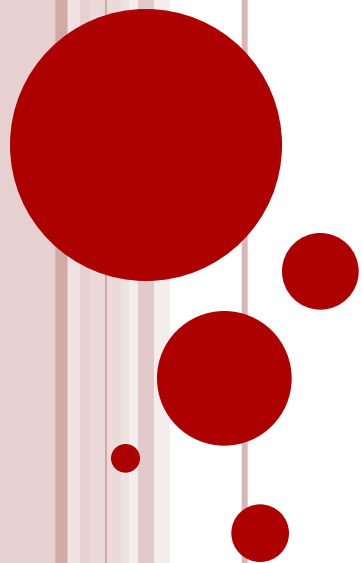
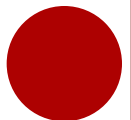
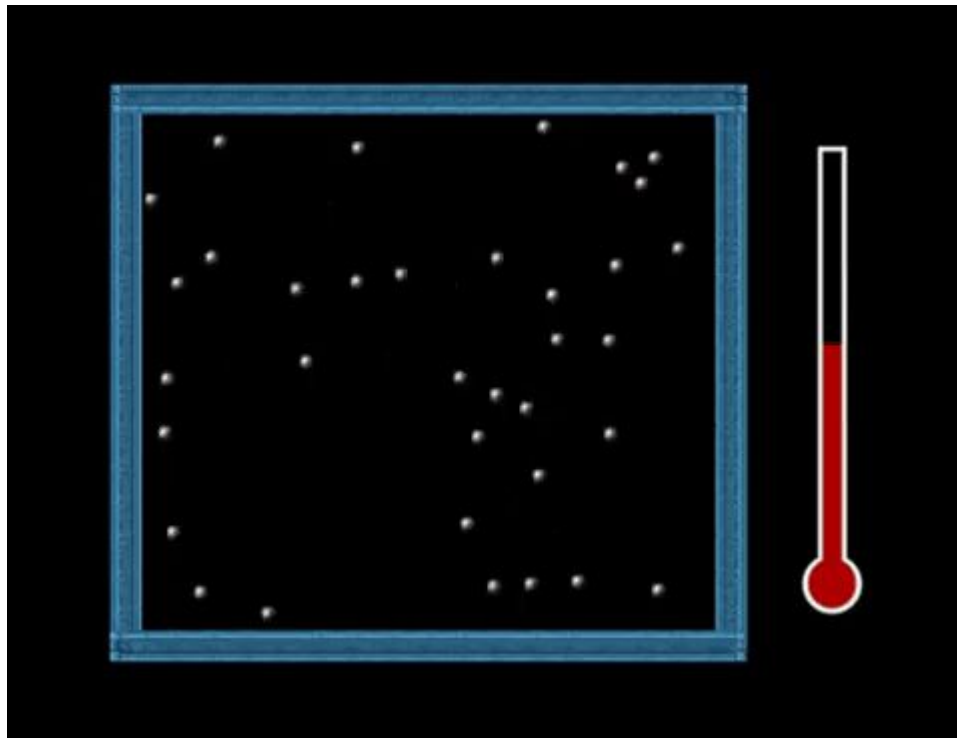


МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА



ИДЕАЛЬНЫЙ ГАЗ

1. Молекулы представлены как **материальные точки**
2. Между молекулами **отсутствуют** силы притяжения и отталкивания

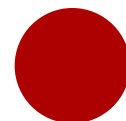


Модель идеального газа была предложена в 1847 г. Дж. Герапатом

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. $t = 0$ °С ведут себя как идеальные



УРАВНЕНИЕ СОСТОЯНИЯ ИДЕАЛЬНОГО ГАЗА

Уравнение Менделеева – Клапейрона:

$$PV = \nu RT$$

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

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

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

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

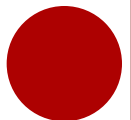
Три основных константы молекулярной физики

