

চল তড়িৎ

 বেসিক

 টাইপ ওয়াইজ ম্যাথ

 সৃজনশীল প্রশ্ন

 APAR'S
SINCE 2018

যে পার্ট টুকু পড়তে চাও সেখানে ক্লিক করো

চল তড়িৎ

Chapter Overview

- ❑ তড়িৎ প্রবাহের দরুন উৎপন্ন তাপ
- ❑ পরিবাহীর রোধ ★★
- ❑ ও'মের সূত্র
- ❑ ক্ষমতা ও বিদ্যুৎ বিলের হিসাব
- ❑ তড়িৎ প্রবাহ ও তাড়ন বেগের সম্পর্ক
- ❑ রোধের সমবায়
- ❑ বিন্দু নির্ধারণ পদ্ধতি
- ❑ কির্শফের সূত্র ★★★
- ❑ হুইটস্টোন ব্রীজ নীতি
- ❑ বিভিন্ন পদ্ধতি ব্যবহার করে **circuit solve**
- ❑ মিটার ব্রীজ
- ❑ শান্ট
- ❑ পটেনশিওমিটার
- ❑ অ্যামিটার ও ভোল্টমিটার এবং এদের পাল্লা বৃদ্ধি
- ❑ সমস্ত সূত্র একসাথে

রোধ

রোধ হচ্ছে বাধা দেওয়ার ধর্ম। অর্থাৎ যে ধর্ম পরিবাহীর মধ্যে বিদ্যুৎ চলাচলে বাধা প্রদান করে। সাধারণত তাপমাত্রা বাড়লে রোধ বাড়ে। ব্যতিক্রম কার্বন ও অর্ধপরিবাহী। বিদ্যুৎ প্রবাহের ফলে পরিবাহী গরম হয় এবং তা $R_t = R_0(1 + \alpha t)$ সূত্র মেনে চলে। এখানে, α = তাপমাত্রা গুণাঙ্ক বা উষ্ণতা সহগ একক $^{\circ}\text{C}^{-1}$ বা, K^{-1} , t = সেলসিয়াস স্কেলে তাপমাত্রা, $R_0 = 0^{\circ}\text{C}$ তাপমাত্রায় রোধ, $R_t = t^{\circ}\text{C}$ তাপমাত্রায় রোধের মান।

note

- পরিবাহীতে বিভিন্ন ধাতু ও অধিকাংশ সংকর ধাতুর ক্ষেত্রে রোধের তাপমাত্রা গুণাঙ্ক, α ধনাত্মক। এদের ক্ষেত্রে তাপমাত্রা বৃদ্ধি করলে রোধ বাড়ে।
- জার্মেনিয়াম, সিলিকন, কার্বন, থার্মিস্টর অর্ধপরিবাহীর ক্ষেত্রে এর মান ঋণাত্মক। **এক্ষেত্রে তাপমাত্রা বৃদ্ধি করলে রোধ হ্রাস পায়।**
- অধাতব, অন্তরক পদার্থের ক্ষেত্রে তাপমাত্রা বৃদ্ধি করলে রোধ হ্রাস পায়। অতি নিম্ন তাপমাত্রায় পরিবাহীর রোধ প্রায় শূন্যমান লাভ করে। পরিবাহীর এ অবস্থাকে অতিপরিবাহিতা (Super Conductor) বলে। 4.2K তাপমাত্রার নিচে পারদ অতি পরিবাহিতা প্রদর্শন করে।

25°C তাপমাত্রায় টাংস্টেন তারের রোধ 65Ω । 200°C তাপমাত্রায় এর রোধ কত?

$$[\alpha = 4.5 \times 10^{-3} ^{\circ}\text{C}^{-1}]$$

200°C তাপমাত্রায় রোধের জন্য R_0 লাগবে But সরাসরি দেওয়া নেই এখন উপায়?

idea!!

$$R_{25^{\circ}\text{C}} = R_0(1 + 4.5 \times 10^{-3} \times 25)$$

$$\Rightarrow 65 = R_0(1 + 0.1125) \therefore R_0 = 58.43\Omega$$

$$\therefore R_{200} = 58.43(1 + 4.5 \times 10^{-3} \times 200) \\ = 111\Omega \quad (\text{একক দিতেই হবে})$$

তড়িৎ প্রবাহের দরুন উৎপন্ন তাপ

$$W = VQ \text{ আবার আমরা জানি } I = \frac{Q}{t} \Rightarrow Q = It$$

$\therefore W = VIt$ এখন তড়িৎ প্রবাহ পরিবাহীর রোধ অতিক্রম করার সময় এই কাজ তাপশক্তিতে রূপান্তরিত হয়।

$$H = W = VIt \quad [\text{কাজ} = \text{ভিট} - \text{হিট}]$$

$$\therefore \text{Heat} = \text{Work}$$

$$H = W = IR \times I \times t$$

$$H = W = I^2 R t$$

$$\text{আবার, } H = W = V \times \frac{V}{R} \times t = \frac{V^2}{R} t$$

একক জুল (J)

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

$$H = W = msd\theta$$

যেখানে, s = আপেক্ষিক তাপ

$d\theta$ = তাপমাত্রার পরিবর্তন

পরিবাহীর রোধ

এটি দৈর্ঘ্য, উপাদান, রোধ, তাপমাত্রা এগুলোর উপর নির্ভর করে।

$$R \propto L$$

$$R \propto \frac{1}{A}$$

$$\therefore R = \rho \frac{L}{A}$$

L = Length (m)

A = Area (m^2)

ρ = আপেক্ষিক রোধ (Ωm)

NB: পরিবাহীকে যতই টানাটানি করা হোক আপেক্ষিক রোধ শুধুমাত্র উপাদান ও তাপমাত্রার উপর নির্ভরশীল।

Shortcut: যদি কোনো পরিবাহীকে টেনে n গুন লম্বা করা হয় তাহলে পরিবর্তিত রোধ

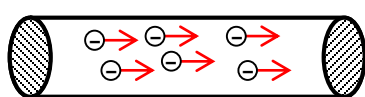
$$R_1 = n^2 \times R$$

But জোড়া দিয়ে লম্বা করা হলে, $R_1 = n \times R$

তড়িৎ প্রবাহ ও তাড়ন বেগের সম্পর্ক

তাড়ন বেগ: যে বেগে মুক্ত ইলেকট্রন (e^-) নিম্ন বিভব থেকে উচ্চ বিভবের দিকে ধাবিত হয় তাই e^- এর তাড়ন বেগ।

NB: e^- নিম্ন বিভব থেকে উচ্চ বিভবের দিকে যায়। কিন্তু বিদ্যুৎ প্রবাহ তার বিপরীত।



উচ্চ বিভব প্রান্ত

মুক্ত ইলেকট্রন

$$I = nAve \quad [\text{আই} = \text{নাভী}]$$

I = পরিবাহীর মধ্যে বিদ্যুৎ প্রবাহ

n = একক আয়তনে মুক্ত ইলেকট্রন সংখ্যা

A = Area = প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল

v = e^- এর তাড়ন বেগ

e = মুক্ত e^- এর চার্জ = $1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$

প্রবাহ ঘনত্ব

একক প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল দিয়ে প্রবাহিত বিদ্যুৎ প্রবাহ হলো প্রবাহ ঘনত্ব। একক Am^{-2}

$$j = \frac{I}{A} \quad \text{একক } \text{Am}^{-2}$$

$$\Rightarrow I = Aj \quad [\text{আই} = \text{আজ}]$$

একটি রূপার তারের ব্যাস 1 mm . এর মধ্য দিয়ে 1 ঘন্টা 15 মিনিটে 90 C চার্জ প্রবাহিত হচ্ছে। রূপার প্রতি ঘনমিটারে মুক্ত ইলেকট্রনের সংখ্যা 5.8×10^{22} হলে প্রবাহ ঘনত্ব নির্ণয় করো।

সমাধান :

এখানে, তারের ব্যাস, $d = 1 \text{ mm}$

\therefore তারের ব্যাসার্ধ, $r = \frac{1}{2} \text{ mm} = 0.5 \text{ mm} = 0.5 \times 10^{-3} \text{ m}$

সময়, $t = 1 \text{ ঘন্টা } 15 \text{ মিনিট} = 3600 \text{ s} + 900 \text{ s} = 4500 \text{ s}$ এবং চার্জ, $Q =$

90 এখন, একক আয়তনে ইলেকট্রনের সংখ্যা, $n = 5.8 \times 10^{22} / \text{cm}^3$

$$= 5.8 \times 10^{22} \times 10^6 / \text{m}^3$$

$$= 5.8 \times 10^{28} / \text{m}^3$$

আবার, প্রবাহমাত্রা, $I = nAve$

$$\therefore e = \frac{I}{nAe}$$

$$= \frac{Q}{n\pi r^2 et}$$

$$= \frac{90}{5.8 \times 10^{28} \times \pi \times (0.5 \times 10^{-3})^2 \times 1.6 \times 10^{-19} \times 4500} \text{ ms}^{-1}$$

$$= 2.7444 \times 10^{-6} \text{ ms}^{-1}$$

\therefore প্রবাহ ঘনত্ব, $J = ven$

$$= 2.744 \times 10^{-6} \times 1.6 \times 10^{-19} \times 5.8 \times 10^{28} \text{ Am}^{-2}$$

$$= 2.548 \times 10^4 \text{ Am}^{-2} [\text{Ans.}]$$



সূত্র থেকে সংজ্ঞা লেখার ট্রিক্স

যার সংজ্ঞা লিখবো তাকে বামে রাখবো এবং বাকী সব সমান (=) চিহ্নের ডানে। এখন যে ভাগ আকারে নিচে থাকবে তাকে একক ধরে প্রথমে এবং পর্যায়েক্রমে এক একক ধরে লিখতে হবে।

একক বের করা

সমান (=) চিহ্নের ডানে উপরে যেটা থাকবে তার একক প্রথমে এবং নিচে যে থাকবে তার Inverse দিয়ে এ পাশে লিখতে হবে।

Example: $j = \frac{I}{A}$ এর সংজ্ঞা ও একক।

ও'মের সূত্র

তাপমাত্রা স্থির থাকলে পরিবাহীর মধ্য দিয়ে যে তড়িৎ প্রবাহ চলে তা পরিবাহীর দুই প্রান্তের বিভব পার্থক্যের সমানুপাতিক।

