

30 - Статистический метод описания систем с большим количеством частиц. Распределение Больцмана.

Минусы динамического метода описания систем многих частиц заставляют сделать вывод о том, что при изучении таких систем описание должно иметь обобщённый характер. Оно должно рассматривать не каждую частицу системы по-отдельности, а описывать систему как совокупность большого числа частиц. Все понятия, используемые для описания системы, должны относиться не к отдельным частицам, а к их большим совокупностям. Кроме этого, хаотичность поведения систем многих частиц свидетельствуют о том, что разговор о конкретном «состоянии» таких систем не имеет смысла. Можно лишь говорить о том, что система частиц вероятно будет находиться в том или ином «состоянии». Т.к. мы не сможем точно предсказывать, поведение системы, то нам будет казаться, что её поведение случайно.

Законы поведения совокупностей большого количества частиц исследуются статистическими методами и носят название статистических закономерностей. Описания этих методов строятся на понятиях теории вероятности и математической статистики.

Основные понятие статистического метода:

- 1) число частиц системы со времен не изменяется $N = const$;
- 2) все частицы системы одинаковы по своим свойствам и равноправны в своём поведении;
- 3) поведение частиц системы независимо (положение в пространстве и скорость движения i частицы системы не зависит от положения в пространстве и скорости движения j частицы).

Распределение Больцмана.

Описывает распределение частиц системы в пространстве. Если на частицы не действуют внешние силы, то они распределяются по пространству равномерно – количество частиц dN во всех dV будет практически одинаковым. Если же на частицы действует внешняя сила, то они будут скапливаться там, куда их толкает эта сила. Распределение частиц по пространству зависит от потенциальной энергии частиц, которая является функцией положения в пространстве. Распределение частиц в пространстве есть распределение частиц по радиус-вектору:

$$\frac{dN(\vec{r})}{N} = f(\vec{r})dV$$

Это относительное число частиц, радиус вектор которых принадлежит трёхмерному интервалу $dV = dx \cdot dy \cdot dz = d^3 r$. Разделим это выражение на dV и умножим на число частиц системы N :

$$N * f(\vec{r}) = \frac{dN(\vec{r})}{dV} = n(\vec{r}) \text{ - концентрация частиц}$$

$$n(\vec{r}) = n(\vec{r}_0) \exp\left(-\frac{E_{\text{пот}}(\vec{r}) - E_{\text{пот}}(\vec{r}_0)}{kT}\right)$$

- распределение Больцмана позволяет рассчитывать концентрацию газа, находящегося в равновесном состоянии во внешнем силовом поле.

Анализ распределения Больцмана показывает, что концентрация молекул газа тем выше, чем меньше их потенциальная энергия. Кроме этого, с понижением температуры увеличивается отличие концентраций в точках с различными значениями потенциальной энергии молекул. А при стремлении температуры к абсолютному нулю, молекулы начинают скапливаться в месте, где их потенциальная энергия принимает наименьшее значение.