

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Саидов Заурбек Асланбекович

Должность: Ректор

Дата подписания: 13.04.2022 13:16:13

Уникальный программный ключ:

2e8339f3ca5e6a5b4531845a12d1bb5d1821f0ab

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ЧЕЧЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**



**УТВЕРЖДАЮ**

**Проректор по учебной работе**

**Н.У. Ярычев**

«*13*» *апреля* 2021г.

**Программа вступительных экзаменов в магистратуру по  
направлению 03.04.02 Физика  
Профиль – Физика конденсированного состояния**

Программа одобрена на заседании кафедры «Общая физика»

Протокол №1 от «03» сентября 2020г.

И.о. заведующего кафедрой *С.Х. Алихаджиев* С.Х. Алихаджиев

Разработчик программы *Д.З. Элимханов* Д.З. Элимханов к.ф.-м.н., доцент

Грозный – 2021 г.

## 1. Пояснительная записка

Вступительные испытания по направлению 03.04.02 Физика, магистерская программа «Физика конденсированного состояния» (очная и очно-заочная форма обучения) проводятся для лиц, желающих освоить программу подготовки магистра по данному направлению. Цель вступительных испытаний заключается в определении уровня профессиональной компетентности и готовности поступающих в магистратуру к освоению программы подготовки магистра в области физики атмосферы и околоземного космического пространства. Лица, желающие освоить программу подготовки магистра, должны иметь высшее образование определенной степени, подтвержденное документом государственного образца. Лица, имеющие диплом о высшем образовании, зачисляются на программу магистерской подготовки на конкурсной основе. Условия конкурсного отбора определяются вузом на основе федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по данному направлению подготовки. Вступительные испытания проводятся в форме комплексного вступительного междисциплинарного экзамена. Абитуриентам необходимо показать знание основных учений, теорий и концепций науки:

- иметь системное представление о структурах и тенденциях развития физических наук;
- понимать сущность, социальную значимость и основные проблемы физики;
- знать теоретические основы и закономерности протекания физических процессов;
- уметь выявлять проблемы физического характера при анализе конкретных ситуаций, предлагать способы их решения и оценивать ожидаемые результаты;

– владеть специальной профессиональной терминологией и лексикой специальности;

– владеть основными методами обработки, систематизации и анализа физических данных.

Задачи магистерской подготовки:

- при подготовке магистров ориентироваться на решение конкретных научно-производственных задач;

- организовывать производственно-значимую практику, привлекая к ее проведению руководителей и ведущих сотрудников профильных предприятий и организаций;

- готовить магистра «на опережение», с учетом перспективы развития производства; - стремиться при подготовке магистра ориентироваться на уровень производства в странах Европы;

- подготовить профессионалов для успешной карьеры в международных и российских компаниях, а также научно-исследовательской деятельности.

Перспективы развития магистерской подготовки:

- сетевое взаимодействие с ведущими вузами страны;

- развитие академической мобильности магистрантов и ППС.

Магистр по направлению подготовки 03.04.02 Физика может быть подготовлен к решению профессиональных задач в соответствии с профильной направленностью магистерской программы и видами профессиональной деятельности:

- научно-исследовательская,
- педагогическая.

Выпускники направления 03.04.02 Физика имеют возможность продолжить свое обучение в аспирантуре университета по направлению «Физика и астрономия».

