. Общий курс физики, т.2. -М.: Наука.
5. Сборник задач по общему курсу физики: Термодинамика и молекулярная физика // В.Л. Гинзбург. Л.М.Левин, Д.В.,Сивухин, И.Я. Яковлев. - М.: Наука, 1976.-208 с.

ЭЛЕКТРОДИНАМИКА.

1. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теория поля.-М.: Наука, 1988.
2. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Электродинамика сплошных сред.-М.: Наука, 1982.
3. Левич В.Г. Курс теоретической физики. Т.І.-М.: Физматгиз, 1962.
4. Левич В.Г., Вдовин Ю.А., Мямлин В.А. Курс теоретической физики. Т.ІІ.-М.: Физматгиз, 1962.
5. Матвеев А.Н. Электродинамика.-М.: Высшая школа, 1980.

ПЕРЕВОД НА 4 КУРС

Аттестационное испытание по дисциплине «Общая физика»

СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ (АННОТАЦИИ ТЕМ)

ОПТИКА

Электромагнитные свойства света.

Краткие исторические сведения о развитии учения о свете. Волновая и квантовая теория света. Характеристики оптического диапазона электромагнитных волн. Особенности видимого диапазона. Место оптики в физической науке и ее роль в научно-техническом прогрессе.

Уравнения Максвелла. Волновое уравнение. Плоские и сферические электромагнитные волны. Плоские гармонические электромагнитные волны. Уравнение плоской монохроматической бегущей волны. Структура плоской волны. Поперечность. Представление плоской волны в комплексной форме.

Суперпозиция электромагнитных волн. Стоячие электромагнитные волны и их свойства. Экспериментальное доказательство электромагнитной природы света. Опыт Винера. Излучение элементарного вибратора (переменного электрического диполя). Плотность потока энергии и ее радиальное распределение.

Понятие о поляризации электромагнитных волн. Линия поляризации. Линейно поляризованная волна. Неполяризованное естественное излучение. Превращение неполяризованного излучения в линейно поляризованное. Дихроичные поляризаторы. Закон Малюса. Полярные диаграммы линейно поляризованного, неполяризованного и частично поляризованного света.

Сложение двух электромагнитных волн одинаковых частот с взаимно перпендикулярными линиями поляризации. Электромагнитные волны с эллиптическими и круговыми поляризациями. Линейно-поляризованная волна как суперпозиция двух волн с круговыми поляризациями.

Распространение света в изотропных диэлектриках. Понятие о дисперсии. Наблюдение дисперсии. Электронная теория дисперсии. Нормальная и аномальная дисперсия.

Зависимость коэффициента поглощения от частоты света. Закон поглощения Бугера. Окраска тел.

Граничные условия для электрического и магнитного полей. Законы отражения и преломления электромагнитных волн. Полное внутреннее отражения. Отражение и преломление р-волны и s-волны. Формулы Френеля. Коэффициенты отражения и преломления для р-и s-волн и их зависимость от угла падения. Явление Брюстера. Обоснование явления Брюстера электронной теорией.

Призмы полного внутреннего отражения. Понятие о волоконной оптике. Проникновение света в оптически менее плотную среду при полном внутреннем отражении. Наблюдение "оптического аналога туннельного эффекта" в сантиметровом диапазоне электромагнитных волн. Ромб Френеля для получения света с круговой поляризацией.

Геометрическая оптика.

Уравнение Эйконала (без вывода). Оптически однородные и неоднородные среды. Астрономическая рефракция. Принцип Ферма, принцип Гюйгенса и обоснование законов отражения и преломления света. Основные определения геометрической оптики. Преломление (и отражение) на сферической поверхности. Нулевой инвариант Аббе.

Фокусы сферической поверхности. Формула сферического зеркала. Фокусное расстояние сферического зеркала.

Изображение малых предметов при преломлении на сферической поверхности. Увеличение. Теорема Лагранжа-Гельмгольца. Условие синусов Аббе.

