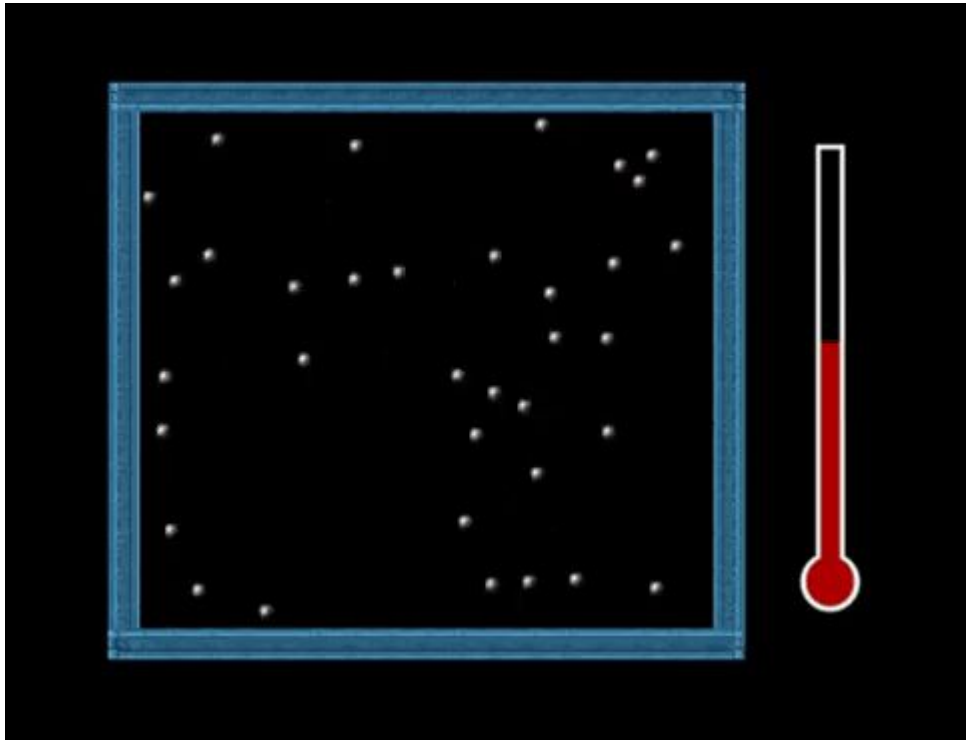
Молекулярная физика

Идеальный газ

1. Молекулы представлены как **материальные точки**

2. Между молекулами **отсутствуют** силы притяжения и отталкивания



Модель идеального газа была предложена в 1847 г. Дж. Герапатом

Эта модель является основой для МКТ

Модель идеального газа применяется для решения задач **термодинамики** газов **и аэрогазодинамики**

Все газы при н.у. P = 1 атм. t = 0 °C ведут себя как идеальные

Уравнение состояния идеального газа

Уравнение Менделеева – Клапейрона:

$$PV = \nu RT$$

R = 8,31 Дж/моль · К – универсальная газовая постоянная

$$PV = \frac{m}{\mu} RT$$

$$n = \frac{N}{V},\ k = \frac{R}{N_A} \Rightarrow P = nkT$$

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

Три основных константы молекулярной физики

$N_A = 6{,}02 \cdot 10^{23}$ моль$^{-1}$ – постоянная Авогадро

***R* = 8,31 Дж/моль · К** – универсальная газовая постоянная

***k* = 1,38 · 10^{-23} Дж/К** – постоянная Больцмана

$$k = \frac{R}{N_A}$$

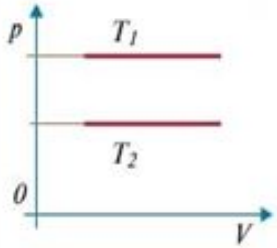
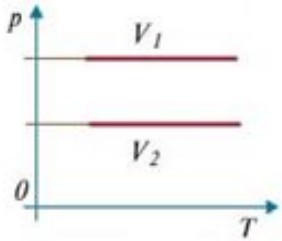
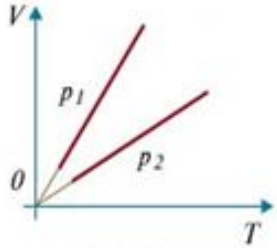
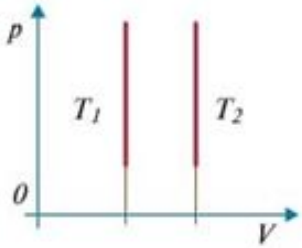
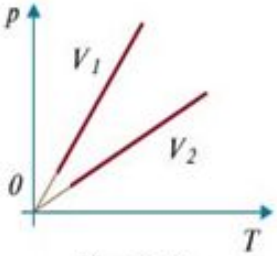
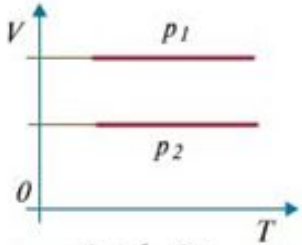
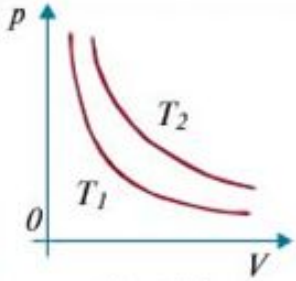
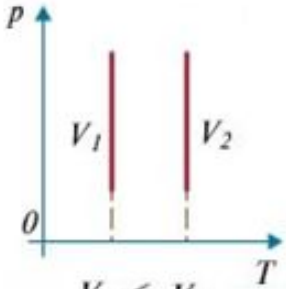
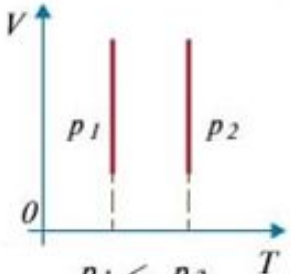
Изопроцессы в идеальных газах

(m = const)

Изотермический процесс (T = const)

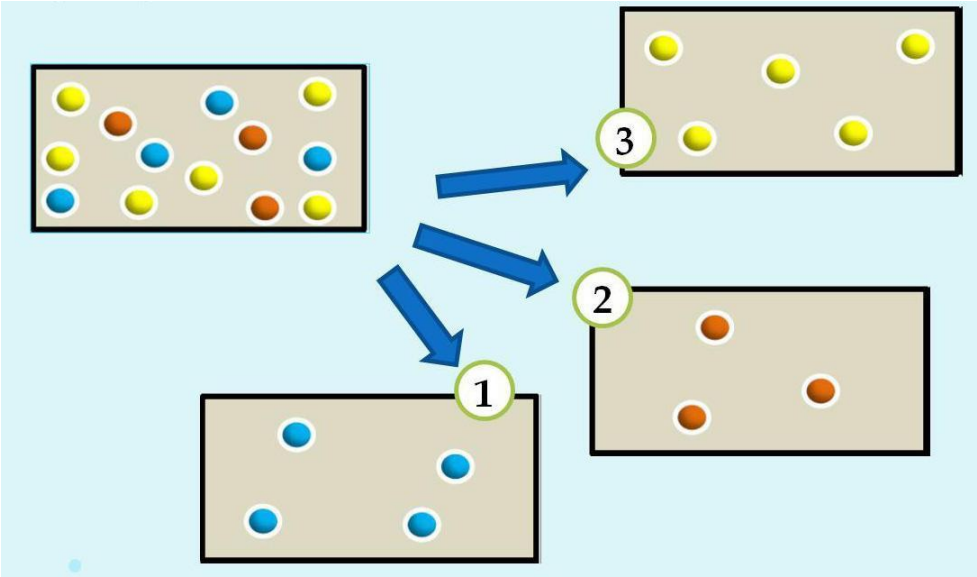
Изобарный процесс (P = const)

Изохорный процесс (V = const)

	$p(V)$	$p(T)$	$V(T)$
изобарный $p = const,$ $\frac{V}{T} = const$	 $T_1 < T_2$	 $V_1 < V_2$	 $p_1 < p_2$
изохорный $V = const,$ $\frac{p}{T} = const$	 $T_1 < T_2$	 $V_1 < V_2$	 $p_1 < p_2$
изотермический $T = const,$ $pV = const$	 $T_1 < T_2$	 $V_1 < V_2$	 $p_1 < p_2$

