

**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

Статистическая физика

(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

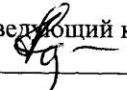
(очная, заочная)

МАГАС, 2018 г.

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

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры теоретической физики

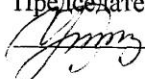
Протокол заседания № 9 от « 14 » мая 2018 г.

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 «Статистическая физика» 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 (микрканоническом, 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.

1. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО.

Статистическая физика является базовой дисциплиной Б1.Б.8.7

При изучении стат. физики используются знания:

- а) по всему объему общей физики (механика, молекулярная физика, электричество и магнетизм, оптика, атомная и ядерная физика);
- б) разделы теоретической физики: теоретическую механику, электродинамику, основные положения квантовой механики, термодинамику и статистическую физику, физическую кинетику;
- в) основные сведения из математического анализа, т.е. умение дифференцирования, интегрирования, методы решения дифференциальных уравнений обыкновенных и в частных производных, теория вероятности, математическая статистика, аналитическая геометрия, высшая алгебра.

1. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО.

Стат. физика является базовой дисциплиной Б1.Б.8.6

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

- Поскольку одна из задач стат. физики – 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 «Статистическая физика» 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.

Распределение учебной нагрузки по семестрам.

Таблица 2.1.

Связь дисциплины «Статистическая физика » с предшествующими дисциплинами и сроки их изучения

Код дисциплины	Дисциплины, предшествующие дисциплине «Статистическая физика »	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
Б1.Б.8.4	Физика конденсированного состояния	6

Таблица 2.2.

Связь дисциплины «Статистическая физика» с последующими дисциплинами и сроки их изучения

Код дисциплины	Дисциплины, следующие за дисциплиной «Статистическая физика »	Семестр
Б1.Б.8.7	Физическая кинетика	8
Б.1.В.ОД.8	Методы исследования твердых тел	8

Таблица 2.3.

Связь дисциплины «Статистическая физика » со смежными дисциплинами

Код дисциплины	Дисциплины, смежные с дисциплиной «Статистическая физика»	Семестр
Б.1.Б.8.3	Квантовая теория	7
Б.1.Б.8.6	Статистическая физика	7

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 «Статистическая физика», 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 «Статистическая физика» 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 способности 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 «Статистическая физика» 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 оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта	Высокий уровень компетентности	Способность использовать физические методы в постановке естественно-научных задач
	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 «Статистическая физика» 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 решение 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 «Статистическая физика»

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 объектах изучения, методах исследования, современных концепциях, достижениях и ограничениях естественных наук (прежде всего химии, биологии, экологии)	Высокий уровень компетентности	использовать в профессиональной деятельности базовые естественнонаучные знания, включая знания о предмете и объектах способности изучения, методах исследования, современных концепциях, достижениях и ограничениях естественных наук (прежде всего	Знает физическое 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	Умеет использовать теоретические знания при объяснении результатов экспериментов, применять знания в области физики для освоения общепрофессиональных дисциплин и решения профессиональных задач, оценивает	Владеет навыками физических исследований, способен передавать результат проведенных исследований в виде конкретных рекомендаций в терминах предметной области знания

		химии, биологии, экологии, наук о земле и человеке	применения физики к исследованию процессов и явлений в природе и обществе	достоверность полученного решения задачи; оценивает различные методы решения задачи и выбирает оптимальный метод	
	Базовый уровень компетентности	способность использовать в профессиональной деятельности базовые естественные знания, включая знания о предмете и объектах изучения, методах исследования, современных концепциях,	Знает физическое основы механики, молекулярной физики, природу колебаний и волн, основы молекулярной физики и термодинамики, электрич	Умеет использовать теоретические знания при объяснении результатов экспериментов, применять знания в области физики для освоения общепрофессиональных дисциплин	Владеет навыками и физическими исследований, владеет различными способами и представлениями физической информации

