

12. વિદ્યુત

સ્વાધ્યાય

1. માંગ્યા મુજબ પ્રશ્નોના જવાબ લખો.

1. R અવરોધ ધરાવતા તારના પાંચ સમાન ટુકડા કરવામાં આવે છે. આ ટુકડાઓને સમાંતર જોડવામાં આવે છે. જો જોડાણનો પરિણામી અવરોધ R' હોય, તો R/R' ગુણોત્તર..... છે.

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

ઉત્તર. 25

2. નીચેનામાંથી કયું પદ પરીપથમાં વિદ્યુતપાવર દર્શાવતું નથી ?

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

ઉત્તર. IR^2

3. એક વિદ્યુત બલ્બનું રેટિંગ 220 v અને 100 w છે. જ્યારે તેને 110 v પર વાપરવામાં આવે ત્યારે વપરાતો પાવર _____ હશે.

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

ઉત્તર. 25 w

4. એકજ દ્રવ્યમાંથી બનેલા બે વાહક તારની લંબાઈ અને વ્યાસ સમાન છે. સમાન વિદ્યુતસ્થિતિમાનના તફાવત હેઠળ તેમને સૌપ્રથમ શ્રેણીમાં અને ત્યારપછી સમાંતર જોડવામાં આવે છે, તો શ્રેણી અને સમાંતર જોડાણમાં ઉત્પન્ન થતી ઉષ્માનો ગુણોત્તર _____ હશે.

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

ઉત્તર. 1:4

5. પરીપથમાં કોઈ બે બિંદુ વચ્ચે વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત માપવા માટે વોલ્ટમીટર કેવી રીતે જોડશો ?

ઉત્તર. પરીપથમાં કોઈ બે બિંદુ વચ્ચે વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત માપવા માટે વોલ્ટમીટર તે બે બિંદુઓ સાથે સમાંતર જોડવું પડે.

6. એક તાંબાના તારનો વ્યાસ 0.5 mm અને અવરોધકતા $1.6 \times 10^{-8} \Omega m$ છે તો 10Ω નો અવરોધ બનાવવા તારની લંબાઈ કેટલી હોવી જોઈએ ? જો વ્યાસ બમણો કરવામાં આવે તો અવરોધમાં કેટલો ફેરફાર થાય ?

ઉત્તર.

તારનો વ્યાસ : 0.5 mm

$$\text{તારની ત્રિજ્યા} : r = \frac{d (\text{વ્યાસ})}{2} = \frac{0.5}{2}$$

$$= 0.25 \text{ mm}$$

$$= 0.25 \text{ mm} \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$r = 2.5 \times 10^{-4} \text{ m}$$

$$\text{અવરોધકતા} = 1.6 \times 10^{-8} \Omega\text{m}$$

$$\text{અવરોધ } R = 10\Omega$$

$$\text{લંબાઈ } l = ?$$

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

(જ્યાં A = ક્ષેત્રફળ તાર વર્તુળ
હોય માટે $A = \pi r^2$)

$$l = \frac{R(\pi r^2)}{\rho}$$

$$= \frac{10 \times 3.14 \times (2.5 \times 10^{-4})^2}{1.6 \times 10^{-8}}$$

$$= \frac{3.14 \times 6.25 \times 10^{-8}}{1.6 \times 10^{-8}}$$

$$\frac{196.25}{1.6} = \boxed{122.7\text{m}}$$

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

(વ્યાસ બમણો કરવામાં આવે ત્યારે)

$$= \frac{\rho l}{\pi \left(\frac{d^2}{4}\right)}$$

$$= \frac{4\rho l}{\pi}$$

$$= \frac{1}{d^2}$$

$$\therefore R \propto \frac{1}{d^2}$$

વ્યાસ d બમણો કરવામાં આવે તો અવરોધ R $1/4$ ગણો થાય.

7. કોઈ અવરોધના બે છેડા વચ્ચે વિદ્યુતસ્થિતિમાનના તફાવત V અને તેને અનુરૂપ અવરોધમાંથી વહેતા વિદ્યુતપ્રવાહ I ના મુલ્યો નીચે મુજબ છે.

