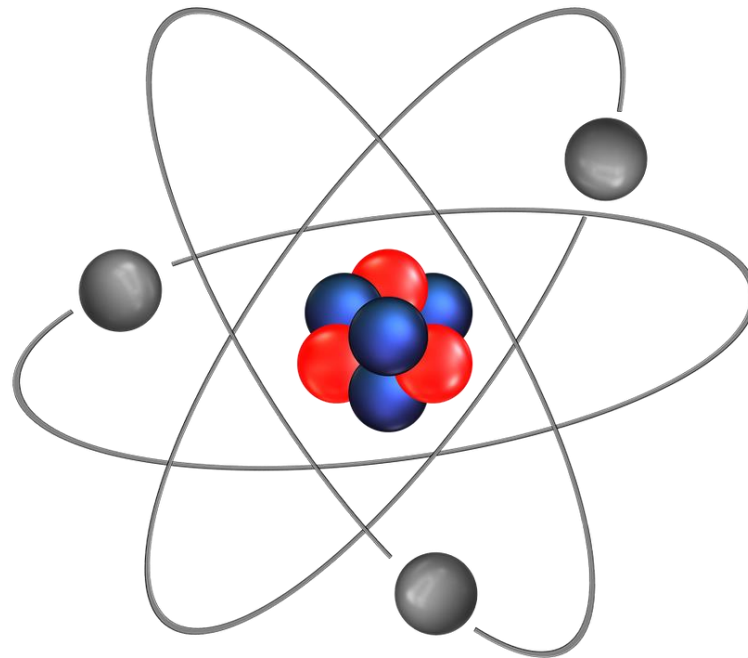


Основы молекулярно-кинетической теории

Росинский Александр
МБОУ СШ №2 г. Вязьмы
11М класс

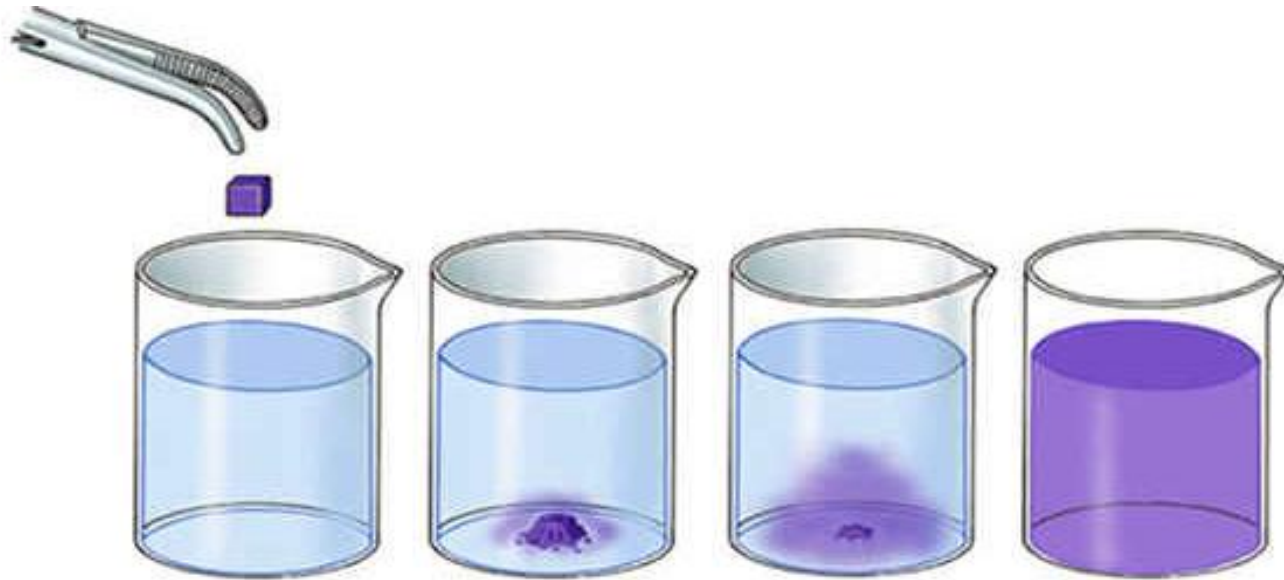
Основные положения молекулярно-кинетической теории (МКТ)

- ▶ - Все тела состоят из частиц;
- ▶ - Все частицы непрерывно, хаотично движутся;
- ▶ - Все частицы взаимодействуют между собой.



