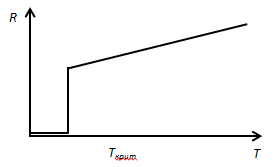
**§3. Зависимость сопротивления проводника от температуры. Сверхпроводники**

С увеличением температуры сопротивление проводника возрастает по линейному закону

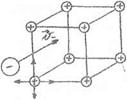
http://www.bog5.in.ua/lection/imglection/clip_image002_0024.png

где *R0* - сопротивление при t=0° С; *R*- сопротивление при температуре t, α - термический коэффициент сопротивления, показывает как меняется сопротивление проводника при изменении температуры на 1 градус. Для чистых металлов при не очень низких температурах  http://www.bog5.in.ua/lection/imglection/clip_image005_0016.png, т.е. можно записать

http://www.bog5.in.ua/lection/imglection/clip_image007_0012.png

При определенных температурах (0,14-20 К),     называемых «критическими» сопротивление проводника резко уменьшается до 0 и металл переходит в сверхпроводящее состояние. Впервые в 1911 г. Это обнаружил Камерлинг-Оннес для ртути. В 1987 г. разработаны керамики,  переходящие в сверхпроводящее состояние при температурах превышающих 100 К, так называемые высокотемпературные сверхпроводники - ВТСП.

**§4 Элементарная классическая теория электропроводности металлов**

Носителями тока в металлах являются свободные электроны, т.е. электроны слабо связанные с ионами кристаллической решетки металла. Наличие свободных электронов объясняется тем, что при образовании кристаллической решетки металла при сближении изолированных атомов валентные электроны, слабо связанные с атомными ядрами,  отрываются от атома металла, становятся "свободными", обобществленными, принадлежащими не отдельному атому, а всему веществу, и могут перемещаться по всему объему. В классической электронной теории эти электроны рассматриваются как электронный газ, обладающий свойствами одноатомного идеального газа.

Электроны проводимости в отсутствии электрического поля внутри металла хаотически двигаются и сталкиваются с ионами кристаллической решетки металла. Тепловое движение электронов,  являясь хаотическим, не может, привести  к возникновению тока. Средняя скорость теплового движения электронов

http://www.bog5.in.ua/lection/imglection/clip_image011_0010.png при Т = 300 К.

2.  Электрический ток в металле возникает под действием внешнего электрического поля, которое вызывает упорядоченное движение электронов. Выразим силу и плотность тока через скорость v упорядоченного движения электронов в проводнике.

Описание: C:\Users\AP\AppData\Local\Temp\FineReader11\media\image3.jpegЗа время dt через поперечное сечение S проводника пройдет N электронов

http://www.bog5.in.ua/lection/imglection/clip_image015_0007.png

http://www.bog5.in.ua/lection/imglection/clip_image017_0007.png    http://www.bog5.in.ua/lection/imglection/clip_image019_0001.pnghttp://www.bog5.in.ua/lection/imglection/clip_image021_0001.png

http://www.bog5.in.ua/lection/imglection/clip_image023_0006.png

http://www.bog5.in.ua/lection/imglection/clip_image025_0001.png,   http://www.bog5.in.ua/lection/imglection/clip_image027_0003.png           http://www.bog5.in.ua/lection/imglection/clip_image019_0002.png http://www.bog5.in.ua/lection/imglection/clip_image029_0006.png;            http://www.bog5.in.ua/lection/imglection/clip_image019_0003.png http://www.bog5.in.ua/lection/imglection/clip_image031_0004.png

следовательно, даже при очень больших плотностях тока средняя скорость упорядоченного движения электронов http://www.bog5.in.ua/lection/imglection/clip_image033_0011.png, обуславливавшего электрический ток, значительно меньше их скорости теплового движения  http://www.bog5.in.ua/lection/imglection/clip_image035_0008.png.

1. Электрический ток в цепи устанавливается за время http://www.bog5.in.ua/lection/imglection/clip_image037_0009.png, где *L*-

длина цепи, с = 3·108 м/с - скорость света в вакууме. Электрический ток возникает в цепи практически одновременно с ее замыканием.

2. Средняя длина свободного пробега электронов  λ по порядку величины должна быть равна периоду кристаллической решетки металла  λ ≅ 10-10 м.