## **2. Критерии оценки знаний поступающих в магистратуру**

Критерии оценки знаний абитуриентов на экзамене служат для экзаменатора основой определения и оценки реального уровня знаний, показанного каждым абитуриентом при ответе на вопросы экзаменационного билета. При проверке усвоения материала выявляется полнота усвоения теории и умение применять ее на практике при решении конкретных задач. Экзаменационная оценка зависит также от наличия и характера погрешностей и ошибок, допущенных абитуриентами. Поступающим в магистратуру предлагается задание, включающее два теоретических вопроса, каждый из которых относится к одной из указанных выше дисциплин. Кроме ответа на теоретические вопросы предполагается обсуждение предполагаемой темы исследования, уточнение области научных интересов, обсуждение выпускной квалификационной работы (бакалаврской или дипломной) и т.п. Задания оцениваются по 100 балльной шкале следующим образом: первый вопрос - 50 баллов, второй вопрос - 50 баллов. Для выяснения глубины знаний абитуриентов предполагаются дополнительные (уточняющие) вопросы. Максимальная сумма баллов уменьшается на сумму потерянных баллов за допущенные ошибки и недочеты. При оценке работы счет потерянных баллов ведется следующим образом: – полностью отсутствует ответ – снимаются все баллы по данному вопросу; – за неполный ответ баллы снимаются пропорционально объему изложенного материала; – за фрагментарность ответа, отсутствие содержательных связей между отдельными его частями, отсутствие логики в изложении – до 50% баллов; – за неполное или неправильное определение понятий, категорий, признаков, оснований классификации, ошибки в названиях, неправильное определение субъектов отношений, их правового статуса – до 30% баллов; – за недочеты (неполная характеристика структурного элемента вопроса при изложении существенного материала, нарушение последовательности изложения и др.) – до 20% баллов. По окончании устного ответа баллы, начисленные за каждое задание, суммируются (при этом дробные баллы округляются до целого

числа). Необходимое количество равно 61 баллу для прохождения вступительных испытаний в магистратуру.

### 3. Содержание программы

1. Статистический подход к описанию молекулярных явлений. Статистические закономерности и описание системы многих частиц. Молекулярная система как совокупность частиц и как сплошная среда. Каноническое распределение Гиббса для системы в термостате.

2. Идеальный газ. Модель идеального газа. Равновесное пространственное распределение частиц идеального газа. Биноминальное распределение (распределение Бернулли). Молекулярная теория давления идеального газа. Уравнение состояния идеального газа (уравнение Клапейрона-Менделеева).

3. Статистика идеального газа. Распределение молекул газа по скоростям. Распределение Максвелла. Распределение Больцмана. Барометрическая формула. Распределение Максвелла-Больцмана и его экспериментальная проверка.

4. Броуновское движение. Длина свободного пробега. Частота соударений. Теорема о равномерном распределении кинетической энергии по степеням свободы. Характер движения броуновских частиц. Стохастические дифференциальные уравнения.

5. Термодинамический подход к описанию молекулярных явлений. Термодинамические параметры. Термодинамические системы. Задание системы с помощью уравнений состояния. Нулевое начало термодинамики. Понятие термодинамического равновесия.

6. Теплоемкость системы. Теплоемкость идеального газа. Связь теплоемкости газа с числом степеней свободы молекул. Уравнение Майера. Политропический процесс. Уравнение политропы и его частные случаи. Классическая теория теплоемкости твердых тел. Закон Дюлонга и Пти. Квантовая теория теплоемкости с учетом внутренних движений. Закон Дебая.

7. Первое и второе начала термодинамики. Дифференциальная форма первого начала. Неравенство Клаузиуса. Формулировка Клаузиуса и Томсона

(Кельвина) второго начала термодинамики. Понятие энтропии термодинамической системы. Закон возрастания энтропии в неравновесной изолированной системе. Термодинамическая вероятность. Статистическая интерпретация второго начала термодинамики.

8. Реальные газы и жидкости. Неидеальный классический одноатомный газ. Парная корреляционная функция и её связь с энергией. Реальные газы. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Силы межмолекулярного взаимодействия. Потенциал Леннарда-Джонса.

9. Термодинамические потенциалы. Метод термодинамических потенциалов. Условия равновесия и устойчивости однородной системы. Термодинамические тождества. Термодинамическое описание газов, магнетиков, диэлектриков.

10. Твердые тела. Кристаллические и аморфные состояния. Кристаллы. Симметрия кристаллов. Элементы точечной симметрии. Трансляция и трансляционная симметрия. Кристаллическая решетка. Элементарная ячейка. Фазы переменного состава. Дефекты в кристаллах. Дислокации. Понятие о жидких кристаллах.

11. Фазовые переходы первого и второго рода. Фаза. Классификация фазовых переходов по Эренфесту. Термодинамический потенциал Гиббса как функция состояния. Фазовые переходы первого рода. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса. Фазовые переходы второго рода. Теория фазовых переходов и критических явлений. Условия химического равновесия.

