



**Идеальный газ в
молекулярно-кинетической
теории.
Среднее значение квадрата
скорости молекул.**



Идеальный газ - это газ, взаимодействие между молекулами которого пренебрежимо мало.

Условия, при выполнении которых газ можно считать идеальным:



пренебрежимо малое упругое взаимодействие между молекулами;



размер молекулы много меньше среднего расстояния между ними;

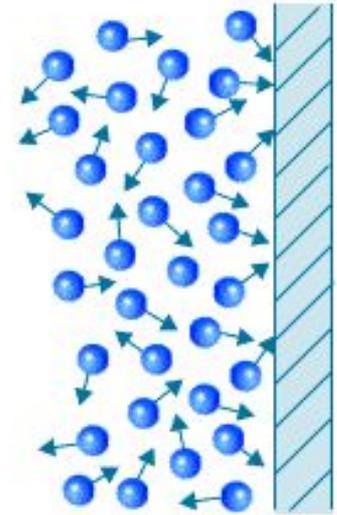


Ничтожно малы силы притяжения между молекулами, поэтому их средняя кинетическая энергия много больше средней потенциальной энергии их взаимодействия.



Давление газа в молекулярно-кинетической теории.

- Реальные разреженные газы действительно ведут себя подобно идеальному газу. Воспользуемся моделью идеального газа для объяснения происхождения давления газа.
- Складываясь друг с другом, силы ударов отдельных частиц образуют некоторую силу давления, постоянно действующую на стенку.
- Чем быстрее движутся частицы, тем сильнее они ударяют в стенку сосуда.
- Однако действия, вызванные ударами отдельных молекул, настолько слабы, что манометром они не регистрируются
- Несмотря на небольшие изменения давления, среднее значение давления p_0 практически оказывается вполне определенной величиной, так как ударов о стенку очень много, а массы молекул очень малы.



Как возникает давление газа на стенку сосуда?



Рис. 8.12



Давление газа в молекулярно-кинетической теории.

- Однако действия, вызванные ударами отдельных молекул, настолько слабы, что манометром они не регистрируются
- Несмотря на небольшие изменения давления, среднее значение давления p_0 практически оказывается вполне определенной величиной, так как ударов о стенку очень много, а массы молекул очень малы.
- **Вывод:** Идеальный газ - модель реального газа. Согласно этой модели молекулы газа можно рассматривать как материальные точки, взаимодействие которых происходит только при их столкновении. Сталкиваясь со стенкой, молекулы газа оказывают на нее давление.

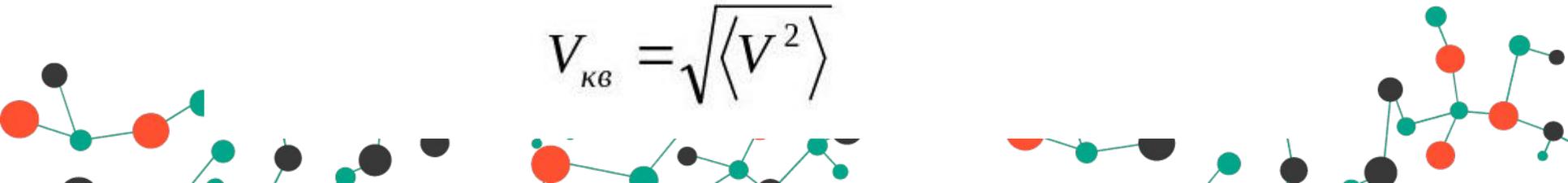


Среднее значение квадрата скорости молекул

- Для вычисления **среднего давления** надо знать среднюю скорость молекул (точнее, среднее значение квадрата скорости). Это не простой вопрос. Вы привыкли к тому, что скорость имеет каждая частица. Средняя же скорость молекул зависит от движения всех частиц.
- В дальнейшем нам понадобится среднее значение не самой скорости, а квадрата скорости. От этой величины зависит средняя кинетическая энергия молекул. А средняя кинетическая энергия молекул, как мы вскоре убедимся, имеет очень большое значение во всей молекулярно-кинетической теории

Средней квадратичной скоростью молекул $V_{кв}$ называется квадратный корень из среднего значения квадрата скорости, то есть

$$V_{кв} = \sqrt{\langle V^2 \rangle}$$



Среднее значение квадрата скорости молекул

- Обозначим модули скоростей отдельных молекул газа через $v_1, v_2, v_3, \dots, v_N$

- Среднее значение квадрата скорости определяется следующей

$$\overline{v^2} = \frac{v_1^2 + v_2^2 + v_3^2 + \dots + v_N^2}{N}, \quad (8.9)$$

где N - число молекул в газе.

- Но квадрат модуля любого вектора $v^2 = v_x^2 + v_y^2 + v_z^2$, (8.10) его проекций на оси координат Ox, Oy, Oz . Поэтому

- Средние значения величин $\overline{v_x^2}, \overline{v_y^2}, \overline{v_z^2}$ можно определить с помощью формул, подобных формуле (8.9). Между средним значением $\overline{v^2}$ и средними значениями квадратов проекций $\overline{v_x^2} = \overline{v_y^2} = \overline{v_z^2}$, (8.11) кое же соотношение, как соотношение (8.10):

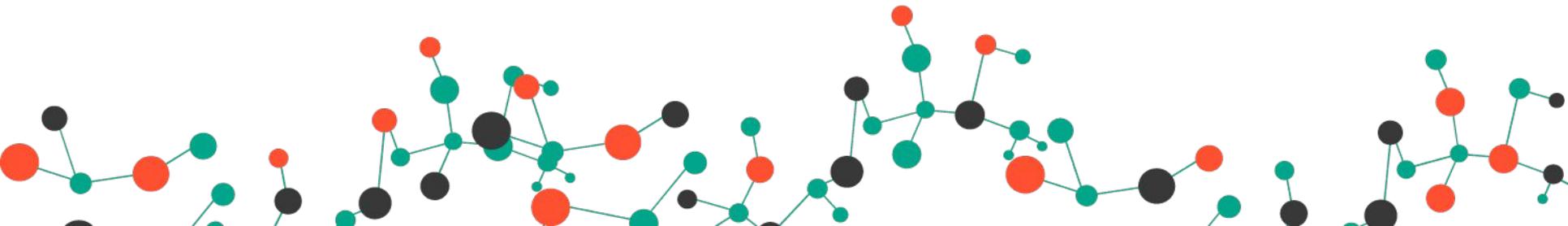
- Действительно, для каждой молекулы справедливо равенство (8.10). Сложив такие равенства для отдельных молекул и разделив обе части полученного уравнения на число молекул N , мы приходим к формуле (8.11).

- Так как направления трех $\overline{v^2} = \overline{v_x^2} + \overline{v_y^2} + \overline{v_z^2}$, (8.12) вследствие беспорядочного движения молекул равноправны, средние значения квадратов проекций скорости равны друг другу:



Среднее значение квадрата скорости молекул

- Видите, из хаоса выплывает определенная закономерность. Учитывая соотношение (8.12), подставим в формулу (8.1) $\overline{v_x^2}$ вмес $\overline{v_y^2}$ $\overline{v_z^2}$
- Тогда для среднего квадрата проекции скорости получим: $\overline{v_x^2} = \frac{1}{3} \overline{v^2}$, (8.13)
- т. е. средний квадрат проекции скорости равен 1/3 среднего квадрата самой скорости. Множитель 1/3 появляется вследствие трехмерности пространства и соответственно существования трех проекций у любого вектора.



СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ

