6. ప్రవాహ విద్యుత్తు

ముఖ్య విషయాలు

* విద్యుత్ ప్రవాహం $(i)=\frac{q}{t}=\frac{ne}{t}$

* ఏకాంక పరిమాణం గల విద్యుత్ క్షేత్రాన్ని అనువర్తించినపుడు కలిగే సగటు వేగాన్ని చలనశీలత అంటారు. $\mu=\frac{V_d}{E}$

* డ్రిఫ్ట్‌వడి v_d మరియు విద్యుత్ ప్రవాహం i ల మధ్య సంబంధం $v_d=\frac{i}{n\,eA}$ ఇందు i వాహకంలోని విద్యుత్ ప్రవాహం, e ఆవేశవాహకాల ఆవేశం, n ఏకాంక ఘనపరిమాణంలోని ఆవేశ వాహకాల సంఖ్య మరియు A వాహకం అడ్డుకోత వైశాల్యం.

* స్థిర ఉష్ణోగ్రత వద్ద ఒక వాహకంలోని విద్యుత్ ప్రవాహం (i), దాని చివరల మధ్య అనువర్తింపచేసిన పొటెన్షియల్ తేడా (V) కు అనులోమానుపాతంలో ఉండును. దీనిని ఓమ్ నియమము అంటారు $i=\frac{V}{R}$. ఇందు R అనేది వాహకం నిరోధం.

* ఓమ్ నియమాన్ని అనుసరించే మూలకాలను ఓమిక్ మూలకాలు అంటారు. ఓమ్ నియమాన్ని పాటించని మూలకాలను నాన్-ఓమిక్ మూలకాలు అంటారు.

* విద్యుత్ నిరోధం యొక్క ఉత్క్రమాన్ని వాహకత్వం G అంటారు. $G=\frac{1}{R}$. దీనికి $S.I.$ ప్రమాణం ఓమ్$^{-1}$ (or) సీమన్స్

* విశిష్ట నిరోధం ρ : ప్రమాణ అడ్డుకోత వైశాల్యము గల వాహక తలాల మధ్య ప్రమాణ దూరము ఉన్నపుడు ఆ వాహకపు ఎదురెదురు తలాల మధ్య గల నిరోధాన్ని విశిష్ట నిరోధంగా నిర్వచించినారు.

  విశిష్ట నిరోధము $\rho=\frac{RA}{l}$ ప్రమాణం ఓమ్ - మీటరు.

* నిరోధం యొక్క ఉత్క్రమాన్ని వాహకత్వం అంటారు. ఒక పదార్థం నిరోధకత అదే పదార్థం నిరోధకత అదే పదార్థంతో తయారైన, ఒక మీటరు పొడవు మరియు ఒక చదరపు మీటరు అడ్డుకోత వైశాల్యం కలిగిన వాహకం యొక్క నిరోధానికి సంఖ్యాత్మకంగా సమానం.

* వాహకత (σ) : ఒక పదార్థము యొక్క విశిష్ట నిరోధం 'ρ' యొక్క విలోమాన్ని వాహకత అంటారు.

  $\sigma=\frac{1}{\rho}$ ప్రమాణము సీమెన్/మీటరు.

* R_1, R_2 నిరోధాలనుశ్రేణి పద్ధతిలో కలిపితే ఫలిత నిరోధం 'R' పెరుగుతుంది. ఫలిత నిరోధం $R=R_1+R_2$.

* R_1, R_2 నిరోధాలను సమాంతరంగా కలిపితే ఫలిత నిరోధం R తగ్గుతుంది. $\frac{1}{R}=\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}$

* నిరోధాలను వేడిచేస్తే వాటి నిరోధం పెరుగుతుంది. ఉష్ణోగ్రత వద్ద నిరోధము. $R_t=R_0(1+\alpha t)$.

  $R_0=0^0C$ వద్ద పదార్థపు నిరోధం $R_t=t^0C$ వద్ద పదార్థపు $\alpha=$ పదార్థపు ఉష్ణోగ్రతా నిరోధకత గుణకం.

* ఒక ఘటం అంతర్నిరోధం r కారణంగా, ఆ ఘటానికి కలిపిన బాహ్యనిరోధం R గుండా i విద్యుత్ ప్రవహిస్తున్నప్పుడు ఉండే టెర్మినల్ వోల్టేజి $V=E-ir=E-\left(\frac{E}{R+r}\right)r$.

* n ఘటాలను శ్రేణిలో సంధానం చేసినపుడు తుల్య విచాబ nE

  n ఘటాలను సమాంతరంగా కలిపినప్పుడు ఫలిత విచాబ E మాత్రమే.

www.sakshieducation.com

* మన ఇళ్లల్లో వినియోగించుకునే విద్యుచ్ఛక్తి ప్రమాణం ఒక కిలోవాట్ - గంట $1kWh = 36\times10^5$ జౌల్‌లు.

* ఒక వాహకం గుండా విద్యుత్తు ప్రవహిస్తున్నపుడు నిరోధాన్ని ఎదిరించి ఆవేశాన్ని ఆ వాహకం గుండా పంపడానికి విద్యుత్ శక్తి వినియోగితం అవుతుంది.

విద్యుచ్ఛక్తి $W = vq = \frac{V^2}{R}t = i^2 Rt = Vit$. విద్యుత్ సామర్థ్యం $P = \frac{V^2}{R} = i^2 R = Vi$.

* సంక్లిష్ట విద్యుత్ సర్క్యూట్‌లకు సంబంధించిన సమస్యలను సాధించడంలో మనకు కిర్చాఫ్ నియమాలు సాయపడతాయి.

1) మొదటి నియమం : ఒక విద్యుత్ వలయం సంబంధించిన ఏదయినా ఒక సంధి వద్దకు చేరే విద్యుత్ ప్రవాహాల మొత్తం, ఆ సంధి నించి బయటకు పోయే విద్యుత్ ప్రవాహాల మొత్తానికి సమానం.

2) రెండవ నియమం : ఏదయినా ఒక సంవృత వలయం వెంబడి ఏర్పడే పొటేన్షియల్ మార్పుల బీజీయ మొత్తం శూన్యం.

* వీట్‌స్టన్ బ్రిడ్జి సంతులన నియమం $\frac{P}{Q} = \frac{R}{S}$ దీనినుసయోగించి బ్రిడ్జితో మనం ఇచ్చిన రెండు నిరోధాలను పోల్చవచ్చు. మరియు, మిగిలిన మూడు నిరోధాల విలువలు తెలిస్తే నాలుగవ నిరోధం లెక్కించవచ్చు.

* మీటరు బ్రిడ్జ అనునది వీటిస్టన్ వలయం యొక్క రూపాంతరం.

1) మీటరు బ్రిడ్జ తుల్యం చేయబడినపుడు తెలియని నిరోధం విలువ $x = R\frac{l_1}{l_2}$ ఇందులో $R =$ తెలిసిన నిరోధయు విలువ l_1, l_2 లు తుల్యం చేయడానికి అవసరమైన పొడవులు.

2) మీటరు బ్రిడ్జ్ ప్రయోగంలో ఇచ్చిన తీగ విశిష్ట నిరోధము $\rho = x\frac{\pi r^2}{L}$ ఇందులో ఇచ్చిన తీగ వ్యాసార్థము L ఇచ్చిన తీగ పొడవు.

*. వీట్‌స్టన్ బ్రిడ్జిని మెరుగుపరచగా ఏర్పడినది. మీటరు బ్రిడ్జి అని చెప్పవచ్చు. ఎందుకంటే, మీటరు బ్రిడ్జిలో నిరోధాలను అవిచ్ఛిన్నంగా మార్చవచ్చు. తెలియని నిరోధాన్ని (S) మీటరు బ్రిడ్జి ద్వారా కనుక్కునే సూత్రం $\frac{R}{S} = \frac{l}{(100-l)}$

* పొటేన్షియో మీటరు:

1) పొటేన్షియో మీటరులో విద్యుత్ ప్రవాహం $i = \frac{E}{R_p + R}$ లేదా $i = E/R_p$ ఇందులో $E =$ ఘటం వి.చా.బ. R_p పొటేన్షియో మీటరు తీగ నిరోధం. $R =$ పొటేన్షియా మీటరు వలయంలో కలిపిన నిరోధం (R వలయంలో వాడకపోతే $i = E/R_p$)

2) ప్రమాణ పొడవుకు పొటేన్షియల్ పాతం $\frac{E}{L}$

* ఘటాల విచాబలను పోల్చుడానికి, పొటేన్షియల్‌లను పోల్చుడానికి, ఒక ఘటం అంతర్నిరోధం కనుక్కోవడానికి పోటేన్షియో మీటరు ఉపయోగపడుతుంది. ఇది ఒక సునిశితమైన పరికరం. సంతులన స్థితిలో ఇది వలయం నుంచి విద్యుత్ ప్రవాహాన్ని దేనిని తీసుకోదు.

ఘటాల విచాలను పోల్చుడానికి సూత్రం $\frac{E_1}{E_2} = \frac{l_1}{l_2}$

ఒక ఘటం అంతర్నిరోధానికి సూత్రం $r = R\left(\frac{l_1 - l_2}{l_2}\right)$

www.sakshieducation.com

అతిస్వల్ప సమాధాన ప్రశ్నలు

1. **వాహకంలో ఎలక్ట్రాన్ స్వేచ్ఛా పథమాధ్యమాన్ని నిర్వచించండి.**

జ: **స్వేచ్ఛా పథమాధ్యమము:**

వాహకం గుండా ప్రవహించే ఎలక్ట్రాన్‌లు రెండు వరుస అభిఘాతాల మధ్య చలించగల దూరాన్ని స్వేచ్ఛా పథమాధ్యమం అంటారు.

