VIDYAKUL

12TH CHAPTER NOTES

(HANDWRITTEN)

SUBJECT-PHYSICS

CHAPTER - 3

CURRENT ELECTRICITY

CHAPTER-03 CURRENT ELECTRICITY

ELECTRIC CURRENT (I) -

It is defined as rate of flow of electric charge through any cross section of a conductor.

$$I = \frac{\text{total charge}}{\text{time taken}}$$

$$I = \frac{q}{t} = \frac{ne}{t}$$

$$I = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta q}{\Delta t} = \frac{dq}{dt}$$

→ Scalar quantity

SI unit → A

CGS unit → stA

CURRENT DENSITY (J) -

It is the ratio of the current at that point in the conductor to the area of the cross section of the conductor at the point.

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

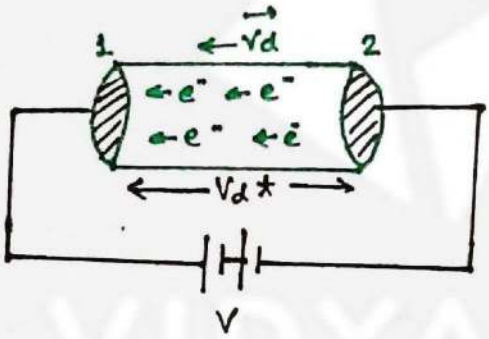
$$I = JA$$

$$\boxed{I = \vec{J} \cdot \vec{A}}$$

DRIFT VELOCITY (v_d)

It is defined as avg. velocity gained by the free e's of a conductor in the opposite direction of the externally applied electric field.

RELATION BETWEEN ELECTRIC CURRENT AND DRIFT VELOCITY –



A = area of the cross-section

n = full electron density

t = time taken by electron to more from cross-section 1 to 2.

distance betn two cross-section $= v_d t$

Volume bounded by two cross section $= Al$

$= A v_d t$

no. of electrons in that volume $= nAv_d t$

no of electron passes through the cross-section 1 in time $t = nAv_d t$

$$I = \frac{q}{t} = \frac{nAv_d t \cdot e}{t} = neAv_d$$

$$\boxed{I = neAv_d}$$

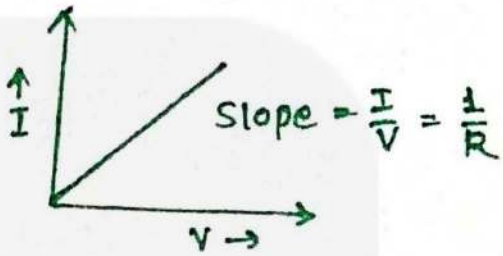
VIDYAKUL

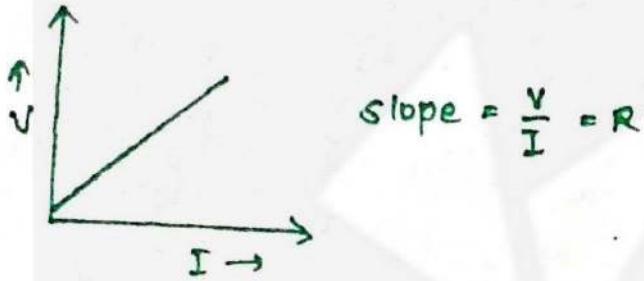
OHM'S LAW –

The potential difference between two ends of conductor is directly propertional to current passing through it at constant temparture.

$V \propto I$

$$\boxed{V = IR}$$





RESISTANCE (R) –

It is defined as the opposition offered to the flow of current.

SI unit → Ω

CGS unit → stΩ / abΩ

$$\boxed{R = \frac{m l}{n A e^2 \tau}}$$

CONDUCTANCE (G) –

It is defined as the reciprocal of resistance.

$$G = \frac{1}{R} = \boxed{\frac{n A e^2 \tau}{m l}}$$

SI unit – Ω^{-1}

RESISTIVITY (ρ) –

$$R = \frac{ml}{nAe^2\tau}$$

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

$$\Rightarrow R = \rho\frac{l}{A}$$ where $\boxed{\rho = \frac{m}{ne^2\tau}}$ which is constant for a particular material at constant temp.

CONDUCTIVITY (σ) –

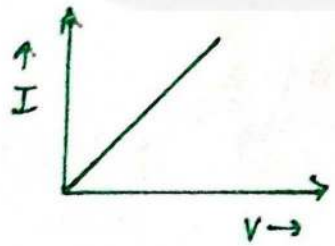
It is defined as reciprocal of resistivity

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

SI unit – $\Omega^{-1}m^{-1}$

OHMIC SUBSTANCE –

Substance which obeys Ohm's law.



eg- all metals carrying low current.

NON - OHMIC SUBSTANCE –

Substance which does not obey Ohm's law.

INTERNAL RESISTANCE (r)

The opposition offered by electrolyte due to flow of electric current is called internal resistance.

CAUSE - Due to collision of ions.