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

$R = 8,31 \text{ Дж/моль} \cdot \text{К}$ – универсальная газовая постоянная

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

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



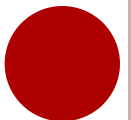
ИЗОПРОЦЕССЫ В ИДЕАЛЬНЫХ ГАЗАХ

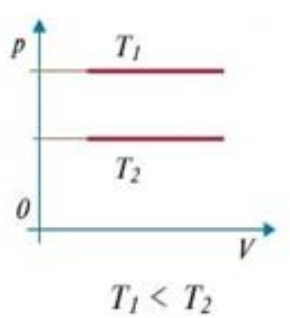
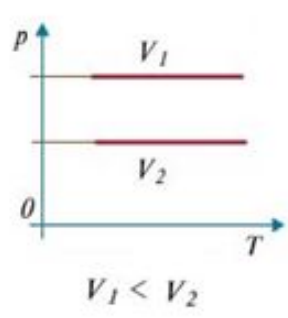
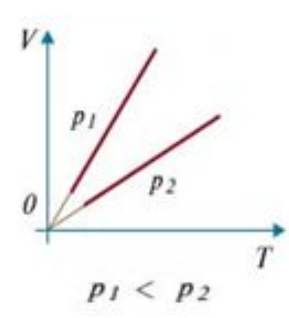
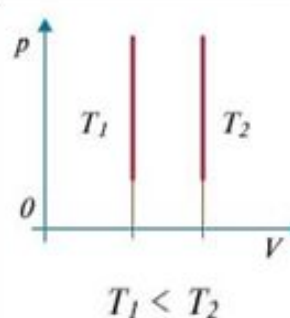
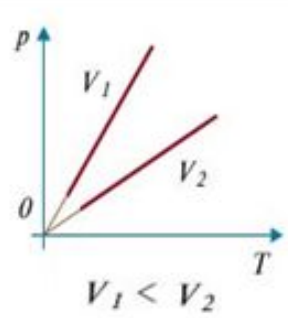
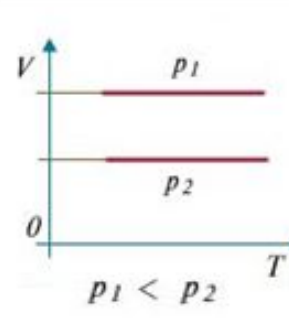
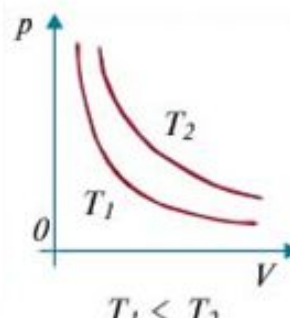
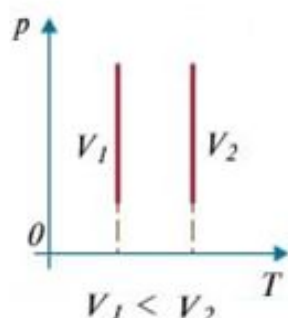
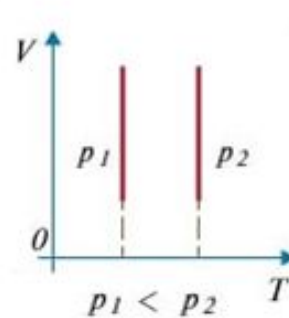
($m = \text{const}$)

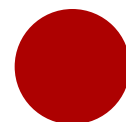
Изотермический процесс ($T = \text{const}$)

Изобарный процесс ($P = \text{const}$)

Изохорный процесс ($V = \text{const}$)

