

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
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«ЧЕЧЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ



Утверждаю:

Ректор

З.А. Саидов

26

09

2018 г.

ПРОГРАММА

вступительного испытания в аспирантуру по направлению

03.06.01 Физика и астрономия

(направленность 01.04.07 – Физика конденсированного состояния)

Грозный

2018

1. Общие положения

Программа предназначена для подготовки к вступительному испытанию для поступающих в аспирантуру факультета физики и ИКТ Чеченского государственного университета по направлению 03.06.01 «Физика и астрономия».

Основой направления подготовки 03.06.01 «Физика и астрономия» (направленность 01.04.07 – Физика конденсированного состояния) является теоретическое и экспериментальное исследование природы кристаллических и аморфных, неорганических и органических веществ в твердом и жидком состояниях, а также изменение их физико-химических и поверхностных свойств при различных внешних воздействиях.

Области исследований:

1. Теоретическое и экспериментальное изучение физической природы свойств металлов и их сплавов, неорганических и органических соединений, диэлектриков и полупроводников, как в твердом, так и в аморфном состоянии в зависимости от их химического состава, температуры и давления.

2. Теоретическое и экспериментальное исследование физических свойств неупорядоченных неорганических и органических систем, включая классические и квантовые жидкости, стекла различной природы и дисперсные системы.

3. Изучение экспериментального состояния конденсированных веществ (сильное сжатие, ударные воздействия, изменение гравитационных полей, низкие температуры), фазовых переходов в них и их фазовые диаграммы состояния.

4. Теоретическое и экспериментальное исследование воздействия различных видов излучений, высокотемпературной плазмы на природу изменений физических свойств конденсированных веществ.

5. Разработка математических моделей построения фазовых диаграмм состояния и прогнозирование изменения физических свойств конденсированных веществ в зависимости от внешних условий их нахождения.

6. Разработка экспериментальных методов изучения физических свойств и создание физических основ промышленной технологии получения материалов с

определенными свойствами.

7. Технические и технологические приложения физики конденсированного состояния.

2. Форма проведения вступительного испытания

Поступление в аспирантуру Чеченского государственного университета по направлению 03.06.01 «Физика и астрономия» проводится на конкурсной основе по результатам вступительного испытания в письменной форме.

Абитуриент, полностью выполнивший задания, может набрать максимум 100 баллов. Минимальное количество баллов, необходимое для допуска к конкурсу на места в аспирантуре, – 61.

На экзамене по физике категорически запрещается использовать мобильные телефоны и планшеты.

Результаты испытаний оцениваются не позднее чем через 5 рабочих дней.

3. Вопросы для подготовки к вступительному экзамену в аспирантуру по направлению 03.06.01 Физика и астрономия (направленность 01.04.07 – Физика конденсированного состояния)

1. Силы связи в твердых телах Электронная структура атомов. Химическая связь и валентность. Типы сил связи в конденсированном состоянии: ван-дер-ваальсова связь, ионная связь, ковалентная связь, металлическая связь. Химическая связь и ближний порядок. Структура вещества с направленным взаимодействием. Примеры кристаллических структур, отвечающих плотным упаковкам шаров: простая кубическая, ОЦК, ГЦК, ГПУ. Основные свойства ковалентной связи. Структура веществ с ковалентными связями. Структура веществ типа селена. Гибридизация атомных орбиталей в молекулах и кристаллах. Структура типа алмаза и графита.

2. Симметрия твердых тел. Кристаллические и аморфные твердые тела. Трансляционная инвариантность. Базис и кристаллическая структура. Эlemen-

тарная ячейка. Ячейка Вигнера–Зейтца. Решетка Браве. Обозначения узлов, направлений и плоскостей в кристалле. Обратная решетка, ее свойства. Зона Бриллюэна. Элементы симметрии кристаллов: повороты, отражения, инверсия, инверсионные повороты, трансляции. Операции (преобразования) симметрии. Элементы теории групп, группы симметрии. Возможные порядки поворотных осей в кристалле. Пространственные и точечные группы (кристаллические классы). Классификация решеток Браве.

3. Дефекты в твердых телах. Точечные дефекты, их образование и диффузия. Вакансии и межузельные атомы. Дефекты Френкеля и Шоттки. Линейные дефекты. Краевые и винтовые дислокации. Роль дислокаций в пластической деформации.

4. Дифракция в кристаллах. Распространение волн в кристаллах. Дифракция рентгеновских лучей, нейтронов и электронов в кристалле. Упругое и неупругое рассеяние, их особенности. Брэгговские отражения. Атомный и структурный факторы. Дифракция в аморфных веществах.