Центрированная оптическая система. Преломление в линзе. Общая формула тонкой линзы. Фокусное расстояние тонкой линзы. Собирающие и рассеивающие линзы. Изображение в тонкой линзе. Увеличение. Оптическая сила линзы. Идеальные оптические системы. Кардинальные точки в плоскости. Толстая линза. Аберрации оптических систем. Каустическая поверхность. Сферическая аберрация. Кома. Астигматизм наклонных пучков. Дисторсия изображения. Хроматические аберрации. Ахроматизация линз. Оптические инструменты. Фокусирующие и рассеивающие линзы для радиоволн.

Интерференция света.

Понятие об интерференции света. Общие сведения об интерференции. Суперпозиция двух электромагнитных волн с одинаковым направлением электрических векторов: некогерентных и когерентных. Общие условия образования максимумов и минимумов интерференции при распространении когерентных волн в однородной и изотропной среде. Зависимость амплитуды и энергии результирующей волны от разности фаз двух когерентных волн. Интерференция двух плоских электромагнитных волн, распространяющихся под малым углом друг к другу. Понятие о волноводах. Условия распространения волн в прямоугольном волноводе. Искусственные среды для электромагнитных волн сантиметрового диапазона: волноводные и металлоленточные структуры. Эквивалентный показатель преломления искусственной среды.

Лабораторные методы наблюдения интерференции света: опыт Юнга, зеркала Френеля, бипризма Френеля, билинза Бийе, зеркало Ллойда. Управление интерференционной картиной. Влияние размеров источника. Пространственная когерентность. Влияние монохроматического. Временная когерентность. Длина когерентности.

Интерференция в тонких пластинках (пленках) в отраженном и проходящем свете. Дополнительность интерференционных картин. Полосы равного наклона. Полосы равной толщины. Интерференция при нормальном падении света. Просветление оптических приборов. Кольца Ньютона. Интерферометры Майкельсона, Жамена, Рождественского, Маха-Цендера. Интерферометры в сантиметровом диапазоне электромагнитных волн.

Многолучевая интерференция. Эталон Фабри-Перо. Сложение трех и большего числа когерентных волн, фазы которых образуют арифметическую прогрессию. Условия образования главных и побочных максимумов. Понятие о разрешающей способности оптических приборов. Пластина Люммера-Герке. Многослойные интерференционные светофильтры. Многолучевой интерферометр для радиоволн.

Дифракция света.

Понятие о дифракции света. Волновой параметр и условия наблюдения дифракции. Принцип Гюйгенса-Френеля. Метод зон Френеля и прямолинейность распространения света. Дифракция Френеля на круглом отверстии и диске.

Амплитудные и фазовые зонные пластинки для света и радиоволн. Зонная пластинка как линза. Линза как предельный случай ступенчатой фазовой зонной пластинки. Зонные пластинки. Зонные пластинки, работающие на отражение. Вогнутое зеркало, как предельный случай ступенчатой фазовой зонной пластинки, работающей на отражение.

Свойства центральной зоны Френеля. Углубление метода зон Френеля. Понятие о субзонах. Фокусировка волн с точки зрения волновой теории. Линза как предельный случай фазовой ступенчатой субзонной пластинки. Форма поверхности линзы, не обладающей сферической аберрацией. Фокусирующие и рассеивающие псевдолинзы с радиальным изменением показателя преломления для сантиметровых электромагнитных волн.

Зоны Шустера и спираль Корню. Дифракция света от прямолинейного края непрозрачного экрана. Дифракция света на щели при малом значении волнового параметра. Дифракция Фраунгофера. Дифракция на щели при большом значении волнового параметра. Характер дифракционной картины и условия образования минимумов дифракции. Дифракционная решетка. Теория дифракции на одномерной решетке. Учет дифракции на щели и многолучевой интерференции вторичных волн. Условие образования главных механизмов дифракции.

Понятие о фазовой дифракционной решетке. Дифракция света при ультразвуковых волнах. Разрешающая способность микроскопа. Метод темного поля. Метод фазового контраста. Дифракция на двумерных и трехмерных дифракционных решетках. Дифракция рентгеновского излучения. Теория дифракции Лауэ. Формула Вульфа-Бреггов. Методы рентгеноструктурного анализа: метод Лауэ, метод вращающегося кристалла, метод Дебая-Шеррера.

