

চল তড়িৎ

Current Electricity

অধ্যায়
০৩

এ অধ্যায়ে
অনন্য
সংযোজন

শিখনকলের
ধারায় প্রশ্ন ও উত্তর

পাঠবইয়ের সূচনাহীন
প্রশ্ন ও উত্তর

সমষ্টিক অধ্যায়ের
প্রশ্ন ও উত্তর

সেরা কলেজের
প্রশ্ন বিশ্লেষণ

অ্যাপস-এ
MCQ Exam

তড়িৎ মিলন (Introduction)

অসম বিভবের দুটি চার্জিত বস্তুকে একটি পরিবাহী তার দ্বারা যুক্ত করলে এর যেকোনো অংশের মধ্য দিয়ে উচ্চ বিভব সম্পর্ক বস্তু থেকে নিম্ন বিভব সম্পর্ক বস্তুর দিকে বৈদ্যুতিক চার্জের প্রবাহকে তড়িৎ প্রবাহ বলে এবং পরিবাহীর মধ্য দিয়ে একক সময়ে যে পরিষাগ চার্জ প্রবাহিত হয় তাকে প্রবাহমাত্রা বলে। তড়িৎ এর উপর আমরা এতটাই নির্ভরশীল যে তড়িৎবিহীন অবস্থায় আমাদের দৈনন্দিন জীবন প্রায় অচল। তড়িৎ প্রবাহ বজায় রাখার ক্ষেত্রে তড়িৎ কোষ গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করে। আমাদের দৈনন্দিন ব্যবহার্য সামগ্রী যেমন— রেডিও, টেলিভিশন, ক্যামেরা, ক্যাসেট প্রেয়ার, দেয়াল ঘড়ি ইত্যাদি চালাতে তড়িৎ শক্তির প্রয়োজনে কোষ বা ব্যাটারি ব্যবহার করা হয়।

► এক নজরে অধ্যায় বিন্যাস



শিক্ষার্থীদের সেরা প্রস্তুতির জন্য এ অধ্যায়টি পাঁচটি ধারাবাহিক পার্টে বিভক্ত করে উপস্থাপন করা হলো। সহজে খুঁজে বের করার জন্য প্রতিটি পার্টের সাথে পৃষ্ঠা নম্বর দেওয়া আছে। শিক্ষার্থীরা পার্টসমূহ অনুসরণে প্রস্তুতি গ্রহণ করলে পরীক্ষায় যেভাবেই প্রশ্ন আসুক না কেন, সহজেই ১০০% কমন নিশ্চিত করতে পারবে।



অনুশীলন [Practice]

১০০% সঠিক ফরম্যাট অনুসরণে শিখনকলের ধারায় প্রশ্ন ও উত্তর

সূজনশীল অংশ
কমন উপযোগী প্রশ্ন ও উত্তর
পৃষ্ঠা : ১৭৯-২৩০

বহুনির্বাচনি অংশ
১০০% নির্ভুল প্রশ্ন ও উত্তর
পৃষ্ঠা : ২৩১-২৫৮



যাচাই ও মূল্যায়ন [Assessment & Evaluation]

মডেল টেস্ট আকারে সূজনশীল ও বহুনির্বাচনি প্রশ্নব্যাংক পৃষ্ঠা ২৫৯



এক্সক্লিসিভ সাজেশন্স [Exclusive Suggestions]

কলেজ পরীক্ষা ও এইচএসসি পরীক্ষা উপযোগী সাজেশন্স পৃষ্ঠা ২৬১



বিকল্প প্রস্তুতি [Alternative Preparation]

গতানুগতিক ধারার গুরুত্বপূর্ণ ঘরের সময়ে বিশেষ পাঠ পৃষ্ঠা ২৬১



এক্সক্লিসিভ টিপস [Exclusive Tips]

পূর্ণাঙ্গ প্রস্তুতি নিশ্চিতকরণে অভিনব কৌশলভিত্তিক নির্দেশনা পৃষ্ঠা ২৬১

EXCLUSIVE ITEMS Admission Test After HSC

- মেডিকেল, ইঞ্জিনিয়ারিং ও বিশ্ববিদ্যালয় ভর্তি পরীক্ষায় আসা প্রশ্নোত্তর পৃষ্ঠা ২৬২

চিচার্স ম্যানুয়াল অনুসরণে
ডিম ধারায় উপস্থাপন



শিখনকল

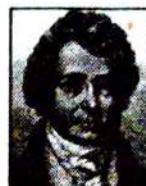


শিখন যাচাই



উপকরণ

অধ্যায় সংশ্লিষ্ট বিজ্ঞানীর পরিচিতি



অ্যালিপ্পোরা

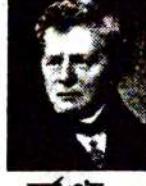
আলেক্সান্ড্র পদার্থবিজ্ঞানী।

তড়িৎ-চৌম্বকতে অবদানের জন্য

তিনি বিখ্যাত। তড়িৎ প্রবাহের

আন্তর্জাতিক এক অ্যালিপ্পোরারের

নামকরণ তাঁর সম্মানে করা হয়েছে।



জর্জ ও'ম্যান

জর্জ ও'ম্যান পদার্থবিজ্ঞানী জর্জ

সাইমন ও'ম্যান বিভব

প্রার্থক্য ও তড়িৎ প্রবাহের মধ্যে

সম্পর্ক ভিত্তিক সূত্র প্রদান করেন।

তড়িৎ রাসায়নিক কোষ নিয়ে তিনি

গবেষণা করেন।



তোম্প্টা

তালীয় পদার্থবিজ্ঞানী

আলেসান্দ্রো তোম্প্টা

বিদ্যুৎশক্তি উভাবনে পথিকৃৎ

ছিলেন। ব্যাটারি আবিক্ষারের জন্য

তিনি স্বর্ণীয়। তাঁর নামানুসারে

বৈদ্যুতিক বিভবের এককের নাম

রাখা হয় তোম্প্ট।



ও.য়ে.ব.সা.ই.ট তথ্য সংযোগ

অধ্যায়টিকে বিষয়বস্তুর ওপর শিখনকলের ধারাবাহিকতায় ধৰ্ম তৈরিতে এবং উভয়কে তথ্যবস্তু ও নির্ভুলতা নিশ্চিতকরণে বোর্ড বইয়ের পাশাপাশি নিম্নোক্ত ওয়েব লিংকের সহায়তা নেওয়া হয়েছে—

<http://en.wikipedia.org/wiki/Resistance>

simple.wikipedia.org/wiki/Joule's_laws

en.wikipedia.org/wiki/Joule_heating

en.wikipedia.org/wiki/Internal_resistance

en.wikipedia.org/wiki/Series_and_parallel_circuits

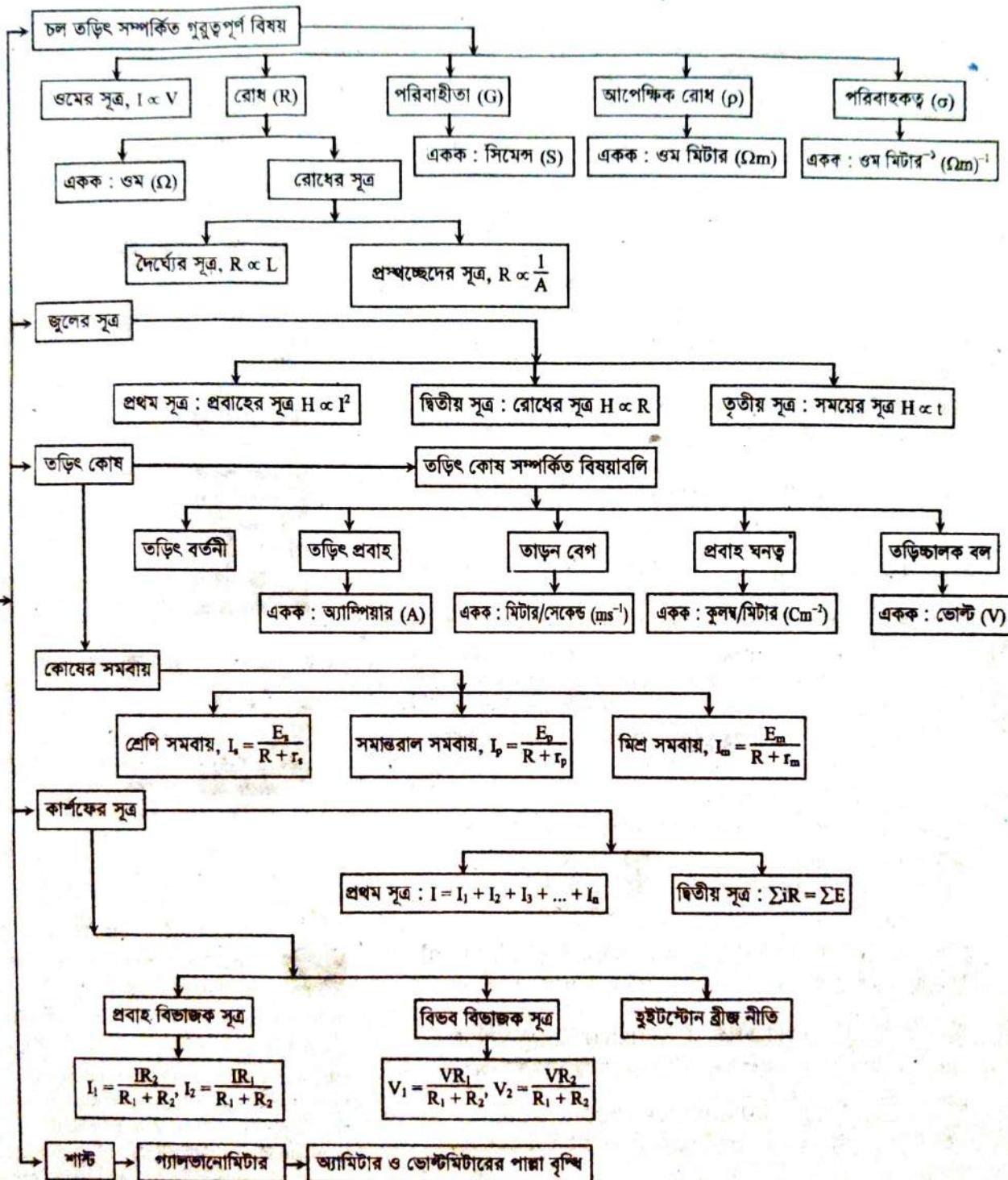
en.wikipedia.org/wiki/Kirchhoff's_circuit_laws

en.wikipedia.org/wiki/Wheatstone_bridge

৭৫
 নজরে

 অধ্যায়ের
 প্রবাহ চিত্র

প্রিয় শিক্ষার্থী বন্ধুরা, কোনো অধ্যায়ের বিষয়বস্তুর বিন্যাস ও ধারাবাহিকতা সম্পর্কে পূর্ব হতে ধারণা থাকলে প্রশ্ন ও উত্তর আবাস্থা করা সহজ হয়। নিম্নে এ অধ্যায়ের গুরুত্বপূর্ণ বিষয়াবলি প্রবাহ চিত্র (Flow Chart) আকারে উপস্থাপন করা হলো, যা তোমাদের সহজেই এক নজরে অধ্যায়টি সম্পর্কে স্পষ্ট ধারণা পেতে সহায়তা করবে।



অধ্যায় বিশ্লেষণ (Chapter Analysis)

- ১১৮ টি সূজনশীল প্রশ্ন ও উত্তর (বোর্ড প্রশ্ন ২৬টি + অনুশীলনীর প্রশ্ন ৭৪টি + মাস্টার ট্রেইনার প্রশ্ন ১১টি + কলেজ প্রশ্ন ৫টি + সমর্পিত প্রশ্ন ২টি)
- ৫০৩ টি বহুনির্বাচনি প্রশ্ন ও উত্তর (বোর্ড প্রশ্ন ৮৩টি + মাস্টার ট্রেইনার প্রশ্ন ২১১টি + কলেজ প্রশ্ন ১৬৮টি + অনুশীলনীর প্রশ্ন ৪১টি)

অনলাইনে প্রস্তুতি যাচাই

INTERNET BASED PRESENTATION

 সূজনশীল যাডেল টেস্ট ০৫টি
 বহুনির্বাচনি যাডেল টেস্ট ০৫টি

PART

01



অনুশীলন
Practice

শিয়াল শিক্ষার্থী, Part 01 সম্পূর্ণবুলে অনুশীলন নির্ভর; যা মূলত দুটি অংশে বিভক্ত— সৃজনশীল অংশ ও বহুনির্বাচনি অংশ। তোমাদের অনুশীলনের সুবিধার্থে NCTB অনুমোদিত পাঠ্যবইসমূহের অনুশীলনীর প্রথা ও উভয়ের পাশাপাশি এইচএসসি পরীক্ষা, মাস্টার ট্রেইনার প্যানেল, সৈর্বস্থানীয় কলেজ ও সমৰ্বত অধ্যায়ের প্রশ্নোত্তর সংযোজন করা হয়েছে। প্রথা ও উভয়ের সর্বশেষ সংশোধিত ফরম্যাট অনুসৃত হয়েছে।



অধ্যায়ের শিখনকল

অধ্যায়টি অনুশীলন করে আমি যা জানতে পারব—

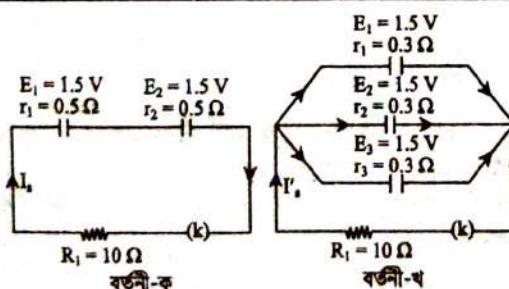
- রোধের উপর তাপমাত্রার প্রভাব ব্যাখ্যা করতে পারবে।
- তড়িৎ প্রবাহের জুলের তাপীয় ক্রিয়ার সূত্র ব্যাখ্যা করতে পারবে।
- তাপের যান্ত্রিক সমতা নির্ণয় করতে পারবে।
- কোষের অভ্যন্তরীণ রোধ এবং তড়িচালক বলের গাণিতিক সম্পর্ক বিশ্লেষণ করতে পারবে।
- বতনীতে কোষের শ্রেণি ও সমন্বয়ের সমন্বয় সংযোগ ব্যাখ্যা করতে পারবে।
- কিঞ্চিতের সূত্র ব্যবহার করে বতনীর তড়িৎ প্রবাহ ও বিভব প্রার্থক্য নির্ণয় করতে পারবে।
- বতনীতে শাটের ব্যবহার ব্যাখ্যা করতে পারবে।
- ব্যবহারিক
 - ▶ পটেনশিওমিটার ব্যবহার করে তড়িচালক বলের তুলনা করতে পারবে।
 - ▶ মিটার ব্রিজ ব্যবহার করে কোনো তারের আপেক্ষিক রোধ নির্ণয় করতে পারবে।
 - ▶ পোস্ট অফিস বক্স ব্যবহার করে রোধ নির্ণয় করতে পারবে।



সকল বোর্ডের এইচএসসি পরীক্ষার সৃজনশীল প্রশ্ন ও উত্তর

শিয়াল শিক্ষার্থী, সারা দেশের ৮টি শিক্ষা বোর্ডের এইচএসসি পরীক্ষা ২০১৯, ২০১৮, ২০১৭, ২০১৬ ও ২০১৫-এ আসা এ অধ্যায়ের সৃজনশীল প্রশ্নসমূহের যথাযথ উত্তর নিচে সংযোজিত হলো। এসব প্রশ্ন ও উত্তর অনুশীলনের মাধ্যমে তোমরা এইচএসসি পরীক্ষার প্রশ্ন ও উত্তরের ধরন সম্পর্কে স্পষ্ট ধারণা পাবে।

এইচএসসি পরীক্ষা ২০১৯ এর প্রশ্ন ও উত্তর



ক. কার্শকের ২য় সূত্রটি বিবৃত কর।

খ. তাপমাত্রা বাড়লে পরিবাহীর রোধ বাঢ়ে কেন? ব্যাখ্যা কর।

গ. বতনী-ক এর ক্ষেত্রে I_1 -এর মান কত?

ঘ. বতনী ক ও খ এর মধ্যে কোনটির বহিঃরোধ বেশি উত্তোলন হবে? বিশ্লেষণ কর।

১

২

৩

৪

[স. মো. '১৯]

১২ অংশের উত্তর

ক. কার্শকের রিটীয় সূত্রটি হলো— কোনো আবশ্য তড়িৎ বতনীর বিভিন্ন অংশগুলোর রোধ এবং তাদের অনুসঙ্গিক প্রবাহের গুণফলের বৈজ্ঞানিক সমষ্টি এই বতনীর মোট তড়িচালক বলের সমান হবে।

খ. মুক্ত ইলেক্ট্রন প্রবাহের সময় পরিবাহকের অনু পরমাণুর সাথে সংঘর্ষে লিপ্ত হয়। এ কারণে পরিবাহকের রোধের উভয়ের ঘটে। তাপমাত্রা বাড়লে পরিবাহকের অনু পরমাণু অতিরিক্ত শক্তি পায়। এতে তাদের কম্পনের পরিমাণ বেড়ে যায়। ফলে মুক্ত ইলেক্ট্রনের সাথে

এদের সংঘর্ষ বৃদ্ধি পায় এবং প্রবাহ চলার পথে বেশি বাধার সৃষ্টি হয়। এতে করে পরিবাহকের রোধ বৃদ্ধি পায়।

গ. এখানে, $E_1 = 1.5 \text{ V}$; $E_2 = 1.5 \text{ V}$;

$$r_1 = 0.5 \Omega; r_2 = 0.5 \Omega; R_1 = 10 \Omega$$

$$\text{এখন, } I_s = \frac{E_1 + E_2}{r_1 + r_2 + R_1} = \frac{1.5 + 1.5}{0.5 + 0.5 + 10} \text{ A} = \frac{3}{11} \text{ A}$$

$$\therefore I_1 = 0.27 \text{ A}$$

অতএব, বতনী-ক এর ক্ষেত্রে, I_s এর মান 0.27 A।

ঘ. 'গ' হতে পাই, বতনী 'ক'-তে, $I_s = \frac{3}{11} \text{ A}$

∴ বতনী-তে বহিঃরোধে উৎপন্ন তাপের হার,

$$P = I_s^2 R_1$$

$$\text{বা, } P = \left(\frac{3}{11}\right)^2 \times 10 \text{ W}$$

$$\therefore P = 0.744 \text{ W}$$

এখন, বতনী-খ তে :

$$I'_s = \frac{E_1}{R_1 + R_2 + r_2} = \frac{1.5}{0.3 + 10} \text{ A}$$

$$\therefore I'_s = \frac{15}{101} \text{ A} = 0.15 \text{ A}$$

∴ বতনী খ-তে বহিঃরোধে উৎপন্ন তাপের হার,

$$P' = I'_s^2 R_1$$

$$\text{বা, } P' = \left(\frac{15}{101}\right)^2 \times 10 \text{ W} = 0.221 \text{ W}$$

উপরোক্ত গাণিতিক বিশ্লেষণে দেখা যাচ্ছে, $P > P'$

অতএব, বতনী-ক এর বহিঃরোধ বেশি উত্তোলন হবে।

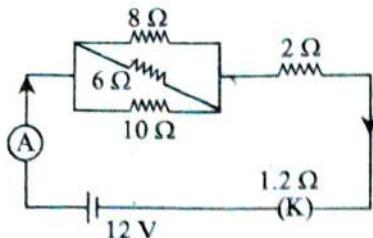
এখানে,

$$r_1 = r_2 = r_3 = 0.3 \Omega$$

$$E_1 = E_2 = E_3 = 1.5 \text{ V}$$

$$R_1 = 10 \Omega$$

প্রশ্ন ২।



ক. তড়িৎ ছিমেরুর সংজ্ঞা দাও।

খ. পানির পরাবৈদ্যুতিক ধূবকের মান বেশি হওয়া সত্ত্বেও কেন ডাইলেকট্রিক হিসেবে পানি ব্যবহার করা হয় না? ব্যাখ্যা কর।

গ. বর্তনীর তুল্য রোধ নির্ণয় কর।

ঘ. বর্তনীর আউটপুটে (220 V - 100 W) এর একটি বাল্ব সংযোজন করা হলে বাল্বটির কোনো ক্ষতি হবে কি না যাচাই কর।

- ১
২
৩
৪
৫
৬
৭
৮
৯
১০
- [য. বো. '১৯]

২নং প্রশ্নের উত্তর

ক. এক জোড়া সমান ও বিপরীত বিন্দু আধান অঞ্চল দ্রব্যে অবস্থিত থাকলে তাকে তড়িৎ ছিমেরু বলে।

খ. পানির পরাবৈদ্যুতিক ধূবকের মান বেশি হওয়া সত্ত্বেও ডাইলেকট্রিক হিসেবে পানি ব্যবহার করা হয় না কারণ কোনো তড়িৎ ক্ষেত্রে পানির কণাগুলো আহিত অবস্থায় থাকে। পানি কণাগুলো সর্বদা গতিশীল থাকার কারণে তালো ডাইলেকট্রিকের মতো তড়িৎ ক্ষেত্র সৃষ্টির জন্য প্রয়োজনীয় আধান সরবরাহ করতে পারে না। আবার পানি, কণার গতিশীলতার কারণে ধারকের ধারকত ক্রমাগত পরিবর্তন হতে থাকে। এই কারণে পানিকে ডাইলেকট্রিক হিসেবে ব্যবহার করা হয় না।

গ. এখানে, $R_1 = 8\Omega$; $R_2 = 6\Omega$; $R_3 = 10\Omega$; $R_4 = 2\Omega$
 R_1, R_2 ও R_3 সমন্বয়ে সম্বন্ধে সংযুক্ত। এদের তুল্যরোধ R_p হলে

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

$$= \frac{1}{8\Omega} + \frac{1}{6\Omega} + \frac{1}{10\Omega} = \frac{15 + 20 + 12}{120\Omega} = \frac{47}{120\Omega}$$

আবার, R_p এবং R_4 শ্রেণি সম্বন্ধে সংযুক্ত। এদের তুল্যরোধ R_s

$$R_s = R_p + R_4 = \frac{120\Omega}{47} + 2\Omega = 4.55\Omega$$

∴ অভ্যন্তরীণ রোধসহ বর্তনীর তুল্যরোধ = $(4.55 + 1.2)\Omega = 5.75\Omega$

ঘ. 'গ' হতে পাই,

বর্তনীর বহির্বোধগুলোর তুল্যরোধ, $R_s = 4.55\Omega$

উচ্চিপক হতে, অভ্যন্তরীণ রোধ, $r = 1.2\Omega$

তড়িকালক শক্তি, $E = 12V$

তড়িৎ প্রবাহ, $I = ?$

আমরা জানি, $I = \frac{E}{R_s + r} = \frac{12V}{4.55\Omega + 1.2\Omega} = 2.09A$

আবার, বাল্বের বিভব পার্থক্য, $V = 220V$

ক্ষমতা, $P = 100W$

তড়িৎ প্রবাহ, $I' = ?$ হলে-

আমরা জানি, $P = VI'$

বা, $I' = \frac{P}{V} = \frac{100W}{220V} = 0.45A$

যেহেতু $I > I'$ সেহেতু বর্তনীর আউটপুটে 220 V - 100 W এবং বাল্ব সংযোজন করা হলে বাল্বটির ক্ষতি হবে।

নেটুজন সৃজনশীল পদাৰ্থবিজ্ঞান দ্বিতীয় পত্ৰ একাদশ-বাদশ শ্ৰেণি

১. অম্বত 60 Ω রোধের দুটি রোধক শ্রেণিতে যুক্ত করে 120 V তড়িৎ উৎসের সাথে যুক্ত করা হলো। পৰবৰ্তীতে রোধক দুটি সমন্বয়ে যুক্ত করে একই উৎসের সাথে যুক্ত করা হলো।

ক. শ্রেটিং ধূবক কাকে বলে?

খ. তাপমাত্রা বৃদ্ধি পেলে অৰ্ধপৰিবাহীর রোধ হ্রাস পায় কেন ব্যাখ্যা কর।

গ. শ্ৰেণিযুক্ত অবস্থায় 60 Ω রোধের মধ্যদিয়ে প্ৰবাহিত প্ৰবাহমাত্রা নিৰ্ণয় কৰ।

ঘ. কোন সংযোগে একটি নিৰ্দিষ্ট সময়ে বেশি তাপ উৎপন্ন হবে? গাণিতিক বিশ্লেষণ দাও।

[কু. বো. '১৯]

৩নং প্রশ্নের উত্তর

ক. শ্রেটিং এর একটি চিৰের শুৰু থেকে পৰবৰ্তী চিৰের শুৰু পৰ্যন্ত দূৰত্বকে শ্রেটিং ধূবক বলে।

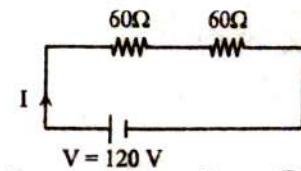
খ. নিম্ন তাপমাত্রায় অৰ্ধপৰিবাহীতে ইলেকট্ৰনগুলো পৰমাণুতে দৃঢ়ভাৱে আবস্থা থাকে। এ তাপমাত্রায় সময়োজী অণুবন্ধনগুলো খুবই সবল হয় এবং সবগুলো যোজন ইলেকট্ৰনই সময়োজী অণুবন্ধন তৈৱিতে ব্যৱস্থা থাকে। ফলে কোনো মুক্ত ইলেকট্ৰন থাকে না এবং অৰ্ধ-পৰিবাহী কেলাস এ' অবস্থায় যোজন ব্যান্ড পূৰ্ণ থাকে এবং যোজন ব্যান্ড ও পৰিবহন ব্যান্ডের মাঝে শক্তিৰ ব্যবধান বিৱৰণ হয়। ফলে কোনো যোজন ইলেকট্ৰন পৰিবহন ব্যান্ডে এসে মুক্ত ইলেকট্ৰনে পৰিণত হতে পাৰে না। ফলে মুক্ত ইলেকট্ৰন না থাকাৰ কাৰণে নিম্ন তাপমাত্রায় অৰ্ধপৰিবাহী পদাৰ্থ অন্তৱৰকেৰ ন্যায় আচাৰণ কৰে। তবে তাপমাত্রা বৃদ্ধি কৰা হলে অৰ্ধপৰিবাহীৰ অনুবন্ধন ভাঙতে থাকে এবং অণুগুলো ধীৱে ধীৱে মুক্ত হয়ে চলাচলে সক্ষম হয়। এৱে ফলে এৱা তড়িৎ পৰিবহনেও সক্ষম হয়। এজন্যই তাপমাত্রা বৃদ্ধিৰ সাথে অৰ্ধপৰিবাহীৰ পৰিবাহকত বৃদ্ধি পায় তথা রোধ হ্রাস পায়।

গ. এখানে, $R_1 = 60\Omega$; $R_2 = 60\Omega$; বিভব, $V = 120V$ শ্ৰেণিযুক্ত অবস্থায় তুল্যরোধ,

$$R_s = R_1 + R_2 = 60\Omega + 60\Omega = 120\Omega$$

∴ বর্তনীৰ প্ৰবাহমাত্রা,

$$I = \frac{V}{R_s} = \frac{120}{120}A = 1A$$



যেহেতু রোধৰ শ্ৰেণীতে যুক্ত তাই উভয় রোধের মধ্য দিয়ে বর্তনীৰ প্ৰবাহমাত্রা $I = 1A$ প্ৰবাহিত হবে।

অতএব, শ্ৰেণীযুক্ত অবস্থায় 60 Ω রোধের মধ্য দিয়ে প্ৰবাহিত প্ৰবাহমাত্রা 1 A।

ঘ. 'গ' হতে পাই,

শ্ৰেণীযুক্ত অবস্থায় বর্তনীৰ তড়িৎ প্ৰবাহ, $I = 1A$

এবং তুল্যরোধ, $R_s = 120\Omega$

∴ একটি নিৰ্দিষ্ট সময় t তে উৎপন্ন তাপ,

$$H_t = I^2 R_s t = 1^2 \times 120 \times t$$

∴ $H_t = 120t$ (i)

সমন্বয়ে যুক্ত অবস্থায় :

এ অবস্থায় বর্তনীৰ তুল্যরোধ,

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

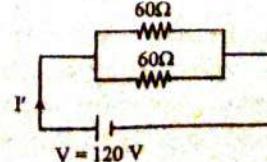
$$= \frac{60 \times 60}{60 + 60}\Omega$$

∴ $R_p = 30\Omega$

এখানে,

$$R_1 = 60\Omega$$

$$R_2 = 60\Omega$$



সমন্বয়ে যুক্ত অবস্থায় নির্দিষ্ট সময় t তে উৎপন্ন তাপ,

$$H_p = \frac{V^2}{R_p} t = \frac{120^2}{30} \times t$$

$$\therefore H_p = 480 t \quad \text{(ii)}$$

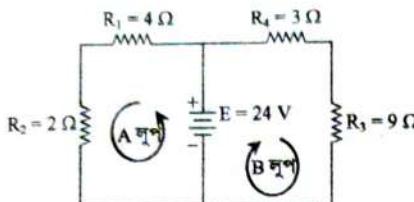
(i) ÷ (ii) করে পাই,

$$\frac{H_s}{H_p} = \frac{120 t}{180 t} = \frac{1}{4} \text{ বা, } H_p = 4 H_s$$

সুতরাং দেখা যাচ্ছে, $H_p > H_s$

অতএব, সমন্বয়ে একটি নির্দিষ্ট সময়ে বেশি তাপ উৎপন্ন হবে।

জ্ঞান ৪ |



ক. তুল্য রোধ কী?

খ. তড়িৎ চৌম্বকীয় আবেশ শক্তির সূচি নয় বরং শক্তির

বৃপ্তান্ত— ব্যাখ্যা দাও।

গ. R_2 রোধের মধ্যদিয়ে তড়িৎ প্রবাহের মান নির্ণয় কর।

ঘ. উদ্দিপকের 'A' লুপের R_1 রোধের সাথে শ্রেণিতে না কি

সমন্বয়ে কত রোধ যুক্ত করলে উভয় লুপে একই

তড়িৎ প্রবাহিত হবে— গাণিতিকভাবে যাচাই কর।

[চ. বো. '১৯]

১

২

৩

৪

৪নং প্রশ্নের উত্তর

ক. রোধের কোনো সমবায়ের রোধগুলোর পরিবর্তে যে একটিমাত্র রোধ ব্যবহার করলে বর্তনীর প্রবাহ ও বিভিন্ন পার্থক্যের কোনো পরিবর্তন হয় না তাই ঐ সমবায়ের তুল্যরোধ।

খ. একটি গতিশীল চুম্বক বা একটি গতিশীল তড়িৎবাহী কুণ্ডলীর সাহায্যে অন্য একটি বন্ধ বর্তনীতে স্কেলস্থায়ী তড়িচালক বল তথা তড়িৎ প্রবাহ উৎপন্ন হওয়ার পদ্ধতিই হলো তড়িচৌম্বক আবেশ। চৌম্বক ক্ষেত্রের সাহায্যে বন্ধ বর্তনীতে বা কুণ্ডলীতে তড়িচালক শক্তি বা তড়িৎ প্রবাহ উৎপন্ন করা যায়। একটি বন্ধ কুণ্ডলী বা বর্তনী এবং একটি চুম্বকের গতির ফলে এরূপ ঘটে। বন্ধ কুণ্ডলীতে তড়িৎ প্রবাহ সূচি করতে চুম্বক কিংবা তড়িৎবাহী কুণ্ডলী এবং বন্ধ কুণ্ডলীর মধ্যে আপেক্ষিক গতি বজায় রাখতে হবে। ফলে চৌম্বক বলরেখার হ্রাস বৃদ্ধি ঘটবে এবং তড়িৎ প্রবাহ সূচি হবে।

উপরোক্ত আলোচনা হতে বলা যায় তড়িৎ প্রবাহ হলো গতিশীল চৌম্বক শক্তির একটি ফল মাত্র। এক্ষেত্রে চুম্বক শক্তি তড়িৎ শক্তিতে বৃপ্তান্ত হয়েছে মাত্র। কোনো শক্তি তৈরি হয় না। তাই বলা চলে তড়িৎ চৌম্বকীয় আবেশ শক্তি সূচি নয় বরং শক্তির বৃপ্তান্ত মাত্র।

গ. A বিন্দুতে কৰ্ষফের ১ম সূত্র প্রয়োগ করে পাই, $I = I_1 + I_2$

লুপ-A এ কৰ্ষফের ২য় সূত্র

প্রয়োগ করে পাই,

$$R_1 I_1 + R_2 I_1 = 24$$

$$\text{বা, } 4 I_1 + 2 I_1 = 24$$

$$\text{বা, } 6 I_1 = 24$$

$$\therefore I_1 = \frac{24}{6} = 4 \text{ A}$$

অতএব, R_2 রোধের মধ্যদিয়ে তড়িৎ প্রবাহ 4 A।

ঘ. B লুপের ক্ষেত্রে কৰ্ষফের ২য় সূত্র প্রয়োগ করে পাই,

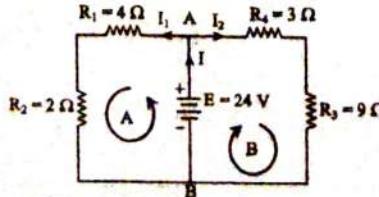
$$R_4 I_2 + R_3 I_2 = 24$$

$$\text{বা, } 3 I_2 + 9 I_2 = 24$$

$$\text{বা, } 12 I_2 = 24$$

$$\therefore I_2 = 2 \text{ A}$$

$$\text{যেহেতু } I = \frac{E}{R}$$



অর্থাৎ A লুপ 2 A প্রবাহ পেতে চাইলে রোধ বাড়তে হবে।

ধৰা যাক, R_3 মানের রোধ A লুপে শ্রেণিতে যুক্ত করলে প্রবাহ $I_1 = 2 \text{ A}$ হবে

$$\therefore I_1 R_1 + I_1 R_2 + I_1 R_3 = 24$$

$$\text{বা, } I_1 (R_1 + R_2 + R_3) = 24$$

$$\text{বা, } R_1 + R_2 + R_3 = \frac{24}{I_1} = \frac{24}{2} = 12$$

$$\text{বা, } R_3 = 12 - 6$$

$$\text{বা, } R_3 = 6 \Omega$$

∴ A লুপে 6 Ω রোধ শ্রেণিতে যুক্ত করলে B লুপের সমান প্রবাহ পাওয়া যাবে।

ঢাক্কা ৫। সার্ভিক তাপমাত্রায় (25°C) টাংস্টেন তারের রোধ 65Ω । এরূপ তার দিয়ে দুটি বৈদ্যুতিক হিটারের কুণ্ডলী তৈরি করে বৈদ্যুতিক লাইনের সাথে (220 V) সমন্বয়ে যুক্ত করা হলো। এতে কুণ্ডলী তারের তাপমাত্রা 250°C -এ উন্নীত হলো। 1 m কুণ্ডলী তারের দৈর্ঘ্য ও ব্যাস উভয়ই ২য় কুণ্ডলীর তুলনায় দ্বিগুণ। টাংস্টেন রোধের উক্ততা গুণাঙ্ক, $\alpha = 4.5 \times 10^{-3} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ ।

ক. কার্শফের ২য় সূত্রটি লিখ।

খ. সরু ধাতব তারকে সান্ট হিসেবে ব্যবহার করা হয় না কেন? ব্যাখ্যা কর।

গ. 250°C এ টাংস্টেন তারের রোধ কত হবে?

ঘ. কোন কুণ্ডলীতে বেশি তাপ উৎপন্ন হবে? গাণিতিক বিশ্লেষণসহ মন্তব্য কর।

[সি. বো. '১৯]

৫নং প্রশ্নের উত্তর

ক. কার্শফের দ্বিতীয় সূত্রটি হলো—

কোনো আবশ্য তড়িৎ বর্তনীর বিভিন্ন অংশগুলোর রোধ এবং তাদের আনুসংক্ষিক প্রবাহের গুণফলের বীজগাণিতিক সমন্বি ঐ বর্তনীর অন্তর্ভুক্ত মোট তড়িচালক বলের সমান।

খ. রোধ তারের প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফলের ব্যাসানুপাতিক। অর্থাৎ তারের প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল কম হলে রোধ বেশি হয়। সরু ধাতব তারকে সান্ট হিসেবে ব্যবহার করলে তারের রোধের মান বেশি হয়। ফলে এর মধ্য দিয়ে অধিক মানের তড়িৎ প্রবাহিত হতে পারে না। এতে সাটোর উদ্দেশ্য ব্যাহত হয়। এজন্য সরু ধাতব তারকে সান্ট হিসেবে ব্যবহার করা হয় না।

গ. এখানে, 25°C তাপমাত্রায় রোধ, $R_1 = 65 \Omega$

রোধের উক্ততা গুণাঙ্ক, $\alpha = 4.5 \times 10^{-3} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$

তাপমাত্রা বৃদ্ধি, $\theta_1 = 25^{\circ}\text{C}$

তাপমাত্রা বৃদ্ধি, $\theta = 250^{\circ}\text{C}$

0°C তাপমাত্রায় রোধ, $R_0 = ?$

250°C তাপমাত্রায় রোধ, $R_\theta = ?$

আমরা জানি,

$$R_1 = R_0 (1 + \alpha \theta_1)$$

$$\text{বা, } R_0 = \frac{R_1}{1 + \alpha \theta_1} = \frac{65}{1 + 4.5 \times 10^{-3} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1} \times 25^{\circ}\text{C}} = 58.43 \Omega$$

$$\text{আবার, } R_\theta = R_0 (1 + \alpha \theta)$$

$$= 58.43 \Omega (1 + 4.5 \times 10^{-3} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1} \times 250^{\circ}\text{C}) \\ = 124.16 \Omega$$

সুতরাং 250°C তাপমাত্রায় টাংস্টেন তারের রোধ 124.16Ω

ঘ. ধরি, ১m তারের দৈর্ঘ্য, $L_1 = L$

$$\therefore ২য় তারের দৈর্ঘ্য, $L_2 = 2L$$$

১ম তারের প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল, $A_1 = \frac{1}{4} \pi d^2$

২য় তারের প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল,

$$A_2 = \frac{1}{4} \pi (2d)^2 = \frac{1}{4} \pi \cdot 4d^2 = \pi d^2$$

১ম তারের রোধ, $R_1 = 65 \Omega$

$$\text{আমরা জানি, } R_1 = \frac{\rho L_1}{A_1}$$

$$\text{এবং } R_2 = \frac{\rho L_2}{A_2}$$

$$\therefore \frac{R_2}{R_1} = \frac{\frac{\rho L_2}{A_2}}{\frac{\rho L_1}{A_1}} = \frac{\rho L_2}{\rho L_1} \times \frac{A_1}{A_2} = \frac{2L \times \frac{1}{4} \pi d^2}{\pi d^2 \times L} = \frac{1}{2}$$

$$\text{বা, } \frac{R_2}{R_1} = \frac{1}{2}$$

$$\text{বা, } R_2 = \frac{R_1}{2}$$

বিভব পর্যাক্ষ, $V = 220 \text{ V}$

ধরি, ১ম তারের ক্ষেত্রে উৎপন্ন তাপ, H_1

এবং ২য় তারের ক্ষেত্রে উৎপন্ন তাপ, H_2

$$\text{আমরা জানি, } H_1 = \frac{V^2}{R_1} t$$

$$H_2 = \frac{V^2}{R_2} t$$

$$\therefore \frac{H_1}{H_2} = \frac{\frac{R_1}{V^2 t}}{\frac{R_2}{V^2 t}} = \frac{R_1}{R_2}$$

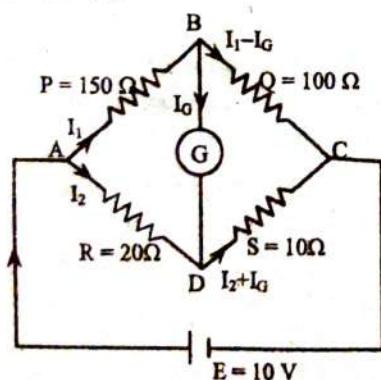
$$\text{বা, } \frac{H_1}{H_2} = \frac{2}{1} = \frac{R_1}{2} \times \frac{1}{R_1}$$

$$\text{বা, } \frac{H_1}{H_2} = \frac{1}{2}$$

$$\therefore H_2 = 2 H_1$$

অর্থাৎ ২য় কঙ্কলীতে বেশি তাপ উৎপন্ন হবে।

প্রৱৰ্তন চিত্রটি লক্ষ কর :



ক. তড়িৎ ছিমেরু কাকে বলে?

খ. চার্জিত সমন্বয়াল পাতাধারকের বাইরে তড়িৎক্ষেত্র থাকে না— ব্যাখ্যা কর।

গ. Q রোধের সাথে কত মানের রোধ কীভাবে যুক্ত করলে ব্রীজটি সাম্যাবস্থায় লাভ করবে?

