

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

Физика гетерогенных и гранулированных систем М2.ДВ.1

Направление подготовки: 011200.68 - Физика

Профиль подготовки: Физика атомов и молекул

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Автор(ы):

Таюрский Д.А. , Пиянзина И.И.

Рецензент(ы):

Нигматуллин Р.Р.

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий(ая) кафедрой: Таюрский Д. А.

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

Учебно-методическая комиссия Института физики:

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

Регистрационный No 681314

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) Пиянзина И.И. , i.pianzina@gmail.com ; заместитель директора института физики Таурский Д.А. Директорат Института физики Институт физики , Dmitry.Tayurskii@kpfu.ru

1. Цели освоения дисциплины

изучение современных методов исследования гетерогенных и гранулированных систем с точки зрения их приложений в нанотехнологиях и в науке о сложности

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

Данная учебная дисциплина включена в раздел " М2.ДВ.1 Профессиональный" основной образовательной программы 011200.68 Физика и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 2 курсе, 3 семестр.

Дисциплина входит в блок профессиональных дисциплин. Для ее успешного освоения необходимы знания курса статистической физики и квантовой механики

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

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОК-1 (общекультурные компетенции)	способностью демонстрировать углубленные знания в области математики и естественных наук
ОК-5 (общекультурные компетенции)	способностью порождать новые идеи (креативность)
ПК-1 (профессиональные компетенции)	способностью свободно владеть фундаментальными разделами физики, необходимыми для решения научно-исследовательских задач (в соответствии со своей магистерской программой)
ПК-2 (профессиональные компетенции)	способностью использовать знания современных проблем физики, новейших достижений физики в своей научно-исследовательской деятельности
ПК-7 (профессиональные компетенции)	способностью свободно владеть профессиональными знаниями для анализа и синтеза физической информации (в соответствии с профилем подготовки)
ПК-10 (профессиональные компетенции)	способностью организовать работу коллектива для решения профессиональных задач
ПК-8 (профессиональные компетенции)	способностью проводить свою профессиональную деятельность с учетом социальных, этических и природоохранных аспектов
ПК-9 (профессиональные компетенции)	способностью организовать и планировать физические исследования

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

физику гетерогенных и гранулированных систем.

2. должен уметь:

пользоваться современными методами теоретического описания свойств гетерогенных и гранулированных систем.

3. должен владеть:

современными методами статистической физики.

4. должен демонстрировать способность и готовность:

к применению полученных знаний для описания реальных физических систем.

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	
1.	Тема 1. Поверхностные и межфазные явления в гетерогенных системах.	3	1	2	2	0	
2.	Тема 2. Структура и свойства свободной поверхности твердых тел.	3	2-4	2	2	0	
3.	Тема 3. Твердотельные гетероструктуры.	3	5-7	2	2	0	
4.	Тема 4. Магнитные свойства многослойных плёнок.	3	8-9	2	2	0	
5.	Тема 5. Физические свойства гранулированных систем.	3	10-11	2	2	0	
6.	Тема 6. Компьютерное моделирование гранулярных систем.	3	12	1	2	0	

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
7.	Тема 7. Гранулированные структуры магнитных частиц.	3	13	1	2	0	
	Тема . Итоговая форма контроля	3		0	0	0	зачет
	Итого			12	14	0	

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Поверхностные и межфазные явления в гетерогенных системах.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Физика поверхностей жидкостей и твердых тел, поверхностные и межфазные явления гетерогенных системах. Характеристики свободной поверхности жидкостей (поверхности раздела жидкость-пар или газ): поверхностная энергия и поверхностное натяжение, методы их оценки, кривизна поверхности и капиллярные силы, адсорбционные слои и поверхностно-активные вещества, электрические и электро-химические потенциалы, электронная структура и работа выхода электронов.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Характеристики свободной поверхности жидкостей (поверхности раздела жидкость-пар или газ): поверхностная энергия и поверхностное натяжение, методы их оценки, кривизна поверхности и капиллярные силы, адсорбционные слои и поверхностно-активные вещества, электрические и электро-химические потенциалы, электронная структура и работа выхода электронов.

Тема 2. Структура и свойства свободной поверхности твердых тел.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Структура и свойства свободной поверхности твердых тел (поверхности раздела твердое тело, газ или пар): поверхностная энергия и методы ее оценки, геометрическая и электронная структура, особенности электронной структуры поверхности металлов, полупроводников и диэлектриков, несовершенства и неоднородности поверхности, поверхностные группы и поверхностная подвижность, реакции на поверхности, эпитаксия, удельная поверхность и пористость, физическая и химическая адсорбция газов и паров, типы адсорбционных слоев, капиллярная конденсация, методы оценки структуры поверхности, величины удельной поверхности и пористости твердых тел.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Поверхности раздела конденсированных фаз (межфазные поверхности).

Тема 3. Твердотельные гетероструктуры.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Твердотельные гетероструктуры Полупроводниковый гетеропереход. Размерное квантование и квантово-размерные структуры. Типы квантоворазмерных структур. Размерное квантование электронной подсистемы квантовых точек. Низкоразмерные магнитные системы. Особенности фундаментальных свойств магнетиков в тонкоплёночном состоянии.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Особенности фундаментальных свойств магнетиков в тонкоплёночном состоянии. Спонтанная намагниченность тонких плёнок в теориях молекулярного поля и спиновых волн. Роль поверхности и размерного фактора в формировании магнитной анизотропии. Влияние толщины плёнок на структуру доменов и доменных границ.

Тема 4. Магнитные свойства многослойных плёнок.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Магнитные свойства многослойных плёнок. Влияние контактного обменного взаимодействия на спонтанную намагниченность, динамические и гистерезисные свойства. Косвенное обменное взаимодействие в плёнках с немагнитными прослойками. Переход металл-сверхпроводник. Гетероструктуры, нормальный металл-сверхпроводник.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Магнитоэлектрические явления в многослойных плёнках. Гигантское магнитосопротивление в магнитных сверхрешётках и сэндвичах. Баллистическое магнитосопротивление. Гигантский магнитный импеданс.

Тема 5. Физические свойства гранулированных систем.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Физические свойства гранулированных систем. Статистическая механика гранулированных систем, упаковка и роль трения. Движение системы гранул. Причины образования гранулированного структурного состояния.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Нестабильности и формирование упорядоченных структур в вибрирующих гранулированных системах. Разделение по размерам. Самоорганизация.

Тема 6. Компьютерное моделирование гранулярных систем.

лекционное занятие (1 часа(ов)):

Термодинамика гранулированных систем. Макроскопическое усреднение. Компьютерное моделирование гранулярных систем.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Моделирование структур методом Монте-Карло. Моделирование потоков методами молекулярной динамики.

Тема 7. Гранулированные структуры магнитных частиц.

лекционное занятие (1 часа(ов)):

Гранулированные структуры магнитных частиц. Свойства изолированных магнитных частиц. Состояния однодоменности и абсолютной однодоменности. Суперпарамагнетизм. Особенности гистерезисных свойств мелких частиц. Ансамбли частиц. Корреляционные эффекты.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Перемагничивание цепочки сфер. Суперпарамагнетизм и гигантское магнитосопротивление в системе магнитных гранул. Гранулированные сверхпроводники. Их свойства и методы описания.

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. Поверхностные и межфазные явления в гетерогенных системах.	3	1	Работа с литературой Решение задач	6	опрос
2.	Тема 2. Структура и свойства свободной поверхности твердых тел.	3	2-4	Работа с литературой Решение задач	6	опрос
3.	Тема 3. Твердотельные гетероструктуры.	3	5-7	Работа с литературой Решение задач	6	опрос

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
4.	Тема 4. Магнитные свойства многослойных плёнок.	3	8-9	Работа с литературой Решение задач	7	опрос
5.	Тема 5. Физические свойства гранулированных систем.	3	10-11	Работа с литературой Решение задач	7	опрос
6.	Тема 6. Компьютерное моделирование гранулярных систем.	3	12	Работа с литературой Решение задач	7	опрос
7.	Тема 7. Гранулированные структуры магнитных частиц.	3	13	Работа с литературой Решение задач	7	опрос
	Итого				46	

5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Интернет-технологии, проектное обучение

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

Тема 1. Поверхностные и межфазные явления в гетерогенных системах.

