

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Наумова Наталия Александровна
Должность: Ректор
Дата подписания: 24.10.2024 14:21:41
Уникальный программный ключ:
6b5279da4e034bfff679172803da5b7b559f68e2

МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПРОСВЕЩЕНИЯ»
(ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПРОСВЕЩЕНИЯ)

Физико-математический факультет
Кафедра фундаментальной физики и нанотехнологии

Согласовано

деканом факультета

« 29 » 06 2023 г.

/Кулешова Ю.Д./

Рабочая программа дисциплины

Физическая кинетика

Направление подготовки

03.03.02 Физика

Профиль:

Теоретическая и математическая физика

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

Очная

Согласовано учебно-методической комиссией
физико-математического факультета

Протокол « 29 » 06 2023 г. № 10

Председатель УМКом /Кулешова Ю.Д./

Рекомендовано кафедрой
фундаментальной физики и
нанотехнологии

Протокол от « 25 » 05 2023 г. № 13

Зав. кафедрой /Холина С.А./

Мытищи
2023

Автор-составитель:

Камалов Т.Ф., доцент, кандидат физико-математических наук,
доцент

Рабочая программа дисциплины «Физическая кинетика» составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению 03.03.02 Физика, утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ от 07.08.2020 г. № 891.

Дисциплина входит в модуль «Теоретическая физика» обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» и является обязательной для изучения.

Год начала подготовки (по учебному плану) 2023

СОДЕРЖАНИЕ

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ.....	4
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	4
3. ОБЪЁМ И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	5
4. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ	6
5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....	9
6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И РЕСУРСНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	12
7. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....	14
8. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ	
9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

1.1. Цель и задачи дисциплины

Цели дисциплины «Физическая кинетика»: ознакомление студентов с концептуальными основами дисциплины как современной фундаментальной науки; ознакомление студентов с математическими методами, используемыми в физической кинетике; освоение студентами круга основных задач физической кинетики, методов и результатов их решения; ознакомление студентов с важнейшими предсказаниями теории и основами её практического применения; интеллектуальное развитие студентов через объединение в систему физических, математических и технических знаний.

Задачи дисциплины: ознакомить студентов с экспериментальными основаниями науки и её основными теоретическими идеями; объяснить студентам соответствие и адекватность используемых математических моделей и физической реальности; научить студентов новым представлениям о кинетических явлениях, использованию новых понятий, и на этой основе ставить задачи их описания; научить студентов корректно формулировать эти задачи, создавая при этом необходимые физические модели научить студентов решать поставленные задачи физической кинетики, используя мощный математический аппарат, выстраивать алгоритмы их решения; научить студентов осмысливать, оценивать и использовать далее полученные результаты, давать их физическое истолкование и доводить до численных значений; ориентировать студентов в возможностях дальнейшего использования полученных знаний и приобретённых навыков при изучении физических дисциплин, прохождении практики и в последующей трудовой деятельности.

1.2. Планируемые результаты обучения

В результате освоения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие компетенции:

ОПК-1. Способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности;

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина входит в модуль «Теоретическая физика» обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» и является обязательной для изучения.

Основу для изучения дисциплины составляют знания, ранее приобретённые студентами в школе, в вузе при изучении общей физики и высшей математики, а также ранее изученных дисциплин теоретической физики, таких как «Теоретическая механика» и «Механика сплошных сред». Данная дисциплина не является повторением или продолжением ранее изученных студентами курсов общей физики, но является следующей ступенью изучения кинетических явлений.

По учебному плану дисциплина изучается в 8 семестре. Предполагается, что студенты в этом семестре заканчивают изучение теоретической физики и имеют достаточную подготовку по высшей математике.

Освоение данного курса является необходимым элементом подготовки специалистов в области естественных и технических наук. Необходимость её в учебном плане обусловлена неуклонным развитием научных знаний и техники, практически использующей рассматриваемые явления, а также вхождением ее материала выпускную практику и дипломные работы.

