

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ**
Кинетическая теория газов

Код модуля
1155894(1)

Модуль
Неравновесные процессы в материальных средах

Екатеринбург

Оценочные материалы составлены автором(ами):

| № п/п | Фамилия, имя, отчество | Ученая степень, ученое звание | Должность | Подразделение |
|--------------|----------------------------------|---|------------------|---|
| 1 | Тебеньков Александр Владимирович | кандидат физико-математических наук, без ученого звания | Доцент | физики конденсированного состояния и наноразмерных систем |
| 2 | Черняк Владимир Григорьевич | доктор физико-математических наук, профессор | профессор | кафедра физики конденсированного состояния и наноразмерных систем |

Согласовано:

Управление образовательных программ

Е.С. Комарова

Авторы:

- Тебеньков Александр Владимирович, Доцент, физики конденсированного состояния и наноразмерных систем
- Черняк Владимир Григорьевич, профессор, кафедра физики конденсированного состояния и наноразмерных систем

1. СТРУКТУРА И ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ Кинетическая теория газов

| | | | |
|----|--------------------------------------|--|---|
| 1. | Объем дисциплины в зачетных единицах | 3 | |
| 2. | Виды аудиторных занятий | Лекции Практические/семинарские занятия | |
| 3. | Промежуточная аттестация | Экзамен | |
| 4. | Текущая аттестация | Контрольная работа | 2 |
| | | Коллоквиум | 1 |
| | | Домашняя работа | 2 |

2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ (ИНДИКАТОРЫ) ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ Кинетическая теория газов

Индикатор – это признак / сигнал/ маркер, который показывает, на каком уровне обучающийся должен освоить результаты обучения и их предъявление должно подтвердить факт освоения предметного содержания данной дисциплины, указанного в табл. 1.3 РПМ-РПД.

Таблица 1

| Код и наименование компетенции | Планируемые результаты обучения (индикаторы) | Контрольно-оценочные средства для оценивания достижения результата обучения по дисциплине |
|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 |
| ОПК-1 -Способен использовать фундаментальные знания, полученные в области математических и естественных наук, в профессиональной деятельности | Д-1 - Демонстрировать навыки самообразования З-1 - Демонстрировать понимание основных закономерностей, законов, теорий математики, их взаимосвязь с другими дисциплинами З-2 - Интерпретировать основные теоретические положения фундаментальных разделов естественных наук, необходимые для освоения компетенций по профилю деятельности | Домашняя работа № 1 Домашняя работа № 2 Коллоквиум Контрольная работа № 1 Контрольная работа № 2 Лекции Практические/семинарские занятия Экзамен |

| | | |
|---|--|--|
| | <p>П-1 - Демонстрировать навыки применения простейших математических теорий и моделей для решения задач профессиональной деятельности</p> <p>У-1 - Определять пути решения задач профессиональной деятельности, опираясь на знания основных закономерностей, законов, теории математики</p> | |
| <p>УК-1 -Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач, в том числе в цифровой среде</p> | <p>Д-1 - Проявлять способность к логическому и критическому мышлению</p> <p>З-10 - Демонстрировать понимание научной, в том числе физической, картины мира, с позиций системного подхода к познанию важнейших принципов и общих законов, лежащих в основе окружающего мира</p> <p>З-2 - Излагать принципы системного исследования объектов мира и процессов познания, закономерностей развития природы и общества и его роль в развитии научного, технического и практически-ориентированного знания</p> <p>З-4 - Излагать принципы системного подхода к исследованию закономерностей и этапов общественного развития и его роль в развитии исторического знания</p> <p>П-4 - Предлагать пути решения поставленных задач, опираясь на философский анализ закономерностей и тенденций развития природы, общества, в том числе глобальной цифровизации, и познания</p> <p>П-7 - Иметь опыт разработки вариантов решения поставленных задач, совершая мыслительные процедуры и операции в соответствии с законами логики и правилами мышления</p> | <p>Домашняя работа № 1</p> <p>Домашняя работа № 2</p> <p>Коллоквиум</p> <p>Контрольная работа № 1</p> <p>Контрольная работа № 2</p> <p>Лекции</p> <p>Практические/семинарские занятия</p> <p>Экзамен</p> |

| | | |
|--|---|---|
| | У-11 - Анализировать, сопоставлять и систематизировать информацию, выводить умозаключения, опираясь на законы логики, и правильно формулировать суждения для решения поставленных задач | |
| ПК-1 -Способен использовать знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач в области физики магнитных явлений, медицинской и теоретической физики, физики конденсированного состояния | З-1 - Знать основные методы теоретических и экспериментальных физических исследований П-1 - Предлагать использование методов теоретических и экспериментальных физических исследований при решении поставленных задач У-1 - Самостоятельно формулировать задачу в рамках рассматриваемой проблемы | Домашняя работа № 1 Домашняя работа № 2 Коллоквиум Контрольная работа № 1 Контрольная работа № 2 Лекции Практические/семинарские занятия Экзамен |

3. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ В БАЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЕ (ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА БРС)

3.1. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

| | | |
|---|--|-------------------------------------|
| 1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0.70 | | |
| Текущая аттестация на лекциях | Сроки – семестр, учебная неделя | Максимальная оценка в баллах |
| <i>коллоквиум</i> | 7,7 | 50 |
| <i>контрольная работа 1</i> | 7,13 | 50 |
| Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0.40 | | |
| Промежуточная аттестация по лекциям – экзамен | | |
| Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0.60 | | |
| 2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0.30 | | |
| Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях | Сроки – семестр, учебная неделя | Максимальная оценка в баллах |
| <i>домашняя работа 1</i> | 7,6 | 20 |
| <i>домашняя работа 2</i> | 7,10 | 20 |

| | | | |
|--|---------------------------------|------------------------------|----|
| <i>контрольная работа 2</i> | | 7,14 | 60 |
| Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям– 1.00 | | | |
| Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям– нет Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям– не предусмотрено | | | |
| 3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий –не предусмотрено | | | |
| Текущая аттестация на лабораторных занятиях | Сроки – семестр, учебная неделя | Максимальная оценка в баллах | |
| Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям - не предусмотрено | | | |
| Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям – нет Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – не предусмотрено | | | |
| 4. Онлайн-занятия: коэффициент значимости совокупных результатов онлайн-занятий –не предусмотрено | | | |
| Текущая аттестация на онлайн-занятиях | Сроки – семестр, учебная неделя | Максимальная оценка в баллах | |
| Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по онлайн-занятиям - не предусмотрено | | | |
| Промежуточная аттестация по онлайн-занятиям – нет Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по онлайн-занятиям – не предусмотрено | | | |

3.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы/проекта

| | | |
|---|---------------------------------|------------------------------|
| Текущая аттестация выполнения курсовой работы/проекта | Сроки – семестр, учебная неделя | Максимальная оценка в баллах |
| Весовой коэффициент текущей аттестации выполнения курсовой работы/проекта– не предусмотрено | | |
| Весовой коэффициент промежуточной аттестации выполнения курсовой работы/проекта– защиты – не предусмотрено | | |

4. КРИТЕРИИ И УРОВНИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ

4.1. В рамках БРС применяются утвержденные на кафедре/институте критерии (признаки) оценивания достижений студентов по дисциплине модуля (табл. 4) в рамках контрольно-оценочных мероприятий на соответствие указанным в табл.1 результатам обучения (индикаторам).

Таблица 4

Критерии оценивания учебных достижений обучающихся

| Результаты обучения | Критерии оценивания учебных достижений, обучающихся на соответствие результатам обучения/индикаторам |
|----------------------------|--|
| Знания | Студент демонстрирует знания и понимание в области изучения на уровне указанных индикаторов и необходимые для продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью. |
| Умения | Студент может применять свои знания и понимание в контекстах, представленных в оценочных заданиях, демонстрирует освоение умений на уровне указанных индикаторов и необходимых для продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью. |
| Опыт /владение | Студент демонстрирует опыт в области изучения на уровне указанных индикаторов. |
| Другие результаты | Студент демонстрирует ответственность в освоении результатов обучения на уровне запланированных индикаторов. Студент способен выносить суждения, делать оценки и формулировать выводы в области изучения. Студент может сообщать преподавателю и коллегам своего уровня собственное понимание и умения в области изучения. |

4.2 Для оценивания уровня выполнения критериев (уровня достижений обучающихся при проведении контрольно-оценочных мероприятий по дисциплине модуля) используется универсальная шкала (табл. 5).

