

**Электрический ток в
различных средах
Электронная проводимость
металлов**

Условия существования
электрического тока

```
graph TD; A[Условия существования электрического тока] --> B[Наличие электрического поля]; A --> C[Свободные заряженные частицы];
```

Наличие
электрического поля

Свободные
заряженные
частицы

Проводники
электрического тока

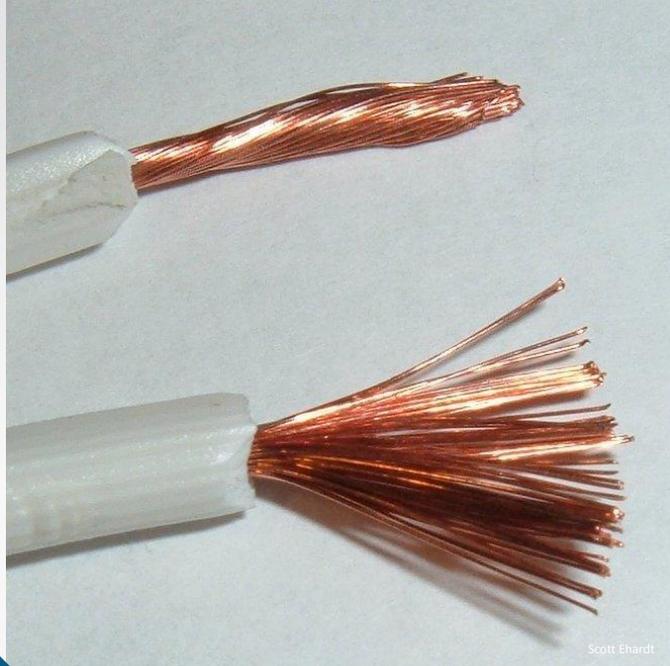
```
graph TD; A[Проводники электрического тока] --> B[Твёрдые тела]; A --> C[Жидкости]; A --> D[Газы];
```

Твёрдые тела

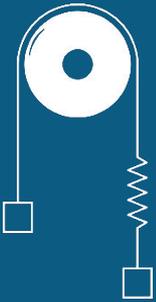
Жидкости

Газы

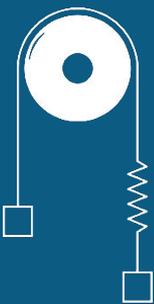
Среда	Носители тока
Металл	Свободные электроны
Электролит	«+» и «-» ионы
Полупроводник	Свободные электроны и дырки
Газ	Ионы и электроны
Вакуум	Электроны



Проводники — это вещества, которые проводят электрический ток, есть свободные заряды.

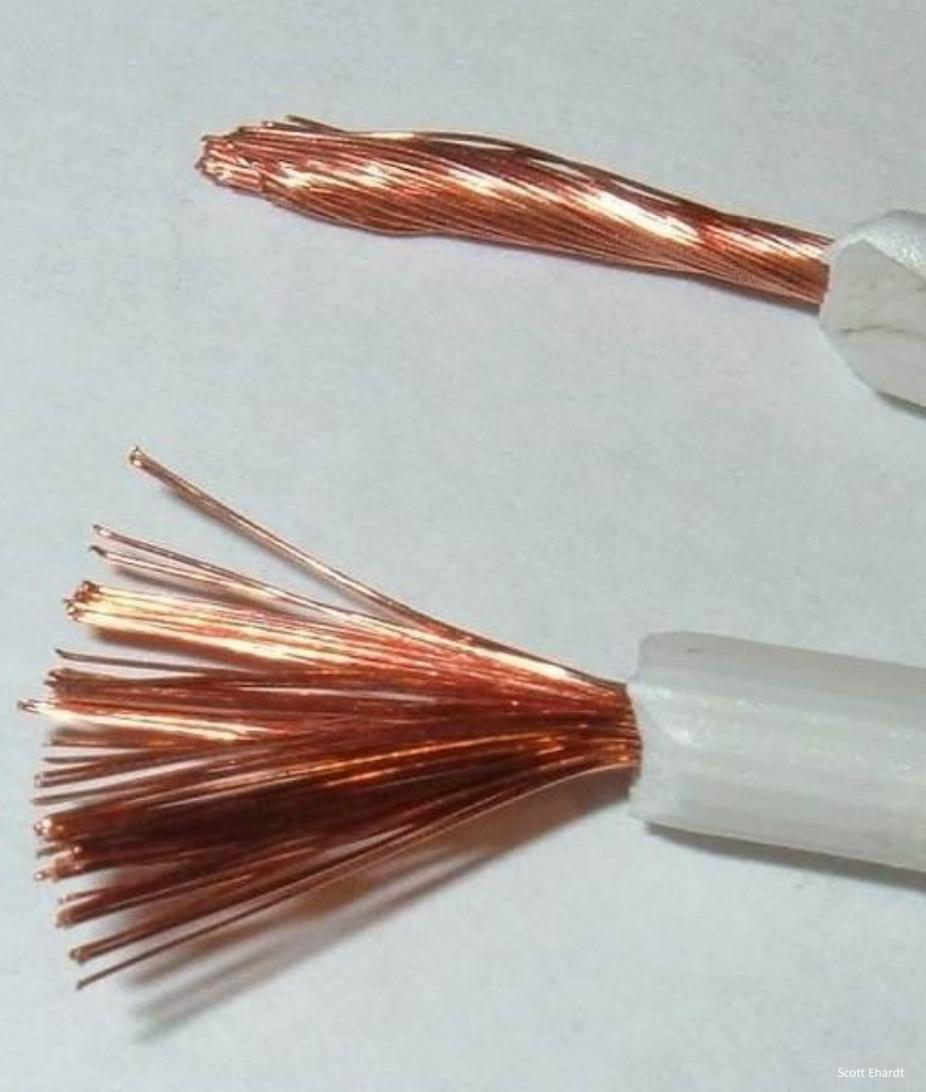


Диэлектрики — это вещества, которые не проводят электрический ток, нет свободных зарядов.

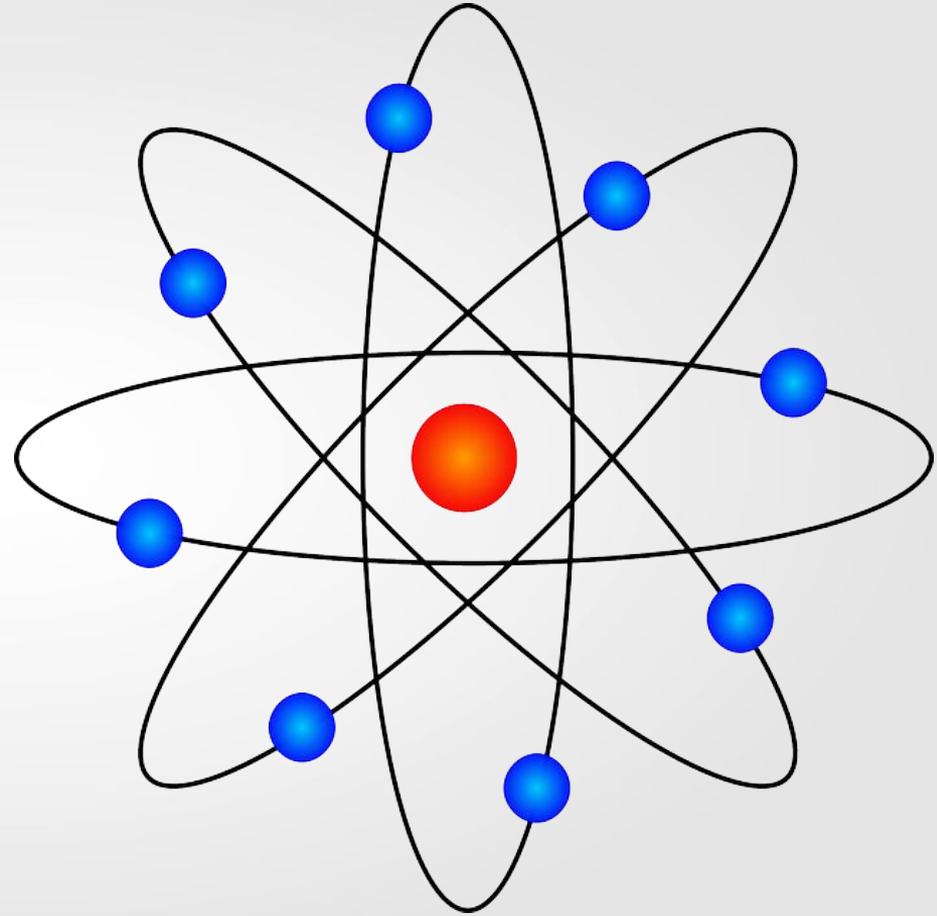


Полупроводники — это вещества, у которых свойство электрической проводимости начинает проявляться при определённой температуре, освещении, облучении, при добавлении примеси.

Металлические проводники являются самыми широко применяемыми. Наряду с металлическими проводниками далеко не последнее место занимают **жидкие вещества** с большим количеством свободных заряжённых частиц — **водные растворы**, или **расплавы электролитов**, и ионизованный газ — **плазма**.



Свободные электроны проводников совершают беспорядочное движение. Но если пропустить через них электрический ток, то частицы начнут двигаться упорядоченно со средней скоростью 10^{-4} м/с.





Л.И.

Мандельштам



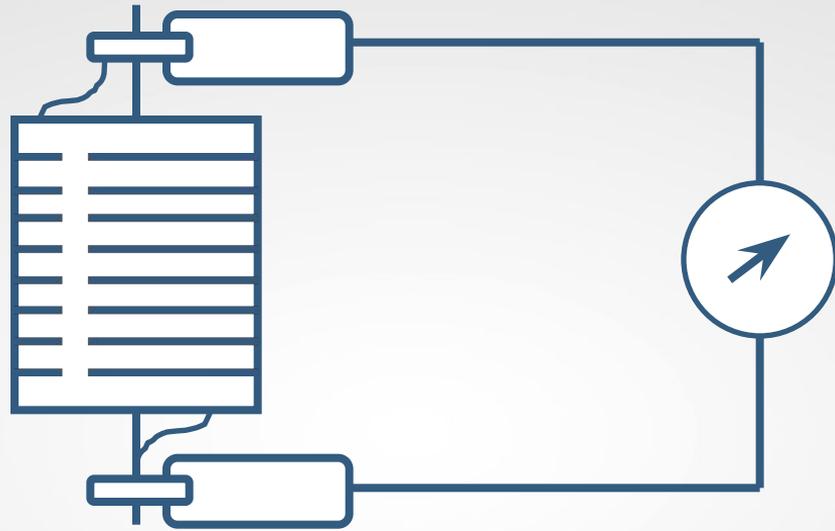
Н.Д. Папалекси



Р. Толмен

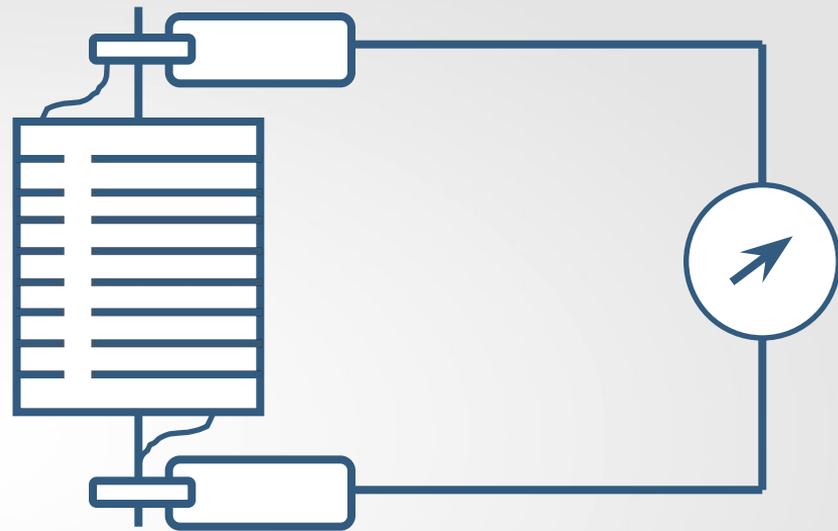


Б. Стюарт



Цепь состоит из **катушки** с намотанной на неё проволокой, к концам которой прикреплены **медные диски**, изолированные друг от друга, соединённые с **гальванометром**

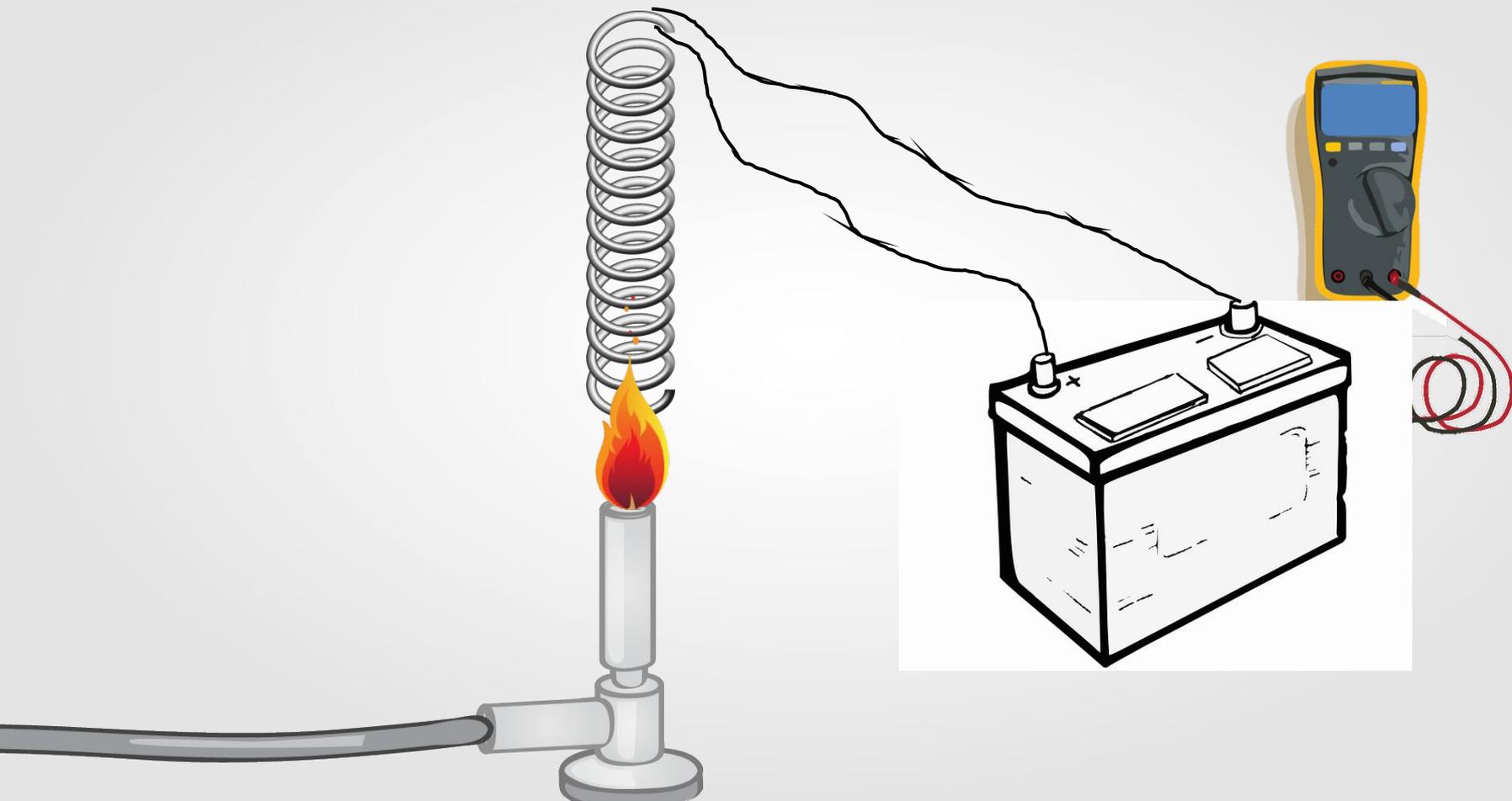
$$q \sim \frac{|q|}{m}$$



Переносимый заряд пропорционален отношению заряда частиц, создающих ток, к их массе.

$$q \sim \frac{|q|}{m}$$

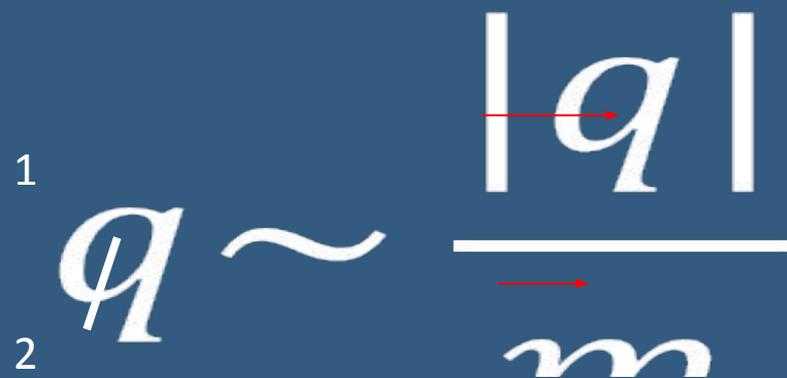
Зависимость сопротивления проводника от температуры



$$q \sim \frac{|q|}{m}$$

1

2

The image shows the equation $q \sim \frac{|q|}{m}$ on a dark blue background. The number '1' is positioned to the left of the absolute value bars in the numerator, and the number '2' is positioned to the left of the denominator 'm'. Two red arrows point from the left towards the 'q' inside the absolute value bars and the 'm' in the denominator.

$$q \sim_0 \frac{|q|}{m}$$

Зависимость удельного сопротивления

проводника от температуры

$$q_0 \sim \frac{|q|}{m}$$

$$q \sim \frac{|q|}{m}$$

$$R = R_0(1 + \alpha \Delta T)$$

$$\alpha \sim \frac{1}{R} \left(\frac{dR}{dT} \right) \text{K}^{-1}$$

Температурный коэффициент сопротивления, характеризует зависимость сопротивления проводника от температуры и равен относительному изменению сопротивления проводника при нагревании на 1 Кельвин.

Металл

ы

1. У всех металлов с увеличением температуры растет сопротивление.

2. $\alpha > 0$

3. у чистых металлов

$$\rho \sim \frac{|\rho|}{t}$$

Растворы электролитов

1. У растворов электролитов с увеличением температуры сопротивление уменьшается.

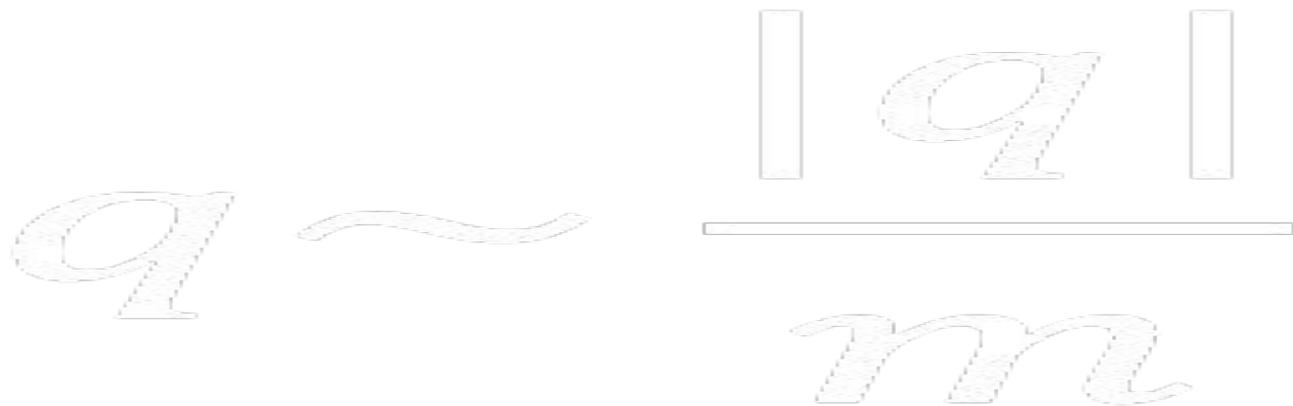
2.



3.

$$\text{NaCl}$$
$$\alpha = -0,02 \text{ K}^{-1}$$

Растворы



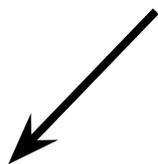
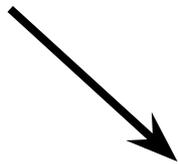
Зависимость удельного сопротивления

проводника от температуры

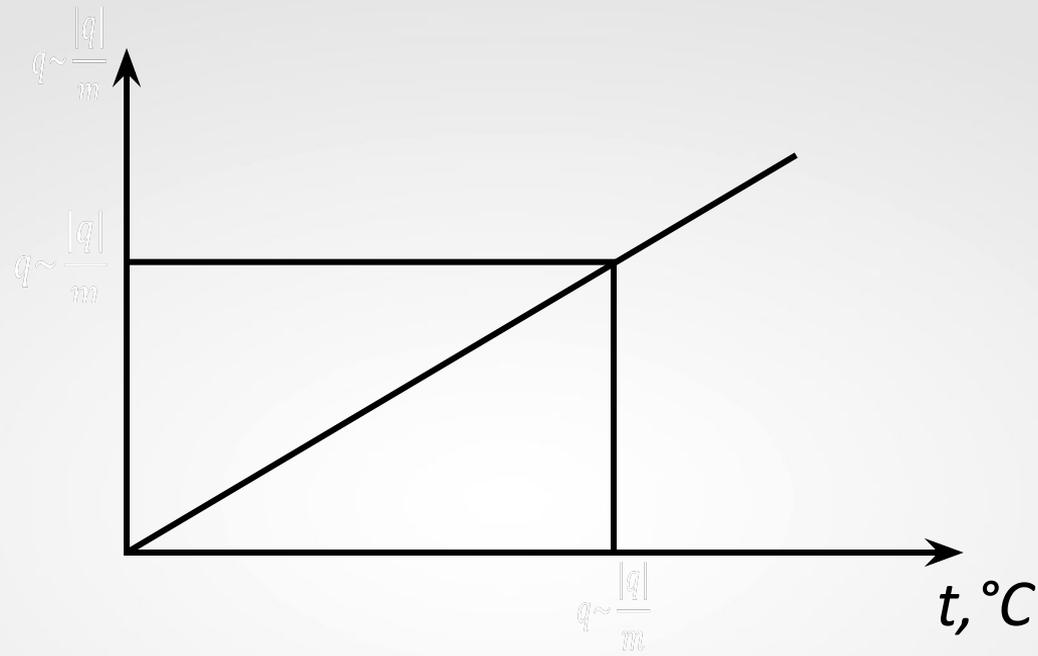
$$\rho \sim \frac{|\rho|}{t}$$

$$q \sim \frac{|q|}{m}$$

$$q \sim \frac{|q|}{m}$$

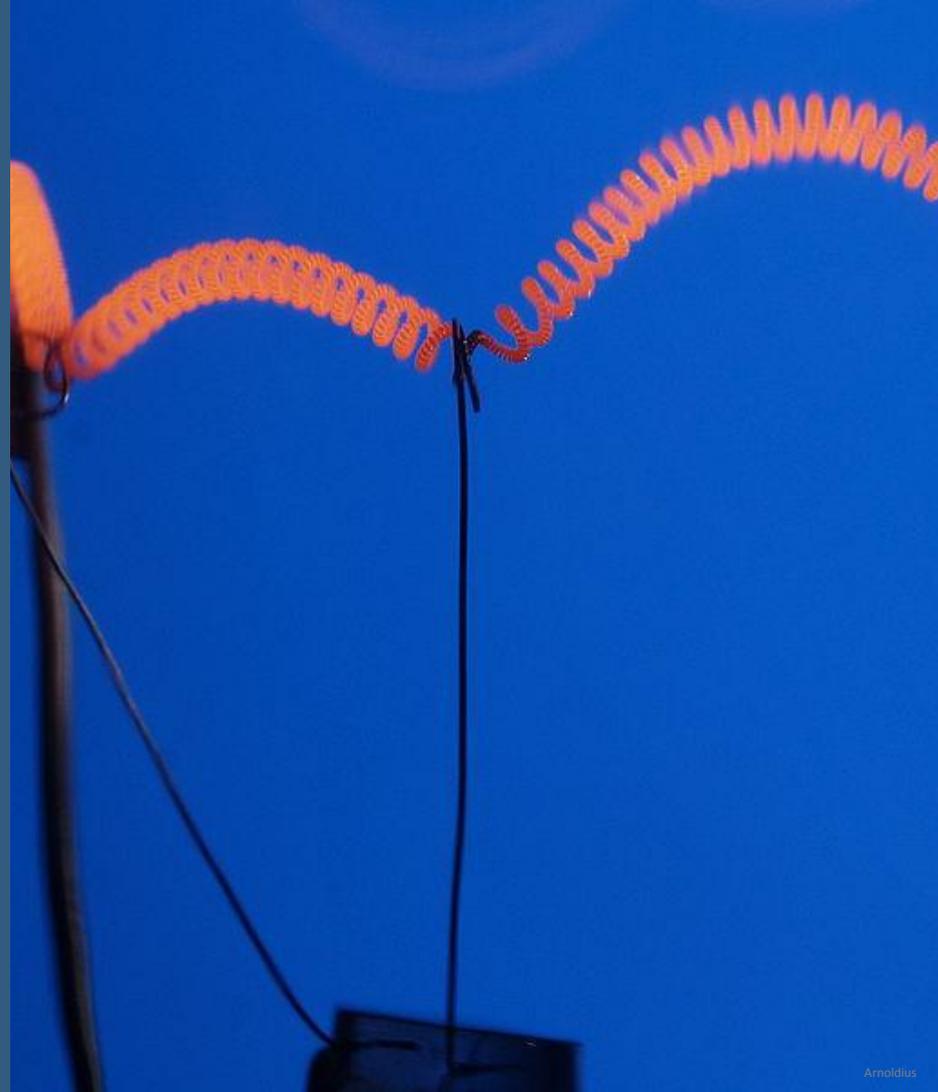


$$q \sim \frac{|q|}{m}$$



Так как температурный коэффициент сопротивления мало меняется при изменении температуры, то можно считать, что **удельное сопротивление проводника линейно зависит от температуры.**

Температурный коэффициент необходимо учитывать при **расчёте нагревательных приборов**, так как, например, сопротивление вольфрамовой нити при прохождении по ней электрического тока увеличивается почти в 10 раз.



Зависимость сопротивления металлов от температуры применяют в **термометрах сопротивления**, которые используются для определения очень высоких и очень низких температур, там, где жидкостные термометры не пригодны.

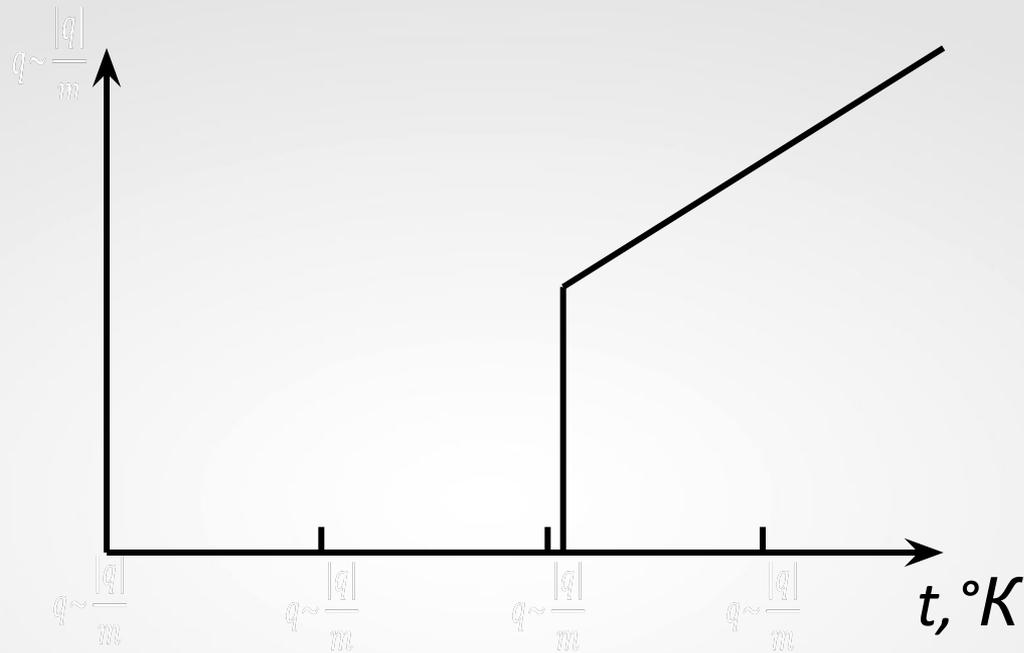




**Хейке
Камерлинг-
Оннес**

1853–1926 гг.

В 1911 г. открыл явление
сверхпроводимости –
явление падения до 0
сопротивления проводника
при **критической**
температуре.

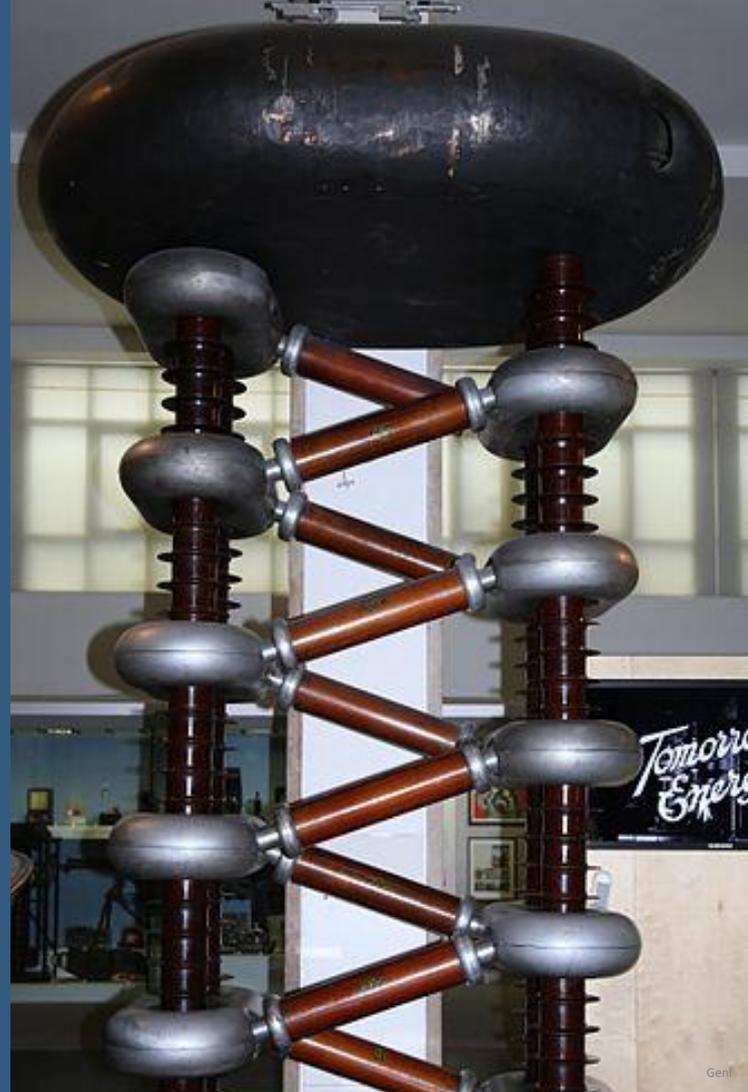


При охлаждении ртути в жидком гелии её сопротивление сначала меняется постепенно, а затем при $T=4,1\text{ K}$ очень резко падает до нуля.

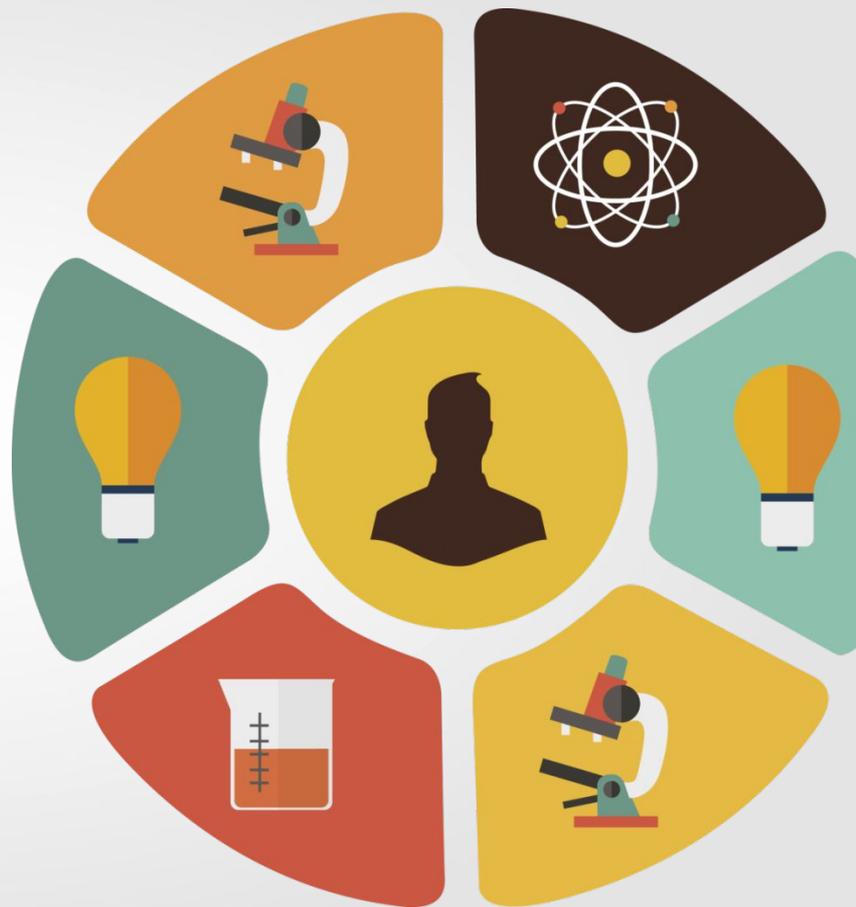
Свойством сверхпроводимости обладает большое количество металлов, а также сплавов. Происходит это при очень низких температурах, начиная с **25К**.



Сверхпроводящие магниты используются в ускорителях элементарных частиц, магнитогидродинамических генераторах для преобразования механической энергии струи раскалённого ионизированного газа, движущегося в магнитном поле в электрическую энергию.

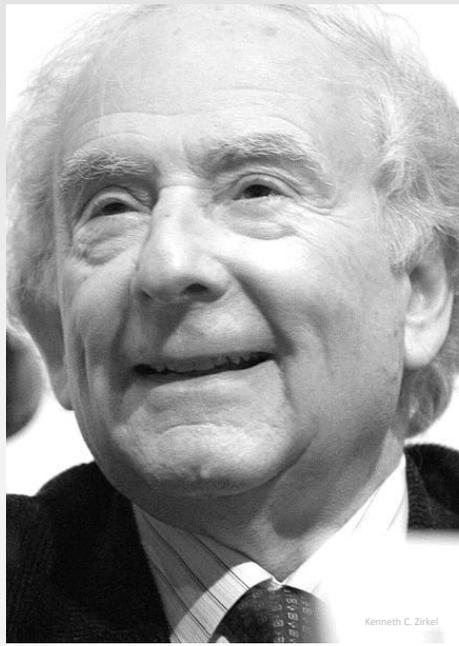


В настоящее время учёные работают над тем, чтобы создать **сверхпроводящие материалы**, действующие при комнатных температурах, для того чтобы осуществить **передачу энергии без потерь**.





Джон Бардан



Л.Н. Купер



Д.Р. Шриффер



Н.Н. Боголюбов

Объяснили явление сверхпроводимости
на основе **квантовой теории** в 1957 г.



Барий



Лантан

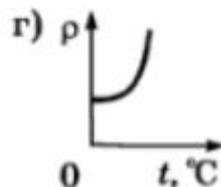
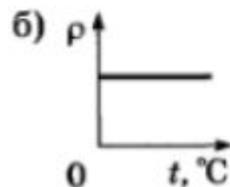
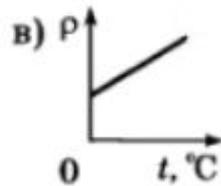
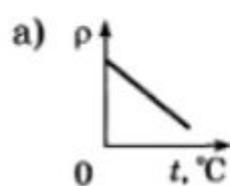
В 1986 г. была открыта высокотемпературная сверхпроводимость **сложных оксидных соединений** лантана, бария и других элементов.

Решение задач.

1. Носителями свободных зарядов в металлах являются

- a) свободные электроны
- б) свободные положительные ионы
- в) свободные отрицательные ионы
- г) свободные молекулы и атомы

2. На рисунке изображены графики зависимости удельного сопротивления вещества ρ от температуры t . Какой из этих графиков соответствует металлу?



3. Сопротивление медного проводника при 0°C равно $200\ \text{Ом}$. Если температурный коэффициент сопротивления меди равен $\frac{1}{230}\ \text{K}^{-1}$, то каким будет сопротивление проводника при 460°C ?

- а) $300\ \text{Ом}$
- б) $1200\ \text{Ом}$
- в) $800\ \text{Ом}$
- г) $600\ \text{Ом}$

Dikno:

$$t_0 = 0^\circ\text{C}$$

$$R_0 = 200 \text{ Ohm}$$

$$\alpha = \frac{1}{230} \text{ K}^{-1}$$

$$t = 460^\circ\text{C}$$

$$R = ?$$

Ditanyakan:

$$R = R_0 (1 + \alpha \Delta T)$$

$$\Delta T = \Delta t = t - t_0$$

$$\Delta T = 460 \text{ K}$$

$$R = 200 \cdot \left(1 + \frac{1}{230} \cdot 460\right) =$$

$$= 600 \text{ (Ohm)}$$

Jawab: 600 Ohm

4. Температурный коэффициент сопротивления сплавов, применяемых для изготовления эталонных сопротивлений,
- а) должен быть меньше нуля
 - б) должен быть очень малым
 - в) должен быть очень большим
 - г) может быть любым
5. Сверхпроводимость — это явление, при котором сопротивление проводника
- а) равно нулю
 - б) наибольшее
 - в) наименьшее и не равно нулю
 - г) не зависит от температуры
6. В проводнике, находящемся в сверхпроводящем состоянии, при прохождении электрического тока выделение теплоты
- а) происходит всегда
 - б) никогда не происходит
 - в) может как происходить, так и не происходить
 - г) зависит от сопротивления проводника и может происходить в различных пределах

Ответы:

1-а

2-в

3-г

4-б

5-а

6-б

Домашнее задание

Параграфы 108-111,
составить конспект, выучить формулу
и определения.

Решить задачи А1, А2 на стр.361
(решение отправить учителю в СГ, ВК
КОМУ ИСПРАВИТЬ ОТМЕТКУ)