2. **ఓమ్ నియమాన్ని తెలిపి, దాని గణిత రూపం రాయండి.**

జ: **ఓమ్ నియమము:**

స్థిర ఉష్ణోగ్రత వద్ద ఒక వాహకం గుండా ప్రవహించే విద్యుత్ ప్రవాహం దాని కొనల మధ్యగల పొటెన్షియల్ భేదానికి అనులోమానుపాతంలో ఉంటుంది.

$V \propto I$ లేదా $V = IR$

ఇందు R వాహకం యొక్క నిరోధం అంటారు.

ప్రమాణము: ఓమ్ (Ω)

3. **నిరోధకత లేదా విశిష్ట నిరోధంను నిర్వచించండి**

జ: **నిరోధకత లేక విశిష్ట నిరోధం:**

ప్రమాణ పొడవు మరియు ప్రమాణ మధ్యచ్ఛేద వైశాల్యం గల వాహక నిరోధంను నిరోధకత అంటారు.

$$R = \frac{sl}{A}$$

$$l = 1,\ A = 1 \text{ అయిన, } \rho = \frac{R \times 1}{1} \Rightarrow \rho = R$$

4. **ఉష్ణోగ్రత నిరోధ గుణకంను నిర్వచించండి**

జ: **ఉష్ణోగ్రత నిరోధ గుణకం:**

ప్రమాణ ఉష్ణోగ్రత పెరుగుదలకు వాహక నిరోధకతలోని మార్పుకు, $0^0 C$ వద్ద వాహక నిరోధకంనకు గల నిష్పత్తిని ఉష్ణోగ్రత నిరోధ గుణకం అంటారు.

$$\alpha = \frac{R_t - R_0}{R_0 t}$$

5. **ఘటాల మిశ్రమ సంధానం ద్వారా ప్రవహించే విద్యుత్ ఏ సందర్భాల్లో గరిష్ఠంగా ఉంటుంది?**

జ: 1) అన్ని ఘటాల ప్రభావ వి.చా.బ గరిష్ఠం అయిన

2) బాహ్య నిరోధం, అన్ని ఘటాల అంతర నిరోధాల మొత్తమునకు సమానమయినప్పుడు,

ఘటాల మిశ్రమ గ్రూపింగ్‌లో విద్యుత్ ప్రవాహం గరిష్ఠం.

6. **ఒక తీగను దాని ద్రవ్యరాశిలో మార్పు లేకుండా పొడవు రెట్టింపు అయ్యేట్లు సాగదీస్తే, తీగ నిరోధకత ఎలా ప్రభావితం అవుతుంది?**

జ: వాహక నిరోధకత దాని పరిమాణముల మీద ఆధారపడదు.. ఇది కేవలం పదార్థం రసాయన సంఘటనం మీద ఆధారపడుతుంది. కావున తీగను పొడవు రెట్టింపు అయ్యేట్లు సాగదీస్తే , దాని నిరోధకత మారదు.

7. **ప్రామాణిక నిరోధకాల తయారీలో మాంగనీన్‌ను ఎందుకు ఉపయోగిస్తారు?**

జ: మాంగనీన్ $(Cu = 84\% + Mn - 12\% + Ni - 4\%)$ తీగ హెచ్చు నిరోధకత్వం (ρ) మరియు అల్ప ఉష్ణోగ్రత నిరోధ గుణకంను కల్గి ఉండుట వల్ల ప్రమాణ నిరోధాలలో వాడతారు

8. **కార్బన్ నిరోధకంపై గుర్తించిన రంగుల వట్టీల క్రమం: ఎరుపు, ఎరుపు, వెండి, అయితే దాని నిరోధం,వహనం ఎంత?**

జ: ఎరుపు, ఎరుపు, ఎరుపు గుర్తులతో మార్కుచేయబడిన కార్బన్ నిరోధం $= 22 \times 10^2 = 2.2k\Omega = 2200\Omega$

www.sakshieducation.com

($\because$ ఎరుపు క్రమ సంఖ్య = 2 మరియు లబ్ధ కారకం = 10^2)
కార్బన్ నిరోధకము టోలరెన్స్ = 10^2

9. 23 కిలో ఓమ్‌ల నిరోధం గల కార్బన్ నిరోధకం రంగుల కోడ్‌ను రాయండి.

జ: 23 కిలో ఓమ్స్ $(=23\times10^3\Omega)$ కార్బన్ నిరోధకం కలర్ కోడ్ వరుసగా
ఎరుపు క్రమ సంఖ్య 2, నారింజకు 3, నారింజ లబ్ధ కారకం = 10^3

10. ఒక వాహకం చివరల మధ్య అనువర్తించిన వోల్టేజిని V నుంచి $2V$ కి పెంచితే, ఎలక్ట్రాన్ల డ్రిఫ్ట్ వేగం ఎలా మారుతుంది?

జ: అపసర వేగం, $V_d = \frac{eE}{m}\tau = \frac{eV}{mL}\tau$

$$\frac{V_{d_1}}{V_{d_2}} = \frac{V_1}{V_2}$$

కాని $V_1 = V, V_2 = 2V$

$$\frac{V_{d_1}}{V_{d_2}} = \frac{V}{2V}$$

$\therefore V_{d_2} = 2V_{d_1}$

$\therefore$ డ్రిఫ్ట్ వేగం రెండు రెట్లు పెరుగుతుంది.

11. సమాన పొడవులు గల రాగి, మాంగనీన్ తీగలు సమాన నిరోధన్ని కలిగి ఉన్నాయి. వాటిలో ఏది మందమైంది?

జ: $R = \frac{\rho A}{l} \Rightarrow A = \frac{Rl}{\rho}$

$\rho_{\text{రాగి}} < \rho_{\text{మాంగనీన్}}$. కావున రాగితీగ, మాంగనీన్ తీగ కన్నా మందమైంది.

12. గృహ ఉపకరణాలను ఎందుకు సమాంతరంగా కలుపుతారు?

జ: 1) సమాంతర కలయికలో నిరోధాల కొనల మధ్య పొటెన్షియల్ స్థిరము. కావున గృహోపకరణాలను ప్రసార ఓల్టేజి తీగలకు సమాంతరంగా కలిపితే అన్ని పరికరాలకు ఒకే రకమైన ప్రసార పొటెన్షియల్ అందుతుంది.
2) సమాంతర కలయికలో మనకు అవసరంలేని ఉపకరణాన్ని ఆపివేసుకునే వెసులుబాటు ఉంది.

13. లోహాలలో ఎలక్ట్రాన్ డ్రిఫ్ట్ వడి తక్కువ $(\sim ms^{-1})$, ఎలక్ట్రాన్ ఆవేశం కూడా చాలా తక్కువ $(\sim 10^{-19}C)$, అయినప్పటికీ లోహంతో అధిక పరిమాణంలో విద్యుత్ ప్రవాహాన్ని మనం పొందగలుగుతున్నాం, ఎందుకు?

జ: ఎలక్ట్రాన్ ఆవేశం 'e' మరియు వాటి అపసర వేగం V_d చాలా తక్కువైనప్పటికి విద్యుత్‌ప్రవాహంలో అసంఖ్యాక ఎలక్ట్రాన్‌లు (n) పాల్గొనడం వల్ల మనం లోహాలలో అధిక విద్యుత్ ప్రవాహం పొందగలము.
విద్యుత్ ప్రవాహం $i = neV_d$
కావున 'n' చాలా ఎక్కువ అయిన i విలువ కూడా అధికం.

www.sakshieducation.com

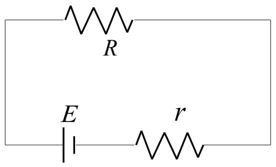
స్వల్ప సమాధాన ప్రశ్నలు

1. $10V\ emf$, 3Ω అంతర్నిరోధం గల ఒక బాటరీని R నిరోధకానికి సంధానం చేశారు.

   $i)$ వలయంలో విద్యుత్ ప్రవాహం $0.5A$ అయితే, R విలువను లెక్కించండి

   $ii)$ వలయం మూసి ఉంటే బాటరీ టెర్మినల్ వోల్టేజ ఎంత?

జ: $E = 10V,\ r = 3\Omega,\ I = 0.5A,\ R = ?.\ V = ?$



$i)$ $E = I(R+r)$ లేక $R + r = \dfrac{E}{I} = \dfrac{10}{0.5} = 20\Omega$

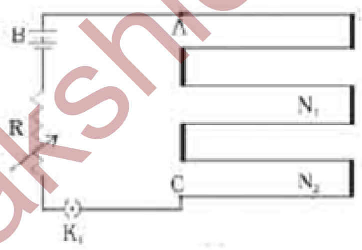
$\Rightarrow R = 20 - 3 = 17\Omega$

$ii)$ టెర్మినల్ వోల్టేజ, $V = IR = 0.5 \times 17 = 8.5\Omega$

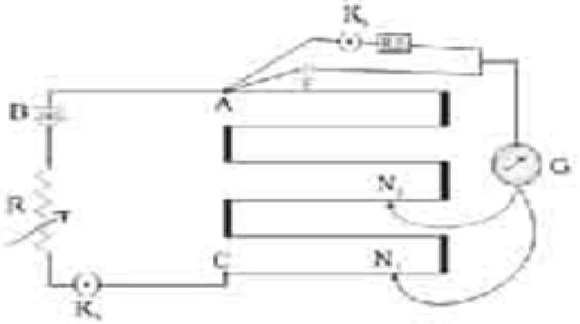
2. ఒక ఘటం అంర్నిరోధం తెలుసుకోవడానికి పొటెన్షియల్‌మీటర్ ఎలా ఉపయోగపడుతుందో తెలిపే వలయం రేఖా చిత్రాన్ని గీయండి. దానికి సూత్రాన్ని రాబట్టండి.

