

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им.
Н.И. Лобачевского»**

Физический факультет

(факультет / институт / филиал)

УТВЕРЖДЕНО
решением Ученого совета ННГУ
протокол от
«31» мая 2023 г. №6

Рабочая программа дисциплины

Общий физический практикум (термодинамика и молекулярная физика)

(наименование дисциплины (модуля))

Уровень высшего образования

бакалавриат

(бакалавриат / магистратура / специалитет)

Направление подготовки / специальность

03.03.02 Физика

(указывается код и наименование направления подготовки / специальности)

Направленность образовательной программы

Кристаллофизика

(указывается профиль / магистерская программа / специализация)

Квалификация (степень)

бакалавр

(бакалавр / магистр / специалист)

Форма обучения

Очная

(очная / очно-заочная / заочная)

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Общий физический практикум (термодинамика и молекулярная физика)» относится к базовой части, является обязательным для освоения, преподается на 1 году обучения, в 2 семестре.

Цели освоения дисциплины.

главной целью дисциплины «Общий физический практикум (термодинамика и молекулярная физика)» является приобретение практических навыков исследований с применением законов молекулярной физики и термодинамики. Для усвоения данного курса необходимо знание основных физических законов и явлений в объеме школьного курса физики.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)

| Формируемые компетенции | Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций |
|--|--|
| ОПК-2: Способен проводить научные исследования физических объектов, систем и процессов, обрабатывать и представлять экспериментальные данные | (ОПК-2) Знать особенности работы на оборудовании, необходимом для выполнения лабораторных работ. (ОПК-2) Уметь работать на оборудовании, необходимом для выполнения лабораторных работ. (ОПК-2) Владеть навыками обработки данных, полученных в эксперименте. |
| УК-3. Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде | (УК-3) Знать правила техники безопасности при проведении лабораторных работ. (УК-3) Уметь проводить исследования в малой группе. (УК-3) Владеть навыками организации проведения эксперимента в малой группе. |

3. Структура и содержание дисциплины «Общий физический практикум (термодинамика и молекулярная физика)»

Объем модуля составляет 3 зачетных единиц, всего 108 часов, из которых 65 часов составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (64 часа занятия лабораторного типа, включая 1 час мероприятия текущего контроля успеваемости), 43 часа составляет самостоятельная работа обучающегося.

Содержание дисциплины «Общий физический практикум (термодинамика и молекулярная физика)»

| Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины, форма промежуточной аттестации по дисциплине | Всего (часы) | В том числе | | | | | Самостоятельная работа обучающегося, часы |
|---|--------------|---|---------------------------|----------------------------|--------------|-------|---|
| | | Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы | | | | | |
| | | из них | | | | | |
| | | Занятия лекционного типа | Занятия семинарского типа | Занятия лабораторного типа | Консультации | Всего | |
| | | 2 семестр | | | | | |
| «Механика» | | | | | | | |
| Механика твердого тела | 74 | – | – | 44 | – | 44 | 30 |

| | | | | | | | |
|---|----|---|---|----|---|----|----|
| «Термодинамика и молекулярная физика» | 33 | – | – | 20 | – | 20 | 13 |
| В т.ч. текущий контроль | 1 | | | | | | |
| Промежуточная аттестация – зачет | | | | | | | |

Содержание разделов дисциплины «Общий физический практикум (термодинамика и молекулярная физика)»

Раздел «Механика» (Список лабораторных работ)

1. Определение момента инерции махового колеса.
2. Определение моментов инерции твердых тел с помощью трифилярного подвеса.
3. Исследование движения диска Максвелла.
4. Маятник Обербека.
5. Определение моментов инерции относительно нецентральных осей.
6. Исследование динамики гироскопа.
7. Физический маятник.

Раздел «Термодинамика и молекулярная физика» (Список лабораторных работ)

1. Определение адиабатической постоянной воздуха.
2. Определение коэффициента поверхностного натяжения жидкости.
3. Статистические закономерности радиоактивности.

4. Образовательные технологии

Занятия по дисциплине проходят в лабораториях физического практикума в форме практических занятий, на которых проводятся обсуждения рассматриваемых лабораторных работ, самостоятельного выполнения студентами лабораторных работ и защиты отчета по лабораторной работе. Самостоятельная работа включает в себя теоретическую подготовку к занятиям по материалам лекций и рекомендованной литературе, приведенной в конце данной программы.

