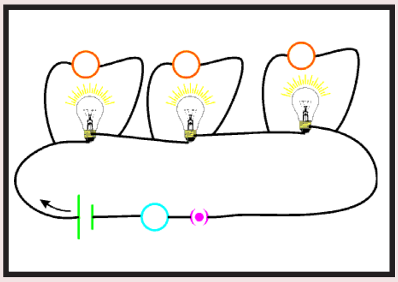
అధ్యాయం

11



విద్యుత్ ప్రవాహం

విద్యుత్ ప్రవాహం, బ్యాటరీ, విద్యుత్ వలయం మరియు అందులో వినియోగించే పరికరాలను గురించి మీరు 6,7 తరగతులలో నేర్చుకున్నారు.

- విద్యుత్ ప్రవాహం అంటే ఏమిటి?
- వలయంలో కలిపిన వాహకం గుండా ఏ ఆవేశం (ధనావేశం/ ఋణావేశం) ప్రవహిస్తుంది?
- ఆవేశాల చలనాన్ని స్పష్టం చేసే సందర్భాలు మన నిత్యజీవితంలో ఏవైనా ఉన్నాయా?

8 వ తరగతిలో మీరు మెరుపులు, పిడుగుల గురించి నేర్చుకున్నారు. రెండు మేఘాల మధ్య లేదా మేఘం, భూమి మధ్య విద్యుత్ ఉత్సర్గాన్ని (electric discharge) మెరుపులు తెలియజేస్తాయి. మేఘాల నుండి భూమికి గాలి ద్వారా జరిగే విద్యుత్ ఉత్సర్గమే మనకు వాతావరణంలో స్పార్క్ (spark) లేదా మెరుపువలె కనిపిస్తుంది. వాతావరణంలో ఆవేశాల చలనాన్ని తెలియజేయడానికి మెరుపులు మంచి ఉదాహరణ.

- ఆవేశాల చలనం వల్ల, ఎల్లప్పుడూ విద్యుత్ ప్రవాహం ఏర్పడుతుందా?

తెలుసుకుందాం.

కృత్యం 1

సందర్భం 1 : ఒక బల్బ్, ఘటం (బ్యాటరీ), స్విచ్ మరియు ఉష్ణబంధక పొర కలిగిన రాగితీగలు కొన్నింటిని తీసుకోండి. వీటిని వలయంలో కలిపి స్విచ్ ఆన్ చేయండి. బల్బ్‌ను పరిశీలించండి.

- ఏం గమనించారు?

సందర్భం 2 : వలయం నుండి బ్యాటరీని తీసివేసి మిగతా పరికరాలతో వలయాన్ని పూర్తి చేయండి. తిరిగి స్విచ్ ఆన్ చేసి, బల్బ్‌ను పరిశీలించండి. బల్బ్ వెలిగిందా?

సందర్భం 3 : రాగి తీగలకు బదులుగా నైలాన్ తీగలను ఉపయోగించి బ్యాటరీ, బల్బ్, స్విచ్‌లను వలయంలో కలపండి. స్విచ్‌ఆన్ చేసి, బల్బ్‌ను పరిశీలించండి. బల్బ్ వెలిగిందా ?

పై మూడు సందర్భాలలో తెలిపిన విధంగా కృత్యాన్ని నిర్వహించాక, మొదటి సందర్భంలో మాత్రమే బల్బ్ వెలుగుతుందని మీరు గుర్తిస్తారు.

- 2,3 సందర్భాలలో బల్బ్ వెలగకపోవడానికి గల కారణాలను మీరు ఊహించగలరా?

బ్యాటరీలో రసాయన శక్తి ఉంటుందని, అది విద్యుత్ శక్తిగా మారడం వల్ల బల్బ్ వెలుగుతుందని 7వ తరగతిలో మీరు నేర్చుకున్నారు. బల్బ్ వెలగడానికి కావలసిన శక్తిని బ్యాటరీ అందించడాన్ని మీరు 1వ సందర్భంలో గమనించారు. 3వ సందర్భంలో, వలయంలో బ్యాటరీ ఉన్నప్పటికీ, మనం ఉపయోగించిన నైలాన్ తీగలు విద్యుత్ జనకం (బ్యాటరీ) నుండి బల్బ్‌కు శక్తిని తీసుకుపోలేకపోవడం వల్ల బల్బ్ వెలగలేదు.

కాబట్టి, బ్యాటరీ నుండి బల్బ్‌కు శక్తిని సరఫరా చేయడంలో, వలయంలో ఉపయోగించిన పదార్థ స్వభావం ముఖ్య పాత్ర పోషిస్తుందని తెలుస్తుంది. బ్యాటరీ నుండి బల్బ్‌కు శక్తిని సరఫరా చేయగలిగే పదార్థాన్ని వాహకం (conductor) అని, శక్తిని సరఫరా చేయలేని పదార్థాన్ని బంధకం/ అవాహకం (insulator) అని అంటాం.

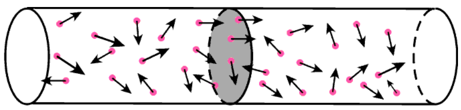
- అన్ని పదార్థాలూ వాహకాలుగా ఎందుకు పనిచేయలేవు?
- ఒక వాహకం విద్యుత్ జనకం (source) నుండి బల్బ్‌కు శక్తిని ఎలా సరఫరా చేస్తుంది?

తెలుసుకుందాం.

విద్యుత్ ప్రవాహం

లోహాల వంటి వాహకాలలో అధిక సంఖ్యలో స్వేచ్ఛా ఎలక్ట్రాన్‌లు, ధనాత్మక అయాన్‌లు నిర్దిష్ట స్థానాలలో ఉంటాయని 19వ శతాబ్దానికి చెందిన శాస్త్ర వేత్తలైన డ్రూడ్ మరియు లోరెంజ్ ప్రతిపాదించారు. ఈ ధనాత్మక అయానుల అమరికను లాటిస్ (lattice) అంటాం.

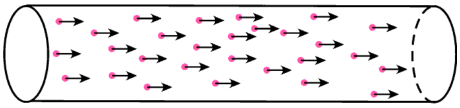
లాటిస్ అంతరాళం (lattice space) లో ఎలక్ట్రాన్‌లు ఎలా ప్రవర్తిస్తాయో తెలుసుకుందాం. వాహకాన్ని ఒక తెరిచిన వలయం (open circuit)గా భావించండి. పటం-1లో చూపిన విధంగా వాహకంలో ఎలక్ట్రాన్‌లు స్వేచ్ఛగా, ఏ దిశలో కదులుతాయో నిర్ణయించలేని విధంగా చలిస్తాయి. ఈ విధమైన చలనాన్ని క్రమరహిత చలనం (Random motion) అంటాం. పటం 1లో చూపినట్లు వాహకంలో ఏదేని మధ్యచ్ఛేదాన్ని ఊహిస్తే, ఒక సెకను కాలంలో ఆ మధ్యచ్ఛేదాన్ని ఎడమనుండి కుడికి దాటివెళ్ళే ఎలక్ట్రాన్‌ల సంఖ్య, ఒక సెకను కాలంలో అదే మధ్యచ్ఛేదాన్ని కుడి నుండి ఎడమకు దాటివెళ్ళే ఎలక్ట్రాన్‌ల సంఖ్యకు సమానం. అంటే తెరిచియున్న వలయం వంటి వాహకంలో ఏదేని మధ్యచ్ఛేదం వెంబడి కదిలే ఆవేశం శూన్యం.



పటం-1: తెరిచియుంచిన వలయంలో ఎలక్ట్రాన్‌ల క్రమరహిత చలనం

- వాహకం రెండు చివరలను బ్యాటరీకి కలిపితే, దానిలో ఎలక్ట్రాన్‌ల చలనం ఏ విధంగా ఉంటుంది ?

