NCERT Solutions for Class 10 Science Chapter 12

tiwariacademy.com/ncert-solutions/class-10/science/chapter-12/amp/

February 21, 2020

विज्ञान

(www.tiwariacademy.com)

(अध्याय – 12) (विद्युत)

(कक्षा - 10)

पेज 222

प्रश्न 1:

विद्युत परिपथ का क्या अर्थ है?

उत्तर 1:

किसी विद्युत धारा के सतत तथा बंद पथ को विद्युत परिपथ कहते हैं।

प्रश्न 2:

विद्युत धारा के मात्रक की परिभाषा लिखिए।

उत्तर 2:

विद्युत धारा का SI मात्रक एम्पियर (A) है।

1 एम्पियर: किसी चालक में से 1 सेकंड में 1 C आवेश के प्रवाह से उत्पन्न विद्युत धारा को एक एम्पियर कहते हैं।

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

यदि Q =1 C तथा t = 1 सेकंड, तब $I = \frac{1}{1} = 1$ एम्पियर

प्रश्न 3:

एक कूलाम आवेश की रचना करने वाले इलेक्ट्रान की संख्या परिकलित कीजिए।

उत्तर 3 :

हम जानते हैं कि एक इलेक्ट्रान का कुल आवेश = $1.6 \times 10{-}19$ C, इसलिए

$$\text{एलेक्ट्रोनों की कुल संख्या } = \frac{\text{कुल आवेश}}{1 \text{ इलेक्ट्रान का आवेश}} = \frac{1}{1.6 \times 10^{-19}} = 6.25 \times 10^{18}$$

अतः, एक कूलाम आवेश की रचना करने वाले इलेक्ट्रान की संख्या 6×10^{18} है।

विज्ञान

(www.tiwariacademy.com)

(अध्याय – 12) (विद्युत)

(कक्षा - 10)

पेज 224

प्रश्न 1:

उस युक्ति का नाम लिखिए जो किसी चालक के सिरों पर विभवान्तर बनाए रखने में सहायता करती है।

उत्तर 1:

किसी चालक के सिरों पर विभवान्तर बनाए रखने के लिए सेल या बैटरी का प्रयोग किया जाता है।

प्रश्न 2:

यह कहने का क्या तात्पर्य है कि दो बिन्दुओं के बीच विभवान्तर 1 V है?

उत्तर 2:

1 वोल्ट: यदि किसी विद्युत धारावाही चालक के दो बिन्दुओं के बीच एक कूलाम आवेश को एक बिंदु से दूसरे बिंदु तक ले जाने में एक जूल कार्य किया जाता है तो हम कह सकते हैं कि उन दो बिन्दुओं के बीच विभवान्तर एक वोल्ट है।

$$V = \frac{W}{Q}$$

यदि W =1 जूल तथा $Q = 1$ कूलाम, तब $V = \frac{1}{1} = 1$ वोल्ट

प्रश्न 3:

6 V बैटरी से गुजरने वाले हर एक कूलाम आवेश को कितनी ऊर्जा दी जाती है?

उत्तर 3 :

दिया है: $Q = 1$ कूलाम, तब $V = 6$ वोल्ट

$$V = \frac{W}{Q} \quad \Rightarrow W = VQ = 6 \times 1 = 6\,J$$

अतः, 6 V बैटरी से गुजरने वाले हर एक कूलाम आवेश को $6\,J$ ऊर्जा दी जाती है।

विज्ञान

(www.tiwariacademy.com)

(अध्याय – 12) (विद्युत)

(कक्षा - 10)

पेज 232

प्रश्न 1:

किसी चालक का प्रतिरोध किन कारकों पर निर्भर करता है?

उत्तर 1:

किसी चालक का प्रतिरोध निम्नलिखित बातों पर निर्भर करता है:

- चालक की लम्बाई (l)
- चालक के अनुप्रस्थ काट का क्षेत्रफल (A)
- चालक के पदार्थ की प्रकृति
- चालक का तापमान

प्रश्न 2:

समान पदार्थ के दो तारों में यदि एक पतला तथा दूसरा मोटा हो तो इनमे से किसमें विद्युत धारा आसानी से प्रवाहित होगी जबकि उन्हें समान विद्युत स्रोत से संयोजित किया जाता है? क्यों?

उत्तर 2:

मोटे तार में विद्युत धारा आसानी से प्रवाहित होगी क्योंकि चालक का प्रतिरोध उसकी अनुप्रस्थ काट के व्युत्क्रमानुपाती होता है। अर्थात यदि अनुप्रस्थ काट का क्षेत्रफल अधिक होगा तो चालक का प्रतिरोध कम होगा और विद्युत धारा आसानी से प्रवाहित होगी। $R \propto \frac{1}{A}$

प्रश्न 3:

मान लीजिए किसी वैद्युत अवयव के दो सिरों के बीच विभवान्तर को उसके पूर्व के विभवान्तर की तुलना में घटाकर आधा कर देने पर भी उसका प्रतिरोध नियत रहता है। तब उस अवयव से प्रवाहित होने वाली विद्युत धारा में क्या परिवर्तन होगा?

उत्तर 3:

हम जानते हैं कि नियत प्रतिरोध पर, किसी वैद्युत अवयव के दो सिरों के बीच विभवान्तर उसमें प्रवाहित होने वाली वैद्युत धारा के अनुक्रमानुपाती होता है। अर्थात $V \propto I$

अतः, विभवान्तर को घटाकर आधा कर देने पर, विद्युत धारा भी आधी हो जाएगी।

प्रश्न 4:

विद्युत टोस्टरों तथा विद्युत इस्त्रियों के तापन अवयव शुद्ध धातु के न बनाकर किसी मिश्रातु के क्यों बनाए जाते हैं?

