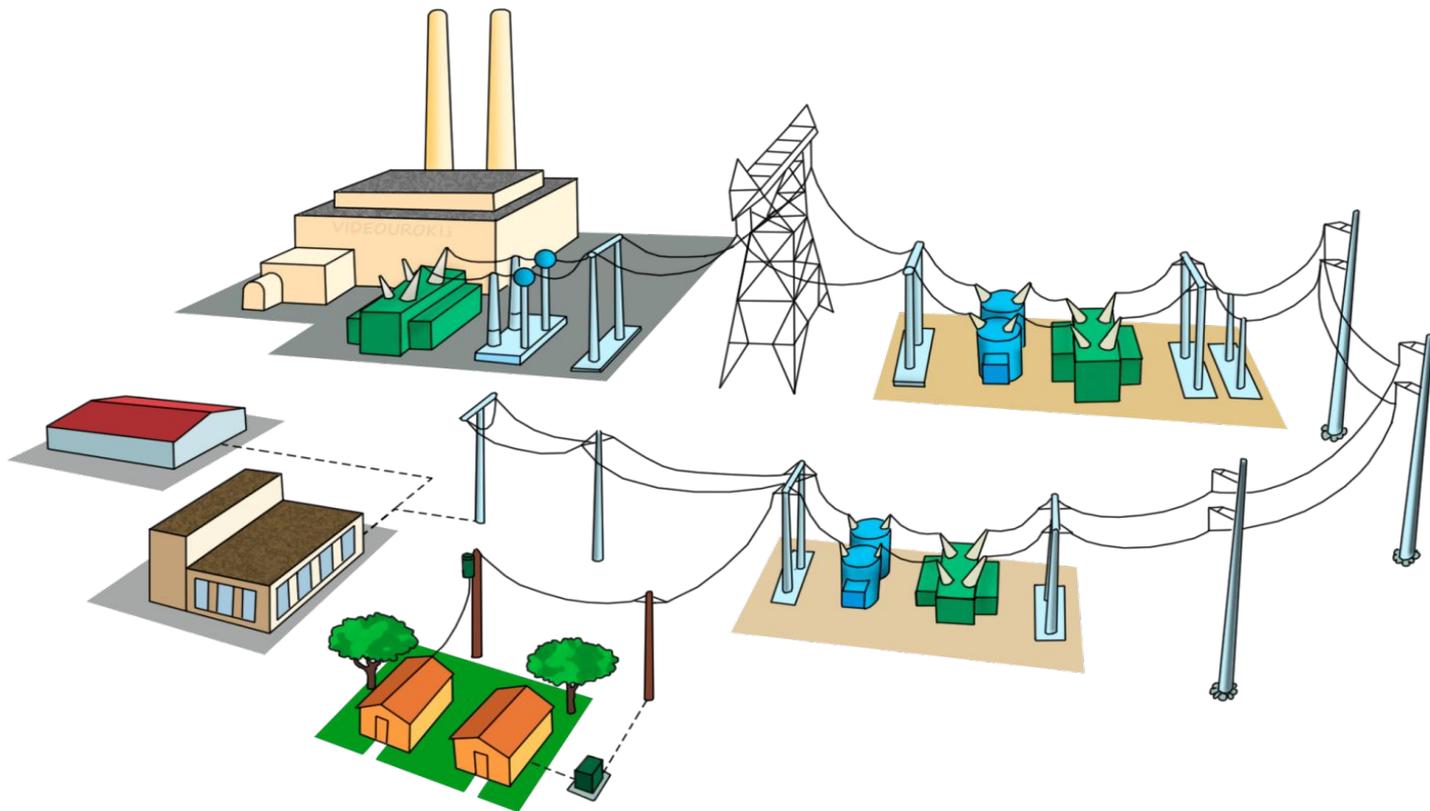
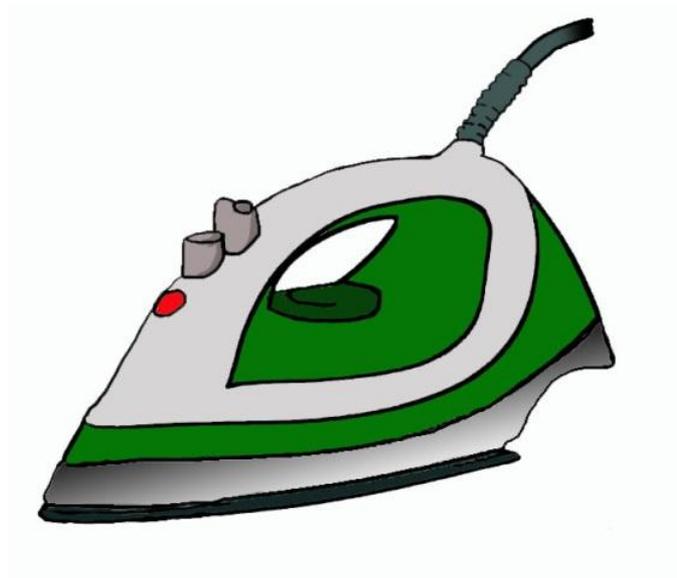
