

## ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Целью вступительного экзамена является определение уровня знаний и мотивации к обучению поступающих в докторантуру для выявления наиболее подготовленных претендентов.

Задачи вступительного экзамена:

- выявление компетенций претендентов в вопросах образовательных программ;
- выявление мотивации к обучению и дальнейшей профессиональной деятельности;
- выявление подготовленности будущего докторанта к самостоятельной научной, преподавательской и инновационной деятельности в процессе обучения в докторантуре.

Вступительный экзамен в докторантуру проводится в компьютерном формате состоит из:

- написания эссе;
- теста на готовность к обучению в докторантуре;
- ответов на экзаменационные вопросы по профилю группы образовательной программы.

На вступительный экзамен в докторантуру по группе образовательных программ D011 Подготовка педагогов физики выносятся следующие вопросы экзаменационных билетов.

## ВОПРОСЫ ПО ПЕРВОМУ БЛОКУ

Кинематика материальной точки поступательное, вращательное и колебательное движение. Механические колебания и волны.

Динамика материальной точки и систем материальных точек. Основные законы динамики. Законы сохранения и превращения. (Энергий, импульса, момента импульса)

Динамика твердого тела. Моменты инерции твердого тела и момент импульса. Кинетическая энергия вращательного движения твердого тела вокруг оси. Условия равновесия твердого тела

Движение тел в гравитационном поле. Сила тяжести и вес тела. Космические скорости. Законы Кеплера

Кинематика и динамика твердого тела. Момент инерции, момент импульса, момент силы. Теорема Гюйгенса-Штейнера.

Основные законы гидродинамики и физический смысл. Вывод уравнения Бернулли и его следствия. Давление в жидкостях и газах. Уравнение непрерывности для идеальной жидкости.

Колебательное движение систем. Математический и физический маятник. Энергия колебательного движения систем.

Молекулярная физика Идеальный газ. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории. Вывод уравнение состояния идеального газа. Изопараметрические процессы.

Первое и второе начало термодинамики. Применение первого начала к изопроцессам. Цикл Карно. КПД цикла. Адиабатный и политропический процесс. Энтропия. Физический смысл энтропии. Вероятность и энтропия.

Реальные газы. Уравнение Ван-дерВаальса. Изотермы Ван-дер-Ваальса. Критические параметры. Насыщенный пар. Влажность. Внутренняя энергия реального газа. Эффект Джоуля-Томсона. Сжижение газов.

Процессы переноса в газах. Потенциал взаимодействия молекул. Стационарное и нестационарное явление переноса. Диффузия и теплопроводность. Внутреннее трение.

Жидкости. Структура и свойства жидкостей. Поверхностное натяжение. Смачивание. Давление под искривленной поверхностью. Капиллярные явления.

Фазовые переходы первого рода. Уравнение Клайперона-Клаузиуса. Тройная точка. Диаграмма состояния.

Термодинамическое равновесие и равновесные параметры состояния. Функции состояний и функции процессов.

Броуновское движение. Случайные процессы. Вероятность случайных процессов. Флуктуация. Суммирование и умножение вероятностей. Статистическое усреднение.

Электростатика. Основные свойства электрического поля. Силовые и энергетические характеристики электростатического поля. Теорема Остроградского-Гаусса

Диэлектрики. Диполь. Поле диполя. Квадруполь. Поляризация диэлектриков. Теорема Гаусса для вектора поляризации. Пьезокристаллы и сегнетоэлектрики

Проводники в электрическом поле. Проводники I-II-III рода. Конденсаторы. Емкость конденсаторов. Энергия заряженного конденсатора.

Поле точечных, объемных, поверхностных и линейных зарядов в однородной среде. Теорема Гаусса. Принцип суперпозиции.

Постоянный ток. Условия проводимости тока. ЭДС. Проводимость и сопротивление проводников. Законы постоянного тока и применение. КПД. Мощность тока. Законы электролиза. Применение явлений электролиза.

Электрический ток в газах. Ионизация и рекомбинация молекул. Термоэлектронная эмиссия. Виды разрядов. Свойства плазмы. Радиус Дебая. Стример

Магнитное поле проводника с током. Закон Био – Савара – Лапласа. Магнитное поле прямого проводника, соленоида, тороида. Магнитное поле постоянного магнита и Земли.

Движение заряженных частиц в магнитном поле. Сила Лоренца. Проводники с током в магнитном поле. Сила Ампера. Весы Ампера и принцип работы электроизмерительных приборов. Магнетрон. Циклотрон. Бетатрон.

