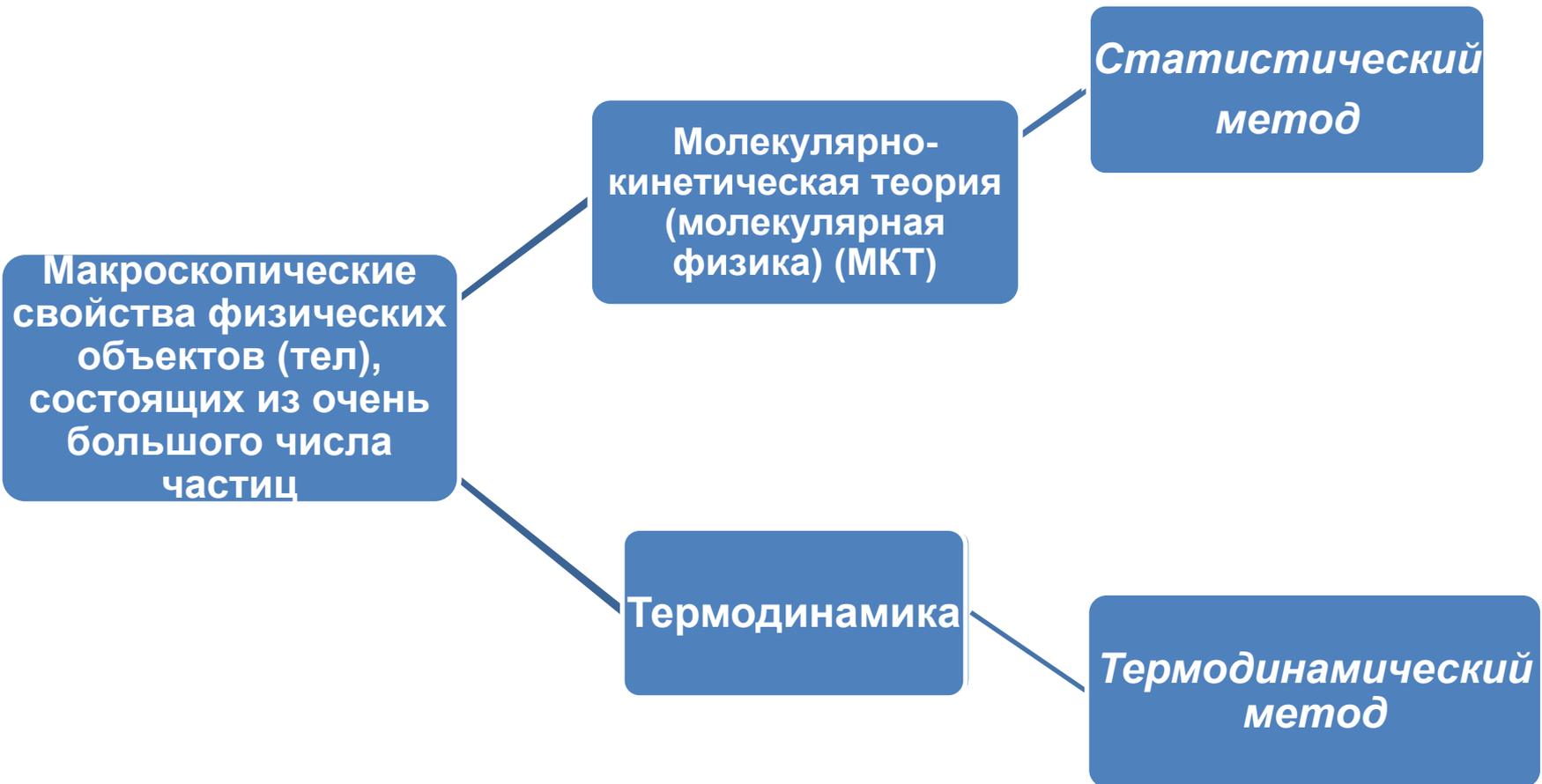


**МОЛЕКУЛЯРНО-КИНЕТИЧЕСКАЯ
ТЕОРИЯ
(МКТ)**

1. Методы молекулярно-кинетической теории и термодинамики



2. Микро- и макроскопические параметры

МИКРО-П

Физические величины, описывающие поведение и свойства каждой частицы внутри системы

- масса молекул, значения координат и импульсов и т.д.

