विद्युतधारा (Electric Current)

- कोणत्याही विद्युत-वाहकाच्या प्रत्येक अणूजवळ एक किंवा एकापेक्षा जास्त Electron असे असतात कि ते अनु केंद्रकाशी अतिशय कमी बलाने बांधलेले असतात, त्यांना मुक्त Electron म्हणतात.
- वाहकामधे हे मुक्त Electron एका भागाकडून दुसऱ्या सहजपणे जाऊ शकतात.
- या मुक्त Electron बरोबरच Negative charge चे वहन होते.
- वाहकातून वाहणारा Electron चा प्रवाह किंवा ठराविक कालावधीत वाहणारा विद्युत प्रभार म्हणजे 'विद्युतधारा' होय .

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

$$I = Ampere\ (A)$$

$$Q = Coulomb(C)$$

$$I = Time(t)$$

- येथे कुलंब (Coulomb) हे इलेक्ट्रिक चार्जचे एकक आहे.
- वाहकातून वाहून जाणाऱ्या शुल्काचे प्रमाण जेव्हा 1 अँपिअर प्रवाह 1 कूलम्बसाठी कंडक्टरमधून वाहते. I.e. $1C = 1A\ X\ 1s$

विभावंतर (Potential Difference)

- आकाशात चमकणाऱ्या विजेचा प्रकाशझोत हा आकाशातून जमिनीकडे जातो, म्हणजे आकाशाकडे जास्त potential असते, तर जमिनीकडे कमी potential असते. या प्रक्रियेमध्ये निर्माण होणारे विभावंतर $10^7 Volt$ असते.
- विद्युत विभव (Electric potential) म्हणजे वाहकाच्या एखाद्या बिंदू जवळील विद्युत पातळी होय.
- जर वाहकाच्या दोन टोकातील विद्युत पातळीत फरक असेल, तरच विद्युतधारा वाहते.
- ठराविक प्रभार (Charge) एका बिंदूपासून दुसऱ्या बिंदु पर्यंत जात असताना घडलेले कार्य म्हणजे विभावंतर होय.

विभावंतर = कार्य / प्रभार

$$V(Voltage) = W\ (Joule)\ /\ Q\ (C)$$

- विभावंतर मोजण्यासाठी Voltmeter चा उपयोग केला जातो.
  टिपणी - Circuit मध्ये Voltmeter हे समांतर (Parallel) जोडले जाते.

रोध (Resistance)

- ➔ जेव्हा वाहकातील Electron एका टोकाकडून दुसऱ्या टोकाकडे गतीमान होतात, तेव्हा ते मुक्त Electron इतर बंदिस्त Electron वर जाऊन आदळतात. या आघातामुळे Electron च्या प्रवाहाला अडथळा निर्माण होतो, या अडथळा निर्माण करण्याच्या वाहकाच्या गुणधर्मास Resistance म्हणतात.

$$R = V / I$$

$$R \alpha V \text{ व } R \alpha 1 / I$$

- ➔ रोध व विद्युतधारा एकमेकांच्या व्यस्त प्रमाणात असते. रोध वाढवला असता, विद्युतधारा कमी होते. Vice Versa, तर रोध कमी केले असता, विद्युतधारा वाढते.
- ➔ विभावंतर व रोध सम प्रमाणात असते, विभावंतर वाढवले असता, रोध वाढतो, परंतु विद्युतधारा वाढण्याचे प्रमाण रोधापेक्षा जास्त असते.

Types of Conductors

A. Conductor

- या मध्ये मुक्त Electron चे प्रमाण जास्त असते, त्यामुळे रोध हा कमी असतो.
- उदा. Aluminium, Copper, etc.

B. Semiconductor

- ➔ असा पदार्थ जो वाहक (Conductor) व दुर्वाहक (Insulator) या दोन्हीचे गुणधर्म दाखवतो, त्याला Semi-Conductor म्हणतात.
- ➔ Semiconductor मध्ये तापमान वाढविले असता, तो वाहकाचे गुणधर्म दाखवितो, तर तापमान कमी केले असता, तो दुर्वाहकाचे गुणधर्म दाखवतो.
- ➔ उदा. Silicon, Germanium, etc.

