ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ
Кафедра теоретической физики и нанотехнологий

УТВЕРЖДАЮ:
Проректор по научно-методической
и учебной работе
_____Е.И.Скафа
«_21_» декабря 2016 г.
МП

Рабочая программа учебной дисциплины
«ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА (ФИЗИКА КОНДЕНСИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ. ТЕРМОДИНАМИКА И СТАТИСТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА. ФИЗИЧЕСКАЯ КИНЕТИКА)»

(наименование дисциплины в соответствии с учебным планом)

Направление подготовки:	03.03.02 Физика
Профиль подготовки:	Общий
Образовательный уровень выпускника:	Академический бакалавр
Форма обучения:	***очная***

Донецк 2016

УТВЕРЖДАЮ:
Декан физико-технического факультета
_____Малюк Н.Г.
«_16_» _декабря_____2016 г.
М.П.

Программа учебной дисциплины «ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА (ФИЗИКА КОНДЕНСИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ. ТЕРМОДИНАМИКА И СТАТИСТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА. ФИЗИЧЕСКАЯ КИНЕТИКА)» составлена на основе ГОС ВПО по направлению подготовки 03.03.02 Физика, утверждённого приказом Министерства образования и науки ДНР «04» апреля 2016 г. №284 и «Положения об организации учебного процесса в образовательных организациях высшего профессионального образования Донецкой Народной Республики», утверждённого приказом Министерства образования и науки ДНР «30» октября 2015 г. №750.

Разработчик:
Доцент кафедры теоретической физики и нанотехнологий, к.ф.-м.н. _____ Финохин В.И.

Старший преподаватель кафедры теоретической физики и нанотехнологий _____ Пойманов В.Д.

Программа учебной дисциплины утверждена на заседании
кафедры теоретической физики и нанотехнологий
Протокол № 8 от «12» декабря 2016 г.
Зав. кафедрой теоретической физики и нанотехнологий _____ Варюхин В.Н.

Программа учебной дисциплины одобрена учебно-методической комиссией
физико-технического факультета

Протокол № 4 от «14» декабря 2016 г.

Председатель учебно-методической комиссии факультета _____ Котенко В.Н.

1. Область применения и место дисциплины в учебном процессе:

Программа учебной дисциплины «Теоретическая физика (Физика конденсированного состояния. Физика фазовых переходов. Термодинамика и статфизика. Физическая кинетика)» является частью основной образовательной программы в соответствии с ГОС по направлению подготовки 03.03.02 «Физика» и состоит из двух содержательных модулей:
Статистическая механика равновесных систем
Статистическая термодинамика и элементы квантовой статистики.

Учебная дисциплина «Теоретическая физика (Физика конденсированного состояния. Физика фазовых переходов. Термодинамика и статфизика. Физическая кинетика) принадлежит к базовой части профессионального блока учебного плана.

Основывается на базе дисциплин: «Общая и экспериментальная физика (Механика)», «Общая и экспериментальная физика (Молекулярная физика. Термодинамика)», «Дифференциальные уравнения. Интегральные уравнения и вариационное исчисление», «Аналитическая геометрия и линейная алгебра. Теория групп», «Теоретическая физика (Электродинамика)», «Теоретическая физика (Квантовая механика)».

***2.* Нормативные ссылки** *(при необходимости)*

3.* Структура дисциплины *(модуля)

Характеристика учебной дисциплины	очная форма обучения на базе		**заочная форма обучения на базе*		
	СОО	СПО (ускор.)	СОО	СПО (ускор.)	ВПО (ускор.)
Образовательный уровень:	Академический бакалавр				
Направление подготовки	03.03.02 «Физика»				
Профиль					
Количество содержательных модулей (тем)	2(28)				
Дисциплина базовой / вариативной части образовательной программы [1]	**Профессиональный блок,** Базовая часть				
Формы контроля	модульный контроль и экзамен				
Показатели	очная форма обучения на базе		**заочная форма обучения на базе*		
	СОО	**СПО (ускор.)*	СОО	СПО (ускор.)	ВПО (ускор.)
Количество зачетных единиц (кредитов)	4,5				
Количество часов	162				
Год подготовки	4				
Семестр	7				
Количество часов					
- лекционных	56				
- практических, семинарских	42				
- лабораторных					
- самостоятельной работы	64				
в т.ч. индивидуальное задание					
Недельное количество часов, т.ч.	7				
аудиторных	7				