Таблица 5

Шкала оценивания достижения результатов обучения (индикаторов) по уровням

| Характеристика уровней достижения результатов обучения (индикаторов) | | | | |
|---|--|---|------------|---|
| № п/п | Содержание уровня выполнения критерия оценивания результатов обучения (выполненное оценочное задание) | Шкала оценивания | | |
| | | Традиционная характеристика уровня | | Качественная характеристика уровня |
| 1. | Результаты обучения (индикаторы) достигнуты в полном объеме, замечаний нет | Отлично (80-100 баллов) | Зачтено | Высокий (В) |
| 2. | Результаты обучения (индикаторы) в целом достигнуты, имеются замечания, которые не требуют обязательного устранения | Хорошо (60-79 баллов) | | Средний (С) |
| 3. | Результаты обучения (индикаторы) достигнуты не в полной мере, есть замечания | Удовлетворительно (40-59 баллов) | | Пороговый (П) |
| 4. | Освоение результатов обучения не соответствует индикаторам, имеются существенные ошибки и замечания, требуется доработка | Неудовлетворительно (менее 40 баллов) | Не зачтено | Недостаточный (Н) |

| | | | |
|----|---|--|----------------|
| 5. | Результат обучения не достигнут, задание не выполнено | Недостаточно свидетельств для оценивания | Нет результата |
|----|---|--|----------------|

5. СОДЕРЖАНИЕ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ

5.1. Описание аудиторных контрольно-оценочных мероприятий по дисциплине модуля

5.1.1. Лекции

Самостоятельное изучение теоретического материала по темам/разделам лекций в соответствии с содержанием дисциплины (п. 1.2. РПД)

5.1.2. Практические/семинарские занятия

Примерный перечень тем

1. Модель разреженного газа
2. Динамическое и вероятностно-статистическое описание макроскопических неравновесных систем
3. Динамика парных столкновений между молекулами
4. Вычисление частоты столкновений и средней длины свободного пробега молекул в равновесной газовой смеси
5. Вывод максвелловской функции распределения молекулярных скоростей из уравнения Больцмана
6. Проблема микроскопической обратимости и макроскопической необратимости в кинетической теории газов
7. Получение коэффициентов переноса (вязкости, теплопроводности, диффузии и термодиффузии) на основе элементарной кинетической теории
8. Вычисление коэффициентов вязкости и теплопроводности для инертных однокомпонентных газов по формулам Чепмена – Энскога в зависимости от температуры
9. Вычисление коэффициентов вязкости и теплопроводности для газовых смесей по приближенным формулам Уилки в зависимости от температуры и концентраций компонентов
10. Вычисление коэффициента взаимной диффузии по формулам Чепмена – Энскога в зависимости от температуры и концентраций компонентов

Примерные задания

1. Что является количественным критерием степени разреженности газа?
2. Следствием каких законов физики является неизменность скорости центра масс, относительных скоростей и прицельных расстояний при упругих столкновениях молекул?
3. В чем состоит принцип детального равновесия в газах? Покажите на основе уравнения Больцмана.

LMS-платформа – не предусмотрена

5.2. Описание внеаудиторных контрольно-оценочных мероприятий и средств текущего контроля по дисциплине модуля

Разноуровневое (дифференцированное) обучение.

Базовый

5.2.1. Контрольная работа № 1

Примерный перечень тем

1. Уравнение Больцмана и его свойства

Примерные задания

1. Каков физический смысл уравнения Больцмана?

2. Что определяют интегралы прямых и обратных столкновений?

3. Как вводится вероятность макроскопического состояния газа?

4. Каков физический смысл H-функции Больцмана?

5. Сформулируйте H-теорему Больцмана.

6. Какое состояние газа соответствует минимальному значению H-функции?

7. Запишите выражение максвелловской функции распределения молекулярных скоростей.

8. Что такое локальное равновесие? В чем отличие состояний абсолютного и локального равновесия газа?

9. В чем состоит проблема микроскопической обратимости и макроскопической необратимости в кинетической теории газов?

10. При каком состоянии газа возможна линеаризация уравнения Больцмана? Запишите количественные критерии линеаризации.

LMS-платформа – не предусмотрена

5.2.2. Контрольная работа № 2

Примерный перечень тем

1. Вывод макроскопических уравнений сохранения из уравнения Больцмана

2. Метод Чепмена – Энскога

Примерные задания

1. Каков физический смысл общего уравнения переноса любого молекулярного признака φ ?

2. Запишите выражения для молекулярных признаков, используемых при выводе уравнений сохранения массы, i – компоненты вектора импульса и энергии.