ঘ. ব্রীজের সাম্যাবস্থার ABC এবং ADC অংশের প্রবাহমাত্রার অনুপাত এবং রোধের অনুপাতের মধ্যে সম্পর্ক কেমন হবে? গাণিতিক বিশ্লেষণের সাহায্যে মতামত দাও।

[ব. বো. '১৯]

৬৫. অংশের উত্তর

ক. এক জোড়া সমান ও বিপরীত বিন্দু আধান অঞ্চল দূরত্বে অবস্থিত থাকলে তাকে তড়িৎ ছিমেরু বলে।

৬৬. সূজনশীল পদার্থবিজ্ঞান ছিতীয় পত্র একাদশ-বাদশ শ্রেণি

খ. সমন্বয়াল পাত ধারকের বাইরে কোনো বিন্দুতে তড়িৎ ক্ষেত্রের মান যথাক্রমে $E_1 = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$ এবং $E_2 = -\frac{\sigma}{2\epsilon_0}$ হবে। এরা পরম্পর বিপরীত দিকে ক্রিয়া করায় লক্ষ্য শূন্য হবে। অর্থাৎ, পাতস্থায়ের বাইরে কোনো বিন্দুতে তড়িৎ ক্ষেত্র থাকে না।

গ. এখানে, $P = 150 \Omega$; $Q = 100 \Omega$; $R = 20 \Omega$; $S = 10 \Omega$ ব্রীজটির সাম্যাবস্থায়,

$$\frac{P}{Q'} = \frac{R}{S}$$

$$\text{বা, } Q' = \frac{S}{R} \times P = \frac{10}{20} \times 150 \Omega$$

$$\therefore Q' = 75 \Omega$$

বলে $Q' < Q$, সূতরাং সাম্যাবস্থা প্রতিটির জন্য Q রোধের সাথে সমন্বয়ালে একটি নির্দিষ্ট মানের রোধ যুক্ত করতে হবে যাতে তার এবং Q রোধের তুল্যরোধ Q' হয়।

ধরি, সেই রোধটি $x \Omega$ ।

$$\therefore \frac{1}{x} + \frac{1}{Q} = \frac{1}{Q'}$$

$$\text{বা, } \frac{1}{x} = \frac{1}{Q'} - \frac{1}{Q}$$

$$\text{বা, } \frac{1}{x} = \frac{1}{75} - \frac{1}{100}$$

$$\text{বা, } x = \frac{75 \times 100}{100 - 75} \Omega = 300 \Omega$$

অতএব, Q রোধের সাথে 300Ω রোধ সমন্বয়ালে যুক্ত করলে ব্রীজটি সাম্যাবস্থায় থাকবে।

ঘ. 'গ' হতে পাই, সাম্যাবস্থায় ব্রীজটির ২য় বাহুতে রোধের মান 75Ω থাকা প্রয়োজন।

এখন সাম্যাবস্থায় $I_G = 0$.

সূতরাং সাম্যাবস্থায় ব্রীজটিতে কার্শফের ২য় সূত্র প্রয়োগ করলে সমীকরণটি দাঁড়ায়—

$$150 I_1 + 75 I_1 - 10 I_2 - 20 I_2 = 0$$

$$\text{বা, } 225 I_1 - 30 I_2 = 0$$

$$\text{বা, } \frac{I_1}{I_2} = \frac{30}{225}$$

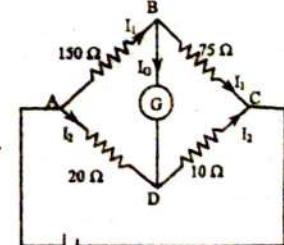
$$\therefore \frac{I_1}{I_2} = \frac{2}{15}$$

এখন ABC ও ADC অংশের রোধের

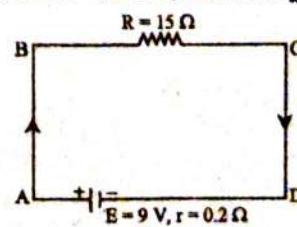
$$\text{অনুপাত } \frac{R_{ABC}}{R_{ADC}} = \frac{225}{30} = \frac{15}{2}$$

$$\text{দেখা যাচ্ছে, } \frac{I_{ABC}}{I_{ADC}} = \frac{I_1}{I_2} = \frac{2}{15} = \frac{R_{ADC}}{R_{ABC}}$$

অতএব, ব্রীজটির সাম্যাবস্থায় ABC ও ADC অংশের প্রবাহমাত্রার অনুপাত এই দুই অংশের রোধের অনুপাতের ব্যন্তানুপাতিক।



ঘ. উদ্ধিপক্টি লক্ষ কর এবং নিচের প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :



ক. এন্ট্রিপি কি?

খ. বড়ি প্রে ব্যবহারের সময় ঠাণ্ডা অনুচ্ছত হয় কেন? ব্যাখ্যা কর।

গ. বর্তনীর প্রবাহমাত্রা নির্ণয় কর।

ঘ. বর্তনীতে অনুরূপ আরও একটি কোষ প্রেণিতে যুক্ত করলে রোধ R -এ উৎপন্ন তাপ শক্তির হার কেমন হবে? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর।

[ব. বো. '১৯]

২০ ৭নং প্রশ্নের উত্তর

- ক** কোন সিস্টেমের শক্তি বৃপ্তিরের অক্ষমতাকে এন্ট্রুপি বলে।
খ বড়ি স্প্রে ব্যবহারের সময় ঠাণ্ডা অনুভূত হয় কারণ যখন স্প্রে করা হয় তখন বড়ি স্প্রে-এর রাসায়নিক পদার্থগুলো তরল থাকে কিন্তু শরীরের সংস্পর্শে এসে শরীর থেকে তাপ গ্রহণ করে তরল রাসায়নিক পদার্থগুলো গ্যাসে পরিণত হয় তাই বড়ি স্প্রে ব্যবহারের সময় ঠাণ্ডা অনুভূত হয়।

গ এখানে, তড়িচালক বল, $E = 9 \text{ V}$

অভ্যন্তরীণ রোধ, $r = 0.2 \Omega$

বর্তনীর রোধ, $R = 15 \Omega$

বর্তনীর প্রবাহমাত্রা, $I = ?$

$$\text{আমরা জানি, } I = \frac{E}{R+r} = \frac{9}{15+0.2} \text{ A} = 0.5921 \text{ A}$$

অতএব, বর্তনীর প্রবাহমাত্রা 0.5921 A ।

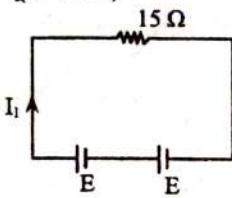
ঘ বর্তমান অবস্থায় উৎপন্ন তাপের হার,

$$P_1 = \frac{H}{t} = I^2 R = (0.5921)^2 \times 15 = 5.258 \text{ J s}^{-1}$$

বর্তনীতে সমন্বন্ধের আরেকটি কোষ শ্রেণিতে যুক্ত করলে,

বর্তনীর ঘোট প্রবাহ,

$$\begin{aligned} I_1 &= \frac{2E}{R+r+r} \\ &= \frac{2 \times 9}{15 + 0.4} \text{ A} \\ &= 1.17 \text{ A} \end{aligned}$$



$$\therefore \text{উৎপন্ন তাপের হার}, P_2 = \frac{H_1}{t} = I_1^2 R \\ = (1.17)^2 \times 15 = 20.5 \text{ J s}^{-1}$$

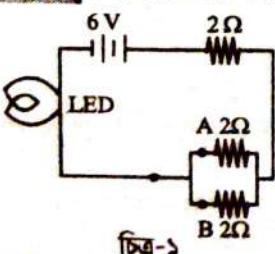
$$\therefore \frac{P_2}{P_1} = \frac{20.5}{5.258} = 3.9$$

$$\therefore P_2 = P_1 \times 3.9$$

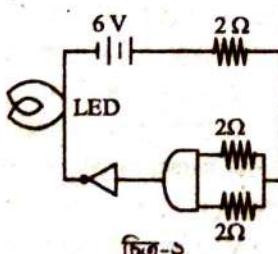
$\therefore R$ রোধে উৎপন্ন তারের পরিমাণ পূর্বের তুলনায় 3.9 গুণ হবে।

৩ এইচএসসি পরীক্ষা ২০১৮ এর প্রশ্ন ও উত্তর

১ এইচএসসি উচ্চীপক্ষটি লক্ষ কর :



চিত্র-১



চিত্র-২

- ক.** এক অ্যালিপ্যার প্রবাহের সংজ্ঞা দাও।
খ. শান্ট কীভাবে গ্যালভানোমিটারকে রক্ষা করে? ১
গ. ১নং চিত্রের বর্তনীর মূল প্রবাহ বের কর। ২
ঘ. ২নং চিত্রের LED বাতিটি জুলবে কি-না ব্যাখ্যা কর। ৩

[ক সেট : রাজশাহী; ঘসের: কুমিল্লা; চট্টগ্রাম; বরিশাল বোর্ড '১৮]

৪ ৮নং প্রশ্নের উত্তর

- ক** শূন্য যাধ্যমে 1 m দূরত্বে অবস্থিত অসীম দৈর্ঘ্যের এবং উপকৌশল প্রযোজনের দুটি সমান্তরাল সরল পরিবাহীর ঘোষকটিতে যে পরিমাণ প্রবাহ চললে পরম্পরের মধ্যে অতি মিটার দৈর্ঘ্যে $2 \times 10^{-7} \text{ N}$ বল উৎপন্ন হয় তাই এক অ্যালিপ্যার।

- খ** অধিক পরিমাণ প্রবাহ লিয়ে যাতে গ্যালভানোমিটার বা সূজু ও সুবেদী বৈদ্যুতিক যন্ত্রকে নষ্ট করতে না পারে তার জন্য যন্ত্রের সাথে সমান্তরালে বর্জ মানের যে রোধ যুক্ত করা হয় তাই শান্ট। শান্টের প্রধান কাজ হলো গ্যালভানোমিটারের বিদ্যুৎ প্রবাহ হ্রাস করে একে

অতি বিদ্যুৎপ্রবাহজনিত শক্তির হাত থেকে রক্ষা করা। শান্টকে বর্তনীতে সমান্তরালে সংযোগ দেওয়া হয় যাতে অতিরিক্ত প্রবাহ শান্টের মধ্যে দিয়ে প্রবাহিত হতে পারে।

এভাবে, শান্ট গ্যালভানোমিটারকে রক্ষা করে।

২ ১নং চিত্রের বর্তনীর তুল্য বর্তনী নিম্নরূপ-



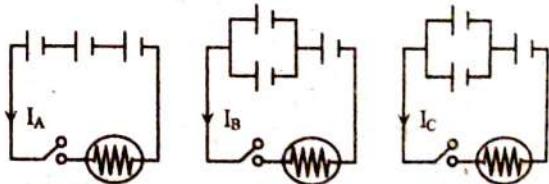
$$2 \Omega \parallel 2 \Omega = \frac{2 \Omega \times 2 \Omega}{2 \Omega + 2 \Omega} = 1 \Omega$$

$$\therefore \text{বর্তনীতে তড়িৎপ্রবাহ}, I = \frac{6}{2+1} \text{ A} = \frac{6}{3} \text{ A} \\ \therefore I = 2 \text{ A}$$

অতএব, ১নং চিত্রের বর্তনীর মূলপ্রবাহ 2 A ।

৩ ২নং চিত্র হতে দেখতে পাই বর্তনীতে একটি নট (NOT) গেট এবং একটি অ্যান্ড (AND) গেট রয়েছে। লজিক বর্তনীর ইনপুটে (3 - 5) V পাওয়ার অর্থ ইনপুট 1 দেওয়া হচ্ছে এবং 0 V দেওয়ার অর্থ ইনপুটে 0 দেওয়া হচ্ছে। আউটপুটের ক্ষেত্রে অনুরূপ। লজিক বর্তনী হচ্ছে কতকগুলো ট্রানজিস্টরের সমষ্টি। ট্রানজিস্টরের মধ্যে দিয়ে তড়িৎপ্রবাহ খুব কম হয় বলে ২নং চিত্রের মূলপ্রবাহ খুব কম হবে ফলে রোধের মধ্যে খুব সামান্য বিভব পতন হয়ে AND গেটের ইনপুটে 5 V এর কাছাকাছি বিভব পাওয়া যাবে ফলে AND Gate ইনপুটে 1 পাবে ফলে এর আউটপুটে 1 তথা (3 V - 5 V) পাওয়া যাবে। AND গেটের আউটপুটের 1 NOT গেটে পরিবর্তিত হয়ে এর আউটপুটে 0 আসবে তথা NOT গেটের আউটপুটে 0 V পাওয়া যাবে। ফলে LED এর দুই প্রান্তে কোনো বিভব পাওয়া যাবে না বিধায় এটি জুলবে না।

৪ এইচএসসি নিচের চিত্র তিনটি লক্ষ কর :



১নং চিত্রে কারিয়া তিনটি একই মানের কোষ ও একটি বৈদ্যুতিক বাতি নিয়ে চিত্রান্যায়ি বিভিন্নভাবে তিনটি বর্তনী তৈরি করল। [কোষের অভ্যন্তরীণ রোধ 0.1Ω ও বাতির রোধ নগল্য]

- ক.** আপেক্ষিক রোধ কী? ১
খ. কার্শফের ১ম সূত্র চার্জের সংরক্ষণ নীতি মেনে ২
 চলে-ব্যাখ্যা কর।
গ. সুইচ অন করার পর ১নং চিত্রে প্রবাহমাত্রা $I_A = 10 \text{ A}$ ৩
 হলে E এর মান কত হবে?
ঘ. ২ ও ৩নং চিত্রে সুইচ অন করার পর বাতির অবস্থা ৪
 কীরূপ হবে গাণিতিক যুক্তিসহ ব্যাখ্যা কর।
 [খ সেট : ঢাকা; সিলেট; দিনাজপুর বোর্ড '১৮]

৫ ৯নং প্রশ্নের উত্তর

- ক** একক দৈর্ঘ্য ও একক প্রযোজনের ক্ষেত্রফল বিশিষ্ট কোনো পরিবাহীর রোধকে আপেক্ষিক রোধ বলে।

- খ** কার্শফের ১ম সূত্র থেকে আমরা পাই, বিদ্যুৎ বর্তনীর কোনো সহযোগ বিদ্যুতে মিলিত প্রবাহমাত্রাগুলোর বৈজ্ঞানিক ঘোষকল শূন্য হয়। আবার আমরা জানি, প্রবাহমাত্রা হলো চার্জের প্রবাহ। এখন সহযোগ বিদ্যুতে প্রবাহমাত্রাগুলোর ঘোষকল যদি শূন্য না হয় তাহলে

ঐ বিন্দুতে চার্জের সূচি বা খন্স হওয়া বুঝায়। যা চার্জের নিয়ন্তা স্তরের পরিপন্থ। তবে বর্তনীর কোথাও চার্জ সঞ্চিত হতে পারে না। কিন্তু এই সূত্রানুসারে $I_A = 0$ । অর্থাৎ কির্ণফের ১ম সূত্র চার্জের সংরক্ষণ মীমাংসা মেনে চলে।

১) এখানে, বাহ্যিক রোধ, $R \approx 0$

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

প্রবাহমাত্রা, $I_A = 10 A$

কোষের তড়িচালক শক্তি, E হলো,

উদ্দীপকে প্রদত্ত ১নং চিত্রানুসারে,

$$I_A = \frac{3E}{R + 3r}$$

$$\text{বা, } I_A = \frac{3E}{3r}$$

$$\text{বা, } E = I_A \times r = 10 \times 0.1 = 1 V$$

$$\therefore E = 1 V$$

অতএব, E -এর মান $1 V$ ।

২) আবার দেখতে পাই ২ ও ৩নং চিত্রে রোধ ও কোষগুলোর বিন্যাস অনুরূপ ধরি, প্রতিটি কোষের তড়িচালক শক্তি E

$$\therefore 2\text{নং চিত্র হতে, } I_B = \frac{E + E}{R + r + \frac{r}{2}}$$

$$= \frac{2E}{r + \frac{r}{2}} \quad [R \approx 0]$$

$$= \frac{2E}{\frac{3r}{2}}$$

$$= \frac{4E}{3r}$$

$$\therefore I_B = \frac{4E}{3r} \quad \dots \dots \dots (1)$$

$$\text{আবার, } 2\text{নং চিত্রানুসারে, } I_C = \frac{E + E}{R + \frac{r}{2} + r}$$

$$= \frac{2E}{\frac{r}{2} + r} \quad [R \approx 0]$$

$$= \frac{4E}{3r}$$

$$\text{বা, } I_C = \frac{4E}{3r} \quad \dots \dots \dots (2)$$

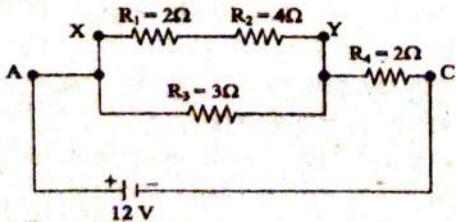
সমীকরণ (1) ও (2) থেকে দেখা যায়,

$$I_B = I_C$$

অতএব, ২ ও ৩নং চিত্রে সুইচ অন করলে উভয় বর্তনীতে বাতি সমান এজ্বল্য নিয়ে জ্বলবে।

৫) এইচএসসি পরীক্ষা ২০১৭ এর প্রশ্ন ও উত্তর

নিচের বর্তনীটি খেয়াল কর :



$$R_1 = R_4 = 2\Omega$$

$$R_2 = 4\Omega ; R_3 = 3\Omega$$

ক. গাউসের সূত্রটি লিখ।

খ. কোনো বর্তনীর বিভব পার্থক্য ও তড়িচালক বল একই নয় কেন, ব্যাখ্যা কর।

গ. বর্তনীর প্রবাহমাত্রা নির্ণয় কর।

ঘ. AC অংশের ভোল্টেজ কারেন্ট লেখচিত্র এবং XY অংশের ভোল্টেজ কারেন্ট লেখচিত্র দানসহ খাতায় অঙ্কন কর।

৬) ১০নং প্রশ্নের উত্তর

ক. গাউসের সূত্রটি হলো— কোনো বক্রতলের উপর স্থির তড়িৎ ক্ষেত্রের ঘোট অভিস্থ আবেশ বা ফ্লোজ এ তল দ্বারা বেঢ়িত ঘোট চার্জের $\frac{1}{\epsilon_0}$ গুণ।

খ. আবার জানি, এক একক ধনাত্মক আধানকে কোনো পরিবাহকের এক বিন্দু থেকে অন্য বিন্দুতে স্থানান্তর করতে যে কাজ সম্পন্ন হয় তাই ঐ বিন্দুস্থায়ের বিভব পার্থক্য কিন্তু এক একক ধনাত্মক আধানকে কোষ সমেত কোনো বর্তনীর একবিন্দু থেকে সম্পূর্ণ বর্তনী ঘূরিয়ে আবার ঐ বিন্দুতে আনতে যে কাজ সম্পন্ন হয় তাই ঐ কোষের তড়িচালক শক্তি। বিভব পার্থক্য হয় কোনো পরিবাহক বা তড়িৎ ক্ষেত্রের দুই বিন্দুর কিন্তু তড়িচালক শক্তি হয় কোনো তড়িৎ উৎসের। বর্তনীর বিভব পার্থক্য হলো তড়িচালক শক্তির ফল এবং তড়িচালক শক্তি হলো বিভব পার্থক্যের কারণ, এজন্য বলা যায় কোনো বর্তনীর বিভব পার্থক্য ও তড়িচালক বল এক নয়।

গ. এখানে, $R_1 = 2 \Omega$, $R_2 = 4 \Omega$; $R_3 = 3 \Omega = R_4 = 2 \Omega$ তড়িচালক শক্তি, $E = 12 V$; তড়িৎ প্রবাহ মাত্রা, $I = ?$

এখানে, R_1 ও R_2 প্রেশি সমবায়ে সংযুক্ত বলে এদের তুল্যরোধ,

$$R_p = R_1 + R_2 = 2 \Omega + 4 \Omega = 6 \Omega$$

আবার, R_3 ও R_4 প্রেশি সমবায়ে সংযুক্ত বলে বর্তনীর তুল্যরোধ,

$$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4}$$

$$\text{বা, } \frac{1}{R_p} = \frac{1}{6 \Omega} + \frac{1}{3 \Omega} = \frac{1}{2 \Omega}$$

$$\therefore R_p = 2 \Omega$$

আবার, R_p ও R_2 প্রেশি সমবায়ে সংযুক্ত বলে বর্তনীর তুল্যরোধ,

$$R = R_p + R_2 = 2 \Omega + 2 \Omega = 4 \Omega$$

$$\therefore \text{বর্তনীর প্রবাহমাত্রা, } I = \frac{E}{R} = \frac{12 V}{4 \Omega} = 3 A$$

ঘ. এখানে, রোধ, $R_1 = 2 \Omega$, $R_2 = 4 \Omega$

$$R_3 = 3 \Omega, R_4 = 2 \Omega$$

তড়িচালক শক্তি, $E = 12 V$

এখন, AC অংশের প্রবাহমাত্রা, $I = 3 A$ [গ থেকে প্রাপ্ত]

$$\text{তুল্যরোধ, } R = 4 \Omega \text{ [গ নং থেকে প্রাপ্ত]}$$

$\therefore AC$ অংশের ভোল্টেজ, $V_1 = IR = 3A \times 4 \Omega = 12 V$

অর্থাৎ, উৎসের কোনো অভ্যন্তরীণ রোধ উল্লেখ না থাকায় AC অংশের ভোল্টেজ উৎসের ভোল্টেজের সমান।

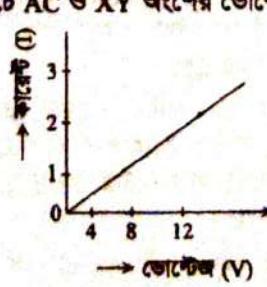
আবার, XY অংশের তুল্যরোধ $R_p = 2 \Omega$ [গ থেকে প্রাপ্ত]

$$\therefore XY$$
 অংশের প্রবাহমাত্রা $I = 3 A$

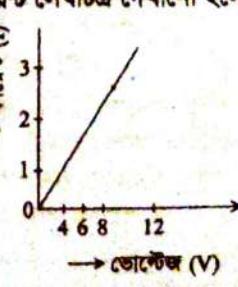
$$\therefore XY$$
 অংশের ভোল্টেজ $V_2 = IR_p = 3A \times 2 \Omega = 6 V$

অর্থাৎ, AC ও XY অংশের কারেন্টের মান সমান কিন্তু ভোল্টেজ ডিম। কারণ XY অংশের ভোল্টেজের মান AC অংশের ভোল্টেজের অর্ধেক।

নিচে AC ও XY অংশের ভোল্টেজ কারেন্টে লেখচিত্র দেখানো হলো—



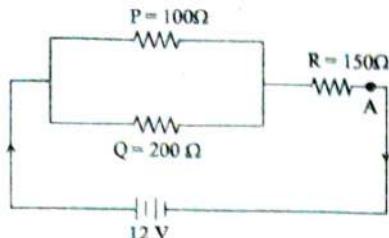
AC অংশের জন্য



XY অংশের জন্য

এখানে, AC অংশের ভোল্টেজ কারেন্ট লেখচিত্র অপেক্ষা XY অংশের ভোল্টেজ কারেন্ট লেখচিত্র অধিক খাড়া হবে।

একাদশ । নিচের চিত্রটি লক্ষ কর :



- ক. চার্জের কোয়ান্টাইজ কী? ১
 খ. হারানো ভোল্ট বলতে কী বুঝায়? ২
 গ. বর্তনীর A বিন্দুতে প্রবাহমাত্রা নির্ণয় কর। ৩
 ঘ. কোন রোধকটি অপসারণ করলে বর্তনীর মোট প্রবাহ সর্বোচ্চ হবে— গাণিতিক বিশ্লেষণ সহকারে দেখো। ৪
 [যা. বো. '১৭]

১১নং প্রশ্নের উত্তর

ক) পরমাণু তথা যেকোনো বস্তুর ন্যূনতম চার্জ c-এর পূর্ণসংখ্যার গুণিতক হিসেবে চার্জিত হতে পারে এবং চার্জের মান কখনো ডগাইশ হবে না। একে চার্জের কোয়ান্টাইজ বলে।

খ) ধরি, E শক্তির এক অংশ V ব্যয় হয় R-এর ওপর দিয়ে আধান চালনা করতে এবং বাকি অংশ V' ব্যয় হয় কোষের অভ্যন্তরীণ রোধের ওপর দিয়ে আধান চালনা করতে।

সূতরাং, শক্তির নিয়ত্যা সূত্রানুসারে, $E = V + V'$

কিন্তু, V হলো R-এর দু'পারের বিভব পার্থক্য এবং V' হলো অভ্যন্তরীণ রোধ r-এর দু'পারের বিভব পার্থক্য। এখন, তড়িৎ প্রবাহ মাত্রা I হলে, ও'মের সূত্র হতে পাই,

$$V = IR \text{ এবং } V' = Ir$$

$$E = IR + Ir = I(r + R)$$

V' = Ir বিভব পার্থক্য মূল প্রবাহ চালিত করতে কোনো ব্রকম সাহায্য করে না বলে একে সৃষ্টি ভোল্ট বা অপচয় ভোল্ট বা হারানো ভোল্ট বলা হয়।

সূতরাং তড়িচালক শক্তি = প্রাপ্ত ভোল্ট + হারানো ভোল্ট। I = 0 হলে, হারানো ভোল্ট শূন্য হয়।

গ) এখনে, রোধ, $P = 100 \Omega$; $Q = 200 \Omega$; $R = 150 \Omega$
 তড়িচালক শক্তি, $E = 12 V$

P ও Q সমতরাল সমবায়ে সংযুক্ত বলে এদের তুল্যরোধ

$$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{P} + \frac{1}{Q} = \frac{1}{100 \Omega} + \frac{1}{200 \Omega} = \frac{2+1}{200 \Omega}$$

$$\text{বা, } R_p = \frac{200}{3} \Omega$$

এখন, R_p ও R শ্রেণি সমবায়ে সংযুক্ত বলে বর্তনীর তুল্যরোধ—
 $R_s = R_p + R$

$$= \left(\frac{200}{3} + 150 \right) \Omega = 216.67 \Omega$$

$$\therefore \text{বর্তনীর মূল প্রবাহ, } I = \frac{E}{R_s} = \frac{12 V}{216.67 \Omega} = 0.055 A$$

এখনে, A বিন্দুর প্রবাহমাত্রা বর্তনীর মূল প্রবাহমাত্রার সমান।
 অর্থাৎ, 0.055 A

ঘ) এখনে, রোধ, $P = 100 \Omega$, $Q = 200 \Omega$ এবং $R = 150 \Omega$
 বর্তনীর তড়িচালক শক্তি, $E = 12 V$

এখন, P রোধটি অপসারণ করলে বর্তনীর তুল্যরোধ হবে, $R_1 = Q + R = (200 + 150) \Omega = 350 \Omega$

একেতে, বর্তনীর প্রবাহমাত্রা, $I_1 = \frac{E}{R_1} = \frac{12 V}{350 \Omega} = 0.0343 A$

Q রোধটি অপসারণ করলে বর্তনীর তুল্যরোধ হবে,
 $R_2 = P + R = (100 + 150) \Omega = 250 \Omega$

একেতে বর্তনীর প্রবাহমাত্রা, $I_2 = \frac{E}{R_2} = \frac{12 V}{250 \Omega} = 0.048 A$

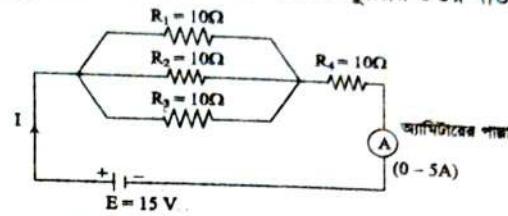
আবার, R রোধটি অপসারণ করলে বর্তনীর তুল্যরোধ হবে,
 $R_3 = \frac{200}{3} \Omega$ [গ নং থেকে প্রাপ্ত]

একেতে, বর্তনীর প্রবাহমাত্রা হবে, $I_3 = \frac{E}{R_3} = \frac{12 V}{\frac{200}{3} \Omega} = 0.18 A$

এখনে, $I_3 > I_2 > I_1$

অতএব, R রোধটি অপসারণ করলে বর্তনীর মোট প্রবাহ সর্বোচ্চ হবে।

১১নং প্রশ্নের চিত্রটি লক্ষ কর এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :



- ক. শাট কী? ১
 খ. অ্যালুমিনিয়াম রোধের গুণাঙ্ক $3.9 \times 10^{-3} (\text{ }^{\circ}\text{C})^{-1}$ বলতে কী বোঝায়? ২
 গ. উদ্ধীপকের বর্তনীর মোট তড়িৎ প্রবাহ নির্ণয় কর। ৩
 ঘ. যদি E এর মান পরিবর্তিত হয়ে 100 V হয় তবে তড়িৎ প্রবাহ মাপার জন্য কী ব্যবস্থা গ্রহণ করতে হবে? গাণিতিক ব্যাখ্যা দাও। ৪
 [যা. বো. '১৭]

১২নং প্রশ্নের উত্তর

ক) সূক্ষ্ম ও সুবেদী বৈদ্যুতিক যন্ত্রের মধ্য দিয়ে যাতে উচ্চ মাত্রার বিন্দুৎ প্রবাহিত হয়ে যান্ত্রিক বিকল করতে না পারে সেজন্য বিকল পথে অতিরিক্ত বিন্দুৎ পাঠানোর নিমিত্তে যন্ত্রের সাথে সমতরাল সমবায়ে প্রয়োজনীয় নিম্নমানের যে রোধ সংযুক্ত করা হয় তাই শাট।

খ) অ্যালুমিনিয়ামের রোধের তাপমাত্রা গুণাঙ্ক $3.9 \times 10^{-3} (\text{ }^{\circ}\text{C})^{-1}$ বলতে বুঝায় যে 1 Ω রোধবিনিপিট কোনো অ্যালুমিনিয়াম পরিবাহীর তাপমাত্রা $1 \text{ }^{\circ}\text{C}$ বৃদ্ধি পেলে এর রোধ $3.9 \times 10^{-3} \Omega$ বৃদ্ধি পাবে।

গ) এখনে, রোধ, $R_1 = 10 \Omega$; $R_2 = 10 \Omega$; $R_3 = 10 \Omega$; $R_4 = 10 \Omega$
 তড়িচালক শক্তি $E = 15 V$

এখনে, R_1 , R_2 ও R_3 সমতরাল সমবায়ে সংযুক্ত বলে এদের তুল্য রোধ,

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

$$\text{বা, } \frac{1}{R_p} = \frac{1}{10 \Omega} + \frac{1}{10 \Omega} + \frac{1}{10 \Omega} = \frac{1+1+1}{10 \Omega}$$

$$\therefore R_p = \frac{10}{3} \Omega$$

আবার, R_p ও R_4 শ্রেণি সমবায়ে সংযুক্ত বলে বর্তনীর তুল্যরোধ,

$$R = R_p + R_4$$

$$= \left(\frac{10}{3} + 10 \right) \Omega = \frac{40}{3} \Omega$$

$$\therefore \text{বর্তনীর মোট প্রবাহ, } I = \frac{E}{R} = \frac{15 V}{\frac{40}{3} \Omega} = 1.125 A$$

অতএব, বর্তনীর মোট তড়িৎ প্রবাহ 1.125 A

ঘ) এখনে, পরিবর্তিত বর্তনীর তড়িচালক শক্তি, $E = 100 V$

বর্তনীর তুল্যরোধ, $R = \frac{40}{3} \Omega$ [গ নং থেকে প্রাপ্ত]

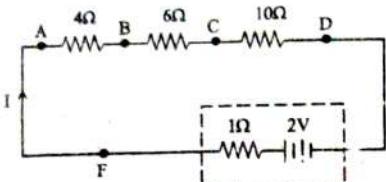
এখনে, বর্তনীর প্রবাহমাত্রা হবে, $I = \frac{E}{R} = \frac{100 V}{\frac{40}{3} \Omega} = 7.5 A$

এখনে, আমিটারের পাছা ($0 - 5A$) হওয়ায় এর সাহায্যে $5A$ এর বেশি তড়িৎ প্রবাহ মাপতে হলে আমিটারের পাছা বৃক্ষ করতে হবে। এক্ষেত্রে 7.5 A তড়িৎ প্রবাহ মাপার জন্য পাছা ($0 - 10 A$) করতে হবে।
অর্থাৎ পাছা রিগুল করতে হবে আমিটারের রোধ R এবং সমান্তরালে S শান্ত যুক্ত করা হলে,

$$S = \frac{R}{n-1} = \frac{R}{2-1} = R$$

অর্থাৎ এক্ষেত্রে আমিটারের রোধের সমান যানের রোধ শান্ত হিসেবে বাবহার করতে হবে।

প্রশ্ন ১৩। চিত্রের বর্তনীর মোট প্রবাহ I_1 , C ও F বিন্দুতে 6Ω রোধ যুক্ত করলে বর্তনীর মোট প্রবাহ I_1 হয়। C ও F বিন্দুর রোধটি বিছিন্ন করে ঐ রোধটিকে 10Ω এর সমান্তরালে যুক্ত করলে বর্তনীর প্রবাহ হয় I_2 ।



- ক. জুলের রোধের সূত্রটি বিবৃত কর।
- খ. কৰ্ষফের ইতীয় সূত্রটি $\Sigma IR + E = 0$ আকারে লিখলে কোনো বর্তনীর লুপে সূত্রটি প্রয়োগের ক্ষেত্রে IR ও E এর চিহ্নের নিয়ম কিরূপ হবে?
- গ. চিত্রের বর্তনীর 4Ω রোধের দুই প্রান্তের বিভব পার্শ্বক কত হবে?
- ঘ. $I > I_1 > I_2$ হতে পারে কি-না গাণিতিক বিশ্লেষণপূর্বক তোমার মতামত দাও।

[ক. বো. '১৭]

১৩নং প্রশ্নের উত্তর

ক. জুলের রোধের সূত্রটি হলো— তড়িৎ প্রবাহমাত্রা এবং তড়িৎ প্রবাহকাল অপরিবর্তিত থাকলে পরিবাহীতে তড়িৎ প্রবাহের দ্রবন উচ্চত তাপ পরিবাহীর রোধের সমানুপাতিক।

খ. কৰ্ষফের ইতীয় সূত্রানুসারে পরিবাহী বর্তনীর মধ্যে যেকোনো বন্ধ বর্তনীর বিভিন্ন অংশের রোধ এবং এদের মধ্যাদিয়ে প্রবাহিত বিন্দুৎ প্রবাহমাত্রার পুঁকফলের বীজগাণিতিক ঘোগফল ঐ বন্ধ বর্তনীর মোট বিন্দুচালক শক্তির সমান। এখন সূত্রটিকে $\Sigma IR + E = 0$ আকারে লিখলে কোনো বর্তনীর লুপে দক্ষিণাবর্তী বিন্দুৎ প্রবাহমাত্রাকে ধনরাশি, বামাবর্তী বিন্দুৎ প্রবাহমাত্রা এবং তড়িচালক শক্তিকে অপরাশি ধরতে হবে।

গ. এখনে, রোধ, $R_1 = 4\Omega$, $R_2 = 6\Omega$, $R_3 = 10\Omega$
অভ্যন্তরীণ রোধ, $r = 1\Omega$; তড়িচালক শক্তি, $E = 2V$
রোধগুলো শ্রেণি সময়ে সংযুক্ত বলে বর্তনীর তুল্যরোধ—

$$R_s = R_1 + R_2 + R_3 = (4 + 6 + 10)\Omega = 20\Omega$$

∴ বর্তনীর মূল প্রবাহমাত্রা, $I = \frac{E}{R_s + r} = \frac{2V}{20\Omega + 1\Omega} = \frac{2}{21}A$

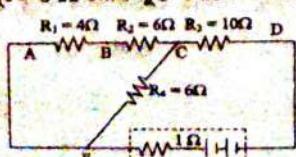
এখন, $R_1 = 4\Omega$ রোধের দুই প্রান্তের বিভব পার্শ্বক

$$V_1 = IR_1 = \frac{2}{21}A \times 4\Omega = 0.381V$$

নির্ণয় বিভব পার্শ্বক $0.381V$

ঘ. এখনে, বর্তনীর মূল প্রবাহ, $I = \frac{2}{21}A = 0.095A$ [গ থেকে প্রাপ্ত]

এখন, C ও F বিন্দুতে 6Ω রোধ যুক্ত করলে বর্তনীটি নিয়ন্ত্রিত হবে,



$$\begin{aligned} \text{এখনে, } R_1 \text{ ও } R_2 \text{ এর তুল্যরোধ, } R_{s1} &= R_1 + R_2 \\ &= (4 + 6)\Omega = 10\Omega \end{aligned}$$

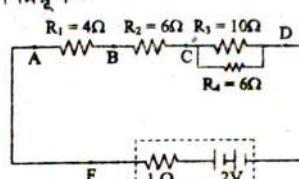
আবার, R_{s1} ও R_4 এর তুল্যরোধ,

$$\begin{aligned} \frac{1}{R_p} &= \frac{1}{R_{s1}} + \frac{1}{R_4} = \frac{1}{10\Omega} + \frac{1}{6\Omega} = \frac{3+5}{30\Omega} \\ \therefore R_p &= \frac{15}{4}\Omega \end{aligned}$$

$$\text{বর্তনীর তুল্যরোধ, } R = R_p + R_3 = \left(\frac{15}{4} + 10\right)\Omega = \frac{55}{4}\Omega$$

$$\begin{aligned} \text{এক্ষেত্রে, বর্তনীর প্রবাহমাত্রা, } I_1 &= \frac{E}{R+r} \\ &= \frac{2V}{\left(\frac{55}{4} + 1\right)\Omega} = 0.136A \end{aligned}$$

আবার, R_4 রোধটি বিছিন্ন করে $R_3 = 10\Omega$ এর সাথে সমান্তরালে যুক্ত করলে বর্তনী হবে নিয়ন্ত্রিত—



এক্ষেত্রে, R_3 ও R_4 এর তুল্যরোধ,

$$\begin{aligned} \frac{1}{R_{p'}} &= \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4} = \frac{1}{10\Omega} + \frac{1}{6\Omega} = \frac{3+5}{30\Omega} \\ \therefore R_{p'} &= \frac{15}{4}\Omega \end{aligned}$$

এখন বর্তনীর তুল্যরোধ,

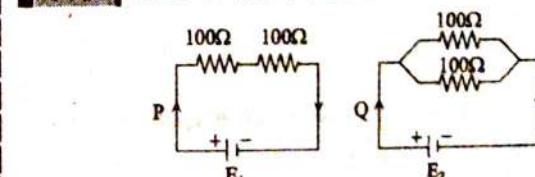
$$R' = R_1 + R_2 + R_p = \left(4\Omega + 6\Omega + \frac{15}{4}\Omega\right) = \frac{55}{4}\Omega$$

$$\text{এখনে, বর্তনীর প্রবাহমাত্রা, } I_2 = \frac{E}{R'+r} = \frac{2V}{\left(\frac{55}{4} + 1\right)\Omega} = 0.136A$$

এখনে, $I_1 = I_2 > I$

অতএব, $I > I_1 > I_2$ হতে পারে না।

১৪নং প্রশ্নের উত্তর



P ও Q দুটি বর্তনী যার প্রত্যেকটিতে রোধযুক্ত তারের দৈর্ঘ্য 0.5 m এবং ব্যাসার্ধ 0.2 cm । বর্তনী দুটিতে একই সময় ধরে তড়িৎ প্রবাহিত হচ্ছে।

ক. এক ইলেক্ট্রন ভোল্ট কাকে বলে?

খ. কোনো সমবিভব তলে চার্জ স্থানান্তরে কৃত কাজ শূন্য— ব্যাখ্যা কর।

গ. উদ্বিগ্ন অনুসারে যে কোনো তারের আপেক্ষিক রোধ নির্ণয় কর।

ঘ. P ও Q বর্তনীতে একই সময়ে সমপরিমাণ তাপ উৎপন্ন হতে হলে তড়িচালক শক্তি E_1 এর মান E_2 এর চেয়ে বেশি না কম হবে—গাণিতিকভাবে যাচাই কর।

[চ. বো. '১৭]

১৪নং প্রশ্নের উত্তর

ক. বৈদ্যুতিক ক্ষেত্রের কোনো এক বিন্দু হতে এক ভোল্ট ($1V$) বিভব পার্শ্বকের অন্য একটি বিন্দুতে একটি ইলেক্ট্রন সরাতে যে কাজ হয় তাই হলো এক ইলেক্ট্রন ভোল্ট। একে সংক্ষেপে eV দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

$$1eV = 1.6 \times 10^{-19} J$$

খ যে চার্জিত তলের প্রতিটি বিন্দুর বিভব সমান তাকে সমবিভব তল বলে। অন্যভাবে বলা যেতে পারে, যে তল বরাবর কোনো তড়িৎ প্রবাহিত হয় না, সেই তল সমবিভব তল। সূতরাং স্থির তড়িৎ বিদ্যায় অন্তরিত আহিত পরিবাহী পৃষ্ঠ সমবিভব পৃষ্ঠ। যেহেতু প্রতিটি বিন্দুর বিভব একই তা সমবিভব তলের একবিন্দু থেকে অন্যবিন্দুতে আধান স্থানান্তর করলে কোনো কাজ হয় না।

গ এখানে, P বর্তনীর তারের দৈর্ঘ্য, $L = 0.5 \text{ m}$

ব্যাসার্ধ, $r = 0.2 \text{ cm} = 2 \times 10^{-3} \text{ m}$

$$\text{প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল } A = \pi r^2 = 3.1416 \times (2 \times 10^{-3} \text{ m})^2 \\ = 1.25664 \times 10^{-5} \text{ m}^2$$

$$R = 100 \Omega$$

আপেক্ষিক রোধ, $\rho = ?$

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

$$\text{বা, } \rho = \frac{RA}{L} = \frac{100 \Omega \times 1.25664 \times 10^{-5} \text{ m}^2}{0.5 \text{ m}} = 2.51 \times 10^{-3} \Omega \text{ m}$$

অতএব, P বর্তনীর তারের আপেক্ষিক রোধ $2.51 \times 10^{-3} \Omega \text{ m}$

ঘ এখানে, রোধ $R_1 = 100 \Omega$; $R_2 = 100 \Omega$

$$P \text{ বর্তনীর তুল্যরোধ, } R_t = R_1 + R_2 \\ = (100 + 100) \Omega = 200 \Omega$$

$$Q \text{ বর্তনীর তুল্যরোধ, } \frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

$$\text{বা, } \frac{1}{R_p} = \frac{1}{100 \Omega} + \frac{1}{100 \Omega} = \frac{1+1}{100 \Omega}$$

$$\text{বা, } R_p = 50 \Omega$$

$$P \text{ বর্তনীর তড়িকালক শক্তি} = E_1$$

$$Q \text{ বর্তনীর তড়িকালক শক্তি} = E_2$$

ধরি, সময় t

$$\therefore P \text{ বর্তনীতে উৎপন্ন তাপ, } H_1 = \frac{E_1^2 t}{R_1}$$

$$Q \text{ বর্তনীতে উৎপন্ন তাপ, } H_2 = \frac{E_2^2 t}{R_p}$$

$$\text{প্রথমতে, } H_1 = H_2$$

$$\text{বা, } \frac{E_1^2 t}{R_1} = \frac{E_2^2 t}{R_p}$$

$$\text{বা, } \frac{E_1^2}{E_2^2} = \frac{R_1}{R_p} = \frac{200 \Omega}{50 \Omega} = 4$$

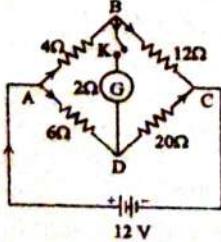
$$\text{বা, } \frac{E_1}{E_2} = 2$$

$$\text{বা, } E_1 = 2 E_2$$

$$\therefore E_1 > E_2$$

অতএব, P ও Q বর্তনীতে একই সময়ে সমপরিমাণ তাপ উৎপন্ন হতে হলে তড়িকালক শক্তি E_1 এর মান E_2 এর চেয়ে বেশি হবে।

১ নিচের বর্তনীটি লক কর :



ক. তড়িৎ বিমেরু ভাবক কাকে বলে?