Электромагнитная индукция. Индуктивность соленоида. Трансформатор. Энергия магнитного поля соленоида. Плотность энергий магнитного поля. Колебательный контур. Свободное электромагнитное колебание. Затухающие и вынужденные электромагнитные колебания

Переменный ток. Вращение рамки в магнитном поле. Генератор. Действующие и амплитудные значения силы тока и напряжений. Вихревые токи. Скин эффект.

Геометрическая оптика. Основные понятия. Преломление света в сферической поверхности. Принцип Ферма. Увеличение. Линзы. Получение изображений через линзы. Абберация в оптических системах. Применение Линз.

Дифракция света. Дифракция Фраунгофера. Дифракция Гюйгенса-Френеля. Зонная пластинка. Дифракция в щелях. Определение длин волн рентгеновского излучения через дифракционную картину. Оптическая голография. Применение голографии.

Когерентность волн. Интерференция света. Интерферометры. Интерференционные рефрактометрия. Интерференционная спектроскопия. Интерференционная метрология.

Поляризация света. Основы кристаллооптики. Поляризаторы. Эллиптическая и круговая поляризация. Анизотропия.

Спускание света. Закон Кирхгофа. Абсолютно черное тело. Закон Стефана-Больцмана. Формула Рэлей-Джинса и физический смысл формулы Планка. Оптическая пирометрия. Источники света.

Дисперсия, поглощение и рассеяние света. Фазовая и групповая скорость света. Нормальная и аномальная дисперсия.

Люминесценция. Виды люминесценций. Опыт Вавилова-Черенкова. Оптические квантовые генераторы. Свободные и вынужденные испускание света. Лазеры и его свойства.

Квантовая оптика. Фотоэффект. Формула Эйнштейна. Эффект Комптона. Давление света. Определение скорости света. Лабораторный и астрономический метод для определения скорости света. Эффект Доплера. Опыт Резерфорда. Формула Резерфорда. Спектры отражения и поглощения. Виды спектров. Постулаты Бора. Опыт Франка-Герца. Волны Де-Бройля и ее свойства.

Конденсированное состояние вещества. Кристаллическое состояние, жидкости. Фазовый переход. Аморфные тела.

Силы Ван-дер-Ваальса. Дисперсионное взаимодействие. Ориентационное взаимодействие. Индукционное взаимодействие.

Кристаллическая решетка. Нулевое колебание. Индексы Мюллера. Связь в кристаллах. (молекулярная, ионная, ковалентная и металлическая)

Элементарные частицы. Космические лучи. Античастицы. Мезоны , гипероны. Классификация элементарных частиц. Кварки.

Типы связей в кристаллах (силы Ван-дер-Ваальса, ионные кристаллы, ковалентные кристаллы, металлические кристаллы, водородная связь). Реальные кристаллы. Дефекты кристаллической структуры.

Дислокации. Краевая и винтовая дислокации. Электроны в периодическом поле кристалла.

Механические свойства твердых тел. Упругая и пластическая деформация. Закон Гука. Диаграмма деформаций.

Тепловые свойства твердых тел. Понятие о нормальных колебаниях решетки. Квантовый характер колебаний решетки. Импульс фонона. Сверхпроводимость и сверхтекучесть

Спектр нормальных колебаний решеток. Характеристическая дебаевская частота. Характеристическая температура Дебая. Понятие о фононах.

Теплоемкость твердого тела. Теплоемкость электронного газа. Теплопроводность твердых тел. Энергетические уровни в твердых телах. Электропроводность твердых тел. Время релаксации и длина свободного пробега. Удельная электропроводность проводника.

Классификация твердых тел по их электрическим свойствам на основе зонной теории. Зонная теория твердых тел. Обобществление электронов в кристаллах. Энергетический спектр электронов в кристалле.

Зависимость энергии электрона от волнового вектора. Эффективная масса электрона. Проводники, диэлектрики и полупроводники.

Радиоактивный распад. Альфа, бета, гамма лучи. Радиоактивные изотопы и их применение.

Электропроводность чистых металлов. Собственная проводимость полупроводников. Примесная проводимость полупроводников.

Экспериментальные методы атомной и ядерной физики. Камера Вильсона. Пузырьковая камера. Ускорители заряженных частиц. Счетчик Гейгера-Мюллера.

