ইঞ্জিনিয়ারিং এডমিশন প্রোগ্রাম ২০২০

পদার্থবিজ্ঞান

লেকচার : P-10

অধ্যায় ০৩ : চল তড়িৎ (২য় পত্র)



তড়িৎ প্রবাহ ও প্রবাহ ঘনত্ব

* $I = \frac{q}{t} = \frac{dq}{dt}$ → যে কোনো প্রস্থচ্ছেদে প্রবাহিত চার্জ

Ampere

* $dq = I\,dt$

$\Rightarrow Q = \int_{t_1}^{t_2} I\,dt$

* প্রবাহ ঘনত্ব -

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

unit = $A\,m^{-2}$

Problem

10cm ব্যাসার্ধের বৃত্তাকার পথে একটি ইলেকট্রন $4 \times 10^6\ ms^{-1}$ বেগে ঘুরলে তার জন্য ঐ বৃত্তপথে তড়িৎ প্রবাহ কত হবে?



$2\pi r = vT$

$\Rightarrow T = \frac{2\pi r}{v}$

T সময়ে প্রবাহিত চার্জ e

$\therefore$ 1 " " " $\frac{e}{T}$

$$I = \frac{e}{\frac{2\pi r}{v}}$$

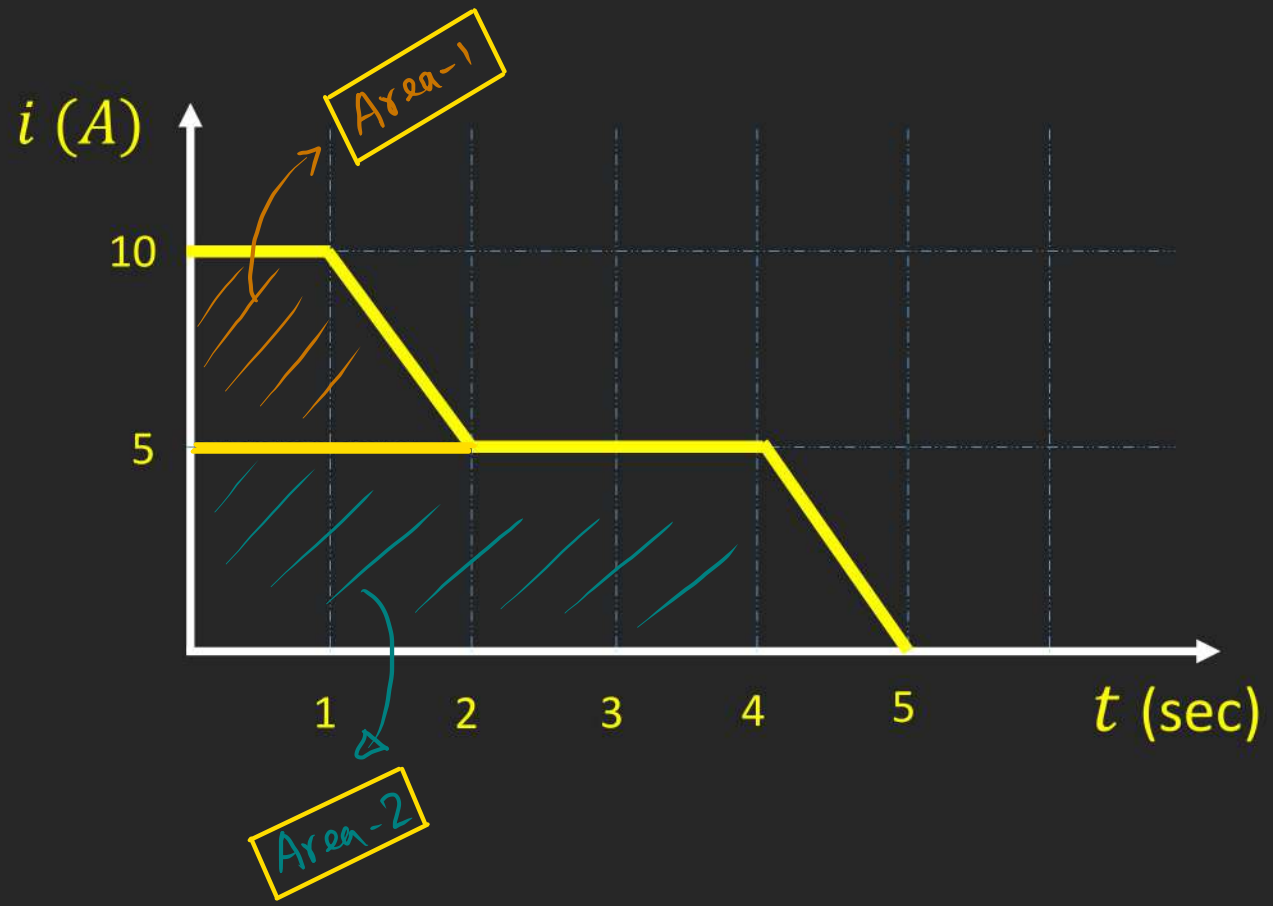
$$\Rightarrow I = \frac{ev}{2\pi r} = 1.01 \times 10^{-12}\ A$$

($e = 1.6\times10^{-19}$, $v = 4\times10^6$, $r = 0.1$)

(Ans)

Problem

5 sec –এ মোট প্রবাহিত চার্জের পরিমাণ নির্ণয় কর।



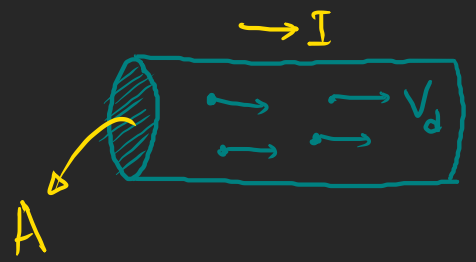
$$Q = \int_0^5 I\,dt = \text{Area of I vs t Graph}$$

$$= 30\ C$$

Ans

চার্জ বাহকের তাড়ন বেগ

* পরিবাহকের মধ্যে চার্জবাহকের গড় বেগ



$$V_d = \frac{I}{nAq}$$

পরিবাহকের একক আয়তনে চার্জ বাহকের সংখ্যা

Problem

$5mm^2$ সুষম প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফলবিশিষ্ট একটি পরিবাহকের মধ্যে দিয়ে 20A তড়িৎ প্রবাহ চলছে। পরিবাহকে প্রতি ঘনমিটারে মুক্ত ইলেক্ট্রনের সংখ্যা 2×10^{28} হলে ইলেকট্রনের তাড়ন বেগ কত?

$$v_d = \frac{I}{n A e}$$

$I \rightarrow 20\,A$

$n \rightarrow 2 \times 10^{28}$

$A \rightarrow 5 \times 10^{-6}$

$e \rightarrow 1.6 \times 10^{-19}$

$$\Rightarrow v_d = 1.25 \times 10^{-3}\ ms^{-1}$$

Ans.

বৈদ্যুতিক শক্তি, ক্ষমতা ও তাপীয় ক্রিয়া

* $P = VI$

$= I^2R$

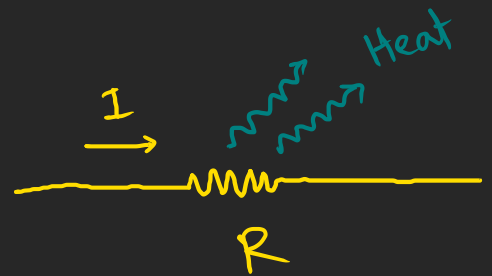
$= \frac{V^2}{R}$

* $E = VIt$

$= I^2Rt$

$= \frac{V^2}{R}t$

$= Pt$



যদি শক্তির loss না হয় তবে,

$$Pt = ms\Delta\theta$$

$J\,kg^{-1}\,K^{-1}$

যদি পরিবেশে কিছু তাপ হারায়,

Electrical Energy − Loss = Heat Energy

Problem

27°C তাপমাত্রায় 1kW একটি ইলেকট্রিক কেতলিতে 2 litre পানি আছে। কেতলিটিকে 10 মিনিটের জন্য সুইচ অন করা হলো। যদি চারপাশে তাপহ্রাসের হার 160 J/s হয় তবে 10 মিনিটে কেতলির তাপমাত্রা কত হবে?

$P = 1000$ Watt

$P_{loss} = 160$ Watt

$(P - P_{loss})\, t = m s \Delta\theta$

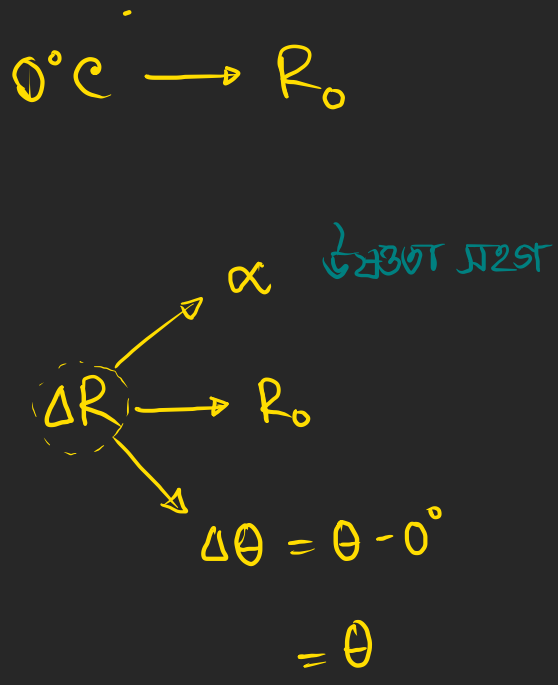
$\Rightarrow (1000 - 160) \times 600 = 2 \times 4200 \times (\theta - 27)$

$\Rightarrow \theta = 87^\circ C$

Ans

$\Delta C = \Delta K$

রোধের উপর তাপমাত্রার প্রভাব

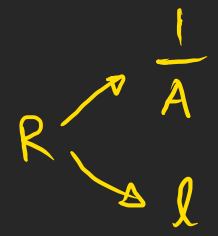


$$R_\theta = R_0 + \Delta R$$

$$\Rightarrow R_\theta = R_0 + R_0 \alpha \theta$$

$$\Rightarrow \boxed{R_\theta = R_0 (1 + \alpha\theta)}$$

রোধের সূত্র ও তুল্য রোধ



* Series

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

* Parallel: $\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \cdots\cdots + \frac{1}{R_n}$

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

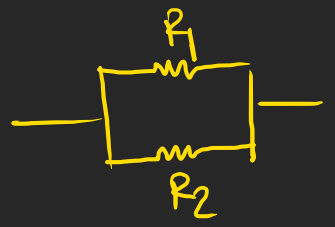
আপেক্ষিক রোধ

Special Case-1

সবগুলো সমান মানের.

