

Дисциплина «**Элементы строения вещества**» относится к блоку математических и естественно-научных дисциплин (региональный компонент), является обязательным курсом.

Эти лекции являются заключительной частью курса общей физики для студентов-химиков. Предшествующие разделы этого курса «Механика, электричество и магнетизм», «Колебания и волны» посвящены систематическому изложению основных явлений и законов классической физики, сформировавшейся к концу XIX-середине XX века. Фактически, это физика явлений в вакууме, где свойства реальных систем описываются с помощью макроскопических феноменологических параметров, таких, например, как диэлектрическая (ϵ) и магнитная (μ) проницаемости, показатель преломления (n) и других. При этом не рассматривалась их связь с электронным микроскопическим строением вещества. В данном курсе ряд этих вопросов раскрывается с использованием результатов статистической физики и квантовой механики, а эти предметы студенты-химики ко второй половине третьего курса уже осваивают.

По сути, курс «**Элементы строения вещества**», завершающий цикл обучения по общей физике, являются введением в современную физику. Курс читается во **6-м семестре** студентам **3-го года обучения**.

Цели и задачи освоения дисциплины:

Цели: в результате освоения дисциплины обучающийся должен знать основные современные подходы к описанию свойств газов, жидкостей и твердых тел с использованием методов статистической физики и квантовой механики; уметь использовать полученную информацию об электронных и магнитных свойствах твердых тел для объяснения физических основ современных экспериментальных методов исследования вещества, применяемых в физических и химических исследованиях.

Задачи: получение базовых теоретических знаний и освоение методов описания физических свойств вещества. Умение использовать полученные базовые знания. Овладение знаниями о физических моделях, а также об ограничениях и границах их применимости.

Требования к результатам освоения содержания дисциплины

В результате освоения дисциплины студент должен **знать** основные свойства вещества в газообразном, жидком и твердом состоянии, а также методы их теоретического описания и способы использования в физических приборах; **уметь** использовать полученные базовые знания о строении вещества, **владеть** знаниями о физических моделях, а также об ограничениях и границах их применимости при описании различных физических явлений

Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е. (144 часа), из них 32 часа лекций и 112 часов - самостоятельная работа.

Вид работы	Всего
Общая трудоёмкость, акад. часов	144
Аудиторная работа:	32
Лекции, акад. часов	32
Семинары, акад. часов	
Лабораторные работы, акад. часов	
Самостоятельная работа, акад. часов	112
Вид итогового контроля (зачёт, зачёт с оценкой, экзамен)	экзамен

Лекции

№ раз-дела	Наименование раздела	Содержание раздела
1	Молекулярно-кинетические свойства вещества.	Ансамбль частиц. Макроскопические свойства ансамбля. Флуктуации. Идеальный газ. Уравнение состояния. Распределение Максвелла-Больцмана. Квантовый ансамбль частиц. Статистика Ферми-Дирака и Бозе-Эйнштейна. Плотность состояний
		.Реальный газ. Уравнение состояния реальных газов. Критическое состояние. Эффект Джоуля-Томсона. Сжижение газов. Сверхнизкие температуры. Взаимодействие между частицами. Межмолекулярные силы. Гамильтониан системы взаимодействующих частиц. Конфигурационный интеграл.
		Понятие о приближенных методах статистического описания ансамбля взаимодействующих частиц- вириальное разложение, метод корреляционных функций, решеточные методы.
		Жидкое состояние. Силы взаимодействия между молекулами жидкости. Ближний порядок. Движение молекул в жидкости; представления Френкеля, динамические аналоги. Радиальная функция распределения. Понятие о теоретических подходах описания состояния жидкости.
		Кристаллы. Дальний порядок в упаковке атомов. Симметрия. Типы связей. Колебания атомов в кристалле, оптические и акустические фононы. Квантовая теория теплоемкости твердых тел Эйнштейна и Дебая. Упругие свойства твердых тел. Основные виды упругих деформаций.
		Дефекты кристалла. Блочная структура. Дислокации и их движение. Основные типы точечных дефектов в кристалле. Статистика дефектов. Современные методы исследования поверхности твердых тел: электронная, полевая, ионная микроскопия; дифракция медленных электронов, туннельная и атомная силовая сканирующая микроскопия.
		Дефекты кристалла. Блочная структура. Дислокации и их движение. Основные типы точечных дефектов в кристалле. Статистика дефектов. Современные методы исследования поверхности твердых тел: электронная, полевая, ионная микроскопия; дифракция медленных электронов, туннельная и атомная силовая сканирующая микроскопия
2	Электронные свойства вещества.	Электронное строение твердого тела. Свободный электронный газ Ферми. Плотность состояний. Энергия Ферми. Зонная модель твердого тела. Металлы, полупроводники и диэлектрики.
		.Металлы. Механизм электропроводности. Эффект Холла, определение концентрации электронов. Термоэлектронная эмиссия, работа выхода. Понятие о сверхпроводимости металлов. Высокотемпературная сверхпроводимость.
		Полупроводники. Электроны и дырки. Понятие об эффективной массе носителей заряда. Статистика электронов и дырок в полупроводниках. Энергия Ферми. Собственные и примесные полупроводники. Электропроводность полупроводников. Процессы генерации