Знания и навыки, полученные при изучении дисциплины, дают возможность студентам лучше осваивать такие дисциплины учебного плана как, «Физика конденсированного состояния», «Статистическая физика», «Физика полимеров», специальные курсы и курсы по выбору на качественно более высоком уровне, а также выполнять задания по

практикам. Эти знания и навыки будут полезны студентам в последующей трудовой деятельности как в учреждениях научно-технического профиля, так и в школе.

3. ОБЪЁМ И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Объём дисциплины

Показатель объёма дисциплины	Очная форма обучения
Объём дисциплины в зачётных единицах	4
Объём дисциплины в часах	144
Контактная работа:	102,3
Лекции	40
Практические занятия	60
из них, в форме практической подготовки	60
Контактные часы на промежуточную аттестацию:	2,3
Экзамен	0,3
Предэкзаменационная консультация	2
Самостоятельная работа	32
Контроль	9,7

Формой промежуточной аттестации является экзамен в 8 семестре.

3.2. Содержание дисциплины

Наименование разделов (тем) дисциплины с кратким содержанием	Количество часов		
	Лекции	Практические занятия	
		Общее кол-во	из них, в форме практической подготовки
Тема 1. Предмет и задачи физической кинетики Экспериментальные факты, лежащие в основе теории. Структура курса. Феноменологическая кинетика	4	6	6
Тема 2. Основания феноменологической кинетики Основные понятия и представления неравновесной термодинамики. Описание линейной релаксации системы	4	8	8
Тема 3. Потoki и линейные законы кинетики Обобщённые потоки. Дифференциальная форма законов сохранения. Явления переноса. Линейные законы неравновесной термодинамики. Феноменологические коэффициенты и связь между ними. Перекрёстные эффекты. Теорема Онзагера. Принцип Кюри	4	6	6
Тема 4. Энтропия и кинетика Уравнение баланса энтропии. Теорема Пригожина. Неравновесные диссипативные структуры.	4	6	6

Тема 5. Микроскопическая кинетика Основные понятия, представления и задачи микроскопической кинетики. История развития и основные идеи кинетической теории. Уравнение Лиувилля. Фазовое пространство, фазовый объём. Теорема Лиувилля	4	8	8
Тема 6. Кинетическая теория Больцмана Уравнение Больцмана кинетической теории. Интеграл столкновений. H-теорема. Приближение времени релаксации	5	6	6
Тема 7. Кинетическая теория Боголюбова Основные положения кинетической теории Боголюбова. Многочастичные функции кинетической теории	5	6	6
Тема 8. Приложения кинетической теории Использование кинетических операторов и вычисление их средних значений. Метод моментов в кинетической теории	5	8	8
Тема 9. Кинетика и электромагнитное поле Самосогласованное поле. Уравнение Власова	5	6	6
Итого	40	60	60

ПРАКТИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА

Тема	Задание на практическую подготовку	количество часов
Тема 1. Предмет и задачи физической кинетики	Экспериментальные факты, лежащие в основе теории. Структура курса. Феноменологическая кинетика	6
Тема 2. Основания феноменологической кинетики	Основные понятия и представления неравновесной термодинамики. Описание линейной релаксации системы	8
Тема 3. Потоки и линейные законы кинетики	Обобщённые потоки. Дифференциальная форма законов сохранения. Явления переноса. Линейные законы неравновесной термодинамики. Феноменологические коэффициенты и связь между ними. Перекрёстные эффекты. Теорема Онзагера. Принцип Кюри	6
Тема 4. Энтропия и кинетика	Уравнение баланса энтропии. Теорема Пригожина. Неравновесные диссипативные структуры	6
Тема 5. Микроскопическая кинетика	Основные понятия, представления и задачи микроскопической кинетики. История развития и основные идеи кинетической теории. Уравнение Лиувилля. Фазовое пространство, фазовый объём. Теорема Лиувилля	8

