

ӘЛ-ФАРАБИ АТЫНДАҒЫ ҚАЗАҚ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ
ФИЗИКА-ТЕХНИКАЛЫҚ ФАКУЛЬТЕТІ
ЖЫЛУФИЗИКА ЖӘНЕ ТЕХНИКАЛЫҚ ФИЗИКА КАФЕДРАСЫ
МАГИСТРАТУРА

Келісілген:
Факультет деканы

_____ Давлетов А.Е.

**Университет ғылыми-
әдістемелік кеңесінде бекітілді**
Хаттама № « » 2013 ж.
Оқу жұмысы жөніндегі проректор
_____ **Абдибеков У.С.**

"10" мамыр 2013ж.

" "

2013 ж..

ПӘННІҢ ОҚУ-ӘДІСТЕМЕЛІК КЕШЕНІ
«Газдың кинетикалық теориясы» 2 кредит

«6M060400» - «Кинетическая теория газов» (2 кредитов)
Курс 1, (р/о), семестр (осенний)

«Техникалық құжаттарды метрологиялық сараптау»
Мамандық «6M060400 - Физика»

Оқу түрі күндізгі

Алматы, 2013

Пәннің оқу-әдістемелік кешені квалификациялық сипаттаманың
«Мамандық «6М060400 - Физика» мамандығының оқу жоспары негізінде
жасалған Айтқожаев Абдуает Заитович доцент, физ-мат. ғылым. канд.

Факультеттің әдістеме (бюро) кеңесінде ұсынылды.
21 мамыр 2013 ж., хаттама № 7
Төрағасы (Төрайымы) _____ Ғабдуллина Г.Л.
(қолы)

ӘЛ-ФАРАБИ АТЫНДАҒЫ ҚАЗАҚ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ
ФИЗИКА-ТЕХНИКАЛЫҚ ФАКУЛЬТЕТІ
ЖЫЛУФИЗИКА ЖӘНЕ ТЕХНИКАЛЫҚ ФИЗИКА КАФЕДРАСЫ
МАГИСТРАТУРА

Факультеттің
мәжілісінде
Хаттама №10 "31" 05 2013 ж.

әдістемелік
бекітілген

Факультет деканы
_____ **Давлетов А.Е.**
"31" мамыр 2013 ж.

КАЗАХСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ им.аль-Фараби
Физико-технический факультет
Образовательная программа по специальности «Физика»

Утверждено
на заседании Ученого совета
физико-технического факультета
Протокол № 10 от «29» июнь 2013 г.
Декан факультета Давлетов А.Е.

СИЛЛАБУС*
основному элективному

модулю 1 «Кинетическая теория газов» 2 кредита
включает дисциплины
«6M060400» - «Кинетическая теория газов» (2 кредитов)
Курс 1, (р/о), семестр (осенний)

СВЕДЕНИЯ о преподавателях, ведущих дисциплины модуля:

По дисциплине «Кинетическая теория газов»

Айтқожаев Абдуает Зайтович канд. физ.-мат. наук. доцент:

Телефоны (рабочий, 2-33-62-56 домашний, 8- 777-971-2248 сотовая связь):

e-mail: realgun@ Rambler.ru

каб.: 317

ПАСПОРТ модуля:

▪ **Цель курса.** Курс «Кинетическая теория газов» является базовым курсом для магистрантов университета. Особенность курса обусловлена тем, «Кинетическая теория газов» как пример конкретного применения статистических методов описания к неоднородным газам имеет фундаментальное значение в науке, так как она формирует физический подход к решению задач, основанный на вскрытии механизма явлений на

микроскопическом уровне. что в нем вводятся такие важные понятия как температура, внутренняя энергия, теплота, энтропия, дается микроскопическая интерпретация этих понятий на основе кинетической теории с применением статистического метода. Эти понятия используются во всех разделах физики, что делает данный курс важной составной частью в подготовке магистрантов.

Цель спецкурса - освоение современных приемов молекулярно-кинетического описания неоднородных газов, получение формул для коэффициентов переноса и получение навыков обоснованного применения этих формул в конкретных задачах.

