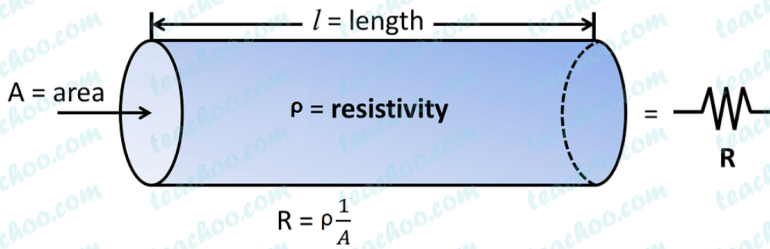


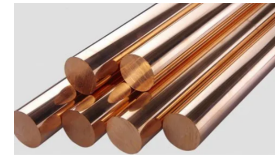
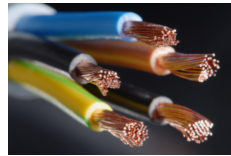
ДАМЖУУЛАГЧИЙН ЭСЭРГҮҮЦЭЛ, ХУВИЙН ЭСЭРГҮҮЦЭЛ

CONDUCTOR RESISTANCE AND RESISTIVITY

Electrical Resistivity



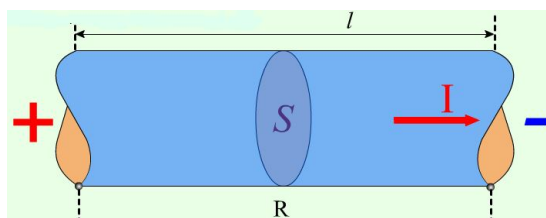
Дамжуулагчийн эсэргүүцэл нь түүний дотоод бүтэц шинж чанар, хэмжээнээс хамаарна.



Металл дахь цахилгаан гүйдлийг зөөгч дамжууллын электронууд хөдөлгөөнийхөө явцад кристаллын оронг торын зангилаан дээр байгаа эерэг ионуудтай мөргөлдөн цахилгаан орноос олж авсан энергийнхээ заримыг алдана. Үүний улмаас электронуудын хөдөлгөөн удааширч цахилгаан гүйдэлд эсэргүүцэл учирна.

Металл дамжуулагчийн эсэргүүцэл R нь уул дамжуулагчийн урт l -тэй шууд, хөндлөн огтлолын талбай S -тэй урвуу хамааралтай.

$$R \sim l; R \sim \frac{1}{S} \quad \text{Эндээс} \quad R \sim \frac{l}{S}$$

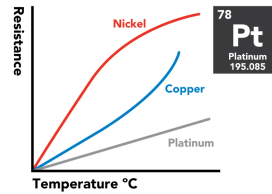
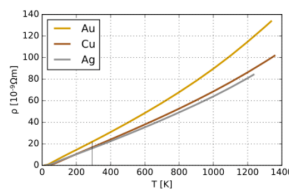
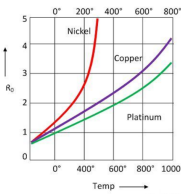


$$R = \rho \frac{\ell}{S}$$

Энд: ρ бодисын дотоод бүтэц шинж чанараас хамаарсан коэффициент. Бодис бүрд өөр утгатай. Үүнийг дамжуулагчийн хувийн эсэргүүцэл гэнэ. Нэгж нь Ом \cdot м.

Хувийн эсэргүүцлийн урвуу хэмжигдэхүүнийг хувийн дамжуулал гэнэ. Металл бүрд нэгж эзлэхүүн дэх чөлөөт электроны тоо, тэдгээрийн чөлөөт замын дундаж урт харилцан адилгүй байдаг учир хувийн цахилгаан эсэргүүцэл өөр өөр байдаг.

Температур ихсэхэд кристаллын оронт торын зангилаан дээр байгаа атом ба ионуудын дулааны хэлбэлзлийн далайц ихсэж чөлөөт электронуудтай мөргөлдөх нь олширч, тэдний нэг зүгт чиглэсэн хөдөлгөөнд улам их саад учруулах учир дамжуулагчийн эсэргүүцэл ихсэнэ.



