

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. Таюрский Д.А.

20__ г.

подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины
Физика жидкости Б1.В.ДВ.3

Направление подготовки: 03.03.02 - Физика

Профиль подготовки: не предусмотрено

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Автор(ы):

Савостина Л.И., Фаткуллин Н.Ф.

Рецензент(ы):

Скирда В.Д.

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий(ая) кафедрой: Скирда В. Д.

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

Учебно-методическая комиссия Института физики:

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

Регистрационный No 629518

Казань
2018

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) заместитель директора по научной деятельности Савостина Л.И. Директорат Института физики Институт физики , Liudmila.Savostina@kpfu.ru ; 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 овладение современными представлениями в описании процессов, протекающих в простых жидкостях, применение на практике необходимого математического аппарата, который применяется для описания физических процессов, протекающих в жидкостях.

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

Данная учебная дисциплина включена в раздел " Б1.В.ДВ.3 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 03.03.02 Физика и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 2 курсе, 4 семестр.

Дисциплина относится к учебному циклу физических дисциплин. Для изучения дисциплины необходимы знания, умения и навыки, формируемые предшествующими физическими дисциплинами. Освоение дисциплины необходимо для формирования базового представления о законах физики простых жидкостей и умении применять на практике полученные знания.

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

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОПК-3 (профессиональные компетенции)	способностью использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач
ПК-2 (профессиональные компетенции)	способностью проводить научные исследования в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта
ПК-3 (профессиональные компетенции)	готовностью применять на практике профессиональные знания теории и методов физических исследований
ПК-4 (профессиональные компетенции)	способностью применять на практике профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных физических дисциплин

В результате освоения дисциплины студент:

4. должен демонстрировать способность и готовность:

Студент должен демонстрировать готовность применять на практике профессиональные знания теории и методов физических исследований в области физики жидкости.

Студент должен демонстрировать способность применять на практике профессиональные знания и умения, полученные при освоении предмета 'Физика жидкости'.

4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных(ые) единиц(ы) 180 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины экзамен 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. Введение в курс ?Физика жидкости?. Статистическое описание макроскопических систем.	4	1-2	3	4	0	Устный опрос
2.	Тема 2. Микроканоническое распределение.	4	2-3	3	4	0	Устный опрос
3.	Тема 3. Уравнение Ван-дер-Ваальса.	4	4-5	4	4	0	Устный опрос
4.	Тема 4. Диаграммы Майера.	4	6-7	4	4	0	Устный опрос
5.	Тема 5. Частичные функции распределения.	4	8-9	3	4	0	Контрольная работа
6.	Тема 6. Корреляционные функции.	4	9-10	3	4	0	Устный опрос
7.	Тема 7. Радиальная функция распределения.	4	11-12	4	0	0	Устный опрос
8.	Тема 8. Случайное блуждание	4	13-14	3	4	0	Устный опрос
9.	Тема 9. Диффузия.	4	14-16	4	4	0	Устный опрос
10.	Тема 10. Самодиффузия	4	16-17	3	4	0	Контрольная 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	
11.	Тема 11. Измерение коэффициентов самодиффузии методом спинного эха.	4	18	2	0	0	Устный опрос
.	Тема . Итоговая форма контроля	4		0	0	0	Экзамен
	Итого			36	36	0	

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Введение в курс ?Физика жидкости?. Статистическое описание макроскопических систем.

лекционное занятие (3 часа(ов)):

Необходимость статистического описания макроскопических систем. Функция распределения. Уравнение Лиувилля.

практическое занятие (4 часа(ов)):

Вывод функции распределения для частного случая.

Тема 2. Микроканоническое распределение.

лекционное занятие (3 часа(ов)):

Распределение Гиббса. Термодинамические функции.

практическое занятие (4 часа(ов)):

Вывод термодинамических функций для идеального газа.

Тема 3. Уравнение Ван-дер-Ваальса.

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Функции Майера. Микроскопический вывод постоянных Ван-дер-Ваальса. Второй вириальный коэффициент.

