

Минобрнауки России
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт
структурной макрокинетики и проблем материаловедения
им. А.Г. Мержанова Российской академии наук
(ИСМАН)

Рассмотрено и одобрено
Учёным советом ИСМАН
Протокол № 04 от
« 29 » марта 2023 г.

«Утверждаю»

Директор ИСМАН
член-корреспондент РАН
М.И. Алымов
« 29 » марта 2023 г.



ПРОГРАММА

по курсу общей физики для поступающих в аспирантуру
Федерального государственного бюджетного учреждения науки
Института структурной макрокинетики и проблем материаловедения
им. А.Г. Мержанова Российской академии наук (ИСМАН)
по специальности 1.3.17 (химическая физика, горение и взрыв, физика
экстремальных состояний вещества)

Часть I. МЕХАНИКА

Материальная точка. Принцип относительности Галилея. Скорость и ускорение. Второй закон Ньютона. Импульс. Центр инерции. Реактивное движение. Размерность физических величин.

Работа и потенциальная энергия. Внутренняя энергия. Закон сохранения энергии. Упругие столкновения. Момент импульса. Движение в центральном поле. Законы Кеплера. Гравитационное поле. Принцип эквивалентности.

Виды движения твердого тела. Энергия твердого движущегося тела. Вращательный момент. Уравнение движения вращающегося тела. Равнодействующая сила. Гироскоп. Силы инерции.

Гармонические колебания. Маятник. Затухающие колебания. Вынужденные колебания. Параметрический резонанс.

Основные уравнения равновесия и движения жидкостей. Кинематическое описание движения жидкости, поле скоростей. Вязкость газов и жидкостей. Формула Пуазейля. Метод подобия. Формула Стокса. Потенциальные и вихревые движения.

Идеально упругие тела. Простое растяжение. Всестороннее сжатие. Сдвиг. Пластичность. Трение твердых тел.

Часть II. ТЕПЛОТА И МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА

Атомы. Молекулы. Симметрия молекул. Зеркальная изомерия. Кристаллическая решетка. Решетки химических элементов и соединений. Кристаллические плоскости. Естественная огранка кристалла. Жидкие кристаллы.

Температура. Давление. Агрегатные состояния вещества. Идеальный газ. Закон распределения Больцмана. Распределение Максвелла. Работа и количество тепла. Теплоемкость газов. Конденсированные тела.

Адиабатический процесс. Процесс Джоуля-Томсона. Стационарный поток. Цикл Карно. Природа необратимости. Энтропия. Закон возрастания энтропии. Принцип Ле-Шателье-Брауна и устойчивость термодинамического равновесия.

Фазы вещества. Формула Клапейрона-Клаузиуса. Испарение. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Тройная точка. Кристаллические модификации. Упорядоченность кристаллов.

Растворимость. Смеси жидкостей. Твердые растворы. Диаграммы состояния бинарных смесей, эвтектики. Осмотическое давление. Закон Рауля. Кипение смеси жидкостей. Обратная конденсация. Затвердевание смеси жидкостей. Правило фаз.

Взаимоотношения физики с химией. Теплота реакции. Химическое равновесие. Закон действующих масс. Сильные и слабые электролиты. Энергия активации. Молекулярность реакций. Цепные реакции.

Поверхностное натяжение. Адсорбция. Краевой угол. Капиллярные силы. Природа явлений перегрева и переохлаждения, зародышеобразование. Коллоидные растворы.

Коэффициент диффузии. Коэффициент теплопроводности. Теплосопrotивление. Время выравнивания. Длина свободного пробега, в том числе в разреженных газах. Диффузия и теплопроводность в газах. Подвижность. Термодиффузия. Диффузия в твердых телах. Дефекты в кристаллах. Природа пластичности.

Часть III. ЭЛЕКТРИЧЕСТВО И ОПТИКА

Электрический заряд, закон Кулона. Принцип суперпозиции электростатических полей. Напряженность электрического поля. Электростатический потенциал. Проводники в электрическом поле. Поляризация диэлектриков и диэлектрическая проницаемость. Теорема

Гаусса для диэлектриков, граничные условия. Электрическое поле Земли. Электрическая ёмкость, конденсаторы. Пьезоэлектричество. Пирозлектричество. Сегнетоэлектричество.

Электрический ток. Плотность тока. Закон сохранения электрического заряда. Закон Ома. Правила Кирхгофа. Закон Джоуля-Ленца. Термоэлектричество. Явление Томсона. Электролиз и электрическая диссоциация. Гальванические элементы, аккумуляторы. Топливные элементы.

