

**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:



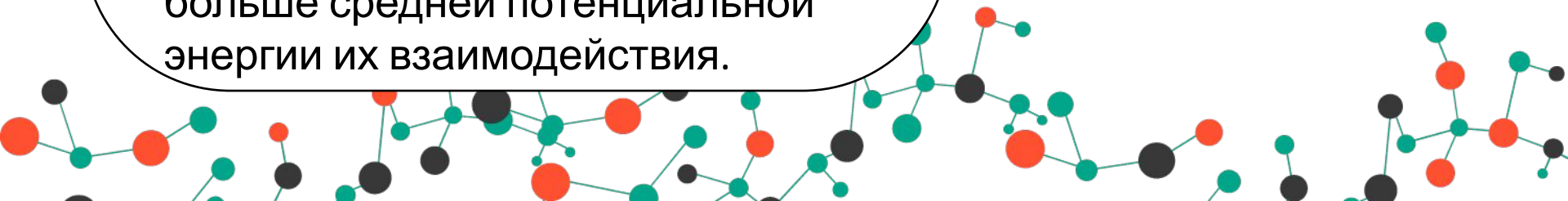
пренебрежимо малое упругое взаимодействие между молекулами;



размер молекулы много меньше среднего расстояния между ними;

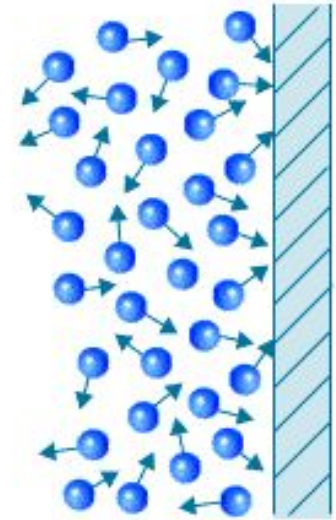


Ничтожно малы силы притяжения между молекулами, поэтому их средняя кинетическая энергия много больше средней потенциальной энергии их взаимодействия.



# 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.

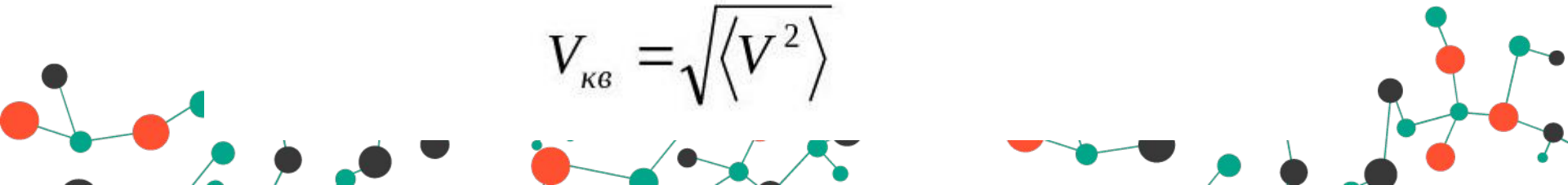


# Среднее значение квадрата скорости молекул

- 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) равен сумме его проекций на оси координат  $v_x^2, v_y^2, v_z^2$ . Поэтому

- Средние значения величин  $v_x^2, v_y^2, v_z^2$  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) существует такое 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).

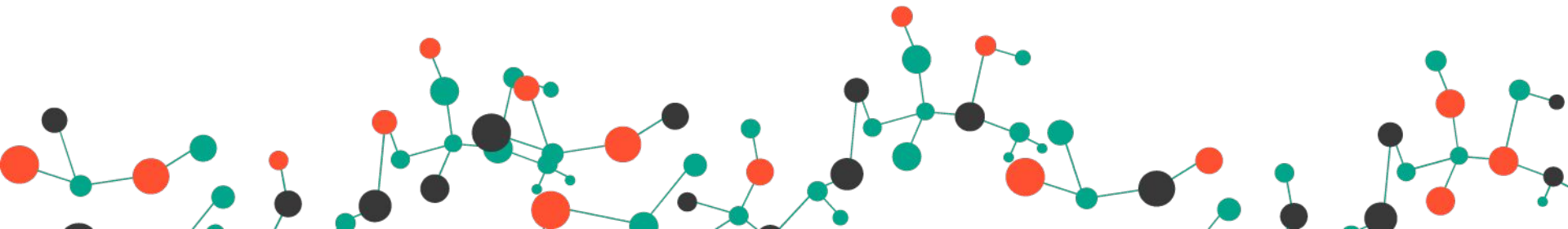
- Так как направления трех  $v_x^2 = \overline{v_x^2} + \overline{v_y^2} + \overline{v_z^2}$ , (8.12) составляющих скорости беспорядочного движения молекул равноправны, средние значения квадратов проекций скорости равны друг другу:





# 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