СОО – среднее общее образование
СПО – среднее профессиональное образование
ВПО – высшее профессиональное образование

1- в соответствии с ООП (основной образовательной программой)

4. Описание дисциплины

Цели и задачи: формирование у студентов представлений о свойствах макроскопических систем; изучение основных методов равновесной термодинамики, изложение основных положений статистической механики, принципов и методов их применения к описанию макроскопических систем.

Требования к результатам освоения дисциплины: Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ГОС ВПО по данному направлению подготовки (профилю):

общекультурные компетенции (ОК):

- способность использовать основы философских знаний для формирования мировоззренческой позиции (ОК-1);
- способность к коммуникации в устной и письменной формах на русском, украинском и иностранном языках для решения задач межличностного и межкультурного взаимодействия (ОК-5);
- способность к самоорганизации и самообразованию (ОК-7);

общепрофессиональные компетенции (ОПК):

- 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 физики, химии, биологии, экологии, наук о земле и человеке) (ОПК-1);
- способность использовать в профессиональной деятельности базовые знания фундаментальных разделов математики, создавать математические модели типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные результаты с учетом границ применимости моделей (ОПК-2);
- способность использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач (ОПК-3);

профессиональные компетенции (ПК):

научно-исследовательская и проектная деятельность:

- способность использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин (ПК-1);

научно-инновационная деятельность:

- готовность применять на практике профессиональные знания теории и методов физических исследований (ПК-3);
- способность пользоваться современными методами обработки, анализа и синтеза физической информации в избранной области физических исследований (ПК-5);

организационно-управленческая деятельность:

- способность понимать и использовать на практике теоретические основы организации и планирования физических исследований (ПК-6);

педагогическая и просветительская деятельность:

- способность проектировать, организовывать и анализировать педагогическую деятельность, обеспечивая последовательность изложения материала и междисциплинарные связи физики с другими дисциплинами (ПК-9).

В результате изучения учебной дисциплины студент должен:

знать – основы статистического подхода к исследованию свойств классических макроскопических систем; основы термодинамического подхода к исследованию свойств макроскопических систем; основы квантово-статистического подхода к исследованию свойств макроскопических систем с применением матрицы плотности; микроканоническое

распределение, распределение Гиббса; статистические методы исследования макроскопических систем тождественных частиц, распределения Бозе, Ферми; теоретические основы кинетического подхода для исследования термодинамики неравновесных систем;

уметь – применять методы феноменологической термодинамики, свободно пользоваться ими при расчетах характеристик макросистем; применять методы исследования статистических свойств макроскопических систем с применением распределения Гиббса; применять методы исследования свойств систем тождественных частиц с использованием распределений Ферми и Бозе; формулировать и доказывать основные результаты физической кинетики.

владеть – навыками применения методов феноменологической термодинамики при расчетах характеристик макросистем, а также методов исследования статистических свойств макроскопических систем с применением распределения Гиббса и др.