उत्तर 4:

विद्युत टोस्टरों तथा विद्युत इस्त्रियों के तापन अवयव शुद्ध धातु के न बनाकर किसी मिश्रातु के बनाए जाते हैं, इसके निम्नलिखित कारण हैं:

- मिश्रधातुओं की प्रतिरोधकता उनकी अवयवी धातुओं की अपेक्षा अधिक होती है।
- मिश्रधातुओं का गलनांक उनकी अवयवी धातुओं की अपेक्षा उच्च होता है अर्थात समान्य से अधिक तापमान सहन करने की क्षमता होती है।
- मिश्रधातुओं का संक्षारण भी, अवयवी धातुओं की अपेक्षा, बहुत अधिक समय में होता है।

प्रश्न 5:

निम्नलिखित प्रश्नों के उत्तर तालिका 12.2 में दिए गए आँकणों के आधार पर कीजिए:

(a) आयरन (Fe) तथा मर्करी (Hg) में कौन अच्छा विद्युत चालक है? **(b)** कौन – सा पदार्थ सर्वश्रेष्ठ चालक है?

उत्तर 5:

(a) आयरन (Fe)

क्योंकि आयरन (Fe) का प्रतिरोध (10.0×10^{-8}), मर्करी (Hg) के प्रतिरोध (94.0×10^{-8}) से कम है। इसलिए आयरन में विद्युत धारा मर्करी की तुलना में अधिक आसानी से प्रवाहित होगी। अतः, आयरन, मर्करी से अच्छा चालक है।

(b) सिल्वर सर्वश्रेष्ठ चालक है।

क्योंकि सिल्वर (Ag) का प्रतिरोध (1.6×10^{-8}) सबसे कम है।

विज्ञान

(www.tiwariacademy.com)

(अध्याय – 12) (विद्युत)

(कक्षा – 10)

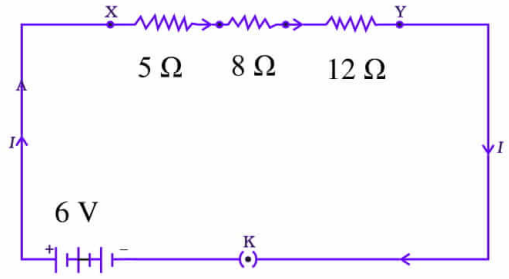
पेज 237

प्रश्न 1:

किसी विद्युत परिपथ का व्यवस्था आरेख खींचिए जिसमें $2\,V$ के तीन सेलों की बैटरी, एक $5\,\Omega$ प्रतिरोधक, एक $8\,\Omega$ प्रतिरोधक, एक $12\,\Omega$ प्रतिरोधक तथा एक प्लग कुंजी सभी श्रेणीक्रम में संयोजित हों।

उत्तर 1:

विद्युत परिपथ का व्यवस्था आरेख नीचे दिया गया है:

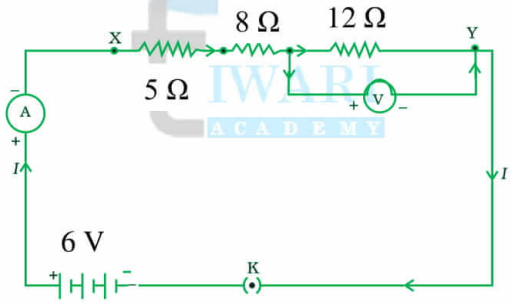


प्रश्न 2:

प्रश्न 1 का परिपथ दुबारा खींचिए तथा इसमें प्रतिरोधकों से प्रवाहित विद्युत धारा को मापने के लिए ऐमीटर तथा $12\,\Omega$ के प्रतिरोधक के सिरों के बीच विभवान्तर मापने के लिए वोल्टमीटर लगाइए। ऐमीटर तथा वोल्टमीटर के क्या पठ्यांक होंगे?

उत्तर 2:

प्रतिरोधक श्रेणीक्रम में संयोजित हैं। अतः, कुल प्रतिरोध = $5\,\Omega + 8\,\Omega + 12\,\Omega = 25\,\Omega$



कुल विभवान्तर = 6 V

ओम के नियम से, $V = IR, \Rightarrow 6 = I \times 25 \Rightarrow I = \frac{6}{25} = 0.24$ A

अब, $12\,\Omega$ के प्रतिरोध के लिए, विद्युत धारा = 0.24 A

अतः, ओम के नियम से, विभवान्तर $V = 0.24 \times 12$ V = 2.88 V

अतः, ऐमीटर का पठ्यांक 0.24 A तथा वोल्टमीटर का पठ्यांक 2.88 V है।

विज्ञान

(www.tiwariacademy.com)

(अध्याय – 12) (विद्युत)

(कक्षा - 10)

पेज 240

प्रश्न 1:

जब **(a)** 5 Ω तथा 10^6 Ω **(b)** 8 Ω, 10^3 Ω तथा 10^6 Ω के प्रतिरोध पार्श्वक्रम में संयोजित किए जाते हैं तो इनके तुल्य प्रतिरोध के संबंध में आप क्या निर्णय करेंगे।

उत्तर 1:

(a) पार्श्वक्रम में संयोजित करने पर तुल्य प्रतिरोध:

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

यहाँ, $R_1 = 1\ \Omega$ और $R_2 = 10^6\ \Omega$, इसलिए,

$$\frac{1}{R}=\frac{1}{1}+\frac{1}{10^6}=\frac{10^6+1}{10^6}$$

$$\Rightarrow R=\frac{10^6}{10^6+1}\approx 1\Omega$$

(b) पार्श्वक्रम में संयोजित करने पर तुल्य प्रतिरोध:

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

यहाँ, $R_1 = 1\ \Omega, R_2 = 10^3\ \Omega$ और $R_3 = 10^6\ \Omega$, इसलिए,

$$\frac{1}{R}=\frac{1}{1}+\frac{1}{10^3}+\frac{1}{10^6}=\frac{10^6+10^3+1}{10^6}=\frac{1001001}{1000000}$$

$$\Rightarrow R=\frac{1000000}{1001001}=0.999\Omega\approx 1\Omega$$

प्रश्न 2:

100 Ω का एक विद्युत लैंप, 50 Ω का एक विद्युत टोस्टर तथा 500 Ω का एक जल फ़िल्टर 220 Ω के विद्युत स्रोत से पार्श्वक्रम में संयोजित हैं। उस विद्युत इस्तरी का प्रतिरोध क्या है जिसे यदि समान स्रोत के साथ संयोजित कर दें तो वह उतनी ही विद्युत धारा लेती है जितनी तीनों युक्तियाँ लेती हैं। यह भी ज्ञात कीजिए कि इस विद्युत इस्तरी से कितनी विद्युत धारा प्रवाहित होती है?

