UNIT-III^rd^

Electricity

By. Bineet Gaur
Lecturer- Pysics
G.P. Rudraprayag

Syllabus: 1: Concept of electricity, Current, Voltage, Resistence, Resistivity, E.M.F

2: Ohm's law and applications, Concept of Conductance, Resistence, Specific Resistence.

3: Combination of resistence, Superconductivity.

4: Kirchauff's law, Whitstone's Bridge principle.

5: Heating effect of current and concept of electric power and unit with numerical problems.

Current :(विद्युत धारा:) Current can be defined as follows:

"The rate of flow of charge is known as current."

("आवेश के प्रवाहित होने की दर को विद्युत धारा कहते हैं,")

Current can be represented by; I i.e.

$$I = \frac{q}{t} \text{ C/s. or Ampeare} \quad \text{......(1)}$$

विद्युत धारा को कूलॉम/सेकेण्ड या एम्पियर में मापा जाता है।

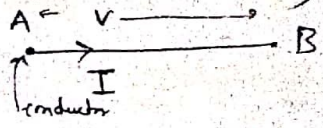
Ohm's law :(ओम का नियम)

ओम के नियमानुसार:

" यदि किसी चालक की भौतिक अवस्था में कोई परिवर्तन न किया जाय तो उसके दो बिन्दुओं के बीच उत्पन्न विभवान्तर(V) उसमें प्रवाहित धारा (I) के अनुक्रमानुपाती होता है।"

("If the physical condition of any conductor does not changed then the voltage produced between two points of that conductor is directly proportional to the current passing through the conductor.")

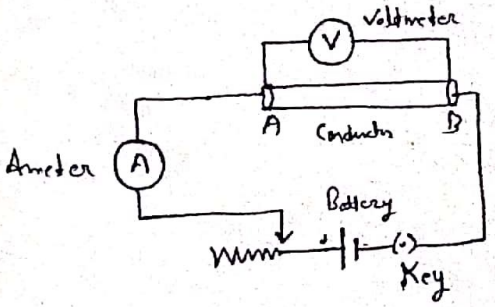
यदि AB एक conductor हो और A और B के बीच विभवान्तर V हो और AB में प्रवाहित धारा I हो तो ओम के नियमानुसार:

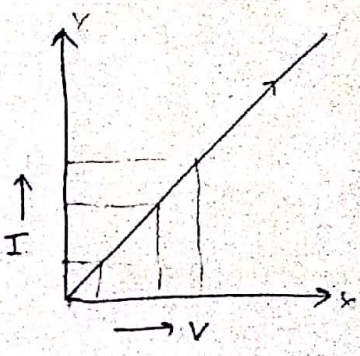


$$V \propto I$$

$$V = IR \quad \text{......(2)}$$

Here R is a constant known as resistence(प्रतिरोध) of that conductor. It's unit is 'ohm'.





Experimental Setup:

Application of Ohm's law (ओम के नियम के अनुप्रयोग)

ओम के नियम के निम्न अनुप्रयोग हैं:

(1) फैन रेगुलेटर में प्रतिरोध को नियन्त्रित करके current नियन्त्रित हो जाती है जिससे फैन को कम या अधिक करके उपयोगानुसार प्रयोग करते हैं।

(2) इलेक्ट्रॉनिक डिवाइस में वोल्टेज ड्राप की आवश्यकता जहाँ हो वहाँ इसका प्रयोग कर सकते हैं।

(3) D-C मापने वाले उपकरणों को अलग करने के लिए करंट का इस्तेमाल करते हैं यहाँ भी ओम का नियम प्रयुक्त होता है।

इसके अलावा भी ओम के नियम के काफी अनुप्रयोग हैं।

Limitation of Ohm's law: (ओम के नियम की सीमायें)

(1) This law is not applicable for semi-conductors. It is not used over diodes, transistors etc

(2) Ohm's law is not applicable for non-linear path like, thyristor etc.

प्रतिरोध (Resistence) एवं प्रतिरोधकता (Resistivity)

"किसी चालक मे आवेश के प्रवाह में आने वाली बाधा को प्रतिरोध कहते हैं"

(Resistence is a measure of the opposition to current flow in an electric circuit.)

