ПРИТИСАК ГАСА

Гас врши притисак на зидове суда у коме се налази, као и на свако тело са којим је у додиру. Притисак гаса је последица судара молекула гаса са зидовима суда. Приликом тих судара молекули делују силом на зидове

У многим примерима може да се уочи повезаност између притиска гаса и концентрације молекула, као и притиска гаса и температуре.

Примери:

- када пумпате гуму на бицикли, ви тада убацујете ваздух у њу тј. повећавате број молекула (концентрацију гаса) у њој, што изазива жељено повећање притиска.
- ако је лопта мекана, када је изнесемо и ставимо да Сунце може да је греје, односно ако је загрејемо притисак у њој порасте и она постаје погоднија за игру
- надувани дечји балон у близини пећи може да пукне

Колико често и колико снажно ће молекули да ударају и зидове суда, односно колики ће бити притисак зависи од концентрације гаса и од кинетичке енергије молекула.

Притисак гаса је сразмеран концентрацији и средњој кинетичкој енергији транслаторног кретања молекула гаса.

$$p = \frac{2}{3} \cdot n_0 \cdot \overline{E}_k$$

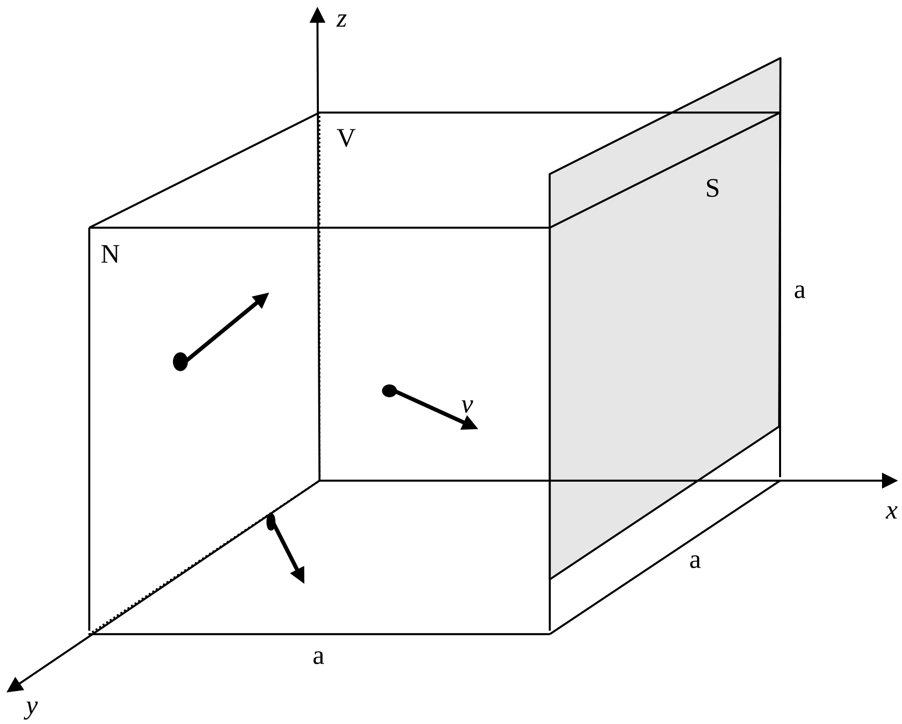
Ова једначина се у физици назива: **основна једначина кинетичке теорије гасова**

Из једначине се види да ће притисак гаса бити утолико већи уколико је већа концентрација молекула гаса и уколико је већа кинетичка енергија појединачних молекула тог гаса.

Директна сразмера притиска и средње кинетичке енергије појединачних молекула је логична, зато што већа кинетичка енергија значи или веће масе или веће брзине молекула, а у оба случаја судари молекула гаса са зидовима коцке ће бити јачи, па ће и притисак на њих бити већи.

Додатак:

На слици је приказана посуда облика коцке ивице a, у којој се налази N молекула идеалног гаса.