उत्तर 2:

दिया है: विद्युत लैंप का प्रतिरोध = 100 Ω,

टोस्टर का प्रतिरोध = 50 Ω

जल फ़िल्टर का प्रतिरोध = 500 Ω

पार्श्वक्रम में संयोजित करने पर तुल्य प्रतिरोध:

$$\frac{1}{\mathrm{R}}=\frac{1}{\mathrm{R}_1}+\frac{1}{\mathrm{R}_2}+\frac{1}{\mathrm{R}_3}$$

यहाँ, $\mathrm{R}_1 = 100\ \Omega, \mathrm{R}_2 = 50\ \Omega$ और $\mathrm{R}_3 = 500\ \Omega$, इसलिए

$$\frac{1}{\mathrm{R}}=\frac{1}{100}+\frac{1}{50}+\frac{1}{500}=\frac{5+10+1}{500}=\frac{16}{500}$$

$$\Rightarrow \mathrm{R}=\frac{500}{16}=31.25\ \Omega$$

अब, ओम के नियम से, $\mathrm{V} = \mathrm{IR}$,

$$\Rightarrow \mathrm{I}=\frac{\mathrm{V}}{\mathrm{R}}=\frac{220\ \mathrm{V}}{31.25\ \Omega}=7.04\ \mathrm{A}$$

अतः, विद्युत इस्तरी का प्रतिरोध 31.25 Ω है तथा इसमें 7.04 A विद्युत धारा प्रवाहित होती है।

प्रश्न 3:

श्रेणीक्रम में संयोजित करने के स्थान पर वैद्युत युक्तियों को पार्श्वक्रम में संयोजित करने के क्या लाभ हैं?

उत्तर 3:

वैद्युत युक्तियों को पार्श्वक्रम में संयोजित करने के निम्नलिखित लाभ हैं:

- प्रत्येक उपकरण में विभवान्तर की आपूर्ति पथ वोल्टता के स्थिर मान के समान रहती है।
- तुल्य प्रतिरोध भी कम रहता है जिसके परिणामस्वरूप प्रत्येक उपकरण को आवश्यक धारा प्राप्त हो जाती है।
- यदि कोई उपकरण बंद हो जाता है या बंद कर दिया जाता है, तो अन्य उपकरण कार्यशील रहते है।

प्रश्न 4:

2 Ω, 3 Ω तथा 6 Ω के तीन प्रतिरोधकों को किस प्रकार संयोजित करेंगे कि संयोजन का कुल प्रतिरोध **(a)** 4 Ω, **(b)** 1 Ω हो?

उत्तर 4:

विद्युत

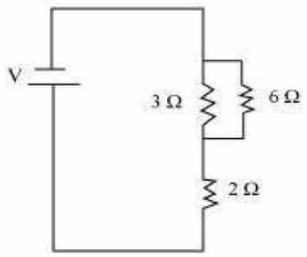
(a) कुल प्रतिरोध 4 Ω प्राप्त करने के लिए, 3 Ω और 6 Ω के प्रतिरोध का संयोजन पर्श्वक्रम में तथा परिमाण को 2 Ω के प्रतिरोध के साथ श्रेणीक्रम में करना होगा।

यहाँ, 3 Ω और 6 Ω के प्रतिरोध का संयोजन पर्श्वक्रम में हैं, इसलिए कुल परिमाण:

$$\frac{1}{R_{12}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

$$\frac{1}{R_{12}} = \frac{1}{3} + \frac{1}{6} = \frac{2+1}{6} = \frac{3}{6} = \frac{1}{2}$$

$$\Rightarrow R_{12} = \frac{2}{1} = 2\ \Omega$$



अब, R_{12} तथा 2 Ω के प्रतिरोध का संयोजन श्रेणीक्रम में हैं, इसलिए कुल परिमाण:

$$R = R_{12} + 2\ \Omega = 2 + 2 = 4\ \Omega$$

(b) कुल प्रतिरोध 1 Ω प्राप्त करने के लिए 2 Ω, 3 Ω और 6 Ω के प्रतिरोध का संयोजन पर्श्वक्रम में करना होगा।

इसलिए, पर्श्वक्रम में कुल परिमाण:

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

यहाँ, $R_1 = 2\ \Omega, R_2 = 3\ \Omega$ और $R_3 = 6\ \Omega$, इसलिए,

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \frac{1}{6} = \frac{3+2+1}{6} = \frac{6}{6} \qquad \Rightarrow R = \frac{6}{6} = 1\ \Omega$$

प्रश्न 5:

4 Ω, 8 Ω, 12 Ω तथा 24 Ω प्रतिरोध की चार कुंडलियों को किस प्रकार संयोजित करें कि संयोजन से **(a)** अधिकतम **(b)** निम्नतम प्रतिरोध प्राप्त हो सके?

उत्तर 5:

यदि प्रतिरोधों का संयोजन श्रेणीक्रम में हो तो अधिकतम प्रतिरोध प्राप्त होता है जबकि पर्श्वक्रम में निम्नतम प्रतिरोध प्राप्त होता है।

(a) इसलिए, अधिकतम प्रतिरोध: $R = R_1 + R_2 + R_3 + R_4 = 4\ \Omega + 8\ \Omega + 12\ \Omega + 24\ \Omega = 48\ \Omega$

(b) निम्नतम प्रतिरोध

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4}$$

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{4} + \frac{1}{8} + \frac{1}{12} + \frac{1}{24} = \frac{6+3+2+1}{24} = \frac{12}{24} \qquad \Rightarrow R = \frac{24}{12} = 2\ \Omega$$

विज्ञान

(www.tiwariacademy.com)

(अध्याय – 12) (विद्युत)

(कक्षा - 10)

पेज 242

प्रश्न 1:

किसी विद्युत हीटर की डोरी क्यों उत्तप्त नहीं होती जबकि उसका तापन अवयव उत्तप्त हो जाता है?

