

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. Татарский Да.



20__ г.

подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины
Физика жидкости Б3.ДВ.5

Направление подготовки: 011200.62 - Физика

Профиль подготовки: не предусмотрено

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Автор(ы):

Фаткуллин Н.Ф.

Рецензент(ы):

Скирда В.Д.

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий(ая) кафедрой: Скирда В. Д.

Протокол заседания кафедры № ____ от "____" ____ 201__ г

Учебно-методическая комиссия Института физики:

Протокол заседания УМК № ____ от "____" ____ 201__ г

Регистрационный № 696517

Казань

2017

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) профессор, д.н. (профессор) Фаткуллин Н.Ф.
Кафедра физики молекулярных систем Отделение физики , Nail.Fatkullin@kpfu.ru

1. Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины "Физика жидкости" является приобретение знаний основ физики жидкости

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

Данная учебная дисциплина включена в раздел " Б3.ДВ.5 Профессиональный" основной образовательной программы 011200.62 Физика и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 4 курсе, 7 семестр.

Дисциплина "Физика жидкости" относится к дисциплинам по выбору профессионального цикла: Б.З.ДВ.5.

Для освоения дисциплины "Физика жидкости" необходимы знания дисциплин: основы математического анализа, методов математической физики, классической и квантовой механики. Освоение дисциплины необходимо для изучения дисциплин, связанных с физикой жидкости, и для успешной профессиональной деятельности.

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 использовать в познавательной и профессиональной деятельности базовые знания в области математики и естественных наук;
ПК-1 (профессиональные компетенции)	ПК-1 - способность использовать базовые теоретические знания для решения професиональных задач;
ПК-10 (профессиональные компетенции)	способностью понимать и излагать получаемую информацию и представлять результаты физических исследований;
ПК-2 (профессиональные компетенции)	ПК-2 - способность применять на практике базовые профессиональные навыки;
ПК-4 (профессиональные компетенции)	ПК-4 - способность использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин (в соответствии с профилем подготовки);
ПК-5 (профессиональные компетенции)	ПК-5 - способность применять на практике базовые общепрофессиональные знания теории и методов физических исследований (в соответствии с профилем подготовки);
ПК-6 (профессиональные компетенции)	способностью пользоваться современными методами обработки, анализа и синтеза физической информации (в соответствии с профилем подготовки);

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

основы современных теорий простых жидкостей

2. должен уметь:

использовать полученные в процессе обучения по курсу "Физика жидкостей" знания при выполнении теоретических расчетов и решении практических задач

3. должен владеть:

основными понятиями теорий простых жидкостей

4. должен демонстрировать способность и готовность:

Студент должен знать понятия раздела физики "Физика жидкости", основные уравнения, демонстрировать умение делать простейшие оценки.

4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных(ые) единиц(ы) 108 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины зачет в 7 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. О статистическом описании макроскопических систем.	7	1	2	2	0	Устный опрос
2.	Тема 2. Термодинамические функции и распределения.	7	2	2	2	0	Устный опрос
3.	Тема 3. Метод кластерных разложений в физике жидкостей.	7	3-6	8	10	0	Устный опрос

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
4.	Тема 4. Метод частичных функций распределений (метод корреляционных функций) в физике жидкостей.	7	7-10	8	10	0	Контрольная работа Устный опрос
5.	Тема 5. Экспериментальное определение радиальной функции распределения.	7	11	2	0	0	Устный опрос
6.	Тема 6. Динамические свойства жидкостей.	7	12-15	8	8	0	Устный опрос
7.	Тема 7. Измерение коэффициентов самодиффузии методом спинового эха.	7	16	2	0	0	Контрольная работа Устный опрос
	Итого			32	32	0	

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. О статистическом описании макроскопических систем.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Необходимость статистического описания макроскопических систем. Функция распределения. Уравнение Лиувилля

практическое занятие (2 часа(ов)):

решение задач на основные понятия теории вероятностей: функция распределения, среднее значение случайной величины, дисперсия и т.д.

Тема 2. Термодинамические функции и распределения.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Микроканоническое распределение. Распределение Гиббса. Термодинамические функции. Идеальный газ.

практическое занятие (2 часа(ов)):

решение задач на термодинамические функции и их свойства для идеального газа.

Тема 3. Метод кластерных разложений в физике жидкостей.

лекционное занятие (8 часа(ов)):

Уравнение Ван-дер-Ваальса. Функции Майера. Микроскопический вывод постоянных Ван-дер-Ваальса. Второй вириальный коэффициент. Диаграммы Майера. Классификация диаграмм Майера. Теорема Майера. Вириальные коэффициенты.