Ядерные реакции. Цепная ядерная реакция. Деление ядра урана. Ядерная энергетика. Реактор. Термоядерная реакция

## СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУР

1. Савельев, И.В. Курс физики. В 3-х томах. - СПб.: Лань, 2016.;
2. Сивухин, Д.В. Общий курс физики: Учебное пособие: для вузов в 5 томах. - М.: Физматлит, 2017.
3. Стерхов, К.В. Курс общей физики: Учебное пособие Т.3. Оптика. Физика атомов и молекул. Физика атомного ядра и микрочастиц КПП. - СПб.: Лань КПП, 2016. - 496 с.;
4. Савельев, И.В. Курс физики. В 3 т. Т. 3.: Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц, стер. - СПб.: Лань, 2016. - 308 с.
5. Бондарев, Б.В. Курс общей физики. Кн. 2: Электромагнетизм, оптика, квантовая физика: Учебник. - Люберцы: Юрайт, 2015. - 441 с.;
6. Зисман, Г.А. Курс общей физики: Учебное пособие. В 3-х тт. Т.2. Электричество и магнетизм. - СПб.: Лань, 2019. - 360 с.
7. Л.П. Суханов. Лекции по квантовой механике. – Московский физ-тех институт.-2016. – 187 с.; Ландау, Л.Д. Теоретическая физика: Учебное пособие для вузов в 10 т. Т.3 Квантовая механика.(нерелятивистская теория). - М.: Физматлит, 2016. - 800 с.
8. Алешкевич, В.А. Оптика. Универсальный курс общей физики / В.А. Алешкевич. - М.: Физматлит, 2011. - 320 с.
9. Бармасов, А.В. Курс общей физики для природопользователей. Колебания и волны. / А.В. Бармасов. - СПб.: ВHV, 2012. - 256 с.
10. Бондарев, Б.В. Курс общей физики. / Б.В. Бондарев. - М.: Высшая школа, 2005. - 560 с.
11. Бондарев, Б.В. Курс общей физики. В 3-х т.Т. 1. Механика: Учебник для бакалавров / Б.В. Бондарев. - М.: Юрайт, 2013. - 353 с.
12. Валишев, М.Г. Курс общей физики: Учебное пособие / М.Г. Валишев, А.А. Повзнер. - СПб.: Лань, 2010. - 576 с.  
Зисман, Г.А. Курс общей физики: Учебное пособие. В 3-х тт. Т.2. Электричество и магнетизм / Г.А. Зисман, О.М. Тодес. - СПб.: Лань, 2019. - 360 с.
13. Фриш, С.Э. Курс общей физики: Учебник Т.1. Физические основы механики. Молекулярная физика. Колебания и волны / С.Э. Фриш, А.В. Тиморева. - СПб.: Лань, 2007. - 480 с.
14. Фриш, С.Э. Курс общей физики: Учебник Т.2. Электрические и электромагнитные явления / С.Э. Фриш, А.В. Тиморева. - СПб.: Лань, 2008. - 528 с.

## ВОПРОСЫ ПО ВТОРОМУ БЛОКУ

Уравнения движения. Обобщенные координаты. Принцип наименьшего действия. Принцип относительности Галилея. Функция Лагранжа свободной материальной точки. Функция Лагранжа системы материальных точек

Движение твердого тела. Угловая скорость. Тензор инерции. Момент импульса твердого тела. Уравнения движения твердого тела а. Эйлера. Углы. Уравнения Эйлера. Асимметрический волчок. Соприкосновение твердых тел. Движение в неинерциальной системе отсчета

Интегрирование уравнений движения. Одномерное движение. Определение потенциальной энергии по периоду колебаний. Приведенная масса. Движение в центральном поле. Кеплерова задача

Столкновение частиц. Распад частиц. Упругие столкновения частиц. Рассеяние частиц. Формула Резерфорда. Рассеяние под малыми углами.

Свободные одномерные колебания. Вынужденные колебания. Колебания систем со многими степенями свободы. Затухающие колебания. Вынужденные колебания при наличии трения. Параметрический резонанс. Резонанс в нелинейных колебаниях. Движение в неинерциальной системе отсчета

Релятивистская механика. Принцип наименьшего действия. Энергия и импульс. Преобразование функции распределения. Распад частиц. Инвариантное сечение. Упругие столкновения частиц. Момент импульса.

Заряд в электромагнитном поле. Элементарные частицы в теории относительности. Четырехмерный потенциал поля. Уравнения движения заряда в поле. Калибровочная инвариантность. Постоянное электромагнитное поле. Движение в постоянном электрическом и магнитном поле. Тензор электромагнитного поля. Инварианты поля. Преобразования Лоренца для поля.

Уравнения электромагнитного поля. Первая и вторая пара уравнений Максвелла. Уравнение непрерывности. Плотность и поток энергии. Тензор энергии-импульса. Теорема вириала. Тензор энергии-импульса макроскопических тел.

Постоянное электромагнитное поле. Закон Кулона. Электростатическая энергия зарядов. Поле равномерно движущегося заряда. Движение в Кулоновском поле. Дипольный момент

Электромагнитные волны. Волновое уравнение. Плоские волны. Монохроматическая плоская волна. Спектральное разложение. Частично поляризованный свет. Разложение электростатического поля. Собственные колебания поля.

