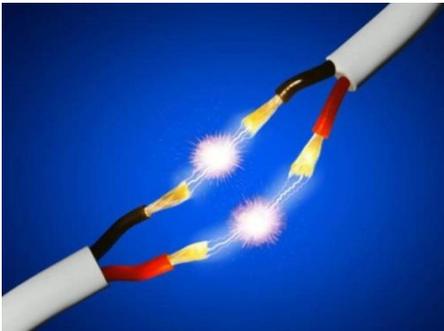


# Общая Физика



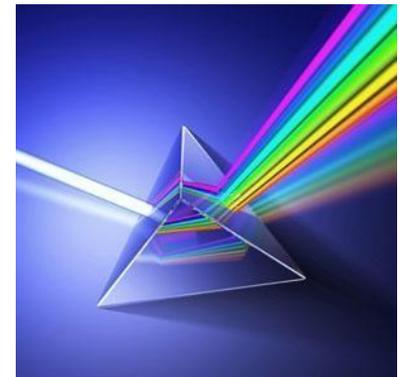
- Механика

- Молекулярная физика  
и термодинамика



- Электричество  
и магнетизм

- Оптика



# Идеальный газ

## Уравнение состояния

### Процессы

- Введение
- Типы химической связи
- Температурные шкалы
- Модель идеального газа
- Уравнение Клапейрона–Менделеева
- Процессы в идеальных газах

# Границы применимости модели материальной точки и абсолютно твердого тела

В механике рассматривается движение материальных тел, свойства которых могут быть смоделированы в виде понятий материальной точки и абсолютно твердого тела.

- В первом случае не принимались во внимание внутренняя структура и пространственная протяженность материального тела
- Во втором — их учет сводился лишь к распределению свойства инертности (плотности) в объеме, занимаемом материальным телом, для частного случая, когда это распределение неизменно во времени.
- Кроме того в механике мы изучали движение и взаимодействие одного, двух или в простейшем случае трех тел.

# Границы применимости модели материальной точки и абсолютно твердого тела

Модели материальной точки и абсолютно твердого тела неприменимы для изучения внутренних свойств материальных тел, когда существенны их структура и движение частей тела относительно друг друга.

- **Предмет молекулярной физики** является изучение молекулярной формы движения, т.е. движения больших совокупностей молекул.
- **Молекула** – это наименьшая частица вещества, сохраняющая все его химические свойства.

Молекула состоит из атомов, которые, в свою очередь, состоят из атомных ядер, окруженных определенным числом внутренних и внешних валентных электронов.

# Размеры атомов и молекул

- На сколько большие системы?
- Сколько атомов?

Это количество в молекулярной физике определяется постоянной Авогадро  $N_A = 6,022\ 141\ 29(27) \cdot 10^{23}$  моль<sup>-1</sup>

- Сделаем простую оценку. Один моль воды имеет массу 18г и, следовательно, объем 18 см<sup>3</sup>.

Для определения строения молекул веществ используются разнообразные методы:

- электронная и колебательная спектроскопия
- ядерный магнитный резонанс
- электронный парамагнитный резонанс
- дифракция рентгеновского излучения, нейтронов, электронов и другие методы

# Размеры атомов и молекул

- На сколько большие системы?
- Сколько атомов?

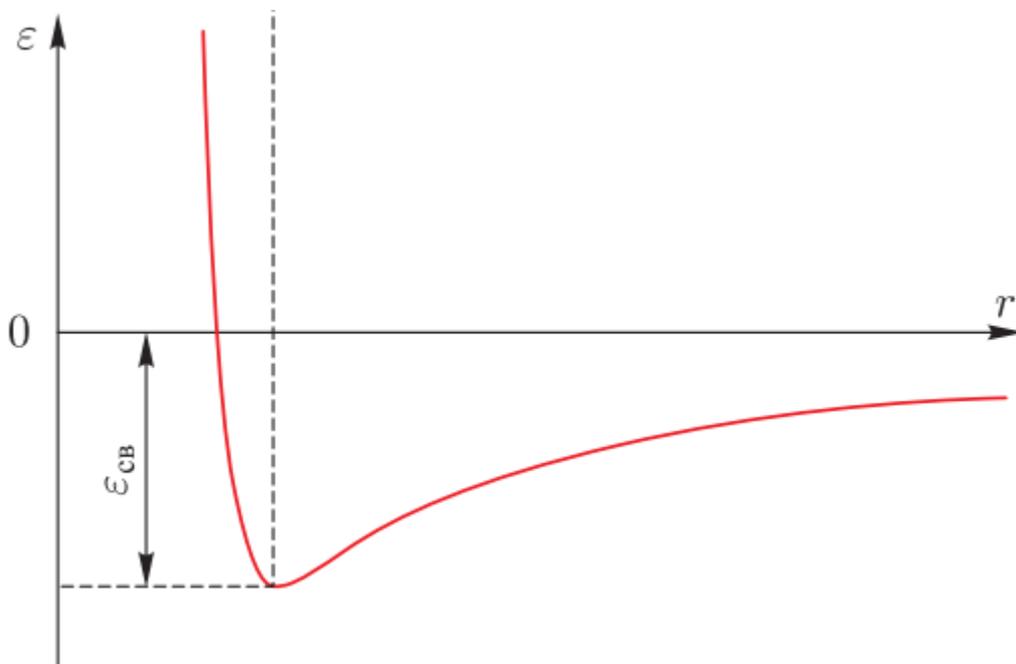
Это количество в молекулярной физике определяется постоянной Авогадро  $N_A = 6,022\ 141\ 29(27) \cdot 10^{23}$  моль<sup>-1</sup>

- Сделаем простую оценку. Один моль воды имеет массу 18г и, следовательно, объем 18 см<sup>3</sup>.

Для определения строения молекул веществ используются разнообразные методы:

- электронная и колебательная спектроскопия
- ядерный магнитный резонанс
- электронный парамагнитный резонанс
- дифракция рентгеновского излучения, нейтронов, электронов и другие методы

# Взаимодействие атомов и молекул



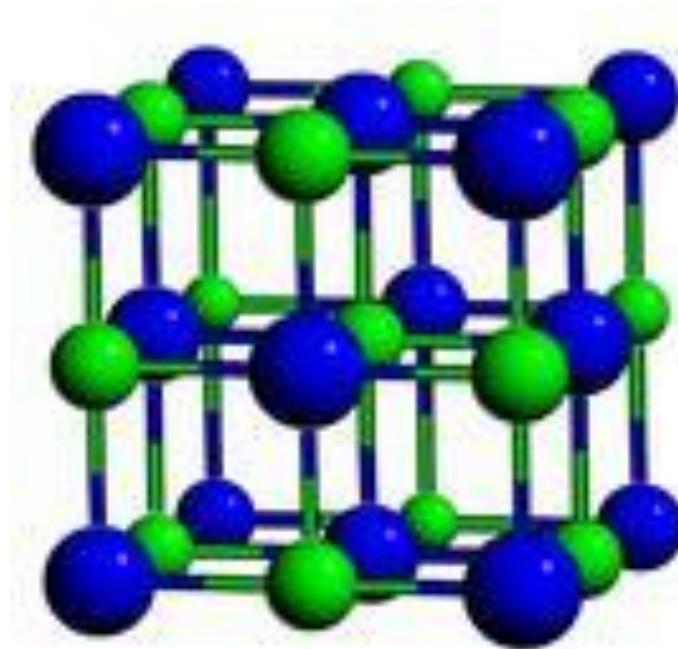
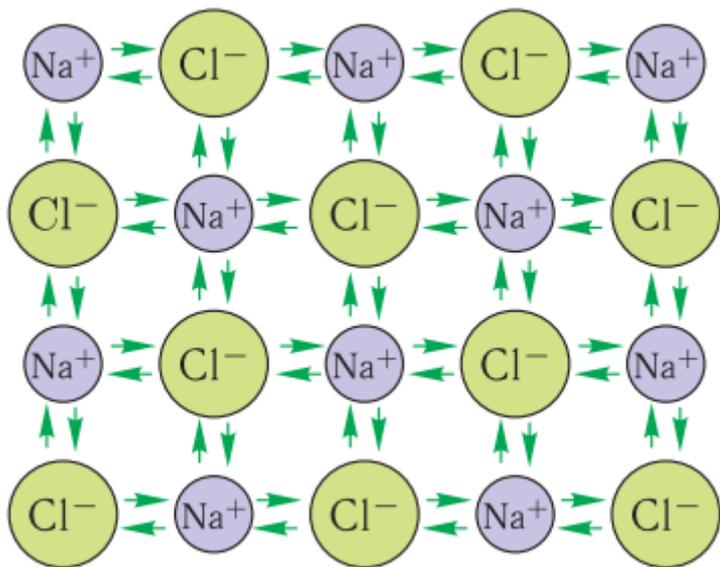
**Энергия связи** равна энергии, которую необходимо затратить, чтобы развести атомы в молекуле на бесконечно большое расстояние друг от друга.