Resistence can also be defined as ohm's law:

"The ratio between applied voltage(V) to the current flow(I) is known as resistence."

$$R = \frac{V}{I} \quad \text{.........(3)}$$

मात्रक: प्रतिरोध का मात्रक ओम (Ohm) है।

Sign:

Resistor

The resistence (R) is directly proportional to length (l) of wire, and inversely proportional of area of cross section (A), i.e.

$R \propto l$

$R \propto 1/A$

$$\Rightarrow R = \rho\frac{l}{A} \quad \text{..................(4)}$$

यहाँ ρ विशिष्ट प्रतिरोध (Specific Resistence) या **प्रतिरोधकता (Resistivity)** कहलाता है। Eq.(4) से प्रतिरोधकता का मात्रक 'ओम-मीटर' है।

ताप पर निर्भरता: **चालकों (Conductors)** का प्रतिरोध ताप बढ़ने पर **बढ़ता** है। **अर्द्ध चालकों (Semi-Conductors)** का प्रतिरोध ताप बढ़ने पर **घटता** है

चालकता (Conductance) एवं चालकता (Conductivity)

"The reciprocal of resistence is known as Conductance." (प्रतिरोध का उल्टा)

It is denoted by G, i.e.

$$G = \frac{1}{R} \quad \text{..........(5)}$$

Its unit is ohm^{-1} or mho.

Conductivity can be defined as follows:

"The reciprocal of resistivity (ρ) is known as conductivity." (प्रतिरोधकता का उल्टा)

It is denoted by σ, i.e.

$$\sigma = \frac{1}{\rho} \quad \text{..........(6)}$$

ध्यान दें

प्रतिरोध (Resistence) ohm $R = \frac{V}{I} = \rho\frac{l}{A}$ ↓ का उल्टा	प्रतिरोधकता (Resistivity) $\rho = R\frac{A}{l}$ ohm-m ↓ का उल्टा
चालकता (Conductance) $G = \frac{1}{R}$ ohm^{-1} या mho	चालकता (Conductivity) $\sigma = \frac{1}{\rho}$ $ohm^{-1}m^{-1}$ या mho-m

Electro-Motive-Force (E.M.F) विद्युत वाहक बल

"Electro-motive force can be defined as: The work done to flow unit charge in a circuit from one point to another is known as electro-motive force."

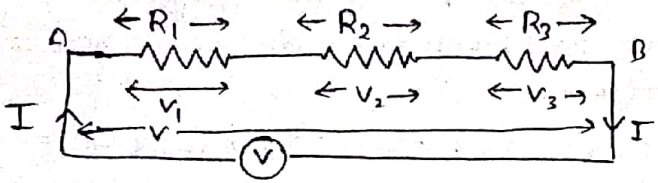
"एकांक आवेश को किसी परिपथ में प्रवाहित करने के लिए आवश्यक ऊर्जा को विद्युत वाहक बल कहते हैं।"

$$E = \frac{W}{q} \quad \text{..........(7)}$$

इसकी इकाई जूल/कूलाम है, इसे वोल्ट भी कहते हैं। किसी बैटरी या cell के E.M.F को वोल्ट में मापा जाता है।

Combination Of Resistors (प्रतिरोध का संयोजन)

(1) Series Combination: (श्रेणी संयोजन):



Applying ohm's law in each resistor.

$V_1 = IR_1$
$V_2 = IR_2$
$V_3 = IR_3$

[ध्यान दें: विद्युत धारा सब में समान I प्रवाहित होगी]

If we placed only one resistor R in place of these three resistor, and voltage across it will V then

$V = IR$

Now v is scalar quantity hence

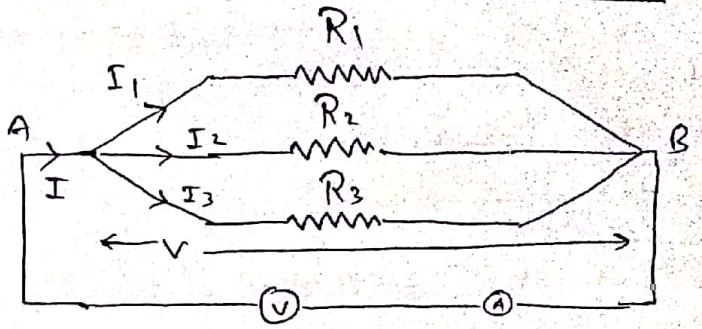
$V = V_1 + V_2 + V_3$

$\Rightarrow IR = I R_1 + I R_2 + I R_3$

$\Rightarrow$ $\boxed{R = R_1 + R_2 + R_3}$ ....(B)

This is formula for the series combination of resistor.