Брзина молекула: $\vec{v} = \vec{v}_x + \vec{v}_y + \vec{v}_z$

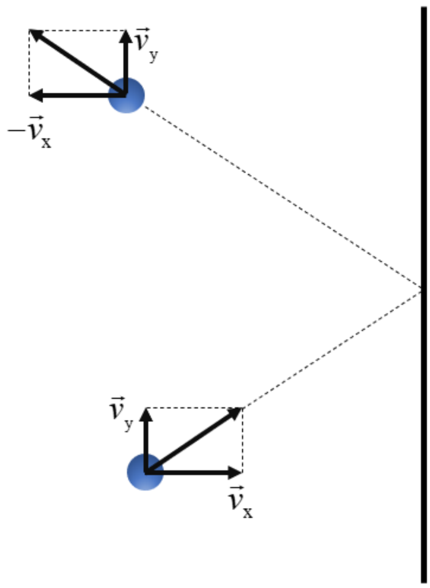
Пошто се молекули у гасу крећу слободно, сви правци кретања молекула су равноправни. Анализу ћемо спровести са молекулима који се сударају са зидом нормалним на x-осу. Судари су апсолутно еластични.

Са зидом се судара велики број молекула. Сила којом молекули делују на зид коцке при судару са њим једнака је промени импулса у јединици времена:

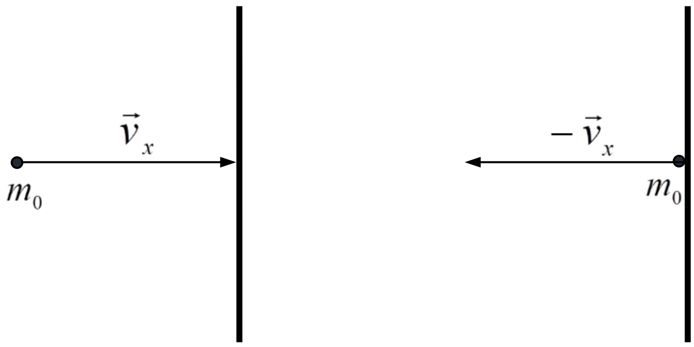
$$F = \frac{\Delta p}{\Delta t}$$

за време Δt – у зид udари N молекула, а молекули предају зиду импулс Δp.

Анализираћемо кретање једног молекула. Приликом судара са зидом нормалним на x-осу мења се смер компоненте брзине $\vec{v}_x$, док друге две компоненте остају непромењене.



Судар са зидом апсолутно еластичан, па је бројна вредност и правац брзине молекула остају непромењени, док се само смер мења.



Пре судара са зидом коцке молекул има импулс: $\vec{p}_1 = m_0 \cdot \vec{v}_x$

После судара са зидом коцке импулс молекула је: $\vec{p}_2 = -m_0 \cdot \vec{v}_x$

При судару са зидом долази до промене импулса молекула:

$$\Delta\vec{p}_x = \vec{p}_1 - \vec{p}_2$$
$$\Delta\vec{p}_x = m_0 \cdot \vec{v}_x - \left(-m_0 \cdot \vec{v}_x\right)$$
$$\Delta\vec{p}_x = m_0 \cdot \vec{v}_x + m_0 \cdot \vec{v}_x$$
$$\Delta\vec{p}_x = 2m_0 \cdot \vec{v}_x$$

интензитет вектора промене импулса $\Delta p_x = 2m_0 \cdot v_x$

Сила којом изабрани молекул делује на десни зид коцке при судару са њим:

$$F_x = \frac{\Delta p_x}{\Delta t_1}$$

Δt_1 је време трајања судара посматраног молекула са зидом.

Након одбијања од зида молекул ће се кретати према супротном зиду, одбија се од њега и поново се враћа и удара у први зид. Временски интервал Δt је просечно време између два узастопна судара посматраног молекула са зидом (за то време у зид удари N молекула). За то време посматрани молекул пређе пут 2a.

$$\Delta t = \frac{2a}{v_x}$$

Сила којом молекул делује на зид је краткотрајна – само док траје судар. Већи део времена, између два судара молекул не делује на тај зид. Због тога ће средња сила $\overline{F}_x$ деловања молекула за време Δt бити знатно мања од силе F_x. Средња сила $\overline{F}_x$ која делује на зид између два узастопна судара овог молекула одређује се из услова да је њен импулс мора да буде бројно једнак импулсу силе F_x која делује за време судара.