5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.

Самостоятельная работа студентов предусматривает изучение рекомендованной литературы и подготовку к выполнению лабораторных работ. Оценочные средства для контроля текущей успеваемости включают в себя устный опрос. Для контроля промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины используются отчеты по лабораторным работам.

Вопросы для контроля.

Раздел «Механика»

Вопросы к лабораторной работе «Определение момента инерции махового колеса».

1. Получите уравнение движения махового колеса и груза.
2. Как влияют на движение колеса его момент инерции, масса груза, радиус шкива? Поясните ответ графиками зависимости угловой скорости и углового ускорения колеса от времени.
3. Как изменится период колебаний физического маятника, если изменить диаметр колеса, не меняя массы? Если груз перенести ближе к оси? Если груз разделить пополам и закрепить на одном диаметре на одинаковых от оси расстояниях?

Вопросы к лабораторной работе «Маятник Обербека».

1. Укажите все силы, моменты которых создают угловое ускорение маятника Обербека, и направления моментов этих сил. Как изменяются направления сил и моментов сил при подъеме груза?
2. Почему при выполнении эксперимента маятник должен быть сбалансирован?
3. Как влияет на движение маятника радиус шкива? Ответ поясните графиком зависимости углового ускорения от радиуса шкива?

4. Начертите графики зависимости от времени ускорения, скорости и координаты груза, углового ускорения, угловой скорости и угла поворота маятника для нескольких циклов падения и подъема груза. Что происходит с ускорением груза в нижней точке? Почему?

Вопросы к лабораторной работе «Определение моментов инерции относительно нецентральных осей».

1. Чем определяется величина угла, на который можно закручивать проволоку в данном опыте?
2. Какой силой можно удержать проволоку, закрученную на угол α ?
3. Определить работу, которую нужно совершить, чтобы закрутить проволоку на угол α . Получите выражение для потенциальной энергии закрученной проволоки.
4. Как изменяются угловое ускорение и угловая скорость платформы во время колебаний?

Вопросы к лабораторной работе «Исследование динамики гироскопа».

1. Что такое гироскоп, прецессия гироскопа, нутация гироскопа?

Вопросы к лабораторной работе «Физический маятник»

1. Получите уравнение колебаний физического маятника, используя закон сохранения энергии.
2. Рассчитайте момент инерции тонкого стержня. Чему равна приведенная длина для такого стержня?
3. Постройте качественно график зависимости $T \cdot l$ от l^2 (T – период физического маятника, l – расстояние от точки подвеса до центра масс физического маятника). Что он собой представляет? Как по нему определить ускорение свободного падения?
4. Что представляет собой график $T(l)$? Постройте его качественно, объясните характер зависимости? Как по нему определить приведенную длину?
5. Опишите метод обратного маятника.

Вопросы к лабораторной работе «Определение моментов инерции твердых тел с помощью трифилярного подвеса».

1. Предложите экспериментальный способ определения положения центра масс полудиска и реализуйте его.
2. Докажите, что кинетической энергией поступательного движения платформы можно пренебречь.
3. Вывести формулы для определения моментов инерции тел.
4. Рассчитать положение центра масс однородного полудиска.

Раздел «Термодинамика и молекулярная физика»

Вопросы к лабораторной работе «Измерение теплоемкости твердых тел».

1. Почему отличаются теплоемкости C_V и C_P для газов? Чему равна их разница для идеального газа? В чем физический смысл универсальной газовой постоянной?
2. Почему различие теплоемкостей C_V и C_P для твердого тела мало?
3. Зачем измеряют теплоемкость?

Вопросы к лабораторной работе «Определение адиабатической постоянной воздуха».

1. Изобразите равновесные состояния, при которых проводились отсчеты и процессы перехода между ними в плоскостях (P, T) , (V, T) .
2. Напишите уравнения кривых, изображающих эти процессы.
3. Оцените величину понижения температуры при адиабатическом расширении воздуха в опыте.

4. Почему с увеличением расстояния между динамиком и микрофоном вертикальный размер картины на экране осциллографа уменьшается, а горизонтальный остается неизменным?