C. Super Conductor

- ➔ असे पदार्थ ज्यामधील तापमान कमी केले असता, रोध कमी होतो व ठराविक तापमानाला जर रोध Zero होत असेल, तर त्या पदार्थाला Super Conductor म्हणतात.
- ➔ उदा. Mercury, Fullerene (C-60), etc.

D. Insulator

- ➔ या मध्ये मुक्त Electrons नसतान / कमी असतात, म्हणून विद्युतधारा या मधून वाहत नाही.
- ➔ उदा. Plastic, लाकडू, etc.

Ohm चा नियम

- ➔ वाहकाची भौतिक स्थिती कायम असताना वाहकातून वाहणारी विद्युतधारा ही त्या वाहकाच्या दोन टोकातील विभावंतराशी समानुपाती असते.

$$V = I$$

$$V \alpha I$$

- ➔ चांदी, Aluminium, तांबे, etc. यांसारख्या वाहकामध्ये ज्या प्रमाणात विभावंतर वाढते, त्याप्रमाणात विद्युतधारेमध्ये वाढ होते. म्हणून या Conductor's ला Ohmic Conductors म्हणतात.
- ➔ काही वाहक ohm च्या नियमांचे पालन करत नाहीत. म्हणजे त्या वाहकांमध्ये विभावंतर ज्या प्रमाणामध्ये वाढते, त्या प्रमाणामध्ये विद्युतधारेत वाढ होत नाही.
  उदा. डायोड, थर्मीस्टर, etc.

रोधकता (Resistivity)

- ➔ रोधकता का पदार्थाचा गुणधर्म असून, वेगवेगळ्या पदार्थाची रोधकता वेगवेगळी असते.
- ➔ वाहकाचा रोध हा त्या वाहकाची लांबी (l) व क्षेत्रफळ (A) यांच्यावर अवलंबून असतो.

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

$$R \alpha l , R \alpha \frac{1}{A} \& R \alpha \rho$$

जेथे, ρ कंडक्टरची प्रतिरोधकता म्हणून ओळखली जाते.

- ➔ पदार्थाच्या रोधकतेचा चढताक्रम म्हणजेच विद्युतधारेचा उतरता क्रम
  1) चांदी (Ag)
  2) Copper
  3) Aluminium (Al)
  4) Tungsten
  5) लोखंड
  6) Chromium
  7) मॅगनीज

Que. धातुंमधील विद्युत चालकता कमी ते जास्त क्रमानुसार (MPSC Subordinate Combine **Prelim 2017**)

(1) Al, Ag, Cu (2) Al, Cu, Ag (3) Cu, Al, Ag (4)Al, Cu, Al

From metals electrical conductivity increases in the order of

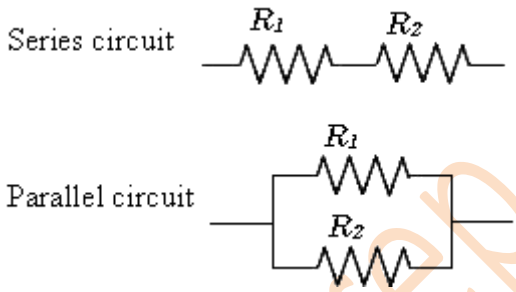
(1) Al, Ag, Cu (2) Al, Cu, Ag (3) Cu, Al, Ag (4)Al, Cu, Al

Internal Resistance

$$R + r = V / I$$

Where, r = internal resistance

रोधाची एकसर व समांतर जोडी (Resistors in Series and Parallel)



A. **एकसर जोडणी**

➔ Circuit मधील प्रत्येक भागातून समान विद्युतधारा वाहते.

➔ एकसर जोडणीमध्ये प्रत्येक रोधासाठी विभावंतर हा वेगवेगळा असतो.

➔ ही जोडणी Circuit मधील रोध वाढविण्यासाठी व विद्युतधारा कमी करण्यासाठी वापरली जाते.

➔ एकसर जोडणी मधील परिणामी रोध हा त्या जोडणीतील स्वतंत्र रोधाच्या बेरजे इतका असतो

$$Rs = R_1 + R_2 + R_3 ...$$

➔ एकसर जोडणीतील परिणामी रोध हा त्या जोडणीतील स्वतंत्र रोधापेक्षा जास्त असतो.

