

Московский авиационный институт
Вычислительная математика и программирование

ВВЕДЕНИЕ В АВИАЦИОННУЮ И РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКУЮ ТЕХНИКУ
I СЕМЕСТР

Лекторы: *Тимохин Максим Юрьевич, Сухов Егор Аркадьевич, Кондратцев Вадим (?)*

Содержание

1 Основные положения молекулярно-кинетической теории. Характерные скорости молекул (17.11)	2
1.1 Идеальный газ	2

1 Основные положения молекулярно-кинетической теории. Характерные скорости молекул (17.11)

1.1 Идеальный газ

Пусть дан набор некоторых движимых молекул. Мы считаем, что эти молекулы непрерывно и хаотично двигаются, соответственно, между ними есть расстояние. Хотелось бы понять, как можно оценить то давление, которое будет оказываться на стенку (пусть) какой-то банки каким-то количеством газа (в котором есть какое-то количество молекул).

Рассмотрим газ, состоящий из одних и тех же молекул, соответственно, все молекулы имеют одинаковую массу, обозначим её m_0 ; эти молекулы будут, безусловно, так или иначе периодически ударяться о стенку. Можно сказать, что в результате этого соударения будет происходить изменение импульса. То есть если была какая-то скорость v , то был и импульс p , который направлен под произвольным углом (потому что молекула(?)).

Пусть молекулы будут зеркально отражаться. Если молекула отлетела, то $p_y \rightarrow p_y$, то есть касательная компонента остается без изменений, а компонента x поменяет знак на противоположный. Теперь мы можем вычислять изменение импульса (оно равно силе, действовавшей во время акта соударения):

$$\frac{\Delta \vec{p}}{\Delta t} = \frac{d\vec{p}}{dt} = \vec{F} \quad (\Delta p_x = -p_x - p_x = -2p_x)$$

На молекулу, которая, будучи во время взаимодействия со стенкой, была вблизи этой стенки, действует сила со стороны стенки. Но, по третьему закону Ньютона, сила, с которой молекула действует, равна силе, которая молекула получает в ответ. Тогда мы получаем ровно такую же силу по модулю, однако противоположную по направлению.

Тогда если мы говорим, что мы меняем компоненту x скорости, то можно сказать, что есть компонента x импульса:

$$\frac{\Delta p_x}{\Delta t} = F_x \Rightarrow F_x = \frac{-2p_x}{\Delta t}$$

Если интересует воздействие на стенку, то можно отбросить минус:

$$F = \frac{2p_x}{\Delta t}$$

Обозначим давление $P = \frac{F}{S}$. Если мы рассматриваем площадку площадью S , стоит учитывать, что ударяется не только одна молекула в данный момент. Явно сталкивается какое-то большее количество молекул. Тогда обозначим общую силу $P_{\text{общ}} = N * \frac{2p_x}{\Delta t}$. Хотелось бы оценить, можно ли взять в расчет эту величину. Введем понятие концентрации - количество рассматриваемых молекул на единицу объема: возникает проблема в том, чтобы понять, какой объем взять.

Пусть есть некоторый слой молекул около площадки, мы понимаем, что не все из них смогут взаимодействовать с ней, так как некоторые другие молекулы отскочили от стенки. В лучшем случае соприкоснутся со стенкой $\frac{1}{2}$ всех молекул слоя. Тогда общая сила за время Δt равна

$$F_{\text{общ}} = \frac{1}{2} * n * S * V_x * \Delta t * \frac{2p_x}{\Delta t}$$