Цельсийн тэг температур дахь дамжуулагчийн эсэргүүцлийг R_0 харин $t^{\circ}C$ температур дахь эсэргүүцлийг R_t гэвэл металлын эсэргүүцэл температураас хамаарахыг дараах байдлаар бичиж болно:

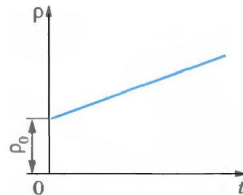
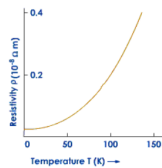
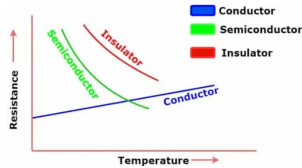
$$R_t = R_0(1 + \alpha t^0)$$

Энд байгаа α бол металл дамжуулагчийг нэг градусаар халаах үеийн эсэргүүцлийн өөрчлөлтийг Цельсийн тэг градусын үеийн эсэргүүцлийн утганд харьцуулсан харьцаагаар тодорхойлогдох бөгөөд үүнийг эсэргүүцлийн температурын коэффициент гэнэ.

Металлд $\alpha > 0$ электролитод $\alpha < 0$ байдаг. Манган зэрэг хайлшид α маш бага утгатай байдаг учир эдгээрийг эталон ба хэмжигч багажийн нэмэлт эсэргүүцэл хийхэд хэрэглэдэг. Дамжуулагчийг халаахад түүний хэмжээ ялихгүй өөрчлөгдөнө. Иймд эсэргүүцлийн өөрчлөлтөд хувийн эсэргүүцэл голлох үүрэгтэй. $R = \rho \frac{\ell}{S}$ байдгийг тооцвол хувийн эсэргүүцэл температураас хэрхэн хамаарахыг

$$\rho_t = \rho_0(1 + \alpha t^0)$$

гэж бичиж болно.



α температураас тун бага хамаардаг учир хувийн эсэргүүцэл температураас шугаман хуулиар хамаарна.

Металлын эсэргүүцэл температураас хамаарах үзэгдлийг ашиглан эсэргүүцлийн термометр хийдэг. Ийм термометрийн ажлын бие болгож цагаан алтан утсыг авдаг бөгөөд түүний эсэргүүцэл температураас хамаарах нь сайтар судлагдсан юм. Утасны эсэргүүцлийн өөрчлөлтийг хэмжсэнээр температурын өөрчлөлтийг мэддэг. Ийм термометрийг маш бага юмуу их өндөр температурыг хэмжихэд голчлон хэрэглэдэг.

Жишээ: Дамжуулагчийн диаметр 2.5мм, урт 12.4см. Дамжуулагчийн төгсгөлүүдэд 16В хүчдэл өгөхөд түүгээр 1.25А гүйдэл гүйж байвал дамжуулагчийн хувийн эсэргүүцлийг тодорхойл.

БОДОЛТ: Дамжуулагчийн эсэргүүцлийг $R = \rho \frac{\ell}{S}$ томъёогоор олдог. Гүйдлийн хүч хэлхээний хэсгийн Омын хуулиар:

$$I = \frac{U}{R} \text{ ба}$$

үүнд дамжуулагчийн эсэргүүцэл R -ийн оронд дээрх томъёог орлуулбал:

$$I = \frac{U}{R} = \frac{U}{\frac{\ell}{\rho S}} = \frac{U \cdot S}{\rho \ell} \text{ болно.}$$

$$\text{Эндээс } \rho = \frac{U \cdot S}{I \cdot \ell}$$

хөндлөн огтлолын талбай

$$S = \frac{\pi d^2}{4} \approx 4.9 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2$$

$$\rho = \frac{16B \cdot 4.9 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2}{1.25A \cdot 12.4 \text{ мм}} \approx 0.05 \text{ Ом} \cdot \text{м} \quad \text{болно.}$$

Жишээ: Хэрэв хөнгөн цагаан дамжуулагчийн эсэргүүцэл 0.1 Ом , масс нь 54 г бол дамжуулагчийн хөндлөн огтлол, уртыг тус, тус ол.

