

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Смирнов Сергей Николаевич
Должность: врио ректора
Дата подписания: 10.08.2023 16:07:38
Уникальный программный ключ:
69e375c64f7e975d4e8830e7b4fcc2ad1bf35f08

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет»

Утверждаю:

Руководитель ООП



[Handwritten signature]

Б.Б.Педько

«30»

мая

2023 г.

Рабочая программа дисциплины (с аннотацией)
Физический практикум по молекулярной физике

Направление подготовки

03.03.02 Физика

профиль

Физика конденсированного состояния вещества

Для студентов

1 курса, очной формы обучения

Составитель: д.х.н., профессор Орлов Ю.Д.

к.ф.-м.н., доцент Новоселов А.Р.

[Handwritten signature]

[Handwritten signature]

Тверь, 2023

I. Аннотация

1. Цель и задачи дисциплины

Целью освоения дисциплины является:

создать фундаментальную базу знаний и навыков для более углубленного проведения экспериментальных исследований при решении практических задач.

Задачами освоения дисциплины являются:

- Обучение методам анализа и объяснения наблюдаемых в лабораторном практикуме физических явлений;
- Обучение работе с приборами и оборудованием физической лаборатории, с современной измерительной аппаратурой;
- Освоение различных методик физических измерений и экспериментов;
- Привить навыки экспериментального исследования физических явлений и процессов;
- Освоение процесса обработки экспериментальных данных, оценивания порядка изучаемых величин, определение точности и достоверности полученных результатов;
- Обучение основным принципам автоматизации и компьютеризации физического эксперимента, процессов сбора и обработки физической информации;
- Привить навыки оформления результатов эксперимента и составления отчетной документации;
- Изучение основных элементов техники безопасности при проведении экспериментальных исследований.

2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина «Физический практикум по молекулярной физике» изучается в модуле Общая физика Блока 1. Дисциплины обязательной части учебного плана ООП.

Дисциплина «Физический практикум по молекулярной физике» излагается на первом курсе во втором семестре. При прохождении физического практикума

студенты самостоятельно воспроизводят на лабораторном оборудовании основные физические явления с последующим измерением физических величин, их числовой обработкой и анализом полученных результатов. Это создает фундаментальную базу знаний и навыков для более углубленного проведения экспериментальных исследований при решении практических задач.

Теоретические дисциплины и практики, для которых освоение методов «Физический практикум по молекулярной физике» необходимо как предшествующее, включают специальные курсы направления 03.03.03 – «радиофизика», относящиеся к дисциплинам по углублению профессиональных компетенций.

3. Объем дисциплины: 3 зачетные единицы, 108 академических часов, **в том числе:**

контактная аудиторная работа: лабораторные работы 72 часа;

самостоятельная работа: 36 часа.

4. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

| Планируемые результаты освоения образовательной программы (формируемые компетенции) | Планируемые результаты обучения по дисциплине |
|---|--|
| УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач | УК-1.3. Осуществляет поиск информации для решения поставленной задачи по различным типам запросов; УК-1.5. Рассматривает и предлагает возможные варианты решения поставленной задачи, оценивая их достоинства и недостатки. |
| ОПК-1. Способен применять базовые знания в области физики и радиофизики и использовать их в профессиональной деятельности, в том числе в сфере педагогической деятельности. | ОПК-1.1. Применяет базовые знания в области физико-математических наук для решения задач профессиональной деятельности. |
| ОПК-2. Способен проводить экспериментальные и теоретические научные исследования объектов, систем и процессов, обрабатывать и представлять экспериментальные данные. | ОПК-2.1. Планирует и проводит экспериментальные исследования по заданной теме с учетом имеющейся экспериментальной базы; ОПК-2.3. Обрабатывает экспериментальные |

| | |
|--|---|
| | данные с применением специализированных программных продуктов; ОПК-2.4. Проводит анализ экспериментальных данных, используя базовые знания по физике; ОПК-2.5. Представляет экспериментальные данные в форме развернутого отчета. |
|--|---|

5. Форма промежуточной аттестации и семестр прохождения

Зачет во 2 семестре.

6. Язык преподавания: русский.

II. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий.

