

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



УТВЕРЖДАЮ

Проректор
по образовательной деятельности КФУ
Проф. Минзарипов Р.Г.

_____ 20__ г.

Программа дисциплины

Основы фазовых переходов и критических явлений М2.В.2.3

Направление подготовки: 050100.68 - Педагогическое образование

Профиль подготовки: Образование в области физики

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Автор(ы):

Демин С.А.

Рецензент(ы):

Мокшин А.В. , Хуснутдинов Р.М.

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

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) старший преподаватель, б/с Демин С.А. кафедра вычислительной физики и моделирования физических процессов научно-педагогическое отделение , Sergej.Djomin@kpfu.ru

1. Цели освоения дисциплины

Цель изучения дисциплины - обеспечение теоретической и общефизической подготовки магистрантов на уровне, необходимом для научной работы в педагогической и прочих сферах деятельности, а также в области исследования свойств вещества в разных агрегатных состояниях. В результате у магистранта образуется комплекс знаний, необходимых для изучения специальных курсов по решению научно-исследовательских, проектных задач, овладение которыми необходимо для подготовки специалистов широкого профиля.

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

Данная учебная дисциплина включена в раздел " М2.В.2 Профессиональный" основной образовательной программы 050100.68 Педагогическое образование и относится к вариативной части. Осваивается на 2 курсе, 4 семестр.

Осваивается на втором курсе магистратуры (2 (12) семестр). Имеет индекс М2.В.ОД.2.3.

Дисциплина "Основы фазовых переходов и критических явлений" предназначена для улучшения математической подготовки студентов, обучающихся по специальности 050100.68 (маг.). Основной её целью является знакомство студентов с основными математическими методами, используемыми в современной теоретической физике для описания поведения различных физических систем. Особое внимание уделяется изучению фазовых превращений в одно- и многокомпонентных системах. Изучение курса предполагает знание магистрантами основ общей и теоретической физики, математического анализа.

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)	Знать: общие положения физики, базовые концепции и понятия Уметь: использовать стандартные алгоритмы и естественно-научные методы Владеть: базовым математическим аппаратом
ОК-2 (общекультурные компетенции)	Знать: актуальные задачи физики и методики преподавания физики Уметь: использовать знания современных проблем физики и физического образования в решении профессиональных и образовательных задач Владеть: системой современных естественно-научных знаний
ОК-3 (общекультурные компетенции)	Знать: физические и математические методы и алгоритмы Уметь: использовать уже известные методы исследования, а также уметь выполнять самостоятельное развитие и обобщение физико-математических методов Владеть: навыками освоения новых физико-математических методов

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОК-5 (общекультурные компетенции)	Знать: основные концепции, связанные с информационными технологиями в области физико-математического образования Уметь: использовать информационные технологии, а также новые знания и умения в областях, не связанных со сферой физических исследований и физико-математического образования Владеть: способностью самостоятельно приобретать с помощью информационных технологий и использовать в практической деятельности новые знания и умения
ОПК-1 (профессиональные компетенции)	Знать: государственный (русский), и иностранные языки на уровне, позволяющим осуществлять профессиональную коммуникацию Уметь: делать доклады и сообщения на государственном и иностранном языках Владеть: государственным и иностранными языками на достаточном уровне, позволяющем свободно изъясняться и понимать
ПК-5 (профессиональные компетенции)	Знать: методы анализа теоретических и экспериментальных результатов научных физико-математических исследований Уметь: анализировать результаты научных исследований и применять их в дальнейшей научно-исследовательской работе Владеть: общими подходами анализа научно-исследовательских результатов
ПК-6 (профессиональные компетенции)	Знать: типовые решения физико-математических задач Уметь: предлагать собственные оригинальные решения исследовательских задач; критически подходить к их оценке Владеть: способностями к нетиповому, оригинальному решению исследовательских задач
ПК-7 (профессиональные компетенции)	Знать: современные методы физико-математических исследований Уметь: самостоятельно осуществлять научное исследование с использованием современных методов науки Владеть: базовыми и общими навыками выполнения самостоятельного научного теоретического и экспериментального исследования
СК-1	Знать: основы теоретической и вычислительной физики Уметь: Составлять типовые алгоритмы по решению задач физики; решать типовые задачи теоретической физики Владеть: профессиональным языком предметной области знания

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

- классификацию фазовых переходов;
- критерии равновесия и устойчивости термодинамической системы;
- особенности фазовых переходов первого рода;
- особенности фазовых переходов второго рода;
- условия равновесия в многокомпонентных и многофазных системах;
- примеры и свойства динамически организуемых систем;
- свойства и способы термодинамического описания разных агрегатных состояний вещества;

2. должен уметь:

- ориентироваться в многообразии фазовых переходов;

- получать теоретические соотношения для характеристик вблизи точки перехода;
- различать типы фазовых диаграмм;

3. должен владеть:

- навыками творческого обобщения полученных знаний;
- навыками конкретного и объективного изложения своих знаний в письменной и устной формах;

4. должен демонстрировать способность и готовность:

- применять полученные знания на практике.