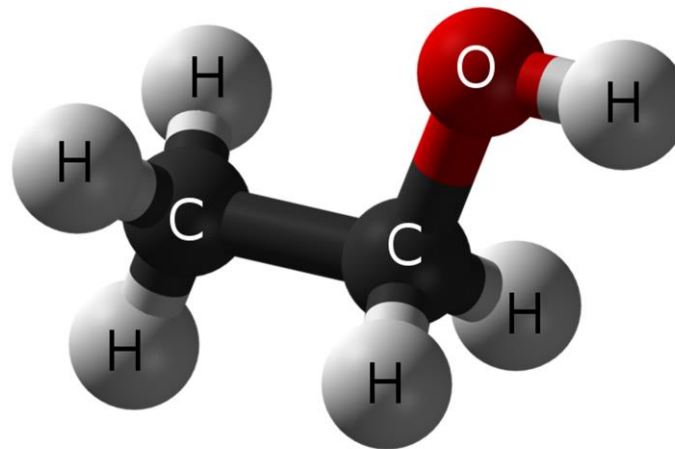
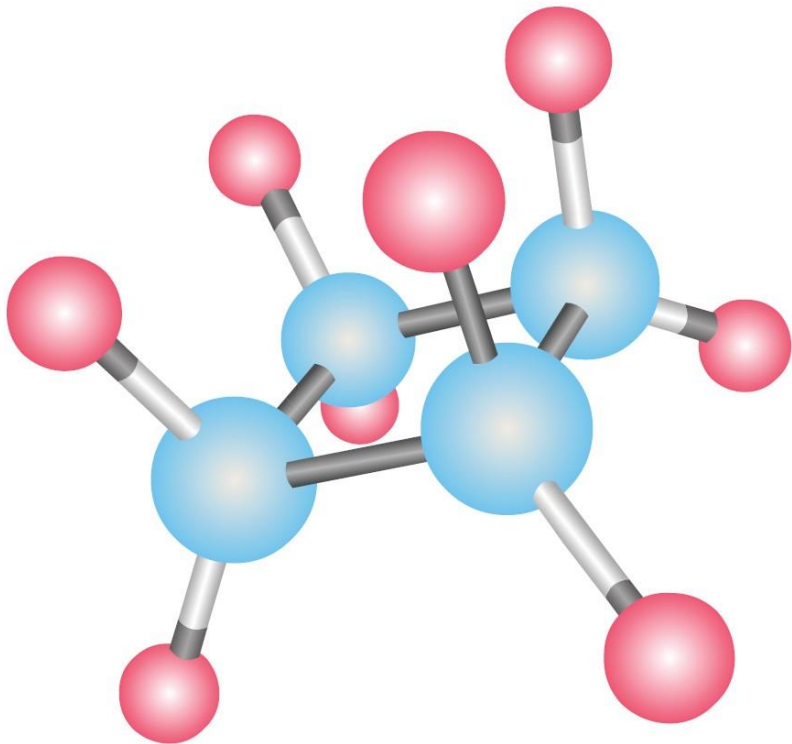
Диффузия

Диффузия – это явление взаимного проникновения соприкасающихся веществ друг в друга, в следствии движения частиц и наличия промежутков между частицами.



Молекула

Молекула – мельчайшая частица, сохраняющая свойства вещества.



Количество вещества

Количество вещества – число молей. Обозначается ν , $[\nu]=1$ моль. В одном моле содержится столько же атомов или частиц, сколько их содержится в углероде массой 0,012 кг.

$$\nu = \frac{m}{M} = \frac{N}{N_A}$$

В одном моле любого вещества содержится одинаковое количество частиц. Постоянная Авогадро – $N_A=6,02 \cdot 10^{23}$ моль⁻¹. *Физический смысл:* Постоянная Авогадро равна числу частиц в одном моле любого вещества.

Молярная масса

Молярная масса – масса вещества взятого в количестве 1 моля.

$$M = m_0 \cdot N_A$$

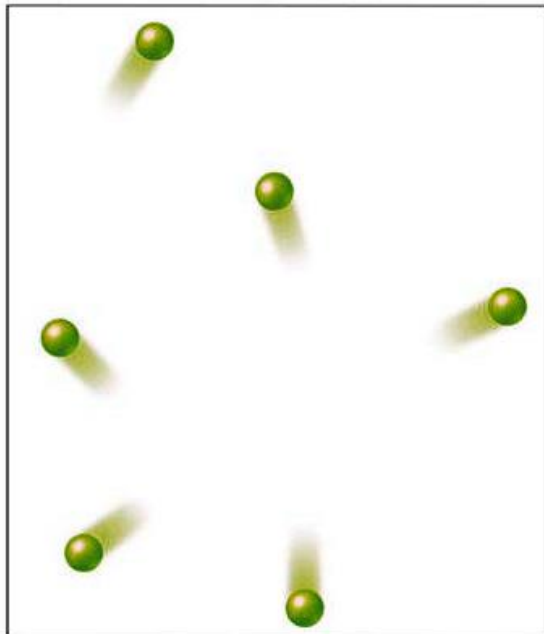
где m_0 – масса частицы.