▪ **Задачи:**

Задача курса – углубленное изучение молекулярно-кинетической теории на конкретных задачах описания необратимых процессов в газах. Освоение основ математического аппарата современной кинетической теории газов. В результате изучения дисциплины магистрант должен знать современную кинетическую теорию как разреженных, так и плотных газов в объеме, позволяющим разбираться в современных публикациях в этой науке. Должен уметь пользоваться статистическими методами описания систем, состоящих из огромного количества молекул. Должен уметь вычислять как равновесные, так и неравновесные характеристики газов. Должен уметь проводить вычисления коэффициентов переноса, полей макропараметров, проводить энтропийный анализ необратимых процессов в газах с применением формул кинетической теории.

▪ **Результаты обучения** по модулю В результате изучения дисциплины магистрант должен знать современную кинетическую теорию как разреженных, так и плотных газов в объеме, позволяющим разбираться в современных публикациях в этой науке. Должен уметь пользоваться статистическими методами описания систем, состоящих из огромного количества молекул.

Общие компетенции:

▪ **инструментальные:** уметь вычислять как равновесные, так и неравновесные характеристики газов. Должен уметь проводить вычисления коэффициентов переноса, полей макропараметров, проводить энтропийный анализ необратимых процессов в газах с применением формул кинетической теории.

▪ **межличностные:** способность использовать основные законы современной кинетической теории газов в естественнонаучных дисциплинах в профессиональной деятельности, уметь применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования

▪ **системные:** способность выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат. После прослушания курса магистр самостоятельно изучать любые проблемы и задачи тепломассообмена, а также смежных областях.

Предметные компетенции: знать законы кинетической теории газов, основы термодинамики, закономерности изменения одних физических параметров при изменении других в определенных условиях; должен уметь раскрывать физический механизм явления, анализировать изменение термодинамических параметров в конкретных процессах,

приобрести практические навыки вычислять термодинамические параметры и константы, применять компьютеры.

▪ **Пререквизиты курса.** Для изучения курса магистрант должен знать :основные положения молекулярно-кинетической теории и статистического метода в физике. Основные соотношения феноменологического описания процессов переноса, механики сплошных сред. Знать раздел «Молекулярная физика» из общего курса физики. Пройти курс «Физическая кинетика». Уметь применять различные операции с тензорами различного ранга.

- **Пререквизиты курса.** Изучение дисциплины проводится параллельно с изучением курса «Физическая кинетика» и освоением методов тензорного анализа. Уметь применять различные операции с тензорами различного ранга. После успешного освоения предмета «Кинетическая теория газов», магистр будет в состоянии самостоятельно изучать любые проблемы и задачи тепломассообмена.

I дисциплина «6М060400» - «Кинетическая теория газов» (2 кредита)

ПАСПОРТ дисциплины:

Цель освоение современных приемов молекулярно-кинетического описания неоднородных газов, получение формул для коэффициентов переноса и получение навыков обоснованного применения этих формул в конкретных задачах.

Задачи: Задача курса – углубленное изучение молекулярно-кинетической теории на конкретных задачах описания необратимых процессов в газах. Освоение основ математического аппарата современной кинетической теории газов.

Результаты обучения по модулю (в соответствии с результатами обучения модуля, в системе компетенций, см. Спецификацию).

Компетенции: Для практики кинетическая теория неоднородных газовых сред дает возможность вычислять теплофизические параметры - коэффициенты вязкости, теплопроводности, диффузии, термодиффузии, бародиффузии по формулам, полученным на основе молекулярно-кинетических представлений. Такие расчеты проводятся в индустриальной практике для замыкания уравнений механики сплошных сред при определении поток и полей макропараметров. Коэффициенты переноса часто используются в спецкурсах по специализации «теплофизика и молекулярная физика», в спецлаборатории, при выполнении курсовых и дипломных работ.

СТРУКТУРА, ОБЪЕМ И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Неделя	Дисциплина «6М060400» - «Кинетическая теория газов», 2 кредита		
	Название темы	Час.	Задания на СРС
Тематический блок** I			
1	Лекция 1,2 «Введение и основные соотношения в приближении локального равновесия» Введение. Предмет курса – необратимые процессы в газах. Метод – статистический. Краткий исторический обзор развития кинетической теории.. Феноменологическое и кинетическое описание процессов переноса. Конститутивные соотношения. Системы различных характеристических скоростей (системы отсчета).	4	<i>Задания по тематическим блокам и форм представления результатов выполнения СРС (сдача СРС в конце каждого месяца)</i>
	Практическое занятие 1 «Кинетические уравнения. Уравнение Больцмана. Способы получения уравнения Больцмана.	2	