(2) Parallel Combination (समान्तर संयोजन):



Applying ohm's law in each resistor.

$I_1 = V/R_1$
$I_2 = V/R_2$
$I_3 = V/R_3$

[ध्यान दें: हर प्रतिरोध में विद्युत धारा अलग-अलग प्रवाहित होगी.]

अगर A व B के बीच एक प्रतिरोध R लगायें तो

$I = V/R$

Now According to Kirchhoff's law:

$I = I_1 + I_2 + I_3$

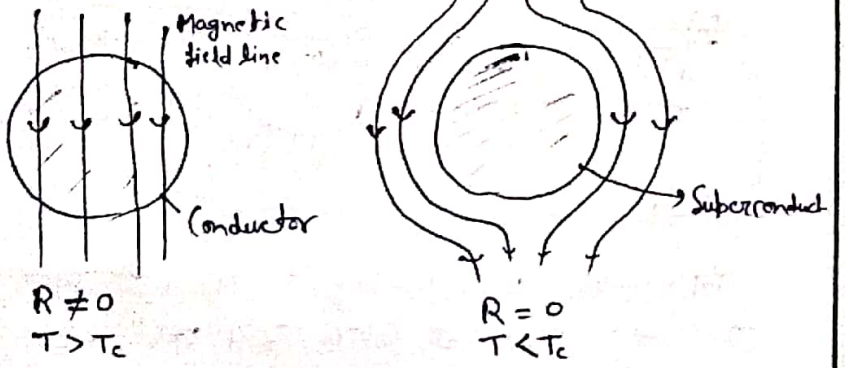
$V/R = V/R_1 + V/R_2 + V/R_3$

$\boxed{1/R = 1/R_1 + 1/R_2 + 1/R_3}$ ....(B)

Superconductivity (अतिचालकता):

Superconductivity is the set of physical properties observed in certain materials, where in electrical resistence vanishes and from which magnetic flux field are expelled (Meissner effect) below critical temperature, is known as superconductivity and such material is known as superconductor.

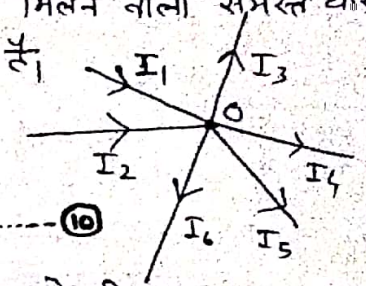
(अतिचालकता किसी पदार्थ का ऐसा गुण है जिसमें क्रान्तिक ताप के नीचे पदार्थ का प्रतिरोध शून्य हो जाता है और इससे गुजरने वाला चुम्बकीय फ्लक्स पदार्थ से बाहर निकल जाता है।)



Kirchauff's law (किरचॉफ का नियम)

किरचॉफ ने विद्युत परिपथ से सम्बंधित अपने दो नियम दिये:

1: किसी परिपथ के किसी संधि पर मिलने वाली समस्त धाराओं का बीजगणितीय योग शून्य होता है।
("The algebric sum of currents meeting at a junction in a circuit is zero.") $\boxed{\Sigma I = 0}$ ------ (10)



चित्रानुसार: At junction O.

O पर आने वाली current = O से दूर जाने वाली धारा

$$I_1 + I_2 = I_3 + I_4 + I_5 + I_6$$

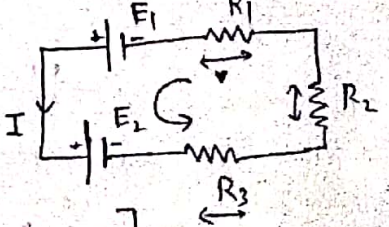
or $\boxed{I_1 + I_2 - I_3 - I_4 - I_5 - I_6 = 0}$

[ध्यान दें: अगर O पर आने वाली धारा को + से दिखाये तो बीजगणितीय योग में जाने वाली धारा को − से दिखायेंगे]

2: "किसी बन्द परिपथ के परितः सभी विभवान्तरों का बीजगणितीय योग शून्य होता है"
("The algebric sum of the potential across a closed circuit is always zero.)