# Типы химической связи

- Ионная
- Ковалентная
- Металлическая
- Молекулярная связь

# Ионная связь

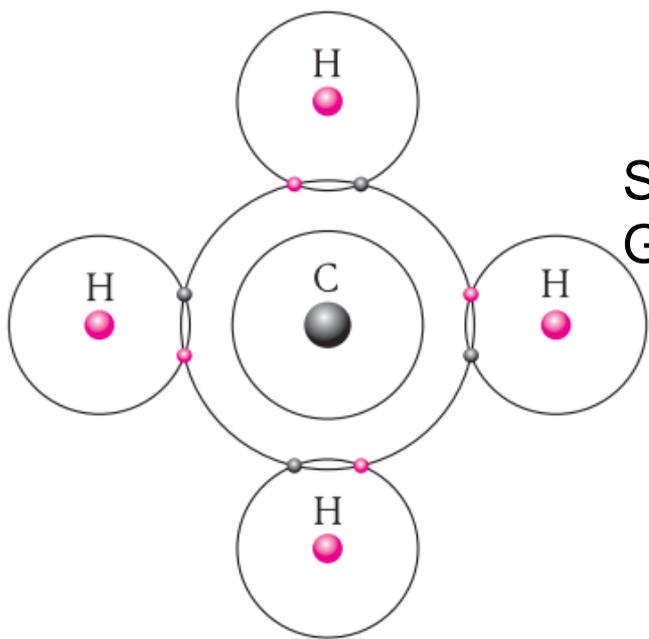
В узлах кристаллической решётки помещаются положительно и отрицательно заряженные ионы.



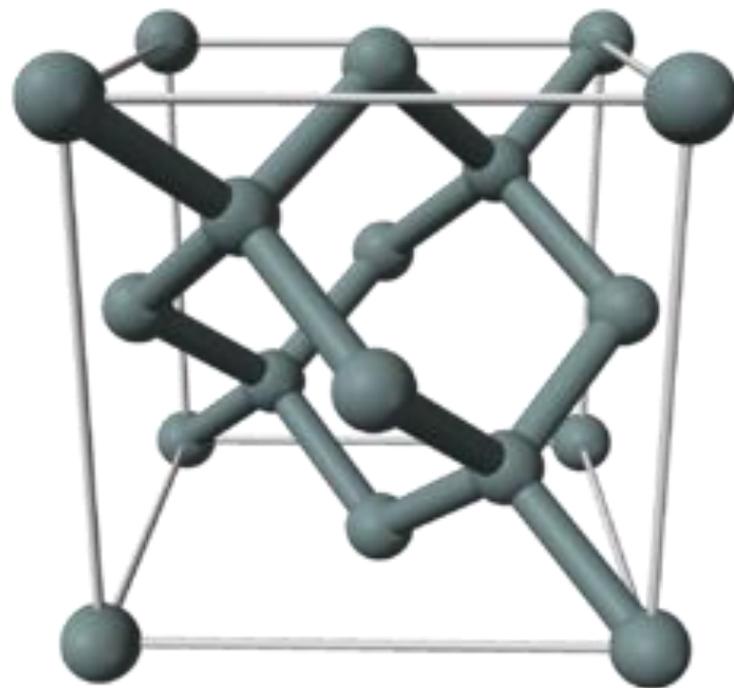
NaCl

# Ковалентная связь

Нейтральные атомы размещены в узлах кристаллической решётки. Связь образуется направленными валентными электронными облаками. Связь, объединяющая в кристалле нейтральные атомы, называется ковалентной.