Тема 6. Кинетическая теория Больцмана	Уравнение Больцмана кинетической теории. Интеграл столкновений. Н-теорема. Приближение времени релаксации	6
Тема 7. Кинетическая теория Боголюбова	Основные положения кинетической теории Боголюбова. Многочастичные функции кинетической теории	6
Тема 8. Приложения кинетической теории	Использование кинетических операторов и вычисление их средних значений. Метод моментов в кинетической теории	8
Тема 9. Кинетика и электромагнитное поле	Самосогласованное поле. Уравнение Власова	6

4. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Темы для самостоятельного изучения	Изучаемые вопросы	Количество часов	Формы самостоятельной работы	Методические обеспечения	Формы отчетности
Предмет и задачи физической кинетики	Экспериментальные факты, лежащие в основе теории. Структура курса. Феноменологическая кинетика	3	Работа с литературой, сетью Интернет, консультации, решение задач	Рекомендуемая литература. Ресурсы Интернет, конспект	Конспект, решённые задачи
Основания феноменологической кинетики	Основные понятия и представления неравновесной термодинамики. Описание линейной релаксации системы	3	Работа с литературой, сетью Интернет, консультации, решение задач	Рекомендуемая литература. Ресурсы Интернет, конспект	Конспект, решённые задачи
Потоки и линейные законы кинетики	Обобщённые потоки. Дифференциальная форма законов сохранения. Явления переноса. Линейные законы неравновесной термодинамики. Феноменологические коэффициенты и связь между ними. Перекрёстные эффекты. Теорема Онзагера. Принцип Кюри	3	Работа с литературой, сетью Интернет, консультации, решение задач	Рекомендуемая литература. Ресурсы Интернет, конспект	Конспект, решённые задачи

Энтропия и кинетика	Уравнение баланса энтропии. Теорема Пригожина. Неравновесные диссипативные структуры	3	Работа с литературой, сетью Интернет, консультации, решение задач	Рекомендуемая литература. Ресурсы Интернет, конспект	Конспект, решённые задачи
Микроскопическая кинетика	Основные понятия, представления и задачи микроскопической кинетики. История развития и основные идеи кинетической теории. Уравнение Лиувилля. Фазовое пространство, фазовый объём. Теорема Лиувилля	4	Работа с литературой, сетью Интернет, консультации, решение задач	Рекомендуемая литература. Ресурсы Интернет, конспект	Конспект, решённые задачи
Кинетическая теория Больцмана	Уравнение Больцмана кинетической теории. Интеграл столкновений. Н-теорема. Приближение времени релаксации	4	Работа с литературой, сетью Интернет, консультации, решение задач	Рекомендуемая литература. Ресурсы Интернет, конспект	Конспект, решённые задачи
Кинетическая теория Боголюбова	Основные положения кинетической теории Боголюбова. Многочастичные функции кинетической теории	4	Работа с литературой, сетью Интернет, консультации, решение задач	Рекомендуемая литература. Ресурсы Интернет, конспект	Конспект, решённые задачи
Приложения кинетической теории	Использование кинетических операторов и вычисление их средних значений. Метод моментов в кинетической теории	4	Работа с литературой, сетью Интернет, консультации, решение задач	Рекомендуемая литература. Ресурсы Интернет, конспект	Конспект, решённые задачи
Кинетика и электромагнитное поле	Самосогласованное поле. Уравнение Власова	4	Работа с литературой, сетью Интернет, консультации, решение задач	Рекомендуемая литература. Ресурсы Интернет, конспект	Конспект, решённые задачи
Итого		32			

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

5.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Код и наименование компетенции	Этапы формирования
ОПК-1. Способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности;	1. Работа на учебных занятиях. 2. Самостоятельная работа.