3. Какова цель метода Чепмена-Энскога? Что используется в качестве малого параметра?

4. Какому состоянию газа соответствует нулевое приближение функции распределения?

5. Что такое бародиффузия и чем она обусловлена (каков механизм)?

6. Что такое динодиффузия и чем она обусловлена (каков механизм)? Возможна ли динодиффузия в поле силы тяжести?

7. Что такое эффект Дюфура?

8. Как коэффициент вязкости газа зависит от давления и температуры для модели твердых сферических молекул?

LMS-платформа – не предусмотрена

5.2.3. Коллоквиум

Примерный перечень тем

1. Модель разреженного газа
2. Величины, характеризующие газ

Примерные задания

1. В чем состоит модель разреженного газа?
2. Как вводится усеченная функция распределения и что она определяет? В чем состоит гипотеза молекулярного хаоса?

LMS-платформа – не предусмотрена

5.2.4. Домашняя работа № 1

Примерный перечень тем

1. Якобиан преобразования скоростей молекул
2. Момент импульса и энергия частицы
3. Максвелловская функция распределения и ее свойства.

Примерные задания

Найдите:

1. Якобиан преобразования скоростей молекул в лабораторной системе координат в скорость центра масс и относительную скорость движения молекул.
2. Момент импульса и энергия частицы, движущейся в центральном симметричном поле, в полярной системе координат.

LMS-платформа – не предусмотрена

5.2.5. Домашняя работа № 2

Примерный перечень тем

1. H-функция равновесного газа
2. Энтропия идеального газа
3. Метод Чепмена – Энскога

Примерные задания

1. Найти связь между H-функцией равновесного газа и энтропией идеального газа.
2. Вывести макроскопическое уравнение сохранения энергии из общего уравнения переноса.
3. Получить уравнение для первого приближения функции распределения в методе Чепмена – Энскога.

LMS-платформа – не предусмотрена

5.3. Описание контрольно-оценочных мероприятий промежуточного контроля по дисциплине модуля

5.3.1. Экзамен

Список примерных вопросов

1. Модель разреженного газа. Микроскопические и макроскопические переменные. Равновесные и неравновесные состояния и процессы.
2. Динамическое описание состояния газа и процессов в нем. Принципиальные трудности динамического описания макроскопических систем.

3. Вероятностно-статистическое описание газа как совокупности большого числа хаотически движущихся молекул. $6N$ -мерное фазовое пространство (Γ -пространство). Фазовые точки и фазовые траектории.
 4. Ансамбль Гиббса. N -частичная функция распределения.
 5. Усеченные функции распределения. Гипотеза молекулярного хаоса.
 6. Локальная микроскопическая фазовая плотность. Функция распределения для разреженного газа. Физически бесконечно малые элемент объема фазового пространства и промежутки времени.
 7. Средние величины для однокомпонентного газа: общее определение для любого молекулярного признака, плотность, макроскопическая скорость движения газа как целого. Собственная (тепловая) скорость молекул. Температура газа.
 8. Векторы потоков однокомпонентного газа: общее определение для любого молекулярного признака, тензор напряжений, давление газа, бездивергентный тензор напряжений, плотность теплового потока и плотность потока энергии (вектор Умова – Пойнтинга).
 9. Газовые смеси. Парциальные функции распределения молекулярных скоростей. Средние величины для отдельных компонентов и газовой смеси в целом: общее определение, парциальная плотность, закон Дальтона, макроскопическая скорость движения компонента, среднечисловая скорость смеси, среднemasсовая (гидродинамическая) скорость смеси, диффузионная скорость, температуры компонентов и всей смеси.
 10. Векторы потоков для отдельных компонентов и всей смеси: общие определения, тензор напряжений, давление, бездивергентный тензор напряжений, плотность теплового потока.
- LMS-платформа – не предусмотрена

5.4 Содержание контрольно-оценочных мероприятий по направлениям воспитательной деятельности

| Направление воспитательной деятельности | Вид воспитательной деятельности | Технология воспитательной деятельности | Компетенция | Результаты обучения | Контрольно-оценочные мероприятия |
|---|---------------------------------|--|-------------|---------------------|--|
| Профессиональное воспитание | профориентационная деятельность | Технология самостоятельной работы | ПК-1 | У-1 | Домашняя работа № 1 Домашняя работа № 2 Контрольная работа № 1 Контрольная работа № 2 |