5. Содержание дисциплины и формы организации учебного процесса

Порядковый номер и тема	**Краткое содержание темы**
	Содержательный модуль 1. «Статистическая механика равновесных систем***»***
Тема 1.	Введение. Статистический ансамбль. Теорема Лиувилля Свойства функции распределения. Число состояний статистической системы
Тема 2.	Микроканоническое распределение. Каноническое распределение. Модуль канонического распределения
Тема 3.	Статистическая сумма и вычисление средних значений
Тема 4.	Теплоемкость идеального кристалла. Закон Дюлонга-Пти
Тема 5.	Теплоемкость идеального кристалла. Классическая модель
Тема 6.	Теплоемкость идеального кристалла. Формула Эйнштейна
	Содержательный модуль 2. «Статистическая термодинамика и элементы квантовой статистики»
Тема 7.	Механическая работа. Теплота. Полный дифференциал
Тема 8.	Свойства энтропии. Принцип энтропии. Основное термодинамическое неравенство. Третье начало термодинамики
Тема 9.	Термодинамические потенциалы
Тема 10.	Тепловые машины Максимальная работа тепловых машин Коэффициент полезного действия тепловых машин.
	Процесс Джоуля – Томпсона. Системы с переменным числом частиц. Условие термодинамического равновесия. Фазовые равновесия
Тема 11.	Химический потенциал для идеального газа Уравнение Клаузиуса-Клапейрона
Тема 12.	Свойства Ферми-газа. Свойства Бозе-газа
Тема 13.	Фотонный газ. Понятие о матрице плотности

Курс дисциплины «**Теоретическая физика (**Физика конденсированного состояния. Физика фазовых переходов. Термодинамика и статфизика. Физическая кинетика**)**» предусматривает следующие **формы организации учебного процесса**:

1. лекции;
2. практические занятия;
3. самостоятельная работа студента.

По источнику передачи и восприятия учебной информации используются словесные (лекция, беседа), наглядные (иллюстрация, демонстрация), практические (упражнения) методы.

По характеру познавательной деятельности студентов используются объяснительно-иллюстративные и репродуктивные методы, проблемное преподавание, частично-поисковый и исследовательский методы.

В зависимости от основной дидактической цели и задач используются методы устного изложения знаний, закрепление учебного материала, самостоятельной работы студентов по осмыслению и усвоению нового материала, работы по применению знаний на практике и выработке умений и навыков, проверки и оценки знаний, умений и навыков.

Используются следующие методы контроля:
1. устный контроль (экспресс-опрос на лекциях);
2. проверка самостоятельных работ;
3. итоговый тест (экзаменационные билеты).

Тематический план

Названия содержательных модулей и тем	Содержательный модуль 1. « *Статистическая термодинамика и элементы квантовой статистики* »																						
	Количество часов																						
	Очная форма						**Заочная форма**																
							на базе общего среднего образования						**на базе среднего профессионального образования**						**на базе высшего профессионального образования**				
	Всего	в т.ч.					всего	в т.ч.					всего	в т.ч.					всего	в т.ч.			
		лекции	практические	лабораторные	работасамостоятельная	работаиндивидуальная		лекции	практические	лабораторные	работасамостоятельная	работаиндивидуальная		лекции	практические	лабораторные	работасамостоятельная	работаиндивидуальная		лекции	практические	работасамостоятельная	работаиндивидуальная
Тема 1.	16	6	4		6																		
Тема 2.	16	6	4		6																		
Тема 3.	14	4	4		6																		
Тема 4.	14	4	4		6																		
Тема 5.	12	4	4		4																		
Тема 6.	10	4	2		4																		
Итого по содержательному модулю 1	82	28	22		32																		

	Содержательный модуль 2. « *Статистическая термодинамика и элементы квантовой статистики* »																						
Названия содержательных модулей и тем	**Количество часов**																						
	Очная форма						**Заочная форма**																
							на базе общего среднего образования						**на базе среднего профессионального образования**						**на базе высшего профессионального образования**				
	Всего	в т.ч.					всего	в т.ч.					всего	в т.ч.					всего	в т.ч.			
		лекции	практические	лабораторные	работасамостоятельная	работаиндивидуальная		лекции	практические	лабораторные	работасамостоятельная	работаиндивидуальная		лекции	практические	лабораторные	работасамостоятельная	работаиндивидуальная		лекции	практические	работасамостоятельная	работаиндивидуальная
Тема 7.	14	4	4		6																		
Тема 8.	14	4	4		6																		
Тема 9.	12	4	4		4																		
Тема 10.	10	4	2		4																		
Тема 11.	10	4	2		4																		
Тема 12.	10	4	2		4																		
Тема 13.	10	4	2		4																		
Итого по содержательному модулю 2	80	28	20		32																		
Всего по модулю	162	56	42		64																		

6. Темы семинарских занятий не предусмотрено рабочим планом.