5.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Оцениваемые компетенции	Уровень сформированности	Этапы формирования	Описание показателей	Критерии оценивания	Шкала оценивания
ОПК-1	Пороговый	1. Работа на учебных занятиях. 2. Самостоятельная работа.	знать основные модели задач в рамках дисциплины с учетом их границ применимости; уметь грамотно использовать в профессиональной деятельности базовые знания фундаментальных разделов математики, создавать математические модели типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные результаты с учетом границ применимости моделей	решение задач, домашнее задание	шкала оценивания решения задач, шкала оценивания домашних заданий
	Продвинутый	1. Работа на учебных занятиях. 2. Самостоятельная работа.	знать основные модели задач в рамках дисциплины с учетом их границ применимости; уметь грамотно использовать в профессиональной деятельности базовые знания фундаментальных разделов математики, создавать математические модели типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные результаты с учетом границ применимости моделей владеть методами использования в профессиональной деятельности базовых знаний фундаментальных разделов математики для создания ма-	решение задач, домашнее задание, практическая подготовка	шкала оценивания решения задач, шкала оценивания домашних заданий, шкала оценивания практической подготовки

			тематических моделей типовых профессиональных задач и интерпретации полученных результатов с учетом границ применимости моделей		
--	--	--	---	--	--

Шкала и критерии оценивания решения задач

Уровни оценивания	Критерии оценивания	Баллы
<i>Высокий (отлично)</i>	Если студент решил 71-90% от всех задач	16-20
<i>Оптимальный (хорошо)</i>	Если студент решил 51-70% от всех задач	11-15
<i>Удовлетворительный</i>	Если студент решил 31-50% от всех задач	6-10
<i>Неудовлетворительный</i>	Если студент решил 0-30% от всех задач	0-5

Шкала и критерии оценивания домашних работ

Уровни оценивания	Критерии оценивания	Баллы
<i>Высокий (отлично)</i>	Если студент решил 71-90% от всех домашних работ	8-10
<i>Оптимальный (хорошо)</i>	Если студент решил 51-70% от всех домашних работ	5-7
<i>Удовлетворительный</i>	Если студент решил 31-50% от всех домашних работ	2-4
<i>Неудовлетворительный</i>	Если студент решил 0-30% от всех домашних работ	0-1

Шкала оценивания практической подготовки

Критерии оценивания	Баллы
высокая активность на практической подготовке, выполнен(ы) задачи / контрольные работы / отработан алгоритм решения задач по каждой теме	5
средняя активность на практической подготовке, выполнен(ы) задачи / контрольные работы / не полностью отработан алгоритм решения задач по каждой теме	2
низкая активность на практической подготовке, задачи / контрольные работы / не отработан алгоритм решения задач по каждой теме.	0

5.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Примеры домашних заданий

1. Зазор между двумя концентрическими сферами заполнен однородным изотропным веществом. Радиусы сфер равны: $r_1 = 10$ см и $r_2 = 20$ см. Поверхность внутренней сферы поддерживается при температуре $T_1 = 400$ К, поверхность внешней сферы – при температуре $T_2 = 300$ К. В этих условиях от внутренней сферы к внешней течёт установившийся тепловой поток $q = 1$ кВт. Считая теплопроводность χ вещества в зазоре не зависящей от температуры, определить значение χ и температуру в зазоре $T(r)$ как функцию расстояния r от центра сфер.

2. Два тела, теплоёмкость каждого из которых равна $C = 500$ Дж/К, соединены стерж-

нем длины $l = 40$ см с площадью поперечного сечения $S = 3$ см². Теплопроводность стержня не зависит от температуры и равна $\chi = 20$ Вт/(м·К). Тела и стержень образуют теплоизолированную систему. В начальный момент температуры тел отличаются друг от друга. Найти время t , по истечении которого разность температур тел уменьшится в 2 раза. Теплоёмкостью стержня и неоднородностью температуры в пределах каждого из тел пренебречь.

3. Кислород находится при температуре $T = 300$ К под давлением $p = 10^5$ Па. Определить среднюю длину свободного пробега молекул λ , среднее время свободного пробега молекул t .

4. Один из способов измерения вязкости газов заключается в наблюдении скорости затухания крутильных колебаний горизонтального диска, подвешенного на тонкой упругой нити над таким же неподвижным диском. Получить формулу, связывающую вязкость η газа, находящегося между дисками, с массой диска m , радиусом диска R , зазором a и коэффициентом затухания колебаний β . Считать, что трения в подвесе нет.