Основные понятия квантовой механики. Принцип неопределенности. Принцип суперпозиции. Операторы. Сложение и умножение операторов. Непрерывный спектр. Волновая функция и измерения.

Уравнение Шредингера. Основные свойства уравнения Шредингера. Вариационный принцип. Потенциальная яма. Линейный осциллятор. Движение в однородном поле. Коэффициент прохождения. Общие свойства одномерного движения.

Спин. Оператор спина. Спиноры. Волновые функции частиц с произвольным спином. Оператор конечных вращений. Частичная поляризация частиц. Обращение времени и теорема Крамерса.

Тождественность частиц. Принцип неразличимости одинаковых частиц. Обменное взаимодействие. Симметрия по отношению к перестановкам. Вторичное квантование. Случай статистики Бозе. Случай статистики Ферми.

Движение в магнитном поле. Уравнение Шредингера в магнитном поле. Спин в переменном магнитном поле. Плотность тока в магнитном поле. Атом в магнитном поле

Атомные уровни энергий. Состояние электронов в атоме. Водородоподобные уровни энергии. Самосогласованное поле. Уравнение Томаса-Ферми. Волновые функции внешних электронов вблизи ядра. Периодическая система элементов Менделеева. Атом водорода в электрическом поле

Бозоны. Волновое уравнение для частиц со спином 0. Частицы и античастицы. Истинно нейтральные частицы. Преобразования  $S$ ,  $P$ ,  $T$ . Волновое уравнение для частицы со спином 1. Волновое уравнение для частиц с высшими целыми спинами. Спиральные состояния частицы

Функция Ферми и ее свойства. Энергия Ферми. Поверхность Ферми. Энергия Ферми как функция температуры для сильно вырожденного случая. Численная оценка энергии Ферми в простейшем случае (квадратичный закон дисперсии).

Фермионы. Четырехмерные спиноры. Связь спиноров с 4-векторами и Инверсия спиноров. Уравнение Дирака в спинорном представлении. Симметричная форма уравнения Дирака. Алгебра матриц Дирака.

Плоские волны. Сферические волны. Связь спина со статистикой. Зарядовое сопряжение и обращение спиноров по времени. Внутренняя симметрия частиц и античастиц. Билинейные формы. Поляризационная матрица плотности. Двухкомпонентные фермионы. Волновое уравнение для частицы со спином  $3/2$

Свободная энергия и термодинамический потенциал. Соотношения между производными термодинамических величин. Термодинамическая шкала температуры. Процесс Джоуля-Томсона. Максимальная работа. Максимальная работа, производимая телом, находящимся во внешней среде. Термодинамические неравенства. Принцип Ле-Шателье. Теорема Нернста

Монохроматическая и реальная электромагнитные волны. Фазовая и групповая скорости. Задача рассеяния. Квантово-механическая постановка и принципы решения. Амплитуда и сечение рассеяния.

Распределение Гиббса. Распределение Максвелла. Распределение вероятностей для осциллятора. Свободная энергия в распределении Гиббса. Термодинамическая теория возмущений.

Контакт двух полупроводников с различным типом проводимости. Равновесное состояние p-n-перехода. Выпрямляющее действие p-n-перехода. Вольтамперная характеристика p-n-перехода.

Преобразования Лоренца. Синхронизация часов и относительность одновременных событий. Преобразования Лоренца. Релятивистская кинематика.

Релятивистская динамика. Импульс и энергия релятивистской частицы. Второй закон Ньютона для релятивистской частицы. Связь между энергией и импульсом для релятивистской частицы. Формула Эйнштейна. Энергия покоя.

Принципы современной физики. Принцип симметрии и законы сохранения. Принцип дополнительности и соотношение неопределенности. Принцип суперпозиции. Современные исследования в области симметрии и

суперсимметрии.

Виды термической обработки металлов. Основы теории термической обработки стали.

Механизм основных превращений. Превращение перлита в аустените. Превращение аустенита в перлит при медленном охлаждении

Превращение аустенита в мартенсит при высоких скоростях охлаждения. Превращение мартенсита в перлит.

Химико-термическая обработка стали. Назначение и технология видов химико-термической обработки: цементация. Цементация в твердом карбюризаторе. Газовая цементация.

Структура цементованного слоя. Термическая обработка после цементации. Азотирование. Цианирование и нитроцементация. Диффузионная металлизация.

Методы упрочнения металла. Термомеханическая обработка стали. Поверхностное упрочнение стальных деталей. Закалка токами высокой частоты.

Ионная связь. Зависимость потенциальной энергии от расстояния. Результирующая энергия взаимодействия ионов. Результирующая энергия решетки. Ковалентная связь: обобществление электронов. Металлическая связь. Водородная связь.