జ: **పొటెన్షియో మీటరు సూత్రము :**

పొటెన్షియా మీటరులో 10 మీటర్ల పొడవు గల ఏకరీతి నిరోధం గల ఒక తీగను ఒక చెక్క బల్ల పై పది వరుసలలో చుడతారు. అనగా ఒక్కొక్క తీగ పొడవు 1 మీ. ఈ తీగ లన్నింటి పైన చలించడానికి వీలుగా కావలసిన స్థానం వద్ద తీగను తాకే విధంగా ఒక జాకీ ఉంటుంది. తీగ కొనల మధ్య ఒక బ్యాటరీ B ని కలుపుతారు. ఈ వలయాన్ని ప్రాథమిక వలయం అంటారు.



అంతర్నిరోధం (r) ను కొలుచుట:



అంతర్నిరోధం కొలుచు పొటెన్షియోమీటర్ పటంలో చూపబడింది. వి.చా.బ. ε గల ఘటం అంతర్నిరోధం (r) ను నిర్ణయించుటకు కీ K_2 ద్వారా నిరోధాల పెట్టె సంధానం చేయబడి ఉంటుంది.కీ K_2 తెరిచి, సంతులన పొడవు $l_1(AN_1)$ పొందుతారు.

www.sakshieducation.com

$$\varepsilon = \phi l_1 \rightarrow (1)$$

కీ K_2 ను మూస్తే నిరోధాల పెట్టె $(R.B)$ ద్వారా ఘటం నుండి విద్యుత్ ప్రవాహం I ప్రవహింపచేస్తుంది.ఘటం, టెర్మినల్ పొటెన్షియల్ తేడా (V) అయినపుడు, సంతులన పొడవు $l_2(AN_2)$ ను పొందితే,

$$V = \phi l_2 \rightarrow (2)$$

$$\frac{1}{2} \Rightarrow \frac{\varepsilon}{V} = \frac{l_1}{l_2} \rightarrow (3)$$

కాని $\varepsilon = I(r+R)$ మరియు $V = IR$

$$\frac{\varepsilon}{V} = \frac{(r+R)}{R}$$

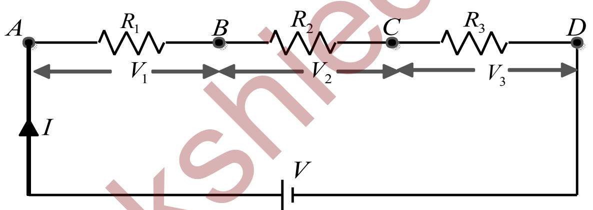
$$\frac{l_1}{l_2} = \left(\frac{r}{R}+1\right)$$

$$\therefore r = R\left(\frac{l_1}{l_2}-1\right)$$

3. మూడు నిరోధకాలను $i)$ శ్రేణి, $ii)$ సమాంతరంగా కలిపినప్పుడు ప్రభావాత్మక నిరోధానికి సమీకరణాన్ని ఉత్పాదించండి.

జ: $i)$ **నిరోధాల శ్రేణి కలయిక:**

R_1, R_2 మరియు R_3 అను మూడు నిరోధాలను పటంలో చూపిన విధంగా శ్రేణి పద్ధతిలో కలిపినామనుకొనుము. శ్రేణి కలయికలో అన్ని నిరోధాల గుండా ఒకే విద్యుత్ ప్రవాహం ఉంటుంది.



$V_1 = iR_1, V_2 = iR_2$ మరియు $V_3 = iR_3$

శ్రేణి నిరోధం కొనల మధ్య పొటెన్షియల్ $V = V_1 + V_2 + V_3$

$\therefore V = iR_1 + iR_2 + iR_3 = i(R_1 + R_2 + R_3)$

$\therefore iR_{eq} = i(R_1 + R_2 + R_3)$ లేదా

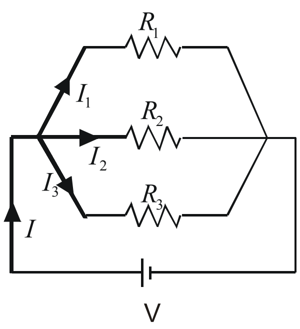
ఫలిత నిరోధం $R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3$

కావున నిరోధాల శ్రేణి కలయికలో ఫలిత నిరోధం ఆ సంయోగంలోని విడి విడి మొత్తానికి సమానము.

$ii)$ **నిరోధాల సమాంతర కలయిక:**

R_1, R_2, R_3 అను మూడు నిరోధాలను పటంలో చూపిన విధంగా సమాంతరంగా కలిపినామనుకొనుము. సమాంతర కలయికలో పొటెన్షియల్ స్థిర

www.sakshieducation.com



$i_1 = \frac{V}{R_1}, i_2 = \frac{V}{R_2}$ మరియు $i_3 = \frac{V}{R_3}$

వలయంలో మొత్తం విద్యుత్ ప్రవాహం $i = i_1 + i_2 + i_3$

$\therefore i = \frac{V}{R_1} + \frac{V}{R_2} + \frac{V}{R_3}$ కాని $i = \frac{V}{R_{eq}}$

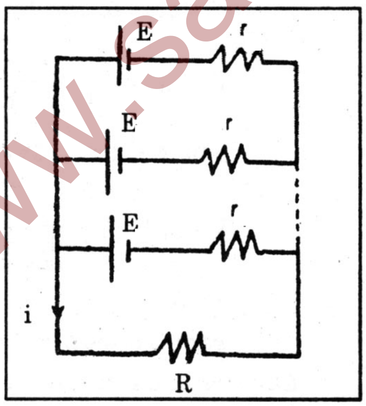
$\therefore \frac{V}{R_{eq}} = \frac{V}{R_1} + \frac{V}{R_2} + \frac{V}{R_3}$ లేదా $\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$

కావున ఫలిత నిరోధం యొక్క వ్యుత్క్రమము, వలయంలోని విడి విడి నిరోధాల వ్యుత్క్రమముల మొత్తానికి సమానము.

4. **ఒక్కొక్కటి E emf, r అంతర్నిరోధం గల m ఘటాలను సమాంతరంగా సంధానం చేశారు. మొత్తం emf, అంతర్నిరోధం ఎంత? ఘటాల మిశ్రిత సంధానం ద్వారా ఏ సందర్భాలలో విద్యుత్ ప్రవాహం గరిష్ఠంగా ఉంటుంది?**

జ: ఎ) సమాంతర సంధానం :

ఘటాల ధన ధృవాలన్నీ ఒక చోట కలిపి0 ఋణ ధృవాలన్నీ ఒక చోట కలిపి వాటి మధ్య బాహ్యనిరోధం 'R' ను పటంలో చూపినట్లు కలిపినప్పుడు దానిని "సమాంతర సంధానం" అంటారు. సరళమైన చర్యకోసం ఒక్కొక్కటి విద్యుత్చ్ఛాలక బలం E మరియు అంతర్నిరోధం 'r' కలిగిన 'm' ఘటాలను మరియు బాహ్యనిరోధం 'R' నకు సమాంతర సంధానంలో పటంలో చూపినట్లు కలిపినా మనుకుందాము.



సమాంతర కలయికలో n ఘటాల అంతర్నిరోధం $\frac{1}{r_p} = \frac{1}{r} + \frac{1}{r} + \frac{1}{r} + \ldots\ldots\ldots$ లేదా $r_p = \frac{r}{m}$

వలయంలో మొత్తం నిరోధం $R_{eff} = R + \frac{r}{m} = \frac{r + mR}{m}$

'm' సమానమైన బ్యాటరీలను సమాంతరంగా కలిపితే ఫలిత $e.m.f = E$

www.sakshieducation.com

వలయంలో విద్యుత్ ప్రవాహము $i = \dfrac{E}{\frac{r}{m} + R} = \dfrac{mE}{r + mR}$

బి) 'm' సర్వసమానమైన ఘటాలను శ్రేణిలోను, అటువంటి 'n' సమానమైన వరుసలను సమాంతరంగాను కలిపితే దానిని మిశ్రిత సంధానం అంటారు.

మిశ్రిత సంధానంలో $i = mnE / mr + nR$

వలయంలో $mr = nR$ అయితే విద్యుత్ ప్రవాహం గరిష్ఠం

$\therefore I_{\text{గరిష్ఠ}} = nE / 2r$

5. విద్యుత్ నిరోధాన్ని నిర్వచించండి. దాని SI ప్రమాణం రాయండి. కింది సందర్భాలలో వాహక నిరోధం ఎలా మారుతుందో తెల్పండి.

ఎ) వాహకాన్ని దాని పొడవుకు 4 రెట్లు అయ్యేటట్లు సాగదీస్తే

బి) వాహక ఉష్ణోగ్రతను పెంచితే

జ: **విద్యుత్ నిరోధం** (R):

వాహకంలో ఎలక్ట్రాన్ల ప్రవాహంను నిరోధించు ధర్మంను విద్యుత్ నిరోధం అంటారు.

ఒక వాహకం చివరల మధ్య పొటెన్షియల్ తేడా (V) మరియు విద్యుత్ ప్రవాహంల (I) మధ్య నిష్పత్తిని ఆ వాహక విద్యుత్ నిరోధం (R) అంటారు.

నిరోధం $S.I$ **ప్రమాణం:** ఓమ్ (Ω)

వాహక నిరోధం $R = \dfrac{\rho l}{A} = \dfrac{\rho l^2}{V} \Rightarrow R \propto l^2$

ఎ) $R_1 = R, l_1 = l$ మరియు $l_2 = 4l, R_2 = ?$

$$\frac{R_2}{R_1} = \frac{l_2^2}{l_1} \Rightarrow \frac{R_2}{R} = \left(\frac{4l}{l}\right)^2$$

$\therefore R_2 = 16R$

బి) ఉష్ణోగ్రతతో నిరోధంలో మార్పు $R_t = R_0(1 + \alpha t)$

ఉష్ణోగ్రత పెరిగిన వాహకం నిరోధం పెరుగును

6. ఘటానికి శ్రేణిలో కలిపిన నిరోధం సగం అయితే, విద్యుత్ ప్రవాహం రెట్టింపు లేదా రెట్టింపు విలువకు స్వల్పంగా తక్కువ లేదా రెట్టింపు విలువకు స్వల్పంగా ఎక్కువ అవుతుంది. ఎందుకు?

