

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт физики твердого тела Российской академии наук



УТВЕРЖДАЮ

Директор ИФТТ РАН

Член-корреспондент РАН

В.В. Кведер

« 7 » декабря 2015 г.

Программа вступительных экзаменов в магистратуру ИФТТ РАН

Направления подготовки: 28.04.04 – Наносистемы и наноматериалы

Уровень образования: высшее образование

Квалификация: Магистр

Форма обучения: очная

Черноголовка 2015

1. Механика

1. Скорость и ускорение при движении материальной точки по криволинейной траектории. Разложение вектора полного ускорения на нормальную и тангенциальную составляющие. Движение точки по окружности. Линейная и угловая скорость, угловое ускорение.
2. Первый и второй законы Ньютона. Закон сохранения импульса. Третий закон Ньютона. Центр масс. Теорема о движении центра масс. Движение замкнутой системы из двух взаимодействующих частиц. Приведённая масса.
3. Уравнение моментов для системы частиц. Связь момента импульса материальной точки с секториальной скоростью. Уравнения движения твёрдого тела. Движение тела по наклонной плоскости. Регулярная прецессия гироскопа.
4. Уравнение движения тела с переменной массой. Уравнение Мещерского. Реактивная сила. Формула Циолковского.
5. Кинетическая и потенциальная энергия. Закон сохранения энергии. Законы сохранения при абсолютно упругом и абсолютно неупругом ударах. Связь между кинетическими энергиями в различных инерциальных системах отсчёта. Теорема Кёнига.
6. Гармонический осциллятор. Примеры гармонических осцилляторов. Физический маятник. Амплитуда и фаза вынужденных колебаний осциллятора. Добротность. Возбуждение осциллятора синусоидальной силой. Резонансные кривые.
7. Закон всемирного тяготения Ньютона; потенциальный характер сил тяготения. Движение тел в поле центральных сил. Законы Кеплера. Финитное и инфинитное движение в центральном поле. Первая и вторая космические скорости.
8. Плоское движение. Теорема о мгновенном центре вращения. Поступательное и вращательное движение твёрдого тела. Вектор мгновенной угловой скорости. Мгновенная ось вращения.
9. Момент импульса тела относительно точки и неподвижной оси. Момент инерции тела относительно оси. Примеры. Теорема Гюйгенса-Штейнера. Кинетическая энергия движения твёрдого тела, кинетическая энергия вращения.
10. Относительное, переносное и кориолисово ускорения. Силы инерции. Уравнение движения частицы в поступательно движущейся неинерциальной системе координат. Уравнение относительного движения материальной точки в гравитационном поле Земли с учётом её вращения. Отклонение траектории движения падающего тела от направления отвеса. Маятник Фуко.
11. Упругие и пластические деформации. Закон Гука. Коэффициент Пуассона. Модули упругости. Модуль всестороннего сжатия. Модуль одностороннего сжатия с фиксированной боковой поверхностью. Плотность энергии упругой деформации.

2. Молекулярная физика

1. Температура и ее измерение. Виды термометров и их применение. Законы идеальных газов. Уравнение состояния вещества. Давление газа с точки зрения молекулярно-кинетической теории. Среднее число молекул, сталкивающихся со стенкой сосуда. Закон Дальтона. Броуновское движение.
2. Распределение молекул по компонентам скорости и по абсолютным скоростям (распределение Максвелла). Вычисление характерных скоростей: средней, среднеквадратичной, наиболее вероятной. Экспериментальная проверка закона распределения Максвелла по скоростям. Барометрическая формула. Распределение Больцмана.
3. Среднее число столкновений в единицу времени и средняя длина свободного пробега молекул. Эффективное сечение. Распределение молекул по длинам свободного пробега. Диффузия в газах. Коэффициент взаимной диффузии. Термическая диффузия.
4. Теплопроводность газов. Вязкость газов (внутреннее трение). Соотношения между коэффициентами переноса. Зависимость коэффициентов диффузии, вязкости и теплопроводности от давления и температуры.
5. Внутренняя энергия, работа и количество теплоты. Первый закон термодинамики. Теплоемкость. Распределение энергии по степеням свободы (закон равнораспределения). Молекулярно-кинетическая теория теплоемкости. Уравнение Майера. Адиабатический процесс.
6. Обратимые и необратимые процессы. Второй и третий законы термодинамики и их статистическая трактовка. Цикл Карно и его коэффициент полезного действия. Теорема Карно. Понятие об энтропии. Связь энтропии с термодинамической вероятностью состояния.
7. Термодинамические функции. Термодинамическая теория эффекта Джоуля-Томсона. Общий критерий термодинамической устойчивости. Принцип Ле-Шателье-Брауна.
8. Отклонение газов от идеальности. Уравнение Ван-дер-Ваальса состояния реальных газов. Изотермы газа Ван-дер-Ваальса. Критическое состояние. Природа сил молекулярного притяжения. Внутренняя энергия реального газа.
9. Фазы и фазовые превращения. Кривые фазового равновесия и уравнение Клапейрона — Клаузиуса. Метастабильные состояния. Фазовые переходы первого и второго рода.
10. Строение жидкостей. Поверхностное натяжение. Явления на границе жидкости и твердого тела. Давление под изогнутой поверхностью жидкости. Капиллярные явления. Испарение жидкостей. Насыщенный пар и его свойства. Молекулярное строение жидкостей.