RELATION BETWEEN EMF AND POTENTIAL DIFFERENCE-

(A) DISCHARGING CONDITION

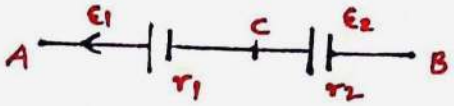
$$\boxed{\mathcal{E} = V + Ir}$$

(B) CHARGING CONDITION

$$\boxed{V = \mathcal{E} + Ir}$$

COMBINATION OF CELL -

(A) SERIES -



For cell 1,

$$V_{AC} = \mathcal{E}_1 - Ir_1$$

$$\Rightarrow V_A - V_C = \mathcal{E}_1 - Ir_1 \quad \text{—①}$$

For cell 2,

$$V_{CB} = \mathcal{E}_2 - Ir_2$$

$$\Rightarrow V_C - V_B = \mathcal{E}_2 - Ir_2 \quad \text{—②}$$

Adding ① & ②

$$V_A - V_B = \mathcal{E}_1 + \mathcal{E}_2 - I(r_1 + r_2) \quad \text{—③}$$

For the combination,

$$V_{AB} = \varepsilon - Ir$$

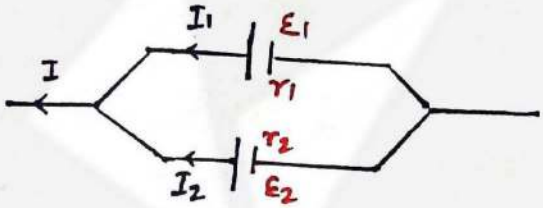
$$\Rightarrow V_A - V_B = \varepsilon - Ir \quad \text{—④}$$

From eqn ③ & ④

$$\varepsilon_1 + \varepsilon_2 - I(r_1 + r_2) = \varepsilon - Ir$$

$$\boxed{\varepsilon = \varepsilon_1 + \varepsilon_2} \qquad \boxed{r = r_1 + r_2}$$

(B) PARALLEL-



for cell 1, $V = \varepsilon_1 - Ir_1 \Rightarrow I_1 = \frac{\varepsilon_1 - V}{r_1}$ —①

for cell 2, $I_2 = \frac{\varepsilon_2 - V}{r_2}$ —②

Similarly for the combination,

$$I = \frac{\varepsilon - V}{r} \quad \text{—③}$$

$$I = I_1 + I_2$$

$$\Rightarrow \frac{\varepsilon - V}{r} = \frac{\varepsilon_1 - V}{r_1} + \frac{\varepsilon_2 - V}{r_2}$$

$$= \frac{\varepsilon}{r} - \frac{V}{r} = \left(\frac{\varepsilon_1}{r_1} + \frac{\varepsilon_2}{r_2}\right) - V\left(\frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2}\right)$$

Comparing both sides,

$$\frac{\varepsilon}{r} = \frac{\varepsilon_1}{r_1} + \frac{\varepsilon_2}{r_2} \quad \& \quad \frac{1}{r} = \frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} = \frac{r_1 + r_2}{r_1 r_2}$$

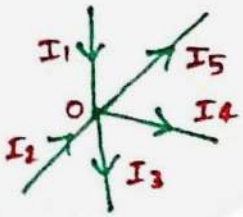
$$\boxed{\varepsilon = \frac{\varepsilon_1 r_2 + \varepsilon_2 r_1}{r_1 + r_2}}$$

KIRCHHOFF'S LAWS -

(a) KIRCHHOFF CURRENT LAW / JUNCTION LAW -

It states that algebraic sum of currents meeting at a junction is zero.

$$\boxed{\Sigma I = 0}$$



The current coming towards the junction is taken as +ve.
The current going away from the junction is taken as -ve.

$$\boxed{I_1 + I_2 = I_3 + I_4 + I_5}$$

(b) KVL / deep law -

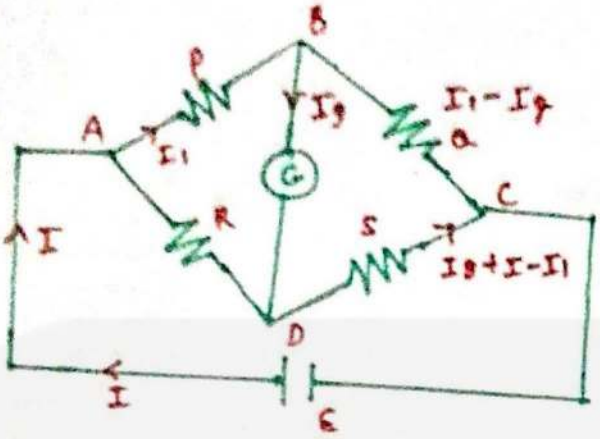
It states that the algebrali sum of potential differences across cells and resistors in a close loop is 0.

$$\boxed{\Sigma \Delta V = 0}$$

WHEATSTONE BRIDGE -

P, Q, R, S are the 4 resisters connected in wheatstone bridge.