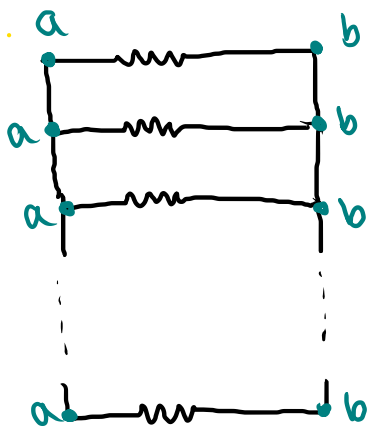
$$R_p = \frac{R}{n}$$

Special Case-2



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

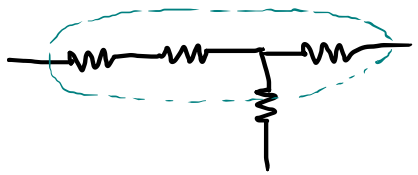
Parallel



Series

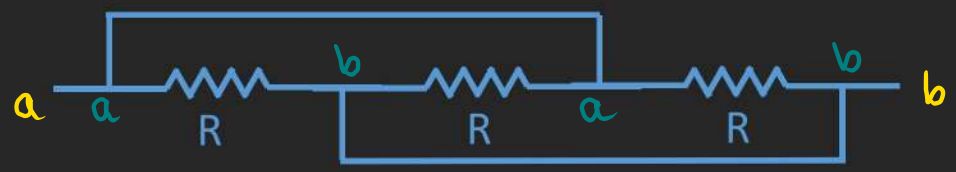


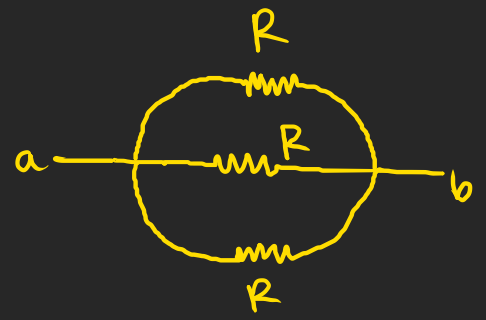
Series নয়



Problem

নিচের প্রদর্শিত বর্তনীর তুল্য রোধ নির্ণয় কর –

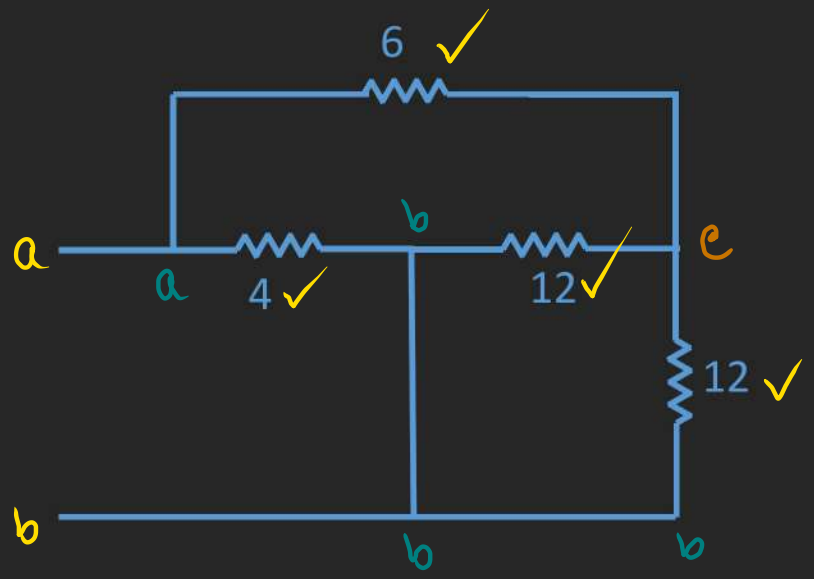


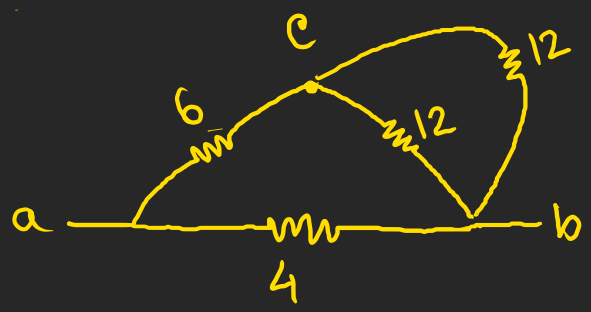


$R_{eq} = R/3$

Problem

নিচের প্রদর্শিত বর্তনীর তুল্য রোধ নির্ণয় কর –





$12 \| 12 \longrightarrow 6$

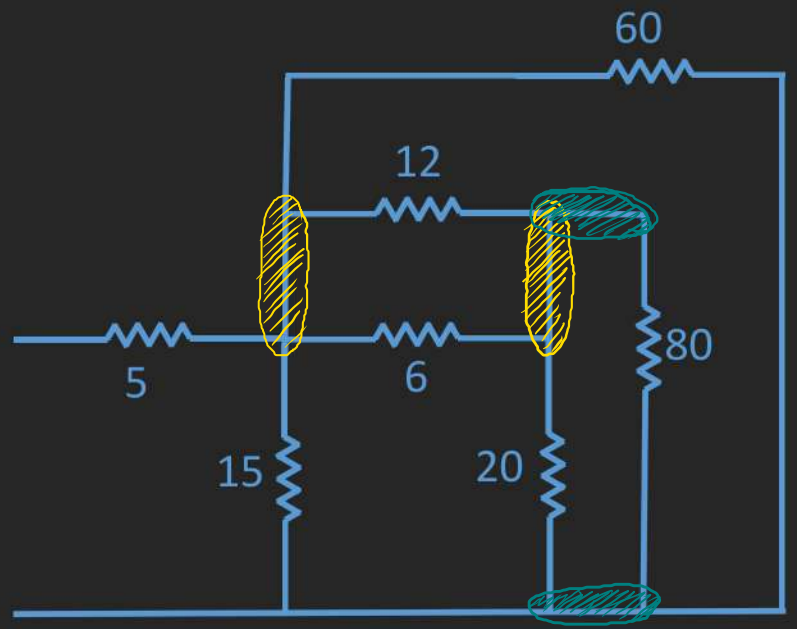
$6 + 6 \longrightarrow 12$

$12 \| 4 \longrightarrow \frac{12 \times 4}{12+4} = 3$

Ans.

Problem

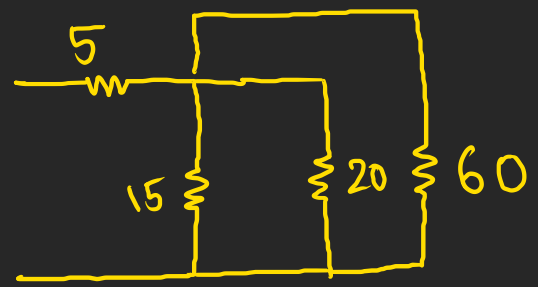
নিচের প্রদর্শিত বর্তনীর তুল্য রোধ নির্ণয় কর –



$6 \parallel 12 \rightarrow \frac{6\times12}{6+12} = 4$

$20 \parallel 80 \rightarrow \frac{20\times80}{20+80} = 16$





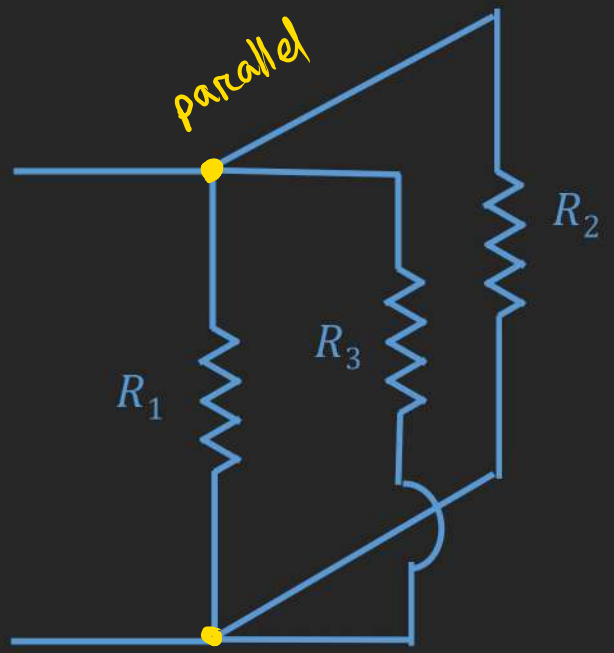
$15 \parallel 60 \parallel 20 \rightarrow 7.5$