		достижениях и ограничениях естественных наук (прежде всего химии, биологии, экологии, наук о земле и человеке	ества и магнетизма, оптики, атомной и ядерной физики, понимает связи между различными физическими понятиями	решения профессиональных задач.	
	Минимальный уровень компетентности	способность использовать в профессиональной деятельности базовые естественные научные знания, включая знания о предмете и объектах изучения, методах исследования, современных	Знает физические основы механики, молекулярной физики, природу колебаний и волн, основы молекулярной физики и термодинамики,	Умеет использовать теоретические знания при объяснении результатов экспериментов	Знает физические основы механики, молекулярной физики, природу колебаний и волн, основы молекулярной физики и термодинамики, электричества и магнетизма, оптики,

		ых концепция х, достижени ях и ограничени ях естественн ых наук (прежде всего химии, биологии, экологии, наук о земле и человеке	электрич ества и магнетиз ма, оптики, атомной и ядерной физики		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 «Статистическая физика»

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	Высокий уровень компетентности	Способность использовать физические методы в постановке	Владеет современными методами и, методологией научно-исследовательской	Умеет системно анализировать информацию, сопоставлять, делать выводы	Знает особенности современного этапа развития образования

том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта		естественно-научных задач	деятельности в области математики, демонстрирует понимание общей структуры данной дисциплины и взаимосвязи между подчиненными ей дисциплинами.		ния в мире, этапы развития математики.
	Базовый уровень компетентности	Способность сопоставлять экспериментальные методы и информационные технологии применяемые для решения естественно-научных задач	Владеет концептуальной основой для осмысления роли математики в жизни общества, способа определения роли	Умеет проиллюстрировать имеющиеся закономерности, связи и компоненты изучаемого явления	Знает основные обстоятельства и условия зарождения и становления математики, цели и задачи, объект и предмет науки

			научных школ и направлений с целью систематизации достижений научной мысли		
	Минимальный уровень компетентности	Способность систематизировать имеющиеся методы постановки естественно-научных задач	Владеет методами и анализа и синтеза информации, оценки значимости изучаемого вопроса	Умеет ориентироваться в профессиональных источниках информации (журналы, сайты, образовательные порталы и т.д.)	Знает основные сведения о вкладе отечественных ученых в развитие математики. 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 «Статистическая физика»

Квалификационные требования (признаки профессиональной деятельности)	Уровень проявления	Описание признаков проявления компетенций	Знать	Уметь	Владеть
способность использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решение профессиональных задач	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.

			инами.		
	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	Владеет	Умеет ориенти	Знает основные сведения о вкладе отечестве

		ь систематизировать имеющиеся методы постановки естественн о-научных задач	методам и анализа и синтеза информации, оценки значимос ти изучаемо го вопроса	роваться в профессиональн ых источник ах информа ции (журнал ы, сайты, образова тельные порталы и т.д.)	нных ученых в развитие математи ки. Знает цели и задачи, объект и предмет науки.
--	--	--	--	---	--

Объем дисциплины и виды учебной работы

	Всего	Порядковый номер семестра			
		7			
Общая трудоемкость дисциплины всего (в з.е.), в том числе:	3	3			
Курсовой проект (работа)					
Аудиторные занятия всего (в акад. часах), в том числе:	74	74			
Лекции	38	38			
Практические занятия, семинары	36	36			
Лабораторные работы					
Контроль самостоятельной					

работы (КСР)					
Самостоятельная работа всего (в акад. часах), в том числе:	34	34			
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	Всего	Ауд.зан (Л)	Практ.за- нятия	СР
	Статистическая физика				
1	Основные понятия теории вероятности и математической статистики. Вероятность, как число. Случайная величина. Сложение вероятностей. Биноминальное распределение. Закон больших чисел. Средние значения. Уклонение от средних. Дисперсия. Корреляция. Неравенство Чебышева.	11	4	4	3
2	Основные представления классической стат. физики. Невозможность последовательного механического описания физических систем многих частиц. Макроскопические и микроскопические описания системы, находящиеся в термодинамическом равновесии. Уравнения Гамильтона. Интегралы движения. Скобки Пуассона.	9	4	2	3
3	Фазовые пространства. Элементы фазового объема. Вероятность нахождения системы в фазовом пространстве. Теоремы Лиувилля, как фазовые средние. Эргодическая гипотеза.	9	4	3	2
4	Стационарные функции распределения.	10	4	3	3