ఒక బల్బ్‌తో సహా వాహకం రెండు చివరలను బ్యాటరీకి కలిపితే, బ్యాటరీ నుండి బల్బ్‌కు శక్తి సరఫరా జరగడం వల్ల



పటం-2: క్రమ పద్ధతిలో ఎలక్ట్రాన్‌ల చలనం

బల్బ్ వెలుగుతుంది. ఈ శక్తి సరఫరాకు కారణం ఎలక్ట్రాన్‌లు. బ్యాటరీ నుండి బల్బ్‌కి శక్తి సరఫరాకు కారణం ఎలక్ట్రాన్‌లే అయితే, అవి ఒక క్రమ పద్ధతిలో చలించాలి. (పటం 2 చూడండి) ఎలక్ట్రాన్‌లు క్రమ పద్ధతిలో చలిస్తే, వాహకంలోని ఏదేని మధ్యచ్ఛేదాన్ని దాటివెళ్ళే ఫలిత ఆవేశం వ్యవస్థితమవ్వాలి. ఇలా ఎలక్ట్రాన్‌లు క్రమమైన పద్ధతిలో చలించడాన్ని విద్యుత్ ప్రవాహం అంటాం. కనుక, "విద్యుత్ ప్రవాహం అంటే ఆవేశాల క్రమచలనం" అని చెప్పవచ్చు.

విద్యుత్ ప్రవాహాన్ని పరిమాణాత్మకంగా నిర్వచిద్దాం :

ఒక సెకను కాలంలో వాహకంలోని ఏదేని మధ్యచ్ఛేదాన్ని దాటివెళ్ళే ఆవేశ పరిమాణాన్ని విద్యుత్ ప్రవాహం అంటాం.

t కాలవ్యవధిలో ఒక వాహకంలోని ఏదేని మధ్యచ్ఛేదాన్ని దాటి వెళ్ళే ఆవేశం Q అనుకుందాం. అప్పుడు, ఒక సెకను కాలంలో ఆ వాహకంలోని అదే మధ్యచ్ఛేదాన్ని దాటివెళ్ళే ఆవేశం Q/t అవుతుంది. కనుక,

విద్యుత్ ప్రవాహం = విద్యుదావేశం / కాలం

$$I = Q/t$$

విద్యుత్ ప్రవాహానికి SI ప్రమాణం ఆంపియర్. దీనిని A తో సూచిస్తాం.

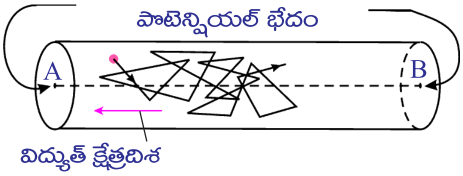
1 ఆంపియర్ = 1కూలూంబ్ / 1 సెకన్

$$1A = 1C/s$$

- ఎలక్ట్రాన్‌లు నిర్దిష్ట దిశలోనే ఎందుకు కదులుతాయి?

వలయంలో బ్యాటరీ లేనప్పుడు వాహకంలో ఎలక్ట్రాన్‌లు 'క్రమరహిత' చలనంలో ఉంటాయి. కానీ వలయంలో బ్యాటరీని కలిపితే వాహకంలో ఎలక్ట్రాన్‌లు నిర్దిష్ట దిశలోనే కదులుతాయి. దీనినిబట్టి, నిర్దిష్ట దిశలో కదలడానికి ఎలక్ట్రాన్‌లపై ఎవరో బలం ప్రయోగిస్తున్నారని తెలుస్తుంది. వాహకం రెండు చివరలను బ్యాటరీ టెర్మినల్స్ (Battery terminals)కు కలిపినప్పుడు, వాహకమంతా ఒక సమ విద్యుత్‌క్షేత్రం (uniform electric field) ఏర్పడుతుంది. ఈ క్షేత్రమే ఎలక్ట్రాన్‌లను నిర్దిష్ట దిశలో కదిలిస్తుంది.

- ఎలక్ట్రాన్‌లు ఏ దిశలో కదులుతాయి?
- ఎలక్ట్రాన్‌లు త్వరణాన్ని పొందుతాయా?
- ఎలక్ట్రాన్‌లు స్థిరవేగంతో చలిస్తాయా?



పటం-3: ఎలక్ట్రాన్‌ల చలనం

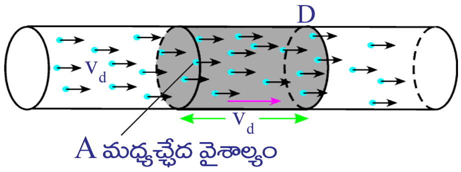
వాహకంలోని స్వేచ్ఛా ఎలక్ట్రాన్‌లు విద్యుత్ క్షేత్రం వల్ల త్వరణాన్ని పొంది, విద్యుత్ క్షేత్ర దిశకు వ్యతిరేక దిశలో చలిస్తాయి. విద్యుత్ క్షేత్ర ప్రభావం వల్ల చలనంలో ఉన్న ఎలక్ట్రాన్‌లు లాటిస్ అయాన్‌లతో అభిఘాతం (collision) చెందుతాయి. అభిఘాతం జరిగినప్పుడు ఎలక్ట్రాన్‌లు నిశ్చలస్థితికి వస్తాయని చెప్పవచ్చు. విద్యుత్ క్షేత్ర ప్రభావం వల్ల ఎలక్ట్రాన్‌లు తిరిగి త్వరణాన్ని పొంది,

లాటిస్ అయాన్‌లతో మరలా అభిఘాతం చెందుతాయి. ఈ విధంగా ఎలక్ట్రాన్‌లు వాహకం వెంబడి చలిస్తాయి. ఎలక్ట్రాన్‌ల చలనాన్ని పటం–3 లో చూడవచ్చు.

కాబట్టి, వాహకంలో ఎలక్ట్రాన్‌లు స్థిర సరాసరి వడితో చలిస్తున్నట్లుగా భావిస్తాం. ఈ వడిని అపసర వడి/ డ్రిఫ్ట్‌వడి (drift speed) లేదా అపసర వేగం (drift velocity) అంటాం.

స్వేచ్ఛా ఆవేశాల అపసరవడిని లెక్కగడదాం:

A మధ్యచ్ఛేద వైశాల్యం గల వాహకం రెండు చివరలను బ్యాటరీకి కలిపితే, దానిలో విద్యుత్ ప్రవహిస్తుంది. ఆవేశాల అపసరవడి v_d అనుకొందాం. పటం 4లో చూపినట్లు వాహకంలోని ఏకాంక ఘన పరిమాణంలో గల ఆవేశాల సంఖ్య (ఆవేశ సాంద్రత–charge density) n అనుకుందాం. ఒక సెకను కాలంలో ప్రతీ ఆవేశం కదిలిన దూరం v_d అవుతుంది. ఈ దూరానికి సంబంధించిన వాహక ఘనపరిమాణం Av_d అవుతుంది. (పటం–4 చూడండి). ఆ ఘనపరిమాణంలో ఉన్న ఆవేశాల సంఖ్య nAv_d కి సమానం. ఒక్కొక్క వాహక కణం యొక్క ఆవేశం q అనుకుంటే, ఒక సెకన్ కాలంలో D వద్ద గల మధ్యచ్ఛేదాన్ని దాటివెళ్ళే మొత్తం ఆవేశం ($nqAv_d$) అవుతుంది. ఇది విద్యుత్ ప్రవాహానికి సమానం. కావున,



పటం-4: ధనావేశాల డ్రిఫ్ట్

విద్యుత్ ప్రవాహం $I = nqAv_d$ .... (1)

⇨ $v_d = I/nqA$ .... (2)

వాహకంలో, వాహక కణాలు ఎలక్ట్రాన్‌లని మనకు తెలుసు. ఎలక్ట్రాన్ విద్యుదావేశ పరిమాణం $e = 1.602 \times 10^{-19}$C. .

మధ్యచ్ఛేద వైశాల్యం $A = 10^{-6}\, m^2$ గాగల రాగితీగ గుండా 1A విద్యుత్ ప్రవాహం ఉన్నప్పుడు, ఎలక్ట్రాన్ అపసరవడిని కనుగొందాం. ప్రయోగ పూర్వకంగా కనుగొన్న "రాగి ఎలక్ట్రాన్ సాంద్రత" $n = 8.5 \times 10^{28} m^{-3}$, $qe = 1.602 \times 10^{-19}$C

ఈ విలువలను సమీకరణం –2లో ప్రతిక్షేపించగా..

$$v_d = 1/(8.5 \times 10^{28} \times 10^{-6} \times 1.6 \times 10^{-19})$$

$$v_d = 7 \times 10^{-5} m/s = 0.07 mm/s$$

దీనిని బట్టి ఎలక్ట్రాన్ చాలా నెమ్మదిగా కదులుతుందని తెలుస్తుంది.

విద్యుత్ వలయంలో స్విచ్‌ను ఆన్ చేసిన వెంటనే (తక్షణమే), వలయంలోని విద్యుత్ జనకం (బ్యాటరీ) యొక్క పొటెన్షియల్ భేదం (potential difference) వల్ల వాహకం అంతటా విద్యుత్ క్షేత్రం ఏర్పడుతుంది. వాహకం పొడవు ఎంత ఉన్నా విద్యుత్ క్షేత్రం తక్షణమే అంతటా ఏర్పడుతుంది. ఈ విద్యుత్ క్షేత్రం ఏర్పడగానే, దాని ప్రభావం వల్ల వాహకంలోని ఎలక్ట్రాన్‌లు నిర్దిష్ట దిశలో కదులుతాయి.

- విద్యుత్ ప్రవాహ దిశను మనం ఎలా నిర్ణయిస్తాం?

$I = nqAv_d$ సమీకరణం ద్వారా దీనికి సమాధానం చెప్పవచ్చు. ఈ సమీకరణంలో n, A విలువలు ధనాత్మకం. కాబట్టి ఆవేశం q, డ్రిఫ్ట్‌వడి v_d గుర్తులపై విద్యుత్ ప్రవాహ దిశ ఆధారపడి ఉంటుంది. ఋణావేశాలకు, q విలువ ఋణాత్మకం, v_d విలువ ధనాత్మకం అనుకుందాం. q, v_dల లబ్ధం ఋణాత్మకం అవుతుంది. అంటే విద్యుత్ ప్రవాహ దిశ, ఋణావేశ ప్రవాహదిశకు వ్యతిరేక దిశలో ఉంటుంది. ధనావేశాలకు, q విలువ ధనాత్మకం, v_d విలువ ధనాత్మకం. కనుక విద్యుత్ ప్రవాహ దిశ, ధనావేశ ప్రవాహ దిశలోనే ఉంటుంది.

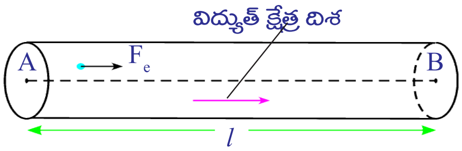
- విద్యుత్ ప్రవాహాన్ని మనం ఎలా కొలుస్తాం?

వలయంలో విద్యుత్ ప్రవాహాన్ని సాధారణంగా అమ్మీటర్‌తో కొలుస్తాం. అమ్మీటరును వలయంలో ఎల్లప్పుడూ శ్రేణిలో కలుపుతాం.

- ఎలక్ట్రాన్‌లు శక్తిని ఎక్కడి నుండి పొందుతాయి?

పొటెన్షియల్ భేదం

వాహకతీగ రెండు చివరలను బ్యాటరీ టెర్మినల్స్‌కు కలిపితే, వాహకమంతటా విద్యుత్‌క్షేత్రం ఏర్పడుతుంది. ఈ విద్యుత్‌క్షేత్రం ఆవేశం (ఎలక్ట్రాన్)పై బలాన్ని ప్రయోగిస్తుంది. స్వేచ్ఛా ఆవేశం q పై విద్యుత్‌క్షేత్రం కలుగజేసిన బలం F_e అనుకుందాం. అప్పుడు, స్వేచ్ఛా ఆవేశాలు విద్యుత్ క్షేత్రదిశలో త్వరణాన్ని పొందుతాయి. (ఆ స్వేచ్ఛా ఆవేశాలు ఎలక్ట్రాన్‌లైతే, వాటిపై, విద్యుత్‌క్షేత్ర దిశకు వ్యతిరేక దిశలో విద్యుత్‌బలం పనిచేస్తుంది) అంటే స్వేచ్ఛా ఆవేశాలను నిర్దిష్ట దిశలో కదిలించడానికి విద్యుత్‌క్షేత్రం కొంత 'పని'. చేస్తుంది.



పటం-5

ఈ విద్యుత్ బలం చేసిన పనిని మీరు కనుగొనగలరా? పటం 5లో చూపినట్లు విద్యుత్ బలం ఆవేశాలను (A నుండి B కు) l దూరం కదిలించింది అనుకుందాం. బలం, బలప్రయోగదిశలో కదిలిన దూరాల లబ్ధమే "పని" అని మనకు తెలుసు.

కాబట్టి, q స్వేచ్ఛా ఆవేశంపై విద్యుత్ బలం చేసిన పని

$$W = F_e l$$

ఏకాంక ఆవేశంపై విద్యుత్ బలం చేసిన పని $= W/q = F_e l/q$

ప్రమాణ ధనావేశాన్ని A నుండి B కు l దూరం కదిలించడానికి విద్యుత్ బలం చేసిన పనిని A ,B ల మధ్య పొటెన్షియల్ భేదం అంటాం. పొటెన్షియల్ భేదాన్ని V తో సూచిస్తాం. వాహక తీగలో, పరస్పరం l దూరంలో ఉన్న రెండు బిందువుల మధ్య పొటెన్షియల్ భేదాన్ని కింది విధంగా రాయవచ్చు.

$$V = W/q = F_e l/q$$

పొటెన్షియల్ భేదాన్ని 'ఓల్టేజ్' అని కూడా అంటాం. పొటెన్షియల్ భేదానికి SI ప్రమాణం 'ఓల్ట్'. దీనిని V తో సూచిస్తాం.

1 ఓల్ట్ = 1 జౌల్ /1 కూలుంబ్

$$1V = 1J/C$$

- పొటెన్షియల్ భేదం ప్రకారం విద్యుత్ ప్రవాహం ఏ దిశలో ఉంటుంది?
- వాహకంలో ధనావేశాలు కదులుతాయా? దీనికి మీరు ఒక ఉదాహరణ ఇవ్వగలరా?

8వ తరగతిలో నేర్చుకున్న ద్రవాల విద్యుత్ వాహకత, విద్యుత్ విశ్లేషణ మరియు ఎలక్ట్రోప్లేటింగ్ అంశాలను గుర్తుకుతెచ్చుకుందాం. ద్రవాల గుండా విద్యుత్ ప్రవహిస్తున్నప్పుడు ధన అయాన్‌లు (కాటయాన్‌లు), ఋణ అయానులు (ఆనయాన్‌లు) పరస్పరం వ్యతిరేక దిశలో చలిస్తాయి. విద్యుద్విశ్లేష్యంలో ధనావేశాల చలనం ఎల్లప్పుడూ విద్యుత్‌క్షేత్ర దిశలో ఉంటుంది. ఋణావేశాలు, ధనావేశాలదిశకు వ్యతిరేక దిశలో చలిస్తాయి. అంటే ద్రవాలలో విద్యుత్ ప్రవాహం జరగడానికి ధన, ఋణ ఆవేశాలు రెండూ చలిస్తాయి. కానీ లోహ ఘనపదార్థ రూప వాహకంలో ఎలక్ట్రాన్‌ల చలనం మాత్రమే ఉంటుంది.