Термодинамика идеальных и реальных газов. Уравнения состояния. Смеси и их характеристики. Изопараметрические процессы. Теплоемкость. Термостат и адиабатная оболочка.

Метод термодинамических потенциалов. Преобразование Лежандра. Характеристические функции. Соотношения Максвелла в методе потенциалов

Технологии термической обработки материалов. Термическая обработка металлических материалов. Оборудование термических цехов. Технологии термической обработки стальных заготовок и изде. Термическая обработка чугунов. Термическая обработка цветных металлов и сплавов

Основы термодинамики и необратимых процессов. Производство энтропии. Балансовые соотношения. Термодинамика открытых систем. Термодинамика мезоскопических систем.

Химическая термодинамика. Изменения функции состояний при химических превращениях. Тепловые эффекты реакций.

Нанотехнология – основа новой научно-технологической революции. Современные проблемы развития науки: переход к наноразмеру, междисциплинарность научных исследований, уменьшение разрыва между науками, которые изучают органический (живая природа) и неорганический (физико-химические, технические системы и т.д.) миры

Современная физика: интеграция науки и техники. Управляемый термоядерный синтез. Квантовая электроника. Прикладная рентгенооптика. Технические применения туннельного эффекта. Свойства самоорганизации материи.

Современные проблемы. Сверхпроводимость. Классический и квантовый эффекты Холла. Эффект Джозефсона и его практическое применение. Квантовый туннельный эффект. Туннельный эффект и микроскопия, использование для исследования наноструктурированных материалов

Предмет и задачи современной физики. Физические методы исследования: эмпирические и теоретические. Современные методы оценки физических величин.



Основные этапы развития физики. Пространство, время и скорость – эволюция понятий от Аристотеля, Ньютона до Эйнштейна. Понятие научной и технической революции. Эволюция научных картин мира. Современная физическая картина мира.

Стандартная модель. Большой взрыв и стандартная модель. Темная материя и темная энергия. Согласованность типов материи во Вселенной

Этапы исследовательской деятельности. Физические явления и их модели. Основные параметры модели и анализ крайних случаев.

Размерный анализ. Физические представления. Физические величины. Международная система (SI). Базовые и производные физические величины. П-теорема. Масштабирование. Безразмерные величины. П-теорема. Размерный анализ для решения проблем. Физические модели.

Современные представления о материи, пространстве и времени. Общая и специальная теории относительности. Основные идеи и принципы квантовой физики. Современные представления об элементарных частицах. Структура микромира

Собственные функции и собственные значения линейных самосопряженных операторов. Развитие во времени средних значений физических величин. Уравнение Эренфеста. Теорема Эренфеста

Квантовый гармонический осциллятор в декартовой и сферической системах координат. Волновые функции и спектр энергии. Спин. Уравнения Дирака и Клейна-Гордона, их свойства и связь. Операторы рождения и уничтожения

## СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ландау Л. Д. Лифшиц Е. М. Теоретическая физика. В 10-х томах. - М.: 1-том Физматлит, 2004
2. Л. П. Суханов. Лекции по квантовой механике. – Московский физ-тех институт.- 2016. – 187 с.;
3. Ландау, Л. Д. Теоретическая физика: Учебное пособие для вузов в 10 т. Т. 3 Квантовая механика. (нерелятивистская теория). - М.: Физматлит, 2016. - 800 с.
4. Н. К. Оконская, О. А. Резник. Философские проблемы науки и техники. Учебное пособие.- Пермь, 2013
5. Лифшиц Е. М., В. Б. Берестецкий, Питаеский Л. П. Теоретическая физика. В 10-х томах. - М.: 4-том Физматлит, 2004
6. Л. П. Суханов. Лекции по квантовой механике. – Московский физ-тех институт.- 2016. – 187 с.;
7. Ландау, Л. Д. Теоретическая физика: Учебное пособие для вузов в 10 т. Т. 3 Квантовая механика. (нерелятивистская теория). - М.: Физматлит, 2016. - 800 с.
8. Бондарев, Б. В. Курс общей физики. Кн. 2: Электромагнетизм, оптика, квантовая физика: Учебник. - Люберцы: Юрайт, 2015. - 441 с.;
9. Зисман, Г. А. Курс общей физики: Учебное пособие. В 3-х тт. Т. 2. Электричество и магнетизм. - СПб.: Лань, 2019. - 360 с.
10. Стерхов, К. В. Курс общей физики: Учебное пособие Т. 3. Оптика. Физика атомов и молекул. Физика атомного ядра и микрочастиц КПТ. - СПб.: Лань

- КПТ, 2016. - 496 с.;
11. Савельев, И.В. Курс физики. В 3 т. Т. 3.: Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц, стер. - СПб.: Лань, 2016. - 308 с.
12. Бондарев, Б.В. Курс общей физики. Кн. 2: Электромагнетизм, оптика, квантовая физика: Учебник. - Люберцы: Юрайт, 2015. - 441 с.; Зисман, Г.А. Курс общей физики: Учебное пособие. В 3-х тт. Т.2. Электричество и магнетизм. - СПб.: Лань, 2019. - 360 с.