	Другие кинетические уравнения. Общее уравнение переноса Энскога. <i>H</i> -теорема Больцмана»		
2	Лекция 3 «Феноменологическое и кинетическое описание процессов переноса. Конститутивные соотношения. Системы различных характеристических скоростей (системы отсчета)» Практическое занятие 2 «Решение уравнения Больцмана для однородного стационарного состояния. Локально-максвелловская функция распределения в чистом газе и в смесях»	2 2	
3	Лекция 4 «Межмолекулярные силы. Динамические соотношения при столкновениях частиц в трехмерном случае. Частота столкновений, длина свободного пробега, учет персистенции скоростей при столкновениях. Число Кнудсена как характеристика режимов течений в газах» Практическое занятие 3 «Решение уравнения Больцмана методом Энскога-Чепмена. Однокомпонентный неоднородный газ»	2 2	
Тематический блок** П			
4	Лекция 5 «Способы описания молекулярных систем. Динамическое и статистическое описание систем, состоящих из большого числа частиц. Функции распределения молекул по скоростям как плотность вероятности в пространстве скоростей (импульсов) » Практическое занятие 4 Общая решения с применением разложения по полиномам Сонина-Лагерра. Вязкость. Теплопроводность	2 3	
5	Лекция 6 «Получение выражений потоков и коэффициентов переноса в методе последовательных локально-равновесных состояний. Сопоставление результатов теории с	3	

	экспериментом. Практическое занятие 5 Моментный метод решения уравнений Больцмана (метод Грэда). Представление неравновесной функции распределения в виде разложения по полиномам Эрмита-Чебышева. Выражения для потоков и коэффициентов переноса. Вывод неравновесной функции распределения в модели последовательных локально-равновесных состояний.	4	
6	Лекция 7 Кинетическая теория плотных газов и граничные эффекты. Необратимые процессы в кластерной модели. Практическое занятие 6 Явления на границе газ - твердая стенка. Коэффициенты аккомодации. Кинетические граничные условия. Современное состояние развития кинетической теории. Проблема необратимости в кинетической теории.	2 2	
7	РК 2		

Ключевые понятия дисциплины в системе знаний и компетенций: - знать законы кинетической теории газов, основы термодинамики, закономерности изменения одних физических параметров при изменении других в определенных условиях; должен уметь

- раскрывать физический механизм явления, анализировать изменение термодинамических параметров в конкретных процессах,
- приобрести практические навыки вычислять термодинамические параметры и константы, применять компьютеры.

Список литературы

Основная

1. Больцман Л. Лекции по теории газов. -М.:ГИТТЛ,1956. -555с.
2. Чепмен С., Каулинг Т. Математическая теория неоднородных газов. -М.:ИЛ,1960.-510с.
3. Гиршфельдер Дж., Кертисс Ч., Берд Р. Молекулярная теория газов и жидкостей. - М.:ИЛ,1961.-930с.
4. Ферцигер Дж., Капер Г. Математическая теория процессов переноса в газах. - М.:Мир,1976.-556с.
5. Боголюбов Н.Н. Проблемы динамической теории в статистической физике. -М.-Л.: ОГИЗ, 1946.-119с.
6. Силин В.П. Введение в кинетическую теорию газов. -М.: Наука,1971.-332с.
7. Коган М.Н. Динамика разреженного газа. -М.: Наука,1967. -440 с.

8. Алексеев Б.В. Математическая кинетика реагирующих газов. -М.: Наука,1982.- 424с.
9. Либов Р. Введение в теорию кинетических уравнений. -М.:Мир,1974.-372с.
10. Хир К. Статистическая механика, кинетическая теория и стохастические процессы. – М.: Мир. 1976.
11. Курлапов Л.И. Кинетическая теория необратимых процессов в газах. Монография. – Алматы. –2000. 300 с. ISBN 9965-408-62-9.