практическое занятие (10 часа(ов)):

решение задач на уравнение Ван-дер-Ваальса и свойства реальных газов

Тема 4. Метод частичных функций распределений (метод корреляционных функций) в физике жидкостей.

лекционное занятие (8 часа(ов)):

Приближенные уравнения состояния простых жидкостей. Частичные функции распределения. Цепочка уравнений ББГКИ Радиальная функция распределения $g_2(r)$. $g_2(r)$ и внутренняя энергия. Уравнение состояния и $g_2(r)$. Суперпозиционное приближение Кирквуда. Приближение Перкуса-Иевика.

практическое занятие (10 часа(ов)):

вывод второго вириального коэффициента.

Тема 5. Экспериментальное определение радиальной функции распределения.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Связь между бинарной корреляционной функцией и амплитудой рассеяния рентгеновских лучей.

Тема 6. Динамические свойства жидкостей.

лекционное занятие (8 часа(ов)):

Броуновское движение. Модель случайных блужданий Эйнштейна-Смолуховского. Уравнение диффузии. Функция Грина. Соотношение Эйнштейна. Автокорреляционная функция скорость-скорость. Формула Кубо-Грина для коэффициента самодиффузии.

Автокорреляционная функция скорость-скорость.

практическое занятие (8 часа(ов)):

оценка коэффициентов самодиффузии в газах и жидкостях, оценка числа самопересечений траектории случайно блуждающей частицы в D-мерном пространстве.

Тема 7. Измерение коэффициентов самодиффузии методом спинового эха.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Спиновое эхо. Амплитуда диффузационного затухания. Измерение коэффициентов самодиффузии методом спинового эха.

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. О статистическом описании макроскопических систем.	7	1	подготовка к устному опросу	4	устный опрос
2.	Тема 2. Термодинамические функции и распределения.	7	2	подготовка к устному опросу	4	устный опрос
3.	Тема 3. Метод кластерных разложений в физике жидкостей.	7	3-6	подготовка к устному опросу	10	устный опрос
4.	Тема 4. Метод частичных функций распределений (метод корреляционных функций) в физике жидкостей.	7	7-10	подготовка к контрольной работе	4	контрольная работа
				подготовка к устному опросу	6	устный опрос

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
5.	Тема 5. Экспериментальное определение радиальной функции распределения.	7	11	подготовка к устному опросу	2	устный опрос
6.	Тема 6. Динамические свойства жидкостей.	7	12-15	подготовка к устному опросу	8	устный опрос
7.	Тема 7. Измерение коэффициентов самодиффузии методом спинового эха.	7	16	подготовка к контрольной работе	4	контрольная работа
				подготовка к устному опросу	2	устный опрос
	Итого				44	

5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Виды учебной работы: лекции, практические занятия, контрольные работы, самостоятельная работа.

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов**Тема 1. О статистическом описании макроскопических систем.**

устный опрос , примерные вопросы:

1. Необходимость статистического описания макроскопических систем.
2. Функция распределения.
3. Уравнение Лиувилля

Тема 2. Термодинамические функции и распределения.

устный опрос , примерные вопросы:

1. Микроканоническое распределение.
2. Распределение Гиббса.
3. Термодинамические функции.
4. Идеальный газ и его свойства. Уравнение идеального газа.

Тема 3. Метод кластерных разложений в физике жидкостей.

устный опрос , примерные вопросы:

1. Уравнение Ван-дер-Ваальса.
2. Функции Майера.
3. Микроскопический вывод постоянных Ван-дер-Ваальса.
4. Второй вириальный коэффициент.
5. Диаграммы Майера.
6. Классификация диаграмм Майера.
7. Теорема Майера.
8. Вириальные коэффициенты.

Тема 4. Метод частичных функций распределений (метод корреляционных функций) в физике жидкостей.

контрольная работа , примерные вопросы:

контрольная работа на владение материалом тем 1 - 4

устный опрос , примерные вопросы:

1. Приближенные уравнения состояния простых жидкостей.
2. Частичные функции распределения.
3. Цепочка уравнений ББГКИ.
4. Радиальная функция распределения $g_2(r)$.
5. $g_2(r)$ и внутренняя энергия.
6. Уравнение состояния и $g_2(r)$.
7. Суперпозиционное приближение Кирквуда.
8. Приближение Перкуса-Йевика.

Тема 5. Экспериментальное определение радиальной функции распределения.

устный опрос , примерные вопросы:

1. Радиальная функция распределения $g_2(r)$
2. Экспериментальное определение $g_2(r)$.

