

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное учреждение
высшего профессионального образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Институт физики



подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины

Введение в физику кластеров и наночастиц М2.ДВ.5

Направление подготовки: 050100.68 - Педагогическое образование

Профиль подготовки: Образование в области физики

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Автор(ы):

Хуснутдинов Р.М.

Рецензент(ы):

Мокшин А.В.

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий(ая) кафедрой: Мокшин А. В.

Протокол заседания кафедры No ____ от " ____ " _____ 201__г

Учебно-методическая комиссия Института физики:

Протокол заседания УМК No ____ от " ____ " _____ 201__г

Регистрационный No 6106614

Казань

2014

Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) доцент, к.н. (доцент) Хуснутдинов Р.М. кафедра вычислительной физики и моделирования физических процессов научно-педагогическое отделение , Ramil.Husnutdinov@kpfu.ru

1. Цели освоения дисциплины

Учебная дисциплина "Введение в физику кластеров и наночастиц" относится к вариативной части общенаучного цикла дисциплин учебного плана подготовки магистров и имеет своей целью формирование у обучающихся перечисленных ниже компетенций.

2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел " М2.ДВ.5 Профессиональный" основной образовательной программы 050100.68 Педагогическое образование и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 2 курсе, 3 семестр.

Дисциплину "Введение в физику кластеров и наночастиц" обеспечивают знания, полученные студентами при изучении таких курсов как "квантовая механика", "ядерная физика" и "Физика твердого тела и полупроводников". После ознакомления с курсом лекций студенты должны уметь квалифицированно подходить к постановке задач, выбору объектов исследования в связи с их строением и структурой при решении научных и научно-прикладных проблем, связанных с подготовкой магистерской диссертации.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОК-4 (общекультурные компетенции)	способность формировать ресурсно-информационные базы для решения профессиональных задач
ОК-5 (общекультурные компетенции)	способность самостоятельно приобретать с помощью информационных технологий и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе, в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности
ПК-1 (профессиональные компетенции)	способность применять современные методики и технологии организации и реализации образовательного процесса на различных образовательных ступенях в различных образовательных учреждениях
ПК-16 (профессиональные компетенции)	готовность проектировать новое учебное содержание, технологии и конкретные методики обучения
ПК-2 (профессиональные компетенции)	готовность использовать современные технологии диагностики и оценивания качества образовательного процесса
ПК-4 (профессиональные компетенции)	способность руководить исследовательской работой обучающихся
ПК-8 (профессиональные компетенции)	готовность к разработке и реализации методических моделей, методик, технологий и приемов обучения, к анализу результатов процесса их использования в образовательных заведениях различных типов

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

- Основные представления об углеродных наноструктурах. Фуллерены, нанотрубки, графен, их физические свойства. Хиральность углеродных нанотрубок. Электронная структура, электронный спектр, проводимость углеродных нанотрубок. Дефекты нанотрубок. Методы получения и разделения полупроводниковых и металлических нанотрубок, структур на их основе.
- Роль фундаментальных закономерностей, определяющих физико-химические особенности формирования микро- и наноразмерных структур, в развитии технологии и производстве. Экономические и технологические основы уменьшения размеров элементов электроники.

2. должен уметь:

- объяснять сущность физических явлений и процессов в твердых телах, производить анализ и делать количественные оценки параметров физических процессов;
- определить структуру простейших решеток по данным рентгеноструктурного анализа;
- выполнить расчет колебаний атомной цепочки;
- произвести расчеты кинетических характеристик твердых тел в приближении свободного электронного газа;

3. должен владеть:

математическими знаниями и умело их использовать при выполнении курсовых, дипломных работ и в дальнейшей своей профессиональной деятельности. Понимать проблему взаимосвязи эмпирического и теоретического знания в физике.

4. должен демонстрировать способность и готовность:

применять полученные знания на практике.

4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных(ые) единиц(ы) 72 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины зачет в 3 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю

Тематический план дисциплины/модуля

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	

лекция. Введение.