उत्तर 1:

विद्युत धारा से उत्पन्न होने वाली ऊष्मा (H) इसके प्रतिरोध (R) के समानुपाती होती है।

$$H = I^2Rt$$

आपूर्ति तारों का प्रतिरोध हीटर के उत्तप्त तारों की तुलना में बहुत कम (नगण्य) होता है। इसलिए हीटर के तापन अवयव में आपूर्ति तारों की तुलना में अधिक तापन प्रभाव होता है और यह उत्तप्त हो जाता है।

प्रश्न 2:

एक घंटे में 50 W विभवान्तर से 96000 कूलाम आवेश को स्थानांतरित करने में उत्पन्न उष्मा परिकलित कीजिए।

उत्तर 2:

एक घंटे में प्रवाहित विद्युत धारा:

$$I = \frac{\text{आवेश}}{\text{समय}} = \frac{9600 \text{ कूलाम}}{1 \text{ घंटे}} = \frac{9600 \text{ कूलाम}}{60 \times 60 \text{ सेकंड}} = \frac{80}{3} A$$

जूल के नियम से, विद्युत धारा (I) से उत्पन्न होने वाली ऊष्मा $H = VIt$

जहाँ,

$V = 50$ V और $t = 1$ घंटा $= 60 \times 60$ सेकेंड

इसलिए,

$$H = 50 \times \frac{80}{3} \times 60 \times 60 \ = 4800000 \text{ J} = 4.8 \times 10^6 \text{ J}$$

प्रश्न 3:

20 Ω प्रतिरोध की कोई विद्युत इस्तरी 5 A विद्युत धारा लेती है। 30 s में उत्पन्न ऊष्मा परिकलित कीजिए।

उत्तर 3:

जूल के नियम से, विद्युत धारा (I) से उत्पन्न होने वाली ऊष्मा $H = VIt$

जहाँ,

$V = IR = 5A \times 20\ \Omega = 100$ V

$I = 5$ A

और $t = 30$ सेकेंड

इसलिए,

$$H = 100 \times 5 \times 30 \text{ J} = 15000 \text{ J} = 1.5 \times 10^4 \text{ J}$$

विज्ञान

(www.tiwariacademy.com)

(अध्याय – 12) (विद्युत)

(कक्षा - 10)

पेज 245

प्रश्न 1:

विद्युत धारा द्वारा प्रदत्त ऊर्जा की दर का निर्धारण कैसे किया जाता है?

उत्तर 1:

विद्युत धारा द्वारा प्रदत्त ऊर्जा की दर का निर्धारण विद्युत शक्ति के अनुसार होती है। इसे निम्नलिखित समीकरण द्वारा व्यक्त किया जाता है:

$$P = VI \text{ अथवा } P = I^2R \text{ अथवा } P = \frac{V^2}{R}$$

प्रश्न 2:

कोई विद्युत मोटर 220 V के विद्युत स्रोत से 5.0 A विद्युत धारा लेता है। मोटर की शक्ति निर्धारित कीजिए तथा 2 घंटे में मोटर द्वारा उपभुक्त ऊर्जा परिकलित कीजिए।

उत्तर 2:

मोटर की शक्ति P = VI

जहाँ, V = 220 V और I = 5 A है।

इसलिए, शक्ति P = 220 × 5 = 1100 W

यहाँ, उपभुक्त ऊर्जा = शक्ति × समय

जहाँ, P = 1100 W

t = 2 घंटे = 2 × 60 × 60 सेकेंड = 7200 सेकेंड

इसलिए, मोटर द्वारा उपभुक्त ऊर्जा E = 1100 × 7200 J = 7920000 J

विज्ञान

(www.tiwariacademy.com)

(अध्याय – 12) (विद्युत)

(कक्षा – 10)

अभ्यास

प्रश्न 1:

प्रतिरोध R के किसी तार के टुकड़े को पाँच बराबर भागों में काटा जाता है। इन टुकड़ों को फिर पार्श्वक्रम में संयोजित कर देते हैं। यदि संयोजन का तुल्य प्रतिरोध R' है तो R/R' अनुपात का मान क्या है –

(a) 1/25 (b) 1/5 (c) 5 (d) 25

उत्तर 1:

किसी तार का प्रतिरोध उसकी लम्बाई के अनुक्रमानुपाती होता है। दिए गए तार का प्रतिरोध R है। इसलिए जब इसे पाँच बराबर भागों में काटा जाता है तो प्रत्येक भाग का प्रतिरोध $= \frac{R}{5}$

इन पाँचों भागों को पार्श्वक्रम में जोड़ने पर, संयोंजन का तुल्य प्रतिरोध R' निम्नलिखित प्रकार से ज्ञात कर सकते हैं:

$$\frac{1}{R'} = \frac{1}{R/5} + \frac{1}{R/5} + \frac{1}{R/5} + \frac{1}{R/5} + \frac{1}{R/5}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{R'} = \frac{5}{R} + \frac{5}{R} + \frac{5}{R} + \frac{5}{R} + \frac{5}{R} = \frac{25}{R}$$

$$\Rightarrow R' = \frac{R}{25}$$

$$\Rightarrow \frac{R'}{R} = 25$$

अतः, विकल्प (d) सही है।

प्रश्न 2:

निम्नलिखित में से कौन – सा पद विद्युत परिपथ में विद्युत शक्ति को निरुपित नहीं करता?

(a) I^2R (b) IR^2 (c) VI (d) V^2/R

उत्तर 2:

मोटर की शक्ति P = VI

हम जानते हैं कि विद्युत शक्ति P = VI ... (i)

अतः, विकल्प (c) सही है।

ओम के नियम के अनुसार, V = IR ... (ii)

V का मान समीकरण (ii) से समीकरण (i) में रखने पर, शक्ति P = (IR) × I = I^2R

अतः, विकल्प (a) सही है।

I का मान समीकरण (ii) से समीकरण (i) में रखने पर, शक्ति P = V(V/R) = V^2/R

अतः, विकल्प (d) सही है।

अतः, विकल्प (b) विद्युत शक्ति को निरुपित नहीं करता है।

प्रश्न 3:

किसी विद्युत बल्ब का अनुमंताक 220 V; 100 W है। जब इसे 110 V पर प्रचालित करते हैं तब इसके द्वारा उपभुक्त शक्ति कितनी होती है?