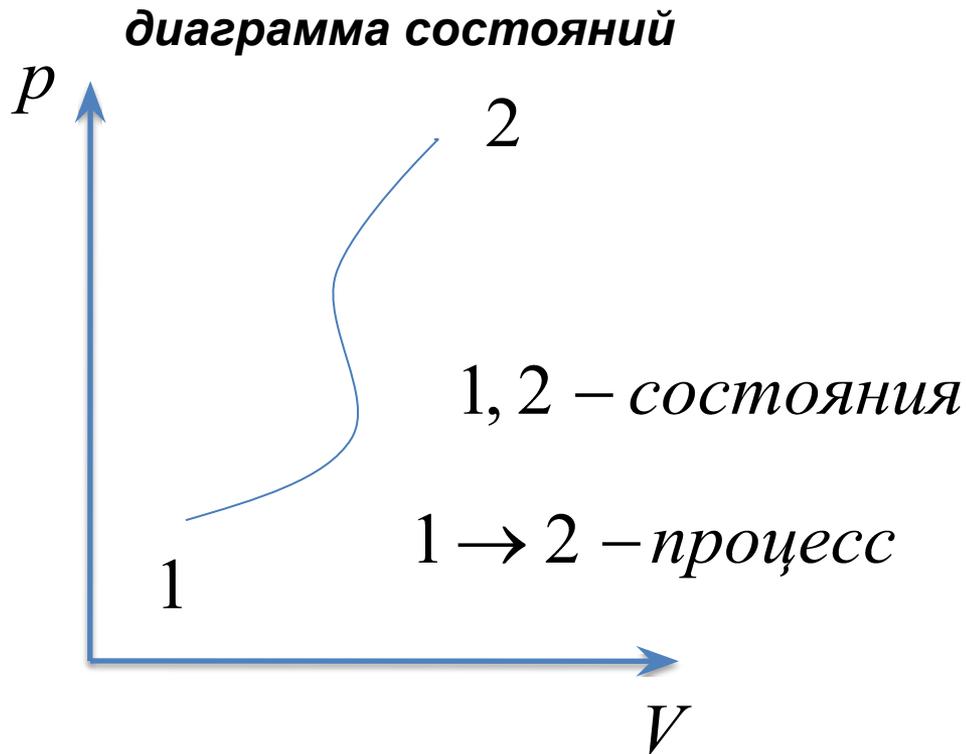
Все макроскопические параметры имеют смысл средних значений

МАКРО-П

Физические величины, характеризующие какие-либо свойства системы частиц как целого или ее отдельной макроскопической части

- Плотность вещества, давление, температура

3. Состояния и процессы в системах



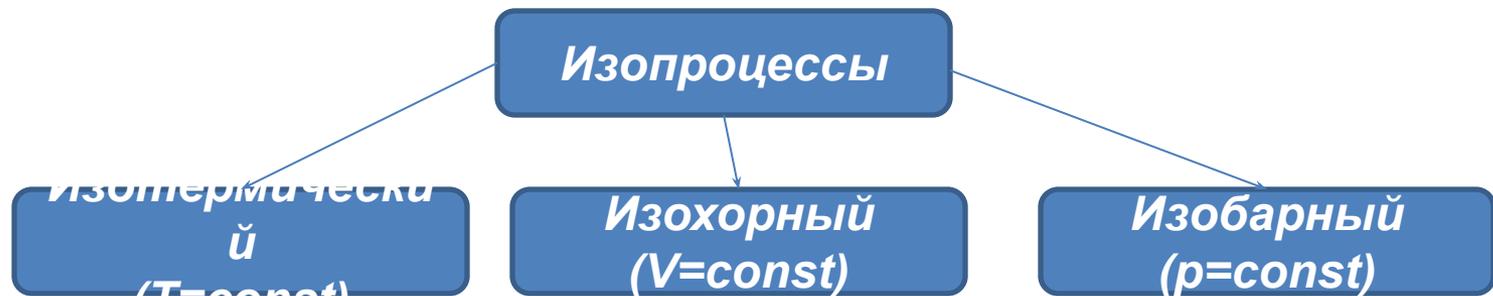
1. В состоянии **равновесия системы** все ее макроскопические параметры (p , V , T) постоянны.