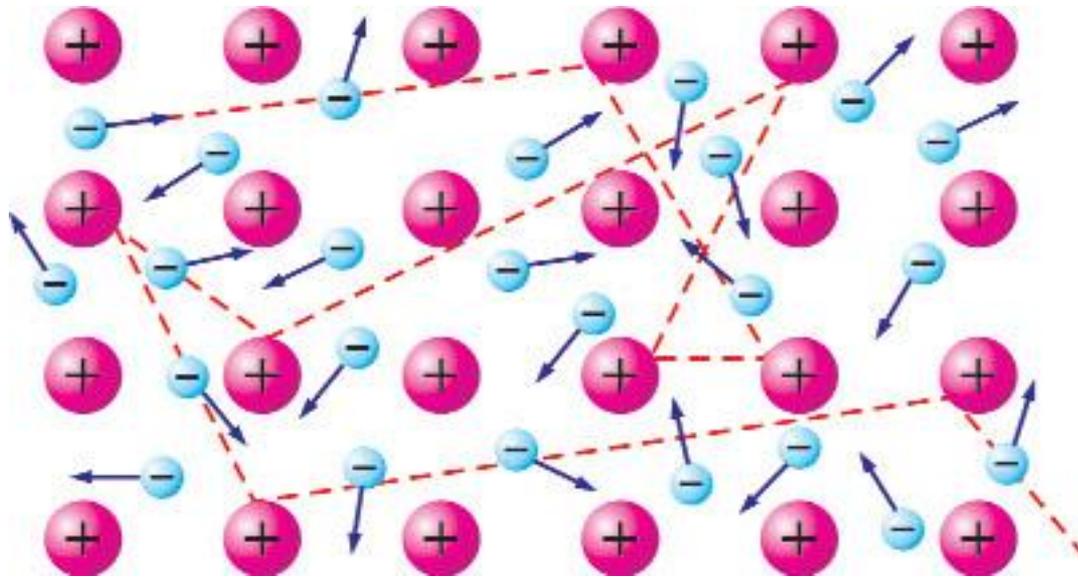


Si, Ge ...



# Металлическая связь

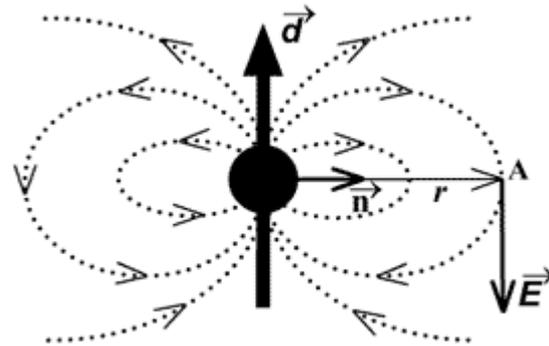
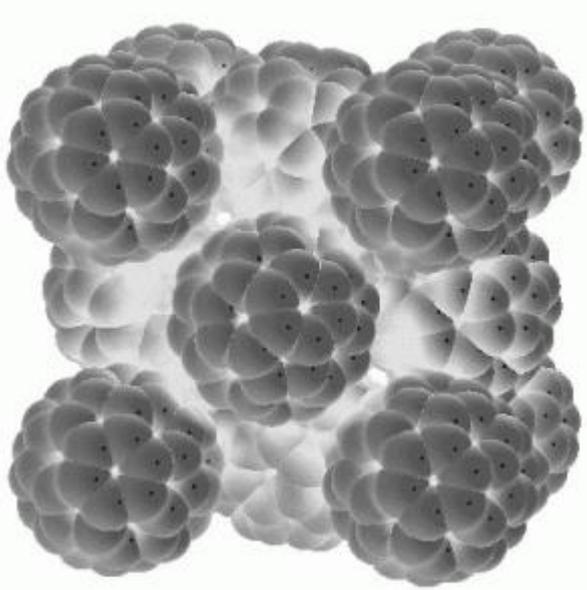
В узлах кристаллической решётки расположены положительные ионы металла. Между ними беспорядочно, подобно молекулам газа, движутся электроны проводимости.



Cu, Ag ...

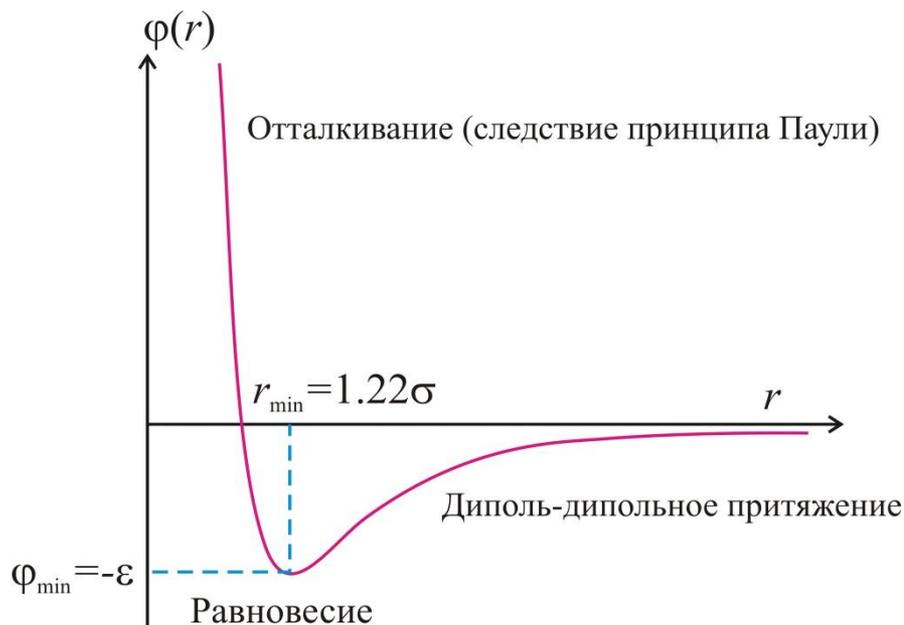
# Молекулярная связь

**Молекулярный кристалл** — кристалл, образованный из молекул. Молекулы связаны между собой слабыми ван-дер-ваальсовыми силами.



$$E_{\text{дип}} = -\frac{P}{R^3} + \frac{3(P R)R}{R^5}$$

# Потенциал Леннард-Джонса

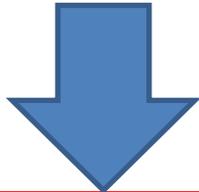


$$\varphi(r_{ij}) = 4\varepsilon \left[ \left( \frac{\sigma}{r_{ij}} \right)^{12} - \left( \frac{\sigma}{r_{ij}} \right)^6 \right]$$

Потенциал ЛД дает хорошее описание ван-дер-ваальсовских взаимодействий между атомами инертных газов и молекулами ( $\text{Ar}$ ,  $\text{Kr}$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{O}_2$ ,  $\text{H}_2$ ,  $\text{C}_2\text{H}_4$  и т.д.). Для металлов не подходит.

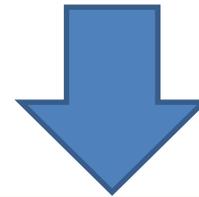
# Два подхода

**Предмет молекулярной физики** является изучение молекулярной формы движения, т.е. движения больших совокупностей молекул.



## **Термодинамический**

Не интересуются движением отдельных частиц, а для описания используются усредненными свойствами и характеристиками:  $V$ ,  $P$ ,  $T$ ,  $m$ ,  $\mu$ , которые определяют экспериментально.

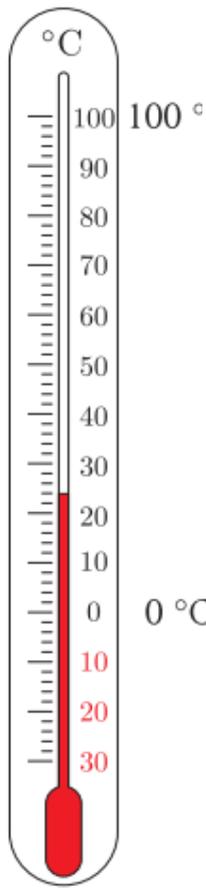


## **Статистический**

Подход основан на применении статистических законов, дает возможность получить предсказания, которые носят не достоверный, а лишь вероятностный характер.

# Термометры и температурные шкалы

Температурная шкала Цельсия была предложена шведским астрономом А. Цельсием в 1742 г. За  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  стали принимать температуру таяния льда, а за  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$  — кипения воды.



# Термометры и температурные шкалы

**Шкала Кельвина.** В 1727 г. французский физик Ж. Шарль экспериментально установил, что давление не очень плотных газов, заключенных в фиксированный объем, возрастает пропорционально их температуре в соответствии с законом

$$p = p_0(1 + \alpha t)$$

в котором температура измеряется по шкале Цельсия,  $p_0$  — давление при температуре  $0^\circ\text{C}$ , коэффициент термического увеличения давления  $\alpha = 273 \text{град}^{-1}$  и практически одинаков для большого числа различных газов.

$$T = t + \alpha^{-1} = t + 273$$

Это дает прекрасную возможность использовать разреженный газ в качестве термометрического тела, а давление будет термометрической величиной.

# Модель идеального газа

**Модель идеального газа** предполагает, что:

1. потенциальной энергией взаимодействия частиц, составляющих газ, можно пренебречь по сравнению с их кинетической энергией;
2. суммарный объем частиц газа пренебрежимо мал по сравнению с объемом сосуда, в котором они находятся;
3. между частицами нет далекодействующих сил притяжения или отталкивания; соударения частиц между собой и со стенками сосуда абсолютно упруги;
4. время взаимодействия между частицами пренебрежимо мало по сравнению со средним временем между столкновениями.