

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Кубанский государственный университет»
Факультет педагогики, психологии и коммуникативистики

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе,
качеству образования – первый
проректор

Иванов А.Г.



2017г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.04.02 ТЕРМОДИНАМИКА, СТАТИСТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА И ФИЗИЧЕСКАЯ КИНЕТИКА

Направление подготовки 44.03.05 Педагогическое образование
код и наименование направления подготовки/специальности

Направленность (профиль) Технологическое образование. Физика

Программа подготовки *академическая*

Форма обучения Очная

Квалификация (степень) выпускника *бакалавр*

Краснодар 2017

Рабочая программа дисциплины «Термодинамика, статистическая физика и физическая кинетика» составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 44.03.05 Педагогическое образование

Программу разработал(и):

С.А. Покатилов, преподаватель _____

Земскова Н.В., директор МБОУ гимназии №44 _____

Мыринова М.Ю., канд. биолог. наук, доцент,
зав. кафедры маркетинга и менеджмента,
зам. директора УМР КРИА ДПО ВО КубГАУ _____

Рабочая программа дисциплины «Термодинамика, статистическая физика и физическая кинетика» утверждена на заседании кафедры технологии и предпринимательства
протокол № 18 «16» мая 2017г.

Заведующий кафедрой
технологии и предпринимательства Сажина Н.М. _____

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры технологии и предпринимательства
протокол № 18 «16» мая 2017г.

Заведующий кафедрой
технологии и предпринимательства Сажина Н.М. _____

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета педагогики, психологии и коммуникативистики
протокол № 11 «21» июня 2017г.

Председатель УМК факультета Гребенникова В.М. _____

Рецензенты:

Жирма Е.Н., директор МБОУ СОШ №61 г.Краснодара _____

Голубь М.С., канд.пед.наук, доцент кафедры ДПП ФППК КубГУ _____

1 Цели и задачи изучения дисциплины

1.1 Цель дисциплины

Основной целью преподавания дисциплины «Термодинамика, статистическая физика и физическая кинетика» – изучение фундаментальных принципов (начал) термодинамики и их применение для описания свойств макроскопических систем равновесных и неравновесных систем, фазовых переходов первого и второго рода, критических состояний вещества и изучение, и освоение основных подходов к теоретическому исследованию макроскопических систем: термодинамического метода, метода статистической физики и методов физической кинетики.

1.2 Задачи дисциплины

- расширить знания студентов по аксиоматике термодинамики;
- сформировать понятие энтропии как функции состояния, характеризующей направленность процессов;
- познакомить студентов с различными методами термодинамики;
- овладеть навыками построения основных термодинамических потенциалов;
- научить применять общие условия равновесия к различным системам;
- изучить понятие и классификацию фазовых переходов.

1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Термодинамика, статистическая физика и физическая кинетика» (**Б1.В.04.02**) входит в обязательную вариативную часть Блока 1 Модуль 2. «Основы теоретической физики» учебного плана.

Для ее успешного изучения необходимы знания и умения, приобретенные в результате освоения предшествующих дисциплин: «Молекулярная физика», «Теоретическая механика», «Электродинамика».

Освоение дисциплины «Термодинамика, статистическая физика и физическая кинетика» необходимо при последующем изучении дисциплин «Квантовая механика», «Основы механики сплошной среды», а также для подготовки и написания выпускной квалификационной работы.

1.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся *общекультурных/профессиональных* компетенций (*ОК/ПК*)

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
1.	ОК-3	способность	– аксиоматику	– применять	– методами

№ п.п.	Индекс компет енции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
	ПК-1	использовать естественнонаучные и математические знания для ориентирования в современном информационном пространстве готовность реализовывать образовательные программы по учебному предмету в соответствии с требованиями образовательных стандартов	термодинамики; -основные термодинамические процессы и их уравнения – основные термодинамические потенциалы открытых и закрытых систем; – классификацию фазовых переходов; – условия устойчивого равновесия различных систем; – термодинамику диэлектриков и магнетиков; – термодинамику плазмы;	методы термодинамики для определения калорических и термических свойств равновесных систем; – получать расчетные формулы для теплоемкостей системы в различных процессах; – исследовать условия устойчивого равновесия различных систем; – применять второе начало термодинамики для расчета КПД идеальных тепловых циклов; – ясно излагать и аргументировать собственную точку зрения, решать типовые задачи по термодинамике и статистической физике;	термодинамики и статистической физики; поиском информации в глобальной сети Интернет. – математическим аппаратом дифференциального, интегрального исчислений,.