Понятие о голографии. Голографирование сферической волны от точечного объекта. Восстановление голограммы. Действительное и мнимое изображение. Голограммы Френеля трехмерных объектов. Толстослойные голограммы. Метод Денисюка. Цветные голограммы. Применение голографии. Голографическая интерферометрия.

Кристаллооптика.

Кристаллооптика. Двойное лучепреломление. Поляризация света при прохождении через кристалл исландского шпата. Оптическая анизотропия кристаллов. Тензор диэлектрической проницаемости. Эллипсоид диэлектрической проницаемости для одноосного кристалла. Оптически положительные и отрицательные одноосные кристаллы. Оптические свойства анизотропной среды. Лучевая и нормальная скорость электромагнитных волн в одноосном кристалле. Оптическая индикатриса или эллипсоид нормалей. Кривизна волновой поверхности в анизотропной среде. Нормальная скорость обыкновенной волны в одноосном кристалле и ее независимость от направления распространения. Слоистая диэлектрическая структура. Двойное лучепреломление "формы".

Волновые поверхности обыкновенной и необыкновенной волны в одноосном кристалле и слоистой диэлектрической структуре. Слоистые структуры для сантиметровых электромагнитных волн. Прохождение сантиметровых волн через анизотропные призмы при различной ориентации оптической оси.

Построение Гюйгенса для различных случаев падения света на поверхность одноосного кристалла (четыре основных случая). опыты Гюйгенса с двумя двоякопреломляющими кристаллами. Поляризационные призмы: Волластона, Глана с воздушной прослойкой и Николя.

Получение световых и сантиметровых электромагнитных волн с эллиптической и круговой поляризацией. Основные свойства фазовых двоякопреломляющих пластинок $\lambda/8$, $\lambda/4$, $\lambda/2$ и целой длины волны. Понятие о компенсаторах Бабинне и Солейля.

Анализ поляризованного света. Интерференция поляризованных волн в одноосных кристаллах и сложение когерентных волн с ортогональными линиями поляризации. Общая формула интерференции поляризованных волн в анизотропных кристаллических пластинках и полярная диаграмма результирующей волны, выходящей из пластинки. Наилучшее условие для наблюдения интерференции поляризованных волн в одноосных кристаллических пластинках. Условия максимумов и минимумов интерференции. Обоснование теории интерференции поляризованных волн на основе опытов в сантиметровом диапазоне волн с пластинками: $\lambda/2$, $\lambda/4$, $\lambda/8$ длины волны. Объяснение результатов интерференции на основе анализа полярных диаграмм волн, выходящих из анизотропных пластинок. Цвета кристаллических пластинок. Образование интерференционных коноскопических фигур: светлого и темного крестов.

Опыты Араго и Френеля по интерференции поляризованных волн. Взаимодействие двух когерентных волн с произвольной линией ориентации их электрических векторов. Понятие об интерференции волн с эллиптическими и круговыми поляризациями.

Искусственная анизотропия при механической деформации вещества. Эффект Керра и Коттона-Мутона. Вращение линии поляризации в гиротропных средах. Эффект Фарадея.

Рассеяние света и тепловое излучение.

Рассеяние света. Природа рассеяния. Релеевское рассеяние и рассеяние Ми. Рассеяние света в атмосфере. Физическая сущность рассеяния. Рассеяние Мандельштама-Бриллюэна и комбинационное рассеяние.

Тепловое излучение. Равновесное и неравновесное излучение. Излучательная и поглощательная способность тел. Закон Кирхгофа. Универсальная функция частоты и температуры. Абсолютно черное тело. Спектр излучения и распределение энергии в спектре абсолютно черного тела на основе экспериментальных данных. Интегральная излучательная способность. Закон Стефана-Больцмана и закон смещения Вина. Формула Релея-Джинса. Ультрафиолетовая "катастрофа".

Квантовая и нелинейная оптика.

Гипотеза Планка. Энергия кванта света. Квантование энергии осциллятора. Формула Планка для распределения энергии в спектре абсолютно черного тела. Теоретическое обоснование законов Стефана-Больцмана и Вина.