	Микроканоническое распределение.				
5	Каноническое распределение Гиббса. Физический параметров канонического распределения.	12	4	4	4
6	Интеграл состояний, статистическая сумма. Энтропия и ее связь с вероятностью состояний.	8	2	3	3
7	Распределение Максвелла-Больцмана. Барометрическая формула.	7	2	3	2
8	Большое каноническое распределение Гиббса. Физический смысл химического потенциала. Большой термодинамический потенциал, его термодинамический смысл.	12	4	4	4
9	Применение статистического метода к квантовым статистикам. Определение энтропии квантовых систем. Метод ячеек Больцмана.	8	2	3	3
10	Статистики Максвелла-Больцмана, Бозе-Эйнштейна, Ферми-Дирака и их сопоставление.	10	4	3	3
11	Теория флуктуаций. Определение корреляционных моментов как основная задача теории флуктуации.	12	4	4	4
	Итого:	108	38	36	34

Самостоятельная работа.

Статистическая физика.

1. Теория вероятностей и математическая статистика. Закон больших чисел. Среднее значения. Уклонение от средних. Дисперсия. Корреляция. Неравенство Чебышева. Средние от функций случайной величины.
2. Некоторые общие свойства канонического распределения и его связь с микроканоническом распределением.
3. Теорема о равномерном распределении кинетической энергии по степеням свободы и теоремы о вириале.
4. Теплоемкость твердых тел. Классическая и квантовая теория теплоемкостей кристаллов.
5. Теория идеальных газов. Классическая функция распределения идеального газа. μ пространство и числа заполнения.
6. Статистика квантовых систем. Приложение статистики Бозе-Эйнштейна к фотонному газу.

Практические занятия.

Стат. физика

Задачи по курсу стат. физики:

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.

Статистическая физика.

1. Найти дисперсию $(\overline{\Delta X^2})$ при равномерном распределении величины x в интервале a и b .
2. Вычислить якобиан преобразования D от декартовых координат к сферическим.
3. Получить выражение для вероятности. Найти гармонически колеблющуюся точку в определенном интервале dx на линии. Показать, что $(A - \bar{A})(B - \bar{B}) = AB - \bar{A}\bar{B}$.
4. Определить среднюю скорость молекул водорода, азота, кислорода при 273К.
5. Определить скорость, соответствующую максимуму плотности распределения для водорода и гелия, если температура равна 273К. Относительная молекулярная масса водорода и гелия равна соответственно $M_{H_2} = 2,016$ и $M_{He} = 4,003$.
6. Построить фазовую траекторию для свободно падающей частицы.
7. Подтвердить теорему Лиувилля для материальной точки, движущейся по инерции.
8. Построить фазовую траекторию для частицы, движущейся по инерции.
9. Определить и начертить фазовую траекторию для физического маятника массы m , момент инерции которого равен J и приведенная длина L для случая $H_0 > 2mgL$, где H_0 - начальная энергия маятника.
10. Определить нормировочный делитель $\Omega(E)$ микроканонического распределения Гиббса для системы, состоящей из совокупности N - частиц идеального одноатомного газа.
11. Используя каноническое распределение Гиббса, получить распределение Максвелла как вероятность того, что скорость любой частицы заданной системы лежит в интервалах $[v_x, v_x + dv_x], [v_y, v_y + dv_y], [v_z, v_z + dv_z]$
12. Используя распределение Гиббса, найти для идеального газа, насыщенного во внешнее потенциальное силовое поле $U(x, y, z)$, вероятность того, что координаты любой частицы газа будут лежать в интервалах $[x, x + dx], [y, y + dy], [z, z + dz]$
13. Показать что каноническое распределение Гиббса для систем с очень большим числом частиц (при $N \rightarrow \infty$), переходит в микроканоническое.
14. Показать, что для равновесной классической нерелятивистской системы средняя кинетическая энергия частицы равна $\frac{3}{2}\Theta$.
15. Определить среднее число частиц идеального классического газа, падающих за 1см^2 стенки.