5. Колебания решетки. Колебания кристаллической решетки. Уравнения движения атомов. Простая и сложная одномерные цепочки атомов. Закон дисперсии упругих волн. Акустические и оптические колебания. Квантование колебаний. Фононы. Электрон-фононное взаимодействие.

6. Тепловые свойства твердых тел. Теплоемкость твердых тел. Решеточная теплоемкость. Электронная теплоемкость. Температурная зависимость решеточной и электронной теплоемкости. Классическая теория теплоемкости. Закон равномерного распределения энергии по степеням свободы в классической физике. Границы справедливости классической теории. Квантовая теория теплоемкости по Эйнштейну и Дебаю. Предельные случаи высоких и низких температур. Температура Дебая. Тепловое расширение твердых тел. Его физическое происхождение. Ангармонические колебания. Теплопроводность решеточная и электронная. Закон Видемана–Франца для электронной теплоемкости и теплопроводности.

7. Электронные свойства твердых тел. Электронные свойства твердых тел:

основные экспериментальные факты. Проводимость, эффект Холла, термоЭДС, фотопроводимость, оптическое поглощение. Трудности объяснения этих фактов на основе классической теории Друде. Основные приближения зонной теории. Граничные условия Борна - Кармана. Теорема Блоха. Блоховские функции. Квазиимпульс. Зоны Бриллюэна. Энергетические зоны. Брэгговское отражение электронов при движении по кристаллу. Полосатый спектр энергии. Приближение сильносвязанных электронов. Связь ширины разрешенной зоны с перекрытием волновых функций атомов. Закон дисперсии. Тензор обратных эффективных масс. Приближение почти свободных электронов. Брэгговские отражения электронов. Заполнение энергетических зон электронами. Поверхность Ферми. Плотность состояний. Металлы, диэлектрики и полупроводники. Полуметаллы.

8. Магнитные свойства твердых тел. Намагниченность и восприимчивость. Диамагнетики, парамагнетики и ферромагнетики. Законы Кюри и Кюри-Вейсса. Парамагнетизм и диамагнетизм электронов проводимости. Природа ферромагнетизма. Фазовый переход в ферромагнитное состояние. Роль обменного взаимодействия. Точка Кюри и восприимчивость ферромагнетика. Ферромагнитные домены. Причины появления доменов. Доменные границы (Блоха, Нееля). Антиферромагнетики. Магнитная структура. Точка Нееля. Восприимчивость антиферромагнетиков. Ферримагнетики. Магнитная структура ферримагнетиков. Спиновые волны, магноны. Движение магнитного момента в постоянном и переменном магнитных полях. Электронный парамагнитный резонанс. Ядерный магнитный резонанс.

9. Оптические и магнитооптические свойства твердых тел. Комплексная диэлектрическая проницаемость и оптические постоянные. Коэффициенты поглощения и отражения. Соотношения Крамерса-Кронига. Поглощения света в полупроводниках (межзонное, примесное поглощение, поглощение свободными носителями, решеткой). Определение основных характеристик полупроводника из оптических исследований. Магнитооптические эффекты (эффекты Фарадея, Фохта и Керра). Проникновение высокочастотного поля в проводник. Нормальный и аномальный скин-эффекты. Толщина скин-слоя.

10. Сверхпроводимость. Критическая температура. Высокотемпературные сверхпроводники. Эффект Мейснера. Критическое поле и критический ток. Сверхпроводники первого и второго рода. Их магнитные свойства. Глубина проникновения магнитного поля в образец. Эффект Джозефсона. Куперовское спаривание. Длина когерентности. Энергетическая щель.

11. Понятие наноструктурных материалов. Классификация веществ и материалов. Типы наноструктур. Наноматериалы и их разновидности. Применение наночастиц и нанослоев.

12. Электрические свойства наноструктурированных материалов (наноматериалов). Особенности проявления размерных эффектов. Оптические свойства. Стабильность. Рост зерен. Диффузия. Основные закономерности.

13. Методы сканирующей зондовой микроскопии. Сканирующая туннельная микроскопия, атомно-силовая микроскопия, электросиловая микроскопия, магнитно-силовая микроскопия, ближнепольная оптическая микроскопия.

14. Основные методы синтеза и формирования наноструктур: химическое газофазное осаждение, плазмохимический синтез, селективное травление, коллоидные методы, молекулярно-лучевая эпитаксия, осаждение на подложку, кристаллизация аморфных сплавов.