Фотоэлектрический эффект. Законы внешнего фотоэффекта. Определение постоянной Планка. Внутренний фотоэффект. Масса и импульс фотона. Световое давление. Опыты Лебедева.

Спонтанное и индуцированное излучение. Коэффициенты Эйнштейна. Равновесное излучение. Формула Планка для распределения энергии в спектре равновесного излучения. Отрицательное поглощения света. Оптические квантовые усилители. Условия усиления света. Воздействие светового потока на заселенность энергетических уровней. Создание инверсной заселенности уровней. Трехуровневая схема. Принципиальная схема оптического квантового генератора. Условия стационарной генерации. Непрерывные и импульсные лазеры.

Лазерное излучение. Моды излучения. Аксиальные моды. Ширина линий излучения. Боковые моды. Синхронизация мод. Генерация сверх коротких импульсов. Лазерный дальномер. Характеристики некоторых типов лазеров: рубинового, гелий-неонового, CO₂-лазеров. Газодинамические лазеры. Лазеры с перестраиваемой частотой.

Нелинейные явления в оптике.

Источники нелинейной поляризованности. Квадратичная нелинейность и нелинейности более высокого порядков. Комбинационные частоты. Волны линейной и нелинейной поляризованности. Удвоение частоты света. Генерация суммарных и разностных частот. Параметрическое условие света. Самовоздействие света в нелинейной среде. Самофокусировка и самодиффузия луча.

Оптика движущихся сред. Эффект Доплера в оптике. Поперечный эффект Доплера. Эффект Саньяка. Принцип действия лазерного гироскопа. Красное смещение в спектрах галактик. Обобщенный эффект Доплера-Михельсона и его наблюдение в сантиметровом диапазоне электромагнитных волн.

ФИЗИКА АТОМОВ И АТОМНЫХ ЯВЛЕНИЙ

Боровская теория атома.

История развития атомистического представления о строении вещества. Закономерности в атомных спектрах. Линейчатые спектры. Модель атома Томсона, Опыты по рассеянию α -частиц. Ядерная модель атома. Постулаты Бора. Опыты Франка и Герца. Элементарная Боровская теория атома. Уточнение теории Бора. Квантование

водородного атома по Бору-Зоммерфельду. Опыты Штерна и Герлаха. Спин электрона. Трудности теории Бора. Гипотеза де-Бройля и ее экспериментальное подтверждение.

Современные представления о строении и оптических свойствах атомов.

Соотношение неопределенностей. Принцип соответствия. Водородоподобная система в квантовой механике. Принцип Паули. Распределение электронов в атомах по энергетическим уровням. Периодическая система Менделеева. Рентгеновские лучи. Векторная модель атома. Правила Хунда.

Строение и оптические свойства молекул и твердых тел.

Фактор Ланде. Результирующий магнитный момент многоэлектронного атома. Спин-орбитальное взаимодействие и тонкая структура спектров. Эффект Зеемана. Аномальный эффект (слабое поле). Нормальный эффект (сильное поле). Эффект Штарка. Магнитный резонанс. Общая характеристика химических связей. Ионные молекулы. Молекулы с ковалентной химической связью. Молекулярные спектры. Комбинационное рассеяние. Явление люминесценции.

