

## ПРЕЕМСТВЕННОСТЬ В РАЗВИТИИ ПОНЯТИЯ «ФУНКЦИИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ» В КУРСАХ ОБЩЕЙ И ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ

Квалифицированная подготовка будущего учителя физики должна обеспечить глубокое усвоение студентом научных основ школьного курса физики, понимание преемственности между наукой физикой и изложением ее основ на разных этапах обучения. Однако в практике вузовского преподавания эта задача все еще решается не на должном уровне, многие студенты затрудняются перейти от вузовского изложения к школьному, в физическом миропонимании малое место занимают вероятностно-статистические представления и доминируют представления о динамической закономерности. Существование указанных затруднений связано с тем, что при изучении курсов общей и теоретической физики, методики преподавания физики не уделяется достаточное внимание вопросу реализации дидактического принципа преемственности между этими курсами, а также органическому единству содержания и методов обучения во всей системе физического образования, начиная со школьного курса, кончая курсами общей и теоретической физики в университете [1, с. 100].

На это указывается и в объяснительной записке программы педагогических институтов: «...Поскольку курсы общей и теоретической физики являются ступенями единой системы специального физического образования будущего учителя, должна быть обеспечена преемственность этих курсов. Эта преемственность, прежде всего достигается наличием в программе по теоретической физике разделов, содержащих основной феноменологический материал. При чтении курса теоретической физики необходимо уделять должное внимание анализу основных опытных фактов, подробно изучаемых в курсе общей физики» [2, с. 17].

Исходя из этого составлена таблица, где сравниваются учебные материалы курсов общей и теоретической физики, относящиеся к изучению понятия «функции распределения», с целью установления преемственности.

Молекулярная физика и  
термодинамика'  
Статистическая физика  
\_\_\_ и термодинамика \_\_\_\_\_

## **Введение.**

**Основные представления молекулярно-кинетической теории вещества.** Давления газа. Абсолютная температура. Идеальный газ. Уравнение Клапейрона-Менделеева. Газовые законы. Основное уравнение кинетического столкновения абсолютной температуры и давления. Измерение температуры. Измерение скоростей молекул, опыт Штерна. Распределение скоростей молекул по Максвеллу. Барометрическая формула. Распределение Максвелла-Больцмана. Распределение энергии молекул по степеням свободы. Флуктуации в идеальном газе и их проявления. **Реальные газы и жидкости.** Уравнение Ван-дер-Ваальса. Критическое состояние. Внутренняя энергия реального газа. Эффект Джоуля-Томсона. Фазовые переходы. Равновесие жидкости и пара. Свойства жидкого состояния. Поверхностный слой. Поверхностное натяжение. Смачивание. Формула Лапласа. Капиллярные явления. Осмотическое давление. Растворы. Плазма. Методы получения и основные характеристики плазмы. **Твердые тела.** Аморфные и кристаллические тела. Кристаллические решетки. Классификация кристаллов по типу связей. Анизотропия кристаллов. Дефекты в кристаллах. Тепловые свойства кристаллов. Тепловое расширение. Плавление и кристаллизация. Диаграмма равновесия твердой, жидкой и газовой фаз. Жидкие кристаллы.

## **Введение.**

Системы многих частиц. Динамические и статистические методы в физике. Феноменологическая термодинамика и статистическая физика. **Основные положения статистической физики.** Макроскопическая система, ее микросостояния и макросостояния. Квантовый и классический способы описания микросостояний. Средние по времени. Статистический ансамбль. Функция распределения. Термодинамические величины как средние по ансамблю. Понятия о флуктуациях и их оценка в макроскопических системах. Равновесные и неравновесные макросостояния. Принцип равновероятности микросостояний, микроканоническое распределение.

## **Статистические распределения системы в термостате**

Каноническое распределение Гиббса. Каноническое распределение по состояниям и энергиям в квантовой и классической физике. Статистическая сумма (интеграл) и ее связь со свободной энергией. Вычисление термодинамических параметров на основе распределения Гиббса (средняя энергия, давление, энтропия). Флуктуация энергии системы в термостате.