1. Для студентов очной формы обучения

| Учебная программа – наименование разделов и тем | Всего (час.) | Контактная работа (час.) | | Самостоятельная работа, в том числе Контроль (час.) |
|---|--------------|--------------------------|-----------|---|
| | | Лабораторные работы) | | |
| | | всего | в т.ч. ПП | |
| Термометрия. Тепловое расширение. Уравнение состояния идеальных газов. ЛР № 7, 5, 6, 2. | 14 | 7 | | 7 |
| Первое начало термодинамики. ЛР № 5, 6. | 14 | 7 | | 7 |
| Свойства жидкостей. ЛР № 1, 2, 3, 4, 7, 8. | 16 | 8 | | 8 |
| Процессы переноса в газах. ЛР № 9, 12, 14. | 16 | 8 | | 8 |
| Тепловые процессы в твердых телах. ЛР № 10, 11, 13, 15. | 16 | 8 | | 8 |
| Фазовые переходы. ЛР № 4, 8, 15. | 16 | 8 | | 8 |
| Распределения Максвелла и Больцмана. ЛР № 16, 17. | 16 | 8 | | 8 |
| ИТОГО: | 108 | 54 | | 54 |

III. Образовательные технологии

| Учебная программа-наименование разделов и тем | Вид занятия | Образовательные технологии |
|---|---------------------|--|
| Термометрия. Тепловое расширение. Уравнение состояния идеальных газов. ЛР № 7, 5, 6, 2. | Лабораторные работы | Решение групповых задач, выполнение лабораторных работ |

| | | |
|---|---------------------|--|
| Первое начало термодинамики. ЛР № 5, 6. | Лабораторные работы | Решение групповых задач, выполнение лабораторных работ |
| Свойства жидкостей. ЛР № 1, 2, 3, 4, 7, 8. | Лабораторные работы | Решение групповых задач, выполнение лабораторных работ |
| Процессы переноса в газах. ЛР № 9, 12, 14. | Лабораторные работы | Решение групповых задач, выполнение лабораторных работ |
| Тепловые процессы в твердых телах. ЛР № 10, 11, 13, 15. | Лабораторные работы | Решение групповых задач, выполнение лабораторных работ |
| Фазовые переходы. ЛР № 4, 8, 15. | Лабораторные работы | Решение групповых задач, выполнение лабораторных работ |
| Распределения Максвелла и Больцмана. ЛР № 16, 17. | Лабораторные работы | Решение групповых задач, выполнение лабораторных работ |

IV. Оценочные материалы для проведения текущей и промежуточной аттестации

Форма проведения промежуточного контроля: студенты, освоившие программу курса «Физический практикум по молекулярной физике» могут получить зачет по итогам семестровой рейтинговой аттестации согласно «Положения о рейтинговой системе обучения в ТвГУ» (протокол №8 от 30 апреля 2020 г.). Максимальная сумма баллов, которые можно получить за семестр 100.

Если условия «Положения о рейтинговой системе ...» не выполнены, то зачет сдается согласно «Положения о промежуточной аттестации (экзаменах и зачетах) обучающихся по программам высшего образования ТвГУ» (протокол №8 от 30 апреля 2020 г.).

Для проведения текущей и промежуточной аттестации:

УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач:

УК-1.3. Осуществляет поиск информации для решения поставленной задачи по различным типам запросов;

УК-1.5. Рассматривает и предлагает возможные варианты решения поставленной задачи, оценивая их достоинства и недостатки.

Для всех индикаторов один способ аттестации:

Задание: дайте ответы на вопросы.

1. Дайте определение коэффициенту Пуассона.
2. От чего зависит время протекания жидкости в капиллярном вискозиметре?
3. Как определить энергию активации по температурной зависимости вязкости жидкости?
4. Оцените время установления скорости падения шарика в жидкости.
5. Как связана теплота испарения жидкости с температурной зависимостью упругости насыщенного пара.
6. Что называется показателем адиабаты?
7. Получите выражение для скорости звука в газах.
8. Что называется коэффициентом поверхностного натяжения?
9. Покажите эквивалентность энергетической и силовой трактовки поверхностного натяжения.
10. Каков физический смысл коэффициента теплопроводности? В каких единицах СИ измеряется эта величина?
11. Напишите формулу для коэффициента теплопроводности идеального газа.
12. От чего зависит теплоемкость вещества?
13. Что такое коэффициент внешней теплоотдачи? От чего он зависит?