$$F_x \Delta t_1 = \overline{F}_x \Delta t$$

$$F_x = \frac{\Delta p_x}{\Delta t_1}$$
$$F_x \Delta t_1 = \Delta p_x$$
$$F_x \Delta t_1 = 2m_0 \cdot v_x$$

$$F_x \Delta t_1 = \overline{F}_x \Delta t$$
$$\overline{F}_x \Delta t = 2m_0 \cdot v_x$$

Средња сила којом изабрани молекул делује на десни зид коцке при судару са њим:

$$\overline{F}_x = \frac{\Delta p_x}{\Delta t}$$

$$\overline{F}_x = \frac{\frac{2m_0 \cdot v_x}{1}}{\frac{2a}{v_x}}$$

$$\overline{F}_x = \frac{m_0 \cdot v_x^2}{a}$$

Ово је просечна сила која настаје од дејства једног молекула на зид коцке.

Резултујућа сила F_R којом N молекула делује на зид једнака је збиру свих сила којима појединачни молекули делују на зид за неко време Δt.

$$F_R = \overline{F}_{1x} + \overline{F}_{2x} + \ldots + \overline{F}_{Nx}$$

$$F_R = \frac{m_0 \cdot v_{1x}^2}{a} + \frac{m_0 \cdot v_{2x}^2}{a} + \ldots + \frac{m_0 \cdot v_{Nx}^2}{a}$$

$$F_R = \frac{m_0}{a}\left(v_{1x}^2 + v_{2x}^2 + \ldots v_{Nx}^2\right)$$

пошто је квадрат средње квадратне брзине: $\overline{v}_x^2 = \dfrac{v_{1x}^2 + v_{2x}^2 + \ldots + v_{Nx}^2}{N}$

$$F_R = \frac{m_0 \cdot N \cdot \overline{v}_x^2}{a}$$

Притисак којим молекули гаса делују на зид површине $S = a^2$:

$$p = \frac{F_R}{S}$$

$$p = \frac{F_R}{a^2}$$

$$p = \frac{\dfrac{m_0 \cdot N \cdot \overline{v}_x^2}{a}}{a^2}$$

$$p = \frac{m_0 \cdot N \cdot \overline{v}_x^2}{a^3}$$

$$p = \frac{m_0 \cdot N \cdot \overline{v}_x^2}{V}$$

Пошто су приликом хаотичног кретања сви правци равноправни, средње вредности квадратних брзина су једнаке:

$$\overline{v}_x^2 = \overline{v}_y^2 = \overline{v}_z^2$$

Пошто је: $\overline{v}^2 = \overline{v}_x^2 + \overline{v}_y^2 + \overline{v}_z^2 = 3\overline{v}_x^2$ и $n_0 = \dfrac{N}{V}$

Добија се: $p = \dfrac{1}{3} m_0 \cdot n_0 \cdot \overline{v}^2$

На основу формуле за средњу кинетичку енергију датог молекула

$$\overline{E}_k = \frac{m_0 \cdot \overline{v}^2}{2}$$

можемо да напишемо:

$$2\overline{E}_k = m_0 \cdot \overline{v}^2$$

заменом у формулу за притисак добија се:

$$p = \frac{2}{3} \cdot n_0 \cdot \overline{E}_k$$

Ова једначина се у физици назива: **основна једначина кинетичке теорије гасова**. Ми смо је извели за десни зид коцке, али она важи исто тако и за све остале зидове у коцки, па је ово због тога формула за притисак гаса у коцки.

Из једначине се види да ће притисак гаса у коцки бити утолико већи уколико је већа концентрација молекула гаса и уколико је већа кинетичка енергија појединачних молекула тог гаса.

Директна сразмера притиска и средње кинетичке енергије појединачних молекула је логична, зато што већа кинетичка енергија значи или веће масе или веће брзине молекула, а у оба случаја судари молекула гаса са зидовима коцке ће бити јачи, па ће и притисак на њих бити већи.

$$p = \frac{2}{3} \cdot n_0 \cdot \overline{E}_k$$

заменом $\overline{E}_k = \frac{3}{2}kT$

$$p = \frac{2}{3} \cdot n_0 \cdot \frac{3}{2} \cdot k \cdot T$$

$$p = n_0 kT$$