практическое занятие (4 часа(ов)):

Вывод второго вириального коэффициента.

Тема 4. Диаграммы Майера.

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Классификация диаграмм Майера. Теорема Майера. Вириальные коэффициенты.

практическое занятие (4 часа(ов)):

Приближенные уравнения состояния простых жидкостей.

Тема 5. Частичные функции распределения.

лекционное занятие (3 часа(ов)):

Система уравнений эволюции системы, состоящей из большого числа тождественных взаимодействующих частиц. Цепочка уравнений Боголюбова - Борна - Грина - Кирквуда - Ивона). Радиальная функция распределения $g_2(r)$.

практическое занятие (4 часа(ов)):

Уравнение состояния $g_2(r)$ и внутренняя энергия.

Тема 6. Корреляционные функции.

лекционное занятие (3 часа(ов)):

Суперпозиционное приближение Кирквуда. Метод интегральных уравнений. Функциональное определение прямой корреляционной функции. Приближение Перкуса-Йевики.

практическое занятие (4 часа(ов)):

Вывод аналитического решения уравнения Перкуса-Йевики для системы твердых шаров .

Тема 7. Радиальная функция распределения.

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Ближний порядок. Радиальная функция распределения. Экспериментальное определение радиальной функции распределения.

Тема 8. Случайное блуждание

лекционное занятие (3 часа(ов)):

Математическая модель процесса случайных изменений. Одномерное дискретное случайное блуждание. Случайное блуждание как цепь Маркова. Модель случайных блужданий Эйнштейна-Смолуховского.

практическое занятие (4 часа(ов)):

Вывод уравнений для модели Эйнштейна-Смолуховского.

Тема 9. Диффузия.

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Уравнение диффузии. Уравнение диффузии. Функция Грина. Соотношение Эйнштейна.

практическое занятие (4 часа(ов)):

Вывод соотношения Эйнштейна.

Тема 10. Самодиффузия

лекционное занятие (3 часа(ов)):

Автокорреляционная функция скорость-скорость. Формула Кубо-Грина для коэффициента самодиффузии.

практическое занятие (4 часа(ов)):

Вывод формулы самодиффузии для частного случая.

Тема 11. Измерение коэффициентов самодиффузии методом спинового эха.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Спиновое эхо. 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. Введение в курс ?Физика жидкости?. Статистическое описание макроскопических систем.	4	1-2	подготовка к устному опросу	5	Устный опрос
2.	Тема 2. Микроканоническое распределение.	4	2-3	подготовка к устному опросу	5	Устный опрос
3.	Тема 3. Уравнение Ван-дер-Ваальса.	4	4-5	подготовка к устному опросу	5	Устный опрос
4.	Тема 4. Диаграммы Майера.	4	6-7	подготовка к устному опросу	5	Устный опрос
5.	Тема 5. Частичные функции распределения.	4	8-9	подготовка к контрольной работе	5	Контрольная работа

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
6.	Тема 6. Корреляционные функции.	4	9-10	подготовка к устному опросу	5	Устный опрос
7.	Тема 7. Радиальная функция распределения.	4	11-12	подготовка к устному опросу	5	Устный опрос
8.	Тема 8. Случайное блуждание	4	13-14	подготовка к устному опросу	5	Устный опрос
9.	Тема 9. Диффузия.	4	14-16	подготовка к устному опросу	5	Устный опрос
10.	Тема 10. Самодиффузия	4	16-17	подготовка к контрольной работе	5	Контрольная работа
11.	Тема 11. Измерение коэффициентов самодиффузии методом спинового эха.	4	18	подготовка к контрольной работе	2	Контрольная работа
				подготовка к контрольной работе		
				подготовка к устному опросу	1	Устный опрос
				подготовка к устному опросу	1	Устный опрос
	Итого				54	

5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Освоение дисциплины предполагает применение традиционных образовательных технологий - лекции, практические занятия - с использованием в учебном процессе электронных ресурсов, компьютерных презентаций.