(a) 100 W (b) 75 W (c) 50 W (d) 25 W

उत्तर 3:

विद्युत बल्ब की शक्ति $= P = \frac{V^2}{R}$

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

यहाँ, V = 220 V और P = 100 W

$R = \frac{(220)^2}{100} = 484\ \Omega$

विद्युत बल्ब का प्रतिरोध नियत रहता है। इसलिए, जब इसे $110\ V$ पर प्रचालित करते हैं तब इसके द्वारा उपभुक्त शक्ति

$$P = \frac{V^2}{\mathrm{R}} = \frac{(110)^2}{484} = \frac{12100}{484} = 25\ W$$

अतः, विकल्प (d) सही है।

प्रश्न 4:

दो चालक तार जिनके पदार्थ, लम्बाई तथा व्यास समान हैं। किसी विद्युत परिपथ में पहले श्रेणीक्रम में और फिर पार्श्वक्रम में संयोजित किए जाते हैं। श्रेणीक्रम तथा पार्श्वक्रम संयोजन में उत्पन्न ऊष्माओं का अनुपात क्या होगा?

(a) 1: 2 (b) 2: 1 (c) 1: 4 (d) 4: 1

उत्तर 4:

संयोजन में उत्पन्न ऊष्मा प्रतिरोध R के व्युत्क्रमानुपाती होती है।

माना, R_S तथा R_P क्रमशः श्रेणीक्रम तथा पार्श्वक्रम संयोजन के तुल्य प्रतिरोध हैं। माना, R प्रत्येक तार का प्रतिरोध है।

यदि दोनों प्रतिरोधों को पार्श्वक्रम में जोड़ा जाए तो तुल्य प्रतिरोध

$$\frac{1}{R_P} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R} \qquad \Rightarrow \frac{1}{R_P} = \frac{2}{R} \qquad \Rightarrow R_P = \frac{R}{2}$$

यदि दोनों प्रतिरोधों को श्रेणीक्रम में जोड़ा जाए तो तुल्य प्रतिरोध

$$R_s = R + R = 2R$$

अतः, विभवान्तर V के लिए, श्रेणीक्रम तथा पार्श्वक्रम संयोजन में उत्पन्न ऊष्माओं का अनुपात

$$\frac{H_S}{H_P} = \frac{\frac{V^2}{R_s}t}{\frac{V^2}{R_P}t} = \frac{R_P}{R_s} = \frac{R/2}{2R} = \frac{1}{4} = 1:4$$

अतः, विकल्प (c) सही है।

प्रश्न 5:

किसी विद्युत परिपथ में दो बिन्दुओं के बीच विभवान्तर मापने के लिए वोल्टमीटर को किस प्रकार संयोजित किया जाता है?

उत्तर 5:

किसी विद्युत परिपथ में दो बिन्दुओं के बीच विभवान्तर मापने के लिए वोल्टमीटर को पार्श्वक्रम में संयोजित किया जाता है।

प्रश्न 6:

किसी ताँबे के तार का 0.5 mm व्यास तथा प्रतिरोधकता $1.6 \times 10^{-8}\ \Omega$ m है। 10 Ω प्रतिरोध का प्रतिरोधक बनाने के लिए कितने लंबे तार की आवश्यकता होगी? यदि इससे दोगुने व्यास का तार लें तो प्रतिरोध में क्या अंतर आएगा?

उत्तर 6:

l लम्बाई के ताँबे के तार, जिसके अनुप्रस्थ काट का क्षेत्रफल A है, का प्रतिराध (R) निम्नलिखित होगा,

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

जहाँ, ρ = ताँबे की प्रतिरोधकता = 1.6 × 10–8 Ω m, R = 10 Ω,

तार की त्रिज्या r = 0.5/2 mm = 0.25 mm = 0.00025 m

$A = \pi r^2 = 3.14 \times (0.00025)^2 = 0.000000019625\ m^2$

$$\Rightarrow l = \frac{RA}{\rho} = \frac{10 \times 0.000000019625}{1.6 \times 10^{-8}} = 122.72\ m$$

यदि दुगुने व्यास का तार लें, तो त्रिज्या r = 0.5 mm = 0.0005 m

$A = \pi r^2 = 3.14 \times (0.0005)^2 = 0.000000785\ m^2$

इसप्रकार, तार का नया प्रतिरोध R' निम्नलिखित प्रकार से होगा

$$R' = \frac{\rho l}{A} = \frac{1.6 \times 10^{-8} \times 122.72}{0.000000785} = 2.5\ \Omega$$

इसलिए,

$$\frac{R'}{R} = \frac{2.5}{10} = \frac{1}{4} \qquad \Rightarrow R' = \frac{1}{4}R$$

अतः, दुगुने व्यास का तार लेने पर प्रतिरोध ¼ गुना हो जाएगा।

प्रश्न 7:

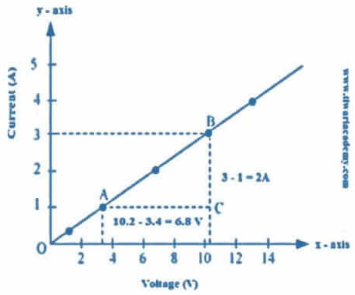
किसी प्रतिरोधक के सिरों के बीच विभवांतर V के विभिन्न मानों के लिए उससे प्रवाहित विद्युत धाराओं I के संगत मान आगे दिए गए हैं:

I (ऐम्पियर)	0.5	1.0	2.0	3.0	4.0
V (वोल्ट)	1.6	3.4	6.7	10.2	13.2

V और I के बीच ग्राफ खींचकर इस प्रतिरोधक का प्रतिरोध ज्ञात कीजिए।

उत्तर 7:

V और I के बीच ग्राफ नीचे दिया गया है। यहाँ, x – अक्ष पर विभवान्तर (voltage V) तथा y – अक्ष पर विद्युत धाराओं (current I) के विभिन्न मानों क दर्शाया गया है।



