

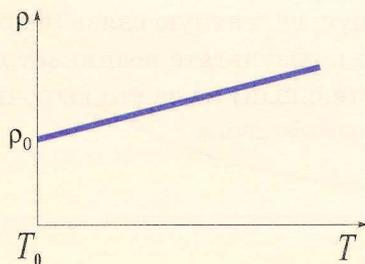
### ЗАВИСИМОСТЬ УДЕЛЬНОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ ПРОВОДНИКА ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ

⑤

$$\rho = \rho_0 (1 + \Delta T)$$

$$\Delta T = T - T_0$$

$$\Delta T = 293 \text{ K}$$



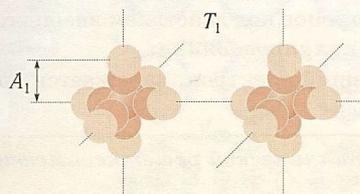
### УДЕЛЬНОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ ПРОВОДНИКОВ ПРИ 200°

Вещество	$\rho_0, \text{ Ом} \cdot \text{ м}$
Серебро	$1,6 \cdot 10^{-8}$
Медь	$1,7 \cdot 10^{-8}$
Золото	$2,4 \cdot 10^{-8}$
Алюминий	$2,8 \cdot 10^{-8}$
Вольфрам	$5,5 \cdot 10^{-8}$
Платина	$10^{-7}$
Сталь	$2 \cdot 10^{-7}$
Манганин (84% Cu, 12% Mn, 4% Ni)	$4,4 \cdot 10^{-7}$
Константан (60% Cu, 40% Ni)	$4,9 \cdot 10^{-7}$
Ртуть	$9,6 \cdot 10^{-7}$
Нихром (58% Ni, 25% Cu, 16% Cr)	$10^{-6}$

## ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ НА ДВИЖЕНИЯ ИОНОВ И ЭЛЕКТРОНОВ В ПРОВОДНИКЕ

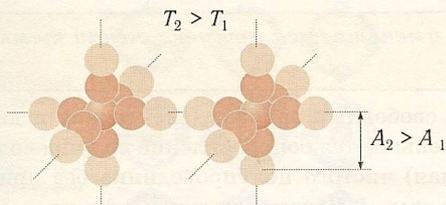
### КОЛЕБАНИЯ ИОНОВ В УЗЛАХ КРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ РЕШЕТКИ

- ① При малой температуре  $T_1$  амплитуда колебаний  $A_1$  ионов относительно положения равновесия невелика



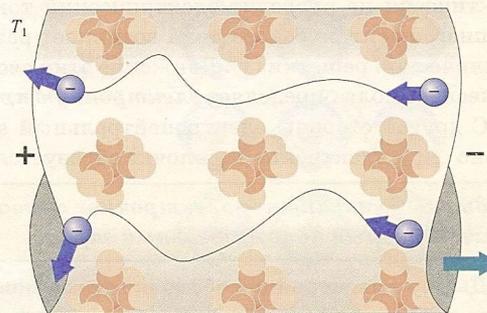
- ③ С увеличением температуры  $T_2 > T_1$  амплитуда колебаний  $A_2$  ионов возрастает:

$$A_2 > A_1$$

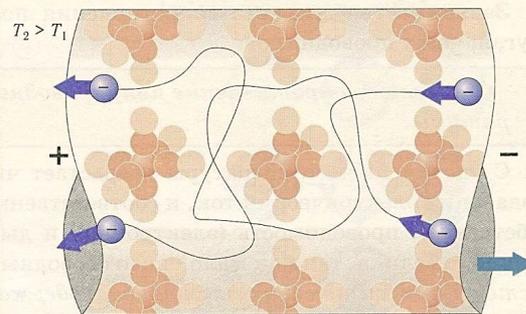


### ДВИЖЕНИЯ ЭЛЕКТРОНОВ В ПРОВОДНИКЕ

- ② При малой температуре  $T_1$  колебания ионов несущественно препятствуют направленному движению электронов



- ④ При увеличении температуры  $T_2 > T_1$  возрастание амплитуды колебаний ионов препятствует направленному движению электронов



## 3.2.7 Закон Ома

### 3.2.7.1 Закон Ома для однородного участка цепи

Участок цепи, в котором отсутствует ЭДС, называется **однородным участком цепи**.

Закон Ома был открыт экспериментально:

Сила тока в однородном проводнике прямо пропорциональна, приложенному напряжению и обратно пропорциональна сопротивлению проводника

$$I = \frac{U}{R}$$

I - сила тока,

U – приложенное напряжение,

R - электрическое сопротивление проводника

(коэффициент пропорциональности).

### 3.2.7.2 Закон Ома для неоднородного участка цепи

Если на участке цепи 1-2 действует ЭДС  $\varepsilon_{12}$  и на концах участка разность потенциалов равна  $(\varphi_1 - \varphi_2)$ , то такой участок называют **неоднородным участком цепи**.

Закон Ома для такого участка цепи

$$I = \frac{\varepsilon_{12} + (\varphi_1 - \varphi_2)}{R + r}$$

где  $R$  - сопротивление внешней цепи,

$r$  - внутреннее сопротивление источника тока.

### 3.2.7.3 Закон Ома для замкнутой цепи

**Замкнутой цепью** называется цепь, для которой точки начала и конца совпадают, т.е.  $\varphi_1 = \varphi_2$ .

Для такой цепи

$$I = \frac{\varepsilon_{12}}{R+r}$$

Сила тока в замкнутой цепи прямо пропорциональна ЭДС источника тока и обратно пропорциональна полному сопротивлению цепи.

Если цепь разомкнута, то ток в ней отсутствует, и

$$\varepsilon_{12} = \varphi_2 - \varphi_1.$$

Иными словами, ЭДС, действующая в разомкнутой цепи, равна разности потенциалов на ее концах.

Следовательно, для того, чтобы найти ЭДС источника тока, надо измерить разность потенциалов на его клеммах при разомкнутой цепи.

## 3.2.8 Работа и мощность тока. Закон Джоуля-Ленца

Энергия направленного движения, приобретаемая электронами в проводнике под действием внешнего электрического поля, тратится на нагревание кристаллической решетки. Электрон сталкивается с ионом кристаллической решетки, увеличивая его амплитуду колебания и соответственно температуру проводника.

Количество теплоты, получаемое кристаллической решеткой, т.е. выделяющееся в проводнике, определяет работа электрического тока:

$$Q=A$$

Работа по перемещению единичного положительного заряда  $q$  под действием электрического поля за время  $t$

$$A = (\varphi_1 - \varphi_2)q = Uq = IUt = I^2Rt = \frac{U^2}{R}t$$

Где  $q = It$

$U$  – напряжение, приложенное к концам однородного проводника,

$I$  – ток через проводник.

Работа измеряется в джоулях [Дж].

При прохождении тока через проводник, обладающий сопротивлением вся работа тока идет на его нагревание и выделяется теплота. Закон **Джоуля-Ленца** позволяет найти количество теплоты, выделяющееся за единицу времени на определенном участке цепи.

## **Закон Джоуля-Ленца**

Количество теплоты, выделяемое в проводнике с током, равно произведению квадрата силы тока, сопротивления проводника и времени прохождения по нему тока

$$Q = A = I^2 R t$$

**Мощность электрического тока** – это работа совершаемая за единицу времени электрическим полем при упорядоченном движении заряженных частиц в проводнике:

$$P = \frac{A}{t} = UI = I^2 R = \frac{U^2}{R}$$

Мощность измеряется в ваттах [Вт].

## 3.2.9 Электрический ток в металлах

Классическая модель металлов Друде-Лоренца :

В узлах кристаллической решетки металла располагаются ионы, а между ними хаотически движутся свободные электроны, образуя **“электронный газ”**, обладающий свойствами идеального газа (Т.е. электроны – материальные точки, не взаимодействуют между собой или упруго взаимодействуют друг с другом), который и порождает электрический ток.

## 3.2.11 Электрический ток в газах

Газы при низких температурах и давлениях являются хорошими изоляторами.

Это объясняется тем, что обычные газы состоят из нейтральных атомов (молекул) и не содержат заряженных частиц (ионов).

При ионизации газа под действием **ионизатора** (температура, облучение светом) происходит образование свободных ионов и электронов, а газ приобретает электропроводность.

Сильно ионизованный газ называется **плазмой**.

## 3.2.12 Электрический ток в жидкостях

Жидкость проводит электрический ток, если в ней происходит расщепление нейтральных молекул на ионы и катионы.

Такая жидкость называется **электролитом**, а процесс распада молекул на ионы называется **электролитической диссоциацией**.

Протекание тока через электролит сопровождается явлением **электролиза** - выделением на электродах химических соединений.