খ. একটি চার্জিত পরিবাহীর সমস্ত চার্জ কেন্দ্রে না থেকে পৃষ্ঠ ছানানো থাকে কেন? ব্যাখ্যা কর।

গ. চাবি বন্ধ অবস্থায় চতুর্থ বাহুতে কী পরিমাণ রোধ কীভাবে স্থানান্তর করলে গ্যালভানোমিটারের ফ্রেজ দিয়ে কোনো তড়িৎ প্রবাহিত হবে না?

ঘ. বর্তনীর চাবি খোলা এবং বন্ধ অবস্থায় BC বাহুর প্রবাহ একই হবে কি-না - গাণিতিকভাবে যাচাই কর।

১৫৯ প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো একটি তড়িৎ বিমেরুর যেকোনো একটি আধানের পরিমাণ এবং তাদের মধ্যবর্তী দূরত্বের গুণফলকে বিমেরু ভাবক বলে।

খ চার্জিত পরিবাহীর সমস্ত চার্জ কেন্দ্রে না থেকে পৃষ্ঠ ছানানো থাকে। চার্জ মূলত চলমান ইলেক্ট্রন, যা যেকোনো সময় অপর পরিবাহীতে স্থানান্তরিত হতে পারে। এজন্য পরিবাহীতে চার্জ সমভাবে তার পৃষ্ঠের সর্বত্র ছানায়ে পড়ে।

গ এখানে, ১ম বাহুর রোধ, $P = 4 \Omega$; ২য় বাহুর রোধ, $Q = 12 \Omega$

মনে করি, চতুর্থ বাহুর রোধ S হলে গ্যালভানোমিটারের মধ্যদিয়ে কোনো তড়িৎ প্রবাহিত হবে না।

$$\text{আমরা জানি, } \frac{P}{Q} = \frac{R}{S}$$

$$\text{বা, } S = \frac{QR}{P} = \frac{12 \Omega \times 6 \Omega}{4} = 18 \Omega$$

এখানে, $S < S_1$

এখন, ধরি, S_2 মানের রোধ S_1 এর সাথে সমান্তরালে স্থানান্তর করতে হবে,

$$\therefore \frac{1}{S} = \frac{1}{S_1} + \frac{1}{S_2}$$

$$\text{বা, } \frac{1}{S_2} = \frac{1}{S} - \frac{1}{S_1} = \frac{1}{18 \Omega} - \frac{1}{20 \Omega} = -\frac{10-9}{180 \Omega} = \frac{1}{180 \Omega}$$

$$\therefore S_2 = 180 \Omega$$

∴ চাবি বন্ধ অবস্থায় চতুর্থ বাহুতে 180 Ω মানের রোধ সমান্তরাল সমবায়ে সংযুক্ত করলে গ্যালভানোমিটারের মধ্যদিয়ে কোনো তড়িৎ প্রবাহিত হবে না।

ঘ এখানে, রোধ, $P = 4 \Omega$, $Q = 12 \Omega$, $R = 6 \Omega$, $S = 20 \Omega$

বর্তনীর তড়িকালক শক্তি, $E = 12 \text{ V}$

চাবি খোলা অবস্থায়,

$$P \text{ ও } Q \text{ এর তুল্যরোধ, } R_{s_1} = P + Q \\ = (4 + 12) \Omega \\ = 16 \Omega$$

$$R \text{ ও } S \text{ এর তুল্যরোধ } R_{s_2} = R + S \\ = (6 + 20) \Omega \\ = 26 \Omega$$

$$\therefore \text{বর্তনীর তুল্যরোধ, } \frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_{s_1}} + \frac{1}{R_{s_2}}$$

$$\text{বা, } \frac{1}{R_p} = \frac{1}{16 \Omega} + \frac{1}{26 \Omega} = \frac{21}{208} \Omega$$

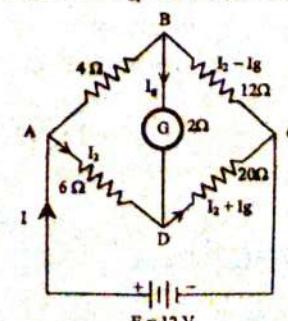
$$\therefore R_p = 9.9 \Omega$$

$$\therefore \text{বর্তনীর মূল প্রবাহ, } I = \frac{E}{R_p} \\ = \frac{12 \text{ V}}{9.9 \Omega} \\ = 1.21 \text{ A}$$

এখন, R_{s_1} এর মধ্যদিয়ে প্রবাহ,

$$I_p' = \frac{R_{s_2}}{R_{s_1} + R_{s_2}} \times I = \left(\frac{26}{16 + 26} \times 1.21 \right) \text{ A} = 0.75 \text{ A}$$

∴ চাবি খোলা অবস্থায় BC বাহুর প্রবাহ 0.75 A



আবার, চাবি বন্ধ অবস্থায় ABDA লুপে ক্রিষ্ণের দ্বিতীয় সূত্র প্রয়োগ করে পাই,

$$4I_1 + 2I_g - 6I_2 = 0 \quad \dots \dots \dots \text{(i)}$$

BCDB লুপে ক্রিষ্ণের ২য় সূত্র প্রয়োগ করে পাই,

$$12(I_1 - I_g) - 20(I_2 + I_g) - 2I_g = 0$$

$$\text{বা, } 12I_1 - 12I_g - 20I_2 - 20I_g - 2I_g = 0$$

$$\text{বা, } 12I_1 - 34I_g - 20I_2 = 0 \quad \dots \dots \dots \text{(ii)}$$

ADCEA লুপে ক্রিষ্ণের ২য় সূত্র প্রয়োগ করে পাই,

$$6I_2 + 20(I_2 + I_g) = 12$$

$$\text{বা, } 6I_2 + 20I_2 + 20I_g = 12$$

$$\text{বা, } 26I_2 + 20I_g = 12$$

$$\text{বা, } 20I_g + 26I_2 = 12 \quad \dots \dots \dots \text{(iii)}$$

সমীকরণ (i), (ii) ও (iii) নং সমাধান করে পাই,

$$I_1 = \frac{183}{250} \text{ A}, I_g = -\frac{3}{125} \text{ A} \text{ অর্থাৎ দিক DB বরাবর এবং } I_2 = \frac{12}{25} \text{ A}$$

∴ BC এর মধ্যদিয়ে প্রবাহমাত্রা,

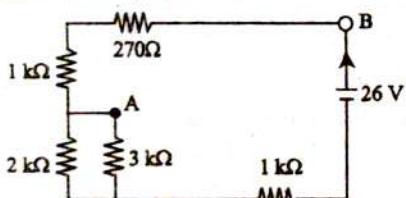
$$I'' = I_1 - I_g \\ = \left\{ \frac{183}{250} - \left(-\frac{3}{125} \right) \right\} \text{ A}$$

$$= \frac{189}{250} \text{ A}$$

$$= 0.756 \text{ A}$$

অতএব, চাবি খোলা এবং বন্ধ অবস্থায় BC এর প্রবাহ সমান হবে না বরং কিছুটা বৃদ্ধি পাবে।

প্রৱ ১৫ নিচের বক্তী লক্ষ কর :



ক. আপেক্ষিক রোধ কাকে বলে?

খ. বিদ্যুৎ প্রবাহের ফলে পরিবাহাতে তাপ উৎপন্ন হওয়ার কারণ ব্যাখ্যা কর।

গ. বক্তীর A ও B বিন্দুর মধ্যে বিভব পার্থক্য নির্ণয় কর।

ঘ. বক্তীর A ও B বিন্দুর মধ্যে একটি রোধহীন তার লাগালে মোট প্রবাহ কত হবে? গাণিতিক ব্যাখ্যা দাও।

[ব. বো. '১৭]

১৬নং প্রশ্নের উত্তর

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

খ. পরিবাহকের দুই বিন্দুর মধ্যে বিভব পার্থক্য সূচি হলে পরিবাহকের মূল ইলেক্ট্রনগুলো আন্তঊপরিক স্থানের মধ্য দিয়ে পরিবাহকের নিয়ন্ত্রিত বিশিষ্ট বিন্দু থেকে উচ্চ বিভব বিশিষ্ট বিশূর দিকে চলতে থাকে, ফলে তড়িৎ প্রবাহের সূচি হয়। এ ইলেক্ট্রনগুলো চলার সময় পরিবাহকের পরমাপূর্ব সাথে সংঘর্ষে লিপ্ত হয় এবং ইলেক্ট্রনের গতিশীল পরমাপূর্বে সঞ্চালিত হয়ে পরমাপূর্ব গতিশীল আরো বৃদ্ধি করে। এ বৰ্ধিত গতিশীল তাপে বৃপ্তাত্তি হয় এবং পরিবাহকের তাপমাত্রা বৃদ্ধি পায়। ফলে পরিবাহী উত্পন্ন হয়। অর্থাৎ বক্তীতে তাপের উত্তর হয়।

গ. এখানে, রোধ, $R_1 = 270 \Omega = 0.27 \text{ k}\Omega$, $R_2 = 1 \text{ k}\Omega$

$R_3 = 2 \text{ k}\Omega$, $R_4 = 3 \text{ k}\Omega$, $R_5 = 1 \text{ k}\Omega$

তড়িচালক শক্তি $E = 26 \text{ V}$

R_3 ও R_4 সমান্তরাল সমবায়ে সংযুক্ত বলে এদের তুল্যরোধ,

$$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4} = \frac{1}{2 \text{ k}\Omega} + \frac{1}{3 \text{ k}\Omega} = \frac{5}{6 \text{ k}\Omega}$$

$$\therefore R_p = \frac{6}{5} \text{ k}\Omega$$

এখন, R_1 , R_2 , R_p ও R_5 শ্রেণি সমবায়ে সংযুক্ত,

বক্তীর তুল্যরোধ,

$$R = R_1 + R_2 + R_p + R_5$$

$$= \left(0.27 + 1 + \frac{6}{5} + 1 \right) \text{ k}\Omega = 3.47 \text{ k}\Omega = 3470 \text{ }\Omega$$

∴ বক্তীর প্রবাহমাত্রা, $I = \frac{E}{R} = \frac{26 \text{ V}}{3470 \text{ }\Omega} \text{ A}$

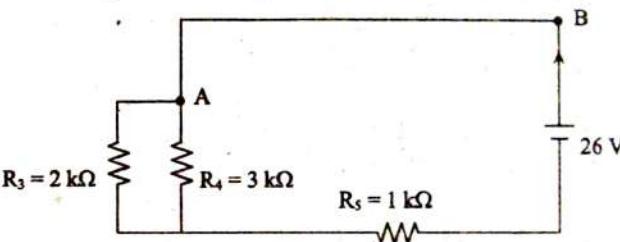
এখন, A ও B বিন্দুর মধ্যকার বিভব পার্থক্য,

$$V = I(R_1 + R_2)$$

$$= \frac{26}{3470} \text{ A} \times (270 + 1000) \text{ }\Omega = 9.515 \text{ V}$$

অতএব, বক্তীর A ও B বিন্দুর মধ্যে বিভব পার্থক্য 9.515 V।

১ বক্তীর A ও B বিন্দুর মধ্যে একটি রোধহীন তার লাগালে R_1 ও R_2 রোধের মধ্যদিয়ে কোনো তড়িৎ প্রবাহিত হবে না। সেক্ষেত্রে বক্তীটি নিম্নরূপ হবে :



এক্ষেত্রে, R_3 ও R_4 এর তুল্যরোধ, $R_p = \frac{6}{5} \text{ k}\Omega$ [গ নং থেকে প্রাপ্ত]

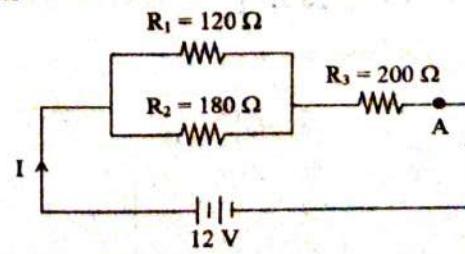
∴ বক্তীর তুল্যরোধ, $R_s = R_p + R_5 = \left(\frac{6}{5} + 1 \right) \text{ k}\Omega$

$$= \frac{11}{5} \text{ k}\Omega = \left(\frac{11}{5} \times 1000 \right) \text{ }\Omega = 2200 \text{ }\Omega$$

এক্ষেত্রে, বক্তীর মোট প্রবাহ, $I = \frac{E}{R_s} = \frac{26 \text{ V}}{2200 \text{ }\Omega} = 0.0118 \text{ A}$

অতএব, বক্তীর A ও B বিন্দুর মধ্যে একটি রোধহীন তার লাগালে মোট প্রবাহ 0.0118 A হবে।

১৭নং চিত্রে একটি বক্তী দেখানো হলো :



ক. মিটার ত্রিজ কী?

খ. হারানো ভোল্ট বলতে কী বুঝায়?

গ. 'A' বিন্দুতে বক্তীর প্রবাহমাত্রা নির্ণয় কর।

ঘ. কোন রোধটি অপসারণ করলে বক্তীর মোট প্রবাহ সর্বোচ্চ হবে? গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে দেখাও।

[ব. বো. '১৭]

১৮নং প্রশ্নের উত্তর

ক. যে যে একটি মিটার লম্ব সুষম প্রস্থচ্ছেদের রোধ সম্পর্ক একটি তারকে কাজে লাগিয়ে হুইস্টন ত্রিজের নীতি ব্যবহার করে কোনো অজানা রোধ নির্ণয় করা হয় তাকে মিটার ত্রিজ বলে।

বি. ধরি, E শক্তির এক অংশ V ব্যয় হয় R-এর ওপর দিয়ে আধান চালনা করতে এবং বাকি অংশ V' ব্যয় হয় কোষের অভ্যন্তরীণ রোধের ওপর দিয়ে আধান চালনা করতে।

$$\text{সুতরাং, শক্তির নিয়তা } S = V + V'$$

কিন্তু, V হলো R-এর দু'প্রান্তের বিভব পার্থক্য এবং V' হলো অভ্যন্তরীণ রোধ r-এর দু'প্রান্তের বিভব পার্থক্য। এখন, তড়িৎ প্রবাহমাত্রা I হলে, ওইর সূত্র হতে পাই,

$$V = IR \text{ এবং } V' = Ir$$

$$E = IR + Ir = I(r + R)$$

V' = Ir বিভব পার্থক্য মূল প্রবাহ চালিত করতে কোনো রকম সাহায্য করে না বলে একে সুন্দরভোল্ট বা অপচয় ভোল্ট বা হারানো ভোল্ট বলা হয়।

সুতরাং তড়িচালক শক্তি = প্রাণ্ত ভোল্ট + হারানো ভোল্ট। I = 0 হলে, হারানো ভোল্ট শূন্য হয়।

বি. এখানে, রোধ, $R_1 = 120 \Omega$, $R_2 = 180 \Omega$, $R_3 = 200 \Omega$

বর্তনীর তড়িচালক শক্তি $E = 12 \text{ V}$

R_1 ও R_2 সমান্তরাল সমবায়ে সংযুক্ত বলে এদের তুল্যরোধ,

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

$$\text{বা, } \frac{1}{R_p} = \frac{1}{120 \Omega} + \frac{1}{180 \Omega} = \frac{1}{72 \Omega}$$

$$\therefore R_p = 72 \Omega$$

আবার, R_p ও R_3 প্রেরি সমবায়ে সংযুক্ত বলে বর্তনীর তুল্যরোধ,

$$R = R_p + R_3 = 72 \Omega + 200 \Omega = 272 \Omega$$

$$\therefore \text{বর্তনীর মূল প্রবাহ, } I = \frac{E}{R} = \frac{12 \text{ V}}{272 \Omega} = 0.044 \text{ A}$$

A বিন্দুতে বর্তনীর প্রবাহমাত্রা মূল প্রবাহের সমান

অর্থাৎ A বিন্দুর প্রবাহমাত্রা 0.044 A

বি. এখানে, রোধ, $R_1 = 120 \Omega$, $R_2 = 180 \Omega$, $R_3 = 200 \Omega$

তড়িচালক শক্তি $E = 12 \text{ V}$

এখন, R_1 রোধটি অপসারণ করলে বর্তনীর তুল্যরোধ হবে,

$$R_{p1} = R_2 + R_3 = (180 + 200) \Omega = 380 \Omega$$

$$\text{একেক্ষেত্রে বর্তনীর প্রবাহমাত্রা, } I_1 = \frac{E}{R_{p1}} = \frac{12 \text{ V}}{380 \Omega} = 0.0316 \text{ A}$$

R_2 রোধটি অপসারণ করলে বর্তনীর তুল্যরোধ হবে,

$$R_{p2} = R_1 + R_3$$

$$= (120 + 200) \Omega = 320 \Omega$$

$$\text{একেক্ষেত্রে বর্তনীর প্রবাহমাত্রা, } I_2 = \frac{E}{R_{p2}} = \frac{12 \text{ V}}{320 \Omega} = 0.0375 \text{ A}$$

আবার, R_3 রোধটি অপসারণ করলে বর্তনীর তুল্যরোধ হবে,

$$R_p = 72 \Omega \quad [\text{গুণ থেকে প্রাপ্ত]$$

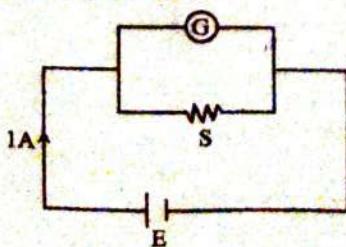
$$\text{একেক্ষেত্রে বর্তনীর প্রবাহমাত্রা, } I_3 = \frac{E}{R_p} = \frac{12 \text{ V}}{72 \Omega} = 0.167 \text{ A}$$

এখানে, $I_3 > I_2 > I_1$

অতএব, R_3 রোধটি অপসারণ করলে বর্তনীর প্রবাহ সর্বোচ্চ হবে।

এইচএসসি পরীক্ষা ২০১৬ এর প্রশ্ন ও উত্তর

নিচের বর্তনীটি লক্ষ কর :



পরীক্ষাগারে হারুন একটি 100Ω রোধ এবং 10 mA পাঞ্চাল গ্যালভানোমিটার নিয়ে কাজ করার সময় উপরে অঙ্কিত বর্তনীর ন্যায় সজ্জিত করল। এই সময় শিক্ষক তাকে গ্যালভানোমিটারটিকে $(0 - 10 \text{ A})$ পাঞ্চাল অ্যামিটারের বৃপ্তান্ত করতে বলায় সে গ্যালভানোমিটারের সজ্জায় কিছু পরিবর্তন আনল।

ক. তড়িচালক বল কাকে বলে?

খ. নিরাপত্তা ফিউজে বিশুল্প ধাতু ব্যবহার না করার কারণ কী?

গ. বর্তনীর S এর মান নির্ণয় কর।

ঘ. শিক্ষকের কথায় হারুন গ্যালভানোমিটারের বর্তনী সজ্জায় যে পরিবর্তন এনেছিল তা ব্যাখ্যা কর।

[ট. বো. '১৬]

১৮নং প্রশ্নের উত্তর

ক. একক ধনাত্মক চার্জকে বর্তনীর কোনো এক বিন্দু থেকে উৎসসহ সম্পূর্ণ বর্তনী ঘুরিয়ে পুনরায় ঐ বিন্দুতে আনতে যে কাজ হয় বা উৎসের যে শক্তি ব্যয় হয় তাকে উৎসের তড়িচালক বল বলে।

খ. নিরাপত্তা ফিউজ হলো একটি বল দৈর্ঘ্যের চিকন তার যা বৈদ্যুতিক বর্তনীতে অধিক তড়িৎপ্রবাহ প্রতিরোধের জন্য জীবন্ত তারে সংযোগ দেওয়া হয়। নিরাপত্তা ফিউজে বিশুল্প ধাতু ব্যবহার করলে এর মধ্য দিয়ে অধিক পরিমাণে তড়িৎ প্রবাহ ঘটলে তারটি অক্ষত থাকবে ফলে এই অধিক তড়িৎপ্রবাহ বৈদ্যুতিক যন্ত্রপাতির ক্ষতিসাধন করবে। এতে নিরাপত্তা ফিউজে বিশুল্প ধাতু ব্যবহারের উদ্দেশ্যই ব্যাহত হবে। এজন্যই নিরাপত্তা ফিউজে বিশুল্প ধাতু ব্যবহার করা হয় না।

গ. উন্নীপুক হতে পাই, গ্যালভানোমিটারের রোধ, $G = 100 \Omega$

কুণ্ডলী প্রবাহ সহ্য ক্ষমতা, $I_g = 10 \text{ mA} = 10 \times 10^{-3} \text{ A}$

বর্ধিত প্রবাহমাত্রা, $I = 1 \text{ A}$; ব্যবহৃত শাট্ট, $S = ?$

$$\text{আমরা জানি, } I_g = \frac{IS}{S+G}$$

$$\text{বা, } IS = I_g S + I_g G$$

$$\text{বা, } S(I - I_g) = I_g G$$

$$\text{বা, } S = \frac{I_g G}{I - I_g} = \frac{10 \times 10^{-3} \text{ A} \times 100 \Omega}{1 \text{ A} - (10 \times 10^{-3} \text{ A})} = 1.01 \Omega$$

অতএব, বর্তনীর S এর মান 1.01Ω ।

ঘ. শিক্ষকের কথায় হারুন গ্যালভানোমিটারকে $(0 - 10 \text{ A})$ পাঞ্চাল অ্যামিটারের বৃপ্তান্ত করার জন্য গ্যালভানোমিটারের সজ্জায় কিছু পরিবর্তন আনল।

একেক্ষেত্রে সে অ্যামিটারের পাঞ্চা বৃশি করার জন্য অ্যামিটারের সাথে বল মানের রোধ সমান্তরালে যুক্ত করেছিল।

এখন, পাঞ্চা বৃশির পূর্বে অ্যামিটারের যথেচ্ছ প্রবাহ, $I = 1 \text{ A}$ গ্যালভানোমিটারের রোধ, $G = 100 \Omega$

শাট্ট, $S = 1.01 \Omega$ [গুণ থেকে প্রাপ্ত]

একেক্ষেত্রে কার্যকরী রোধ R হলে,

$$R = \frac{GS}{G+S}$$

$$= \frac{100 \Omega \times 1.01 \Omega}{100 \Omega + 1.01 \Omega} = 0.999 \Omega$$

এখন, পাঞ্চা $(0 - 10 \text{ A})$ করতে হলো ধরি এর সাথে r মানের রোধ সমান্তরাল সমবায়ে যুক্ত করতে হবে।

একেক্ষেত্রে প্রবাহমাত্রা, $I_1 = 10 \text{ A}$

এখন, শাট্টের নীতি অনুযায়ী, $I = \frac{r}{R+r} I_1$

$$\text{বা, } 1 \text{ A} = \frac{r}{R+r} \times 10 \text{ A}$$

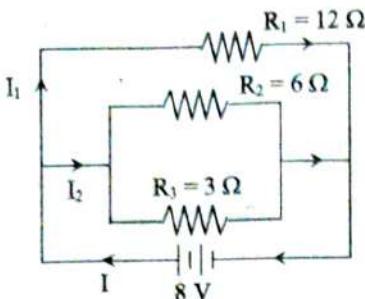
$$\text{বা, } R+r = 10r$$

$$\text{বা, } 9r = R$$

$$\therefore r = \frac{R}{9} = \frac{100}{9} = 0.111 \Omega$$

অতএব, শিক্ষকের কপাল হারুন S এর সাথে 0.111Ω রোধ সমান্তরাল সমবায়ে যুক্ত করে বর্তনী সজ্জার পরিবর্তন এনেছিল।

প্রয়োগ ১৯। নিচের চিত্রটি লক্ষ কর :



- ক. গাউসের সূত্র বিবৃত কর । ১
 খ. কোনো ক্ষমতাকে হাত দ্বারা ঘৰ্ষণ করলে উহা আহিত হয় না কেন? ব্যাখ্যা কর । ২
 গ. বৰ্তনীর মূল প্ৰবাহ বেৱ কৰ । ৩
 ঘ. চিত্ৰে উল্লিখিত রোধগুলোকে শ্ৰেণি সমবায়ে সাজিয়ে চিত্ৰ অঙ্কন কৰ এবং মূল প্ৰবাহেৰ পৰিবৰ্তন কিৰূপ হবে? ৪
 [ৱা. বো. '১৬]

১৯নং প্ৰশ্নেৰ উত্তৰ

ক. গাউসেৰ সূত্ৰটি হলো— কোনো বন্ধ তলেৰ উপৰ স্থিৰ তড়িৎ ক্ষেত্ৰেৰ মোট অভিলম্ব আবেশ বা ফ্লাক্স এই তল দ্বাৰা বেষ্টিত মোট চাৰ্জেৰ $\frac{1}{\epsilon_0}$ গুণ ।

খ. কোনো ক্ষমতাকে হাত দ্বারা ঘৰ্ষণ করলে উহা আহিত হয় না। কাৰণ আমোৱা জনি, মানবদেহ তড়িৎ প্ৰিবাহী। ফলে কোনো ক্ষমতাকে যখন হাত দ্বারা ঘৰ্ষণ কৰা হয় তখন আবিষ্ট ক্ষমতা সংযুক্ত থাকে। আৱ ত্ত-সংযুক্ত অবস্থায় কোনো ক্ষমতাকে চাৰ্জ আবিষ্ট হবে না আৰ্থাৎ ক্ষমতা আহিত হবে না।

গ. উদ্বীপক হতে পাই, $R_1 = 12 \Omega$; $R_2 = 6 \Omega$; $R_3 = 3 \Omega$

তড়িচালক বল, $V = 8 V$; বৰ্তনীৰ মূল প্ৰবাহ, $I = ?$

ৱোধ তিনিটি সমান্তৰালে সংযুক্ত ।

$$\therefore \text{তুল্যৰোধ } R_p \text{ হলো, } \frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

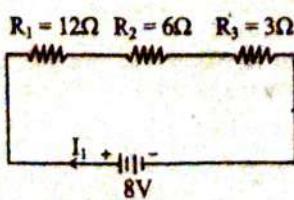
$$\text{বা, } \frac{1}{R_p} = \frac{1}{12 \Omega} + \frac{1}{6 \Omega} + \frac{1}{3 \Omega} = \frac{1+2+4}{12 \Omega} = \frac{7}{12 \Omega}$$

$$\therefore R_p = \frac{12}{7} \Omega$$

$$\text{বৰ্তনীৰ মূল প্ৰবাহ, } I = \frac{V}{R_p} = \frac{8 V}{\frac{12}{7} \Omega} = \frac{14}{3} A = 4.67 A$$

অতএব, বৰ্তনীৰ মূলপ্ৰবাহ $4.67 A$ ।

ঘ. রোধগুলোকে শ্ৰেণি সমবায়ে সংজীবিত কৰে পাই,



$$\text{এখনে রোধগুলোৰ তুল্যৰোধ } R_s \text{ হলো, } R_s = R_1 + R_2 + R_3 = 12 \Omega + 6 \Omega + 3 \Omega = 21 \Omega$$

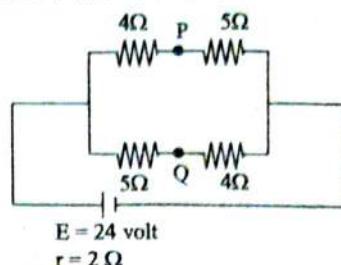
$$\text{এখন বৰ্তনীৰ প্ৰবাহ } I_1 \text{ হলো, } I_1 = \frac{8 V}{21 \Omega} = 0.38 A$$

পূৰ্বে বৰ্তনীৰ মূল প্ৰবাহ ছিল $I = 4.67 A$ (গ. থেকে প্ৰাপ্ত)

এখনে, $I_1 < 1$

অতএব, বৰ্তনীৰ মূল প্ৰবাহ হালস পাৰে ।

প্ৰয়োগ ২০। নিচেৰ উদ্বীপকটি লক্ষ কৰ :



- ক. তড়িৎ বিমেৰু ভ্ৰামক কাকে বলে? ১
 খ. ধাৰককে কিভাৱে শক্তি সংজীবিত হয়? ২
 গ. উদ্বীপকেৰ বৰ্তনীৰ তড়িৎ প্ৰবাহেৰ মান বেৱ কৰ । ৩
 ঘ. উদ্বীপকেৰ বৰ্তনীৰ P ও Q বিন্দুৰ মাঝখানে একটি গ্যালভানোমিটাৰ নথণ্য রোধেৰ তাৰ দ্বাৰা সংযুক্ত কৰলে কোন দিক হতে গ্যালভানোমিটাৰেৰ মধ্যে তড়িৎ প্ৰবাহিত হবে? বিশ্লেষণ কৰ । ৪
 [কু. বো. '১৬]

২০নং প্ৰশ্নেৰ উত্তৰ

ক. তড়িৎ বিমেৰুৰ যেকোনো একটি চাৰ্জেৰ মান এবং এদেৱ যথ্যবক্তী দূৰত্বেৰ গুণফলকে বিমেৰু ভ্ৰামক বলে ।

খ. কোনো ধাৰককে চাৰ্জিত কৰতে যে পৰিমাণ কাজ সম্পৰ্ক কৰতে হয় তাই ধাৰককে স্থিতি শক্তিৰূপে সংজীবিত থাকে। একেতে ধাৰকেৰ একটি পাতকে ভৃ-সংলগ্ন কৰে অপৰ পাতটিকে চাৰ্জিত কৰতে যে কাজ কৰতে হয় তাই ধাৰককে চাৰ্জিত কৰাৰ জন্য প্ৰয়োজনীয় কাজ এবং এটিই ধাৰকেৰ স্থিতিশক্তি ।

গ. উদ্বীপক হতে পাই, ১য় রোধেৰ মান, $R_1 = 4 \Omega$
 ২য় রোধেৰ মান, $R_2 = 5 \Omega$
 ৩য় রোধেৰ মান, $R_3 = 5 \Omega$
 ৪ৰ্থ রোধেৰ মান $R_4 = 4 \Omega$
 তড়িচালক বল, $E = 24 volt$
 অভ্যন্তৰীণ রোধ, $r = 2 \Omega$
 তড়িৎপ্ৰবাহ, $I = ?$

এখনে, R_1 ও R_2 এৰ তুল্য রোধ, $R_{S1} = R_1 + R_2 = 4 \Omega + 5 \Omega = 9 \Omega$

আবাৰ, R_3 ও R_4 এৰ তুল্য রোধ, $R_{S2} = 5 \Omega + 4 \Omega = 9 \Omega$

আবাৰ, R_{S1} ও R_{S2} সমান্তৰাল সমবায়ে সংযুক্ত ।

এখন, বৰ্তনীৰ তুল্যৰোধ R হলো,

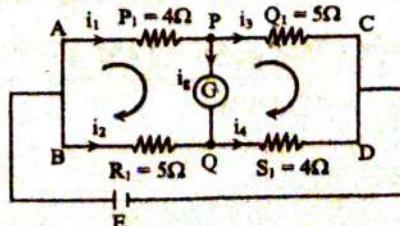
$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_{S1}} + \frac{1}{R_{S2}} = \frac{1}{9 \Omega} + \frac{1}{9 \Omega} = \frac{1+1}{9 \Omega} = \frac{2}{9 \Omega}$$

$$\therefore R = \frac{9}{2} \Omega = 4.5 \Omega$$

$$\text{আমোৱা জনি, } I = \frac{E}{R+r} = \frac{24 V}{4.5 \Omega + 2 \Omega} = 3.69 A$$

অতএব, বৰ্তনীৰ তড়িৎ প্ৰবাহেৰ মান $3.69 A$ ।

ঘ. এখনে, P ও Q বিন্দুৰ মাঝখানে একটি গ্যালভানোমিটাৰ সংযুক্ত কৰলে এটি একটি হুইস্টোন বিজ্ঞ হিসেবে কাজ কৰবে ।



যাৰ ১য় বাহুৰ রোধ $P_1 = 4 \Omega$

২য় বাহুৰ রোধ $Q_1 = 5 \Omega$

৩য় বাহুৰ রোধ $R_1 = 4 \Omega$

৪ৰ্থ বাহুৰ রোধ $S_1 = 5 \Omega$

মনে কৰি, এই ৰোধের মান R

$$\therefore 0.33 A = \frac{R}{R_3 + R} \times 0.5 A$$

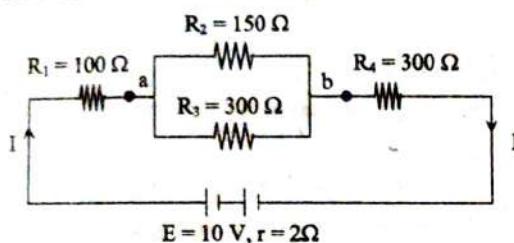
$$\text{বা, } \frac{R_3 + R}{R} = \frac{0.5 A}{0.33 A} = 1.5$$

$$\text{বা, } 1 + \frac{R_3}{R} = 1.5 \text{ বা, } \frac{R_3}{R} = 1.5 - 1 = 0.5$$

$$\therefore R = \frac{R_3}{0.5} = \frac{10 \Omega}{0.5} = 20 \Omega$$

সূতৰাং R_3 এৰ সাথে 20Ω মানেৰ ৰোধ সমান্তৰালে যুক্ত কৱলে এৰ
ভিতৰ দিয়ে R_1 এৰ সমান প্ৰবাহ পাওয়া যাবে।

প্ৰ৶ ২৩ মেধাৰী ছাত্ৰী সুজানা নিচেৰ বতনীটি অঙ্কন কৰে প্ৰথমে মূল
প্ৰবাহ হিসাৰ কৰে। পৰবৰ্তীতে সে 100Ω মানেৰ একটি ৰোধ R_4 এৰ
সাথে প্ৰথমে সমান্তৰালে এবং পৱে শ্ৰেণিতে যুক্ত কৰে উভয় ক্ষেত্ৰে মূল
প্ৰবাহ হিসাৰ কৰে দেখল ছিতীয় ক্ষেত্ৰে প্ৰবাহমাত্ৰাৰ পৰিমাণ হাস পায়।



- ক. তড়িৎ ছিমেৰু কাকে বলে? ১
 খ. তাপমাত্ৰার বিবেচনায় পৱিবাহী এবং অৰ্ধপৱিবাহীৰ মধ্যে
পাৰ্থক্য কী? ২
 গ. ১ম ক্ষেত্ৰে 100Ω ৰোধ লাগানোৰ পূৰ্বে a বিন্দু এবং b
বিন্দুৰ মধ্যকাৰ বিভব পাৰ্থক্য কত? ৩
 ঘ. 100Ω ৰোধ লাগানোৰ পৱে সুজানাৰ পৰ্যবেক্ষণেৰ
সত্যতা যাচাই কৰ। ৪

[কু. বো. '১৫]

২৩নং প্ৰশ্নেৰ উত্তৰ

ক দৃষ্টি সমপৱিমাণ কিন্তু বিপৰীতধৰ্মী বিন্দুচৰ্জ পৱলম্পৱেৰ খুব
কাছাকাছি অবস্থান কৱলে এদেৱকে একত্ৰে তড়িৎ ছিমেৰু বলে।

খ তাপমাত্ৰার বিবেচনায় পৱিবাহী এবং অৰ্ধপৱিবাহীৰ মধ্যে পাৰ্থক্য নিম্নলুপ :

পৱিবাহী	অৰ্ধপৱিবাহী
১. সাধাৰণ তাপমাত্ৰায় তড়িৎ পৱিবহন কৰে।	১. সাধাৰণ তাপমাত্ৰায় অৱ পৱিয়াল তড়িৎ পৱিবহন কৰে।
২. তাপমাত্ৰা বাড়লে ৰোধ বাঢ়ে।	২. তাপমাত্ৰা বাড়লে ৰোধ কমে।
৩. তাপমাত্ৰা কমালে পৱিবাহকত বাঢ়ে।	৩. তাপমাত্ৰা কমালে পৱিবাহকত কমে।

গ ধৰি, a বিন্দু ও b বিন্দুৰ মধ্যকাৰ বিভব পাৰ্থক্য, V

R_2 ও R_3 সমান্তৰালে যুক্ত থাকায় এদেৱ তুল্যরোধ R_p হলে,

$$\begin{aligned} \frac{1}{R_p} &= \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \\ &= \frac{1}{150 \Omega} + \frac{1}{300 \Omega} \\ &= \frac{2+1}{300 \Omega} = \frac{3}{300 \Omega} = \frac{1}{100 \Omega^{-1}} \end{aligned}$$

$$\therefore R_p = 100 \Omega$$

এখন, $R_s = R_1 + R_p + R_4 = 100 \Omega + 100 \Omega + 300 \Omega = 500 \Omega$
আমৰা জানি, প্ৰবাহ I হলে,

$$\begin{aligned} I &= \frac{E}{R_s + r} \\ \text{বা, } I &= \frac{10 V}{(500 + 2) \Omega} = \frac{10}{502} A = 0.01992 A \end{aligned}$$

এখন, ১ম ক্ষেত্ৰে 100Ω ৰোধ লাগানোৰ পূৰ্বে a বিন্দু এবং b বিন্দুৰ
মধ্যকাৰ বিভব পাৰ্থক্য,

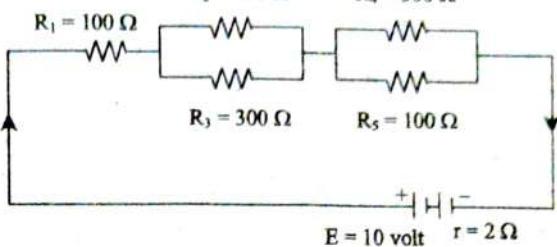
$$V_{ab} = IR_p$$

$$\text{বা, } V_{ab} = 0.01992 A \times 100 \Omega = 1.992 \text{ volt}$$

অতএব, বিভব পাৰ্থক্য 1.992 V ।

ঘ R_4 এৰ সাথে $R_5 = 100 \Omega$ ৰোধ সমান্তৰালে যুক্ত কৱলে,

$$R_2 = 100 \Omega \quad R_4 = 300 \Omega$$



'g' থেকে প্ৰাপ্ত, R_2 ও R_3 এৰ তুল্যরোধ, $R_p = 100 \Omega$

R_4 ও R_5 এৰ তুল্যরোধ R_p' হলে,

$$\frac{1}{R_p'} = \frac{1}{R_4} + \frac{1}{R_5} = \frac{1}{300 \Omega} + \frac{1}{100 \Omega} = \frac{1+3}{300 \Omega} = \frac{4}{300 \Omega} = \frac{1}{75 \Omega^{-1}}$$

$$\text{বা, } R_p' = \frac{300}{4} \Omega = 75 \Omega$$

এখন, বতনীৰ তুল্যরোধ, $R_s = R_1 + R_p + R_p'$

$$= (100 + 100 + 75) \Omega = 275 \Omega$$

$$\text{এখন, } I = \frac{E}{R_s + r} = \frac{10 V}{(275 + 2) \Omega} = 0.0361 A$$

R_4 এৰ সাথে $R_5 = 100 \Omega$ ৰোধ শ্ৰেণিতে যুক্ত কৱলে,

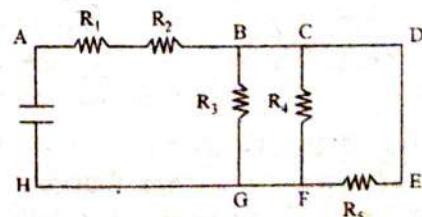
$$R_s = R_1 + R_p + R_4 + R_5$$

$$= (100 + 100 + 300 + 100) \Omega = 600 \Omega$$

$$\therefore I' = \frac{E}{R_s + r} = \frac{10 V}{(600 + 2) \Omega} = \frac{10}{602} A = 0.01661 A$$

এখনে, $I' < I$, সূতৰাং সুজানাৰ পৰ্যবেক্ষণ সত্য বলে যাচাই হলো।

প্ৰ৶ ২৪ প্ৰদত্ত বতনীতে $R_1 = 75 \Omega$, $R_2 = 25 \Omega$, $R_3 = 90 \Omega$,
 $R_4 = 50 \Omega$ এবং $R_5 = 75 \Omega$ । উল্লেখ্য, তড়িকালক বল, $E = 6 \text{ V}$.