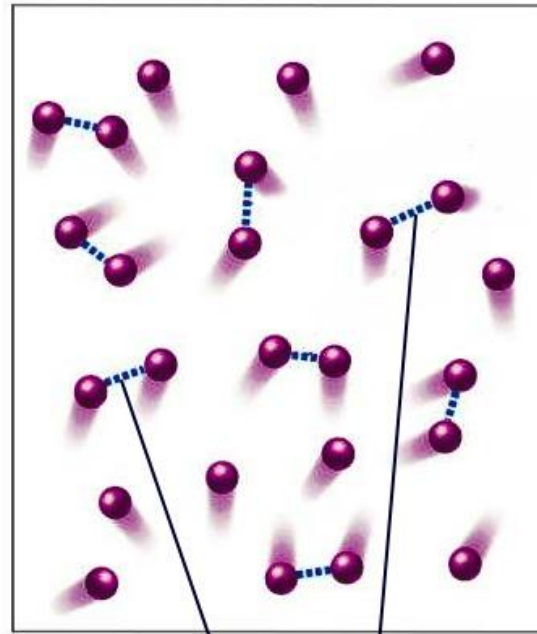
Идеальный газ

Идеальный газ – физическая модель, в которой пренебрегают взаимодействием и массой частиц.

Идеальный газ



Реальный газ

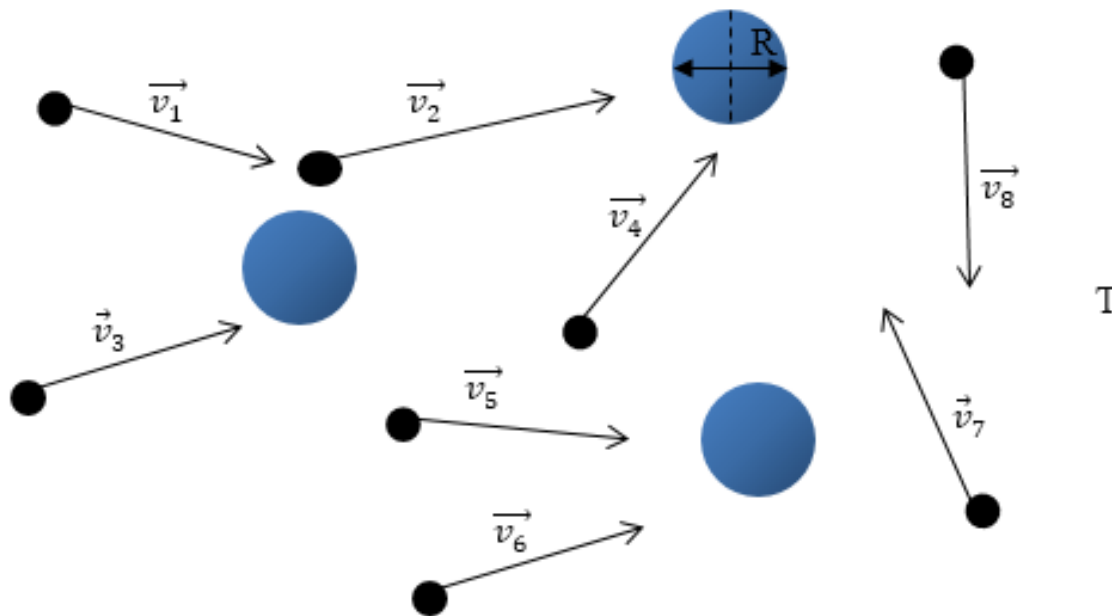


межмолекулярные
взаимодействия

Макро и микро параметры

Макро параметры, описывают состояние вещества в целом (давление, объем, температура). Микро параметры, описывают характеристики частиц, из которых состоят тела (масса, скорость, кинетическая энергия).

Термодинамическое равновесие – такое состояние, при котором все макропараметры сколь угодно долго остаются неизменными.



Основное уравнение МКТ

Основное уравнение МКТ – связывает макро и микро параметры.

$$p = \frac{1}{3} m_0 n \bar{v}^2$$

p – давление газа, m_0 – масса частицы, n – концентрация, $\bar{v}$ – средняя квадратичная скорость.

С учетом выражения для кинетической энергии получаем:

$$p = \frac{2}{3} n \bar{E}_k$$

$\bar{E}_k$ – средняя кинетическая энергия частиц.