प्रतिरोधक का प्रतिरोध (R) निम्नलिखित तरीके से निकाल सकते हैं:

$$R = \frac{V}{I} = \frac{AC}{BC} = \frac{6.8}{2} = 3.4\ \Omega$$

प्रश्न 8:

किसी अज्ञात प्रतिरोध के प्रतिरोधक के सिरों से 11 V की बैटरी को संयोजित करने पर परिपथ में 2.5 mA विद्युत धारा प्रवाहित होती है। प्रतिरोधक का प्रतिरोध परिकलित कीजिए।

उत्तर 8:

ओम के नियम के अनुसार, V = IR

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

यहाँ, V = 12 V और I = 2.5 mA = 0.0025 A

इसलिए,

$$R = \frac{12}{0.0025} = 4800\ \Omega = 4.8\ \text{k}\Omega$$

प्रश्न 9:

9 V की किसी बैटरी को 0.2 Ω, 0.3 Ω, 0.4 Ω, 0.5 Ω तथा 12 Ω के प्रतिरोधकों के साथ श्रेणीक्रम में संयोजित किया जाता है। 12 Ω के प्रतिरोधक से कितनी विद्युत धारा प्रवाहित होगी?

उत्तर 9:

प्रतिरोधकों को श्रेणीक्रम में जोड़ने पर, तुल्य प्रतिरोध

$R = R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_5$

$\Rightarrow R = 0.2\ \Omega + 0.3\ \Omega + 0.4\ \Omega + 0.5\ \Omega + 12\ \Omega = 13.4\ \Omega$

ओम के नियम के अनुसार, V = IR

$$\Rightarrow I = \frac{V}{R} = \frac{9}{13.4} = 0.67\ A$$

यहाँ, सभी प्रतिरोधक श्रेणीक्रम में लगे हुए हैं, इसलिए, विद्युत धारा का कोई विभाजन नहीं हो रहा है।

अतः, 12 Ω के प्रतिरोधक से भी समान विद्युत धारा 0.67 A ही प्रवाहित होगी।

प्रश्न 10:

176 Ω प्रतिरोध के कितने प्रतिरोधकों को पार्श्वक्रम में संयोजित करें कि 220 V के विद्युत स्रोत से संयोजन से 5 A विद्युत धारा प्रवाहित हो?

उत्तर 10:

माना, प्रतिरोधकों की कुल संख्या = x

दिया है: विद्युत धारा I = 5 A और विभवान्तर V = 220 V

ओम के नियम के अनुसार, V = IR

$$\Rightarrow R = \frac{V}{I} = \frac{220}{5} = 44\ \Omega$$

176 Ω के x प्रतिरोधों का पार्श्वक्रम में तुल्य प्रतिरोध 44 Ω है। इसलिए

$$\frac{1}{44} = \frac{1}{176} + \frac{1}{176} + \frac{1}{176} + \frac{1}{176} + ..x \text{ बार}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{44} = \frac{x}{176}$$

$$\Rightarrow x = \frac{176}{44} = 4$$

अतः, 4 प्रतिरोधकों को पार्श्वक्रम में संयोजित करने से संयोजन से 5 A विद्युत धारा प्रवाहित होगी।

प्रश्न 11:

यह दर्शाइए कि आप 6 Ω प्रतिरोध के तीन प्रतिरोधकों को किस प्रकार संयोजित करेंगें कि प्राप्त संयोजन का प्रतिरोध

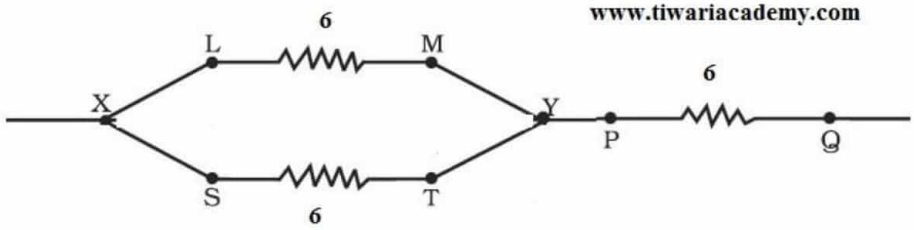
(i) 9 Ω

(ii) 4 Ω हो।

उत्तर 11:

विद्युत

(i) 9 Ω तुल्य प्रतिरोध प्राप्त करने के लिए, 6 Ω के दो प्रतिरोधकों को पहले पार्श्वक्रम में जोड़ना होगा और फिर उसके तुल्य प्रतिरोध के साथ एक 6 Ω के प्रतिरोध को श्रेणीक्रम में जोड़ना होगा। जैसा आकृति में दिया गया है।



पार्श्वक्रम में जोड़े गए दो प्रतिरोधों का तुल्य प्रतिरोध R_{12} निम्नलिखित प्रकार से परिकलित कर सकते हैं:

$$\frac{1}{R_{12}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

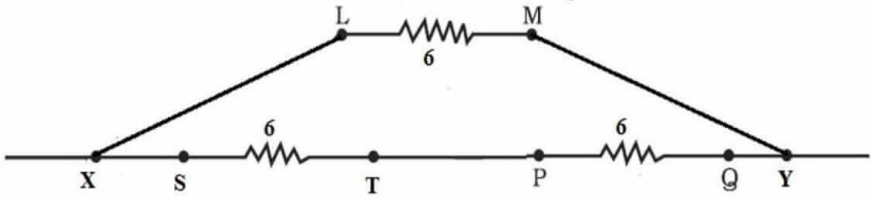
$$\Rightarrow \frac{1}{R_{12}} = \frac{1}{6} + \frac{1}{6} = \frac{2}{6} = \frac{1}{3}$$

$$\Rightarrow R_{12} = 3\ \Omega$$

अब, R_{12} और 6 Ω दोनों श्रेणीक्रम में हैं, इसलिए, तुल्य प्रतिरोध

$$R = R_{12} + 6\ \Omega = 3\ \Omega + 6\ \Omega = 9\ \Omega$$

(ii) 4 Ω तुल्य प्रतिरोध प्राप्त करने के लिए, 6 Ω के दो प्रतिरोधकों को पहले श्रेणीक्रम में जोड़ना होगा और फिर उसके तुल्य प्रतिरोध के साथ एक 6 Ω के प्रतिरोध को पार्श्वक्रम में जोड़ना होगा। जैसा आकृति में दिया गया है।