15. Полупроводниковые сверхрешетки. Методы формирования. Электронная структура. Применение в нанoeлектронике.

16. Электронные и магнитные свойства наноструктурированного твердого тела. Диэлектрическая и магнитная комплексные проницаемости. Оптические постоянные.

17. Размерные эффекты диэлектрической и магнитной проницаемости и проводимости в плёнках металлов. Частотная дисперсия диэлектрической и магнитной проницаемости. Соотношения Крамерса–Кронига.

18. Методы расчета физико-химических и поверхностных свойств многокомпонентных систем. Метод Гиббса в термодинамике поверхностных явлений. Модельно-термодинамические уравнения поверхностного натяжения. Молекулярно-статистические уравнения поверхностного натяжения. Уравнение изо-

терм поверхностного натяжения, базирующиеся на уравнении Гиббса. Прогноз объемных и поверхностных свойств многокомпонентных систем. Метод слоя конечной толщины. Эффективная толщина и состав поверхностного слоя. Молярная и парциально-молярная поверхность компонентов многокомпонентных систем. Адсорбция. Расчет термодинамических параметров поверхностного слоя.

4. Литература

Основная литература

1. Киттель Ч. Введение в физику твердого тела. М.: Наука, 1978.
2. Ашкрофт Н., Мермин Н. Физика твердого тела. Т. I, II. М.: Мир, 1979.
3. Уэрт Ч., Томсон Р. Физика твердого тела. М.: Мир, 1969.
4. Займан Дж. Принципы теории твердого тела. М.: Мир, 1974.
5. Павлов П.В., Хохлов А.Ф. Физика твердого тела. М.: Высш. шк., 2000.
6. Вонсовский С.В. Магнетизм. М.: Наука, 1971.
7. Бонч-Бруевич В.Л., Калашников С.Г. Физика полупроводников. М.: Наука, 1979.
8. Шмидт В.В. Введение в физику сверхпроводимости. М., 2006.

Дополнительная литература

1. Гусев А.И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии. М.: Физматлит, 2005. 416 с.
2. Андриевский Р.А., Рагуля А.В. Наноструктурные материалы. М.: Академия, 2005. 192 с.
3. Миронов В.Л. Основы сканирующей зондовой микроскопии. Нижний Новгород: Ин-т физики микроструктур РАН, 2004. 110 с.
4. Павлов П.В., Хохлов А.Ф. Физика твердого тела. М.: Высш. шк., 2000.
5. Антонец И.В., Щеглов В.И. Распространение волн через тонкие слои и плёнки. Сыктывкар: Изд-во Сыктывкарского гос. ун-та, 2010. 132 с.

6. Бонч-Бруевич В.Л., Калашников С.Г. Физика полупроводников. М.: Наука, 1979.
7. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Электродинамика сплошных сред. М.: Физматлит, 2001.
8. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теория поля. М.: Наука, 1988.
9. Абрикосов А.А. Основы теории металлов. М.: Наука, 2000.
10. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Статистическая физика. М.: Наука, 2001.
11. Шахпаранов М.И. Введение в современную теорию растворов. М.: высшая школа, 1976, 296 с.
12. Сейдж. Б.Х. Термодинамика многокомпонентных систем М.: Изд-во недр. 1969, 302 с.
13. Оно С., Кондо С. Молекулярная теория поверхностного натяжения М.: Изд-во иностранной литературы, 1968, 284 с.
14. Силин В.П. Введение в кинетическую теорию газов. М.: Изд-во ФИАН, 1998.
15. Гиршфельдер Дж., Кертисс Ч., Берд Р. Молекулярная теория газов и жидкостей. Л.; М., 1961.
16. Дадашев Р.Х. Термодинамика поверхностных явлений. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008. 280 с.
17. Стенли Г. Фазовые переходы и кинетические явления. М.: Мир, 1973.
18. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Гидродинамика. М.: Наука, 1986.
19. Жуховицкий А.А., Шварцман Л.А. Физическая химия. М.: Metallургия, 1987.
20. Дадашев Р.Х., Алчагиров Б.Б., Элимханов Д.З. Диаграммы состояния многокомпонентных металлических систем: учебное пособие для студентов и аспирантов. Грозный: Изд-во ЧГУ, 2012, 48 с.
21. Дадашев Р.Х. Термодинамика поверхностных явлений. Грозный: Изд-во ЧИГУ, 1988. 72 с.