В процессе изучения дисциплины (модуля) студент должен знать:

– основные понятия, определения и законы равновесной термодинамики;

- методологические основы описания макроскопических систем, процессов, с учетом их взаимосвязи и взаимодействия.
- основы термодинамического подхода при решении научно-исследовательских и практических задач;
- методологические основы описания равновесных термодинамических систем и процессов в них.

Уметь владеть:

- использовать методы равновесной термодинамики для изучения термодинамических свойств макроскопических систем;
- проводить анализ и классификацию термодинамических систем;
- использовать методы равновесной термодинамики для изучения термодинамических свойств макроскопических систем, находящихся под воздействием внешних факторов (давление и температура).

Владеть умениями и иметь опыт:

- навыками проведения необходимых расчетов физических характеристик равновесных макросистем;
- методикой физически интерпретировать результаты расчетов физических характеристик равновесных систем.

2. Структура и содержание дисциплины

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зач. ед. (часа), их распределение по видам работ представлено в таблице (для студентов ОФО).

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры
		4
Аудиторные занятия (всего)		
В том числе:		
Занятия лекционного типа	14	14
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия)	20	20
Иная контактная работа:		
КСР	4	4
Промежуточная аттестация (ИКР)	0,3	0,3
Самостоятельная работа (всего)		
В том числе:		
<i>Проработка учебного (теоретического) материала</i>	10	10
<i>Реферат</i>	8	8

Выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, презентаций)		6	6
Подготовка к текущему контролю		10	10
Вид промежуточной аттестации (зачет, экзамен)		35,7 Экз.	35,7 Экз.
Общая трудоемкость:	Час.	108	108
	В том числе контактная работа	38,3	38,3
	Зач.ед	3	3

2.2 Структура дисциплины:

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.

Разделы дисциплины, изучаемые в 4 семестре (для студентов ОФО)

№ разд ела	Наименование разделов	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	2	3	4	5	6	7
1.	Основы термодинамики	16	4	4	-	8
2.	Введение в статистическую физику	20	4	6	-	10
3.	Введение в неравновесную термодинамику и физическую кинетику	18	4	6	-	8
4.	Статистическая физика конденсированного состояния	14	2	4		8
5.	КСР	4				
6.	Экзамен	36				
	ИТОГО	108	14	20		34

2.3 Содержание разделов дисциплины:

2.3.1 Занятия лекционного типа

№	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1.	Основы термодинамики	Основные понятия термодинамики: термодинамическая система, параметры состояния, термодинамическое равновесие. Температура. Первый закон термодинамики. Внутренняя энергия.	Собеседование (С)

		Работа и теплота. Теплоемкость. Применение первого закона к идеальным системам: идеальному газу и фотонному газу. Понятие о сложных термодинамических системах. Второй закон термодинамики. Энтропийная формулировка 2-го закона. Поток и производство энтропии. Третий закон термодинамики. «Нулевой» закон и его роль. Математический аппарат термодинамики: метод однородных функций Эйлера, дифференциальные формы Пфаффа, метод якобианов преобразования. Метод характеристических функций. Термодинамика открытых систем. Химический потенциал. Термодинамическая фаза. Фазовые переходы 1 -го и 2-го рода. Условия равновесия гетерогенной системы, состоящей из 2-х гомогенных фаз. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса. Теория Ландау фазовых переходов 2-го рода. Понятие о теории зарождения новой фазы. Работа нуклеации. Критический зародыш по Гиббсу.	
2.	Введение в статистическую физику	Метод статистической физики. Основные понятия теории вероятностей. Статистические функции распределения. Усреднение. Понятие о флуктуациях. Классическое и квантовое уравнение Лиувилля. Распределение Максвелла. Распределение Максвелла-Больцмана. Теорема о равнораспределении энергии по степеням свободы. Теория теплоемкости идеального газа. Статистика Бозе-Эйнштейна. Статистика Ферми-Дирака. Переход к классической статистике Максвелла-Больцмана. Сравнение статистики. Применение статистики Бозе к фотонному газу. Квантовая теория теплоемкости твердого тела. Вырожденный Ферми-газ. Формула Больцмана для энтропии. Статистический вес макроскопического состояния.	Собеседование (С)

		Метод Гиббса. Каноническое и микроканоническое распределение Гиббса для квантового и классического случаев. Распределение Максвелла-Больцмана как частный случай распределения Гиббса. Статистический и конфигурационный интегралы. Теория идеального газа. Вывод уравнения Ван-дер-Ваальса.	
3.	Введение в неравновесную термодинамику и физическую кинетику	Основные принципы неравновесной термодинамики: принцип линейности, принцип симметрии кинетических коэффициентов, принцип Кюри. Понятие о нелинейной термодинамике и синергетике. Броуновское движение. Марковские процессы. Уравнение Фоккера-Планка и его простейшие приложения. Кинетическое уравнение Больцмана, H-теорема. Кинетическое уравнение с релаксационным членом и его простейшие приложения.	Собеседование (С)
4.	Статистическая физика конденсированного состояния	Статистика фононного и электронного газов. Состояние электронов в кристаллической решетке. Статистика носителей заряда. Неравновесные электроны и дырки. Рассеяния носителей заряда, проводимость, и кинетические свойства диэлектриков, металлов и полупроводников. Квазичастицы. Акустические и оптические фононы, плазмоны, экситоны Френкеля и Ванье. Конденсация бозонов. Сверхтекучесть. Электрон-фононные взаимодействия. Полярон Фрелиха. Взаимодействие света с кристаллической решеткой, поляритоны. Оптические свойства диэлектриков, металлов и полупроводников. Поверхностные состояния электронов. Состояния электронов в структурах с пониженной размерностью.	Собеседование (С)

2.3.2 Занятия семинарского типа

№	Наименование раздела	Тематика практических занятий (семинаров)	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1.	Основы	Первый закон термодинамики.	Тест (Т)

	термодинамики	Внутренняя энергия. Работа и теплота. Теплоемкость. Применение первого закона к идеальным системам: идеальному газу и фотонному газу. Понятие о сложных термодинамических системах. Второй закон термодинамики. Энтропийная формулировка 2-го закона. Поток и производство энтропии. Третий закон термодинамики. «Нулевой» закон и его роль. Термодинамическая фаза. Фазовые переходы 1 -го и 2-го рода. Условия равновесия гетерогенной системы, состоящей из 2-х однородных фаз. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса.	
2.	Введение в статистическую физику	Метод статистической физики. Основные понятия теории вероятностей. Статистические функции распределения. Усреднение. Понятие о флуктуациях. Классическое и квантовое уравнение Лиувилля. Распределение Максвелла. Распределение Максвелла- Больцмана. Переход к классической статистике Максвелла-Больцмана. Сравнение статистики. Вырожденный Ферми-газ. Распределение Максвелла-Больцмана как частный случай распределения Гиббса.	Коллоквиум (К) Контрольная работа
3.	Введение в неравновесную термодинамику и физическую кинетику	Основные принципы неравновесной термодинамики: принцип линейности, принцип симметрии кинетических коэффициентов, принцип Кюри. Понятие о нелинейной термодинамике и синергетике. Броуновское движение. Марковские процессы. Уравнение Фоккера-Планка и его простейшие приложения. Кинетическое уравнение Больцмана, H-теорема. Кинетическое уравнение с релаксационным членом и его простейшие приложения	Коллоквиум (К)
4.	Статистическая физика конденсированного состояния	Статистическая физика конденсированного состояния. Статистика фононного и электронного газов. Состояние электронов в кристаллической решетке. Статистика носителей заряда.	Коллоквиум (К)

		Неравновесные электроны и дырки. Рассеяния носителей заряда, проводимость, и кинетические свойства диэлектриков, металлов и полупроводников. Квазичастицы. Акустические и оптические фононы, плазмоны, экситоны Френкеля и Ванье. Конденсация бозонов. Сверхтекучесть. Электрон-фононные взаимодействия. Полярон Фрелиха. Взаимодействие света с кристаллической решеткой, поляритоны. Оптические свойства диэлектриков, металлов и полупроводников. Поверхностные состояния электронов. Состояния электронов в структурах с пониженной размерностью.	
--	--	---	--

2.3.3 Лабораторные занятия

Не предусмотрены

2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Не предусмотрено

2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

№	Наименование раздела	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	2	3
1.	<i>Проработка учебного (теоретического) материала</i>	Методические указания по организации самостоятельной работы по дисциплине «Термодинамика, статистическая физика и физическая кинетика», утвержденные кафедрой технологии и предпринимательства, протокол № 18 «16» мая 2017г. Амирханов, Д.Г. Техническая термодинамика : учебное пособие / Д.Г. Амирханов, Р.Д. Амирханов ; Министерство образования и науки России, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет» ; под ред. Е.И. Шевченко. - Казань : Издательство КНИТУ, 2014. - 264 с. : табл., граф., ил. - Библиогр.: с. 250. - ISBN 978-5-7882-1664-5 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=428258 (17.01.2018).

		Бондарев, Б. В. Курс общей физики в 3 кн. Книга 3: термодинамика, статистическая физика, строение вещества : учебник для бакалавров / Б. В. Бондарев, Н. П. Калашников, Г. Г. Спирин. — 2-е изд. — М. : Издательство Юрайт, 2017. — 369 с. — (Серия : Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-9916-1755-0. — Режим доступа : www.biblio-online.ru/book/052EF4C3-057E-4600-BE24-373A987C183A.3 Термодинамика и статистическая физика : практикум / Министерство образования и науки РФ, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Северо-Кавказский федеральный университет» ; сост. Л.В. Михнев, Е.А. Бондаренко. - Ставрополь : СКФУ, 2016. - 125 с. : ил. - Библиогр. в кн. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=467404 (17.01.2018).
2.	<i>Реферат</i>	Методические указания по написанию реферата по дисциплине «Термодинамика, статистическая физика и физическая кинетика» утвержденные кафедрой технологии и предпринимательства, протокол № 18 «16» мая 2017г. Ерофеев, В. Л. Теплотехника в 2 т. Том 1. Термодинамика и теория теплообмена : учебник для бакалавриата и магистратуры / В. Л. Ерофеев, А. С. Пряхин, П. Д. Семенов ; под ред. В. Л. Ерофеева, А. С. Пряхина. — М. : Издательство Юрайт, 2017. — 308 с. — (Серия : Бакалавр и магистр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-01738-0. — Режим доступа : www.biblio-online.ru/book/E0E1338F-8EAF-430A-B206-A8A45F61C0AC. 2. Белов, Г. В. Термодинамика в 2 ч. Часть 1 : учебник и практикум для академического бакалавриата / Г. В. Белов. — 3-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2017. — 264 с. — (Серия : Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-05093-6. — Режим доступа : www.biblio-online.ru/book/2E7231EE-A291-461D-876C-02EF3A8CCEBC. 3. Белов, Г. В. Термодинамика в 2 ч. Часть 2 : учебник и практикум для академического бакалавриата / Г. В. Белов. — 3-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2017. — 248 с. — (Серия : Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-05094-3. — Режим доступа : www.biblio-online.ru/book/60B89B1A-294F-438C-A343-07469F39205F.
3.	<i>Все перечисленные КСР</i>	Ерофеев, В. Л. Теплотехника в 2 т. Том 1. Термодинамика и теория теплообмена : учебник для бакалавриата и магистратуры / В. Л. Ерофеев, А. С. Пряхин, П. Д. Семенов ; под ред. В. Л. Ерофеева, А. С. Пряхина. — М. : Издательство Юрайт, 2017. — 308 с. — (Серия : Бакалавр и магистр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-01738-0. — Режим доступа : www.biblio-online.ru/book/E0E1338F-8EAF-430A-B206-A8A45F61C0AC. Никитина, Н. Г. Общая и неорганическая химия в 2 ч. Часть 1, теоретические основы : учебник и практикум для прикладного

		бакалавриата / Н. Г. Никитина, В. И. Гребенькова. — 2-е изд., перераб. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2017. — 211 с. — (Серия : Бакалавр. Прикладной курс). — ISBN 978-5-534-04785-1. — Режим доступа : www.biblio-online.ru/book/387844D0-C16C-4441-A03F-D7CE8572E7E7 .
4.	<i>Выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, презентаций)</i>	Бондарев, Н. П. Калашников, Г. Г. Спирин. — 2-е изд. — М. : Издательство Юрайт, 2017. — 369 с. — (Серия : Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-9916-1755-0. — Режим доступа : www.biblio-online.ru/book/052EF4C3-057E-4600-BE24-373A987C183A.3 Белов, Г. В. Термодинамика в 2 ч. Часть 1 : учебник и практикум для академического бакалавриата / Г. В. Белов. — 3-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2017. — 264 с. — (Серия : Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-05093-6. — Режим доступа : www.biblio-online.ru/book/2E7231EE-A291-461D-876C-02EF3A8CCEBC. Белов, Г. В. Термодинамика в 2 ч. Часть 2 : учебник и практикум для академического бакалавриата / Г. В. Белов. — 3-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2017. — 248 с. — (Серия : Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-05094-3. — Режим доступа : www.biblio-online.ru/book/60B89B1A-294F-438C-A343-07469F39205F
5.	<i>Подготовка к текущему контролю</i>	Амирханов, Д.Г. Техническая термодинамика : учебное пособие / Д.Г. Амирханов, Р.Д. Амирханов ; Министерство образования и науки России, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет» ; под ред. Е.И. Шевченко. - Казань : Издательство КНИТУ, 2014. - 264 с. : табл., граф., ил. - Библиогр.: с. 250. - ISBN 978-5-7882-1664-5 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=428258 (17.01.2018). Бондарев, Б. В. Курс общей физики в 3 кн. Книга 3: термодинамика, статистическая физика, строение вещества : учебник для бакалавров / Б. В. Бондарев, Н. П. Калашников, Г. Г. Спирин. — 2-е изд. — М. : Издательство Юрайт, 2017. — 369 с. — (Серия : Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-9916-1755-0. — Режим доступа : www.biblio-online.ru/book/052EF4C3-057E-4600-BE24-373A987C183A.3 Термодинамика и статистическая физика : практикум / Министерство образования и науки РФ, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Северо-Кавказский федеральный университет» ; сост. Л.В. Михнев, Е.А. Бондаренко. - Ставрополь : СКФУ, 2016. - 125 с. : ил. - Библиогр. в кн. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=467404 (17.01.2018).

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа,

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа,

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

3. Образовательные технологии

Для достижения поставленных целей преподавания дисциплины реализуются следующие средства, способы и организационные мероприятия:

–изучение теоретического материала дисциплины на лекциях с использованием компьютерных технологий;

–самостоятельное изучение теоретического материала дисциплины с использованием *Internet*-ресурсов, информационных баз, методических разработок, специальной учебной и научной литературы;

–закрепление теоретического материала при выполнении графических, проблемно-ориентированных, поисковых заданий.

Преподавание дисциплины основано на использовании интерактивных педагогических технологий, ориентированных на развитие личности студента. Так, в частности, используется технология «обучение в сотрудничестве» (*collaborative learning*).

Процесс группового обучения, в отличие от традиционного фронтального и индивидуального, характеризуется такими основными чертами, как:

• **участие.** Групповое участие способствует расширению информационного поля отдельно взятого студента и всей группы в целом. Они учатся работать вместе, обсуждать проблемы, принимать коллективные решения и развивать свою мыслительную деятельность;

• **социализация.** Студенты учатся задавать вопросы, слушать своих коллег, следить за выступлением своих товарищей и интерпретировать услышанное. При этом постепенно приходит понимание необходимости активного участия в работе группы, ответственности за свой вклад в процесс коллективной работы. Студентам предоставляется возможность «примерить» на себя различные социальные роли: задающего вопросы, медиатора,

интерпретатора, ведущего дискуссию, мотиватора и т. д.;

- **общение.** Студенты должны знать, как и когда надо задавать вопросы, как организовать дискуссию и как ею управлять, как мотивировать участников дискуссии, как говорить, как избежать конфликтных ситуаций и пр.;

- **рефлексия.** Студенты должны научиться рефлексии, анализу собственной деятельности. Должны понять, как оценить результаты совместной деятельности, индивидуальное и групповое участие, сам процесс;

- **взаимодействие для саморазвития.** Студенты должны осознать, что успех их учебной деятельности зависит от успеха каждого отдельного обучающегося. Они должны помогать друг другу, поддерживать и вдохновлять друг друга, помогать развиваться, так как в условиях обучения в сотрудничестве это - необходимый «взаимовыгодный» процесс. При этом каждый отвечает за всех, за все, за весь учебный процесс.

4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

4.1 Фонд оценочных средств для проведения текущей аттестации.

Примерные вопросы к коллоквиуму

1. Предмет и методы термодинамики и статистической физики.
2. Основные понятия термодинамики (термодинамическая система, параметры состояния, термодинамическое равновесие.)
3. Первый закон термодинамики.
4. Внутренняя энергия. Работа и теплота. Теплоемкость.
5. Второй закон термодинамики. Энтропийная формулировка 2 -го закона.

Поток и производство энтропии.

6. Третий закон термодинамики.
7. «Нулевой» закон и его роль.
8. Математический аппарат термодинамики (функции Эйлера, дифференциальные формы Пфаффа, метод якобианов преобразования).
9. Метод характеристических функций.
10. Термодинамика открытых систем.
11. Химический потенциал.
12. Термодинамическая фаза (Фазовые переходы 1 -го и 2-го рода).
13. Уравнение Клапейрона–Клаузиуса.
14. Теория Ландау фазовых переходов 2-го рода.
15. Понятие о теории зарождения новой фазы.
16. Работа нуклеации.
17. Критический зародыш по Гиббсу.

Примерные задания для контрольной работы

1. Определите энтропию вещества, которое описывается уравнениями:

$$V = V_0 (1 + \alpha(T - T_0)), \left(\frac{\partial V}{\partial p} \right)_T = 0, c_p = \text{const}, \text{ где } V_0, \alpha, T_0 - \text{const}$$

2. Определите КПД идеального цикла состоящего из изохорного, изотермического и изобарного процессов. Параметр цикла $\varepsilon = P_2/P_1$.

3. Докажите тождество:

$$\left(\frac{\partial V}{\partial P} \right)_S = \left(\frac{\partial V}{\partial P} \right)_T + \frac{T}{c_p} \left(\frac{\partial V}{\partial T} \right)_P^2$$

4. Докажите тождество:

$$\left(\frac{\partial H}{\partial V} \right)_T = T \left(\frac{\partial P}{\partial T} \right)_V + V \left(\frac{\partial P}{\partial V} \right)_T$$

5. Определите КПД идеального цикла состоящего из адиабатного сжатия, изобарного подвода теплоты, адиабатного расширения, изобарного отвода теплоты. Параметр цикла $\beta = P_2/P_1$.

6. Выразите производную $\left(\frac{\partial T}{\partial V} \right)_S$ через величины, которые могут быть найдены из термического уравнения состояния.

$$7. \text{ Покажите что } c_p - c_v = \left(V - \left(\frac{\partial H}{\partial P} \right)_T \right) \left(\frac{\partial P}{\partial T} \right)_V$$

8. Определите КПД идеального цикла состоящего из адиабатного сжатия, изохорного подвода теплоты, изобарного подвода теплоты, адиабатного расширения продуктов сгорания, изохорного отвода теплоты. Параметры цикла: $\varepsilon = V_1/V_2$, $\lambda = P_3/P_2$, $\rho = V_4/V_3$.

9.

$$10. \text{ Докажите что } \frac{\partial(T, S)}{\partial(P, V)} = 1$$

11. Определите свободную энергию газа Ван-дер-Ваальса с постоянной теплоемкостью c_v .

12. Найдите КПД идеального цикла состоящего из адиабатного сжатия, изохорного нагревания, адиабатного расширения и изобарного охлаждения. Параметры цикла: $\beta = P_2/P_1$, $\lambda = P_3/P_2$.

13. Определите плотность энтропии поля излучения пользуясь тем, что плотность внутренней энергии излучения u определяется законом Стефана-Больцмана $u = \sigma T^4$, а давление излучения P определяется уравнением $P = u/3$.

Темы рефератов

1. Биография Макса Планка
2. Биография Адриана Фоккера
3. Биография Йоханнеса Дидерик Ван дер Ваальса
4. Биография Д.У. Гиббса
5. Биография Пьера Кюри

4.2 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Методические указания

Подготовка к экзамену позволяет повторить и закрепить пройденный материал. Подготовку следует начинать с прочтения конспектов лекций. Для лучшего усвоения материала рекомендуется изучение материала по предложенным литературным источникам и дополнительно подобранным самими студентами.

Вопросы к экзамену

1. Первый закон термодинамики. Внутренняя энергия. Работа и теплота. Теплоемкость. Применение первого закона к идеальным системам: идеальному газу и фотонному газу. Понятие о сложных термодинамических системах.
2. Второй закон термодинамики. Энтропийная формулировка 2-го закона. Поток и производство энтропии.
3. Третий закон термодинамики. «Нулевой» закон и его роль.
4. Метод характеристических функций. Термодинамика открытых систем. Химический потенциал.
5. Термодинамическая фаза. Фазовые переходы 1 -го и 2-го рода. Условия равновесия гетерогенной системы, состоящей из 2-х однородных фаз. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса.
6. Теория Ландау фазовых переходов 2-го рода.
7. Понятие о теории зарождения новой фазы. Работа нуклеации. Критический зародыш по Гиббсу.
8. Метод статистической физики. Основные понятия теории вероятностей. Статистические функции распределения. Усреднение. Понятие о флуктуациях.
9. Классическое и квантовое уравнение Лиувилля.
10. Распределение Максвелла. Распределение Максвелла-Больцмана.

11. Теорема о равномерном распределении энергии по степеням свободы.
 12. Теория теплоемкости идеального газа.
 13. Статистика Бозе-Эйнштейна.
 14. Статистика Ферми-Дирака.
 15. Переход к классической статистике Максвелла-Больцмана.
- Сравнение статистик.
16. Вырожденный Ферми-газ.
 17. Формула Больцмана для энтропии. Статистический вес макроскопического состояния.
 18. Метод Гиббса. Каноническое и микроканоническое распределения Гиббса для квантового и классического случаев.
 19. Большое каноническое распределение Гиббса. Большая статистическая сумма.
 20. Распределение Максвелла-Больцмана как частный случай распределения Гиббса.
 21. Статистический и конфигурационный интегралы.
 22. Метод Майерова. Групповое разложение. Вывод уравнения Ван-дер-Ваальса.
 23. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Критическое состояние. Закон соответственного состояния.
 24. Основные принципы неравновесной термодинамики. Производство энтропии в гетерогенной системе, состоящей из 2-х однородных фаз. Понятие о диссипативных структурах и синергетике.

Критерии оценки:

Оценка отлично:

- знание учебного материала на основе программы и углубленные сведения по одной из проблем за пределами программы;
- логическое, последовательное изложение вопроса с опорой на разнообразные источники;
- определение своей позиции в раскрытии подходов к рассматриваемой проблеме;
- выполнение практического задания на высоком уровне с привлечением различных источников;
- подготовка презентации.

Оценка хорошо:

- знание учебного материала в пределах программы;
- раскрытие различных подходов к рассматриваемой проблеме;
- опора при построении ответа на обязательную литературу;
- выполнение практического задания с некоторыми замечаниями и неточностями;

- подготовка презентации.

Оценка удовлетворительно

- знание учебного материала в пределах программы на основании одного из подходов к рассматриваемой проблеме;

- отсутствие собственной критической оценки возможности использования изученного материала для решения современных проблем;
- выполнение практического задания со значительными ошибками, неправильным оформлением;
- без выполнения презентации.

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

– при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене;

– при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;

– при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

5.1. Основная литература:

1. Амирханов, Д.Г. Техническая термодинамика : учебное пособие / Д.Г. Амирханов, Р.Д. Амирханов ; Министерство образования и науки России, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет» ; под ред. Е.И. Шевченко. - Казань : Издательство КНИТУ, 2014. - 264 с. : табл., граф., ил. - Библиогр.: с. 250. - ISBN 978-5-7882-1664-5 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=428258> (17.01.2018).

2. Бондарев, Б. В. Курс общей физики в 3 кн. Книга 3: термодинамика, статистическая физика, строение вещества : учебник для бакалавров / Б. В. Бондарев, Н. П. Калашников, Г. Г. Спирин. — 2-е изд. — М. : Издательство Юрайт, 2017. — 369 с. — (Серия : Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-9916-1755-0. — Режим доступа : www.biblio-online.ru/book/052EF4C3-057E-4600-BE24-373A987C183A.3

3. Термодинамика и статистическая физика : практикум / Министерство образования и науки РФ, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Северо-Кавказский федеральный университет» ; сост. Л.В. Михнев, Е.А. Бондаренко. - Ставрополь : СКФУ, 2016. - 125 с. : ил. - Библиогр. в кн. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=467404> (17.01.2018).

5.2 Дополнительная литература:

1. Ерофеев, В. Л. Теплотехника в 2 т. Том 1. Термодинамика и теория теплообмена : учебник для бакалавриата и магистратуры / В. Л. Ерофеев, А. С. Пряхин, П. Д. Семенов ; под ред. В. Л. Ерофеева, А. С. Пряхина. — М. : Издательство Юрайт, 2017. — 308 с. — (Серия : Бакалавр и магистр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-01738-0. — Режим доступа : www.biblio-online.ru/book/E0E1338F-8EAF-430A-B206-A8A45F61C0AC.

2. Белов, Г. В. Термодинамика в 2 ч. Часть 1 : учебник и практикум для академического бакалавриата / Г. В. Белов. — 3-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2017. — 264 с. — (Серия : Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-05093-6. — Режим доступа : www.biblio-online.ru/book/2E7231EE-A291-461D-876C-02EF3A8CCEBC.

3. Белов, Г. В. Термодинамика в 2 ч. Часть 2 : учебник и практикум для академического бакалавриата / Г. В. Белов. — 3-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2017. — 248 с. — (Серия : Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-05094-3. — Режим доступа : www.biblio-online.ru/book/60B89B1A-294F-438C-A343-07469F39205F.