12. Явления переноса. Понятие о релаксационных процессах в молекулярных системах. Диффузия: закон Фика. Внутреннее трение: закон Ньютона-Стокса. Теплопроводность: закон Фурье. Уравнение переноса. Явление переноса в газах. Теорема Лиувилля и уравнение Лиувилля для классической функции распределения. Кинетическое распределение Больцмана. Явления переноса в ультроразреженных газах.

13. Электростатическое поле. Вектор напряженности электрического поля и его связь с потенциалом. Теорема Остроградского-Гаусса, её

представление в дифференциальной форме. Поле диполя. Силы, действующие на диполь в электрическом поле. Энергия электрического диполя во внешнем поле.

14. Потенциальность электростатического поля. Потенциал. Связь потенциала с вектором напряженности электростатического поля. Теорема о циркуляции и её представление в дифференциальной форме. Уравнение Пуассона и математическая постановка задач электростатики.

15. Проводники в электрическом поле. Напряженность электрического поля у поверхности и внутри проводника. Распределение заряда по поверхности проводника. Электроемкость. Конденсаторы. Энергия заряженного конденсатора.

16. Диэлектрики в электрическом поле. Вектор поляризации. Свободные и связанные заряды. Вектор электрической индукции. Термодинамическое описание диэлектриков. Диэлектрическая проницаемость и диэлектрическая восприимчивость вещества. Понятие о тензоре диэлектрической проницаемости. Энергия диэлектрика во внешнем электрическом поле. Пондеромоторные силы в электрическом поле и методы их вычисления. Тензор натяжений Максвелла.

17. Электронная теория поляризации диэлектриков. Локальное поле. Неполярные диэлектрики. Формула Клаузиуса-Мосотти. Полярные диэлектрики. Функция Ланжевена.

18. Постоянный электрический ток. Уравнение непрерывности. Условие стационарности тока. Электросопротивление. Удельная электропроводность вещества. Дифференциальная форма закона Ома. Закон Джоуля-Ленца и его дифференциальная форма. Сторонние силы. ЭДС.

19. Магнитное поле квазистационарных токов. Элементарный ток и его магнитный момент. Дипольный магнитный момент токов. Магнитное поле в дипольном приближении. Сила Лоренца. Эффект Холла.

20. Магнитное поле в сплошной среде. Вектор намагниченности и его связь с молекулярными токами. Вектор напряженности магнитного поля.

Магнитная проницаемость и магнитная восприимчивость вещества. Понятие о тензоре магнитной проницаемости. Граничные условия для векторов напряженности и индукции магнитного поля в кусочно-однородной среде.

21. Магнетики. Классификация магнетиков. Классическое описание диамагнетизма. Объяснение парамагнетизма по Ланжевону. Гиромагнитное отношение. Ферромагнетики. Доменная структура. Гистерезис намагничивания. Магнитная анизотропия. Ферромагнетизм - как следствие действия обменных сил. Температурная зависимость намагниченности. Точка Кюри.

22. Явление электромагнитной индукции. Закон электромагнитной индукции Фарадея и его формулировка в дифференциальной форме. Магнитная энергия контура с током. Энергия магнитного поля, её объемная плотность. Энергия магнитного поля в веществе.

23. Механизмы электропроводности твердых тел. Проводники. Основные положения классической электронной теории проводимости Друде-Лоренца. Понятие о зонной теории твердых тел. Энергетические уровни и формирование энергетических зон. Принцип Паули. Статистика Ферми-Дирака. Особенности зонной структуры диэлектриков, полупроводников и металлов.

24. Основы квантовой теории твердого тела. Модели твердого тела. Представление о квазичастицах. Фононы. Экситоны. Электрон-фононный гамильтониан. Сверхпроводимость. Основные свойства сверхпроводников. Эффект Мейснера, критическое магнитное поле. Взаимодействие частиц с кристаллической решеткой. Полярон.

