धारा घनत्व (Current density)

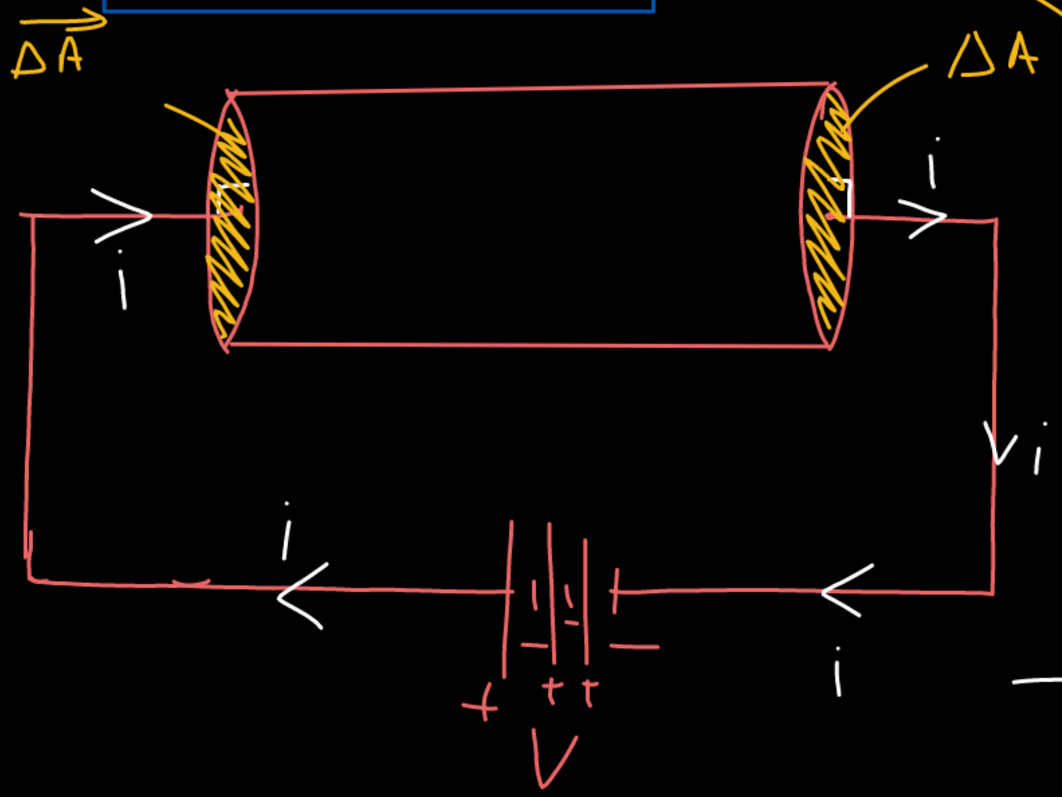
$$\vec{J} = \frac{I}{\Delta \vec{A}}$$

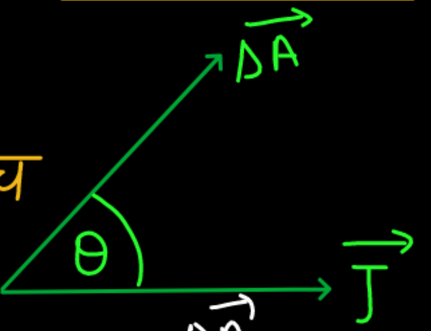
एकांक क्षेत्रफल वाले अनुप्रस्थ-काट से प्रवाहित लम्बवत धारा, धारा घनत्व कहलाता है।