4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

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

Форма промежуточного контроля дисциплины зачет в 4 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. Идеальный газ - первая фундаментальная модель физического строения материи.	4	1	2	0	0	письменная работа
2.	Тема 2. Неидеальный газ.	4	2	0	4	0	устный опрос
3.	Тема 3. Теория фазовых переходов Ландау.	4	3	0	6	0	устный опрос
4.	Тема 4. Фазовые переходы первого рода.	4	4	2	0	0	письменная работа
5.	Тема 5. Фазовые переходы второго рода.	4	5	0	6	0	устный опрос
6.	Тема 6. Критические и закритические явления.	4	6	0	2	0	письменная работа

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. Теория диссипативных структур.	4	7	0	4	0	отчет
	Тема . Итоговая форма контроля	4		0	0	0	зачет
	Итого			4	22	0	

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Идеальный газ - первая фундаментальная модель физического строения материи.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

1. Идеальный газ. Неидеальный газ. Критическая точка. Введение. Идеальный газ - первая фундаментальная модель физического строения материи. Фундаментальный характер модели идеального газа. Учет неидеальности. Термодинамические неравенства и термодинамическая устойчивость. Неидеальный газ. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Другие уравнения состояния неидеального газа. Критическая точка. Критическая точка и фазовые переходы второго рода. Аналогии различных фазовых переходов (сверхпроводимость, сверхтекучесть, ферромагнетизм и т.п.) с критической точкой жидкость ? пар. Термодинамические неравенства в критической точке. Уравнение Ван-дер-Ваальса и критические параметры. Уравнение соответственных состояний. Термодинамические неравенства в бинарных растворах. Критические точки в бинарных растворах.

Тема 2. Неидеальный газ.

практическое занятие (4 часа(ов)):

1. Идеальный газ. Неидеальный газ. Критическая точка. Введение. Идеальный газ - первая фундаментальная модель физического строения материи. Фундаментальный характер модели идеального газа. Учет неидеальности. Термодинамические неравенства и термодинамическая устойчивость. Неидеальный газ. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Другие уравнения состояния неидеального газа. Критическая точка. Критическая точка и фазовые переходы второго рода. Аналогии различных фазовых переходов (сверхпроводимость, сверхтекучесть, ферромагнетизм и т.п.) с критической точкой жидкость ? пар. Термодинамические неравенства в критической точке. Уравнение Ван-дер-Ваальса и критические параметры. Уравнение соответственных состояний. Термодинамические неравенства в бинарных растворах. Критические точки в бинарных растворах.

Тема 3. Теория фазовых переходов Ландау.

практическое занятие (6 часа(ов)):

2. Теория фазовых переходов Ландау. Параметр порядка и симметрия. Разложение Ландау. Основные результаты теории Ландау. Сравнение с экспериментом. Физическая причина нарушения теории Ландау. Термодинамическая теория флуктуаций. Корреляционная функция флуктуаций параметра порядка. Радиус корреляции. Природа критической универсальности. Аномалия теплоемкости в рамках теории Орнштейна-Цернике. Межфазное натяжение в рамках теории самосогласованного поля. Критическая адсорбция. Критерий применимости теории самосогласованного поля (критерий Гинзбурга).

Тема 4. Фазовые переходы первого рода.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

3. Фазовые переходы первого рода. Теория Ландау для фазовых переходов 1-го рода. Примеры фазовых переходов 1-го рода. Фазовые переходы в жидких кристаллах: нематики, смектики. Взаимодействие параметров порядка. Критические точки высшего порядка: бикритическая, трикритическая, поликритическая.

Тема 5. Фазовые переходы второго рода.

практическое занятие (6 часа(ов)):

4. Фазовые переходы второго рода. Термодинамика сверхпроводящего перехода. Критические и закритические явления. Фазовые переходы в растворах He4-He3. Использование достижений физики фазовых переходов для изучения коллективных явлений в других областях естествознания (астрофизика, физика моря и атмосферы, биология и экология).