দুই প্রান্তের বিভব পার্থক্য $V_A - V_B = V$

∴ তড়িৎ প্রবাহ $I \propto V$

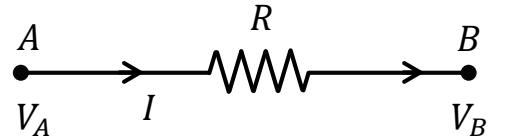
$$I = GV$$

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

এখানে, G = পরিবাহিতা। একক → সিমেন্স

R = পরিবাহিতার বিপরীত রাশি রোধ।

$$\therefore V = IR$$



ক্ষমতা

একক সময়ে যতটুকু কাজ হয়েছে তার পরিমাপ।

$$\text{ক্ষমতা, } P = \frac{W}{t} = \frac{\text{কাজ}}{\text{সময়}}$$

$$P = \frac{mgh}{t} = \frac{VIt}{t} = VI$$

$$\text{ক্ষমতা (power), } P = VI \text{ (ভাই)} \quad \left[I = \frac{V}{R} \Rightarrow V = IR \right]$$

ক্ষমতার একক $\text{Watt} = W$ বা, $J s^{-1}$

যেখানে কাজের একক J

VIP

$$P = VI = IR \times I = I^2 R = \left(\frac{V}{R} \right)^2 \times R = \frac{V^2}{R}$$



কিলোওয়াট-ঘন্টা

1000 W ক্ষমতা সম্পন্ন যন্ত্র 1 ঘন্টা চললে যে বিদ্যুৎ শক্তি ব্যয় হয়। এর একক জুল।

$$1 kWh = 1000 Wh = 1000 \times 3600 J = 3.6 \times 10^6 J$$



একটি বৈদ্যুতিক বাতির রোধ 400Ω । একে $200V$ সরবরাহ লাইনের সাথে যুক্ত করা হলো। যদি প্রতি unit এর মূল্য 3 টাকা হয়, তাহলে বাতিটি 12 ঘন্টা ব্যবহৃত হলে কত খরচ পড়বে ?

$$P = \frac{V^2}{R} = \frac{(200)^2}{400} = 100 W$$

$$\therefore \text{ব্যয়িত শক্তি} = 100 \times 12 = 1200 \text{ ওয়াট ঘন্টা} = 1.2 \text{ কি. ঘন্টা} = 1.2 \text{ ইউনিট}$$



1 ঘন্টা একটি 250W এর টিভি সেট বা 10 min এ একটি 120W ইন্ড্রি কোনটি বেশি শক্তি ব্যবহার করবে ?

$$\text{ব্যয়িত শক্তি} = \frac{\text{ক্ষমতা} \times \text{সময়}}{1000} \text{ kWh বা, ইউনিট}$$

$$\text{TV সেট কর্তৃক ব্যয়িত শক্তি, } N_1 = \frac{250 \times 1}{1000} = 0.25 \text{ kWh}$$

$$\text{এবং ইন্ড্রি কর্তৃক ব্যয়িত শক্তি, } N_2 = \frac{1200 \times 10}{1000 \times 60} = 0.2 \text{ kWh}$$

$$\text{যেহেতু, } N_1 > N_2$$

অতএব, টিভি সেট বেশি শক্তি ব্যয় করবে।

উজ্জ্বল

শ্রেণী সমবায় থাকলে যার ক্ষমতা কম সে ততো উজ্জ্বল জ্বলবে।

কিন্তু সমান্তরাল সমবায় যার ক্ষমতা বেশি সে ততো উজ্জ্বল জ্বলবে

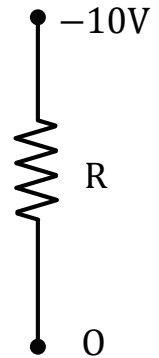
বিদ্যুৎ প্রবাহের দিক

বিদ্যুৎ উচ্চ বিভব থেকে নিম্ন বিভবের দিকে প্রবাহিত হবে। অর্থাৎ তুলনামূলক বেশি থেকে তুলনা মূলক কমের দিকে।

$$\therefore \Delta V = (\text{বড়মান} - \text{ছোটমান})$$

$$= 0 - (-10) = 10 \text{ V} = IR$$

NB: উভয় প্রান্তের ভোল্টেজ Same হলে বিদ্যুৎ প্রবাহিত হবে না।





৪

একটি বৈদ্যুতিক বাস্তবের দুই প্রান্তের বিভব পার্থক্য 2% কমলে বাস্তবের ক্ষমতার কি পরিবর্তন হবে?

এসব ক্ষেত্রে আমরা বিভবের একটি মান ধরে নিবো। Let, দুই প্রান্তের বিভব পার্থক্য 100V এখন 2% কমলে পরিবর্তিত বিভব, $V' = 98 V$

এখন, ক্ষমতা, $P = \frac{V^2}{R}$

NB: অনেকের মনে প্রশ্ন আসবে $P = VI$ কেন use করলাম না।

তার কারন I পরিবর্তনশীল কিন্তু R এক্ষেত্রে constant হবে।

$$P_1 = \frac{(100)^2}{R} \text{ এবং } P_2 = \frac{(98)^2}{R}$$

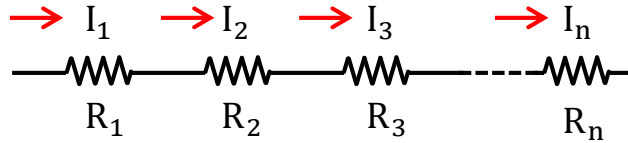
$$\therefore \text{পরিবর্তন } \Delta P = \frac{P_1 - P_2}{P_1} \times 100\% \\ = 3.96\%$$

[এভাবে ছোট ছোট Math জোড়া দিয়ে exam এ CQ Answer করতে হবে]

রোধের সমবায়

রোধের সমবায় দুই প্রকার।

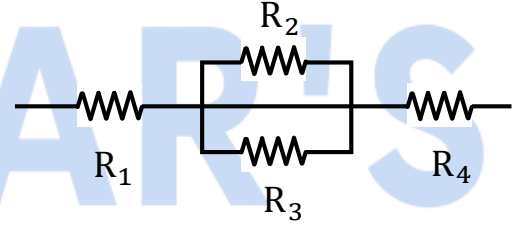
১. শ্রেণী সমবায়: একাধিক রোধের মধ্য দিয়ে একই পরিমাণ বিদ্যুৎ প্রবাহিত হবে। ভোল্টেজ সমান বা ভিন্ন হতে পারে।



তুল্য রোধ: $R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n$

২. সমান্তরাল সমবায়: রোধের দুই প্রান্তের ভোল্টেজ সমান তড়িৎ প্রবাহ সমান হতেও পারে না হতেও পারে।

তুল্য রোধ: $\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots + \frac{1}{R_n}$



Example: এখানে প্রথমে R_2 ও R_3 সমান্তরালে তার সাথে R_1 ও R_4 শ্রেণী সমবায়ে যুক্ত আছে।

NB: কোষের অভ্যন্তরে বিদ্যুৎ প্রবাহ যে পরিমাণ বাধা পায় তাই কোষের অভ্যন্তরীণ রোধ।

$$R = R_1 + r \quad [R_1 = \text{বহিঃবর্তনীর রোধ}]$$

$$E = IR_1 + Ir$$

$$= V + Ir \quad [\text{যেখানে } Ir = \text{নষ্ট ভোল্ট}]$$



4Ω ও 6Ω এর দুটি রোধককে শ্রেণী সমবায়ে যুক্ত করে সমবায়টিকে 2.2 V তড়িৎচালক শক্তি ও 1Ω অভ্যন্তরীণ রোধের একটি কোষের সাথে যুক্ত করে বর্তনী পূর্ণ হলো। প্রতিটি রোধের প্রান্তীয় বিভব নির্ণয় কর।

মনে করি শ্রেণী সমবায়ে

তুল্য রোধ R_s ও প্রবাহমাত্রা $= i$

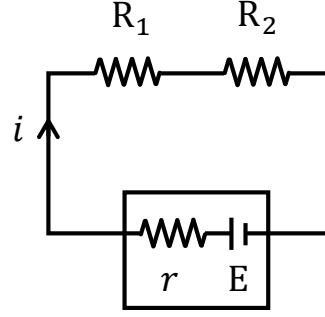
আমরা জানি,

$$R_s = R_1 + R_2 = 4 + 6 = 10\Omega$$

$$\text{আবার, } i = \frac{E}{R_s + r} = \frac{2.2}{10 + 1} = 0.2 \text{ A}$$

$$\therefore V_1 = iR_1 = 0.2 \times 4 = 0.8 \text{ V}$$

$$\text{এবং } V_2 = iR_2 = 0.2 \times 6 = 1.2 \text{ V}$$



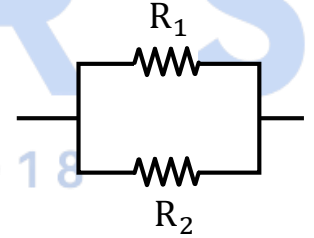
$$\begin{aligned} R_1 &= 4\Omega \\ R_2 &= 6\Omega \\ E &= 2.2 \text{ V} \\ r &= 1\Omega \\ V_1 &=? \\ V_2 &=? \end{aligned}$$

দুটি রোধ সমান্তরালে যুক্ত থাকলে তাদের তুল্যরোধ হবে,

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

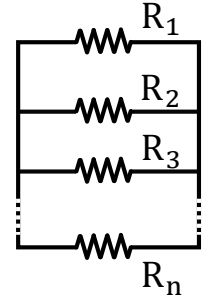
$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{R_1 + R_2}{R_1 R_2}$$

$$\therefore R_{eq} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

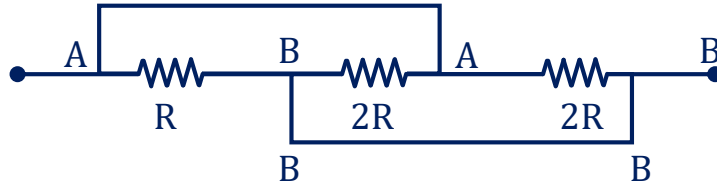


একই মানের রোধ সমান্তরালে যুক্ত থাকলে তাদের তুল্য রোধ,

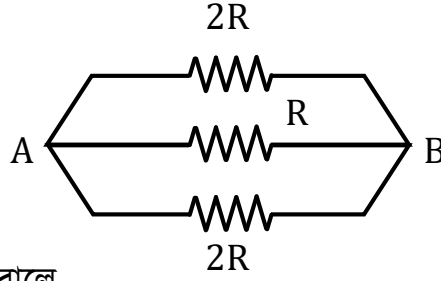
$$R_{eq} = \frac{R}{n} = \frac{\text{একটি রোধ}}{\text{সংখ্যা}}$$