G → resistance of galvanometer



The bridge is said to be balanced when no current passes through galvanometer

i.e. $I_g = 0$

eqⁿ (I) & (II) becomes,

$$(I - I_1) R = I_1 P \quad \text{---(III)}$$

$$I_1 Q = (I - I_1) S \quad \text{---(IV)}$$

Dividing (III) & (IV)

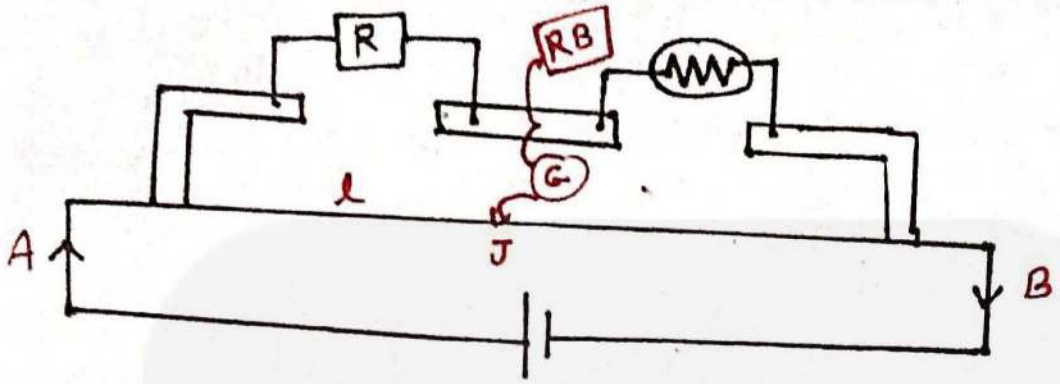
$$\frac{P}{Q} = \frac{R}{S}$$

It is the Balanced condition of wheatstone Bridge.

METER BRIDGE -

It is an electrical device used to measure unknown resistance.

Principle- It works on the balanced condition of wheatstone bridge.



R = known resistance from resistance box

S = unknown resistance

J = null point such that AJ = l

According to balanced condition of wheatstone Bridge.

$$\frac{R}{S} = \frac{R_{AJ}}{S_{BJ}}$$

$$\Rightarrow \frac{R}{S} = \frac{l}{100-l}$$

$$\Rightarrow \boxed{S = \frac{R(100-l)}{l}}$$

VIDYAKUL

12TH CHAPTER NOTES

(हस्तलिखित)

विषय - भौतिक विज्ञान

अध्याय - 3

वैद्युत धारा

विद्युत - परिपथ तथा किर्कहॉफ के नियम

(०) विद्युत धारा (Electric Current)

एक स्थान से दूसरे स्थान तक **आवेश का प्रवाह** होता है और जब यह प्रवाह किसी **सुचालक बंद पथ** में होता है तब उस पथ को **विद्युत परिपथ** कहा जाता है।

- **परिभाषा (विद्युत-धारा):**

"किसी चालक या तार के अनुप्रस्थ काट से नेट आवेश के प्रवाह की दर अर्थात प्रति सेकंड प्रवाहित नेट आवेश के परिमाण से **विद्युत-धारा** की माप होती है।"

$$I = \lim_{t \to 0} \frac{\Delta Q}{\Delta t} = \frac{dQ}{dt}$$

$$1\ \text{Amphere} = \frac{1\ \text{Calomb}}{1\ \text{second}} \Rightarrow 1A = 1C\,s^{-1}$$

- **धारा प्रवाह के दौरान नेट आवेश:**

$$Q = \int_0^Q dQ = \int_0^t I\,dt$$

$$\Rightarrow Q = I \cdot t$$

$$\Rightarrow I = \frac{Q}{t}$$

$$\Rightarrow Q = \int_0^t I(t)\,dt$$

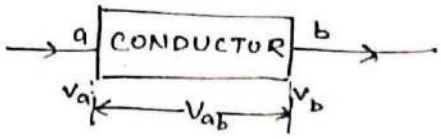
(०) विभवांतर (Potential Difference)

किसी विद्युत-क्षेत्र में किन्हीं दो बिन्दुओं के बीच विभवांतर की माप कार्य के उस परिमाण से होती है जो प्रति एकांक परिक्षण (धन) आवेश को एक बिंदु से दूसरे बिंदु तक ले जाने में संपादित होता है।

$$\boxed{V_{ab} = V_a - V_b = \frac{W_{ab}}{q}}$$

$$V = \frac{W}{q}$$

$$\Rightarrow W = qV \Rightarrow 1(V) = 1\,JC^{-1}$$



• ओम का नियम (Ohm's Law):

यदि किसी चालक की भौतिक अवस्थाएँ (ताप आदि) न बदलें तो उससे प्रवाहित विद्युत-धारा की प्रबलता उस चालक के सिरों पर लगाए गए विभवांतर के समानुपाती होती है।

$$V \propto I$$
$$V = IR$$

• प्रतिरोध (Resistance):