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

Тема 1. Введение в курс ?Физика жидкости?. Статистическое описание макроскопических систем.

Устный опрос , примерные вопросы:

Функция распределения. Уравнение Лиувилля.

Тема 2. Микроканоническое распределение.

Устный опрос , примерные вопросы:

Термодинамические функции.

Тема 3. Уравнение Ван-дер-Ваальса.

Устный опрос , примерные вопросы:

Уравнение Ван-дер-Ваальса. Функции Майера.

Тема 4. Диаграммы Майера.

Устный опрос , примерные вопросы:

Классификация диаграмм Майера.

Тема 5. Частичные функции распределения.

Контрольная работа , примерные вопросы:

Уравнение состояния $g_2(r)$ и внутренняя энергия

Тема 6. Корреляционные функции.

Устный опрос , примерные вопросы:

Функциональное определение прямой корреляционной функции.

Тема 7. Радиальная функция распределения.

Устный опрос , примерные вопросы:

Ближний порядок. Радиальная функция распределения.

Тема 8. Случайное блуждание

Устный опрос , примерные вопросы:

Одномерное дискретное случайное блуждание. Случайное блуждание как цепь Маркова.

Тема 9. Диффузия.

Устный опрос , примерные вопросы:

Уравнение диффузии. Функция Грина.

Тема 10. Самодиффузия

Контрольная работа , примерные вопросы:

Автокорреляционная функция скорость-скорость Формула Кубо-Грина для коэффициента самодиффузии.

Тема 11. Измерение коэффициентов самодиффузии методом спинового эха.

Контрольная работа , примерные вопросы:

Спиновое эхо.

Устный опрос , примерные вопросы:

Спиновое эхо.

Устный опрос , примерные вопросы:

Спиновое эхо.

Тема . Итоговая форма контроля

Примерные вопросы к экзамену:

Билеты к экзамену по курсу "Физика жидкости"

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 Ван-дер-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. Байков, Ю.А. Физика конденсированного состояния [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Ю.А. Байков, В.М. Кузнецов. ? Электрон. дан. ? Москва : Издательство 'Лаборатория знаний', 2015. ? 296 с. ? Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/70766>. ? Загл. с экрана.
2. Ландау, Л.Д. Теоретическая физика. Т.9 Статистическая физика. Ч. 2. Теория конденсированного состояния [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц. ? Электрон. дан. ? Москва : Физматлит, 2004. ? 496 с. ? Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/2235>. ? Загл. с экрана.
3. Цвелик, А.М. Квантовая теория поля в физике конденсированного состояния [Электронный ресурс] ? Электрон. дан. ? Москва : Физматлит, 2004. ? 320 с. ? Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/2714>. ? Загл. с экрана.

7.2. Дополнительная литература:

1. Зисман, Г.А. Курс общей физики. В 3-х тт. Т.3. Оптика. Физика атомов и молекул. Физика атомного ядра и микрочастиц [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Г.А. Зисман, О.М. Тодес. ? Электрон. дан. ? Санкт-Петербург : Лань, 2007. ? 512 с. ? Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/508>. ? Загл. с экрана.
2. Брычков, Ю.А. Специальные функции. Производные, интегралы, ряды и другие формулы. Справочник [Электронный ресурс] : справ. ? Электрон. дан. ? Москва : Физматлит, 2006. ? 512 с. ? Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/48182>. ? Загл. с экрана.

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_tdsm/l15.pdf

Морс Ф.М., Фешбах Г. Методы теоретической физики. Том 1 -

http://alexandr4784.narod.ru/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. Уравнения 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.

Лекции и практические занятия проводятся с использованием доски и мультимедийного оборудования.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 03.03.02 "Физика" и профилю подготовки не предусмотрено .

Автор(ы):

Фаткуллин Н.Ф. _____

Савостина Л.И. _____

"__" _____ 201__ г.

Рецензент(ы):

Скирда В.Д. _____

"__" _____ 201__ г.