

Электрическая проводимость  
различных веществ.

Электронная проводимость  
металлов

# **ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ПРОВОДИМОСТЬ РАЗЛИЧНЫХ ВЕЩЕСТВ.**



# Характеристика проводников

- Проводник – тело, проводящее электрический ток. Различают проводники первого и второго рода. Все металлы и их сплавы относятся к проводникам первого рода. Водные растворы кислот, солей и щелочей – второго. Чем выше температура тела, тем меньше оно проводит электрический ток, и, наоборот, со снижением температуры проводимость увеличивается.

Металлы с высокой проводимостью используют для кабелей, проводов, обмоток трансформаторов. Металлы и сплавы с низкой проводимостью применяются в лампах накаливания, электронагревательных приборах, реостатах.

- Основной параметр, характеризующий проводник – электрическое сопротивление. Оно выражается отношением падения напряжения в проводнике к току, протекающему по нему, и зависит от температуры окружающей среды.

Хорошим считается проводник, оказывающий небольшое сопротивление. К примеру, алюминиевый проводник с сечением 2,5 квадратных миллиметра, пропускает заряженных частиц намного меньше, чем медный проводник в 2,5 квадратных миллиметра диаметром. Когда пропускают ток через каждый из них с силой тока в 25 ампер (5,5 киловатт), медный проводник сильно нагревается, в то время как алюминиевый нагревается настолько, что расплавляет изоляцию вокруг себя. В таком случае, если нет автоматической защиты, происходит короткое замыкание.

# Применение проводников

Проводники используют для заземления электроустановок. В качестве заземляющих проводников и заземлителей используют металлические конструкции сооружений и зданий, соблюдая при этом непрерывность и проводимость цепи. Для заземляющих проводников используют обычно сталь. Если необходимы гибкие перемычки и в других случаях, применяют медь.

Проводники также могут использоваться для выравнивания потенциалов. Особую роль это играет в животноводческих помещениях, где практически всегда сырые полы и большое количество заземленных металлоконструкций различного типа. Животные прикасаются к металлическим поверхностям стоя на влажной поверхности, тем самым получая электрические импульсы. Животноводство становится неэффективным из-за низкой удойности коров. Нежелательные последствия предотвращают, выравнивая потенциалы поверхности пола и металлических конструкций, путем закладки заземленных круглых стальных проводников.

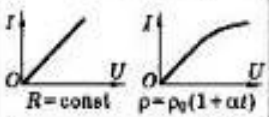


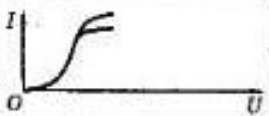
Проводники используют в громоотводе, отводя молнию в землю, чтобы она не нанесла никаких повреждений.

Существуют проводники с высоким удельным сопротивлением, которые стойкие к окислению. Такие материалы применяют в электронагревательных приборах, они обладают высокой пластичностью и могут вытягиваться в тонкую проволоку и выкатываться в фольгу. Одним из таких проводников является алюминий.