Тема 6. Критические и закритические явления.

практическое занятие (2 часа(ов)):

5. Открытые системы. Проблема устойчивости стационарных неравновесных состояний. Нарушение устойчивости стационарных состояний ? аналог фазовых переходов. Примеры ? конвекция, порог генерации лазера, реакция Жаботинского, турбулентность. Теория диссипативных структур. Принцип минимума производства энтропии. Роль флуктуаций в образовании диссипативных структур.

Тема 7. Теория диссипативных структур.

практическое занятие (4 часа(ов)):

5. Открытые системы. Проблема устойчивости стационарных неравновесных состояний. Нарушение устойчивости стационарных состояний ? аналог фазовых переходов. Примеры ? конвекция, порог генерации лазера, реакция Жаботинского, турбулентность. Теория диссипативных структур. Принцип минимума производства энтропии. Роль флуктуаций в образовании диссипативных структур.

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. Идеальный газ - первая фундаментальная модель физического строения материи.	4	1	подготовка к письменной работе	6	письменная работа
2.	Тема 2. Неидеальный газ.	4	2	подготовка к устному опросу	8	устный опрос
3.	Тема 3. Теория фазовых переходов Ландау.	4	3	подготовка к устному опросу	6	устный опрос
4.	Тема 4. Фазовые переходы первого рода.	4	4	подготовка к письменной работе	8	письменная работа
5.	Тема 5. Фазовые переходы второго рода.	4	5	подготовка к устному опросу	6	устный опрос
6.	Тема 6. Критические и закритические явления.	4	6	подготовка к письменной работе	6	письменная работа
7.	Тема 7. Теория диссипативных структур.	4	7	подготовка к отчету	6	отчет
	Итого				46	

5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Освоение дисциплины "Основы фазовых переходов и критических явлений" предполагает использование как традиционных (лекции, практические занятия с использованием методических материалов), так и новых образовательных технологий с применением в образовательном процессе интерактивных форм проведения занятий: выполнение ряда практических заданий с использованием профессиональных программных средств, а также мультимедийных программ, включающих подготовку домашних работ и выступления студентов с презентационными материалами по предложенной тематике.

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

Тема 1. Идеальный газ - первая фундаментальная модель физического строения материи.

письменная работа , примерные вопросы:

Примеры фазовых переходов первого рода. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса.

Тема 2. Неидеальный газ.

устный опрос , примерные вопросы:

Особенности фазовых переходов: "твердое тело-жидкость", "жидкость-газ", "твердое тело-газ".

Тема 3. Теория фазовых переходов Ландау.

устный опрос , примерные вопросы:

Тройная точка. Критическая точка. Уравнение Ван-дер-Ваальса и система "жидкость-газ".

Метастабильные состояния вещества. Образование новой фазы.

Тема 4. Фазовые переходы первого рода.

письменная работа , примерные вопросы:

Равновесие в многокомпонентных и многофазных системах. Понятие компоненты. Закон действующих масс.

Тема 5. Фазовые переходы второго рода.

устный опрос , примерные вопросы:

Примеры фазовых переходов (ФП) второго рода, аномалии в критической точке (экспериментальные данные). Газ Ван-дер-Ваальса. Кривая сосуществования. Магнитный ФП. Точка Кюри.

Тема 6. Критические и закритические явления.

письменная работа , примерные вопросы:

Термодинамика ФП. Условия равновесия фаз. Фазовые диаграммы. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса. Термодинамическая устойчивость однофазного состояния вещества. Фазовый переход 2-го рода. Теория Эренфеста.

Тема 7. Теория диссипативных структур.

отчет , примерные вопросы:

Развернутые выступления по темам дисциплинам.

Тема . Итоговая форма контроля

Примерные вопросы к зачету:

Примерная тематика практических занятий по дисциплине "Основы фазовых переходов и критических явлений":

1. Примеры фазовых переходов первого рода. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса.
2. Особенности фазовых переходов: "твердое тело-жидкость", "жидкость-газ", "твердое тело-газ".
3. Тройная точка. Критическая точка. Уравнение Ван-дер-Ваальса и система "жидкость-газ". Метастабильные состояния вещества. Образование новой фазы.