Дополнительная литература

1. Термодинамика газов. Пер. с англ. и нем. /Под ред.В.С. Зуева./ -М.: Машиностроение, 1970.- 414с.
2. Грэд Г. О кинетической теории разряженных газов. // Механика. Сборник сокращенных переводов иностранной литературы. -М.: ИЛ, 952, вып.4(14), с.71-97,5(15), с.61-96.
3. Кога Т. Введение в кинетическую теорию стохастических процессов в газах. М.: Наука, 1983.- 272 с.
4. Гуров К.П. Основания кинетической теории (метод Боголюбова). -М.:Наука,1966.- 352с.
5. Jeans J.H. The Dynamic Theory of Gases/- Dover Publ. Inc. –4-th ed., New York: 1925.- 439 p.
6. Черчиньяни К. Теория и приложения уравнения Больцмана. -М.:Мир,1978.-496с.
7. Жданов В.М. Явления переноса в многокомпонентной плазме. - М.:Энергоиздат,1982.-176с.
8. Седов Л.И. Механика сплошной среды. Том 1 и 2. -М.: Наука,1976.
9. Косов Н.Д. Элементарная кинетическая теория диффузии в газах. -ИФЖ,1982,т.42, №2, с. 266-279.
10. Курлапов Л.И. Вычисление коэффициентов диффузии плотных газов. -ИФЖ, 1988, т.54, №3,с.438-442.
11. Kurlapov L.I. Irreversible processes of mass transport in gas mixtures.// Доклады Министерства науки - Академии наук Республики Казахстан. - №2. 1998, с.32-42.
12. Курлапов Л.И. Расчет равновесных свойств кластерного газа. В сб. Проблемы физики газа, плазмы и жидкости. Том 1. /Под редакцией Ф.Б. Баимбетова. - Алматы: Гылым, 1998, стр.6-16.
13. Курлапов Л.И. Равновесные и неравновесные свойства кластерных газов Вестник КазГУ. Серия физическая. №7. Материалы Международной конференции. Физика газа, плазмы и жидкости. Алматы 1999. Стр. 99- 112.
14. Курлапов Л.И. Энтропийный анализ открытых систем.// Доклады Министерства науки и высшего образования, Национальной Академии наук Республики Казахстан, 1999, вып. 5. С.33-39.
15. Курлапов Л.И. ЖТФ,1976,т.46, вып.8, с.1777-1780; 1978, т.48,вып.4,с.864-871; 1978, т. 48, вып.6, с.1302-1304.

Задания и методические рекомендации по СРС / СРСП.

Задание 1

Получить основные соотношения, описывающие однородные и разнородные столкновения молекул.

Задание 2

Вывести формулу для времени свободного пролета молекул и средней длины свободного пролета молекул локально-равновесной многокомпонентной газовой смеси.

Задание 3

Получить уравнение Больцмана для каждого компонента трехкомпонентной смеси газов Больцмана.

Задание 4

Записать выражения для коэффициентов переноса в многокомпонентных смесях.

Задание 5

Получить балансовое соотношение и производство энтропии в смесях газов Больцмана.

Задание 6

Применить формулу для времени свободного пролета молекул для определения концентрации димеров в умеренно-плотном газе.

Формы контроля знаний и компетенций:

Контрольные работы: 2 работ в семестр .

СРС: индивидуальные и групповые задания в зависимости от технологии организации СРС (реферат, презентацию, эссе, защиту проекта, аналитический обзор и др. задания проектно-исследовательского характера).

РК: 2

Промежуточный контроль: экзамен в период экзаменационной сессии.

Рубежный контроль проводится по теоретическим и практическим вопросам, входящим в содержание дисциплины (за 7, 8 недель).

Консультации по дисциплинам модуля можно получить во время офис-часов преподавателя (СРСП).

Критерии оценки знаний и компетенций, баллы в %

Контрольные работы	10	
Посещение и активность в практических занятиях	30	60
Индивидуальные или групповые задания (СРС)	20	
Промежуточный контроль (экзамен)	40	40

Форма проведения рубежных контролей (письменно или устно) и промежуточного экзамена - в письменном виде

Политика академического поведения и этики

Будьте толерантны, уважайте чужое мнение. Возражения формулируйте в корректной форме. Плагиат и другие формы нечестной работы недопустимы. Недопустимы подсказывание и списывание во время сдачи СРС, промежуточного контроля и экзамена, копирование решенных задач другими лицами, сдача экзамена за другого студента. Студент, уличенный в фальсификации любой информации курса, получит итоговую оценку «F».

Рассмотрено на заседании кафедры
протокол №43 от «26» май 2013 г.

Зав.кафедрой

Болегенова С. А

Лектор

Айткожаев А.З.