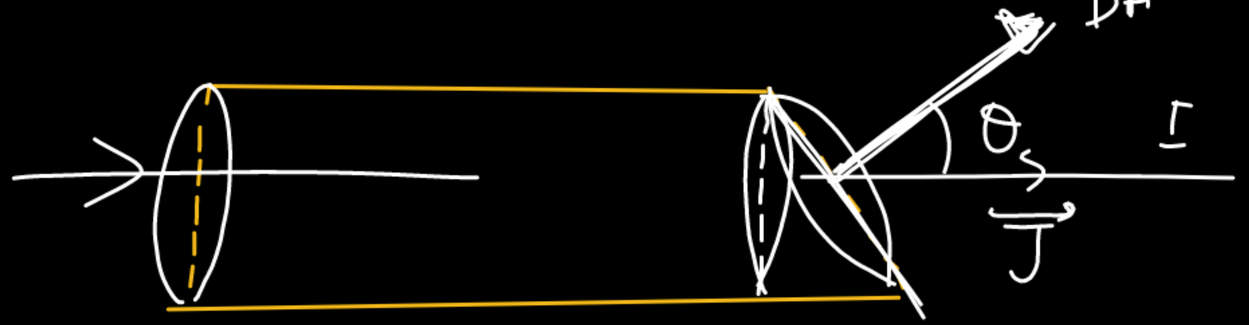
→ इसे $\vec{J}$ से सूचित किया जाता है।

$$I = \vec{J}\cdot\Delta\vec{A} \rightarrow I = J\Delta A\cos\theta$$

θ → धारा घनत्व तथा क्षेत्रफल सदिश के बीच का कोण







For small cross-sectional area ($d\vec{A}$)
अनुप्रस्थ काट का क्षेत्रफल बहुत होता है :-

$$I = \int \vec{J} \cdot d\vec{A} \rightarrow i = \int J \cdot dA \cdot \cos\theta$$

* धारा घनत्व, ऋणात्मक अपवाह वेग के सीधा समानुपाती होता है

$$\vec{J} \propto -\vec{V_d}$$

Impt points.

1. धारा घनत्व एक सदिश राशि है जिसकी दिशा विद्युत क्षेत्र के दिशा की ओर होती है ($\vec{J}$, $\vec{E}$)

2. धारा घनत्व का
   - SI मात्रक : A/m^2
   - विमीय सूत्र : $[AL^{-2}]$

3. $\because I = neAV_d$

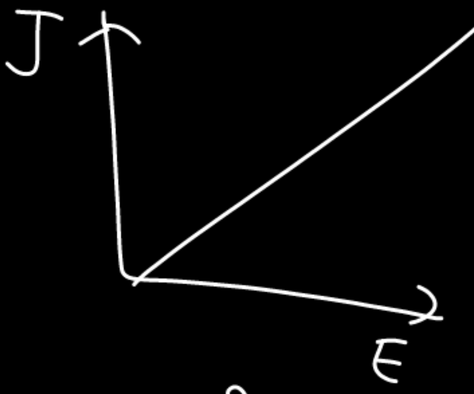
$$\left(\frac{I}{A}\right) = neV_d \Rightarrow J = neV_d \rightarrow \vec{J} = -ne\vec{V_d}$$

$\because \quad \vec{J} = -ne\vec{V}_d$

$$= -ne\left(-\frac{e\tau}{m}\vec{E}\right) \quad \text{---} \left[\vec{V}_d = -\frac{e\tau}{m}\vec{E}\right]$$

$$\vec{J} = \left(\frac{ne^2\tau}{m}\right)\vec{E} \longrightarrow \vec{J} = \sigma\vec{E}$$

