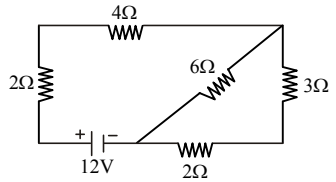
মূল বইয়ের অতিরিক্ত অংশ

একাদশ অধ্যায়: চল বিদ্যুৎ

পরীক্ষায় কমন পেতে আরও প্রশ্নোত্তর

প্রশ্ন ▶১ নিচের চিত্রটি লক্ষ কর ও প্রশ্নগুলির উত্তর দাও:



◀শিখনফল-১১ ও ১২ [চা. বো. ২০১৬]

ক. MRI এর পূর্ণরূপ লিখ। ১

খ. সরু তারের চেয়ে মোটা তারে বিদ্যুৎ বেশি প্রবাহিত হয় কেন? ২

গ. বর্তনীটির তুল্যরোধ নির্ণয় কর। ৩

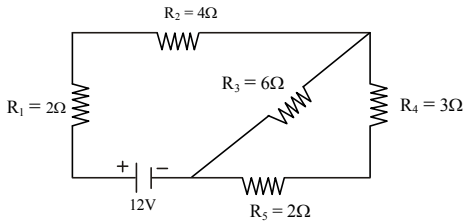
ঘ. উদ্দীপকের বর্তনীটি দৈনিক 6 ঘণ্টা করে চালু রাখলে প্রতি ইউনিট 5 টাকা হারে এক মাসে কত টাকা বিদ্যুৎ বিল পরিশোধ করতে হবে? (এক মাস = ৩০ দিন) ৪

১ নং প্রশ্নের উত্তর

ক MRI এর পূর্ণরূপ হলো Magnetic Resonance Imaging.

খ মোটা তারের প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল সরু তারের প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফলের চেয়ে বেশি বলে মোটা তারের রোধ কম। কারণ, নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় নির্দিষ্ট উপাদানের কোনো পরিবাহীর রোধ প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফলের ব্যস্তানুপাতিক। আবার যে তারের রোধ কম সেই তারে বেশি বিদ্যুৎ প্রবাহিত হয়। এ কারণে সরু তারের চেয়ে মোটা তারে বিদ্যুৎ বেশি প্রবাহিত হয়।

গ



R_1 ও R_2 রোধদ্বয় শ্রেণী সমবায়ে যুক্ত বলে এদের তুল্যরোধ,
$R_{s_1} = R_1 + R_2 = 2 + 4 = 6\Omega$

R_5 ও R_4 রোধদ্বয় শ্রেণীসমবায়ে যুক্ত বলে এদের তুল্যরোধ,
$R_{s_2} = R_4 + R_5 = 2 + 3 = 5\Omega$

R_{s_2} ও R_3 পরস্পর সমান্তরালে থাকায় এদের তুল্যরোধ, R_p হলে,

$$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_{s_2}} + \frac{1}{R_3}$$

বা, $\frac{1}{R_p} = \frac{1}{5} + \frac{1}{6}$

বা, $\frac{1}{R_p} = \frac{11}{30}$

বা, $R_p = \frac{30}{11} = 2.73\Omega$

এখন, R_{s_1} ও R_p পরস্পর শ্রেণি সমবায়ে যুক্ত বলে তুল্যরোধ,
$R_s = R_{s_1} + R_p = (6 + 2.73)\ \Omega = 8.73\Omega$ **(Ans.)**

ঘ 'গ' অংশ হতে পাই, বর্তনীর তুল্যরোধ, $R = 8.73\ \Omega$
দেওয়া আছে, সময়, $t = 30 \times 6\ \text{h} = 180\ \text{h}$
বিভব, $V = 12\ \text{V}$
ব্যয়িত শক্তি, $W = ?$
আমরা জানি, তড়িৎ ক্ষমতা,

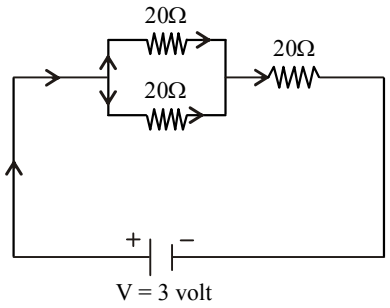
$$P = \frac{V^2}{R} = \frac{12^2}{8.73} = 16.495\ \text{W}$$

সুতরাং এক মাসে ব্যয়িত শক্তি,

$$W = \frac{P\,t}{1000}\ \text{kWh} = \frac{16.495 \times 180}{1000} = 2.97\ \text{kWh} = 2.97\ \text{unit}$$

সুতরাং এক মাসে বিদ্যুৎ বিল = $2.97 \times 5 = 14.85$ টাকা **(Ans.)**

প্রশ্ন ▶২



◀শিখনফল-১১ [রা. বো. ২০১৬]

ক. তড়িচ্চালক শক্তি কাকে বলে? ১

খ. 10 কুলম্ব আধান বলতে কী বুঝ? ২

গ. বর্তনীর তুল্যরোধ নির্ণয় কর। ৩

ঘ. বর্তনীর প্রতিটি রোধের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত তড়িৎ প্রবাহের মান একই হবে কিনা, গাণিতিক যুক্তিসহ বিশ্লেষণ কর। ৪

২ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো তড়িৎ উৎস একক ধনাত্মক আধানকে বর্তনীর এক বিন্দু থেকে উৎসসহ সম্পূর্ণ বর্তনী ঘুরিয়ে আবার ঐ বিন্দুতে আনতে যে পরিমাণ কাজ সম্পন্ন করে, তাকে ঐ উৎসের তড়িচ্চালক শক্তি বলে।

খ 10 কুলম্ব আধান বলতে বুঝায়–

i. কোনো পরিবাহকের মধ্য দিয়ে এক অ্যাম্পিয়ার (1A) প্রবাহ 10 সেকেন্ড ধরে চললে এর যে কোনো প্রস্থচ্ছেদ দিয়ে যে পরিমাণ আধান প্রবাহিত হয় তা 10 কুলম্ব।

ii. কোনো পরিবাহকের মধ্য দিয়ে 10A প্রবাহ 1 সেকেন্ড ধরে চললে এর যেকোনো প্রস্থচ্ছেদ দিয়ে যে পরিমাণ আধান প্রবাহিত হয় তা 10 কুলম্ব।

গ উদ্দীপক হতে পাই,
১ম রোধ, $R_1 = 20\Omega$
২য় রোধ, $R_2 = 20\Omega$
৩য় রোধ, $R_3 = 20\Omega$

R_1 ও R_2 রোধদ্বয় পরস্পর সমান্তরাল থাকায় এদের তুল্যরোধ হলে,

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

বা, $\frac{1}{R_p}=\frac{1}{20}+\frac{1}{20}$

বা, $\frac{1}{R_p}=\frac{2}{20}$

$\therefore R_p = 10\Omega$

R_3 রোধ R_p এর সাথে শ্রেণি সমবায়ে থাকায় তুল্যরোধ,

$R_s = R_3 + R_p = 20 + 10 = 30\Omega$ **(Ans.)**

ঘ দেওয়া আছে,

১ম রোধ, $R_1 = 20\Omega$

২য় রোধ, $R_2 = 20\Omega$

৩য় রোধ, $R_3 = 20\Omega$

'গ' অংশ হতে পাই, বর্তনীর তুল্যরোধ, $R_s = 30\Omega$; বর্তনীর বিভব, $V = 3$ volt

বর্তনীর মূল প্রবাহ I হলে, $I=\frac{V}{R_s}=\frac{3}{30}=0.1A$

ধরি, R_1, R_2 ও R_3 রোধের মধ্য দিয়ে যথাক্রমে I_1 , I_2 ও I_3 তড়িৎ প্রবাহিত হয়েছে।

R_1 ও R_2 রোধের দুই প্রান্তের বিভব পার্থক্য,

$$V_1 = IR_p = 0.1 \times 10 = 1V$$

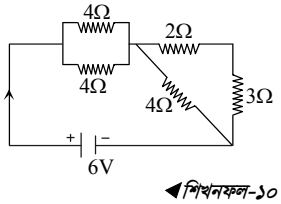
$\therefore R_1$ এর মধ্য দিয়ে তড়িৎ প্রবাহ, $I_1=\frac{V_1}{R_1}=\frac{1}{20}=0.05A$

R_2 এর মধ্য দিয়ে তড়িৎ প্রবাহ, $I_2=\frac{V_1}{R_2}=\frac{1}{20}=0.05$ A

R_3 এর মধ্য দিয়ে তড়িৎ প্রবাহ, $I_3 = I_1 + I_2 = (0.05 + 0.05)A = 0.1A$

R_1 ও R_2 এর মধ্য দিয়ে একই পরিমাণ তড়িৎ প্রবাহিত হবে কিন্তু R_3 এর মধ্য দিয়ে ভিন্ন মানের তড়িৎ প্রবাহিত হবে।

প্রশ্ন ▶৩ নিচের বর্তনীটি লক্ষ কর এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও:



◀ *শিখনফল-১০ ও ১১ [দি. বো. ২০১৬]*

ক. জেনারেটর কাকে বলে? ১

খ. ইন্টারনেটকে সকল নেটওয়ার্কের জননী বলা হয় কেন? ব্যাখ্যা কর। ২

গ. বর্তনীটির তুল্যরোধ নির্ণয় কর। ৩

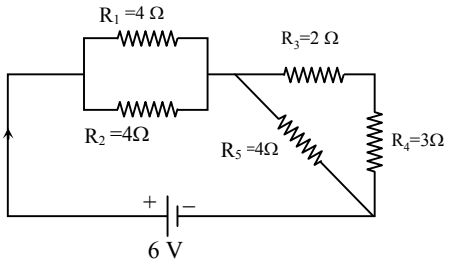
ঘ. সবগুলো রোধ সমান্তরালে থাকলে তড়িৎ প্রবাহের কীরূপ পরিবর্তন হবে? গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে মতামত দাও। ৪

৩ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে তড়িৎ যন্ত্র যান্ত্রিক শক্তিকে তড়িৎ শক্তিতে রূপান্তরিত করে তাকে জেনারেটর বলে।

খ ইন্টারনেট হলো 'নেটওয়ার্কের নেট ওয়ার্ক'। এটি একটি আন্তর্জাতিক নেটওয়ার্ক যা সংযুক্ত করেছে বিভিন্ন দেশের প্রায়, ৪,০০,০০০ এর বেশি ছোট ছোট নেটওয়ার্ককে। ইন্টারনেট হলো এমন একদল নেটওয়ার্ক যা অসংখ্যা কম্পিউটার, মোডেম, টেলিফোন লাইন দিয়ে তৈরি। এসব উপাদান পরস্পরের সাথে ভৌতভাবে সংযুক্ত। এ নেটওয়ার্ক পরস্পরের সাথে যেকোনো অনেকগুলো ছোট ছোট নেটওয়ার্কের সমষ্টি এবং সকলে মিলে একটি একক নেটওযার্কের মত কাজ করে। এ কারণে ইন্টারনেটকে সকল নেটওয়ার্কের জননী বলা হয়।

গ



দেওয়া আছে,

১ম রোধ, $R_1 = 4\Omega$

২য় রোধ, $R_2 = 4\Omega$

৩য় রোধ, $R_3 = 2\Omega$

৪র্থ রোধ, $R_4 = 3\Omega$

৫ম রোধ, $R_5 = 4\Omega$

R_1 ও R_2 রোধদ্বয় সমান্তরালে সংযুক্ত বলে এদের তুল্যরোধ, R_{p_1} হলে,

$$\frac{1}{R_{p_1}}=\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}=\frac{1}{4}+\frac{1}{4}=\frac{2}{4}$$

$\therefore R_{p_1} = 2\Omega$

R_3 ও R_4 রোধদ্বয় শ্রেণিতে যুক্ত থাকায় এদের তুল্যরোধ, R_{s_1} হলে,

$R_{s_1} = R_3 + R_4 = (2 + 3)\Omega = 5\Omega$

R_{s_1} এবং R_5 সমান্তরালে যুক্ত। তাদের তুল্যরোধ R_{p_2} হলে,

$$\frac{1}{R_{p_2}}=\frac{1}{R_{s_1}}+\frac{1}{R_5}=\frac{1}{5}+\frac{1}{4}=\frac{9}{20}$$

$\therefore R_{p_2}=\frac{20}{9}=2.22\Omega$

R_{p_1} ও R_{p_2} শ্রেণিতে যুক্ত থাকায় বর্তনীর তুল্যরোধ,

$R_s = R_{p_1} + R_{p_2} = 2 + 2.22 = 4.22\Omega$ **(Ans.)**

ঘ দেওয়া আছে,

১ম রোধ, $R_1 = 4\Omega$

২য় রোধ, $R_2 = 4\Omega$

৩য় রোধ, $R_3 = 2\Omega$

৪র্থ রোধ, $R_4 = 3\Omega$

৫ম রোধ, $R_5 = 4\Omega$

তড়িচ্চালক শক্তি, E = 6V

'গ' অংশ হতে পাই,

বর্তনীর তুল্যরোধ, $R_s = 4.22\Omega$

$\therefore$ বর্তনীর তড়িৎ প্রবাহ, $I=\frac{E}{R_s}=\frac{6}{4.22}=1.42$ A

সবগুলো রোধ সমান্তরালে থাকলে তুল্যরোধ R_p হলে

$$\frac{1}{R_p}=\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}+\frac{1}{R_3}+\frac{1}{R_4}+\frac{1}{R_5}=\frac{1}{4}+\frac{1}{4}+\frac{1}{2}+\frac{1}{3}+\frac{1}{4}$$

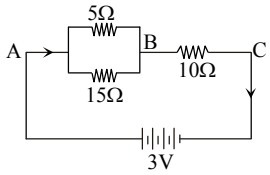
$$=\frac{3+3+6+4+3}{12}=\frac{19}{12}$$

বা, $R_p=\frac{12}{19}=0.63\Omega$

এক্ষেত্রে, তড়িৎ প্রবাহ, $I'=\frac{E}{R_p}=\frac{6}{0.63}=9.52A$

অতএব, সবগুলো রোধ সমান্তরালে থাকলে তড়িৎ প্রবাহ (9.52 – 1.42) = 8.1 A বৃদ্ধি পাবে **(Ans.)**

প্রশ্ন ▶৪



B ও C বিন্দুর মধ্যে বিভব পার্থক্য 2.2V।

◀শিখনফল-১১ [কু. বো. ২০১৬]

ক. তড়িৎ আবেশ কাকে বলে? ১

খ. ঋণাত্মক আধানে আহিত তড়িৎবীক্ষণ যন্ত্রের চাকতির সংস্পর্শে ঋণাত্মক আধানে আহিত বস্তু আনলে কী ঘটে– ব্যাখ্যা কর। ২

গ. 10Ω রোধের মধ্য দিয়ে কী পরিমাণ তড়িৎ প্রবাহিত হবে? ৩

ঘ. রোধক তিনটি বর্তনীতে কীভাবে সংযোগ করলে তুল্যরোধ 7.5 Ω হবে? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

৪ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো অনাহিত বস্তুকে একটি আহিত বস্তুর কাছে এনে স্পর্শ না করে শুধু এর উপস্থিতিতে বস্তুটিকে আহিত করার পদ্ধতিকে তড়িৎ আবেশ বলে।

খ ঋণাত্মক আধানে আহিত তড়িৎবীক্ষণ যন্ত্রের পাতদ্বয়ে ঋণাত্মক আধান থাকায় এরা ফাঁক হয়ে যাবে। এখন চাকতির সংস্পর্শে ঋণাত্মক আধানে আহিত বস্তু আনলে তড়িৎবীক্ষণ যন্ত্রের ফাঁক আরো বেড়ে যাবে। কারণ, আমরা জানি সমধর্মী আধান পরস্পরকে বিকর্ষণ করে এবং এ বিকর্ষণ বলের মান চার্জদ্বয়ের মানের সমানুপাতিক। বস্তু এবং তড়িৎবীক্ষণ যন্ত্রে ঋণাত্মক আধান থাকায় তড়িৎ বীক্ষণ যন্ত্র ঋণাত্মক চার্জের মান পূর্বাপেক্ষা বৃদ্ধি পায়। ফলে তারা পরস্পরকে আরো বেশি বিকর্ষণ করবে, ফলে তড়িৎবীক্ষণ যন্ত্রের পাতদ্বয়ের ফাঁক পূর্বাপেক্ষা বেড়ে যাবে।

গ দেওয়া আছে, B ও C বিন্দুর মধ্যে বিভব পার্থক্য, $V = 2.2$ V
B ও C বিন্দুর মধ্যে রোধ, $R = 10\ \Omega$
তড়িৎ প্রবাহ, $I = ?$

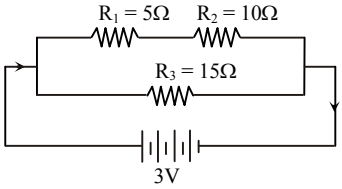
আমরা জানি, $V = IR$

বা, $I = \frac{V}{R} = \frac{2.2}{10} = 0.22$ A **(Ans.)**

বি:দ্র: এখানে উদ্দীপকে উল্লেখিত B ও C বিন্দুদ্বয়ের বিভব পার্থক্যের মান ব্যবহার করে তড়িৎ প্রবাহের মান নির্ণয় করা হয়েছে। উদ্দীপকে উক্ত ডাটাটি প্রয়োজনের অতিরিক্ত হওয়ায় এক্ষেত্রে কেউ যদি মূল বর্তনীর তুল্যরোধ নির্ণয় করে BC অংশের তড়িৎ প্রবাহ নির্ণয় করে, সেক্ষেত্রে প্রাপ্ত মান উপরোক্ত পদ্ধতিতে নির্ণয়কৃত মানের চেয়ে সামান্য পৃথক হলেও তা গ্রহণযোগ্য হবে।

ঘ উদ্দীপক হতে পাই,
১ম রোধ, $R_1 = 5\ \Omega$
২য় রোধ, $R_2 = 10\ \Omega$
৩য় রোধ, $R_3 = 15\ \Omega$

R_1 ও R_2 রোধককে শ্রেণিতে যুক্ত করে এর সাথে R_3 রোধক সমান্তরালে যুক্ত করলে তুল্যরোধ 7.5 হবে। নিচে বর্তনীটি অংকন করা হলো।



R_1 ও R_2 রোধদ্বয় শ্রেণি সমবায়ে যুক্ত থাকায় তাদের তুল্যরোধ R_s হলে,
$R_s = R_1 + R_2 = 5 + 10 = 15\ \Omega$
R_3 রোধ, R_s এর সাথে সমান্তরালে যুক্ত থাকায় তুল্যরোধ R_p হলে,

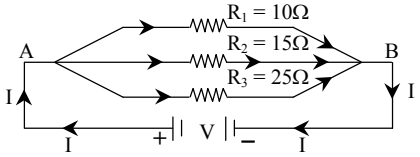
$$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_s} + \frac{1}{R_3}$$

বা, $\frac{1}{R_p} = \frac{1}{15} + \frac{1}{15}$

বা, $\frac{1}{R_p} = \frac{2}{15}$

$\therefore R_p = 7.5\ \Omega$

প্রশ্ন ▶৫



◀শিখনফল-১০ ও ১১ [চ. বো. ২০১৬]

ক. আপেক্ষিক রোধ কাকে বলে? ১

খ. ওহমের সূত্রটি ব্যাখ্যা কর। ২

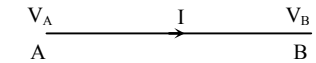
গ. R_1, R_2 এবং R_3 রোধগুলোকে আলাদাভাবে শ্রেণিতে ও সমান্তরাল সন্নিবেশে সংযুক্ত করলে উভয় ক্ষেত্রে তুল্যরোধের মান নির্ণয় কর। ৩

ঘ. সমান্তরাল সন্নিবেশে সংযুক্ত প্রত্যেকটি রোধের বিপরীত রাশির সমষ্টি তুল্যরোধের বিপরীত রাশির সমান– মতামতের ভিত্তিতে যুক্তি দাও। ৪