श्रेणीक्रम में तुल्य प्रतिरोध

$$R_{12} = R_1 + R_2 = 6\,\Omega + 6\,\Omega = 12\,\Omega$$

अब, R_{12} और 6 Ω दोनों पार्श्वक्रम में हैं, इसलिए, तुल्य प्रतिरोध

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_{12}} + \frac{1}{6} \quad \Rightarrow \frac{1}{R} = \frac{1}{12} + \frac{1}{6} = \frac{3}{12} = \frac{1}{4} \quad \Rightarrow R = 4\,\Omega$$

प्रश्न 12:

220 V की विद्युत लाइन पर उपयोग किए जाने वाले बहुत से बल्बों का अनुमातांक 10 W है। यदि 220 V लाइन से अनुमत अधिकतम विद्युत धारा 5 A है तो इस लाइन के दो तारों के बीच कितने बल्ब पार्श्वक्रम में संयोजित किए जा सकते हैं?

उत्तर 12:

एक बल्ब के लिए: विद्युत शक्ति P = 10 W और विभवान्तर V = 220 V
इसलिए, एक बल्ब का प्रतिरोध R निम्नलिखित सूत्र से प्राप्त कर सकते हैं:

$$R = \frac{V^2}{P} = \frac{(220)^2}{10} = 4840\,\Omega$$

माना, बल्बों की कुल संख्या = x
दिया है: संयोजन में कुल विद्युत धारा I = 5 A और विभवान्तर V = 220 V
ओम के नियम के अनुसार, V = IR

$$\Rightarrow R = \frac{V}{I} = \frac{220}{5} = 44\,\Omega$$

इसप्रकार, यदि x बल्बों को, जिनका प्रतिरोध 176 Ω है, पार्श्वक्रम में जोड़ा जाए तो तुल्य प्रतिरोध 44 Ω होगा। इसलिए

$$\frac{1}{44} = \frac{1}{4840} + \frac{1}{4840} + \frac{1}{4840} + ..\,to\,x\ \text{बार} \quad \Rightarrow \frac{1}{44} = \frac{x}{4840} \quad \Rightarrow x = \frac{4840}{44} = 110$$

अतः, दो तारों के बीच में 4840 Ω प्रतिरोध के 110 बल्ब पार्श्वक्रम में संयोजित किए जा सकते हैं।

प्रश्न 13:

किसी विद्युत भट्टी की तप्त प्लेट दो प्रतिरोधक कुंडलियों A तथा B की बनी हैं जिनमें प्रत्येक का प्रतिरोध 24 Ω है तथा इन्हें पृथक-पृथक, श्रेणीक्रम में अथवा पार्श्वक्रम में संयोजित करके उपयोग किया जा सकता है। यदि यह भट्टी 220 V विद्युत स्रोत से संयोजित की जाती है तो तीनों प्रकरणों में प्रवाहित विद्युत धाराएँ क्या हैं?

उत्तर 13:

दिया है: विभवान्तर V = 220 V और प्रत्येक कुंडली का प्रतिरोध R = 24 Ω
जब कुंडलियों को पृथक – पृथक संयोजित किया जाता है तो विद्युत धारा

$$I = \frac{V}{R} = \frac{220}{24} = \frac{55}{6} = 9.16\,A$$

श्रेणीक्रम में जोड़ने पर कुंडलियों का तुल्य प्रतिरोध

$$R = R_1 + R_2 = 24\,\Omega + 24\,\Omega = 48\,\Omega$$

जब कुंडलियों को श्रेणीक्रम में संयोजित किया जाता है तो विद्युत धारा

$$I = \frac{V}{R} = \frac{220}{48} = \frac{55}{12} = 4.58\,A$$

पार्श्वक्रम में जोड़ने पर कुंडलियों का तुल्य प्रतिरोध

$$\frac{1}{R}=\frac{1}{24}+\frac{1}{24}=\frac{2}{24}=\frac{1}{12} \quad \Rightarrow R=12\,\Omega$$

जब कुंडलियों को पार्श्वक्रम में संयोजित किया जाता है तो विद्युत धारा

$$I=\frac{V}{R}=\frac{220}{12}=\frac{55}{3}=18.33\,A$$

प्रश्न 14:

निम्नलिखित परिपथों में प्रत्येक में 2 Ω प्रतिरोधक द्वारा उपभुक्त शक्तियों की तुलना कीजिए:

(i) 6 V की बैटरी से संयोजित 1 Ω तथा 2 Ω श्रेणीक्रम संयोजन।

(ii) 4 V बैटरी से संयोजित 12 Ω तथा 2 Ω का पार्श्वक्रम संयोजन।

उत्तर 14:

दिया है: विभवान्तर, V = 6 V

(i) 1 Ω और 2 Ω के प्रतिरोधक श्रेणीक्रम में संयोजित हैं। इसलिए, इन दोनों प्रतिरोधकों का तुल्य प्रतिरोध

$$R = 1 + 2 = 3\,\Omega$$

ओम के नियम के अनुसार, V = IR

$$\Rightarrow I=\frac{V}{R}=\frac{6}{3}=2\,A$$

श्रेणीक्रम संयोजन में, विद्युत धारा समान रहती है। इसलिए, विद्युत शक्ति निम्न प्रकार से परिकलित की जा सकती है:

$$P=I^2R=(2)^2\times 2=8\,W$$

(ii) 12 Ω और 2 Ω के प्रतिरोधक पार्श्वक्रम में संयोजित हैं। इसलिए, 2 Ω के प्रतिरोधक में विद्युत धारा

$$\Rightarrow I=\frac{V}{R}=\frac{6}{3}=2\,A$$

पार्श्वक्रम संयोजन में दो बिन्दुओं के बीच विभवान्तर समान रहता है। इसलिए, 2 Ω प्रतिरोधक द्वारा उपभुक्त शक्ति

$$P=\frac{V^2}{R}=\frac{4^2}{2}=8\,W$$

अतः, दोनों ही परिपथों में विद्युत शक्ति 8W समान है।

प्रश्न 15:

दो विद्युत लैम्पों जिनमें से एक का अनुमतांक 100 W; 220 V तथा दूसरे का 60 W; 220 V है, विद्युत मेंस के साथ पार्श्वक्रम में संयोजित है। यदि विद्युत आपूर्ति की वोल्टता 220 V है तो विद्युत मेंस से कितनी धारा ली जाती है?