I (એમ્પીયર) 0.5 1.0 2.0 3.0 4.0

V (વોલ્ટ) 1.6 3.4 6.7 10.2 13.2

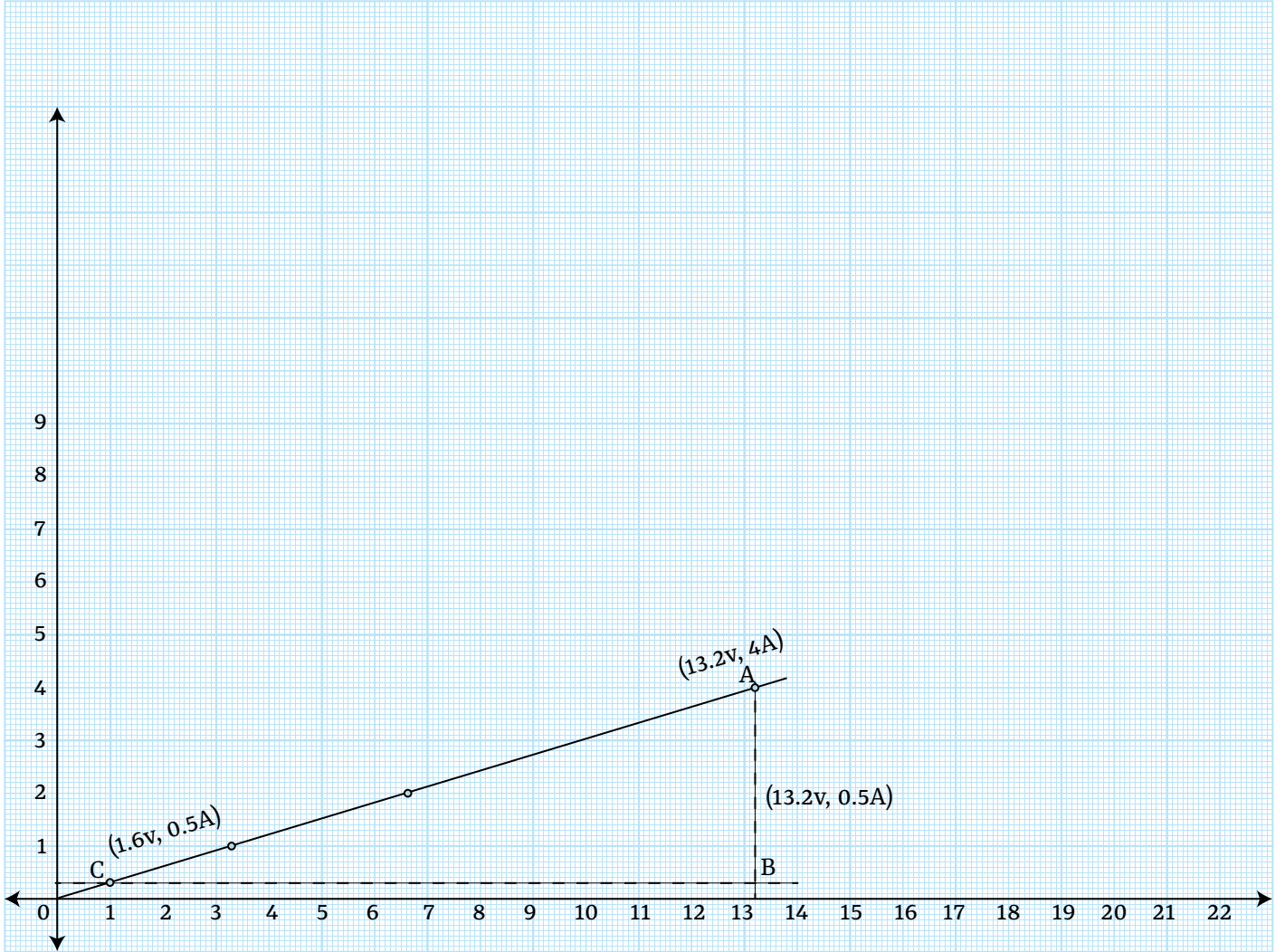
V વિરુદ્ધનો I નો આલેખ દોરી અવરોધકનો અવરોધ ગણો.