৫ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় একক দৈর্ঘ্য ও একক প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল বিশিষ্ট কোনো পরিবাহীর রোধকে ঐ তাপমাত্রায় এর উপাদানের আপেক্ষিক রোধ বলে।

খ স্থির তাপমাত্রায় কোনো পরিবাহীর মধ্যদিয়ে প্রবাহিত তড়িৎ এর দুই প্রান্তের বিভব পার্থক্যের সমানুপাতিক।



মনে করি, AB একটি পরিবাহী তার। এর দুই প্রান্তের বিভব যথাক্রমে V_A এবং V_B। যদি $V_A > V_B$ হয়, তাহলে পরিবাহীর দুই প্রান্তের বিভব পার্থক্য হবে, $V = V_A - V_B$ এবং A প্রান্ত থেকে B প্রান্তের দিকে তড়িৎ প্রবাহ চলবে।

এখন, স্থির তাপমাত্রায় ও'মের সূত্রানুসারে,

$I \propto V$ বা, $\frac{V}{I} = R =$ ধ্রুবক।

এই ধ্রুবককে ঐ তাপমাত্রায় ঐ পরিবাহীর রোধ বলে। নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় নির্দিষ্ট পরিবাহীর রোধ ধ্রুব হয়।

গ দেওয়া আছে,
১ম রোধ, $R_1 = 10\Omega$
২য় রোধ, $R_2 = 15\Omega$
৩য় রোধ, $R_3 = 25\Omega$
শ্রেণি সমবায়ে তুল্যরোধ, $R_s = ?$
সমান্তরাল সমবায়ে তুল্যরোধ, $R_p = ?$
আমরা জানি, শ্রেণি সমবায়ের ক্ষেত্রে,

$R_s = R_1 + R_2 + R_3$
$= 10 + 15 + 25$
$= 50\Omega$ **(Ans.)**

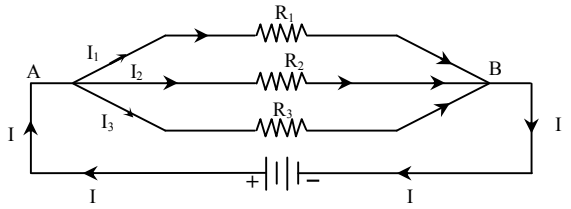
আবার, সমান্তরাল সমবায়ের ক্ষেত্রে,

$$\frac{1}{R_p}=\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}+\frac{1}{R_3}=\frac{1}{10}+\frac{1}{15}+\frac{1}{25}=\frac{31}{150}$$

বা, $R_p=\frac{150}{31}\Omega$

$\therefore R_p = 4.84\Omega$ **(Ans.)**

ঘ



ধরি, R_1, R_2 এবং R_3 রোধ তিনটি উপরের চিত্র অনুসারে সমান্তরাল সন্নিবেশে সংযুক্ত করা হয়েছে। এক্ষেত্রে তিনটি রোধের দুই প্রান্তে একই বিভব পার্থক্য V বজায় আছে। রোধের মানের বিভিন্নতার জন্য তাদের প্রত্যেকের মধ্য দিয়ে আলাদা মানের তড়িৎ প্রবাহিত হচ্ছে। এক্ষেত্রে বর্তনীর মূল প্রবাহ I, A সংযোগ বিন্দুতে এসে তিনটি ভাগে বিভক্ত হয়ে পুনরায় B বিন্দুতে এসে মিলিত হয়েছে। R_1, R_2 ও R_3 রোধের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত তড়িৎ প্রবাহের মান যথাক্রমে I_1, I_2 এবং I_3। সুতরাং সমান্তরাল পথগুলোর প্রবাহ I_1, I_2 ও I_3-এর যোগফল সংযোগ বিন্দু A এর প্রবাহ I এর সমান।

অর্থাৎ, $I = I_1 + I_2 + I_3$ ..... (i)

এক্ষেত্রে, প্রত্যেক রোধের দুই প্রান্তের বিভব পার্থক্য V হওয়ায় ও'মের সূত্র প্রয়োগ করে পাই, $I_1=\frac{V}{R_1}$, $I_2=\frac{V}{R_2}$ এবং $I_3=\frac{V}{R_3}$

(i) নং সমীকরণে, I_1, I_2 ও I_3-এর মান বসিয়ে পাই,

$$I=\frac{V}{R_1}+\frac{V}{R_2}+\frac{V}{R_3}$$

$$=V\left(\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}+\frac{1}{R_3}\right) \text{ ..... (ii)}$$

বর্তনীর তুল্যরোধ R_p হলে, $I=\frac{V}{R_p}$ ..... (iii)

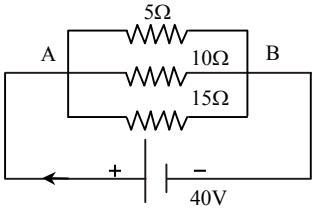
(ii) ও (iii) নং সমীকরণ তুলনা করে পাই,

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

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

অর্থাৎ, সমান্তরাল সন্নিবেশে সংযুক্ত প্রত্যেকটি রোধের বিপরীত রাশির সমষ্টি তুল্যরোধের বিপরীত রাশির সমান।

প্রশ্ন ▶ ৬



◀ *শিখনফল-১১ /সি. বো. ২০১৬/*

ক. আপেক্ষিক রোধ কাকে বলে? ১

খ. টেলিভিশনে ইলেকট্রন গান কীভাবে কাজ করে? ২

গ. বর্তনীর তুল্যরোধ নির্ণয় কর। ৩

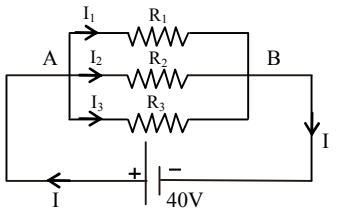
ঘ. রোধগুলোর দুই প্রান্তে বিভব পার্থক্য একই কিন্তু রোধগুলোর মধ্য দিয়ে প্রবাহিত তড়িতের মান ভিন্ন—গাণিতিকভাবে যুক্তি দাও। ৪

৬ নং প্রশ্নের উত্তর

ক নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় একক দৈর্ঘ্য ও একক প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল বিশিষ্ট কোনো পরিবাহীর রোধকে ঐ তাপমাত্রায় এর উপাদানের আপেক্ষিক রোধ বলে।

খ টেলিভিশনের পিকচার টিউবের পিছনের প্রান্তে ইলেকট্রন গান সংযুক্ত থাকে। ভিডিও সংকেত গ্রহণের পর ইলেকট্রন গান সুইয়ের ন্যায় সরু ইলেকট্রন বীম ছুঁড়তে থাকে। টিভির পর্দার প্রতিপ্রভ ফসফরে ইলেকট্রন গান থেকে যখন ইলেকট্রন বীম এসে পড়ে তখন এতে আলোক ঝলকের সৃষ্টি হয়। এ উজ্জ্বল ও অনুজ্জ্বল আলোকবিন্দুর সমন্বয়েই টিভির পর্দায় উজ্জ্বল ও অনুজ্জ্বল আলোকবিন্দু ও ঝলকের সৃষ্টি হয়। এই উজ্জ্বল ও অনুজ্জ্বল আলোকবিন্দুর সমন্বয়েই টিভির পর্দায় ফুটে উঠে ক্যামেরা থেকে পাঠানো ছবি।

গ



বর্তনীতে রোধত্রয় সমান্তরাল সমবায়ে সংযুক্ত আছে। ধরা যাক, R_1, R_2, R_3 রোধত্রয়ের তুল্যরোধ R_p।

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

$$=\frac{1}{5}+\frac{1}{10}+\frac{1}{15}=\frac{11}{30}$$

এখানে,
বর্তনীর রোধত্রয়,
$R_1 = 5\Omega$
$R_2 = 10\Omega$
$R_3 = 15\Omega$

$\therefore R_p=\frac{30}{11}=2.727\Omega$ **(Ans.)**

ঘ এখানে, $R_1 = 5\Omega$, $R_2 = 10\Omega$, $R_3 = 15\Omega$ এবং বিভব $V = 40$V

এখন, প্রত্যেকটি রোধের এক প্রান্ত A প্রান্তের সাথে এবং অপর প্রান্ত B প্রান্তের সাথে যুক্ত। অর্থাৎ প্রত্যেক রোধের দুই প্রান্তের বিভব পার্থক্য, $V_A - V_B = V = 40$V

এখন ধরা যাক, রোধত্রয়ের মধ্যে যথাক্রমে I_1, I_2 এবং I_3 তড়িৎ প্রবাহিত হচ্ছে,

তাহলে, R_1 রোধের ক্ষেত্রে, $V = I_1R_1$

বা, $I_1=\frac{V}{R_1}=\frac{40}{5}=8$A

R_2 রোধের ক্ষেত্রে, $V = I_2R_2$

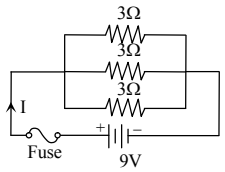
বা, $I_2=\frac{V}{R_2}=\frac{40}{10}=4$A

এবং R_3 রোধের ক্ষেত্রে, $V = I_3R_3$

বা, $I_3=\frac{V}{R_3}=\frac{40}{15}=2.676$ A

অতএব, বলা যাচ্ছে যে বর্তনীটিতে রোধগুলোর দুই প্রান্তের বিভব পার্থক্য একই কিন্তু রোধগুলোর মান ভিন্ন এবং যেহেতু তড়িৎ প্রবাহ রোধের ব্যাস্তানুপাতিক। তাই এদের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত তড়িতের মান ভিন্ন ভিন্ন।

প্রশ্ন ▶ ৭



◀ *শিখনফল-১১ [য. বো. ২০১৬]*

ক. আধান কী? ১

খ. 1 kWh কে জুলে প্রকাশ কর। ২

গ. উদ্দীপকের বর্তনীর তুল্যরোধ কত? ৩

ঘ. রোধের পরিবর্তন না করে বর্তনীটির রোধগুলি কীভাবে সাজালে তড়িৎপ্রবাহ 2A হবে, চিত্রসহ বর্ণনা কর। ৪

৭ নং প্রশ্নের উত্তর

ক পদার্থ সৃষ্টিকারী মৌলিক কণাসমূহের (ইলেকট্রন ও প্রোটন) মৌলিক ও বৈশিষ্ট্যমূলক ধর্মই হচ্ছে আধান।

খ $1\ kWh = 1\ kW \times 1h$

$= 10^3\text{W} \times 3600\text{s} \quad [\because 1\ kW = 10^3\text{W};\ 1h = 3600\text{s}]$

$= 3.6 \times 10^6\ \text{Ws}$

$= 3.6 \times 10^6\ \text{J} \quad [\because 1\ W = 1\ \text{Js}^{-1}]$

গ এখানে,

প্রদত্ত রোধগুলো যথাক্রমে,

$R_1 = 3\Omega$

$R_2 = 3\Omega$

$R_3 = 3\Omega$

R_1, R_2 ও R_3 রোধ তিনটি সমান্তরাল সন্নিবেশে যুক্ত আছে। রোধ তিনটির তুল্যরোধ R_p হলে,

$$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} = \frac{1}{3} + \frac{1}{3} + \frac{1}{3} = \frac{3}{3}$$

বা, $\frac{1}{R_p} = 1$

$\therefore R_p = 1\Omega$ **(Ans.)**

ঘ এখানে,

বর্তনীর তড়িচ্চালক বল, $E = 9\text{V}$

তড়িৎ প্রবাহ, $I = 2\text{A}$

তুল্যরোধ, $R' = ?$

আমরা জানি, $E = IR'$

$$R' = \frac{E}{I} = \frac{9}{2} = 4.5\ \Omega$$

এখন 3Ω এর দুটি রোধকে সমান্তরালে যুক্ত করলে তুল্যরোধ $\frac{3}{2} = 1.5\Omega$। এর সাথে অবশিষ্ট 3Ω রোধকে সমান্তরালে যুক্ত করলে মোট বর্তনীর রোধ $(3 + 1.5) = 4.5\Omega$ হবে।

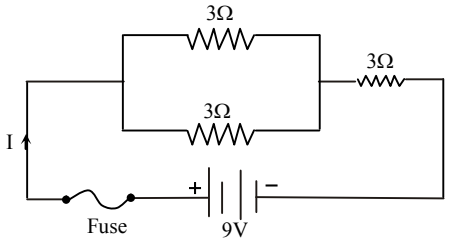
বর্তনীর তুল্যরোধ, $R_x = (R_1 \,||\, R_2) + R_3$

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

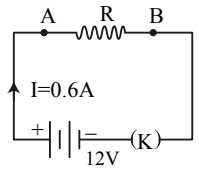
$$= \left(\frac{1}{3} + \frac{1}{3}\right)^{-1} + 3$$

$$= 4.5\ \Omega$$

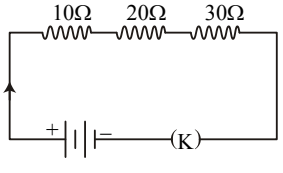
এক্ষেত্রে বর্তনীটি হবে নিম্নরূপ:



প্রশ্ন ▶ ৮



চিত্র-ক



চিত্র-খ

◀ *শিখনফল-৫ ও ১০ [রা. বো. ২০১৫]*

ক. তড়িৎ আবেশ কী? ১

খ. তাপমাত্রা বৃদ্ধি করলে পরিবাহীর রোধ বৃদ্ধি পায় কেন? ব্যাখ্যা কর। ২

গ. "ক" চিত্র থেকে রোধের মান নির্ণয় কর। ৩

ঘ. "খ" নং চিত্রের রোধগুলোকে সমান্তরাল সন্নিবেশে যুক্ত করে $R_s > R_P$ সম্পর্কটির যৌক্তিকতা চিত্রসহ বিশ্লেষণ কর। ৪

৮ নং প্রশ্নের উত্তর

ক একটি আহিত বস্তুর কাছে এনে স্পর্শ না করে শুধু এর উপস্থিতিতে কোনো অনাহিত বস্তুকে আহিত করার পদ্ধতিকে তড়িৎ আবেশ বলে।

খ তাপ দিলে পরিবাহীর অনুগুলোর কম্পন বেড়ে যায়। তাছাড়া তাপমাত্রা বাড়লে পরিবাহকের মুক্ত ইলেকট্রনগুলো উত্তেজিত হয় বলে এদের গতিশক্তি বৃদ্ধি পায় এবং পরিবাহীর মধ্য দিয়ে চলার সময় পরিবাহীর অণুগুলোর সাথে সংঘর্ষে লিপ্ত হয়। ফলে, প্রবাহ চলার পথে বাধার সৃষ্টি করে এবং রোধ বৃদ্ধি পায়।

গ আমরা জানি,

$V = IR$

বা, $R = \frac{V}{I} = \frac{12\text{V}}{0.6\text{A}}$

$= 20\ \Omega$

$\therefore R = 20\Omega$ **(Ans.)**

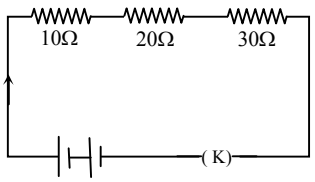
এখানে,

বিভব পার্থক্য, $V = 12\text{V}$

তড়িৎ প্রবাহ, $I = 0.6\text{A}$

রোধ, $R = ?$

ঘ শ্রেণি সমবায়ের ক্ষেত্রে বর্তনীটি হবে নিম্নরূপ :



$\therefore$ শ্রেণি সমবায়ে তুল্যরোধ, R_s হলে,

$R_s = R_1 + R_2 + R_3$

$= 10\Omega + 20\Omega + 30\Omega$

$= 60\Omega$

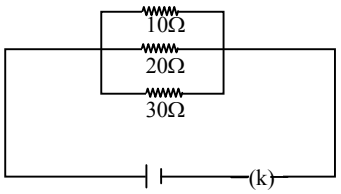
এখানে,

১ম রোধ, $R_1 = 10\Omega$

২য় রোধ, $R_2 = 20\Omega$

৩য় রোধ, $R_3 = 30\Omega$

সমান্তরাল সমবায়ের ক্ষেত্রে বর্তনীটি হবে নিম্নরূপ:



∴ সমান্তরাল সমবায়ে তুল্যরোধ R_P হলে,

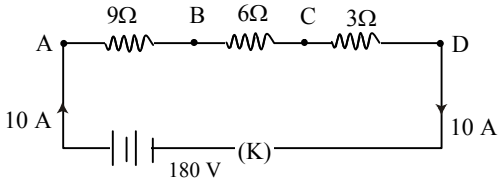
$$\frac{1}{R_P}=\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}+\frac{1}{R_3}=\left(\frac{1}{10}+\frac{1}{20}+\frac{1}{30}\right)\Omega^{-1}$$

$$=\left(\frac{6+3+2}{60}\right)\Omega^{-1}=\frac{11}{60}\Omega^{-1}$$

$$\therefore R_P=\frac{60}{11}\Omega$$

∴ $R_s > R_P$ অর্থাৎ শ্রেণি সমবায়ে তুল্যরোধ > সমান্তরাল সমবায়ে তুল্যরোধ।

প্রশ্ন ▶৯



◀ শিখনফল-৫ ও ১১ [চ. বো. ২০১৫]

ক. তড়িৎ প্রবাহ কাকে বলে? ১

খ. তড়িৎক্ষেত্রের সকল বিন্দুতে তীব্রতা সমান নয় কেন? ২

গ. উল্লিখিত বর্তনীর A ও B বিন্দুর বিভব পার্থক্য নির্ণয় কর। ৩

ঘ. বর্তনীর ভোল্টেজ স্থির রেখে উল্লেখিত রোধগুলোকে সমান্তরালে যুক্ত করলে বর্তনীর প্রবাহমাত্রার কী পরিবর্তন হবে? গাণিতিক যুক্তিসহ বিশ্লেষণ কর। ৪

৯ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো পরিবাহীর প্রস্থচ্ছেদের মধ্য দিয়ে লম্বভাবে প্রতি সেকেন্ডে যে পরিমাণ আধান অতিক্রম করে তাকে তড়িৎপ্রবাহ বলে।

খ তড়িৎক্ষেত্র সৃষ্টিকারী চার্জ থেকে যত দূরে যাওয়া যায় তড়িৎ বলরেখাগুলো অপসারী হতে থাকে। অর্থাৎ বলরেখাগুলো পরস্পর থেকে দূরে সরে যেতে থাকে। ফলে বলরেখার সাথে লম্বভাবে অবস্থিত একক ক্ষেত্রফলের মধ্যদিয়ে অতিক্রান্ত বলরেখার সংখ্যা কমতে থাকে। তড়িৎ তীব্রতা বলরেখার সাথে লম্বভাবে অবস্থিত একক ক্ষেত্রফলের মধ্যদিয়ে অতিক্রান্ত বলরেখার সংখ্যার সমানুপাতিক। একারণে তড়িৎক্ষেত্র সৃষ্টিকারী চার্জ থেকে যত দূরে যাওয়া যায় তীব্রতার মান তত কমতে থাকে। ফলে তড়িৎক্ষেত্রের সব বিন্দুতে তড়িৎ তীব্রতা সমান হয় না।

গ এখানে, বর্তনীর A ও B বিন্দুর মধ্যকার রোধ, R = 9Ω

AB অংশের মধ্য দিয়ে তড়িৎপ্রবাহ, I = 10A

বর্তনীর A ও B বিন্দুর মধ্যকার বিভব পার্থক্য, V = ?

