

Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Донецкий государственный университет»

Физико-технический факультет
Кафедра общей физики и дидактики физики



УТВЕРЖДАЮ

проректор

П.А. Машаров

29 марта 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
МЕХАНИКА И МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА

Укрупненная группа направлений
подготовки
Программа высшего образования
Направление подготовки
Профиль подготовки
Квалификация
Форма обучения

28.00.00 Нанотехнологии и наноматериалы
Программа бакалавриата
28.03.03 Наноматериалы
Наноматериалы
Бакалавр
Очная

Рабочая программа адаптирована для лиц
с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Донецк 2024

Рабочая программа дисциплины «Механика и молекулярная физика» для обучающихся по направлению подготовки 28.03.03 Наноматериалы (Профиль подготовки: Наноматериалы), составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 28.03.03 Наноматериалы, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 22 сентября 2017 г. № 968 (с изм. и доп.), Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 06 апреля 2021 г. № 245 (с изм. и доп.), в соответствии с учебным планом, утвержденным Ученым советом ФГБОУ ВО «ДонГУ» для набора 2024 года.

Разработчик:

к. ф.-м. н., доц.,

доцент кафедры общей физики и
дидактики физики

Н.Г. Малюк

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры общей физики и дидактики физики.
Протокол от 26.03.2024 г. № 12

Заведующий кафедрой

А.В. Безус

СОГЛАСОВАНО:

Декан физико-технического факультета
28.03.2024 г.

С.А. Фоменко

Учебно-методическая комиссия физико-технического факультета.

Протокол от 27.03.2024 г. № 2

Председатель

В. Н. Котенко

Руководитель основной профессиональной
образовательной программы,
д-р физ.-мат. наук, проф.
26.03.2024 г.

А.Г. Петренко

1. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1.1. Требования к предварительной подготовке обучающихся, предшествующие и сопутствующие дисциплины, на которых основывается изучение данной:

базовая подготовка по математике в объеме программы средней школы;

дисциплины программы бакалавриата:

«Введение к дисциплинам фундаментальной подготовки – математика» и «Введение к дисциплинам фундаментальной подготовки – физика», а также формируемые в ходе сопутствующего изучения дисциплин «Физический практикум», «Математический анализ».

1.2. Дисциплины, курсовые работы и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее:

«Электричество и магнетизм», «Математический анализ», «Дифференциальные уравнения», «Теоретическая механика» и последующего изучения дисциплин: «Статистическая физика и термодинамика», «Явления переноса в кристаллах и тонких пленках».

2. ОПИСАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

2.1. Общая характеристика

Наименование показателя	Значение показателя
Название образовательной программы	28.03.03 Наноматериалы
Шифр и название в соответствии с учебным планом	Б1.Б.М2.3 Механика и молекулярная физика
Часть образовательной программы	Базовая часть
Количество зачетных единиц / всего часов	4,5 / 162

2.2. Распределение часов по периодам обучения

Форма обучения	курс	семестр	Общее количество часов					Форма контроля
			лекционных	лабораторных	практических	самостоятельной работы + контактная	всего	
Очная	1	1	45		45	72	162	экзамен
Очная, всего	1	1	45		45	72	162	экзамен

3. ЦЕЛИ ДИСЦИПЛИНЫ

Формирование у студентов система знаний, умений и навыков о явлениях, закономерностях, законах, теориях и методах изучения природы. Развитие профессиональных, мировоззренческих и гражданских качеств лица, сформированных в процессе учебы с учетом перспектив развития общества, науки, техники, технологии, культуры и искусства. Усвоение студентами теоретических основ и практических методов исследования для проведения профессиональной деятельности.

4. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ КОМПОНЕНТА ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ, ИХ ИНДИКАТОРЫ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Компетенции	Индикаторы	Результаты обучения
ОПК-1. Способен решать задачи профессиональной деятельности на основе применения естественнонаучных и общеинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования.	ОПК-1. 5. Анализирует проблемы, процессы и явления в области физики, использует на практике базовые знания и методы физических исследований.	ОПК-1. 5.1. Умеет решать физические задачи и использовать решения для углубленного понимания законов физики. ОПК-1. 5.2. Демонстрирует специальные научные знания в т.ч. в предметной области.
	ОПК-1. 6. Использует математический аппарат, для описания, анализа, теоретического и экспериментального исследования и моделирования физических систем, явлений и процессов, использования в профессиональной деятельности.	ОПК-1. 6.1. Знает, как формулировать собственную позицию в рамках поставленной задачи. ОПК-1. 6.2. Умеет сравнивать возможные варианты решения, оценивать их преимущества и недостатки.

5. ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Название темы	Краткое содержание темы (вопросы темы)
	Раздел 1. ОСНОВЫ МЕХАНИКИ
Тема 1. Кинематика материальной точки.	Физика как наука. Этапы развития и основные задачи механики. Основные положения и понятия кинематики. Прямая и обратная задачи кинематики. Векторный, координатный и естественный способы задания движения материальной точки. Кинематика вращательного движения. Угловое смещение, угловая скорость, угловое ускорение. Связь между линейными и угловыми характеристиками механического движения. Инерциальные системы отсчета. Принцип относительности Галилея. Преобразования Галилея. Закон сложения скоростей. Инвариантность ускорения.
Тема 2. Динамика материальной точки.	Основные положения и понятия динамики. Законы динамики материальной точки. Уравнения движения системы материальных точек. Закон сохранения импульса. Теорема о движении центра масс.
Тема 3. Работа и энергия.	Работа и мощность. Кинетическая энергия. Теорема об изменении кинетической энергии. Силовые поля. Понятие потенциальной силы и потенциальной энергии. Полная механическая энергия. Закон сохранения механической энергии. Связь потенциальной энергии с силой поля.
Тема 4. Динамика твердого тела.	Твердое тело в механике. Виды движений твердого тела. Описание поступательного движения. Момент силы и момент импульса относительно точки и относительно оси. Уравнение моментов. Закон

	сохранения момента импульса. Уравнение моментов при вращении твердого тела вокруг неподвижной оси. Момент инерции тела. Расчет моментов инерции некоторых тел. Теорема Гюйгенса-Штейнера.
Тема 5. Гармонические колебания	Гармонический осциллятор. Уравнение движения гармонического осциллятора. Зависимость решения уравнения движения гармонического осциллятора от начальных условий. Механическая энергия при гармонических колебаниях. Энергетическая диаграмма гармонического осциллятора. Средние значения кинетической и потенциальной энергии гармонического осциллятора. Математический маятник. Период колебаний математического маятника в случае малых отклонений. Физический маятник. Приведенная длина и центр качаний физического маятника. Затухающие колебания. Логарифмический декремент затухания. Добротность. Вынужденные колебания. Резонанс.
	Раздел 2. ОСНОВЫ МОЛЕКУЛЯРНО-КИНЕТИЧЕСКОЙ ТЕОРИИ И ТЕРМОДИНАМИКИ
Тема 6. Основы МКТ.	Молекулярно-кинетическая теория. Термодинамика. Термодинамическая система. Температура и единицы температуры. Давление и единицы давления. Объем и единицы объема. Количество вещества и единица измерения количества вещества. Молярная масса. Уравнение состояния термодинамической системы. Основные положения молекулярно-кинетической теории. Задача молекулярной физики. Идеальный газ. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории газов.
Тема 7. Столкновения молекул и явления переноса.	Средняя длина свободного пробега молекул. Эффективный диаметр и сечение молекулы. Диффузия. Закон Фика. Вычисление коэффициента диффузии в газах. Диффузия в твердых телах. Вязкость. Закон вязкого течения Ньютона. Вычисление коэффициента вязкости. Теплопроводность. Вычисление коэффициента теплопроводности газов.
Тема 8. Первый закон термодинамики.	Первое начало термодинамики. Изопрцессы. Изотермический процесс. Изохорический процесс. Изобарический процесс. Адиабатический процесс. Политропический (политропный) процесс. Изменение температуры атмосферы с высотой. Распространение звука в газах.
Тема 9. Второй закон термодинамики.	Второе начало термодинамики. Тепловые машины. КПД тепловых машин. Цикл Карно. Теорема Клаузиуса. Энтропия. Неравенство Клаузиуса. Закон возрастания энтропии. Цикл Карно в переменных T, S . Примеры, иллюстрирующие II начало термодинамики. Процесс теплообмена. Расширение идеального газа в пустоту. Приращение энтропии при смешивании газов. Парадокс Гиббса.
Тема 10. Реальные газы.	Уравнение Ван-дер-Ваальса. Изотермы Ван-дер-Ваальса. Критические параметры. Закон соответственных состояний. Испарение и конденсация. Внутренняя энергия реального газа.

6. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Форма обучения – очная, курс – 1, семестр – 1

Наименования разделов и тем	Количество часов				
	Лекц.	Лабор.	Практ.	СРС+	Всего

				КОНТ	
Раздел 1.					
1. Кинематика материальной точки.	4		6	7	17
2. Динамика материальной точки.	5		6	7	18
3. Работа и энергия.	4		5	6	15
4. Динамика твердого тела.	5		6	6	17
5. Гармонические колебания	4			7	11
Раздел 2.					
6. Основы МКТ.	5		7	7	19
7. Столкновения молекул и явления переноса.	4			7	11
8. Первый закон термодинамики.	5		6	7	18
9. Второй закон термодинамики.	4		6	7	17
10. Реальные газы.	5		3	6	14
Экзамен				5	5
ИТОГО ЗА СЕМЕСТР	45		45	72	162

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ (СРЕДСТВА) ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

7.1. Контрольные вопросы

Раздел 1

- Основные положения и понятия кинематики.
- Прямая и обратная задачи кинематики.
- Векторный, координатный и естественный способы задания движения материальной точки.
- Кинематика вращательного движения.
- Угловое смещение, угловая скорость, угловое ускорение.
- Связь между линейными и угловыми характеристиками механического движения.
- Инерциальные системы отсчета. Принцип относительности Галилея.
- Преобразования Галилея. Закон сложения скоростей. Инвариантность ускорения.
- Основные положения и понятия динамики.
- Законы динамики материальной точки.
- Уравнения движения системы материальных точек. Закон сохранения импульса. Теорема о движении центра масс.
- Работа и мощность. Кинетическая энергия. Теорема об изменении кинетической энергии.
- Силовые поля. Понятие потенциальной силы и потенциальной энергии.
- Полная механическая энергия. Закон сохранения механической энергии. Связь потенциальной энергии с силой поля.
- Твердое тело в механике. Виды движений твердого тела. Описание поступательного движения.
- Момент силы и момент импульса относительно точки и относительно оси. Уравнение моментов. Закон сохранения момента импульса.
- Уравнение моментов при вращении твердого тела вокруг неподвижной оси. Момент инерции тела.
- Расчет моментов инерции некоторых тел. Теорема Гюйгенса-Штейнера.

19. Гармонический осциллятор. Уравнение движения гармонического осциллятора. Зависимость решения уравнения движения гармонического осциллятора от начальных условий.
20. Механическая энергия при гармонических колебаниях. Энергетическая диаграмма гармонического осциллятора. Средние значения кинетической и потенциальной энергии гармонического осциллятора.
21. Математический маятник. Период колебаний математического маятника в случае малых отклонений.
22. Физический маятник. Приведенная длина и центр качаний физического маятника.
23. Затухающие колебания. Логарифмический декремент затухания. Добротность. Вынужденные колебания. Резонанс.

Раздел 2

1. Основные положения молекулярно-кинетической теории. Задача молекулярной физики. Идеальный газ.
2. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории газов.
3. Средняя длина свободного пробега молекул. Эффективным диаметр и сечение молекулы.
4. Диффузия. Закон Фика. Вычисление коэффициента диффузии в газах. Диффузия в твердых телах.
5. Вязкость. Закон вязкого течения Ньютона. Вычисление коэффициента вязкости.
6. Теплопроводность. Вычисление коэффициента теплопроводности газов.
7. Первое начало термодинамики.
8. Изопроцессы. Изотермический процесс. Изохорический процесс. Изобарический процесс. Адиабатический процесс.
9. Политропический процесс.
10. Изменение температуры атмосферы с высотой. Распространение звука в газах.
11. Второе начало термодинамики.
12. Тепловые машины. КПД тепловых машин.
13. Цикл Карно. Теорема Клаузиуса. Энтропия.
14. Неравенство Клаузиуса. Закон возрастания энтропии.
15. Цикл Карно в переменных T , S .
16. Примеры, иллюстрирующие II начало термодинамики. Процесс теплообмена. Расширение идеального газа в пустоту. Приращение энтропии при смешивании газов. Парадокс Гиббса.
17. Уравнение Ван-дер-Ваальса.
18. Изотермы Ван-дер-Ваальса.
19. Критические параметры. Закон соответственных состояний.
20. Испарение и конденсация.
21. Внутренняя энергия реального газа.