опрос , примерные вопросы:

Поверхностная энергия и поверхностное натяжение, методы их оценки, кривизна поверхности и капиллярные силы, адсорбционные слои и поверхностно-активные вещества.

Тема 2. Структура и свойства свободной поверхности твердых тел.

опрос , примерные вопросы:

Эпитаксия, удельная поверхность и пористость, физическая и химическая адсорбция газов и паров, типы адсорбционных слоев.

Тема 3. Твердотельные гетероструктуры.

опрос , примерные вопросы:

Типы квантоворазмерных структур. Размерное квантование электронной подсистемы квантовых точек. Низкоразмерные магнитные системы. Особенности фундаментальных свойств магнетиков в тонкоплёночном состоянии.

Тема 4. Магнитные свойства многослойных плёнок.

опрос , примерные вопросы:

Переход металл-сверхпроводник.

Тема 5. Физические свойства гранулированных систем.

опрос , примерные вопросы:

Причины образования гранулированного структурного состояния. Нестабильности и формирование упорядоченных структур в вибрирующих гранулированных системах

Тема 6. Компьютерное моделирование гранулярных систем.

опрос , примерные вопросы:

Компьютерное моделирование гранулярных систем. Моделирование структур методом Монте-Карло. Моделирование потоков методами молекулярной динамики.

Тема 7. Гранулированные структуры магнитных частиц.

опрос , примерные вопросы:

Суперпарамагнетизм и гигантское магнитосопротивление в системе магнитных гранул. Гранулированные сверхпроводники. Их свойства и методы описания.

Тема . Итоговая форма контроля

Примерные вопросы к зачету:

1. Физика поверхностей жидкостей и твердых тел, поверхностные и межфазные явления в гетерогенных системах.
2. Характеристики свободной поверхности жидкостей (поверхности раздела жидкость-пар или газ): поверхностная энергия и поверхностное натяжение, методы их оценки, кривизна поверхности и капиллярные силы, адсорбционные слои и поверхностно-активные вещества, электрические и электрохимические потенциалы, электронная структура и работа выхода электронов.
3. Структура и свойства свободной поверхности твердых тел (поверхности раздела твердое тело, газ или пар): поверхностная энергия и методы ее оценки, геометрическая и электронная структура, особенности электронной структуры поверхности металлов, полупроводников и диэлектриков, несовершенства и неоднородности поверхности, поверхностные группы и поверхностная подвижность, реакции на поверхности, эпитаксия, удельная поверхность и пористость, физическая и химическая адсорбция газов и паров, типы адсорбционных слоев, капиллярная конденсация, методы оценки структуры поверхности, величины удельной поверхности и пористости твердых тел.
4. Поверхности раздела конденсированных фаз (межфазные поверхности).
5. Твердотельные гетероструктуры. Полупроводниковый гетеропереход.
6. Размерное квантование и квантово-размерные структуры. Типы квантоворазмерных структур. Размерное квантование электронной подсистемы квантовых точек. Низкоразмерные магнитные системы.
7. Особенности фундаментальных свойств магнетиков в тонкоплёночном состоянии. Спонтанная намагниченность тонких плёнок в теориях молекулярного поля и спиновых волн. Роль поверхности и размерного фактора в формировании магнитной анизотропии. Влияние толщины плёнок на структуру доменов и доменных границ.
8. Магнитные свойства многослойных плёнок. Влияние контактного обменного взаимодействия на спонтанную намагниченность, динамические и гистерезисные свойства.
9. Косвенное обменное взаимодействие в плёнках с немагнитными прослойками. Переход металл-сверхпроводник. Гетероструктуры, нормальный металл-сверхпроводник.
10. Магнитоэлектрические явления в многослойных плёнках. Гигантское магнитосопротивление в магнитных сверхрешётках и сэндвичах. Баллистическое магнитосопротивление. Гигантский магнитный импеданс.
11. Физические свойства гранулированных систем. Статистическая механика гранулированных систем, упаковка и роль трения.
12. Движение системы гранул. Причины образования гранулированного структурного состояния. Нестабильности и формирование упорядоченных структур в вибрирующих гранулированных системах. Разделение по размерам. Самоорганизация.
13. Термодинамика гранулированных систем. Макроскопическое усреднение.
14. Компьютерное моделирование гранулярных систем.
15. Моделирование структур методом Монте-Карло.
16. Моделирование потоков методами молекулярной динамики.
17. Гранулированные структуры магнитных частиц. Свойства изолированных магнитных частиц.
18. Состояния однодоменности и абсолютной однодоменности.
19. Суперпарамагнетизм. Особенности гистерезисных свойств мелких частиц.
20. Ансамбли частиц. Корреляционные эффекты. Перемагничивание цепочки сфер.