2. **Равновесным (квазистатическим)** называется процесс, представляющий собой непрерывную последовательность равновесных состояний.

3. Обратимым процессом называется процесс, при котором система может проходить одну и ту же непрерывную последовательность равновесных состояний как в прямом, так и в обратном направлениях (любой равновесный процесс является обратимым)

4. Круговым (циклическим) процессом называется такой, при котором после каких-либо макроскопических изменений система переходит в исходное состояние.

5. Процессы, при которых один из макроскопических параметров системы остается постоянным называются *изопроцессами*.



4. Идеальный газ. Уравнение состояния

Идеальным газом называется система частиц, собственными размерами которых по сравнению со средним расстоянием между ними можно пренебречь и взаимодействие между которыми сводится к упругим столкновениям.

Уравнение состояния - математическая связь между равновесными значениями параметров: давлением, объемом и температурой.

$$f(p, V, T) = 0.$$

5. Основные положения МКТ:

- 1) *все тела состоят из атомов или молекул;*
- 2) *между ними существуют силы взаимодействия;*
- 3) *атомы и молекулы находятся в непрерывном хаотическом (тепловом) движении.*

Наиболее характерной количественной мерой «большого числа частиц» является число Авогадро

$$N_A = \frac{\mu}{m_0} = 6.02252 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$$

Движение частиц может обладать двумя составляющими формами - *упорядоченной* и *хаотичной*.

Молекулярно-кинетическая теория рассматривает такие свойства тел, которые обусловлены именно полной *хаотичной* (беспорядочной, случайной) формой.

6. Уравнение состояния идеального

$p = nkT$ - основное уравнение молекулярно-кинетической теории для давления идеального газа

$$k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж} / \text{К} - \text{константа Больцмана}$$

$$pV = \nu RT = \frac{m}{\mu} RT - \text{уравнение Менделеева-Клапейрона}$$

$$R = N_A \cdot k = 8.31 \text{ Дж} / (\text{моль} \cdot \text{К}) - \text{универсальная газовая постоянная}$$

Непосредственно из уравнения Менделеева-Клапейрона вытекают важные следствия.

1. Закон Дальтона: в равновесии давление смеси идеальных газов равно сумме парциальных давлений, которое создает каждый компонент смеси в отдельности.

2. Законы Бойля-Мариотта, Шарля.

7. Степени свободы.

Средняя энергия теплового движения молекул

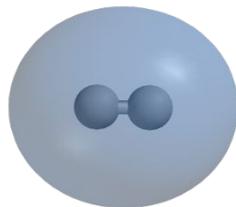
Числом степеней свободы i называется минимальное число физических величин (параметров), которые полностью описывают положение системы в пространстве

$$i = n_{\text{пост}} + n_{\text{вращ}} + 2n_{\text{колеб}}$$



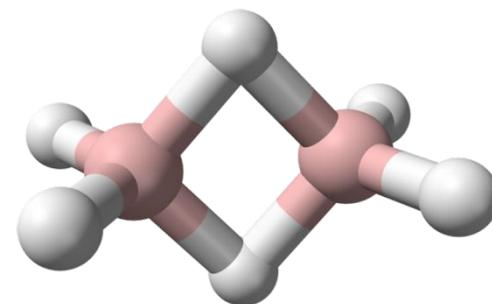
He, Ar, Ne...

$$i = 3$$



H₂, O₂, N₂...

$$i = 5 = 3 + 2$$



CO₂, H₂O...

$$i = 6 = 3 + 2 + 1$$

“Упругие” связи

$$i = 6 = 3 + 3$$

“Жесткие” связи

$$\langle \varepsilon_1 \rangle = \frac{1}{2} kT$$

Закон равномерного распределения энергии по степеням свободы



На каждую степень свободы одной молекулы при ее тепловом движении приходится в среднем одна и та же энергия, равная

$$\langle \varepsilon \rangle = i \langle \varepsilon_1 \rangle = \frac{i}{2} kT.$$