Способ аттестации: письменный

Критерии оценки: •

- ответ полный, указаны и учтены все факторы, признаки и т.д. – 2 балла за вопрос
- аргументация допустимая, но имеются неточности – 1 балл
- допущены грубые ошибки, свидетельствующие о непонимании темы – 0 баллов

ОПК-1. Способен применять базовые знания в области физики и радиофизики и использовать их в профессиональной деятельности, в том числе в сфере педагогической деятельности:

ОПК-1.1. Применяет базовые знания в области физико-математических наук для решения задач профессиональной деятельности;

Задание:

1. Найдите установившуюся скорость всплывания пузырька воздуха в жидкости.
2. Что такое относительная влажность воздуха? Как можно измерить эту величину?
3. На чем основан метод определения коэффициента взаимной диффузии воздуха и водяного пара по скорости испарения жидкости из капилляра?
4. Как учесть неполное смачивание пластинки Вильгельми?

Способ аттестации: письменный

Критерии оценки:

- ответ полный, указаны и учтены все факторы, признаки и т.д. – 2 балла за вопрос
- аргументация допустимая, но имеются неточности – 1 балл
- допущены грубые ошибки, свидетельствующие о непонимании темы – 0 баллов

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

ОПК-2.1. Планирует и проводит экспериментальные исследования по заданной теме с учетом имеющейся экспериментальной базы;

ОПК-2.3. Обрабатывает экспериментальные данные с применением специализированных программных продуктов;

ОПК-2.4. Проводит анализ экспериментальных данных, используя базовые знания по физике;

Задание: дайте ответ на вопросы.

5. Какие измерения называются прямыми, а какие косвенными?
6. На какие группы делятся погрешности? Охарактеризовать каждую группу.
7. Как оценить погрешность определения вязкости жидкостей капиллярным вискозиметром?
8. От каких факторов зависит установившаяся скорость падения шарика в жидкости?
9. Чем обусловлена адиабатичность процесса в опыте Клемана и Дезорма?
10. Как влияет влажность воздуха на результаты опыта Клемана и Дезорма?
11. Что называется числом Рейнольдса?
12. Почему у всех веществ поверхностное натяжение уменьшается с температурой?
13. Напишите формулу для коэффициента диффузии в идеальном газе.
14. На чем основан метод нагретой нити для определения коэффициента теплопроводности газов?

Способ аттестации: письменный

Критерии оценки:

- ответ полный, указаны и учтены все факторы, признаки и т.д. – 2 балла за вопрос
- аргументация допустимая, но имеются неточности – 1 балл
- допущены грубые ошибки, свидетельствующие о непонимании темы – 0 баллов

ОПК-2.5. Представляет экспериментальные данные в форме развернутого отчета.

Задание: оформление отчета по лабораторной работе согласно методическим указаниям.

Способ аттестации: письменный.

Критерии оценивания:

- работа оформлена согласно требованиям, представлены все разделы, проведены расчеты, построены графики, сформулирован грамотный вывод – 5 баллов
- работа оформлена небрежно, есть ошибки в вычислениях, сформулирован вывод – 3 балла
- работа оформлена небрежно, есть грубые ошибки, вывод неясно сформулирован и не согласуется с результатом работы – 1 балл
- работа оформлена частично, содержит много ошибок – 0 баллов

V. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

1) Рекомендуемая литература

а) Основная литература:

1. Старовиков М. И. Введение в экспериментальную физику [Электронный ресурс] - Санкт-Петербург : Лань, 2021. - 240 с. - ISBN 978-5-8114-0862-7
<https://e.lanbook.com/book/167700>
2. Зотеев, А. В. Общая физика: лабораторные задачи : учебное пособие для академического бакалавриата / А. В. Зотеев, В. Б. Зайцев, С. Д. Алекперов. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — 251 с.
<https://biblio-online.ru/book/B42EBC81-082E-4A3E-A415-3B76350B8DC6/obschaya-fizika-laboratornye-zadachi>
3. Савельев И. В. Курс общей физики. Т. 1 : Механика. Молекулярная физика - 17-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2021. - 436 с. - ISBN 978-5-8114-8003-6.
<https://e.lanbook.com/book/171889>
4. Савельев И. В. Курс общей физики. Т. 3 : **Молекулярная физика** и термодинамика. - 5-е изд. - Санкт-Петербург : Лань, 2021. - 224 с. - ISBN 978-5-8114-1209-9. <https://e.lanbook.com/book/167871>
5. Телеснин В. Р. **Молекулярная физика** [Электронный ресурс] - 3-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2021. - 368 с. - ISBN 978-5-8114-1002-6
<https://e.lanbook.com/book/167783>