ক গৈসীয় তল কী?

খ. একটি সমান্তৰাল পাত ধাৰকেৰ ধাৰকতু 16.4 μF
বলতে কী বুৰায়?

গ. C ও E বিন্দুৰ মধ্যবৰ্তী তুল্যরোধ হিসাৰ কৰ।

ঘ. R_1 ও R_5 এৰ মধ্যে প্ৰবাহমাত্ৰা একই হবে কি-না?
গাপিতিক বিলোৱণ কৰে মতামত দাও।

[কু. বো. '১৫]

২৪নং প্ৰশ্নেৰ উত্তৰ

ক সুৰমভাৱে চাৰ্জিত একটি গোলকেৰ গোলকীয় তলেৰ প্ৰত্যেক
বিন্দুতে যদি তড়িৎপ্ৰাৰল্প মানে সমান এবং লম্ব অতিমুখ্যে ক্ৰিয়াশীল
থাকে তবে এ প্ৰকাৰেৰ গোলকীয় তলকে গৈসীয় তল বলে।

খ একটি সমান্তৰাল পাত ধাৰকেৰ ধাৰকতু 16.4 μF বা, $16.4 \times 10^{-6} \text{ F}$ বলতে বুৰায় ধাৰকটিৰ পাতলয়েৰ বিভব পাৰ্থক্য 1 V বজায়
ৱালখতে প্ৰত্যেক পাতে $16.4 \times 10^{-6} \text{ C}$ আধাৰ প্ৰদান কৰতে হবে।

তৃতীয় অধ্যায় চল তড়িৎ

১৯৩ ৪৫

১) বর্তনীটিতে C ও E বিন্দুর মধ্যে রোধ সংযুক্ত নেই। কাজেই এ দুই বিন্দুর মধ্যবর্তী তুল্যরোধ শূন্য।

২) এখানে, R_3, R_4 এবং R_5 রোধসমূহ উদ্দীপকের, প্রদত্ত বর্তনীতে সমন্বয়ে সংযুক্ত আছে, এদের তুল্য রোধ R_p হলো,

$$\begin{aligned} \frac{1}{R_p} &= \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4} + \frac{1}{R_5} \\ &= \frac{1}{90\Omega} + \frac{1}{50\Omega} + \frac{1}{75\Omega} \\ &= \frac{5+9+6}{450\Omega} = \frac{20}{450}\Omega^{-1} = \frac{2}{45}\Omega^{-1} \end{aligned}$$

$$\therefore R_p = \frac{45}{2}\Omega = 22.5\Omega$$

তাইলে, বর্তনীতে R_1, R_2 ও R_p শ্রেণি সমবায়ে থাকবে।

এদের তুল্য রোধ R_s হলো,

$$\begin{aligned} R_s &= R_1 + R_2 + R_p \\ &= (75 + 25 + 22.5)\Omega \\ &= 122.5\Omega \end{aligned}$$

$$\therefore \text{বর্তনীর মোট প্রবাহ}, I = \frac{E}{R_s} = \frac{6V}{122.5\Omega} = 0.049A$$

অর্থাৎ, R_1 রোধের মধ্যদিয়ে $I = 0.049A$ তড়িৎ প্রবাহিত হয়।

এবং R_5 রোধের দুই প্রান্তের বিভব = R_p রোধের দুই প্রান্তের বিভব। R_p রোধের দুই প্রান্তের বিভব V_p হলো,

$$V_p = IR_p = 0.049A \times 22.5\Omega = 1.1025V$$

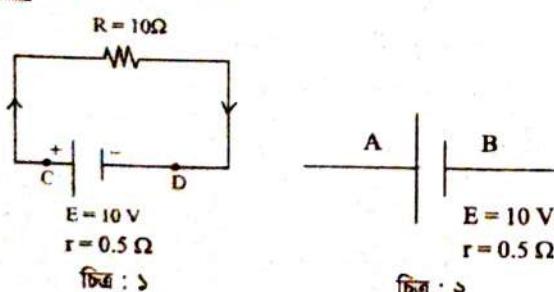
$\therefore R_5$ রোধের মধ্যে প্রবাহিত তড়িৎ I_5 হলো,

$$I_5 = \frac{V_p}{R_5} = \frac{1.1025V}{75\Omega} = 0.0147A$$

এখানে, $I \neq I_5$

অর্থাৎ, R_1 ও R_5 এর মধ্যে প্রবাহযাত্রা একই হবে না।

১) অন্তর্ভুক্ত নিচের চিত্র লক্ষ কর :



ক. তড়িৎ মাধ্যমাঙ্ক কী?

খ. তড়িৎ প্রবাহের ফলে পরিবাহিতে তাপ উৎপন্ন হয় কেন? ২

গ. কার্শফের সূত্রের সাহায্যে ১নং বর্তনীটিতে মূল প্রবাহ নির্ণয় কর।

ঘ. CD বিন্দুতে AB কোষটিকে সমন্বয়লভাবে সংযুক্ত করলে পূর্বাগেকা বিহুম্ব রোধ R -এ উৎপাদিত তাপশক্তির হার বাঢ়বে না কমবে? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর।

৮
[সি. বো. '১৫]

২) ২৫নং প্রশ্নের উত্তর

ক) যেকোনো দুটি চার্জের মধ্যে নির্দিষ্ট দূরত্বে শূন্যস্থানে ক্রিয়াশীল বল এবং ঐ দুই চার্জের মধ্যে ঐ একই দূরত্বে অন্য কোনো মাধ্যমে ক্রিয়াশীল বলের অনুপাত একটি ধূর সংখ্যা, এ ধূর সংখ্যাই মাধ্যমের তড়িৎ মাধ্যমাঙ্ক।

১) পরিবাহকের দুই বিন্দুর মধ্যে বিভব পার্শ্বক্য সৃষ্টি হলে পরিবাহকের মুক্ত ইলেক্ট্রনগুলো আন্তঃআগবিক স্থানের মধ্য দিয়ে পরিবাহকের নিম্নবিভব বিশিষ্ট বিন্দু থেকে উচ্চ বিভব বিশিষ্ট বিন্দুর দিকে চলতে থাকে, ফলে তড়িৎ প্রবাহের সৃষ্টি হয়। এ ইলেক্ট্রনগুলো চলার সময় পরিবাহকের পরমাণুর সাথে সংঘর্ষে লিপ্ত হয় এবং ইলেক্ট্রনের গতিশক্তি পরমাণুতে সঞ্চালিত হয়ে পরমাণুর গতিশক্তি আরো বৃদ্ধি পায়। এ বৰ্ধিত গতিশক্তি তাপে বৃপ্তিরিত হয় এবং পরিবাহকের তাপমাত্রা বৃদ্ধি পায়। ফলে পরিবাহী উত্পন্ন হয়। অর্থাৎ পরিবাহীতে তাপ উৎপন্ন হয়।

২) কার্শফের ষষ্ঠীয় সূত্রানুসারে পাই,

$$E = IR + Ir$$

$$\text{বা, } I = \frac{E}{R+r}$$

$$\text{বা, } I = \frac{10V}{(10+0.5)\Omega} = 0.9524A$$

অতএব, বর্তনীতে মূল প্রবাহ $0.9524A$ ।

৩) বর্তনী হতে পাই,

রোধ, $R = 10\Omega$

তড়িচালক শক্তি, $E = 10V$

অভ্যন্তরীণ রোধ, $r = 0.5\Omega$

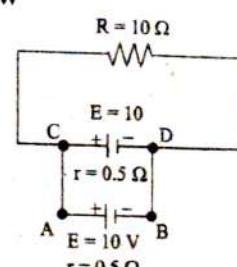
৪) যে ক্ষেত্রে তাপশক্তির হার, $P_1 = I^2R$

$$\begin{aligned} &= (0.9524A)^2 \times 10\Omega \\ &= 9.07W \end{aligned}$$

ষষ্ঠীয় ক্ষেত্রে,

CD বিন্দুতে AB কোষটিকে সমন্বয়লভাবে সংযুক্ত করা হলো, প্রবাহিত তড়িৎ প্রবাহ,

$$\begin{aligned} I_p &= \frac{nE}{nR+r} \\ &= \frac{(2 \times 10)}{(2 \times 10 + 0.5)}A \\ &= 0.9756A \end{aligned}$$

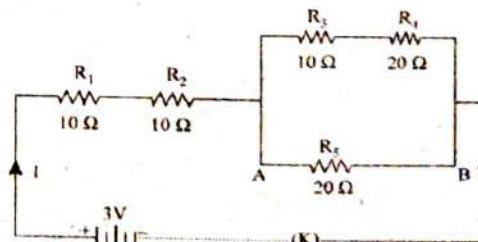


∴ তাপ শক্তির হার, $P_2 = I_p^2 \times R = (0.9756A)^2 \times 10\Omega = 9.52W$

এখানে, $P_2 > P_1$

∴ উদ্দীপক অনুসারে তাপশক্তির হার ষষ্ঠীয় ক্ষেত্রে বাঢ়বে।

৩) অন্তর্ভুক্ত চিত্রটি লক্ষ কর :



ক. এন্ট্রুপি কী?

খ. কোনো স্থানের বিনতি $33^{\circ}S$ বলতে কী বোঝায়?

গ. বর্তনীর তুল্যরোধ বের কর।

ঘ. বর্তনীর R_3 রোধসমেত AB বাহু অপসারণ করলে তড়িৎ প্রবাহের পরিবর্তন গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

[সি. বো. '১৫]

৪) ২৬নং প্রশ্নের উত্তর

ক) বৃত্তালীয় প্রক্রিয়ায় কোনো সিস্টেমের যে তালীয় ধর্ম অপরিবর্তিত থাকে তাই এন্ট্রুপি।

খ) কোনো স্থানের বিনতি $33^{\circ} S$ বলতে বুঝায় ঐ স্থানে একটি দণ্ড চুম্বককে ঘূর্ণিত করার ভারকেন্দ্র হতে ঝুলালে দণ্ড চুম্বকটির দক্ষিণ মেরু অনুভূমিকের নিচের দিকে ঝুলে স্থির থাকবে এবং চুম্বকের চৌম্বক অক্ষ অনুভূমিক তলের সাথে 33° কোণ উৎপন্ন করবে।

বক্তনীতে R_3 ও R_4 শ্রেণিতে যুক্ত আছে এবং R_5 এদের সাথে সমন্বয়ে সংযুক্ত আছে।

ধরা যাক, R_3 ও R_4 -এর তুল্য রোধ R_S এবং এদের সাথে সমন্বয়ে সংযুক্ত রোধ R_p

$$\therefore R_S = R_3 + R_4 \\ = (10 + 20) \Omega \\ = 30 \Omega$$

$$\text{এবং } \frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_s} + \frac{1}{R_5} \\ = \frac{1}{30 \Omega} + \frac{1}{20 \Omega} \\ = \frac{2+3}{60 \Omega} = \frac{5}{60} \Omega^{-1} \\ \therefore R_p = \frac{60}{5} \Omega = 12 \Omega$$

এখনে, বক্তনীর রোধসমূহ,

$$R_1 = 10 \Omega; R_2 = 10 \Omega$$

$$R_3 = 10 \Omega$$

$$R_4 = 20 \Omega$$

$$R_5 = 20 \Omega$$

তড়িকালক শক্তি, $E = 3 \text{ V}$

(নেটুর সৃজনশীল পদার্থবিজ্ঞান বিতীয় পত্র একাদশ-বাদশ শ্রেণি

আবার, R_1 ও R_2 রোধসমূহের সাথে R_p রোধ শ্রেণিতে যুক্ত। সুতরাং এদের তুল্য রোধ R'_p হলে,

$$R'_p = R_1 + R_2 + R_p = (10 + 10 + 12) \Omega = 32 \Omega$$

বক্তনীর R'_p রোধ সমেত AB বাহু অপসারণ করলে R_1 , R_2 , R_3 এবং R_4 রোধসমূহ সকলে শ্রেণি সমবায়ে চলে আসে। পরিবর্তিত অবস্থায় তুল্য রোধ R হলে,

$$R = R_1 + R_2 + R_3 + R_4 \\ = (10 + 10 + 10 + 20) \Omega = 50 \Omega$$

পরিবর্তিত অবস্থায় বক্তনীর তড়িৎ প্রবাহ I' হলে,

$$E = I' R$$

$$\therefore I' = \frac{E}{R} = \frac{3 \text{ V}}{50 \Omega} = 0.06 \text{ A}$$

কিন্তু পূর্বের অবস্থায় বক্তনীর তড়িৎ প্রবাহ I হলে,

$$I = \frac{E}{R'} = \frac{3 \text{ V}}{32 \Omega} = 0.09375 \text{ A}$$

অর্থাৎ AB বাহু অপসারণ করলে বক্তনীর তড়িৎ প্রবাহ হ্রাস পায় এবং $I - I' = 0.09375 \text{ A} - 0.06 \text{ A} = 0.03375 \text{ A}$

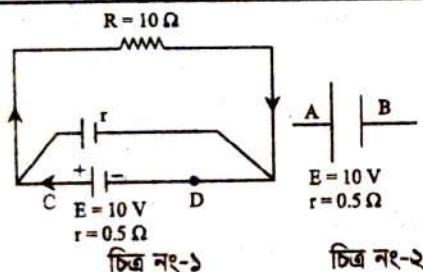


NCTB অনুমোদিত পাঠ্যবইসমূহের অনুশীলনীর সৃজনশীল প্রশ্ন ও উত্তর

প্রিয় শিক্ষার্থী, NCTB অনুমোদিত পাঠ্যবইসমূহের এ অধ্যায়ের অনুশীলনীর নমুনা সৃজনশীল প্রশ্নসমূহের যথাযথ উত্তর নিচে সংযোজিত হলো। এসব প্রশ্নগুলির অনুশীলনের মাধ্যমে তোমরা কলেজ ও ইচ্যুসিসি পরীক্ষার প্রশ্ন ও উত্তরের ধরন ও মান সম্পর্কে স্পষ্ট ধারণা পাবে।

১ এটি এম শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া তৌহিদ স্যারের বইয়ের অনুশীলনীর সৃজনশীল প্রশ্ন ও উত্তর

প্রশ্ন



চিত্র নং-২

- ক. আপেক্ষিক রোধ কাকে বলে?
খ. একটি বক্তনীতে অ্যামিটার ও ভোল্টমিটারকে ভুলক্রমে সংযোগ দেওয়া হলো— কী ঘটবে?
গ. চিত্র নং ১ বক্তনীর মূল তড়িৎ প্রবাহ নির্ণয় কর।
ঘ. চিত্র নং ২ এর AB কোষকে চিত্র নং ১ এর CD কোষের সাথে সমন্বয়ের মাধ্যমে সংযুক্ত করলে মূল তড়িৎ প্রবাহের ক্রিয়া পরিবর্তন হবে? গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে দেখো।

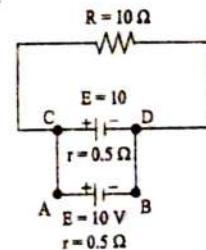
(অনুশীলনীর প্রশ্ন ১)

১য় ক্ষেত্রে তড়িৎ প্রবাহ, $I = 0.9524 \text{ A}$

বিতীয় ক্ষেত্রে, CD বিন্দুতে AB কোষটিকে সমন্বয়ে

সংযুক্ত করা হলে, প্রবাহিত তড়িৎ প্রবাহ,

$$I_p = \frac{nE}{nR + r} \\ = \frac{(2 \times 10)}{(2 \times 10 + 0.5)} \text{ A} \\ = 0.9756 \text{ A}$$

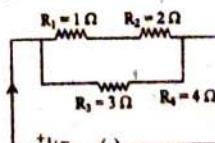


তড়িৎ প্রবাহের পরিবর্তন, $\Delta I = I_p - I$

$$= (0.9756 - 0.9524) \text{ A} \\ = 0.0232 \text{ A}$$

অতএব, ২য় ক্ষেত্রে তড়িৎপ্রবাহ 0.0232 A বৃদ্ধি পাবে।

প্রশ্ন



১নং চিত্র

২নং চিত্রের 2Ω পরিবাহাটি 1000 g পানির সাথে সংযুক্ত।

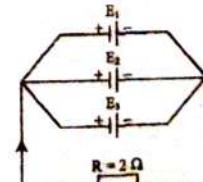
ক. কার্শফের বিতীয় সূত্রটি লিখ।

খ. 100 সিমেল/মিটার বলতে কী বোঝ?

গ. R_4 এর সাথে কত রোধ যুক্ত করলে এর মধ্য দিয়ে R_1 এর সমান তড়িৎ প্রবাহিত হবে?

ঘ. ২ নং চিত্রটিকে রাখার কাজে 'যাবহার করা যাবে কিনা?' গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ধর, কক্ষ তাপমাত্রা 25°C .

(অনুশীলনীর প্রশ্ন ২)



২নং চিত্র

ক. কার্শফের বিতীয় সূত্রটি হলো— কোনো আবশ্য তড়িৎ প্রবাহের বিভিন্ন অংশগুলোর রোধ এবং তাদের আনুসঠিক প্রবাহের গুণফলের বীজগাণিতিক সমষ্টি এই বক্তনীর মোট তড়িকালক বলের সমান হবে।

- গ. কার্শফের বিতীয় সূত্রটি হলো,
 $E = IR + Ir$
বা, $I = \frac{E}{R+r}$
বা, $I = \frac{10 \text{ V}}{(10 + 0.5) \Omega}$
 $= 0.9524 \text{ A}$

অতএব, বক্তনীতে মূল প্রবাহ 0.9524 A ।

১নং বক্তনী হতে পাই,

রোধ, $R = 10 \Omega$

তড়িকালক শক্তি, $E = 10 \text{ V}$

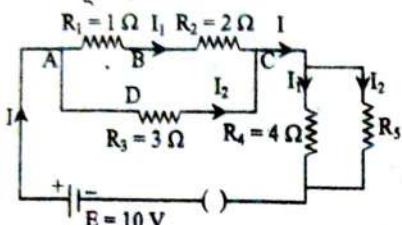
অভ্যন্তরীণ রোধ, $r = 0.5 \Omega$

প্রবাহ, $I = ?$

১০০ সিমেন্স/মিটাৰ বলতে বুৰায় কোনো পরিবাহী তাৰে 1m দৈৰ্ঘ্যে 1V বিভব পার্শক বজায় রাখলে তাৰ মধ্য দিয়ে 100 A তড়িৎ প্ৰবাহিত হবে।

দেওয়া আছে, $R_1 = 1 \Omega$; $R_2 = 2 \Omega$; $R_3 = 3 \Omega$
 $R_4 = 4 \Omega$; $E = 10 V$

ধৰি, R_4 ৰোধেৰ সাথে R_5 ৰোধ যুক্ত কৰতে হবে। যেহেতু মূল প্ৰবাহ R_1 এবং R_2 এবং R_3 এৰ মধ্যদিয়ে ভাগ হয়ে যায়। পৰিবৰ্তীতে আবাৰ মিলিত হয়ে C বিন্দুতে যায়। তাই R_5 কে অবশ্যই R_4 এৰ সাথে সমান্তৰালে যুক্ত কৰতে হবে যাতে R_4 এৰ প্ৰবাহ R এৰ সমান হয় একেতে বজনীটি নিষ্ক্ৰিপ্ত হবে—



R_1 ও R_2 ৰোধ সিৱিজ সংযোগে আছে।

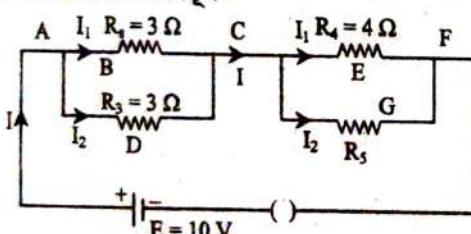
$$\therefore R_4 = R_1 + R_2 = (1 + 2) \Omega = 3 \Omega$$

R_4 ও R_3 সমান্তৰালে আছে।

$$\therefore \frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_4} + \frac{1}{R_3} = \frac{1}{3} + \frac{1}{3} = \frac{1+1}{3} = \frac{2}{3}$$

$$\therefore R_p = \frac{3}{2} \Omega = 1.5 \Omega$$

২য় ক্ষেত্ৰে বজনীটিৰ চিত্ৰ নিষ্ক্ৰিপ্ত—



$R_1 = 1 \Omega$ এৰ মধ্য দিয়ে প্ৰবাহ, $R_4 = 3 \Omega$ এৰ মধ্য দিয়ে প্ৰবাহেৰ সমান।

একেতে মূল প্ৰবাহ I যা R_4 ও R_5 এৰ মধ্যে I_1 ও I_2 আকাৰে ভাগ হবে এবং অনুপগতাবে R_4 ও R_5 এৰ মধ্য দিয়ে ভাগ হবে।

আমৰা জানি, $I \propto R$

$$\therefore \frac{I_1}{I_2} = \frac{R_4}{R_5} = \frac{3}{1}$$

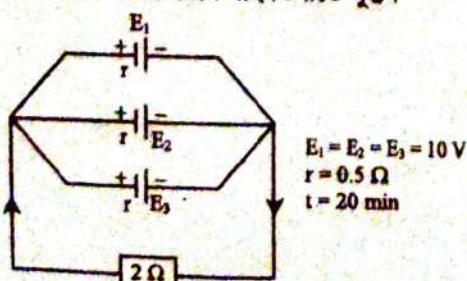
$$\therefore \frac{R_4}{R_5} = \frac{3}{1}$$

$$\text{বা, } R_5 = \frac{R_4}{3} = \frac{3}{3} \times 1 = 1 \Omega$$

$$\therefore R_5 = 1 \Omega$$

$\therefore R_4$ এৰ সাথে 1Ω ৰোধ সমান্তৰালে যুক্ত কৰলে এৰ মধ্যদিয়ে প্ৰবাহ R_1 এৰ অবাহেৰ সমান হবে।

এখনে E_1, E_2, E_3 কোৰ তিনিটি সমান্তৰালে যুক্ত আছে। এদেৱ সাথে $R = 2\Omega$ মানেৰ একটি ৰোধ বহিৰ্বৰ্তনীতে যুক্ত।



প্ৰত্যেকটি কোষে $r = 0.5 \Omega$ মানেৰ অভ্যন্তৰীণ ৰোধ আছে যাৰা সমান্তৰাল সমবায়ে যুক্ত।

$$t = 20 \text{ min} = (20 \times 60) \text{ s} = 1200$$

এখনে, $E = E_1 = E_2 = E_3 = 10 V$, $R = 2 \Omega$ এবং $n = 3$

$$\text{মূলপ্ৰবাহ } I_p \text{ হলে, } I_p = \frac{nE}{nR + r}$$

$$= \frac{3 \times 10}{(3 \times 2) + 0.5} = \frac{30}{6.5} = 4.615 \text{ A}$$

$$\text{উৎপন্ন তাপ } H \text{ হলে, } H = I_p^2 Rt$$

$$= (4.615)^2 \times 2 \times 1200 = 51115.74 \text{ J}$$

এখনে, কক্ষ তাপমাত্ৰা $= 25^\circ \text{C}$

পানিৰ তৰ, $m = 1000 \text{ gm} = 1 \text{ kg}$

আপেক্ষিক তাপ, $S = 4200 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$

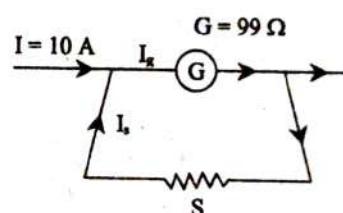
ৱাহা কৰাৰ জন্য প্ৰয়োজনীয় তাপমাত্ৰা $= 100^\circ \text{C}$

আমৰা জানি, $Q = mS \Delta \theta$

$$= 1 \times 4200 \times (100 - 25) \text{ J} = 315000 \text{ J}$$

কিন্তু উৎপন্ন তাপ H প্ৰয়োজনীয় তাপ Q অপেক্ষা কম অৰ্থাৎ, $H < Q$ বলে ২ন্দি চিত্ৰিতকৈ ৱাহাৰ কাজে ব্যবহাৰ কৰা যাবে না।

নিচেৱে নিচেৱে চিত্ৰটি লক্ষ কৰ :



ক. তড়িঞ্চালক বল (e.m.f) কাকে বলে?

১

খ. আপেক্ষিক ৰোধ বলতে কী বুৰায়?

২

গ. উদীপকেৰ গ্যালভানোমিটাৰটি সৰ্বোচ্চ 0.1 A তড়িৎ প্ৰবাহিত কৰতে পাৱলে কত ৰোধেৰ শাট ব্যবহাৰ কৰতে হবে?

৩

ঘ. উদীপক অনুসূৰে I_s নিৰ্ণয় কৰা সম্ভব কি-না? গণিতিক যুক্তি দাও।

৪

(অনুলিপনীৰ প্ৰঞ্চ ৩)

২৯নং প্ৰয়োৱ উত্তৰ

ক. একক চাৰ্জকে কোৰ সমেত কোনো বজনীৰ এক বিন্দু থেকে সম্পূৰ্ণ বজনী ঘুৰিয়ে আৰাৰ ঐ বিন্দুতে নিতে যে কাজ সম্পূৰ্ণ কৰতে হয়, তাকে ঐ কোষেৰ তড়িঞ্চালক বল বলে।

খ. কোনো নিদিষ্ট তাপমাত্ৰায় একক দৈৰ্ঘ্যেৰ ও একক প্ৰস্থচ্ছেদেৰ ক্ষেত্ৰফলেৰ কোনো পৰিবাহকেৰ ৰোধকে বা একক বাতুবিশিষ্ট কোনো ঘনকেৰ ৰোধকে সেই তাপমাত্ৰায় সেই পৰিবাহকেৰ উপাদানেৰ আপেক্ষিক ৰোধ বলে। অৰ্থাৎ, নিদিষ্ট তাপমাত্ৰায় একক দৈৰ্ঘ্য ও একক প্ৰস্থচ্ছেদেৰ ক্ষেত্ৰফলবিশিষ্ট কোনো পৰিবাহীৰ ৰোধই হলো আপেক্ষিক ৰোধ বা ৰোধাঙ্ক। একে ρ হাবা প্ৰকাশ কৰা হয়। আপেক্ষিক ৰোধ বা ৰোধাঙ্কেৰ একক $\Omega \cdot m$ ।

গ. আমৰা জানি,

$$I_s = \frac{S}{S + G} \times I$$

বা, $I_s S + I_s G = IS$

বা, $IS - I_s S = I_s G$

বা, $S(I - I_s) = I_s G$

$$\text{বা, } S = \frac{I_s G}{I - I_s} = \frac{0.1 A \times 99 \Omega}{10 A - 0.1 A} = 1 \Omega$$

অতএব, গ্যালভানোমিটাৰটি সৰ্বোচ্চ 0.1 A তড়িৎ প্ৰবাহিত কৰতে হলো 1 Ω ৰোধেৰ শাট ব্যবহাৰ কৰতে হবে।

উদীপক থেকে পাই,

গ্যালভানোমিটাৰেৰ ৰোধ, $G = 99 \Omega$

মূল প্ৰবাহ, $I = 10 A$

গ্যালভানোমিটাৰেৰ প্ৰবাহ, $I_s = 0.1 A$

শাটেৰ ৰোধ, $S = ?$

১) উদ্দীপক অনুসারে, I_g নির্ণয় করা সম্ভব এবং তা নিচে গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করা হলো—

উদ্দীপক থেকে পাই, G রোধবিশিষ্ট গ্যালভানোমিটারের সাথে সমান্তরাল সমবায়ে S মানের শান্ট ব্যবহার করা হয়েছে।

ধরি, শান্টের সংযোগ বিন্দু A ও B -এখন বর্তনীর মূল প্রবাহ I , A বিন্দুতে পৌছে গ্যালভানোমিটারের মধ্য দিয়ে I_g এবং শান্টের মধ্য দিয়ে I_s পরিমাণ তড়িৎ প্রবাহিত হয়ে B বিন্দুতে এসে পুনরায় I হবে।

$$\text{অর্থাৎ, } I = I_g + I_s \quad \dots \dots \dots (1)$$

এখন, A ও B বিন্দুর বিভব পার্থক্য ($V_A - V_B$) হলে ω 'মের সূত্র থেকে পাই,

$$V_A - V_B = I_g G \quad \dots \dots \dots (2)$$

$$\text{এবং } V_A - V_B = I_s S \quad \dots \dots \dots (3)$$

এখন, (2) ও (3) নং সমীকরণ থেকে পাই,

$$I_g G = I_s S$$

$$\text{বা, } \frac{I_g}{I_s} = \frac{S}{G}$$

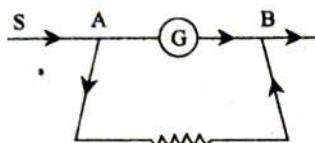
$$\text{বা, } 1 + \frac{I_g}{I_s} = 1 + \frac{S}{G}$$

$$\text{বা, } \frac{I_g + I_s}{I_s} = \frac{G + S}{G}$$

$$\text{বা, } \frac{I}{I_s} = \frac{G + S}{G}$$

$$\therefore I_s = \frac{IG}{G + S}$$

$$\begin{aligned} &= \frac{10 A \times 99 \Omega}{99 \Omega + 1 \Omega} \\ &= 9.9 A \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} \therefore I &= 10 A \\ G &= 99 \Omega \\ S &= 1 \Omega \end{aligned}$$

অর্থাৎ শান্টের মধ্য দিয়ে প্রবাহ $9.9 A$ ।

এখন (1) নং সমীকরণ থেকে পাই,

$$I_g = I - I_s = I - \frac{IG}{G + S} = \frac{IG + IS - IG}{G + S} = \frac{IS}{G + S}$$

$$\therefore I_g = \frac{10 A \times 1 \Omega}{99 \Omega + 1 \Omega} = \frac{10 A}{100 \Omega} = 0.1 A$$

অর্থাৎ গ্যালভানোমিটারের মধ্য দিয়ে প্রবাহ $0.1 A$

এখনে, $I_g > I_s$

অতএব, শান্টের প্রবাহ গ্যালভানোমিটারের প্রবাহ অপেক্ষা বেশি।

২) পাশের চিত্রে, R_1

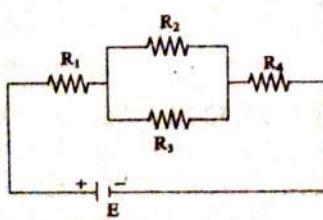
$$= 50 \Omega, R_2 = 100 \Omega, R_3 =$$

$$1500 \Omega \text{ এবং } R_4 = 200 \Omega$$

কোরের তড়িচালক শক্তি 3

V এবং অভ্যন্তরীণ রোধ 4

Ω ।



ক. তাপের যান্ত্রিক সমতা কাকে বলে?

১

খ. কার্শফের সূত্র দুটি বিবৃত কর।

২

গ. R_4 এর তড়িৎ প্রবাহমাত্রা এবং এর দুই প্রান্তের বিভব পার্থক্য নির্ণয় কর।

৩

ঘ. যদি R_4 এর সাথে 100Ω এর একটি রোধ সমান্তরালে যুক্ত করা হয় তবে প্রবাহমাত্রা I নির্ণয় করা যাবে কি-না? গাণিতিক যুক্তি দাও।

৪

(অনুশীলনীর পর ৪)

৩০৮. ধরের উত্তর

ক. এক একক তাপ উৎপন্ন করতে যে পরিমাণ কাজ করতে হয় বা এক একক তাপ ছাড়া যে পরিমাণ কাজ করা যায়, তাকে তাপের যান্ত্রিক সমতা বলে।

১) কার্শফের সূত্র দুটি বিবৃত করা হলো—

প্রথম সূত্র : তড়িৎ বর্তনীর কোনো সংযোগ বিন্দুতে মিলিত প্রবাহগুলোর বীজগাণিতিক সমষ্টি শূন্য হয়।

দ্বিতীয় সূত্র : কোনো আবস্থ তড়িৎ বর্তনীর বিভিন্ন অংশগুলোর রোধ এবং তাদের আনুষঙ্গিক প্রবাহের গুণফলের বীজগাণিতিক সমষ্টি ঐ বর্তনীর অন্তর্ভুক্ত মোট তড়িচালক শক্তির সমান।

২) উদ্দীপকে R_2 ও R_3 সমান্তরাল সমবায়ে আছে।

এখন, এদের তুল্যরোধ R_{23} হলে,

উদ্দীপক থেকে পাই,

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

$$\text{বা, } \frac{1}{R_{23}} = \frac{1}{100\Omega} + \frac{1}{1500\Omega}$$

$$\text{বা, } \frac{1}{R_{23}} = \frac{15 + 1}{1500\Omega}$$

$$\text{বা, } \frac{1}{R_{23}} = \frac{16}{1500\Omega}$$

$$\text{বা, } R_{23} = \frac{1500}{16} \Omega$$

$$\therefore R_{23} = 93.75 \Omega$$

আবার, R_1 , R_{23} , R_4 শেণি সমবায়ে আছে।

এদের তুল্যরোধ R হলে, $R = R_1 + R_{23} + R_4$

$$\text{বা, } R = 50\Omega + 93.75\Omega + 200\Omega = 343.75\Omega$$

এখন বর্তনীর প্রবাহমাত্রা I হলে,

$$\text{আমরা জানি, } I = \frac{E}{R+r}$$

$$\text{বা, } I = \frac{3 V}{343.75\Omega + 4\Omega} = 8.627 \times 10^{-3} A$$

সূতরাং R_4 এর মধ্যদিয়ে তড়িৎ প্রবাহমাত্রা $8.627 \times 10^{-3} A$

এখন, R_4 এর দুই প্রান্তের বিভব পার্থক্য V হলে,

$$V = IR_4 = 8.627 \times 10^{-3} A \times 200\Omega = 1.725 V$$

অতএব, R_4 এর দুই প্রান্তের বিভব পার্থক্য $1.725 V$

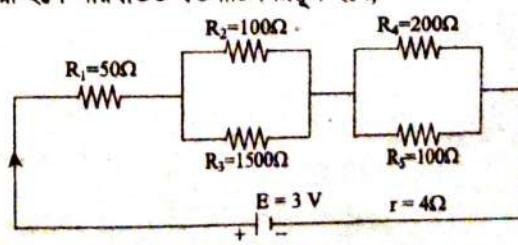
এখন, বর্তনীর প্রবাহমাত্রা I হলে,

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

$$= \frac{3 V}{210.425\Omega + 4\Omega} = \frac{3 V}{214.425\Omega} = 13.99 \times 10^{-3} A$$

অতএব, R_4 এর সাথে 100Ω এর একটি রোধ সমান্তরাল সমবায়ে যুক্ত করা হলে প্রবাহমাত্রা $13.99 \times 10^{-3} A$ হবে। অর্থাৎ প্রবাহমাত্রা পূর্বের তুলনায় বৃদ্ধি পাবে।

৩) R_4 এর সাথে $R_5 = 100\Omega$ এর একটি রোধ সমান্তরাল সমবায়ে যুক্ত করা হলে পরিবর্তিত বর্তনীটি নিম্নরূপ হবে,



এখনে R_2 ও R_3 সমান্তরাল সমবায়ে সংযুক্ত,

এদের তুল্যরোধ $R_{23} = 93.75\Omega$ [গ নং থেকে]

আবার, R_4 ও R_5 সমান্তরাল সমবায়ে সংযুক্ত এদের তুল্যরোধ R_{45}

$$\text{হলে, } \frac{1}{R_{45}} = \frac{1}{R_4} + \frac{1}{R_5}$$

$$\text{বা, } \frac{1}{R_{45}} = \frac{1}{200\Omega} + \frac{1}{100\Omega}$$

$$\text{বা, } \frac{1}{R_{45}} = \frac{1+2}{200\Omega} = \frac{3}{200\Omega}$$

$$\therefore R_{45} = \frac{200}{3} \Omega = 66.67\Omega$$

এখন, R_1 , R_{23} ও R_{45} শেণি সমবায়ে সংযুক্ত।

সুতরাং বর্তনীর তুল্যরোধ R হলে,

$$R = R_1 + R_{23} + R_{45}$$

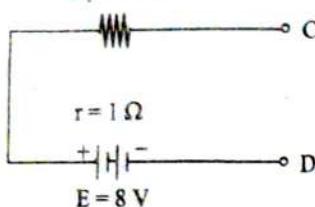
$$= 50\Omega + 93.75\Omega + 66.67\Omega = 210.42\Omega$$

$$\text{এখন, প্রবাহমাত্রা, } I = \frac{E}{R+r} = \frac{3V}{210.42\Omega + 4\Omega} = 0.014 A$$

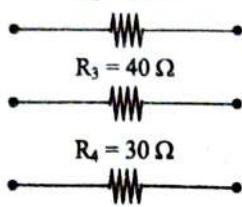
উপর্যুক্ত গাণিতিক বিশ্লেষণ হতে দেখা যায়, যদি R_4 এর সাথে 100Ω এর একটি রোধ সমান্তরালে যুক্ত করা হয়, তবে মোট প্রবাহমাত্রা I নির্ণয় করা যাবে।

প্রশ্ন ৩১] নিচের চিত্রগুলো লক্ষ কর :

$$R_1 = 15\Omega$$



$$R_2 = 20\Omega$$



$$r = 1\Omega$$

$$+ | -$$

$$E = 8V$$

$$R_3 = 40\Omega$$

$$R_4 = 30\Omega$$



ক. রোধ কাকে বলে?

খ. বিড়ব পার্থক্য $55V$ বলতে কী বুঝায়?

গ. C ও D বিন্দুয়ের মধ্যে যুক্ত করলে R_1 রোধের দুই প্রান্তের বিড়ব পার্থক্য কত হবে?

ঘ. R_2 , R_3 এবং R_4 রোধ তিনটির যেকোনো দুটিকে C ও D বিন্দুর মাঝে কীভাবে ব্যবহার করলে R_1 এর মধ্য দিয়ে $0.2857A$ তড়িৎ প্রবাহিত হবে?

[অনুশীলনীর প্রশ্ন ৫]

৩১নং প্রশ্নের উত্তর

ক. পরিবাহীর যে ধর্মের জন্য এর মধ্যদিয়ে তড়িৎ প্রবাহ বাধাপ্রাপ্ত হয় তাকে এই পরিবাহীর রোধ বলে।

খ. কোনো তড়িৎকারের দুই বিন্দুর বিড়ব পার্থক্য $55V$ বলতে বুঝায় এর একবিন্দু থেকে অপর বিন্দুতে একটি একক ধনাত্মক চার্জকে স্থানান্তর করতে 55 জুল কাজ সাধিত হয়।

গ. এখন, C ও D বিন্দুয়ের মধ্যে বর্তনী পূর্ণ হবে এবং এর মধ্যদিয়ে তড়িৎ প্রবাহিত I হলে,

$$I = \frac{E}{R_1 + r}$$

$$= \frac{8V}{15\Omega + 1\Omega} = 0.5A$$

উচ্চীপক থেকে পাই,

$$\text{রোধ, } R_1 = 15\Omega$$

কোষের তড়িচালক বল, $E = 8V$

$$\text{অভ্যন্তরীণ রোধ, } r = 1\Omega$$

এখন, R_1 রোধের দুই প্রান্তের বিড়ব পার্থক্য V হলে,

$$V = IR_1 = 0.5A \times 15\Omega = 7.5V$$

অতএব, C ও D বিন্দুয়ের দুই প্রান্তের বিড়ব পার্থক্য হবে $7.5V$ ।

ঘ. উচ্চীপক থেকে পাই, $R_2 = 20\Omega$, $R_3 = 40\Omega$, $R_4 = 30\Omega$

এখন, R_2 ও R_4 রোধয়ের C

ও D বিন্দুর মাঝে সমান্তরালে

যুক্ত করে পাই, R_2 ও R_4 এর

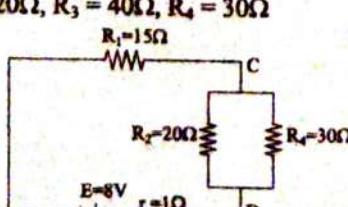
তুল্যরোধ R_p হলে,

$$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_4}$$

$$\text{বা, } \frac{1}{R_p} = \frac{1}{20\Omega} + \frac{1}{30\Omega}$$

$$\text{বা, } \frac{1}{R_p} = \frac{3+2}{60\Omega}$$

$$\text{বা, } \frac{1}{R_p} = \frac{5}{60\Omega} \therefore R_p = 12\Omega$$



আবার, R_1 ও R_p শেষে সমবায়ে সংযুক্ত তখন বর্তনীর তুল্যরোধ R হলে,

$$R = R_1 + R_p = 15\Omega + 12\Omega = 27\Omega$$

এখন বর্তনীর প্রবাহ I হলে,

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

$$= \frac{8V}{27\Omega + 1\Omega}$$

$$= \frac{8V}{28\Omega}$$

$$= 0.2857A$$

অতএব, R_2 , R_3 ও R_4 রোধ তিনটি থেকে R_2 ও R_4 রোধয়ের C ও D বিন্দুর মাঝে সমান্তরাল সমবায়ে যুক্ত করলে R_1 এর মধ্যদিয়ে $0.2857A$ তড়িৎ প্রবাহিত হবে।

প্রশ্ন ৩২] $100W$ ক্ষমতার একটি নিমজ্জক উত্তাপক 7 মিনিটে 1 লিটার পানির তাপমাত্রা 40°C থেকে 50°C এ উন্নীত করতে পারে। এর ভিতরের রোধ পরিবর্তন করে একটি অজ্ঞান রোধ ব্যবহার করায় একই পরিমাণ পানির তাপমাত্রা 2 min এ 40°C থেকে 100°C এ উন্নীত হয়।

ক. সরল বর্তনী কী?

