

## МЕСТО И ЗНАЧЕНИЕ СТАТИСТИЧЕСКИХ ПОНЯТИЙ В МОЛЕКУЛЯРНОЙ ФИЗИКЕ

Ж.М. Абдуллаев

Навоийский государственный педагогический институт, Навои, Узбекистан

В статье представлен статистический подход к характеристике сложной системы частиц в агрегированном состоянии вещества в природе путем повышения научного уровня изучения молекулярных явлений с помощью системы физических понятий для формирования статистических представлений в молекулярной физике. Цель ознакомления со статистической информацией – укрепить у учеников статистическое мышление, необходимое для практической деятельности путем формирования их научного мировоззрения.

*Ключевые слова:* молекулярная физика, вероятностно-статистическая идея, статистические методы, среднее значение, макро- и микропараметры, корреляция.

Высокий уровень развития любого общества требует совершенствования системы образования с учетом научно-технического прогресса и на этой основе повышения интеллектуального потенциала профессионалов.

Роль физики в решении таких задач уникальна. Конечно, в истории развития этой науки статистические понятия играют важную роль.

Поскольку они играют важную роль в формировании современного физической картины мира, они также развивают мировоззрение учеников.

Для формирования статистических представлений в молекулярной физике необходимо повысить научный уровень изучения молекулярных явлений с помощью «системы физических представлений, ввести статистический подход к характеристике сложных систем частиц в агрегированных состояниях материи (твёрдых, жидких и газообразных)» [1, с. 22]. Это связано с тем, что цель введения статистической информации – сначала сформировать научное мировоззрение учеников, а затем развить статистическое мышление, необходимое для практической деятельности.

Известно, что свойства системы частиц (молекул, атомов), отличаются от свойств отдельной частицы. Поэтому статистические представления «широко используются при решении задач молекулярной физики» [2, с. 72].

Содержание и последовательность изучения молекулярной физики охватывают три категории вопросов. Это:

1. Основы молекулярно-кинетической теории. В этой теории даже если известны начальные координаты каждой частицы (атома, молекулы), их последующие временные интервалы не могут быть вычислены. Увеличение количества частиц и характер нерегулярного движения требуют использования статистического метода.

2. Внутренняя энергия и механическая работа. При рассмотрении физических основ работы тепловых двигателей пользователю требуется понятие тепла, то есть использование статистического воображения, чтобы показать, что в работе тепловых двигателей только часть энергии от нагревателя используется для КПД работы, а остальное теряется.

3. Агрегатные состояния веществ, т.е. свойства паров, жидкостей и твердых тел. В этом случае важно использовать статистические допущения, чтобы понять средние значения величин, которые характеризуют частицу и

систему частиц, а также отношения между этими средними значениями.

Раздел «Молекулярная физика» преподается в 9-м классе общеобразовательных школ, и в обучении применяются элементы статистических методов. Статистические концепции при изучении молекулярной физики формируются «только на уровне качества в общеобразовательной средней школе, а на этапе высшего образования наряду с уровнем качества развиваются в полном количественном отношении» [3, с. 17].

Следовательно, если обучение молекулярной физике не дает студентам достаточных статистических представления, они не смогут полностью усвоить статистическую природу законов тепловых явлений или свойства и особенности термодинамического равновесия. Например, в молекулярной физике изучается теория молекулярной кинетики, которая основана на изучении свойств идеальных газов статистическими методами. Подробное изучение этой теории позволяет студентам составить правильное представление о случайных процессах молекулярного движения.

Одна из важных задач молекулярно-кинетической теории – найти связь между температурой системы и ее микроскопическими параметрами. Объясняется, что температура – это величина, которая характеризует состояние теплового равновесия. Потому что температура одинакова во всех частях системы, находящейся в равновесии.

С вероятностно-статистической точки зрения наиболее вероятна ситуация равновесия. Чтобы подтвердить эту идею, мы можем сказать, что теплообмен тел продолжается до тех пор, пока они не достигнут состояния равновесия, и в этом случае средняя энергия, соответствующая всем частицам, одинакова. Это означает: если средняя энергия, соответствующая частицам в системе теплообмена, одинакова, теплообмен между ними прекращается. Поэтому в качестве меры температуры принимается средняя кинетическая энергия теплового движения частиц. Согласно статистической теории, это – физическая сущность температуры.

Среднее значение величин, характеризующих движение молекул, указывает на их статистический характер. Например, мы можем принять среднюю квадратичную скорость, среднюю кинетическую энергию, давление и температуру молекул в качестве статистически значимых величин. Взаимосвязь этих величин была описана разными способами во многих книгах по молекулярной физике, и эти величины связаны следующим образом:

$$P = \frac{1}{3} nm_0 \vec{v}_{\text{кв}}^2 \quad (1)$$

$$P = \frac{2}{3} n \vec{E}_k \quad (2)$$

$$P = nkT \quad (3)$$

$$\vec{E}_k = \frac{3}{2} kT \quad (4).$$

Используя приведенные выше идеи и формулы, можно определить, имеют ли величины статистический характер. Во-первых, потому что молекулярные события происходят случайно и непрерывно; во-вторых, приведенные выше уравнения (1), (2) и (4) включают среднеквадратичную

скорость молекул и среднее значение средней кинетической энергии; в-третьих, если известно, что статистическая величина является функцией другой величины, то обе величины будут иметь статистический характер.

Соответственно, из приведенных выше выражений можно видеть, что взаимосвязи между давлением, средней кинетической энергией, температурой и средними квадратичными скоростями носят статистический характер. Точно так же можно рассматривать явление флуктуаций, распределение частиц по скоростям, вывод основных уравнений молекулярной кинетической теории, принцип работы тепловой машины.

Таким образом, нужно показать, что правила формирования статистических представлений частиц в молекулярной физике следующие: характеризуются статистическими законами, поскольку движение отдельных частиц системы частиц является случайным; состояние системы частиц в целом характеризуется средними значениями параметров состояния теплового равновесия (температура, давление); наличие статистически значимой корреляции между макро- и микропараметрами состояния системы.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Джораев М. Вероятностно-статистические идеи в преподавании физики. «Фан» академии наук Республики Узбекистан. Ташкент, 1992.
2. Трофимова Т.И. Курс физики: учеб. пособие для вузов. 11-е изд. М: Академия, 2006. 560 с.
3. Физика. Учебник для 9 класса общеобразовательных школ. Ташкент, 2017.

### THE IMPORTANCE OF STATISTICAL CONCEPTS IN MOLECULAR PHYSICS

**J.M. Abdullaev**

Navoi State Pedagogical Institute, Uzbekistan, Navoi

The article discusses the role and significance of probabilistic and statistical concepts in the formation of the scientific worldview of students about the structure of matter

**Keywords:** *molecular physics, microscopic system, probabilistic-statistical idea, statistical methods, mean value, macro- and micro-parameters, correlation.*

*Об авторе:*

*Абдуллаев Жалил Маликевич* – старший преподаватель кафедры методики преподавания физики и астрономии, Навоийский государственный педагогический институт (210100, Узбекистан, г. Навои, ул. Ибн Сино, 45), e-mail: jalilfizik1980@mil.ru