$7.5 + 5 \rightarrow 12.5$

Ans

Problem

$R_2 = 5\,R_1$, $R_3 = \frac{R_1}{2}$ এবং তুল্য রোধ $R = 20\ \Omega$ হলে R_1, R_2, R_3 এর মান নির্ণয় কর।



$$R_3 = \frac{1}{2} R_1$$

$$R_2 = 5 R_1$$

$$\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} = \frac{1}{20}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{R_1} + \frac{1}{5R_1} + \frac{2}{R_1} = \frac{1}{20}$$

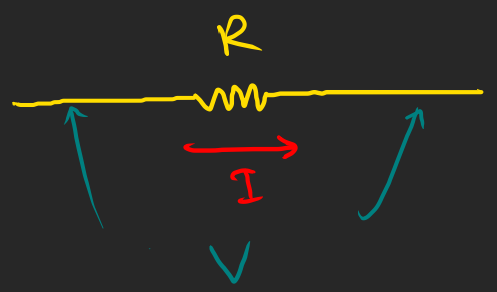
$$\Rightarrow \frac{5+1+10}{5R_1} = \frac{1}{20}$$

$$\Rightarrow R_1 = 64$$ Ans.

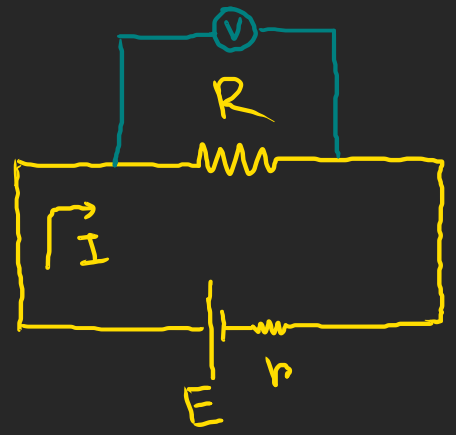
$\therefore R_2 = 64 \times 5 =$ ☐

$\therefore R_3 = \frac{1}{2} \times 64 =$ ☐

ওহমের সূত্র

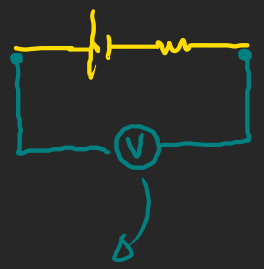


* $V = IR$



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

$$\Rightarrow E = IR + Ir$$



Reading হবে EMF এর সমান

$$\Rightarrow E = V + V_{lost}$$

EMF

Problem

কোনো ব্যাটারি R মানের একটি রোধে 5A প্রবাহ দেয়। 10Ω মানের একটি রোধ সমান্তরালে যুক্ত করলে প্রবাহ দাঁড়ায় 6A. R এর মান কত?

* $E = 5R$ ..... (i)

* $E = 6 \times \frac{R \times 10}{R+10}$ ..... (ii)

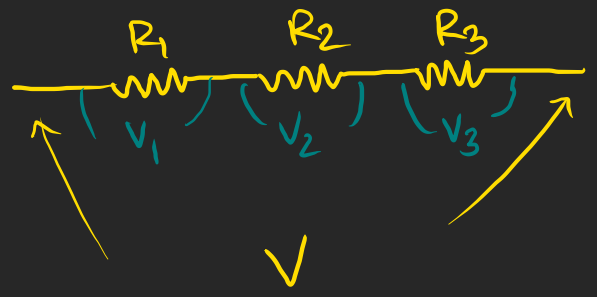
$\therefore 5R = \frac{60R}{R+10}$

$\Rightarrow R = 2\cdot$

Ans

Voltage Divider Law

* Series Circuit



$$\therefore V_1 = \frac{R_1}{R_1+R_2+R_3} V$$

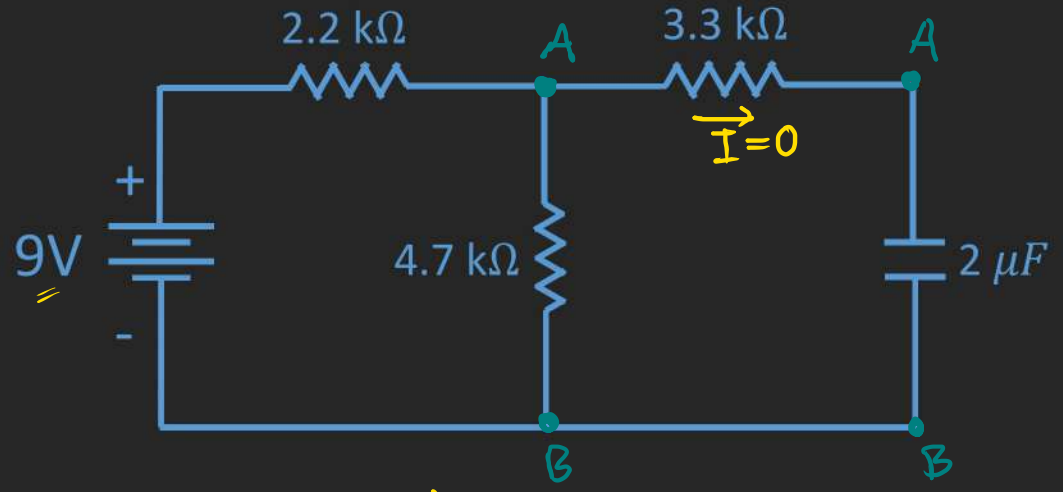
* $$V_n = \frac{R_n}{R_{eq}} V$$

Problem

ধারকে সঞ্চিত চার্জ কত?

* DC তে Capacitor Open Circuit.