इलेक्ट्रॉन के प्रवाह में किसी पदार्थ के अणुओं द्वारा जो रुकावट उत्पन्न हो जाती है उसे उस पदार्थ के टुकड़े, अर्थात **प्रतिरोधक का प्रतिरोध** कहा जाता है।

चालक के उस गुण को जो विद्युत-धारा की प्रबलता को निर्धारित करता है, चालक का **विद्युत प्रतिरोध** या केवल **प्रतिरोध** कहा जाता है।

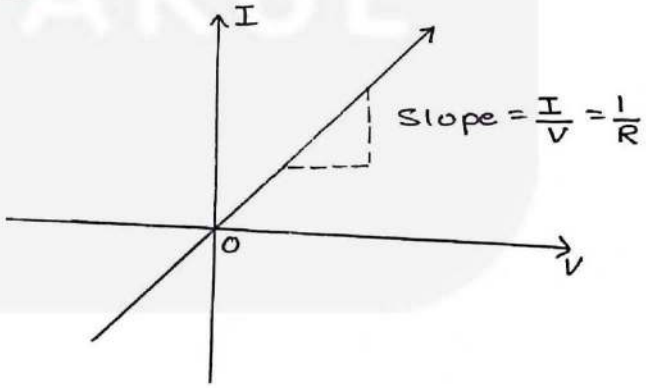
$$\boxed{R = \frac{V}{I}}$$

$$\Rightarrow \quad 1\,\Omega = 1\,VA^{-1}$$

• ओम के नियम की सीमाबद्धता : धारा (I) तथा विभवांतर (V) के बीच रेखीय एवं अरेखीय विचरण

$$I = \frac{V}{R} \Rightarrow R = \frac{V}{I}$$

$$\text{Slope} = \frac{\Delta I}{\Delta V}$$



• प्रतिरोधकता (Resistivity):

किसी प्रतिरोधक का प्रतिरोध (R) उसकी लंबाई (ℓ) के समानुपाती तथा अनुप्रस्थ काट (A) के व्युत्क्रमानुपाती होता है, अर्थात

$R \propto \ell$ जब A नियत हो

$R \propto \frac{1}{A}$ जब ℓ नियत हो

$$R \propto \frac{\ell}{A}$$

$$\Rightarrow \boxed{R = \rho \frac{\ell}{A}}$$

जहाँ ρ उस प्रतिरोधक के पदार्थ का नियतांक है जिसे उसकी **प्रतिरोधकता** कहा जाता है।

$$\rho = \frac{RA}{l}$$

प्रतिरोधकता का SI मात्रक $= \frac{\Omega m^2}{m} = \Omega m$

- **प्रतिरोधकता का ताप पर निर्भरता (Dependence of Resistivity on Temperature):**

$$\boxed{\rho_\theta = \rho_\theta (1 + \alpha_\theta)}$$

जहाँ ρ_θ एवं ρ_0 क्रमशः $\theta°C$ तथा $0°C$ पर प्रतिरोधकता है तथा α नियतांक है जिसे पदार्थ का **प्रतिरोधकता ताप गुणांक** कहते हैं।

- **चालक, विद्युतरोधी, अर्द्धचालक और अतिचालक (Conductors, Insulators, Semiconductors and Superconductors):**

- **चालक:**
ऐसे पदार्थ जिनकी प्रतिरोधकता बहुत कम होती है, **चालक** कहे जाते हैं।

- **विद्युतरोधी:**
ऐसे पदार्थ जिसकी प्रतिरोधकता बहुत अधिक होती है, **विद्युतरोधी** कहे जाते हैं।

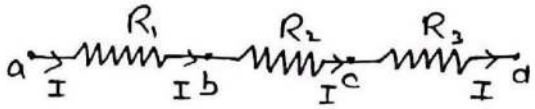
- **अर्द्धचालक:**
ऐसे पदार्थ जिसकी प्रतिरोधकता चालकों और विद्युतरोधी पदार्थों की प्रतिरोधकताओं के बीच होती है, **अर्द्धचालक** कहे जाते हैं।

- **अतिचालक:**
ऐसे अति पदार्थ जिनकी प्रतिरोधकता ताप घटाने पर धातु की भाँति पहले नियमित रूप से घटती है और ताप, जिसे क्रांतिक ताप कहते हैं पर प्रावस्था संक्रमण होने के कारण उसकी प्रतिरोधकता एकाएक घटकर शून्य हो जाती है। इस घटना को **अतिचालकता** कहते हैं और ऐसे पदार्थ **अतिचालक** कहे जाते हैं।

• प्रतिरोधकों के श्रेणीक्रम एवं समांतरक्रम में संयोजन (Series and Parallel groupings of Resistors):

• श्रेणीक्रम में संयोजन :