7. Темы практических занятий.

1. Фазовое пространство, статистический ансамбль, функция распределения классических и квантовых систем. Полное и неполное описание.
   Задачи:
   [3] с. 72-74 № 1-10; [5] с. 68 № 1-3; [6] с. 41 № 7;
2. Энтропия квантовых и классических систем. Равновесные канонические ансамбли.
   Задачи:
   [7] с. 4-5 № 4-12, [7] с. 6-7 № 1-6, [7] с. 26-28 № 1-15.
3. Работа и количество тепла. Температура, давление и химический потенциал. Первое и второе начала термодинамики.
   Задачи:
   [1] с. 92; [1] с. 151-155 № 1-17;
4. Основные термодинамические потенциалы и их естественные переменные.
   Задачи:
   [6] с. 13-27 № 1-7.
5. Соотношения между производными термодинамических величин. Зависимость термодинамических величин от числа частиц.
   Задачи:
   [6] с. 13-27 № 8-17.
6. Расчет термодинамических функций больцмановского идеального газа в микроканоническом, каноническом и большом каноническом ансамблях Гиббса
   Задачи:
   [1] с. 107-108 № 1-6; [1] с. 139-140 № 1-2
7. Условия равновесия. Влияние внешнего поля. Фазы вещества, фазовое равновесие, правило фаз Гиббса, формула Клапейрона-Клаузиуса.
   Задачи:
   [1] с. 142 № 1-4; [1] с. 149 № 3;
8. Закон равнораспределения. Одноатомный идеальный газ. Химический потенциал одноатомного идеального газа.
   Задачи:
   [6] с. 38 № 4; [6] с. 43 № 10-11.
9. Двухатомный газ: вращения и колебания молекул.
   Задачи:
   [6] с. 41 № 5-7; [1] с. 48 № 12-14.
10. Распределение Ферми. Распределение Бозе. Термодинамика Ферми и Бозе-газа. Вырожденный электронный газ.
    Задачи:
    [1] с. 191; [1] с. 196-197 № 1-3; [1] с. 200; [3] с. 273-277 № 1-18;
11. Вырожденный Бозе-газ
    Задачи:
    [6] с. 41 № 8-9; [6] с. 56-61 № 1-5; [6] с. 65 № 9; [7] с. 20 № 2-3.
12. Черное излучение. Распределение Планка. Термодинамика черного излучения.
    Задачи:
    [1] с. 183; [1] с. 192-194 № 1-3; [1] с. 202;
13. Расчет термодинамических функций твердого тела при высоких и низких температурах. Интерполяционная формула Дебая
    Задачи:
    [3] с. 293-297 № 1-10;

14. Флуктуации. Распределение Гаусса для нескольких величин
    Задачи:
    [1] с. 418-419 № 1-9; [1] с. 421; [3] с. 400-402 № 1-10; [6] с. 77-90 № 1-13.

8. Темы лабораторных занятий не предусмотрено рабочим планом.

9. Самостоятельная работа

Самостоятельная работа студентов по курсу «Теоретическая физика (Физика конденсированного состояния. Физика фазовых переходов. Термодинамика и статфизика. Физическая кинетика)» предусматривает: разработки теоретических основ прослушанного лекционного материала; изучение отдельных тем или вопросов, которые предусмотрены для самостоятельной работы; подготовку к практическим занятиям; самостоятельное решение задач; подготовку к модульному контролю.

Темы для самостоятельной работы:

1. Закон возрастания энтропии
2. Процесс Джоуля—Томсона.
3. Равновесие тела во внешнем поле.
4. Вращающиеся тела
5. Барометрическая формула.
6. Ферми- и бозе-газы элементарных частиц.

10. Индивидуальные задания – не предусмотрено рабочим планом.

