

11,13,14 группа Физика

Тема: Зависимость электрического сопротивления от материала, длины и площади поперечного сечения проводника, от температуры.

1. Посмотрите учебное видео.

<https://youtu.be/oItt1IFg3kM>

<https://youtu.be/35a0HEHBYEI>

2. Напишите конспект учебного материала:

§ 16.7. Зависимость сопротивления от материала, длины и площади поперечного сечения проводника. Выясним, чем определяется сопротивление металлического проводника. В металле подвижными носителями зарядов являются свободные электроны. Можно считать, что при своем хаотическом движении они ведут себя подобно молекулам газа. Поэтому в классической физике свободные электроны в металлах называют **электронным газом** и в первом приближении считают, что к нему применимы законы, установленные для идеального газа.

Плотность электронного газа и строение кристаллической решетки зависят от рода металла. Поэтому сопротивление проводника должно зависеть от рода его вещества. Кроме того, оно должно еще зависеть от длины проводника, площади его поперечного сечения и от температуры.

Влияние сечения проводника на его сопротивление объясняется тем, что при уменьшении сечения поток электронов в проводнике при одной и той же силе тока становится более плотным, поэтому и взаимодействие электронов с частицами вещества в проводнике становится сильнее. Покажем это более строго.

Поскольку $R=1/g$, а $g=un_0eS/l$, то

$$R=l/un_0eS, \text{ или } R=(1/un_0e) l/S. \quad (16.13)$$

Обозначим

$$\rho = 1/un_0e, \quad (16.14)$$

тогда

$$R=\rho l/S. \quad (16.15)$$

Из этой формулы видно, что *сопротивление проводника прямо пропорционально его длине и обратно пропорционально площади его поперечного сечения. Величину ρ , характеризующую зависимость сопротивления проводника от материала, из которого он сделан, и от внешних условий, называют удельным сопротивлением вещества. (Покажите, что единицей удельного сопротивления ρ в СИ является 1 Ом·м.) Удельное сопротивление различных веществ при расчетах берут из таблиц.*

Величину, обратную удельному сопротивлению, называют **удельной проводимостью** вещества и обозначают σ :

$$\sigma=1/\rho. \quad (16.16)$$

(Покажите, что единицей удельной проводимости σ в СИ является 1 См/м.)

§ 16.8. Зависимость сопротивления от температуры. Поскольку при нагревании вещества хаотическое движение его частиц становится интенсивнее, возрастает противодействие направленному движению носителей тока. Это видно из формулы (16.14): $\rho = 1/une$.

При нагревании металлического проводника подвижность носителей тока u уменьшается, а n_0 и e остаются постоянными. Следовательно, ρ должно при этом возрастать. Опыт показал, что в широком интервале температур приращение удельного сопротивления металла прямо пропорционально приращению температуры. Если удельное сопротивление при 0°C обозначить через ρ_0 , а при температуре t — через ρ_t , то $\rho_t - \rho_0 = \alpha(t - 0)\rho_0$, или

$$\rho_t - \rho_0 = \alpha t \rho_0. \quad (16.17)$$

Величину α , характеризующую зависимость изменения удельного сопротивления при нагревании от рода вещества, называют температурным коэффициентом сопротивления. Температурный коэффициент сопротивления измеряют числом, показывающим, на какую часть своей величины, взятой при 0°C , изменяется удельное сопротивление при нагревании на 1°C :

$$\alpha = (\rho_t - \rho_0) / t \rho_0 = (\Delta\rho) / t \rho_0.$$

(Покажите, что единицей измерения α является $^\circ\text{C}^{-1}$.)

У всех металлов α — величина положительная, так как их сопротивление при нагревании возрастает. У чистых металлов температурные коэффициенты мало отличаются друг от друга, и приближенно их можно считать равными $0,004^\circ\text{C}^{-1}$ (около $(1/273)^\circ\text{C}^{-1}$). У металлических сплавов удельное сопротивление значительно больше, чем у чистых металлов, а температурные коэффициенты много меньше. Есть сплавы, например константан и манганин, у которых коэффициент α настолько мал, что их сопротивление можно считать не зависящим от температуры.

Выведем формулу для расчета сопротивления проводников при различных температурах. Из (16.17) имеем

$$\rho_t = \rho_0(1 + \alpha t). \quad (16.17a)$$

Подставляя это значение ρ_t в (16.15), окончательно получим

$$R_t = \frac{\rho_0 l}{S} (1 + \alpha t) = R_0 (1 + \alpha t). \quad (16.18)$$

Зависимость сопротивления металлов от температуры используется в термометрах сопротивления. Они позволяют измерять температуру с точностью до тысячных долей градуса (поскольку сопротивление можно измерять с высокой точностью). Отметим еще, что коэффициент α для угля и электролитов, а также для чистых полупроводников отрицателен, так как их сопротивление при нагревании уменьшается (§§ 19.1 и 21.2).