జ: నిరోధం R ను ε వి.చా.బ ఉన్న ఘటంనకు శ్రేణిలో కలిపిన,

విద్యుత్ $I = \dfrac{\varepsilon}{R + r}$

ఇక్కడ r ఘటం అంతర్నిరోధం

నిరోధంను సగం $\left(\dfrac{R}{2}\right)$నకు తగ్గిస్తే, వలయంలో విద్యుత్ ప్రవాహం,

$$I' = \frac{\varepsilon}{\frac{R}{2} + r} \Rightarrow I' = 2i\left(\frac{R + r}{R + 2r}\right)$$

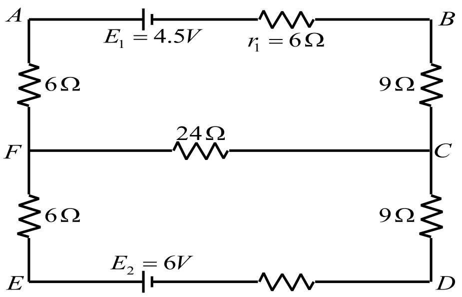
కాని $\left(\dfrac{R + r}{R + 2r}\right) < 1$

కావున, విద్యుత్ (I') స్వల్పంగా **రెట్టింపు** కన్నా తక్కువ

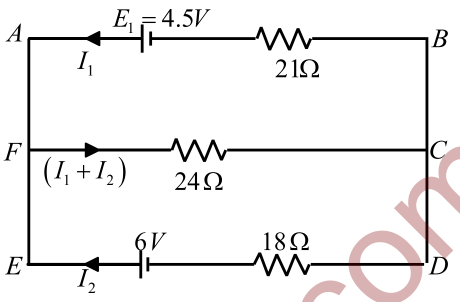
www.sakshieducation.com

7. రెండు ఘటాల emf లు, అంతర్నిరోధాలు వరుసగా $4.5V, 6.0V, 6\Omega, 3\Omega$. ఈ ఘటాల రుణ టెర్మినల్స్‌ను 18Ω నిరోధం గల తీగతో ధన టెర్మినల్స్‌ను 12Ω నిరోధం గల తీగతో కలిపారు. ఈ తీగల మధ్య బిందువులను 24Ω నిరోధం గల మూడవ తీగ సంధానం చేస్తుంది. కిర్కాఫ్ నియమాలను ఉపయోగించి మూడవ తీగ కొనల మధ్య పొటెన్షియల్ భేదాన్ని కనుక్కోండి.

జ: వలయం పటంలో చూపబడింది.



$\Rightarrow$



వలయంలో ABCFA అన్న సంవృత మార్గంలో

$$21I + 24(I_1 + I_2) = 4.5$$

$$45I_1 + 24I_2 = 4.5 \text{ ------------------ (1)}$$

వలయం CDEFC నుండి

$$18I_2 + 24(I_1 + I_2) = 6$$

$$24I_1 + 42I_2 = 6 \text{ ------------------ (2)}$$

$$51i = 1.5 \Rightarrow i_1 = \frac{1}{34} \qquad \rightarrow (3)$$

సమీకరణం (1) మరియు (2) నుండి $I_1 = \frac{7.5}{219} = 0.0342A$

$$I_2 = \frac{189}{1533} = \frac{27}{219} = 0.1233A$$

$$I_1 + I_2 = \frac{7.5}{219} + \frac{27}{219} = \frac{34.5}{219}$$

$$\therefore V = (I_1 + I_2)R = \frac{34.5}{219} \times 24 = \frac{828}{219} = 3.78V$$

8. 10Ω నిరోధం గల మూడు నిరోధకాలను (i) కనిష్ట నిరోధం, (ii) గరిష్ఠ నిరోధం వచ్చేటట్లు సంధానం చేశారు. ఎ) ప్రతీ సందర్భంలో ప్రభావాత్మక నిరోధం. బి) ఆ విధంగా పొందు కనిష్ఠ, గరిష్ఠ నిరోధాల నిష్పత్తిని గణించండి.

జ: $R = 10\Omega$, $n = 3$

ఎ) మూడు నిరోధకాలను సమాంతరంగా కలిపితే,

కనిష్ఠ నిరోధం $R_{\text{కనిష్ఠ}} = R_p = \frac{R}{n} = \frac{10}{3}\Omega = 3.33\Omega$

మూడు నిరోధకాలను శ్రేణిలో కలిపితే,

గరిష్ఠ నిరోధం $R_{\text{గరిష్ఠ}} = R_s = nR = 3 \times 10 = 30\Omega$

www.sakshieducation.com

బి) $\frac{R_{\text{కనిష్ఠ}}}{R_{\text{గరిష్ఠ}}} = \frac{\left(\frac{10}{3}\right)}{(3\times 10)} = \frac{10}{90}$

$\therefore \frac{R_{\text{కనిష్ఠ}}}{R_{\text{గరిష్ఠ}}} = \frac{1}{9}$

9. ఒక విద్యుత్ జాలానికి కిర్కాఫ్ నియమాలను తెలపండి. ఈ నియమాలను ఉపయోగించి వీట్‌స్టన్ బ్రిడ్జికి సంతులన నిబంధనలు రాబట్టండి.

జ: 1) కిర్కాఫ్ మొదటి నియమము (సంధి నియమం):

ఏదైనా సంధి వద్ద విద్యుత్ ప్రవాహాల బీజీయ మొత్తం శూన్యం

$\therefore \Sigma I = 0$ (లేక)

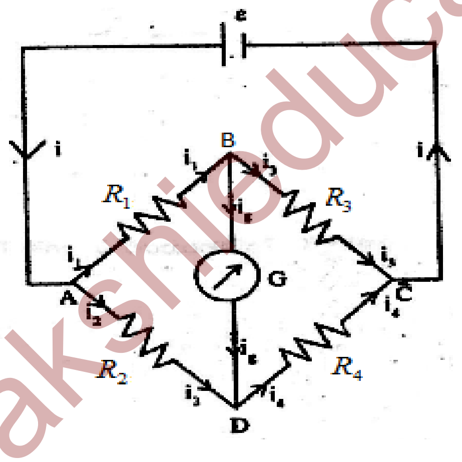
సంధి వద్దకు చేరు విద్యుత్ ప్రవాహాల బీజీయ మొత్తం, సంధి దూరంగా పోవు విద్యుత్ ప్రవాహాల బీజీయ మొత్తం నకు సమానం.

2) కిర్కాఫ్ రెండవ నియమము (సంవృత నియమము):

ఏదయినా ఒక సంవృత వలయం వెంబడి ఏర్పడే పొటేన్షియల్ మార్పుల బీజీయ మొత్తం శూన్యం.

$\therefore \Sigma(IR) + \Delta E = 0$

వీట్‌స్టన్ బ్రిడ్జి:



వీట్‌స్టన్ బ్రిడ్జి వలయంలో R_1, R_2, R_3 మరియు R_4 నిరోధాలు పటములో చూపినట్లు కలుపబడి ఉంటాయి. A మరియు C ల మధ్య ε వి.చా.బ. ఉన్న ఘటం, B మరియు D ల మధ్య ఒక గాల్వనామీటర్ పటంలో చూపినట్లు కలుపబడి ఉంటాయి. వేర్వేరు భుజాలలో విద్యుత్ ప్రవాహాలు I_1, I_2, I_3 మరియు I_4. గాల్వనామీటర్ G లో విద్యుత్ ప్రవాహం I_g.

కిర్కాఫ్ మొదటి నియమం ప్రకారం,

B సంధి వద్ద $I_1 - I_3 - I_g = 0$.............(1)

D సంధి వద్ద $I_2 + I_g - I_4 = 0$.............(2)

కిర్కాఫ్ రెండవ నియమము ప్రకారం, $A\ B\ D\ A$ సంవృత వలయానికి,

$I_1R_1 + I_gG - I_2R_2 = 0$ లేక

$\Rightarrow I_1R_1 + I_gG = I_2R_2 \rightarrow (3)$

కిర్కాఫ్ రెండవ నియమాన్ని $B\ C\ D\ B$ సంవృత G వలయానికి

$+I_3R_3 - I_4R_4 - I_gG = 0$

www.sakshieducation.com

$\Rightarrow I_3R_3 - I_gG = I_4R_4 \rightarrow (4)$

గాల్వనా మాపకం అపవర్తనం శూన్యం అయిన, $I_g = 0$

ఈ విలువను (1), (2), (3) మరియు (4) లలో ప్రతిక్షేపించగా

$I_1 = I_3 \rightarrow (5)$

$I_2 = I_4 \rightarrow (6)$

$I_1R_1 = I_2R_2 \rightarrow (7)$

$I_3R_3 = I_4R_4 \rightarrow (8)$

సమీకరణం (7) ను (8) చే భాగించగా

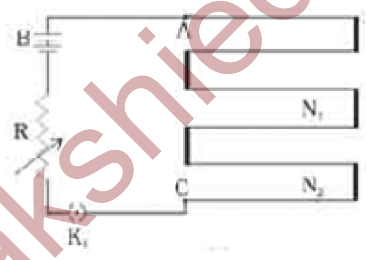
$$\frac{I_1R_1}{I_3R_2} = \frac{I_2R_2}{I_4R_4} \Rightarrow \frac{R_1}{R_3} = \frac{R_2}{R_4} [\because I_1 = I_3 \,\&\, I_2 = I_4]$$

$\therefore$ వీట్‌స్టన్ బ్రిడ్జి సూత్రం $R_4 = R_3 \times \frac{R_2}{R_1}$

10. పొటెన్షియోమీటర్ పనిచేసే సూత్రాన్ని తెలపండి., పొటెన్షియోమీటర్ ఉపయోగించి రెండు ప్రాథమిక ఘటాల *emf* లను ఎలా పోలుస్తారో వలయం రేఖా చిత్రం సహాయంతో వివరించండి.

జ: పొటెన్షియో మీటరు సూత్రము :

పొటెన్షియా మీటరులో 10 మీటర్ల పొడవు గల ఏకరీతి నిరోధం గల ఒక తీగను ఒక చెక్క బల్ల పై పది వరుసలలో చుడతారు. అనగా ఒక్కొక్క తీగ పొడవు 1 మీ. ఈ తీగ లన్నింటి పైన చలించడానికి వీలుగా కావలసిన స్థానం వద్ద తీగను తాకే విధంగా ఒక జాకీ ఉంటుంది. తీగ కొనల మధ్య ఒక బ్యాటరీ B ని కలుపుతారు. ఈ వలయాన్ని ప్రాథమిక వలయం అంటారు.



పొటెన్షియోమీటర్ పనిచేయు సూత్రము:

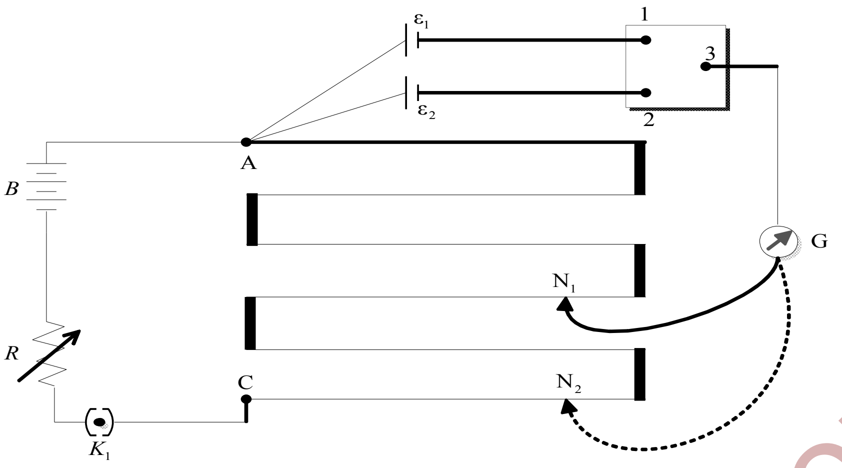
పొటెన్షియోమీటర్ తీగ పొడవు వెంబడి పొటెన్షియల్ తేడా, తీగ పొడవుకు అనులోమానుపాతంలో ఉండును. (లేక) ఏకరీతి తీగ గుండా నిలకడ విద్యుత్ ప్రవహిస్తే, ప్రమాణ పొడవుకు పొటెన్షియల్ తగ్గుదల లేక పొటెన్షియల్ నతిక్రమం స్థిరం.

$i.e.\ \varepsilon \propto l \Rightarrow \varepsilon = \phi l$.

ఇందు ϕ పొటెన్షియల్ నతిక్రమం.

రెండు ఘటాల వి.చా.బ. లను పోల్చుట:

www.sakshieducation.com



పొటెన్షియోమీటర్‌తో పోల్చవలసిన రెండు ఘటాల విచాబ ε_1 మరియు ε_2 లు పటంలో చూపబడినవి. (1, 2, 3) బిందువుల గుర్తులు ఒక ద్వి మార్గ కీను తెల్పును. మొదటి స్థానంలో కీ (1, 3)లు గాల్వనామాపకం ద్వారా ఘటం ε_1 కి కలుపబడినవి. జాకినీ తీగ వెంట A నుండి N_1 కు జరిపిన, గాల్వనామీటర్‌లో అపవర్తనం సున్న. సంతులన పొడవు $AN_1 = l_1$

$$\varepsilon_1 \propto l_1 \Rightarrow \varepsilon_1 = \phi l_1 \rightarrow (1)$$

ఇదే విధంగా మరొక ఘటం ε_2, సంతులన పొడవు $AN_2 = l_2$

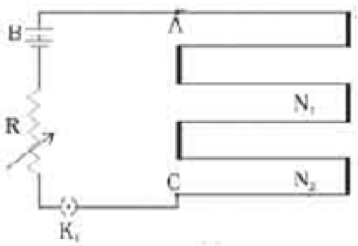
$$\varepsilon_2 \propto l_2 \Rightarrow \varepsilon_2 = \phi l_2 \rightarrow (2)$$

$$\therefore \frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_2} = \frac{l_1}{l_2}$$

11. **పొటెన్షియోమీటర్ పనిచేసే సూత్రాన్ని తెలపండి. పొటెన్షియోమీటర్‌ను ఉపయోగించి ఇచ్చిన ఘటం అంతర్నిరోధాన్ని ఎలా కనుక్కోవచ్చో వలయం రేఖా చిత్రం సహాయంతో వివరించండి.**

జ: **పొటెన్షియో మీటరు సూత్రము :**

పొటెన్షియా మీటరులో 10 మీటర్ల పొడవు గల ఏకరీతి నిరోధం గల ఒక తీగను ఒక చెక్క బల్ల పై పది వరుసలలో చుడతారు. అనగా ఒక్కొక్క తీగ పొడవు 1 మీ. ఈ తీగ లన్నింటి పైన చలించడానికి వీలుగా కావలసిన స్థానం వద్ద తీగను తాకే విధంగా ఒక జాకీ ఉంటుంది. తీగ కొనల మధ్య ఒక బ్యాటరీ B ని కలుపుతారు. ఈ వలయాన్ని ప్రాథమిక వలయం అంటారు.



పొటెన్షియోమీటర్ పనిచేయు సూత్రము:

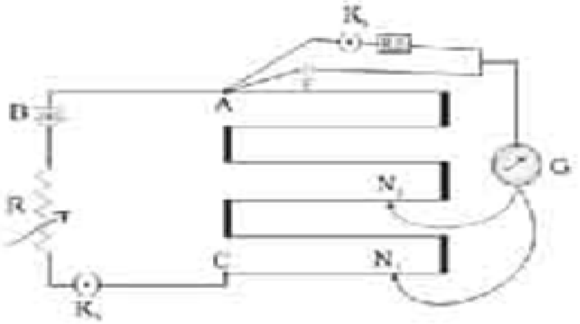
పొటెన్షియోమీటర్ తీగ పొడవు వెంబడి పొటెన్షియల్ తేడా, తీగ పొడవుకు అనులోమానుపాతంలో ఉండును. (లేక) ఏకరీతి తీగ గుండా నిలకడ విద్యుత్ ప్రవహిస్తే, ప్రమాణ పొడవుకు పొటెన్షియల్ తగ్గుదల లేక పొటెన్షియల్ నతిక్రమము స్థిరము.

$i.e.\ \varepsilon \propto l \Rightarrow \varepsilon = \phi l$.

ఇందు ϕ పొటెన్షియల్ నతిక్రమం.

www.sakshieducation.com

అంతర్నిరోధం (r) ను కొలుచుట:



అంతర్నిరోధం కొలుచు పొటెన్షియోమీటర్ పటంలో చూపబడింది. వి.చా.బ. ε గల ఘటం అంతర్నిరోధం (r) ను నిర్ణయించుటకు కీ K_2 ద్వారా నిరోధాల పెట్టె సంధానం చేయబడి ఉంటుంది.కీ K_2 తెరిచి, సంతులన పొడవు $l_1(AN_1)$ పొందుతారు.

$$\varepsilon = \phi l_1 \rightarrow (1)$$

కీ K_2 ను మూస్తే నిరోధాల పెట్టె $(R.B)$ ద్వారా ఘటం నుండి విద్యుత్ ప్రవాహం I ప్రవహింపచేస్తుంది.ఘటం, టెర్మినల్ పొటెన్షయల్ తేడా (V) అయినపుడు, సంతులన పొడవు $l_2(AN_2)$ ను పొందితే,

$$V = \phi l_2 \rightarrow (2)$$

$$\frac{1}{2} \Rightarrow \frac{\varepsilon}{V} = \frac{l_1}{l_2} \rightarrow (3)$$

కాని $\varepsilon = I(r+R)$ మరియు $V = IR$

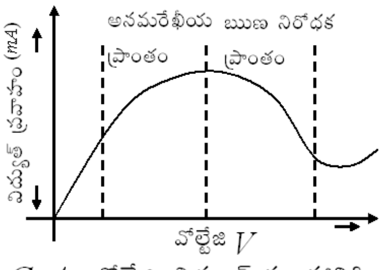
$$\frac{\varepsilon}{V} = \frac{(r+R)}{R}$$

$$\frac{l_1}{l_2} = \left(\frac{r}{R}+1\right)$$

$$\therefore r = R\left(\frac{l_1}{l_2}-1\right)$$

12. ***GaAs* కు అనువర్తించిన వోల్టేజి, విద్యుత్ ప్రవాహానికి గ్రాఫ్‌ను చూపండి. గ్రాఫ్‌లో 1) రేఖీయంగా లేని ప్రాంతరం, 2) ఋణాత్మక నిరోధ ప్రాంతాలను గుర్తించండి.**

జ: V మరియు I ల మధ్య సంబంధం ఒకే విధంగా ఉండదు. ఒకే విద్యుత్ ప్రవాహం I కు ఒకదాని కన్నా ఎక్కువ V విలువలు ఉండును. ఇటువంటి పదార్థ స్వభావాన్ని *GaAs* (*i.e.*, ఒక కాంతి ఉద్గార డయోడ్) చూపును



GaAs వోల్టేజి, విద్యుత్ ప్రవాహానికి గ్రాఫ్

www.sakshieducation.com

13. **ఒక విద్యార్థి దగ్గర సమానమైన పొడవు, వ్యాసాలు గల ఇనుము, రాగి రెండు తీగలు కలవు. అతడు ఆ రెండు తీగలను మొదట శ్రేణిలో కలిపి ఆ సంధానం ద్వారా విద్యుత్ ప్రవాహాన్ని క్రమేపీ పెంచాడు. ఆ తరువాత ఆ రెండు తీగలను సమాంతరంగా కలిపి పై విధంగా ప్రవాహాన్ని పంపడాన్ని పునరావృతం చేశాడు. ప్రతీ సందర్భంలోను ఏ తీగ మొదట వెలుగును ఇస్తుంది?**

జ: 1) శ్రేణి సంధానంలో, ఇనుము మరియు రాగితీగ గుండా ఒకే విద్యుత్ ప్రవహించును.

ఉష్ణ ఉత్పత్తి రేటు, $P \propto I^2R$ లేక $P \propto R$ ($\because I =$ స్థిరం).

ఒకే పొడవు, ఒకే వ్యాసము ఉన్న తీగలలో, ఇనుము తీగ నిరోధము, రాగి తీగ కన్నా ఎక్కువగా ఉండును. కావున ఇనుము తీగలో ఉష్ణ ఉత్పత్తి రేటు క్రమముగా పెరుగును. శ్రేణి సంధానములో ఇనుము మొదట వెలుగును.

2) ఇనుము మరియు రాగి తీగల సమాంతర సంధానంలో, వాని వెంట ఒకే పొటెన్షియల్ తేడా (V) ఉండును.

ఉష్ణ ఉత్పత్తి రేటు, $P = \dfrac{V^2}{R}$ లేక $P \propto \dfrac{1}{R}$ ($\because V =$ స్థిరం).

ఒకే పొడవు ఒకే వ్యాసము ఉన్న తీగలలో, ఇనుము తీగ నిరోధం, రాగి తీగ కన్నా ఎక్కువగా ఉండును. కావున రాగితీగలో, ఉష్ణ ఉత్పత్తి రేటు ఎక్కువ. సమాంతర సంధానంలో రాగితీగ మొదట వెలుగును.

14. **సర్వ సమమైన మూడు నిరోధకాలను సమాంతరంగా కలిపినప్పుడు వలయం మొత్తం నిరోధం $R/3$. ప్రతీ నిరోధం విలువను కనుక్కోండి.**

జ: $R_1 = R_2 = R_3 = x$ (అనుకుందాము)

మొత్తం నిరోధం, $R_p = \dfrac{R}{3}$

మూడు ఒకే విధమైన నిరోధాలు సమాంతరంగా కలుపబడితే, అప్పుడు

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

$\therefore x = R$

www.sakshieducation.com

దీర్ఘ సమాధాన ప్రశ్నలు

1. ఒక విద్యుత్ వలయంలో ఉత్పత్తి అయిన ఉష్ణం ఏ పరిస్థితుల్లో ఆ వలయం నిరోధానికి ఎ) అనులోమానుపాతంలో, బి) విలోమానుపాతంలో ఉంటుంది? ఈ రెండు సందర్భాల్లో ఉత్పత్తి అయిన ఉష్ణ పరిమాణాల నిష్పత్తిని గణించండి

జ: $H = i^2Rt = \frac{V^2}{R}t$

ఎ) శ్రేణి కలయికలో విద్యుత్ ప్రవాహం స్థిరము.

$i.e., H_1 \propto R$

బి) సమాంతర కలయికలో పొటెన్షియల్ స్థిరం.

$i.e., H_2 \propto \frac{1}{R}$

సి) శ్రేణి కలయికలో,

$$H_1 = \frac{i^2R_st}{J} = \frac{V^2}{R_s^2} \times \frac{R_st}{J}$$

(or) $H_1 = \frac{V^2}{R_s} \times \frac{t}{J}$

సమాంతర కలయికలో,

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

$\therefore H_1 : H_2 = R_p : R_s$

2. A, B అనే రెండు లోహపు తీగలను సమాంతరంగా సంధానం చేశారు. A అనే తీగ L పొడవు, r వ్యాసార్థాన్ని కలిగి ఉంటే, B తీగ $2L$ పొడవు, $2r$ వ్యాసార్థాన్ని కలిగి ఉంది. సమాంతర సంధానం మొత్తం నిరోధానికి A తీగ నిరోధానికి గల నిష్పత్తిని గణించండి.

జ: లోహపు తీగ 'A' కు,

పొడవు $= L$

వ్యాసార్థం $= r$

వైశాల్యం $= \pi r^2$

విశిష్ట నిరోధం $= \rho_A$

లోహపు తీగ 'B' కు,

పొడవు $= 2L$

వ్యాసార్థం $= 2r$

వైశాల్యం $= \pi(2r)^2 = 4\pi r^2$

విశిష్ట నిరోధం $= \rho_B$

నిరోధం, $R_A = \frac{\rho_A L}{\pi r^2} \rightarrow (i)$

నిరోధం, $R_B = \frac{\rho_B(2L)}{4\pi r^2} = \frac{\rho_B L}{2\pi r^2} \rightarrow (ii)$

A మరియు B తీగల సమాంతర సంధానంలో, మొత్తం నిరోధం

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

$$R_p = \frac{R_A R_B}{R_A + R_B} = \frac{\frac{\rho_A L}{\pi r^2} \times \frac{\rho_B L}{2\pi r^2}}{\frac{\rho_A L}{\pi r^2} + \frac{\rho_B L}{2\pi r^2}} = \frac{\frac{L}{\pi r^2}\left(\frac{\rho_A \rho_B}{2}\right)}{\frac{L}{\pi r^2}\left(\rho_A + \frac{\rho_B}{2}\right)}$$

www.sakshieducation.com

$$\therefore R_p = \frac{\rho_A \rho_B}{[2\rho_A + \rho_B]}$$

సమాంతర సంధానంలో మొత్తం నిరోధంనకు తీగ నిరోధం A కు గల నిష్పత్తి

$$\frac{R_p}{R_A} = \frac{\frac{\rho_A \rho_B}{2\rho_A + \rho_B}}{\frac{\rho_A L}{\pi r^2}}$$

$$\therefore \frac{R_p}{R_A} = \frac{\rho_B \pi r^2}{L(2\rho_A + \rho_B)}$$

3. ఒక ఇంట్లో ఒక్కొక్కటి $100W$ రేటింగ్ ఉన్న 3 విద్యుత్ బల్బులు రోజుకు 4 గంటలు వెలుగుతున్నాయి. అలాగే $20W$ రేటింగ్ ఉన్న ఆరు ట్యూబ్‌లైట్లు రోజుకు 5 గంటలు వెలుగుతున్నాయి. $400W$ రిఫ్రిజిరేటర్ రోజుకు 10 గంటలు చొప్పున వినియోగిస్తే నెలకు 30 రోజుల చొప్పున ఒక యూనిట్‌కు రూ. 4.00 వంతున విద్యుత్ బిల్లును లెక్కించండి.

జ: ఒక రోజులో వాడిన విద్యుత్ శక్తి

$100W$ బల్బులు 3 రోజుకు 4 గంటల చొప్పున

3 × 100 × 4 గంటలు = 1200 వాట్ గంటలు = $1.2kWH$

$20W$ బల్బులు 6 రోజుకు 5 గంటల చొప్పున

6 × 20 × 5 = $600WH = 0.6kWH$

$400W$ రిఫ్రిజిరేటరు రోజుకు 10 గంటల చొప్పున

$4000W = 4kWH$

రోజుకు వాడిన మొత్తం విద్యుచ్ఛక్తి $= 1.2 + 0.6 + 4 = 5.8kWH$

ఒక యూనిట్ ఖరీదు $= Rs.4.00$ (యూనిట్ $\Rightarrow 1kWH$)

$\therefore$ నెలలో వాడిన విద్యుచ్ఛక్తి $= 30 \times 5.8 = 174$ యూనిట్లు

కరెంటు బిల్లు = యూనిట్ల సంఖ్య × యూనిట్ ఖరీదు $= 174 \times 4 =$ రూ. 696/-

$\therefore$ నెలకు కరెంటు బిల్లు రూ. 696/-

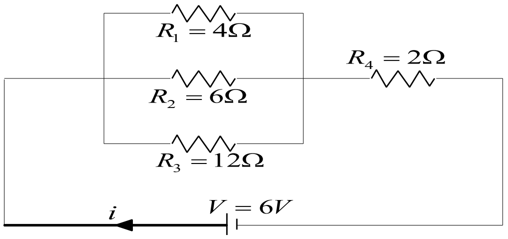
4. 4 ఓమ్‌లు, 6 ఓమ్‌లు, 12 ఓమ్‌లు గల మూడు నిరోధకాలను సమాంతరంగా సంధానం చేశారు. ఈ నిరోధకాల శ్రేణి సంయోగాన్ని 2 ఓమ్‌ల నిరోధానికి, $6V$ ల బ్యాటరీకి శ్రేణిలో సంధానం చేశారు. వలయం రేఖాచిత్రాన్ని గీసి, కింది మూడు సందర్భాలలోని విలువలను లెక్కించండి.

