

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
(ВлГУ)



А.А. Панфилов

« 30 » 08 2019г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«ОСНОВЫ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ»

Направление подготовки 44.03.05 – Педагогическое образование

Профиль/программа подготовки Физика. Математика

Уровень высшего образования бакалавриат

Форма обучения очная

Семестр	Трудоём- кость зач. ед./ час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	СРС, час.	Форма промежуточной атте- стации (экзамен/зачет/зачет с оцен- кой)
8	5/180	20	50		83	ЭКЗАМЕН (27), КР
Итого	5/180	20	50		83	ЭКЗАМЕН (27), КР

Владимир, 2019

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цели:

1. Ввести слушателей в круг научных проблем, решаемых разделами физики «Статистическая физика» и «Термодинамика»;
2. Обеспечить знания экспериментальных средств и усвоение законов статистической физики на уровне, необходимом для успешной трудовой деятельности специалистов в общеобразовательной школе и профильной школе с углубленным изучением физики;
3. Обеспечить свой вклад в структуру компетентности учителя физики.
4. развить умения решения творческих задач по изучаемому разделу, умения эффективного использования законов и методов в решении практических и теоретических задач.

Задачи дисциплины:

1. овладение знаниями:
 - 1) теоретических основ науки, терминологии, истории становления,
 - 2) методов экспериментальных и теоретических исследований,
 - 3) предмета и объекта исследований данной науки,
2. овладение навыками:
 - 1) решения расчетных задач,
 - 2) работы с учебной и научной литературой,
 - 3) овладение умением решения творческих и нестандартных задач.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Основы теоретической физики» относится к вариативной части.

Пререквизиты дисциплины: Введение в общую и экспериментальную физику, Общая и экспериментальная физика, Методы математической физики, Практикум по решению школьных физических задач, Методика обучения физике, Основы теоретической физики, Электрорадиотехника, Физический эксперимент в школе, Использование информационных и коммуникационных технологий в обучении физике.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП

Код формируемых компетенций	Уровень освоения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине характеризующие этапы формирования компетенций (показатели освоения компетенции)
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	частично	Знать: - социальную значимость физики как науки и своей будущей профессии учителя физики; - место физики в системе естественных наук и в жизни человеческого общества, тесную взаимосвязь физики с математикой; - основные понятия физики: физическое тело и физические явления, а так же их характеристик – физических величин;

		<ul style="list-style-type: none"> - понятий измерения физических величин, систем физических величин, их размерности и единиц измерения; - классификацию погрешностей измерения физических величин. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - выделять конкретное физическое содержание в прикладных задачах и использовать основные законы физики в профессиональной деятельности; - применять физические законы для решения практических задач. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - методологией организации, планирования, проведения измерений и обработки результатов экспериментальных исследований.
ОПК-8. Способен осуществлять педагогическую деятельность на основе специальных научных знаний	частично	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - предмет и объект физики как науки; - теоретические основы и природу основных физических явлений; - фундаментальные понятия, законы и теории классической и современной физики; - основные достижения физической науки в практической жизни. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - выделять конкретное физическое содержание в прикладных задачах и использовать основные законы физики в профессиональной деятельности; - применять физические законы для решения практических задач. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками работы с научной литературой разного уровня (научно-популярные издания, периодические журналы, монографии, учебники, справочники); - навыками оценки результатов научного эксперимента или исследования.
ПК-4. Способен формировать развивающую образовательную среду для достижения личностных, предметных и метапредметных результатов обучения средствами преподаваемых учебных предметов	частично	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - возможности инновационной образовательной среды для достижения личностных, метапредметных и предметных результатов, закономерности становления способности к межкультурной коммуникации как средства воспитания поликультурной личности. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - обеспечить высокое качество учебно-воспитательного процесса средствами преподаваемого предмета, применять иннова-

		<p>ционные методики и технологии обучения физике на разных уровнях и стадиях.</p> <p>Владеть: инновационными методами и технологиями обучения физике), новыми информационными и телекоммуникационными технологиями в обучении физике.</p>
ПК-8. Способен проектировать содержание образовательных программ и их элементов	частично	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основы и этапы педагогического проектирования; - принципы проектирования новых образовательных программ и разработки инновационных методик организации образовательного процесса. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - осваивать ресурсы образовательных систем и проектировать их развитие; - проектировать образовательную среду, образовательные программы - применять знания для организации образовательного процесса; - адаптировать современные достижения науки и наукоемких технологий к образовательному процессу. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - методикой педагогического проектирования.
ПК-9. Способен проектировать индивидуальные образовательные маршруты обучающихся по преподаваемым учебным предметам	частично	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - современные методы диагностирования учебных достижений обучающихся, определение психолого-педагогических основ их индивидуальных образовательных маршрутов. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> -проводить диагностику учебных достижений обучающихся, выявлять психолого-педагогические основы их индивидуальных образовательных маршрутов. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - способностью использовать результаты диагностики достижений обучающихся при проектировании их индивидуальных образовательных маршрутов.

4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов.

№ п/п	Наименование тем и/или разделов/тем дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Объем учебной работы, с применением интерактивных методов(в часах/ %)	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра), форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	СРС		
1	Фазовое пространство в термодинамике.	8	1-8	2	6		10	4/50	РК-1
2	Классическая теория идеального газа.	8	9-10	2	8		10	5/30	
3	Основы квантовой статистики.	8	11-12	4	6		10	4/40	РК-2
4	Общие понятия термодинамики	8	13	2	8		10	4/40	
5	Уравнение состояния термодинамической системы. Первое начало термодинамики.	8	14	2	6		10	4/50	
6	Второе начало термодинамики.	8	15	4	4		10	4/50	
7	Состояние вещества. Фазовые переходы.	8	16	2	4		10	3/50	
8	Каноническое распределение Гиббса.	8	17-18	2	8		13	4/40	РК-3
Всего за 8 семестр:				20	50		83	32/46	ЭКЗАМЕН (27)
Наличие в дисциплине КП/КР									
Итого по дисциплине				20	50		83	32/46	ЭКЗАМЕН (27)

Содержание лекционных занятий по дисциплине

Тема 1. Фазовое пространство в термодинамике

Термодинамическая система. Структурный подход. Молекулярно-кинетическая теория строения вещества. Системный (феноменологический) подход. Термодинамика. Понятие фазового пространства. Фазовая траектория. Гидродинамическая аналогия. Теорема Леувиля. Статистический ансамбль. Термодинамическая вероятность. Теорема Маркова.

Тема 2. Классическая теория идеального газа

Распределение Пуассона. Распределение Максвелла по проекциям скоростей молекул. Распределение Максвелла по модулям скоростей и по энергиям. Распределение Максвелла-Больцмана. Статистика Максвелла-Больцмана. Формула Торичелли.

Тема 3. Основы квантовой статистики

Квантовые системы и их свойства. Распределение вероятностей по энергиям в пространстве. Статистика бозонов. Распределение Бозе-Эйнштейна. Статистика фермионов. Распределение Ферми-Дирака. Энергия Ферми. Поверхность Ферми.

Тема 4. Общие понятия термодинамики

Термодинамическая температура. Нулевое начало термодинамики. Термодинамическая система. Равновесные и неравновесные состояния. Квазистатические процессы. Число степеней свободы термодинамической системы.

Тема 5. Уравнение состояния термодинамической системы. Первое начало термодинамики.

Параметры, уравнения и функции состояния термодинамической системы. Уравнение Менделеева-Клапейрона. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Термодинамические коэффициенты и теплоемкость. Первое начало термодинамики. Связь C_p и C_v . Адиабатический процесс.

Тема 6. Второе начало термодинамики

Тепловые двигатели. Цикл Карно. Энтропия как функции состояния. Энтропия адиабатических процессов. Энтропия идеального газа. Расширение идеального газа в пустоту. Термодинамические функции.

Тема 7. Состояние вещества Фазовые переходы

Изотермы Ван-дер-Ваальса Фазовые переходы первого и второго рода. Формула Клапейрона-Клаузиуса. Диаграмма состояния. Тройная точка вещества. Жидкое состояние. Поверхностное натяжение. Формула Лапласа. Капиллярное явление.

Тема 8. Каноническое распределение Гиббса.

Распределение Гиббса. Формула Больцмана для энтропии. Статистический смысл энтропии. Второе начало термодинамики и энтропия. Третье начало термодинамики.

Содержание практических занятий по дисциплине

Тема 1. Фазовое пространство в термодинамике.

Пример 1. Три студента сдают экзамен. Вероятность того, что отдельный студент сдаст экзамен на «отлично» равна для первого студента 0,6, для второго - 0,5, для третьего - 0,1. Какова вероятность того, что экзамен будет сдан на «отлично»: а) только одним студентом; б) двумя студентами; в) хотя бы одним студентом; г) тремя студентами.

Решение. Обозначим события: A_1 - первый студент сдаст экзамен на «отлично»; A_2 - второй студент сдаст экзамен на «отлично»; A_3 - третий студент сдаст экзамен на «отлично». По условию: $P(A_1) = 0,6$; $P(A_2) = 0,5$; $P(A_3) = 0,1$.

а) Пусть A - событие, сдаст экзамен на «отлично» только один студент. Значит, один студент должен сдать экзамен на «отлично», а другие два – не сдать экзамен на оценку «отлично». Тогда событие $A = A_1\bar{A}_2\bar{A}_3 + \bar{A}_1A_2\bar{A}_3 + \bar{A}_1\bar{A}_2A_3$. Так как события $A_1\bar{A}_2\bar{A}_3$, $\bar{A}_1A_2\bar{A}_3$, $\bar{A}_1\bar{A}_2A_3$ являются несовместными, а события, между которыми стоит знак умножения, независимыми, то по теоремам сложения вероятностей несовместных событий и умножения вероятностей независимых событий имеем:

$$P(A) = P(A_1\bar{A}_2A_3 + A_1A_2A_3 + A_1A_2\bar{A}_3) = P(A_1)P(\bar{A}_2)P(A_3) + P(A_1)P(A_2)P(A_3) + P(\bar{A}_1)P(\bar{A}_2)P(A_3).$$

Используя значения вероятностей из условия задачи и учитывая, что $P(\bar{A}_1) = 1 - 0,6 = 0,4$; $P(\bar{A}_2) = 1 - 0,5 = 0,5$; $P(\bar{A}_3) = 1 - 0,1 = 0,9$, то получим $P(A) = 0,6 \cdot 0,5 \cdot 0,9 + 0,4 \cdot 0,5 \cdot 0,9 + 0,4 \cdot 0,5 \cdot 0,1 = 0,27 + 0,18 + 0,02 = 0,47$.