Учитывая физический смысл плотности (масса единицы объема) и концентрации частиц: число частиц в единице объема:

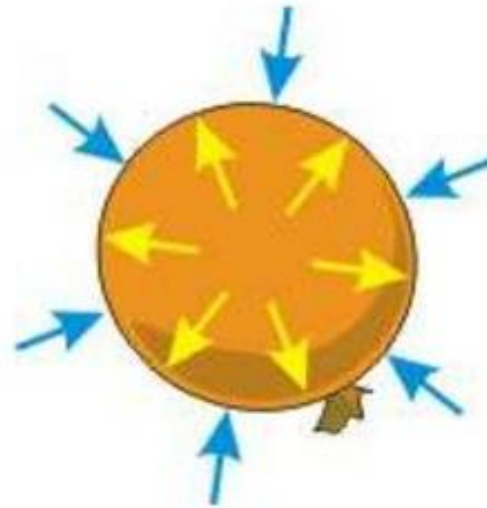
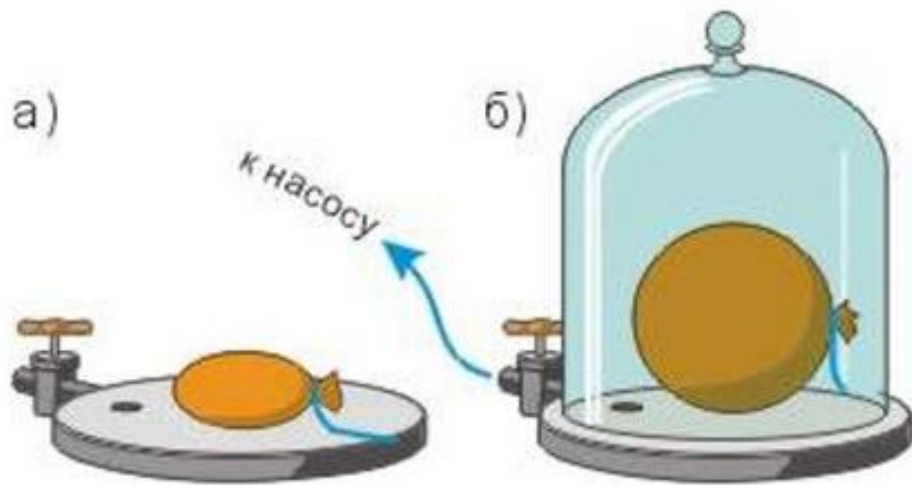
$$n = \frac{N}{V} \quad \rightarrow \quad \rho = m_0 \cdot n$$

тогда основное уравнение МКТ примет вид:

$$p = \frac{1}{3} \rho \bar{v}^2$$

Давление

Давление газа обусловлено столкновениями частиц со стенками сосуда.



Температура

Температура – макро параметр, одинаковый во всех частях системы находящейся в термодинамическом равновесии.

При увеличении температуры – возрастает скорость движения частиц, следовательно, возрастает давление. Уравнение Авогадро:

$$p = nkT$$

Температура является мерой средней кинетической энергии:

$$\bar{E}_K = \frac{3}{2} kT$$

где p - давление, n – концентрация частиц, k – постоянная Больцмана ($k=1,38 \cdot 10^{-23}$ Дж/К, коэффициент пропорциональности между температурой в энергетических единицах и температурой в градусной мере), T – абсолютная температура.

Измерение температуры

Прибор для измерения температуры – термометр. Принцип действия термометра основан на зависимости объема тела от температуры. Существуют термометры, принцип действия которых, основан на зависимости других физических параметров от температуры – давления, электрического сопротивления и т.д.



Шкалы температур

Существуют три шкалы для измерения температуры:

Шкала Кельвина – абсолютная температурная шкала, применяется в научной литературе и при расчетах по формулам. Самая низкая температура по этой шкале равна 0 К (ноль Кельвинов), называется абсолютным нулем температур.

Шкала Цельсия – температурная шкала, используемая в бытовых условиях. Имеет две контрольные точки: температура таяния льда – 0°C и температура кипения воды – 100°C (при нормальных условиях).

Шкала Цельсия и шкала Кельвина связаны соотношением:

$$T = t + 273$$

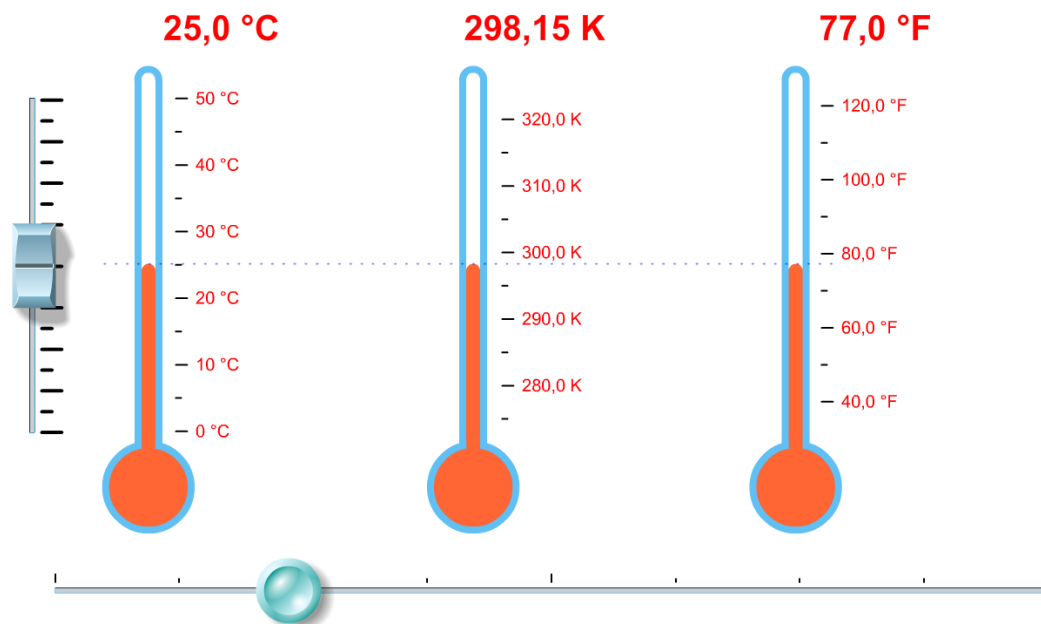
где T – температура по шкале Кельвина (абсолютная температура), t – температура по шкале Цельсия. Абсолютный ноль температуры соответствует температуре -273,15°C по шкале Цельсия.

Шкалы температур

Шкала Фарингейта – используется в научно-фантастической литературе и некоторых странах западной Европы, для перевода температуры в другие шкалы необходимо воспользоваться формулой:

$$t = \frac{5}{9}(F - 32)$$

t – температура в градусах Цельсия, F – температура в градусах Фарингейта.



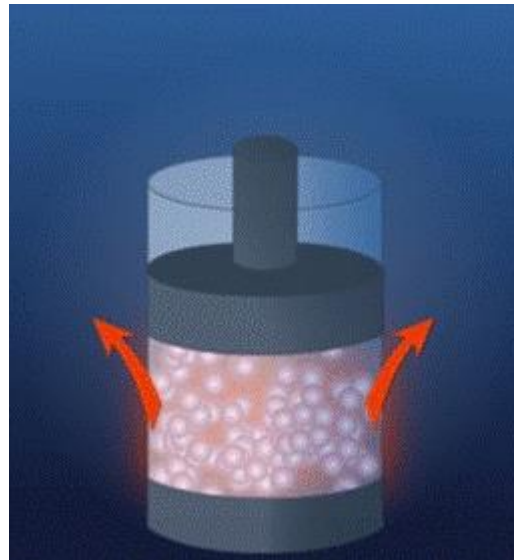
Уравнение Менделеева-Клапейрона

Состояние идеального газа описывается макро параметрами – уравнение Менделеева – Клапейрона.

$$pV = \nu RT$$

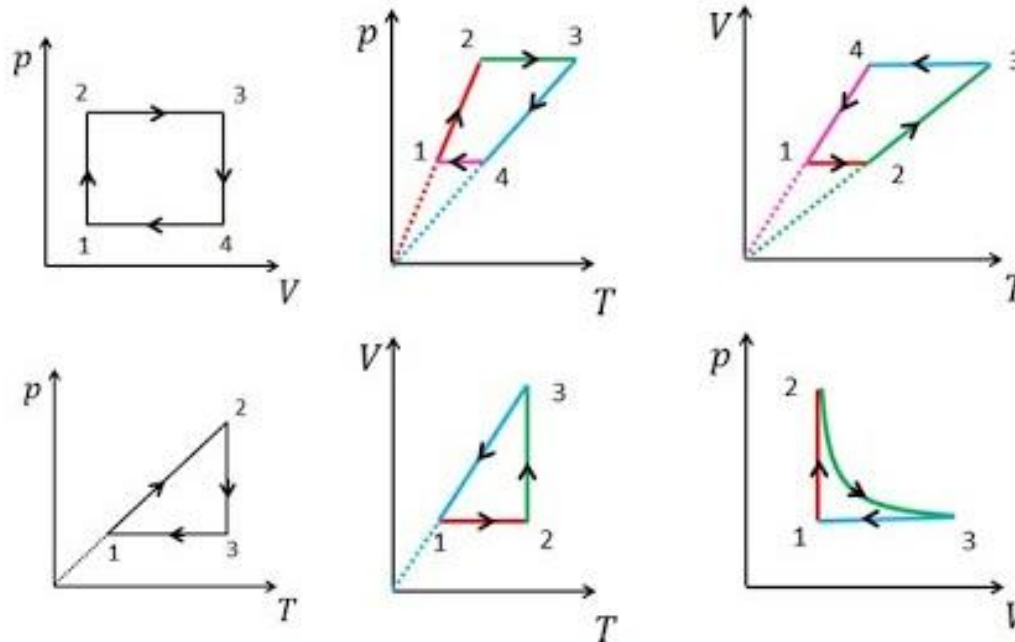
P – давление газа, V – занимаемый объем, ν – количество вещества,

$R = kN_A = 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$ универсальная газовая постоянная, T – абсолютная температура.



