

КАЗАХСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. АЛЬ-ФАРАБИ
Физико-технический факультет
Кафедра теплофизики и технической физики

УТВЕРЖДАЮ

Декан физико-технического
факультета, асс.профессор

_____ Бейсен Н.А.
от « » июнь 2025 г. протокол № ____

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ

«Основы физики реального газа и жидкости»

ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА

«6B05303 – Техническая Физика»

Курс -3
Семестр - 6
Количество кредитов - 6
Отделение – русское
Лекция – 2
Семинар – 2

Алматы 2026 г.

Силлабус составлен доцентом, к.ф-м.н. Айткожаевым А.З. на основании образовательной программы «6В05303 – Техническая Физика».

Рассмотрена и рекомендована на заседании кафедры теплофизики и технической физики

от «___» _____ 2025 г., протокол №_____

Заведующий кафедрой _____ Болегенова С.А.

СИЛЛАБУС

Автор:	Айткожаев А. З.		
Факультет преподавателя:	Физико-технический;		
Кафедра преподавателя:	Теплофизики и технической физики;		
Наименование:	Основы физики реального газа и жидкостей		
Дисциплина:	Основы физики реального газа и жидкостей		
Цель дисциплины:	Цель: Формирование знаний об основах физики реального газа и жидкости, о силах и потенциалах межмолекулярного взаимодействия, об уравнениях состояния реального газа и жидкости, о фазовых превращениях и явлениях переноса. Содержание: Реальный газ. Модельные потенциалы взаимодействия молекул. Теоретические и экспериментальные изотермы реального газа. Критические величины. Эффект Джоуля – Томсона. Температура инверсии.		
Общее количество Кредитов:	6,00		
Академический год	2025		
Образовательная программа	Группа №: 1717894 (Образовательная программа: 6B05303 Техническая физика, Уровень обучения: Первое высшее образование, Семестр: 6, Курс обучения: -1, Языковое отделение: русское);		
Самостоятельная работа обучающегося (СРО):	5		
Самостоятельная работа обучающегося под руководством преподавателя (СРОП):	7		
Формат обучения:	Офлайн		
Цикл, Компонент цикла:	Б, КпВ		
Виды лекций:	Информационная, проблемная, аналитическая лекция		
Виды практических занятий:	Решение задач		
Формат экзамена:	офлайн		
Форма и место проведения итогового контроля:	ИС UNIVER, УСТНЫЙ		
Лектор-(ы):	Ф.И.О. Айткожаев Абдуает Заитович	Номер мобильного телефона 87082205601	Email ajtkozhaev@inbox.ru
Ассистенты:	Ф.И.О. Айткожаев Абдуает Заитович	Номер мобильного телефона 87082205601	Email ajtkozhaev@inbox.ru
Тип контроля:	[РК1 + РК2 + Экз] (100)		
Соавторы:			

Ожидаемые результаты обучения(РО)*	Индикаторы достижения РО(ИД)
Демонстрировать знание основных методов исследования, фундаментальных понятий, определений и моделей, используемых в физике реального газа и жидкости.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Объясняет физический механизм явлений, происходящих в реальных газах и жидкостях. 2. Обсуждает основы термодинамики равновесных процессов, явления переноса, модели реальных газов и жидкостей, фазовые переходы. 3. Формулирует постановку и методику проведения экспериментального исследования физических явлений и процессов, происходящих в реальных газах и жидкостях, на основе знаний универсальных законов молекулярной физики и термодинамики.
Применять физические понятия и законы для оценки и прогнозирования поведения реальных газов и жидкостей.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Анализирует изменение термодинамических параметров в рассматриваемых процессах. 2. Решает типовые задачи с применением основных законов и методов термодинамики и статистической физики. 3. Делает выводы на основе экспериментальных данных.
Анализировать относящиеся к дисциплине методики и технологии при решении физических задач и выполнении лабораторных заданий.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Применяет и сравнивает методы измерения основных макропараметров молекулярных систем.