ওহমের সূত্র হতে আমরা জানি,

V = IR = 10A × 9Ω = 90 volt **(Ans.)**

ঘ উদ্দীপকের বর্তনীর রোধসমূহ $R_1 = 9\Omega$, $R_2 = 6\Omega$, $R_3 = 3\Omega$

এদেরকে সমান্তরালে যুক্ত করায় তুল্যরোধ R_P হলে,

$$\frac{1}{R_P}=\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}+\frac{1}{R_3}=\frac{1}{9\Omega}+\frac{1}{6\Omega}+\frac{1}{3\Omega}=\frac{2+3+6}{18\Omega}=\frac{11}{18\Omega}$$

$$\therefore R_P=\frac{18\Omega}{11}=1.636\,\Omega$$

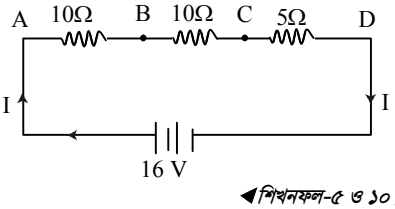
কোষের তড়িচ্চালক বল, E = 180V

সুতরাং সমান্তরাল সমবায়ের ক্ষেত্রে,

বর্তনীর মধ্য দিয়ে তড়িৎপ্রবাহের মান, $I=\frac{E}{R_P}=\frac{180V}{1.636\Omega}=110A$

অতএব, বর্তনীর প্রবাহমাত্রার পরিবর্তন = 110A – 10A = 100A (বৃদ্ধি পাবে)

প্রশ্ন ▶১০



◀ শিখনফল-৫ ও ১০ [চ. বো. ২০১৫]

ক. তড়িৎবীক্ষণ যন্ত্র কাকে বলে? ১

খ. বাড়ির বৈদ্যুতিক যন্ত্রপাতি নিরাপদ রাখার জন্য কী ব্যবস্থা গ্রহণ করা উচিত? ব্যাখ্যা কর। ২

গ. C ও D এর বিভব পার্থক্য নির্ণয় কর। ৩

ঘ. রোধগুলোকে কীভাবে সংযুক্ত করলে বর্তনীর প্রবাহমাত্রা 2.5 গুণ হবে? চিত্রসহ বিশ্লেষণ কর। ৪

১০ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে যন্ত্রের সাহায্যে কোনো বস্তুতে আধানের অস্তিত্ব ও প্রকৃতি নির্ণয় করা যায় তাকে তড়িৎবীক্ষণ যন্ত্র বলে।

খ বাড়ির বৈদ্যুতিক যন্ত্রপাতি নিরাপদ রাখার জন্য যে সকল ব্যবস্থা গ্রহণ করা উচিত সেগুলো হলো:

১. সার্কিট ব্রেকার; ২. ফিউজ; ৩. সুইচের সঠিক সংযোগ; ৪. ভূ-সংযোগ তার

গ দেওয়া আছে, বর্তনীর রোধসমূহ, $R_1 = 10\Omega$, $R_2 = 10\Omega$, $R_3 = 5\Omega$

ব্যাটারীর তড়িচ্চালক বল, E = 16 V

বের করতে হবে, C ও D এর বিভব পার্থক্য, V_{CD} = ?

রোধগুলো শ্রেণি সমবায়ে যুক্ত থাকায় এদের তুল্যরোধ,

$R_S = R_1 + R_2 + R_3 = 10\Omega + 10\Omega + 5\Omega = 25\Omega$

∴ বর্তনীর তড়িৎপ্রবাহ, $I=\frac{E}{R_s}=\frac{16V}{25\Omega}=0.64A$

সুতরাং C ও D এর বিভব পার্থক্য, $V_{CD} = IR_{CD} = IR_3$

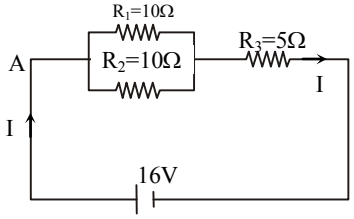
$= 0.64A \times 5\Omega$

$= 3.2$ volt **(Ans.)**

ঘ বর্তনীর প্রবাহমাত্রা পূর্বের তুলনায় 2.5 গুণ হতে হলে বর্তনীর তুল্যরোধ পূর্বের $\frac{1}{2.5}$ বা, 0.4 গুণ হতে হবে অর্থাৎ পরিবর্তিত অবস্থায়,

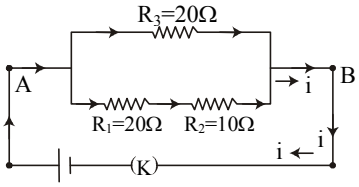
বর্তনীর তুল্যরোধ, $R_{eq} = R_s \times 0.4 = 25\Omega \times 0.4 = 10\Omega$

10Ω মানের তুল্যরোধ পাওয়া যাবে যদি, $R_1 = 10\Omega$ ও $R_2 = 10\Omega$ রোধদ্বয়কে সমান্তরালে যুক্ত করে এদের সাথে, $R_3 = 5\Omega$ রোধকে শ্রেণিতে যুক্ত করতে হবে।



এমতাবস্থায়,
R_1 ও R_2 এর তুল্যরোধ R_P হলে,
$\frac{1}{R_P}=\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}=\frac{1}{10\Omega}+\frac{1}{10\Omega}=\frac{1+1}{10\Omega}=\frac{2}{10\Omega}=\frac{1}{5\Omega}$
$\therefore R_P = 5\Omega$
R_p ও R_3 শ্রেণিতে যুক্ত থাকায় সামগ্রিক তুল্যরোধ,
$R_{eq} = R_p + R_3 = 5\Omega + 5\Omega = 10\Omega$
সুতরাং রোধগুলোকে উপরের চিত্রের ন্যায় সংযুক্ত করলে বর্তনীর প্রবাহমাত্রা 2.5 গুণ হবে।

প্রশ্ন ▶ ১১



◀ *শিখনফল-১০ ও ১১ [সি. বো. ২০১৫]*

ক. ওহমের সূত্রটি লিখ। ১
খ. তড়িৎ বর্তনীতে সার্কিট ব্রেকারের ভূমিকা কী? ২
গ. বর্তনীটির তুল্যরোধ নির্ণয় কর। ৩
ঘ. R_1, R_2 ও R_3 এর সমন্বয় কীভাবে বর্তনীর তুল্যরোধ 20Ω পাওয়া যাবে? গাণিতিক যুক্তির মাধ্যমে বিশ্লেষণ কর। ৪

১১ নং প্রশ্নের উত্তর

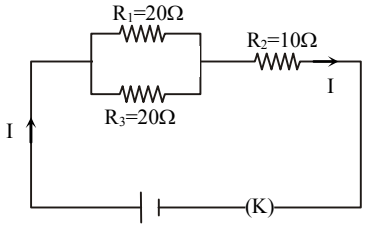
ক তাপমাত্রা স্থির থাকলে কোনো পরিবাহীর মধ্য দিয়ে তড়িৎপ্রবাহের মান এর দুপ্রান্তের বিভব পার্থক্যের সমানুপাতিক ইহাই ওহমের সূত্র।

খ তড়িৎ বর্তনীতে নিরাপত্তামূলক কৌশল হিসেবে সার্কিট ব্রেকার ব্যবহার করা হয়। এটি সাধারণত বাড়ির সম্মুখ দরজার আশেপাশে স্থাপন করা হয়। যখন কোনো বর্তনীতে নির্দিষ্ট মানের অধিক তড়িৎ প্রবাহিত হয় তখন সার্কিট ব্রেকার বর্তনীর তড়িৎ সরবরাহ বন্ধ করে দেয়। সার্কিট ব্রেকার বাড়ির কোনো নির্দিষ্ট অংশের তড়িৎ সরবরাহ বিচ্ছিন্ন করে। বর্তনীতে সার্কিট ব্রেকার না থাকলে অতিরিক্ত তড়িৎ প্রবাহের জন্য বাড়ির তড়িৎ সরঞ্জাম বিনষ্ট হয়ে যেতে পারে, এমনকি অগ্নিকাণ্ডও ঘটতে পারে।

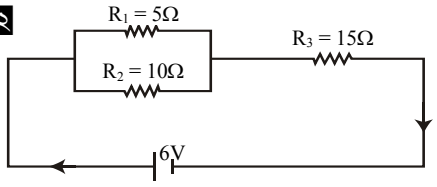
গ এখানে বর্তনীর রোধসমূহ, $R_1 = 20\Omega$, $R_2 = 10\Omega$, $R_3 = 20\Omega$
তুল্যরোধ, $R_{eq} = ?$
R_1 ও R_2 শ্রেণি সমবায়ে যুক্ত বিধায় এদের তুল্যরোধ,
$R_s = R_1 + R_2 = 20\Omega + 10\Omega = 30\Omega$
R_s ও R_3 সমান্তরাল সমবায়ে যুক্ত বিধায় এদের তুল্যরোধ R_p হলে,
$\frac{1}{R_p}=\frac{1}{R_s}+\frac{1}{R_3}=\frac{1}{30\Omega}+\frac{1}{20\Omega}=\frac{2+3}{60\Omega}=\frac{5}{60\Omega}$
$\therefore R_p=\frac{60\Omega}{5}=12\Omega$
সুতরাং সমগ্র বর্তনীর তুল্যরোধ, $R_{eq} = 12\Omega$ **(Ans.)**

ঘ উদ্দীপকমতে, $R_1 = 20\Omega$, $R_2 = 10\Omega$, $R_3 = 20\Omega$
R_1, R_2 ও R_3 এর সমন্বয়ে বর্তনীর তুল্যরোধ 20Ω পাওয়া যাবে যদি R_1 ও R_3 সমান্তরালে যুক্ত করা হয় এবং এ সমান্তরাল সমবায়ের সাথে R_2 শ্রেণি সমবায়ে যুক্ত করা হয়।

গাণিতিক বিশ্লেষণ নিম্নরূপ :
R_1 ও R_3 তুল্যরোধ R_p হলে,
$\frac{1}{R_p}=\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_3}=\frac{1}{20\Omega}+\frac{1}{20\Omega}=\frac{1+1}{20\Omega}=\frac{2}{20\Omega}=\frac{1}{10\Omega}$
$\therefore R_p = 10\Omega$
R_p ও R_2 শ্রেণি সমবায়ে যুক্ত বিধায় এদের তুল্যরোধ,
$R_s = R_p + R_2 = 10\Omega + 10\Omega = 20\Omega$ (কাঙ্ক্ষিত তুল্যরোধ)
সংশ্লিষ্ট বর্তনী নিম্নরূপ:



প্রশ্ন ▶ ১২



উপরের চিত্রটি দেখে প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও:

◀ *শিখনফল-৫ ও ১০*

ক. তড়িচ্চালক শক্তি কাকে বলে? ১
খ. একটি তারকে টেনে সুষমভাবে লম্বা করলে এর রোধের কী পরিবর্তন হবে? ব্যাখ্যা কর। ২
গ. বর্তনীর তুল্যরোধ নির্ণয় কর। ৩
ঘ. R_1 ও R_3 এর রোধ পরিবর্তন করে যথাক্রমে অসীম ও শূন্য মানের রোধ ব্যবহার করলে প্রবাহের কী পরিবর্তন হবে বর্তনী এঁকে তা বিশ্লেষণ কর। ৪

১২ নং প্রশ্নের উত্তর

ক এক কুলম্ব আধানকে কোষ সমেত কোনো বর্তনীর এক বিন্দু থেকে সম্পূর্ণ বর্তনী ঘুরিয়ে আবার ঐ বিন্দুতে আনতে যে কাজ সম্পন্ন হয় অর্থাৎ তড়িৎ কোষ যে তড়িৎ শক্তি সরবরাহ করে, তাকে ঐ কোষের তড়িচ্চালক শক্তি বলে।

খ একটি তারকে সুষমভাবে টেনে লম্বা করলে রোধের দৈর্ঘ্যের সূত্রানুসারে রোধ পরিবাহকের দৈর্ঘ্যের সাথে সমানুপাতিক হারে বৃদ্ধি পাবে। আবার পরিবাহকটিকে টেনে লম্বা করার ফলে এর প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল কমে। ফলে প্রস্থচ্ছেদের সূত্রানুসারে পরিবাহকের রোধ প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফলের সাথে ব্যস্তানুপাতে পরিবর্তিত হয়। অতএব তারটিকে টেনে সুষমভাবে লম্বা করলে এর রোধ বৃদ্ধি পাবে। যেমন কোনো তারকে টেনে লম্বা করে এর দৈর্ঘ্য আদি দৈর্ঘ্যের তিনগুণ করলে প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল পূর্বমানের এক-তৃতীয়াংশ হওয়ায় রোধ পূর্বের তুলনায় (3×3) বা 9 গুণ হবে।

গ এখানে, রোধ R_1 ও R_2 সমান্তরাল সমবায়ে আছে, সুতরাং R_1 ও R_2 এর তুল্যরোধ R_p হলে,

$\frac{1}{R_p}=\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}$
$=\frac{1}{5\Omega}+\frac{1}{10\Omega}=\frac{3}{10\Omega}$
বা, $R_p=\frac{10}{3}\Omega$

এখানে,
১ম রোধ, $R_1 = 5\Omega$
২য় রোধ, $R_2 = 10\Omega$
৩য় রোধ, $R_3 = 15\Omega$

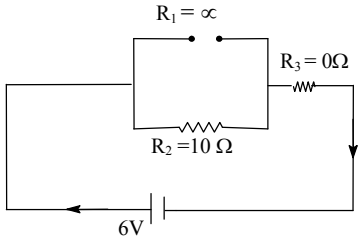
আবার, R_p এর সাথে R_3 শ্রেণি সমবায়ে আছে, সুতরাং R_p ও R_3 এর তুল্যরোধ R_s হলে,

$$R_S = R_p + R_3$$
$$= \frac{10}{3\Omega} + 15\ \Omega$$
$$= \frac{55}{3}\Omega$$

$\therefore R_S = 18.33\Omega$

সুতরাং বর্তনীর তুল্যরোধ 18.33Ω।

ঘ



যখন $R_1 = 5\Omega$ এবং $R_3 = 15\Omega$ বর্তনীতে যুক্ত ছিল তখন বর্তনীর তড়িৎ প্রবাহ, $I_1 = \frac{V}{R_s} = \frac{6}{18.33} = 0.33A$

যখন $R_1 = \infty$ এবং $R_3 = 0$ করা হয় তখন বর্তনীর মধ্যে শুধু R_2 রোধ ক্রিয়াশীল যা তড়িৎ প্রবাহে বাধা দেয়। এক্ষেত্রে বর্তনীর তড়িৎ প্রবাহ $I_2 = \frac{V}{R_2} = \frac{6}{10} = 0.6A$। অর্থাৎ R_1 ও R_3 এর রোধ পরিবর্তন করে যথাক্রমে অসীম ও শূন্য মানের রোধ ব্যবহার করলে তড়িৎ প্রবাহ বেড়ে যায়।

প্রশ্ন ▶১৩ একটি নির্দিষ্ট বিভব পার্থক্যে একটি রোধের মধ্য দিয়ে একটি নির্দিষ্ট মাত্রায় তড়িৎ প্রবাহ চলছে। রোধটির সাথে 12 Ω এর একটি রোধ শ্রেণিতে যুক্ত করায় তড়িৎ প্রবাহ 5 ঃ 3 অনুপাতে পরিবর্তিত হলো। *◀শিখনফল-৫ ও ১২*

ক. রোধের দৈর্ঘ্যের সূত্রটি লিখ। ১

খ. পরিবাহির রোধ 12 Ω বলতে কী বোঝায়? ২

গ. বর্তনীর প্রাথমিক রোধ নির্ণয় কর। ৩

ঘ. বর্তনীতে রোধ যুক্ত করার ফলে শক্তি ব্যয়ের হারের কীরূপ পরিবর্তন হয়েছে গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

১৩ নং প্রশ্নের উত্তর

ক নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় নির্দিষ্ট উপাদানের পরিবাহীর প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল স্থির থাকলে পরিবাহীর রোধ এর দৈর্ঘ্যের সমানুপাতিক।

খ আমরা জানি, কোনো পরিবাহীর রোধ হচ্ছে এর দু'প্রান্তে প্রযুক্ত বিভব ও এর মধ্য দিয়ে তড়িৎ প্রবাহের অনুপাত। সুতরাং পরিবাহির রোধ 12 Ω বলতে বোঝায়- পরিবাহীর দু'প্রান্তে প্রযুক্ত বিভব ও এর মধ্য দিয়ে প্রবাহ মাত্রার অনুপাত হবে 12।

গ ধরা যাক, বর্তনীর প্রাথমিক রোধ, R_1

এর সাথে 12 Ω শ্রেণিতে যুক্ত করায় তুল্যরোধ, $R_2 = R_1 + 12\ \Omega$

পরিবাহীর দু'প্রান্তের বিভব পার্থক্য V হলে প্রাথমিক অবস্থায় তড়িৎ প্রবাহ,

$$I_1 = \frac{V}{R_1}$$

রোধ যুক্ত করার পর তড়িৎ প্রবাহ,

$$I_2 = \frac{V}{R_2}$$

সুতরাং

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{V}{R_1} / \frac{V}{R_2} = \frac{R_2}{R_1} = \frac{R_1 + 12\ \Omega}{R_1}$$

শর্তমতে, $\frac{I_1}{I_2} = \frac{5}{3}$

$$\therefore \quad \frac{R_1 + 12\ \Omega}{R_1} = \frac{5}{3}$$

বা, $5\ R_1 = 3\ R_1 + 36\ \Omega$

বা, $2\ R_1 = 36\ \Omega$

$\therefore \quad R_1 = 18\ \Omega$

ঘ বর্তনীতে রোধ যুক্ত করার পূর্বে শক্তি ব্যয়ের হার বা ক্ষমতা,

$$P_1 = \frac{V^2}{R_1}$$

এবং রোধ যুক্ত করার পরে শক্তি ব্যয়ের হার বা ক্ষমতা,

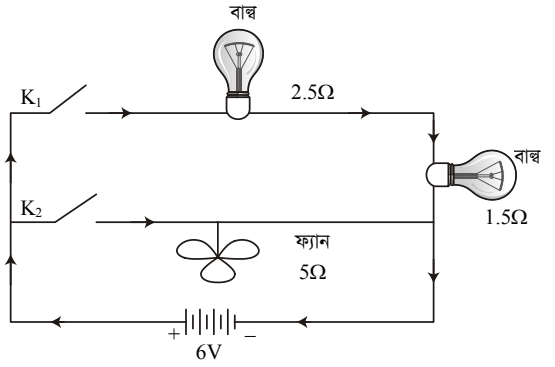
$$P_2 = \frac{V^2}{R_2}$$

সুতরাং

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{V^2}{R_1} / \frac{V^2}{R_2} = \frac{R_2}{R_1} = \frac{R_1 + 12\ \Omega}{R_1} = \frac{18\ \Omega + 12\ \Omega}{18\ \Omega} = \frac{30\ \Omega}{18\ \Omega} = \frac{5}{3}$$

সুতরাং রোধ যুক্ত করার ফরে শক্তি ব্যয়ের হার বা ক্ষমতা 5 ঃ 3 অনুপাতে পরিবর্তিত হবে।

প্রশ্ন ▶১৪



চিত্রে তিনটি বৈদ্যুতিক উপকরণের সন্নিবেশ দেখানো হয়েছে। *◀শিখনফল-৫ ও ১৫*

ক. নিরপেক্ষ তারের বিভব কত? ১

খ. পরিবাহী, অপরিবাহী এবং অর্ধ পরিবাহী পদার্থ কাকে বলে? ২

গ. উদ্দীপকে প্রদত্ত বর্তনীটির মোট তড়িৎ প্রবাহ নির্ণয় কর। (K_1 ও K_2 সংযোগ থাকা অবস্থায়।) ৩

ঘ. বর্তনীটির ব্যবহারের অসুবিধা উল্লেখ করে গৃহস্থালীতে ব্যবহার উপযোগী একটি সঠিক বর্তনী অঙ্কন কর এবং উহার সুবিধা সম্পর্কে তোমার মতামত উপস্থাপন কর। ৪