খ. কোষের অভ্যন্তরীণ রোধ বেড়ে গেলে তড়িৎ প্রবাহের পরিবর্তন ব্যাখ্যা কর।

গ. J এর মান নির্ণয় কর।

ঘ. গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে দেখাও যে, পরিবর্তীত রোধটির মান 10Ω হলে উত্তাপকটির মধ্য দিয়ে $20A$ তড়িৎ প্রবাহ স্বত্ব নয়।

[অনুশীলনীর প্রশ্ন ৬]

৩২নং প্রশ্নের উত্তর

ক. যে বর্তনীর সকল অংশে সমপরিমাণ তড়িৎ প্রবাহিত হয় তাই সরল বর্তনী।

খ. আমরা জানি, কোষের তড়িচালক শক্তি E , বহিরোধ R এবং অভ্যন্তরীণ রোধ r হলে, তড়িৎপ্রবাহ, $I = \frac{E}{R+r}$ অর্থাৎ অভ্যন্তরীণ রোধ বেড়ে গেলে কোষের মোট রোধ বেড়ে যাবে ফলে প্রবাহ মাত্রা কমে যাবে।

ঘ. এখানে, নিমজ্জক উত্তাপকের ক্ষমতা, $P = 100W$

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

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

পানির তাপমাত্রা বৃদ্ধি, $\Delta\theta = 50^{\circ}\text{C} - 40^{\circ}\text{C} = 10^{\circ}\text{C}$

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

এখন, উৎপন্ন তাপ H হলে, $H = mS\Delta\theta$

$$= 1000\text{g} \times 1\text{ cal g}^{-1} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1} \times 10^{\circ}\text{C}$$

$$= 1000\text{ cal}$$

ব্যয়িত শক্তি, $W = Pt = 100\text{ W} \times 420\text{ s} = 42000\text{ J}$

$$\text{আমরা জানি, } J = \frac{W}{H} = \frac{42000\text{ J}}{10000\text{ Cal}} = 4.2\text{ J cal}^{-1}$$

অতএব, J এর মান 4.2 J cal^{-1}

ঘ. এখানে, পরিবর্তিত অবস্থায় তাপমাত্রার পরিবর্তন,

$$\Delta\theta = (100 - 40)^{\circ}\text{C} = 60^{\circ}\text{C}$$

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

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

এক্ষেত্রে উৎপন্ন তাপ, $H = mS\Delta\theta$

$$= 1000\text{ g} \times 1\text{ cal g}^{-1} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1} \times 60^{\circ}\text{C}$$

$$= 60000\text{ cal}$$

উন্নিপক্ক কর্তৃক সরবরাহকৃত শক্তি, $W = JH$

$$= 4.2 \text{ J cal}^{-1} \times 60000 \text{ cal}$$

$$= 252000 \text{ J}$$

পরিবর্তিত রোধ, $R = 10 \Omega$

সময়, $t = 2 \text{ min} = (2 \times 60) \text{ s} = 120 \text{ s}$

এখন, তড়িৎ প্রবাহ I হলে,

$$W = I^2 R t$$

$$\text{বা, } I^2 = \frac{W}{Rt} = \frac{252000 \text{ J}}{10 \Omega \times 120 \text{ s}}$$

$$\text{বা, } I^2 = 210 \text{ A}^2$$

$$\therefore I = 14.5 \text{ A}$$

এখনে, $I < 20 \text{ A}$

অতএব, পরিবর্তিত রোধটির মান 10Ω হলে উত্তাপক্ষটির মধ্য দিয়ে 20 A তড়িৎ প্রবাহ সম্ভব নয়।

প্রশ্ন ৩৩ 1 kW ক্ষমতার একটি ইলেক্ট্রিক কেটলিতে শীঘ্রকালে 1 লিটার পানি 5 মিনিটে ফুটে। কিন্তু শীতকালে একই পরিমাণ পানি ফুটতে 1 মিনিট সময় বেশি লাগে। কক্ষ তাপমাত্রার তারতম্যের কারণে এরূপ হয়ে থাকে।

(ক) হারানো ভোল্টেজ কাকে বলে?

১

(খ) বৈদ্যুতিক হিটারে কীভাবে তাপ উৎপন্ন হয়?

২

(গ) শীতকালে কেটলিটি কত ক্যালরি তাপ উৎপন্ন করে?

৩

(ঘ) কক্ষ তাপমাত্রার তারতম্য নির্ণয় করে শেষোক্ত উত্তিটির সত্যতা যাচাই কর।

৪

[অনুশীলনীর পৃষ্ঠা ৭]

৩৩নং প্রশ্নের উত্তর

(ক) কোথের অভ্যন্তরীণ রোধের কারণে এর মধ্য দিয়ে প্রবাহ চালনা করার জন্য কিছু ভোল্টেজ নষ্ট হয় যা বহিবর্তনীতে কোনো কাজে আসে না, একে হারানো ভোল্টেজ বলে।

(খ) বৈদ্যুতিক হিটারে তাপ সহনীয় ও অপরিবাহী পদার্থের কাঠামোর উপর নাইক্রোম তারের কুণ্ডলী ঘন করে সাজানো থাকে। নাইক্রোমের আপেক্ষিক রোধ অনেক বেশি। এজন্য ঘন করে সাজানো নাইক্রোমের মধ্য দিয়ে তড়িৎ প্রবাহিত করলে এর প্রতি একক আয়তনে প্রচুর তাপ উৎপন্ন হয়। এভাবে বৈদ্যুতিক হিটারে তাপ উৎপন্ন হয়।

(গ) এখনে, কেটলির ক্ষমতা, $P = 1 \text{ kW} = 1000 \text{ W}$

সময়, $t = (5 + 1) \text{ min} = 6 \text{ min} = (6 \times 60) \text{ s} = 360 \text{ s}$

উৎপন্ন তাপ, $H = ?$

আমরা জানি, ব্যায়িত তড়িৎশক্তি, $W = 0.24 \text{ Pt}$

$$= 0.24 \times 1000 \times 360 \text{ cal}$$

$$= 86400 \text{ cal}$$

এখন, উৎপন্ন তাপশক্তি ব্যায়িত তড়িৎ শক্তির সমান হবে।

∴ উৎপন্ন তাপশক্তি 86400 cal

(ঘ) এখনে, ক্ষমতা, $P = 1 \text{ kW} = 1000 \text{ W}$

শীঘ্রকালে প্রয়োজনীয় সময়, $t_1 = 5 \text{ min} = (5 \times 60) \text{ s} = 300 \text{ s}$

পানির তর, $m = 1 \text{ L} = 1 \text{ kg}$

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

শীঘ্রকালে কক্ষ তাপমাত্রা $0 \text{ }^{\circ}\text{C}$ হলে,

তাপমাত্রার পরিবর্তন, $\Delta\theta_1 = (100 - 0) \text{ K}$

আমরা জানি, ব্যায়িত তড়িৎ শক্তি, $W_1 = Pt_1$

$$= 1000 \text{ W} \times 300 \text{ s}$$

$$= 300000 \text{ J}$$



আবার, উৎপন্ন তাপ, $H_1 = mS\Delta\theta_1$

$$= 1 \text{ kg} \times 4200 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1} \times (100 - 0) \text{ K}$$

$$= 4200 (100 - 0) \text{ J}$$

আবার, $W_1 = H_1$

$$\text{বা, } 300000 = 4200 (100 - 0)$$

$$\text{বা, } 100 - 0 = 71.43$$

$$\text{বা, } 0 = 28.57 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

অর্থাৎ, শীঘ্রকালের কক্ষতাপমাত্রা $28.57 \text{ }^{\circ}\text{C}$

আবার, শীতকালে প্রয়োজনীয় সময়, $t_2 = 6 \text{ min} = 36 \text{ s}$

ব্যায়িত শক্তি, $W_2 = 86400 \text{ cal}$ [গ নং থেকে প্রাপ্ত]

$$= \frac{86400}{0.24} \text{ J}$$

$$= 360000 \text{ J}$$

শীতকালে কক্ষ তাপমাত্রা $0 \text{ }^{\circ}\text{C}$ হলে তাপমাত্রার পরিবর্তন $\Delta\theta_2 = (100 - 0) \text{ K}$

∴ উৎপন্ন তাপ, $H_2 = mS\Delta\theta_2$

$$= 1 \text{ kg} \times 4200 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1} \times (100 - 0) \text{ K}$$

$$= 4200 (100 - 0) \text{ J}$$

আবার, $W_2 = H_2$

$$\text{বা, } 360000 = 4200 (100 - 0)$$

$$\text{বা, } 100 - 0 = 85.71$$

$$\text{বা, } 0 = 14.29 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

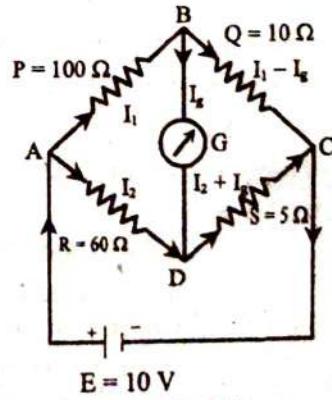
অর্থাৎ শীতকালের কক্ষ তাপমাত্রা $14.29 \text{ }^{\circ}\text{C}$

এখনে, $0 \neq 0'$

অর্থাৎ কক্ষ তাপমাত্রার তারতম্য রয়েছে।

অতএব, শেষোক্ত উত্তিটি সত্য।

প্রশ্ন ৩৪ নিচের চিত্রটি লক্ষ কর :



E = 10 V

ক. B.O.T. unit- এর সংজ্ঞা দেখ।

খ. আপেক্ষিক রোধের একক ও'থ মিটার কেন? ব্যাখ্যা কর।

গ. $I_g = 0$ এর জন্য প্রথম বাহুর রোধের মান কত পরিবর্তন করতে হবে? কিভাবে?

ঘ. $G = 15 \Omega$ হলে I_g নির্ণয় কর।

[অনুশীলনীর পৃষ্ঠা ৮]

৩৪নং প্রশ্নের উত্তর

(ক) এক কিলোওয়াট ক্ষমতা সম্পদ কোনো যত্ন এক ঘটা ধরে যে বৈদ্যুতিক শক্তি ব্যবহার করে তাকে কিলোওয়াট ঘটা বা 1 B.O.T unit বলে।

(খ) আপেক্ষিক রোধ হলো নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় একক দৈর্ঘ্য এবং একক প্রস্থভঙ্গের ক্ষেত্রফল বিপরীত কোন পরিবাহীর রোধ। অর্থাৎ

$$\rho = R \frac{A}{L} \dots\dots (1)$$

(১) নং সমীকরণে রাশিগুলোর একক বসিয়ে পাই,

$$p = \Omega \frac{m^2}{m}$$

$$p = \Omega m$$

অর্থাৎ রোধের একক Ω , ক্ষেত্রফলের একক m^2 এবং দৈর্ঘ্যের একক m হলে আপেক্ষিক রোধের একক $\Omega \cdot m$ ।

ম উচ্চিপক হতে পাই,

$$1\text{ম বাহুর রোধ, } P_1 = 100 \Omega$$

$$2\text{য বাহুর রোধ, } Q = 10 \Omega$$

$$3\text{য বাহুর রোধ, } R = 60 \Omega$$

$$4\text{থ বাহুর রোধ, } S = 5 \Omega$$

$$1\text{ম বাহুর প্রয়োজনীয় রোধ, } P_2 = ?$$

এখন, $I_g = 0$ করার জন্য অর্থাৎ বিজের সাম্যাবস্থার জন্য

$$\frac{P}{Q} = \frac{R}{S}$$

$$\text{বা, } P = \frac{R \times Q}{S} = \frac{60 \Omega \times 10 \Omega}{5 \Omega}$$

$$\therefore P = 120 \Omega$$

এই রোধ 1ম বাহুতে অবস্থিত রোধ P_1 এর চেয়ে বেশি।

সুতরাং P_2 মানের রোধ প্রেরিতে সংযোগ দিতে হবে।

$$\therefore P = P_1 + P_2$$

$$\text{বা, } P_2 = P - P_1 = 120 \Omega - 100 \Omega = 20 \Omega$$

অতএব, $I_g = 0$ করার জন্য 1ম বাহুর রোধের মানের সাথে 20 Ω রোধ প্রেরিতে সংযোগ দিতে হবে।

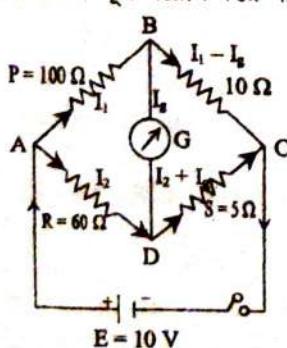
ম (১) নং সূপে কার্শকের বিতীয় সূত্র প্রয়োগ করে পাই,

$$-I_1 R_1 - GI_g + I_2 R_2 = 0$$

$$\text{বা, } -100I_1 - 15I_g + 60I_2 = 0$$

$$\text{বা, } -100I_1 + 60I_2 - 15I_g = 0 \dots\dots\dots (১)$$

(২) নং সূপে কার্শকের বিতীয় সূত্র প্রয়োগ করে পাই,



$$-(I_1 - I_2)R_3 - (I_2 + I_3)R_4 + I_g G = 0$$

$$\text{বা, } -(I_1 - I_2)10 - (I_2 + I_3)5 + 15I_g = 0$$

$$\text{বা, } -10I_1 - 5I_2 + 20I_g = 0 \dots\dots\dots (২)$$

(৩) নং সূপে কার্শকের বিতীয় সূত্র প্রয়োগ করে পাই,

$$E - I_2 R_2 - (I_2 + I_3)R_4 = 0$$

$$\text{বা, } 10 - 60I_2 - (I_2 + I_3)5 = 0$$

$$\text{বা, } 0 \times I_1 - 65I_2 - 5I_g = -10 \dots\dots\dots (৩)$$

সমীকরণ (২) নং কে 10 দ্বারা গুণ করে (১) নং হতে বিয়োগ করে পাই,

$$110I_2 - 215I_g = 0$$

$$\text{বা, } 22I_2 - 43I_g = 0$$

$$\text{বা, } I_2 = \frac{43}{22} I_g$$

এখন (৩) নং সমীকরণ হতে পাই,

$$-65 \times \frac{43}{22} I_g - 5 I_g = -10$$

$$\text{বা, } I_g \left(\frac{2795 + 110}{22} \right) = 10$$

$$\text{বা, } I_g = \frac{10 \times 22}{2905} = 0.076 \text{ A}$$

$$\text{নির্ণয় } I_g = 0.076 \text{ A}$$

প্রশ্ন ৩৫ অনুশীলনীর সূজনশীল প্রশ্ন ৯-এর উত্তরের জন্য সূজনশীল প্রশ্ন ১-এর উত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ৩৬ অনুশীলনীর সূজনশীল প্রশ্ন ১০-এর উত্তরের জন্য সূজনশীল প্রশ্ন ২-এর উত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ৩৭ অনুশীলনীর সূজনশীল প্রশ্ন ১১-এর উত্তরের জন্য সূজনশীল প্রশ্ন ৩-এর উত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ৩৮ অনুশীলনীর সূজনশীল প্রশ্ন ১২-এর উত্তরের জন্য সূজনশীল প্রশ্ন ৪-এর উত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ৩৯ অনুশীলনীর সূজনশীল প্রশ্ন ১৩-এর উত্তরের জন্য সূজনশীল প্রশ্ন ৫-এর উত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ৪০ অনুশীলনীর সূজনশীল প্রশ্ন ১৪-এর উত্তরের জন্য সূজনশীল প্রশ্ন ৬-এর উত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ৪১ অনুশীলনীর সূজনশীল প্রশ্ন ১৫-এর উত্তরের জন্য সূজনশীল প্রশ্ন ৭-এর উত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ৪২ অনুশীলনীর সূজনশীল প্রশ্ন ১৬-এর উত্তরের জন্য সূজনশীল প্রশ্ন ৮-এর উত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ৪৩ অনুশীলনীর সূজনশীল প্রশ্ন ১৭ এর উত্তরের জন্য ২২৫ পৃষ্ঠার ২ নং (জ্ঞানমূলক), ২২৭ পৃষ্ঠার ২ নং (অনুধাবনমূলক) এবং ১৮৫ পৃষ্ঠার সূজনশীল প্রশ্ন ১১-এর গ, ঘ উত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ৪৪ অনুশীলনীর সূজনশীল প্রশ্ন ১৮ এর উত্তরের জন্য ২২৫ পৃষ্ঠার ৩ নং (জ্ঞানমূলক), ২২৭ পৃষ্ঠার ৩ নং (অনুধাবনমূলক) এবং ১৮৫ পৃষ্ঠার সূজনশীল প্রশ্ন ১২-এর গ, ঘ উত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ৪৫ অনুশীলনীর সূজনশীল প্রশ্ন ১৯ এর উত্তরের জন্য ২২৫ পৃষ্ঠার ৫ নং (জ্ঞানমূলক), ২২৮ পৃষ্ঠার ৫ নং (অনুধাবনমূলক) এবং ১৮৬ পৃষ্ঠার সূজনশীল প্রশ্ন ১৪-এর গ, ঘ উত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ৪৬ অনুশীলনীর সূজনশীল প্রশ্ন ২০ এর উত্তরের জন্য ২২৫ পৃষ্ঠার ৬ নং (জ্ঞানমূলক), ২২৮ পৃষ্ঠার ৬ নং (অনুধাবনমূলক) এবং ১৮৭ পৃষ্ঠার সূজনশীল প্রশ্ন ১৫-এর গ, ঘ উত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ৪৭ অনুশীলনীর সূজনশীল প্রশ্ন ২১ এর উত্তরের জন্য ২২৫ পৃষ্ঠার ৭ নং (জ্ঞানমূলক), ২২৮ পৃষ্ঠার ৭ নং (অনুধাবনমূলক) এবং ১৮৮ পৃষ্ঠার সূজনশীল প্রশ্ন ১৬-এর গ, ঘ উত্তর দ্রষ্টব্য।

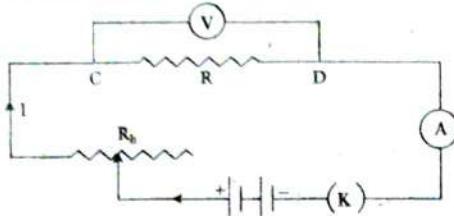
প্রশ্ন ৪৮ অনুশীলনীর সূজনশীল প্রশ্ন ২২ এর উত্তরের জন্য ২২৫ পৃষ্ঠার ৮ নং (জ্ঞানমূলক), ২২৮ পৃষ্ঠার ৮ নং (অনুধাবনমূলক) এবং ১৮৯ পৃষ্ঠার সূজনশীল প্রশ্ন ১৮-এর গ, ঘ উত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ৪৯ অনুশীলনীর সূজনশীল প্রশ্ন ২৩ এর উত্তরের জন্য ২২৫ পৃষ্ঠার ১০ নং (জ্ঞানমূলক), ২২৮ পৃষ্ঠার ১০ নং (অনুধাবনমূলক) এবং ১৯১ পৃষ্ঠার সূজনশীল প্রশ্ন ২২-এর গ, ঘ উত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ৫০ অনুশীলনীর সূজনশীল প্রশ্ন ২৪ এর উত্তরের জন্য ২২৬ পৃষ্ঠার ১১ নং (জ্ঞানমূলক), ২২৮ পৃষ্ঠার ১১ নং (অনুধাবনমূলক) এবং ১৯২ পৃষ্ঠার সূজনশীল প্রশ্ন ২৩-এর গ, ঘ উত্তর দ্রষ্টব্য।

৩. ড. আমির হোসেন খান, মোহাম্মদ ইসহাক ও ড. মো. নজরুল ইসলাম স্যারের বইয়ের অনুশীলনীর সূজনশীল প্রশ্ন ও উত্তর

প্রশ্ন ১। নিচের চিত্রে বক্তীর রোধ R এর দুই প্রান্ত C ও D -এর সাথে সমন্বয়ে একটি ডোক্টমিটার V সংযুক্ত করা হয়েছে। বক্তীতে বিদ্যুৎ প্রবাহমাত্রা ; পরিমাপের জন্য একটি আয়মিটার A সংযুক্ত করা হয়েছে। পরিবর্তনশীল রোধ R_b এর পরিবর্তন ; ও সাথে সাথে বিভব পার্থক্য V পরিবর্তিত হবে।



- ক. জুলের তাপীয় ক্রিয়ার রোধের সূত্রটি লেখ। ১
খ. তুল্যরোধ বলতে কী বোঝায়? ২

- গ. উদ্দীপকের চিত্রে R_b এর নির্দিষ্ট মানের জন্য বক্তীর বিদ্যুৎ প্রবাহ $5A$ হলে এবং R এর দুই প্রান্তে বিভব পার্থক্য $200V$ হলে কোষটির অভ্যন্তরীণ রোধ কত হবে? ৩
ঘ. R রোধের সাথে 50Ω রোধের অন্য একটি রোধককে সমন্বয়ে যুক্ত করায় এবং কোষের অভ্যন্তরীণ রোধের কীভূপ পরিবর্তন করলে আয়মিটারের পাঠের কোনো পরিবর্তন হবে না—গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

[অনুশীলনীর প্রশ্ন ১]

৪. ৫নং প্রশ্নের উত্তর

ক. জুলের রোধের সূত্রটি হলো— তড়িৎ প্রবাহমাত্রা এবং প্রবাহকাল অপরিবর্তিত থাকলে পরিবাহাত্তে তড়িৎ প্রবাহের দরুন উচ্চত তাপ পরিবাহীর রোধের সমানুপাতিক।

খ. কোনো কোনো সময় রোধ কমানো বা বাড়ানোর জন্য বা বিদ্যুৎ প্রবাহমাত্রা বা বিভব পার্থক্য বিভক্ত করার প্রয়োজনে কতকগুলো রোধ সুবিধামতোভাবে যুক্ত করে ব্যবহার করা হয়। একে রোধের সমবায় বলে। সংযুক্ত রোধগুলো একত্রে একটি রোধের মতো ক্রিয়া করে। রোধের কোন সমবায়ের পরিবর্তে একটিমাত্র যে রোধ ব্যবহার করলে বক্তীর প্রবাহমাত্রা ও বিভব পার্থক্য অপরিবর্তিত থাকে তাকে ঐ সমবায়ের তুল্য বলে। যেমন—

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

এখানে, R_s হলো তুল্যরোধ। এই রোধ ব্যবহারের ফলে বক্তীর তড়িৎপ্রবাহ ও বিভব পার্থক্য অপরিবর্তিত থাকে।

গ. আমরা জানি,

$$I = \frac{E}{R_b + R + r} \dots \text{(i)}$$

আবার, আমরা জানি,

$$V = RI$$

$$\text{বা, } R = \frac{V}{I}$$

$$= \frac{200}{5} = 40 \Omega$$

(i) নং হতে পাই,

$$5 = \frac{200}{0 + 40 + r}$$

$$\text{বা, } 200 + 5r = 200$$

$$\text{বা, } 5r = 200 - 200$$

$$\therefore r = 0 \Omega$$

অতএব, অভ্যন্তরীণ রোধ 0Ω ।

এখানে,

$$\text{বিদ্যুৎ প্রবাহমাত্রা, } I = 5A$$

$$\text{বিভব পার্থক্য, } V = 200V$$

$$\text{পরিবর্তনশীল রোধ, } R_b = 0 \Omega$$

১. R রোধের সাথে 50Ω রোধ সমন্বয়ে যুক্ত করা হলে তুল্যরোধ R_p হলে,

$$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R} + \frac{1}{50}$$

$$\text{বা, } \frac{1}{R_p} = \frac{1}{40} + \frac{1}{50}$$

$$\text{বা, } \frac{1}{R_p} = \frac{9}{200}$$

$$\therefore R_p = 22.22 \Omega$$

$$\text{আবার, } I' = \frac{E}{R_p + r}$$

$$\text{বা, } 5 = \frac{200}{22.22 + r}$$

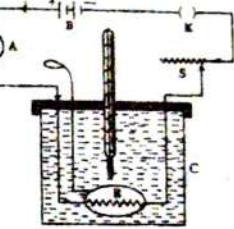
$$\text{বা, } 111.1 + 5r = 200$$

$$\text{বা, } 5r = 88.9$$

$$\therefore r = 17.78 \Omega$$

অতএব, কোষের অভ্যন্তরীণ রোধ, 17.78Ω হলে আয়মিটারের পাঠের কোনো পরিবর্তন হবে না।

প্রশ্ন ২। পাশের চিত্রে একটি জুলের ক্যালরিমিটার দেখানো হয়েছে। এর মধ্যে জানা আপেক্ষিক তাপের একটি তরল পদার্থ নেওয়া হয়েছে যার মধ্যে R রোধের একটি কুণ্ডলী ঢুবানো হয়েছে। কুণ্ডলীর দুই প্রান্তে একটি ব্যাটারি, চাবি, আয়মিটার ও পরিবর্তনশীল রোধ প্রেগিতে সংযুক্ত করা হয়েছে।



- ক. তাপ উৎপাদনের ক্ষেত্রে জুলের সূত্র লিখ। ১

- খ. জুলের রোধের সূত্রটি বিবৃত কর এবং গাণিতিক সম্পর্কটি লিখ। ২

- গ. উদ্দীপকের কুণ্ডলীর রোধ 100Ω । পানির তরল 2.50 kg এবং বিদ্যুৎ প্রবাহ 5 A চালনা করলে কত সময় পর পানির তাপমাত্রা 24°C বৃদ্ধি পাবে? ৩

- ঘ. উদ্দীপকের জুলের ক্যালরিমিটারের রোধের মান কিম্বা পরিবর্তন করলে অর্ধেক সময়ে পানির তাপমাত্রা 24°C বৃদ্ধি করা সম্ভব হবে?— গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

[অনুশীলনীর প্রশ্ন ২]

৫. ৫নং প্রশ্নের উত্তর

ক. তাপ উৎপাদনের ক্ষেত্রে জুলের নিম্নলিখিত তিনটি সূত্র আছে:

১. পরিবাহীর রোধ ও বিদ্যুৎ প্রবাহকাল অপরিবর্তিত থাকলে পরিবাহাত্তে বিদ্যুৎ প্রবাহের দরুন উচ্চত তাপ বিদ্যুৎ প্রবাহমাত্রার বর্গের সমানুপাতিক।

২. বিদ্যুৎ প্রবাহমাত্রা ও বিদ্যুৎ প্রবাহকাল অপরিবর্তিত থাকলে, পরিবাহাত্তে বিদ্যুৎ প্রবাহের জন্য উচ্চত তাপ পরিবাহীর রোধের সমানুপাতিক।

৩. বিদ্যুৎবাহী পরিবাহীর রোধ এবং বিদ্যুৎ প্রবাহমাত্রা অপরিবর্তিত থাকলে উচ্চত তাপ বিদ্যুৎ প্রবাহকালের সমানুপাতিক।

খ. জুলের রোধের সূত্রটি হলো— বিদ্যুৎ প্রবাহমাত্রা এবং বিদ্যুৎ প্রবাহকাল অপরিবর্তিত থাকলে পরিবাহাত্তে বিদ্যুৎ প্রবাহের দরুন উচ্চত তাপ পরিবাহীর রোধের সমানুপাতিক।

অর্থাৎ $H \propto R$, যদি ; এবং t স্থির থাকে।

এ সূত্রের অর্থ— পরিবাহীর রোধ হিস্পুণ বা অর্ধেক হলে উচ্চত তাপ প্রাথমিক তাপের যথাক্রমে হিস্পুণ বা অর্ধেক হবে।

কাজেই বিদ্যুৎ প্রবাহের প্রেগিতে যুক্ত R_1, R_2, R_3, \dots রোধে t সময়ে উচ্চত তাপ যথাক্রমে H_1, H_2, H_3, \dots হলে

$$\frac{H_1}{R_1} = \frac{H_2}{R_2} = \frac{H_3}{R_3} \dots = \text{ধ্রুবক।}$$

১) হুইটস্টোন ত্রিজের চাবি বন্ধ করলে কোষ E থেকে প্রবাহ। নির্ণয় হয়ে A বিন্দুতে এসে i_1 ও i_2 এই দুই অংশে বিভক্ত হয়ে যথাক্রমে P ও R এর মধ্যদিয়ে B ও D বিন্দুতে পৌছে। যদি B ও D বিন্দুর বিভব পরম্পর সমান হয় তাহলে গ্যালভানোমিটারের মধ্য দিয়ে কেনে প্রবাহ চলবে না। ফলে এর কাঁটাও বিকল্প হয় না। এই অবস্থাকে হুইটস্টোন ত্রিজের ভারসাম্য অবস্থা বা সাম্যাবস্থা বা নিজস্ব অবস্থা বলে।

২) ধরি, চতুর্থ বাহুতে ঘোট S পরিমাপ রোধ থাকলে ত্রিজেটি সাম্যাবস্থায় আসবে (গ্যালভানোমিটারে বিক্ষেপ থাকবে না) হুইটস্টোন ত্রিজের ভারসাম্য সূত্রটি হলো—

$$\frac{P}{Q} = \frac{R}{S}$$

$$\text{বা, } \frac{Q}{P} = \frac{S}{R}$$

$$\text{বা, } S = \frac{Q}{P} \times R$$

$$\text{বা, } S = \left(\frac{12}{8} \times 16 \Omega \right) = 24 \Omega$$

চতুর্থ বাহুতে প্রথমে রোধ ছিল $S_1 = 20 \Omega$

যেহেতু, $S > S_1$, তাই চতুর্থ বাহুতে নতুন রোধটিকে শ্রেণিতে যোগ করতে হবে।

$$\begin{aligned} \text{উদ্দীপকের তথ্যানুযায়ী,} \\ 1\text{ম বাহুর রোধ, } P = 8 \Omega \\ 2\text{য় বাহুর রোধ, } Q = 12 \Omega \\ 3\text{য় বাহুর রোধ, } R = 16 \Omega \\ 4\text{র্থ বাহুর রোধ, } S_1 = 20 \Omega \end{aligned}$$

৩) গোলাম হোসেন প্রামাণিক, দেওয়ান নাসির উদ্দিন ও রবিউল ইসলাম স্যারের বইয়ের অনুশীলনীর সূজনশীল প্রশ্ন ও উত্তর

প্রশ্ন ১) নিচের উদ্দীপকটি লক্ষ কর :

অ্যালুমিনিয়াম তার	তামার তার
চিত্রে 2.5 mm ব্যাসের একটি অ্যালুমিনিয়াম তারের এক প্রান্ত ও 1.8 mm ব্যাসের একটি তামার তারের এক প্রান্তের সাথে ঝালাই করে লাগানো আছে। এর যথাক্রমে 1.3 A স্থির মাত্রার তড়িৎ প্রবাহ চলছে।	
অ্যালুমিনিয়াম ও তামার একক আয়তনে মুক্ত ইলেক্ট্রনের সংখ্যা যথাক্রমে 6.1×10^{28} electron/m ³ ও 8.49×10^{28} electron/m ³ ।	
ক. তড়িৎ প্রবাহ কাকে বলে? ১	
খ. কোনো বৈদ্যুতিক বাতির গায়ে 220V - 60W লেখা থাকলে কী বোঝায়? ২	
গ. তামা ও অ্যালুমিনিয়াম অংশে ইলেক্ট্রনের তাড়ন দূতি নির্ণয় কর। ৩	
ঘ. উভয় অংশে তড়িৎ প্রবাহ একই হওয়া সত্ত্বেও তাড়ন দূতি ভিন্ন হওয়ার কারণ ব্যাখ্যা কর। ৪	

[অনুশীলনীর প্রশ্ন ১]

৪) ৫৮নং প্রশ্নের উত্তর

- ১) কোনো পরিবাহকের যেকোনো প্রস্থানের মধ্যদিয়ে প্রতি একক সময়ে যে পরিমাণ আধার প্রবাহিত হয় তাকে তড়িৎ প্রবাহ বলে।
- ২) বৈদ্যুতিক বাতির গায়ে 220 V - 60 W লেখা থাকলে এর অর্থ হল 220 V বিদ্যুৎ উৎসের সাথে মুক্ত করলে এটি সর্বাধিক উচ্চলভায় আলো দেবে। 60 W কথার অর্থ হল বাতিটি প্রতি সেকেন্ডে 60 J বিদ্যুৎ শক্তি ব্যবহার করে।

- ৩) এখানে, অ্যালুমিনিয়াম তারের ক্ষেত্রে,
 $\text{ব্যাস } d_{Al} = 2.5 \text{ mm} = 2.5 \times 10^{-3} \text{ m}$
 একক আয়তনে মুক্ত ইলেক্ট্রন সংখ্যা, $n_{Al} = 6.1 \times 10^{28} \text{ electron/m}^3$
 আবার তামার ক্ষেত্রে, $\text{ব্যাস } d_{Cu} = 1.8 \text{ mm} = 1.8 \times 10^{-3} \text{ m}$
 একক আয়তনে মুক্ত ইলেক্ট্রন সংখ্যা, $C_u = 8.49 \times 10^{28} \text{ electron/m}^3$
 উভয় তারের মধ্যদিয়ে তড়িৎপ্রবাহ, $I = 1.3 \text{ A}$

ধরা যাক, চতুর্থ বাহুর নতুন রোধ = S_2

এখন, $S = S_1 + S_2$

বা, $S_2 = S - S_1 = 24 \Omega - 20 \Omega = 4 \Omega$

অতএব, চতুর্থ বাহুতে 4 Ω মানের একটি রোধকে শ্রেণি সমবায়ে যোগ করা হয়েছিল।

৪) উদ্দীপকের রোধ, $P = 8 \Omega$; $Q = 12 \Omega$; $R = 16 \Omega$

চতুর্থ বাহুর সাম্যাবস্থায় রোধ, $S = 24 \Omega$ [গ থেকে প্রাপ্ত]

এখন, রোধ চারটিকে সমানভাবে সমবায়ে মুক্ত করলে তুল্যরোধের মান, R_p হলো,

$$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{P} + \frac{1}{Q} + \frac{1}{R} + \frac{1}{S}$$

$$\text{বা, } \frac{1}{R_p} = \frac{1}{8\Omega} + \frac{1}{12\Omega} + \frac{1}{16\Omega} + \frac{1}{24\Omega}$$

$$\text{বা, } \frac{1}{R_p} = \frac{5}{16\Omega}$$

$$\therefore R_p = \frac{16}{5} \Omega = 3.2 \Omega$$

আবার, রোধগুলোর সর্বনিম্ন মান, $P = 8 \Omega$

এখনে, $R_p < P$

অতএব, প্রাপ্ত তুল্যরোধের চেয়ে রোধগুলোর সর্বনিম্ন মানও বড়।

ধরি, অ্যালুমিনিয়াম ও তামার অংশে ইলেক্ট্রনের তাড়ন দূতি যথাক্রমে

v_{Al} ও v_{Cu}

আমরা জানি,

$$I = nAve$$

$$I = n \times \frac{\pi d^2}{4} \times ve$$

$$\therefore v = \frac{4I}{n\pi d^2 e}$$

অ্যালুমিনিয়ামের তাড়ন দূতি,

$$v_{Al} = \frac{4I}{n_{Al} \times \pi d_{Al}^2 e}$$

$$= \frac{4 \times 1.3}{6.1 \times 10^{28} \times 3.1416 \times (2.5 \times 10^{-3})^2 \times 1.6 \times 10^{-19}} = 2.71 \times 10^5 \text{ ms}^{-1}$$

তামার তাড়ন দূতি,

$$v_{Cu} = \frac{4I}{n_{Cu} \times \pi d_{Cu}^2 e}$$

$$= \frac{4 \times 1.3}{8.49 \times 10^{28} \times 3.1416 \times (1.8 \times 10^{-3})^2 \times 1.6 \times 10^{-19}} = 3.76 \times 10^5 \text{ ms}^{-1}$$

৫) কোনো ধাতব পরিবাহকের প্রস্থানের ক্ষেত্রফল A, প্রতি একক আয়তনে মুক্ত ইলেক্ট্রনের সংখ্যা n, ইলেক্ট্রনের তাড়নবেগ v এবং এই পরিবাহকের মধ্যদিয়ে প্রবাহিত তড়িৎপ্রবাহ I হলে,

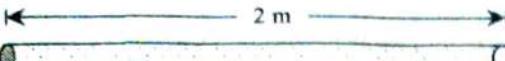
আমরা জানি,

$$I = nAve \text{ যেখানে, } e = \text{প্রত্যেক ইলেক্ট্রনের আধারের পরিমাণ।}$$

$$\text{বা, } v = \frac{I}{nAe}$$

যেহেতু উদ্দীপকে অ্যালুমিনিয়াম ও তামার তারে তড়িৎ প্রবাহ একই সেহেতু তাড়ন বেগের যান তারবয়ের প্রস্থানের ক্ষেত্রফল এবং প্রতি একক আয়তনে মুক্ত ইলেক্ট্রনের সংখ্যার উপর নির্ভরশীল। এখানে, অ্যালুমিনিয়াম ও তামার তারবয়ের প্রস্থানের ক্ষেত্রফল ও প্রতি একক আয়তনে মুক্ত ইলেক্ট্রনের সংখ্যা সমান নয়। এ কারণে উভয় অংশে তড়িৎ প্রবাহ একই হওয়া সত্ত্বেও তাড়ন দূতি ভিন্ন।

১৫৯। নিচের উদ্দিপকটি লক্ষ কর :



তারটির উপাদানের আপেক্ষিক রোধ $49 \times 10^{-8} \Omega\text{m}$ ।

- ক. পরিবাহিতার একক কী? ১
- খ. আণবিক দৃষ্টিকোণ থেকে পরিবাহীর রোধের কারণ ব্যাখ্যা কর। ২
- গ. প্রদত্ত তারটির রোধ নির্ণয় কর। ৩
- ঘ. প্রদত্ত তারটির সাহায্যে কীভাবে ৫Ω রোধ তৈরি করা যায় গাণিতিক বিশ্লেষণসহ মতামত দাও। ৪

[অনুশীলনীর প্রশ্ন ২]

১৬০। ৫৯ং প্রশ্নের উত্তর :

- ক. পরিবাহিতার একক সিমেল্স (Ω^{-1})।

খ. তড়িৎ প্রবাহ বলতে আমরা ইলেক্ট্রনের প্রবাহকে বুঝি। কোনো পরিবাহীর মধ্য দিয়ে ইলেক্ট্রন প্রবাহিত হলে এরা পরিবাহীর অণু-পরমাণুর সাথে ধারা থায়। অর্থাৎ তড়িৎ প্রবাহ একটি বাধার সম্মুখীন হয়। এ বাধাই পরিবাহীর রোধ।

- গ. উদ্দিপকে থেকে পাই, তারটির দৈর্ঘ্য, $L = 2 \text{ m}$

প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল, $A = 5 \text{ mm}^2 = 5 \times 10^{-6} \text{ m}^2$

উপাদানের আপেক্ষিক রোধ, $\rho = 49 \times 10^{-8} \Omega\text{m}$

তারের রোধ, $R = ?$

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

$$= 49 \times 10^{-8} \Omega\text{m} \times \frac{2 \text{ m}}{5 \times 10^{-6} \text{ m}^2} = 0.2 \Omega$$

অতএব, প্রদত্ত তারটির রোধ 0.2Ω ।

- ঘ. তারটির দৈর্ঘ্য বাড়িয়ে ও প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল কমিয়ে এর সাহায্যে 5Ω রোধ তৈরি করা যায়।

গাণিতিক বিশ্লেষণ : রোধের সূত্র থেকে আমরা জানি, নির্দিষ্ট তাপমাত্রার নির্দিষ্ট উপাদানের পরিবাহীর রোধ এর দৈর্ঘ্যের সমানুপাতিক এবং প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফলের ব্যানুপাতিক। অর্থাৎ বৃদ্ধি ও প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল হ্রাস পেলে রোধ বৃদ্ধি পায়। এখন ঘনে করি, তারটির পরিবর্তিত দৈর্ঘ্য L_1 এবং পরিবর্তিত প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল A_1 হলে এর রোধ 5Ω হবে। তবে এক্ষেত্রে তারটির আয়তন অপরিবর্তিত থাকবে।

অর্থাৎ, $L_1 \times A_1 = L \times A$

$$\text{বা, } L_1 \times A_1 = 2 \text{ m} \times 5 \times 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$\text{বা, } L_1 \times A_1 = 1 \times 10^{-5} \text{ m}^3$$

$$\text{বা, } A_1 = \frac{1 \times 10^{-5} \text{ m}^3}{L_1}$$

$$\text{আবার, } 5 \Omega = \rho \frac{L_1}{A_1}$$

$$\text{বা, } 5 \Omega = 49 \times 10^{-8} \Omega \text{m} \times \frac{L_1}{1 \times 10^{-5} \text{ m}^3}$$

$$\text{বা, } 5 \Omega = 49 \times 10^{-8} \Omega \text{m} \times \frac{L_1^2}{1 \times 10^{-5} \text{ m}^3}$$

$$\text{বা, } L_1^2 = \frac{5 \Omega \times 1 \times 10^{-5} \text{ m}^3}{49 \times 10^{-8} \Omega \text{m}}$$

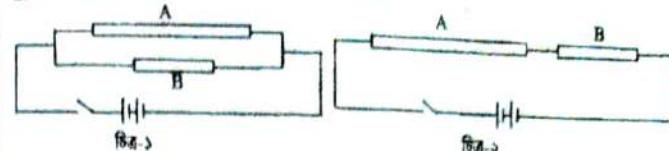
$$\text{বা, } L_1 = 10.102 \text{ m}$$

$$\therefore A_1 = \frac{1 \times 10^{-5} \text{ m}^3}{10.102 \text{ m}}$$

$$= 9.9 \times 10^{-7} \text{ m}^2 = 0.99 \text{ mm}^2$$

অতএব, তারটিকে সুষমভাবে টেনে এর দৈর্ঘ্য 10.102 m এবং প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল 0.99 mm^2 করা হলে এর রোধ 5Ω হবে।