3. С ростов температуры увеличивается амплитуда колебаний ионов кристаллической решетки и электрон чаше сталкивается с колеблющимися ионами, поэтому его длина свободного пробега уменьшается, а сопротивление металла растет,

Недостатки классической теории электропроводности металлов:

1. http://www.bog5.in.ua/lection/imglection/clip_image039_0006.png                                                                                                                                  (1)

т.к. http://www.bog5.in.ua/lection/imglection/clip_image035_0009.png~ http://www.bog5.in.ua/lection/imglection/clip_image042_0007.png, *n* и λ ≠  f(T)               http://www.bog5.in.ua/lection/imglection/clip_image019_0004.png       ρ ~ http://www.bog5.in.ua/lection/imglection/clip_image042_0008.png,

т.е. из классической теории электропроводности следует, что удельное сопротивление пропорционально корню квадратному из температуры, а из опыта следует, что оно линейно зависит от температуры, ρ ~ Т

2. Дает неправильное значение молярной теплоемкости металлов. Согласно закону Дюлонга и Пти Сμ = 3*R*, а по классической  теории С = 9 / 2*R*=Сμ ионной решетки = 3*R* + Сμдноатомного электронного газа = 3/2*R*.

3. Средняя длина свободного пробега электронов из формулы (1) при подстановке экспериментального значения ρ и теоретического значения http://www.bog5.in.ua/lection/imglection/clip_image035_0010.png дает 10-8, что на два порядка больше средней длины пробега принимаемой в теории (10-10).

**§5. Работа и мощность тока. Закон Джоуля -Ленца**

Т.к. заряд переносится в проводнике под действием электроста­тического поля, то его работа равнаhttp://www.bog5.in.ua/lection/imglection/clip_image045_0004.png

**МОЩНОСТЬ**- работа, совершаемая в единицу времени

http://www.bog5.in.ua/lection/imglection/clip_image047_0005.png

[Р]=Вт (Ватт).

Если ток проходит по неподвижному проводнику, то вся работа тока идет на нагревание металлического проводника, и по закону сохранения энергии

http://www.bog5.in.ua/lection/imglection/clip_image049_0005.png

 - Закон Джоуля-Ленца.

**УДЕЛЬНОЙ МОЩНОСТЬЮ** тока называется количество теплоты, выделенное в единице объема, проводника за единицу времени.

http://www.bog5.in.ua/lection/imglection/clip_image051_0005.png

http://www.bog5.in.ua/lection/imglection/clip_image053_0002.png

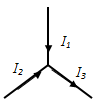
http://www.bog5.in.ua/lection/imglection/clip_image055_0002.png

http://www.bog5.in.ua/lection/imglection/clip_image057_0005.png

 - Закон Джоуля-Ленца в дифференциальной форме.

**§6 Правила Кирхгофа для разветвленных цепей**

Любая точка разветвленной цепи, в которой сходится не менее трех проводников, с током называется УЗЛОМ. При этом ток, входящий в узел, считается положительным, а выходящий - отрицательный,

ПЕРВОЕ ПРАВИЛО КИРХГОФА: алгебраическая сумма токов, сходящихся в узле, равна нулю.

http://www.bog5.in.ua/lection/imglection/clip_image060_0005.png

http://www.bog5.in.ua/lection/imglection/clip_image062_0005.png

Первое правило Кирхгофа вытекает из закона сохранения заряда (заряд, вошедший в узел, равен вышедшему заряду).

ВТОРОЕ ПРАВИЛО КИРХГОФА: в либом замкнутом контуре произвольно выбранном в разветвленной электрической цепи, алгебраическая сумма произведений сил токов http://www.bog5.in.ua/lection/imglection/clip_image064_0003.png на сопротивления http://www.bog5.in.ua/lection/imglection/clip_image066.png соответствующих участков этого контура равна алгебраической сумме ЭДС. встречающихся в контуре.

http://www.bog5.in.ua/lection/imglection/clip_image068.png

При расчете сложных цепей пстоянного тока с применением правил Кирхгофа необходимо:

1. Выбрать произвольное направление токов на всех участках цепи; действительное направление токов определится при решении задачи; если искомый ток получился положительным, то направление выбрано правильно, если отрицательным, то его истинное направление противоположно выбранному.
2. Выбрать направление обхода контура. Произведение http://www.bog5.in.ua/lection/imglection/clip_image070.png положительно, если ток на данном участке совпадает с направлением обхода, и наоборот. ЭДС положительны, если они создают ток направленный в сторону обхода контура, против - отрицательны.
3. Записывается первое правило для *N* -1 узла.
4. Записать второе правило Кирхгофа для замкнутых контуров, которые могут быть выделены в цепи. Каждый рассматриваемый контур должен содержать хотя бы один элемент, не содержащийся в предыдущих контурах.

Число независимых уравнений, составленных в соответствии с первым  и вторым правилом Кирхгофа, оказывается равным числу различных токов, текущих в разветвленной цепи. Поэтому, если заданы ЭДС и сопротивления для всех неразветвленных участков, то могут быть вычислены все токи.