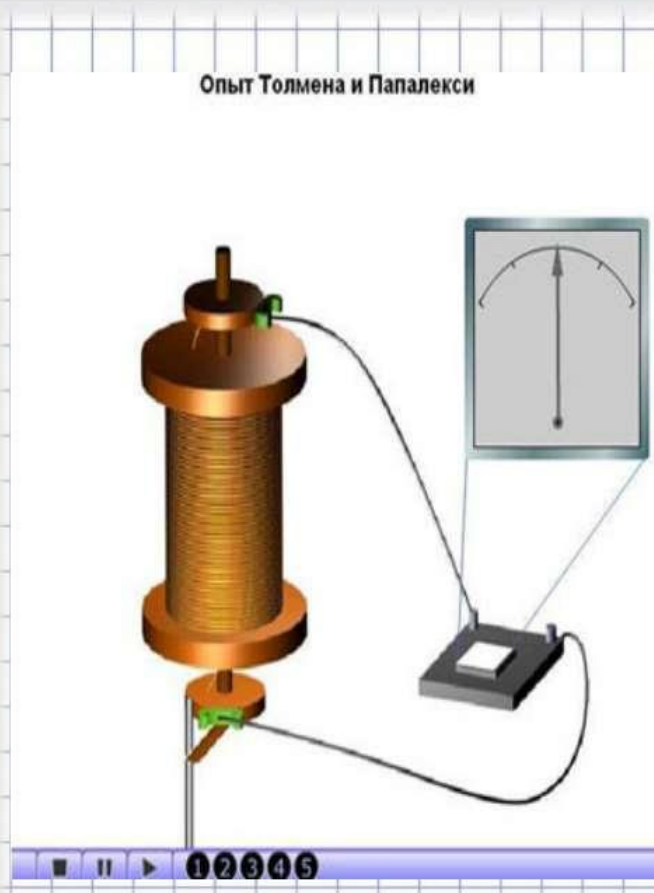
# Электрический ток в различных средах

Электрический ток в средах

Среда	Носители зарядов	Основные законы	Вольт-амперные характеристики	Технические применения
Металлы	Свободные электроны	$I = \frac{U}{R}, I = nevS$ $R = \rho \frac{l}{S}, \rho = \rho_0(1 + \alpha t)$		Электротехника
Электролиты	Положительные и отрицательные ионы	$m = kIt = \frac{1}{N_A e} \frac{M}{n} It$ $I = \frac{U - V}{r}, \text{ где } V - \text{ потенциал поляризации электрода}$		Гальванопластика, рафинирование металлов, электрометаллургия, полировка, травление
Газы	Электроны, положительные и отрицательные ионы	$qEI = \frac{mv^2}{2} > W_k$ $I_n - \text{зависит от интенсивности ионизатора}$		Глеющий разряд: рекламные трубки, люминесцентные лампы. Искра: искр. обработка материалов. Дуга: сварка, резка, плавка. Коронный разряд: очистка газов от примесей
Вакуум	Любые заряженные частицы, индуцируемые в вакуум (чаще электроны)	$\frac{mv^2}{2} > A_{\text{вых}}$		Выпрямители, усилители, генераторы, электронно-лучевые трубки (осциллографы, телевизоры)
Полупроводники	Свободные электроны, связанные электроны (дырки)	$I = I_n + I_p$		Электроника

Экспериментальное доказательство того, что ток в металлах создается свободными электронами, было дано в опытах Л.И. Мандельштама и Н. Д. Папалекси (1912 г., результаты не были опубликованы), а также Т. Стюарта и Р. Толмена (1916 г.). Они обнаружили, что при резкой остановке быстро вращающейся катушки в проводнике катушки возникает электрический ток, создаваемый отрицательно заряженными частицами — электронами.

Опыт Толмена и Папалекси



Ученые приводили в очень быстрое вращение многовитковую катушку вокруг ее оси. Затем, при резком торможении катушки концы ее замыкались на гальванометр, и прибор регистрировал кратковременный электрический ток. Причина возникновения, которого вызвана движением по инерции свободных заряженных частиц между узлов кристаллической решетки металла