Смесь идеальных газов

Парциальное давление – это давление, оказываемое на стенки сосуда молекулами одного вида, если бы они занимали весь объем



Закон Дальтона: давление смеси идеальных газов равно сумме парциальных давлений этих газов:

$$P = \sum_i P_i$$

Давление идеального газа на стенки сосуда

Давление газа на стенку сосуда определяется **средним** импульсом, передаваемым стенке молекулами газа при соударениях

$$P = \frac{1}{3} m_0 n \upsilon_{кв}^2$$

- **уравнение Клаузиуса** - основное уравнение МКТ идеальных газов

$$\upsilon_{кв} = \sqrt{\frac{3kT}{m_0}} = \sqrt{\frac{3RT}{\mu}}$$

$$m_0 = \frac{\mu}{N_a}$$ - масса одной молекулы

Молекулярно-кинетический смысл температуры

$T = t\,^0C + 273{,}15$ [К] $1^oC = 1$ К

$$\tilde{\varepsilon}_{пост} = \frac{m_0 \langle \upsilon^2 \rangle}{2}$$

- **средняя кинетическая энергия** поступательного движения молекулы

$$P = \frac{2}{3} n \tilde{\varepsilon}_{пост}$$

$$P = nkT$$

$$\tilde{\varepsilon}_{пост} = \frac{3}{2} kT$$

Абсолютная температура - **мера кинетической энергии** поступательного движения молекул

СТЕПЕНИ СВОБОДЫ МОЛЕКУЛЫ

Степени свободы – число **координат**, определяющие положение тела в пространстве

Материальная точка i = 3 (x, y, z)

Твердое тело i = 6 (x, y, z) – задают центр масс
(θ, ψ, ϕ) – задают положение тела в пространстве

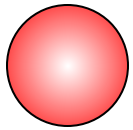
(x, y, z) – поступательные
(θ, ψ, ϕ) - вращательные

Общая формула: ***i* = 3*N***, *где N – число точек*

1) одноатомная молекула:

$i = 3 \cdot 1$

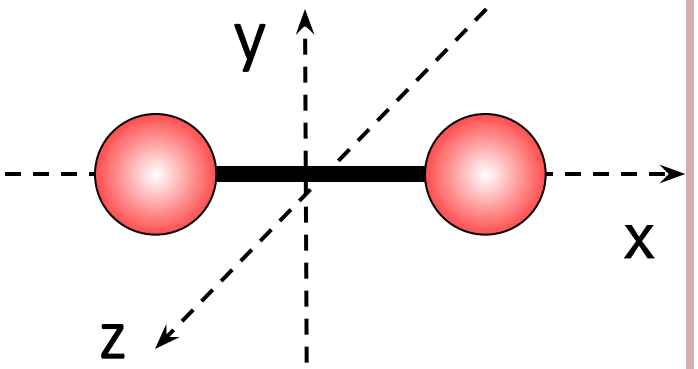
(x, y, z)



2) двухатомная молекула: жесткая связь – минус 1

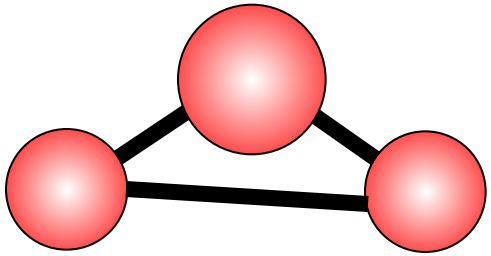
$i = 3N - 1 = 3 \cdot 2 - 1 = 5$

(x, y, z) и (θ, ψ)



3) трехатомная (и больше): три жестких связи – минус 3

$i = 3N - 3 = 3 \cdot 3 - 3 = 6$



Равномерное распределение кинетической энергии по степеням свободы молекулы

Средняя кинетическая энергия, приходящаяся при тепловом равновесии на одну любую степень свободы молекулы, равна **½·kT**

$$\tilde{\varepsilon} = \frac{i}{2}kT$$

$\tilde{\varepsilon}$ - средняя кинетическая энергия молекулы

i - число степеней свободы

Спасибо за внимание!