б) Пусть событие В – сдадут экзамен на «отлично» два студента из трех. Тогда $B = A_1A_2\bar{A}_3 + A_1\bar{A}_2A_3 + \bar{A}_1A_2A_3$.

По аналогии с предыдущим пунктом имеем:

$$P(B) = P(A_1)P(A_2)P(\bar{A}_3) + P(A_1)P(\bar{A}_2)P(A_3) + P(\bar{A}_1)P(A_2)P(A_3) = 0,6 \cdot 0,5 \cdot 0,9 + 0,6 \cdot 0,5 \cdot 0,1 + 0,4 \cdot 0,5 \cdot 0,1 = 0,27 + 0,03 + 0,02 = 0,32.$$

в) Обозначим через С – событие, сдаст на «отлично» хотя бы один студент из трех. Воспользуемся теоремой вероятности появления хотя бы одного из n независимых событий. $P(C) = 1 - P(\bar{A}_1) \cdot P(\bar{A}_2) \cdot P(\bar{A}_3) = 1 - 0,4 \cdot 0,5 \cdot 0,9 = 1 - 0,18 = 0,82$.

г) Вероятность того, что все три студента сдадут экзамен на «отлично» находится по теореме умножения вероятностей независимых событий.

$$P(A_1A_2A_3) = P(A_1) \cdot P(A_2) \cdot P(A_3) = 0,6 \cdot 0,5 \cdot 0,1 = 0,03.$$

Ответ: а) 0,47; б) 0,32; в) 0,82; г) 0,03.

Тема 2. Классическая теория идеального газа.

Пример 2. Группа студентов состоит из 6 юношей и 4 девушек. Наудачу, по схеме без возвращения, отбирается три студента. Какова вероятность того, что будут отобраны: а) три девушки; б) только один юноша; в) хотя бы один юноша.

Решение. Обозначим события: A_1 – первой будет отобрана из группы девушка; A_2 – второй будет отобрана из группы девушка; A_3 – третьей из группы будет отобрана девушка. Тогда $\bar{A}_1, \bar{A}_2, \bar{A}_3$ – соответственно первым, вторым и третьим из группы будет отобран юноша.

а) Пусть А – событие, что отобраны последовательно три девушки. Тогда $A = A_1A_2A_3$. Так как использована схема без возвращения, то события A_1, A_2, A_3

и, соответственно, $\bar{A}_1, \bar{A}_2, \bar{A}_3$ являются событиями зависимыми. Используем теорему умножения вероятностей для трех зависимых событий

$$P(A) = P(A_1 A_2 A_3) = P(A_1) \cdot P(A_2/A_1) \cdot P(A_3/A_1 A_2).$$

$$\text{По условию: } P(A_1) = \frac{4}{10} = \frac{2}{5}; P(A_2/A_1) = \frac{4-1}{10-1} = \frac{3}{9} = \frac{1}{3}, P(A_3/A_1 A_2) = \frac{4-1-1}{10-1-1} = \frac{1}{4}.$$

$$\text{Тогда } P(A) = P(A_1 A_2 A_3) = \frac{2}{5} \cdot \frac{1}{3} \cdot \frac{1}{4} = \frac{1}{30}.$$

б) Пусть событие В – отобран только один юноша. Так как отбирается один юноша и две девушки, то $B = A_1 \bar{A}_2 \bar{A}_3 + \bar{A}_1 A_2 \bar{A}_3 + \bar{A}_1 \bar{A}_2 A_3$.

Применим теоремы сложения вероятностей несовместных событий и умножения зависимых событий:

$$\begin{aligned} P(B) &= P(A_1 \bar{A}_2 \bar{A}_3 + \bar{A}_1 A_2 \bar{A}_3 + \bar{A}_1 \bar{A}_2 A_3) = P(A_1) \cdot P(\bar{A}_2/A_1) \cdot P(\bar{A}_3/A_1 A_2) + \\ &+ P(\bar{A}_1) \cdot P(A_2/\bar{A}_1) \cdot P(\bar{A}_3/\bar{A}_1 A_2) + P(\bar{A}_1) \cdot P(\bar{A}_2/\bar{A}_1) \cdot P(A_3/\bar{A}_1 \bar{A}_2) = \frac{4}{10} \cdot \frac{3}{9} \cdot \frac{6}{8} + \\ &+ \frac{6}{10} \cdot \frac{4}{9} \cdot \frac{3}{8} + \frac{6}{10} \cdot \frac{4}{9} \cdot \frac{3}{8} = \frac{1}{10} + \frac{1}{10} + \frac{1}{10} = \frac{3}{10} = 0,3. \end{aligned}$$

в) Обозначим С - событие, что хотя бы один из отобранных студентов юноша. Тогда \bar{C} - все три отобранных студента - девушки. События С и \bar{C} противоположные и образуют полную группу событий $P(C) + P(\bar{C}) = 1$.

$$P(\bar{C}) = P(\bar{A}_1 \bar{A}_2 \bar{A}_3) = \frac{1}{30} \text{ (см. первый пункт).}$$

$$\text{Тогда } P(C) = 1 - P(\bar{C}) = 1 - \frac{1}{30} = \frac{29}{30}.$$

$$\text{Ответ: а) } \frac{1}{30}; \text{ б) } \frac{3}{10}; \text{ в) } \frac{29}{30}.$$

Тема 3. Основы квантовой статистики.