$\vec{J} = \sigma\vec{E}$ → धारा घनत्व तथा विद्युत क्षेत्र के बीच का संबन्ध है



$$\vec{J} \propto \vec{E}$$

$$\sigma = \frac{ne^2\tau}{m}$$

$\frac{m}{ne^2\tau} = \frac{1}{\sigma} \rightarrow \rho$

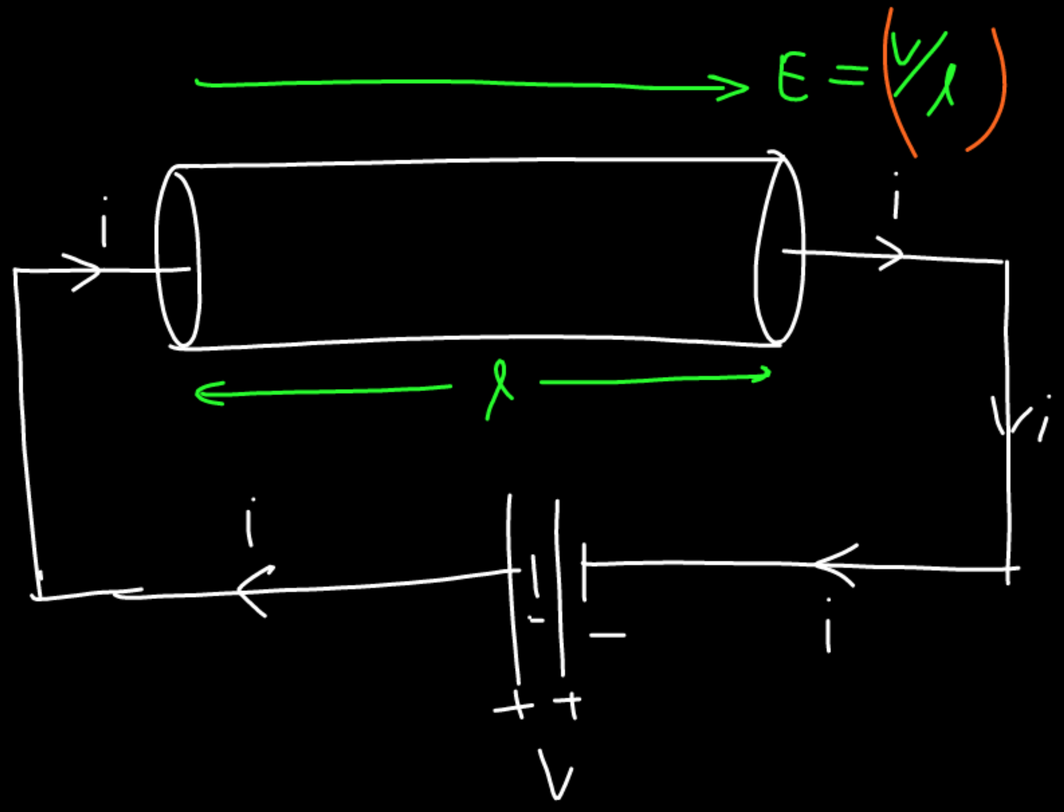
σ → चालकता (conductivity)

निर्भर
- पदार्थ की प्रकृति पर
- तापमान पर

मात्रक : $(\Omega^{-1}m^{-1})$ — S/m

$$\vec{J} = \frac{I}{A} \; ; \; \vec{J} = \sigma \vec{E} \; ; \; \vec{J} = -ne\vec{v}_d$$

$\Rightarrow$



$$J = nev_d$$

$$\frac{I}{A} = ne\left(\frac{e\tau}{m}E\right)$$

$$\frac{I}{A} = \frac{ne^2\tau}{m}\cdot\left(\frac{V}{l}\right)$$

$$\frac{ml}{ne^2\tau \cdot A}\cdot I = V$$

$V = E \cdot d$

$V = El$

$E = \frac{V}{l}$

$$V = \frac{ml}{ne^2\tau A} \cdot I$$

$$V \propto I$$ → ohm का नियम

$$V = \frac{ml}{ne^2\tau A} \cdot I$$

विभवान्तर ∝ विद्युत धारा

↓ R

ओम के नियमानुसार | → तापमान नियत रहता है।

$$V = RI$$

विशिष्ट प्रतिरोध

प्रतिरोधकता : Resistivity

$$\rho = \frac{1}{\sigma} = \frac{m}{ne^2\tau}$$

$$R = \frac{ml}{ne^2\tau A}$$; $R \rightarrow$ प्रतिरोध (Resistance)

$$R = \left(\frac{m}{ne^2\tau}\right)\left(\frac{l}{A}\right)$$

$$= \rho \cdot \frac{l}{A}$$

$$\boxed{R = \rho \frac{l}{A}}$$

जहाँ : R = प्रतिरोध $\longrightarrow (\Omega)$

ρ = प्रतिरोधकता $\longrightarrow (\Omega \cdot m)$

↓

विशिष्ट प्रतिरोध

$l \longrightarrow$ चालक की लम्बाई

$A \longrightarrow$ चालक की अनुप्रस्थ काट की क्षेत्रफल है