$* V_C = V_{AB} = 6.13\ V$

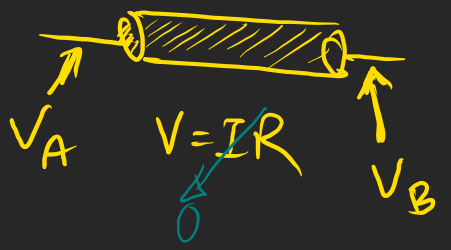
$\therefore Q = CV_C$

$= 6.13 \times 2\times10^{-6}\ C$

=

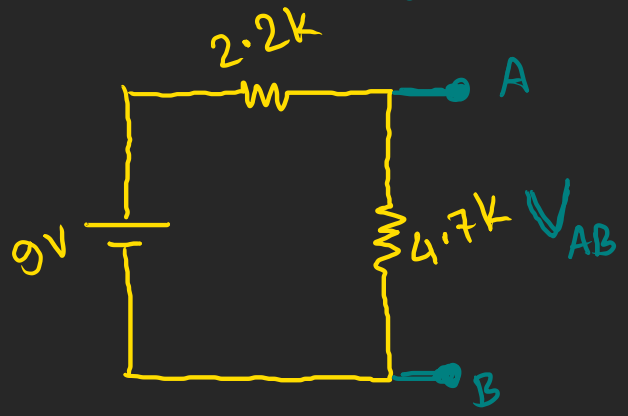
Ans





$V = 0$

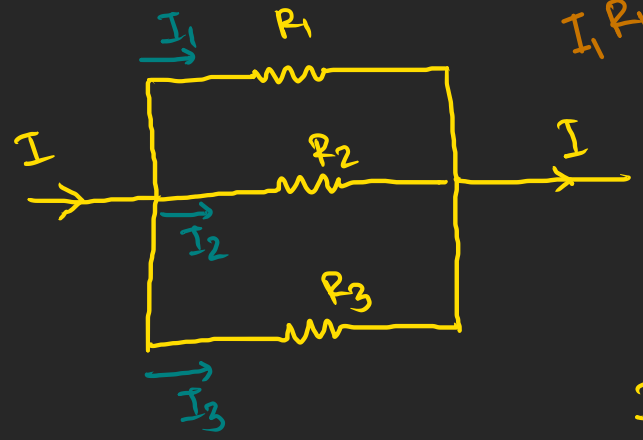
$V_A = V_B$



$$V_{AB} = \frac{4.7}{2.2+4.7} \times 9$$

$= 6.13$ Volt.

Current Divider Law

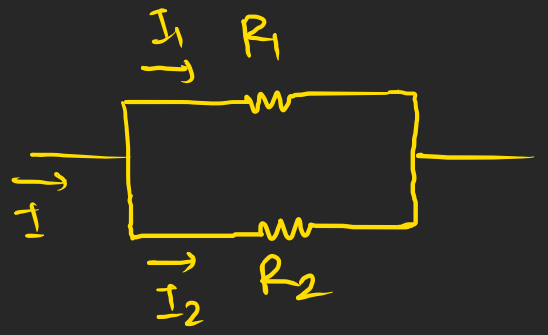


$$I_1R_1 = I_2R_2 = I_3R_3 = \dots = I_nR_n$$

$$I_1 = \frac{R_{eq}}{R_1} I$$

$$\Rightarrow I_1 = \frac{\left(\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}+\frac{1}{R_3}\right)^{-1}}{R_1} I$$

* $$I_n = \frac{R_{eq}}{R_n} I$$



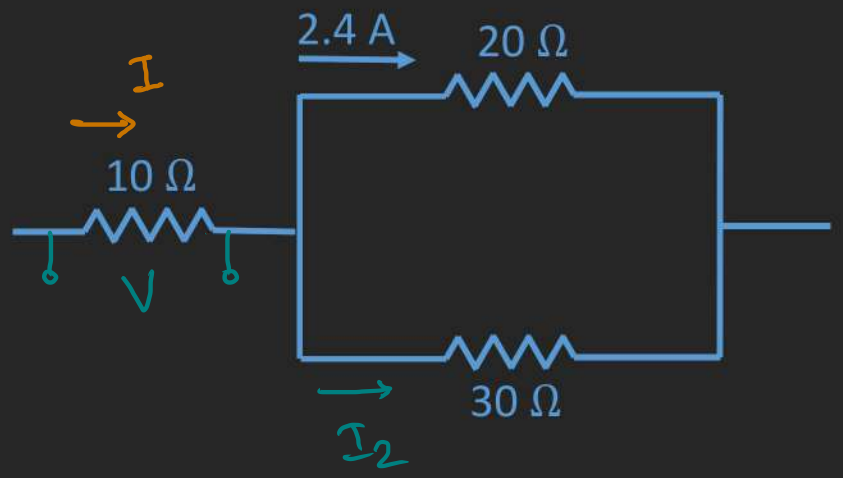
$$I_1 = \frac{\frac{R_1R_2}{R_1+R_2}}{R_1} I$$

$$\Rightarrow \boxed{I_1 = \frac{R_2}{R_1+R_2} I}$$

মনে রাখবে না

Problem

10 Ω এর দুইপাশে বিভব পার্থক্য কত?



$$2.4 \times 20 = I_2 \times 30$$

$$\Rightarrow I_2 = \frac{20 \times 2.4}{30}$$

$$\therefore I = 2.4 + \frac{2.4 \times 20}{30}$$

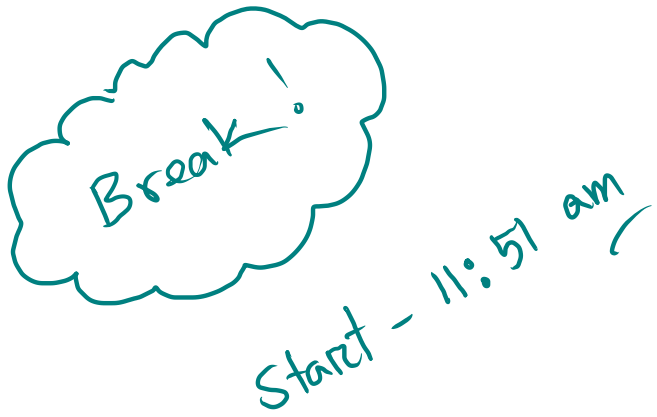
$$= 4$$

$$2.4 = \frac{30}{30+20} I$$

$$\Rightarrow I = 4 \text{ A}$$

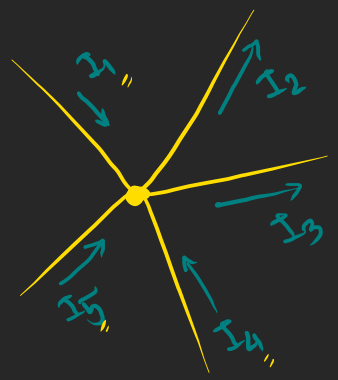
$$\therefore V = IR = 4 \times 10 = 40 \text{ Volt.}$$

Ans.