Основные применения распределения Гиббса. Теорема о равномерном распределении кинетической энергии по степеням свободы. Классическая теория теплоемкости кристаллов. Распределение Максвелла по скоростям.

Большое каноническое распределение. Основные термодинамические соотношения для систем с переменным числом частиц. Флуктуации числа частиц системы.

**Свойства идеальных и реальных газов** Распределение Больцмана для молекул идеального газа. Применение канонического распределения Гиббса для идеальных одноатомных и двухатомных газов. Классическая теория теплоемкостей идеального газа. Квантовая теория теплоемкостей двухатомных газов. Характеристические температуры. Реальные газы. Уравнение Ван-Дер-Ваальса. Теплоемкость кристаллов (классическая теория). Теплоемкость кристаллов по Эйнштейну. Теплоемкость кристаллов по Дебаю.

### **Квантовая статистика идеального газа**

Распределения Ферми-Дирака и Бозе-Эйнштейна. Условия перехода к классической статистике, критерии вырождения. Применения квантовых функций распределений.

**Элементы теории флуктуации** Формула Эйнштейна для вероятности флуктуации.

Вероятность флуктуации для системы в термостате.

Распределение Гаусса и флуктуации основных термодинамических величин. Броуновское движение. Формула Эйнштейна-Смолуховского. Флуктуационный предел чувствительности измерительных приборов.

Здесь следует особо останавливаться на раскрытии вероятностно-статистического содержания темы «Распределение скоростей молекул по Максвеллу». Это связано с тем, что именно Максвелл впервые применил вероятностно-статистический метод на количественном уровне в молекулярно-кинетической теории. Сказанное важно с точки зрения реализации принципа историзма в процессе изучения вероятностно-статистических идей и понятий в рамках курса общей физики. С другой стороны, это важно для раскрытия методологического значения вероятностно-статистических идей и понятий. В частности, такой подход способствует: 1) пониманию сущности статистических закономерностей, которые проявляются в совокупности частиц; 2) глубокому усвоению следующих категорий материалистической диалектики: причина и следствие, случайность и необходимость, возможность и действительность, а также закона перехода количественных изменений и качественные; 3) пониманию выбора адекватного математического аппарата для описания системы частиц; 4) формированию статистического стиля мышления, что важно с точки зрения формирования научной картины мира.

Следовательно, методологический аспект изучаемого раздела курса общей физики должен составлять единое целое, он должен дать целостную систему методологических взглядов. Этот вопрос важен, поскольку в существующих курсах излагаются лишь отдельные методологические вопросы, а проблема изложения всей системы методологических взглядов как единого целого не только не разработана, но даже не поставлена четко.

Важность этого требования связана также с невозможностью изложить большинство методологических вопросов во всей полноте в пределах какой-либо одной части курса.

При изучении молекулярной физики, на примере статистической системы показывается практическая неосуществимость динамического описания системы, хотя в принципиальном плане для отдельных молекул эта задача выполнима. Это связано с конечным числом степеней свободы рассматриваемой системы.

Часто на этом методологический анализ рассматриваемой проблемы в рамках курса общей физики заканчивается, в дальнейшем лишь говорится о статистических закономерностях. На наш взгляд, на этом этапе целесообразно поставить для размышления студентов несколько вопросов. Прежде всего, надо рассмотреть внутренние степени свободы молекул. Поскольку «электрон не исчерпаем», внутренняя структура молекул бесконечна. Следовательно, в принципиальном плане мы имеем бесконечное число внутренних степеней свободы, поэтому задача динамического описания системы оказывается неосуществимой.

Далее следует ввести в рассмотрение неустранимые внешние степени свободы, такие, как поле излучения, флуктуации вакуума и т.д., которые еще более подтверждают принципиальную невозможность динамического описания системы. Больше того, при такой постановке вопроса становится ясной невозможность динамического описания движения отдельных частиц системы. Эти вопросы следует изложить как открытый вопрос для размышления. Выяснение и глубокое усвоение этих вопросов позволяет студентам четко представить отличие статистического метода от динамического и его эффективность при описании системы частиц.