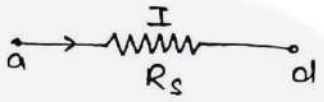
R_1 के सिरों के बीच विभवांतर



$V_a - V_b = IR_1$

$V_b - V_c = IR_2$

$V_c - V_d = IR_3$



$$V_a - V_d = I(R_1 + R_2 + R_3)$$

$$V_a - V_d = IR_s$$

$$IR_s = I(R_1 + R_2 + R_3)$$

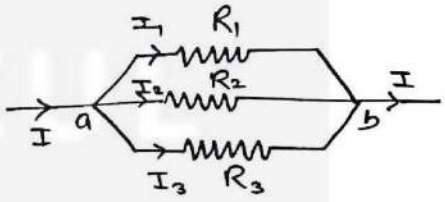
$$R_s = R_1 + R_2 + R_3$$

श्रेणीक्रम में संयोजन के लिए तुल्य प्रतिरोध

$$R_s = R_1 + R_2 + R_3 + \cdots$$

$$\boxed{R_s = \sum_{i=1}^{n} R_i}$$

• समांतरक्रम में संयोजन :



$$I = I_1 + I_2 + I_3$$

$$I = (V_a - V_b)\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}\right)$$

$$I = \frac{(V_a - V_b)}{R_p}$$

$$\frac{(V_a - V_b)}{R_p} = (V_a - V_b)\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}\right)$$

$$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

समांतरक्रम में संयोजन के लिए तुल्य प्रतिरोध

$$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \cdots$$

$$\boxed{\frac{1}{R_p} = \sum_{i=1}^{n} \frac{1}{R_i}}$$

• धात्विक चालक में विद्युत आवेश का संचरण। संवहन वेग (Flow of Electric Charge in a Metallic Conductor: Dirft Velocity):

$$\vec{F} = -e\vec{E}$$

$$\vec{F} = m_e \cdot \vec{a}$$

$$\vec{a} = -\frac{e\vec{E}}{m_e}$$

• संवहन वेग:

इलेक्ट्रान विद्युत-क्षेत्र $\vec{E}$ की दिशा के विपरीत प्रणोदित बल की दिशा में एक छोटे माध्य वेग जिसे संवहन वेग V_d कहा जाता है।

यदि दो क्रमवर्ती टक्करों के बीच का माध्य समय τ, जिसे शिथिलन समय कहा जाता है, हो तो संवहन वेग का मान

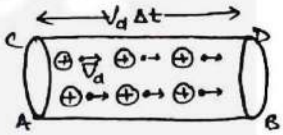
$$V_d = a\tau$$

$$\boxed{V_d = \frac{eE}{m_e} \cdot \tau}$$

• धारा घनत्व और संवहन वेग (Current Density and Drift Velocity):

$$\Delta Q = n(AV_d\,\Delta t)q$$

$$\frac{\Delta Q}{\Delta t} = AnqV_d$$



यदि धारा, चालक के अनुप्रस्थ काट पर एकसमान हो तो धारा घनत्व का परिणाम

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

$$J = nqV_d$$

$$\boxed{\vec{J} = nq\vec{V_d}}$$

$$\vec{J} = -ne\vec{V_d}$$

$$\vec{J} = -ne\left(\frac{-e\vec{E}}{m_e}\tau\right) \Rightarrow \vec{J} = \frac{ne^2}{m_e}\tau\vec{E}$$

$$I = \frac{ne^2}{m_e}\tau EA$$

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

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

$$I = \frac{ne^2}{m_e} \tau \frac{A}{l} V$$

$$V = \frac{m_e}{ne^2\tau} \frac{l}{A} I = RI$$

$$\boxed{R = \frac{m_e}{ne^2\tau} \frac{l}{A}}$$

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

$$\boxed{\rho = \frac{m_e}{ne^2\tau}}$$

$$\vec{J} = \frac{\vec{E}}{\rho}$$

$$\boxed{\vec{E} = \rho \vec{J}}$$

$$\boxed{\vec{J} = \sigma \vec{E}}$$

जहाँ $\sigma = \frac{1}{\rho}$ चालक के पदार्थ की **चालकता** है।

- **गतिशीलता (Mobility):**

एकांक परिणाम के विद्युत-क्षेत्र से उत्पन्न संवहन वेग को **गतिशीलता** (μ) कहा जाता है।

$$\boxed{\mu = \frac{V_d}{E}}$$

$$\boxed{\sigma = ne\mu_e + pe\mu_a}$$

$$V_d = \frac{e\tau E}{m_e}$$

$$\mu = \frac{V_d}{E} = \frac{e\tau}{m_e}$$

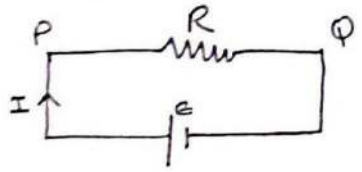
$$\mu_e = \frac{e\tau_e}{m_e}$$

$$\mu_a = \frac{e\tau_a}{m_a}$$

- **विद्युत-वाहक बल (Electromotive Force):**

किसी प्रतिरोध (या चालक) से विद्युत-धारा प्रवाहित करने के लिए उसके सिरों के बीच एक सेल जोड़ा जाता है।

प्रवाह को बनाए रखने के लिए सेल विद्युत - आवेश को पुनः निम्न विभव (Q) से उच्च विभव (P) पर ले आता है।



$$\epsilon = \frac{W}{q}$$

SI unit (मात्रक) = JC^{-1} या Volt.