Магнитное поле. Силы, действующие в магнитном поле на движущиеся заряды и токи. Магнитное поле равномерно движущегося заряда. Закон Био и Савара. Магнитная восприимчивость и магнитная проницаемость, диамагнетики, парамагнетики. Ферромагнетизм, магнитный гистерезис, ферриты. Магнитная энергия токов. Закон Ома для переменных токов (синусоидально меняющихся во времени). Свойства быстропеременных токов. Скин-эффект.

Система уравнений Максвелла. Скорость распространения электромагнитных возмущений. Электромагнитная индукция. Ток смещения. Принципы радиосвязи.

Геометрическая оптика. Принцип Ферма. Преломление на сферической поверхности. Сферические зеркала и тонкие линзы. Геометрические aberrации центрированных систем. Хроматическая aberrация.

Фотометрические понятия и единицы. Яркость и освещенность оптического изображения. Нормальное увеличение. Оптические инструменты. Разрешающая способность призмы. Разрешающая способность микроскопа. Глаз и зрение.

Интерференция света, интерферометры. Голография. Дифракция Фраунгофера на щели. Дифракция Фраунгофера на отверстиях. Дифракционная решетка. Дифракция на двумерных и трехмерных решетках. Дифракция рентгеновских лучей.

Поляризованный и естественный свет. Формулы Френеля. Оптически одноосные кристаллы. Поляризация волн в двуосных кристаллах, нормальные скорости. Вращение плоскости поляризации. Магнитное вращение плоскости поляризации. Поляризационные устройства. Рассеяние света. Комбинационное рассеяние света.

Равновесное излучение в полости. Закон Кирхгофа. Закон Стефана-Больцмана. Формула Планка. Вынужденное излучение, лазеры.

Принцип относительности в ньютоновской и релятивистской механике. Независимость скорости света от движения источника, опыт Майкельсона. Понятие одновременности. Преобразование координат и времени в теории

относительности. Лорентцово сокращение длины и замедление времени. Эффект Допплера и аберрация света. Эффект Допплера в акустике и теории эфира. Замедление хода часов в гравитационном поле. Сложение скоростей, импульс и энергия в теории относительности.

Часть IV. АТОМНАЯ И ЯДЕРНАЯ ФИЗИКА

Фотоэлектрический эффект, корпускулярные свойства света. Гипотеза де Бройля, электронография и нейтронография. Электронный микроскоп. Постулаты Бора. Спектр водорода. Соотношение неопределенностей. Уравнение Шредингера. Принципы работы туннельного и атомно-силового микроскопов.

Рентгеновские лучи. Опыты Штерна и Герлаха, спин электрона. Принцип тождественности одинаковых частиц. Принцип Паули. Химическая связь. Молекула водорода. Магнитный резонанс (ЭПР, ЯМР). Энергия связи ядра. Законы радиоактивного распада. Альфа-распад. Бета-распад. Гамма-излучение ядер и внутренняя конверсия электронов. Эффект Мёссбауэра.

Теория Дебая теплоемкости твердых тел. Фононы и квазичастицы. Энергетические зоны в твердых телах. Зонная структура, волны Блоха. Энергия Ферми, контактная разность потенциалов. Полупроводники, p-n переход. Поверхностные уровни, гетероструктуры. Бозе-конденсация. Природа сверхтекучести и сверхпроводимость. Эффект Мейсснера.

Литература

1. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М., Ахиезер А.И. Курс общей физики. Механика и молекулярная физика. 1965.

2. Курс физики: учеб. пособие для вузов / Таисия Ивановна Трофимова. — 11-е изд., стер. — М.: Издательский центр «Академия», 2006. — 560 с. ISBN 5-7695-2629-7.

https://mf.bmstu.ru/info/faculty/kf/caf/k6/lit/docs/uchebnik/Trofimova_Kurs_fiziki.pdf

3. Курс общей физики: учеб. Пособие – в 2-х томах. Т. 1. Механика. Электродинамика. Колебания и волны./ В.В.Алексеев, Л.И.Маклаков – Казань: Изд-во Казанск. гос. архитект.-строит. ун-та, 2013. – 126 с.

https://www.kgasu.ru/upload/iblock/760/mu_bakalavry1.pdf

4. Сивухин Д.В. Общий курс физики (5 томов): Механика (2005); Термодинамика и молекулярная физика (2005); Электричество (2004); Оптика (2005); Атомная и ядерная физика (2002).

https://www.studmed.ru/sivuhin-dv-obshchiy-kurs-fiziki-5-tomov-vse-chastinovogo-izdaniya_2f7ecbf72c9.html

Разработчик программы вступительных испытаний

д.ф.-м.н. Кришеник П.М. 