7.2. Темы докладов (рефератов)

Не предусмотрены программой дисциплины

7.3. Темы письменных работ (типы задач)

Контрольная работа по проверке теоретических знаний – по всем темам, с использованием указанных выше контрольных вопросов.

7.4. Образец содержания экзаменационного билета (при наличии экзамена по дисциплине)

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № ____1____

1. Основные положения кинематики материальной точки.
2. Теорема Гюйгенса-Штейнера. Кинетическая энергия вращающегося тела.
3. Решить задачу: Под действием силы $F = 10 \text{ Н}$ тело движется прямолинейно так, что зависимость его координаты s от времени t дается уравнением $s = A - Bt + Ct^2$, где $C = 1 \text{ м/с}^2$. Найти массу m тела.

В случае ведения учебного процесса с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий, содержание билета может отличаться от приведенного.

8. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ БАЛЛОВ, КОТОРЫЕ ПОЛУЧАЮТ ОБУЧАЮЩИЕСЯ

Общая оценка знаний обучающихся по дисциплине проводится по 100-балльной шкале исходя из максимума, приведенного в таблице ниже. Организационно-учебная работа в аудитории оценивается на основе таких критериев как посещаемость занятий, своевременное и качественное выполнение домашних заданий, активность во время проведения лекционных и практических занятий (участие в обсуждении текущего и пройденного материала, решение задач и т.п.).

8.1. Семестр 1

Номера разделов	Виды работ	Максимальное количество баллов
1	Организационно-учебная работа в аудитории	5
	Самостоятельная работа	5
	Решение задач	40
	Контрольная работа по теоретическому материалу	10
ИТОГО		60
Экзамен		40
Общий итог за семестр		100

Соответствие баллов оценке

Количество баллов из 100	ECTS	Оценка по пятибалльной шкале	
		Экзамен, дифференцированный зачет	Зачет
90-100	A	отлично	зачтено
80-89	B	хорошо	зачтено
75-79	C		зачтено
70-74	D	удовлетворительно	зачтено
60-69	E		зачтено
35-59	FX	неудовлетворительно	не зачтено
0-34	F		не зачтено

9. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ И ИНВАЛИДОВ

В ходе реализации дисциплины используются следующие дополнительные методы обучения, текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в зависимости от их индивидуальных особенностей:

- 1) для слепых и слабовидящих:
 - лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;
 - для выполнения задания при необходимости предоставляется увеличивающее устройство; возможно также использование собственных увеличивающих устройств;
 - письменные задания оформляются увеличенным шрифтом.
- 2) для глухих и слабослышащих:
 - лекции оформляются в виде электронного документа;
 - письменные задания выполняются на компьютере в письменной форме;
 - экзамен проводится в письменной форме на компьютере; возможно проведение в форме тестирования.
- 3) для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:
 - лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;
 - письменные задания выполняются на компьютере;
 - экзамен и зачёт проводятся в устной форме или выполняются в письменной форме на компьютере.

При необходимости предусматривается увеличение времени для подготовки ответа.

Процедура проведения промежуточной аттестации для обучающихся устанавливается с учётом их индивидуальных психофизических особенностей. Промежуточная аттестация может проводиться в несколько этапов.

Проведение процедуры оценивания результатов обучения допускается с использованием дистанционных образовательных технологий.

Обеспечивается доступ к информационным и библиографическим ресурсам в сети Интернет для каждого обучающегося в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

- 1) для слепых и слабовидящих:
 - в печатной форме увеличенным шрифтом;
 - в форме электронного документа;
- 2) для глухих и слабослышащих:
 - в печатной форме;
 - в форме электронного документа.
- 3) для обучающихся с нарушениями опорно-двигательного аппарата:
 - в печатной форме;
 - в форме электронного документа.

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

Учебные занятия проводятся в 4-м учебном корпусе (г. Донецк, пр. Театральный, д. 13). Для проведения лекционных занятий требуется аудитория, оборудованная меловой или маркерной доской, мультимедийный проектор и экран, ноутбук, комплект учебной мебели для студентов, рабочее место преподавателя, выход в Интернет – проводной или с использованием Wi-Fi.