Вопросы к лабораторной работе «Определение коэффициента поверхностного натяжения жидкости».

1. Можно ли применяемыми в данной работе методами определить коэффициент поверхностного натяжения жидкости, не смачивающей стенки капилляра?
2. Используя данные опыта, оцените величину свободной энергии воды, связанной с наличием границы раздела вода-воздух?

Вопросы к лабораторной работе «Статистические закономерности радиоактивности».

1. Назовите основные типы и характеристики радиоактивного распада.
2. Что такое случайное событие и его вероятность?
3. Какие типы случайных величин вы знаете?

6. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (в приложении) включающий: Перечень компетенций выпускников образовательной программы с указанием результатов обучения (знаний, умений, владений), характеризующих этапы их формирования, описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования

УК-3. Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде

| Индикаторы компетенции | ОЦЕНКИ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ | | | | | | |
|------------------------|--|---|---|---|--|---|---|
| | плохо | неудовлетворительно | удовлетворительно | хорошо | очень хорошо | отлично | превосходно |
| <u>Знания</u> | Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможно оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа | Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки. | Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибки. | Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок | Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок | Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок. | Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки. |
| <u>Умения</u> | Отсутствие минимальных умений. Невозможно оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа | При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки. | Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме. | Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами. | Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами. | Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественным и недочетами, выполнены все задания в полном объеме. | Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов. |
| <u>Навыки</u> | Отсутствие владения материалом. | При решении стандартных задач не | Имеется минимальный набор навыков | Продемонстрированы базовые навыки | Продемонстрированы базовые навыки | Продемонстрированы навыки при решении | Продемонстрированы |

| | | | | | | | |
|--|---|---|---|---|---|---|---|
| | Невозможно оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа | продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки. | для решения стандартных задач с некоторыми недочетами | при решении стандартных задач с некоторыми недочетами | при решении стандартных задач без ошибок и недочетов. | нестандартных задач без ошибок и недочетов. | творческий подход к решению нестандартных задач |
| Шкала оценок по проценту правильно выполненных контрольных заданий | 0 – 20 % | 20 – 50 % | 50 – 70 % | 70-80 % | 80 – 90 % | 90 – 99 % | 100% |

ОПК-2: Способен проводить научные исследования физических объектов, систем и процессов, обрабатывать и представлять экспериментальные данные

| Индикаторы компетенции | ОЦЕНКИ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ | | | | | | |
|--|--|---|---|---|--|--|---|
| | плохо | неудовлетворительно | удовлетворительно | хорошо | очень хорошо | отлично | Превосходно |
| <u>Знания</u> | Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможно оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа | Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки. | Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок. | Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок | Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок | Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок. | Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки. |
| <u>Умения</u> | Отсутствие минимальных умений. Невозможно оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа | При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки. | Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме. | Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами. | Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами. | Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными и недочетами, выполнены все задания в полном объеме. | Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов. |
| <u>Навыки</u> | Отсутствие владения материалом. Невозможно оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа | При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки. | Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами | Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами | Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов. | Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов. | Продемонстрированы творческий подход к решению нестандартных задач. |
| Шкала оценок по проценту правильно выполненных контрольных заданий | 0 – 20 % | 20 – 50 % | 50 – 70 % | 70-80 % | 80 – 90 % | 90 – 99 % | 100% |

1.2 Описание шкал оценивания

зачтено – успешное выполнение практических заданий, выданных преподавателем, владение программным материалом, понимание сущности рассматриваемых процессов и явлений, умение самостоятельно обозначить точки активного роста нового знания.

не зачтено – невыполнение практических заданий, выданных преподавателем, полное непонимание смысла проблем, не достаточно полное владение терминологией, неумение самостоятельно обозначить проблемные ситуации.

1.3 Критерии и процедуры оценивания результатов обучения по модулю, характеризующих этапы формирования компетенций.

Для оценивания результатов обучения в виде знаний используются следующие процедуры и технологии:

- индивидуальное собеседование,
- письменные ответы на вопросы.

Для оценивания результатов обучения в виде умений и владений используются следующие процедуры и технологии: практические контрольные задания. Типы практических контрольных заданий:

- установление последовательности (описать алгоритм выполнения действия),
- указать возможное влияние факторов на последствия реализации умения и т.д.
- отчет

1.4 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения, характеризующих этапы формирования компетенций и (или) для итогового контроля сформированности компетенции.