ВОПРОСЫ ДЛЯ СОБЕСЕДОВАНИЯ

ОПТИКА

1. Электромагнитная природа света. Уравнения Максвелла. Волновое уравнение. Электромагнитные волны. Уравнение плоской и сферической электромагнитной волны. Структура плоской волны. Поперечность. Скорость электромагнитных волн. Представление плоской волны в комплексной форме.
2. Стоячие электромагнитные волны. Их свойства. Экспериментальное доказательство электромагнитной природы света. Опыт Винера. Излучение элементарного переменного диполя. Плотность потока энергии и ее радиальное распределение.
3. Понятие о поляризации электромагнитных волн. Линия поляризации. Линейно поляризованная электромагнитная волна. Неполаризованное естественное световое излучение. Дихроичные поляризаторы. Закон Малюса. Полярные диаграммы линейно поляризованного, неполяризованного и частично поляризованного света.
4. Сложение двух электромагнитных волн одинаковых частот с взаимно перпендикулярными линиями поляризации. Волны с эллиптической и круговой поляризацией. Их структура. Линейно поляризованная волна как суперпозиция двух волн с круговыми поляризациями.
5. Понятие и дисперсии. Нормальная и аномальная дисперсия. Электронная теория дисперсии. Зависимость коэффициента поглощения от частоты. Закон поглощения света Бугера. Окраска тел.
6. Граничные условия для электрического и магнитного полей. Законы отражения и преломления света. Полное внутренне отражение. Призмы полного внутреннего отражения. Проникновение света в оптически менее плотную среду при полном отражении. Наблюдение оптического аналога "туннельного эффекта".
7. Формулы Френеля. Коэффициенты отражения и преломления и их зависимость от угла падения. Явление Брюстера. Обоснование явления Брюстера электронной теорией.
8. Оптически однородные и неоднородные среды. Астрономическая рефракция. Миражи. Принцип Ферма. Принцип Гюйгенса и обоснование законов отражения и преломления света.
9. Преломление (и отражение) света на сферической поверхности. Нулевой инвариант Аббе. Фокусы сферической поверхности. Формула сферического

- зеркала. Фокусное расстояние сферического зеркала. Изображение малых предметов при преломлении на сферической поверхности. Увеличение.
10. Центрированная оптическая система. Преломление в линзе. Общая формула тонкой линзы. Фокусное расстояние тонкой линзы. Собирающие и рассеивающие линзы. Увеличение. Оптическая сила линзы.
 11. Аберрации оптических систем. Каустическая поверхность. Сферическая аберрация. Кома. Астигматизм наклонных пучков. Дисторсия изображения. Хроматическая аберрация. Ахроматизация линз.
 12. Общие сведения об интерференции волн. Суперпозиция двух электромагнитных волн с одинаковым направлением электрических векторов: некогерентных и когерентных. Общие условия образования интерференционных максимумов и минимумов. Зависимость амплитуды и энергии результирующей волны от разности фаз двух когерентных волн.
 13. Интерференция двух когерентных сферических волн. Интерференция двух плоских электромагнитных волн, распространяющихся под малым углом друг к другу. Понятие о волноводах. Фазовая и групповая скорости волн в волноводе. Условия распространения волн в прямоугольном волноводе. Искусственные среды для электромагнитных волн. Эквивалентный показатель преломления.
 14. Лабораторные методы наблюдения интерференции света. Опыт Юнга. Зеркала Френеля. Бипризма Френеля. Билинза Бийе. Зеркало Ллойда. Пространственная и временная когерентность. Время когерентности и длина когерентности.
 15. Интерференция света в тонких пленках в отраженном и проходящем свете. Полосы равного наклона и полосы равной толщины. Интерференция при нормальном падении. Просветление оптических приборов.
 16. Кольца Ньютона. Интерферометры Майкельсона, Жамена, Рождественского и Маха-Цендера. Применение интерферометров.
 17. Многолучевая интерференция. Эталон Фабри-Перро. Теория многолучевой интерференции. Условия образования главных максимумов и минимумов интерференции. Влияние числа интерферирующих волн на интенсивность и ширину главных максимумов. Многослойные интерференционные светофильтры.
 18. Понятие о дифракции света. Волновой параметр и условия наблюдения дифракции. Принцип Гюйгенса-Френеля. Метод зон Френеля и прямолинейность распространения света.
 19. Дифракция Френеля на круглом отверстии и диске. Амплитудные и фазовые зонные пластинки. Линза как предельный случай ступенчатой фазовой субзонной пластинки. Зонные пластинки, работающие на отражение. Вогнутое зеркало, как предельный случай зонной ступенчатой пластинки. Зонирование линз и зеркал.
 20. Свойства центральной зоны Френеля. Углубление метода зон Френеля. Субзоны. Фокусировка волн с точки зрения волновой теории. Линза как предельный случай ступенчатой фазовой субзонной пластинки. Форма поверхности линзы, не обладающей сферической аберрацией.
 21. Фокусирующие и рассеивающие псевдолинзы с радиальным изменением показателя преломления. Расчет псевдолинз.
 22. Зоны Шустера. Спираль Корню. Дифракция света от прямоугольного края непрозрачного экрана. Дифракция света на щели при малом значении волнового параметра.
 23. Дифракция Фраунгофера на щели при большом значении волнового параметра. Условие минимумов дифракции. Дифракция Фраунгофера на прямоугольном и круглом отверстиях. Дифракция света на неперiodических структурах.
 24. Дифракция Фраунгофера на трех, четырех, пяти щелях. Основные закономерности. Влияние числа щелей на интенсивность и ширину главных максимумов.