Ожидаемые результаты обучения(РО)*	Индикаторы достижения РО(ИД)
	<ol style="list-style-type: none"> Интерпретирует закономерности, получаемые при решении типовых задач и выполнении лабораторных заданий. Сравнивает результаты экспериментальной и теоретической естественнонаучной информации, полученной при изучении различных явлений.
Владеть статистическими и термодинамическими подходами для описания реальных газов и жидкостей.	<ol style="list-style-type: none"> Применяет основные законы физики реального газа и жидкости к анализу конкретных явлений, в которых силы межмолекулярного взаимодействия играют важную роль. Обсуждает изопараметрические кривые реального газа, особенно для уравнения Ван-дер-Ваальса, обосновывает температурную зависимости второго вириального коэффициента для простейших потенциалов межмолекулярного взаимодействия, дает оценку кривых фазового превращения однокомпонентного вещества. Оценивает потенциалы межмолекулярного взаимодействия, основные положения статистической теории плотных газов и жидкостей. Обосновывает методы получения уравнений состояния для реального газа и жидкости и наиболее распространенные формы этих уравнений, основные закономерности фазовых превращений.
Оценивать структуру и математическую форму основных уравнений физики реального газа и жидкости.	<ol style="list-style-type: none"> Обосновывает особенности использования основных уравнений физики реального газа и жидкости при описании различных явлений. Делает оценку решения основных уравнений и закономерностей физики реального газа и жидкости для реальных процессов с учетом начальных условий и некоторых допущений.

Пререквизиты:

Физические основы механики, Математический анализ, Молекулярная физика, Прикладная теплофизика, Дифференциальные и интегральные уравнения, Техническая термодинамика

Постреквизиты:

3D моделирование физических процессов, Основы криоинженерии

Тип	Образовательные ресурсы
Литература:основная	<ol style="list-style-type: none"> Савельев И.В. Курс общей физики. Молекулярная физика и термодинамика. Том 1. – СПб. [и др.]: Лань, 2019. – 432 с. Иродов Е.И. Физика макросистем. Основные законы. – М.: Лаб. знаний, 2019. – 207 с. Павлов А.М. Физика реальных газов и жидкостей: учебное пособие. – Алматы: CyberSmith, 2021. – 236 с. Баранов А.В. Механика жидкости и газа: учебное пособие. – Москва, Вологда: Инфра-Инженерия, 2024. – 176 с. Кикоин А.К., Кикоин И.К. Молекулярная физика: учеб. пособие для вузов. – 5-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2025. – 480 с.
дополнительная	<ol style="list-style-type: none"> Гиршфельдер Дж., Кертисс Ч., Берд Р. Молекулярная теория газов и жидкостей. – М.: ИЛ, 1961. – 930 с. Френкель Я.И. Кинетическая теория жидкостей. – М.: Изд-во АН СССР, 1977. – 592 с.
Исследовательская инфраструктура	<ol style="list-style-type: none"> По некоторым темам курса возможна экспериментальная демонстрация, представленная в 235, 243 и 249 аудиториях физико-технического факультета КазНУ им. аль-Фараби.
Профессиональные научные базы данных	<ol style="list-style-type: none"> www.thermalfuidscentral.org https://webbook.nist.gov/chemistry/

Тип	Образовательные ресурсы
Интернет-ресурсы	1. http://elibrary.kaznu.kz/ru 2. https://open.umn.edu/opentextbooks 3. http://www.kayelaby.npl.co.uk/
Программное обеспечение	1. 2.

Академическая политика дисциплины:

Академическая политика дисциплины определяется [Академической политикой и Политикой академической честности КазНУ имени аль-Фараби](#).

Документы доступны на главной странице ИС Univer.

Интеграция науки и образования. Научно-исследовательская работа студентов, магистрантов и докторантов – это углубление учебного процесса. Она организуется непосредственно на кафедрах, в лабораториях, научных и проектных подразделениях университета, в студенческих научно-технических объединениях. Самостоятельная работа обучающихся на всех уровнях образования направлена на развитие исследовательских навыков и компетенций на основе получения нового знания с применением современных научно - исследовательских и информационных технологий. Преподаватель исследовательского университета интегрирует результаты научной деятельности в тематику лекций и семинарских (практических) занятий, лабораторных занятий и в задания СРОП, СРО, которые отражаются в силлабусе и отвечают за актуальность тематик учебных занятий и заданий.

Посещаемость. Дедлайн каждого задания указан в календаре (графике) реализации содержания дисциплины. Несоблюдение дедлайнов приводит к потере баллов.

Академическая честность. Практические/лабораторные занятия, СРО развивают у обучающегося самостоятельность, критическое мышление, креативность. Недопустимы плагиат, подлог, использование шпаргалок, списывание на всех этапах выполнения заданий. Соблюдение академической честности в период теоретического обучения и на экзаменах помимо основных политик регламентируют [«Правила проведения итогового контроля»](#), [«Инструкции для проведения итогового контроля осеннего/весеннего семестра текущего учебного года»](#), [«Положение о проверке текстовых документов обучающихся на наличие заимствований»](#).

Документы доступны на главной странице ИС Univer.

Основные принципы инклюзивного образования. Образовательная среда университета задумана как безопасное место, где всегда присутствуют поддержка и равное отношение со стороны преподавателя ко всем обучающимся и обучающимся друг к другу независимо от гендерной, расовой / этнической принадлежности, религиозных убеждений, социально-экономического статуса, физического здоровья студента и др. Все люди нуждаются в поддержке и дружбе ровесников и сокурсников. Для всех студентов достижение прогресса скорее в том, что они могут делать, чем в том, что не могут. Разнообразие усиливает все стороны жизни. Все обучающиеся, особенно с ограниченными возможностями, могут получать консультативную помощь по телефону/ e - mail ajtkozhaev@inbox.ru либо посредством видеосвязи в ZOOM.

Интеграция MOOC (massive open online course). В случае интеграции MOOC в дисциплину, всем обучающимся необходимо зарегистрироваться на MOOC. Сроки прохождения модулей MOOC должны неукоснительно соблюдаться в соответствии с графиком изучения дисциплины.

ВНИМАНИЕ! Дедлайн каждого задания указан в календаре (графике) реализации содержания дисциплины, а также в MOOC. Несоблюдение дедлайнов приводит к потере баллов.

Методы оценивания:

Методы оценивания
<p>Критериальное оценивание – процесс соотнесения реально достигнутых результатов обучения с ожидаемыми результатами обучения на основе четко выработанных критериев. Основано на формативном и суммативном оценивании.</p> <p>Формативное оценивание – вид оценивания, который проводится в ходе повседневной учебной деятельности. Является текущим показателем успеваемости. Обеспечивает оперативную взаимосвязь между обучающимся и преподавателем. Позволяет определить возможности обучающегося, выявить трудности, помочь в достижении наилучших результатов, своевременно корректировать преподавателю образовательный процесс. Оценивается выполнение заданий, активность работы в аудитории во время лекций, семинаров, практических занятий (дискуссии, викторины, дебаты, круглые столы, лабораторные работы и т. д.). Оцениваются приобретенные знания и компетенции.</p> <p>Суммативное оценивание – вид оценивания, который проводится по завершению изучения раздела в соответствии с программой дисциплины. Проводится 3 - 4 раза за семестр при выполнении СРО. Это оценивание освоения ожидаемых результатов обучения в соотнесенности с дескрипторами. Позволяет определять и фиксировать уровень освоения дисциплины за определенный период. Оцениваются результаты обучения.</p>

Формативное и суммативное оценивание	Баллы % содержание
Самостоятельная работа	25
Работа на практических занятиях	30
Контрольная работа	5
Итоговый контроль (экзамен)	40
ИТОГО	100

**Балльно-рейтинговая буквенная система
оценки учета учебных достижений:**

Балльно-рейтинговая буквенная система оценки учета учебных достижений			
Оценка	Цифровой эквивалент баллов	Баллы, % содержание	Оценка по традиционной системе
A	4,0	95-100	Отлично
A-	3,67	90-94	
B+	3,33	85-89	Хорошо
B	3,0	80-84	
B-	2,67	75-79	
C+	2,33	70-74	
C	2,0	65-69	Удовлетворительно
C-	1,67	60-64	
D+	1,33	55-59	
D	1,0	50-54	
FX	0,5	25-49	Неудовлетворительно
F	0	0-24	

Неделя	Тип занятия	Тема	Максимальный балл
МОДУЛЬ 1			
1	лекция: лекция 1	Уравнение Клапейрона-Клаузиуса. Фазовая диаграмма. Условия фазового равновесия	0