ভোল্টেজ যেকোনো পয়েন্টের হয়। রোধের নিজস্ব কোনো ভোল্টেজ নাই। যতক্ষণ বাধা (রোধ, ধারক) না পায় ততক্ষণ ভোল্টেজ same থাকে।



এভাবে বিন্দু নির্ধারণ করে circuit redraw করলে অনেক সহজেই Solve হয়ে যায়।



অর্থাৎ সবগুলোই সমান্তরালে,

$$\Rightarrow \frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{2R} + \frac{1}{R} + \frac{1}{2R}$$

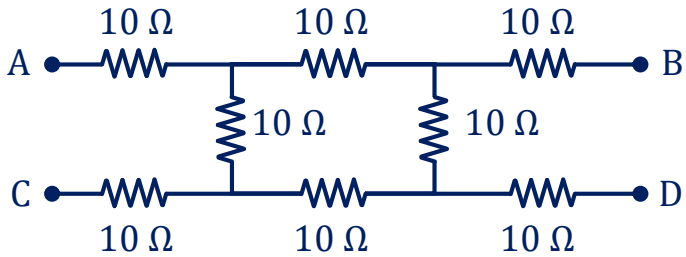
$$\Rightarrow \frac{1}{R_{eq}} = \frac{1 + 2 + 1}{2R}$$

$$\therefore R_{eq} = \frac{R}{2}$$

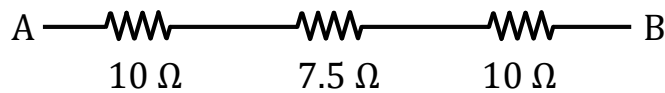
$R_{eq} = \text{equivalent}$ তুল্য বা সমতুল্য



Q $\Rightarrow R_{A-B} = ?$



Redraw করে পাই,



$$\therefore R_{eq} = (10 + 7.5 + 10)\Omega = 27.5\Omega$$

ব্যাটারির শ্রুণী সমবায়ঃ

$$E_s = nE$$

$$r_s = nr$$

$$I_s = \frac{nE}{R+nr}$$

সমান্তরাল সমবায়ঃ

$$I_p = \frac{mE}{mR + r}$$

সংযুক্ত সমবায়ঃ

$$I_p = \frac{mnE}{mR + nr}$$

I_{max} সর্বোচ্চ প্রবাহ পাবার শর্ত $mR = nr$

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

1.5 V তড়িচ্চালক শক্তি এবং 0.1 Ω অভ্যন্তরীণ রোধ বিশিষ্ট 10টি কোষকে সমান্তরালে মাজিয়ে 10Ω রোধের সাথে যুক্ত করা হল। বর্তনীর প্রবাহ নির্ণয় করা [য.বো.'০৬]

সমাধান :

আমরা জানি, কোষের সমান্তরাল সমবায়ের জন্য,

$$\begin{aligned} I &= \frac{nE}{nR+r} \\ &= \frac{10 \times 1.5}{10 \times 10 + 0.15} \text{ A} \\ &= 0.15 \text{ A} \end{aligned}$$

অতএব, বর্তনীর প্রবাহ 0.15 A

এখন , প্রতিটি কোষের তড়িচ্চালক শক্তি,

$$E = 1.5 \text{ V}$$

প্রতিটি কোষের অভ্যন্তরীণ রোধ, $r = 0.1 \Omega$

কোষের সংখ্যা, $n = 10$

বাইরের রোধ, $R = 10 \Omega$

বর্তনীর তড়িৎপ্রবাহ, $I = ?$

প্রত্যেকটি 5 ohm রোধের 30 টি বিদ্যুৎ কোষকে প্রত্যেকটি কীভাবে মাজালে 6 ohm রোধের একটি বহিঃরোধের মধ্য দিয়ে সর্বাধিক বিদ্যুৎ প্রবাহিত হবে? প্রত্যেকটি কোষের বিদ্যুচ্চালক বল 2 volts হলে, ঐ বিদ্যুৎ প্রবাহ মাত্রার মান কত?
[CUET: '03 – 04]

সমাধান :

ধরি, সারির সংখ্যা m ও প্রত্যেক সারিতে কোষের সংখ্যা n

$$\therefore mn = 30 \dots\dots (i)$$

আবার, সর্বাধিক বিদ্যুৎ প্রবাহের জন্য $mR = nr$

এখানে, প্রতিটি কোষের বিদ্যুচ্চালক বল, $E = 2V$

প্রতিটি কোষের রোধ, $r = 5\text{ ohm}$

বহিঃরোধ, $R = 6\text{ ohm}$

$$\therefore m \times 6 = n \times 5$$

$$\therefore m = \frac{5}{6}n \dots\dots\dots (ii)$$

(i) ও (ii) নং হতে পাই,

$$\frac{5}{6}n \times n = 30$$

$$\text{বা, } n^2 = 36$$

$$\therefore n = 6$$

$$\text{সর্বাধিক বিদ্যুৎ প্রবাহ, } I_{\max} = \frac{nE}{2R} = \frac{6 \times 2}{2 \times 6} A = 2\text{ amp}$$



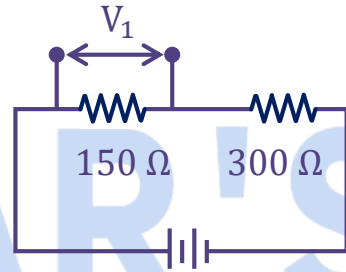
Voltage divider Rule

- ✓ শুধুমাত্র শ্রেণী সমবায়ে খাটে
- ✓ কারণ শ্রেণী সমবায়ে current বা তড়িৎ প্রবাহ same থাকে। তাই শ্রেণিতে শুধুমাত্র Voltage divider rule খাটে।

$$V_x = \frac{R_x}{R_1 + R_2 + R_3 + \dots} \times V$$



ভোল্টমিটার দ্বারা পরিমাপ করলে 150Ω রোধের দুই প্রান্তে বিভব পার্থক্য কত পাওয়া যাবে?



$$V_1 = \frac{R_1}{R_2 + R_2} \times V$$

$$V_1 = \frac{150}{150 + 300} \times 18 = 6 \text{ V}$$



Current divider Rule

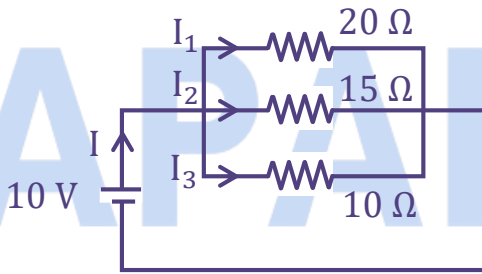
- ✓ শুধুমাত্র সমান্তরাল সমবায়ে খাটে
- ✓ সমান্তরাল সমবায়ে voltage same but current ভিন্ন।

$$I_x = \frac{\frac{1}{R_x}}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots} \times I = \frac{R_p}{R_x} \times I_{total}$$

মনে রাখতেই হবে, শ্রেণিতে current same & সমান্তরালে voltage same.



$I_1, I_2 \text{ \& } I_3 = ?$



SINCE 2018

প্রথমে সমান্তরালে তুল্যরোধ বের করে নিবো।

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} = \frac{1}{20} + \frac{1}{15} + \frac{1}{10}$$

$$\therefore R_{eq} = 4.615\Omega$$

$$\text{এখন, } I_1 = \frac{R_p}{R_1} \times I = \frac{4.615}{20} \times 2.17 = 0.667 \text{ A}$$

$$I_2 = \frac{R_p}{R_2} \times I = \frac{4.615}{15} \times 2.17 = 0.667 \text{ A}$$

$$I_3 = \frac{R_p}{R_3} \times I = \frac{4.615}{10} \times 2.17 = 1 \text{ A}$$

$$I = \frac{V}{R_p} = \frac{10}{4.615} = 2.17$$

N.B: সূত্রগুলো ভালোমতো খেয়াল রাখতে হবে কার সাথে কি সম্পর্ক সেটা বুঝতে হবে। প্রত্যেকটা রাশির এককগুলো মনে রাখতে হবে। একসূত্র থেকে অন্য সূত্র convert করা শিখতে হবে। BUET, RUET সহ বিভিন্ন বিশ্ববিদ্যালয়ে সূত্রগুলোর ভিতর থেকে অনেক সময় প্রশ্ন করে থাকে।

কির্শফের সূত্র

১. কির্শফের প্রথম সূত্র: বিদ্যুৎ বর্তনীর সংযোগ বিন্দুতে মিলিত প্রবাহ মাত্রার দিকসহ বীজগাণিতিক যোগফল শূন্য হয়।