6. Кудин Л. С. Курс общей физики (в вопросах и задачах) [Электронный ресурс] - 2-е изд., испр. и доп. - Санкт-Петербург : Лань, 2021. - 320 с. - ISBN 978-5-8114-1372-0. <https://e.lanbook.com/book/168513>

б) Дополнительные источники:

1. Иродов И. Е. Задачи по общей физике [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов - 18-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2021. - 420 с. - ISBN 978-5-8114-6779-2. <https://e.lanbook.com/book/152437>

2) Программное обеспечение

а) Лицензионное программное обеспечение

б) Свободно распространяемое программное обеспечение

3) Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Научная библиотека ТвГУ: <http://library.tversu.ru/>
2. Электронная библиотека издательства Лань: <http://e.lanbook.com/>
3. 1.ЭБС«ZNANIUM.COM» [www.znanium.com](http://www.znanium.com;);
4. 2.ЭБС «Университетская библиотека онлайн» <https://biblioclub.ru> ;
5. Сайт издательского дома ЮРАЙТ: <http://www.biblio-online.ru/>

4) Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

VI. Методические материалы для обучающихся по освоению дисциплины

– *список лабораторных работ*

Лабораторные работы по курсам «Молекулярная физика»

1. Определение вязкости жидкости методом Стокса.
2. Определение теплоты испарения жидкости по температурной зависимости упругости насыщенного пара.

3. Определение отношения C_p / C_v для воздуха методом Клемана и Дезорма.
4. Определение C_p / C_v по скорости звука в газе.
5. Определение коэффициента поверхностного натяжения методом пластинки Вильгельми.

– методические указания к выполнению и оформлению лабораторных работ.

В ходе выполнения общего физического практикума следует руководствоваться следующими правилами, предписывающими единую форму оформления отчетов студентами и порядок выполнения ими лабораторных работ. Эти правила распространяются при работе студентов в лаборатории «Молекулярная физика».

Так, порядок выполнения лабораторных работ включает в себя следующие пункты:

1. Регистрация и получение учебного задания (преподаватель).
2. Ознакомление с основами теории исследуемого явления (описание лабораторной работы и рекомендуемая литература).
3. Изучение экспериментальной установки, правил работы с приборами, правил техники безопасности на рабочем месте (инженер лаборатории).
4. Изучение порядка выполнения работы (преподаватель).
5. Получение допуска к выполнению работы (контрольные вопросы Приложения 1) (преподаватель).
6. Выполнение измерений или задания и проверка на «разумность» полученных результатов.
7. Проверка расчетов и согласование результатов с преподавателем.
8. Оформление работы (письменный отчет) в отдельной тетради или двойном тетрадном листе бумаги в клеточку по установленной форме.
9. «Сдача» лабораторной работы преподавателю.
10. Оценивание. 1-ая оценка - экспериментальная часть работы, 2-ая – теоретическая часть работы и ее оформление или общий зачет.

Письменный отчет о проделанной лабораторной работе должен содержать:

1. Регистрационный номер и название работы.
2. Цель работы.
3. Приборы и оборудование.
4. Краткая теория (основная формула, закон и т.д.).
5. Схема (рис.) экспериментальной установки (с краткими пояснениями).
6. Результаты измерений (таблица, график и т.п.).
7. Вычисления (цифровая подстановка).
8. Расчет погрешности.
9. Вывод (с записью найденного значения физической величины с указанием погрешности).