11. Контрольные вопросы к промежуточной аттестации

1. Предмет статистической физики. Статистическое распределение.
2. Статистическая независимость. Среднеквадратичная флуктуация аддитивных величин.
3. Теорема Лиувилля для функции распределения.
4. Микроканоническое распределение. Роль аддитивных интегралов движения.
5. Матрица плотности в квантовой статистике.
6. Статистический вес. Энтропия.
7. Правила соответствия квантовой и классической статистик.
8. Энтропия квантовых и классических систем.
9. Температура.
10. Макроскопическое движение в состоянии термодинамического равновесия.
11. Адиабатические процессы.
12. Внутренняя энергия. Давление.
13. Работа и количество тепла. Теплоемкость.
14. Тепловая функция.
15. Свободная энергия.
16. Термодинамический потенциал.
17. Соотношения между производными термодинамических величин.
18. Термодинамическая шкала температуры.
19. Процесс Джоуля Томсона.
20. Цикл Карно.
21. Термодинамические неравенства.
22. Теорема Нернста.
23. Зависимость термодинамических величин от числа частиц Химпотенциал.
24. Распределение Гиббса.
25. Распределение Максвелла.
26. Распределение вероятностей для осциллятора.
27. Свободная энергия в распределении Гиббса.

12. Образец экзаменационного билета

ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Уровень образования – Академический бакалавр
Направление подготовки – 03.03.02 «Физика»
Семестр – 7
Учебная дисциплина – «Теоретическая физика (Физика конденсированного состояния. Физика фазовых переходов. Термодинамика и статфизика. Физическая кинетика)»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № ___

1. Статистическая независимость. Среднеквадратичная флуктуация аддитивных величин.
2. Распределение Максвелла.

«Утверждено»
на заседании кафедры
протокол №___ от «__»_____ ___ г.

Заведующий кафедрой В.Н. Варюхин
Экзаменатор В.И.Финохин

14. Критерии оценивания

Согласно модульному принципу организации учебного процесса содержание дисциплины «Теоретическая физика (Физика конденсированного состояния. Физика фазовых переходов. Термодинамика и статфизика. Физическая кинетика)» включает в себя два зачётных модуля. Модуль состоит из теоретического материала и практических задач, выполнение которых требует овладения теорией в указанном в модуле объёме.

Оценка знаний студентов проводится по 100-балльной шкале по следующим критериям:

Зачётные модули	Форма контроля	Баллы
Содержательный модуль 1	Самостоятельная работа	25
Содержательный модуль 2	Самостоятельная работа	25
Экзамен		50
Общий итог		100

К первому промежуточному модульному контролю студент имеет возможность получить 25 баллов, решив практические упражнения, предложенные для самостоятельной работы.

Ко второму промежуточному модульному контролю студент имеет возможность получить 25 баллов, решив практические упражнения, предложенные для самостоятельной работы.

На экзамене студент имеет возможность получить 50 баллов. Основой для получения оценки на экзамене является уровень овладения студентами материала курса «Теоретическая физика (Физика конденсированного состояния. Физика фазовых переходов. Термодинамика и статфизика. Физическая кинетика)», предусмотренного учебным планом направления подготовки 03.03.02 Физика. Экзаменационный билет состоит из 2 вопросов. От студента требуется устное изложение ответов на них. Ответ на каждый из вопросов оценивается в 25 баллов.

(Разрабатываются и утверждаются кафедрой на основе Положения ДонНУ)

Оценка по 100-балльной шкале, которая действует в ДонНУ	**По шкале ECTS**	**Оценка по государственной шкале (экзамен, дифференцированный зачет. зачёт)**	**Определение**
90–100	A	«Отлично» (5) *(зачтено)*	отлично – отличное выполнение с незначительным количеством неточностей
80–89	B	«Хорошо» (4) *(зачтено)*	хорошо – в целом правильно выполненная работа с незначительным количеством ошибок (до 10%)
75–79	C		хорошо – в целом правильно выполненная работа с незначительным количеством ошибок (до 15%)
70–74	D	«Удовлетворительно» (3) *(зачтено)*	удовлетворительно – неплохо, но со значительным количеством недостатков
60–69	E		достаточно – выполнение удовлетворяет минимальные критерии
35–59	FX	«Неудовлетворительно» с возможностью повторной аттестации (2) *(не зачтено)*	неудовлетворительно – надо поработать над тем, как получить положительную оценку
0-34	F	2 (неудовлетворительно) *(не зачтено)*	с возможностью повторной сдачи при условии обязательного набора дополнительных баллов