## ВОПРОСЫ ПО ТРЕТЬЕМУ БЛОКУ

Тензор деформации. Тензор напряжения. Термодинамика деформирования. Закон Гука. Однородные деформации. Деформации с изменением температуры. Уравнения равновесия изотропных тел. Равновесие упругой среды, ограниченной плоскостью. Соприкосновение твердых тел. Упругие свойства кристаллов

Энергия изогнутой пластинки. Уравнение равновесия пластинки. Продольные деформации пластинок. Сильный изгиб пластинок. Деформация оболочек. Кручение стержней. Изгиб стержней. Энергия деформированного стержня. Уравнение равновесия стержней. Слабый изгиб стержней. Устойчивость упругих систем

Упругие волны в изотропной среде. Упругие волны в кристаллах. Поверхностные волны. Колебания стержней и пластинок. Ангармонические колебания

Упругие деформации при наличии дислокации. Действие поля напряжений на дислокацию. Непрерывное распределение дислокаций. Распределение взаимодействующих дислокаций.

Уравнение теплопроводности в твердых телах. Теплопроводность кристаллов. Вязкость твердых тел. Поглощение звука в твердых телах. Очень вязкие жидкости

Статические деформации нематиков. Прямолинейные дисклинации в нематиках. Несингулярное осесимметричное решение уравнений равновесия нематиков. Топологические свойства дисклинаций

Уравнения движения нематиков. Диссипативные коэффициенты нематиков. Распространение малых колебаний в нематиках. Механика холестериков. Упругие свойства смектиков. Дислокации в смектиках. Уравнения движения в смектиках. Звук в смектиках

Функция распределения. Принцип детального равновесия. Кинетическое уравнение Больцмана.  $i^{\wedge}$ -теорема. Переход к макроскопическим уравнениям. Кинетическое уравнение для слабо неоднородного газа. Теплопроводность газа. Вязкость газа. Симметрия кинетических коэффициентов. Приближенное решение кинетического уравнения. Диффузия легкого газа в тяжелом. Диффузия тяжелого газа в легком

Системы с различными частицами. Правило фаз. Слабые растворы. Осмотическое давление. Соприкосновение фаз растворителя. Равновесие

по отношению к растворенному веществу. Выделение тепла и изменение объема при растворении Растворы сильных электролитов. Смесь идеальных газов Смесь изотопов. Давление пара над концентрированным раствором. Термодинамические неравенства в растворах. Кривые равновесия. Примеры диаграмм состояния. Пересечение особых кривых поверхности равновесия. Газ и жидкость  
Условие химического равновесия. Закон действующих масс 103. Теплота реакции Ионизационное равновесие. Равновесие по отношению к образованию пар  
Распределение Гаусса. Распределение Гаусса для нескольких величин. Флуктуации основных термодинамических величин. Флуктуации в идеальном газе. Формула Пуассона. Флуктуации в растворах  
Пространственная корреляция флуктуаций плотности Корреляция флуктуаций плотности в вырожденном газе. Корреляция флуктуаций во времени. Временная корреляция флуктуаций нескольких величин.  
Симметрия кинетических коэффициентов. Диссипативная функция. Спектральное разложение флуктуаций. Обобщенная восприимчивость. Флуктуационно-диссипационная теорема. Флуктуационно-диссипационная теорема для нескольких величин Операторное выражение обобщенной восприимчивости. Флуктуации изгиба длинных молекул  
Элементы симметрии кристаллической решетки. Решетка Бравэ. Кристаллические системы. Кристаллические классы Пространственные группы Обратная решетка. Неприводимые представления пространственных групп  
Симметрия относительно обращения времени. Свойства симметрии нормальных колебаний кристаллической решетки. Структуры с одно- и двумерной периодичностью. Корреляционная функция в двумерных системах. Симметрия по ориентации молекул. Нематические и холестерические жидкие кристаллы Флуктуации в жидких кристаллах  
Фазовые переходы второго рода. Скачок теплоемкости. Влияние внешнего поля на фазовый переход. Изменение симметрии при фазовом переходе второго р о д а. Флуктуации параметра порядка.  
Эффективный гамильтониан. Критические индексы. Масштабная инвариантность. Изолированные и критические точки непрерывного перехода. Фазовый переход второго рода в двумерной решетке. Ван-дер-ваальсова теория критической точки. Флуктуационная теория критической точке  
Поверхностное натяжение. Поверхностное натяжение кристаллов Поверхностное давление. Поверхностное натяжение растворов Поверхностное натяжение растворов сильных электролитов Адсорбция Смачивание Краевой угол. Образование зародышей при фазовых переходах Невозможность существования фаз в одномерных системах  
Уравнения движения вязкой жидкости Диссипация энергии в несжимаемой жидкости Течение по трубе Движение жидкости между вращающимися цилиндрами. Закон подобия. Течение при малых числах Рейнольдса. Ламинарный след. Вязкость суспензий. Точные решения уравнений