задание

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
2.	Тема 2. Фононы и кластеры в системах с пониженной размерностью.	3	4-6	0	2	0	домашнее задание
3.	Тема 3. Примесные состояния в системах с пониженной размерностью.	3	7-10	0	2	0	домашнее задание
4.	Тема 4. Кинетические явления в системах с пониженной размерностью.	3	11-14	0	2	0	домашнее задание
5.	Тема 5. Отчет.	3	15	0	4	0	отчет
	Тема . Итоговая форма контроля	3		0	0	0	зачет
	Итого			4	12	0	

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Установочная лекция. Введение.

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Кластера, клатраты, молекулярные конгломераты, наночастицы. Высокомолекулярные соединения. Параметры порядка (Вендта-Абрахама, конфигурационная энтропия, трансляционные и ориентационные параметры порядка, параметры и индексы тетраэдричности). Кластерный анализ (вращательные инварианты Стейнхарда-Нельсона). Процессы нуклеации и кристаллизации.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Расчет параметров порядка (Вендта-Абрахама, конфигурационная энтропия, трансляционные и ориентационные параметры порядка, параметры и индексы тетраэдричности) для моноатомных и бинарных смесей. Кластерный анализ (вращательные инварианты Стейнхарда-Нельсона).

Тема 2. Фононы и кластеры в системах с пониженной размерностью.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Размерные системы (одномерные, двумерные и трехмерные). Акустические свойства конденсированных систем (твердые кристаллические тела, аморфные тела, жидкости, переохлажденные жидкости и стекла). Высокочастотная динамика частиц в жидкостях и стеклах.

Тема 3. Примесные состояния в системах с пониженной размерностью.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Примесные состояния в металлических системах. Влияние примесей на процессы переноса. Электропроводность в кристаллах с примесями.

Тема 4. Кинетические явления в системах с пониженной размерностью.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Процессы структурообразования в конечномерных системах. Процессы витрификации на микроскопических пространственных масштабах. Транспортные процессы в кластерах. Кинетические явления в системах с пониженной размерностью.

Тема 5. Отчет.

практическое занятие (4 часа(ов)):

Составление отчета по теме доклада. Подготовка презентаций и защита докладов. Темы докладов: 1. Фуллерены и кластеры. 2. Углеродные нанотрубки. 3. Строение нанотрубок. Хиральность. Трубки типа ?кресло? и ?зигзаг?. 4. Физические и электронные свойства нанотрубок. 5. Многослойные нанотрубки. 6. Связь хиральности однослойных трубок с их проводимостью. 7. Способы получения нанотрубок. 8. Объемные плазмоны. 9. Плазменная частота. 10. Спектр плазмонов. 11. Дисперсионное соотношение для объемных плазмонов. 12. Оптические свойства полупроводников. 13. Экситоны Мотта и Френкеля. Уровни энергии экситонов. 14. Время жизни экситонов и способы его повышения. 15. Экситоны в дву-, одно- и нуль-мерных системах. 16. Методы получения наночастиц. 17. Квантовые ямы и квантовые точки. 18. Энергетический спектр экситонов в полупроводниковых наночастицах. 19. Квантово-размерный эффект. 20. Спектральные свойства полупроводниковых наночастиц. 21. Наночастицы типа ?core-shell?. 22. Обзор физических и химических методов получения наночастиц различного состава, формы и размеров.

4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
1.	Тема 1. Установочная лекция. Введение.	3	1-3	подготовка домашнего задания	10	домашнее задание
2.	Тема 2. Фононы и кластеры в системах с пониженной размерностью.	3	4-6	подготовка домашнего задания	12	домашнее задание
3.	Тема 3. Примесные состояния в системах с пониженной размерностью.	3	7-10	подготовка домашнего задания	10	домашнее задание
4.	Тема 4. Кинетические явления в системах с пониженной размерностью.	3	11-14	подготовка домашнего задания	12	домашнее задание
5.	Тема 5. Отчет.	3	15	подготовка к отчету	12	отчет
	Итого				56	

5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Проведение лекций в виде компьютерных презентаций и обсуждение материала по теме. Проведение контрольных работ и выполнение заданий по курсу. Лекционные и практические занятия построены с применением компьютерной презентации, решения задач с привлечением данных реальных экспериментов. В часы практических занятий проводятся контрольные работы и опросы, что дает возможность оценить усваиваемость материала студентами и при необходимости подробно остановиться на проблемных вопросах.