16. Исходя из уравнений Гиббса для классической системы, показать, что $p_k \frac{\partial H}{\partial p_k} = r_k \frac{\partial H}{\partial r_k} = \Theta$ и провести примеры этих соотношений.
 17. Для вырожденного ($\Theta=0$) идеального Ферми-газа определить граничные значения импульса и энергии частиц.
 18. Для идеального нерелятивистского Бозе-газа определить точку Θ_0 начала Бозе-конденсации.
 19. определить парамагнитную восприимчивость идеального Ферми-газа, связанную с наличием у его частиц собственного магнитного момента.
1. Исходя из уравнения Эйнштейна-Фокера-Планка, определить средний квадрат смещения броуновской частицы, находящейся в поле силы тяжести.
 2. Частицы диффундируют в стационарном режиме через одномерный потенциальный барьер $U(x)$. Найти плотность потока частиц, если известна плотность числа частиц в сечениях x_1 и x_2 .
 3. Легкий маятник совершает случайные колебания под действием ударов молекул воздуха. Длина маятника L , масса m , случайный угол отклонения от вертикали φ . Найти $\langle \varphi^2 \rangle$ и $\langle \varphi^4 \rangle$, считая средние отклонения маятника малыми.
 4. Найти среднеквадратичную флуктуацию дипольного момента газа, состоящего из жестких электрических диполей.

Контрольные вопросы.

Статистическая физика.

1. Основные понятия теории вероятности.
2. Вероятность как число.
3. Случайная величина.
4. Сложение вероятностей.
5. Условие нормировки.
6. Умножение вероятностей.
7. Биноминальное распределение.
8. Средние значения.
9. Уклонение от средних. Дисперсия.
10. Корреляция.
11. Неравенство Чебышева.
12. Закон больших чисел.
13. Средние от функций случайных величин.
14. Основные представления классической статистической физики. Невозможность последовательного механического описания физических систем многих частиц.
15. Макроскопическое и микроскопическое описание системы в термодинамическом равновесии.
16. Канонические уравнения или уравнения Гамильтона.

17. Интегралы движения. Скобки Пуассона.
18. Фазовое пространство.
19. Расчет фазовой траектории гармонического осциллятора.
20. Элемент фазового объема. Вероятность нахождения системы в фазовом пространстве.
21. Теорема Лиувилля.
22. Макроскопические величины, как фазовые средние. Эргодическая гипотеза.
23. Стационарные функции распределения. Микроканоническое распределение.
24. Каноническое распределение Гиббса.
25. Свойства канонического распределения.
26. Физический смысл параметров канонического распределения.
27. Распределение Максвелла-Больцмана.
28. Большое каноническое распределение Гиббса.
29. Энтропия и ее связь с вероятностью состояния.
30. Основы квантовой статистики. Квантовые системы и их свойства.
31. Описание квантовых систем.
32. Применение статистического метода к квантовым системам.
33. Метод ячеек Больцмана.
34. Статистики квантовых систем.
35. Сопоставление квантовых статистик.

Основная литература.

1. Задачи по термодинамике, статистической физике и кинетической теории. 419. ... Д. Г. Барсегов, И. Л. Касаткина, А. А. Греков, З. П. Мastroпас. **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. Китель. 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>