यह नियम 'ऊर्जा संरक्षण' के नियम पर आधारित है।

दिये गये चित्रानुसार इस बन्द परिपथ में पांच विभवान्तर हैं। $\boxed{\Sigma V = 0}$ .... (11)



$$\boxed{E_1 - E_2 - IR_3 - IR_2 - IR_1 = 0}$$

[ध्यान दें: E_2 का चिन्ह (−) इसलिए है क्योंकि सेल E_1 का + सेल E_2 के + से जुड़ा है यदि − से जुड़ता तो दोनों सेलों के EMF जुड़ जाते]

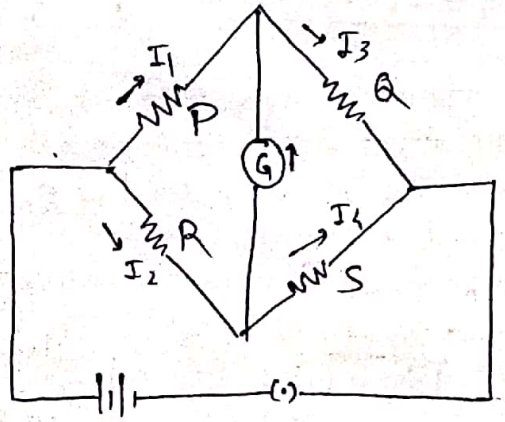
अगर दूसरा बन्द परिपथ भी हो तो ध्यान रखें कि सबमें धारा की दिशा या तो clockwise दिखायें या Anticlockwise

Wheatstone's Bridge (व्हीटस्टोन सेतु)

According to the principle of wheatstone's:

"If four resistence are shown by the four sides of a parallelogram and their is no current flowing through the diagonal then the ratio of their resistances are equal."

"अगर चार प्रतिरोधों को समान्तर चतुर्भुज की चार भुजाओं से प्रदर्शित करें और इस चतुर्भुज के विकर्ण से कोई धारा प्रवाहित न हो तो प्रतिरोधों का अनुपात हमेशा बराबर होता है।"

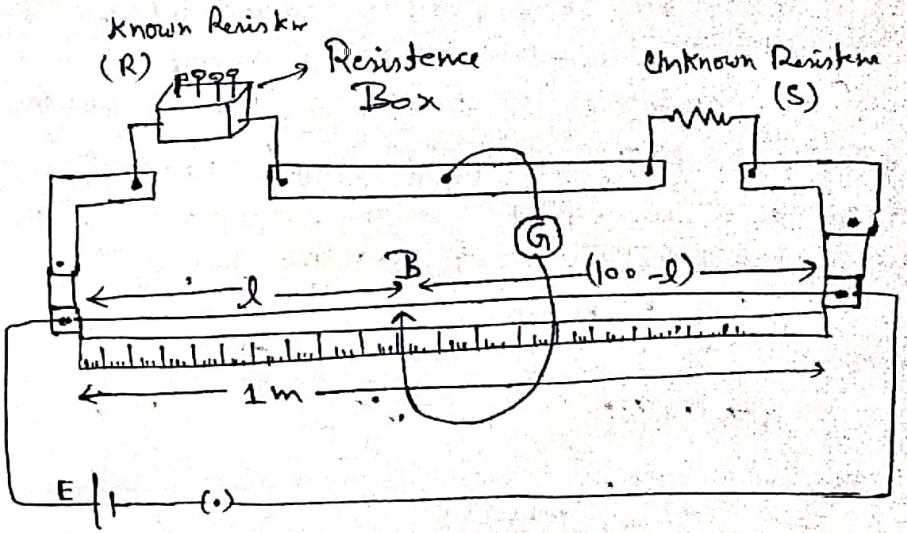


If null deflection in galvanometer (G) the

$$\boxed{\frac{P}{Q} = \frac{R}{S}} \quad \text{------ (12)}$$

Wheatstone Bridge In lab:

In laboratory the wheatstone's Bridge seems like follows:



चित्रानुसार व्हीटस्टोन सेतु को जोड़ते हैं और बिन्दु B को उस जगह रोकेंगे जहाँ G पर शून्य अंकित हो अर्थात G में Zero deflection हो, तो

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

[ध्यान दें: यहाँ l व (100-l) इसलिए प्रयोग किया क्योंकि प्रतिरोध लम्बाई के अनुक्रमानुपाती होता है]

$$\Rightarrow \boxed{S = R \cdot \frac{(100-l)}{l}} \quad \text{------ (13)}$$

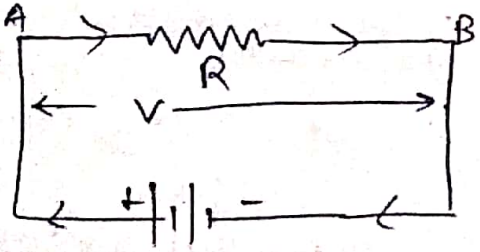
Heating Effect of Current
(धारा का ऊष्मीय प्रभाव)

"When an electric current is passed through a conductor, the conductor becomes hot after some time and produce heat. This effect of current is called heating effect of current."

If current I is flowing through the resistor R. for time t, then the heat generated

$$H = i^2Rt \quad \text{....... (14)}$$

Derivation:



Total amount of work done in moving charge q from point A to B.

$W = q \times V$

$\Rightarrow W = itV \quad \because [q = it]$

$W = it\,iR \quad \because [V = iR]$

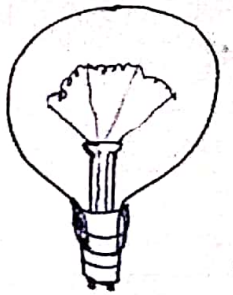
$$\boxed{W = i^2Rt}$$

Bijit

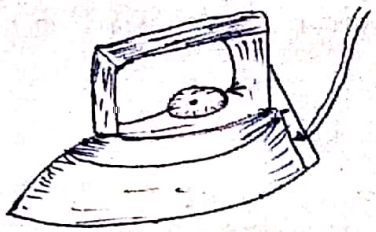
This work is converted into heat thus,

$$\boxed{H = i^2Rt}$$

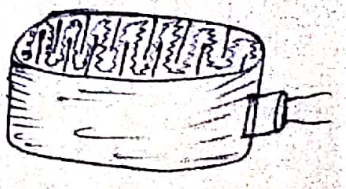
Applications of Heating effect:



Bulb



Press



Heater etc.

Scanned by CamScanner

Electrical Power (विद्युत शक्ति)

"The rate at which the work is being done in an electrical circuit is called electrical Power"

"किसी विद्युत परिपथ में कार्य करने या होने की दर को विद्युत शक्ति कहते हैं।"

Electrical Power

$$= \frac{\text{work done in an Electrical Circuit}}{\text{time}}$$

$$\boxed{P = \frac{Vit}{t} = VI = IR^2 = \frac{V^2}{R}} \quad \text{------(15)}$$

"The Basic unit of power is Volt-ampear or Watt".

We can also use 'killo-watt' for bigger unit

$$\boxed{1\ KW = 1000W}$$

Unit: Unit measures the (Energy) i.e. electrical energy used by any instrument.

$$\boxed{1\ Unit = 1\ KWh}$$

यूनिट कार्य की इकाई है, यूनिट को 'किलोवाट-घण्टा' भी कहते हैं।

Qu: अगर 20 वाट का बल्ब एक दिन में 10 घण्टे जले तो एक महीने (30 दिन) में कितनी यूनिट बिजली खत्म होगी।

Ans: पहले वाट को किलोवाट में बदलेंगे

बल्ब की क्षमता = 20 वाट = 20V

$= \frac{20}{1000} KW = \frac{1}{50} KW$

30 दिन में कुल घण्टे जिसमें बल्ब जलता है; $= 30 \times 10$

$= 300$ घण्टे

$\therefore$ Unit $= 300 \times \frac{1}{50}$ KWh

$= 6$ KWh

अर्थात 6 Unit बिजली खत्म होगी।

—x—x—x—

Bijeet

Scanned by CamScanner