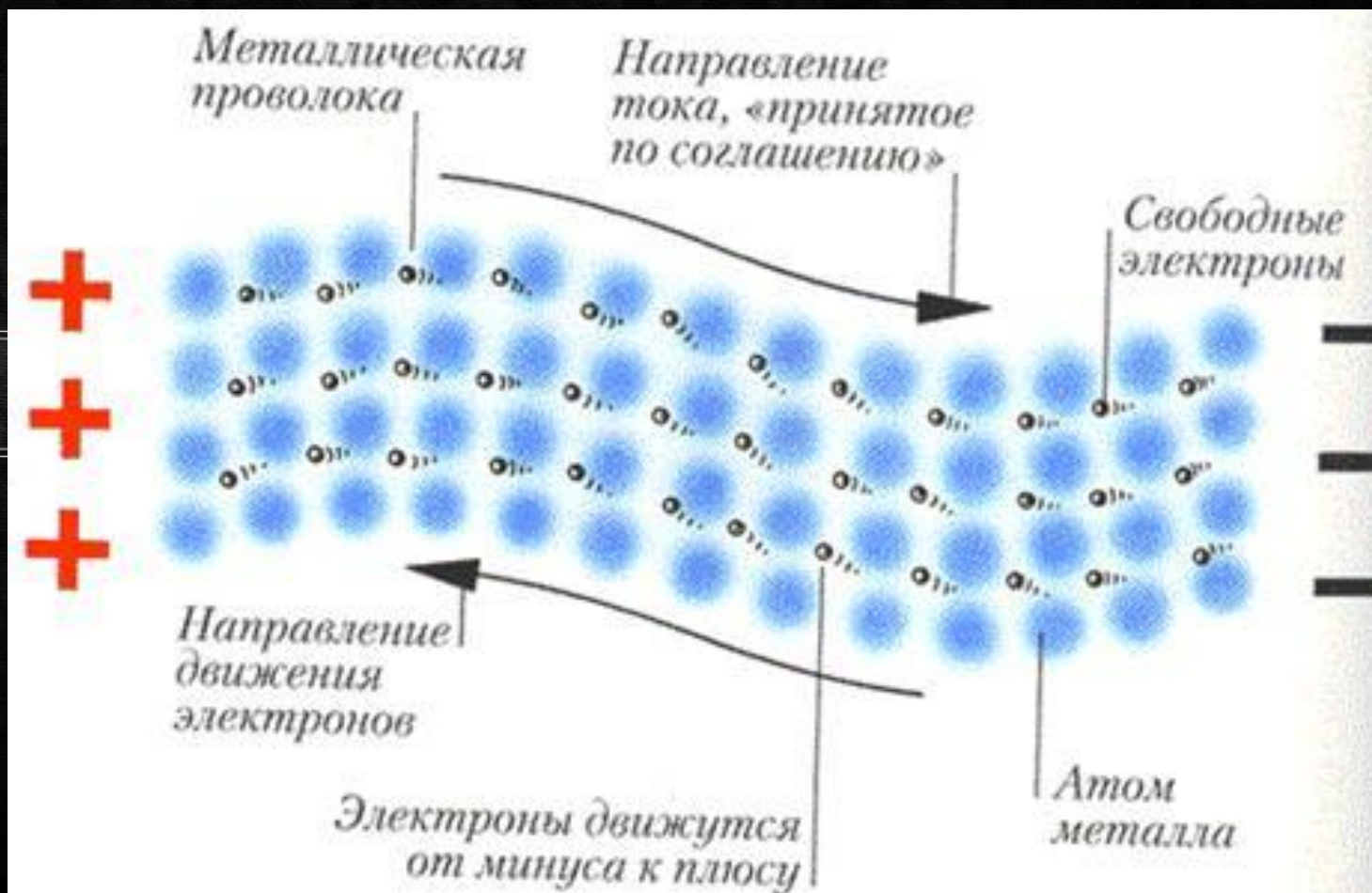
1 2 3 4 5

# Движение электронов в металле

- Электроны под влиянием постоянной силы, действующей на них со стороны электрического поля, приобретают определенную скорость упорядоченного движения. Эта скорость не увеличивается в дальнейшем со временем, т.к. со стороны ионов кристаллической решетки на электроны действует некоторая тормозящая сила. Эта сила подобна силе сопротивления, действующей на камень, когда он тонет в воде.
- Построить удовлетворительную количественную теорию движения электронов в металле на основе законов классической механики невозможно. Дело в том, что условия движения электронов в металле таковы, что классическая механика Ньютона неприменима для описания этого движения



# Движение электронов в металле





# Зависимость сопротивления от температуры

- Удельное сопротивление проводника зависит от его температуры и характеризуется температурным коэффициентом сопротивления
- **Сверхпроводимость** – явление, которое обнаруживается у некоторых металлов и сплавов, заключающееся в том, что при низких температурах удельное сопротивление становится исчезающе малым

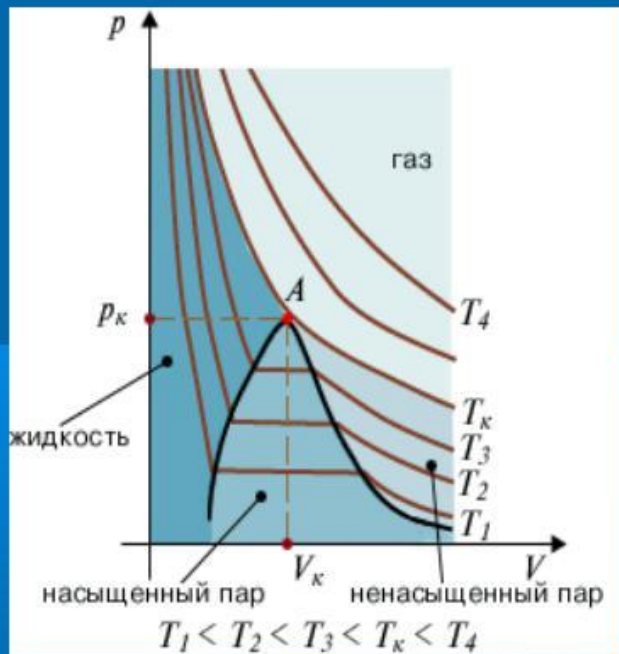
$$\rho = \rho_0(1 + \alpha t)$$

$$\alpha = \frac{\rho - \rho_0}{\rho_0 t}$$

Явление падения до нуля сопротивления проводника при критической температуре называется **сверхпроводимостью**

Температура, при которой вещество переходит в сверхпроводящее состояние, называется **критической температурой**

Любое вещество, находящееся в газообразном состоянии, может превратиться в жидкость. Однако каждое вещество может испытать такое превращение лишь при температурах, меньших некоторого, особого для каждого вещества значения, называемого *критической температурой*  $T_k$ . При температурах, больших критической, вещество не превращается в жидкость ни при каких давлениях.



#### Критическая температура и критическое давление некоторых веществ

Вещество	Критическая температура, °С	Критическое давление, атм.
Ртуть	1700	около 1600
Вода	374	218,5
Спирт этиловый	243	62,7
Эфир	197	36,8
Хлор	146	76
Углекислый газ	31	73
Кислород	-118	50
Азот	-146	38
Водород	-240	12,8
Гелий	-263	2,26

# Физический механизм сверхпроводимости:

Электроны объединяются в правильную шеренгу и движутся, не сталкиваясь с кристаллической решёткой, состоящей из ионов. Это движение существенно отличается от обычного теплового движения, при котором свободный электрон движется хаотично



Спасибо за внимание