ઉત્તર. અવલોકન પરથી અવરોધ

$$(1) R_1 = \frac{V_1}{I_1} = \frac{1.6}{0.5} = 3.2 \Omega$$

$$(2) R_2 = \frac{V_2}{I_2} = \frac{2.0}{1.0} = 2.0 \Omega$$

આલેખ:-



$$(3) R3 = \frac{V3}{I3} = \frac{6.7}{2.0} = 3.35 \Omega$$

$$(4) R4 = \frac{V4}{I4} = \frac{10.2}{3.0} = 3.4 \Omega$$

$$(5) R2 = \frac{V5}{I5} = \frac{13.2}{4.0} = 3.3 \Omega$$

સરેરાશ અવરોધ $R = \frac{R1 + R2 + R3 + R4 + R5}{5}$

$$R = \frac{3.2 + 3.4 + 3.35 + 3.4 + 3.3}{5}$$

$$= \frac{16.65}{5}$$

$$R = 3.33 \Omega$$

આલેખ પરથી અવરોધ

$$\begin{aligned} \text{આલેખનો ઢાળ} &= \frac{AB}{BC} = \frac{4 - 0.5}{13.2 - 1.6} \\ &= \frac{3.5 \text{ A}}{11.6 \text{ V}} \quad \left[\because R = \frac{V}{I} \right] \\ \therefore \text{અવરોધ } R &= \frac{11.6 \text{ V}}{3.5 \text{ A}} \\ &= 3.314\Omega \end{aligned}$$

8. જ્યારે અજ્ઞાત અવરોધના છેડા વચ્ચે 12 v ની બેટરી જોડવામાં આવે ત્યારે પરીપથમાં 2.5 ma નો પ્રવાહ વહે છે, તો અવરોધકતાનો અવરોધ શોધો.

$$V=12 \text{ V},$$

$$I= 2.5 \text{ mA} = 2.5 \times 10^{-3} \text{ A}$$

$$R=?$$

$$\begin{aligned} R &= \frac{V}{I} = \frac{12}{2.5 \times 10^{-3}} \\ &= 4.8 \times 10^{-3} \end{aligned}$$

$$R = 4.8 \text{ K}\Omega$$

9. 9v ની બેટરીને અવરોધો 0.2Ω, 0.3Ω, 0.4Ω, 0.5Ω, અને 12Ω, ના અવરોધમાંથી વહેતો વિદ્યુતપ્રવાહ કેટલો ?

આપેલ બધા અવરોધો શ્રેણીમાં જોડેલા છે.

$$R = 0.2+0.3+0.4+0.5+12$$

$$R = 13.4\Omega$$

$$\text{અવરોધમાંથી વહેતો વિદ્યુતપ્રવાહ } I = \frac{V}{R} = \frac{9}{13.4}$$

$$I = 0.67 \text{ A}$$

10. 176Ω ના કેટલાક અવરોધોને સમાંતર જોડવા જોઈએ કે જેથી 220v ની લાઈનમાંથી 5A પ્રવાહ વહે?

$$I = 5\text{A}, V = 220\text{V}, R = 176$$

$$R = \frac{V}{I} = \frac{220}{5}$$

$$R = 44\Omega$$

220 v લાઈન સાથે 44Ω અવરોધ જોડતા તેમાંથી 5A પ્રવાહ પસાર વહે છે. તો 176 Ω ના કેટલા અવરોધોને સમાંતર જોડતા અવરોધ 44Ω થાય

$$\therefore \frac{1}{R_{\text{Total}}} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R} + \dots + n \text{ વખત}$$

$$\therefore \frac{1}{R_{\text{Total}}} = \frac{n}{R}$$

$$\therefore R_{\text{Total}} = \frac{R}{n} \therefore n = \frac{R}{R_{\text{Total}}}$$

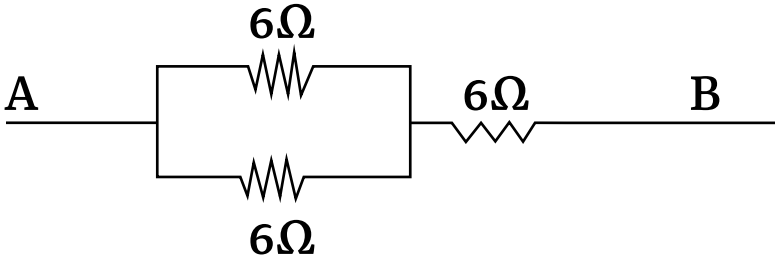
$$n = \frac{176}{44}$$

$$n = 4$$

માટે 176Ω ના ચાર (4) અવરોધોને સમાંતર જોડવા જોઈએ કે જેથી 220 V ની લાઈનમાંથી 5 A પ્રવાહ વહે

11. 6Ω ના ત્રણ અવરોધોને તમે કેવી રીતે જોડશો કે જેથી જોડાણનો અવરોધ (i) 9Ω (ii) 4Ω થાય.

(i) 6Ω ના ત્રણ અવરોધો વડે સમતુલ્ય અવરોધ 9Ω મેળવવા માટે બે અવરોધ સમાંતર જોડવો તથા ત્રીજો અવરોધ શ્રેણીમાં જોડવો પડે.