5. Частица совершает броуновское движение в правой полуплоскости (коэффициент диффузии D), причём прямая $x = 0$ для неё непроницаема. Найти вероятность обнаружить частицу в слое малой толщины вблизи этой прямой на достаточно больших временах t , если при $t = 0$ частица находилась в точке $(R; 0)$.

6. Найти число разных независимых компонент в матрице Онзагера для случая трёх независимых обобщённых сил.

7. Определить зависимость от времени потока вещества с учётом термодиффузии, если плотность вещества постоянна, а градиент температуры убывает по экспоненте.

8. Запишите в локальной форме уравнение состояния идеального газа.

9. Проверить, является ли распределение Максвелла решением стационарного уравнения Больцмана.

10. Проверить, является ли распределение Максвелла решением нестационарного уравнения Больцмана. Если да, то при каких условиях.

Примеры вариантов решения задач

Вариант 1

1. Написать в дифференциальной форме закон сохранения заряда.
2. Написать в дифференциальной форме закон сохранения энергии.
3. Написать формы энергии, входящие во внутреннюю энергию тела. Указать формы энергии, не входящие в неё.
4. Написать потоки, создаваемые градиентом температуры.
5. Указать число и охарактеризовать аргументы в стационарном уравнении Больцмана.

Вариант 2

1. Записать уравнение Больцмана для случая, когда на частицу не действуют внешние силы.
2. Написать в дифференциальной форме закон сохранения массы.
3. Написать потоки, создаваемые градиентом плотности.
4. Указать число и охарактеризовать аргументы в нестационарном уравнении Больцмана.
5. Преобразовать элемент одночастичного фазового объёма в сферические координаты в конфигурационном и в импульсном пространстве.

Примерные вопросы для экзамена

1. Экспериментальные факты, лежащие в основе физической кинетики. Феноменологическая кинетика.

2. Основные понятия и представления неравновесной термодинамики. Описание линейной релаксации системы.
3. Обобщённые потоки. Дифференциальная форма законов сохранения.
4. Линейные законы неравновесной термодинамики. Феноменологические коэффициенты и связь между ними.
5. Перекрёстные эффекты. Теорема Онзагера. Принцип Кюри.
6. Уравнение баланса энтропии. Теорема Пригожина. Неравновесные диссипативные структуры.
7. Основные понятия, представления и задачи микроскопической кинетики.
8. Уравнение Лиувилля. Фазовое пространство, фазовый объём. Теорема Лиувилля.
9. Уравнение Больцмана. Интеграл столкновений.
10. Уравнение Больцмана в релаксационном приближении.
11. H-теорема Больцмана. Связь H-функции Больцмана с энтропией.
12. Цепочка уравнений Боголюбова для многочастичных функций распределения.
13. Кинетические операторы и их средние значения. Метод моментов в кинетической теории.
14. Самосогласованное поле. Кинетическое уравнение Власова.

Задание на практическую подготовку

1. Выполнение измерений на лабораторном оборудовании.
2. Выступление с докладом по исследуемой тематике.
3. Участие в экспериментальной работе совместно с сотрудниками лабораторий.

5.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Сопоставимость рейтинговых показателей студента по разным дисциплинам и Балльно-рейтинговой системы оценки успеваемости студентов обеспечивается принятием единого механизма оценки знаний студентов, выраженного в баллах, согласно которому 100 баллов – это полное усвоение знаний по учебной дисциплине, соответствующее требованиям учебной программы.

Максимальный результат, который может быть достигнут студентом по каждому из Блоков рейтинговой оценки – 100 баллов.

Шкала соответствия рейтинговых оценок пятибалльным оценкам:
100 – 81 баллов – «отлично» (5); 80 – 61 баллов – «хорошо» (4); 60 – 41 баллов – «удовлетворительно» (3); до 40 баллов – «неудовлетворительно».

Ответ обучающегося на экзамене оценивается в баллах с учётом шкалы соответствия рейтинговых оценок пятибалльным оценкам.

При получении студентом на экзамене неудовлетворительной оценки в ведомость выставляется рейтинговая оценка в баллах (< или = 40 баллов), соответствующая фактическим знаниям (ответу) студента.