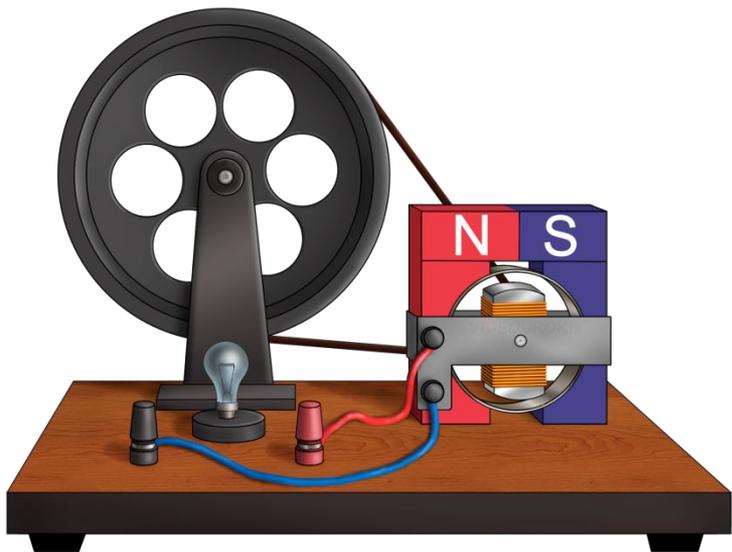
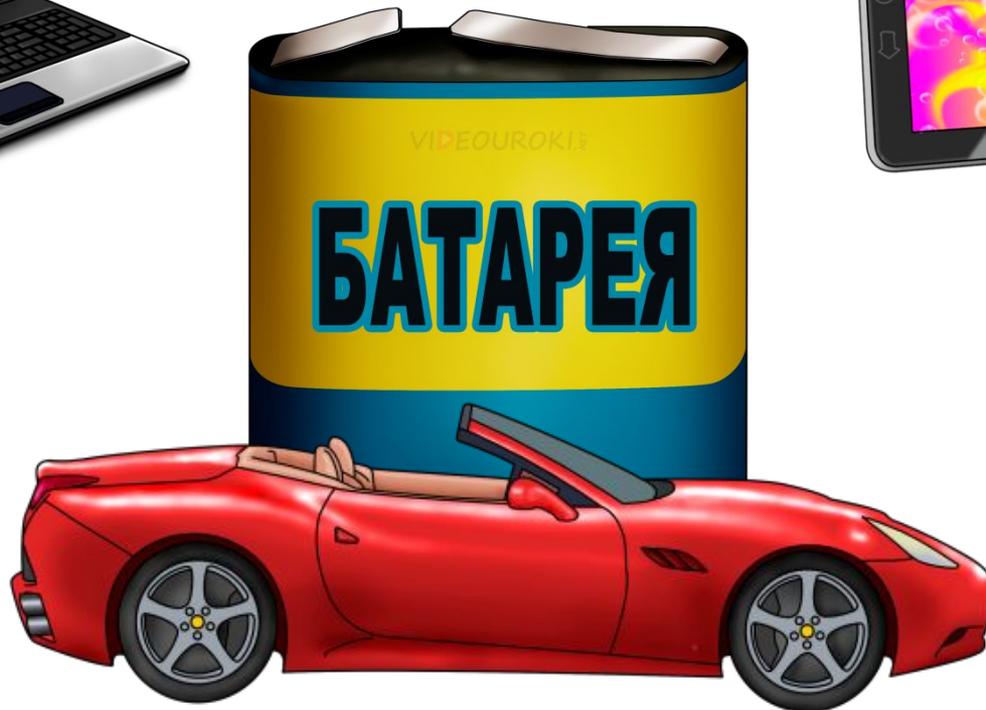


# Электронная проводимость металлов. Зависимость сопротивления от температуры









# Тела

```
graph TD; A[Тела] --> B[Проводники]; A --> C[Полупроводники]; A --> D[Диэлектрики]; B --> E[Проводимость]; C --> F[Регулируемая проводимость]; D --> G[Изоляция];
```

Проводники

Полупроводники

Диэлектрики

Проводимость

Регулируемая  
проводимость

Изоляция

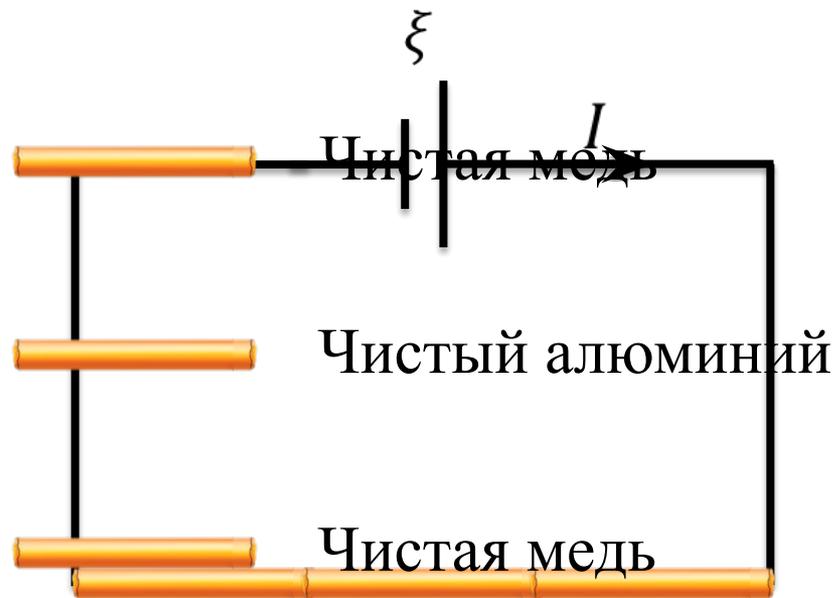
**Электрический ток** — это упорядоченное движение заряженных частиц.

**Носителями свободных зарядов в металлах являются электроны.**

# Опыт Рикке



Эдуард Рикке  
1845 — 1915



# Опыт Мандельштама-Папалекси



Леонид Мандельштам

1879 — 1944



Николай Папалекси

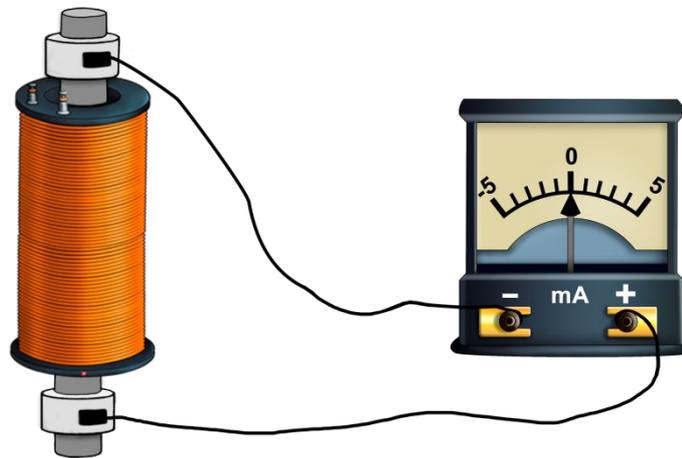
1880 — 1947

# Опыт Мандельштама-Папалекси

Переносимый при торможении заряд пропорционален отношению заряда частиц к их массе:

$$Q \sim \frac{e}{m}$$

Определенное из данного эксперимента отношение  $\frac{e}{m}$  совпало с полученным ранее значением.



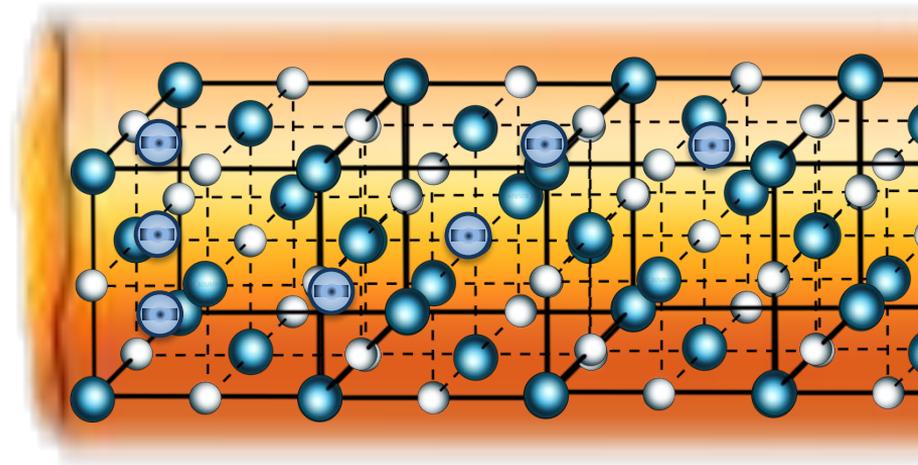
$$F = qE \Rightarrow v_e \sim E$$

$$E \sim U \Rightarrow v_e \sim U$$

$$v_e = \frac{I}{enS} \Rightarrow v_e \sim I$$

$$I \sim U$$

Экспериментальное подтверждение электронной проводимости металлов является качественным обоснованием закона Ома.



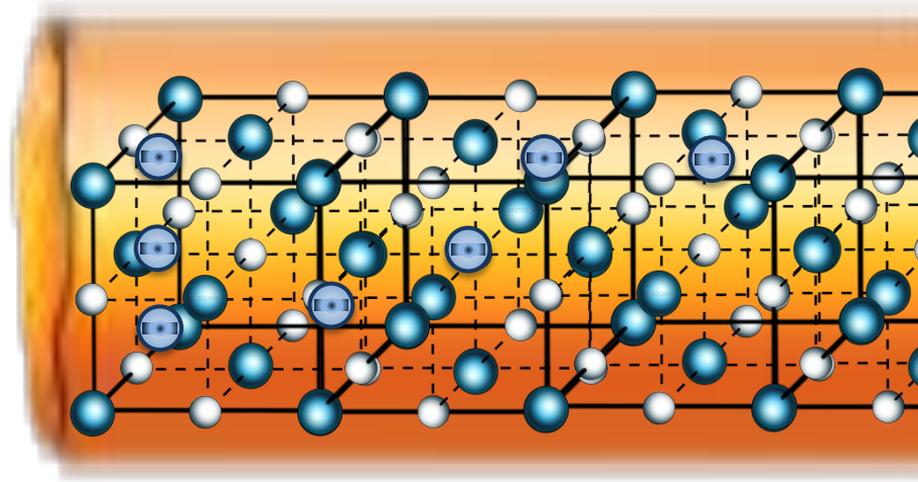
Зависимость сопротивления проводника от температуры:

$$R(t) = R_0(1 + \alpha t)$$

$$[t] = [^{\circ}\text{C}] \quad R_0 = R(0^{\circ}\text{C})$$

$$\alpha t = \frac{R - R_0}{R}$$

Температурный коэффициент сопротивления ( $\alpha$ ) равен относительному изменению сопротивления при изменении температуры на  $1^{\circ}\text{C}$ .



Зависимость сопротивления проводника от температуры:

$$R(t) = R_0(1 + \alpha t)$$

$$R_{\text{Н}}(100) = R_{0\text{Н}}(1 + 1,6 \times 10^{-4} \times 100)$$

$$R_{\text{Н}}(100) = R_{0\text{Н}}(1 + 0,016) = 1,016R_{0\text{Н}}$$

$$R_{\text{Ж}}(100) = R_{0\text{Ж}}(1 + 6,6 \times 10^{-3} \times 100)$$

$$R_{\text{Ж}}(100) = R_{0\text{Ж}}(1 + 0,66) = 1,66R_{0\text{Ж}}$$

| Металл   |
|----------|
| Серебро  |
| Медь     |
| Железо   |
| Платина  |
| Вольфрам |
| Нихром   |
| Ртуть    |

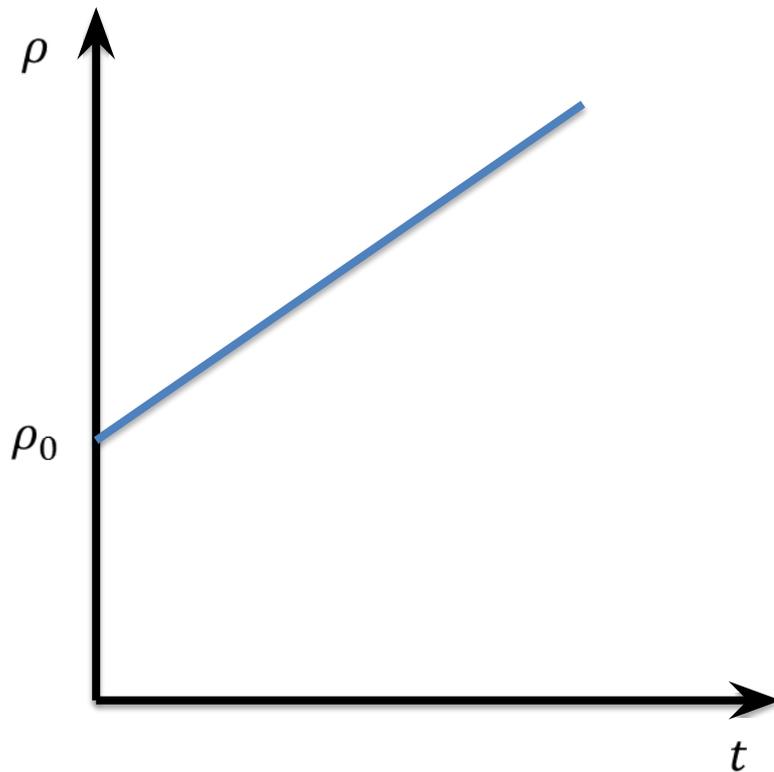
Зависимость сопротивления  
проводника от температуры:

$$R(t) = R_0(1 + \alpha t)$$

$$R = \frac{\rho l}{S}$$

$$S = \text{const}; l = \text{const}$$

$$\rho(t) = \rho_0(1 + \alpha t)$$

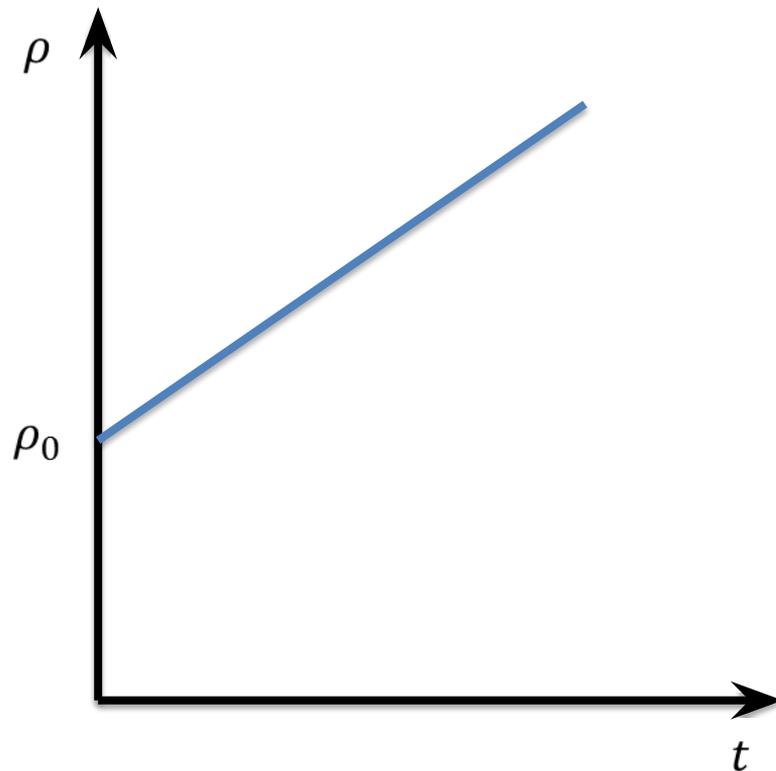


**Термометр сопротивления** — это проводник, с помощью которого определяют температуру в соответствии с зависимостью его сопротивления от температуры.

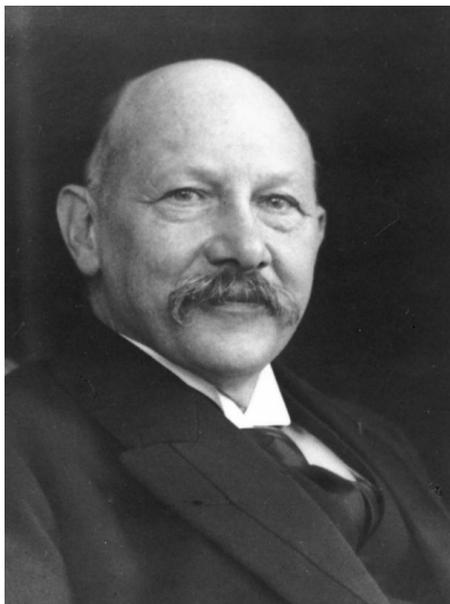
$$R(t) = R_0(1 + \alpha t)$$

$$\rho(t) = \rho_0(1 + \alpha t)$$

**Термометры сопротивления** могут быть использованы в широком диапазоне температур, по сравнению с жидкостными термометрами.

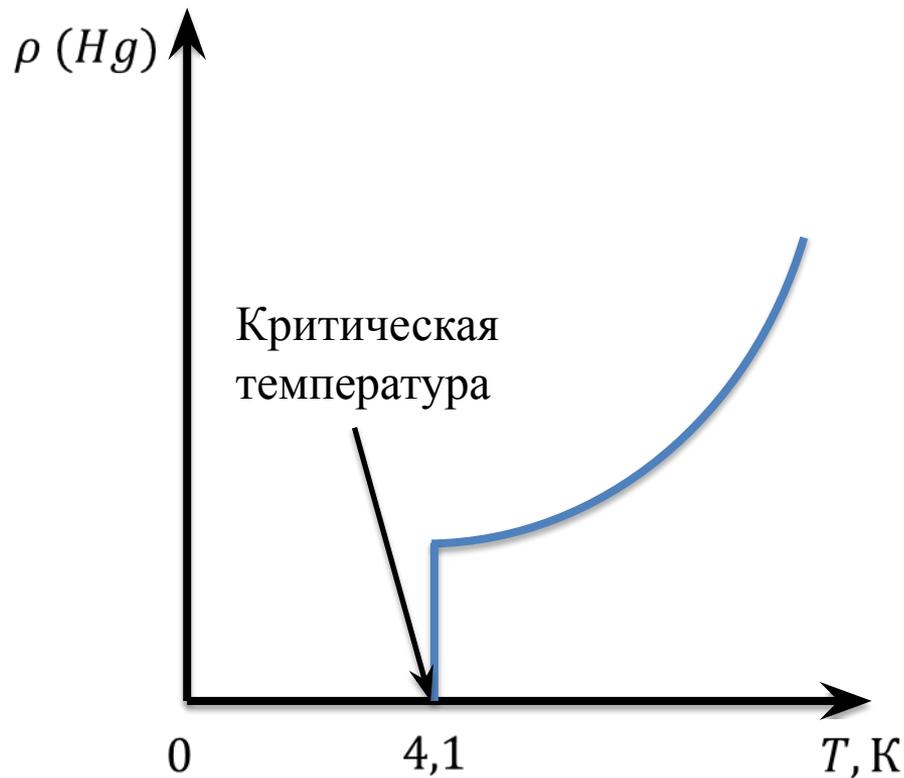


# Сверхпроводимость



Хейке Камерлинг-Оннес

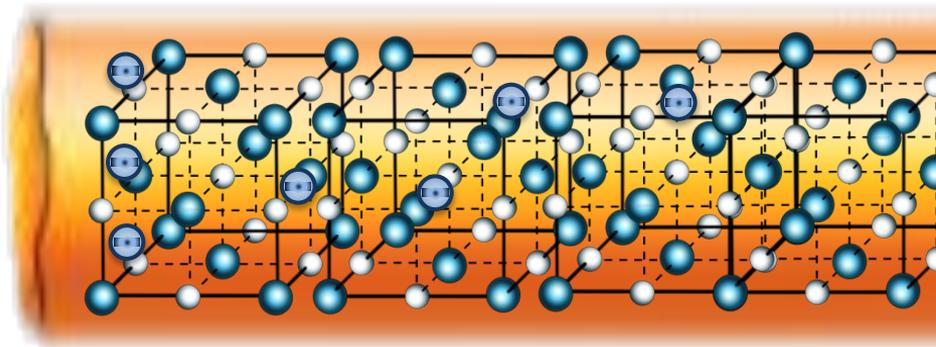
1853 — 1926



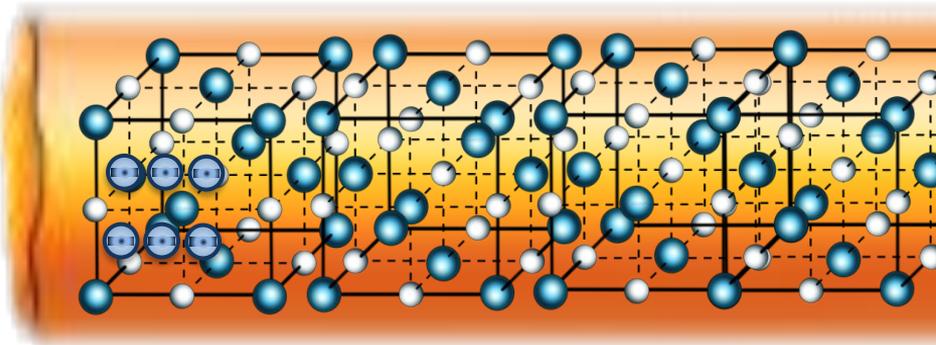
Явление **сверхпроводимости** возникает в металлах при очень низких температурах ( $\sim 25$  К).

Поскольку в состоянии **сверхпроводимости не происходит потерь энергии**, открытие сверхпроводимости при комнатных температурах внесет большой вклад в развитие энергетики.

Обычное состояние



Состояние сверхпроводимости



# Применение сверхпроводимости



Самая высокая температура, при которой на сегодняшний день достигается состояние сверхпроводимости — это 138 К.

# Эффект Мейснера

При охлаждении цилиндров в них возникает явление сверхпроводимости. тока невозможно на сегодняшний день, при приближении магнитов в критическом значении силы тока способный разрушить, продолжает протекать по сверхпроводнику с нулевого сопротивления.



# Основные выводы

- Свободными зарядами, несущими ток в металлических проводниках, являются **электроны**.
- Проводимость металлов называется **электронной проводимостью**.
- Зависимость сопротивления металлов от температуры:

$$R(t) = R_0(1 + \alpha t)$$

- Зависимость удельного сопротивления металлов от температуры:

$$\rho(t) = \rho_0(1 + \alpha t)$$

# ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ

- **Температурный коэффициент сопротивления** — это относительное изменение сопротивления проводника при нагревании на  $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ .
- **Сверхпроводимость** — явление, возникающее в проводниках при низких температурах, при котором электрическое сопротивление падает до нуля.
- **Явление сверхпроводимости** обусловлено тем, что при достаточно низких температурах тепловое движение электронов весьма незначительно, и они не взаимодействуют с кристаллической решеткой.
- В перспективе, **явление сверхпроводимости** может решить проблему потерь энергии при передаче от источника к потребителям.