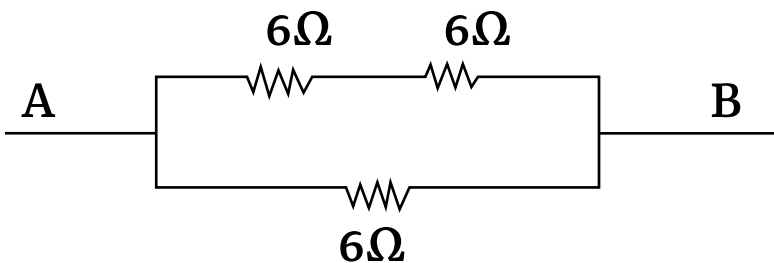
$$R_p = \frac{R \times R}{R + R} = \frac{6 \times 6}{6 + 6} = \frac{36}{12} = 3\Omega$$

$$\therefore R_{\text{કુલ}} = R_p + R$$

$$= 3 + 6$$

$$= 9\Omega$$

(ii) 6Ω ના ત્રણ અવરોધો વડે સમતુલ્ય અવરોધ 4Ω મેળવવા માટે બે અવરોધ શ્રેણીમાં જોડવા તથા ત્રીજો અવરોધ સમાંતર જોડવો પડે.



$$R_s = R + R = 6 + 6 = 12\Omega$$

$$R_{\text{કુલ}} = \frac{R_s \times R}{R_s + R} = \frac{12 \times 6}{12 + 6} = \frac{72}{18} = 4\Omega$$

12. 220 v ની વિદ્યુતલાઈન પર ઉપયોગમાં લઈ શકાય તેવા અનેક બલ્બોનું રેટિંગ 10 w છે. 220 v ની લાઈનમાંથી ખેંચી શકાતો મહત્તમ પ્રવાહ 5 A હોય તો લાઈનના બે તાર વચ્ચે કેટલા બલ્બ સમાંતર જોડી શકાય ?

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

$$\text{બલ્બનો અવરોધ } R = 4840 \Omega$$

પરીપક્ષનો કુલ અવરોધ

$$R_{\text{કુલ}} = \frac{V}{I} = \frac{220}{5}$$

$$R_{\text{કુલ}} = 44 \Omega$$

--> R અવરોધ ધરાવતા n બલ્બને સમાંતર જોડતા તેનો અવરોધ

$$R_{\text{કુલ}} = \frac{R}{n}$$

$$\therefore n = \frac{R}{R_{\text{કુલ}}} = \frac{4840}{44} = 110$$

માટે, 220 v લાઈનમાંથી ખેંચી શકાતો મહત્તમ પ્રવાહ 5A હોય તો લાઈનના બે તાર વચ્ચે 110 બલ્બ સમાંતર જોડી શકાય.

13. ઇલેક્ટ્રિક ઓવનની હોટપ્લેટ(Hot Plate) 220v ની લાઈન સાથે જોડેલ છે, જેમાં બે અવરોધ કોઈલ A અને B છે. પ્રત્યેકનો અવરોધ 24Ω છે. જેને સ્વતંત્ર શ્રેણીમાં કે સમાંતરમાં ઉપયોગમાં લઈ શકાય છે, તો ત્રણેય કિસ્સામાં વિદ્યુતપ્રવાહ કેટલો- કેટલો હશે ?

--> જ્યારે A અને B ને સ્વતંત્ર જોડતા દરેક કોઈલમાંથી વહેતો પ્રવાહ

$$I = \frac{V}{RA} = \frac{220}{24} = 9.166 \text{ A}$$

જ્યારે A અને B માં કોઈલ ને શ્રેણીમાં જોડતાં સમતુલ્ય અવરોધ

$$R_s = RA + RB = 24 + 24 = 48\Omega$$

$$\therefore I_s = \frac{V}{R_s} = \frac{220}{48} = 4.58 \text{ A}$$

જ્યારે A અને B માં કોઈલ ને સમાંતર જોડતાં સમતુલ્ય અવરોધ

$$R_p = \frac{Ra \times Rb}{Ra + Rb}$$

$$= \frac{24 \times 24}{24 + 24}$$

$$= \frac{24}{2} = 12 \therefore I_p = \frac{V}{R_p} = \frac{220}{12} = 18.33 \text{ A}$$

14. નીચે આપેલા પરીપથોમાં 2Ω ના અવરોધમાં વપરાતા પાવરની સરખામણી કરો.