4. Равновесие в многокомпонентных и многофазных системах. Понятие компоненты. Закон действующих масс.
5. Примеры фазовых переходов (ФП) второго рода, аномалии в критической точке (экспериментальные данные). Газ Ван-дер-Ваальса. Кривая сосуществования. Магнитный ФП. Точка Кюри.
6. Термодинамика ФП. Условия равновесия фаз. Фазовые диаграммы. Уравнение Клайперона-Клаузиуса. Термодинамическая устойчивость однофазного состояния вещества. Фазовый переход 2-го рода. Теория Эренфеста.
7. Метод среднего поля в теории равновесных ФП. Трудности микроскопической теории ФП.

САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТОВ (СРС) включает следующие виды работ:

- изучение теоретического материала;
- проработка теоретического материала (основная и дополнительная литература);
- подготовка докладов в виде презентаций или в виде рефератов с наглядными и иллюстративными материалами;
- выполнение индивидуальных заданий, вынесенных в категорию "Самостоятельная работа студентов".

7.1. Основная литература:

Динамические явления в сложных системах, Мокшин, Анатолий Васильевич, 2011г.

1) Максвелл Дж.К. Труды по кинетической теории. Издатель: БИНОМ. Лаборатория знаний. Язык - Русский. Дата издания: 2012, Москва. ISBN: 978-5-9963-1475-1 (БиблиоРоссика).

2) Иродов И.Е. Физика макросистем. Основные законы. Издатель: БИНОМ. Лаборатория знаний. Язык - Русский. Дата издания: 2012, Москва. ISBN: 978-5-9963-1093-7 (БиблиоРоссика).

3) Основы статистической физики: Учебное пособие / А.Г. Браун, И.Г. Левитина. - 3-е изд. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 120 с.: 60x90 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат). (обложка) ISBN 978-5-16-010234-4, 300 экз (Znanium).

4) Соболев, В. А. Редукция моделей и критические явления в макрокинетике [Электронный ресурс] / В. А. Соболев, Е. А. Щепакينا. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2010. - 320 с. - ISBN 978-5-9221-1269-7 (Znanium).

5) Прудников, В. В. Фазовые переходы и методы их компьютерного моделирования [Электронный ресурс] / В. В. Прудников, А. Н. Вакилов, П. В. Прудников. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2009. - 224 с. - ISBN 978-5-9221-0961-1 (Znanium).

7.2. Дополнительная литература:

Компьютерное моделирование физических процессов в пакете MATLAB, Поршневу, Сергей Владимирович, 2011г.

Компьютерное моделирование физических процессов, Сабанаев, Илдар Арифович; Гайфутдинов, Айдар Наилович; Сабанаева, Зия Фоатовна, 2008г.

Компьютерное моделирование физических систем, Булавин, Леонид Анатольевич; Выгорницкий, Николай Викторович; Лебовка, Николай Иванович, 2011г.

7.3. Интернет-ресурсы:

Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов - <http://school-collection.edu.ru/>

Единое окно доступа к образовательным ресурсам - <http://window.edu.ru/>

Лекция по теории Ландау о фазовых переходах второго рода - <http://lion.icp.ac.ru/e-learn/razumov/lecture06/>

Нанотехнологии и наноматериалы. Федеральный интернет-портал - <http://www.portalnano.ru/>

Описание фазовых переходов - http://dic.academic.ru/dic.nsf/enc_chemistry/4746/ФАЗОВЫЕ

Поиск электронных книг - <http://www.poiskknig.ru/>

Синергетика - <http://ru.wikipedia.org/wiki/%D1%E8%ED%E5%F0%E3%E5%F2%E8%EA%E0>

Теория Ландау -

http://ru.wikipedia.org/wiki/%D2%E5%EE%F0%E8%FF_%CB%E0%ED%E4%E0%F3

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Основы фазовых переходов и критических явлений" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

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.

Для обеспечения учебного процесса на индивидуальных и практических занятиях по дисциплине "Основы фазовых переходов и критических явлений" используется компьютерный класс для просмотра DVD и CD-дисков по темам, требующих более глубокого освоения учебного материала. Имеются электронные учебно-методические пособия с кратким изложением лекционного курса, перечня заданий и упражнений для самостоятельного контроля знаний и умений. Для проведения семинарских занятий в наличии имеются ноутбук и проектор, интерактивная доска.

1. Дисплейный класс, подключенный к сети ИНТЕРНЕТ.
2. Мультимедийное оборудование: видеопроектор, электронная доска, ноутбук.

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):

Демин С.А. _____

"__" _____ 201__ г.

Рецензент(ы):

Мокшин А.В. _____

Хуснутдинов Р.М. _____

"__" _____ 201__ г.