১৬১। নিচের উদ্দিপকটি লক্ষ কর :



A তারের দৈর্ঘ্য B তারের দৈর্ঘ্যের দ্বিগুণ কিন্তু উপাদান ও প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল একই। উভয় বর্তনীতে একই তড়িচালক বলের ব্যটারি ব্যবহার করা হয়েছে।

- ক. আপেক্ষিক রোধ কাকে বলে? ১

খ. একই উপাদান কিন্তু ভিন্ন প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফলের দুটি তার দিয়ে থার্মোকাপল তৈরি করে সংযোগস্থলহ্রাসকে ভিন্ন তাপমাত্রায় রাখা হলে তড়িৎ প্রবাহিত হবে কি-না, ব্যাখ্যা কর। ২

- গ. ১ ও ২নং বর্তনীর তড়িৎ প্রবাহের তুলনা কর। ৩

ঘ. তড়িৎ প্রবাহকালে ১ ও ২নং বর্তনীর কোন রোধটি বেশি উত্তপ্ত হবে— গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

[অনুশীলনীর প্রশ্ন ৫]

১৬২। ৫৯ং প্রশ্নের উত্তর :

- ক. নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় একক প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল বিশিষ্ট কোনো পরিবাহীর একক দৈর্ঘ্যের রোধকে ঐ তাপমাত্রায় ঐ পরিবাহীর আপেক্ষিক রোধ বলে।

খ. একই উপাদান কিন্তু ভিন্ন প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল বিশিষ্ট দুটি তার দিয়ে থার্মোকাপল তৈরি করে সংযোগস্থলহ্রাসকে ভিন্ন তাপমাত্রায় রাখা হলে তড়িৎ প্রবাহিত হবে না। কারণ উক্ষতার পার্থক্যের জন্য ভিন্ন ভিন্ন ধাতুর তার দ্বারা নির্মিত বর্তনীতে তড়িচালক শক্তি সৃষ্টি হওয়ায় বর্তনীতে তড়িৎ প্রবাহ চলে। যা একই উপাদানের ক্ষেত্রে ঘটে না।

- ঘ. এখানে, A তারের দৈর্ঘ্য I_A , B তারের দৈর্ঘ্য I_B এর দ্বিগুণ,

$$\therefore I_A = 2I_B$$

$$\text{বা, } \frac{I_A}{I_B} = \frac{2}{1}$$

আবার, আমরা জানি, তারের রোধ এর দৈর্ঘ্যের সমানুপাতিক,

$$\therefore \frac{R_A}{R_B} = \frac{I_A}{I_B} = \frac{2}{1}$$

এখন, ১নং বর্তনীর তুল্যরোধ R_p হলে,

$$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_A} + \frac{1}{R_B}$$

$$\text{বা, } \frac{1}{R_p} = \frac{1}{2R_B} + \frac{1}{R_B}$$

$$\text{বা, } \frac{1}{R_p} = \frac{3}{2R_B}$$

$$\therefore R_p = \frac{3R_B}{2}$$

আবার, ২নং বর্তনীর তুল্যরোধ R_s হলে—

$$R_s = R_A + R_B$$

$$\text{বা, } R_s = 2R_B + R_B = 3R_B$$

এখন, ১নং বর্তনীর তড়িৎ প্রবাহ I_1 হলে—

$$I_1 = \frac{E}{R_p}$$

$$= \frac{E}{\frac{3}{2}R_B}$$

$$= \frac{2E}{3R_B}$$

আবার, ২নং বর্তনীর তড়িৎ প্রবাহ, I_2 হলে—

$$I_2 = \frac{E}{R_s} = \frac{E}{3R_B}$$

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{3E}{2R_B} \times \frac{3R_B}{E} = \frac{9}{2}$$

বা, $I_1 = 4.5 I_2$

অতএব, ১নং বর্তনীর তড়িৎ প্রবাহ ২নং বর্তনীর ৪.৫ গুণ।

(g) এখানে, ১নং বর্তনীর দুটি রোধ সমান্তরাল সমবায়ে সংযুক্ত।
সূতরাং রোধ দুটির দুই প্রান্তের বিভিন্ন পার্থক্য সমান।

এখন, রোধ দুটির দুই প্রান্তের বিভিন্ন পার্থক্য V ,

এবং t সময় পরে উৎপন্ন তাপ ঘনত্বক্ষেত্রে H_A ও H_B হলে,

$$H_A = \frac{V^2}{R_A} \cdot t \text{ এবং } H_B = \frac{V^2}{R_B} \cdot t$$

$$\therefore \frac{H_A}{H_B} = \frac{1/R_A}{R_B} = \frac{R_B}{R_A}$$

বা, $\frac{H_A}{H_B} = \frac{1}{2}$ ['গ' হতে, $\frac{R_A}{R_B} = \frac{2}{1}$]

বা, $2H_A = H_B$

অতএব, ১নং বর্তনীর B রোধটি বেশি উত্পন্ন হবে।

আবার, ২নং বর্তনীতে রোধ শ্রেণি সমবায়ে সংযুক্ত। ফলে এদের মধ্যে দিয়ে তড়িৎ প্রবাহের মান সমান হবে।

এখন, এদের মধ্যে দিয়ে প্রবাহ মাত্রা I এবং t সময় পরে উৎপন্ন তাপ ঘনত্বক্ষেত্রে H_A' এবং H_B' হলে,

$$H_A' = I^2 R_{A'} \text{ এবং } H_B' = I^2 R_{B'}$$

$$\therefore \frac{H_A'}{H_B'} = \frac{R_A}{R_B}$$

$$\text{বা, } \frac{H_A'}{H_B'} = \frac{2}{1}$$

$$\therefore H_A' = 2H_B'$$

অতএব, ২নং বর্তনীতে A রোধটি বেশি উত্পন্ন হবে।

প্রশ্ন ৬। অনুশীলনীর সৃজনশীল প্রশ্ন ৯-এর উত্তরের জন্য সৃজনশীল প্রশ্ন ১-এর উত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ৭। অনুশীলনীর সৃজনশীল প্রশ্ন ১০-এর উত্তরের জন্য সৃজনশীল প্রশ্ন ৯-এর উত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ৮। একটি তড়িৎ কোষের তড়িচালক বল $1.5V$ এবং অভ্যন্তরীণ রোধ 0.25Ω । 6Ω এর একটি বহিঃস্থ রোধ এর সাথে যুক্ত করা হলো।

ক. সার্ট কাকে বলে?

১

খ. ব্যাটারির কোষকে কীভাবে সাজালে সর্বোচ্চ প্রবাহ পাওয়া যাবে?

২

গ. বর্তনীটিতে তড়িৎ প্রবাহ নির্ণয় কর :

৩

ঘ. বহিঃস্থ রোধের ক্ষমতা $24W$ করতে হলে প্রদত্ত কোষের অনুরূপ কতটি কোষ কীভাবে ব্যবহার করবে, গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর।

৪

(অনুশীলনীর প্রশ্ন ১৪)

৩ ৬৩নং প্রশ্নের উত্তর ৩

ক. সূর্য ও সুরেন্দি বৈদ্যুতিক যন্ত্রের মধ্যে দিয়ে যাতে উচ্চ মাত্রার বিদ্যুৎ প্রবাহিত হয়ে যাবাটি বিকল করতে না পারে সেজন্য বিকল পথে অতিরিক্ত বিদ্যুৎ পাঠালোর নিয়মে যন্ত্রের সাথে সমান্তরাল সমবায়ে প্রয়োজনীয় নিয়মান্বের যে রোধ সংযুক্ত করা হয় তাই সার্ট।

(নেটুর্জ সৃজনশীল পদার্থবিজ্ঞান বিভাগ পত্র) একাদশ-স্নাদশ শ্রেণি

(k) E তড়িচালক বল, r অভ্যন্তরীণ রোধ বিশিষ্ট n সংখ্যক ব্যাটারির কোষকে R মানের একটি রোধের দুই প্রান্তের সাথে শ্রেণি সমবায়ে যুক্ত করলে বর্তনীর প্রবাহমাত্রা হবে, $i_s = \frac{nE}{nr + R}$

এক্ষেত্রে $nr << R$ হলে $i_s = \frac{nE}{R}$ হবে, অর্থাৎ বর্তনীতে সর্বোচ্চ তড়িৎ প্রবাহ পাওয়া যাবে।

আবার, কোষগুলো সমান্তরাল সমবায়ে সংযুক্ত হলে,

$$\text{বর্তনীর তড়িৎ প্রবাহ, } i_p = \frac{nE}{nR + r}$$

এক্ষেত্রে $nR << r$ হলে $i_p = \frac{nE}{r}$ হবে, অর্থাৎ সর্বোচ্চ প্রবাহ বেশি পাওয়া যাবে। তবে $nR << r$ অপেক্ষা $nr << R$ এর সম্ভাব্যতা বেশি বলে শ্রেণি সংযোগের ক্ষেত্রে সর্বোচ্চ প্রবাহ পাওয়ার সম্ভাবনা বেশি।

(l) এখানে, তড়িচালক বল, $E = 1.5 V$

অভ্যন্তরীণ রোধ, $r = 0.25 \Omega$

বহিঃস্থ রোধ, $R = 6 \Omega$

তড়িৎ প্রবাহ, $I = ?$

$$\text{আমরা জানি, } I = \frac{E}{R + r} = \frac{1.5V}{6\Omega + 0.25\Omega} = 0.24 A$$

অতএব, বর্তনীতে তড়িৎ প্রবাহ $0.24 A$ ।

(m) এখানে, বহিঃস্থ রোধ, $R = 6\Omega$

অভ্যন্তরীণ রোধ, $r = 0.5\Omega$

প্রতিটি কোষের তড়িচালক বল, $E = -1.5V$

বহিঃস্থ রোধের ক্ষমতা, $P = 24 W$

$$\therefore \text{তড়িৎ প্রবাহ, } I = \sqrt{\frac{P}{R}}$$

$$= \sqrt{\frac{24 W}{6\Omega}}$$

$$= 2A$$

মনে করি, n সংখ্যক অনুরূপ কোষ শ্রেণি সমবায়ে সংযোগ দিলে তড়িৎপ্রবাহের মান $2A$ হবে।

$$\therefore I = \frac{nE}{R + nr}$$

$$\text{বা, } 2 = \frac{n \times 1.5}{6 + n \times 0.5}$$

$$\text{বা, } 12 + n = 1.5n$$

$$\text{বা, } 0.5n = 12$$

$$\text{বা, } n = 24$$

অতএব, বহিঃস্থ রোধের ক্ষমতা $24W$ করতে হলে অনুরূপ 24 টি কোষ শ্রেণি সমবায়ে সংযোগ দিতে হবে।

(n) অনুশীলনীর সৃজনশীল প্রশ্ন ১৫-এর উত্তরের জন্য সৃজনশীল প্রশ্ন ২-এর উত্তর দ্রষ্টব্য।

(o) অনুশীলনীর সৃজনশীল প্রশ্ন ১৭-এর উত্তরের জন্য সৃজনশীল প্রশ্ন ৫-এর উত্তর দ্রষ্টব্য।

(p) অনুশীলনীর সৃজনশীল প্রশ্ন ১৯-এর উত্তরের জন্য সৃজনশীল প্রশ্ন ৪-এর উত্তর দ্রষ্টব্য।

(q) অনুশীলনীর সৃজনশীল প্রশ্ন ২০-এর উত্তরের জন্য সৃজনশীল প্রশ্ন ১০-এর উত্তর দ্রষ্টব্য।

ধরি, শীঘ্রকালের পানির তাপমাত্রা 0°C

শীঘ্রকালে পানি কর্তৃক শোষিত তাপ = $mSA\theta'$

$$= 1.5 \times 4200 \times (100 - \theta')$$

$$= 5.5 \text{ min} \times 1200 \text{ W}$$

এখানে, S = পানির আপেক্ষিক

তাপ।

আমরা জানি,

1 L পানির ভর 1 kg

$$\text{বা, } 1.5 \times 4200 (100 - \theta') = 5.5 \times 60 \times 1200$$

$$\text{বা, } (100 - \theta') = \frac{5.5 \times 60 \times 1200}{1.5 \times 4200}$$

$$\text{বা, } 100 - \theta' = 62.86^{\circ}$$

$$\therefore \theta' = 37.14^{\circ}\text{C}$$

অতএব, শীঘ্রকালের কক্ষতাপমাত্রা হবে 37.14°C ।

আবার, আমরা জানি,

$$w = pt$$

$$= 1200 \times 330$$

$$= 396000 \text{ J}$$

$$= \frac{396000}{1000} \text{ kwh}$$

$$= 396 \text{ kwh}$$

এখানে,

ক্ষমতা, $P = 1.2 \text{ kW}$

$$= 1200 \text{ W}$$

সময়, $t = 5.5 \text{ min}$

$$= 5.5 \times 60 \text{ sec} = 330 \text{ sec}$$

অতএব, পানি ফুটাতে ব্যয়িত তড়িৎ শক্তি 396 kwh।

যদি মনে করি,

শীতকালে কক্ষের তাপমাত্রা তথা পানির আদি তাপমাত্রা 0°C

শীতকালে পানি কর্তৃক শোষিত তাপ

$$= ms\Delta Q$$

$$= 1.5 \text{ kg} \times 4200 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1} \times (100 - \theta) \text{ K}$$

$$= 1200 \times 7 \text{ min}$$

$$\text{বা, } 1.5 \times 4200 \times (100 - \theta) = 1200 \times 7 \times 60$$

$$\text{বা, } 100 - \theta = \frac{1200 \times 7 \times 60}{1.5 \times 4200}$$

$$\text{বা, } 100 - \theta = 80^{\circ}\text{C}$$

$$\therefore \theta = 20^{\circ}\text{C}$$

সুতরাং শীঘ্রকাল ও শীতকালের কক্ষতাপমাত্রার পার্দক্ষ

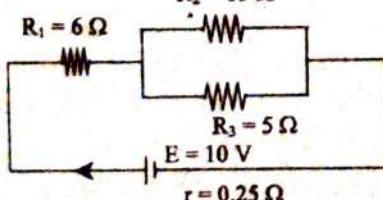
$$= (37.14^{\circ} - 20^{\circ})\text{C}$$
 [গ- হতে প্রাপ্ত, মান বসিয়ে]

$$= 17.14^{\circ}\text{C}$$

অতএব, উচ্চীপকের শেষোন্ত উচ্চিটি সঠিক।

প্রয়োগ নিচে একটি তড়িৎ বর্তনী দেয়া হলো।

$$R_2 = 15 \Omega$$



ক. রোধের উচ্চতা সহগ কাকে বলে?

খ. কোষের অভ্যন্তরীণ রোধ বলতে কী বুঝা?

গ. উচ্চীপকে উচ্চোন্ত বর্তনীর মূল প্রবাহ নির্ণয় কর।

ঘ. উচ্চ বর্তনীর R_3 সাথে 5 Ω রোধ একবার প্রেগিতে এবং আরেকবার সমান্তরালে যুক্ত করলে কোন ক্ষেত্রে বর্তনীর মূল প্রবাহ বেশি হবে পারিপন্থ বিলোবণের মাধ্যমে মতান্তর দাও।

১

২

৩

৪

অনুসন্ধান পর্যায় ৩

১০.৮ পরের উত্তর

ক. প্রতি সেলসিয়াস তাপমাত্রা বৃদ্ধির জন্য একক রোধ সম্পর্ক কোন পরিবাহীর রোধের যে পরিবর্তন হয় তাকে উচ্চ পরিবাহীর রোধের উচ্চতার সহগ বলে।

খ. তড়িৎ কোষযুক্ত কোনো বর্তনীতে যখন প্রবাহ চলে তখন এই প্রবাহ কোষের ডেতের তরল বা অন্যান্য পদার্থের মধ্য দিয়েও প্রবাহিত হয়। কোষের ডেতের তড়িৎ প্রবাহের দিক খণ্ডক পাত থেকে খণ্ডক পাতের দিকে। এই পাতছয়ের মধ্যকার বিভিন্ন পদার্থ তড়িৎ প্রবাহের বিবৃত্যে যে বাধার সৃষ্টি করে তাকে কোষের অভ্যন্তরীণ রোধ বলে। অর্থাৎ কোষের ডেতের দিয়ে তড়িৎ প্রবাহ চলার সময় কোষের অভ্যন্তরীণ তরল ও অন্যান্য পদার্থ তড়িৎ প্রবাহকে যে বাধা প্রদান করে তাকে কোষের অভ্যন্তরীণ রোধ বলে। একে সাধারণ রূপাল প্রকাশ করা হয়।

ঘ. উচ্চীপক অনুযায়ী,

R_2 ও R_3 সমান্তরাল সমবায়ে যুক্ত।

ধরি, সমান্তরাল সমবায়ে তুল্যরোধ R_p হলে,

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

$$\text{বা, } \frac{1}{R_p} = \frac{1}{6} + \frac{1}{15}$$

$$\text{বা, } \frac{1}{R_p} = \frac{7}{30}$$

$$\therefore R_p = 4.3 \Omega$$

আবার, R_p ও R_1 শ্রেণি সমবায়ে যুক্ত।

ধরি, শ্রেণি সমবায়ে তুল্য রোধ R_S হলে,

$$R_S = R_p + R_1$$

$$= 4.3 + 6 = 10.3 \Omega$$

$$\text{আমরা জানি, } I = \frac{E}{R_S + r} = \frac{10}{10.3 + 0.25} = 0.95 \text{ A}$$

অতএব, বর্তনীর মূল প্রবাহ 0.95 A।

ঘ. যদি R_3 রোধের সাথে 5 Ω রোধ প্রেগিতে যুক্ত করায় তুল্য রোধ হবে,

$$R_S = R_3 + 5 = 5 + 5 = 10 \Omega$$

তাহলে, R_S ও R_2 সমান্তরাল সমবায়ে যুক্ত থাকায় তুল্যরোধ R_p হলে,

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

$$\text{বা, } \frac{1}{R_p} = \frac{1}{10} + \frac{1}{15} = \frac{1}{6}$$

$$\therefore R_p = 6 \Omega$$

আবার, R_p ও R_1 প্রেগিতে যুক্ত থাকায় তুল্যরোধ R_{S_1} হলে,

$$R_{S_1} = R_1 + R_p = 6 + 6 = 12 \Omega$$

$$\text{আমরা জানি, } I_S = \frac{E}{R_{S_1} + r} = \frac{10}{12 + 0.25} = 0.82 \text{ A}$$

আবার, R_3 রোধের সাথে 5 Ω রোধ সমান্তরাল সমবায়ে যুক্ত করায় তুল্যরোধ R_p হলে,

$$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_3} + \frac{1}{5}$$

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

$$\text{বা, } \frac{1}{R_p} = \frac{2}{5}$$

$$\therefore R_p = 2.5 \Omega$$

R_p ও R_2 সমান্তরাল সমবায়ে যুক্ত থাকায় তুল্যরোধ R_p হলে,

$$\frac{1}{R_{p_1}} = \frac{1}{R_p} + \frac{1}{15} = \frac{1}{2.5} + \frac{1}{15} = \frac{7}{15}$$

$$\therefore R_{p_1} = 2.14 \Omega$$

R_{p_1} ও R_1 = প্রেগিতে যুক্ত থাকায় তুল্যরোধ R_S হলে,

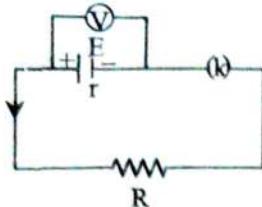
$$R_S = R_{p_1} + R_1 = 2.14 + 6 = 8.14 \Omega$$

$$\text{আমরা জানি, } I_p = \frac{E}{R_S + r} = \frac{10}{8.14 + 0.25} = 1.2 \text{ A}$$

$$\therefore I_p > I_S$$

অতএব, দেখা যাচ্ছে R_3 এর সাথে 5 Ω রোধ সমান্তরাল সমবায়ে যুক্ত করলে বর্তনীর মূল প্রবাহ বেশি হবে।

প্রম্ব ৭১। নিচের বক্টোর চিত্রটি লক্ষ কর :



ক. তড়িচালক শক্তি কাকে বলে?

খ. যখন চাবি খোলা থাকে তখন ভোল্টমিটারে যে পাঠ পাওয়া যায় তাকে কী বলে? চাবি বন্ধ করলে ভোল্টমিটারের পাঠের কী ঘটবে এবং কেন?

গ. উদ্বিগকের কোষের তড়িচালক শক্তি 1.5 V এবং অভ্যন্তরীণ রোধ 2Ω ; R এর মান 10Ω ; চাবি K বন্ধ থাকলে ভোল্টমিটারের পাঠ কত হবে নির্ণয় কর।

ঘ. গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে উদ্বিগকে উল্লেখিত বক্টোর প্রবাহ I এর জন্য একটি রাশিমালা নির্ণয় করে দেখাও যে E যত বেশি হবে। ও তত বেশি হবে।

[অনুশীলনীর প্রশ্ন ৪]

৭১নং প্রশ্নের উত্তর

ক) একক চার্জকে কোষ সমেত কোনো বক্টোর এক বিন্দু থেকে সম্পূর্ণ বক্টোর ঘূরিয়ে আবার ঐ বিন্দুতে নিতে যে কাজ সম্পন্ন করতে হয় তাকে ঐ কোষের তড়িচালক শক্তি বলে।

খ) যখন চাবি খোলা থাকে তখন ভোল্টমিটারে যে পাঠ পাওয়া যায় তাকে মুক্ত বিভব বলে। চাবি বন্ধ করলে ভোল্টমিটার ব্যাটারির তড়িচালক শক্তি E এর সমান ভোল্টেজ প্রদর্শন করবে। কারণ চাবি বন্ধ করলে ব্যাটারির দুপাশের কার্যকর বিভব পার্থক্য ভোল্টমিটারে পাওয়া যাবে এবং সকল প্রবাহ ভোল্টমিটারের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত হবে।

গ) উদ্বিগকের কোষের তড়িচালক শক্তি, $E = 1.5\text{ V}$

অভ্যন্তরীণ, $r = 2\Omega$

বহিঃস্থ রোধ, $R = 10\Omega$

ভোল্টমিটারের পাঠ, $V = ?$

আমরা জানি,

$$V = IR = \left(\frac{E}{R+r} \right) R$$

$$= \frac{1.5\text{ V}}{10\Omega + 2\Omega} \times 10\Omega = 1.25\text{ V}$$

অতএব, ভোল্টমিটারের পাঠ 1.25 V ।

ঘ) উদ্বিগকের বক্টোরে একটি ব্যাটারি, একটি রোধক R , চাবি (K) ও বিভব পার্থক্য পরিমাপের জন্য ভোল্টমিটার V যুক্ত করে তৈরি করা হয়েছে। ব্যাটারির তড়িচালক শক্তি E, অভ্যন্তরীণ রোধ r, তড়িচালক বল ব্যাটারির বাইরে R, রোধের ভেতর দিয়ে এবং ব্যাটারির ভেতর অভ্যন্তরীণ রোধ r এর ভেতর দিয়ে বিন্দুৎপ্রবাহের জন্য শক্তির যোগান দেয়। এ শক্তি ব্যাটারির তড়িচালক শক্তি E-এর সমান।

R এবং R রোধের বাধা অতিক্রম করতে যদি V_1 ও V_2 বিন্দুৎপ্রবাহ বায় হয় তবে,

$$E = V_1 + V_2 \dots \quad (1)$$

এখন বক্টোরে যদি প্রবাহমাত্রা I হয়, তবে R এর দুই পাঞ্চের বিভব পার্থক্য,

$$V_1 = IR \dots \quad (2)$$

এবং r-এর দুই পাঞ্চের বিভব পার্থক্য,

$$V_2 = Ir \dots \quad (3)$$

$$\therefore E = Ir + Ir$$

$$\text{বা, } I = \frac{E}{R+r}$$

$$\text{অর্থাৎ বক্টোর বিন্দুৎপ্রবাহমাত্রা} = \frac{\text{কোষের তড়িচালক}}{\text{বক্টোর মোট রোধ}}$$

∴ বক্টোর তড়িৎ প্রবাহমাত্রা ঐ বক্টোরে প্রযুক্ত তড়িচালক শক্তির সমানুপাতিক এবং বক্টোর মোট রোধের ব্যাস্তানুপাতিক।

অতএব, বক্টোর মোট রোধ শিখের থাকলে তড়িচালক শক্তি E যত বেশি হবে তড়িৎ প্রবাহ I ও তত বেশি হবে।

প্রম্ব ৭২। অনিকের কাছে একটি গ্যালভানোমিটার আছে যা 10 mA পর্যন্ত তড়িৎ প্রবাহ নিরাপদে প্রাপ্ত করতে পারে। কিন্তু অনিকের প্রয়োজন 10 A প্রবাহ পরিমাণ করা। কী করা যায় জানতে চাইলে অর্জন বললে গ্যালভানোমিটারের সমান্তরালে 0.1Ω এর একটি তার লাগিয়ে নাও তাহলেই তুমি 10 A মাপতে পারবে।

ক. শাট কাকে বলে?

খ. শাট কেন ব্যবহার করা হয় এবং এটি কীভাবে কাজ করে ব্যাখ্যা কর।

গ. গাণিতিকভাবে প্রমাণ কর যে, অর্জনের পরামর্শ সঠিক।

ঘ. গ্যালভানোমিটারের সাথে শাট যুক্ত করলে প্রবাহ গ্যালভানোমিটারের ও শাটের মধ্য দিয়ে বিভক্ত হয়ে যায় কেন? শাট ও গ্যালভানোমিটারের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত তড়িৎ প্রবাহের রাশিমালা নির্ণয় করে শাট ব্যবহারের যৌক্তিকতা ব্যাখ্যা কর।

[অনুশীলনীর প্রশ্ন ৫]

৭২নং প্রশ্নের উত্তর

ক) সূক্ষ্ম ও সুবেদী বৈদ্যুতিক যন্ত্রের মধ্য দিয়ে যাতে উচ্চ মাত্রার বিন্দুৎপ্রবাহিত হয়ে যান্তি বিকল করতে না পারে সেজন্য বিকল পথে অতিরিক্ত বিন্দুৎপ্রবাহের নিমিত্তে যন্ত্রের সাথে সমান্তরাল সমবায়ে প্রয়োজনীয় নিম্নমানের যে রোধ সংযুক্ত করা হয় তাকে শাট বলে।

খ) অধিক পরিমাণ তড়িৎ প্রবাহ দিয়ে যাতে গ্যালভানোমিটারকে নষ্ট করতে না পারে সেজন্য গ্যালভানোমিটারের সাথে সমান্তরাল সমবায়ে শাট ব্যবহার করা হয়। এর ফলে মূল প্রবাহ দু-ভাগে বিভক্ত হয়ে যায় এবং শাটের রোধ কম হওয়ায় বেশি পরিমাণ প্রবাহ এর মধ্য দিয়ে প্রবাহিত হয় এবং অর্ধ পরিমাণ প্রবাহ গ্যালভানোমিটারের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত হয়। এতে গ্যালভানোমিটার নষ্ট হওয়ার হাত থেকে রক্ষা পায়।

ঘ) উদ্বিগক থেকে পাই,

অনিকের গ্যালভানোমিটারে প্রাপ্ত প্রবাহ, $I_g = 10\text{ mA} = 10^{-2}\text{ A}$

মূল প্রবাহ, $I = 10\text{ A}$

গ্যালভানোমিটারের রোধ, $G = 100\Omega$

10 A তড়িৎ প্রবাহ মাপার জন্য গ্যালভানোমিটারের সমান্তরালে S মানের শাট প্রয়োজন হলে,

$$\text{আমরা জানি, } I_g = \frac{S}{G+S} I$$

$$\text{বা, } SI = I_g G + I_g S$$

$$\text{বা, } S(I - I_g) = I_g G$$

$$\therefore S = \frac{I_g G}{I - I_g}$$

$$= \frac{10^{-2}\text{ A} \times 100\Omega}{10\text{ A} - 10^{-2}\text{ A}}$$

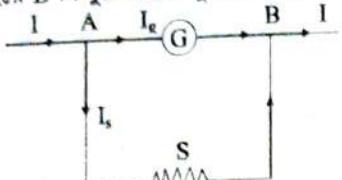
$$= 0.1\Omega$$

অতএব, গাণিতিকভাবে প্রমাণিত হলো যে, অর্জনের পরামর্শ সঠিক।

ঘ) গ্যালভানোমিটারের সাথে শাট যুক্ত করলে প্রবাহ চলার জন্য দুটি পথ সৃষ্টি হবে বলে প্রবাহ গ্যালভানোমিটার ও শাটের মধ্য দিয়ে বিভক্ত হয়ে যায়।

মূল প্রবাহের সাথে গ্যালভানোমিটারের প্রবাহ ও ব্যবহৃত শাট্টের প্রবাহের সম্পর্ক আছে।

যুক্তিসহ বিশ্লেষণ : ধরি, G রোধবিশিষ্ট একটি গ্যালভানোমিটারের A ও B প্রান্তের সাথে সমন্বয়ের সমবায়ে S মানের রোধ শাট্ট হিসেবে যোগ করা হয়েছে। বর্তনীর মূল তড়িৎ প্রবাহমাত্রা I , A বিন্দুতে পৌছে গ্যালভানোমিটারের মধ্য দিয়ে I_g এবং শাট্টের মধ্য দিয়ে I_s পরিমাণ তড়িৎ প্রবাহিত হয়ে B বিন্দুতে এসে পুনরায় I হবে।



$$\text{অর্থাৎ } I = I_g + I_s \quad (1)$$

যদি A ও B বিন্দুর মধ্যে বিভেদ পার্থক্য ($V_A - V_B$) হয়, তাহলে ও মের সূত্র হতে পাই,

$$V_A - V_B = I_g G \quad (2)$$

$$\text{এবং } V_A - V_B = I_s S \quad (3)$$

(নথি ৩) সূজনশীল পদার্থবিজ্ঞান বিতীয় পত্র একাদশ-স্বাদশ শ্রেণি

সমীকরণ (২) নং ও (৩) নং হতে পাই,

$$I_g G = I_s S$$

$$\text{বা, } \frac{I_g}{I_s} = \frac{S}{G}$$

$$\text{বা, } 1 + \frac{I_g}{I_s} = \frac{S}{G} + 1$$

$$\text{বা, } \frac{I_s + I_g}{I_s} = \frac{S + G}{G}$$

$$\text{বা, } \frac{I}{I_s} = \frac{S + G}{G}; [\text{সমীকরণ (১) হতে } I = I_s + I_g]$$

$$\text{বা, } I_g = \frac{I \times G}{S + G} \quad (8)$$

আবার, সমীকরণ (১) নং হতে,

$$I_g = I - I_s = I - \frac{IG}{S + G} = \frac{IS + IG - IG}{S + G} = \frac{IS}{S + G}$$

$$\text{বা, } I_g = \frac{I \times S}{S + G}$$

শাট্ট ব্যবহারের যৌক্তিকতা : বর্তনীতে শাট্ট ব্যবহার করা যৌক্তিক কারণ এটি ব্যবহারের ফলে গ্যালভানোমিটার ক্ষতির হাত থেকে রক্ষা পায় এবং প্রয়োজনীয় যেকোনো ধরনের প্রবাহ পরিমাপ করা সম্ভব হয়।

৩ তফাজ্জল, মহিউদ্দিন, নীলকুর, হুমায়ুন ও আতিকুর স্যারের বইয়ের অনুশীলনীর সূজনশীল প্রশ্ন ও উত্তর

প্রশ্ন ৭৩। স্বাদশ শ্রেণীর ছাত্রী লিমা, ল্যাবরেটরীতে একই উপাদানের সমান দৈর্ঘ্য বিশিষ্ট দুটি সূত্র সূষ্ম তার A এবং B এর মধ্যে তড়িৎ প্রবাহের তাপীয় ক্রিয়া পর্যবেক্ষণ করছিল। A এর ব্যাস B এর ব্যাসের চাইতে ছিগুণ বেশি। A -এর রোধ 100 ohm এবং A তারের মধ্যে দিয়ে 10 min ধরে $2A$ তড়িৎ প্রবাহ প্রেরণ করা হলো।

ক. তড়িৎ প্রবাহের ফলে তাপ উৎপন্ন হওয়ার কারণ ব্রূপ তিনটি রাশির নাম উল্লেখ কর।

খ. উক্ত তিনটি রাশি কীভাবে তড়িৎ প্রবাহের তাপীয় ক্রিয়াকে প্রভাবিত করে—ব্যাখ্যা কর।

গ. লিমা যে তড়িঢালক উৎস ব্যবহার করেছে সে উৎস কর্তৃক কৃত কাজের পরিমাণ এবং তারে উৎপন্ন তাপের পরিমাণ নির্ণয় কর।

ঘ. A ও B তার দুটি শ্রেণি সমবায়ে যুক্ত করে এদের মধ্য দিয়ে একটি নির্দিষ্ট সময়ের জন্য তড়িৎ প্রবাহ প্রেরণ করা হলো B তারে উৎপন্ন তাপ A তারে উৎপন্ন তাপের চাইতে কি বেশি বা কম হবে? কত বেশি বা কম হবে—উত্তরের সপক্ষে গাণিতিক যুক্তি দেখাও।

[অনুশীলনীর পৰ্ম ১]

গুরুত্বপূর্ণ এখানে, রোধ, $R = 100 \Omega$

$$\text{তড়িৎ প্রবাহ, } i = 2 \text{ A}$$

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

$$\text{উৎপন্ন তাপের পরিমাণ, } H = ?$$

$$\text{কৃতকাজের পরিমাণ, } W = ?$$

$$\text{আমরা জানি, } H = i^2 R t$$

$$= (2)^2 \times 100 \Omega \times 600 \text{ s} = 24 \times 10^4 \text{ J}$$

$$\therefore \text{উৎপন্ন তাপের পরিমাণ} = 24 \times 10^4 \text{ J}$$

$$\therefore \text{উৎপন্ন তাপের পরিমাণ} = \text{কৃতকাজের পরিমাণ}$$

$$\therefore \text{কৃতকাজের পরিমাণ} = 24 \times 10^4 \text{ J.}$$

গুরুত্বপূর্ণ এখানে A তারের ব্যাস B এর ব্যাসের চাইতে ছিগুণ। এখানে দুটি তারের দৈর্ঘ্য সমান।

মনে করি, B তারের ব্যাস = r_1

$$\therefore A \text{ তারের ব্যাস} = 2r_1$$

$$\therefore B \text{ তারের ব্যাসার্ধ} = \frac{r_1}{2}$$

$$\therefore A \text{ তারের ব্যাসার্ধ} = r_1$$

এখানে, A তারের রোধ, $R_a = 100 \text{ ohm}$

মনে করি, B তারের রোধ = R_b

আমরা জানি, তারের রোধ তারের ব্যাসার্ধের বর্গের ব্যন্তানুপাতিক

$$\frac{R_b}{R_a} = \left(\frac{\frac{r_1}{2}}{r_1}\right)^2$$

$$\text{বা, } \frac{R_b}{R_a} = \frac{1}{4}$$

$$\text{বা, } R_b = 4 \times R_a$$

$$\text{বা, } R_b = 4 \times 100$$

$$\therefore R_b = 400 \text{ ohm.}$$

$$\therefore B \text{ তারের রোধ} = 400 \text{ ohm.}$$

এখন মনে করি, A ও B তারের মধ্যে দিয়ে t সময় ধরে বিন্দুতে প্রবাহিত হচ্ছে। আবার রোধ দুটি শ্রেণি সমবায়ে যুক্ত।

$$\therefore R_a = R_1 + R_2$$

$$= (100 + 400) \text{ ohm} = 500 \text{ ohm.}$$

মনে করি, শ্রেণী সমবায়ে যুক্ত A ও B তারের মধ্য দিয়ে I পরিমাণ

তড়িৎ প্রবাহ প্রেরণ করা হলো।

$$\therefore A \text{ তারে উৎপন্ন তাপের পরিমাণ, } H_1 = I^2 R_a \times t$$

$$= (1^2 \times 100 \times t) \text{ J} = 100 I^2 t \text{ J}$$

ক. তড়িৎ প্রবাহের ফলে তাপ উৎপন্ন হওয়ার কারণ ব্রূপ তিনটি রাশি নির্দিষ্ট সময়ের জন্য তড়িৎ প্রবাহ প্রেরণ করা হলো—(১) তড়িৎ প্রবাহ I , (২) পরিবাহকের রোধ R ও (৩) সময় কাল t ।

খ. উক্ত তিনটি রাশি নির্বলিষ্ঠিতভাবে তড়িৎ প্রবাহের তাপীয় ক্রিয়াকে প্রভাবিত করে—

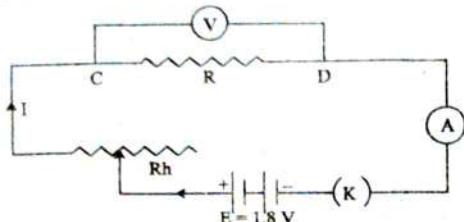
(১) তড়িৎ পরিবাহার রোধ R ও প্রবাহকাল t অপরিবর্তিত থাকলে প্রবাহের দরুন উচ্চত তাপ H প্রবাহের বর্ণের সমানুপাতিক, অর্থাৎ $H \propto I^2$; যখন R ও t স্থির থাকে।

(২) প্রবাহমাত্রা I এবং প্রবাহকাল t অপরিবর্তিত থাকলে প্রবাহার রোধ R , প্রবাহের দরুন উচ্চত তাপ H , পরিবাহার রোধের সমানুপাতিক, অর্থাৎ $H \propto R$; যখন I ও t স্থির থাকে।

(৩) পরিবাহার রোধ R এবং প্রবাহমাত্রা I অপরিবর্তিত থাকলে প্রবাহার রোধে তড়িৎ প্রবাহের দরুন উচ্চত তাপ H প্রবাহকালের সমানুপাতিক, অর্থাৎ $H \propto t$; যখন, R ও I স্থির থাকে।

- B তারে উৎপন্ন তাপের পরিমাণ, $H_2 = I^2 R_b \times t$
 $= I^2 \times 400 \times t = 400 I^2 t$ J
 B তারে উৎপন্ন তাপ A তারে উৎপন্ন তাপের চেয়ে বেশি হবে।
 তার দুটির তাপের পার্থক্য $= (400 I^2 t - 100 I^2 t)$ J
 $= 300 I^2 t$ J
 A তারে উৎপন্ন তাপ B তারের চেয়ে $300 I^2 t$ J কম হবে।

প্রশ্ন ৭৪। লিমা চিত্রানুযায়ী বর্তনী সংযোগ করে এবং রোধ পরিবর্তন করে, অ্যামিটার ও ভোল্টমিটারের পাঠ পর্যবেক্ষণ করছিল। এক পর্যায়ে অ্যামিটারের পাঠ ছিল 5A এবং ভোল্টমিটারের পাঠ ছিল 1.8 V।



- ক. সরল বর্তনী কী?
 খ. কোষের তড়িচালক বল বলতে কী বুওয়ায়?
 গ. উদ্ধীপকে কোনো পরীক্ষায় অ্যামিটারের পাঠ 5 A এবং ভোল্টমিটারের পাঠ 1.8 V পাওয়া গেল। কোষটির অভ্যন্তরীণ রোধ কত?
 ঘ. উদ্ধীপকে উল্লিখিত বর্তনীতে R_h এর মান পরিবর্তন করলে ভোল্টমিটার ও অ্যামিটারের পাঠ কীরূপ পরিবর্তন হবে লেখচিত্র অঙ্কন করে বিশ্লেষণ কর।

[অনুশীলনীর প্রশ্ন ৫]

৭৪নং প্রশ্নের উত্তর

ক. যে তড়িৎ বর্তনীর সব অংশে একই মাত্রার তড়িৎ প্রবাহিত হয় অর্থাৎ যে বর্তনীতে সর্বত্র একই প্রকার তড়িৎ প্রবাহ চলে, তাই সরল বর্তনী।

খ. প্রতি একক আধানকে কোষ সমেত কোনো বর্তনীর এক বিন্দু থেকে সম্পূর্ণ বর্তনী ঘূরিয়ে আবার ঐ বিন্দুতে আনতে যে কাজ সম্পন্ন হয় তাকে অর্থাৎ কোষ যে তড়িৎ শক্তি সরবরাহ করে তাকে ঐ কোষের তড়িচালক শক্তি বলে। অন্যভাবে খোলা তড়িৎ কোষের দু-প্রান্তের বিভব পার্থক্যকে কোষের তড়িচালক শক্তি বলে। একে E হারা প্রকাশ করা হয়। প্রতি আধানকে কোষ সমেত কোনো বর্তনীর এক বিন্দু থেকে সম্পূর্ণ বর্তনী ঘূরিয়ে পুনরায় ঐ বিন্দুতে আনতে যদি W পরিমাণ কাজ সম্পন্ন হয়, তাহলে কেবলের তড়িচালক বল বা শক্তি, $E = \frac{W}{q}$ ।

তড়িচালক বলের একক $J C^{-1}$ বা V।

গ. আমরা জানি,

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

$$\text{বা, } IR + Ir = E$$

$$\text{বা, } Ir = E - IR$$

$$\text{বা, } r = \frac{E}{I} - R$$

$$= \frac{E}{I} - \frac{V}{I} = \frac{1.8}{5} - \frac{1.8}{5} = 0$$

অতএব, কোষটির অভ্যন্তরীণ রোধ শূন্য।

ঘ. উদ্ধীপকের বর্তনীতে চাবি বস্থ করে তড়িৎ প্রবাহ চালনা করলে অ্যামিটার থেকে বর্তনীর তথা স্থির মানের রোধের মধ্য দিয়ে তড়িৎ প্রবাহের মান I_1 এবং ভোল্টমিটার থেকে স্থির মানের রোধের দুই প্রান্তের বিভব পার্থক্য V_1 পাওয়া যায়। এখন বর্তনীতে পরিবর্তনশীল রোধ R_h পরিবর্তন করলে অ্যামিটার ও ভোল্টমিটারের পাঠ পরিবর্তন হবে। এখন R_h এর পরিবর্তনে অ্যামিটার থেকে পুনরায় প্রবাহ I_2 এবং ভোল্টমিটার থেকে বিভব পার্থক্য V_2 পাওয়া যাবে। এভাবে I_3, I_4 ও I_n প্রবাহের জন্য যথাক্রমে বিভব পার্থক্য V_3, V_4 ও V_n পাওয়া যাবে।

এই ফলাফল বিশ্লেষণ করে পাওয়া যাবে

$$\frac{V_1}{I_1} = \frac{V_2}{I_2} = \frac{V_3}{I_3} = \dots = \frac{V_n}{I_n} = R = \text{ধূর সংখ্যা}, \text{স্থির মানের রোধের সমান।}$$

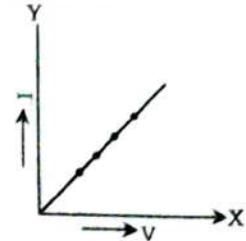
$$\text{অর্থাৎ } \frac{V}{I} = \text{ধূর বা } \frac{1}{V} = \text{ধূর}$$

যেহেতু এ পরীক্ষায় তাপমাত্রার কোনো পরিবর্তন হয় না।

সূতরাং স্থির তাপমাত্রায় $I \propto V$ । অর্থাৎ

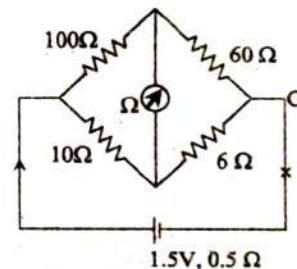
প্রবাহ বিভব পার্থক্যের সমানুপাতিক।

এখন একটি ছক কাগজে সুবিধাজনক একক নিয়ে Y অক্ষের দিকে অ্যামিটারের পাঠ এবং X-অক্ষের দিকে আনুষঙ্গিক ভোল্টমিটারের পাঠ স্থাপন করে যে লেখচিত্র পাওয়া যায় তা একটি মূল বিন্দুগামী সরলরেখা।



অতএব, উপরোক্ত বিশ্লেষণের আলোকে বলা যায় যে, উদ্ধীপকে উল্লিখিত বর্তনীতে R_h এর মান পরিবর্তন করলে ভোল্টমিটার ও অ্যামিটারের পাঠ সমানুপাতিক হাবে পরিবর্তিত হবে।

প্রশ্ন ৭৫। একটি হুইটস্টোন ব্রীজের তিন বাহুর রোধ 10Ω, 100Ω ও 60Ω ছিল এবং অজানা রোধ নির্ণয় করা হল 6Ω কোষের তড়িচালক বল 1.5V এর অভ্যন্তরীণ রোধ 0.5Ω।



ক. হুইটস্টোন ব্রীজ নীতিটি কী?