(i) 6 v ની બેટરી સાથે 1Ω અને 2Ω ના અવરોધો શ્રેણીમાં

(ii) 4 v બેટરી સાથે 12Ω અને 2Ω ના અવરોધો સમાંતરમાં

(1)

$$R_s = 1 + 2 = 3 \Omega$$

$$I_s = \frac{V}{R_s} = \frac{6}{3} = 2 \text{ A}$$

(2) 12Ω અને 2Ω ના અવરોધને સમાંતર જોડી 4v ની બેટરી જોડતા દરેક અવરોધના બે છેડા વચ્ચેના વોલ્ટેજ 4v જ રહે છે.

2Ω ના અવરોધમાં વપરાતો પાવર

--> 2Ω અવરોધમાં વપરાતો

પાવર

$$P_A = I_s^2 R$$

$$= (2)^2 \times 2$$

$$P_A = 8 \text{ W}$$

$$P_B = \frac{V^2}{R} = \frac{4^2}{2}$$

$$P_B = 8 \text{ W}$$

બંને પરિસ્થિતિમાં પાવરની સરખામણી કરવા માટે P_A અને P_B નો ગુણોત્તર

લેતા,

$$\frac{PA}{PB} = \frac{8}{8} = 1$$

$$\therefore PA = PB$$

15. 100 w, 200 v અને 60 w, 220 v નું રેટિંગ ધરાવતા બે બલ્બ વિદ્યુત મેઇન્સ સાથે સમાંતર જોડેલા છે. જો સપ્લાય વોલ્ટેજ 220 v હોય તો લાઈનમાંથી ખેંચાતો પ્રવાહ કેટલો હશે ?

ઉત્તર.

100 w ના બલ્બનો અવરોધ.

$$R_1 = \frac{V^2}{P_1} = \frac{(220)^2}{60} = \frac{220 \times 220}{60} = 484 \Omega$$

60 w ના બલ્બનો અવરોધ,

$$R_2 = \frac{V^2}{P_2} = \frac{(220)^2}{60} = \frac{220 \times 220}{60} = 806.7 \Omega$$

બંને બલ્બને સમાંતર જોડતાં તેમનો સમતુલ્ય અવરોધ.

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

$$\therefore R_p = \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2} = \frac{484 \times 806.7}{484 + 806.7}$$

$$R_p = 302.5 \Omega$$

$$\text{પ્રવાહ } I = \frac{V}{R_p} = \frac{220}{302.5} = 0.7272 \text{ A}$$

16. કોનામાં વધુ વિદ્યુતઊર્જા વપરાય છે. 250 w નું TV એક કલાક ચલાવવા કે 1200 w ના ટોસ્ટરને 10 મિનીટ ચલાવતા ?

--> TV:-

$$P = 250 \text{ w} = 250 \text{ જુલ/સેકન્ડ}$$

$$t = 1 \text{ h} = 3600 \text{ સેકન્ડ}$$

$$(2) \text{ TV માટે વિદ્યુત ઊર્જા} = P \times t$$

$$= 250 \text{ J/S} \times 3600 \text{ s}$$

$$= 900000 \text{ J} = 900 \times 10^3 \text{ J}$$

$$= 900 \text{ KJ}$$

->ટોસ્ટર:-

$$P = 1200 \text{ W} = 1200 \text{ જુલ/સેકન્ડ}$$

$$\pm = 10 \text{ મિનીટ} = 600 \text{ સેકન્ડ}$$

$$\begin{aligned} \text{--> ટોસ્ટર માટે વિદ્યુતઊર્જા} &= P \times t \\ &= 1200 \times 600 \\ &= 72000 \text{ OJ} \\ &= 720 \times 10^3 \text{ J} \\ &= 720 \text{ KJ} \end{aligned}$$

TV માં વધુ ઊર્જા વપરાશે .

17. 8Ω અવરોધ ધરાવતું વિદ્યુત હીટર મેઈન્સમાંથી 2 કલાક સુધી 15 A વિદ્યુત પ્રવાહ ખેંચે છે, તો હીટરમાં ઉત્પન્ન થતી ઉષ્માનો દર શોધો.

$$I = 15 \text{ A } R = 8\Omega \text{ } t = 2\text{h (2 કલાક)}$$

$$\begin{aligned} \text{વિદ્યુત પાવર } P &= I^2 R = (15)^2 \times 8 \\ &= 225 \times 8 = 1800 \text{ W} = 1800 \text{ J/S} \end{aligned}$$

18. નીચેની સમજૂતી આપો :

(a). વિદ્યુત બલ્બના ફિલામેન્ટ બનાવવા માટે લગભગ એક માત્ર ટંગસ્ટનનો ઉપયોગ કેમ થાય છે ?