उत्तर 15:

पहले लैंप के लिए: विद्युत शक्ति P_1 = 100 W और विभवान्तर V = 220 V

इसलिए,

$$I_1=\frac{P_1}{V}=\frac{100}{220}=0.455\,A$$

दूसरे लैंप के लिए: विद्युत शक्ति P_2 = 60 W और विभवान्तर V = 220 V

इसलिए,

$$I_2=\frac{P_2}{V}=\frac{60}{220}=0.273\,A$$

अतः, विद्युत मेंस से ली गई कुल धारा $I=I_1+I_2=0.455+0.273=0.728\,A$

प्रश्न 16:

किसमें अधिक विद्युत ऊर्जा उपभुक्त होती है: 250 W का टी. वी. सेट जो एक घंटे तक चलाया जाता है अथवा 120 W का विद्युत हीटर जो 10 मिनट के लिए चलाया जाता है?

उत्तर 16:

विद्युत उपकरणों द्वारा उपभुक्त ऊर्जा H = Pt
टी. वी. सेट के लिए: शक्ति P = 250 W और समय t = 1 घंटा = 3600 सेकेण्ड
इसलिए, उपभुक्त ऊर्जा H = P × t = 250 × 3600 = 900000 J

विद्युत हीटर के लिए: शक्ति P = 1200 W और समय t = 10 मिनिट = 600 सेकेण्ड
इसलिए, उपभुक्त ऊर्जा H = P × t = 1200 × 600 = 720000 J
अतः, टी. वी. सेट में अधिक विद्युत ऊर्जा उपभुक्त होती है।

प्रश्न 17:

8 Ω प्रतिरोध का कोई विद्युत हीटर विद्युत मेंस से 2 घंटे तक 15 A विद्युत धारा लेता है। हीटर में उत्पन्न ऊष्मा की दर परिकलित कीजिए।

उत्तर 17:

विद्युत हीटर द्वारा उपभुक्त ऊर्जा $H = I^2Rt$
जहाँ, विद्युत धारा I = 15 A, प्रतिरोध R = 8 Ω और समय t = 2 घंटे
हीटर में उत्पन्न ऊष्मा की दर

$$H = \frac{I^2Rt}{t} = I^2R = (15)^2 \times 8 = 1800\ J/s$$

प्रश्न 18:

निम्नलिखित को स्पष्ट कीजिए:

(a) विद्युत लैम्पों के तंतुओं के निर्माण में प्रायः एकमात्र टंगस्टन का ही उपयोग क्यों किया जाता है?
(b) विद्युत तापन युक्तियों जैसे ब्रेड – टोस्टर तथा विद्युत इस्तरी के चालक शुद्ध धातुओं के स्थान पर मिश्रातुओं के क्यों बनाए जाते हैं?
(c) घरेलु विद्युत परिपथों में श्रेणीक्रम संयोजन का उपयोग क्यों नहीं किया जाता है?
(d) किसी तार का प्रतिरोध उसकी अनुप्रस्थ काट के क्षेत्रफल में परिवर्तन के साथ किस प्रकार परिवर्तित होता है?
(e) विद्युत संचारण के लिए प्रायः कॉपर तथा ऐलुमिनियम के तारों का उपयोग क्यों किया जाता है?

उत्तर 18:

(a) टंगस्टन की प्रतिरोधकता अधिक होती है, इसलिए यह विद्युत धारा को अधिकतम मात्रा में रोके रखता है जिससे यह अत्यंत तप्त होकर ऊष्मा उत्पन्न करता है। इसका गलनांक भी बहुत अधिक (3380° C) होता है। अतः, यह उच्च ताप पर भी नहीं पिघलता है।

(b) मिश्रातुओं की प्रतिरोधकता उनकी अवयवी धातुओं की अपेक्षा अधिक होती है, इसलिए उच्च ताप पर भी इनका उपचयन (दहन) आसानी से नहीं होता है। यही कारण है कि विद्युत तापन युक्तियाँ जैसे ब्रेड – टोस्टर तथा विद्युत इस्तरी के चालक शुद्ध धातुओं के स्थान पर मिश्रातुओं के बनाए जाते हैं।

(c) घरेलु विद्युत परिपथों में श्रेणीक्रम संयोजन का उपयोग न किये जाने के दो मुख्य कारण हैं:
- श्रेणीक्रम संयोजन में जब परिपथ का एक अवयव कार्य करना बंद कर देता है तो परिपथ टूट जाता है और परिपथ के सभी अवयव कार्य करना बंद कर देते हैं।
- श्रेणीक्रम संयोजन में सभी अवयवों को समान विभवान्तर नहीं मिलता है।

(d) किसी तार का प्रतिरोध (R) उसकी अनुप्रस्थ काट के क्षेत्रफल (A) के व्युत्क्रमानुपाती होता है।

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

यदि अनुप्रस्थ काट का क्षेत्रफल बढता है (अर्थात तार की मोटा हो जाता है) तो प्रतिरोध कम हो जाता है और यदि अनुप्रस्थ काट का क्षेत्रफल कम होता है (अर्थात तार पतला हो जाता है) तो प्रतिरोध बढ़ जाता है।

(e) कॉपर तथा ऐलुमिनियम की विद्युत प्रतिरोधी क्षमता बहुत कम होती है जिससे ये विद्युत के अच्छे सुचालक होते हैं। इसलिए विद्युत संचारण के लिए प्रायः कॉपर तथा ऐलुमिनियम के तारों का उपयोग किया जाता है।