১৪ নং প্রশ্নের উত্তর

ক নিরপেক্ষ তারের বিভব শূন্য।

খ **পরিবাহী:** যে সকল পদার্থের মধ্য দিয়ে খুব সহজেই তড়িৎপ্রবাহ চলতে পারে তাদেরকে পরিবাহী বলে। যেমন— তামা, রূপা, অ্যালুমিনিয়াম প্রভৃতি।

অপরিবাহী: যে সকল পদার্থের মধ্য দিয়ে তড়িৎপ্রবাহ চলতে পারে না তাদেরকে অপরিবাহী বা অন্তরক পদার্থ বলে। যেমন— প্লাস্টিক, রাবার, কাঠ, কাচ ইত্যাদি।

অর্ধপরিবাহী: যে সকল পদার্থের তড়িৎ পরিবহন ক্ষমতা সাধারণ তাপমাত্রায় পরিবাহী এবং অপরিবাহী পদার্থের মাঝামাঝি সে সকল পদার্থকে অর্ধপরিবাহী বলে। যেমন জার্মেনিয়াম, সিলিকন ইত্যাদি।

গ বর্তনীতে বাল্ব দুটি শ্রেণি সন্নিবেশে এবং ফ্যান সমান্তরালে সন্নিবেশে সংযুক্ত করা হয়েছে।

এখানে, প্রথম বাল্বের রোধ, $R_1 = 2.5\Omega$

দ্বিতীয় বাল্বের রোধ, $R_2 = 1.5\Omega$

ফ্যানের রোধ, $R_3 = 5\Omega$

ধরি বর্তনীর তুল্যরোধ $= R$

$$\therefore \frac{1}{R} = \frac{1}{R_1 + R_2} + \frac{1}{R_3}$$

$$= \frac{1}{2.5\Omega + 1.5\Omega} + \frac{1}{5\Omega}$$

$$= \frac{1}{4\Omega} + \frac{1}{5\Omega} = \frac{5+4}{20\Omega}$$

$$= \frac{9}{20\Omega}$$

$$\therefore R = \frac{20\Omega}{9}$$

দেওয়া আছে, বিভব, $V = 18V$

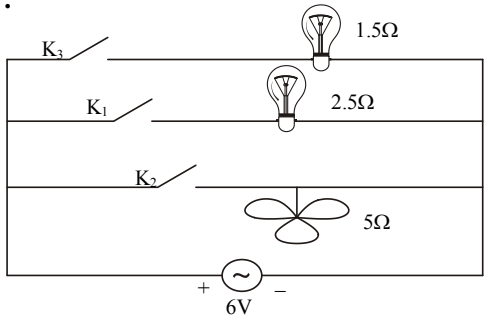
সুতরাং, বর্তনীতে তড়িৎ প্রবাহ, $I = \frac{V}{R} = \frac{6V}{\frac{20}{9}\Omega}$

$$= 2.7A$$

$\therefore$ বর্তনীর মোট তড়িৎ প্রবাহ 2.7A হবে।

ঘ **বর্তনীর ত্রুটি :** প্রদত্ত বর্তনীতে বাল্ব দুটো অনুক্রমিকভাবে সন্নিবেশ করা হয়েছে। এক্ষেত্রে যে কোনো একটি বাল্ব ফিউজ হয়ে গেলে অথবা সংযোগ বিচ্ছিন্ন করলে অপর বাল্বটি জ্বলবে না।

নিম্নে গৃহস্থালীতে ব্যবহারোপযোগী একটি সঠিক বর্তনী অঙ্কন করা হলো :



অঙ্কিত বর্তনীতে প্রত্যেকটি বৈদ্যুতিক উপকরণ পরস্পর সমান্তরাল সন্নিবেশে সংযুক্ত করা হয়েছে, ফলে প্রত্যেক বৈদ্যুতিক উপকরণকে পৃথকভাবে ব্যবহার করা সম্ভব হয়।

এক্ষেত্রে কোনো একটি বর্তনী উপাদান নষ্ট হয়ে গেলেও অপরগুলো স্বতন্ত্রভাবে কাজ করতে থাকবে। প্রতিটি উপাদান পূর্ণ বিভব পার্থক্যে পূর্ণ ক্ষমতায় কাজ করতে সক্ষম হবে। ফলে বাল্বগুলো পূর্বের তুলনায় অধিকতর উজ্জ্বলভাবে জ্বলবে। বর্তনীর প্রতিটি শাখায় আলাদাভাবে সুইচ এবং ফিউজ ব্যবহার করা সম্ভব হবে।

প্রশ্ন ▶১৫ আবুলদের বাসায় তিনটি বাতির গায়ে যথাক্রমে 100W–220V, 60W –220V এবং 40W–220V লেখা আছে। বাতি তিনটি প্রতিদিন ছয় ঘণ্টা করে জ্বলে। প্রতি 3.6×10^6J বিদ্যুৎ এর দাম 5.0 টাকা।

◀শিখনফল-৫ ও ১২

ক. বিভব পার্থক্য কাকে বলে? ১

খ. তড়িৎ বর্তনীতে সার্কিট ব্রেকারের কাজ ব্যাখ্যা কর। ২

গ. তৃতীয় বাতির মধ্যদিয়ে কী পরিমাণ তড়িৎ প্রবাহিত হবে নির্ণয় কর। ৩

ঘ. আগস্ট মাসে আবুলদের বাতির বিদ্যুৎ বিলের পরিমাণ 200 টাকা হবে কি না? গাণিতিক ব্যাখ্যাসহ মতামত দাও। ৪

১৫ নং প্রশ্নের উত্তর

ক একক ধনাত্মক আধানকে বর্তনীর এক বিন্দু থেকে অপর বিন্দুতে স্থানান্তর করতে যে পরিমাণ কাজ সম্পন্ন হয় তাকে ঐ দুই বিন্দুর বিভব পার্থক্য বলে।

খ অতিরিক্ত তড়িৎ প্রবাহ গিয়ে যাতে তড়িৎ উপকরণ নষ্ট করতে না পারে সে উদ্দেশ্যে তড়িৎ বর্তনীতে সার্কিট ব্রেকার ব্যবহার করা হয়।

কোনো তড়িৎ উপকরণের মধ্যদিয়ে মাত্রাতিরিক্ত প্রবাহ অতিক্রম করলে I^2R লসের দরুন এতে তাপ উৎপন্ন হয় এবং তাপমাত্রা বৃদ্ধি পায়। এতে উপকরণটি নষ্ট হয়ে যাওয়ার সম্ভাবনা থাকে। এরূপ দুর্ঘটনা যাতে না ঘটে সেজন্য সার্কিট ব্রেকার ব্যবহার করা হয়। সার্কিট ব্রেকারের অভ্যন্তরে একটি রিলে থাকে। রিলে মাত্রাতিরিক্ত তড়িৎপ্রবাহ অনুধাবন করতে সক্ষম। অতিরিক্ত তড়িৎপ্রবাহের ক্ষেত্রে রিলে তাড়িত চৌম্বক যান্ত্রিক পদ্ধতিতে কাজ করে বর্তনীর সুইচ খুলে দেয়। তখন বর্তনীটি খুলে যায় এবং এর মধ্যদিয়ে তড়িৎপ্রবাহ বন্ধ হয়ে যায়। এভাবেই সার্কিট ব্রেকার কাজ করে।

গ এখানে,

তৃতীয় বাতির ক্ষমতা, $P = 40W$

প্রান্তীয় বিভব পার্থক্য, $V = 220V$

তড়িৎপ্রবাহ, $I = ?$

আমরা জানি, $P = VI$

বা, $I = \frac{P}{V} = \frac{40W}{220V} = 0.182$ A **(Ans.)**

ঘ আবুলদের বাতি তিনটির ক্ষমতা যথাক্রমে

$P_1 = 100W, P_2 = 60W, P_3 = 40W$

আগস্ট মাসে প্রতিটি বাতির মোট জ্বলন-ঘণ্টা,

$t = 6hr/day \times 31\ day = 186\ hr$

$\therefore$ বাতি তিনটি দ্বারা আগস্ট মাসে ব্যয়িত মোট বিদ্যুৎ শক্তি—

$$= \frac{P_1 t}{1000} + \frac{P_2 t}{1000} + \frac{P_3 t}{1000} = (P_1 + P_2 + P_3)\frac{t}{1000}$$

$$= \frac{100 + 60 + 40}{1000}\ kW \times 186\ hr = 37.2\ kWh$$

যেহেতু প্রতি kWh বা 3.6×10^6J বিদ্যুৎ এর দাম 5 টাকা

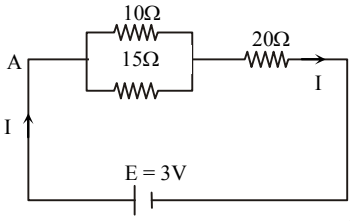
$\therefore$ আগস্ট মাসে আবুলদের বৈদ্যুতিক বিল

$= 37.2\ kWh \times 5tk/kWh$

$= 186\ tk < 200tk$

সুতরাং, আগস্ট মাসে আবুলদের বাতির বিদ্যুৎ বিলের পরিমাণ 200tk হবে না।

প্রশ্ন ▶১৬



◀শিখনফল-১১ ও ৫

ক. অর্ধপরিবাহী কী? ১
খ. কোষের তড়িৎচালক শক্তি 2V বলতে কি বুঝায়? ২
গ. বর্তনীর তুল্যরোধ কত? ৩
ঘ. বর্তনীর কোষটির অভ্যন্তরীণ রোধ থাকলে এবং প্রবাহমাত্রা 0.11A হলে কোষের মান নির্ণয় কর। উল্লেখ্য কোষের অভ্যন্তরীণ রোধ বর্তনীর সাথে শ্রেণি সন্নিবেশে যুক্ত থাকে। ৪

১৬ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে সকল পদার্থের তড়িৎ পরিবহন ক্ষমতা সাধারণ তাপমাত্রায় পরিবাহী ও অপরিবাহী পদার্থের মাঝামাঝি যে সকল পদার্থকে অর্ধপরিবাহী বলে।

খ কোষের তড়িৎচালক শক্তি 2V বলতে বুঝায় 1C আধানকে বর্তনীর নির্দিষ্ট কোনো বিন্দু থেকে কোষ সমেত সম্পূর্ণ বর্তনী ঘুরিয়ে আনতে কৃতকাজের পরিমাণ হয় 2 জুল।

গ বর্তনীর 10Ω ও 15Ω রোধদ্বয় পরস্পর সমান্তরালে আছে।

এদের তুল্যরোধ R_p হলে $\frac{1}{R_p} = \frac{1}{10\Omega} + \frac{1}{15\Omega}$

$$= \frac{3+2}{30\Omega} = \frac{5}{30\Omega} = \frac{1}{6\Omega}$$

বা, $R_p = 6\Omega$

এই 6Ω রোধের সাথে 20Ω রোধটি আছে সিরিজ সংযোগে।

অতএব বর্তনীর তুল্য রোধ 26Ω সমগ্র বর্তনীর তুল্য রোধ, $R = 6\Omega + 20\Omega = 26\Omega$

ঘ মনে করি, কোষের অভ্যন্তরীণ রোধ r,

$$\therefore E = I(R + r)$$

$$\text{বা, } r = \frac{E}{I} - R = \frac{3}{0.11} - 26$$

$$= 27.27 - 26$$

$$= 1.27\ \Omega$$

$\therefore$ কোষের অভ্যন্তরীণ রোধ 1.27Ω **(Ans.)**

প্রশ্ন ▶ ১৭ মীনা 220V লাইনে 20 ওহম রোধের একটি আয়রণ চালাতে গিয়ে 9 অ্যাম্পিয়ারের একটি ফিউজ বার বার কেটে যাচ্ছিল। মীনা 7 ওহম এর একটি রোধ আয়রনের সাথে শ্রেণি সমবায়ে যুক্ত করে সমস্যার সমাধান করল। *◀ শিখনফল-৫ ও ১৪*

ক. তড়িৎ আবেশ কাকে বলে? ১
খ. তড়িৎ ধারক কিভাবে তৈরি করা হয়? ২
গ. ফিউজ যদি কেটে না যেত তাহলে প্রবাহমাত্রা I নির্ণয় কর। ৩
ঘ. মীনার সমস্যার সমাধান কিভাবে হলো তা গাণিতিক যুক্তিসহ ব্যাখ্যা কর। ৪

১৭ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে প্রক্রিয়ায় কোন আহিত বস্তুকে স্পর্শ না করে শুধু কাছাকাছি আনলে অনাহিত বস্তু আহিত হয় সে প্রক্রিয়াকে তড়িৎ আবেশ বলে।

খ যে কোন আকৃতির দুইটি পরিবাহীর মধ্যবর্তী স্থানে কোন অন্তরক পদার্থ, যেমন বায়ু, কাচ, প্লাস্টিক ইত্যাদি স্থাপন করে ধারক তৈরি করা হয়। দুটি অন্তরিত পাতকে সমান্তরালে স্থাপন করা হয়। যখন একটি ব্যাটারিকে এর দুটি পাতের সাথে যুক্ত করা হয়, তখন ব্যাটারীর ঋণাত্মক দন্ড হতে ইলেকট্রন একটি পাতে প্রবাহিত হয় এবং ঋণাত্মক আধানে আহিত হয়। অপর পাতটি ধনাত্মক আধানে আহিত হয়।

গ এখানে,

আয়নের বিভব পার্থক্য, V = 220V

আয়নের রোধ, R = 20Ω

প্রবাহমাত্রা, I = ?

আমরা জানি,

V = IR

বা, $I = \frac{V}{R} = \frac{220}{20} = 11A$

ফিউজ কেটে না গেলে প্রবাহ মাত্রা 11A হবে। **(Ans.)**

ঘ এখানে, মিনা 7Ω এর রোধ শ্রেণী সমবায়ে যুক্ত করে তুল্য রোধ বাড়িয়ে দিল।

এখানে, ১ম রোধ, $R_1 = 20\Omega$

২য় রোধ, $R_2 = 7\Omega$

তুল্য রোধ, R_s হলে।

আমরা জানি,

$R_s = R_1 + R_2 = 20 + 7 = 27\Omega$

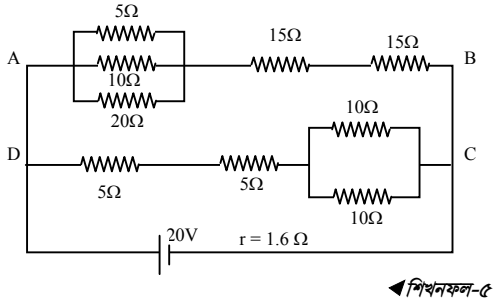
আবার,

আয়রনের বিভব পার্থক্য 220V হলে তড়িৎ প্রবাহ,

$I = \frac{V}{R} = \frac{220}{27} = 8.148\ A$

এখানে, I < 9A ফলে, আয়রণটি চালালে ফিউজ কেটে যাবে না।

প্রশ্ন ▶ ১৮



◀ শিখনফল-৫ ও ১১

ক. তড়িৎ তীব্রতা কাকে বলে? ১
খ. তড়িৎ প্রবাহের প্রকৃত দিক প্রচলিত দিকের বিপরীত ব্যাখ্যা কর। ২
গ. বর্তনীর তুল্যরোধ কত? ৩
ঘ. বর্তনীর প্রবাহমাত্রা নির্ণয় কর। ৪

১৮ নং প্রশ্নের উত্তর

ক তড়িৎ ক্ষেত্রের কোনো বিন্দুতে একক ধনাত্মক আধান রাখা হলে এটি যে বল অনুভব করে তাকে উক্ত বিন্দুর তড়িৎ তীব্রতা বলে।

খ প্রথম যখন চল তড়িৎ আবিষ্কৃত হয়, তখন মনে করা হতো যে, ধনাত্মক আধানের প্রবাহের ফলে তড়িৎ প্রবাহের সৃষ্টি হয় এবং এই ধনাত্মক আধান উচ্চতর বিভব থেকে নিম্নতর বিভবের দিকে প্রবাহিত হয়। তাই তড়িৎ প্রবাহের প্রচলিত দিক ধরা হয় উচ্চতর বিভব থেকে নিম্নতর বিভবের দিকে অথবা তড়িৎ কোষের ধনাত্মক পাত থেকে ঋণাত্মকক পাতের দিকে। কিন্তু আমরা জানি, যে, প্রকৃত পক্ষে তড়িৎ প্রবাহ হয় ঋণাত্মক আধান তথা ইলেকট্রনের প্রবাহের জন্য, ফলে তড়িৎ প্রবাহের প্রকৃত দিক হলো নিম্নতর বিভব থেকে উচ্চতর বিভবের দিকে অর্থাৎ তড়িৎ কোষের ঋণাত্মক পাত থেকে ধনাত্মক পাতের দিকে। সুতরাং তড়িৎ প্রবাহের প্রকৃত দিক প্রচলিত দিকের বিপরীত।

গ A ও B এর মধ্যে তুল্যরোধ নির্ণয়ে

সংশ্লিষ্ট রোধসমূহ হলো $R_1 = 5\Omega$, $R_2 = 10\Omega$, $R_3 = 20\Omega$, $R_4 = R_5 = 15\Omega$

R_1, R_2, R_3 সমান্তরালে যুক্ত এবং এদের তুল্যরোধ R_{p_1} হলে,

$$\frac{1}{R_{p_1}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} = \frac{1}{5\Omega} + \frac{1}{10\Omega} + \frac{1}{20\Omega}$$

$$= \frac{4+2+1}{20\Omega} = \frac{7}{20\Omega}$$

$$\therefore \quad R_{p_1} = \frac{20\Omega}{7} = 2.86\Omega$$

R_{p_1}, R_4, R_5 শ্রেণিতে যুক্ত থাকায় A ও B এর মধ্যকার তুল্য রোধ,

$R_{s_1} = R_{p_1} + R_4 + R_5 = 2.86\Omega + 15\Omega + 15\Omega = 32.86\Omega$

C ও D এর মধ্যে তুল্যরোধ নির্ণয়ে সংশ্লিষ্ট রোধসমূহ হলো—

$R_6 = R_7 = 5\Omega$, $R_8 = R_9 = 10\Omega$

R_8 ও R_9 রোধদ্বয়ের সমান্তরাল সংযোগের তুল্যরোধ Rp_2 হলে।

$$\frac{1}{R_{p_2}} = \frac{1}{R_8} + \frac{1}{R_9}$$

বা, $$\frac{1}{R_{p_2}} = \frac{1}{10} + \frac{1}{10}$$

$$\therefore \quad \frac{1}{R_{p_2}} = 5\Omega$$

R_6, R_7 ও R_{p_2} শ্রেণী সংযোগের তুল্যরোধ,

$R_{s_2} = R_6 + R_7 + R_{p_2}$

বা, $R_{s_2} = 5 + 5 + 5$

বা, $R_{s_2} = 15\Omega$

R_{s_1} ও R_{s_2} সমান্তরাল সংযোগের তুল্যরোধ R_p হলে,

$$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_{s_1}} + \frac{1}{R_{s_2}}$$

বা, $$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{32.86} + \frac{1}{15}$$

$\therefore \quad R_P = 10.3\Omega$

সুতরাং, বর্তনীর তুল্যরোধ 10.3Ω

ঘ উদ্দীপকমতে, কোষের তড়িচ্চালক বল, $E = 20V$

বর্তনীর তুল্যরোধ $R_{eq} = 10.3\ \Omega$

এবং অভ্যন্তরীণ রোধ, $r = 1.6\Omega$

তাহলে বর্তনীর মূল্য প্রবাহমাত্রা, $I = \frac{E}{R_{eq} + r}$

$$= \frac{20V}{10.3\Omega + 1.6\Omega} = 1.68\ A$$

প্রশ্ন ▶ ১৯ একজন ছাত্রের একটি বিশেষ কাজে রোধের প্রয়োজন। তার কাছে $2.54 \times 10^{-8}\ \Omega\cdot m$ আপেক্ষিক রোধ 2 Ω রোধবিশিষ্ট এবং 1.5 mm ব্যাসার্ধ্যের দীর্ঘ তার আছে। *◀ শিখনফল-৯*