Изопроцессы

Процесс изменения состояния термодинамической системы протекающий при неизменном одном макро параметре называется изопроцессом. Существуют три изопроцесса: изотермический, изобарный, изохорный.



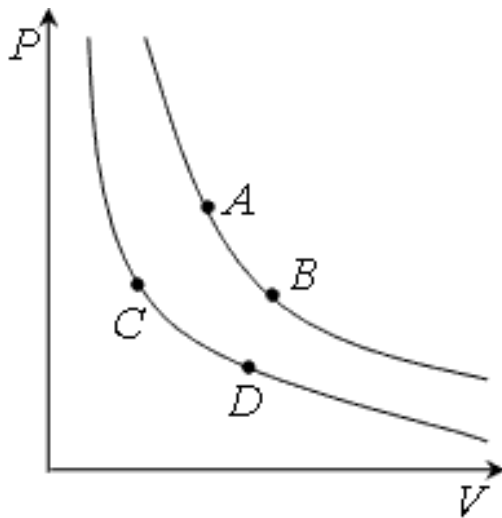
Изотермический процесс

Процесс изменения состояния термодинамической системы при постоянной температуре называется изотермическим.

$$T = \text{const} \rightarrow pV = \text{const}$$

Закон Бойля – Мариотта: Для данной массы газа произведение давления на объем есть величина постоянная при постоянной температуре.

Зависимость давления от объема при постоянной температуре, представленная графически называется изотермой. В пределах одной изотермы температура одинакова. Чем выше лежит изотерма, тем большей температуре она соответствует



$$\begin{aligned} T_A &= T_B = T_1 \\ T_C &= T_D = T_2 \\ T_2 &< T_1 \end{aligned}$$

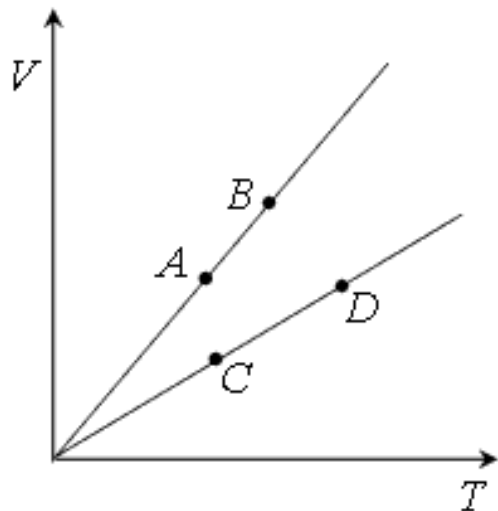
Изобарный процесс

Процесс изменения состояния термодинамической системы при постоянном давлении называется изобарным.

$$p = \text{const} \rightarrow \frac{V}{T} = \text{const}$$

Закон Гей-Люссака: Для данной массы газа отношение объема к температуре есть величина постоянная при постоянном давлении.

Зависимость объема от температуры при постоянном давлении, представленная графически называется изобарой. В пределах одной изобары давление одинаково. Чем ниже лежит изобара, тем большему давлению она соответствует.



$$\begin{aligned} p_A &= p_B = p_1 \\ p_C &= p_D = p_2 \\ p_1 &< p_2 \end{aligned}$$

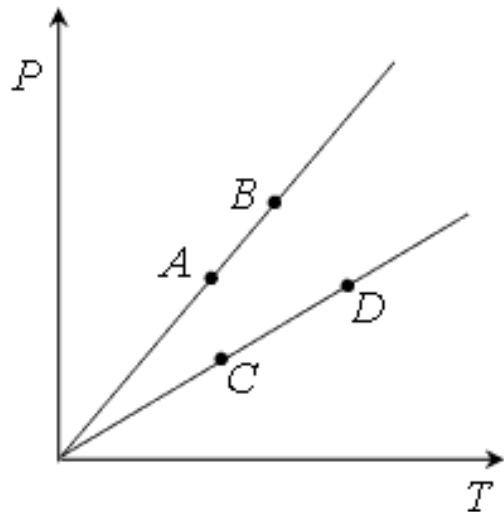
Изохорный процесс

Процесс изменения состояния термодинамической системы при постоянном объеме называется изохорным.

$$V = \text{const} \rightarrow \frac{p}{T} = \text{const}$$

Закон Шарля: Для данной массы газа отношение давления к температуре есть величина постоянная при постоянном объеме.