Для самостоятельной работы используются текстовые и электронные ресурсы Научной библиотеки университета и других электронных библиотечных баз данных, учебно-методическое обеспечение, представленное в учебно-методическом кабинете кафедры общей физики и дидактики физики (ауд. 220).

Обучающиеся имеют возможность использовать учебные материалы по дисциплине, размещенные на платформе Moodle Центра дистанционного образования ФГБОУ ВО «ДонГУ». При изучении дисциплины применяются электронное обучение и дистанционные образовательные технологии.

С использованием ресурсов платформы дистанционного образования осуществляется текущий контроль знаний обучающихся на основе тестирования и проверки результатов самостоятельной работы.

11. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

11.1. Основная литература

1. Малюк Н.Г. Механика. Курс лекций. ДонНУ, 2018. – 108 с.
2. Малюк Н.Г. Молекулярная физика и термодинамика. Курс лекций. ДонНУ, 2019. – 144 с.

11.2. Дополнительная литература

3. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Т. I.- Механика / Д.В. Сивухин.- М.: Наука, 1989. - 576 с.
4. Сивухин Д. В. Общий курс физики. Т. II.- Термодинамика и молекулярная физика / Д. В. Сивухин.- М. : Наука, 1990. - 591 с.
5. Матвеев А.Н. Механика и теория относительности / А.Н. Матвеев. - М.: Высш. шк., 1986. - 320 с.
6. Матвеев А. Н. Молекулярная физика / А. Н, Матвеев. - М.: Высшая школа, 1987.- 360 с.
7. Савельев И.В. Курс общей физики. Т. 1.- Механика. Молекулярная физика / И.В. Савельев. - М.: Наука, 1987. - 511 с
8. Кикоин А. К. Молекулярная физика / А. К. Кикоин, И. К. Кикоин. - СПб.: Лань; М., 2007. - 480 с.
9. Стрелков С.П. Механика / С.П. Стрелков.- СПб.: Лань, 2005. - 560 с.
10. Иродов И. Е. Задачи по общей физике / И. Е. Иродов.- М. : Наука, 1988. - 416 с

12. ИНФОРМАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ

1. **Национальная электронная библиотека (НЭБ):** федеральная государственная информационная система / Министерство Культуры РФ; Российская государственная библиотека. – Москва, 2019- . – URL: <https://rusneb.ru/> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: свободный, подписка. Необходима установка программного обеспечения. – Текст: электронный.

2. **eLIBRARY.RU:** научная электронная библиотека: сайт. – Москва, 2000- . – URL: <https://elibrary.ru> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: для авторизов. пользователей. –Текст: электронный.

3. Научная электронная библиотека **«КиберЛенинка»:** сайт / Ассоциация «Открытая наука». – Москва, 2014- . – URL: <https://cyberleninka.ru/>. – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.

4. Электронно-библиотечная система **«Лань»:** [сайт]. – URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: для авторизов. пользователей. – Текст: электронный.

5. **ЭБС Юрайт**: электронная библиотечная система: сайт. – Москва, 2013. – URL: <https://biblio-online.ru> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: для авторизов. пользователей. – Текст: электронный.

6. **Электронно-библиотечная система ДонГУ**: сайт / ФГБОУ ВО «ДонГУ». – Донецк, 2016- . – URL: <http://library.donnu.ru/> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.

7. **Электронный каталог** Научной библиотеки ДонГУ: раздел сайта / НБ ДонГУ. – Текст: электронный // ЭБС ДонГУ: сайт. – URL: <http://library.donnu.ru/catalog/> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: поиск свободный, электронные документы – для пользователей ДонГУ.

8. **Электронный архив ДонГУ**: раздел сайта / НБ ДонГУ. – Текст: электронный // ЭБС ДонГУ: сайт. – URL: <http://repo.donnu.ru/> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: свободный.

13. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

1. Windows 7 PRO (корпоративная лицензия ДонГУ № 46484614)
2. Microsoft Office (корпоративная лицензия ДонГУ № 46472919)
3. Microsoft Visual Studio (лицензия программы Dream Spark для высших учебных заведений)
4. Антивирус Касперского, Adobe Acrobat Reader, xPDF (лицензии GPL, Apache, BSD для свободного программного обеспечения).