খ. এই নীতির সাহায্যে কিভাবে রোধ নির্ণয় করা যায়—
ব্যাখ্যা কর।

গ. উদ্ধীপকে উল্লিখিত কোষের মধ্য দিয়ে তড়িৎ প্রবাহ কত নির্ণয় কর।

ঘ. গ্যালভানোমিটারের স্থানে ব্যাটারি এবং ব্যাটারির স্থানে গ্যালভানোমিটারের স্থাপন করলে কী হুইটস্টোন ব্রীজ নীতির পরিবর্তন হবে? যুক্তিসহ উত্তর দাও।

[অনুশীলনীর প্রশ্ন ৪]

৭৫নং প্রশ্নের উত্তর

ক. চারটি রোধ পরপর শ্রেণিবস্তুতে সাজানো থাকলে গ্যালভানো-মিটারের বিক্ষেপিবহীন অবস্থায় প্রথম ও ছিতোৱ বাহুর রোধের অনুপাত এবং তৃতীয় ও চতুর্থ বাহুর রোধের অনুপাত সমান হয় এটিই হুইটস্টোন ব্রীজ নীতি।

খ. হুইটস্টোন ব্রীজ নীতিটি হলো : $\frac{P}{Q} = \frac{R}{S}$

মিটার ব্রীজের ব্যবহারের দ্বারা অজানা রোধ নির্ণয়ে হুইটস্টোন ব্রীজ নীতি ব্যবহার করা হয়। P হলো জানা রোধ, Q হলো অজ্ঞাত রোধ এবং R ও S হলো 1m লম্বা তারের বাম ও ডান অংশের রোধ। P, Q, R এর মান জানা থাকলে $S = \frac{QR}{P}$ সূত্র হতে S এর মান নির্ণয় করা সম্ভব।

গ. এখানে, $P = 100\Omega, Q = 60\Omega, R = 10\Omega, S = 6\Omega$

কোষের তড়িচালক বল, $E = 1.5\text{ V}$

এবং অভ্যন্তরীণ রোধ, $r = 0.5\Omega$

কোষের মধ্য দিয়ে তড়িৎপ্রবাহ, $I = ?$

এখানে, $\frac{P}{Q} = \frac{100\Omega}{60\Omega} = \frac{5}{3}$ এবং $\frac{R}{S} = \frac{10\Omega}{6\Omega} = \frac{5}{3}$

অর্থাৎ, $\frac{P}{Q} = \frac{R}{S}$, সুতরাং হাইটস্টোন ব্রীজটি সাম্যাবস্থায় আছে।

এক্ষেত্রে গ্যালভানোমিটারের মধ্য দিয়ে কোনো তড়িৎ প্রবাহিত হবে না এবং P, Q রোধস্থ এবং R, S রোধস্থ শ্রেণিতে যুক্ত।

$$P, Q \text{ এর তুল্যরোধ} = P + Q = 100 \Omega + 60 \Omega = 160 \Omega$$

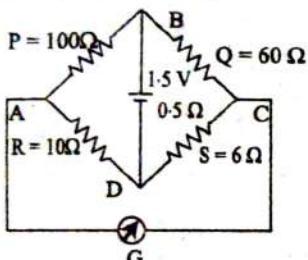
$$\text{এবং } R, S \text{ এর তুল্যরোধ} = R + S = 10 \Omega + 6 \Omega = 16 \Omega$$

$$\text{কোষের বহিঃপ্রবাহ বর্তনীর তুল্যরোধ}, R_1 = \left(\frac{1}{160 \Omega} + \frac{1}{16 \Omega} \right)^{-1} = \frac{160 \Omega}{11}$$

$$\text{সুতরাং কোষের মধ্য দিয়ে তড়িৎপ্রবাহ}, I = \frac{E}{R' + r} = \frac{1.5 \text{ V}}{\frac{160 \Omega}{11} + 0.5 \Omega} = 0.0997 \text{ A} = 99.7 \text{ m A}$$

ঘ. গ্যালভানোমিটারের স্থানে ব্যাটারি এবং ব্যাটারির স্থানে গ্যালভানোমিটারের স্থাপন করলে হাইটস্টোন ব্রীজ নীতির পরিবর্তন হবে না।

যুক্তি বিবরণ : পরিবর্তিত বর্তনীটি নিম্নরূপ :



ধরি, B ও D বিন্দুর মধ্যকার বিভব পার্থক্য, V

এবং গ্যালভানোমিটারটি সাম্যাবস্থায় আছে, অর্থাৎ $I_g = 0$

$$\text{তাহলে BAD লুপের মধ্য দিয়ে তড়িৎপ্রবাহ}, I_1 = \frac{V}{P + R}$$

$$\text{এবং BCD লুপের মধ্য দিয়ে তড়িৎপ্রবাহ}, I_2 = \frac{V}{Q + S}$$

$$\therefore A \text{ বিন্দুর বিভব}, V_1 = V - I_1 P = V - \frac{V}{P + R} P$$

$$\text{এবং } C \text{ বিন্দুর বিভব}, V_2 = V - I_2 Q = V - \frac{V}{Q + S} Q$$

গ্যালভানোমিটারের তড়িৎ প্রবাহ শূন্য হওয়ায়, $V_1 = V_2$

$$\text{বা, } V - \frac{V}{P + R} P = V - \frac{V}{Q + S} Q$$

$$\text{বা, } -\frac{V}{P + R} P = -\frac{V}{Q + S} Q$$

$$\text{বা, } \frac{P}{P + R} = \frac{Q}{Q + S}$$

$$\text{বা, } \frac{P + R}{P} = \frac{Q + S}{Q}$$

$$\text{বা, } 1 + \frac{R}{P} = 1 + \frac{S}{Q}$$

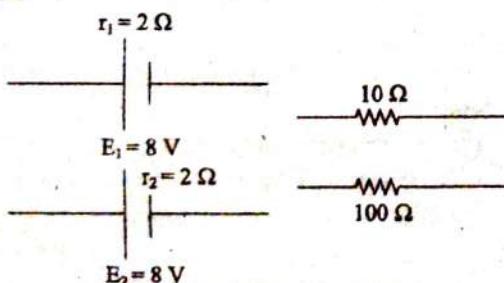
$$\text{বা, } \frac{R}{P} = \frac{S}{Q}$$

$$\text{বা, } \frac{P}{Q} = \frac{R}{S}, \text{ যা হাইটস্টোন ব্রীজ নীতি।}$$

অতএব গ্যালভানোমিটারের স্থানে ব্যাটারী এবং ব্যাটারির স্থানে গ্যালভানোমিটারের স্থাপন করলে হাইটস্টোন ব্রীজ নীতির পরিবর্তন হবে না।

৩ গনি, সুশাস্ত, মজিবুর ও রোজারিও স্যারের অনুশীলনীর সূজনশীল প্রশ্ন ও উত্তর

নিচের চিত্রটি লক্ষ কর :



ক. মিটার ব্রীজ কোন নীতিতে কাজ করে?

খ. একটি পটেনশিওমিটার বিভব পতন পদ্ধতিতে কাজ করে কেন?

গ. উল্লিপকে একটি কোষ ও রোধ দুটিকে সমান্তরালভাবে যুক্ত করে কির্ণফের পদ্ধতিতে প্রতিটি তারে প্রবাহিত তড়িতের মান নির্ণয় কর।

ঘ. উল্লিপকে কোষস্থানে কীভাবে কোনো রোধের সাথে যুক্ত করলে অধিক তড়িৎ প্রবাহ পাওয়া যাবে আলোচনা কর।

(অনুশীলনীর প্রশ্ন ১)

৪ ৭৬নং প্রশ্নের উত্তর

ক. মিটার ব্রীজ হাইটস্টোন ব্রীজ নীতিতে কাজ করে।

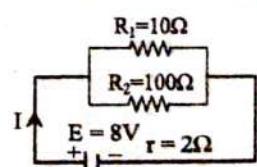
খ. পটেনশিওমিটারের সাহায্যে বিভব পতন পদ্ধতিতে বিভব পার্থক্য ও কোষের তড়িতালক বল পরিমাপ করা হয়। এর মধ্য দিয়ে তড়িৎ প্রবাহ স্থির থাকলে তারের যেকোনো অংশের বিভব পার্থক্য তারের এই অংশের সমানুপাতিক হয়। এটিই এর মূলনীতি যার উপর ভিত্তি করে এটি কাজ করে।

গ. উল্লিপকের একটি কোষ ও রোধ দুটিকে সমান্তরালে যুক্ত করে

$$\text{পাই}, R_1 = 10 \Omega, R_2 = 100 \Omega$$

তড়িতালক শক্তি, E = 8 V

অভ্যন্তরীণ রোধ, r = 2 Ω



এখন, R₁ ও R₂ এর তুল্যরোধ R_p হলে,

$$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} = \frac{1}{10 \Omega} + \frac{1}{100 \Omega} = \frac{10 + 1}{100 \Omega} = \frac{11}{100} \Omega$$

$$\therefore R_p = \frac{100}{11} \Omega$$

এখন বর্তনীর মূল প্রবাহ I হলে,

$$I = \frac{E}{R_p + r} = \frac{8 \text{ V}}{\left(\frac{11}{100} + 2 \right) \Omega} = 3.79 \text{ A}$$

এখন, R₁ এর মধ্য দিয়ে প্রবাহিত তড়িৎ,

$$I_1 = \left(\frac{100}{10 + 100} \times 3.79 \right) \text{ A} = 3.45 \text{ A}$$

এখন, R₂ এর মধ্য দিয়ে প্রবাহিত তড়িৎ,

$$I_2 = \left(\frac{10}{10 + 100} \times 3.79 \right) \text{ A} = 0.34 \text{ A}$$

অতএব, তারব্বের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত তড়িতের মান যথাক্রমে 3.45 A ও 0.34 A।

গ. উল্লিপকে কোষ দুটিকে প্রেরিতে যুক্ত করে কোনো রোধের সাথে সংযোগ দিলে অধিক তড়িৎ প্রবাহ পাওয়া যাবে।

প্রথমত, কোষ দুটিকে সমান্তরালে যুক্ত করে R = 10Ω মানের একটি রোধের সাথে সংযোগ দিলে বর্তনীর তুল্য তড়িতালক শক্তি হবে E এবং তুল্য অভ্যন্তরীণ রোধ হবে,

$$r_p = \frac{1}{2}$$

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

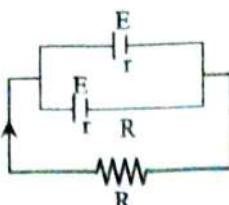
এক্ষেত্রে প্রবাহমাত্রা, I_1 হলো,

$$I_1 = \frac{E}{R + r_p}$$

$$= \left(\frac{8}{R + 1} \right) A = \left(\frac{8}{10 + 1} \right) A = \frac{8}{11} A = 0.73 A$$

আবার, কোষ দুটিকে শ্রেণিতে যুক্ত করে একই রোধ R এর সাথে সংযোগ দিলে,

এক্ষেত্রে, তুল্য তড়িচালক শক্তি হবে



$$2E = 8 V \times 2 = 16 V$$

$$\text{তুল্য অভ্যন্তরীণ রোধ}, r_s = r + r = (2 + 2) \Omega = 4 \Omega$$

এখন, বর্তনীর তড়িৎ প্রবাহ I_2 হলো,

$$I_2 = \frac{16 V}{10 \Omega + 4 \Omega} = \frac{16 V}{14 \Omega} = 1.14 A$$

এখনে, $I_2 > I_1$

অতএব, কোষ দুটিকে শ্রেণিতে যুক্ত করে কোনো রোধের সাথে সংযোগ দিলে অধিক তড়িৎ প্রবাহ পাওয়া যাবে।

বিন্দু একটি কপারের তারকে টেনে লঘা করায় এর ব্যাসার্ধ আদি ব্যাসার্ধের এক-তৃতীয়াংশ হয় এবং এরপর একে সমান দুই ভাগে বিভক্ত করা হলো। এই দুই অংশকে একবার সমান্তরালভাবে এবং আরেকবার শ্রেণিতে যুক্ত করা হলো।

ক. তড়িচালক বল কী? ১

খ. কার্শকের ১ম সূত্র চার্জের সংরক্ষণ নীতি মেনে চলে কেন? ২

গ. উদ্ধীপকে সমবায় দুটির তুলনামূলক বিপ্লবণ কর। ৩

ঘ. উদ্ধীপকে দুটি ভিন্ন সমবায়ের ক্ষেত্রে রোধবয়ে উৎপন্ন তাপের পরিমাণ সমান থাকবে কী? উত্তরের সপক্ষে যুক্তি দাও। ৪

[অনুশীলনীর প্রশ্ন ৪]

৩৩ ৭৭নং প্রশ্নের উত্তর

ক. এক একক আধানকে কোষ সমেত কোনো বর্তনীর এক বিন্দু থেকে সম্পূর্ণ বর্তনী ঘূরিয়ে আবার ঐ বিন্দুতে আনতে যে পরিমাণ কাজ সম্পন্ন হয় তাকে ঐ কোষের তড়িচালক বল বলে।

খ. কার্শকের ১ম সূত্র থেকে আমরা পাই, বিন্দুৎ বর্তনীর কোনো সংযোগ বিন্দুতে মিলিত প্রবাহমাত্রাগুলোর যীজগাপিতিক যোগফল শূন্য হয়। আবার আমরা জানি, প্রবাহমাত্রা হলো চার্জের প্রবাহ। এখন সংযোগ বিন্দুতে প্রবাহমাত্রাগুলোর যোগফল যদি শূন্য না হয় তাহলে ঐ বিন্দুতে চার্জের সূচিতা বা ধৰণ হওয়া বুঝায়। যা চার্জের নিয়ত্যাত্মক সূত্রের সম্পূর্ণ পরিপন্থী। তবে বর্তনীর কোথাও চার্জ সঞ্চিত হতে পারে না। কিন্তু এই সূত্রানুসারে $2I = 0$ । অর্থাৎ কির্শকের ১ম সূত্র চার্জের সংরক্ষণ নীতি মেনে চলে।

গ. উদ্ধীপকে উল্লিখিত সমবায় দুটি হলো রোধের সমান্তরাল ও শ্রেণি সমবায়।

১. শ্রেণি সমবায়ে প্রথম রোধের শেষ প্রাতের সাথে বিতীয় রোধের প্রথম প্রাত, বিতীয় রোধের প্রথম প্রাতের সাথে তৃতীয় রোধের প্রথম প্রাত এবং রোধগুলো পর পর যুক্ত থাকে। অন্যদিকে সমান্তরাল সমবায়ে সবগুলো রোধের এক প্রাত একটি সাধারণ বিন্দুতে এবং অপর প্রাত অন্য একটি সাধারণ বিন্দুতে সংযুক্ত থাকে।

২. সমান্তরাল সমবায়ের প্রত্যেকটি মোধের দুই প্রাতের বিভিন্ন পার্শ্বক্য একই থাকলেও শ্রেণি সমবায়ে একই থাকে না।

৩. শ্রেণি সমবায়ে প্রত্যেকটি রোধের মধ্য দিয়ে একই পরিমাণ তড়িৎ প্রবাহিত হলেও সমান্তরাল সমবায়ে ভিন্ন ভিন্ন রোধের মধ্য দিয়ে ভিন্ন ভিন্ন পরিমাণ তড়িৎ প্রবাহিত হয়।

৪. শ্রেণি সমবায়ের তুল্যরোধ, শ্রেণিতে সংযুক্ত সবচেয়ে বড় মানের রোধের চেয়েও বেশি। অন্যদিকে সমান্তরাল সমবায়ের তুল্যরোধ সংযুক্ত সবচেয়ে ছোটমানের রোধের চেয়েও ছোট।

৫. বাসবাড়িতে শ্রেণি সমবায়ের চেয়ে সমান্তরাল সমবায়ই উন্নত।

৬. সমান্তরাল সমবায়ের প্রত্যেকটি রোধকে আলাদা আলাদা সুইচের মাধ্যমে অন, অফ করা গেলেও শ্রেণি সমবায়ে তা সম্ভব নয়।

৭. রোধের মান বৃদ্ধির জন্য শ্রেণি সমবায়ে সংযুক্ত করা হয় এবং রোধের মান কমাবার জন্য সমান্তরাল সমবায়ে সংযুক্ত করা হয়।

ঘ. উদ্ধীপকে দুটি ভিন্ন সমবায়ের ক্ষেত্রে রোধবয়ে উৎপন্ন তাপের মান সমান থাকবে না।

উত্তরের সপক্ষে যুক্তি : আমরা জানি, তড়িৎ প্রবাহের ফলে উৎপন্ন তাপ, প্রবাহমাত্রা, রোধ ও সময়ের উপর নির্ভর করে। এখনে প্রবাহমাত্রা ও সময়ের উল্লেখ নেই বলে আমরা রোধের উপর ভিত্তি করে ব্যাখ্যা করতে পারি। কারণ প্রবাহমাত্রা ও সময়কাল স্থির থাকলে উৎপন্ন তাপ রোধের সমানুপাতিক, অর্থাৎ রোধ বেশি হলে উৎপন্ন তাপ বেশি হবে এবং রোধ কম হলে উৎপন্ন তাপও কম হবে। এখন, মনে করি কপারের তারটির আদিদৈর্ঘ্য L_1 , আবার ব্যাসার্ধ r_1 এবং আদি প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্র $A_1 = \pi r_1^2$ ।

সুতরাং লঘা করার পর তারটির ব্যাসার্ধ, $r_2 = \frac{L_1}{3}$, দৈর্ঘ্য L_2 এবং

$$\text{প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল } A_2 = \pi r_2^2 = \pi \cdot \left(\frac{L_1}{3} \right)^2 = \frac{\pi \cdot L_1^2}{9} = \frac{A_1}{9}$$

এখন, আয়তন স্থির বলে, $L_1 \times A_1 = L_2 \times A_2$

$$\text{বা, } L_2 = \frac{L_1 \times A_1}{A_2} = \frac{L_1 \times A_1}{A_1/9}$$

$$\therefore L_2 = 9L_1$$

এখন, তারের আদি রোধ R_1 এবং আপেক্ষিক রোধ ρ হলে

$$R_1 = \rho \cdot \frac{L_1}{A_1}$$

$$R_2 = \rho \cdot \frac{L_2}{A_2} = \rho \cdot \frac{9L_1}{A_1/9} = \rho \cdot \frac{9 \times 9L_1}{A_1} = 81 \cdot \rho \frac{L_1}{A_1} = 81 R_1$$

এখন, সমান দুই অংশে বিভক্ত করলে, প্রত্যেক অংশের রোধ হবে,

$$\frac{81 R_1}{2} = 40.5 R_1 \quad [\because \text{রোধ দৈর্ঘ্যের সমানুপাতিক}]$$

এখন, তারের অংশ দুটিকে সমান্তরালে সংযুক্ত করলে তুল্যরোধ হয়ে,

$$R_p = \frac{40.5 R_1 \times 40.5 R_1}{40.5 R_1 + 40.5 R_1} = 20.25 R_1$$

আবার, তার দুটি শ্রেণিতে সংযুক্ত করলে, তুল্য রোধ হবে,

$$R_s = 40.5 R_1 + 40.5 R_1 = 81 R_1$$

এখনে, $R_s > R_1$

$$\therefore IR_s^2 > IR_p^2 \quad [I \text{ ও } t \text{ স্থির বলে]$$

$$\therefore H_1 > H_2 \quad [\text{এখনে, } H_1 = IR_s^2 t \text{ এবং } H_2 = IR_p^2 t \text{ ধরে}]$$

অতএব, শ্রেণি সমবায়ের ক্ষেত্রে উৎপন্ন তাপের পরিমাণ বেশি হবে। অর্থাৎ উদ্ধীপকে দুটি ভিন্ন সমবায়ের ক্ষেত্রে রোধবয়ে উৎপন্ন তাপের পরিমাণ সমান থাকবে না।

ঘ. অনুশীলনীর সূজনশীল প্রশ্ন ৫-এর উত্তরের জন্য সূজনশীল প্রশ্ন ১৮-এর উত্তর মুক্তি।

ঘ. অনুশীলনীর সূজনশীল প্রশ্ন ৭-এর উত্তরের জন্য অধ্যায় ২-এর সূজনশীল প্রশ্ন ২০-এর উত্তর মুক্তি।

প্রশ্ন ৮০। অনুশীলনীর সৃজনশীল প্রশ্ন ৮-এর উত্তরের জন্য সৃজনশীল প্রশ্ন ২০-এর উত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ৮১। অনুশীলনীর সৃজনশীল প্রশ্ন ৯-এর উত্তরের জন্য সৃজনশীল প্রশ্ন ২২-এর উত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ৮২। অনুশীলনীর সৃজনশীল প্রশ্ন ১০-এর উত্তরের জন্য সৃজনশীল প্রশ্ন ২৬-এর উত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ৮৩। অনুশীলনীর সৃজনশীল প্রশ্ন ১১-এর উত্তরের জন্য সৃজনশীল প্রশ্ন ২৩-এর উত্তর দ্রষ্টব্য।

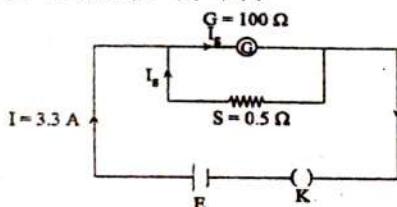
প্রশ্ন ৮৪। অনুশীলনীর সৃজনশীল প্রশ্ন ১২-এর উত্তরের জন্য সৃজনশীল প্রশ্ন ২৪-এর উত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ৮৫। অনুশীলনীর সৃজনশীল প্রশ্ন ১৩-এর উত্তরের জন্য সৃজনশীল প্রশ্ন ২৫-এর উত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ৮৬। অনুশীলনীর সৃজনশীল প্রশ্ন ১৫-এর উত্তরের জন্য সৃজনশীল প্রশ্ন ১০-এর উত্তর দ্রষ্টব্য।

৩ ড. ননী গোপাল, অচিত্য, গফুর, নির্মল, প্রাণেশ ও মোমেনুল স্যারের বইয়ের অনুশীলনীর সৃজনশীল প্রশ্ন ও উত্তর

প্রশ্ন ৮৭। প্রদত্ত বক্তৃতা চিত্রটি লক্ষ কর :



ক. রোধের উক্ততা গুণাঙ্ক কাকে বলে?

১

খ. হারানো ভোল্টেজ ব্যাখ্যা কর।

২

গ. উদ্ধীপকের বক্তৃতাতে I_g ও I_s কত নির্ণয় কর।

৩

ঘ. শাট ব্যবহার করার পূর্বে এবং পরে গ্যালভানোমিটারের দুই পাত্রের বিভব পার্থক্যের কী পরিবর্তন ঘটবে তা গণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে ব্যাখ্যা কর।

৪

(অনুশীলনীর প্রশ্ন ১)

১৪নং প্রশ্নের উত্তর

ক. প্রতি ডিপ্রি সেলসিয়াস তাপমাত্রা বৃদ্ধির জন্য এক রোধ সম্পর্ক কোনো পরিবাহীর যে পরিবর্তন হয় তাকে উক্ত পরিবাহীর রোধের তাপমাত্রা গুণাঙ্ক বা উক্ততা গুণাঙ্ক বলে।

খ. ধরি, E শক্তির এক অংশ V ব্যয় হয় R -এর ওপর দিয়ে আধান চালনা করতে এবং বাকি অংশ V' ব্যয় হয় কোথের অভ্যন্তরীণ রোধের ওপর দিয়ে আধান চালনা করতে।

সূত্রাংশ, শক্তির নিয়ত্যতা সূত্রানুসারে, $E = V + V'$

বিন্দু, V হলো R -এর দু'পাত্রের বিভব পার্থক্য এবং V' হলো অভ্যন্তরীণ রোধ

r -এর দু'পাত্রের বিভব পার্থক্য। এখন,

তড়িৎ প্রবাহ মাত্রা I হলো, V' হেরের সূত্র

হতে পাই, $V = IR$ এবং $V' = Ir$

$$E = IR + Ir = I(r + R)$$

$V' = Ir$ বিভব পার্থক্য মূল প্রবাহ চালিত করতে কোনো ঋকম সাহায্য করে না বলে একে সুত ভোল্ট বা অপচয় ভোল্ট বা হারানো ভোল্ট বলা হয়।

সূত্রাংশ ডিচালক শক্তি = প্রাপ্ত ভোল্ট + হারানো ভোল্ট। $I = 0$ হলে, হারানো ভোল্ট শূন্য হয়।

গ. এখনে, বক্তৃতা প্রবাহ, $I = 3.3A$

গ্যালভানোমিটারের রোধ, $G = 100 \Omega$

শাটের রোধ, $s = 0.5 \Omega$

গ্যালভানোমিটারের প্রবাহ $I_g = ?$

শাটের প্রবাহ $I_s = ?$

প্রশ্ন ৮৮। অনুশীলনীর সৃজনশীল প্রশ্ন ১৬-এর উত্তরের জন্য সৃজনশীল প্রশ্ন ১৩-এর উত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ৮৯। অনুশীলনীর সৃজনশীল প্রশ্ন ১৭-এর উত্তরের জন্য সৃজনশীল প্রশ্ন ১১-এর উত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ৯০। অনুশীলনীর সৃজনশীল প্রশ্ন ১৮-এর উত্তরের জন্য সৃজনশীল প্রশ্ন ১২-এর উত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ৯১। অনুশীলনীর সৃজনশীল প্রশ্ন ১৯-এর উত্তরের জন্য সৃজনশীল প্রশ্ন ১৪-এর উত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ৯২। অনুশীলনীর সৃজনশীল প্রশ্ন ২০-এর উত্তরের জন্য সৃজনশীল প্রশ্ন ১৫-এর উত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ৯৩। অনুশীলনীর সৃজনশীল প্রশ্ন ২১-এর উত্তরের জন্য সৃজনশীল প্রশ্ন ১৬-এর উত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ৯৪। অনুশীলনীর সৃজনশীল প্রশ্ন ২২-এর উত্তরের জন্য সৃজনশীল প্রশ্ন ১৭-এর উত্তর দ্রষ্টব্য।

$$\text{আমরা জানি, } I_g = \frac{S}{S+G} \times I$$

$$= \frac{0.5 \Omega}{0.5 \Omega + 100 \Omega} \times 3.3A = 0.01642 A$$

$$I_s = \frac{G}{S+G} \times I$$

$$= \frac{100 \Omega}{0.5 \Omega + 100 \Omega} \times 3.3 A = 3.28358 A$$

অতএব, I_g ও I_s এর মান যথাক্রমে $0.01642 A$ ও $3.28358 A$

ঘ. শাট ব্যবহার করার পূর্বে গ্যালভানোমিটারের প্রবাহ হবে বক্তৃতীর মূল প্রবাহের সমান, অর্থাৎ $I = 3.3 A$

\therefore শাট ব্যবহারের পূর্বে গ্যালভানোমিটারের দুই পাত্রের বিভব পার্থক্য হবে, $V_1 = IG = 3.3 A \times 100 \Omega = 330 V$

শাট ব্যবহারের পর বক্তৃতীর গ্যালভানোমিটারের দুই পাত্রের বিভব পার্থক্য হবে, $V_2 = (100^{-1} + 0.5^{-1})^{-1} \times 3.3 = 1.64 V$

\therefore বিভব পার্থক্যের পরিবর্তন হবে = $(330 - 1.64) V = 328.26 V$

প্রশ্ন ৯৫। 100 W ক্ষমতার একটি ওয়াটার হিটার 7 মিনিটে 1 লিটার পানির তাপমাত্রা $40^{\circ} C$ হতে $50^{\circ} C$ -এ উন্নীত করে। হিটারের ডেতরের রোধ পরিবর্তন করে 50 Ω রোধ করলে 1 লিটার পানির উক্ততা $30^{\circ} C$ হতে $100^{\circ} C$ উঠাতে মত্ত 100 সেকেন্ড সময় লাগে।

ক. শাট কী।

১

খ. কার্শফের বিতীয় সূত্র ব্যাখ্যা কর।

২

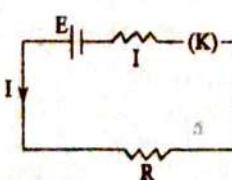
গ. উদ্ধীপকের প্রদত্ত তথ্যের আলোকে 'J' এর মান বের কর।

৩

ঘ. পরিবর্তিত অবস্থায় উদ্ধীপকে বর্ণিত হিটারটির মধ্য দিয়ে 10 A এর বেশি তড়িৎ প্রবাহিত হয়— গণিতিক বিশ্লেষণের সাহায্যে যথার্থতা যাচাই কর।

৪

(অনুশীলনীর প্রশ্ন ১)



১৫নং প্রশ্নের উত্তর

ক. সূক্ষ্ম ও সুবেদী বৈদ্যুতিক যন্ত্রের মধ্য দিয়ে যাতে উচ্চ যাত্রার বিন্দুৎ প্রবাহিত হয়ে যান্তি বিকল করতে না পারে সেজন্য বিকল পথে অতিরিক্ত বিন্দুৎ পাঠানোর নিষিদ্ধে যন্ত্রের সাথে সমান্তরাল সমবায়ে প্রয়োজনীয় নিষিদ্ধানের যে রোধ সংযুক্ত করা হয় তাই শাট।

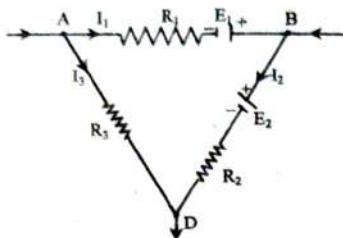
ঘ. কার্শফের বিতীয় সূত্রটি হলো—

কোনো আবশ্য তড়িৎ বক্তৃতীর বিভিন্ন অংশগুলোর রোধ এবং তাদের আনুসঙ্গিক আবশ্য তড়িৎ ভোল্টের গুণগাণিতিক সমষ্টি এই বক্তৃতীর মোট তড়িচালক বলের সমান।

ব্যাখ্যা : এ সূত্রানুসারে কোনো আবস্থ বর্তনীতে বিভিন্ন অংশে যে সকল প্রবাহ চলে, তা সকল প্রবাহকে আনুসঙ্গিক রোধ দিয়ে গুণ করলে ঐ বর্তনীর মোট তড়িচালক বলের সমান হবে।

$$\text{অর্থাৎ, } \Sigma I R = \Sigma E$$

চিত্রে ABDA একটি বন্ধ বর্তনী নির্দেশ করছে। এর AB, BD ও DA অংশের রোধ যথাক্রমে R_1 , R_2 , R_3 ; AB ও BD অংশে দক্ষিণাবর্তী তড়িৎ প্রবাহ যথাক্রমে I_1 ও I_2 এবং AD অংশে বামাবর্তী প্রবাহ I_3 ধরা হলো। বর্তনীর AB অংশে তড়িৎ কোষের তড়িচালক বল E_1 , দক্ষিণাবর্তী এবং BD অংশের তড়িৎ কোষের তড়িচালক বল E_2 বামাবর্তী তড়িৎ প্রবাহ চালনা করে।



চিত্র : বন্ধ বর্তনী (কার্শফের বিতীয় সূত্র)

কাজেই দক্ষিণাবর্তী তড়িচালক বল ও তড়িৎ প্রবাহকে ধনাত্মক এবং তার বিপরীতে বামাবর্তী তড়িচালক বল ও তড়িৎ প্রবাহকে ঋণাত্মক ধরে (ইচ্ছা করলে এর বিপরীতও ধরা যায়) এ বর্তনীতে কার্শফের বিতীয় সূত্র প্রয়োগ করে পাওয়া যায়,

$$I_1 R_1 + I_2 R_2 - I_3 R_3 = E_1 - E_2$$

$$\text{বা, } I_1 R_1 + I_2 R_2 + (-I_3 R_3) = E_1 + (-E_2)$$

$$\text{অর্থাৎ, } \Sigma I R = \Sigma E$$

কোনো বন্ধ বর্তনীতে তড়িচালক বল না থাকলে $\Sigma I R = 0$ হবে।

১) এখানে, হিটারের ক্ষমতা, $P = 100 \text{ W}$

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

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

$$\text{পানির তাপমাত্রা বৃদ্ধি, } \Delta\theta = 50^\circ \text{ C} - 40^\circ \text{ C} = 10^\circ \text{ C}$$

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

এখন, উৎপন্ন তাপ H হলে,

$$H = mS\Delta\theta$$

$$= 1000 \text{ g} \times 1 \text{ cal g}^{-1} \text{ }^\circ \text{C}^{-1} \times 10^\circ \text{ C}$$

$$= 10000 \text{ cal}$$

ব্যায়িত শক্তি, $W = Pt = 100 \text{ W} \times 420 \text{ s} = 42000 \text{ J}$

$$\text{আমরা জানি, } J = \frac{W}{H} = \frac{42000 \text{ J}}{10000 \text{ cal}} = 4.2 \text{ J cal}^{-1}$$

অতএব, J এর মান 4.2 J cal^{-1}

২) এখানে, পরিবর্তিত অবস্থায় তাপমাত্রার পরিবর্তন

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

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

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

$$\text{একেবে, উৎপন্ন তাপ, } H = mS\Delta\theta$$

$$= 1000 \text{ g} \times 1 \text{ cal g}^{-1} \text{ }^\circ \text{C}^{-1} \times 70^\circ \text{ C}$$

$$= 70000 \text{ cal}$$

উদ্বৃপক কর্তৃক সরবরাহকৃত শক্তি, $W = JH$

$$= 4.2 \text{ J cal}^{-1} \times 70000 \text{ cal}$$

$$= 294000 \text{ J}$$

আবার, পরিবর্তিত রোধ, $R = 50 \Omega$

$$\text{সময়, } t = 100 \text{ s}$$

এখন, তড়িৎ প্রবাহ I হলে

$$W = I^2 R t$$

$$\text{বা, } I^2 = \frac{W}{Rt}$$

$$\text{বা, } I^2 = \frac{294000 \text{ J}}{50 \Omega \times 100 \text{ s}}$$

$$\therefore I = 7.669 \text{ A}$$

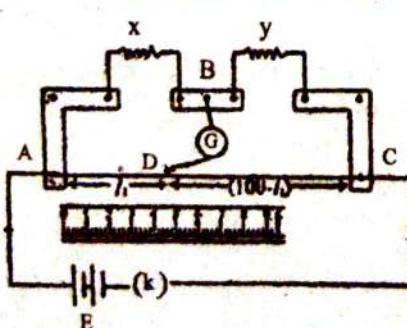
এখানে, $I < 10 \text{ A}$

অতএব, পরিবর্তিত অবস্থায় হিটারটির মধ্যে দিয়ে 10 A তড়িৎ প্রবাহিত হয়— কথাটি যথোর্থ নয়।

১০. এম. আলী আসগর ও মোহাম্মদ জাকির হোসেন স্যারের অনুশীলনীর সৃজনশীল প্রশ্ন ও উত্তর

প্রশ্ন ১৬] অনুশীলনীর সৃজনশীল প্রশ্ন ২-এর উত্তরের জন্য সৃজনশীল প্রশ্ন ৯-এর উত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ১৭] মিটারত্রিজিটির ভারসাম্য বিন্দু A থেকে 39.5 cm দূরে পাওয়া গেল, যখন Y তে 12Ω রোধ লাগানো ছিল।



ক. মিটার ত্রিজ কাকে বলে?

১

খ. মিটার ত্রিজে সংযোগের জন্য পুরু কপার পাত ব্যবহার করা হয় কেন?