Пример 3. Производственная фирма получает комплектующие изделия от трех поставщиков в соотношении 1:2:3. Известно, что от первого поставщика поступает 80 % изделий высшего качества, от второго 85 % и третьего - 90 %. Определить, что случайно взятое изделие будет высшего качества. Случайно взятое изделие оказалось высшего качества. Найти вероятность того, что оно поступило от третьего поставщика.

Решение. Обозначим через А - событие, что случайно взятое изделие имеет высшее качество. Так как изделия поступают от трех поставщиков, то можно

выделить следующие события: B_1 -случайно взятое изделие поступило от первого поставщика; B_2 - случайно взятое изделие поступило от второго поставщика; B_3 - случайно взятое изделие поступило от третьего поставщика.

Тогда $P(B_1) = \frac{1}{1+2+3} = \frac{1}{6}$; $P(B_2) = \frac{2}{1+2+3} = \frac{2}{6} = \frac{1}{3}$; $P(B_3) = \frac{3}{1+2+3} = \frac{1}{2}$; $\sum_{i=1}^n B_i = \frac{1}{6} + \frac{1}{3} + \frac{1}{2} = 1$.

По условию $P(A/B_1) = 0,8$; $P(A/B_2) = 0,85$; $P(A/B_3) = 0,9$. Так как изделие высшего качества может быть получено от одного из трех поставщиков, то вероятность события A найдем по формуле полной вероятности.

$$P(A) = \sum_{i=1}^n P(B_i) \cdot P(A/B_i) = \frac{1}{6} \cdot 0,8 + \frac{1}{3} \cdot 0,85 + \frac{1}{2} \cdot 0,9 = 0,8667.$$

Пусть взятое наугад изделие - высшего качества. Найдем вероятность того, что оно поступило от третьего поставщика, т.е. $P(B_3/A)$

Воспользуемся формулами Байеса: $P(B_i/A) = \frac{P(B_i) \cdot P(A/B_i)}{P(A)}$.

$$P(B_3/A) = \frac{P(B_3) \cdot P(A/B_3)}{P(A)} = \frac{\frac{1}{2} \cdot 0,9}{0,8667} = 0,5192.$$

Ответ: 0,8667; 0,5192.

Тема 4. Общие понятия термодинамики

Пример 4. В двух урнах имеется по шесть шаров, из которых 4 красного и 2 черного цвета. Из первой урны вынимается наудачу один шар и перекладывается во вторую урну. Затем из второй урны вынимают один шар. Найти вероятность, что он красный.

Шар, вынутый из второй урны, оказался красным. Какова вероятность того, что из первой урны во вторую переложен черный шар.

Решение. Обозначим через A – событие, что шар, взятый из второй урны, красный, через B_1 и B_2 – соответственно события: шар, вынутый из первой урны и переложенный во вторую урну – красный; шар, вынутый из первой урны и переложенный во вторую – черный! Событие A может появиться вместе с одним из несовместных событий B_1 и B_2 . Тогда, согласно формулы полной вероятности $P(A) = P(B_1) \cdot P(A/B_1) + P(B_2) \cdot P(A/B_2)$.

Тема 5. Уравнение состояния термодинамической системы. Первое начало термодинамики.

Пример 5. Случайная величина X задана законом распределения

X	1	7	10
P	0,3	0,2	0,5

Найти математическое ожидание, дисперсию и среднее квадратическое отклонение случайной величины X.

Решение. Математическим ожиданием дискретной случайной величины X называется сумма произведений значений случайной величины X на соответствующие им вероятности.

Следовательно, $M(X) = 1 \cdot 0,3 + 7 \cdot 0,2 + 10 \cdot 0,5 = 6,7$.

Дисперсией дискретной случайной величины X называется математическое ожидание квадрата отклонений случайной величины X от ее математического ожидания.

$$D(X) = M(X - M(X))^2; D(X) = (1 - 6,7)^2 \cdot 0,3 + (7 - 6,7)^2 \cdot 0,2 + (10 - 6,7)^2 \cdot 0,5 = 15,21.$$

Дисперсия может быть найдена также по формуле $D(X) = M(X^2) - M^2(X)$.

$$M(X^2) = \sum_{i=1}^n x_i^2 p_i = 1^2 \cdot 0,3 + 7^2 \cdot 0,2 + 10^2 \cdot 0,5 = 60,1;$$

$$D(X) = 60,1 - 6,7^2 = 15,21.$$

Среднее квадратическое отклонение есть корень квадратный из дисперсии случайной величины X. $\sigma(X) = \sqrt{D(X)} = \sqrt{15,21} = 3,9$.

Тема 6. Второе начало термодинамики.

Пример 6. Независимые случайные величины X и Y заданы законами распределения:

X	1	3	5
P(x)	0,2	0,5	0,3

Y	-2	4
P(y)	0,4	0,6

Составить законы распределения случайных величин: $Z = X + Y$ и $Y = XY$. Начертить график распределения вероятностей случайной величины Z.

Решение. Значения случайной величины Z равны сумме возможных значений случайной величины X с каждым возможным значением случайной величины Y, а вероятности значений случайной величины Z равны произведениям вероятностей слагаемых.