ক. স্থির মানের রোধক কী ? ১

খ. লোড শেডিং বলতে কী বোঝ? ২

গ. কত দৈর্ঘ্যের তার নিলে সে প্রয়োজন মত রোধ পাবে নির্ণয় কর। ৩

ঘ. তারটিকে টেনে দ্বিগুণ লম্বা করা হলে এর প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল অর্ধেক হয়। এর পর তারটিকে সমান দুই অংশে বিভক্ত করে সমান্তরালে যুক্ত করা হলে রোধের কীরূপ পরিবর্তন হবে বিশ্লেষণ কর। ৪

১৯ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে সকল রোধকের রোধের মান নির্দিষ্ট তাদেরকে স্থির মানের রোধক বলে।

খ কোনো নির্দিষ্ট এলাকার বিদ্যুতের চাহিদা উৎপাদন বা সরবরাহের তুলনায় বেশি হলে তখন বিদ্যুৎ উপকেন্দ্রের পক্ষে চাহিদা মেটানো সম্ভব হয়ে ওঠে না। তখন বাধ্য হয়ে উপকেন্দ্র কর্তৃপক্ষ বিতরণ ব্যবস্থার নির্দিষ্ট কিছু এলাকায় কিছু সময়ের জন্য বিদ্যুৎ বিতরণ বন্ধ করে দেয় বা বিদ্যুৎ সংযোগ বিচ্ছিন্ন করে। একে লোড শেডিং বলে। আবার উপকেন্দ্র যখন প্রয়োজনীয় চাহিদা অনুযায়ী সরবরাহ পায় তখন পুনরায় ঐ এলাকায় বিদ্যুৎ সরবরাহ করে।

গ এখানে, প্রয়োজনীয় রোধ, $R = 2\ \Omega$

তারের উপাদানের আপেক্ষিক রোধ, $\rho = 2.54 \times 10^{-8}\ \Omega\cdot m$

তারের প্রস্থচ্ছেদের ব্যাসার্ধ, $r = 1.5\ mm = 1.5 \times 10^{-3}\ m$

প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল, $A = \pi r^2 = 3.1415 \times (1.5 \times 10^{-3}\ m)^2$

$$= 7.068 \times 10^{-6}\ m^2$$

তারের দৈর্ঘ্য, $L = ?$

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

$$L = \frac{R\,A}{\rho} = \frac{2\ \Omega \times 7.068 \times 10^{-6}\ m^2}{2.54 \times 10^{-8}\ \Omega\cdot m} = 556.53\ m$$

সুতরাং প্রয়োজনীয় রোধ তৈরি করতে হলে 556.53 m দৈর্ঘ্যের তারের প্রয়োজন হবে।

ঘ ধরা যাক, টানার পূর্বে তারের দৈর্ঘ্য, L

প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল, A

সুতরাং রোধ, $R = \rho \frac{L}{A}$

টানার পর দৈর্ঘ্য, $L_1 = 2\,L$

প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল, $A_1 = \frac{1}{2} A$

সুতরাং রোধ, $R_1 = \rho \frac{L_1}{A_1} = \rho \frac{2L}{\frac{1}{2}A} = 4\,\rho \frac{L}{A} = 4\,R$

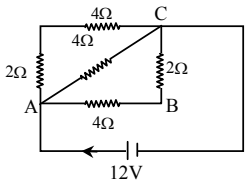
একে সমান দুই অংশে বিভক্ত করা হলে প্রতি অংশের রোধ হবে $2\,R$। এরূপ দুটি অংশকে সমান্তরালে যুক্ত করা হলে যদি তুল্যরোধ R_P হয় তবে আমরা পাই,

$$\frac{1}{R_P} = \frac{1}{2R} + \frac{1}{2R} = 2\,\frac{1}{2R} = \frac{1}{R}$$

$\therefore\ R_P = R$

অতএব, রোধের কোনো পরিবর্তন হবে না।

প্রশ্ন ▶ ২০



◀ শিখনফল-১০

ক. আপেক্ষিক রোধ কী? ১

খ. তড়িৎ পরিবাহীতা এবং তড়িৎ পরিবাহকত্ব ব্যাখ্যা করো। ২

গ. BC বাহুর সাপেক্ষে ABC ত্রিভুজের তুল্য রোধ কত? ৩

ঘ. AC (I_{ac}) এর মধ্যের কারেন্ট এবং বর্তনীয় কারেন্টের তুলনা কর– কোনটি বেশি? ৪

২০ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় একক দৈর্ঘ্য ও একক প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল বিশিষ্ট কোনো পরিবাহীর রোধকে ঐ তাপমাত্রায় এর উপাদানের আপেক্ষিক রোধ বলে।

খ পরিবাহকের যে ধর্মের জন্য এর মধ্য দিয়ে তড়িৎ পরিবাহিত হয় তাকে তড়িৎ পরিবাহীতা বলে। কোনো পরিবাহকের তড়িৎ পরিবাহীতা এর রোধের বিপরীত সংখ্যা। অর্থাৎ রোধ R হলে–

তড়িৎ পরিবাহীতা $G = \frac{1}{R}$

নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় কোন পরিবাহীর একক দৈর্ঘ্য এবং একক ক্ষেত্রফলের তড়িৎ পরিবাহিতাই পরিবাহীর উপাদানের তড়িৎ পরিবাহকত্ব। তড়িৎ পরিবাহকত্ব হলো আপেক্ষিক রোধের বিপরীত রাশি।

গ এখানে,

BC বাহুর রোধ, $R_{BC} = 2\ \Omega$

AB বাহুর রোধ, $R_{AB} = 4\ \Omega$

AC বাহুর রোধ, $R_{AC} = 4\ \Omega$

BC বাহুর সাপেক্ষে ABC ত্রিভূজের তুল্যরোধ $R_{ABC} = ?$

BC বাহুর সাপেক্ষে চিন্তা করলে,

R_{AB} ও R_{AC} পরস্পরের সাথে শ্রেণিতে আছে। তদের তুল্যরোধ R হলে,

$R = R_{AB} + R_{AC} = (4 + 4)\ \Omega = 8\ \Omega$

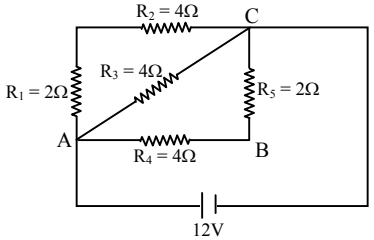
R ও R_{BC} পরস্পরের সমান্তরালে আছে।

$\therefore$ ABC ত্রিভূজের তুল্যরোধ, $R_{ABC} = R \parallel R_{BC}$

$\therefore \frac{1}{R_{ABC}} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R_{BC}} = \frac{1}{8} + \frac{1}{2} = \frac{5}{8}$

$\therefore R_{ABC} = \frac{8}{5}\Omega = 1.6\Omega$ **(Ans.)**

ঘ



চিত্র হতে, R_1 ও R_2 পরস্পরের শ্রেণিতে আছে।

তাদের তুল্যরোধ R_{s1} হলে, $R_{s_1} = R_1 + R_2 = (2 + 4)\ \Omega = 6\ \Omega$

R_4 ও R_5 পরস্পরের সাথে শ্রেণিতে আছে। তাদের তুল্যরোধ R_{s_2} হলে,

$R_{s_2} = R_4 + R_5 = (4 + 2)\ \Omega = 6\ \Omega$

এখানে, R_{s_1}, R_3 ও R_{s_2} পরস্পরের সমান্তরালে আছে। তুল্যরোধ R_{eq} হলে,

$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_{s_1}} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_{s_2}} = \frac{1}{6} + \frac{1}{4} + \frac{1}{6} = \frac{7}{12}$

$\therefore R_{eq} = \frac{12}{7}\Omega$

$\therefore$ বর্তনীর তড়িৎ প্রবাহ, $I = \frac{V}{R_{eq}} = \frac{12}{12/7}$ A

$\therefore I = 7$ A

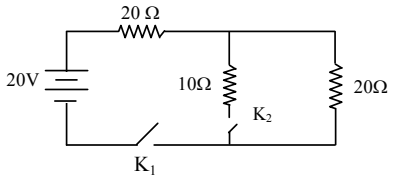
যেহেতু R_{s_1}, R_3 ও R_{s_2} পরস্পরের সমান্তরালে আছে। সুতরাং AC এর দুই প্রান্তের বিভব পার্থক্য 12V হবে।

$\therefore$ AC এর মধ্য দিয়ে তড়িৎ প্রবাহ, $I_{AC} = \frac{V}{R_3} = \frac{12}{4}$ A = 3 A

$\therefore \frac{I_{AC}}{I} = \frac{3}{7} \times 100\% = 42.86\%$.

$\therefore$ মূল প্রবাহের 42.86% R_{AC} এর মধ্য দিয়ে প্রবাহিত হয়।

প্রশ্ন ▶ ২১ নিচের বর্তনীটি লক্ষ করো:



◀ *শিখনফল-১০ ও ১১*

ক. হারানো ভোল্ট কী? ১

খ. রিওস্ট্যাট ব্যবহারের উদ্দেশ্য ব্যাখ্যা করো। ২

গ. K_1 বন্ধ ও K_2 খোলা অবস্থায় বর্তনীর মূল প্রবাহ বের করো। ৩

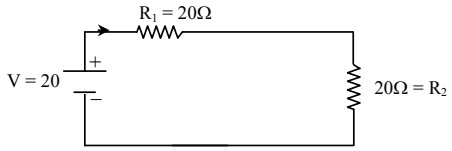
ঘ. K_1 ও K_2 উভয়ই বন্ধ থাকলে তড়িৎ প্রবাহের কিরূপ পরিবর্তন হবে? গাণিতিক যুক্তি দিয়ে ব্যাখ্যা করো। ৪

২১ নং প্রশ্নের উত্তর

ক একটি তড়িচ্চালক উৎসের নিজস্ব অভ্যন্তরীণ রোধের জন্য কিছুটা বিভব পতন ঘটে। একেই হারানো ভোল্ট বলে।

খ মাঝেমাঝেই কোন বর্তনীতে এমন একটি রোধের প্রয়োজন হয় যার মান ইচ্ছামতো পরিবর্তন করা যায়। এ ধরনের ক্ষেত্রে রিওস্ট্যাট ব্যবহার করা হয়। রিওস্ট্যাট ব্যবহার করে বর্তনীর বিভব পতন নিয়ন্ত্রণ করা সম্ভব।

গ K_1 বন্ধ ও K_2 খোলা অবস্থায় বর্তনীটি নিম্নরূপ–



যেহেতু বর্তনীর দুটি রোধই শ্রেণিতে যুক্ত, তাই তুল্যরোধ, $R = R_1 + R_2$

$= 20 + 20$

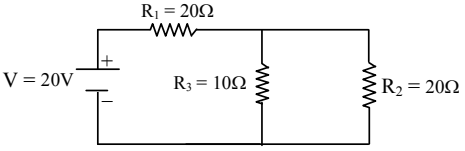
$= 40\ \Omega$

$\therefore$ প্রবাহ, $I = \frac{V}{R}$

$= \frac{20}{40}$

$= 0.5$A **(Ans.)**

ঘ K_1 ও K_2 উভয়ই বন্ধ থাকলে বর্তনীটি নিম্নরূপ–



R_2 ও R_3 এর তুল্যরোধ R_{23} হলে,

$\frac{1}{R_{23}} = \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$

$\Rightarrow \frac{1}{R_{23}} = \frac{1}{20} + \frac{1}{10}$

$\therefore R_{23} = 6.67\Omega$

$\therefore$ মোট তুল্য রোধ, $R = R_1 + R_{23}$

$= 20 + 6.67$

$= 26.67\ \Omega$

$\therefore$ বর্তনীর প্রবাহ, $I = \frac{V}{R}$

$= \frac{20}{26.67}$

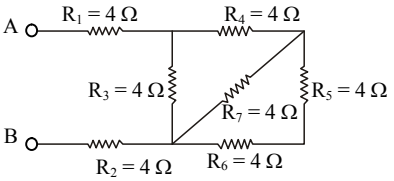
$= 0.75A$

$\therefore$ তড়িৎ প্রবাহের পরিবর্তন = $(0.75 - 0.5)$ A

$= 0.25A$

অতএব, তড়িৎ প্রবাহ 0.25A বৃদ্ধি পাবে।

প্রশ্ন ▶ ২২



◀ *শিখনফল-১০*

ক. রোধের মাত্রা লেখ। ১

খ. দেখাও যে, তড়িৎবাহী একটি পরিবাহীর বৈদ্যুতিক ক্ষমতা, $P = I^2R$। ২

গ. বর্তনীর তুল্যরোধ নির্ণয় কর। ৩

ঘ. উদ্দীপকের রোধগুলোকে কীভাবে সাজালে তুল্যরোধের মান 7Ω হবে–বর্তনী এঁকে ব্যাখ্যা কর। ৪

২২ নং প্রশ্নের উত্তর

ক রোধের মাত্রা হলো $ML^2T^{-3}I^{-2}$।

খ যখন কোনো পরিবাহীর দুই প্রান্তে বিভব পার্থক্য প্রয়োগ করা হয়, তখন ঐ পরিবাহীতে তড়িৎ প্রবাহের সৃষ্টি হয়। এর ফলে কাজ সম্পন্ন হয়। একক সময়ে কাজই ঐ পরিবাহীর বৈদ্যুতিক ক্ষমতা।

V বিভব পার্থক্যে R রোধের কোনো পরিবাহীর মধ্য দিয়ে t সময়ে Q পরিমাণ আধান প্রবাহিত হলে, তড়িৎ শক্তিজনিত কৃতকাজ, $W = VQ$ জুল

আবার, $Q = It$ হতে $W = VIt$

ওহমের সূত্র ব্যবহার করলে, $W = VIt = I^2Rt$

আমরা জানি, ক্ষমতা $(P) = \frac{\text{কৃতকাজ (W)}}{\text{সময় (t)}}$

অর্থাৎ, $P = I^2R$

গ উদ্দীপকের বর্তনী চিত্র হতে দেখা যায় বর্তনীর রোধগুলো, $R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = R_5 = R_6 = R_7 = 4\Omega$

উদ্দীপকের বর্তনীর R_5 ও R_6 রোধদ্বয় শ্রেণিযুক্ত হওয়ায় এদের তুল্যরোধ, $R_{S_1} = R_5 + R_6$

$= 4\ \Omega + 4\ \Omega$

$\therefore \quad R_{S_1} = 8\ \Omega$

R_{S_1} রোধটি R_7 রোধের সাথে সমান্তরালে যুক্ত আছে। এদের তুল্যরোধ R_{P_1} হলে, $\frac{1}{R_{P_1}} = \frac{1}{R_{S_1}} + \frac{1}{R_7}$

$= \frac{1}{8\ \Omega} + \frac{1}{4\ \Omega}$

$= \frac{1+2}{8\ \Omega}$

$\therefore R_{P_1} = \frac{8}{3}\ \Omega$

R_{P_1} রোধটি R_4 রোধের সাথে শ্রেণিতে যুক্ত থাকায় এদের তুল্যরোধ,

$R_{S_2} = R_{P_1} + R_4$

$= \frac{8}{3}\ \Omega + 4\ \Omega$

$= \frac{20}{3}\ \Omega$

R_{S_2} রোধটি R_3 রোধের সাথে সমান্তরালে যুক্ত। তাহলে এদের তুল্যরোধ, R_{P_2} হলে,

$\frac{1}{R_{P_2}} = \frac{1}{R_{S_2}} + \frac{1}{R_3}$

$= \frac{3}{20\ \Omega} + \frac{1}{4\ \Omega}$

$\therefore \quad R_{p_2} = 2.5\ \Omega$

এখন R_1, R_{P_2} ও R_2 রোধ তিনটি শ্রেণিতে যুক্ত থাকায় বর্তনীর মোট রোধ, $R_T = R_1 + R_{P_2} + R_2$

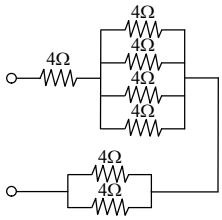
$= 4\ \Omega + 2.5\ \Omega + 4\ \Omega$

$= 10.5\ \Omega$

অতএব বর্তনীর তুল্যরোধ $10.5\ \Omega$।

ঘ উদ্দীপকের বর্তনীতে মোট 7 টি রোধ আছে; যাদের প্রত্যেকের মান $4\ \Omega$। যেকোনো দুটি রোধ শ্রেণিতে যুক্ত থাকলে রোধ দুটির তুল্যরোধ হবে $(4 + 4)$ বা $8\ \Omega$, যা $7\ \Omega$ থেকে বেশি। সুতরাং এক্ষেত্রে রোধগুলোর মোট রোধ $7\ \Omega$ হতে হলে যেকোনো দুটি রোধের আলাদা শ্রেণি সমবায় থাকতে পারে না।

এখন একটি রোধের মান $4\ \Omega$ হওয়ায় বর্তনীর তুল্যরোধ $7\ \Omega$ হতে হলে আরও $(7 - 4)$ বা $3\ \Omega$ রোধের প্রয়োজন। এই $3\ \Omega$ রোধ তৈরি করতে বাকি 6টি রোধের যেকোনো 4টি রোধ সমান্তরালে এবং বাকি 2টি রোধকে আলাদাভাবে সমান্তরালে যুক্ত করে, এই দুটি সমান্তরাল সমবায়কে শ্রেণিতে যুক্ত করতে হবে। সমস্ত বর্তনী চিত্রটি নিচে দেখানো হলো :



4 টি রোধের সমান্তরাল সমবায়ের তুল্যরোধ R_{P_1} হলে, $= \frac{1}{4} + \frac{1}{4} + \frac{1}{4} + \frac{1}{4}$

$\therefore \quad R_{P_1} = 1\Omega$

আবার 2টি রোধের সমান্তরাল সমবায়ের তুল্যরোধ R_{P2} হলে,

$\frac{1}{R_{P_2}} = \frac{1}{4} + \frac{1}{4}$

$\therefore \quad R_{P_2} = 2\Omega$

সুতরাং R_{P_1}, R_{P_2} ও $4\ \Omega$ রোধের শ্রেণিসমবায়ের তুল্যরোধ,

$R_T = R_{P_1} + R_{P_2} + 4\ \Omega$

$= 1\ \Omega + 2\ \Omega + 4\ \Omega = 7\ \Omega$

প্রশ্ন ▶ ২৩ রাজন এমন একটি বর্তনী তৈরি করেছিল যাতে 4Ω, 5Ω, 5Ω ও 10Ω মানের চারটি রোধ ব্যবহার করা হয়েছিল। ◀ *শিখনফল-১০ ও ১১*

ক. রোধের একক কী? ১

খ. পেট্রোলবাহী ট্রাকে ধাতব শিকল ব্যবহার করা হয় কেন? ব্যাখ্যা কর। ২

গ. সমান্তরালে তুল্যরোধ R_P এবং সিরিজে তুল্য রোধ R_S হলে নিলয়ের ব্যবহৃত রোধ গুলির ক্ষেত্রে প্রমাণ কর যে, $R_S > R_P$ ৩

ঘ. বর্তনীর তুল্য রোধ 6Ω হলে গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ পূর্বক বর্তনীটি আঁক। ৪

২৩ নং প্রশ্নের উত্তর

ক রোধের একক ওহম।

খ পেট্রোলবাহী ট্রাকে ধাতব শিকল ব্যবহার করা হয় যা ট্রাক চলার সময় রাস্তা ছুঁয়ে ছুঁয়ে যায়। যখন রাস্তা দিয়ে ট্রাক চলে তখন পেট্রোল ট্রাকের গায়ে বারবার ধাক্কা খায় এবং এদিক ওদিক দুলতে থাকে। ট্রাকের সাথে পেট্রোলের এই ঘর্ষণের ফলে আধান সঞ্চিত হয়। যদি ট্রাকের কিনারা থেকে একটা স্ফুলিঙ্গ সৃষ্টি হয় তাহলে মর্মান্তিক দূর্ঘটনা ঘটতে পারে এবং পেট্রোলে আগুন ধরে যাবে। কাজেই ট্রাকের পেছনে ধাতব শিকল লাগানো হয় যাতে আধান বা তড়িৎ ভূমিতে চলে যেতে পারে।