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Тема 1. Установочная лекция. Введение.

домашнее задание , примерные вопросы:

Расчет параметров порядка (Вендта-Абрахама, конфигурационная энтропия, трансляционные и ориентационные параметры порядка, параметры и индексы тетраэдричности) для монокристаллических и бинарных смесей. Кластерный анализ (вращательные инварианты Стейнхарда-Нельсона).

Тема 2. Фононы и кластеры в системах с пониженной размерностью.

домашнее задание , примерные вопросы:

Размерные системы (одномерные, двумерные и трехмерные). Акустические свойства конденсированных систем (твердые кристаллические тела, аморфные тела, жидкости, переохлажденные жидкости и стекла). Высокочастотная динамика частиц в жидкостях и стеклах.

Тема 3. Примесные состояния в системах с пониженной размерностью.

домашнее задание , примерные вопросы:

Примесные состояния в металлических системах. Влияние примесей на процессы переноса. Электропроводность в кристаллах с примесями.

Тема 4. Кинетические явления в системах с пониженной размерностью.

домашнее задание , примерные вопросы:

Процессы структурообразования в конечномерных системах. Процессы витрификации на микроскопических пространственных масштабах. Транспортные процессы в кластерах. Кинетические явления в системах с пониженной размерностью.

Тема 5. Отчет.

отчет , примерные вопросы:

Составление отчета по теме доклада. Подготовка презентаций и защита докладов. Темы докладов: 1. Фуллерены и кластеры. 2. Углеродные нанотрубки. 3. Строение нанотрубок. Хиральность. Трубки типа ?кресло? и ?зигзаг?. 4. Физические и электронные свойства нанотрубок. 5. Многослойные нанотрубки. 6. Связь хиральности однослойных трубок с их проводимостью. 7. Способы получения нанотрубок. 8. Объемные плазмоны. 9. Плазменная частота. 10. Спектр плазмонов. 11. Дисперсионное соотношение для объемных плазмонов. 12. Оптические свойства полупроводников. 13. Экситоны Мотта и Френкеля. Уровни энергии экситонов. 14. Время жизни экситонов и способы его повышения. 15. Экситоны в дву-, одно- и нуль-мерных системах. 16. Методы получения наночастиц. 17. Квантовые ямы и квантовые точки. 18. Энергетический спектр экситонов в полупроводниковых наночастицах. 19. Квантово-размерный эффект. 20. Спектральные свойства полупроводниковых наночастиц. 21. Наночастицы типа ?core-shell?. 22. Обзор физических и химических методов получения наночастиц различного состава, формы и размеров.

Тема . Итоговая форма контроля

Примерные вопросы к зачету:

примерные вопросы к зачету:

1. Принципы классификации нанообъектов и наноструктур. Основные классы наноматериалов и области их использования.
2. Размерные эффекты (РЭ) в наноструктурах. Понятие о скейлинге, автомодельности и границах применимости теории/модели.
3. Основные разновидности РЭ в наномасштабных структурах.
4. Основные группы физических причин специфического поведения нанообъектов.
5. Роль свободных и внутренних поверхностей в физико-химии наноструктур.
6. Размерное квантование. Квантовые нити и квантовые точки. Квантовые точки с оболочками.

7. Физические принципы и основные группы методов исследования наноструктур. Упругое и неупругое рассеяние.

8. Принципы и методы измерения размеров наночастиц.