БОДОЛТ: Дамжуулагчийн эсэргүүцлийг $R = \rho \frac{\ell}{S}$ томъёогоор олох ба, дамжуулагчийн масс $m = \rho' V$ болно. ρ' -дамжуулагчийг хийсэн бодисын нягт, ρ -дамжуулагчийн хувийн эсэргүүцэл

$$\begin{aligned} R &= \rho \frac{\ell}{S} \quad \text{Эндээс} \\ \ell &= \frac{RS}{\rho} \end{aligned} \quad (1)$$

Дамжуулагчийн эзлэхүүн $V = \ell \cdot S$ Тэгвэл: $m = \rho' \ell S$

Эндээс: $S = \frac{m}{\rho' \ell}$

Үүнийг (1) томъёонд орлуулан бичвэл:

$$\ell = \frac{RS}{\rho} = \frac{R \frac{m}{\rho' \ell}}{\rho} = \frac{Rm}{\rho \rho' \ell}.$$

Эндээс $\ell = \sqrt{\frac{Rm}{\rho \rho'}}$;

Томъёонд мэдэгдэж буй утгуудыг орлуулбал:

$$\ell \approx 8.3 \text{ м}; \quad s = 2.4 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2 \quad \text{болно.}$$

Жишээ: 20°C температурт зэс утасны эсэргүүцэл 50 Ом бол -30°C температурт түүний эсэргүүцэл ямар байх вэ? ($\alpha = 0.0004 \text{ град}^{-1}$)

БОДОЛТ: Юуны өмнө 0°C температурт зэс дамжуулагчийн эсэргүүцлийг олно.

$$R_t = R_0(1 + \alpha t^0)$$

$$\text{Эндээс } R_0 = \frac{R_t}{(1 + \alpha t^0)}$$

Мэдэгдэж буй өгөгдлийг дээрх томьёонд орлуулбал:

$$R_0 = 49.6 \text{ Ом болно.}$$

-30^0C температур дахь дамжуулагчийн эсэргүүцлийг олбол:

$$R_2 = 49 \text{ Ом болно.}$$

ДАСГАЛ БОДЛОГО

- 0.9км урт, 10мм^2 хөндлөн огтлолтой хөнгөн цагаан утасны эсэргүүцэл 2.5Ом бол хувийн эсэргүүцлийг тодорхойл.
- 5мм^2 хөндлөн огтлолттой, 200м зэс утасны эсэргүүцлийг ол.
- Доор дурдсан дамжуулагчдийн аль нь их эсэргүүцэлтэйг бодож ол.
 - 6км урт, 0.5мм^2 хөндлөн огтлолтой зэс.
 - 1.2Ом эсэргүүцэлтэй дамжуулагч.
 - 100см урт, 0.8мм^2 хөндлөн огтлолтой мөнгө.
 - 4м урт, 2мм^2 хөндлөн огтлолтой нихром.
- 2В хүчдэлд холбосон нэг дамжуулагчаар 0.4А гүйдэл, нөгөөгөөр 0.04А гүйдэл гүйнэ. Аль дамжуулагч нь их эсэргүүцэлтэй вэ?
- 60Ом эсэргүүцэлтэй цахилгаан халаагуур бэлтгэхийн тулд 0.6мм^2 огтлолын талбайтай ямар урттай нихром утас авах вэ?
- Хүний биеийн цахилгаан гүйдэлд үзүүлэх эсэргүүцлийн талаар мэдээлэл цуглуул. Энэ эсэргүүцлийн хэмжээ юунаас хамаарч болохыг тогтоож цахилгаан гүйдлийн аюулгүй ажиллагааны талаар илтгэл бэлтгээрэй.