Break!
Start - 11:51 am

কার্শফের সূত্র

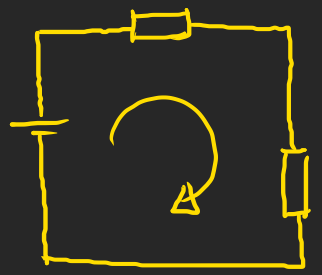
* KCL



$\Sigma I = 0$

$\Rightarrow I_1 + I_4 + I_5 - I_2 - I_3 = 0$

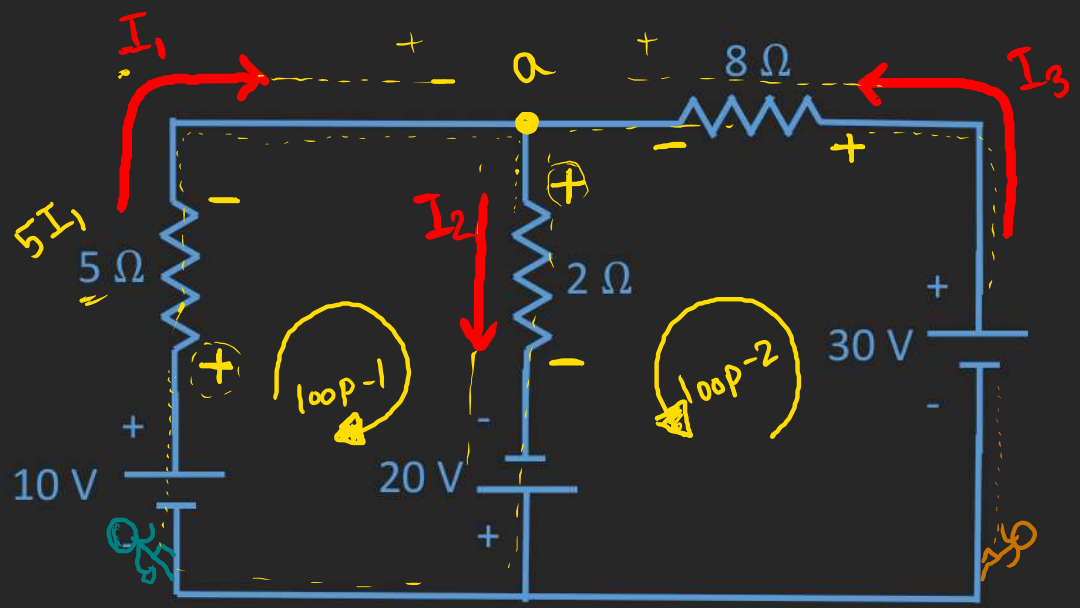
* KVL



Σ Voltage $= 0$

Problem

প্রতিটি রোধে তড়িৎ প্রবাহমাত্রা নির্ণয় কর।



Loop-1

$$-10 + 5I_1 + 2I_2 - 20 = 0$$

$$\Rightarrow 5I_1 + 2I_2 = 30 \quad \cdots\cdots (i)$$

Loop-2

$$-30 + 8I_3 + 2I_2 - 20 = 0$$

$$\Rightarrow 2I_2 + 8I_3 = 50 \quad — (ii)$$

node → a

$$I_1 - I_2 + I_3 = 0 \quad — (iii)$$

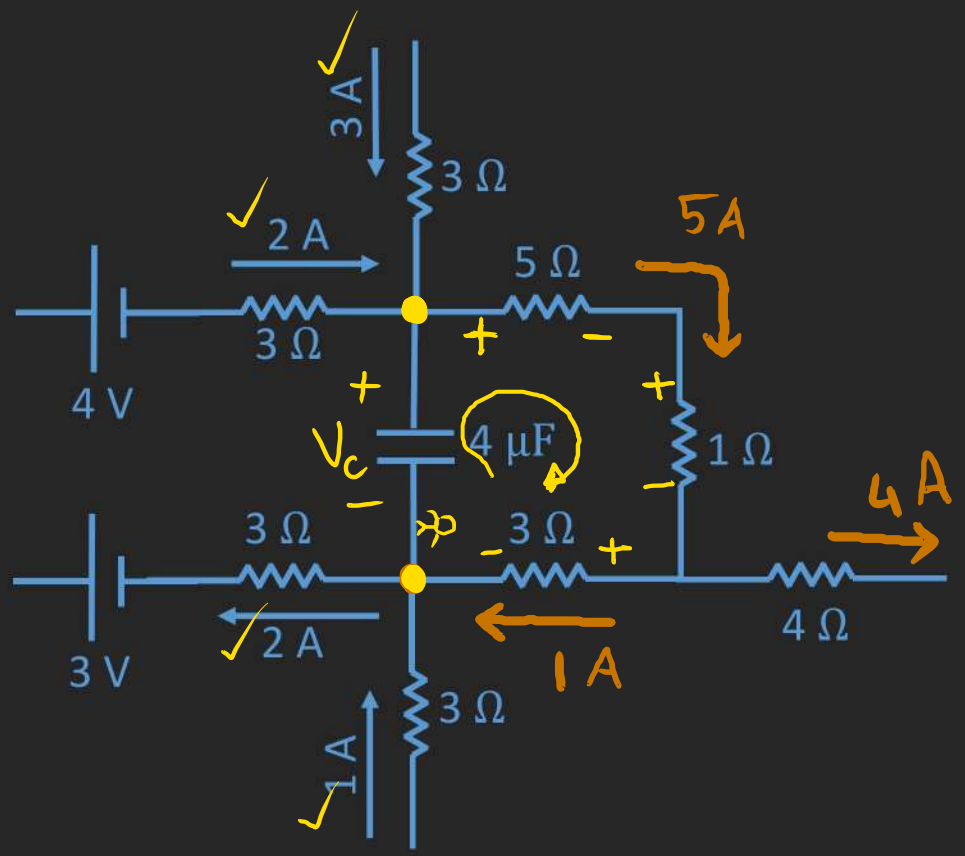
$(i) \rightarrow 5I_1 + 2I_2 + 0I_3 = 30 \quad — (iv)$