25. Дифракционная решетка. Учет многолучевой интерференции и дифракции на щели. Условие образования главных максимумов. Условия образования минимумов дифракции. Влияние числа щелей на интенсивность и ширину главных максимумов.
26. Наклонное падение света на дифракционную решетку. Угловая дисперсия и разрешающая способность дифракционной решетки. Понятие о фазовых дифракционных решетках. Дифракция света на ультразвуковых волнах.
27. Дифракция на двумерных и трехмерных дифракционных решетках. Дифракция рентгеновского излучения. Теория дифракции Лауэ. Формула Вульфа-Бреггов для дифракции рентгеновского излучения.
28. Методы рентгеноструктурного анализа. Метод Лауэ. Метод вращающегося кристалла. Метод Дебая-Шеррера.
29. Понятие о голографии. Голографирование сферической волны от точечного объекта. Восстановление голограмм. Действительное и мнимое изображение. Голограммы Френеля трехмерных объектов. Толстослойные голограммы. Метод Денисюка. Применение голографии.
30. Открытие двойного лучепреломления. Свойства обыкновенного и необыкновенного лучей, их поляризация. Главная оптическая ось кристалла. Главная плоскость.
31. Оптическая анизотропия кристаллов. Тензор диэлектрической проницаемости. Главные оси кристалла. Главные значения диэлектрической проницаемости.
32. Эллипсоид диэлектрической проницаемости. Одноосные и двуосные кристаллы. Оптически положительные и отрицательные кристаллы. Оптическая индикатриса.
33. Оптические свойства анизотропной среды. Лучевая и нормальная скорость волн в одноосном кристалле, их физический смысл. Угол между векторами скоростей. Распространение линейно поляризованных волн в различных направлениях одноосного кристалла. Анализ нормальной скорости на основе оптической индикатрисы. Волновые поверхности для обыкновенной и необыкновенной волн в одноосном кристалле.
34. Слоистые диэлектрические структуры. Двойное лучепреломление "формы". Показатели преломления для обыкновенной и необыкновенной волн в слоистой диэлектрической структуре. Нормальные скорости обыкновенной и необыкновенной волн и их волновые поверхности в слоистой структуре.
35. Исследования двойного лучепреломления в сантиметровом диапазоне электромагнитных волн, на основе слоистых, волноводных и металлоленточных структур. Построение Гюйгенса для четырех основных случаев двойного лучепреломления в одноосном кристалле.
36. Двоякопреломляющие поляризованные призмы: Волластона, Николя и Глана с воздушной прослойкой. Опыты Гюйгенса по прохождению света через два кристалла исландского шпата.
37. Получение волн с эллиптической и круговой поляризацией. Свойства фазовых двоякопреломляющих пластинок в полволны, четверть волны, восьмую часть волны.
38. Анализ поляризованного света. Интерференция поляризованных волн в анизотропной кристаллической пластинке. Общая формула интерференции поляризованных волн. Наилучшие условия наблюдения интерференции поляризованных волн. Понятие о полярной диаграмме поляризованной волны. Нахождение параметров эллипса.
39. Искусственная оптическая анизотропия при механической деформации вещества, ее применение. Двойное лучепреломление в электрическом поле. Эффект Керра, его наблюдение и применение. Эффект Поккельса. Магнитооптический эффект Коттона-Мутона.

40. Вращение линии поляризации в гиротропных средах. Оптически активные кристаллы и жидкости. Сахариметр. Объяснение вращения линии поляризации в оптически активной среде. Эффект Фарадея, его наблюдение.
41. Гидродинамический лазер. Лазер на кристаллах.
42. Понятие о нелинейной оптике. "Оптическое детектирование" и генерация гармоник. Генерация суммарных частот. Самофокусировка света.