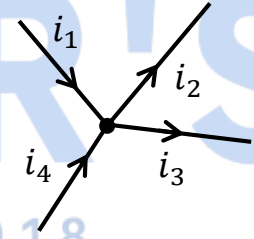
- ✓ একে KCL= Kirchhoff's current Law বলা হয়।
- ✓ চার্জ এর নিত্যতার সূত্র।
- ✓ Junction এর ক্ষেত্রে প্রযোজ্য → Junction হলো যেখানে একাধিক পথের সমন্বয় ঘটে।

$$\sum \text{incoming current} = \sum \text{outgoing current}$$

সহজে, Output = Input

$$i_1 + i_4 = i_2 + i_3$$

বা, $i_1 + i_4 - i_2 - i_3 = 0$

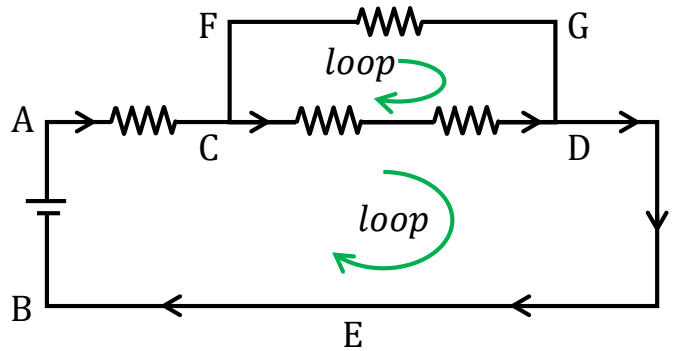


২. কির্শফের দ্বিতীয় সূত্র: পরিবাহীর বর্তনীর মধ্যদিয়ে বিভিন্ন অংশের রোধ এবং এদের মধ্যদিয়ে প্রবাহিত বিদ্যুৎ প্রবাহমাত্রার দিকসহ গুণফলের বীজগাণিতিক যোগফল মোট তড়িৎচালক শক্তির সমান। **শক্তির নিত্যতার সূত্র।**

$$\text{সহজে, } \sum iR = \sum E$$

এটা loop এ ব্যবহৃত হয়।

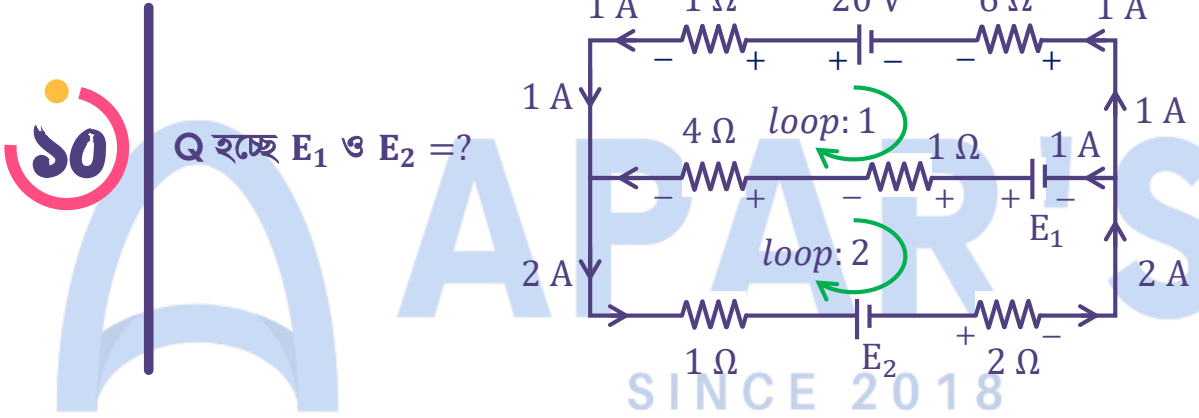
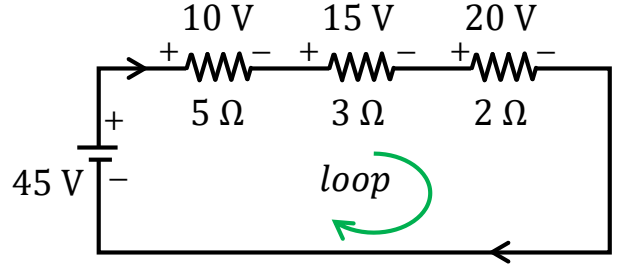
একটি বর্তনী সম্পূর্ণ একটি পূর্ণ ফাস তৈরী করতে হবে এবং loop নেওয়ার ক্ষেত্রে চিহ্ন খুব ভালো করে খেয়াল রাখতে হবে।



এখানে আমরা দুটি loop দেখতে পাই,

(i) ACDEB & (ii) CFGDC এবং এভাবে loop এবং current এর direction নিয়ে খুব সহজেই circuit এর math solve করা যায়।

$$10 + 15 + 20 - 45 = 0$$



loop-1 এর ক্ষেত্রে,

KVL apply করে,

$$\Rightarrow -1 \times 1 + 20 + (-6) \times 1 + (-E_1) \times 1 + 1 \times 1 + 4 \times 1 = 0$$

$$\Rightarrow E_1 = 18 \text{ V}$$

[নিয়ম হলো- যে দিক থেকে ঘুরাবো তার তীর চিহ্ন যদি লেগবে সেদিকের চিহ্ন লিখতে হবে। এজন্য পূর্বের + , - চিহ্নিত করতে হবে।]

loop-2 এ KVL apply করে,

$$-4 \times 1 + (-1) \times 1 + E_1 + (-2) \times 2 + (-E_2) + (-1) \times 2 = 0$$

$$\Rightarrow -4 - 1 + 18 - 4 - E_2 - 2 = 0$$

$$\therefore E_2 = 7 \text{ V}$$

ছইটস্টোন ব্রীজ নীতি

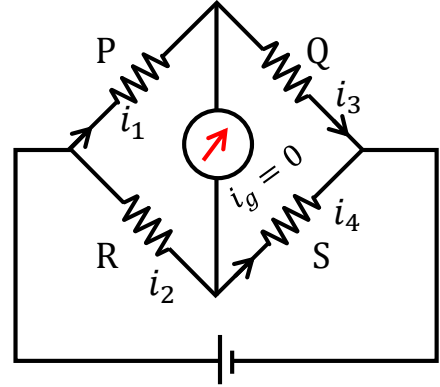
ছইট মানে গম, স্টোন মানে পাথর-তো-তোমরা কি ভাবছো এটা কি গম আর পাথর দিয়ে তৈরি রাখার ব্রীজ না বিষয়টা মোটেও এমন না।

যদি, $V_A = V_B$ হয়,

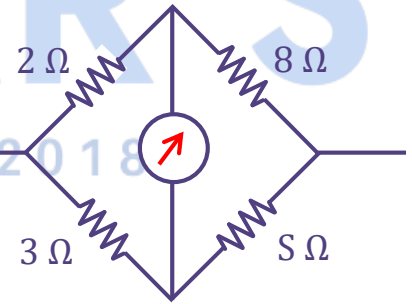
তাহলে, $i_g = 0$

অর্থাৎ, ব্রীজটি সাম্যাবস্থায় আছে।

$V_A = V_B$ হওয়ার শর্ত, $\frac{P}{Q} = \frac{R}{S} \Rightarrow \frac{P}{R} = \frac{Q}{S}$



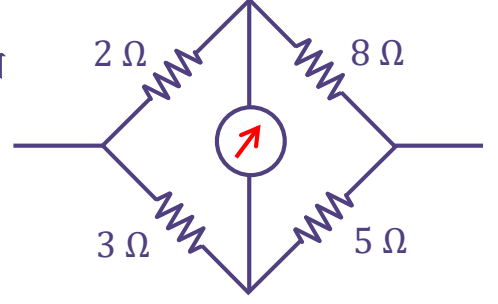
S এর মান কত হলে ব্রীজটি সাম্যাবস্থায় থাকবে?



ছইটস্টোন ব্রীজ নীতি, $\frac{2}{3} = \frac{8}{S} \Rightarrow \therefore S = 12\Omega$



চতুর্থ বাহুর কী পরিবর্তন করলে ব্রীজ সাম্যবস্থায় আসবে?



চতুর্থ বাহু অর্থাৎ 5Ω রোধের পরিবর্তন করতে হবে।

মনে করি চতুর্থ বাহুর রোধ, S

ছইটস্টোন ব্রীজ নীতি অনুযায়ী পাই,

$$\frac{2}{3} = \frac{8}{S} \Rightarrow S = 12\Omega$$

অর্থাৎ আরো 7Ω শ্রেণীতে 5Ω এর সাথে যুক্ত করতে হবে।

জুলের তাপীয় ক্রিয়া ও বৈদ্যুতিক ক্ষমতা

✓ $H = I^2 R t$

✓ $H = m s \Delta \theta$

✓ $H = \frac{V^2}{R} t$

✓ $W = J H$

✓ $W = P t$

এখানে,

H = উৎপন্ন তাপ

S = আপেক্ষিক তাপ

R = রোধ

I = তড়িৎ প্রবাহ

P = ক্ষমতা

V = ভোল্টেজ

$\Delta \theta$ = তাপমাত্রা বৃদ্ধি

50 ohm রোধবিশিষ্ট একটি বৈদ্যুতিক হিটার 220 V সরবরাহ লাইনে যুক্ত করলে কত সময়ে 1kg পানি 30°C থেকে 100°C তাপমাত্রা উত্তপ্ত হবে? মনে করতে হবে সম্পূর্ণ তড়িৎ শক্তি তাপে রূপান্তরিত হয়েছে। [CUET: 04-05]

সমাধান :

এখানে, রোধ, $R = 50 \text{ ohm}$

বিভব পার্থক্য, $V = 220 \text{ V}$

পানির ভর, $m = 1 \text{ kg}$

তাপমাত্রার পার্থক্য, $\Delta\theta = (100 - 30)^\circ\text{C} = 70\text{K}$

পানির আপেক্ষিক তাপ, $S = 4200 \text{ JKg}^{-1}\text{K}^{-1}$

প্রয়োজনীয় সময়, t হলে,

আমরা জানি, $W = JH$

$$\text{বা, } \frac{220^2}{50} \times t = 1 \times 4200 \times 70$$

SI এককে $J = 1$

$$\text{বা, } t = \frac{50 \times 1 \times 4200 \times 70}{(220)^2}$$

$\therefore W = H$

$$\therefore t = 303.72 \text{ sec (Ans)}$$

$$\text{বা, } \frac{V^2}{R} \times t = mS\Delta\theta$$

100 watt এর একটি নিমজ্জক উত্তাপক 7 মিনিটে 2 লিটার পানির তাপমাত্রা 32°C থেকে 37°C পর্যন্ত বৃদ্ধি করে তাপের যান্ত্রিক তুল্যাক্রের মান নির্ণয় কর। [ঢা.বো.'০৪; মি.বো.'০৬]

সমাধান :

এখানে, সময়, $t = 7 \text{ min} = 7 \times 60 \text{ s} = 420 \text{ s}$

ক্ষমতা, $P = 100 \text{ watt}$

ভর, $m = 2 \text{ লিটার পানির ভর} = 2000 \text{ g}$

তাপমাত্রা বৃদ্ধি, $\Delta\theta = 37^\circ\text{C} - 32^\circ\text{C} = 5^\circ\text{C}$