Зависимость давления от температуры при постоянном объеме, представленная графически называется изохорой. В пределах одной изохоры объем одинаков. Чем ниже лежит изохора, тем большему объему она соответствует.

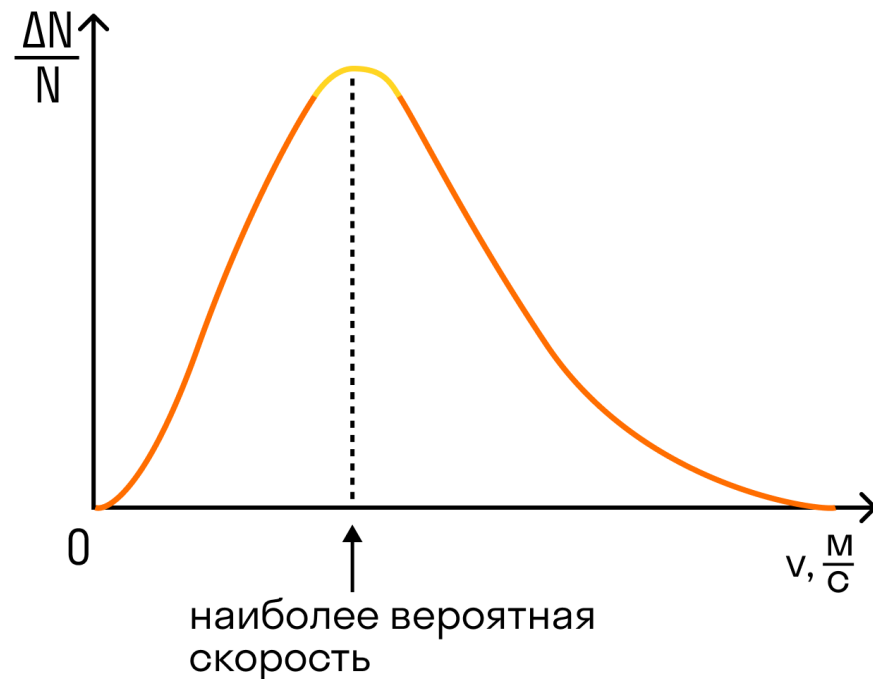


$$\begin{aligned} V_A &= V_B = V_1 \\ V_C &= V_D = V_2 \\ V_1 &< V_2 \end{aligned}$$

Средняя квадратичная скорость

Среднюю квадратичную скорость движения частиц можно рассчитать по формуле:

$$\bar{v} = \sqrt{\frac{3kT}{m_0}}$$



Влажность воздуха

Абсолютная влажность воздуха – это масса водяного пара содержащегося в воздухе.

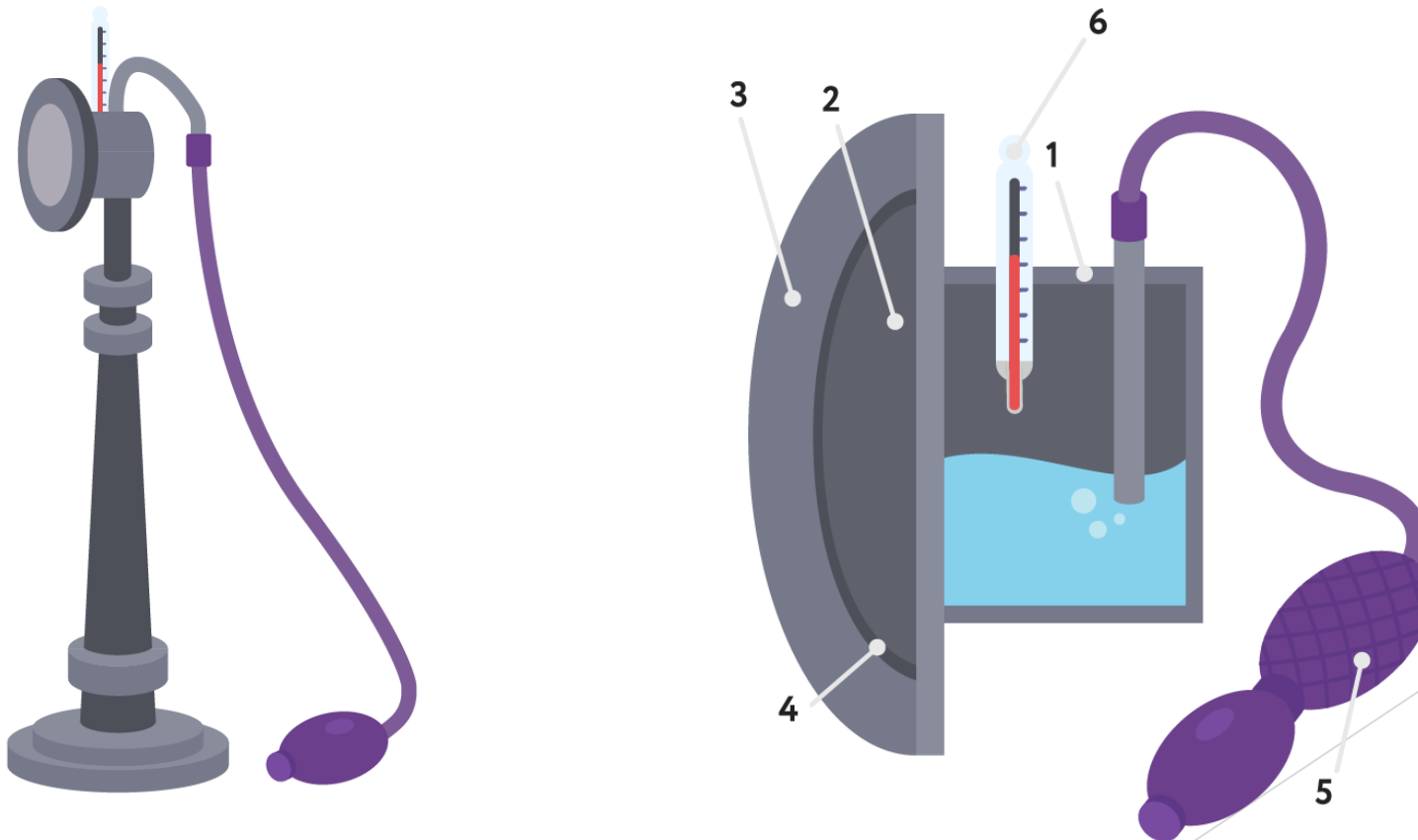
Относительная влажность воздуха – отношение парциального давления водяного пара к давлению насыщенного пара при данной температуре.