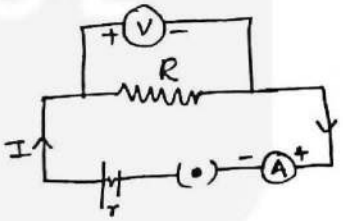
किसी सेल के विद्युत - वाहक के केंद्र के रूप में भी माना जा सकता है, विद्युत - आवेश के स्त्रोत के रूप में नहीं।

विद्युत - वाहक बल के कारण चालक के अंदर आवेश का प्रवाह धन ध्रुव से ऋण ध्रुव की ओर अर्थात विद्युत - क्षेत्र की दिशा में होता है।

* सेल में विद्युत - ऊर्जा का स्त्रोत उसमें संचित रासायनिक ऊर्जा होता है, तथा सेल को केवल ऊर्जा परिवर्तक के रूप में माना जा सकता है।

• विद्युत - परिपथ और ओम के नियम (Electric Circuit and Ohm's Law):

एक स्थान से दूसरे स्थान तक आवेश के प्रवाह किसी सुचालक बंद पथ में होता है, तब उस पथ को **विद्युत - परिपथ** कहा जाता है।



$$I = \frac{\text{विद्युत - वाहक बल}}{\text{कुल प्रतिरोध}} = \frac{\epsilon}{R+r}$$

$$\epsilon = I(R+r) = IR + Ir$$

$$I = \frac{\text{विभवांतर}}{\text{प्रतिरोध}} = \frac{V}{R}$$

$$V = IR$$

$$\epsilon = IR + Ir$$

$$\epsilon = V + Ir$$

सेल का ($\epsilon - V$) विद्युत - वाहक बल बाह्य प्रतिरोध से धारा प्रवाहित करने में प्रयुक्त नहीं होता है, इसलिए इसे लुप्त

वोल्ट (lost volt) कहा जाता है।

$$\text{लुप्त वोल्ट} = e - V = Ir$$

किसी सेल का विद्युत-वाहक बल सेल के ध्रुवों के बीच के विभवांतर के बराबर होता है जब परिपथ खुला हो, अर्थात जब सेल से धारा प्रवाहित नहीं हो रही हो।

- **विद्युत-वाहक बल तथा विभवांतर में अंतर (Differences between emf and Potential Difference):**

(i) परिपथ में धारा प्रवाहित होने पर उसके किसी दो बिंदुओं के बीच विभवांतर V होता है जबकि विद्युत-वाहक बल किसी सेल के लिए होता है।

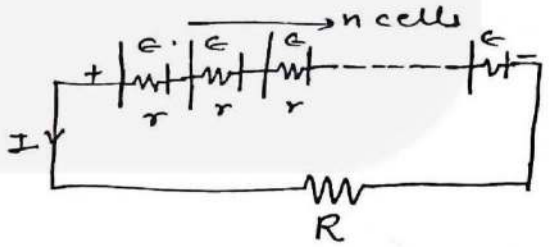
(ii) जब परिपथ खुला हो, तब उसके ध्रुवों के बीच विभवांतर का मान अधिकतम होता है जो सेल के विद्युत-वाहक बल के बराबर होता है।

जब परिपथ बंद हो, ~~अर्थ~~ अर्थात जब सेल से धारा ली जा रही हो तो ध्रुवों के बीच विभवांतर का मान पहले से घट जाता है। विभवांतर में यह कमी अर्थात लुप्त वोल्ट (Ir) धारा की प्रबलता I तथा सेल के आंतरिक प्रतिरोध r पर निर्भर होती है।

- **सेलों का समूहन (Grouping Cells):**
  - **सेलों का श्रेणीक्रम समूहन:**

$$I = \frac{\text{कुल विद्युत-वाहक बल}}{\text{कुल प्रतिरोध}}$$

$$\boxed{I = \frac{ne}{R+nr}}$$



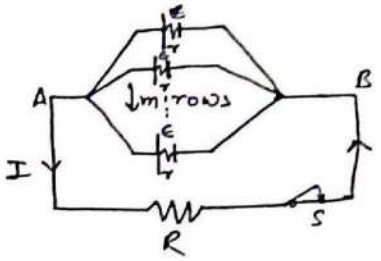
(i) यदि बाह्य प्रतिरोध R की तुलना में बैटरी का आंतरिक प्रतिरोध nr नगण्य हो, तो

$$\Rightarrow I = \frac{ne}{R} = n\left(\frac{\epsilon}{R}\right) \qquad (nr \ll\ll R)$$