পানির আপেক্ষিক তাপ, $S = 1 \text{ cal g}^{-1}\text{C}^{-1}$

আমরা জানি, $W = JH$

$$\therefore J = \frac{W}{H} \dots\dots\dots (i)$$

$$= \frac{Pt}{mS\Delta\theta} [\because W = Pt \text{ এবং } H = mS\Delta\theta]$$

$$= \frac{100 \times 420 \text{ J}}{2000 \times 1 \times 5 \text{ cal}} = 4.2 \text{ Jcal}^{-1} \text{ (Ans)}$$

মিটার ব্রীজ

$$\frac{P}{Q} = \frac{l}{100 - l}$$

P = বাম ফাকের রোধ [l এর একক must cm এ নিতে হবে]

Q = ডান ফাকের রোধ

l = বাম প্রান্ত হতে সাম্য বিন্দুর দূরত্ব

$100 - l$ = ডান প্রান্ত হতে সাম্য বিন্দুর দূরত্ব

এই সূত্র এবং পরিচয় জানলেই চলবে।

ব্যবহার

- কোন পরিবাহীর রোধ নির্ণয়।
- কোনো পরিবাহীর উপাদানের আপেক্ষিক রোধ নির্ণয় করা যায়।

শান্ট

তড়িৎ প্রবাহের মান অনেক বেশি হলে যন্ত্র ক্ষতিগ্রস্ত হবে এ ধরনের দুর্ঘটনা এড়াতে শান্ট ব্যবহার করা হয়। শান্ট হচ্ছে সমান্তরালে যুক্ত খুব অল্প মানের রোধ।

শান্টের ক্ষেত্রে ২টা কথা মনে রাখতে হবে।

- ✓ সমান্তরালে যুক্ত থাকে
- ✓ মান অনেক ছোট হবে।

i. $S = \frac{G}{n-1}$; এখানে, $n = \frac{\text{যতো মাপবো}}{\text{যতো মাপা যায়}} = \frac{\text{বড় (Amp)}}{\text{ছোট (Amp)}}$

ii. $I = I_g \times \frac{G+S}{S}$

iii. $I = I_g + I_s$

শান্টের ব্যবহার

- শান্টের ব্যবহারিক প্রয়োগ দেখা যায় অ্যামিটারে।
- গ্যালভানোমিটারের বিদ্যুৎ প্রবাহমাত্রা হ্রাস করা যায় ও অতি বিদ্যুৎ প্রবাহজনিত ক্ষতির হাত থেকে রক্ষা করা যায়।
- উচ্চ বিদ্যুৎ প্রবাহমাত্রা পরিমাপে একে ব্যবহার করা হয়।
- ভোল্টমিটার।

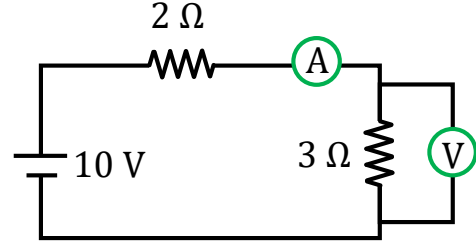
ভোল্টমিটার ও অ্যামিটার

ভোল্টমিটার দ্বারা voltage পরিমাপ করা যায়। ভোল্টমিটার সমান্তরালে বসাতে হয়।

অ্যামিটার → current মাপতে ব্যবহৃত হয় → শ্রেণীতে যুক্ত করা হয়।

$$I = \frac{10}{2 + 3} = 2 \text{ A}$$

একটি আদর্শ অ্যামিটারের রোধ = 0



ভোল্ট মিটারের পাল্লা বৃদ্ধি

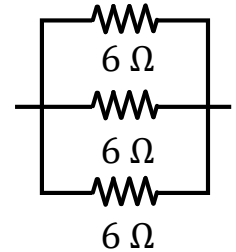
- ✓ Series এ যুক্ত করা হয়।
- ✓ মান অনেক বড় হয়।

$$R_s = R_v(n - 1) \text{ যেখানে, } n = \frac{\text{যত মাপতে হবে}}{\text{যত মাপা যায়}} = \frac{\text{বড় volt}}{\text{ছোট volt}}$$

Note:

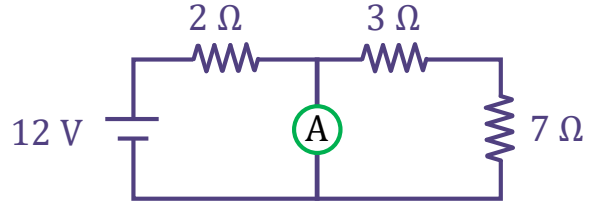
- ✓ তারকে টেনে n গুণ করলে, $R_{new} = n^2 \times R_{old}$
- ✓ একই মানের রোধ সমান্তরালে থাকলে, $R_{eq} = \frac{R}{n}$

$$R = \frac{6}{3} = 3 \Omega$$





Ammeter এর reading কত?



এখানে আমরা জানি, Ammeter এর রোধ শূন্য তাই current Ammeter এর মধ্য দিয়ে যাবে বাকী 3Ω ও 7Ω এর মধ্য দিয়ে যাবে না।

$$I = \frac{12}{2} = 6 \text{ A}$$

হুইটস্টোন ব্রীজ

চারটি রোধ শ্রেণীবদ্ধভাবে সজ্জিত করে একটি আবদ্ধ লুপ তৈরী করলে যে চারটি সংযোগস্থল তৈরী হয়, তার যে কোন দুটি বিপরীত সংযোগস্থলের মাঝে একটি বিদ্যুৎ কোষ এবং অপর দুটি সংযোগস্থলের মাঝে গ্যালভানোমিটার সংযোগ দিলে যে বর্তনী তৈরী হয় তাকে হুইটস্টোন ব্রীজ বলে।

ব্যবহার

- মিটার ব্রীজে
- পোস্ট অফিস বক্সে
- পটেনশিওমিটারে

হুইটস্টোন ব্রীজে সাম্যাবস্থা বিঘ্নিত হয় ৩টি কারণে-

১. যখন পরিবর্তিত রোধের গ্যালভানোমিটার ব্যবহার করা হয়।
২. যখন তড়িচ্চালক বলের মান পরিবর্তিত হয়।
৩. যখন গ্যালভানোমিটার ও তড়িৎ কোষের অবস্থানের বিনিময় হয়।

পটেনশিওমিটার

যে যন্ত্রের সাহায্যে ছোট মানের বিভব বৈষম্য ও বিদ্যুচ্চালক শক্তি সূক্ষ্ম ভাবে নির্ণয় করা যায় তাকে পটেনশিওমিটার বলে।

পটেনশিওমিটারের সাহায্যে দুটি কোষের তড়িচ্চালক বলের তুলনা করা হয়।

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{l_1}{l_2}$$

ব্যবহার

- বিদ্যুৎ প্রবাহমাত্রা ও রোধ নির্ণয়।
- দুটি কোষের তড়িচ্চালক বলের তুলনা।
- ছোট মানের রোধ ও বিভব বৈষম্য নির্ণয়।

পোস্ট অফিস বক্স

ব্যবহার

- এ যন্ত্রে ছুইটস্টোন ব্রীজ নীতি অনুসরণ করে অজানা রোধ নির্ণয় করা যায়।
- পোস্ট অফিস বক্স টেলিগ্রাফ ও কেবল এর রোধ নির্ণয়ে ব্যবহৃত হয়।
- মিটার ব্রিজ ও পোটেনশিওমিটারে সর্বদাই গ্যালভানোমিটার ব্যবহার করা হয়।

Formula

1. $I = \frac{q}{t} = \frac{Ne}{t}$

2. $V = \frac{I}{Ane} \Rightarrow I = nAve$

3. $\Delta V = IR \Rightarrow I = \frac{\Delta V}{R}$

4. $I = \frac{E}{R+r}$

5. $R_\theta = R_0(1 + \alpha\theta)$

6. $H = W = VQ = Pt = ms\Delta\theta = VIt = I^2Rt$

7. $P = VI = I^2R = \frac{V^2}{R}$

8. $J = \frac{I}{A} \Rightarrow I = AJ$; যেখানে J হলো প্রবাহ ঘনত্ব (Am^{-2})

9. $W = JH$ (when SI, $W = H$)

10. $R_s = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n$

রোধের শ্রেণি সমবায়। শ্রেণি সমবয়ে প্রত্যেক রোধের মধ্য তড়িৎ প্রবাহও একই থাকে।

11. Voltage divider rule: $V_x = \frac{R_x}{R_1 + R_2 + R_3 + \dots} \times V$

সমান্তরালে নয় শুধুমাত্র শ্রেণিতে খাটে।

Formula

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

R_p এর ক্ষেত্রে, ২টি কমন point এবং বিভব পার্থক্য একই থাকে।

13. Current divider rule: $I_x = \frac{\frac{1}{R_x}}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots} \times I \Rightarrow \frac{R_p}{R_x} \times I_{\text{total}}$

সমান্তরালে খাটে।

14. শ্রেণি কোষের সমবায়:

✓ $E_{\text{eq}} = E_1 + E_2 + \dots$ $r_{\text{eq}} = r_1 + r_2 + \dots$ [একই ক্রমে থাকলে]

✓ $E_{\text{eq}} = E_1 \sim E_2 \sim \dots$ $r_{\text{eq}} = r_1 + r_2 + \dots$ [বিপরীত ক্রমে থাকলে]

✓ শ্রেণিতে একই মানের n সংখ্যক কোষ একই ক্রমে থাকলে, $I_s = \frac{nE}{R+nr}$

15. সমান্তরাল কোষের সমবায়:

✓ $E_{\text{eq}} = \frac{\pm \frac{E_1}{r_1} \pm \frac{E_2}{r_2} \pm \frac{E_3}{r_3}}{\frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} + \frac{1}{r_3}}$ (চিহ্ন অনুযায়ী +, - দিতে হবে)

✓ $\frac{1}{r_{\text{eq}}} = \frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} + \frac{1}{r_3} + \dots$

✓ m সংখ্যক যুক্ত থাকলে $\rightarrow I_p = \frac{mE}{mR+r}$

✓ মিশ্র $\rightarrow I_m = \frac{mnE}{mR+r}$

Formula

16. কার্শফের সূত্র:

- ✓ প্রথম সূত্র (KCL): $\sum I = 0$
- ✓ দ্বিতীয় সূত্র (KVL): $\sum V = 0$

ও'মের সূত্র → সরল বর্তনী; কার্শফের সূত্র → জটিল বর্তনী

17. ধারকের সঞ্চিত শক্তি: $U = \frac{1}{2}CV^2$

18. ভুইটস্টোন ব্রীজ নীতি: (সাম্যাবস্থায়)

✓ $I_g = 0$

✓ $\frac{P}{Q} = \frac{R}{S}$

19. মিটার ব্রীজ: $\frac{P}{Q} = \frac{l}{100-l}$ [l এর একক cm এ]

20. পটেনশিওমিটার: $\frac{E_1}{E_2} = \frac{l_1}{l_2}$

21. অ্যামিটারের পাল্লা বৃদ্ধি:

✓ $I = I_g + I_s$

✓ $I = I_g \times \frac{G+S}{S}$ শান্ট (S) → সমান্তরালে যুক্ত থাকে এবং মান অনেক ছোট হয়।

বিকল্প: $S = \frac{G}{n-1}$

$$n = \frac{\text{যতো মাপবো}}{\text{যতো মাপা যায়}} = \frac{\text{বড় (Amp)}}{\text{ছোট (Amp)}}$$

TypewiseSingle Math

Type: তড়িৎ প্রবাহ নির্ণয়

কোনো পরিবাহীর মধ্য দিয়ে 5 A বিদ্যুৎ প্রবাহমাত্রা 10 minute সময় ধরে প্রবাহিত হলে সঞ্চালিত চার্জের পরিমাণ নির্ণয় কর।

এখানে, পরিবাহীর তড়িৎ প্রবাহমাত্রা, $I = 5A$

সময়, $t = 5 \text{ min} = 10 \times 60 \text{ s} = 600 \text{ s}$

সঞ্চালিত চার্জের পরিমাণ, $Q = ?$

আমরা জানি, $I = \frac{Q}{t}$

বা, $Q = It = 5 A \times 600 \text{ s} = 9000 \text{ C}$

অতএব, সঞ্চালিত চার্জের পরিমাণ 9000 C।

Type: ইলেকট্রনের তাড়ন বেগ নির্ণয়

8

1 cm^2 প্রস্থচ্ছেদের একটি তামার তারের মধ্য দিয়ে 200 amp তড়িৎ প্রবাহিত হচ্ছে। পরিবাহীতে প্রতি ঘনমিটার আয়তনে মুক্ত ইলেকট্রন সংখ্যা 8.5×10^{28} হলে, তামার তারের মধ্যে ইলেকট্রনের তাড়ন বেগ কত?

এখানে, ক্ষেত্রফল, $A = 1 \text{ cm}^2 = 10^{-4} \text{ m}^2$

তড়িৎপ্রবাহ, $I = 200 \text{ A} = 200 \text{ Cs}^{-1}$

মুক্ত ইলেকট্রন সংখ্যা, $n = 8.5 \times 10^{28} \text{ m}^{-3}$

ইলেকট্রন আধান, $e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$

তাড়ন বেগ, $v = ?$

আমরা জানি,

$$I = nAve$$

$$v = \frac{I}{nAe}$$

$$= \frac{200 \text{ Cs}^{-1}}{8.5 \times 10^{28} \text{ m}^{-3} \times 10^4 \text{ m}^2 \times 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}}$$

$$= 1.47 \times 10^{-4} \text{ ms}^{-1}$$

Type: পরিবাহীর দৈর্ঘ্য, প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল ও রোধ নির্ণয়

0.48 মিটার দীর্ঘ এবং 0.12 মিমি ব্যাসের একটি তারের রোধ 15 ও'ম। তারটির উপাদানের আপেক্ষিক রোধ নির্ণয় কর।

ধরি, তারটির উপাদানের আপেক্ষিক নোধ = ρ

এখানে, তারের দৈর্ঘ্য, $L = 0.48 \text{ m}$

$$\text{তারের ব্যাসার্ধ, } r = \frac{0.12}{1000 \times 2} \text{ m} = 6 \times 10^{-5} \text{ m}$$

তারের রোধ, $R = 15 \Omega$

$$\text{আমরা জানি, } R = \frac{\rho L}{A}$$

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

$$= \frac{R \times \pi r^2}{L}$$

$$= \frac{15 \Omega \times 3.1416 \times (6 \times 10^{-5} \text{ m})^2}{0.48 \text{ m}}$$

$$= 3.53 \times 10^{-7} \Omega \text{m}$$

6 ও'ম রোধের একটি তারকে টেনে তিন গুণ লম্বা করা হলে তারটির বর্তমান রোধ কত হবে?

ধরি, তারটির ১ম দৈর্ঘ্য = L_1

শর্তমতে,

তারটির ২য় দৈর্ঘ্য, $L_2 = 3L_1$

তারটির আদি প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল A_1 হলে,

শেষ প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল $A_2 = \frac{A_1}{3}$ [দৈর্ঘ্য বাড়লে ক্ষেত্রফল কমবে]

আমরা জানি, $R_1 = \rho \frac{L_1}{A_1}$ [যেখানে ρ আপেক্ষিক রোধ]

এবং, $R_2 = \rho \frac{L_2}{A_2}$

এখন, $\frac{R_1}{R_2} = \frac{\frac{\rho L_1}{A_1}}{\frac{\rho L_2}{A_2}}$

বা, $\frac{R_1}{R_2} = \frac{\rho L_1}{A_1} \times \frac{A_2}{\rho L_2}$

বা, $\frac{R_1}{R_2} = \frac{L_1}{A_1} \times \frac{3}{3L_1}$

বা, $\frac{R_1}{R_2} = \frac{1}{9}$

বা, $R_2 = 9 \times 6\Omega = 54\Omega$

এখানে,

তারটির ১ম রোধ, $R_1 = 6\Omega$

তারটি ২য় রোধ, $R_2 = ?$

APAR'S
SINCE 2018

15 Ω রোধের একটি তারকে টেনে এমনভাবে লম্বা করা হলো যাতে এর দৈর্ঘ্য দ্বিগুণ ও প্রস্থচ্ছেদ অর্ধেক হয়। এখন তারটিকে সমান 2 অংশে বিভক্ত করে অংশ দুটিকে সমান্তরালে সংযুক্ত করা হল। এ অবস্থায় তারটির রোধ কত হবে?

আমরা জানি,

$R_1 = \rho \frac{L_1}{A_1} \dots \dots (1)$

$R_2 = \rho \frac{L_2}{A_2} \dots \dots (2)$

সমীকরণ (2) কে (1) দ্বারা ভাগ করে পাই,

$\frac{R_2}{R_1} = \frac{L_2}{L_1} \times \frac{A_1}{A_2} = \frac{2L}{L} \cdot \frac{A}{\frac{A}{2}} = 4$

ধরি তারের প্রাথমিক রোধ,

$R_1 = 15 \Omega$

প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল, $A_1 = A$

তারের দৈর্ঘ্য, $L_1 = L$

দ্বিতীয় অবস্থায় রোধ = R_2

প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল, $A_2 = \frac{A}{2}$

$$\therefore R_2 = 4R_1 = 4 \times 15 \Omega = 60 \Omega$$

প্রথম ভাগ, $r_1 = 30 \Omega$, দ্বিতীয় ভাগ, $r_2 = 30 \Omega$

$$\therefore \text{সমান্তরাল সংযোগ রোধ, } \frac{1}{R_p} = \frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} = \left(\frac{1}{30} + \frac{1}{30} \right) \Omega^{-1} = \frac{2}{30} \Omega^{-1} = \frac{1}{15} \Omega^{-1}$$

$$\therefore R_p = 15 \Omega$$

Type: জুলের তাপীয় ক্রিয়া সংক্রান্ত

90 Ω রোধের একটি তারের মধ্য দিয়ে দিয়ে 5A প্রবাহ 20 মিনিট প্রবাহিত করলে কত জুল তাপ উৎপন্ন হবে নির্ণয় কর।

মনে করি, উৎপন্ন তাপ = H

এখানে, রোধ, $R = 90 \Omega$

বিদ্যুৎ প্রবাহ, $I = 5A$

সময়, $t = 20 \text{ min} = 20 \times 60s$

আমরা জানি, $H = I^2 R t$

$$= (5A)^2 \times 90 \Omega \times 20 \times 60s$$

$$= 2.7 \times 10^6 J$$

6 Ω রোধের একটি তারের মধ্য দিয়ে 2.5A বিদ্যুৎ প্রবাহ 6 min ধরে চালনা করলে উৎপন্ন তাপের পরিমাণ নির্ণয় কর।

মনে করি, উৎপন্ন তাপ = H

এখানে, রোধ, $R = 6 \Omega$

বিদ্যুৎ প্রবাহ, $I = 2.5 A$

সময়, $t = 1 \text{ min} = 60s$

উৎপন্ন তাপ, $H = ?$

আমরা জানি, $H = 0.24I^2Rt$

$$= 0.24 \times (2.5A)^2 \times 6 \Omega \times 60s$$

$$= 540 \text{ cal}$$

একটি রোধ কুণ্ডলীর দুই প্রান্তে 100 V বিভব প্রয়োগ করে তড়িৎ প্রবাহিত করলে প্রতি মিনিটে 500 cal তাপ উৎপন্ন হয়। কুণ্ডলীর রোধ নির্ণয় কর।

এখানে, বিভব পার্থক্য, $V = 100 \text{ V}$

এখানে, রোধ, $R = 90 \Omega$

উৎপন্ন তাপ, $H = 500 \text{ cal}$

সময়, $t = 1 \text{ min} = 60s$

রোধ, $R = ?$

আমরা জানি, $H = \frac{V^2}{R} t$

$$500 \text{ cal} = \frac{(100 \text{ V})^2 \times 60 \text{ s}}{R}$$

$$R = \frac{(100 \text{ V})^2 \times 60 \text{ s}}{(500 \times 4.2) \text{ J}}$$

$$R = 285.714 \Omega$$

Type: কাজের পরিমাণ নির্ণয়

100 W এর একটি বৈদ্যুতিক বাতিকে প্রতিদিন 5 ঘন্টা করে জ্বালানো হয়। প্রতি একক বৈদ্যুতিক শক্তির মূল্য 2.00 টাকা হলে এক মাসে কত খরচ পড়বে?