$$\varphi = \frac{p}{p_0} \cdot 100\%$$

Парциальным называется давление, которое производил бы газ, если бы занимал весь предоставленный объем. Парциальное давление можно рассчитать, воспользовавшись уравнением состояния идеального газа.

Точка росы

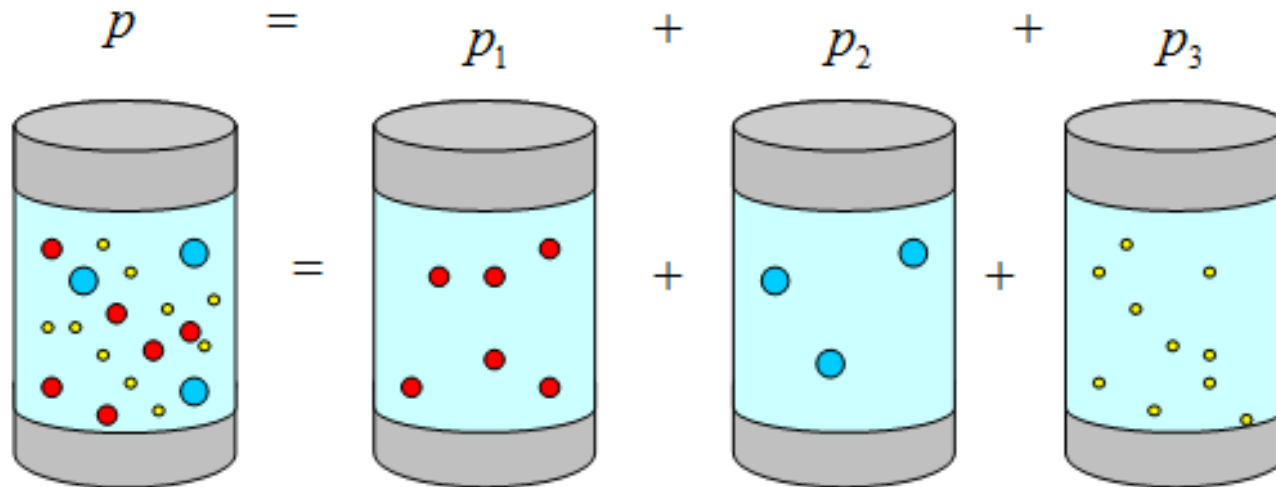
Температура, при которой водяной пар, находящийся в воздухе становится насыщенным называется *точкой росы*.



Закон Дальтона

Закон Дальтона – если в сосуде находится смесь газов, то давление смеси находится как сумма парциальных давлений газов, входящих в состав смеси.

$$p = p_1 + p_2 + \dots + p_n$$



Дополнение

Анизотропия – зависимость свойств кристалла, от выбранного в нем направления (присуща только кристаллическим телам)

Аморфные тела – характеризуются отсутствием температуры плавления.