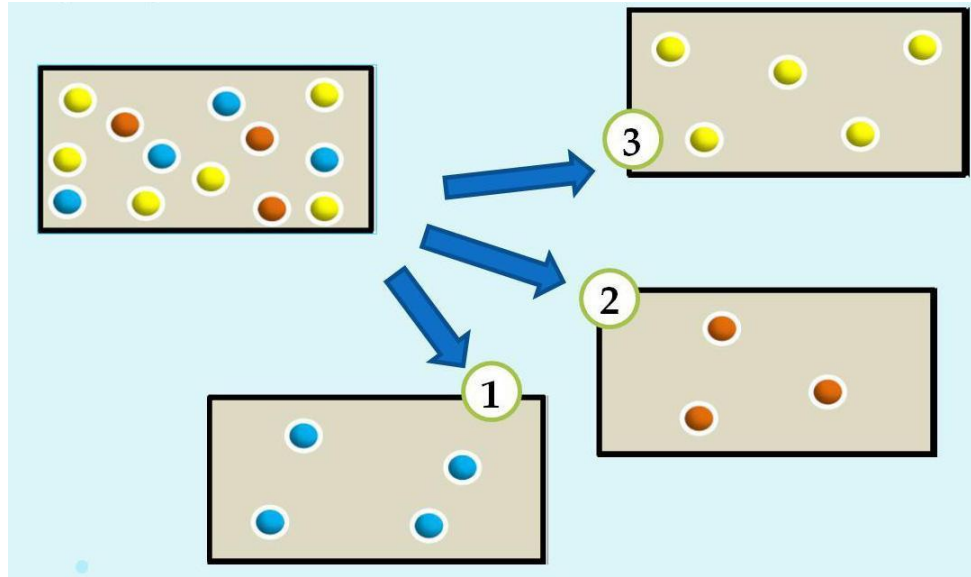


	$p(V)$	$p(T)$	$V(T)$
изобарный $p = const,$ $\frac{V}{T} = const$	 <p>$T_1 < T_2$</p>	 <p>$V_1 < V_2$</p>	 <p>$p_1 < p_2$</p>
изохорный $V = const,$ $\frac{p}{T} = const$	 <p>$T_1 < T_2$</p>	 <p>$V_1 < V_2$</p>	 <p>$p_1 < p_2$</p>
изотермический $T = const,$ $pV = const$	 <p>$T_1 < T_2$</p>	 <p>$V_1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



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

$$P = \frac{1}{3} m_0 n v_{кв}^2 \quad - \text{уравнение Клаузиуса} - \text{основное уравнение МКТ идеальных газов}$$


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

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

МОЛЕКУЛЯРНО-КИНЕТИЧЕСКИЙ СМЫСЛ ТЕМПЕРАТУРЫ

$$T = t \text{ } ^\circ\text{C} + 273,15 \quad [\text{K}]$$

$$1 \text{ } ^\circ\text{C} = 1 \text{ K}$$

$$\tilde{\varepsilon}_{\text{пост}} = \frac{m_0 \langle v^2 \rangle}{2} \quad \text{- средняя кинетическая энергия поступательного движения молекулы}$$

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

$$P = nkT$$

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

Абсолютная температура - мера кинетической энергии поступательного движения молекул

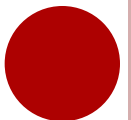
СТЕПЕНИ СВОБОДЫ МОЛЕКУЛЫ

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

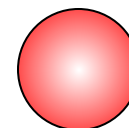
(x, y, z) – поступательные
(θ, ψ, ϕ) - вращательные



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

1) **одноатомная** молекула:

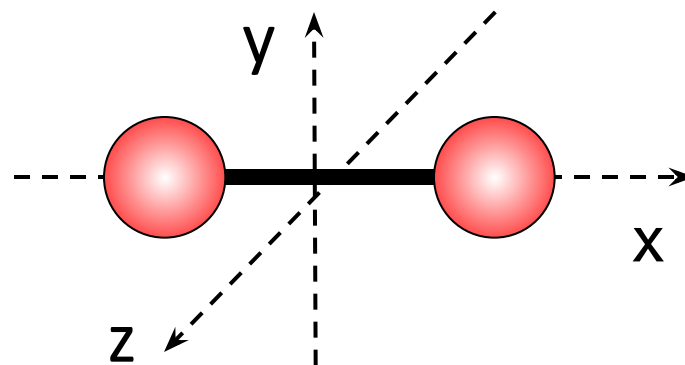
$$i = 3 \cdot 1$$
$$(x, y, z)$$



2) **двухатомная** молекула жесткая связь – минус 1

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

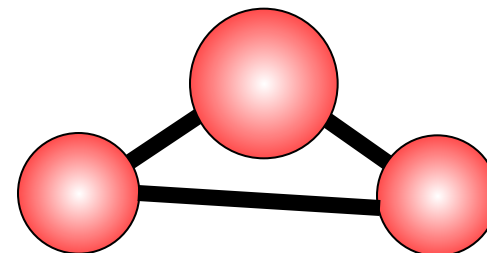
(x, y, z) и (θ, ψ)



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 $\frac{1}{2} \cdot kT$

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

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

i - число степеней свободы

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!