Z	1+(-2)	1+4	3+(-2)	3+4	5+(-2)	5+4
P(z)	0,2·0,4	0,2·0,6	0,5·0,4	0,5·0,6	0,3·0,4	0,3·0,6

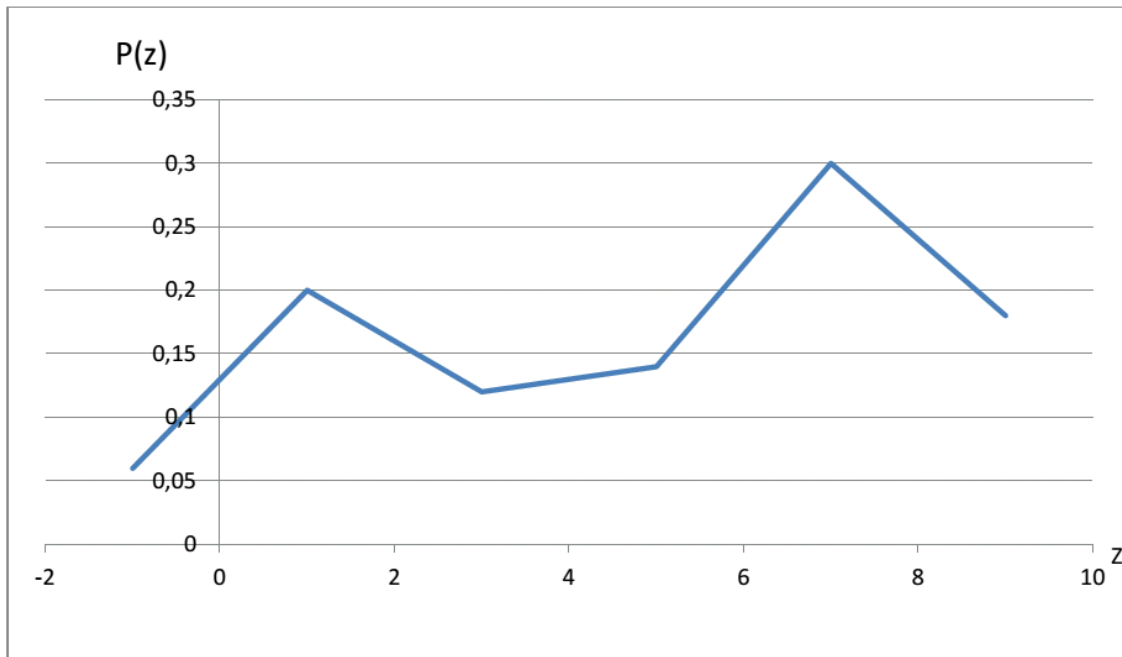
Z	- 1	5	1	7	3	9
P(z)	0,06	0,14	0,20	0,30	0,12	0,18

Следует упорядочить значения случайной величины Z.

Z	- 1	1	3	5	7	9
P(z)	0,06	0,20	0,12	0,14	0,30	0,18

Значения случайной величины V равны произведениям возможных значений случайной величины X на каждое возможное значение случайной величины Y, а вероятности значений случайной величины V равны произведениям вероятностей значений сомножителей.

Построим график распределения вероятностей случайной величины Z.



Тема 7. Состояние вещества. Фазовые переходы.

.Непрерывные случайные величины задаются функцией распределения вероятностей случайной величины $F(x)$ или функцией плотности вероятностей $f(x)$. Причем по определению $F(x) = P(X < x)$, $f(x) = F'(x)$. Случайная величина называется непрерывной, если ее функция распределения есть непрерывная, кусочно-дифференцируемая функция с непрерывной производной.

Зная функцию плотности вероятностей $f(x)$ можно найти функцию распределения $F(x)$ по формуле:

$$F(x) = \int_{-\infty}^x f(x)dx.$$

Вероятность попадания непрерывной случайной величины в заданный интервал находится по формулам:

$$P(a \leq X < b) = F(b) - F(a); P(a < X < b) = \int_a^b f(x)dx.$$

Если необходимо найти числовые характеристики непрерывных случайных величин, то применяются формулы:

$$M(X) = \int_{-\infty}^{\infty} xf(x)dx \text{ или } M(X) = \int_a^b xf(x)dx, x \in (a; b)$$

$$D(X) = \int_{-\infty}^{\infty} (x - M(X))^2 f(x)dx = \int_{-\infty}^{\infty} x^2 f(x)dx - M^2(x),$$

$$\text{или } D(X) = \int_a^b (x - M(X))^2 f(x)dx = \int_a^b x^2 f(x)dx - M^2(X), x \in (a; b).$$

При решении практических задач часто приходится использовать определенные функции плотности распределения, к важнейшим из которых относятся нормальное, равномерное, показательное.

Пример 8. Непрерывная случайная величина X задана функцией

$$F(x) = \begin{cases} 0, & \text{при } x \leq 0, \\ \frac{x^3}{125}, & \text{при } 0 < x \leq 5, \\ 1, & \text{при } x > 5. \end{cases}$$

Тема 8. Каноническое распределение Гиббса.