25. Уравнения Максвелла. Электромагнитное поле. Уравнения Максвелла как обобщение экспериментальных данных. Электромагнитные волны в вакууме. Электрическое дипольное излучение.

26. Плоские электромагнитные волны в прозрачном веществе. Волновое уравнение. Скорость света в однородных изотропных диэлектриках. Плотность энергии и импульса электромагнитных волн.

27. Явление интерференции. Интерференция монохроматических волн. Получение интерференционных картин делением волнового фронта (метод Юнга) и делением амплитуды (метод Френеля). Понятие о Фурье-спектроскопии. Пространственная когерентность.

28. Явление дифракции. Принцип Гюйгенса-Френеля, его интегральная запись и трактовка. Законы Френеля. Зонные пластинки. Спираль Корню. Понятие о теории дифракции Кирхгофа. Приближение Френеля и приближение Фраунгофера. Амплитудные и фазовые дифракционные решетки.

29. Дисперсия диэлектрической проницаемости. Физический смысл комплексной диэлектрической проницаемости. Формула Крамерса-Кронига. Пространственная дисперсия. Классическая электронная теория дисперсии. Фазовая и групповая скорости, их соотношение. Нормальная и аномальная дисперсия показателя преломления. Поглощение света. Закон Бугера-Ламберта-Бера. Особенности распространения света в металлах. Отражение света поверхностью металла.

30. Поляризация света. Поляризация естественного света. Оптические явления на границе раздела изотропных диэлектриков. Поляризация отраженной и преломленной волн. Угол Брюстера. Распространения световых волн в анизотропных средах. Одноосные и двухосные кристаллы. Двойное лучепреломление света. Анизотропия оптических свойств.

31. Оптическое излучение. Классическая модель затухающего дипольного осциллятора. Лоренцева форма и ширина линии излучения. Тепловое излучение. Излучательная и поглощательная способности вещества, их соотношение. Модель абсолютно черного тела. Закон Стефана-Больцмана, формула смещения Вина. Формула Рэлея - Джинса. Спектральная плотность энергии равновесного электромагнитного излучения. Формула Планка.

32. Излучение света атомами и молекулами. Модель двухуровневой системы. Взаимодействие двухуровневой системы с излучением: спонтанные

и вынужденные переходы. Коэффициенты Эйнштейна. Многоуровневые системы. Резонансное усиление света при инверсной заселенности энергетических уровней. Лазеры - устройство и принцип работы. Продольные и поперечные моды.

33. Дуализм явлений микромира. Дискретные свойства волн, волновые свойства частиц. Равновесное электромагнитное излучение в полости. Кванты излучения. Формула Планка. Фотоэффект. Рассеяние электромагнитного излучения на свободных зарядах. Эффект Комптона. Тормозное рентгеновское излучение. Волновые свойства частиц. Опыты Девиссона-Джермера и Томсона. Волны де Бройля. Принцип неопределенности.

34. Основы квантовой механики. Квантовая система, ее состояние, измеряемые параметры. Линейные операторы и наблюдаемые. Волновая функция, ее свойства. Уравнение Шредингера. Стационарные и нестационарные состояния. Плотность вероятности и плотность потока вероятности. 10

35. Одноэлектронный атом. Уравнение Шредингера с центрально-симметричным потенциалом. Радиальное уравнение. Уровни энергии. Квантовые числа. Атом водорода. Уровни энергии и волновые функции стационарных состояний. Вырождение уровней по орбитальному моменту. Орбитальный механический и магнитный моменты электрона. Экспериментальное определение магнитных моментов. Опыт Штерна и Герлаха. Спин электрона. Собственный магнитный момент электрона.

36. Многоэлектронные атомы. Общие принципы описания многоэлектронного атома. Одноэлектронное состояние. Атомные оболочки и под оболочки. Модель атома Томаса-Ферми и самосогласованное поле атома. Электронная конфигурация. Волновые функции конфигурации с определенным спином. Терм. Тонкая структура терма. Правило интервалов Ланде. Спин и магнитный момент нуклонов и ядра. Сверхтонкая структура

атомный спектр. Изотопические эффекты в атомах. Периодическая система элементов. Правило Хунда. Основные термы атомов.

