

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ИНГУШСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

Васильев В.О. Ф.И.О.

26 мая 2018г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Термодинамика

(наименование дисциплины)

Основной профессиональной образовательной программы

академического бакалавриата

(академического (ой)/прикладного (ой) бакалавриата/магистратуры)

03.03.02 «Физика»

(код и наименование направления подготовки/специальности)

(наименование профиля подготовки (при наличии))

Квалификация выпускника

бакалавр

Форма обучения

очная

(очная, заочная)

МАГАС, 2018 г.

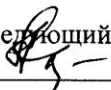
Составители рабочей программы

профессор кафедры теор.физики, к.ф.-м. /  - Ахриев А.С./

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры теоретической физики

Протокол заседания № 9 от « 14 » мая 2018 г.

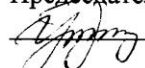
Заведующий кафедрой

 / проф. Ахриев А.С./

Рабочая программа одобрена учебно-методическим советом физико-математического факультета.

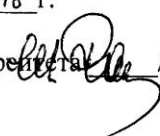
Протокол заседания № 9 от « 16 » мая 2018 г.

Председатель учебно-методического совета

 / проф. Танкиев И.А. /

Программа рассмотрена на заседании Учебно-методического совета университета

протокол № 9 от « 24 » мая 2018 г.

Председатель Учебно-методического совета университета  /проф. Хашагульгов Ш.Б./

1. Цели и задачи учебной дисциплины

Курс «Термодинамика» является последним из общих разделов теоретической физики для студентов 4-летнего обучения по специальности 03.03.02 «Физика». Он следует за разделами «механики», «электродинамика», «квантовая механика» и читается один семестр. Цель дисциплины – сформировать у студентов правильное представление о термодинамических закономерностях природы.

В 6 – м семестре читается термодинамика и статистическая физика равновесных систем, а в 8 –ом семестре – неравновесных систем и физическая кинетика.

В первой части закладываются основные и общие представления теории, без понимания которых развитие микроскопической теории было бы просто невозможным. В первую очередь к таковым относятся понятия термодинамических систем, понятие равновесного состояния, температуры, энтропии, химического потенциала и т.д., и, наконец, основные начала термодинамики, которые и в микроскопической теории сохраняют свое аксиоматическое значение. Равновесная статистическая механика, как современная микроскопическая теория, основная с одной стороны на распределения Гиббса (микроканоническом, каноническом и большом каноническом), с другой стороны на результатах квантовой теории применяется, прежде всего к идеальным системам и модулям, для которых квантовомеханическая часть уже решена в соответствующем курсе и на первом плане, поэтому, остаются специфические статистические проблемы.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО.

Термодинамика является базовой дисциплиной Б1.Б.8.5

Задачи изучения курса «Термодинамика » заключаются в следующем минимуме «знаний» и «умений»:

- Поскольку одна из задач термодинамики – возможность выразить результат через измеряемые макроскопические величины, студент обязан знать, как и уметь переходить к необходимым (для измерения) термодинамическим переменным, выражать конечные результаты для теплоемкости.
- Знать роль канонических распределений Гиббса и их соответствующими термодинамическими потенциалами, дающими в итоге возможность экспериментальной проверки.
- Понимать значение и смысл квазиклассического предельного перехода, и смысл температуры вырождения.
- Знать основные результаты теории флуктуаций.
- Знать и понимать смысл основных уравнений (Власова, Больцмана), границы применимости и результаты получаемых из них.

Перечень дисциплин и разделов, знание которых необходимо для изучения предмета.

Приступая к изучению «Термодинамики» студент должен знать в полном объеме:

а) общую физику (механику, молекулярную физику, электричество и магнетизм, оптику, атомную и ядерную физику;

б) разделы теоретической физики: теоретическую механику, электродинамику, квантовую механику;

г) математический анализ, векторный анализ, линейную алгебру, обыкновенные дифференциальные уравнения, дифференциальные уравнения в частных производных; основы теории вероятностей, математическую статистику, различные функции распределения.

Таблица 2.1.