Пример 9. Пусть необходимо составить ряд распределения 50 хозяйств по среднегодовой численности работников на 100 га сельскохозяйственных угодий. Рассчитаны значения данного признака по каждому предприятию:

2,57	2,33	6,28	7,16	12,68	4,34	3,20	5,46	4,38	6,65
2,89	4,14	4,03	3,31	5,61	3,48	3,94	5,40	4,77	4,81
3,29	4,42	5,29	1,25	5,56	2,91	3,66	2,72	5,88	6,87
3,87	3,79	4,50	2,24	5,34	4,28	3,05	3,52	6,59	6,33
6,13	3,62	4,31	4,85	5,71	7,65	4,29	4,10	4,74	4,74

Так как значения признака заполняют промежуток значений, то строится интервальный ряд распределения с равными интервалами. Число групп, на которые разбивается вариационный ряд, определяется по следующей формуле:

$$k = 1 + 3,322 \lg n; k = 1 + 3,322 \lg 50 = 6,6.$$

Учитывая небольшой объем совокупности предприятий, примем число групп равным 6, значит $k = 6$.

Величина интервала находится по формуле

$$h = \frac{x_{max} - x_{min}}{k},$$

где X_{min} и X_{max} , соответственно, наименьшее и наибольшее значения признака.

Величина интервала округляется обычно в сторону увеличения до принятой точности измерения признака. Если крайние значения значительно отличаются от рядом расположенных значений, то в приведенной формуле они не учитываются, тогда строится ряд распределения с открытыми крайними интервалами. Например, значение 1,25 существенно отличается от следующего за ним 2,24, а также 12,68 существенно отличается от предыдущего значения 7,65, тогда:

$$h = \frac{7,65 - 2,24}{6} = 0,902.$$

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В преподавании дисциплины «*Основы теоретической физики*» используются разнообразные образовательные технологии как традиционные, так и с применением активных и интерактивных методов обучения.

Активные и интерактивные методы обучения:

- *Интерактивная лекция (тема №1, тема №4);*
- *Разбор конкретных ситуаций (тема №2, тема №3, тема №6);*
- *Проблемная лекция (тема №5);*
- *Анализ ситуаций (тема №8)*
- *Применение имитационных моделей (тема №7).*

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Текущий контроль успеваемости

Вопросы к рейтинг-контролю 1

1. Возможно ли самопересечение фазовой траектории консервативной механической системы?
2. Найти фазовую траекторию а) свободной материальной частицы; б) частицы, свободно падающей с высоты h . Как изменится траектория при учете сопротивления движению со стороны среды (а)? при учете неупругости соударения частицы с

поверхностью Земли (б)?

3. Качественно изобразить движение первоначально круглой фазовой капли для одномерного свободного движения материальной частицы.
4. Как выглядит спектр системы пяти невзаимодействующих спинов $S = 1/2$? трех осцилляторов с заданной частотой ω ?
5. Что такое статистический вес макроскопического состояния?
6. Привести примеры неполного термодинамического равновесия.
7. Что такое μ - пространство? Γ -пространство?
8. Можно ли диагонализировать матрицу плотности системы в неравновесном состоянии?
9. Какова размерность матрицы плотности системы пяти спинов $S = 1/2$?
10. В чем заключается парадоксальность циклов Пуанкаре?
11. Как понимать обратимость уравнения Лиувилля? В чем заключается парадоксальность обратимости?
12. Какие системы называются эргодическими?
13. Проиллюстрировать закон возрастания энтропии на примере контакта двух спиновых систем $S=1/2$ с начальной конфигурацией $\uparrow\uparrow\uparrow\uparrow \mid \downarrow\downarrow\downarrow\downarrow\downarrow$.
14. Какая отрицательная температура является наиболее горячей?
15. Написать большое каноническое распределение и большую статсумму с использованием обозначения λ для абсолютной активности.
16. Как выглядит большое каноническое распределение для двухкомпонентной системы?
17. Чему равно значение $f(\epsilon)$ на уровне Ферми?
18. Пусть имеются три двукратно вырожденных уровня энергии. Сколько существует способов размещения на них трех электронов?
19. Почему малы вероятности больших флуктуаций?
20. В чем заключается аномальный характер спиновой системы?
21. Чему равно значение энтропии на один спин $S=1$ в пределе бесконечно больших температур?
22. Перечислите свойства хипотенциала.
23. В чем состоит принцип эквивалентности равновесных ансамблей?
24. Какие величины не флуктуируют в микроканоническом ансамбле?

Вопросы к рейтинг-контролю 2

1. Приведите примеры обратимых и необратимых процессов.
2. Почему при квазистатическом изменении внешних параметров не меняется энтропия системы?
3. Напишите основное уравнение термодинамики для квазистатических процессов.
4. Приведите примеры величин, не являющихся функциями состояния системы.
5. Какие системы называют термостатами?
6. Сформулируйте теоремы Карно.
7. Что такое нулевой закон термодинамики?
8. Приведите различные формулировки первого закона термодинамики.
9. Приведите различные формулировки второго закона термодинамики.
10. Сформулируйте третий закон термодинамики.
11. Какие термодинамические потенциалы вы знаете?
12. Найдите связь между внутренней энергией системы и ее большим потенциалом.
13. Какие параметры называются экстенсивными и интенсивными?
14. Обобщите соотношение $G = \mu N$ на двухкомпонентную систему.
15. Как связаны свободная энергия и статсумма? большой потенциал и большая статсумма?