Виды самостоятельной работы студентов:

- 1) выполнение практических заданий по разделам курса;
- 2) выполнение контрольных работ;
- 3) подготовка к зачету.

7.1. Основная литература:

1. Барыбин, А. А. Физико-химия наночастиц, наноматериалов и наноструктур [Электронный ресурс] : Учеб. пособие / А. А. Барыбин, В. А. Бахтина, В. И. Томилин, Н. П. Томилина. - Красноярск : СФУ, 2011. - 236 с. - ISBN 978-5-7638-2396-7.

<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=441543> ЭБС Знаниум

2. Никеров, В. А. Физика для вузов: Механика и молекулярная физика [Электронный ресурс] : Учебник / В. А. Никеров. - М. : Издательско-торговая корпорация "Дашков и К-", 2012. - 136 с. - ISBN 978-5-394-00691-3.

<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=415061> ЭБС Знаниум

3. Курс общей физики: Учебное пособие / К.Б. Канн. - М.: КУРС: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 360 с.: 60х90 1/16. (переплет) ISBN 978-5-905554-47-6, 700 экз.

<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=443435> ЭБС Знаниум

4. Основы статистической физики: Учебное пособие / А.Г. Браун, И.Г. Левитина. - 3-е изд. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 120 с.: 60х90 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат). (обложка) ISBN 978-5-16-010234-4, 300 экз.

<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=478437> ЭБС Знаниум

7.2. Дополнительная литература:

1. Никеров, В. А. Физика для вузов: Механика и молекулярная физика [Электронный ресурс] : Учебник / В. А. Никеров. - М. : Издательско-торговая корпорация "Дашков и К-", 2012. - 136 с. - ISBN 978-5-394-00691-3.

<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=415061> ЭБС Знаниум

2. Курс общей физики: Учебное пособие / К.Б. Канн. - М.: КУРС: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 360 с.: 60х90 1/16. (переплет) ISBN 978-5-905554-47-6, 700 экз.

<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=443435> ЭБС Знаниум

3. Физика твердого тела: Учебное пособие / Ю.А. Стрекалов, Н.А. Тенякова. - М.: ИЦ РИОР: НИЦ Инфра-М, 2013. - 307 с.: 60х90 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат). (переплет) ISBN 978-5-369-00967-3, 500 экз. <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=363421> ЭБС

Знаниум

7.3. Интернет-ресурсы:

Учебно-методические материалы кафедры ВФ -

<http://kpfu.ru/physics/struktura/kafedry/kafedra-vychislitelnoj-fiziki/elektronno-obrazovatelnye-resursy>

Учебно-методические материалы кафедры ВФ -

<http://kpfu.ru/physics/struktura/kafedry/kafedra-vychislitelnoj-fiziki/uchebno-metodicheskie-posobiya>

Учебно-методические материалы кафедры ВФ - http://kpfu.ru/main_page?p_sub=8513

Учебные материалы - http://kpfu.ru/main_page?p_sub=8514

Учебные материалы - http://kpfu.ru/main_page?p_sub=8515

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Введение в физику кластеров и наночастиц" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Компьютерный класс, представляющий собой рабочее место преподавателя и не менее 15 рабочих мест студентов, включающих компьютерный стол, стул, персональный компьютер, лицензионное программное обеспечение. Каждый компьютер имеет широкополосный доступ в сеть Интернет. Все компьютеры подключены к корпоративной компьютерной сети КФУ и находятся в едином домене.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, УМК, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

Для обеспечения проведения лекционных и практических занятий необходимо следующее оборудование: проектор с экраном, принтер и копировальный аппарат для распечатки заданий, компьютерный класс современных персональных компьютеров. Желательный количественный состав на практическом занятии не должен превышать 10 человек.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 050100.68 "Педагогическое образование" и магистерской программе Образование в области физики .

Автор(ы):

Хуснутдинов Р.М. _____

"__" _____ 201__ г.

Рецензент(ы):

Мокшин А.В. _____

"__" _____ 201__ г.