Связь дисциплины «Термодинамика» с предшествующими дисциплинами и сроки их изучения

Код дисциплины	Дисциплины, предшествующие дисциплине «Термодинамика »	Семестр
Б1.Б.4.1	Мат.анализ	1,2,3
Б1.Б.4.2	Аналитическая геометрия и линейная алгебра	1,2
Б1.Б.4.4	Диф.уравнения	3
Б1.Б.4.6	Теория вероятности и математическая статистика	5
Б1.Б.7	Физика	1,2,3,4,5
Б.1Б.8.1	Теоретическая механика. Механика сплошных сред	4,5

Таблица 2.2.

Связь дисциплины «Термодинамика » с последующими дисциплинами и сроки их изучения

Код дисциплины	Дисциплины, следующие за дисциплиной «Термодинамика »	Семестр
Б.1.Б.8.3	Квантовая теория	7
Б.1.Б.8.6	Статистическая физика	7

Б.1.В.ОД.8	Методы исследования твердых тел	8
------------	---------------------------------	---

Таблица 2.3.

Связь дисциплины «Термодинамика» со смежными дисциплинами

Код дисциплины	Дисциплины, смежные с дисциплиной «Термодинамика»	Семестр
Б1.Б.76	Физика атомного ядра и элементарных частиц	6
Б1.Б.8.4	Физика конденсированного состояния	6

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ. ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБРАЗОВАНИЯ И КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ ПО ЗАВЕРШЕНИИ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих обще профессиональных и профессиональных компетенций:

ОПК-1: способность использовать в профессиональной деятельности базовые естественнонаучные знания, включая знания о предмете и объектах изучения, методах исследования, современных концепциях, достижениях и ограничениях естественных наук (прежде всего химии, биологии, экологии, наук о земле и человеке);

ОПК-3 - способность использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решение профессиональных задач;

ПК-2 способность проводить научные исследования в избранной области экспериментальных и (или) теоретических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен
 знать: физические основы механики, молекулярной физики, природу колебаний и волн, основы молекулярной физики и термодинамики, электричества и магнетизма, оптики, атомной и ядерной физики, понимает широту и ограниченность применения физики к исследованию процессов и явлений в природе и обществе (ОПК-1), физические основы механики, молекулярной физики, природу колебаний и волн, основы молекулярной физики и термодинамики, электричества и магнетизма, оптики, атомной и ядерной физики (ОПК-3); выбирать наиболее эффективные методы для проведения научных исследований (ПК-2);

уметь: использовать теоретические знания при объяснении результатов экспериментов, применять знания в области физики для освоения общепрофессиональных дисциплин и решения профессиональных задач, оценивать достоверность полученного решения задачи; оценивать различные методы решения задач и выбирать оптимальный метод,

применять компьютерные математические программы при решении задач; разрабатывать модели реальных процессов и ситуаций (ОПК-1); использовать

теоретические знания при объяснении результатов экспериментов, применять знания в области физики для освоения общепрофессиональных дисциплин и решения профессиональных задач.

(ОПК-3); выбирать наиболее эффективные методы для проведения научных исследований (ПК-2);

Владеть: навыками физических исследований, способен передавать результат проведенных исследований в виде конкретных рекомендаций в терминах предметной области знания.(ОПК-1); навыками физических исследований навыками физических исследований (ОПК-3); знаниями и навыками для применения современной приборной базы на уровне, необходимой для постановки и решения задач, имеющих естественно-научное направление. (ПК-2)

Таблица 3.1.

Матрица связи компетенций, формируемых на основе изучения дисциплин «Термодинамика», с временными этапами освоения ее содержания

Коды компетенций (ФГОС)	Компетенция	Семестр и неделя изучения
ОПК-1	способность использовать в профессиональной деятельности базовые естественнонаучные знания, включая знания о предмете и объектах изучения, методах исследования, современных концепциях, достижениях и ограничениях естественных наук	7
ОПК-3	способность использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решение профессиональных задач	7
ПК-2	способность проводить научные исследования в избранной области экспериментальных и (или) теоретических исследований с помощью современной приборной базы(в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта	7

Таблица 3.2.

Уровни проявления компетенции ОПК-1, формируемой при изучении дисциплины «Термодинамика» в форме признаков профессиональной деятельности

Квалификационное требование (признак профессиональной деятельности)	Уровень проявления	Описание признаков проявления компетенции на разных уровнях
способность использовать в профессиональной деятельности базовые естественнонаучные знания, включая знания о предмете и объектах изучения, методах исследования, современных концепциях, достижениях и ограничениях естественных наук	Высокий уровень компетентности	использовать в профессиональной деятельности базовые естественнонаучные знания, включая знания о предмете и объектах изучения, методах исследования, современных концепциях, достижениях и ограничениях естественных наук (прежде всего химии, биологии, экологии, наук о земле и человеке
	Базовый уровень компетентности	способность использовать в профессиональной деятельности базовые естественнонаучные знания, включая знания о предмете и объектах изучения, методах исследования, современных концепциях, достижениях и ограничениях естественных наук (прежде всего химии, биологии, экологии, наук о земле и человеке

	Минимальный уровень компетентности	способность использовать в профессиональной деятельности базовые естественнонаучные знания, включая знания о предмете и объектах изучения, методах исследования, современных концепциях, достижениях и ограничениях естественных наук (прежде всего химии, биологии, экологии, наук о земле и человеке

Таблица 3.3

**Уровни проявления компетенции ПК-2, формируемой при изучении
дисциплины «Термодинамика» в форме признаков профессиональной
деятельности**

Квалификационное требование (признак профессиональной деятельности)	Уровень проявления	Описание признаков проявления компетенции на разных уровнях
1. способность проводить научные исследования в избранной области экспериментальных и (или) теоретических исследований с помощью современной приборной базы(в том числе сложного физического	Высокий уровень компетентности	Способность использовать физические методы в постановке естественно-научных задач

оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта		
	Базовый уровень компетентности	Способность сопоставлять экспериментальные методы и информационные технологии применяемые для решения естественно-научных задач
	Минимальный уровень компетентности	Способность систематизировать имеющиеся методы постановки естественно-научных задач

Таблица 3.4

Уровни проявления компетенции ОПК-3, формируемой при изучении дисциплины «Термодинамика» в форме признаков профессиональной деятельности

Квалификационное требование (признак профессиональной деятельности)	Уровень проявления	Описание признаков проявления компетенции на разных уровнях
способность использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач	Высокий уровень компетентности	оценивает достоверность полученного решения задачи; оценивает различные методы решения задачи и выбирает оптимальный метод; применяет

		компьютерные математические программы при решении задач; разрабатывает модели реальных процессов и ситуаций.
	Базовый уровень компетентности	понимает связи между различными физическими понятиями и явлениями
	Минимальный уровень компетентности	дает определения основных понятий и явлений физики

**Описание задач освоения дисциплины,
соотнесенных с планируемыми целями освоения образовательной
программы в форме признаков проявления компетенций**

Таблица 3.5.

**Признаки общепрофессиональной деятельности, уровни проявления и
знаниевая база в привязке к компетенции ОПК-1, формирующейся при
изучении дисциплины «Термодинамика»**

Квалификационные требования (признаки профессиональной деятельности)	Уровень проявления	Описание признаков проявления компетенций	Знать	Уметь	Владеть
способность использовать в профессиональной деятельности базовые естественнонаучные знания, включая знания о предмете и	Высокий уровень компетентности	использовать в профессиональной деятельности базовые естественн	Знает физическое основы механики, молекула	Умеет использовать теоретические знания при	Владеет навыками физических исследований, способен

объектах изучения, методах исследования, современных концепциях, достижениях и ограничениях естественных наук (прежде всего химии, биологии, экологии)		онаучные знания, включая знания о предмете и объектах способность изучения, методах исследования, современных концепциях, достижениях и ограничениях естественных наук (прежде всего химии, биологии, экологии, наук о земле и человеке)	рной физики, природу колебаний и волн, основы молекулярной физики и термодинамики, электричества и магнетизма, оптики, атомной и ядерной физики, понимает широту и ограниченность применения физики к исследованию процессов и явлений в природе и обществе	объяснения результатов экспериментов, применять знания в области физики для освоения общепрофессиональных дисциплин и решения профессиональных задач, оценивает достоверность полученного решения задачи; оценивает различные методы решения задачи и выбирает оптимальный метод	передавать результат проведенных исследований в виде конкретных рекомендаций в терминах предметной области знания
	Базовый уровень компетентнос	способность	Знает	Умеет	Владеет

	ти	ь использова ть в профессио нальной деятельнос ти базовые естественн онаучные знания, включая знания о предмете и объектах изучения, методах исследован ия, современн ых концепция х, достижени ях и ограничени ях естественн ых наук (прежде всего химии, биологии, экологии, наук о земле и человеке	физическ ие основы механик и, молекул ярной физики, природу колебан ий и волн, основы молекул ярной физики и термоди намики, электрич ества и магнетиз ма, оптики, атомной и ядерной физики, понимае т связи между различн ыми физическ ими понятия ми	использо вать теоретич еские знания при объяснен ии результат ов экспери ментов, применя ть знания в области физики для освоения общепро фессион альных дисципли н и решения професс иональн ых задач.	навыкам и физическ их исследов аний, владеет разными способам и представ ления физическ ой информа ции
--	----	---	---	---	---

	Минимальный уровень компетентности	способность использовать в профессиональной деятельности базовые естественные научные знания, включая знания о предмете и объектах изучения, методах исследования, современных концепциях, достижениях и ограничениях естественных наук (прежде всего химии, биологии, экологии, наук о земле и человеке)	Знает физическое основы механики, и, молекулярной физики, природу колебаний и волн, основы молекулярной физики и термодинамики, электричества и магнетизма, оптики, атомной и ядерной физики	Умеет использовать теоретические знания при объяснении результатов экспериментов	Знает физическое основы механики, , молекулярной физики, природу колебаний и волн, основы молекулярной физики и термодинамики, электричества и магнетизма, оптики, атомной и ядерной физики
--	------------------------------------	---	--	--	---

Таблица 3.6

Признаки профессиональной деятельности, уровни проявления и знаниевая база в привязке к компетенции ПК-2, формирующейся при изучении дисциплины «Термодинамика»

Квалификационные требования (признаки профессиональной деятельности)	Уровень проявления	Описание признаков проявления компетенций	Знать	Уметь	Владеть
способность проводить научные исследования в избранной области экспериментальных и (или) теоретических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта	Высокий уровень компетентности	Способность использовать физические методы в постановке естественно-научных задач	Владеет современными методами и, методологией научно-исследовательской деятельности в области математики, демонстрирует понимание общей структуры данной дисциплины и взаимосвязи между подчиненными ей дисциплинами.	Умеет системно анализировать информацию, сопоставлять, делать выводы	Знает особенности современного этапа развития образования в мире, этапы развития математики.

	Базовый уровень компетентнос ти	Способност ь сопоставля ть экспериме нтальные методы и информаци онные технологии применяем ые для решения естественн о-научных задач	Владеет концепту альной основой для осмысле ния роли математ ики в жизни общества , способа ми определ ения роли научных школ и направле ний с целью системат изации достиже ний научной мысли	Умеет проиллю стрирова ть имеющи еся законом ерности, связи и компоне нты изучаем ого явления	Знает основные обстоятел ьства и условия зарожден ия и становле ния математи ки, цели и задачи, объект и предмет науки
	Минимальны й уровень компетентнос ти	Способност ь систематиз	Владеет методам и	Умеет ориенти роваться в	Знает основные сведения о вкладе отечестве нных ученых в

		ировать имеющиес я методы постановки естественн о-научных задач	анализа и синтеза информа ции, оценки значимос ти изучаемо го вопроса	професс иональн ых источник ах информа ции (журнал ы, сайты, образова тельные порталы и т.д.)	развитие математи ки. Знает цели и задачи, объект и предмет науки.
--	--	---	--	---	---

Таблица 3.7

Признаки профессиональной деятельности, уровни проявления и знаниевая база в привязке к компетенции ОПК-3, формирующейся при изучении дисциплины «Термодинамика»

Квалификацио нные требования (признаки профессиональной деятельности)	Уровень проявления	Описание признаков проявлени я компетенц ий	Знать	Уметь	Владеть
способность использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решение	Высокий уровень компетент- ности	Способност ь использова ть физические методы в	Владеет современ ными методам и, методоло гией научно- исследов	Умеет системно анализир овать информа цию, сопостав лять, делать	Знает особенно сти современ ного этапа

профессиональных задач		постановке естественн о-научных задач	ательско й деятельн ости в области математи ки, демонстр ирует пониман ие общей структур ы данной дисципли ны и взаимосв язи между подчине нными ей дисципли нами.	выводы	развития образова ния в мире, этапы развития математи ки.
	Базовый уровень компетентнос ти	Способност ь сопоставля ть экспериме нтальные методы и информаци онные технологии применяем ые для решения естественн о-научных	Владеет концепту альной основой для осмысле ния роли математ ики в жизни общества , способа ми определ	Умеет проиллю стрирова ть имеющи еся законом ерности, связи и compone нты изучаем ого явления	Знает основные обстоятел ьства и условия зарожден ия и становле ния математи ки, цели и задачи, объект и предмет науки

		задач	ения роли научных школ и направле ний с целью системат изации достиже ний научной мысли		
	Минимальны й уровень компетентнос ти	Способност ь систематиз ировать имеющиес я методы постановки естественн о-научных задач	Владеет методам и анализа и синтеза информа ции, оценки значимос ти изучаемо го вопроса	Умеет ориенти роваться в професс иональн ых источник ах информа ции (журнал ы, сайты, образова тельные порталы и т.д.)	Знает основные сведения о вкладе отечестве нных ученых в развитие математи ки. Знает цели и задачи, объект и предмет науки.

--	--	--	--	--	--

Объем дисциплины и виды учебной работы

	Всего	Порядковый номер семестра			
		8			
Общая трудоемкость дисциплины всего (в з.е.), в том числе:	4				
Курсовой проект (работа)					
Аудиторные занятия всего (в акад. часах), в том числе:	72	72			
Лекции	36	36			
Практические занятия, семинары	36	36			
Лабораторные работы					
Контроль самостоятельной работы (КСР)					
Самостоятельная работа всего (в акад. часах), в том числе:	72	72			
Вид итоговой аттестации:					
Зачет/дифф.зачет					
Экзамен		+			
Контроль					
Общая трудоемкость дисциплины (часах)	144	144			

Распределение часов дисциплины (по темам и видам работ).

№ п/п	Наименование разделов и тем		Ауд.зан (Л)	Практ.занятия
	Термодинамика.			
1	Введение. Термодинамические		2	2

	системы, параметры и равновесие. Исходные положения термодинамики.			
2	Термическое и калорическое уравнения состояния. Основные законы и уравнения термодинамики. Первое начало термодинамики.		4	4
3	Основные термодинамические процессы и их уравнения. Следствия, вытекающие из термического уравнения. Теплота и энтальпия.		4	4
4	2-ое начало термодинамики. Основные уравнения термодинамики для равновесных процессов. Связь между термическим и калорическим уравнениями.		4	4
5	Расчет энтропии. Парадокс Гиббса.		4	4
6	2-ое начало термодинамики для неравновесных процессов. Основные уравнения и основные неравенства термодинамики. Цикл Карно. Пределы применимости 2-го начала термодинамики.		6	6
7	3-е начало термодинамики. Основные следствия третьего начала термодинамики. Методы термодинамики. Метод круговых процессов. Метод термодинамических потенциалов.		8	8
8	Фазовые переходы. Классификация фазовых переходов. Фазовые переходы первого рода. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса. Фазовые		4	4

	переходы 2-го рода. Уравнение Эренфеста.			
	Итого:	72	36	36
	Самостоятельная работа студента, в том числе:	72	36	36
	- в аудитории под контролем преподавателя	36		
	-курсовое проектирование (курсовая работа)			
	-внеаудиторная работа	36		
	-зачет с оценкой	+		
	Контроль КСР			
	Всего часов по освоению учебного материала	144		

Самостоятельная работа.

Термодинамика.

1. Гомогенные и гетерогенные системы. Фазы и константы. Внутренняя энергия системы. Теплота и работа.
2. Теплоемкость. Виды теплоемкостей. Закон Джоуля для идеального газа.
3. Обратимые и необратимые процессы. Принцип адиабатной недостижимости Каратеодори. Равенство Клаузиуса.
4. Методы термодинамики. Термодинамические потенциалы сложных систем и систем с переменным числом частиц. Полный термодинамический потенциал.
5. Релятивистская термодинамика. Идеальный газ. Равновесное излучение.
6. Термодинамика систем при отрицательных температурах.
7. Применение термодинамики. Термодинамика гальванических и топливных элементов. Определение химического сродства. Термодинамика диэлектриков и магнетиков. Термодинамика излучений, плазмы.

Практические занятия.

Термодинамика.

Задачи по курсу термодинамики:

1. Показать, что дифференциальное выражение для элементарной работы не является полным дифференциалом какой – либо функции параметров состояния системы.
2. Доказать, что для всякой средней обобщенной силы A_i соответственной сопряженному внешнему параметру a , имеет место тождество

$$\left(\frac{\partial T}{\partial A}\right)_a \left(\frac{\partial A}{\partial a}\right)_T \left(\frac{\partial a}{\partial T}\right)_A = -1.$$

3. Установить связь между термическими коэффициентами

$$\alpha = \frac{1}{V_0} \left(\frac{\partial v}{\partial T}\right); \beta = -\frac{1}{V_0} \left(\frac{\partial v}{\partial P}\right); \gamma = \frac{1}{p_0} \left(\frac{\partial p}{\partial T}\right).$$

где v_0 , p_0 -соответственно средний объем и среднее давление в произвольной термодинамической системе.

4. Для идеального газа $pV=\Theta$, $C_v=\text{const}$ получить уравнение адиабаты $p=p(v)$.
5. Показать, что для идеального газа $pV=\Theta$ удельная теплоемкость $C_p=C_v+1$.
6. Определить КПД тепловой машины работающей по циклу, пересеченных по циклу, состоящих из двух изотерм $\Theta=\Theta_1$ и $\Theta=\Theta_2$, пересеченных двумя адиабатами.
7. Показать, что КПД теплового двигателя не может превышать КПД цикла Карно, работающего в том же диапазоне температур.
8. Полагая, что давление равновесного излучения p равно трети плотности его энергии $U=E/V$, получить температурную зависимость $U=U(\Theta)$.
9. Считая $ds=1/\Theta(dE+pdv)$ полным дифференциалом в переменных (Θ, V) , выразить величину $\left(\frac{\partial \varepsilon}{\partial V}\right)_\Theta$ через уравнение состояния $p=p(\Theta, V)$.
10. Указать условия, при которых равновесное состояние системы соответствует максимальному значению энтропии.
11. Указать условия, при которых равновесное состояние системы соответствует минимальному значению свободной энергии.
12. Внутренняя энергия U единицы объема газа является функцией только Θ , а уравнение состояния газа имеет вид $p = \frac{u(\Theta)}{3}$. Определить функциональную форму $U(\Theta)$.
13. Вывести выражение для энтропии идеального газа для случая, когда удельная теплоемкость при постоянном объеме $C_v = C_v^0 = \text{const}$.
14. Для газа заданы соотношения:
а) $pV = f(\Theta)$ и б) $\left(\frac{\partial u}{\partial V}\right)_\Theta = 0$.
Показать, что $f(\Theta)$ имеет смысл абсолютной температуры. Здесь Θ - температура в некоторой произвольной температурной шкале, p - давление, V -объем и u -внутренняя энергия.
15. Методом циклов найти зависимость ЭДС гальванического элемента от температуры.

Контрольные вопросы.

Термодинамика.

1. Термодинамика. Введение.
2. Основные понятия и исходные положения термодинамики.
3. Термодинамические параметры (интенсивные, экстенсивные). Релаксация. Постулаты термодинамики.
4. Гомогенные, гетерогенные системы. Фазы и компоненты.
5. Внутренняя энергия системы. Теплота и работа.
6. Термическое и калорические уравнения состояния.
7. Следствия, вытекающие из термического уравнения.
8. Теплота и энтальпия.
9. Первое начало термодинамики.
10. Теплоемкость. Удельная теплоемкость.
11. Закон Джоуля.
12. Основные термодинамические процессы и их уравнения.
13. Второе начало термодинамики.
14. Принцип адиабатной недостижимости Каратеодори.
15. Основное уравнение термодинамики для равновесных процессов.
16. Парадокс Гиббса.
17. Границы применимости 2-го начала термодинамики.
18. 3-е начало термодинамики.
19. Методы термодинамики. Метод круговых процессов.
20. Метод термодинамических потенциалов.
21. Фазовые переходы. Классификация фазовых переходов.
22. Фазовые переходы 1-го рода. Уравнение Клаузиуса-Клапейрона.
23. Применение 3-го начала термодинамики к фазовым переходам 1-го рода.
24. Фазовые переходы 2-го рода. Уравнение Эренфеста.
25. Термодинамика систем при отрицательных температурах. Существование систем с отрицательной термодинамической температурой.
26. Условия устойчивости систем с отрицательными термодинамическими температурами.
27. Термодинамики различных физических систем. Термодинамика гальванических и топливных элементов.
28. Термодинамика излучения.
29. Термодинамика плазмы.
30. Исходные положения и основные уравнения термодинамики линейных необратимых процессов.

Основная литература.

1. Задачи по термодинамике, статистической физике и кинетической теории. 419. ... Д. Г. Барсегов, И. Л. Касаткина, А. А. Греков, З. П. Мастропас. 2010.

2. Michael E. Starzak. **2010**. . introduction to modern **thermodynamics**. ... Курс общей **физики**. в 5 книгах. книга 3. Молекулярная **физика** и **термодинамика**. ... физматлит.
3. **Термодинамика и статистическая физика**. том 3. теория неравновесных систем. М.: 2011
4. Квасников И. А., **Термодинамика и статистическая физика**. том 1: теория равновесных систем: **термодинамика**: учебное пособие. ... Димитриенко Ю. И. Нелинейная механика сплошной среды. М.: физматлит, **2010**.
5. educational resources of the internet - **physics**. образовательные ресурсы интернета - **физика**. ... - М.: дрофа, **2010**. - 352 с.)

Дополнительная литература.

1. Д. Гиббс. Термодинамика. Статистическая физика. М. 1982.
2. Н.Н. Боголюбов. Динамические проблемы в статистической физике. М. 1946. Последнее переиздание- Н.Н. Боголюбов. Избранные труды по статистической физике. Изд-во МГУ, 1979.
3. Ю.Л. Климонтович. Статистическая физика. Наука. М. 1982.
4. И.А. Квасников. Термодинамика и статистическая физика. Теория равновесных систем. Изд-во МГУ, 1991.
5. И.А. Квасников. Термодинамика и статистическая физика. Теория равновесных систем. Изд-во МГУ, 1987.
6. Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц. Теоретическая физика Т. V. Статистическая физика, часть 1. Наука, М. 1976.
7. Е.М. Лифшиц, Л.П. Питаевский. Теоретическая физика Т. X. Физическая кинетика. Наука, М. 1979.
8. И.П. Базаров. Термодинамика. М. 1976, 1983.
9. И.П. Базаров, Э.В. Геворкян, П.Н. Николаев. Неравновесная термодинамика и физическая кинетика. Изд-во МГУ, 1989.
10. Ч. Киттель. Статистическая термодинамика. Наука. М. 1977.
11. П. Ландсберг. Задачи по термодинамической и статистической физике. Мир М. 1974.
12. Ю.Б. Румер, М.Ш. Рывкин. Термодинамика, статистическая физика и кинетика. Наука. 1977.

Электронные ресурсы

1. http://www.newlibrary.ru/book/bazarov_i_p_/termodinamika.html
2. <http://elibrary.ru/item.asp?id=15258859>
3. <http://elibrary.ru/item.asp?id=15222159>