Шкала оценивания экзамена

Критерии оценивания	Баллы
Полные и точные ответы на два вопроса экзаменационного билета. Свободное владение основными терминами и понятиями курса; последовательное и логичное изложение материала курса; законченные выводы и обобщения по теме вопросов; исчерпы-	21-30

вающие ответы на вопросы при сдаче экзамена.	
Полные и точные ответы на два вопроса экзаменационного билета. Знание основных терминов и понятий курса; последовательное изложение материала курса; умение формулировать некоторые обобщения по теме вопросов; достаточно полные ответы на вопросы при сдаче экзамена.	15-20
Полный и точный ответ на один вопрос экзаменационного билета. Удовлетворительное знание основных терминов и понятий курса; удовлетворительное знание и владение методами и средствами решения задач; недостаточно последовательное изложение материала курса; умение формулировать отдельные выводы и обобщения по теме вопросов.	8-14
Полный и точный ответ на один вопрос экзаменационного билета и менее.	0-7

Итоговая шкала выставления оценки по дисциплине.

Оценка по 5-балльной системе	Оценка по 100-балльной системе
отлично	81 – 100
хорошо	61 - 80
удовлетворительно	41 - 60
неудовлетворительно	0-40

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И РЕСУРСНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Основная литература

1. Йоос, Г. Lehrbuch der Theoretischen Physik in 2 t. Teil 1. Теоретическая физика в 2 ч. Часть 1. — Москва : Юрайт, 2023. — Текст : электронный. — URL: <https://www.urait.ru/bcode/515999>
<https://www.urait.ru/bcode/516271>
2. Никеров, В. А. Физика : учебник и практикум для вузов. — Москва : Юрайт, 2022. — 415 с. — Текст : электронный. — URL: <https://www.urait.ru/bcode/489259>

6.2. Дополнительная литература

1. Бекман, И. Н. Атомная и ядерная физика: радиоактивность и ионизирующие излучения : учебник для вузов . — 2-е изд. — Москва : Юрайт, 2023. — 493 с. — Текст : электронный. — URL: <https://www.urait.ru/bcode/513455>
2. Гладков, С. О. Теоретическая и математическая физика. Сборник задач в 2 ч. Часть 1 : учебное пособие для вузов . — 3-е изд. — Москва : Юрайт, 2023. — 241 с. — Текст : электронный. — URL: <https://www.urait.ru/bcode/514280>
3. Гладков, С. О. Теоретическая и математическая физика. Сборник задач в 2 ч. Часть 2 : учебное пособие для вузов . — 3-е изд. — Москва : Юрайт, 2023. — 253 с. — Текст : электронный. — URL: <https://www.urait.ru/bcode/514343>
4. Казин, В. Н. Физическая химия : учебное пособие для вузов / В. Н. Казин, Е. М. Плисс, А. И. Русаков. — 2-е изд. — Москва : Юрайт, 2023. — 182 с. — Текст : электронный. — URL: <https://www.urait.ru/bcode/517510>

6.3. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. http://mgou.ru/index.php?option=com_content&task=view&id=48&Itemid=614
2. Научная электронная библиотека <http://elibrary.ru>

7. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Методические рекомендации по подготовке к практическим занятиям.
2. Методические рекомендации по организации самостоятельной работы по дисциплинам.

8. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Лицензионное программное обеспечение:

Microsoft Windows
Microsoft Office
Kaspersky Endpoint Security

Информационные справочные системы:

Система ГАРАНТ
Система «КонсультантПлюс»

Профессиональные базы данных

fgosvo.ru – Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования
pravo.gov.ru - Официальный интернет-портал правовой информации
www.edu.ru – Федеральный портал Российское образование

Свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства
ОМС Плеер (для воспроизведения Электронных Учебных Модулей)
7-zip
Google Chrome

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает в себя:

- учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения: учебной мебелью, доской, демонстрационным оборудованием, персональными компьютерами, проектором;
- помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде.