

Зависимость электрического сопротивления от температуры

ЗАДАНИЕ

ПРОЧИТАТЬ И СОСТАВИТЬ КОНСПЕКТ В РАБОЧЕЙ ТЕТРАДИ

- * электрические свойства проводника характеризуются его удельным сопротивлением
- * в таблицах удельных сопротивлений веществ очень часто указывается температура, при которой удельное сопротивление было измерено. Следовательно, сопротивление проводника зависит от температуры.

Удельное сопротивление некоторых веществ при температуре 20 °С

Вещество	$\rho, \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}$	$\rho, \text{Ом} \cdot \text{м}$	Вещество	$\rho, \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}$	$\rho, \text{Ом} \cdot \text{м}$
Серебро	0,016	$1,6 \cdot 10^{-8}$	Манганин (сплав)	0,43	$4,3 \cdot 10^{-7}$
Медь	0,017	$1,7 \cdot 10^{-8}$	Константан (сплав)	0,50	$5,0 \cdot 10^{-7}$
Золото	0,024	$2,4 \cdot 10^{-8}$	Ртуть	0,96	$9,6 \cdot 10^{-7}$
Алюминий	0,028	$2,8 \cdot 10^{-8}$	Нихром (сплав)	1,1	$1,1 \cdot 10^{-6}$
Вольфрам	0,055	$5,5 \cdot 10^{-8}$	Фехраль (сплав)	1,3	$1,3 \cdot 10^{-6}$
Железо	0,10	$1,0 \cdot 10^{-7}$	Графит	13	$1,3 \cdot 10^{-5}$
Свинец	0,21	$2,1 \cdot 10^{-7}$	Фарфор	$1,0 \cdot 10^{19}$	$1,0 \cdot 10^{13}$
Никелин (сплав)	0,40	$4,0 \cdot 10^{-7}$	Эбонит	$1,0 \cdot 10^{20}$	$1,0 \cdot 10^{14}$

- * Число столкновений свободных электронов с ионами кристаллической решётки с ростом температуры возрастает. Это приводит к возрастанию удельного сопротивления металлического проводника при повышении температуры.
- * Если принять, что при 273 К (то есть при 0 °С) удельное сопротивление проводника равно ρ_0 , а при температуре T оно равно ρ , то, как показывает опыт, относительное изменение удельного сопротивления пропорционально изменению абсолютной температуры (которое, напомним, совпадает с изменением температуры по шкале Цельсия):

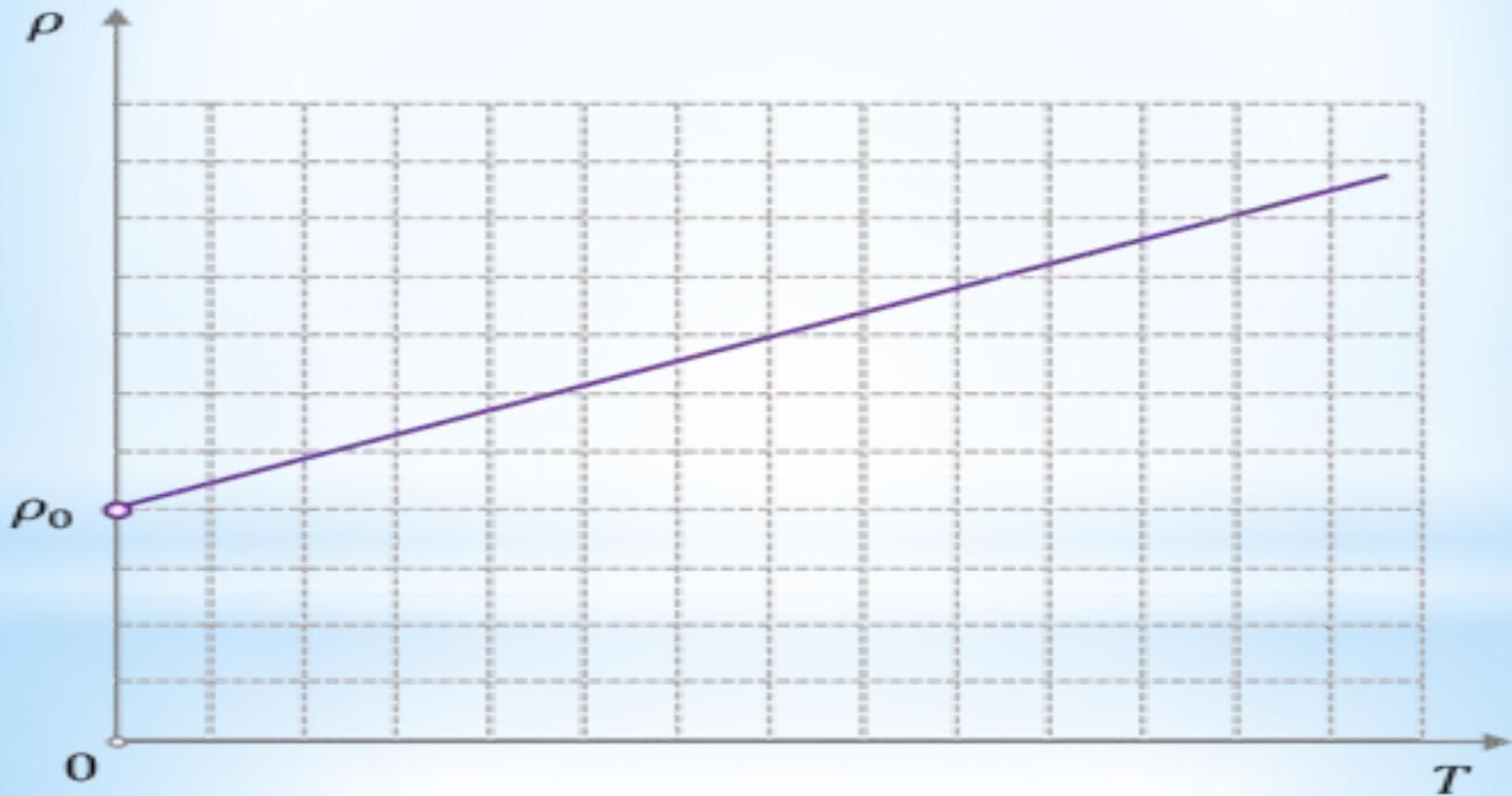
$$\frac{\rho - \rho_0}{\rho} = \alpha(T - T_0) = \alpha(t - t_0).$$

α — это температурный коэффициент. Он численно равен относительному изменению удельного сопротивления вещества проводника при изменении его температуры на 1 К:

$$\alpha = \frac{\rho - \rho_0}{\rho(T - T_0)}$$

Вывод: удельное сопротивление вещества металлического проводника возрастает с увеличением температуры.

Зависимость удельного сопротивления от температуры



* Сопротивление проводника прямо пропорционально удельному сопротивлению вещества, из которого изготовлен проводник, то, не учитывая незначительную температурную зависимость отношения l/S , можно записать такие соотношения:

$$R = R_0(1 + \alpha t) = R_0(1 + \alpha T).$$

R_0 и R — это сопротивления проводника соответственно при нуле градусов Цельсия и при данной температуре.

Для металлических проводников эти формулы применимы при температурах более $T > 140$ К.

* У всех металлов при повышении температуры сопротивление возрастает. То для них температурный коэффициент сопротивления — это величина положительная. У растворов же электролитов наоборот с ростом температуры сопротивление уменьшается. Значит их температурный коэффициент сопротивления меньше нуля.

* Для большинства металлов (но не сплавов) при температурах от 0 для 100 °С температурный коэффициент можно считать постоянным и равным его среднему значению на этом интервале температур:

$$\alpha \approx \frac{1}{273} \text{ К}^{-1}.$$

- * Давайте, для примера определим сопротивление алюминиевого проводника при температуре 90 °С, если при температуре 20 °С его сопротивление равно 4 Ом. Температурный коэффициент сопротивления алюминия $\alpha = 4,2 \cdot 10^{-3} \text{ К}^{-1}$.

ДАНО

$$t_2 = 90 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$t_1 = 20 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$R_1 = 4 \text{ Ом}$$

$$\alpha = 4,2 \cdot 10^{-3} \text{ К}^{-1}$$

$$R_2 = ?$$

РЕШЕНИЕ

Зависимость сопротивления проводника от температуры:

$$R_1 = R_0(1 + \alpha(t_1 - t_0)) \Rightarrow R_0 = \frac{R_1}{1 + \alpha(t_1 - t_0)};$$

$$R_2 = R_0(1 + \alpha(t_2 - t_0)) = \frac{R_1}{1 + \alpha(t_1 - t_0)}(1 + \alpha(t_2 - t_0)).$$

$$R_2 = \frac{4 \text{ Ом}}{1 + 4,2 \cdot 10^{-3} \text{ К}^{-1} \cdot (20 \text{ }^\circ\text{C} - 0 \text{ }^\circ\text{C})} \cdot (1 + 4,2 \cdot 10^{-3} \text{ К}^{-1} \cdot (90 \text{ }^\circ\text{C} - 0 \text{ }^\circ\text{C})) =$$

$$= \frac{4 \text{ Ом} + 1,512 \text{ Ом}}{1 + 0,084} \cong 5,1 \text{ Ом}$$

ОТВЕТ: сопротивление алюминиевого проводника при температуре 90 °С равно 5,1 Ом.

Источники:

Автор:

Материал доступен по ссылке:

<https://videouroki.net/video/57-zavisimost-soprotivleniya-provodnika-ot-temperaturey-sverhprovodimost.html>

Внесенные изменения: Мызникова И. В., преподаватель
ГАПОУ СО «НТЖТ»