37. Атом во внешнем поле. Атом в магнитном поле. Слабое и сильное поле. Фактор Ланде. Эффекты Зеемана и Пашена-Бака. Электронный парамагнитный резонанс (ЭПР). Атом в электрическом поле. Эффект Штарка.

38. Химическая связь, молекулы. Адиабатическое приближение. Молекула водорода. Теория Гайтлера-Лондона. Химическая связь. Ковалентная и ионная связи. Валентность. Насыщение химических связей. Молекулярная орбиталь. Общие представления о колебательном и вращательном движении ядер в молекулах. Спектры двухатомных молекул. Правило отбора для электромагнитных переходов в двухатомных молекулах. Принцип Франка-Кондона.

39. Основы квантовой теории твердого тела. Модели твердого тела. Состояние электронов в кристаллической решетке. Зоны Бриллюэна, энергетические зоны. Примеси и примесные уровни. Дефекты. Статистика носителей заряда. Неравновесные электроны и дырки. Проводимости и кинетические свойства диэлектриков, металлов и полупроводников.

40. Представление о квазичастицах. Акустические и оптические фононы, плазмоны, экситоны Френкеля и Ванье. Конденсация бозонов. Электрон-фононный гамильтониан. Сверхпроводимость, модель БКШ. Сверхтекучесть. Взаимодействие света с кристаллической решеткой.

41. Идеальные системы в статистической механике. Статистика Бозе-Эйнштейна и статистика Ферми-Дирака. Переход к классической статистике Больцмана. Ферми-газ при низких температурах. Электронный газ в металлах. Релятивистский вырожденный ферми-газ. Фотонный газ. Квантовая теория теплоемкости многоатомного идеального газа с учетом внутренних молекулярных движений.

42. Физическая кинетика. Микроскопическое состояние системы многих частиц в квантовой и классической теориях. Теорема Лиувилля и

уравнение Лиувилля для классической функции распределения. Цепочка уравнений Боголюбова для неравновесных функций распределения. Приближение самосогласованного поля, уравнение Власова.

43. Свойства атомных ядер. Опыт Резерфорда. Масса и энергия связи ядра. Стабильные и радиоактивные ядра. Квантовые характеристики ядерных состояний. Спин ядра. Статические мультипольные моменты ядер. Радиоактивность. Закон радиоактивного распада. Эффект Мессбауэра.

44. Нуклон - нуклонное взаимодействие и свойства ядерных сил. Система двух нуклонов. Нуклон - нуклонное рассеяние. Спиновая зависимость ядерных сил. Тензорный характер ядерных сил. Зарядовая независимость ядерных сил. Изоспин. Обменный характер ядерных сил. Модели атомных ядер. Физическое обоснование оболочечной модели. Одночастичные состояния в ядерном потенциале. Обобщенная модель ядра.

45. Частицы и взаимодействия. Четыре типа фундаментальных взаимодействий. Основные характеристики частиц. Классификация частиц. Электромагнитные взаимодействия. Основные свойства электромагнитного взаимодействия.

46. Сильные и слабые взаимодействия. Классификация адронов. Странность и другие адронные квантовые числа. Кварки. Глюоны. Потенциал сильного взаимодействия. Слабые взаимодействия. Основные характеристики слабого взаимодействия. Нейтрино и антинейтрино. Объединение электромагнитных и слабых взаимодействий.