(ii)

$$\Rightarrow I = \frac{ne}{nr} = \frac{\epsilon}{r} \qquad (R \ll\ll nr)$$

(b) सेलों का समांतर क्रम समूह :



$$\frac{1}{R'} = \frac{1}{r} + \frac{1}{r} + \cdots \text{m पदों तक} = \frac{m}{r}$$

$$R' = \frac{r}{m}$$

$$I = \frac{E}{R + \frac{r}{m}} \Rightarrow \boxed{I = \frac{mE}{mR + r}}$$

(i) $r <<<< R$

$$I = \frac{mE}{mR} = \frac{E}{R}$$

(ii) $R <<<< r$

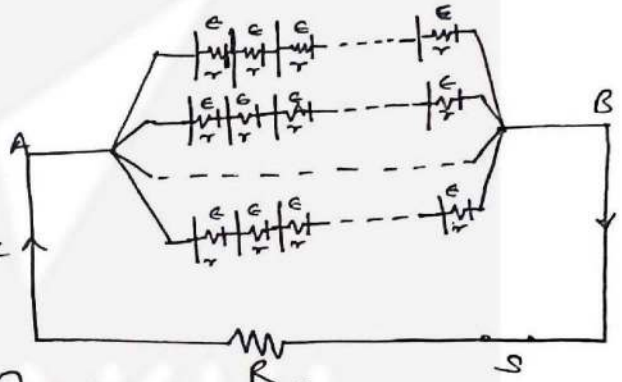
$$I = \frac{mE}{r}$$

• सेलो का मिश्रित समूहन :

$$\frac{1}{R'} = \frac{1}{nr} + \frac{1}{nr} + \cdots \text{m पदो तक} = \frac{m}{nr}$$

$$R' = \frac{nr}{m}$$

$$\boxed{I = \frac{nE}{R + \frac{nr}{m}} = \frac{mnE}{mR + nr}}$$



धारा का मान अधिकतम होने की आवश्यक शर्त—

$$\boxed{R = \frac{nr}{m}} \quad \& \quad mR = nr$$

$$I_{max} = \frac{mnE}{mR + nr} = \frac{mnE}{2mR} = \frac{nE}{2R} = \frac{nE}{2nr} =$$

$$I_{max} = \frac{mnE}{2nr} = \frac{mE}{2r} \Rightarrow \boxed{I_{max} = \frac{mE}{2r} = \frac{nE}{2R}}$$

• किर्कहॉफ के नियम (Kirchhoff's Law):

(i) चालकों के किसी जाल (mesh) में किसी बिंदु पर मिलनेवाली विद्युत-धाराओं का बीजीय योग शून्य होता है।

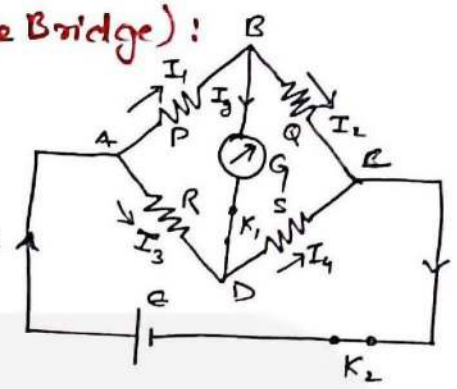
$$\boxed{\Sigma I = 0}$$

(ii) किसी बंद विद्युत-परिपथ के प्रत्येक भाग में प्रवाहित होनेवाली विद्युत-धारा तथा उसके प्रतिरोध के गुणनफल का बीजीय योग परिपथ मे लगे कुल विद्युत-वाहक बल के बराबर होता है।

$$\boxed{\Sigma e = \Sigma IR}$$

• व्हीटस्टोन ब्रिज (Wheatstone Bridge):

संतुलन अवस्था का निर्धारण:



बिंदु B पर, $I_1 = I_g + I_2$ या $I_1 = I_2$

बिंदु D पर, $I_3 + I_g = I_4$ या $I_3 = I_4$

$$\frac{I_1}{I_3} = \frac{I_2}{I_4} \quad \text{——— (1)}$$

बंद जाल ABDA के लिए –

$$I_1 P + I_g G - I_3 R = 0 \Rightarrow I_1 P = I_3 R \Rightarrow \frac{I_1}{I_2} = \frac{R}{P} \quad \text{— (2)}$$

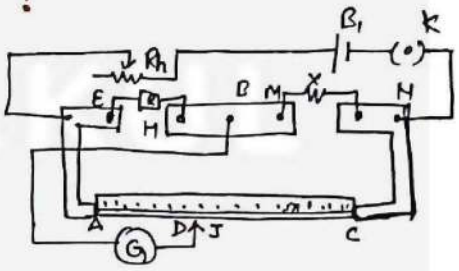
बंद जाल BCDB के लिए –

$$I_2 Q - I_4 S - I_g G = 0 \Rightarrow I_2 Q = I_4 S \Rightarrow \frac{I_2}{I_4} = \frac{S}{Q} \quad \text{— (3)}$$