ઉત્તર. કારણકે ટંગસ્ટનનું ગલનબિંદુ ખુબ જ ઊંચું (3380°C) હોવાથી તે ખુબ ઊંચા તાપમાને પણ પીગળ્યા સિવાય ઉદ્ભવતી ઉષ્મા જાળવી શકે છે. તેથી તે ખુબ ગરમ થાય તો પણ પીગળ્યા વગર પ્રકાશનું ઉત્સર્જન કરે છે તેથી ટંગસ્ટનનો ઉપયોગ થાય છે.

(b). વિદ્યુત તાપીય ઉપકરણો જેવાકે બ્રેડ, ટોસ્ટર, ઇલેક્ટ્રિક ઇસ્ત્રી ના વાહકો શુદ્ધ ધાતુના સ્થાને મિશ્રધાતુના કેમ બનાવામાં આવે છે ?

ઉત્તર. કારણ કે મિશ્રધાતુનું ગલનબિંદુ ઊંચું હોય છે તેની અવરોધકતા શુદ્ધ ધાતુઓ કરતા વધારે હોય છે મિશ્રધાતુઓ ઊંચા તાપમાને હોય ત્યારે ત્વરિત ઓક્સિડાઈઝ પામતી નથી. તેથી વિદ્યુત તાપીય ઉપકરણો જેવા કે બ્રેડ ટોસ્ટર, ઇલેક્ટ્રિક ઇસ્ત્રીના વાહકો શુદ્ધ ધાતુના સ્થાને મિશ્ર ધાતુના બનાવવામાં આવે છે.

(c). ઘરવપરાશના પરીપથોમાં શ્રેણી-જોડાણોનો ઉપયોગ કેમ કરવામાં આવતો નથી ?

ઉત્તર. શ્રેણી જોડાણમાં દરેક ઉપકરણમાંથી વહેતો વિદ્યુતપ્રવાહ સમાન હોય છે. તેથી વિદ્યુત બલ્બ અને વિદ્યુતહીટરને શ્રેણીમાં જોડવા ઉચિત નથી. કારણ કે બંને સારી રીતે કામ કરે એ માટે તેમને અલગ અલગ મૂલ્યના વિદ્યુતપ્રવાહો જરૂરી છે. શ્રેણી જોડાણમાં કોઈ એક ઉપકરણ બંધ થઈ જાય તો પરિપથ ખુલ્લો થઈ જાય છે અને બાકીના બધા ઉપકરણો પણ બંધ થઈ જાય છે. શ્રેણી જોડાણમાં માત્ર એક

જ કળ (સ્વીચ) હોવાથી દરેક ઉપકરણને સ્વતંત્ર રીતે ચાલુ કે બંધ ના કરી શકાય આ બધા કારણોથી ઘરવપરાશના પરીપથોમાં શ્રેણી જોડાણનો ઉપયોગ કરવામાં આવતો નથી.

(d). કોઈ તારનો અવરોધ તેના આડછેદના ક્ષેત્રફળ સાથે કેવી રીતે બદલાય છે?

ઉત્તર. તારનો અવરોધ તેના આડછેદના વ્યસ્ત પ્રમાણમાં હોય છે.

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

જો તાર જાડો હોય તો તેનો અવરોધ ઓછો હશે અને જો તાર પાતળો હોય તો તેનો અવરોધ વધુ હશે.

(e). વિદ્યુતપ્રવાહના વહન એકથી બીજા સ્થાને લઈ જવા Transmission માટે મોટા ભાગે તાંબા અને એલ્યુમિનીયમ તારનો ઉપયોગ કેમ કરવામાં આવે છે ?

ઉત્તર. કારણ કે તાંબા અને એલ્યુમિનીયમની અવરોધકતા ખુબ ઓછી હોવાથી તેમાં ઉષ્માઉર્જાનો વ્યય ઓછો થાય છે આ ઉપરાંતે આ બંને ધાતુઓ સસ્તી છે અને સહેલાઈથી મળી રહે છે. આ બંને ધાતુઓને ટીપી ને સરળતાથી તાર બનાવી શકાય છે તેથી વિદ્યુતવહન માટે તાંબા કે એલ્યુમિનીયમ તાર વપરાય છે.

*