B. **समांतर जोडणी**

➔ Circuit मधील प्रत्येक भागातून समान Potential Differenceवाहते.

➔ समांतर जोडणी मध्ये प्रत्येक रोधासाठी विद्युतधारा वेगवेगळी असते.

➔ ही जोडणी Circuit मधील रोध कमी करण्यासाठी व विद्युतधारा वाढविण्यासाठी वापरली जाते.

➔ समांतर जोडणीचा परिणामी रोध स्वतंत्र रोधाच्या बेरजेपेक्षा ही कमी असतो

$$1/Rp = 1/R_1 + 1/R_2 + 1/R_3 ...$$

➔ समांतर जोडणीतील परिणामी रोध जोडणीतील प्रत्येक स्वतंत्र रोधा पेक्षा ही कमी असतो.

विद्युतधाराचा औष्णिक परिणाम

➔ जेव्हा एखाद्या वाहकातून विद्युतधारा जाऊ लागते, तेव्हा वाहकातून मुक्त electron, जास्त विभाव असलेल्या टोकांकडून कमी विभव असलेल्या टोकाकडे जाऊ लागतात.

- ➔ या हलचालीत मुक्त electrons या वाहकातील इतर electron व ions वर आघात होतो.
- ➔ प्रत्येक आघाताच्या वेळी electron च्या अंगी असलेल्या गतिज व स्थितीज ऊर्जेचे काही प्रमाणात उष्णता ऊर्जेत रूपांतर होते, त्यामुळे वाहकाचे तापमान हळू हळू वाढत जाते.
- ➔ अशा प्रकारे वाहकातून विद्युतधारा वाहत असताना उष्णता ऊर्जा निर्माण होण्याच्या क्रियेला विद्युतधाराचा औष्णिक परिणाम म्हणतात.

Joule's चा नियम

वाहकातून जाणारी विदयुतधारा 'I' ही 't' या कालावधीसाठी 'R' रोध असलेल्या वाहकातून जाऊ दिल्यास तयार होणारी उष्णता ही

1) विद्युतधारेचा वर्ग (I^2)

2) वाहकाचा रोध (R)

3) वाहकातील विभावंतर (v)

4) विद्युतधारा वाहनाचा कालावधी (t)

या सगळ्याशी समानुपाती (Directly proportional) असते. यालाच ज्यूलचा नियम म्हणतात.

So,

$$V = W/Q$$

$$W = V X Q$$

$$H = V X Q$$

But, $I = Q/t$

$$H = V X I X t$$

But, $V = IR$

$$H = I^2 X R X t \; Joules$$

$$H = I^2 X R X t / 4.18 \; Cal$$

Que. जर 0.3A इतकी विद्युतधारा 418Ω रोध असलेल्या तारेच्या कुंडलातून एका मिनिटासाठी प्रवाहित केली तर किती कॅलरी उष्मा निर्माण होईल ? (MPSC Subordinate Combine **Prelim 2018**

byjusexamprep.com

(1) 240

(2) 540

(3) 418

(4) 60

Find the heat generated in calories if a current of 0.3A is passed through a coil of resistance 418Ω for one minute.

(1) 240

(2) 540

(3) 418

(4) 60

AC and DC (Alternating & Direct Current)

A. AC

➔ जेव्हा Electrons चे वहन हे Op and Down अशा पद्धतीने होते. त्यविळेस जी विद्युतधारा वाहिली जाते, त्याला AC म्हणतात.

➔ भारतामध्ये Electrons चे 50 वेळा Up व Down घडून येते, म्हणून भारतामध्ये AC वारंवरना 50Hz असते.

➔ AC घरगुती उपकरणात वापरले जाते.

➔ AC चे DC मध्ये रुपांतर करण्यासाठी Rectifier वापरले जाते.

B. DC

➔ Electrons चे वहन एकाच दिशेने होते.

➔ Electrons चे कोणत्याही प्रकारे Up व Down अशी हलचाल होत नाही, म्हणून Direct Current ची वारंवारता zero असते.

➔ DC चा उपयोग Industrial purpose साठी केला जातो.

➔ DC चे रुपांतर AC मध्ये करण्यासाठी Oscillator चा उपयोग केला जातो.