#### 4. Перечень вопросов к вступительным испытаниям

1. Статистический подход к описанию молекулярных явлений. Статистические закономерности и описание системы многих частиц.
2. Модель идеального газа. Молекулярная теория давления идеального газа. Уравнение состояния идеального газа.
3. Статистика идеального газа. Распределение молекул газа по скоростям.
4. Броуновское движение. Длина свободного пробега. Характер движения броуновских частиц. Стохастические дифференциальные уравнения.
5. Термодинамический подход к описанию молекулярных явлений. Термодинамические параметры. Термодинамические системы. Понятие термодинамического равновесия.
6. Теплоемкость системы. Теплоемкость идеального газа. Классическая теория теплоемкости твердых тел. Закон Дюлонга и Пти. Квантовая теория теплоемкости с учетом внутренних движений.
7. Первое и второе начала термодинамики. Дифференциальная форма первого начала. Формулировка Клаузиуса и Томсона (Кельвина) второго начала термодинамики.
8. Реальные газы и жидкости. Неидеальный классический одноатомный газ. Реальные газы. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Потенциал Леннарда-Джонса.
9. Термодинамические потенциалы. Метод термодинамических потенциалов.
10. Твердые тела. Кристаллические и аморфные состояния. Кристаллы.
11. Фазовые переходы первого и второго рода. Теория фазовых переходов и критических явлений. Условия химического равновесия.
12. Явления переноса. Диффузия: закон Фика. Внутреннее трение: закон Ньютона-Стокса. Теплопроводность: закон Фурье. Явление переноса в газах.

13. Электростатическое поле. Вектор напряженности электрического поля и его связь с потенциалом.

14. Потенциальность электростатического поля. Потенциал. Уравнение Пуассона и математическая постановка задач электростатики.

15. Проводники в электрическом поле. Электроемкость. Энергия заряженного конденсатора.

16. Диэлектрики в электрическом поле. Вектор электрической индукции. Диэлектрическая проницаемость и диэлектрическая восприимчивость вещества. Пондеромоторные силы в электрическом поле и методы их вычисления.

17. Электронная теория поляризации диэлектриков. неполярные диэлектрики. Формула Клаузиуса-Мосотти. Полярные диэлектрики.

18. Постоянный электрический ток. Условие стационарности тока. Дифференциальная форма закона Ома.

19. Магнитное поле квазистационарных токов. Элементарный ток и его магнитный момент. Дипольный магнитный момент токов. Магнитное поле в дипольном приближении.

20. Магнитное поле в сплошной среде. Вектор намагниченности и его связь с молекулярными токами. Граничные условия для векторов напряженности и индукции магнитного поля в кусочно-однородной среде.

21. Магнетики. Классификация магнетиков. Классическое описание диамагнетизма. Объяснение парамагнетизма по Ланжевону. Ферромагнетизм - как следствие действия обменных сил.

22. Явление электромагнитной индукции. Закон электромагнитной индукции Фарадея его формулировка в дифференциальной форме. Энергия магнитного поля, её объемная плотность.

23. Механизмы электропроводности твердых тел. Основные положения классической электронной теории проводимости Друде-Лоренца. Особенности зонной структуры диэлектриков, полупроводников и металлов.

24. Основы квантовой теории твердого тела. Модели твердого тела. Представление о квазичастицах. Взаимодействие частиц с кристаллической решеткой.

25. Уравнения Максвелла. Электромагнитное поле. Уравнения Максвелла как обобщение экспериментальных данных.

26. Плоские электромагнитные волны в прозрачном веществе. Волновое уравнение. Плотность энергии и импульса электромагнитных волн. Вектор Умова-Пойнтинга.

27. Явление интерференции. Интерференция монохроматических волн. Понятие о Фурье-спектрокопии.

28. Явление дифракции. Принцип Гюйгенса-Френеля. Приближение Френеля и приближение Фраунгофера. Амплитудные и фазовые дифракционные решетки.

29. Дисперсия диэлектрической проницаемости. Физический смысл комплексной диэлектрической проницаемости. Пространственная дисперсия. Классическая электронная теория дисперсии.

30. Поляризация света. Поляризация естественного света. Оптические явления на границе раздела изотропных диэлектриков. Угол Брюстера. Распространения световых волн в анизотропных средах. Анизотропия оптических свойств.

31. Оптическое излучение. Классическая модель затухающего дипольного осциллятора. Тепловое излучение. Модель абсолютно черного тела. Закон Стефана-Больцмана, формула смещения Вина. Формула Планка.

32. Излучение света атомами и молекулами. Модель двухуровневой системы. Взаимодействие двухуровневой системы с излучением: спонтанные и вынужденные переходы. Многоуровневые системы.

33. Дуализм явлений микромира. Дискретные свойства волн, волновые свойства частиц.