		и рекомбинации электронов и дырок, неравновесные носители заряда. Взаимодействие электронов с колебаниями решетки, поляроны, акустоэлектронные явления.
		Явления в контактах. Контактная разность потенциалов. Термо-ЭДС. Контакт металл-полупроводник (барьер Шоттки), p-n-переход, выпрямители. Инжекция носителей в полупроводник, понятие о работе транзистора.
		Магнитные свойства вещества. Диамагнетизм атомов и молекул, формула Ланжевена. Парамагнетизм, закон Кюри. Спиновый и орбитальный магнетизм атомов. Нормальный и аномальный, эффект Зеемана.
		Явление электронного и ядерного магнитного резонанса, исследование свойств вещества методом ЭПР и ЯМР.
		Ферромагнетизм твердых, тел. Магнитный порядок, ферро-, антиферро- и ферримагнетизм. Доменная структура. Ферриты и их применение.
3	Взаимодействие вещества с электромагнитными волнами.	Диэлектрики. Диэлектрическая проницаемость и поляризуемость диэлектриков. Понятие о тензоре поляризуемости. Формула Клаузиуса-Моссоти-Дебая. Определение дипольных моментов молекул. Поведение диэлектриков в высокочастотных электрических полях. Диэлектрические потери, времена релаксации. Сегнетоэлектрики. Электреты и их применение.
		Показатель преломления вещества. Поглощение электромагнитных волн. Нормальная и аномальная дисперсия световых волн. Рассеяние света. Понятие о нелинейной оптике. Нелинейная поляризация вещества. Явление самофокусировки, генерация гармоник. Вынужденное рассеяние света, использование этого явления для исследования вещества.
		Электронные переходы в твердом теле, вызванные электромагнитным излучением. Внешний фотоэффект в металлах и полупроводниках; красная граница фотоэффекта. Внутренний, фотоэффект, примесная и собственная фотопроводимость, экситоны. Люминесценция твердых тел. Принцип работы оптических квантовых генераторов, основные виды лазеров и их применение.

Перечень вопросов к зачёту:

- Распределение Максвелла-Больцмана.
- Реальный газ, уравнение Ван-дер-Ваальса.
- Эффект Джоуля-Томсона.
- Понятие о флуктуациях.
- Межмолекулярные силы.
- Понятие о статистической теории жидкости.
- Понятие о статистических методах описания конденсированных систем.
- Колебания кристаллической решетки, понятие о фононах.

- Теория теплоемкости Эйнштейна.
- Теория теплоемкости Дебая.
- Дефекты твердого тела; дислокации и точечные дефекты.
- Теория свободного электронного газа Лоренца.
- Понятие о зонной теории твердого тела.
- Структура зон металлов, полупроводников и диэлектриков.
- Статистика электронов и дырок в полупроводниках.
- Электропроводность металлов, понятие о сверхпроводимости.
- Собственная и примесная проводимость полупроводников.
- Эффект Холла.
- Контакты между металлами и полупроводниками, р-п переход.
- Понятие о работе транзистора.
- Термоэлектрические явления.
- Диамагнетизм, прецессия Лармора.
- Парамагнетизм, закон Кюри, магнитные моменты атомов.
- Нормальный и аномальный эффект Зеемана.
- Понятие об ЭПР (электронном парамагнитном резонансе).
- Понятие об ЯМР (ядерном магнитном резонансе).
- Ферро- и антиферромагнетизм.
- Диэлектрики. Диэлектрическая проницаемость и поляризуемость диэлектриков. Понятие о тензоре поляризуемости. Формула Клаузиуса-Моссоти-Дебая.
 - Показатель преломления вещества. Поглощение электромагнитных волн. Нормальная и аномальная дисперсия световых волн. Профессор
 - Электронные переходы в твердом теле, вызванные электромагнитным излучением. Внешний фотоэффект в металлах и полупроводниках; красная граница фотоэффекта. Внутренний, фотоэффект, примесная и собственная фотопроводимость.

Основная литература

1. Полторак О.М. *Лекции по химической термодинамике. Высшая школа, М., 1971.*
2. Рейф Ф. *Статистическая физика (Берклиевский курс физики. т.5. Наука, М., 1972.*
3. Матвеев А.Н. *Молекулярная физика. Высшая школа, М., 1981.*
4. Савельев И.В. *Курс общей физики. т.3. Наука, М., 1979.*
5. Киттель Ч. *Элементарная физика твердого тела. Наука. М., 1965.*
6. Кринчик Г.С. *Физика магнитных явлений. Изд. МГУ, 1976.*
7. Стилбанс Л.С. *Физика полупроводников. Наука, М., 1967.*

Дополнительная литература

1. Савельев И.В.. *Курс общей физики. т. 1, 2. М.: Физматлит, 1998 и др. изд.*
2. Калашников С.Г.. *Электричество. М., 1985 и последующие издания.*