ФИЗИКА АТОМОВ И АТОМНЫХ ЯВЛЕНИЙ

1. Закономерности в атомных спектрах.
2. Модель атома Томсона.
3. Опыты по рассеянию альфа-частиц. Ядерная модель атома.
4. Постулаты Бора. Опыты Франка и Герца.
5. Элементарная Боровская теория водородосодержащего атома.
6. Уточнение теории Бора.
7. Квантование водородного атома по Бору-Зоммерфельду.
8. Опыты Штерна и Герлаха. Спин электрона.
9. Трудности теории Бора.
10. Гипотезы де-Бройля.
11. Соотношение неопределенностей Гейзенберга.
12. Уравнение Шредингера
13. Водородоподобная система в квантовой механике.
14. Принцип Паули. Распределение электронов в атоме по энергетическим уровням.
15. Периодическая система Менделеева.
16. Рентгеновские лучи.
17. Векторная модель атома.
18. Правила Хунда.
19. Результирующий магнитный момент и фактор Ланде многоэлектронного атома.
20. Спин-орбитальное взаимодействие и тонкая структура спектров.
21. Эффект Зеемана.
22. Аномальный эффект Зеемана.
23. Нормальный эффект Зеемана.
24. Эффект Штарка.
25. Магнитный резонанс.
26. Излучение и поглощение света.
27. Вынужденное излучение. Лазеры.
28. Общая характеристика химических связей.
29. Ионные молекулы.
30. Молекулы с ковалентной химической связью.
31. Молекулярные спектры.
32. Закономерности в молекулярных спектрах простейших двухатомных молекул.
33. Комбинационное рассеяние.
34. Явление люминесценции.
35. Теплоемкость кристаллов.
36. Фононы. Статистика Бозе-Эйнштейна.
37. Квантовая теория свободных электронов в металле.
38. Распределение Ферми-Дирака.
39. Сверхпроводимость и сверхтекучесть и их квантовая природа.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОГРАММЫ

ОПТИКА

1. Волькенштейн В.С. Сборник задач по общему курсу физики М.: Наука, 1990.-397 с.
2. Борн М., Вольф Э. Основы оптики.-М.: Наука, 1970.-855 с.
3. Детлаф А.А., Яворский Б.М. Курс. физики.-М.: Высшая школа, 1976.-511
4. Сивухин Д.В. Общий курс физики: Оптика,-М.: Наука, 1980.-751 с.
5. Ландсберг Г.С. Оптика,-М.: Наука, 1976.-926 с.
6. Калитеевский Н.И. Волновая оптика.-М.: Наука, 1971. 376 с.
7. Матвеев А.Н. Оптика.-М.: Высшая школа, 1985.-351 с.
8. Поль Р.В. Оптика и атомная физика.-М.: Наука, 1966.-552 с.
9. Сборник задач по общему курсу физики: Оптика //В.Л. Гинсбург
10. Д.В. Сивухин, и др. -М.: Наука, 1977.-320с

ФИЗИКА АТОМОВ И АТОМНЫХ ЯВЛЕНИЙ

1. Борн М. Атомная физика. Редакция Медведева. – М.: Мир, 1965. –483 с.
2. Волькенштейн В.С. Сборник задач по общему курсу физики.-М.: Наука, 1973. – 465с.
3. Гольдин Л.Л., Новикова Г.И. Введение в атомную физику. –М.: Наука, 1969. –303 с.
4. Иродов И.Е. Задачи по общей физике. –М.: Наука, 1979. –367 с.
5. Королев Ф.А. Курс физики: Оптика; Атомная и ядерная физика –М.: Просвещение, 1974. –608 с.
6. Савельев И.В. Курс общей физики. Т. 3, М., 1973
7. Шпольский Э.В. Атомная физика. Т. I., Т. II. –М.: Наука, 1984. –552 с.
8. Яворский Б.М., Детлаф А.А. Курс физики. Т. III. Волновые процессы. Оптика. Атомная и ядерная физика. –М.: Высшая школа, 1972. –533 с.