$(ii) \rightarrow 0I_1 + 2I_2 + 8I_3 = 50 \quad — (v)$

Solve with Calculator

Problem

ধারকে সঞ্চিত শক্তি নির্ণয় কর।



$$-V_c + 5\times5 + 5\times1 + 3\times1 = 0$$

$$\Rightarrow V_c = 33\ V.$$

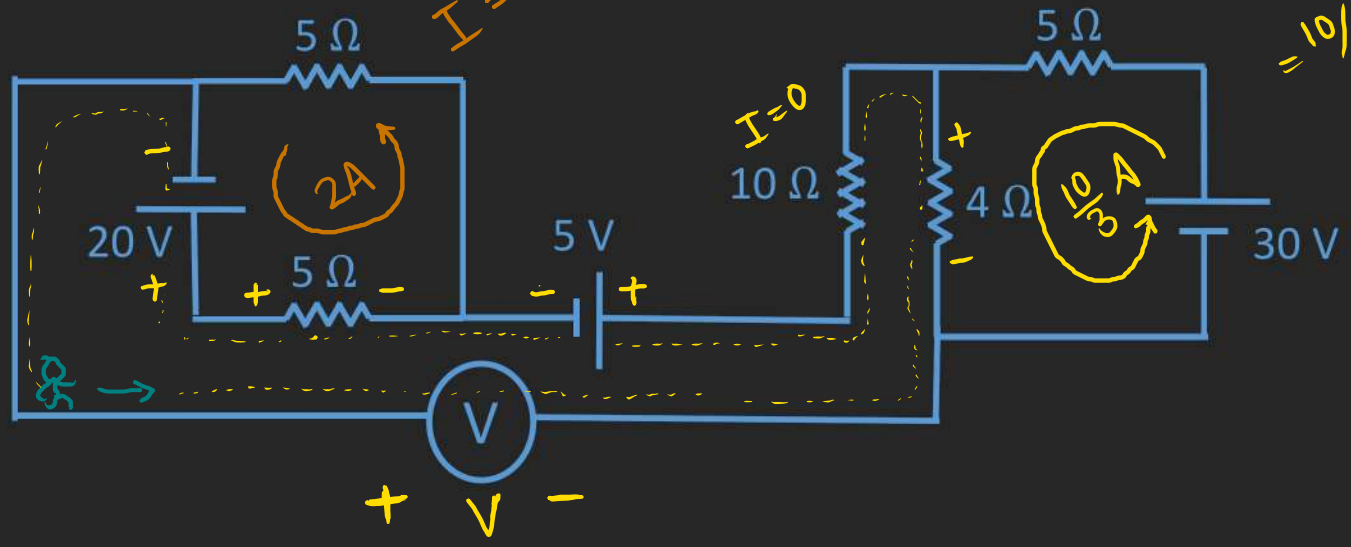
$$\therefore U = \frac{1}{2}CV_c^2$$

$$= \frac{1}{2}\times 4\times 10^{-6}\times (33)^2$$

$$= \boxed{\quad}$$ Ans

Problem

ভোল্টমিটারে পাঠ কত?

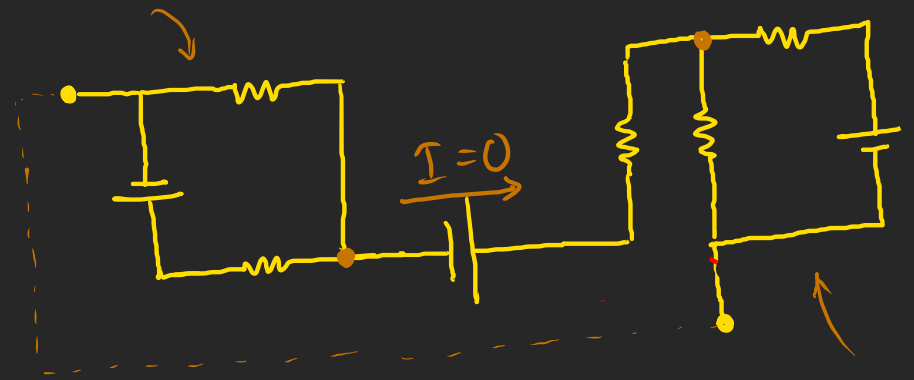


$I = \frac{20}{10} = 2A$

$I = \frac{30}{9} = 10/3\ A$

$I = 0$

* Voltmeter O/C ⇒ Current Zero



$$V - 4 \times \frac{10}{3} + 10 \times 0 + 5 - 5 \times 2 + 20 = 0$$

$$\Rightarrow V = \boxed{\qquad}$$

Ans

কোষের সমবায়

* Series:

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

(n → কোষ সংখ্যা)

* Parallel:

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

(m → কোষ সংখ্যা or সারির সংখ্যা)

* Mixed: $m \rightarrow$ সারি

$n \rightarrow$ প্রত্যেক সারিতে কোষ

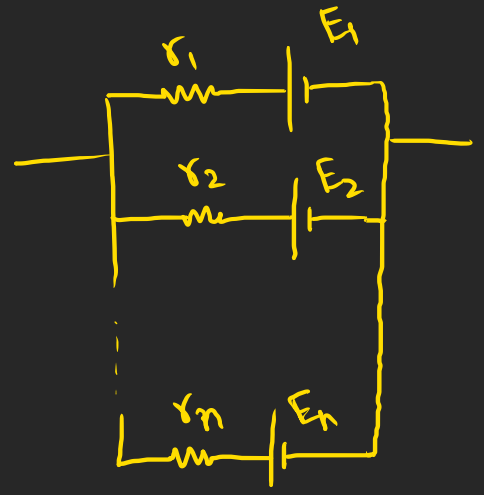
$$I = \frac{mnE}{mR_L + nr}$$

(mn → মোট কোষ সংখ্যা)

* মিশ্র সমবায়ে সর্বোচ্চ প্রবাহের শর্ত:

$$\rightarrow mR_L = nr$$

*



Miller's Theorem →

$$E_{eq} = \frac{E_1/r_1 + E_2/r_2 + \cdots + E_n/r_n}{\frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} + \cdots + \frac{1}{r_n}}$$

Problem

প্রতিটি 2 Volt এবং 2Ω অভ্যন্তরীণ রোধের 24 টি বিদ্যুৎ কোষ আছে। এদের কীভাবে সাজালে 3Ω রোধের একটি বর্তনীতে সর্বাপেক্ষা বেশি মাত্রার বিদ্যুৎ প্রবাহিত হবে? সর্বাধিক প্রবাহ কত ?