15. Материально-техническое обеспечение учебного процесса

Для обеспечения **лекционных и практических занятий** по данному курсу используются аудитория 304 «Компьютерный класс», оборудованная интерактивной доской, мультимедийный проектором и ПЭВМ в количестве 10 шт.

16. Рекомендованная литература

Основная

1. Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М. Статистическая физика. - М.: Наука, 2001.
2. Р. Фейнман. Статистическая механика. - М.: Мир, 1978.
3. Кубо Р. Статистическая механика. М., 1967.
4. Хуанг К- Статистическая механика. М., 1966.
5. Ульянов В.В. Задачи по квантовой механике и квантовой статистике. Вища школа, Харьков (1980).
6. Кондратьев А.С., Романов В.П. Задачи по статистической физике. Наука, Москва (1992)
7. Морозов В.П. и др. Сборник задач по статистической физике. Горький (1980).

Дополнительная

1. Гиббс Дж. В. Основные принципы статистической механики. М., 1946.
2. Больцман Л. Лекции по теории газов. М., 1965.
3. Кубо Р. Термодинамика. М., 1970.
4. Румер Ю. Б., Рывкин М. Ш. Термодинамика, статистическая физика и кинетика. М., 1977.

5. Терлецкий Я. П. Статистическая физика. М., 1973.
6. Уленбек Дж., Форд Дж. Лекции по статистической механике М., 1965.
7. Киттель Ч. Элементарная статистическая физика. М., 1960.

17. Информационные ресурсы

1. Программы курсов кафедры ТФ МФТИ: https://mipt.ru/education/chair/theoretical_physics/courses/StatisticalPhysics.php
2. Видеолекции и открытые образовательные материалы МФТИ: http://lectoriy.mipt.ru/course/TheoreticalPhysics

Рабочая программа рассмотрена и переутверждена на заседании кафедры с изменениями (без изменений) на 2017 год. Протокол заседания кафедры
№ ___ от _____

Зав. кафедрой _____

Рабочая программа рассмотрена и переутверждена на заседании кафедры с изменениями (без изменений) на 2018/2019 год. Протокол заседания кафедры № ___ от ____

Зав. кафедрой _____ _____

Рабочая программа рассмотрена и переутверждена на заседании кафедры с изменениями (без изменений) на 2019/2020 год. Протокол заседания кафедры № ___ от ____

Зав. кафедрой _____ _____

5. Терлецкий Я. П. Статистическая физика. М., 1973.
6. Уленбек Дж., Форд Дж. Лекции по статистической механике М., 1965.
7. Киттель Ч. Элементарная статистическая физика. М., 1960.

17. Информационные ресурсы

1. Программы курсов кафедры ТФ МФТИ: https://mipt.ru/education/chair/theoretical_physics/courses/StatisticalPhysics.php
2. Видеолекции и открытые образовательные материалы МФТИ: http://lectoriy.mipt.ru/course/TheoreticalPhysics

Рабочая программа рассмотрена и переутверждена на заседании кафедры с изменениями (без изменений) на 2017 год. Протокол заседания кафедры
№ 1 от 28.08.2017

Зав. кафедрой _____

Рабочая программа рассмотрена и переутверждена на заседании кафедры с изменениями (без изменений) на 2018/2019 год. Протокол заседания кафедры № 1 от 20.08.2018
Зав. кафедрой _____ _____

Рабочая программа рассмотрена и переутверждена на заседании кафедры с изменениями (без изменений) на 2019/2020 год. Протокол заседания кафедры № ___ от ____
Зав. кафедрой _____ _____