Наиболее полно и глубоко вероятностно-статистические закономерности изучаются в разделе «Статистическая физика и термодинамика» курса теоретической физики.

Как видно из таблицы, основные вероятностно-статические идеи и понятия, используемые в разделе «Молекулярная физика и введение в термодинамику» курса общей физики, получают свое дальнейшее развитие в курсе «Статистическая физика и термодинамика». В частности, студенты знакомятся с понятием статистического ансамбля, которое позволяет применять статистический метод к исследованию и описанию системы частиц.

Метод ансамблей был введен в статистическую физику в 1902 г. американским физиком Дж.В.Гиббсом, который обобщив труды Максвелла, Больцмана и др. по молекулярно-кинетической теории, создал классическую статистическую физику [3]. Тем самым он показал эвристическую силу статистического метода при описании системы частиц.

Далее, при изучении основных положений статистической физики студенты глубоко знакомятся со следующими вероятностно-статистическими понятиями; вероятность микроскопического и макроскопического состояния системы: среднее значение случайных величин: функция распределения случайных величин, а также статистическое толкование состояния термодинамического равновесия.

В курсе статистической физики студентам наглядно показывается получение распределения Максвелла-Больцмана из канонического распределения Гиббса. Затем из полученного распределения Максвелла-Больцмана находится распределение молекул по энергии, импульсам и скорости, а также по проекциям скорости. Затем анализируется распределение Больцмана, из которого следует известная барометрическая формула. Используя распределение Максвелла, вычисляются характеристические скорости и находятся наиболее вероятная, средняя и средне квадратичная скорости, где конкретно проявляется преимущество в изучении функции распределения в курсах общей и теоретической физики.

На наш взгляд, преимущество в обучении заключается не только в развитии вероятностно-статических идей и понятий на различных этапах обучения, но и должна обеспечить обратную связь. Это связь характеризуется следующим образом: чем выше профессионально-педагогическая подготовка студентов по реализации преимущественности вероятностно-статистических идей и понятий на разных этапах обучения, тем эффективнее их практическая деятельность в школе по формированию этих понятий. А это, в свою очередь, способствует и облегчает глубокое усвоение их при изучении вузовского курса физики и других естественно-математических, общественно-гуманитарных дисциплин в вузе.

Таким образом, формирование вероятностно-статистических идей и понятий в системе профессионально-педагогической подготовки будущих учителей физики на основе реализации преимущественности в обучении требует:

- выделения в содержании изучаемого программного материала раздела курса теоретической физики общефизических и профессионально значимых знаний; при этом под профессионально значимыми подразумеваются те знания, которые непосредственно связаны со школьным курсом, и тем самым обеспечивается преимущество в формировании соответствующих понятий, а под общефизическими те вопросы, которые не связаны непосредственно со школьным курсом, но без которых нельзя получить профессионально значимые знания;

- введение в курс теоретической физики семинарских занятий с целью раскрытия преимущественности в формировании и развитии вероятностно-статических идей и понятий на различных этапах обучения (школьный курс физики, курсы общей и теоретической физики университета);

Реализация элементов дидактической системы формирования вероятностно-статистических идей и понятий в процессе обучения обеспечивает дальнейшее совершенствование системы подготовки будущих учителей физики путем осуществления органического единства содержания и методов обучения во всей системе физического образования, начиная со школы и кончая курсами общей и теоретической физики в вузе. При этом речь идет не только об уровне трактовки материала или глубине познания, но и об идейном единстве разных уровней одной и той же науки, и о строгой преимущественности отдельных этапов обучения.

## Литература

1. Джораев М. Формирование вероятностно-статистических идей и понятий при подготовке учителя физики: Монография. -Ош, 2003. - 128 с.
2. Программы педагогических институтов (действующие). //Сборник № 18: Общая физика. Теоретическая физика. История физики.- М.: Просвещение, 1985.
3. Гиббс Дж.В. Основные принципы статистической механики. -М.; Л.: Гостехиздат, 1946.