34. Основы квантовой механики. Квантовая система, ее состояние, измеряемые параметры. Волновая функция, ее свойства. Уравнение Шредингера.

35. Одноэлектронный атом. Уравнение Шредингера с центрально симметричным потенциалом. Радиальное уравнение. Орбитальный механический и магнитный моменты электрона. Опыт Штерна и Герлаха. Собственный магнитный момент электрона.

36. Многоэлектронные атомы. Общие принципы описания многоэлектронного атома. Одноэлектронное состояние. Атомные оболочки и подоболочки. Терм. Тонкая структура терма. Основные термы атомов.

37. Атом во внешнем поле. Атом в магнитном поле. Эффекты Зеемана и Пашена-Бака. Электронный парамагнитный резонанс (ЭПР). Атом в электрическом поле.

38. Химическая связь, молекулы. Адиабатическое приближение. Теория Гайтлера-Лондона. Ковалентная и ионная связи. Спектры двухатомных молекул. Правило отбора для электромагнитных переходов в двухатомных молекулах.

39. Основы квантовой теории твердого тела. Модели твердого тела. Состояние электронов в кристаллической решетке. Зоны Бриллюэна, энергетические зоны

40. Представление о квазичастицах. Акустические и оптические фононы, плазмоны, экситоны Френкеля и Ванье. Сверхпроводимость, модель БКШ. Сверхтекучесть.

41. Идеальные системы в статистической механике. Статистика Бозе-Эйнштейна и статистика Ферми-Дирака. 42. Физическая кинетика. Микроскопическое состояние системы многих частиц в квантовой и классической теориях.

43. Свойства атомных ядер. Опыт Резерфорда. Масса и энергия связи ядра. Стабильные и радиоактивные ядра Радиоактивность. Закон радиоактивного распада.

44. Нуклон - нуклонное взаимодействие и свойства ядерных сил. Спиновая зависимость ядерных сил. Зарядовая независимость ядерных сил. Обменный характер ядерных сил. Модели атомных ядер.

45. Частицы и взаимодействия. Четыре типа фундаментальных взаимодействий. Основные характеристики частиц. Классификация частиц.

46. Сильные и слабые взаимодействия. Классификация адронов. Потенциал сильного взаимодействия. Слабые взаимодействия. Объединение электромагнитных и слабых взаимодействий.

47. Жидкое состояние. Типы жидкостей. Квазикристаллическая модель Я.И. Френкеля. Модель Бернала

48. Коллоидные дисперсии. Коллоидная частица в жидкости. Уравнение Эйнштейна. Фазовые диаграммы коллоидов

## 5. Рекомендуемая литература

### Основная литература

1. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Т.2. Термодинамика и молекулярная физика. М.:Физматлит, 2014.
2. Матвеев А.Н. Молекулярная физика. СПб.: Лань, 2009.
3. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Т.3. М.: Физматлит МФТИ, 2014.
4. Савельев И.В., Курс общей физики, Том 3. Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц. 9-е изд. СПб.: Лань, 2011.
5. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Т.4. Оптика. М.: Физматлит, 2014.
6. Сивухин Д.В., Общий курс физики. Том 5. Атомная и ядерная физика. Изд. 3. М.: Физматлит, 2014.
7. Матвеев А.Н. Атомная физика. Изд. 2-е. СПб.: Лань, 2009.
8. Капитонов И.М. Введение в физику ядра и частиц. М.: Физматлит, 2010.

### Дополнительная литература

1. Савельев И.В. Курс общей физики. Т.1. Механика. Молекулярная физика. 10-е изд. СПб.: Лань, 2008.
2. Телеснин В.Р. Молекулярная физика. СПб.: Лань, 2009.
3. Савельев И.В. Курс общей физики. Т.2. М.: КноРус, 2009
4. Парселл Э. Электричество и магнетизм. Учебное пособие. 3-е изд. СПб.: Лань, 2005.
5. Ахманов С.А., Никитин С.Ю. Физическая оптика. М.: МГУ, 2004.
6. Дж. Блейкмор, Физика твердого тела. М.: Мир, 1988.