3. Электричество и магнетизм.

1. Электрический заряд, его свойства, единицы измерения (Гауссовская система и СИ). Закон Кулона, потенциал и напряженность электрического поля, их связь друг с другом. Теорема Гаусса и теорема о циркуляции для напряженности электрического поля в интегральной и дифференциальной формах.
2. Градиент, дивергенция, ротор. Плотности заряда: объемного, поверхностного, линейного, точечного. Уравнения Пуассона и Лапласа. Взаимная энергия системы зарядов и энергия электрического поля.
3. Проводники, электрическое поле внутри и вне проводников, граничные условия на поверхности проводника, теорема Фарадея. Емкость проводника, взаимная емкость, конденсатор, емкость плоского, цилиндрического, сферического конденсаторов.
4. Дипольный момент, элементарный диполь, вектор поляризации. Вектор индукции электрического поля, теорема Гаусса для вектора индукции электрического поля в интегральной и дифференциальной формах. Диэлектрики, электрическое поле в диэлектриках, граничное условие на поверхности диэлектриков.
5. Электрический ток, сила тока, объемная плотность тока, поверхностная плотность тока. Закон сохранения заряда. Законы Ома, Джоуля-Ленца (в интегральной и дифференциальной формах). Электродвижущая сила, законы Кирхгофа.
6. Переменный электрический ток в цепях, метод комплексных амплитуд, комплексные импедансы активного сопротивления, емкости, индуктивности. Законы Кирхгофа для цепей переменного тока.
7. Магнитное поле, индукция магнитного поля, сила Лоренца, источник магнитного поля. Магнитное поле равномерно движущегося точечного заряда, магнитное поле токов (закон Био-Савара), сила на проводник с током (закон Ампера), магнитное взаимодействие токов. Плотность энергии магнитного поля.
8. Элементарный магнитный диполь, вектор намагниченности, напряженность магнитного поля. Теоремы Гаусса и теоремы о циркуляции для индукции и напряженности магнитного поля, единицы измерения индукции и напряженности. Граничные условия на поверхности магнетиков.
9. Закон электромагнитной индукции, ток смещения, уравнения Максвелла в интегральной и дифференциальной формах. Плотность и поток энергии электромагнитного поля, вектор Умова-Пойнтинга.
10. Волновые уравнения, плоские (однородные, гармонические) волны. Волновой вектор, частота, дисперсионное соотношение, фазовая и групповые скорости. Показатель преломления, законы отражения и преломления света.
11. Парамагнитные, диамагнитные и ферромагнитные вещества. Эффект Холла (один тип носителей). Скин-эффект (нормальный).

4. Оптика.

1. Основные понятия геометрической оптики. Световой луч. Распространение световых лучей. Оптическая длина пути. Принцип Ферма. Законы отражения и преломления света. Явление полного внутреннего отражения, его применения.
2. Интерференция монохроматических волн. Понятие о когерентности. Параметр видимости. Частично когерентный свет. Основные интерференционные схемы. Ширина полосы. Значение размеров источника света.
3. Полосы равной толщины и равного наклона. Интерференция света на тонких пленках. Кольца Ньютона.
4. Интерферометр Майкельсона. Применение интерферометров в научных исследованиях и технике: измерение малых смещений, рефрактометрия (изменение показателя преломления). Эталон длины – метр.
5. Явление дифракции. Принцип Гюйгенса-Френеля. Зоны Френеля. Зонные пластинки. Аналогия между зонной пластинкой и линзой.
6. Амплитудные и фазовые дифракционные решетки. Разрешающая способность дифракционной решетки. Дифракция рентгеновских лучей. Формула Вульфа-Брэгга.
7. Линейно, циркулярно и эллиптически поляризованный свет. Поляризация естественного света. Степень поляризации. Поляризаторы. Закон Малюса.. Двойное лучепреломление света. Поляризационные приборы: кристаллические фазовые пластинки (четвертьволновые и полуволновые пластинки), компенсаторы.
8. Оптические явления на границе раздела изотропных диэлектриков. Соотношения амплитуд падающей, отраженной и преломленной волн - формулы Френеля. Поляризация отраженной и преломленной волн. Угол Брюстера. Физический смысл закона Брюстера.
9. Фотоны. Законы фотоэлектрического эффекта. Фотоэлектронный умножитель.
10. Тепловое излучение. Излучательная и поглощательная способности вещества и их соотношение. Модель абсолютно черного тела. Закон Кирхгофа.