4. Никитина, Н. Г. Общая и неорганическая химия в 2 ч. Часть 1, теоретические основы : учебник и практикум для прикладного бакалавриата / Н. Г. Никитина, В. И. Гребенькова. — 2-е изд., перераб. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2017. — 211 с. — (Серия : Бакалавр. Прикладной курс). — ISBN 978-5-

5.3. Периодические издания:

1. Реферативный журнал «Физика». 2010–2015 гг
2. Журнал «Успехи физических наук». 2010–2015 гг
3. Доклады РАН. 2010–2015 гг

6. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Электронная библиотечная система издательства "Лань" <http://e.lanbook.com/>

Электронная библиотечная система "Айбукс" <http://ibooks.ru/>

Электронная библиотечная система "ZNANIUM.COM" <http://znanium.com/>

Электронная Библиотека Диссертаций <https://dvs.rsl.ru/>

Научная электронная библиотека (НЭБ) <http://www.elibrary.ru/>

7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Организация и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов(СРС)

Текущая и опережающая СРС, направленная на углубление и закрепление знаний, а также развитие практических умений заключается в:

- работе бакалавров с лекционным материалом, поиск и анализ литературы и электронных источников информации по заданной проблеме,
- написании реферата,
- изучении тем, вынесенных на самостоятельную проработку,
- подготовке к экзамену.

Творческая проблемно-ориентированная самостоятельная работа (ТСР) направлена на развитие интеллектуальных умений, комплекса универсальных (общекультурных) и профессиональных компетенций, повышение творческого потенциала бакалавров и заключается в:

- поиске, анализе, структурировании и презентации информации,
- анализе учебно-тематического плана уроков технологии,
- исследовательской работе и участии в научных студенческих конференциях, семинарах и олимпиадах по проблеме технологического образования.

Обучающие инвалиды, как и все остальные студенты, могут обучаться по индивидуальному учебному плану в установленные сроки с учетом особенностей образовательных потребностей конкретного обучающегося.

Срок получения высшего образования при обучении по индивидуальному плану для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья может быть при необходимости увеличен, но не более чем на полгода. При составлении индивидуального графика обучения могут быть предусмотрены различные варианты проведения занятий: в образовательной организации (в академической группе и индивидуально), на дому с использованием элементов дистанционных образовательных технологий.

Обучающиеся инвалиды, как и все остальные студенты, могут обучаться по индивидуальному учебному плану в установленные сроки с учетом особенностей образовательных потребностей конкретного обучающегося. Срок получения высшего образования при обучении по индивидуальному плану для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья может быть при необходимости увеличен, но не более чем на полгода. При составлении индивидуального графика обучения могут быть предусмотрены различные варианты проведения занятий: в образовательной организации (в академической группе и индивидуально), на дому с использованием элементов дистанционных образовательных технологий.

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала.

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю) (при необходимости)

8.1 Перечень информационных технологий.

– Проверка домашних заданий и консультирование посредством электронной почты.

– Использование электронных презентаций при проведении лекционных и практических занятий.

8.2 Перечень необходимого программного обеспечения.

Программы для демонстрации и создания презентаций («Microsoft Power Point»).

Программы, демонстрации видео материалов (проигрыватель «Windows Media Player»).

8.3 Перечень информационных справочных систем:

1.Справочно-правовая система «Консультант Плюс»
(<http://www.consultant.ru>)

2.Электронная библиотечная система eLIBRARY.RU
(<http://www.elibrary.ru/>)

3. Гарант.ру: информационно-правовой портал <http://www.garant.ru>

4. Министерство образования и науки <http://минобрнауки.рф>

5. Университетская информационная система РОССИЯ (УИС Россия)
<http://uisrussia.msu.ru>

9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю).

№	Вид работ	Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) и оснащенность
1.	Лекционные занятия	Лекционная аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер) и соответствующим программным обеспечением (ПО) по профилю «Технологическое образование. Физика» специализированные демонстрационные установки: мультимедийный интерактивный демонстрационный комплекс (договор № 242 – АЭФ/ 2015 от 28.12.15 г.)
2.	Семинарские занятия	Специальное помещение, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, мультимедийный интерактивный демонстрационный комплекс (договор № 242 – АЭФ/ 2015 от 28.12.15 г.)
3.	Групповые (индивидуальные) консультации	Аудитория, (кабинет) 22 Мультимедийный интерактивный демонстрационный комплекс (договор № 242 – АЭФ/ 2015 от 28.12.15 г.)
4.	Текущий контроль, промежуточная аттестация	Аудитория, (кабинет) 21 Оборудование: мультимедийный проектор, экран, персональный компьютер, учебная мебель, доска учебная, выход в Интернет, учебно-наглядные пособия; лабораторный комплекс для учебной практической и проектной деятельности по графике и ИЗО
5.	Самостоятельная работа	Кабинет для самостоятельной работы, оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», программой экранного увеличения и обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.