২

গ. X-এর রোধ নির্ণয় কর।

৩

ঘ. X এবং Y এর রোধ পরম্পর পরিবর্তন করা হলে ভারসাম্য বিন্দু পাওয়া যাবে কিনা তা পারিস্থিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে যাচাই কর।

৪

(অনুশীলনীর প্রশ্ন ৩)

১৭] প্রশ্ন ১৬] অনুশীলনীর সৃজনশীল প্রশ্ন ২-এর উত্তরের জন্য সৃজনশীল প্রশ্ন ৯-এর উত্তর দ্রষ্টব্য।

ক. 1 m দৈর্ঘ্যের একটি তামার তার ব্যবহারকারী যে যন্ত্র হুইটস্টোন ত্রীজ নীতির ওপর প্রতিষ্ঠিত যা মূলত রোধ পরিমাপে ব্যবহার করা হয় তাকে মিটার ত্রিজ বলে।

খ. মিটার ত্রিজে সংযোগের জন্য পুরু কপার পাত ব্যবহার করা হয়। মিটার ত্রিজে 1m লম্বা সূব্য প্রস্থজ্বলের আবরণহীন একটি তার থাকে। তারটি একটি কাঠের বোর্ডের উপর শারীরিক থাকে। তার ব্যাবহার একটি মিটারকেল থাকে। তারটির দুই প্রান্ত L আকারের দুটি তামার পাতের সাথে মুক্ত থাকে। আর একটি সোজা তামার পাত তারের যার্ক ব্যাবহার তার থেকে একটি দূরে কাঠের পাটাতনের উপর আটকানো থাকে। এর ফলে, এই পাতে ও L পাতের মধ্যে বায়দিকে একটি ও ডালদিকে একটি ফাঁক সৃষ্টি হয়। বাম ও ডান ফাঁকে রোধ অবরুদ্ধ করা যায়। এই জন্যই মিটার ত্রিজে সংযোগের জন্য পুরু কপার পাত ব্যবহার করা হয়।

$$\frac{X}{Y} = \frac{I}{100 - I}$$

$$\text{এখানে, } y = 12.5 \Omega$$

$$\text{বা, } X = \frac{yI}{100 - I}$$

$$1 = 39.5 \text{ cm}$$

$$= \frac{12.5 \times 39.5}{(100 - 39.5)} \Omega = 8.16 \Omega$$

$$x = ?$$

অতএব, X-এর রোধ 8.16 Ω।

৩ 'গ' হতে প্রাপ্ত, $x = 8.16\Omega$ এবং $y = 12.5\Omega$ ও y পরম্পর পরিবর্তন কৰলে $x = 12.5\Omega$ এবং $y = 8.16\Omega$ যখন, $\frac{x}{y} = \frac{l}{100 - l}$

$$\text{বা, } \frac{12.5\Omega}{8.16} = \frac{l}{100 - l}$$

$$\text{বা, } 1.532 = \frac{l}{100 - l}$$

$$\text{বা, } l = 153.2 - 1.532l$$

$$\text{বা, } l = 60.5 \text{ cm}$$

$\therefore A$ থেকে 60.5 cm দূৰে তাৰসাম্য বিন্দু পাওয়া যাবে।

পঞ্চম অনুশীলনীৰ সূজনশীল প্ৰশ্ন ৮-এৰ উত্তৰেৰ জন্য দ্বিতীয় অধ্যায়েৰ সূজনশীল প্ৰশ্ন ৭-এৰ উত্তৰ দ্রষ্টব্য।

পঞ্চম অনুশীলনীৰ সূজনশীল প্ৰশ্ন ১০-এৰ উত্তৰেৰ জন্য সূজনশীল প্ৰশ্ন ২৪-এৰ উত্তৰ দ্রষ্টব্য।

৩ রমা বিজয়, আলী আহমেদ, সুদেব পাল ও সালাহউদ্দিন স্যারেৱ বইয়েৰ অনুশীলনীৰ সূজনশীল প্ৰশ্ন ও উত্তৰ

পঞ্চম ১০০। একটি মিটাৰ বিজ্জেৰ বাম ফাঁকে 1 mm ব্যাস ও 87 m দৈৰ্ঘ্যেৰ একটি কুন্ডলী আকৃতিৰ তাৰ বসানো হলো, কক্ষ তাপমাত্ৰায় যার রোধ 2Ω । তাৰটিৰ উপাদানেৰ রোধেৰ উক্ষতা গুণাঙ্ক $4.3 \times 10^{-3} \text{ C}^{-1}$ এবং 0°C তাপমাত্ৰায় আপেক্ষিক রোধ $1.6 \times 10^{-8} \Omega\text{m}$ । ডান ফাঁকে ৪২ মানেৰ একটি রোধ বসানো হলো যার তাপমাত্ৰাৰ পরিবৰ্তনেৰ সাথে রোধেৰ পরিবৰ্তন উপেক্ষণীয়।

ক. কাৰ্শকেৰ প্ৰথম সূত্ৰ লিখ।

১

খ. কোনো কোৰেৰ তড়িচালক বল কীভাৱে পৰিমাপ কৰা যায় -বুঁধিয়ে দাও।

২

গ. মিটাৰ বিজ্জে সাম্যবিন্দু কোথায় পাওয়া যাবে নিৰ্ণয় কৰ। ৩

ঘ. সাম্যবিন্দুৰ উপৰ তাপমাত্ৰার কীৰূপ প্ৰভাৱ আছে—
উদ্বিপক্ষেৰ আলোকে বিশ্লেষণ কৰ।

৪

(অনুশীলনীৰ প্ৰশ্ন ১)

১০০ং প্ৰশ্নেৰ উত্তৰ

ক. কাৰ্শকেৰ প্ৰথম সূত্ৰটি হলো— তড়িৎ বতনীৰ কোনো সংযোগ বিন্দুতে মিলিত প্ৰবাহমাত্ৰাগুলোৰ গাণিতিক যোগফল শূন্য হয়।

খ. এক একক আধানকে কোৰসহ কোনো বতনীৰ এক বিন্দু থেকে সম্পূৰ্ণ বতনী ঘূৰিয়ে পুনৰায় ঐ বিন্দুতে আনতে যে পৰিমাণ কাজ সম্পৰ হয় অৰ্থাৎ কোৰ যে তড়িৎ শক্তি সৱৰবৰাহ কৰে তাকে ঐ কোৰেৰ তড়িচালক শক্তি বলে।

অতএব, কোনো কোৰেৰ তড়িচালক শক্তি কোৰসহ বতনীৰ বিভিন্ন অংশে যে সকল বিভিন্ন পাৰ্শ্বকেৰ সৃষ্টি হয়, তাৰেৰ যোগফলেৰ সমান। কোৰেৰ তড়িচালক বল পৰিমাপ কৰাৰ জন্য কোৰ হতে বহিৰ্বৰ্তনীতে তড়িৎ সৱৰবৰাহ বৃত্তি কৰা হয়। এৱপৰ ভোল্টমিটাৰকে তড়িৎ কোৰেৰ দু-প্রাপ্তে সংযুক্ত কৰে তড়িচালক বল পৰিমাপ কৰা হয়।

গ. উদ্বিপক্ষ থেকে পাই, বাম ফাঁকে রোধ, $P = 2\Omega$

$$\text{ডান ফাঁকে রোধ, } Q = 4\Omega$$

খৰি, বাম ফাঁক থেকে 1 cm দূৰে সাম্যবিন্দু পাওয়া যাবে

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

$$\text{বা, } \frac{2\Omega}{4\Omega} = \frac{l}{100 - l}$$

$$\text{বা, } \frac{1}{2} = \frac{l}{100 - l}$$

$$\text{বা, } 2l = 100 - l$$

$$\text{বা, } 3l = 100$$

$$\text{বা, } l = 33.33 \text{ cm}$$

অতএব, বাম আংশ থেকে 33.33 cm দূৰে সাম্যবিন্দু পাওয়া যাবে।

ঘ. তাপমাত্ৰা পৰিবৰ্তিত হলে সাম্যবিন্দুও পৰিবৰ্তিত হবে।
বিশ্লেষণ : সাম্যবিন্দু সমীকৰণ থেকে পাই,

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

$$\text{বা, } \frac{P}{Q} = \frac{100}{l} - 1$$

$$\text{বা, } \frac{100}{l} = 1 + \frac{P}{Q}$$

$$\therefore l = \frac{100}{1 + Q/P}$$

তাপমাত্ৰা পৰিবৰ্তনেৰ সাথে Q এৰ উপাদানেৰ রোধকত্ৰে পৰিবৰ্তন উপেক্ষণীয়। সুতৰাং Q এৰ মান অপৰিবৰ্তনীয়। ফলে তাপমাত্ৰা বৃত্তিতে P বাড়লে $\frac{Q}{P}$ কমবে, $(1 + \frac{Q}{P})$ এৰ মানও কমবে কিন্তু $\frac{100}{1 + Q/P}$ এৰ মান বাড়বে। এক্ষেত্ৰে পূৰ্বেৰ তুলনায় বেশ দৈৰ্ঘ্যে সাম্যবিন্দু পাওয়া যাবে। অৰ্থাৎ l বাড়বে। তবে এই বৃত্তিৰ ক্ষেত্ৰে l -এৰ মান সমানুপাতিক নয়।

এখন উদ্বিপক্ষ থেকে পাই,

P তাৰেৰ দৈৰ্ঘ্য $L = 87 \text{ m}$ এবং প্ৰমিতে, $A = \pi r^2$

$$= \pi \left(\frac{1 \times 10^{-3}}{2} \right)^2
= 7.85 \times 10^{-7} \text{ m}^2$$

এখন, কক্ষ তাপমাত্ৰায় P তাৰেৰ আপেক্ষিক রোধ p_0 হলে,

$$P = \frac{p_0 L}{A}$$

$$\text{বা, } p_0 = \frac{PA}{L}$$

$$= \frac{2\Omega \times 7.85 \times 10^{-7}}{87 \text{ m}} \text{ m}^2
= 18 \times 10^{-9} \Omega \text{ m}$$

এখন, রোধ ও আপেক্ষিক রোধ পৰম্পৰ সমানুপাতিক হওয়ায়

$$P = \frac{1.6 \times 10^{-8} \Omega \text{ m}}{18 \times 10^{-9} \Omega \text{ m}} \times 2\Omega = 1.78 \Omega$$

$\therefore 0^{\circ}\text{C}$ তাপমাত্ৰায় তড়িচিতিৰ সাম্যবিন্দু / হলে,

$$l = \frac{100 \text{ cm}}{1 + \frac{Q}{P}}$$

$$= \frac{100 \text{ cm}}{1 + \frac{4\Omega}{1.78}}$$

$$= 30.8 \text{ cm}$$

'গ' নং থেকে পাই, কক্ষ তাপমাত্ৰায় তড়িচিতিৰ সাম্যবিন্দু কম আংশ থেকে 33.33 cm দূৰে হিল।

অতএব, 0°C তাপমাত্ৰায় তড়িচিতিৰ সাম্যবিন্দু বামআংশ থেকে 30.8 cm দূৰে সৃষ্টি হলেও তাৰমাত্ৰা বৃত্তিতে এৰ সাম্যবিন্দু 33.33 cm দূৰে সৃষ্টি হয়। অৰ্থাৎ সাম্যবিন্দু আংশ 2.5 cm সৱে যাব।

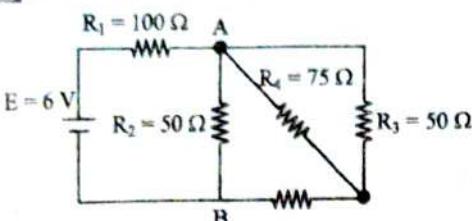
সেক্ষেত্রে, $V = I(R_1 + R_2 + R)$; $[V = IR]$

$$\text{বা, } 9 + 6 + R = \frac{10}{\frac{5}{9}}$$

$$\text{বা, } R = 3 \Omega$$

$\therefore 3 \Omega$ রোধ সিরিজে সংযোগ দিতে হবে।

প্রৱেশ ১০৬। নিচের চিত্রটি লক্ষ কর :



- ক. প্রবাহ ঘনত্ব কাকে বলে? ১
- খ. কোনো বর্তনীতে সৃষ্টি তাপ কী কী বিষয়ের উপর নির্ভর করে? ২
- গ. A ও B বিন্দুর বিভব পার্থক্য নির্ণয় কর। ৩
- ঘ. R₃ খুলে ফেললে R₂ এবং R₄ এর প্রবাহ পূর্বের তুলনায় ছাস পাবে— উক্তিটির সত্যতা নিরূপণ কর। ৪

১০৬নং প্রশ্নের উত্তর

ক. কোনো পরিবাহকের প্রতি একক প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফলের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত প্রবাহকে ঘনত্ব বলে।

খ. পরিবাহকের দুই বিন্দুর মধ্যে বিভব পার্থক্য সৃষ্টি হলে পরিবাহকের মূল্য ইলেক্ট্রনগুলো আন্তঃআণবিক স্থানের মধ্য দিয়ে পরিবাহকের নিয়মিত বিশিষ্ট বিন্দু থেকে উচ্চ বিভব বিশিষ্ট বিন্দুর দিকে চলতে থাকে, ফলে তড়িৎ প্রবাহের সৃষ্টি হয়। এ ইলেক্ট্রনগুলো চলার সময় পরিবাহকের পরমাণুর সাথে সংঘর্ষে লিপ্ত হয় এবং ইলেক্ট্রনের গতিশক্তি পরমাণুতে সঞ্চালিত হয়ে পরমাণুর গতিশক্তি আরো বৃদ্ধি করে। এ বৰ্ধিত গতিশক্তি তাপে রূপান্তরিত হয় এবং পরিবাহকের তাপমাত্রা বৃদ্ধি পায়। ফলে পরিবাহী উত্পন্ন হয়। অর্থাৎ বর্তনীতে তাপের উত্তর হয়।

গ. উদ্ধীপক থেকে পাই,

$$R_1 = 100 \Omega, R_2 = 50 \Omega, R_3 = 50 \Omega, R_4 = 75 \Omega, E = 6 V$$

এখন, R₂, R₃ ও R₄ সমান্তরালে সংযুক্ত বলে, এদের তুল্যরোধ R_p হলে, $\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4}$

$$\text{বা, } \frac{1}{R_p} = \frac{1}{50 \Omega} + \frac{1}{50 \Omega} + \frac{1}{75 \Omega}$$

$$\text{বা, } \frac{1}{R_p} = \frac{3+3+2}{150 \Omega} = \frac{8}{150 \Omega}$$

$$\therefore R_p = \frac{150}{8} \Omega$$

আবার, R₁ ও R_p প্রেরিতে সংযুক্ত,

এদের তুল্যরোধ R, হলে,

$$R = R_1 + R_p = \left(100 + \frac{150}{8}\right) \Omega = \frac{950}{8} \Omega$$

এখন, বর্তনীর মূল প্রবাহ I হলে, অভ্যন্তরীণ রোধ উপরে করে পাই,

$$I = \frac{E}{R} = \frac{6 V}{\frac{950}{8} \Omega} = \frac{6 \times 8}{950} A$$

$$\therefore I = 0.0505 A$$

সুতরাং, R₁ এর মধ্য দিয়ে প্রবাহিত তড়িৎ 0.0505 A।

R_p এর দুই প্রান্তের বিভব পার্থক্য, V_p = I × R_p

$$= 0.0505 A \times \frac{150}{8} \Omega$$

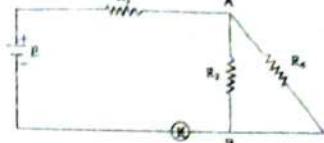
$$= 0.947 V$$

∴ A ও B বিন্দুর বিভব পার্থক্য 0.947 V।

ঘ. R₃ কে খুলে ফেললে বর্তনীটি হবে নিচেরূপ :

এক্ষেত্রে R₂ ও R₄ সমান্তরালে সংযুক্ত বলে এদের তুল্যরোধ

$$\begin{aligned} \frac{1}{R_p} &= \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_4} \\ &= \frac{1}{50 \Omega} + \frac{1}{75 \Omega} \\ &= \frac{3+2}{150 \Omega} = \frac{5}{150 \Omega} = \frac{1}{30 \Omega} \\ \therefore R_p &= 30 \Omega \end{aligned}$$



এখন, বর্তনীর তুল্যরোধ R হলে,

$$\begin{aligned} R &= R_1 + R_p \\ &= 100 \Omega + 30 \Omega = 130 \Omega \end{aligned}$$

এখন বর্তনীর প্রবাহমাত্রা I হলে,

$$I = \frac{E}{R} = \frac{6 V}{130 \Omega} = 0.046154 A$$

এখন, A ও B এর দুই প্রান্তের বিভব পার্থক্য,

$$\begin{aligned} V'p &= I \times R_p \\ &= 0.046154 A \times 30 \Omega = 1.3846 V \end{aligned}$$

$$\therefore R_2 এর মধ্য দিয়ে প্রবাহমাত্রা I'_2 = \frac{V'_p}{R_2} = \frac{1.3846 V}{50 \Omega} = 0.0277 A$$

$$R_4 এর মধ্য দিয়ে প্রবাহমাত্রা I'_4 = \frac{V'_p}{R_4} = \frac{1.3846 V}{75 \Omega} = 0.01846 A$$

আবার, 'গ' নং থেকে পাই, পূর্বে A ও B এর মধ্যকার বিভব পার্থক্য V_p = 0.947 V

$$\therefore R_2 এর মধ্য দিয়ে পূর্বের প্রবাহমাত্রা, I_2 = \frac{V_p}{R_2}$$

$$= \frac{0.947 V}{50 \Omega} = 0.019 A$$

$$R_4 এর মধ্য দিয়ে পূর্বের প্রবাহমাত্রা, I_4 = \frac{V_p}{R_4} = \frac{0.947 V}{75 \Omega} = 0.0126 A$$

এখনে, I₂' > I₂ এবং I₄' > I₄

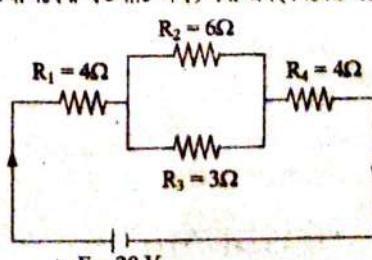
অতএব, R₃ কে খুলে ফেললে R₂ ও R₄ প্রবাহ পূর্বের তুলনায় বেশি পাওয়া যাবে।

অর্থাৎ উক্তিটি সত্য নয়।

3.4

প্রশ্নের সমাধান করে বর্তনীর তুল্যরোধ কৈমিক পরিবেশের পরিবর্তন নিয়ম ব্যবহার করে।

প্রশ্নের উদ্দীপকের বর্তনীটি লক্ষ কর এবং নিচের প্রশ্নের উত্তর দাও :



ক. আপেক্ষিক রোধ কাকে বলে?

খ. কোনো কোষের প্রতিরোধ বিভব পার্থক্য তার ডিক্রিপ্টার পরিসরের সমান হয় না কেন? ব্যাখ্যা কর।

গ. বর্তনীর মূল প্রবাহমাত্রা নির্ণয় কর।

ঘ. R₂ ও R₃ এর মধ্যে কী ব্যবস্থা এহসেন করলে বর্তনীর সকল অংশের প্রবাহ মাত্রা একই হবে? গাণিতিক বিবরণের মাধ্যমে হতাহত দাও।

 ১০৭নং প্রশ্নের উত্তর

ক. একক দৈর্ঘ্য ও একক প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল বিশিষ্ট কোনো পরিবাহীর রোধকে আপেক্ষিক রোধ বলে।

খ. সাধারণত কোষের তড়িচালক বল কোষের প্রাণীয় বিভব পার্থক্য অপেক্ষা বেশি হয়। অর্থাৎ কোষের তড়িচালক বল = প্রাণীয় বিভব পার্থক্য + কোষের অভ্যন্তরীণ বিভব পতন।

কিন্তু দুটি তিনি তড়িচালক বলের কোষ যদি সমান্তরাল সমবায়ে যুক্ত করা হয় তবে তড়িচালক বলের কোষটি অপর কোষকে চার্জ করবে অর্থাৎ কম তড়িচালক বলের কোষটি নিজ হতে বর্তনীতে যে অভিমুখে তড়িতাধান পাঠায়, বেশি তড়িচালক বলের কোষটি অপরটির ভেতর দিয়ে বিপরীতমুখী তড়িতাধান পাঠানোর ফলে কম তড়িচালক বলের কোষের প্রাণীয় বিভব পার্থক্য তার তড়িচালক অপেক্ষা বেশি হবে।

গ. চিত্রে, R_2 ও R_3 সমান্তরালে আছে,

$$\therefore \frac{1}{R_{23}} = \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} = \frac{1}{6} + \frac{1}{3}$$

$$\text{বা, } R_{23} = 2 \Omega$$

R_1 , R_{23} এবং R_4 সিরিজে,

$$\begin{aligned} \text{বর্তনীর তুল্যরোধ, } R &= R_1 + R_{23} + R_4 \\ &= 4 + 2 + 4 = 10 \Omega \end{aligned}$$

তড়িচালক শক্তি, $E = 20 \text{ V}$

$$\therefore \text{তড়িৎ প্রবাহ, } I = \frac{E}{R} = \frac{20}{10} = 2 \text{ A}$$

অতএব, বর্তনীর মূল প্রবাহ 2 A ।

ঘ. যদি R_2 ও R_3 এর তুল্যরোধ 4Ω হয় তবে বর্তনীর সকল অংশ দিয়ে একই প্রবাহ চলবে।

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

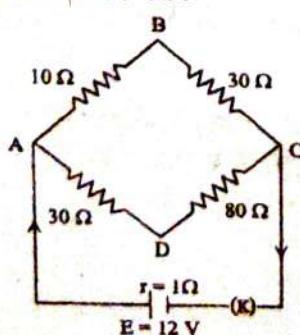
$$\text{বা, } \frac{1}{R_3} = \frac{1}{R_p} - \frac{1}{R_2}$$

$$\text{বা, } R_3 = \frac{1}{\frac{1}{R_p} - \frac{1}{R_2}}$$

$$= \frac{1}{\frac{1}{4} + \frac{1}{6}} = 12 \Omega$$

সুতরাং R_3 পরিবর্তন করে 12Ω করলে বর্তনীর সকল অংশে একই প্রবাহ চলবে।

বিদ্যুৎ নিচের বর্তনীটি লক্ষ কর :



ক. গ্যালভানোমিটার কাকে বলে?

খ. একই তাপমাত্রায় তিনি উপাদান বিশিষ্ট পরিবাহীর আপেক্ষিক রোধ তিনি - ব্যাখ্যা কর।

গ. উদ্ধীপকের বর্তনীর মোট প্রবাহ নির্ণয় কর।

ঘ. B ও D বিন্দুতে 15Ω রোধের একটি গ্যালভানোমিটার যুক্ত করলে উহার মধ্যদিয়ে মোট প্রবাহের কত অংশ প্রবাহিত হবে? বিশ্লেষণপূর্বক মতান্তর দাও।

 ১০৮নং প্রশ্নের উত্তর

ক. গ্যালভানোমিটার একটি সূক্ষ্ম ও সুবেদী যন্ত্র যা তড়িৎ প্রবাহের দিক নির্দেশ করে।

খ. আমরা জানি, আপেক্ষিক রোধ পরিবাহীর উপাদানের বৈশিষ্ট্য। ফলে তাপমাত্রা এক ছলেও উপাদানের পরিবর্তনের সাথে সাথে পরিবাহীর আপেক্ষিক রোধ পরিবর্তিত হয়। এ কারণে একই তাপমাত্রায় তিনি উপাদান বিশিষ্ট পরিবাহীর আপেক্ষিক রোধ তিনি।

গ. বর্তনীর তুল্য রোধ, R_{eq} হলে,

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{30+80} + \frac{1}{10+30}$$

$$\text{বা, } \frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{110} + \frac{1}{40} = \frac{88}{3} \Omega$$

$$\therefore R_{eq} = 29.333 \Omega$$

$$\therefore \text{বর্তনীর মোট প্রবাহ, } I = \frac{E}{R_{eq} + r}$$

এখানে,
 $E = 12 \text{ V}$
 $r = 1 \Omega$

অতএব, উদ্ধীপকের বর্তনীর মোট প্রবাহ 0.396 A ।

ঘ. 'গ' হতে, বর্তনীর মোট প্রবাহ, $I = 0.396 \text{ A}$ কারেট বিভাজন নীতি অনুসারে,

$$\text{ABC পথে তড়িৎ প্রবাহ, } I_{abc} = \frac{110}{110+40} \times I$$

$$= \frac{110}{150} \times 0.396 \text{ A} = 0.29 \text{ A}$$

$$\text{ADC পথে তড়িৎ প্রবাহ, } I_{adc} = \frac{40}{110+40} \times I$$

$$= \frac{40}{150} \times 0.396 \text{ A} = 0.106 \text{ A}$$

$$\therefore B \text{ বিন্দুর বিভব, } V_B = I_{abc} \times 30$$

$$= 0.29 \times 30 \text{ V} = 8.7 \text{ V}$$

$$D \text{ বিন্দুর বিভব, } V_D = I_{adc} \times 80 = 0.106 \times 80 \text{ V} = 8.48 \text{ V}$$

∴ B ও D বিন্দুর মধ্যে 15Ω রোধের একটি গ্যালভানোমিটার যুক্ত করলে তার মধ্য দিয়ে তড়িৎ প্রবাহ

$$I_G = \frac{V_B - V_D}{15} = \frac{8.7 - 8.48}{15} \text{ A} = 0.0147 \text{ A}$$

$$\frac{I_G}{I} = \frac{0.0147}{0.396}$$

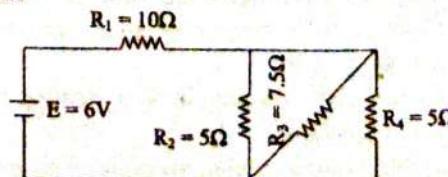
$$\text{বা, } I_G = \frac{1}{27} I$$

অতএব, B ও D বিন্দুর মধ্যে 15Ω রোধের একটি গ্যালভানোমিটার যুক্ত করলে উহার মধ্য দিয়ে মোট প্রবাহের $\frac{1}{27}$ অংশ প্রবাহিত হবে।

3.5

নিচের বর্তনীটি লক্ষ কর :

বিদ্যুৎ নিচের বর্তনীটি লক্ষ কর :



ক. কির্ণফের ভোল্টেজ সূত্র বিবৃত কর।

খ. 1 kilowatt hour বলতে কী বোঝায়?

গ. বর্তনীর তুল্য রোধের মান নির্ণয় কর।

ঘ. একটা এ্যামিটার যার রোধ 100Ω সর্বোচ্চ 10 mA কারেট মাপতে পারে, আমরা R_1 - এর মধ্য দিয়ে প্রবাহিত কারেট কি এর সাহায্যে মাপতে পারি? যদি না পারি তাহলে কী ব্যবস্থা নিতে পারি?

১

২

৩

৪

প্রম্ব ১১৫ মোঃ ফারহান মুহিব IPE (BUET) এর মেধাবী ছাত্র হলেও ঢাকশ শ্রেণির স্মৃতি তাকে আজও অনুপ্রাণিত করে। পরীক্ষাগারে পোস্ট অফিস বাই নিয়ে কাজ করার সময় চতুর্থ বাহুতে তারের অজ্ঞানা রোধ নির্ণয় করতে ১ম ও ২য় বাহুতে যথাক্রমে 1000 ওহম ও 10 ওহম রোধ তুলে দেখলো যে ৩য় বাহুতে 2550 ওহম রোধ তুলে 2 ঘর বাই এবং 2551 ওহম রোধ তুলে 3 ঘর ডানে গ্যালভানোমিটারের বিস্কেপ লক্ষ করা যায়। শিক্ষক দৃঢ়ভাবে তাকে জানালেন তারের অজ্ঞানা রোধ 24 ওহম। উপরোক্ত প্রাকর্কিক উভয় তথ্য (2550 ওহম এবং 2551 ওহম) সত্য বলে ধরে নেয়া হলো।

- ক. বৈদ্যুতিক ক্ষেত্রে গাউসের (Gauss) সূত্রটি গাণিতিক সমীকরণসহ বিবৃত কর।
 খ. ডায়োড, ট্রায়োড, ভ্যাকুয়াম বাই এর ক্ষেত্রে লেখচিত্রটি কিরূপ প্রকৃতির? ব্যাখ্যা কর।
 গ. উচ্চীপকের তথ্যানুযায়ী মুহিবের পরীক্ষায় তারের অজ্ঞানা রোধের মান কত?
 ঘ. ১ম, ২য় বাহু স্থির রেখে ও চতুর্থ বাহুতে পূর্বের তার সংযুক্ত রেখে কী পদ্ধতিতে শিক্ষকের বক্তব্য সঠিক রাখা যাবে? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণপূর্বক মতামত দাও।
 [সরকারি এম এম কলেজ, যশোর]

১১৫নং প্রশ্নের উত্তর

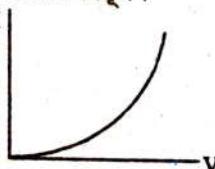
ক গাউসের সূত্রটি হলো— কোনো বস্তু তলের উপর স্থির তড়িৎ ক্ষেত্রের মোট অভিস্থ আবেশ বা ফ্লাও ঐ তল দ্বারা বেশ্টিত মোট চার্জের $\frac{1}{\epsilon_0}$ গুণ।

$$\text{অর্থাৎ, } \epsilon_0 E \cdot dS = q$$

খ ডায়োড, ট্রায়োড এর ক্ষেত্রে I - V লেখচিত্রটি নিম্নরূপ।

এক্ষেত্রে, $\frac{I}{V}$ এর অনুপাত বা রোধ বিভব

বৃক্ষির সাথে সাথে ছান পায়। প্রাথমিক তড়িৎ প্রবাহ শুরু করার জন্য কিছু বিভব



গ 2550 Ω হতে 2551 Ω এ আনলে গ্যালভানোমিটার কাঁটা 2 ঘর বায হতে 3 ঘর ডানে আসে। অর্থাৎ 5 ঘর সরণ হয়। শূন্য দাগে আসতে বা সাম্যাবস্থায় পৌছাতে 2 ঘর সরতে হবে। এখন, 5 ঘর সরাতে রোধ বাড়াতে হয় 1Ω

$$\therefore 2 " " " " \left(\frac{1}{5} \times 2 \right) \Omega = 0.42$$

$$\therefore 3 ঘর বাহুতে রোধ, R = (2550 + 0.4) \Omega = 2550.4 \Omega$$

$$1\text{ম } " " P = 1000 \Omega$$

$$2\text{য } " " Q = 10 \Omega$$

$$8\text{ব } " " S = ?$$

$$\text{আমরা জানি, } \frac{P}{Q} = \frac{R}{S}$$

$$\text{বা, } \frac{1000}{10} = \frac{2550.4}{S}$$

$$\text{বা, } S = \frac{2550.4}{100}$$

$$\therefore S = 25.504 \Omega$$

অতএব, মুহিবের অজ্ঞানা রোধ 25.504 Ω

ঘ শিক্ষকের বক্তব্য সঠিক রাখতে হলে 3য় বাহুর রোধ পরিবর্তন করতে হবে। সেক্ষেত্রে হুইটস্টেন ত্রীজ নীতি অনুসারে,

$$\frac{P}{Q} = \frac{R'}{S'}$$

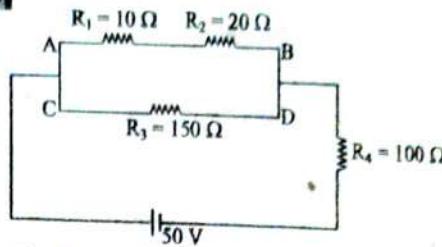
$$\text{বা, } \frac{1000}{10} = \frac{R'}{24} [\text{'গ' হতে প্রাঙ্গ}]$$

$$\text{বা, } R' = 100 \times 24$$

$$\therefore R' = 2400 \Omega$$

অর্থাৎ 3য় বাহুতে 2400 Ω রোধ সংযুক্ত করলে গ্যালভানোমিটার সাম্যাবস্থায় থাকবে এবং শিক্ষকের বক্তব্য সঠিক হবে।

১১৬নং প্রশ্ন



ক. শান্ট কাকে বলে?

খ. ভোল্টমিটারকে বর্তনীতে কেন শ্রেণিসমবায়ে যুক্ত করা হয় না?

গ. বর্তনীটি 2 min চালু থাকলে R_4 এ উৎপন্ন তাপ নির্ণয় কর।

ঘ. R_3 তে কী ব্যবস্থা গ্রহণ করলে AB পথে ও CD পথে

একই প্রবাহ চলবে, গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে দেখাও।

[বরিশাল সরকারি মহিলা কলেজ, বরিশাল]

১১৬নং প্রশ্নের উত্তর

ক সূক্ষ্ম ও সুবেদী বৈদ্যুতিক যন্ত্রের মধ্য দিয়ে যাতে উচ্চ যাত্রার বিদ্যুৎ প্রবাহিত হয়ে যন্ত্রটি বিকল করতে না পারে সেজন্য বিকল পথে অতিরিক্ত বিদ্যুৎ পাঠানোর নিমিত্তে যন্ত্রের সাথে সমান্তরাল সমবায়ে অয়োজনীয় নিম্নমানের যে রোধ সংযুক্ত করা হয় তাকে শান্ট বলে।

খ আমরা জানি, ভোল্টমিটারের অভ্যন্তরীণ রোধের মান অনেক বেশি। ফলে ভোল্টমিটারকে সমান্তরালে যুক্ত করলে এর মধ্য দিয়ে সামান্য পরিমাণ বিদ্যুৎ প্রবাহিত হয়। যার ফলে বর্তনীর মূল প্রবাহযাত্রার কোনো পরিবর্তন ঘটে না। ফলে ভোল্টমিটারও সঠিক পাঠ দেয়। এজন্য ভোল্টমিটারকে সমান্তরাল যুক্ত করা হয়।

তবে শ্রেণিতে সংযুক্ত করলে অধিক রাখের কারণে বর্তনীর মূল প্রবাহযাত্রার পরিবর্তন ঘটবে। ফলে বর্তনীর কার্যক্রমে ব্যাপ্তি ঘটবে। এজন্যই ভোল্টমিটারকে বর্তনীতে শ্রেণি সমবায়ে যুক্ত করা হয় না।

গ এখানে, তড়িচালক শক্তি, $E = 50V$

$$\text{সময়, } t = 2 \text{ min} = 2 \times 60 \text{ s}$$

$$\text{বর্তনীর তুল্যরোধ, } R = \{(R_1 + R_2) \parallel R_3\} + R_4$$

$$= \{(10 + 20) \parallel 150\} + 100$$

$$= \left(\frac{1}{30} + \frac{1}{150}\right)^{-1} + 100$$

$$= 25 + 100 = 125 \Omega$$

$$\text{বর্তনীর তড়িৎ প্রবাহ, } I = \frac{E}{R} = \frac{50 \text{ V}}{125 \Omega} = 0.4 \text{ A}$$

$$R_4 = 100 \Omega \text{ এ উৎপন্ন তাপ}$$

$$Q = I^2 R t$$

$$= (0.4 \text{ A})^2 \times 100 \Omega \times 2 \times 60 \text{ s} = 1920 \text{ J}$$

$$\text{ঘ} \quad \text{AB অংশের রোধ} = R_1 + R_2 = (10 + 20) \Omega = 30 \Omega$$

$$\text{CD অংশের রোধ} = 150 \Omega$$

CD অংশের রোধ AB অংশের রোধের সমান হলে উভয়ের মধ্য দিয়ে সমান তড়িৎ প্রবাহ হবে।

ধরি, R_3 এর সাথে R রোধ সমান্তরালে যুক্ত করতে হবে।

$$\frac{1}{30 \Omega} = \frac{1}{150 \Omega} + \frac{1}{R}$$

$$\text{বা, } \frac{1}{R} = \frac{2}{75}$$

$$\text{বা, } R = 37.5 \Omega$$

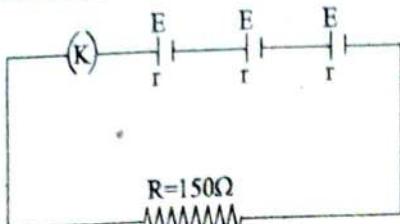
$\therefore R_3$ এর সাথে 37.5 Ω রোধ সমান্তরালে যুক্ত করলে AB ও CD পথে একই প্রবাহ চলবে।



একাধিক অধ্যায়ের সময়ে প্রশ্নীত সংজ্ঞাল প্রশ্ন ও উত্তর

শ্রেণি শিক্ষার্থী, ইচএসসি পরীক্ষায় সংজ্ঞাল প্রশ্ন সাধারণত একাধিক অধ্যায়ের সময়ে এসে থাকে। তোমরা যাতে পরীক্ষার জন্য এ ধরনের প্রশ্ন সম্পর্কে পূর্ব প্রস্তুতি গ্রহণ করতে পার, সে লক্ষ্যে এ অধ্যায়ের সাথে সংশ্লিষ্ট অধ্যায়ের সময়ে প্রশ্নীত সংজ্ঞাল প্রশ্ন ও উত্তর নিচে দেখিয়া হলো।

অন্তর্ভুক্ত নিচের চিত্রটি লক্ষ কর :



প্রতিটি কোষের তড়িচালক শক্তি ও অভ্যন্তরীণ রোধ যথাক্রমে 2 V ও 1.5 Ω।

- ক. 10 F ধারকত্ব কাকে বলে? ১
- খ. ধারকের মাঝখানে অন্তরক পদার্থ রাখা হয় কেন? ২
- গ. বর্তনীর তড়িৎ প্রবাহ নির্ণয় কর। ৩
- ঘ. কোষগুলোকে সমান্তরালে সংযুক্ত করলে তড়িৎ শক্তির কীবৃপ্প পরিবর্তন হবে— গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে দেখো। ৪

[অধ্যায় ৩ ও ২-এর সময়ে প্রশ্নীত]

১১৭নং প্রশ্নের উত্তর

ক. কোনো পরিবাহীর বিভব 1 ভোল্ট বৃদ্ধি করতে যদি 10 কুলৰ চার্জের প্রয়োজন হয় তাহলে এ পরিবাহীর ধারকত্বকে 10 F ধারকত্ব বলে।

খ. ধারকের মাঝে অন্তরক পদার্থ রাখলে আবেশের কারণে পরিবাহীতে বিপরীত জাতীয় চার্জ অবিট হয়। ফলে এ চার্জিত পরিবাহীর বিভব হ্রাস পায়। ধারকত্ব চার্জের ব্যন্তানুপাতিক হওয়ায় বিভব হ্রাস পেলে ধারকত্ব বৃদ্ধি পায়। অর্থাৎ ধারকের ধারকত্ব বৃদ্ধি করার জন্যই ধারকের মাঝখানে অন্তরক পদার্থ রাখা হয়।

$$\text{গ. আমরা জানি, } I = \frac{nE}{R + nr}$$

$$= \frac{3 \times 2 \text{ V}}{150 \Omega + 3 \times 1.5 \Omega}$$

$$= \frac{6 \text{ V}}{150 \Omega + 4.5 \Omega}$$

$$= 0.0388 \text{ A}$$

অতএব, বর্তনীর প্রবাহমাত্রা 0.0388 A।

ঘ. কোষগুলোকে সমান্তরালে সংযুক্ত করলে, এদের অভ্যন্তরীণ রোধগুলোর তুল্য রোধ হবে।

$$\frac{1}{r_p} = \frac{1}{r} + \frac{1}{r} + \frac{1}{r}$$

$$\text{বা, } \frac{1}{r_p} = \frac{1}{1.5\Omega} + \frac{1}{1.5\Omega} + \frac{1}{1.5\Omega}$$

$$\text{বা, } \frac{1}{r_p} = \frac{1+1+1}{1.5\Omega}$$

$$\text{বা, } \frac{1}{r_p} = \frac{3}{1.5\Omega}$$

$$\therefore r_p = \frac{1}{2} \Omega$$

এখন বর্তনীর সর্বমোট তুল্যরোধ,

$$R_s = R + r_p$$

$$= \left(150 + \frac{1}{2}\right) \Omega = 150.5 \Omega$$

কোষগুলো সমান্তরালে যুক্ত থাকায় এদের তুল্য তড়িচালক শক্তি, $E = 2 \text{ V}$

$$\text{এখন, তড়িৎ প্রবাহের মান } I = \frac{E}{R_s}$$

$$= \frac{2 \text{ V}}{150.5 \Omega}$$

$$= 0.0133 \text{ A}$$

এক্ষেত্রে R রোধে প্রতি সেকেন্ডে প্রাপ্ত তড়িৎ শক্তি

$$P_1 = I^2 R = (0.0133 \text{ A})^2 \times 150 \Omega = 0.027 \text{ watt}$$

আবার, 'g' নং থেকে পাই, শ্রেণি সমবায়ে থাকা অবস্থায় R রোধের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত তড়িৎ 0.0388 A।

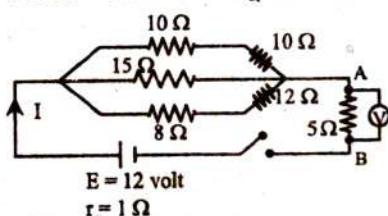
সুতরাং শ্রেণি সমবায়ের ক্ষেত্রে R রোধে প্রতি সেকেন্ডে প্রাপ্ত তড়িৎ শক্তি, $P_2 = (0.0388 \text{ A})^2 \times 150 \Omega = 0.226 \text{ watt}$

$$\text{এখন, } \frac{P_2}{P_1} = \frac{0.226 \text{ watt}}{0.027 \text{ watt}} \approx 8$$

$$\text{বা, } P_1 = \frac{1}{8} P_2$$

অতএব, কোষগুলোকে সমান্তরালে সংযুক্ত করলে প্রাপ্ত তড়িৎ শক্তি পূর্বের চেয়ে $\frac{1}{8}$ গুণ হবে।

অন্তর্ভুক্ত ইমতিয়াজ 30 °C তাপমাত্রায় 50 Ω রোধের একটি টাংস্টেন তার নিয়ে পদার্থবিজ্ঞান ল্যাবে এলে তার বন্ধু তাকে উল্লিখিত সাকিট দুটি দেখিয়ে A এবং B বিন্দুর বিভব সমান হবে কি-না দেখতে বললো। তারটির উষ্ণতা গুণাঙ্ক $4.5 \times 10^{-3} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ ।



সাকিট : ১

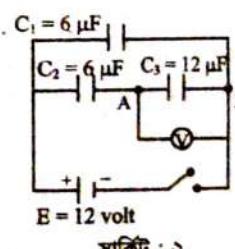
ক. তাপ বিদ্যুৎ ক্রিয়া কী?

$$\text{খ. } \frac{A^2 \times \Omega \times s}{J \text{ kg}^{-1} \text{ K}^{-1} \text{ K}} = \text{kg যাচাই কর।}$$

গ. ইমতিয়াজের তারটির 100 °C তাপমাত্রায় রোধ নির্ণয় কর।

ঘ. সাকিট : ১ এবং সাকিট : ২ এর A ও B বিন্দুর বিভব সমান হবে কি-না গাণিতিকভাবে যাচাই কর।

[অধ্যায় ৩ ও ১-এর সময়ে প্রশ্নীত]



সাকিট : ২

ক. তাপ বিদ্যুৎ উৎপাদনের প্রক্রিয়াকে তাপ বিদ্যুৎ ক্রিয়া বলে।

$$\text{খ. বামপক্ষ} = \frac{A^2 \times \Omega \times s}{J \text{ kg}^{-1} \text{ K}^{-1} \text{ K}}$$

$$= \frac{V^2 \times \Omega \times s}{J \text{ kg}^{-1}}$$

$$= \frac{(J \text{ C}^{-1})^2 \times s}{J \text{ kg}^{-1}}$$

$$= \frac{\Omega \times s}{J \text{ kg}^{-1}} = \frac{J^2 \cdot C^{-2} \cdot \Omega^{-1} \cdot s}{J \text{ kg}^{-1}}$$

$$= \frac{J \cdot (C^2 \cdot \Omega)^{-1} \cdot s}{kg^{-1}}$$

$$= J \cdot J^{-1} \cdot s^{-1} \cdot kg \cdot s = kg$$

$$I^2 R t = m \Delta \theta$$

$$\text{বা, } m = \frac{I^2 R t}{S \cdot \Delta \theta}$$

$$W = I^2 R t = \frac{Q^2 R}{t}$$

$$= J \cdot J^{-1} \cdot s^{-1} \cdot kg \cdot s = kg$$

$$= kg \text{ (প্রমাণিত)}$$

১১৮নং প্রশ্নের উত্তর