Неделя	Тип занятия	Тема	Максимальный балл
	семинар: семинар 1	Термодинамические потенциалы. Соотношения Максвелла	0
2	лекция: лекция 2	Фазовые переходы первого и второго рода	0
	семинар: семинар 2	Термодинамические потенциалы. Соотношения Максвелла	5
	СРО/СРОП: СРОП 1	Консультации по выполнению СРО 1	0
	Рубрикатор критериального оценивания [Показать]		
3	лекция: лекция 3	Фазовые переходы первого и второго рода	0
	семинар: семинар 3	Решение задач на применение уравнения Клапейрона-Клаузиуса	5
	СРО/СРОП: СРО 1	Растянутая жидкость (доклад с презентацией)	10
	Рубрикатор критериального оценивания [Показать]		
4	лекция: лекция 4	Отступления от законов идеального газа. Изотермы Эндрюса	0
	семинар: семинар 4	Расчет постоянных σ и ϵ	5
	СРО/СРОП: СРОП 2	Консультации по выполнению СРО 2	0
	Рубрикатор критериального оценивания [Показать]		
5	лекция: лекция 5	Элементарный вывод уравнения Ван-дер-Ваальса. Анализ уравнения Ван-дер-Ваальса	0
	семинар: семинар 5	Применение принципа подобия для расчета физико-химических свойств	5
	СРО/СРОП: СРО 2	Определение критических параметров (доклад с презентацией)	10
	Рубрикатор критериального оценивания [Показать]		
МОДУЛЬ 2			
6	лекция: лекция 6	Критическое состояние вещества. Связь между критическими параметрами и постоянными в уравнении Ван-дер-Ваальса	0
	семинар: семинар 6	Расчет постоянных a и b	5
	СРО/СРОП: СРОП 3	Консультации по выполнению СРО 3	0
	Рубрикатор критериального оценивания [Показать]		
7	лекция: лекция 7	Свойства вещества в критическом состоянии. Отступления уравнения Ван-дер-Ваальса от эксперимента	0
	семинар: семинар 7	Расчет критических параметров и коэффициента сжимаемости в критической точке	5

Неделя	Тип занятия	Тема	Максимальный балл
	СРО/СРОП: СРО 3 Рубрикатор критериального оценивания [Показать]	Термодинамическая поверхность реального газа (доклад с презентацией).	10
8	лекция: лекция 8	Уравнение Ван-дер-Ваальса в приведенных переменных. Закон соответственных состояний	0
	семинар: семинар 8	Аддитивный расчет критических параметров на основе экспериментальных значений некоторых физических и химических величин. Контрольная работа № 1.	20
	СРО/СРОП: СРОП 4 Рубрикатор критериального оценивания [Показать]	Коллоквиум № 1.	20
8	Рубежный контроль 1 (100)	Максимальный балл: 100	Общий балл: 100
9	лекция: лекция 9	Обзор некоторых уравнений состояния реального газа	0
	семинар: семинар 9	Расчет теплоты испарения вещества	0
МОДУЛЬ 3			
10	лекция: лекция 10	Причины возникновения межмолекулярных сил. Составляющие сил межмолекулярного взаимодействия. Связь между силой и потенциалом межмолекулярного взаимодействия	0
	семинар: семинар 10	Теплота изменения агрегатного состояния (теплоты, испарения, сублимации и плавления)	6
11	лекция: лекция 11	Простейшие потенциалы межмолекулярного взаимодействия	0
	семинар: семинар 11	Вязкость газов	6
	СРО/СРОП: СРОП 5 Рубрикатор критериального оценивания [Показать]	Консультации по выполнению СРО 4	0
12	лекция: лекция 12	Простейшие потенциалы межмолекулярного взаимодействия	0
	семинар: семинар 12	Вязкость жидкостей	6
	СРО/СРОП: СРО 4 Рубрикатор критериального оценивания [Показать]	Решение задач на применение уравнения Ван-дер-Ваальса (задачи)	10
13	лекция: лекция 13	Уравнение состояния в вириальной форме. Второй вириальный коэффициент для потенциала Леннарда-Джонса	0
	семинар: семинар 13	Диффузия газов	6
	СРО/СРОП: СРОП 6	Консультация по выполнению СРО 5	0

Неделя	Тип занятия	Тема	Максимальный балл
	Рубрикатор критериального оценивания [Показать]		
14	лекция: лекция 14	Третий вириальный коэффициент. Вириальное уравнение по степеням давления. Экспериментальное определение второго вириального коэффициента	0
	семинар: семинар 14	Диффузия в жидкостях	6
	СРО/СРОП: СРО 5	Расчет коэффициентов переноса для потенциала Леннарда-Джонса (решение задач по вариантам). Расчет второго и третьего вириальных коэффициентов, а также коэффициента сжимаемости для газов (решение задач по вариантам)	20
	Рубрикатор критериального оценивания [Показать]		
15	лекция: лекция 15	Определение второго и третьего вириальных коэффициентов для смеси газов. Определение силовых параметров модельных потенциалов из данных по второму вириальному коэффициенту. Об ассоциациях молекул	0
	семинар: семинар 15	Теплопроводность газов. Теплопроводность жидкостей. Контрольная работа № 2	20
	СРО/СРОП: СРОП 7	Коллоквиум № 2	20
	Рубрикатор критериального оценивания [Показать]		
15	Рубежный контроль 2 (100)	Максимальный балл: 100	Общий балл: 100

;