21. Суперпарамагнетизм и гигантское магнитосопротивление в системе магнитных гранул.
22. Гранулированные сверхпроводники. Их свойства и методы описания.

7.1. Основная литература:

1. Тарасевич, Ю. Ю. Математическое и компьютерное моделирование : вводный курс : учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности 030100 "Информатика" / Ю. Ю. Тарасевич .? Изд. 6-е .? Москва : URSS: [ЛИБРОКОМ, 2013] .? 148, [1] с.: ил.
2. Гриднев, С. А. Нелинейные явления в нано - и микрогетерогенных системах / С. А. Гриднев, Ю. Е. Калинин, А. В. Ситников, О. В. Стогней. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. - 448с.: ил. http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=3137
3. Поршневу, С. В. Компьютерное моделирование физических процессов в пакете MATLAB : учебное пособие : [для студентов вузов, обучающихся по специальностям Математика, Информатика, Физика] / С. В. Поршневу.? Издание 2-е, исправленное .? Санкт-Петербург [и др.] : "Лань", 2011 .? 736 с. : ил. ; 26 см. + 1 электр. опт. диск. (CD-ROM)

7.2. Дополнительная литература:

1. Обносов, Ю.В. Краевые задачи теории гетерогенных сред: многофазные среды, разделенные кривыми второго порядка / Ю. В. Обносов.? Казань: Казанский государственный университет, 2009 .? 204 с.: ил.
2. Москалев, П. В. Математическое моделирование пористых структур / П. В. Москалев, В. В. Шитов. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2007. - 120 с.
http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2748

7.3. Интернет-ресурсы:

- Granular and complex materials -
<http://books.google.ru/books?id=GhPWAHa4-zoC&printsec=frontcover&dq=granular&hl=en&sa=X&ei=xl12>
- Granular Materials - <http://web.physics.ucsb.edu/~complex/research/granular.html>
- Molecular Dynamics Simulations of Granular Materials -
http://www2.msm.ctw.utwente.nl/sluding/PAPERS/luding_md1.pdf
- Physics of Granular Materials - <http://physics.clarku.edu/~akudrolli/granular.html>
- Теоретическое описание гранулированных материалов -
<http://www.scientific.ru/journal/physnews100301.html>

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Физика гетерогенных и гранулированных систем" 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 "БиблиоРоссика", доступ к которой предоставлен студентам. В ЭБС "БиблиоРоссика" представлены коллекции актуальной научной и учебной литературы по гуманитарным наукам, включающие в себя публикации ведущих российских издательств гуманитарной литературы, издания на английском языке ведущих американских и европейских издательств, а также редкие и малотиражные издания российских региональных вузов. ЭБС "БиблиоРоссика" обеспечивает широкий законный доступ к необходимым для образовательного процесса изданиям с использованием инновационных технологий и 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 "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.

Мультимедийная техника

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 011200.68 "Физика" и магистерской программе Физика атомов и молекул .

Автор(ы):

Таюрский Д.А. _____

Пиянзина И.И. _____

"__" _____ 201__ г.

Рецензент(ы):

Нигматуллин Р.Р. _____

"__" _____ 201__ г.