Тема 6. Динамические свойства жидкостей.

устный опрос , примерные вопросы:

1. Броуновское движение. 2. Модель случайных блужданий Эйнштейна-Смолуховского. 3. Уравнение диффузии. 4. Функция Грина. 5. Соотношение Эйнштейна. 6. Автокорреляционная функция скорость-скорость. 7. Формула Кубо-Грина для коэффициента самодиффузии. 8. Автокорреляционная функция скорость-скорость.

Тема 7. Измерение коэффициентов самодиффузии методом спинового эха.

контрольная работа , примерные вопросы:

контрольная работа на владение материалом тем 5 - 7

устный опрос , примерные вопросы:

1. Спиновое эхо. 2. Спад свободной индукции. 3. Диффузионное затухание. 4. Измерение коэффициента самодиффузии методом спинового эха.

Примерные вопросы к зачету:

Билеты к зачету по курсу "Физика жидкостей"

Билет 1

- 1 Уравнение Лиувилля.
2. Радиальная функция распределения.

Билет 2

1. Микроканоническое распределение.
2. Суперпозиционное приближение Кирквуда

Билет 3

1. Распределение Гиббса.
2. Модель Смолуховского-Эйнштейна.

Билет 4

1. Термодинамические функции.
2. Второй вириальный коэффициент.

Билет 5

1. Функции Майера.
2. Формула Кубо-Грина для коэффициента самодиффузии

Билет 6

1. Микроскопический вывод постоянных уравнения Вандер-Ваальса. 2. Соотношение Эйнштейна.

Билет 7

1. Диаграммы Майера.
2. Функция Грина для модели случайных блужданий.

Билет 8

1. Цепочка уравнений ББГКИ.
2. Вириальные коэффициенты.

Билет 9

1. Теорема Майера.
2. Радиальная функция распределения и уравнение состояния.

Билет 10

1. Распределение Гиббса.
2. Автокорреляционная функция скорость-скорость.

7.1. Основная литература:

1. Физика конденсированного состояния : Учебное пособие / Ю.А. Байков, В.М. Кузнецов.- 2-е изд. (эл.). - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013.- 293с. : ил. (Учебник для высшей школы).- Издательство "Лань" Электронно-библиотечная система.
http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=56908
2. Теоретическая физика. Т.9 Статистическая физика. Ч. 2. Теория конденсированного состояния. / Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М.- 4-е изд., стереот.- 2004.- Издательство "Лань" Электронно-библиотечная система. http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2235
3. Основы физики конденсированного вещества / Делоне Н.Б. - 2011. - 236 стр. - ISBN: 978-5-9221-1261-1. - Издательство "Физматлит". Электронно-библиотечная система.
http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2727

7.2. Дополнительная литература:

1. Курс общей физики : Учебное пособие. В 3-х тт. Т.3. Оптика. Физика атомов и молекул. Физика атомного ядра и микрочастиц. 6-е изд., стер. / Зисман Г.А., Тодес О.М. - Издательство "Лань", 2007. - 512 с. - Издательство "Лань" Электронно-библиотечная система.
http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=508
2. Специальные функции. Производные, интегралы, ряды и другие формулы. Справочник. / Брычков Ю.А. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006. - 512 с. - Издательство "Лань"
Электронно-библиотечная система. http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=48182

7.3. Интернет-ресурсы:

- Кафедра физической химии МГУ. Реальные газы. -
<http://www.chem.msu.su/rus/teaching/realgases/welcome.html>
- Метод частичных функций распределения -
http://www.pd.isu.ru/sost/teor_phi/homepage/sinegovsky/lectures_tdsml15.pdf
- Псковский Государственный Университет. Ф.М. Морс, Г. Фешбах. МЕТОДЫ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ. Т. 1 - http://pskgu.ru/ebooks/mf_1.html
- Физическая энциклопедия. Диаграммы Мейера. -
http://dic.academic.ru/dic.nsf/enc_physics/3816/%D0%9C%D0%90%D0%99%D0%95%D0%A0%D0%90
- Физическая энциклопедия. Функция Мейера. -
http://dic.academic.ru/dic.nsf/enc_physics/3817/%D0%9C%D0%90%D0%99%D0%95%D0%A0%D0%90

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Физика жидкости" 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.

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.

Учебная аудитория для проведения лекционных и семинарских занятий

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 011200.62 "Физика" и профилю подготовки не предусмотрено .

Автор(ы):

Фаткуллин Н.Ф. _____
"___" 201 ___ г.

Рецензент(ы):

Скирда В.Д. _____
"___" 201 ___ г.