গ

আমরা জানি,
সমান্তরাল তুল্যরোধের ক্ষেত্রে,

$$\frac{1}{R_p}=\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}+\frac{1}{R_3}+\frac{1}{R_4}$$
$$=\frac{1}{4}+\frac{1}{5}+\frac{1}{5}+\frac{1}{10}$$
$$=\frac{5+4+4+2}{20}$$
$$\Rightarrow \frac{1}{R_p}=\frac{15}{20}$$
$$\therefore R_p=\frac{20}{15}=\frac{4}{3}\Omega$$

এখানে, ১ম রোধ, $R_1 = 4\Omega$
২য় রোধ, $R_2 = 5\Omega$
৩য় রোধ, $R_3 = 5\Omega$
৪র্থ রোধ, $R_4 = 10\Omega$
সমান্তরালে তুল্যরোধ = R_p
শ্রেণীতে তুল্যরোধ = R_S

আবার, শ্রেণিতে তুল্যরোধ,

$$R_s = R_1 + R_2 + R_3 + R_4 = (4 + 5 + 5 + 10)\Omega = 24\Omega > \frac{4}{3}\Omega$$

অর্থাৎ, $R_s > R_p$ **(প্রমাণিত)**

ঘ

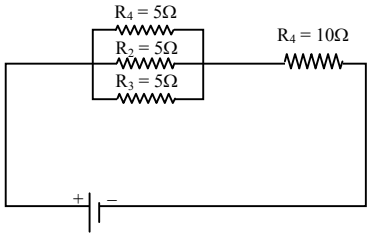
এখানে, R_1, R_2 এবং R_3 কে সমান্তরালে যুক্ত করলে তুল্যরোধ,

$$\frac{1}{R_p}=\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}+\frac{1}{R_3}=\frac{1}{5}+\frac{1}{10}+\frac{1}{5}$$
$$\frac{1}{R_P}=\frac{2+1+2}{10}$$
$$\therefore R_p = 2\Omega$$

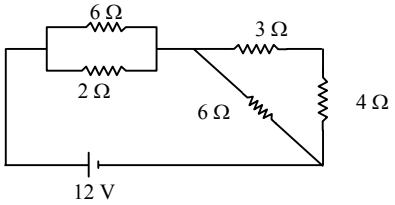
এখানে,
$R_1 = 4\Omega$
$R_2 = 5\Omega$
$R_3 = 5\Omega$
$R_4 = 10\Omega$

R_p এবং R_4 রোধকে শ্রেণিতে যুক্ত করে তুল্যরোধ

$$R_s = R_p + R_4 = (2 + 4)\Omega = 6\Omega$$



প্রশ্ন ▶ ২৪



◀ শিখনফল-১১

ক. তড়িৎ বিভব কাকে বলে? ১

খ. স্বর্ণপাত তড়িৎবীক্ষণ যন্ত্রকে কীভাবে ধনাত্মক চার্জ– এ চার্জিত করা যায়? ২

গ. বর্তনীটির সমতুল্য রোধ নির্ণয় করো। ৩

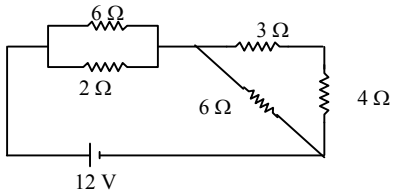
ঘ. 2 Ω এবং 3 Ω রোধের মধ্যে তড়িৎ প্রবাহের মান একই হবে কি? বিশ্লেষণ করো। ৪

২৪ নং প্রশ্নের উত্তর

ক অসীম দূরত্ব থেকে একক ধনাত্মক আধানকে তড়িৎক্ষেত্রের কোনো বিন্দুতে আনতে যে পরিমাণ কাজ সম্পন্ন হয় তাকে ঐ বিন্দুর তড়িৎ বিভব বলে।

খ একটি কাচদণ্ডকে রেশম দিয়ে ঘষলে কাচদণ্ডে ধনাত্মক আধানের উদ্ভব হয়। ঐ আহিত কাচদণ্ডকে তড়িৎবীক্ষণের চাকতি বা গোলকের গায়ে স্পর্শ করালে দণ্ড হতে খানিকটা আধান চাকতিতে চলে যায়। এই আধান সুপরিবাহী ধাতব দণ্ডের মধ্য দিয়ে স্বর্ণপাত তড়িৎবীক্ষণ যন্ত্রের সোনার পাতদ্বয়ে পৌছে। ফলে সোনার পাত দু'টি একই জাতীয় আধান পেয়ে পরস্পরকে বিকর্ষণ করে এবং পরস্পর থেকে দূরে সরে যায়। এ অবস্থায় কাচদণ্ড সরিয়ে নিলে যদি পাতদ্বয়ের মধ্যবর্তী ফাঁক না কমে, তাহলে যন্ত্রটি ধনাত্মক আধানে আহিত হয়েছে সিদ্ধান্ত নেয়া যায়।

গ



3Ω এবং 4Ω শ্রেণি সমবায়ে আছে।

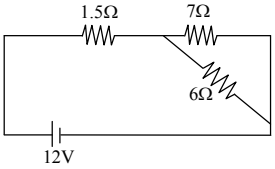
$\therefore$ এদের তুল্যরোধ, $R_{s_1} = 3\Omega + 4\ \Omega = 7\Omega$

প্রথমোক্ত 6Ω এবং 2Ω রোধদ্বয় সমান্তরাল সমবায়ে আছে

$\therefore$ এদের তুল্য রোধ R_{p_1} হলে,

$$\frac{1}{R_{p_1}}=\frac{1}{6}+\frac{1}{2}=\frac{2}{3}$$
$$\therefore R_{p_1} = 1.5\ \Omega$$

সুতরাং সরলতর বর্তনী নিম্নরূপ:



এখানে, 6 Ω ও 7 Ω রোধদ্বয় সমান্তরাল সমবায়ে আছে।

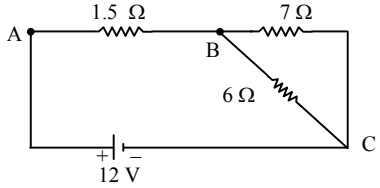
$\therefore$ এদের তুল্যরোধ R_{p_2} হলে,

$$\frac{1}{R_{p_2}}=\frac{1}{7}+\frac{1}{6}=\frac{13}{42}$$
$$\therefore R_{p_2} = 3.23\ \Omega$$

আবার, R_{p_2} রোধটি 1.5 Ω এর সাথে শ্রেণিতে আছে।

$\therefore$ বর্তনীর সমতুল্য রোধ, $R_{eq} = 3.23 + 1.5 = 4.73\ \Omega$ **(Ans.)**

ঘ 'গ' হতে পাই, প্রদত্ত বর্তনীর সমতুল্য বর্তনী হলো–



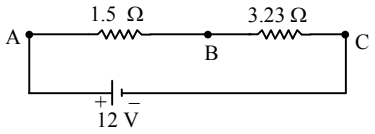
এবং তুল্যরোধ = 4.73 Ω

$\therefore$ বর্তনীর মূল তড়িৎপ্রবাহ, $I = \frac{V}{R_{eq}} = \frac{12}{4.73} = 2.54$ A

A ও B প্রান্তের বিভব পার্থক্য, $V_{AB} = I \times 1.5$
$= 2.54 \times 1.5$
$= 3.81$ V

$\therefore$ 2 Ω এর মধ্য দিয়ে প্রবাহ, $I_1 = \frac{V_{AB}}{R} = \frac{3.81}{2} = 1.9$ A

আবার, B ও C বিন্দুর মধ্যকার তুল্যরোধ = 3.23 Ω ('গ' অংশে নির্ণীত)



$\therefore$ B ও C প্রান্তের বিভবপার্থক্য, $V_{BC} = I \times R = 2.54 \times 3.23$
$= 8.2$ V

$\therefore$ 3 Ω রোধের মধ্য দিয়ে প্রবাহ, $I_2 = \frac{V_{BC}}{R} = \frac{8.2}{3+4}$
$= 1.17$ A

সুতরাং, উপর্যুক্ত গাণিতিক বিশ্লেষণে দেখা যাচ্ছে, প্রদত্ত বর্তনীর 2Ω এবং 3 Ω রোধের মধ্যে তড়িৎ প্রবাহের মান একই হবে না।

প্রশ্ন ▶ ২৫ বাংলাদেশের বাসাবাড়িতে ব্যবহার উপযোগী দুইটি বাল্বের ক্ষমতা যথাক্রমে 100 W ও 60 W। *◀ শিখনফল-১১ ও ১২*

ক. তড়িৎ চৌম্বক আবেশ কাকে বলে? ১

খ. এনালগ ও ডিজিটাল সংকেতের মধ্যে চারটি পার্থক্য লিখ। ২

গ. প্রথম বাল্বটির রোধ নির্ণয় কর। ৩

ঘ. বাল্ব দুইটি শ্রেণিতে যুক্ত করলে কোন বাল্বটি বেশি উজ্জ্বলভাবে জ্বলবে? গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে মতামত দাও। ৪

২৫ নং প্রশ্নের উত্তর

ক একটি গতিশীল চুম্বক বা তড়িৎবাহী বর্তনীর সাহায্যে অন্য একটি বন্ধ বর্তনীতে তড়িচ্চালক শক্তি বা তড়িৎ প্রবাহ উৎপন্ন করার ঘটনাকে তাড়িতচৌম্বক আবেশ বলে।

খ এনালগ ও ডিজিটাল সংকেতের চারটি পার্থক্য নিম্নরূপ:

এনালগ সংকেত	ডিজিটাল সংকেত
১. এনালগ সংকেত নিরবচ্ছিন্নভাবে পরিবর্তনশীল ভোল্টেজ বা কারেন্ট।	১. ডিজিটাল সংকেত ছিন্নায়িত মানে পরিবর্তিত হয়।
২. বেশি দূরত্বে এনালগ সংকেত পাঠালে তা কিছুটা বিকৃত হয়ে যায়।	২. ডিজিটাল সংকেত দীর্ঘ দূরত্বে পাঠালেও এর গুণগত মানের পরিবর্তন ঘটে না।
৩. এনালগ সংকেত নিম্নতম থেকে উচ্চতম মানের মধ্যে যে কোনো মান গ্রহণ করতে পারে।	৩. ডিজিটাল সংকেত কিছু নির্দিষ্ট মান গ্রহণ করতে পারে।
৪. এনালগ ডিভাইসে ক্রস কানেকশন হতে পারে।	৪. ডিজিটাল ডিভাইসে ক্রস কানেকশন হতে পারে না।

গ আমরা জানি, বাসাবাড়িতে ব্যবহৃত লাইন ভোল্টেজ 220 V

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

বা, $R = \frac{V^2}{R}$

$= \frac{(220)^2}{100}$

$= 484$ Ω **(Ans.)**

এখানে,
বিভব পার্থক্য, V = 220 V
১ম বাল্বের ক্ষমতা, P = 100 W
১ম বাল্বের রোধ, R = ?

ঘ

২য় বাল্বের রোধ R_2 হলে,

$R_2 = \frac{V^2}{P_2}$

$= \frac{(220)^2}{60}$

$= 806.67$ Ω

এখানে,
'গ' হতে প্রাপ্ত,
১ম বাল্বের রোধ, $R_1 = 484$ Ω
বিভব পার্থক্য, V = 220 V
২য় বাল্বের প্রদত্ত ক্ষমতা, $P_2 = 60$ W

বাল্বদ্বয়কে শ্রেণিতে যুক্ত করায় তুল্যরোধ R_s হলে,

$R_s = R_1 + R_2$
$= 484 + 806.67$
$= 1290.67$ Ω

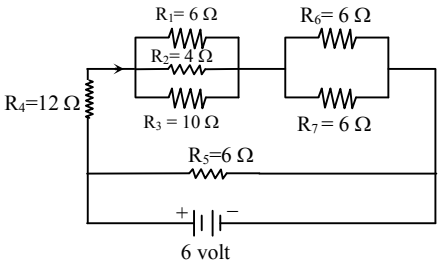
এখন, বর্তনীর তড়িৎপ্রবাহ I হলে, $I = \frac{V}{R_s}$
$= \frac{220}{1290.67}$
$= 0.171$ A

১ম বাল্বের প্রাপ্ত ক্ষমতা P_1' হলে, $P_1' = I^2R_1$
$= (0.171)^2 \times 484$
$= 14.15$ W

২য় বাল্বের প্রাপ্ত ক্ষমতা P_2' হলে, $P_2' = I^2R_2$
$= (0.171)^2 \times 806.67$
$= 23.59$ W

$\therefore P_2' > P_1'$ অর্থাৎ বাল্ব দুইটি শ্রেণিতে যুক্ত করলে ২য় বাল্বটি অধিক উজ্জ্বলভাবে জ্বলবে।

প্রশ্ন ▶ ২৬ নিচের বর্তনীটি লক্ষ্য কর:



◀ শিখনফল-১১ ও ১২

ক. আপেক্ষিক রোধ কাকে বলে? ১

খ. কোনো যন্ত্রের গায়ে 220V –1200W লেখাটির অর্থ কী? ২

গ. R_1 রোধের মধ্য দিয়ে কী পরিমাণ তড়িৎ প্রবাহিত হবে? ৩

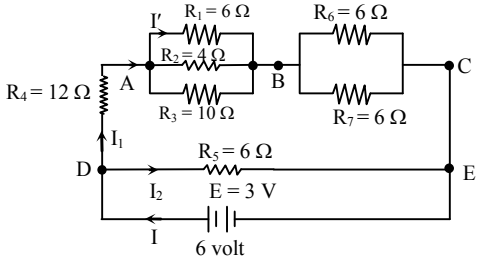
ঘ. রোধগুলোকে কীভাবে সাজালে বর্তনীর কাজ করার হার 3W হবে? ৪

২৬ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় একক দৈর্ঘ্য ও একক প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল বিশিষ্ট কোনো পরিবাহীর রোধকে ঐ তাপমাত্রায় এর উপাদানের আপেক্ষিক রোধ বলে।

খ 220V – 1200W কথাটির অর্থ হলো; 220V বিভব পার্থক্যে যন্ত্রটি প্রতি সেকেন্ডে 1200 জুল বৈদ্যুতিক শক্তি অন্য শক্তিতে রূপান্তরিত করবে এবং 220V বিভব পার্থক্যে যন্ত্রটি বেশি কর্মক্ষম হবে।

গ উদ্দীপকের বর্তনীটি নিম্নরূপ–



R_1, R_2 ও R_3 সমান্তরাল সমবায়ে থাকায়,

$$\frac{1}{R_{p_1}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} = \frac{1}{6} + \frac{1}{4} + \frac{1}{10} = \frac{31}{60}$$

$$\therefore R_{p_1} = \frac{60}{31}\Omega$$

R_6 ও R_7 সমান্তরাল সমবায়ে থাকায়,

$$\frac{1}{R_{p_2}} = \frac{1}{R_6} + \frac{1}{R_7} = \frac{1}{6} + \frac{1}{6} = \frac{2}{6}$$

$$\therefore R_{p_2} = 3\ \Omega$$

এখন, R_4, Rp_1 এবং Rp_2 শ্রেণি সমবায়ে থাকায়,

$$R_{s_1} = R_4 + Rp_1 + Rp_2 = 12 + \frac{60}{31} + 3 = 16.94\ \Omega$$

এখন, DC এর মধ্যদিয়ে প্রবাহ I_1 হলে,

$$I_1 = \frac{V}{Rs_1} = \frac{6}{16.94} = 0.354\ A$$

এখানে,
R_4, Rp_1 ও Rp_2 এর তুল্যরোধ,
$Rs_1 = 16.94\ \Omega$

আবার, AB এর বিভব পার্থক্য,

$$V_{AB} = Rp_1 \times I_1 = \frac{60}{31} \times 0.354 = 0.685\ V$$

এখানে,
R_1, R_2, R_3 এর তুল্যরোধ, $Rp_1 = \frac{60}{31}\Omega$

অতএব, R_1 এর মধ্য দিয়ে প্রবাহ, I' হলে,

$$I' = \frac{V_{AB}}{R_1} = \frac{0.685}{6} = 0.114\ A$$

অতএব, R_1 এর মধ্য দিয়ে তড়িৎ প্রবাহ 0.114 A **(Ans.)**

ঘ আমরা জানি,

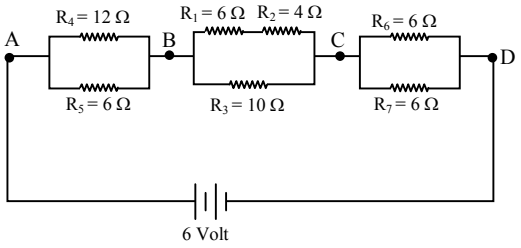
$$P = \frac{v^2}{R} = \frac{E^2}{R_{eq}}$$

বা, $R_{eq} = \frac{E^2}{P} = \frac{6^2}{3} = 12\Omega$

এখানে,
বর্তনীর ক্ষমতা, P = 3W
বর্তনীর কোষের তড়িচ্চালক বল,
E = 6 volt
বর্তনীর তুল্যরোধ, R_{eq} = ?