এখানে, ক্ষমতা, $P = 100 \text{ W}$

সময় $t = (5 \times 30) \text{ hr}$

প্রতি kW-hr এর মূল্য, $b = 2.00$ টাকা

খরচ, $B = ?$

আমরা জানি, ব্যবহৃত শক্তি

$$W = \frac{Pt}{1000} \text{ kW-hr}$$
$$= (5A)^2 \times 90 \Omega \times 20 \times 60s = 15 \text{ B.O.T}$$

আবার, $B = W \times b = (15 \times 2.00)$ টাকা = 30 টাকা।

1 ঘণ্টায় একটি 250 W টিভি সেট বা 10 মিনিটে একটি 1200 W ইন্ড্রি কোনটি বেশি বিদ্যুৎ ব্যবহার করবে?

এখানে, টিভি সেটের ক্ষমতা, $P_1 = 250 \text{ W}$

সময় $t_1 = 1\text{h} = 3600 \text{ s}$

ইন্ড্রি ক্ষমতা, $P_2 = 1200\text{W}$

সময় $t_2 = 10 \text{ min} = 600\text{s}$

আমরা জানি, ব্যবহৃত শক্তি, $W = P \times t$

$$\begin{aligned} \text{টিভি সেট কর্তৃক ব্যবহৃত শক্তি, } W_1 &= P_1 \times t_1 \\ &= 250 \text{ W} \times 3600 \text{ s} \\ &= 9 \times 10^5 \text{ J} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ইন্ড্রি কর্তৃক ব্যবহৃত শক্তি,, } W_2 &= P_2 \times t_2 \\ &= 1200 \text{ W} \times 600 \text{ s} \\ &= 7.2 \times 10^5 \text{ J} \end{aligned}$$

এখানে, $W_1 > W_2$

Type: তাপের যান্ত্রিক সমতা সংক্রান্ত

0°C তাপমাত্রায় 1 kg পানিকে তার স্ফুটনাঙ্কে $60\ \Omega$ রোধের মধ্য দিয়ে 1 min এ কী পরিমাণ বিদ্যুৎ প্রবাহিত করতে হবে?

এখানে, পানির ভর, $m = 1\text{ kg} = 1000\text{ g}$

রোধ, $R = 60\ \Omega$

প্রবাহকাল, $U = 1\text{ min} = 1 \times 60\text{ s}$

তাপমাত্রা বৃদ্ধি, $\Delta\theta = (100 - 0)^{\circ}\text{C} = 100^{\circ}\text{C}$

পানির আঃ তাপ, $S = 1\text{ cal g}^{-1}/^{\circ}\text{C}$

$\therefore J = 4.2\text{ J/cal}$

মনে করি, বিদ্যুৎ প্রবাহ $= I$

আমরা জানি, ব্যয়িত শক্তি W হলে এবং উৎপন্ন শক্তি H হলে,

$\therefore W = JH$

কিন্তু $W = I^2 Rt$

এবং $H = mS\Delta\theta$

$\therefore I^2 Rt = JmS\Delta\theta$

$$\text{বা, } I = \sqrt{\frac{JmS\Delta\theta}{Rt}} = \sqrt{\frac{4.2\text{ J cal}^{-1} \times 1000\text{ g} \times 1\text{ cal g}^{-1} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1} \times 100^{\circ}\text{C}}{60\ \Omega \times 60\text{ s}}} = 10.80\text{ A}$$

একটি পরিবাহীর দুই প্রান্তের বিভব পার্থক্য 210 ভোল্ট। এর মধ্য দিয়ে 20 কুলম্ব চার্জ প্রবাহিত হলে ব্যয়িত তড়িৎ শক্তি এবং উৎপন্ন তাপের পরিমাণ ক্যালরিতে নির্ণয় কর।
($J = 4.2\text{ J cal}^{-1}$)

আমরা জানি,

$$W = Vq = (210 \times 20)\text{ J} = 4200\text{ J}$$

আবার, $W = JH$

এখানে,

বিভব পার্থক্য, $V = 210\text{ V}$

চার্জ, $q = 20\text{ C}$

ব্যয়িত তড়িৎ শক্তি, $W = ?$

$$\text{বা, } H = \frac{W}{J} = \frac{4200 J}{4.2 J \text{ cal}^{-1}} = 1000 \text{ cal}$$

Type: কোষের প্রান্তীয় বিভব পার্থক্য, তড়িচ্চালক বল, হারানো ভোল্ট, রোধ ও প্রবাহিত বিদ্যুৎ এর পরিমাণ নির্ণয়

একই ধরনের 10 টি তড়িৎ কোষের একটি ব্যাটারি হতে 12Ω এর একটি বহিঃরোধের মধ্য দিয়ে $1 A$ এবং 20Ω এর একটি বহিঃরোধের মধ্য দিয়ে $0.7 A$ তড়িৎ প্রবাহ পাওয়া যায়। তড়িৎ কোষের তড়িচ্চালক বল ও রোধ নির্ণয় কর।

ধরি, 10 টি কোষের তড়িচ্চালক বল, E অভ্যন্তরীণ রোধ, r প্রথম ক্ষেত্রে বহিঃরোধ, $R_1 = 12 \Omega$ এবং প্রবাহ, $I_1 = 1 A$ এবং দ্বিতীয় ক্ষেত্রে, বহিঃরোধ, $R_2 = 20 \Omega$ এবং প্রবাহ, $I_2 = 0.7 A$

আমরা জানি, $E = I(R + r)$

$$\text{বা, } E = I_1(R_1 + r) = I_2(R_2 + r)$$

$$\text{বা, } 1A \times (12 + r)\Omega = 0.7A \times (20 + r)\Omega$$

$$\text{বা, } 12\Omega + r = 14\Omega + 7r$$

$$\text{বা, } r - 0.7r = 14\Omega - 12\Omega$$

$$\text{বা, } 0.3r = 2\Omega$$

$$\therefore r = \frac{2}{0.3}\Omega = 6.67\Omega$$

$$\text{আবার, } E = I_1(R_1 + r) = 1A \times (12 + 6.67)\Omega$$

$$\text{বা, } E = 18.67 V$$

$$\text{একটি কোষের তড়িচ্চালক বল} = \frac{E}{10} = \frac{18.67 V}{10} = 1.867 V.$$

একটি বিদ্যুৎকোষের বিদ্যুচ্চালক শক্তি 1.5 V । যখন বিদ্যুৎ কোষটি 1 A বিদ্যুৎ প্রবাহ সরবরাহ করে তখন এর প্রান্ত দুটির বিভব পার্থক্য 1.2 V তে নেমে আসে। কোষের অভ্যন্তরীণ রোধ নির্ণয় কর।

আমরা জানি, $I = \frac{V}{R}$

বা, $R = \frac{V}{I} = \frac{1.2\text{V}}{1\text{A}} = 1.2\Omega$

আবার, $I = \frac{E}{R+r}$

বা, $R + r = \frac{E}{I}$

বা, $R + r = \frac{E}{I}$

বা, $r = \frac{E}{I} - R = \frac{1.5\text{V}}{1\text{A}} - 1.2\Omega = 1.5\Omega - 1.2\Omega = 0.3\Omega$

এখানে,

বিদ্যুচ্চালক শক্তি, $E = 1.5\text{ V}$

বিদ্যুৎ প্রবাহমাত্রা, $I = 1\text{ A}$

বিভব পার্থক্য, $V = 1.2\text{ V}$

অভ্যন্তরীণ রোধ, $r = ?$

Type: তুল্যরোধ নির্ণয়

2Ω , 4Ω এবং 6Ω তিনটি রোধকে 2V বিদ্যুচ্চালক বল এবং 0.5Ω অভ্যন্তরীণ রোধবিশিষ্ট একটি ব্যাটারির সাথে সিরিজে যুক্ত করলে মধ্যবর্তী রোধকের দুই প্রান্তের বিভব পার্থক্য কত?

এখানে, ১ম রোধ, $R_1 = 2\Omega$

২য় রোধ, $R_2 = 4\Omega$

৩য় রোধ, $R_3 = 6\Omega$

কোষের তড়িচ্চালক শক্তি, $E = 2\text{ V}$

কোষের অভ্যন্তরীণ রোধ, $r = 0.5\Omega$

R_2 এর দুই প্রান্তের বিভব পার্থক্য, $V_2 = ?$

এখন, সিরিজে যুক্ত রোধ,

$R_s = R_1 + R_2 + R_3 = 2\Omega + 4\Omega + 6\Omega = 12\Omega$

$$\text{আমরা জানি, } I = \frac{E}{R_s + r} = \frac{2V}{12\Omega + 0.5\Omega} = 0.16A$$

$$\text{রোধকের দুই প্রান্তের বিভব পার্থক্য, } V = IR_2 = 0.16A \times 4\Omega = 0.64V$$

4Ω ও 5Ω রোধবিশিষ্ট দুটি পরিবাহীকে সমান্তরালে যুক্ত করা হলো। এরূপ দুটি সেটকে আবার শ্রেণিতে যুক্ত করা হলো। মোট রোধ নির্ণয় কর।

$$\text{এখানে, } R_1 = 4\Omega; R_2 = 5\Omega$$

আমরা জানি, সমান্তরালে তুল্য রোধ R_p হলে,

$$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \dots \dots (1)$$

$$\therefore R_p = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = \frac{5 \times 4}{5 + 4} \Omega = \frac{20}{9} \Omega$$

$$\text{আবার, এখানে, } R' = R'' = \frac{20}{9} \Omega$$

শ্রেণিতে তুল্য রোধ, R_s হলে,

$$R_s = R' + R'' = \left(\frac{20}{9} + \frac{20}{9} \right) \Omega = \frac{40}{9} \Omega = 4.44\Omega$$

Type: কোষের শ্রেণি ও সমান্তরাল সমবায়ের ক্ষেত্রে প্রবাহমাত্রা নির্ণয় ও ওহমের সূত্র সংক্রান্ত