समीकरण (2) और (3) को (1) में रखने पर,

$$\frac{R}{P} = \frac{S}{Q} \Rightarrow \boxed{\frac{P}{Q} = \frac{R}{S}}$$

• मीटर ब्रिज द्वारा प्रतिरोध मापन:



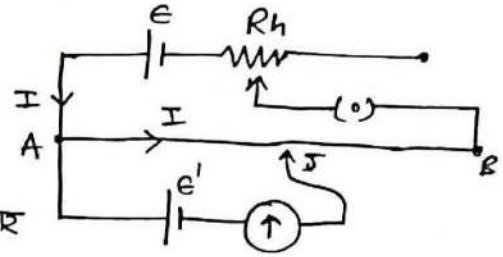
$AD = l_1$, $CD = l_2$

$P = l_1 \rho$, $Q = l_2 \rho$

$$\frac{P}{Q} = \frac{R}{X} \Rightarrow \frac{l_1 \rho}{l_2 \rho} = \frac{R}{X} \Rightarrow X = R\frac{l_2}{l_1}$$

$$\Rightarrow \boxed{X = R\frac{(100 - l_1)}{l_1}}$$

• विभवमापी (Potentiometer):



सिद्धांत: एकसमान अनुप्रस्थ काट के द्वारा स्पष्ट होता है। काट के धातु का एक लंबा प्रतिरोध-तार AB रहता है जिसका एक सिरा A विद्युत-वाहक बल e वाले संचायक बल (सेल) के धन ध्रुव से जोड़ा जाता है,

$$e' = I l' r$$

$$e_1 = I l_1 r \quad \text{तथा} \quad e_2 = I l_2 r$$

$$\frac{e_1}{e_2} = \frac{I l_1 r}{I l_2 r} \Rightarrow \boxed{\frac{e_1}{e_2} = \frac{l_1}{l_2}}$$

- **आंतरिक प्रतिरोध :-**

$$e = (A q) \rho I = l_1 \rho I$$

$$V = \frac{e R'}{R' + r}$$

$$V = l_2 \rho I$$

$$\frac{e R'}{R' + r} = l_2 \rho I$$

$$\frac{R' + r}{R'} = \frac{l_1}{l_2} \Rightarrow 1 + \frac{r}{R'} = \frac{l_1}{l_2} \Rightarrow \frac{r}{R'} = \frac{l_1}{l_2} - 1$$

$$\Rightarrow \boxed{r = \left(\frac{l_1 - l_2}{l_2}\right) R'}$$

- **विद्युत-धारा का ऊष्मीय प्रभाव :**

जब किसी चालक से विद्युत-धारा प्रवाहित की जाती है तब वह चालक गर्म हो जाता है, अर्थात विद्युत ऊर्जा का ऊष्मा में रूपांतरण होता है। इसे ही विद्युत-धारा का ऊष्मीय प्रभाव कहते हैं।

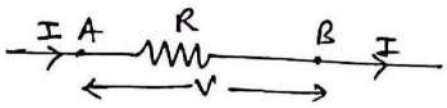
- **उत्पन्न ऊष्मा का परिणाम :**

$$Q = It$$

$$W = QV$$

$$W = (It)V$$

$$\boxed{W = VIt}$$



$$V = IR \Rightarrow W = (IR)It$$

$$\boxed{W = I^2 Rt}$$

$$\boxed{U = I^2 Rt}$$

VIDYAKUL

• विद्युत शक्ति (Electric Power):

$$\text{विद्युत - शक्ति} = \frac{\text{विद्युत ऊर्जा}}{\text{समय}}$$

$$P = \frac{W}{t} = \frac{I^2Rt}{t} \Rightarrow \boxed{P = I^2R}$$

$$V = IR \Rightarrow \boxed{P = VI}$$

$$\Rightarrow \boxed{P = \frac{V^2}{R}}$$

$$\boxed{W = Pt = VIt = I^2Rt = \frac{V^2}{R}t}$$

$$1\,W = 1\,Js^{-1} = 1\,VA$$

• महत्तम शक्ति प्रमेय:

$$P = I^2R = \left(\frac{\epsilon}{R+r}\right)^2 R$$

$$\frac{dP}{dR} = 0 \Rightarrow \epsilon^2 \frac{d}{dR}\left(\frac{R}{(R+r)^2}\right) = 0$$

$$\Rightarrow (R+r)^2 = 2R(R+r)$$

$$\Rightarrow \boxed{R = r}$$

• वैद्युत ऊर्जा (Electrical Energy):

$$1\,kWh = 3.6\times10^6\,Ws = 3.6\times10^6\,J$$

$$1\text{ यूनिट} = 1\text{ BOT यूनिट} = 1\,kWh = 3.6\times10^6\,J$$

• कार्बन प्रतिरोधक का कलर कोड:

रंग	मान	रंग	मान	रंग	सहनता
काला	0	हरा	5	Gold	5%
भूरा	1	नीला	6	Silver	10%
लाल	2	बैंगनी	7		
नारंगी	3	धूसर (grey)	8		
पीला	4	सफेद	9