Вопросы к рейтинг-контролю 3

1. Приведите примеры соотношений Максвелла, исходя из выражения $d\sigma(E, V, N)$.
2. Сформулируйте принцип максимальной работы.
3. Приведите самый общий вид дифференциального уравнения обратимого адиабатического процесса.
4. Перепишите в виде якобиана выражение $(\partial E / \partial \tau)_{V, N}$.
5. Укажите условия равновесия двух фаз для двухкомпонентной системы.
6. Каков примерный вид изобар в плоскости $V - \tau$ для систем, изотермы которых изображены на рис. 6.1 ?
7. Что такое тройная точка? фазовые диаграммы?
8. Изобразите изотермы газа Ван-дер-Ваальса в плоскости $p - V$.
9. Как возникают зародыши новой фазы при фазовых превращениях?
10. Что такое молекулярное поле в магнитных веществах?
11. Приведите примеры параметров порядка при фазовых переходах второго рода.
12. Напишите условие химического равновесия для реакции горения водорода.

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины (экзамен)

Вопросы к экзамену

1. Фазовые пространства. Теорема Леувилля.
2. Термодинамическая вероятность. Теорема Маркова.
3. Распределение Пуассона.
4. Распределение Максвелла по проекциям скоростей.
5. Распределение Максвелла по модулям скоростей и по энергиям.
6. Распределение Максвелла-Больцмана. Барометрическая формула Торричелли.
7. Квантовые системы и их свойства.
8. Распределение состояний по энергиям в фазовом пространстве.
9. Статистика бозонов. Распределение Бозе-Эйнштейна.
10. Статистика фермионов. Статистика Ферми-Дирака.
11. Вывод распределения Гиббса.
12. Статистический смысл энтропии. Энтропия и вероятность.
13. Статистический характер второго начала термодинамики.
14. Нулевое начало термодинамики.
15. Равновесные состояния термодинамической системы. Параметры состояния термодинамической системы.
16. Уравнения и функции состояния.
17. Термодинамические коэффициенты и теплоемкости.
18. Первое начало термодинамики.
19. Связь c_p и c_v .
20. Адиабатический процесс.
21. Политропический процесс.
22. Тепловые двигатели. Цикл Карно.
23. Энтропия – функция состояния.
24. Энтропия адиабатических процессов.
25. Энтропия идеального газа. Расширение идеального газа в пустоту.
26. Возрастание энтропии при смешивании двух идеальных газов.
27. Термодинамические функции.
28. Изотермы Ван-дер-Ваальса для реальных газов.
29. Фазовые переходы. Формула Клапейрона-Клаузиуса.
30. Силы поверхностного натяжения. Капиллярное явление.

Организация и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Приводится характеристика всех видов и форм самостоятельной работы студентов, включая текущую и творческую/исследовательскую деятельность студентов:

Текущая СРС, направленная на углубление и закрепление знаний студента, развитие практических умений включает:

- работу с лекционным материалом, поиск и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуально заданной проблеме курса,
- выполнение домашних заданий, контрольных работ,
- изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку,
- подготовку к практическим и семинарским занятиям;
- подготовка к контрольной работе, к зачету, экзамену.

Творческая проблемно-ориентированная самостоятельная работа (ТСР), ориентированная на развитие интеллектуальных умений, комплекса универсальных (общекультурных) и профессиональных компетенций, повышение творческого потенциала студентов включает следующие виды работ по основным проблемам курса:

- поиск, анализ, структурирование и презентация информации,
- анализ научных публикаций по заранее определенной преподавателем теме;
- анализ статистических и фактических материалов по заданной теме, проведение расчетов, составление схем и моделей на основе статистических материалов.

Содержание самостоятельной работы студентов по дисциплине

Темы самостоятельной работы:

1. Упаковочные пространства на плоскости.
2. Критерий трансляционной упаковки полимино
3. Перебор всех возможных трансляционных упаковок заданного полимино с заданным коэффициентом упаковки.
4. Перебор всех возможных периодических упаковок двух полимино, связанных центром инверсии.
5. Составление кода периодического разбиения плоскости на полимино.
6. Восстановление разбиения плоскости на полимино по коду упаковки.
7. Послойный рост периодического разбиения плоскости на полимино. Формирование многоугольника послойного роста.
8. Построение многоугольника послойного роста методом «звезды».
9. Анализ спектра многогранников роста органического реального молекулярного кристалла.
10. Построение конструктивных фракталов. Расчет фрактальной размерности.
11. Анализ природных фрактальных объектов.
12. Исследование фракталов Жюлиа с помощью компьютерной программы.
13. Скорость послойного роста одномерного квазикристалла Фибоначчи.
14. Координационные числа квазипериодического разбиения Розы.
15. Многоугольник послойного роста двумерного квазипериодического разбиения Розы.
16. Построение мозаик Пенроуза с помощью специальной программы.

Контроль самостоятельной работы

Оценка результатов самостоятельной работы организуется как единство двух форм: самоконтроль и контроль со стороны преподавателей. Оценка результатов самостоятельной работы организуется следующим образом:

- контрольные вопросы, задаваемые при выполнении и защитах лабораторных работ;
- контрольные вопросы, задаваемые при проведении практических занятий,

- вопросы для самоконтроля;
- вопросы тестирований;
- выполнение домашних работ;
- выполнение самостоятельных и контрольных работ
- вопросы, выносимые на экзамен.
- реферат с элементами проектирования;
- доклады на конференц-неделях.