(В приложении)

1.5 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания.

(В приложении)

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины «Общий физический практикум (термодинамика и молекулярная физика)»

а) основная литература:

Раздел «Механика»

1. Матвеев А.Н. Механика и теория относительности. М.: Высшая школа, 1976. <http://www.lib.unn.ru/php/details.php?DocId=239865>
2. Стрелков, С.П. Механика [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2005. — 560 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/589>
3. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Т.1. Механика. М.: Наука, 1989. <http://www.lib.unn.ru/php/details.php?DocId=465658>
4. Сборник задач по общему курсу физики. В 5 кн. Кн. I. Механика [Электронный ресурс] / Стрелков С.П., Сивухин Д.В., Угаров В.А., Яковлев И.А.; Под ред. И.А. Яковлева. - 5-е изд., - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006. <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5922106023.html>
5. Иродов, И.Е. Задачи по общей физике [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 416 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/71750>
6. Общий физический практикум. Механика: [учеб. пособие для физ. специальностей ун-тов]. - М.: Изд-во МГУ, 1991. 269, [1] с. <http://www.lib.unn.ru/php/details.php?DocId=10248>
7. Иверонова В.И. (ред.) Физический практикум. Механика и молекулярная физика (2-е изд.). М.: Наука, 1967 <http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/books/Iveronova1967ru.djvu>

Раздел «Термодинамика и молекулярная физика»

1. Матвеев А.Н. Молекулярная физика. М.: Высшая школа, 1981. <http://www.lib.unn.ru/php/details.php?DocId=259889&DB=1>
2. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Т.2. Термодинамика и молекулярная физика. М.: Наука, 1990. <http://www.lib.unn.ru/php/details.php?DocId=66961&DB=1>
3. Сборник задач по общему курсу физики. Книга II. Термодинамика и молекулярная физика [Электронный ресурс] / Гинзбург В.Л., Левин Л.М., Сивухин Д. В., Яковлев И.А.; Под ред. Д. В. Сивухина. - 5-е изд., стер. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2006 <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5922106031.html>
4. Иродов, И.Е. Задачи по общей физике [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 416 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/71750>
5. Иверонова В.И. (ред.) Физический практикум. Механика и молекулярная физика (2-е изд.). М.: Наука, 1967 <http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/books/Iveronova1967ru.djvu>

б) дополнительная литература:

Раздел «Механика»

1. Фейнман Р., Лейтон Р., Сэндс М. Фейнмановские лекции по физике. М.: Мир, 1965-1967. Том 1. Современная наука о природе. Законы механики. http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/books/FejnmanLejtonSends_t1_1965ru.djvu
2. Фейнман Р., Лейтон Р., Сэндс М. Фейнмановские лекции по физике. М.: Мир, 1965-1967. Том 2. Пространство, время, движение. http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/books/FejnmanLejtonSends_t2_1965ru.djvu
3. Хайкин С.Э. Физические основы механики. М.: Наука, 1971. <http://www.lib.unn.ru/php/details.php?DocId=240273>

Раздел «Термодинамика и молекулярная физика»

1. Базаров И.П. Термодинамика. М. Высшая школа, 1991. <http://www.lib.unn.ru/php/details.php?DocId=430195&DB=1>
2. Иродов И.Е. Физика макросистем. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. <http://www.lib.unn.ru/php/details.php?DocId=466672>

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

<http://phys.unn.ru/library.asp?contenttype=Library>

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины «Общий физический практикум (термодинамика и молекулярная физика)»

помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования и помещения для самостоятельной работы обучающихся, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ННГУ;

- лабораторное оборудование

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 03.03.02 «Физика».

Авторы: доценты кафедры КРЭФ Зайцева Е.В., Каткова М.Р., Марычев М.О.

Заведующий кафедрой _____ Е.В. Чупрунов

Рецензент

Зам. декана по учебной работе

О.В. Белова

Программа одобрена на заседании Учебно-методической комиссии физического факультета
ННГУ от « ____ » _____ 2022 года, протокол № б/н

Председатель
Учебно-методической комиссии
физического факультета ННГУ _____ / Перов А.А. /