движения вязкой жидкости Колебательное движение в вязкой жидкости. Затухание гравитационных волн Трение и износ. Измерение коэффициента трения. Методы оценки износостойкости материалов

Ограниченность классической теории и необходимость перехода к квантовым понятиям. Гипотезы Планка, Эйнштейна, Бора, де Бройля, Корпускулярно-волновой дуализм. Эффект Комптона. Постоянная Планка. Квант света – фотон. Атом Бора, постулаты Бора. Соотношение неопределенности, Принцип Паули. Принцип дополнительности Бора

Волновая функция и принцип суперпозиции. Оператор Гамильтона. Уравнение Шредингера. Свойства симметрии решений одномерного уравнения Шредингера с четным потенциалом.

Законы сохранения. Плотность потока вероятности. Уравнение непрерывности в квантовой механике. Уравнения Шредингера в стационарном случае и его решения. Стационарные состояния. Общие свойства стационарных состояний одномерного движения

Устойчивость стационарного движения жидкости Устойчивость вращательного движения жидкости Устойчивость движения по трубе. Неустойчивость тангенциальных разрывов. Квазипериодическое движение и синхронизация частот Странный аттрактор Переход к турбулентности путем удвоения периодов Развитая турбулентность. Корреляционные функции скоростей. Турбулентная область и явление отрыва

Ламинарный пограничный слой Движение вблизи линии отрыва. Устойчивость движения в ламинарном пограничном слое Логарифмический профиль скоростей. Турбулентное течение в трубах. Турбулентный пограничный слой. Кризис сопротивления Хорошо обтекаемые тела. Индуктивное сопротивление. Подъемная сила тонкого крыла.

Общее уравнение переноса тепла. Теплопроводность в несжимаемой жидкости. Теплопроводность в неограниченной среде. Теплопроводность в ограниченной среде. Закон подобия для теплопередачи. Теплопередача в пограничном слое. Нагревание тела в движущейся жидкости Свободная конвекция. Конвективная неустойчивость неподвижной жидкости.

Уравнения гидродинамики для жидкой смеси. Коэффициенты диффузии и термодиффузии Диффузия взвешенных в жидкости частиц

Формула Лапласа. Капиллярные волны. Влияние адсорбированных пленок на движение жидкости.

Звуковые волны. Энергия и импульс звуковых волн Отражение и преломление звуковых волн. Геометрическая акустика. Распространение звука в движущейся среде Собственные колебания.

Сферические волны. Цилиндрические волны Общее решение волнового уравнения. Боковая волна. Излучение звука. Возбуждение звука турбулентностью. Принцип взаимности. Распространение звука по трубке. Рассеяние звука. Поглощение звука. Акустическое течение. Вторая вязкость Распространение возмущений в потоке сжимаемого газа. Стационарный поток сжимаемого газа. Поверхности разрыва Ударная адиабата. Ударные волны слабой интенсивности. Направление изменения величин в ударной волне. Эволюционность ударных волн

Ударные волны в политропном газе. Гофрировочная неустойчивость ударных волн Распространение ударной волны по трубе. Косая ударная волна Ширина ударных волн. Ударные волны в релаксирующей среде Изотермический скачок Слабые разрывы

Истечение газа через сопло. Вязкое движение сжимаемого газа по трубе. Одномерное автомодельное движение. Разрывы в начальных условиях. Одномерные бегущие волны.

Образование разрывов в звуковой волне. Характеристики. Инварианты Римана Произвольное одномерное движение сжимаемого газа. Задача о сильном взрыве. Сходящаяся сферическая ударная волна Теория «мелкой воды

Волна разрежения. Типы пересечений поверхностей разрыва. Пересечение ударных волн с твердой поверхностью. Сверхзвуковое обтекание угла. Обтекание конического острия.