Оценка качества освоения дисциплины производится по результатам следующих контролируемых мероприятий:

Контролирующие мероприятия	Результаты обучения по дисциплине
Самостоятельные работы на практических занятиях	Знание основных формул и определений
Контрольные работы на практических занятиях	Умение самостоятельно находить решение поставленной задачи
Участие студентов в научной дискуссии по подготовленным и представленным презентациям, рефератам во время проведения конференц-недели	Овладение опытом анализа информационных источников; выступлений с докладами и участия в дискуссиях; разделения научного и ненаучного знания;
Выполнение и защита индивидуальных заданий	Знание основных формул и определений. Умение самостоятельно находить решение поставленной задачи
Тестирование	Знание основных формул и определений. Умение самостоятельно находить решение поставленной задачи

Контроль со стороны преподавателя и самоконтроль осуществляется в соответствии с рейтингом-планом дисциплины, во время практических и лабораторных занятий, коллоквиумов, защиты домашних заданий.

Темы курсовых работ по дисциплине «Основы теоретической физики»

1. Принципы самоорганизации структур в природе.
2. Методы исследования строения вещества.
3. Энтропия и информация.
4. Фазовые траектории открытых физических систем.
5. Моделирование кристаллического состояния.
6. Квазикристаллы.
7. Модели роста кристаллов.
8. Хаотическое состояние вещества и его описание.
9. «Замороженная плазма» - пятое состояние вещества.

Проектная деятельность

1. Создание школьных виртуальных лабораторных работ по термодинамике.
2. Компьютерная визуализация модели идеального газа.
3. Компьютерное моделирование цикла Карно.

Фонд оценочных средств для проведения аттестации уровня сформированности компетенций обучающихся по дисциплине оформляется отдельным документом.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. Книгообеспеченность

Наименование литературы: автор, название, вид издания, издательство	Год издания	КНИГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ	
		Количество экземпляров изданий в библиотеке ВлГУ в соответствии с ФГОС ВО	Наличие в электронной библиотеке ВлГУ
1	2	3	4
Основная литература			
1. Елифанов В.С. Термодинамика [Электронный ресурс]: практикум/ Елифанов В.С., Степанов А.М.— Электрон.текстовые данные.— М.: Московская государственная академия водного транспорта.— 86 с.	2015		http://www.iprbookshop.ru/47960
2. Основы статистической физики: Учебное пособие / А.Г. Браун, И.Г. Левитина. - 3-е изд. - М.: НИЦ ИНФРА-М. - 120 с.	2015		http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=478437
3. Московский С.Б. Курс статистической физики и термодинамики [Электронный ресурс]: учебник для вузов/ Московский С.Б.— Электрон.текстовые данные.— М.: Академический Проект, Фонд «Мир».— 317 с.	2015		http://www.iprbookshop.ru/36735
4. Козырев А.В. Термодинамика и молекулярная физика [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Козырев А.В.— Электрон.текстовые данные.— Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Эль Контент.— 114 с.	2012		http://www.iprbookshop.ru/13871
Дополнительная литература			
1. Теоретическая физика. Том 5. Статистическая физика [Электронный ресурс]: Учеб. пособие.: Для вузов. / Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М. - 5-еизд., стереот.- М. : ФИЗМАТЛИТ.	2010		http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922100540.html
2. Лисейкина Т.А. Курс физики. Раздел шестой. Статистическая физика и термодинамика [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Лисейкина Т.А., Пинегина Т.Ю., Черевко А.Г.— Электрон.текстовые данные.— Ново-	2013		http://www.iprbookshop.ru/45476

сибирск: Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики.— 122 с.			
3. Вильф Ф.Ж. Опусы теоретической физики (Opeparostuma) [Электронный ресурс]/ Вильф Ф.Ж.— Электрон.текстовые данные.— М.: Когито-Центр.— 688 с.	2010		http://www.iprbookshop.ru/15562
4. Дубровский В.Г. Механика, термодинамика и молекулярная физика. Сборник задач и примеры их решения [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Дубровский В.Г., Харламов Г.В.— Электрон.текстовые данные.— Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет.— 177 с.	2010		http://www.iprbookshop.ru/45391

7.2. Периодические издания

«Земля и вселенная». М.: Наука;
«Природа» М.: Изд. РАН;
«Физика в школе» М.: Школьная пресса;
«Успехи физических наук» М.: Изд. РАН;
«Физика» М.: Первое сентября.

7.3. Интернет-ресурсы

CourseLab 2.7;

Открытая физика (часть I)

<http://physics.ru/courses/op25part1/content/content.html#.V80iwVuLTcs>

Открытая физика (часть II)

<http://physics.ru/courses/op25part2/content/content.html#.V80jOVuLTcs>

Физика, химия, математика студентам и школьникам

<http://www.ph4s.ru/>

Физика в анимациях

<http://physics.nad.ru/>

<https://books.google.ru/books?id=D-NSBAAAQBAJ>

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для реализации данной дисциплины имеются специальные помещения для проведения занятий *лекционного типа, занятий практического типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы.*

Практические работы проводятся в Аудит. 121-7.

Перечень используемого лицензионного программного обеспечения: Лицензии на Microsoft Windows/Office: Microsoft Open License 49487346

Рабочую программу составил _____  зав. кафедрой А.В. Малеев

Рецензент _____  директор МАО СОШ №2 А.В. Белянина

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры общей и теоретической физики
Протокол № 1 от 30.08.19 года

Заведующий кафедрой _____  А.В. Малеев

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направ-
ления 44.03.05 – Педагогическое образование

Протокол № 1 от 30.08.19 года

Председатель комиссии _____  М.В. Артамонова

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____