কোনো কোষের তড়িচ্চালক শক্তি $1.5 V$ এবং অভ্যন্তরীণ রোধ 0.2Ω । এরূপ 4টি কোষের শ্রেণি সমবয়ে গঠিত একটি ব্যাটারির বাইরের কোনো রোধকের মধ্য দিয়ে $0.4 A$ প্রবাহ চালাতে পারে। বাইরের রোধকের রোধ এবং রোধকের প্রান্তদ্বয়ের বিভব পার্থক্য নির্ণয় কর।

$$\text{এখানে, তড়িচ্চালক শক্তি, } E = 1.5 V$$

$$\text{অভ্যন্তরীণ রোধ, } r = 0.2 \Omega$$

$$\text{কোষের সংখ্যা, } n = 4$$

$$\text{তড়িৎপ্রবাহ, } I_s = 0.4 A$$

বাইরের রোধকের রোধ, $R = ?$

প্রান্তদ্বয়ের বিভব পার্থক্য, $V = ?$

আমরা জানি, কোষের শ্রেণি সমবায়ের জন্য,

$$I_s = \frac{nE}{R+nr}$$

$$\text{বা, } 0.4 \text{ A} = \frac{4 \times 1.5 \text{ V}}{R + 4 \times 0.2 \Omega}$$

$$\text{বা, } R + 0.4\Omega = \frac{6V}{0.4A}$$

$$\therefore R = (15 - 0.8)\Omega = 14.2\Omega$$

$$\text{আবার, } V = I_s R = 0.4A \times 14.2\Omega = 5.68V$$

15টি কোষের প্রতিটির তড়িচ্চালক বল 2 V এবং অভ্যন্তরীণ রোধ 0.1Ω । কোষগুলিকে 3টি সারিতে সমান্তরাল সমবায়ে রাখা হলো যাতে প্রতি সারিতে 5টি করে কোষ শ্রেণি সমবায়ে থাকে। সমগ্র কোষ সমবায়ের তড়িচ্চালক বল ও অভ্যন্তরীণ রোধ কত?

এখানে, সারির সংখ্যা, $n = 3$

প্রতি সারিতে কোষ সংখ্যা, $n = 5$

কোষের তড়িচ্চালক শক্তি, $E = 2V$

অভ্যন্তরীণ রোধ, $r = 0.1 \Omega$

সমগ্র কোষের তড়িচ্চালক শক্তি, $E_m = ?$

তুল্য অভ্যন্তরীণ রোধ, $r_m = ?$

এখন, সমগ্র কোষ সমবায়ের তড়িচ্চালক শক্তি

$$E_m = nE = 5 \times 2V = 10V$$

প্রতিটি সারির তুল্য রোধ, $r_a = nr = 5 \times 0.1\Omega = 0.5\Omega$

$$\text{আবার, } \frac{1}{r_m} = \frac{1}{nr} + \frac{1}{nr} + \frac{1}{nr}$$

$$\text{বা, } \frac{1}{r_m} = \frac{1}{0.5\Omega} + \frac{1}{0.5\Omega} + \frac{1}{0.5\Omega}$$

$$\text{বা, } \frac{1}{r_m} = \frac{1+1+1}{0.5\Omega} = \frac{3}{0.5\Omega} = 6\Omega^{-1}$$

$$\text{বা, } r_m = 0.167\Omega$$

প্রতিটি $2.0V$ এবং 2Ω অভ্যন্তরীণ রোধের 24টি বিদ্যুৎ কোষ আছে। এদের কিভাবে সাজালে 3Ω রোধের একটি বর্তনীতে সর্বাপেক্ষা বেশি মাত্রার বিদ্যুৎ প্রবাহ পাওয়া যাবে এবং প্রবাহ মাত্রাই বা কত হবে?

দেওয়া আছে,

প্রতি কোষের তড়িচ্চালক শক্তি $E = 2V$; অভ্যন্তরীণ রোধ, $r = 2\Omega$;

মোট কোষ সংখ্যা, $mn = 24$; বাহ্যিক রোধ, $R = 3\Omega$

মনে করি, সারির সংখ্যা $= m$, প্রত্যেক সারিতে কোষের সংখ্যা $= n$

$$\therefore m \times n = 24$$

সর্বাধিক তড়িৎ প্রবাহের শর্ত, $nr = mR$

$$\therefore n = \frac{mR}{r} = \frac{m \times 3\Omega}{2\Omega}$$

$$\therefore m \times n = m \times \frac{3m}{2} = 24$$

$$\text{বা, } 3m^2 = 48$$

$$\text{বা, } m^2 = 16$$

$$\text{বা, } m = 4$$

$$\therefore n = \frac{24}{4} = 6$$

\therefore কোষগুলোকে প্রতিটি 6 কোষের 4 টি সারিতে সাজাতে হবে।

$$\text{সর্বাধিক প্রবাহমাত্রা, } I_{\max} = \frac{nE}{2R} = \frac{6 \times 2V}{2 \times 3\Omega} = 2A$$

Type: বিভিন্ন যন্ত্র সংক্রান্ত

একটি মিটার ব্রিজ তারের দৈর্ঘ্য 1 m । এর বাম ও ডানদিকে যথাক্রমে 8Ω এবং 10Ω এর দুটি রোধ যুক্ত করলে সাম্যবিন্দু কোথায় পাওয়া যাবে নির্ণয় কর।

মনে করি,

মিটার ব্রিজের তারের বাম প্রান্ত হতে l দূরে সাম্যবিন্দু অবস্থিত।

এখানে, বামদিকে রোধ, $R = 8\Omega$

ডানদিকে রোধ, $S = 10\Omega$

আমরা জানি, $\frac{R}{S} = \frac{l}{100-l}$

$$\text{বা, } \frac{8\Omega}{10\Omega} = \frac{l}{100-l}$$

$$\text{বা, } 800 - 8l = 10l$$

$$\text{বা, } -8l - 10l = -800$$

$$\text{বা, } 18l = 800$$

$$\therefore l = \frac{800}{18} \text{ cm} = 44.44 \text{ cm} = 0.444 \text{ m}$$

একটি মিটার ব্রিজ বর্তনীতে বাম ও ডান ফাঁকের রোধ যথাক্রমে 3Ω ও 2Ω । কোনো প্রান্তিক ক্রটি না থাকলে মিটার তারটির কত দৈর্ঘ্য নিষ্পন্দ বিন্দু পাওয়া যাবে?

মনে করি, মিটার ব্রিজের বামপ্রান্ত হতে 1 cm দূরে নিষ্পন্দ বিন্দু অবস্থিত।

এখানে, $R = 3\Omega, S = 2\Omega$

আমরা জানি,

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

$$\text{বা, } \frac{3}{2} = \frac{l}{100-l}$$

$$\text{বা, } 300 - 3l = 2l$$

$$\text{বা, } 5l = 300$$

$$\therefore l = 60 \text{ cm}$$

একটি কোষ তার নিজস্ব বর্তনী খোলা অবস্থায় পটেনশিওমিটার তারের 8.4 m দৈর্ঘ্য নিস্পন্দ বিন্দুর সৃষ্টি করে। কিন্তু কোষটির দুই প্রান্ত 10Ω রোধের সাথে যুক্ত করে একটি বদ্ধ বর্তনী তৈরি করা হলে কোষটির দুই প্রান্ত তখন একই পটেনশিওমিটার তারে 7 m দৈর্ঘ্য নিস্পন্দ বিন্দু সৃষ্টি করে। কোষটির অভ্যন্তরীণ রোধ নির্ণয় কর।

মনে করি, কোষটির অভ্যন্তরীণ রোধ, r

এখানে, নিস্পন্দ বিন্দুর দৈর্ঘ্য, $l_1 = 8.4 \text{ m}$

যুক্ত করায় নিস্পন্দ বিন্দুর দূরত্ব, $l_2 = 7 \text{ m}$

রোধ, $R = 10 \Omega$

$$\text{আমরা জানি, } r = \left(\frac{l_1}{l_2} - 1 \right) R = \left(\frac{8.4 \text{ m}}{7 \text{ m}} - 1 \right) \times 10 \Omega = 2 \Omega$$

অতএব, কোষটির অভ্যন্তরীণ রোধ 2Ω ।

Type: অভ্যন্তরীণ রোধ ও তড়িৎ প্রবাহের অনুপাত নির্ণয়

একটি অ্যামিটারের অভ্যন্তরীণ রোধ 2Ω এবং এটি সর্বোচ্চ 0.2 A তড়িৎ প্রবাহ মাপতে পারে। এর সাহায্যে 2.0 A পর্যন্ত প্রবাহ মাপতে হলে কী ব্যবস্থা নিতে হবে?

এখানে, অ্যামিটারের অভ্যন্তরীণ রোধ, $r = 2 \Omega$

সর্বোচ্চ পরিমাপযোগ্য প্রবাহ, $I = 0.2 \text{ A}$

সর্বোচ্চ প্রবাহ মাপতে হবে, $I' = 2.0 \text{ A}$

শান্ট (রোধ), $S = ?$

$$\text{আমরা জানি, অ্যামিটারের পাল্লা বৃদ্ধি, } n = \frac{I'}{I} = \frac{2.0 \Omega}{0.2 \Omega} = 10$$

$$\begin{aligned}
 \text{এবং } S &= \frac{2 \Omega}{n - 1} \\
 &= \frac{2 \Omega}{10 - 1} \\
 &= \frac{2 \Omega}{9} = 0.22 \Omega
 \end{aligned}$$

একটি ব্যাটারির অভ্যন্তরীণ রোধ 1Ω একটি ভোল্ট মিটারের সাহায্যে এই ব্যাটারির তড়িচ্চালক বল পরিমাপ করলে 1% ত্রুটি হয়। ভোল্টমিটারের রোধ কত?

এখানে, ব্যাটারির অভ্যন্তরীণ রোধ, $r = 1 \Omega$

শতকরা ত্রুটি $1\% = \frac{1}{100}$

ধরি, ভোল্টমিটারের রোধ R

এখন, ব্যাটারির তড়িচ্চালক বল E হলে, $\frac{E}{100} = \frac{E}{R+r}$

$$\text{বা } \frac{1}{100} = \frac{1}{R+r}$$

$$\text{বা } R + r = 100$$

$$\text{বা } R = 100 - r = 100 - 1$$

$$\text{বা } R = 99 \Omega$$