$E = 2$ Volt

$r = 2$

$R_L = 3$

$mn = 24$ —— (i)

সর্বোচ্চ প্রবাহে,

$mR_L = nr$

$\Rightarrow \frac{24}{n} \times 3 = n \times 2$

$\Rightarrow n^2 = 36$

$\Rightarrow n = 6$

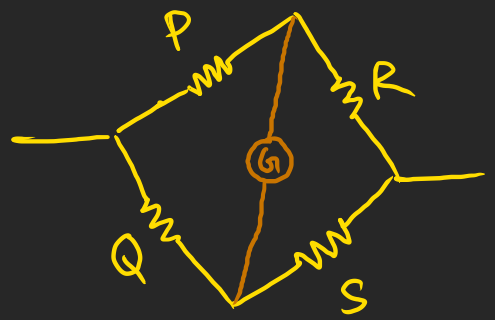
$\therefore m = 4$

$I_{max} = \frac{24 \times 2}{4 \times 3 + 6 \times 2}$

$=$ ☐

Ans

হুইটস্টোন ব্রীজ



সাম্যাবস্থায় $\rightarrow$ $I_g = 0$

শর্ত: $\frac{P}{Q} = \frac{R}{S}$

Problem

একটি হুইটস্টোন ব্রীজের চার বাহুতে যথাক্রমে 10Ω, 8Ω, 20Ω, 32Ω রোধ যুক্ত আছে। চতুর্থ বাহুর রোধ পরিবর্তন না করে সেখানে অতিরিক্ত একটি কতমানের রোধ কি সংযোগে যুক্ত করলে ব্রীজটি সাম্যাবস্থায় আসবে?

$$\frac{10}{8} = \frac{20}{S}$$

$$\Rightarrow S = \frac{20 \times 8}{10}$$

$$= 16$$

∴ parallel - এ যুক্ত

$$\frac{1}{16} = \frac{1}{32} + \frac{1}{R}$$

$$\Rightarrow R = 32\ \Omega.$$

Ans

অ্যামিটার ও ভোল্টমিটার

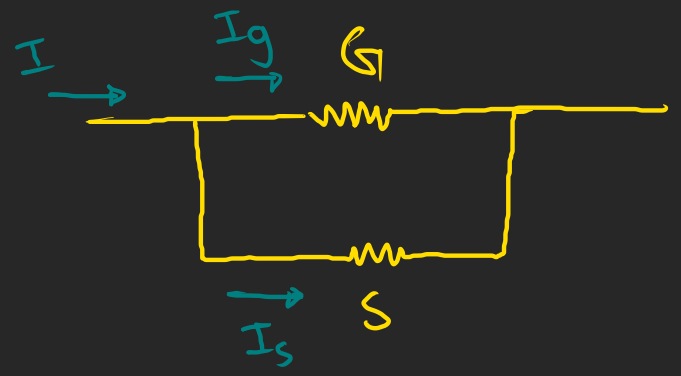
Ammeter

* Current মাপে
* রোধ -অমল্প (Ideally Zero)
* যুক্ত হয় Series -এ

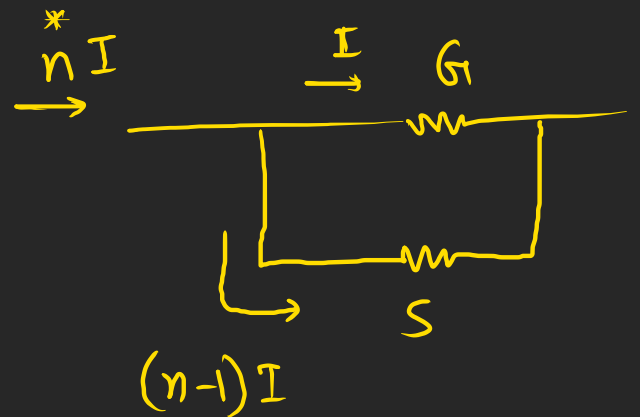
Voltmeter

* Voltage difference মাপে
* রোধ অনেক বেশি (Ideally Infinity)
* যুক্ত হয় parallel -এ

অ্যামিটারের পাল্লা বৃদ্ধি : শান্টের ব্যবহার



$$I_g G = I_s S$$



$$\cancel{I}G = \cancel{I}(n-1)S$$

$$\Rightarrow S = \frac{1}{n-1}G$$

Problem

একটি অ্যামিটারের অভ্যন্তরীণ রোধ 0.9Ω এবং এটি সর্বোচ্চ 5A পর্যন্ত প্রবাহ মাপতে পারে । এর সাহায্যে 50A পর্যন্ত প্রবাহ মাপতে হলে কি ব্যবস্থা নিতে হবে?

$G = 0.9\ \Omega$

$I_g = 5A$

$I = 50A$

$S = ?$

$n = \frac{50}{5} = 10$ গুণ

$S = \frac{1}{n-1} G$

$= \frac{1}{10-1} \times 0.9$

$= \frac{1}{9} \times 0.9$

$= 0.1\ \Omega.$

Ans.

Poll Question - 1

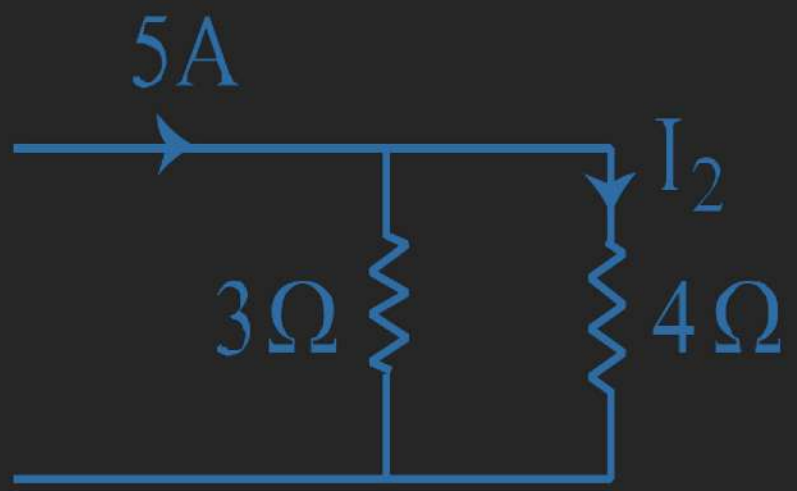
চিত্রে I_2 এর মান কত?

ক) $\frac{20}{7}$ A

খ) $\frac{4}{3}$ A

গ) $\frac{15}{7}$ A

ঘ) $\frac{13}{7}$ A



Poll Question - 2

একটি কোষ 2Ω রোধের মধ্য দিয়ে 0.9A এবং 0.7Ω এর মধ্য দিয়ে 1.33A তড়িৎ পরিবহণ করে। কোষের অন্তঃরোধ কত হবে?

(a) 2Ω

(b) 1.5Ω

(c) 1Ω

(d) 0.05Ω

Poll Question - 3

একটি সিলিন্ডারাকৃতির তারের দৈর্ঘ্য 100% বৃদ্ধি করা হল। এ কারণে রোধের পরিবর্তন কত হবে?

(a) 300% বৃদ্ধি হবে
(b) 200% বৃদ্ধি হবে
(c) 100% বৃদ্ধি হবে
(d) 50% বৃদ্ধি হবে

না বুঝে মুখস্থ করার অভ্যাস প্রতিভাকে ধ্বংস করে