– *требования к рейтинг-контролю.* В течение семестра два раза (на модульных неделях) необходимо:

- сдать преподавателю решения домашних задач, полученных из указанных сборников задач,

- ответить на вопросы. Пример вопросов:

1. Как объяснить с точки зрения молекулярно-кинетической теории тепловое расширение тел?
2. Обоснуйте закон Дюлонга и Пти.
3. Сформулируйте закон равномерного распределения кинетической энергии по степеням свободы.
4. Назовите процессы, приводящие к остыванию нити накаливания лампочки при снятии тока.
5. Почему C_p и C_v для твердых тел близки друг к другу?
6. Каков физический смысл числа Рейнольдса?
7. Напишите и объясните формулу Ньютона для внутреннего трения.
8. Напишите формулу для коэффициента вязкости идеального газа.
9. На чем основан метод нагретой нити для определения коэффициента теплопроводности газов?

10. Выведите расчетную формулу для определения коэффициента теплопроводности методом нагретой нити.
11. Как оценить среднюю длину свободного пробега и эффективный диаметр молекулы газа, используя явление теплопроводности?
12. От чего зависит скорость понижения температуры тела при охлаждении?
13. Покажите, что коэффициенты объемного расширения α и линейного расширения β однородного изотропного вещества связаны соотношением $\alpha = 3\beta$.
14. Как, зная коэффициент объемного расширения α и изотермический модуль объемной упругости $K_T = -V(\partial P/\partial V)_T$ однородного и изотропного вещества, определить температурный коэффициент давления $\lambda = (1/P)(\partial P/\partial T)_V$? Давление P предполагается известным.
15. Какова область применимости закона Дюлонга и Пти.
16. Выведите соотношение между C_V и C_P для общего случая.
17. Почему при строительстве магистральных газопроводов используют трубы большого диаметра, а не увеличивают давление газа при его транспортировании.

VII. Материально-техническое обеспечение

| Наименование специальных* помещений | Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы | Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа |
|---|---|---|
| Базовая учебная лаборатория общей физики. Лаборатория молекулярной физики №211 (170002 Тверская обл., г. Тверь, Садовый пер., | 1. Монитор 17" LG Flatron 1751SQ-SN Silver-Black 8ms TFT TCO 03 2. Принтер лазерный HP LJ 1005 (14 стр./мин) 3. Экран настенный Screen Media 153*203(M082-08150) 4. Экран настенный Screen Media 213*213(M082-08157) 5. Компьютер (DEPO Neos 420MD WP/OF Pro AE/E4600/2*1G/DDR667/160G/DV16/FDD/KBb/Монитор LCD BenQ17 6. Компьютер 7. Установка для определения определнния коэф. диффузии воздуха и водяного пара ФПТ 1-4 | Microsoft Windows 10 Enterprise - Акт на передачу прав №1051 от 05.08.2020 г. MS Office 365 pro plus - Акт на передачу прав №1051 от 05.08.2020 г. Kaspersky Endpoint |

| | | |
|--------|--|---|
| д. 35) | 8 Установка для измерения теплоты парообразования ФПТ 1-10 9 Установка для определения универсальной газовой постоянной ФПТ 1-12 10 Установка для определения коэф. теплопроводности воздуха ФПТ 1-3 11 Установка для определения коэффициента вязкости воздуха ФПТ 1-1 12 Установка для определения энтропии при плавлении олова ФПТ 1-11 13 Установка для изучения зависимости скорости звука от температуры ФПТ 1-7 14 Установка для исследования теплоёмкости твердого тела ФПТ 1-8 15 Компьютер iRU Corp 510 I5-2400/4096/500/G210-512/DVD-RW/W7S/монитор E-Machines E220HQVB 21.5" (2 шт) 16 Установка для определения отношения теплоемкостей воздуха при постоянном давлении и объеме ФПТ 1-6 17 Уравнение состояния идеального газа с применением ПК 18 Демонстрационный набор по термодинамике 19 Установка для формирования и измерения температур МЛИ-2 | Security для Windows - Акт на передачу прав №1842 30.11.2020 Архиватор 7-Zip - бесплатно Acrobat Reader DC - бесплатно Google Chrome – бесплатно Unreal Commander - бесплатно Почта Outlook – бесплатно Origin 8.1 Sr2 - договор №13918/M41 от 24.09.2009 с ЗАО «СофтЛайн Трейд»; |
|--------|--|---|

VIII. Сведения об обновлении рабочей программы дисциплины

| № п.п. | Обновленный раздел рабочей программы дисциплины | Описание внесенных изменений | Реквизиты документа, утвердившего изменения |
|--------|---|------------------------------|---|
| 1. | | | |
| 2. | | | |