∴ বর্তনীর কাজ করার হার 3W হতে হলে বর্তনীর তুল্য রোধ হতে হবে 12Ω।

বর্তনীর রোধগুলো নিম্নোক্তভাবে সাজালে বর্তনীর তুল্যরোধ 12Ω হবে।



AB অংশের তুল্যরোধ Rp_1 হলে,

$$\frac{1}{Rp_1} = \frac{1}{12} + \frac{1}{6}$$

$$\therefore\ Rp_1 = 4\Omega$$

BC অংশের তুল্যরোধ Rp_2 হলে

$$\frac{1}{Rp_2} = \frac{1}{6+4} + \frac{1}{10}$$

$$\therefore Rp_2 = 5\ \Omega$$

CD অংশের তুল্যরোধ Rp_3 হলে,

$$\frac{1}{Rp_3} = \frac{1}{6} + \frac{1}{6}$$

$$\therefore Rp_3 = 3\Omega$$

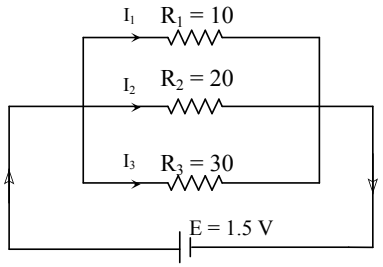
∴ বর্তনীর তুল্যরোধ, $R_{eq} = R_{p_1} + R_{p_2} + R_{p_3} = 4 + 5 + 3 = 12\Omega$

সুতরাং বর্তনীর রোধগুলো উপরোক্তভাবে সাজালে বর্তনীর কাজ করার হার 3W হবে।

সৃজনশীল প্রশ্নব্যাংক

➤ উত্তর সংকেতসহ প্রশ্ন

প্রশ্ন ▶২৭



◀ *শিখনফল-৫ ও ১১*

ক. রিওস্টেট কী? ১

খ. বৈদ্যুতিক বাল্বে তামার পরিবর্তে টাংস্টেন ব্যবহার করা হয় কেন? ২

গ. উদ্দীপকের বর্তনীর রোধ R_1 ও R_3 এর মধ্য দিয়ে তড়িৎ প্রবাহমাত্রা কত মানের? ৩

ঘ. উদ্দীপকের বর্তনীর রোধগুলোকে শ্রেণিতে যুক্ত করলে সেক্ষেত্রে বর্তনীর তড়িৎ ক্ষমতার কী পরিবর্তন হবে বিশ্লেষণ কর। ৪

২৭ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে সকল রোধকের মান প্রয়োজন অনুযায়ী পরিবর্তন করা যায় তাদেরকে রিওস্টেট বলে।

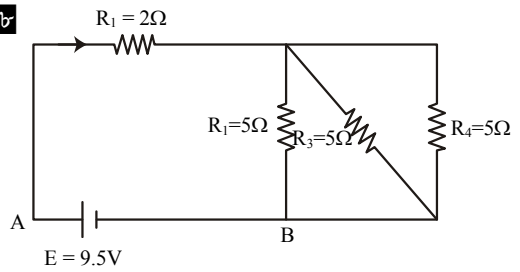
খ তামার তুলনায় টাংস্টেনের রোধকত্ব এবং গলনাঙ্ক উচ্চ। এ কারণে টাংস্টেন বৈদ্যুতিক শক্তিকে খুব সহজে আলোকশক্তিতে রুপান্তরিত করতে পারে। তাই বৈদ্যুতিক বাল্বে তামার পরিবর্তে টাংস্টেন ব্যবহার করা হয়।

সুপার টিপস্ : প্রয়োগ ও উচ্চতর দক্ষতার প্রশ্নের উত্তরের জন্যে অনুরূপ যে প্রশ্নের উত্তরটি জানা থাকতে হবে—

গ 10Ω, 20Ω ও 30Ω মানের তিনটি রোধ 1.5V ব্যাটারির সাথে সমান্তরালে যুক্ত করলে প্রত্যেক রোধের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত তড়িৎ প্রবাহমাত্রা নির্ণয় কর।

ঘ 10Ω, 20Ω ও 30Ω মানের তিনটি রোধকে 1.5V ব্যাটারির সাথ শ্রেণি ও সমান্তরাল সমবায়ে যুক্ত করে তড়িৎ ক্ষমতায় তুলনা কর।

প্রশ্ন ▶ ২৮



উপরের চিত্রটি পর্যবেক্ষণ কর এবং নিম্নের প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও।

◀ শিখনফল-১১ ও ৫

ক. তড়িৎ প্রবাহের একক কী? ১

খ. রোধ বা আপেক্ষিক রোধ উপাদানের উপর কেন নির্ভর করে ব্যাখ্যা কর। ২

গ. বর্তনীতে তুল্যরোধের মান নির্ণয় কর। ৩

ঘ. বর্তনীর রোধগুলোকে কীভাবে সাজালে মূলপ্রবাহ 1A মানের হবে তা বিশ্লেষণ কর। ৪

২৮ নং প্রশ্নের উত্তর

ক তড়িৎ প্রবাহের একক অ্যাম্পিয়ার।

খ কোনো কোনো পদার্থের পরমাণুগুলো এমনভাবে সজ্জিত থাকে যে বিভব প্রয়োগ করায় মুক্ত ইলেকট্রনসমূহ যখন চলতে শুরু করতে তখন তাদের গতিপথে বেশি বাধার সম্মুখীন হয় না। অর্থাৎ অণু-পরমাণুসমূহ অনেকটা লাইন ধরে সজ্জিত থাকে। এক্ষেত্রে দুই সারি অণুর মাঝের সরলরৈখিক রাস্তা দিয়ে ইলেকট্রনসমূহ সোজা চলে যায় বলে রোধ এবং আপেক্ষিক রোধ কম হয়।

অপরদিকে অণু-পরমাণুসমূহ যদি এমনভাবে সজ্জিত থাকে যে ইলেকট্রনসমূহ তাদের গতিপথে প্রতিনিয়ত দিক পরিবর্তন করতে বাধ্য হয় তবে সংশ্লিষ্ট পদার্থটি উচ্চ রোধ প্রদর্শন করে। এ কারণে রোধ ও আপেক্ষিক রোধ উপাদানের উপর নির্ভর করে।

সুপার টিপস্ : প্রয়োগ ও উচ্চতর দক্ষতার প্রশ্নের উত্তরের জন্যে অনুরূপ যে প্রশ্নের উত্তরটি জানা থাকতে হবে—

গ কোনো বর্তনীতে 5Ω মানের তিনটি রোধের সমান্তরাল সন্নিবেশের সাথে 2Ω মানের একটি রোধ অনুক্রমিক সন্নিবেশে যুক্ত আছে। বর্তনীটির তুল্য রোধ নির্ণয় কর।

ঘ বর্তনীর রোধগুলোকে কীভাবে বিন্যস্ত করলে তুল্য রোধ 9.5Ω হবে তা বের কর?

প্রশ্ন ▶ ২৯ একটি রুমে একটি বাল্ব, একটি টিউব লাইট ও একটি ফ্যান তিনটি সুইচের সাহায্যে যুক্ত করা হলো। দেখা গেল, যেকোনো একটি বা দুটি সুইচ অন করা হলে লাইট বা ফ্যান কাজ করছে না, তিনটি সুইচ একত্রে অন করা হলে সবগুলো একত্রে কাজ করছে, কিন্তু লাইটের আলো খুবই কম এবং ফ্যানটিও খুব ধীরে ঘুরছে। এর পর বর্তনীর সংযোগ পরিবর্তন করে নতুনভাবে সংযোগ দেয়ায় যেকোনো একটি সুইচ অন করলেই একটি লাইট বা ফ্যান কাজ করে এবং সবগুলো সুইচ অন করা হলে প্রতিটিই পূর্ণ মাত্রায় কাজ করে। *◀ শিখনফল-১১ ও ১২*

ক. ক্ষমতার একক ওয়াট-এর সংজ্ঞা দাও। ১

খ. বর্তনীতে ফিউজ ব্যবহার করা হয় কেন ব্যাখ্যা কর। ২

গ. প্রথমে ও পরবর্তিতে কীভাবে সংযোগ দেয়া হয়েছিল বর্তনী অংকন কর। ৩

ঘ. প্রথম ক্ষেত্রে তিনটি সুইচ অন করলে সবগুলো কাজ করলেও পুর্ণ মাত্রায় করে না কিন্তু দ্বিতীয় ক্ষেত্রে সবগুলো সুইচ অন করলে সবগুলোই পুর্ণ মাত্রায় কাজ করে কেন ব্যাখ্যা কর। ৪

২৯ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো বৈদ্যুতিক যন্ত্র যদি প্রতি সেকেন্ডে এক জুল বৈদ্যুতিক শক্তি ব্যয় করে তবে ঐ বৈদ্যুতিক যন্ত্রের ক্ষমতাকে এক ওয়াট বলে।

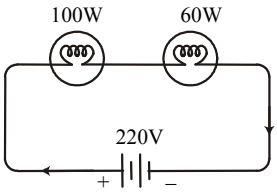
খ কোনো কারণে বাড়ি ঘরের সরবরাহ লাইনে অতিরিক্ত বিভবের কারণে উচ্চমাত্রায় তড়িৎ প্রবাহের ফলে এর সাথে যুক্ত বৈদ্যুতিক যন্ত্রপাতি ক্ষতিগ্রস্থ হতে পারে। অতিরিক্ত প্রবাহের কারণে বৈদ্যুতিক যন্ত্রপাতিকে ক্ষতির হাত থেকে রক্ষা করার জন্য ফিউজ ব্যবহার করা হয়। অতিরিক্ত প্রবাহের করণে ফিউজ গলে গিয়ে বিদ্যুৎ সংযোগ বিচ্ছিন্ন করে ফলে বৈদ্যুতিক যন্ত্রপাতি ক্ষতির হাত থেকে রক্ষা পায়।

সুপার টিপস্ : প্রয়োগ ও উচ্চতর দক্ষতার প্রশ্নের উত্তরের জন্যে অনুরূপ যে প্রশ্নের উত্তরটি জানা থাকতে হবে—

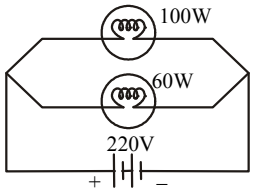
গ উদ্দীপকে উল্লেখিত বৈদ্যুতিক যন্ত্রগুলোর কোনগুলো শ্রেণী ও কোনগুলো সমান্তরাল সমবায়ে যুক্ত আছে তার একটি তালিকা তৈরী কর।

ঘ বাসাবাড়িতে কোন সংযোগ উপযোগী? যুক্তিসহ মতামত দাও।

প্রশ্ন ▶ ৩০



১নং বর্তনী



২নং বর্তনী

◀ শিখনফল-৫ ও ১০

উপরের চিত্রদ্বয় দেখে নিচের প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও:

ক. আপেক্ষিক রোধের বিপরীত রাশিকে কী বলে? ১

খ. তড়িৎপরিবাহিতা বলতে কী বোঝ? ২

গ. ১নং চিত্রের বর্তনীর মধ্য দিয়ে প্রবাহিত বিদ্যুতের পরিমাণ নির্ণয় কর। ৩

ঘ. বাল্ব দুটি সংযুক্ত করার জন্য ১ ও ২ নং বর্তনীর কোনটি বেশি উপযোগী? উত্তরের স্বপক্ষে যুক্তি দাও। ৪

৩০ নং প্রশ্নের উত্তর

ক আপেক্ষিক রোধের বিপরীত রাশিকে পরিবাহকত্ব বলে।

খ ওহমের সূত্র হতে আমরা জানি, $I = GV$

এখানে G সমানুপাতিক ধ্রুবক। একে পরিবাহকের পরিবাহিতা বলে। এটি রোধের বিপরীত রাশি

$\therefore G = \frac{1}{R}$

অতএব আমরা সংজ্ঞায়িত করতে পারি, কোনো পরিবাহকের তড়িৎ পরিবাহিতা এর মধ্য দিয়ে তড়িৎ প্রবাহ এবং পরিবাহকের দুই প্রান্তের বিভব পার্থক্যের অনুপাতের সমান।

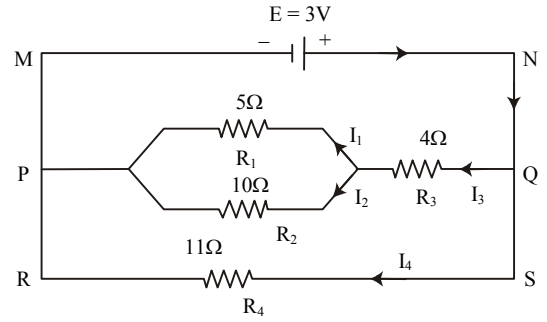
পরিবাহিতার একক সিমেন্স (S)।

সুপার টিপস্ : প্রয়োগ ও উচ্চতর দক্ষতার প্রশ্নের উত্তরের জন্যে অনুরূপ যে প্রশ্নের উত্তরটি জানা থাকতে হবে—

গ 100 W এবং 60W দুইটি বাতিকে শ্রেণিতে যুক্ত করে 220V বিভব পার্থক্যে সংযোগ দিলে প্রবাহিত বিদ্যুতের মান নির্ণয় কর।

ঘ শ্রেণি এবং সমান্তরাল সমবায়ের মধ্যে কোনটি বেশি সুবিধাজনক ব্যাখ্যা কর।

প্রশ্ন ▶৩১



◀শিখনফল-১১ ও ১০

ক. তড়িৎ ক্ষমতা কী? ১

খ. তড়িৎপ্রবাহ কেন উৎপন্ন হয়? ২

গ. PQ-এর তুল্যরোধের মান নির্ণয় কর। ৩

ঘ. বড় বড় কলকারখানায় বিদ্যুৎ ব্যবস্থা সিরিজে সংযুক্ত করা থাকে কেন? উদ্দীপকের আলোকে বিশ্লেষণ কর। ৪

৩১ নং প্রশ্নের উত্তর

ক একটি বৈদ্যুতিক যন্ত্রের শক্তি রূপান্তরের হারকে ঐ যন্ত্রের তড়িৎ ক্ষমতা বলা হয়।

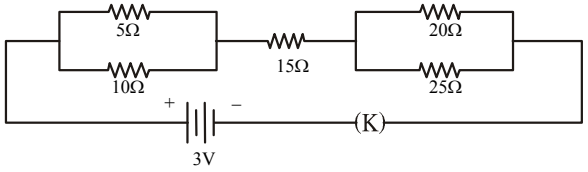
খ তড়িৎপ্রবাহ হয় তড়িৎক্ষেত্র বা বর্তনীর দুই বিন্দুর বিভব পার্থক্যের কারণে। দুই বিন্দুর মধ্যে বিভভ পার্থক্য থাকলে ঐ বিন্দুদ্বয়ে মুক্ত ইলেকট্রনের ঘনত্বের তারতম্য থাকে। ইলেকট্রনসমূহ সকলে একই ধরনের (ঋণাত্মক) আধানবিশিষ্ট হওয়ায় পরস্পরকে বিকর্ষণ করে এবং এই বিকর্ষণের ফলে বেশি ঘনত্বের অঞ্চল হতে কম ঘনত্বের অঞ্চলে ইলেকট্রনসমূহের প্রবাহের দ্বারা বিদ্যুৎপ্রবাহের সূত্রপাত ঘটে।

সুপার টিপস্ : প্রয়োগ ও উচ্চতর দক্ষতার প্রশ্নের উত্তরের জন্যে অনুরূপ যে প্রশ্নের উত্তরটি জানা থাকতে হবে—

গ 5Ω এবং 10Ω মানের দুটি রোধকে সমান্তরালে যুক্ত করে 4Ω রোধের সাথে অনুক্রমে সংযোগ দিয়ে গঠিত বৃহত্তর সমবায়কে 11Ω রোধের সাথে সমান্তরালে সংযুক্ত করে গঠিত বর্তনীকে 3V তড়িচ্চালক শক্তির কোষের সাথে যুক্ত করলে তুল্য রোধ কত হবে?

ঘ বড় বড় শিল্পকারখানায় বিদ্যুৎ ব্যবস্থা সিরিজে যুক্ত করা হয়- বর্তনী অঙ্কন করে ব্যাখ্যা করো।

প্রশ্ন ▶৩২



উপরের বর্তনী হতে নিচের প্রশ্নের উত্তর দাও: *◀শিখনফল-৫ ও ১০*

ক. রোধের সন্নিবেশ কী? ১

খ. কোনো স্থানে তড়িৎপ্রবাহ বিঘ্নিত হওয়ার কারণ ব্যাখ্যা কর। ২

গ. বর্তনীর তড়িৎ প্রবাহের মান নির্ণয় কর। ৩

ঘ. বর্তনীর রোধগুলো অনুক্রমিক ও সমান্তরালে সজ্জিত করলে তড়িৎ প্রবাহের পরিবর্তন বিশ্লেষণ কর। ৪

৩২ নং প্রশ্নের উত্তর

ক একাধিক রোধকে একত্রে সংযুক্ত করাকে বলা হয় রোধের সন্নিবেশ।

খ তড়িৎপ্রবাহ মানেই ইলেক্ট্রনের প্রবাহ। কোনো পরিবাহকের দুই প্রান্তে বিভবের পার্থক্য হলে ইলেকট্রন তথা ঋণাত্মক আধান নিম্ন বিভব থেকে উচ্চ বিভবের দিকে প্রবাহিত হয়। এ ইলেক্টন স্রোত পরিবাহকের মধ্য দিয়ে চলার সময় পরিবাহকের অভ্যন্তরস্থ অণু-পরমাণুর সাথে সংঘর্ষে লিপ্ত হয়। ফলে ইলেকট্রনের গতি বাধাপ্রাপ্ত হয় এবং তড়িৎপ্রবাহ বিঘ্নিত হয়।

সুপার টিপস্ : প্রয়োগ ও উচ্চতর দক্ষতার প্রশ্নের উত্তরের জন্যে অনুরূপ যে প্রশ্নের উত্তরটি জানা থাকতে হবে—

গ 5Ω এবং 10Ω মানের এক সেট এবং 20Ω ও 25Ω মানের অপর এক সেট রোধকে সমান্তরালে সাজিয়ে এদেরকে 15Ω মানের অপর একটি রোধের সাথে শ্রেণিতে যুক্ত করে ও সম্পূর্ণ সেটকে 3V মানের তড়িচ্চালক শক্তির সাথে সংযোগ দিলে বর্তনীর প্রবাহ কত হবে নির্ণয় কর।

ঘ বর্তনীর সবগুলো রোধকে একবার সমান্তরালে সাজিয়ে 3V তড়িচ্চালক শক্তির সাথে যুক্ত করলে এবং সবগুলো রোধকে শ্রেণিতে সাজিয়ে 3V তড়িচ্চালক শক্তির সাথে যুক্ত করলে উভয় ক্ষেত্রে তড়িৎ প্রবাহের তুলনা কর।

প্রশ্ন ▶৩৩ আরিফ সাহেবের বাড়িতে 60W এর 7 টি বাতি দৈনিক গড়ে 8 ঘণ্টা জ্বলে। অপরপক্ষে আমিন সাহেবের বাড়িতে 12W ক্ষমতা সম্পন্ন 8 টি বিদ্যুৎ সাশ্রয়ী বাতি দৈনিক গড়ে 9 ঘণ্টা ধরে জ্বলে। প্রতি ইউনিট বিদ্যুতের মূল্য 1.75 টাকা। *◀শিখনফল-১২*

ক. $(\Omega m)^{-1}$ কীসের একক? ১

খ. রোধের অনুক্রমিক সন্নিবেশ বলতে কী বোঝ? ২

গ. আরিফ সাহেবের বাড়ির মে মাসের বিদ্যুৎ বিলের পরিমাণ কত? ৩

ঘ. আরিফ সাহেব ও আমিন সাহেবের বার্ষিক বিদ্যুৎ বিলের তুলনামূলক বর্ণনা দিয়ে কোনটি যুগোপযোগী বিশ্লেষণ করো। ৪

৩৩ নং প্রশ্নের উত্তর

ক $(\Omega m)^{-1}$ পরিবাহকত্বের একক।

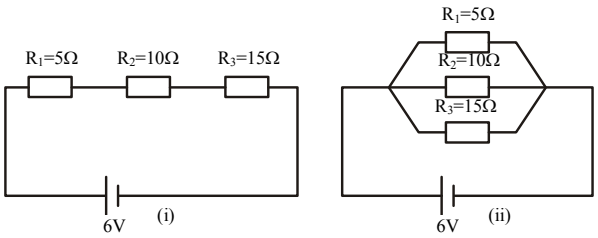
খ কতকগুলো রোধকে যদি পরপর এমনভাবে সাজানো হয় যে প্রথম রোধের শেষ প্রান্তের সাথে দ্বিতীয় রোধের প্রথম প্রান্ত, দ্বিতীয় রোধের শেষ প্রান্তের সাথে তৃতীয় রোধের প্রথম প্রান্ত এবং বাকীগুলো এভাবে সংযুক্ত থাকে এবং প্রথম রোধের প্রথম প্রান্ত ও শেষ রোধের শেষ প্রান্তের মাঝে কোনো বিদ্যুৎ উৎস থাকে তবে তাকে রোধের অনুক্রমিক সন্নিবেশ বলে।

সুপার টিপস্ : প্রয়োগ ও উচ্চতর দক্ষতার প্রশ্নের উত্তরের জন্যে অনুরূপ যে প্রশ্নের উত্তরটি জানা থাকতে হবে—

গ 60W-এর 7টি বাতি দৈনিক 8 ঘণ্টা চালালে 31 দিনে বিদ্যুৎ বিল কত আসবে? এক ইউনিটের মূল্য 1.75 টাকা।

ঘ আমিন সাহেবের বাড়িতে 12W ক্ষমতাসম্পন্ন 8টি বিদ্যুৎ সাশ্রয়ী বাতি দৈনিক গড়ে 9 ঘণ্টা ধরে জ্বললে আমিন সাহেবের মাসিক বিদ্যুৎ বিল হিসাব করে দেখাও যে, আমিন সাহেব বিদ্যুৎ ব্যবহারে সাশ্রয়ী।