ఎ) ప్రధాన వలయంలోని విద్యుత్ ప్రవాహం

బి) సమాంతర సంధానంలో ప్రతీ నిరోధకం ద్వారా ప్రవహించే విద్యుత్

సి) 2 ఓమ్‌ల నిరోధకం ఉపయోగించిన పొటెన్షియల్ భేదం, సామర్థ్యం

జ:



ఎ) R_1, R_2 మరియు R_3 నిరోధాల ప్రభావ నిరోధం.

www.sakshieducation.com

$$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \Rightarrow \frac{1}{4} + \frac{1}{6} + \frac{1}{12}$$

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

$\therefore R_p = 2\Omega$

వలయంలో మొత్తం నిరోధం $R = R_p + R_4 = 2 + 2 = 4\Omega$

$\therefore$ విద్యుత్ $I = \frac{V}{R} = \frac{6}{4} = 1.5A$

బి) R_1 ద్వారా ప్రవహించు విద్యుత్, $I_1 = \frac{IR_p}{R_1} = \frac{1.5 \times 2}{4} = 0.75A$

R_2 ద్వారా ప్రవహించు విద్యుత్, $I_2 = \frac{IR_p}{R_2} = \frac{1.5 \times 2}{6} = 0.5A$

R_3 ద్వారా ప్రవహించు విద్యుత్, $I_3 = \frac{IR_p}{R_3} = \frac{1.5 \times 2}{12} = 0.25A$

సి) 2Ω నిరోధకము వెంట పొటెన్షియల్ తేడా, $V_4 = IR_4 = 1.5 \times 2 = 3\Omega$

2Ω నిరోధకము ఉపయోగించు సామర్థ్యం, $P = V_4 I = 3 \times 1.5 = 4.5W$

5. **$220V$ వద్ద $100W$, $220V$ వద్ద $60W$ రేటింగ్‌లు గల రెండు బల్బులను $220V$ సరఫరాకు సమాంతరంగా కలిపారు. సరఫరా తీగల నుంచి ఎంత విద్యుత్ ప్రవాహాన్ని తీసుకొంటుంది?**

జ: 1వ బల్బు,

$P = 100W;\ V = 220V$

$V = 220V;\ P = VI$

$\therefore$ విద్యుత్ ప్రవాహం $I = \frac{P}{V}$

$\therefore I_1 = \frac{100}{200} = 0.4545A$

2వ బల్బు,

$P = 60W;\ V = 220V$

విద్యుత్ ప్రవాహయు $I_2 = \frac{P}{V} = \frac{60}{200} = 0.2727A$

మొత్తం విద్యుత్ ప్రవాహం $I = I_1 + I_2 \Rightarrow I = 0.4545 + 2727 = 0.7272A$

6. **$3.0 \times 10^{-7} m^2$ మధ్యచ్ఛేద వైశాల్యం, $5A$ విద్యుత్ ప్రవహిస్తున్న రాగి తీగలోని వహన ఎలక్ట్రాన్ల సరాసరి డ్రిఫ్ట్ వడిని అంచనా వేయండి. ప్రతీ రాగి పరమాణువు ఒక వహన ఎలక్ట్రాన్ సమకూరుస్తుంది అని భావించండి. రాగి సాంద్రత $9.0 \times 103 kg/m^3$, దాని పరమాణు ద్రవ్యరాశి $63.5u$**

జ: $A = 3.0 \times 10^{-7} m^2;\ i = 5A;\ \rho = 9.0 \times 10^3 kg = 9.0 \times 10^6 g$

ఒక్కొక్క అణువుకు స్వేచ్ఛా ఎలక్ట్రాన్లు $= 1$;

రాగి గ్రామ్ అణుభారము $= 63.5U$; రాగి గ్రామ్ అణు మోల్‌ల సంఖ్య = N అనుకోండి.

$N_A = 6.022 \times 10^{23};\ e = 1.6 \times 10^{-9} C$

www.sakshieducation.com

డ్రిఫ్ట్ వేగం $V_d = i/neA$. ఇందులో $n =$ మొత్తం ఎలక్ట్రాన్‌ల సంఖ్య $/m^3$

$$\therefore n = \frac{\rho}{g.m.wt.} \times N_A \times \text{ ఒక అణువులో గల స్వేచ్ఛా ఎలక్ట్రాన్‌ల సంఖ్య}$$

$$\therefore n = \frac{9.0\times10^6}{63.5} \times N_A \times 1$$

$$\therefore V_d = \frac{i}{neA} = \frac{5\times63.5}{9.0\times10^6\times6.022\times10^{23}\times1.6\times10^{-19}\times3.0\times10^{-7}} = 0.12 m.m/s$$

7. పై లెక్కలో వచ్చిన డ్రిఫ్ట్ వడిని కింది వాటితో పోల్చండి.
1) సాధారణ ఉష్ణోగ్రతల వద్ద రాగి పరమాణువుల ఉష్ణీయవడి
2) డ్రిఫ్ట్ గమనానికి కారణమై, తీగ వెంబడి వ్యాపనం చెందే విద్యుత్‌క్షేత్రం వడి.

జ: 1) ఎలక్ట్రాన్‌ల డ్రిఫ్ట్ వేగం $= 1.22 m.m/s$

సాధారణ ఉష్ణోగ్రత వద్ద అణువుల ఉష్ణీయ వేగం $= \sqrt{k_B T/m}$

ఇందు k_B బోల్ట్జ్‌మన్ స్థిరాంకము $k_B = 1.381\times10^{-25}$

సగటు ఉష్ణోగ్రత $T = 300K$ అనుకొనుము $m =$ రాగి అణువు ఉష్ణోగ్రత

రాగి అణువుల ఉష్ణీయ వేగం $V = 2\times10^2 m/s$

కావున రాగి అణువుల ఉష్ణీయ వేగము ఎలక్ట్రాన్‌ల డ్రిఫ్ట్ వేగము కన్న సుమారు 200 రెట్లు పెద్దది.

2) వాహకంలో విద్యుదయస్కాంత తరంగ వేగం $= 3\times10^8 m/s$.

వాహకం గుండా ప్రవహించే విద్యుత్ క్షేత్ర వేగం ఎలక్ట్రాన్‌ల డ్రిఫ్ట్ వేగం కన్న 10^{11} రెట్లు పెద్దది.

లెక్కలు

1. 10Ω మందమైన ఒక తీగను దాని పొడవు మూడు రెట్లు అయ్యేటట్లు సాగదీశారు. సాగదీయడం వల్ల దాని సాంద్రతలో ఎటువంటి మార్పులేదని భావించి సాగదీసిన తీగ నిరోధం కనుక్కోండి.

జ: నిరోధము $R = 10\Omega$, తుది పొడవు $l_2 = 3l_1$ (ఘనపరిమాణం స్థిరం)

$$\therefore \pi r_1^2 l_1 = \pi r_2^2 l_2 \Rightarrow \frac{r_2^2}{r_1^2} = \frac{l_1}{l_2}$$

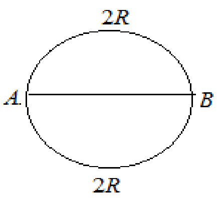
$$\text{నిరోధం } R = \frac{\rho l}{\pi r^2} \Rightarrow \frac{R_2}{R_1} = \frac{l_2 r_1^2}{l_1 r_2^2} = \left[\frac{l_2}{l_1}\right]^2$$

$\therefore$ కొత్త నిరోధం $R_2 = 10\times(3)^2 = 90\Omega$

2. $4R$ నిరోధం గల ఒక తీగను వృత్తాకారంలో వంచారు. దాని వ్యాసం కొనల మధ్యగల ప్రభావాత్మక నిరోధం ఎంత?

జ: నిరోధము = $4R$

తీగను వృత్తాకారంగా వంచి దాని వ్యాసము కొనల మధ్య నిరోధం కొలిచినారు.



www.sakshieducation.com

ఒక్కొక్క భాగం నిరోధం $2R$

$$\therefore \frac{1}{R_R}=\frac{1}{2R}+\frac{1}{2R}=\frac{1}{R}$$

$\therefore AB$ మధ్య ఫలిత నిరోధం $=R$

3. $15Vm^{-1}$ **విద్యుత్ క్షేత్రాన్ని ఒక వాహకం కొనల మధ్య అనువర్తించినప్పుడు, ఆ వాహకం** $2.5\times10^6\,Am^{-2}$ **విద్యుత్ ప్రవాహ సాంద్రతను కలిగి ఉంది. ఆ వాహకం నిరోధకతను కనుక్కోండి.**

జ: $j=2.5\times10^6 A$; వి $E=15Vm^{-1}$

నిరోధకత $\rho=E/j$

$$\therefore \rho=\frac{15}{2.5\times10^6}=6\times10^{-6}\Omega m$$

4. 5% **సహనంతో** 3500Ω **ల నిరోధాన్ని కలిగి ఉన్న ఒక నిరోధకం రంగుల కోడ్ ఏమిటి?**

జ: సహనం $=5\%$

నిరోధము $R=3500\Omega$

మొదటి సంఖ్య $4\Rightarrow$ నారింజ

రెండవ సంఖ్య $5\Rightarrow$ ఆకుపచ్చ

సున్నాల సంఖ్య $=2\Rightarrow$ వెండి

సహనం $=5\%\Rightarrow$ బంగారం

కావున నిరోధం రంగుల కోడ్ నారింజ, ఆకుపచ్చ, వెండి, బంగారం,

5. **మీకు** 8Ω **నిరోధకం ఇచ్చారు.** 6Ω **నిరోధన్ని పొందడానికి దానికి,** $120\Omega m$ **నిరోధకతను కలిగి ఉన్న ఎంత పొడవుగల తీగను సమాంతరంగా కలపాలి?**

జ: $R_1=8\Omega$, $\rho=120\Omega m$

ప్రభావ నిరోధము $R_p=6\Omega$

సమాంతరంగా కలిపిన నిరోధం $x=120l$ మీ.