Потенциальное движение сжимаемого газа. Стационарные простые волны. Уравнение Чаплыгина. Характеристики плоского стационарного течения. Уравнение Эйлера-Трикоми. Переход через звуковую скорость

Решения уравнения Эйлера-Трикоми вблизи неособых точек звуковой поверхности. Обтекание со звуковой скоростью Отражение слабого разрыва от звуковой линии

Образование ударных волн при сверхзвуковом обтекании тел Сверхзвуковое обтекание заостренного тела. Дозвуковое обтекание тонкого крыла. Сверхзвуковое обтекание крыла. Околосвуковой закон подобия. Гиперзвуковой закон подобия

Медленное горение. Детонация. Гаспространение детонационной волны. Соотношение между различными режимами горения. Конденсационные скачки

Тензор энергии-импульса жидкости. Релятивистские гидродинамические уравнения. Ударные волны в релятивистской гидродинамике. Релятивистские уравнения движения вязкой и теплопроводной среды

Основные свойства сверхтекучей жидкости Термомеханический эффект. Уравнения гидродинамики сверхтекучей жидкости. Диссипативные процессы в сверхтекучей жидкости. Распространение звука в сверхтекучей жидкости.

Статические деформации нематиков. Прямолинейные дисклинации в нематиках. Несингулярное осесимметричное решение уравнений равновесия нематиков. Топологические свойства дисклинаций.

Уравнения движения нематиков. Диссипативные коэффициенты нематиков. Распространение малых колебаний в нематиках Механика холестериков. Упругие свойства смектиков.. Дислокации в смектиках. Уравнения движения в смектиках. Звук в смектика

Магнитные свойства сверхпроводников. Сверхпроводящий ток. Критическое поле. Промежуточное состояние. Структура промежуточного состояния

Общая теория дифракции рентгеновых лучей. Интегральная интенсивность. Диффузное тепловое рассеяние рентгеновых лучей. Температурная зависимость сечения дифракции.

Рассеяние с малым изменением частоты. Рзлеевское рассеяние в газах и жидкостях. Критическая опалесценция. Рассеяние в жидких кристаллах. Рассеяние в аморфных твердых телах.

Оптические свойства одноосных кристаллов. Двухосные кристаллы. Двойное преломление в электрическом поле. Магнитооптические эффекты. Динамооптические явления.

Преобразование частот в нелинейных средах. Нелинейная проницаемость. Самофокусировка. Генерация второй гармоники. Сильные электромагнитные волны. Вынужденное комбинационное рассеяние.

Симметрия состояний электрона в решетке в магнитном поле. Электронный спектр нормальных металлов. Гриновская функция электронов в металле. Эффект де Гааза-ван Альвена. Электрон-фононное взаимодействие.

Влияние электрон-фононного взаимодействия на электронный спектр в металле. Электронный спектр твердых диэлектриков. Электроны и дырки в полупроводниках. Электронный спектр вблизи точки вырождения.

Молекулярные силы взаимодействия между твердыми телами. Общая формула. Молекулярные силы взаимодействия между твердыми телами. Предельные случаи. Асимптотическое поведение корреляционной функции в жидкости. Операторное выражение для диэлектрической проницаемости. Вырожденная плазма. Современное состояние проблемы.

## СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лифшиц Е.М., Ландау Л.Д. Теоретическая физика. В 10-х томах. - М.:5-том Физматлит, 2004
2. Лифшиц Е.М., Ландау Л.Д. Теоретическая физика. В 10-х томах. - М.:6-том Физматлит, 2004
3. Лифшиц Е.М., Ландау Л.Д. Теоретическая физика. В 10-х томах. - М.:7-том Физматлит, 2004
4. Лифшиц Е.М., Ландау Л.Д. Теоретическая физика. В 10-х томах. - М.:8-том Физматлит, 2004
5. Лифшиц Е.М., Ландау Л.Д. Теоретическая физика. В 10-х томах. - М.:9-том Физматлит, 2004.
6. Лифшиц Е.М., Ландау Л.Д. Теоретическая физика. В 10-х томах. - М.:10-том Физматлит, 2004
7. Л.П. Суханов. Лекции по квантовой механике. – Московский физ-тех институт.-2016. – 187 с.; Ландау, Л.Д. Теоретическая физика: Учебное пособие для вузов в 10 т. Т.3 Квантовая механика. (нерелятивистская теория). - М.: Физматлит, 2016. - 800 с.; Артеха, С.Н. Основания физики (критический взгляд): Квантовая механика / С.Н. Артеха. - М.: Ленанд, 2015. - 208 с.
8. Савельев, И.В. Курс физики. В 3-х томах. - СПб.: Лань, 2016.; Сивухин, Д.В. Общий курс физики: Учебное пособие: для вузов в 5 томах. - М.: Физматлит, 2017.
9. Л.П. Суханов. Лекции по квантовой механике. – Московский физ-тех институт.-2016. – 187 с.;

10.Ландау, Л.Д. Теоретическая физика: Учебное пособие для вузов в10т. Т.3  
Квантовая механика. (нерелятивистская теория). - М.: Физматлит, 2016. - 800  
с.;