প্রশ্ন ▶ ৩৪



◀ *শিখনফল-৫ ও ১৫*

ক. রোধের বিপরীত রাশি কী? ১

খ. স্থির তড়িৎ হতে চল তড়িৎ কিভাবে সৃষ্টি হয় ব্যাখ্যা করো। ২

গ. (ii) নং বর্তনীতে তড়িৎপ্রবাহ মাত্রার মান নির্ণয় কর। ৩

ঘ. তোমার গৃহে বিদ্যুতায়নের জন্য তুমি কোন বর্তনীটি ব্যবহার করবে? যুক্তিসহ ব্যাখ্যা কর। ৪

৩৪ নং প্রশ্নের উত্তর

ক রোধের বিপরীত রাশি পরিবাহিতা।

খ কোনো বস্তুতে মোট ধনাত্মক আধান এবং মোট ঋণাত্মক আধান সমান না হলে বস্তুটি তড়িৎ হয়েছে বলে ধরা হয়। এক্ষেত্রে তড়িৎ চলাচলের কোনোরূপ সুযোগ না থাকলে, অর্থাৎ অন্তরক পদার্থের সংস্পর্শে থাকলে উক্ত তড়িৎ স্থির থাকে। কিন্তু যখনই এই তড়িৎ কোনো পরিবাহীর সংস্পর্শে আসে তখনই তা প্রবাহিত হয়ে বল তড়িত সৃষ্টি করে।

সুপার টিপস্ : প্রয়োগ ও উচ্চতর দক্ষতার প্রশ্নের উত্তরের জন্যে অনুরূপ যে প্রশ্নের উত্তরটি জানা থাকতে হবে—

গ একটি তড়িৎ কোষের তড়িচ্চালক শক্তি 6V। এর সাথে 5Ω, 10Ω ও 15Ω মানের তিনটি রোধ সমান্তরাল সন্নিবেশে সংযুক্ত করা হলো। বর্তনীর মূল তড়িৎপ্রবাহের মান নির্ণয় কর।

ঘ গৃহে বিদ্যুতায়নে কোন সন্নিবেশ সুবিধাজনক- ব্যাখ্যা কর।

➤ অনুশীলনের জন্য আরও প্রশ্ন

প্রশ্ন ▶ ৩৫ কোনো একটি বৈদ্যুতিক যন্ত্রের ক্ষমতা 80 W। এর রোধ 125 Ω। এই যন্ত্রটিকে প্রতিদিন 7 ঘণ্টা করে এক মাস ব্যবহার করা হয়। 1 ইউনিট বিদ্যুৎ খরচ = 2.00 টাকা। ◀ *শিখনফল-৫ ও ১২*

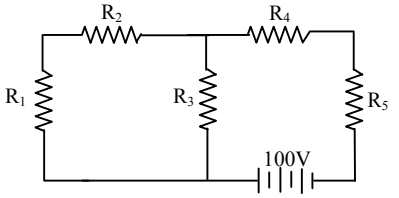
ক. 1kWh কাকে বলে ? ১

খ. সার্কিট ব্রেকার কীভাবে কাজ করে? ২

গ. বৈদ্যুতিক যন্ত্রটি কত বিভব পার্থক্যে কাজ করে ? ৩

ঘ. উল্লিখিত সময় ধরে যন্ত্রটি ব্যবহার করলে কত ইউনিট বিদ্যুৎ শক্তি ব্যয় হবে এবং কত খরচ পড়বে- বিশ্লেষণ কর। ৪

প্রশ্ন ▶ ৩৬



চিত্রের $R_1 = R_5 = 10\Omega$; $R_2 = 20\Omega$, $R_3 = 30\Omega$, $R_4 = 5\Omega$

◀ *শিখনফল-১১ ও ৫*

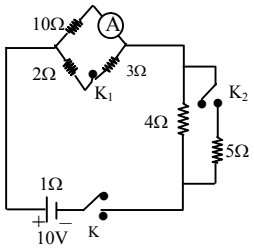
ক. আবিষ্ট আধান কী? ১

খ. একটি ধনাত্মক চার্জে চার্জিত বস্তু দ্বারা সরাসরি একটি নিরপেক্ষ বস্তুতে সমধর্মী ও বিপরীতধর্মী চার্জ সৃষ্টি সম্ভব কি? ২

গ. উক্ত বর্তনীর তুল্যরোধ নির্ণয় কর। ৩

ঘ. R_1 ও R_3 এ প্রবাহিত তড়িৎ প্রবাহের কোন পার্থক্য হবে কি? গাণিতিক যুক্তিসহ বিশ্লেষণ কর। ৪

প্রশ্ন ▶ ৩৭



◀ *শিখনফল-১০*

ক. তড়িৎ বর্তনী কী? ১

খ. কোনো বাল্বের গায়ে 220V-60W লেখা থাকলে কী বুঝায়? ২

গ. চাবি K, K_2 বন্ধ এবং K_1 খোলা থাকলে অ্যামিটারের পাঠ কত হবে? নির্ণয় কর। ৩

ঘ. চাবি K, K_1 বন্ধ এবং K_2 খোলা থাকলে বর্তনীর প্রবাহ পূর্বের কত গুণ হবে? গাণিতিকভাবে দেখাও। ৪

নিজেকে যাচাই করি

পদার্থবিজ্ঞান

বিষয় কোড : | ১ | ৩ | ৬ |

সময়: ২৫ মিনিট

সৃজনশীল বহুনির্বাচনি প্রশ্ন

মান-২৫

১. 100W–220V বৈদ্যুতিক বাল্বের রোধ কত?
ক 484 ohm খ 242 ohm
গ 220 ohm ঘ 2.2 ohm

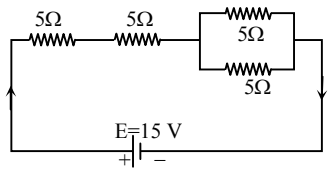
২. বর্তনীতে প্রবাহিত তড়িতের মান নিয়ন্ত্রণ করে নিচের কোনটি?
ক রোধক খ তাপমাত্রা
গ অ্যামিটার ঘ চাপ

৩. একটি বাল্বের গায়ে 60 W – 100 V লিখা আছে। এর ফিলামেন্টের রোধ কত?
ক 166.67 Ω খ 448 Ω
গ 36 Ω ঘ 455 Ω

৪. 5Ω এর চারটি রোধকে সমান্তরাল সন্নিবেশে যুক্ত করলে তুল্য রোধ কত হবে?
ক 1.25 Ω খ 0.7 Ω
গ 0.8 Ω ঘ 20 Ω

৫. বৈদ্যুতিক পাখার ক্ষমতা কত?
ক (60 – 70)W খ (65 – 75)W
গ (70 – 80)W ঘ (80 – 90)W

৬.



উপরের বর্তনীটির তুল্য রোধের মান কত?
ক 12.5 Ω খ 10.5 Ω
গ 15 Ω ঘ 20 Ω

৭. 60W এর একটি বাল্ব প্রতিদিন 5 ঘণ্টা করে 30 দিন জ্বালালে কত বিদ্যুৎ শক্তি ব্যয় হবে? kWh এককে—
ক 0.9 খ 90
গ 9 ঘ 900

৮. নিচের কোনটি পরিবাহক?
ক কাঠ খ কাগজ
গ মাটি ঘ কাঁচ

৯. কোনো পরিবাহীর দুই প্রান্তের বিভব পার্থক্য অপরিবর্তিত থাকলে যদি এর তড়িৎ প্রবাহ দ্বিগুণ করা হয় তাহলে রোধ কী হবে?
ক অর্ধেক হবে খ দ্বিগুণ হবে
গ চারগুণ হবে ঘ এক-চতুর্থাংশ হবে

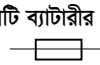
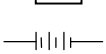
১০. 100W একটি বৈদ্যুতিক বাল্ব প্রতিদিন 5 ঘণ্টা করে চললে জুন মাসে কত ইউনিট বিদ্যুৎ খরচ হবে?
ক 5 ইউনিট খ 10 ইউনিট
গ 15 ইউনিট ঘ 20 ইউনিট

১১. পরিবাহকত্বের সাথে রোধকত্বের সম্পর্ক কীরূপ?
ক সমানুপাতিক
খ ব্যস্তানুপাতিক
গ বর্গের সমানুপাতিক
ঘ বর্গের ব্যস্তানুপাতিক

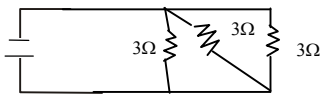
১২. একটি বৈদ্যুতিক হিটারের নাইক্রোম তারের দৈর্ঘ্য 15m এবং প্রস্থচ্ছেদ $2 \times 10^{-7} m^2$ হলে, তারের রোধ কত ওহম হবে?
ক 75 খ 100
গ 125 ঘ 1.46

১৩. নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় কোনো পরিবাহীর বিভব পার্থক্য দ্বিগুণ করলে, প্রবাহমাত্রা কী পরিমাণ বৃদ্ধি পাবে?
ক $\frac{1}{4}$ গুণ খ $\frac{1}{2}$ গুণ
গ 2 গুণ ঘ 4 গুণ

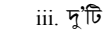
১৪. তড়িচ্চালক শক্তির একক কী?
ক V খ J
গ W ঘ A

১৫. কোনটি ব্যাটারীর প্রতীক?
ক  খ
গ  ঘ

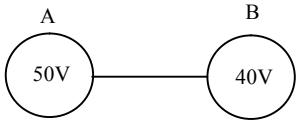
১৬. পাশের বর্তনীর তুল্য রোধ কত?



ক 4.5Ω খ 6Ω
গ 1Ω ঘ 3Ω

১৭.  দ্বারা বুঝায়—
i. দু'টি তার সংযুক্ত অবস্থায় আছে
ii. দু'টি তার সংযোগবিহীন অবস্থায় আছে
iii. দু'টি তার আড়াআড়ি অবস্থায় আছে
নিচের কোনটি সঠিক?
ক i খ ii
গ iii ঘ i ও ii

১৮.



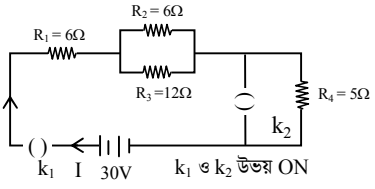
উদ্দীপক অনুসারে—
i. তড়িৎ প্রবাহের প্রচলিত দিক অনুযায়ী প্রবাহ A থেকে B এর দিকে যাবে
ii. ঋণাত্মক আধান B থেকে A এর দিকে যাবে
iii. B এর বিভব পরিবর্তন করে 50 V করলে তড়িৎপ্রবাহ বন্ধ হয়ে যাবে
নিচের কোনটি সঠিক?
ক i ও ii খ ii ও iii
গ iii ঘ i, ii ও iii

১৯. তড়িৎ ক্ষমতার সম্পর্ক হলো—
i. $P = VI$
ii. $P = \frac{V^2}{R}$
iii. $P = IR$
নিচের কোনটি সঠিক?
ক i ও ii খ ii ও iii
গ i ও iii ঘ i, ii ও iii

২০. পরিবর্তী রোধক—
i. এর মান প্রয়োজন অনুযায়ী পরিবর্তন করা যায়
ii. এর মান স্থির
iii. এর অপর নাম রিওস্টেট
নিচের কোনটি সঠিক?
ক i ও ii খ ii ও iii
গ i ও iii ঘ i, ii ও iii

২১. টর্চ লাইটে একাধিক ব্যাটারিকে শ্রেণিতে সংযুক্ত করলে—
i. ভোল্টেজ বৃদ্ধি পায়
ii. ভোল্টেজ হ্রাস পায়
iii. তড়িৎ প্রবাহ বৃদ্ধি পায়
নিচের কোনটি সঠিক?
ক i খ i ও iii
গ ii ও iii ঘ i, ii ও iii

নিচের চিত্রটি দেখে ২২ ও ২৩ নং প্রশ্নের উত্তর দাও :



২২. I = কত?
ক 1.428A খ 1.6A
গ 2A ঘ 3A

২৩. এক্ষেত্রে—
i. R_1 এর প্রবাহ সর্বোচ্চ
ii. R_2 এর প্রবাহ 2A
iii. R_3 এর প্রবাহ ও R_4 এর প্রবাহ সমান
নিচের কোনটি সঠিক?
ক i খ i ও ii
গ ii ও iii ঘ i, ii ও iii

নিচের তথ্যের আলোকে ২৪ ও ২৫ নং প্রশ্নের দাও:
একটি বৈদ্যুতিক বাল্বের গায়ে 30W – 220V লেখা আছে।

২৪. বাল্বটির রোধ কত?
ক 7.33Ω খ 0.14Ω
গ 6600Ω ঘ 1613.33Ω

২৫. বাল্বটির মধ্য দিয়ে কী পরিমাণ তড়িৎ প্রবাহ চলবে?
ক 0.14A
খ 7.33A
গ 4.09A
ঘ 161.33A

পদার্থবিজ্ঞান

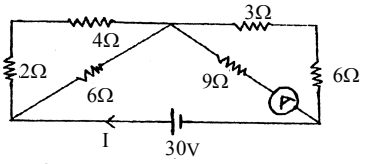
বিষয় কোড : ১ ৩ ৬

সময়: ২ ঘণ্টা ৩৫ মিনিট

সৃজনশীল রচনামূলক প্রশ্ন

মান-৫০

১.▶ বর্তনীটি লক্ষ্য কর এবং প্রশ্নের উত্তর দাও:



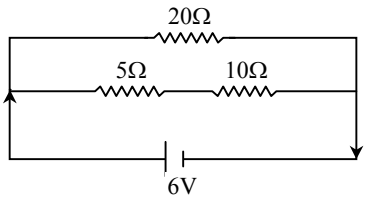
ক. তড়িৎ প্রবাহ কী? ১

খ. রোধের সন্নিবেশ বলতে কী বোঝ? ২

গ. বর্তনীটির তুল্যরোধ নির্ণয় কর। ৩

ঘ. বর্তনীটির প্রদত্ত অ্যামিটার (A)-এর মধ্য দিয়ে প্রবাহমাত্রা মূল প্রবাহমাত্রার কত অংশ হবে– গাণিতিক বিশ্লেষণ কর। ৪

২.▶ পদার্থবিজ্ঞান পরীক্ষাগারে ব্যবহারিক ক্লাসে একজন শিক্ষক দশম শ্রেণির শিক্ষার্থীদের বর্তনী তৈরি করতে নির্দেশ দেওয়ার পর লগ্ন নিচের বর্তনীটি তৈরি করে এবং ব্যয়িত শক্তি নির্ণয়ের জন্য বর্তনীটি দুই ঘণ্টা সচল রাখে।



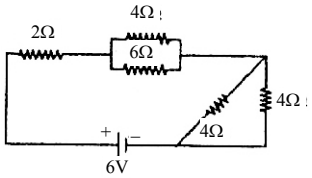
ক. রোধ কী? ১

খ. বিভব পার্থক্য 220 V বলতে কী বোঝায়? ২

গ. বর্তনীর তুল্য রোধ নির্ণয় করো। ৩

ঘ. 5W এর একটি বাতি উক্ত সময় ধরে জ্বালালে বর্তনীটির ব্যয়িত শক্তির সমান হবে কিনা– গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো। ৪

৩.▶ নিচের চিত্রটি লক্ষ করো এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও:



ক. তড়িৎ ক্ষমতা কী? ১

খ. সুর তারের চেয়ে মোটা তারে বিদ্যুৎ বেশি প্রবাহিত হয় কেন? ২

গ. বর্তনীর তুল্যরোধ নির্ণয় করো। ৩

ঘ. উদ্দীপকের রোধগুলো ব্যবহার কর এবং তড়িচ্চালক শক্তি অপরিবর্তিত রেখে গৃহে ব্যবহার উপযোগী বর্তনী তৈরি করে দুই বর্তনীর তড়িৎ প্রবাহ তুলনা করো। ৪

৪.▶ 4m দৈর্ঘ্য ও 100Ω রোধের একটি তারকে 220V বিভব পার্থক্যের তড়িৎ উৎসের সাথে যুক্ত করা হল।

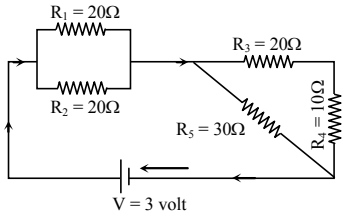
ক. রোধের একক কী? ১

খ. পরিবাহীতে বিদ্যুৎপ্রবাহের সময় কিভাবে রোধের উদ্ভব ঘটে? ২

গ. উদ্দীপকের বর্তনীতে তড়িৎ প্রবাহের মান বের কর। ৩

ঘ. বর্তনীর তারটিকে দু'ভাজ করে ঐ তড়িৎ উৎসের সাথে যুক্ত করলে প্রবাহমাত্রা পূর্বাপেক্ষা কমবে না বাড়বে গাণিতিক বিশ্লেষণ কর। ৪

৫.▶



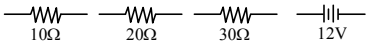
ক. তুল্যরোধ কাকে বলে? ১

খ. দূরে তড়িৎ প্রেরণের সময় কী করলে শক্তির অপচয় কমানো যাবে? ২

গ. উপরোক্ত বর্তনীর তুল্যরোধ নির্ণয় করো। ৩

ঘ. উপরোক্ত বর্তনীর R_4, R_5 রোধ না থাকলে R_1, R_2, R_3 রোধের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত তড়িৎ প্রবাহের মান একই হবে কিনা গাণিতিক যুক্তিসহ বিশ্লেষণ করো। ৪

৬.▶



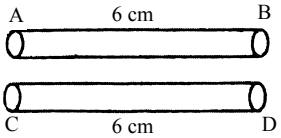
ক. আধান কাকে বলে? ১

খ. কোনো তারের আপেক্ষিক রোধ 1.5×10^{-8} Ωm কথাটির অর্থ লিখ। ২

গ. উল্লেখিত রোধকগুলো দ্বারা শ্রেণি সংযোগ তৈরি করলে বর্তনীর মধ্য দিয়ে প্রবাহিত প্রবাহমাত্রার মান নির্ণয় করো। ৩

ঘ. রোধকগুলোকে সমান্তরালে সাজালে প্রত্যেকটির মধ্য দিয়ে প্রবাহিত প্রবাহমাত্রার সমষ্টি তুল্যরোধের মধ্য দিয়ে প্রবাহমাত্রার সমান হবে কিনা– গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো। ৪

৭.▶



6 cm দৈর্ঘ্যের দুইটি রূপার তারের ১মটির ব্যাস 0.01cm এবং ২য়টির ব্যাস 0.02cm। রূপার আ: রোধ 1.6×10^{-8}Ωm।

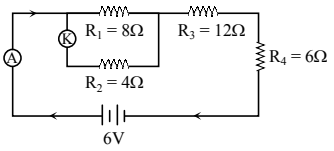
ক. আপেক্ষিক রোধ কী? ১

খ. 1 kWh বলতে কী বুঝ? ২

গ. উদ্দীপকের আলোকে প্রমান কর যে, দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি পেলে (তারের) রোধও বৃদ্ধি পায়। ৩

ঘ. "তার দুইটি সমান হওয়া সত্ত্বেও এদের রোধ ভিন্ন"– গাণিতিকভাবে উক্তিটির যথার্থতা যাচাই কর। ৪

৮.▶



ক. ধারক কী? ১

খ. একটি তারকে টেনে দ্বিগুণ করলে রোধের পরিবর্তন ব্যাখ্যা করো। ২

গ. K অন অবস্থায় অ্যামিটার পাঠ নির্ণয় করো। ৩

ঘ. K অন ও অফ অবস্থায় R_2 এর বিভব পার্থক্য গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো। ৪

সৃজনশীল বহুনির্বাচনি | মডেল প্রশ্নপত্রের উত্তর

১	ক	২	ক	৩	ক	৪	ক	৫	খ	৬	ক	৭	গ	৮	গ	৯	ক	১০	গ	১১	খ	১২	ক	১৩	গ
১৪	ক	১৫	গ	১৬	গ	১৭	গ	১৮	ঘ	১৯	ক	২০	গ	২১	খ	২২	ঘ	২৩	খ	২৪	ঘ	২৫	ক		