కాని $\dfrac{1}{R_p}=\dfrac{1}{R_1}+\dfrac{1}{x}$

$$\therefore x=\frac{6\times8}{8-6}=\frac{48}{2}=24\Omega$$

కాని $x=\rho l$

$$\therefore l=\frac{x}{\rho}=\frac{x}{\rho}=\frac{24}{120}=0.2m$$

6. **ఒక బ్యాటరీకి** 3Ω, 6Ω, 9Ω **మూడు నిరోధకాలను సంధానం చేశారు. ఒకవేళ ఎ) అవన్నీ సమాంతరంగా కలిపినప్పుడు, బి) అవన్నీ శ్రేణిలో కలిపినప్పుడు వాటిలోని ఏ నిరోధకంలో సామర్థ్యం దూర్వ్యయం గరిష్ఠంగా ఉంటుంది. కారణాలను ఇవ్వండి.**

జ: $R_1=3\Omega;\ R_2=6\Omega;\ R_3=9\Omega$

ఎ) సమాంతర పద్ధతిలో,

సామర్థ్యము $P_p=\dfrac{V^2}{R_1}+\dfrac{V^2}{R_2}+\dfrac{V^2}{R_3}=\dfrac{V^2}{3}+\dfrac{V^2}{6}+\dfrac{V^2}{9}=\dfrac{V^2(6+3+2)}{18}=\dfrac{11V^2}{18}$

బి) శ్రేణి పద్ధతిలో,

ఫలిత నిరోధం $R_{eff}=R_1+R_2+R_3=3+6+9=18$

www.sakshieducation.com

సామర్థ్యము $P_s = \frac{V^2}{R} = \frac{V^2}{18}$

$\therefore P_p > P_s$

7. ఒక వెండి తీగ $27.5^0 C$ వద్ద 2.1Ω నిరోధాన్ని $100^0 C$ వద్ద 2.7Ω నిరోధాన్ని కలిగి ఉంది. వెండి ఉష్ణోగ్రత నిరోధకత గుణకం కనుక్కోండి

జ: $t_1 = 27.5^0 C;\ R_1 = 2.1\Omega$

$t_2 = 100^0 C;\ R_2 = 2.7\Omega$

ఉష్ణోగ్రతా నిరోధక గుణకం $\alpha = \frac{R_2 - R_1}{R_1(T_2 - T_1)} / {}^0C$

$\therefore \alpha = \frac{2.7 - 2.1}{2.1(100 - 27.5)} \cong 0.4 \times 10^{-2} / {}^0C$

8. ఒక విద్యుత్ వాహక తీగ పొటెన్షియల్ భేదాన్ని స్థిరంగా ఉంచి, దాని పొడవు రెట్టింపు అయ్యేటట్లు సాగదీస్తే, ఎలక్ట్రాన్ల డ్రిఫ్ట్ వడి ఎన్ని రెట్లు మారుతుంది?

జ: $l_2 = 2l_1$

$V =$ స్థిరం

డ్రిఫ్ట్‌వేగం $v_d = \frac{i}{neA}$

$\pi r_1^2 l_1 = \pi r_2^2 l_2 \quad \because A = \pi r^2 l$

$\therefore r_2^2 / r_1^2 = l_1 / l_2$

$\therefore \frac{V_{d_2}}{V_{d_1}} = \frac{kA_1}{kA_2} = \frac{l_2}{l_1} = \frac{r_1^2}{r_2^2}$

$\therefore \frac{V_{d_2}}{V_{d_1}} = \frac{2l_1}{l_1} = 2 \Rightarrow V_{d_2} = 2V_{d_1}$

$\therefore$ డ్రిఫ్ట్‌వేగం రెట్టింపు అయినది.

9. $25W, 200W$ రేటింగ్ ఉన్న రెండు $120V$ బల్బులను శ్రేణిలో కలిపారు. వాటిలో ఒక బల్బు దాదాపు వెంటనే కాలిపోయింది. ఏ బల్బు కాలిపోయింది? ఎందుకు?

జ: $P_1 = 25W$; $P_2 = 200W$

$R_1 = \frac{V^2}{P_1} == \frac{120 \times 120}{25} = 576\Omega$ మరియు $_2 = \frac{V^2}{200} = \frac{120 \times 120}{200} = 72\Omega$

$25W$ బల్బు వెంటనే మాడిపోతుంది.

10. ఒక స్తూపాకార లోహపు తీగను దాని పొడవు 5% పెరిగేటట్లు సాగదీశారు. దాని నిరోధకంలో కలిగే మార్పు శాతం కనుక్కోండి.

జ: పొడవులో పెరుగుదల శాతం = 5%

$\frac{\Delta l}{l} \times 100 = 5\%$

www.sakshieducation.com

$$\frac{\Delta R}{R}\times 100 = 2\frac{\Delta l}{l}\times 100$$

$\therefore$ నిరోధం విలువలో మార్పు శాతం $= 2\times 5 = 10\%$

11. **ఒక పదార్థంతో చేసిన A, B అనే రెండు తీగలు సమాన పొడవులు కలిగి ఉన్నాయి. వాటి మధ్యచ్ఛేద వైశాల్యాల నిష్పత్తి 1:4. ఆ రెండు తీగల కొనల మధ్య స్థిరమైన వోల్టేజిని అనువర్తిస్తే, వాటిలో ఉత్పత్తి అయ్యే ఉష్ణరాశుల నిష్పత్తి ఎంత?**

జ: $A_1 : A_2 = 1:4 \Rightarrow A_2 = 4A_1$

$$R = \frac{\rho l}{A} \Rightarrow R \propto \frac{1}{A} \text{ లేదా } \frac{R_A}{R_B} = \frac{A_2}{A_1} = 4$$

$$P = \frac{V^2}{R} \therefore P_A = \frac{V^2}{R_A} \;\&\; P_B = \frac{V^2}{R_B}$$

$$\frac{P_A}{P_B} = \frac{R_B}{R_A} = \frac{1}{4} \Rightarrow P_A : P_B = 1:4$$

ఉష్ణముల నిష్పత్తి = 1:4

12. **స్థిరమైన వోల్టేజి జనకానికి సమాంతరంగా కలిపిన రెండు బల్బుల నిరోధాల నిష్పత్తి 1:2. వాటిలో దుర్వ్యయం అయ్యే సామర్థ్యాల నిష్పత్తి ఎంత?**

జ: $R_1 : R_2 = 1:2 \Rightarrow R_2 = 2R_1$

$$\therefore P_1 = \frac{V^2}{R_1} \text{ మరియు } P_2 = \frac{V^2}{R_1}$$

సామర్థ్యంల నిష్పత్తి $P_1 : P_2 = 2:1$

13. **$5m$ పొడవు గల పొటెన్షియోమీటర్ తీగ కొనల మధ్య $6V$ పొటెన్షియల్ భేదం కొనసాగించారు. పొటెన్షియోమీటర్ తీగ $180cm$ పొడవు వద్ద సంతులన స్థానాన్ని ఇస్తే, ఆ ఘటం emf కనుక్కోండి.**

జ: $L = 5m = 500cm$, $l_1 = 180cm$

పొటెన్షియల్ $= 6V$

$$V = \frac{El}{L} = \frac{6\times 180}{500}$$

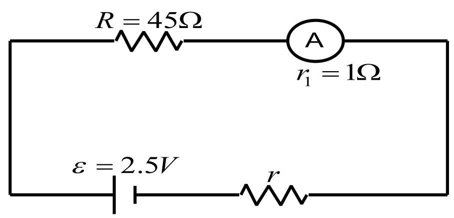
$\therefore$ గౌణ వలయంలోని బ్యాటరీ $e.m.f\ E_1 = 2.16V$

14. **$2.5V\ emf$, r అంతర్నిరోధం గల బ్యాటరీని 1 ఓమ్ నిరోధం గల అమ్మీటర్ ద్వారా 45 ఓమ్ నిరోధానికి శ్రేణిలో కలిపారు. అమ్మీటర్ $50mA$ విద్యుత్ ప్రవాహం చూపిస్తుంది. వలయం రేఖాచిత్రాన్ని గీయండి, r విలువలను కనుక్కోండి.**

జ: $e.m.f.\ E_1 = 2.5V$, అంతర్గత నిరోధం $= r$

$R = 45\Omega$; అమ్మీటరు నిరోధం $= 1\Omega$

అమ్మీటరు రీడింగు $= 50mA = 50\times 10^{-3}\,amp$



కిర్చాఫ్ నియమం నుండి $E = iR + iR_1 - ir$

$\therefore 2.5 = i\,45 + i \times 1 - ir$

$\Rightarrow ir = 45i + i - ir$

$\Rightarrow E - 46i = -ir$

$\therefore 2.5 - 46 \times 50 \times 10^{-3} = -50 \times 10^{-3} r$

$\Rightarrow 2.5 - 2.3 = -0.2ir$

$\therefore r = \dfrac{-0.2}{50 \times 10^{-3}}$

$\therefore$ బ్యాటరీ అంతర్గత నిరోధం $r = \dfrac{200}{50} = 4\Omega$

15. ఒక తీగ మధ్యచ్ఛేదం ద్వారా పోయే విద్యుదావేశ పరిమాణం $q(t) = at^2 + bt + c$. a, b, c లకు మితీయ ఫార్ములాలు రాయండి. SI ప్రమాణాలలో a, b, c విలువలు వరసగా 6, 4, 2 అయితే, $t = 6$ సెకన్ల వద్ద విద్యుత్ ప్రవాహ విలువను కనుక్కోండి.

జ: $q(t) = at^2 + bt + c$

$$i = \frac{d}{dt}q(t) = \frac{d}{dt}(at^2 + bt + c) = 2at + b............(1)$$

ఇందు $a = 6,\ b = 4,\ c = 2$ మరియు $t = 6$

$\therefore\ i = 2 \times 6 \times 6 + 4 = 72 + 4 = 76amp$

www.sakshieducation.com