

# Металлы



# Носители заряда



- Самыми хорошими проводниками электрического тока являются металлы. Металлы являются проводниками как в твёрдом, так и в жидком состоянии. При прохождении электрического тока через металлические проводники не изменяются ни их масса, ни их химический состав. Следовательно, атомы металлов не участвуют в переносе электрических зарядов. Исследования природы электрического тока в металлах показали, что перенос электрических зарядов в них осуществляется только электронами.

# Процесс образования носителей зарядов



- Всем металлам присущи такие характеристики, как:
- малое количество электронов на внешнем энергетическом уровне (кроме некоторых исключений, у которых их может быть 6,7 и 8);
- большой атомный радиус;
- низкая энергия ионизации.
- Все это способствует легкому отделению внешних неспаренных электронов от ядра. При этом свободных орбиталей у атома остается очень много. Схема образования металлической связи как раз и будет показывать перекрывание многочисленных орбитальных ячеек разных атомов между собой, которые в результате и формируют общее внутрикристаллическое пространство. В него подаются электроны от каждого атома, которые начинают свободно блуждать по разным частям решетки. Периодически каждый из них присоединяется к иону в узле кристалла и превращает его в атом, затем снова отсоединяется, формируя

# Законы



- В классической электронной теории металлов предполагается, что движение электронов подчиняется законам механики Ньютона. В этой теории пренебрегают взаимодействием электронов между собой. электронная теория качественно объясняет законы электрического тока в металлических проводниках и объясняет существование электрического сопротивления металлов.
- для металлов ни при каких условиях не удалось заметить отклонений от пропорциональности между плотностью тока и напряженностью электрического поля. Даже при плотностях тока  $10^9$  А/м<sup>2</sup>, что значительно выше обычной плотности в миллион раз, отклонение от закона Ома не будет превышать одного процента.

$$I = \frac{\varepsilon}{R + r}, \quad (2)$$

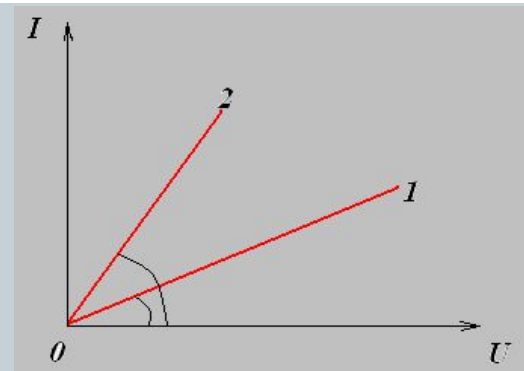
$$I = \frac{U}{R} \quad (5)$$

$$I = UG, \quad (6)$$

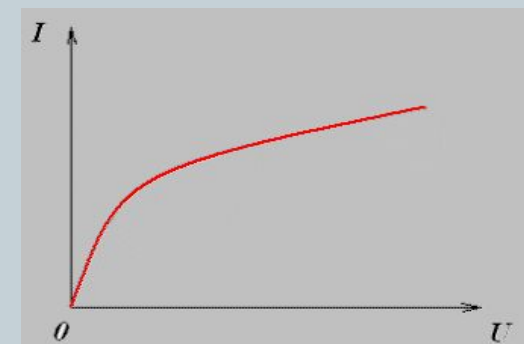
# Вольт-амперная характеристика металлов.



Сила тока в проводниках по закону Ома прямо пропорциональна напряжению. Такая зависимость имеет место для проводников со строго заданным сопротивлением ( для резисторов ).



Но так как сопротивление металлов зависит от температуры, то вольт-амперная характеристика металлов не является линейной.

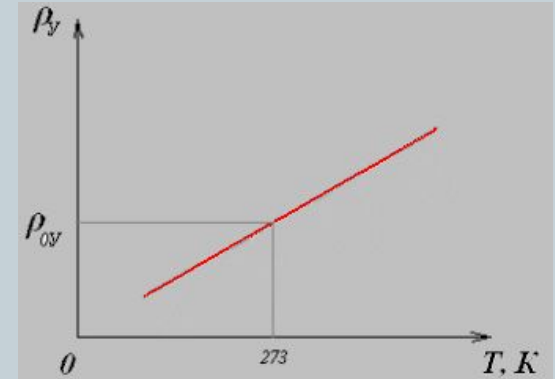


Удельное сопротивление, а следовательно, и сопротивление металлов, зависит от температуры, увеличиваясь с ее ростом.



Температурная зависимость сопротивления проводника объясняется тем, что

1. возрастает интенсивность рассеивания (число столкновений) носителей
2. изменяется их концентрация при нагревании проводника.



При не слишком высоких и не слишком низких температурах зависимости удельного сопротивления и сопротивления проводника от температуры выражаются формулами:

$$\rho_t = \rho_0(1 + \alpha t),$$
$$R_t = R_0(1 + \alpha t),$$

Тангенс угла наклона графика равен проводимости проводника. **Проводимостью** называется величина, обратная сопротивлению

$$G = \frac{1}{R}$$

где **G** - проводимость.

# Особенности электропроводности металлов



- Концентрация электронов в металлах велика  $5 \cdot 10^{21}$  –  $5 \cdot 10^{22}$  е/см<sup>3</sup> и слабо зависит от внешних воздействий. Почти каждый атом решетки металла освобождает свой электрон, образуя электронный газ. (Электронный газ – модель свободных электронов, согласно которой часть атомных электронов может свободно перемещаться по всему проводнику)  
Электрическое поле внутри металла равно нулю, т.к. движение электронов (смещение их к внешним поверхностям) мгновенно компенсирует любое внешнее поле. Дрейфовая скорость электронов мала - мм/сек, тепловая скорость велика – тысячи км/сек.
- Более 25 химических элементов – металлов при очень низких температурах становятся сверхпроводниками. У каждого из них своя критическая температура перехода в состояние с нулевым сопротивлением. Самое низкое значение ее у вольфрама – 0,012К, самое высокое у ниобия – 9К.



● Вещества в сверхпроводящем состоянии обладают необычными свойствами:

1. электрический ток в сверхпроводнике может существовать длительное время без источника тока;
2. внутри вещества в сверхпроводящем состоянии нельзя создать магнитное поле:
3. магнитное поле разрушает состояние сверхпроводимости. Сверхпроводимость — явление, объясняемое с точки зрения квантовой теории. Достаточно сложное его описание выходит за рамки школьного курса физики.





- Широкому применению сверхпроводимости до недавнего времени препятствовали трудности, связанные с необходимостью охлаждения до сверхнизких температур, для чего использовался жидкий гелий. Тем не менее, несмотря на сложность оборудования, дефицитность и дороговизну гелия, с 60-х годов XX века создаются сверхпроводящие магниты без тепловых потерь в их обмотках, что сделало практически возможным получение сильных магнитных полей в сравнительно больших объемах.
- Сверхпроводники используются в различных измерительных приборах, прежде всего в приборах для измерения очень слабых магнитных полей с высочайшей точностью.
- В настоящее время в линиях электропередачи на преодоление сопротивления проводов уходит 10 - 15% энергии. Сверхпроводящие линии или хотя бы вводы в крупные города принесут громадную экономию. Другая область применения сверхпроводимости — транспорт.
- В настоящее время созданы керамические материалы, обладающие сверхпроводимостью при более высокой температуре — выше 100К, то есть при температуре выше температуры кипения азота. Возможность охлаждать сверхпроводники жидким азотом, который имеет на порядок более высокую теплоту парообразования, существенно упрощает и удешевляет все криогенное оборудование, обещает огромный экономический эффект.



- Техническое применение электрического тока в металлах:
- обмотки двигателей, трансформаторов, генераторов, проводка внутри зданий, сети электропередачи, силовые кабели.
- Закалка металлов током высокой частоты
- Резка и сварка металлов электродами