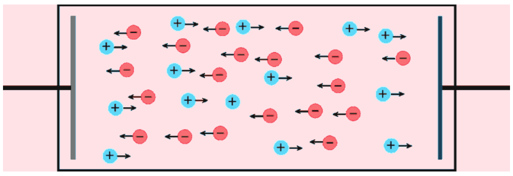
వాహకంలో A నుండి B కి ధనవేశాలు కదిలితే, విద్యుత్‌క్షేత్రం చేసిన పని ధనాత్మకమవుతుంది. అంటే ధనావేశాలకు W/q విలువ ధనాత్మకం. దీనిని బట్టి విద్యుత్ క్షేత్ర దిశ A నుండి B వైపుగా ఉందని చెప్పవచ్చు. అంటే A అధిక పొటెన్షియల్ వద్ద ఉంది. B అల్ప పొటెన్షియల్ వద్ద ఉంది. ఋణావేశాలు ఎల్లప్పుడు విద్యుత్‌క్షేత్రానికి వ్యతిరేక దిశలో చలిస్తాయి కాబట్టి, ఎలక్ట్రాన్‌లు అల్ప పొటెన్షియల్ నుండి అధిక పొటెన్షియల్‌కు కదులుతాయని చెప్పవచ్చు.

బ్యాటరీ పూర్తిగా నిర్వీర్యం (discharge) అయ్యేవరకు, దాని ధృవాల మధ్య స్థిర పొటెన్షియల్ స్థిరంగా ఉంటుందని మనకు తెలుసు.

- బ్యాటరీ, తన ధృవాల (terminals) మధ్య స్థిర పొటెన్షియల్ భేదాన్ని ఎలా నిలుపుకోగలుగుతుంది?
- బ్యాటరీ ధన, ఋస్త్ర ధృవాలను ఒక వాహకంతో కలిపితే అది ఎందుకు డిశ్చార్జ్ అవుతుంది?

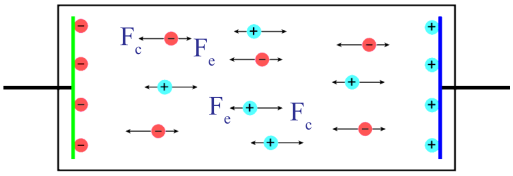
దీనికి సమాధానం చెప్పాలంటే, బ్యాటరీ ఎలా పని చేస్తుందో మనం తెలుసుకోవాలి.

బ్యాటరీలో రెండు లోహపు పలకలు (ఎలక్ట్రోడ్‌లు), ఒక రసాయనం (విద్యుద్విశ్లేష్యం) ఉంటాయి. బ్యాటరీ యొక్క రెండు ఎలక్ట్రోడ్‌ల మధ్యఉండే విద్యుద్విశ్లేష్యంలో పరస్పరం వ్యతిరేక దిశల్లో చలించే ధన, ఋణ అయాన్‌లు ఉంటాయి. (పటం 6 చూడండి). ఈ అయాన్‌లపై విద్యుద్విశ్లేష్యం కొంత బలాన్ని ప్రయోగించడం వల్ల అవి నిర్దిష్ట దిశలో చలిస్తాయి. ఈ బలాన్ని రసాయన బలం (F_c) అందాం. బ్యాటరీలో ఉపయోగించిన రసాయన స్వభావాన్ని బట్టి, ధన అయాన్‌లు బ్యాటరీలో ఏదో ఒక లోహపు పలక వైపు కదిలి, ఆ పలకపై పోగవుతాయి. ఫలితంగా ఆ లోహపు పలక ధనావేశపూరితమవుతుంది. ఆ పలకను ఆనోడ్ (anode)అంటాం. ధనావేశ అయాన్‌లకు వ్యతిరేక దిశలో ఋణావేశ అయాన్‌లు చలించి రెండవ లోహపు పలకపై పోగవుతాయి. ఆ పలక ఋణావేశపూరిత-మవుతుంది. దీనిని కేథోడ్ (cathode) అంటాం. లోహపు పలకలపై ఆవేశం సంతృప్త స్థితిని చేరేవరకు, ఇలా ఆవేశాలు పోగవుతూనే ఉంటాయి.

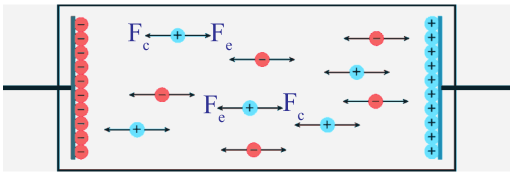


పటం-6

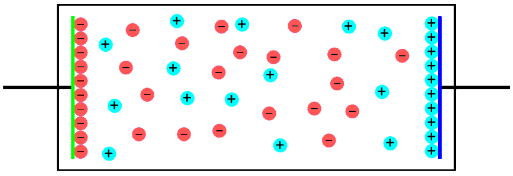
లోహపు పలకలపై ఆవేశం సంతృప్త స్థితిని చేరాక, కదిలే అయాన్‌లపై మరోబలం పనిచేస్తుంది. ఈ బలాన్ని విద్యుత్ బలం (F_e) అందాం. విద్యుత్‌బలదిశ రసాయనబల దిశకు వ్యతిరేకదిశలో ఉంటుంది. విద్యుత్‌బలం పరిమాణం, లోహపు పలకలపై పోగయిన ఆవేశంపై ఆధారపడి ఉంటుంది.



పటం-7



పటం-8


పటం-9

విద్యుత్‌బలం కన్నా రసాయన బలం ఎక్కువగా ఉంటే, ఆవేశాలు అవి చేరవలసిన పలకలవైపే కదులుతాయి. పటం 7 చూడండి. రసాయన బలంతో విద్యుత్ బలం సమానమయ్యేవరకు ఆవేశాలు పలకలపై పోగవుతూనే ఉంటాయి. విద్యుత్‌బలం, రసాయనబలం సమానమైనప్పుడు ఆవేశాల చలనం ఆగిపోతుంది. ఈ విషయాన్ని పటం-8లో చూడవచ్చు. మనం కొనే కొత్త బ్యాటరీలు సమబలాల ప్రభావంలో ఉన్న ఆవేశాలను కలిగియుండే స్థితిలో ఉంటాయి. పటం 9 చూడండి. కనుక బ్యాటరీ యొక్క రెండు ధృవాల మధ్య స్థిర పొటెన్షియల్ భేదం ఉంటుంది.

బ్యాటరీలోని పలకలపై పోగయ్యే ఆవేశ పరిమాణం, బ్యాటరీలో ఉపయోగించిన రసాయన స్వభావం పై ఆధారపడి ఉంటుంది.

బ్యాటరీని వలయంలో కలిపినప్పుడు ఏం జరుగుతుంది?

ఒక వాహక తీగను బ్యాటరీ ధృవాలకు కలిపినప్పుడు, వాహకతీగ రెండు చివరల మధ్య పొటెన్షియల్ భేదం ఏర్పడుతుంది. ఈ పొటెన్షియల్ భేదం వాహకం అంతటా విద్యుత్‌క్షేత్రాన్ని ఏర్పరుస్తుంది. (వాహకంలో విద్యుత్‌క్షేత్రదిశ ధన ధృవం నుండి ఋణ ధృవం వైపుగా ఉంటుంది)

వాహకంలో అధిక సంఖ్యలో ఎలక్ట్రాన్‌లు ఉంటాయని మనకు తెలుసు. బ్యాటరీ ధన ధృవం దానికి దగ్గరలో ఉన్న వాహకంలోని ఎలక్ట్రాన్‌లను ఆకర్షిస్తుంది. అందువల్ల ఎలక్ట్రాన్‌లు ధనధృవం వైపు కదులుతాయి. అప్పుడు ఆ పలకపై ధనావేశ పరిమాణం తగ్గుతుంది. కనుక, రసాయన బలం కంటే విద్యుత్ బలం తగ్గుతుంది. అప్పుడు రసాయనబలం, ఋణావేశ అయాన్‌లను ధనావేశ పలక నుండి బయటకు లాగి వాటిని ఋణావేశ పలకవైపు కదిలేటట్లు చేస్తుంది. ఈ ఋణావేశ అయాన్‌లు, ఋణధృవం మధ్య ఉండే బలమైన వికర్షణ కారణంగా ఋణధృవం, వాహకంలోకి ఎలక్ట్రాన్‌ను నెడుతుంది. కనుక విద్యుత్ ప్రవహిస్తున్నప్పుడు వాహకంలో ఎలక్ట్రాన్‌ల సంఖ్య స్థిరంగా ఉంటుంది. రసాయన, విద్యుత్ బలాల మధ్య సమతాస్థితి ఏర్పడే వరకు పైన తెలిపిన ప్రక్రియ కొనసాగుతూనే ఉంటుంది.

విద్యుచ్ఛాలక బలం (Electro motive force)

ఒక వాహక తీగను బ్యాటరీ ధృవాలకు కలిపినప్పుడు వాహకంలోని ఎలక్ట్రాన్‌లపై విద్యుత్‌బలం పనిచేయడం వల్ల అవి ఋణధృవం నుండి, ధనధృవానికి అపసరవడి (drift speed)తో కదులుతాయి. ఇదే సమయంలో బ్యాటరీలోని రసాయనబలప్రభావం వల్ల ఎలక్ట్రాన్‌ల ఆవేశ పరిమాణానికి సమాన పరిమాణంలో ఋణ అయాన్‌లు విద్యుత్‌బలానికి వ్యతిరేకంగా ధనధృవం నుండి ఋణధృవం వైపు కదులుతాయి. ఈ విధంగా బ్యాటరీలో అయాన్లను కదిలించడానికి కొంత రసాయనశక్తి ఖర్చువుతుంది. అంటే రసాయన బలం కొంత 'పని' చేస్తుంది.

q పరిమాణం గల ఋణావేశాన్ని విద్యుత్‌బలానికి వ్యతిరేకంగా ధనధృవం నుండి ఋణధృవానికి కదిలించడానికి రసాయన బలం చేసిన పని W అనుకుందాం. రసాయన, విద్యుత్ బలాల పరిమాణాలు సమానం అనుకుందాం.

రసాయనబలం వల్ల q ఋణావేశంపై జరిగిన పని $W = F_c d$. ఇందులో d ధృవాల మధ్య దూరం. ఒక కూలూంబ్ ఋణావేశాన్ని ధన ధృవం నుండి ఋణ ధృవానికి కదిలించడానికి రసాయనబలం చేసిన పనిని $W = F_c d$ అని రాస్తాం. $F_c = F_e$ అని మనకు తెలుసు.

కాబట్టి $W/q = F_e d/q$

W/q అనేది, ఏకాంక ఋణావేశాన్ని ధనధృవం నుండి ఋణధృవానికి కదిలించడానికి రసాయనబలం చేసిన పని. దీనిని విద్యుచ్ఛాలక బలం (emf) అంటాం.

emf, $\varepsilon = W/q = F_e d/q$

సాధారణంగా emf ను "ఏకాంక ధనావేశాన్ని ఋణధృవం నుండి ధనధృవానికి కదిలించడానికి రసాయనబలం చేసిన పని" గా నిర్వచిస్తాం.

- పొటెన్షియల్ భేదం లేదా emfను ఎలా కొలుస్తాం?

సాధారణంగా, విద్యుత్ పరికరం రెండు చివరల మధ్య పొటెన్షియల్ భేదం లేదా emf ను కొలవడానికి ఓల్ట్‌మీటరును ఉపయోగిస్తాం. వలయంలో దీనిని విద్యుత్ పరికరం యొక్క రెండు చివరలకు సమాంతరంగా కలుపుతాం.

టార్చ్‌లైట్‌లో బ్యాటరీలను ఎక్కువ కాలం వినియోగిస్తే, బల్బ్ ప్రకాశం తగ్గిపోతుంది. అప్పుడు బ్యాటరీలు నిర్వీర్యం (discharge) అయ్యాయంటాం. దీని అర్థమేంటి?

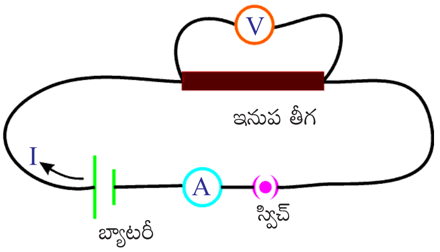
- బ్యాటరీ emf కు, బ్యాటరీకి కలుపబడిన వాహకంలోని ఎలక్ట్రాన్‌ల అపసరవడికి ఏదైనా సంబంధం ఉందా?

ఓమ్ నియమం

ప్రయోగశాల కృత్యం

ఉద్దేశ్యం : ఒక వాహకానికి సంబంధించిన V/I విలువ స్థిరమని చూపడం.

కావలసిన వస్తువులు : 1.5V బ్యాటరీలు 5, అమ్మీటర్, ఓల్ట్‌మీటర్, వాహక తీగలు (రాగితీగలు), 10 సెం.మీ.పొడవుగల సన్నని ఇనుపతీగ, స్విచ్ మరియు LED .



పటం–10

నిర్వహణ పద్ధతి : పటం–10లో చూపిన విధంగా వలయాన్ని కలపండి.

స్విచ్ ఆన్ చేసి, ఆమ్మీటర్‌లో విద్యుత్ ప్రవాహం, ఓల్ట్‌మీటర్‌లో పొటెన్షియల్ భేదం రీడింగులను గుర్తించి పట్టిక–1 లో నమోదు చేయండి.

పట్టిక - 1

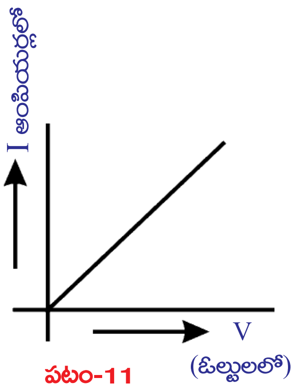
క్రమ సంఖ్య	పొటెన్షియల్ భేదం (V)	విద్యుత్ (I)	V/I

ఇప్పుడు వలయంలో ఒక బ్యాటరీకి బదులుగా, రెండు బ్యాటరీలను శ్రేణిలో కలపండి. ఈ సందర్భానికి సంబంధించిన ఆమ్మీటర్, ఓల్ట్‌మీటర్ రీడింగులను గుర్తించి పట్టిక–1లో నమోదు చేయండి. ఇదేవిధంగా 3,4 మరియు 5 బ్యాటరీలను శ్రేణిలో కలుపుతూ ఈ కృత్యాన్ని మరలా చేయండి. ప్రతీ సందర్భంలో V,I విలువలను పట్టిక–1లో నమోదు చేయండి. ప్రతీసందర్భానికి V/I విలువను కనుగొనండి. మీరేం గమనించారు? V/I విలువ స్థిరమని తెలుస్తుంది. దీనిని మనం గణితపరంగా కింది విధంగా సూచిస్తాం.

$$V \propto I$$

ఈ ప్రయోగాన్ని బట్టి, ఇనుపతీగ (వాహకం) రెండు చివరల మధ్య పొటెన్షియల్‌భేదం దానిలో ప్రవహించే విద్యుత్‌కు అనులోమానుపాతంలో ఉంటుందని చెప్పవచ్చు. (ఇనుపతీగలో విద్యుత్ ప్రవహించేటప్పుడు, దాని ఉష్ణోగ్రత స్థిరమని భావిస్తాం)

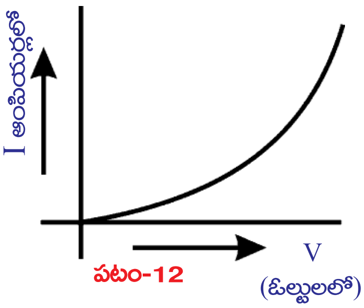
విద్యుత్ (I) విలువను y-అక్షంపై, పొటెన్షియల్ భేదం (V) విలువను X - అక్షంపై తీసుకొని, తగిన "స్కేలు"ను నిర్ణయించుకుని V,I ల మధ్య గ్రాఫ్ గీయండి. మీ గ్రాఫ్ పటం 11లో చూపిన విధంగా మూలబిందువు నుండి ప్రయాణించే సరళరేఖ వలె ఉంటుంది.



పటం-11

ఇనుపతీగకు బదులుగా LED ని వాడి ఈ కృత్యాన్ని మరలా చేయండి. LED విద్యుత్ ధృవాలలో పొడవైన దానిని బ్యాటరీ ధనధృవానికి, పొట్టి దానిని బ్యాటరీ ఋణధృవానికి కలపండి. ప్రతీసందర్భంలో విద్యుత్ I, పొటెన్షియల్ భేదం V విలువలను గుర్తించి పట్టిక–1లో నమోదు చేయండి. V/I విలువను లెక్కగట్టండి. V/I విలువ స్థిరంకాదని మీరు గుర్తిస్తారు. LED కి సంబంధించిన V/I విలువలతో గ్రాఫ్ గీయండి. మీ గ్రాఫ్ పటం–12 లో చూపిన వక్రరేఖవలె ఉంటుంది.

ఈ ప్రయోగశాల కృత్యాన్నిబట్టి స్థిర ఉష్ణోగ్రతవద్ద కొన్ని పదార్థాలకు సంబంధించిన V,I ల నిష్పత్తి స్థిరమని చెప్పవచ్చు. ఈ అంశాన్ని మొదటగా జర్మనీకి చెందిన భౌతిక శాస్త్రవేత్త "జార్జ్‌సైమన్ ఓమ్" తెలియజేసారు. దీనినే మనం "ఓమ్ నియమం" అంటాం.



పటం-12

ఓమ్ నియమాన్ని కింది విధంగా నిర్వచించవచ్చు.

"స్థిర ఉష్ణోగ్రత వద్ద, వాహకం రెండు చివరల మధ్య పొటెన్షియల్ భేదం వాహకం గుండా ప్రవహించే విద్యుత్ ప్రవాహానికి అనులోమాను పాతంలో ఉంటుంది"

$V \propto I$ (ఉష్ణోగ్రత స్థిరం)

$V/I =$ స్థిరాంకం

ఈ స్థిరాంకాన్ని వాహక విద్యుత్ నిరోధం (resistance) అంటాం. దీనిని Rతో సూచిస్తాం.

$V/I = R$

$V = IR$

నిరోధానికి SI ప్రమాణం 'ఓమ్'. ఓమ్‌ను Ω గుర్తుతో సూచిస్తాం.

1 ఓమ్ = 1 వోల్ట్ / 1 ఆంపియర్

$1\ \Omega = 1V/A$

- LED విషయంలో V ,I ల నిష్పత్తి ఎందుకు స్థిరంగా లేదో ఊహించగలరా?
- అన్ని పదార్థాలు ఓమ్ నియమాన్ని పాటిస్తాయా?
- ఓమ్ నియమం ఆధారంగా మనం పదార్థాలను వర్గీకరించగలమా?

ఓమ్ నియమాన్ని ఆధారంగా చేసుకొని పదార్థాలను రెండు విభాగాలుగా వర్గీకరించవచ్చు. అవి,

1. ఓమ్ నియమాన్ని పాటించే పదార్థాలు. వీటిని ఓమీయ పదార్థాలు అంటాం. ఉదాహరణ : లోహాలు

2. ఓమ్ నియమాని పాటించని పదార్థాలు. వీటిని అఓమీయ పదార్థాలు అంటాం. ఉదాహరణ : LED

ఓమ్ నియమం - పరిమితులు

లోహవాహకాలు ఓమ్ నియమాన్ని పాటిస్తాయి. కానీ వాటి ఉష్ణోగ్రత, ఇతర భౌతిక పరిస్థితులు స్థిరంగా ఉండాలి. ఉష్ణోగ్రతను బట్టి పదార్థ నిరోధం మారుతుంది. కనుక, ఉష్ణోగ్రత మారితే, వాహకానికి సంబంధించిన V-I గ్రాఫ్ సరళరేఖగా ఉండదు. వాయువాహకాలకు ఓమ్ నియమం వర్తించదు. అలాగే జెర్మేనియం, సిలికాన్ వంటి అర్ధవాహకాలకు ఓమ్ నియమం వర్తించదు.

- నిరోధం అంటే ఏమిటి?
- అన్ని పదార్థాలకు నిరోధం విలువ ఒకే విధంగా ఉంటుందా?

ఒక వాహకాన్ని బ్యాటరీకి కలిపితే, దానిలోని స్వేచ్ఛా ఎలక్ట్రాన్‌లు నిర్దిష్ట దిశలో అపసరవడితో కదలడం ప్రారంభిస్తాయి. ఈ సమయంలో అవి లాటిస్‌లోని ధన అయాన్‌లతో అభిఘాతం చెంది నిశ్చలస్థితికి వస్తాయి. అంటే ఉష్ణరూపంలో వాటి యాంత్రిక శక్తిని కోల్పోతాయి. బ్యాటరీ సహాయంతో వాహకం అంతటా ఏర్పరచిన విద్యుత్‌క్షేత్రం వల్ల ఎలక్ట్రాన్‌లు తిరిగి శక్తిని గ్రహించి కదలడం ప్రారంభిస్తాయి. లాటిస్ అయాన్‌లు ఎలక్ట్రాన్ల చలనాన్ని ఆటంకపరుస్తాయి. లాటిస్ అయాన్లు ఎలక్ట్రాన్‌ల చలనానికి కలిగించే 'ఆటంకం' ఆ పదార్థ స్వభావంపై ఆధారపడి ఉంటుంది.

కాబట్టి వాహక నిరోధాన్ని "వాహకంలో ఎలక్ట్రాన్ చలనానికి కలిగే ఆటంకం"గా నిర్వచించవచ్చు. ఎలక్ట్రాన్ చలనాన్ని నిరోధించే పదార్థాన్ని 'నిరోధకం' (resistor) అంటాం.

- మన నిత్యజీవితంలో ఓమ్ నియమం ఉపయోగమేమైనా ఉందా?
- మన శరీరానికి విద్యుత్ ఘాతం (electric shock) కలగడానికి కారణం విద్యుత్ ప్రవాహమా? లేక ఓల్టేజా?

తెలుసుకుందాం.

విద్యుత్‌ఘాతం

మానవ శరీరం ఒక 'నిరోధకం' అనుకుందాం. మన శరీర నిరోధం విలువ సాధారణంగా, 100Ω (శరీరం ఉప్పు నీటితో తడిసి ఉన్నప్పుడు) నుండి 5,00,000Ω (చర్మం బాగా పొడిగా ఉంటే) కు మధ్యస్థంగా ఉంటుంది. మానవ శరీరం గుండా ప్రవహించే విద్యుత్ ప్రవాహ పరిమాణాన్ని లెక్కిద్దాం. ఉదాహరణకు, మీరు 24V బ్యాటరీ ధృవాలను మీ వేళ్ళతో తాకినప్పుడు వలయం పూర్తయిందనుకుందాం. మీ శరీర నిరోధం 1,00,000Ω అనుకుంటే, మీ శరీరం గుండా ప్రవహించే విద్యుత్ ప్రవాహం $I = 24/100000 = 0.00024A$. ఇది చాలా స్వల్ప పరిమాణం గల ఇటువంటి విద్యుత్ ప్రవాహం మన శరీరంగుండా ప్రవహించినా, శరీరంలోని వివిధ అవయవాలు నిర్వహించే పనులను ప్రభావితం చేయదు.

- మన ఇళ్లలో వాడే ఓల్టేజ్ ఎంతో మీకు తెలుసా?
- 240V తీగను తాకితే ఏం జరుగుతుంది?

240V తీగను తాకినప్పుడు, మన శరీరం గుండా ప్రవహించే విద్యుత్ ప్రవాహం $I = 240/100000 = 0.0024A$. ఈ పరిమాణంలో విద్యుత్ ప్రవాహం మన శరీరంలోకి ప్రవహిస్తే శరీరంలోని వివిధ అవయవాలు నిర్వహించే పనులకు ఆటంకం కలుగుతుంది. ఇలా ఆటంకం కలగడమే విద్యుత్‌ఘాతం. మన శరీరం గుండా ఇంకా విద్యుత్ ప్రవహిస్తూ ఉంటే, శరీరంలోని కణజాలం దెబ్బతింటుంది. తద్వారా శరీర నిరోదం తగ్గిపోతుంది. శరీరం గుండా విద్యుత్ ప్రవహించే కాలం పెరుగుతున్న కొలదీ కణజాలం బాగా దెబ్బతిని, శరీర నిరోదం ఇంకా తగ్గిపోతుంది. ఫలితంగా శరీరం గుండా ప్రవహించే విద్యుత్ పెరుగుతుంది. ఇలా విద్యుత్ ప్రవాహం 0.07A వరకు చేరితే, అది గుండె పనితీరుపై ప్రభావాన్ని చూపుతుంది. ఈ విద్యుత్ ప్రవాహం గుండె ద్వారా 1 సెకను కంటే ఎక్కువ కాలం ప్రవహిస్తే మనిషి స్పృహ కోల్పోతాడు. ఇలా విద్యుత్ ఇంకా ఎక్కువ కాలం ప్రవహిస్తే మనిషి చనిపోతాడు. మానవ శరీరంపై విద్యుత్ ప్రవాహ ప్రభావాలను పట్టిక-2 లో చూడవచ్చు.

పట్టిక - 2

విద్యుత్ ప్రవాహం (ఆంపియర్‌లలో)	శరీరంపై ప్రభావం
0.001	ప్రభావాన్ని గుర్తించగలం
0.005	నొప్పిని కలుగజేస్తుంది
0.010	కండరాలు సంకోచిస్తాయి
0.015	కండరాల పటుత్వం దెబ్బతింటుంది
0.070	1 సెకను కంటే ఎక్కువ సమయం గుండె ద్వారా ప్రవహిస్తే స్పృహ కోల్పోతారు

పై చర్చలను బట్టి, మన శరీరంలోని ఏవేని రెండు అవయవాల మధ్య పొటెన్షియల్ భేదం ఉన్నప్పుడు మనం విద్యుత్ ఘాతానికి గురి అవుతామని చెప్పవచ్చు. మానవ శరీరం గుండా విద్యుత్ ప్రవహించేటప్పుడు, తక్కువ నిరోధాన్ని కలిగించే మార్గాన్ని అది ఎన్నుకొంటుంది. మన శరీరం అంతటా నిరోధం ఒకే విధంగా ఉండదు. ఉదాహరణకు. శరీరం లోపలి అవయవాల కంటే చర్మానికి నిరోధం ఎక్కువ. శరీరంలో విద్యుత్ ప్రవాహం జరుగుతున్నకొలదీ, శరీరనిరోధం, పరస్పరం విలోమంగా మారుతుంటాయి. కాబట్టి విద్యుత్ ఘాతాన్ని విద్యుత్ పొటెన్షియల్‌భేదం, విద్యుత్ ప్రవాహం మరియు శరీర నిరోధాల ఫలితప్రభావంగా చెప్పవచ్చు.

మీకు తెలుసా?

మల్టీమీటర్ అనేది ఒక ఎలక్ట్రానిక్ పరికరం. ఇది నిరోధం, ఓల్టేజ్, కరెంట్ వంటి వివిధవిలువలను కొలవగలుగుతుంది. దీనితో కొలిచిన విలువలను ఇది సంఖ్యాత్మకంగా చూపెడుతుంది. మల్టీమీటర్‌లో ప్రధానంగా 3 విభాగాలుంటాయి.

డిస్ప్లే (Display) : మల్టీమీటర్‌కు 4 ‘డిజిట్స్ (Degits) చూపగలిగే డిస్ప్లే ఉంటుంది. ఇది ఋణగుర్తు (negative simbol)ను కూడా చూపగలుగుతుంది.

సెలక్షన్ నాబ్ (Selection knob) : ఓల్టేజ్ (V), నిరోధం (R) మొదలగు అంశాలలో దేనిని కొలవాలో, దానికి అనుగుణంగా మల్టీమీటరును అమర్చుకోడానికి సెలక్షన్‌నాబ్ ఉపయోగపడుతుంది.

పోర్ట్స్ (Ports) : మల్టీమీటరుకు సాధారణంగా రెండు పోర్టులుంటాయి. ఒకదానివద్ద COM (common or ground port) అని రాసి ఉంటుంది. దీనిలో నలుపురంగు తీగను (test lead)ను అమర్చాలి. రెండవ దానివద్ద mAVΩ అని రాసి ఉంటుంది. ఇందులో ఎరుపు తీగను అమర్చాలి.

హెచ్చరిక : సాధారణంగా మల్టీమీటర్లు ‘AC’ వ్యవస్థల విలువలను కూడా కొలవగలవు. కానీ AC వలయాలు ప్రయాదకరమైనవి. కావున మల్టీమీటరును DC విలువలను కొలవడానికి మాత్రమే వినియోగించండి.

- అధిక ఓల్టేజ్ తీగపై నిలుచున్న పక్షికి విద్యుత్‌ఘాతం ఎందుకు కలుగదు?

కరెంటు స్థంభాలపై రెండు విద్యుత్ సరఫరా తీగలు సమాంతరంగా ఉంటాయి. ఈ రెండింటి మధ్య 240V పొటెన్షియల్‌భేదం ఉంటుంది. ఈ రెండింటి మధ్య ఏదేని విద్యుత్ పరికరాన్ని కలిపితే అది విద్యుత్ ప్రవాహాన్ని పొందుతుంది. అంటే విద్యుత్ ప్రవాహాన్ని పొందాలంటే ఏదైనా, ఈ రెండు తీగలకు కలుపబడాలి. అధిక ఓల్టేజ్ తీగపై పక్షి నిలబడినప్పుడు, దాని కాళ్ళ మధ్య పొటెన్షియల్‌భేదం లేదు. ఎందుకంటే అది ఒకే తీగపై నిలబడింది. అందువల్ల పక్షిగుండా విద్యుత్ ప్రవాహం జరుగదు. కనుక దానికి విద్యుత్ ఘాతం కలుగదు.

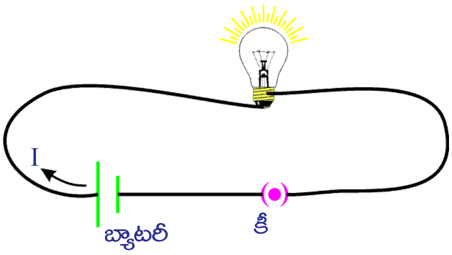
పదార్థ నిరోధాన్ని ప్రభావితం చేసే కారకాలు

ఉష్ణోగ్రత-నిరోధం

కృత్యం 2

మల్టీమీటరును ఉపయోగించి ఒక తెరచి ఉంచిన వలయంలోని బల్బ్ నిరోధాన్ని కొలవండి. బల్బ్ నిరోధాన్ని కొలవడానికి మల్టీమీటర్‌ను 'ఓమ్‌మీటరు'గా ఏర్పాటు చేసుకోండి. సెలక్షన్ నాబ్ సహాయంతో మల్టీమీటరును 20KΩ వద్ద అమర్చి, దాని తీగలను (leads) బల్బ్ ధృవాలతో కలపండి. మల్టీమీటరు కింద తెలిపిన రీడింగ్‌లలో ఏదో ఒక దానిని సూచిస్తుంది.

- 0.00 లేదా 1 లేదా బల్బ్‌వాస్తవ నిరోధం
- మల్టీమీటరు డిస్ప్లేపై 1 లేదా OL అని కనబడితే, అది ఓవర్‌లోడ్ (overload)కు సంకేతం. అప్పుడు మల్టీమీటరు నాబ్‌ను 200K Ω లేదా 2M Ω వద్దకు మార్చాలి.
- మల్టీమీటరు డిస్ప్లేపై 0.00 లేదా '0'కు దగ్గర విలువ కనబడితే, మల్టీమీటరు నాబ్‌ను 2K Ω లేదా 200Ω వద్దకు మార్చాలి.



పటం-13

బల్బ్ నిరోధం విలువను మీ నోట్‌బుక్‌లో రాయండి పటం-13లో చూపిన విధంగా వలయాన్ని ఏర్పాటు చేసి, స్విచ్ ఆన్ చేయండి. కొద్ది నిమిషాల తర్వాత, పైన చెప్పిన విధంగానే బల్బ్ నిరోధాన్ని కొలవండి. బల్బ్ నిరోధం విలువను మీ నోట్‌బుక్‌లో రాయండి. మీరు నమోదు చేసిన విలువల మధ్య ఏం తేడా గమనించారు? మొదటి సందర్భంలో కంటే రెండవ సందర్భంలో బల్బ్ నిరోధం ఎక్కువగా ఉంటుంది.

- బల్బ్ గుండా విద్యుత్ ప్రవహం ఉన్నప్పుడు దాని నిరోధం పెరగడానికి కారణమేమై ఉంటుంది?

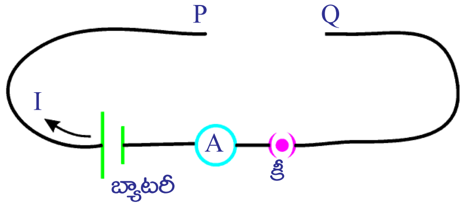
విద్యుత్ ప్రవహించినప్పుడు బల్బ్ వేడెక్కడం మీరు గమనించి ఉంటారు. బల్బ్‌లోని ఫిలమెంట్ ఉష్ణోగ్రతలో పెరుగుదల వల్ల బల్బ్‌నిరోధం పెరిగింది. దీనిని బట్టి బల్బ్ నిరోధానికి, దాని ఉష్ణోగ్రతకు సంబంధం ఉందని చెప్పవచ్చు.

ఒక వాహకం రెండు చివరల మధ్య పొటెన్షియల్ భేదం స్థిరంగా ఉన్నప్పుడు, వాహక నిరోధం దాని ఉష్ణోగ్రతపై ఆధారపడి ఉంటుంది.

పదార్థ స్వభావం – నిరోధం

కృత్యం 3

రాగి, అల్యూమినియం, ఇనుము వంటి వివిధ రకాల లోహపు తీగలను తీసుకోండి. వాటి పొడవులు, మధ్యచ్ఛేద వైశాల్యాలు సమానంగా ఉండేట్లు జాగ్రత్త వహించండి. పటం-14 లో చూపినట్లు వలయాన్ని ఏర్పాటు చేయండి. మీరు ఎంచుకున్న లోహపు తీగలలో ఏదో ఒకదానిని P , Q ల మధ్య ఉంచండి. స్విచ్ ఆన్ చేసి, వలయంలో విద్యుత్ ప్రవాహాన్ని ఆమ్మీటర్‌తో కొలిచి మీ నోట్‌బుక్‌లో రాసుకోండి. మిగిలిన లోహపు తీగలతో ఈ కృత్యాన్ని నిర్వహించి, ప్రతీ సందర్భంలో విద్యుత్ ప్రవాహాన్ని కొలవండి. ఏం గమనించారు? పొటెన్షియల్‌భేదం స్థిరంగా ఉన్నప్పటికీ విద్యుత్‌ప్రవాహం విలువ వివిధ లోహపు తీగలకు వివిధ రకాలుగా ఉండడం మీరు గుర్తిస్తారు.



పటం-14

ఈ కృత్యాన్ని బట్టి వాహక నిరోధం, ఆ వాహక స్వభావంపై ఆధారపడి ఉంటుందని చెప్పవచ్చు.

- వాహకం పొడవును పెంచితే, దాని నిరోధం ఏమవుతుంది?

తెలుసుకుందాం.

వాహకం పొడవు – నిరోధం

కృత్యం 4

ఒకే మధ్యచ్ఛేద వైశాల్యం, వివిధ పొడవులు గల కొన్ని ఇనుప సువ్వలను(spokes) తీసుకోండి. పటం 14 లో చూపినట్లు వలయాన్ని ఏర్పాటు చేయండి.

మీరు ఎంచుకున్న ఇనుప సువ్వలలో ఏదో ఒక దానిని P ,Q ల మధ్య కలపండి. ఆమ్మీటర్ సహాయంతో వలయంలో ప్రవహించే విద్యుత్‌ను కొలిచి మీ నోట్‌బుక్‌లో రాసుకోండి. మిగిలిన సువ్వలను ఉపయోగిస్తూ ఈ కృత్యాన్ని మరలా నిర్వహించండి. ప్రతీసందర్భంలో విద్యుత్ ప్రవాహన్ని నమోదు చేయండి. ఏం గమనించారు? ఇనుప సువ్వ పొడవు పెరుగుతున్న కొలదీ వలయంలో ప్రవహించే విద్యుత్ విలువ తగ్గడం గమనించవచ్చు. అంటే పొటెన్షియల్ భేదం స్థిరంగా ఉన్నప్పటికీ సువ్వపొడవు పెరిగితే, నిరోధం పెరుగుతుంది.

పై కృత్యాన్ని బట్టి పొటెన్షియల్ భేదం స్థిరంగా ఉన్నప్పుడు వాహకం నిరోధం (R) దాని పొడవు (l)కు అనులోమానుపాతంలో ఉంటుందని చెప్పవచ్చు. అనగా

$R \propto l$.....(1) (ఉష్ణోగ్రత, మధ్యచ్ఛేద వైశాల్యం స్థిరంగా ఉన్నప్పుడు)

- వాహక తీగ యొక్క మందం, దాని నిరోధంపై ప్రభావాన్ని చూపుతుందా? తెలుసుకుందాం.

మధ్యచ్ఛేద వైశాల్యం - నిరోధం

కృత్యం 5

ఒకే పొడవు, వివిధ మధ్యచ్ఛేద వైశాల్యాలు గల ఇనుప కడ్డీ (rod)లను తీసుకోండి. పటం 14 లో చూపిన విధంగా వలయాన్ని ఏర్పాటు చేయండి. మీరు ఎంచుకున్న కడ్డీలలో ఏదో ఒక దానిని P , Q లమధ్య ఉంచి, వలయంలో విద్యుత్ ప్రవాహాన్ని కొలిచి, నమోదు చేయండి. మిగిలిన కడ్డీలతో ఈ కృత్యాన్ని మరలా నిర్వహించండి. ప్రతీ సందర్భంలో విద్యుత్ ప్రవాహాన్ని కొలిచి మీ నోట్‌బుక్‌లో నమోదు చేయండి. ఇనుప కడ్డీ మధ్యచ్ఛేద వైశాల్యం పెరుగుతున్న కొలదీ అందులో విద్యుత్ ప్రవాహం కూడా పెరగడాన్ని మీరు గమనించవచ్చు. అనగా కడ్డీ మధ్యచ్ఛేద వైశాల్యం పెరుగుతున్న కొలదీ, దాని నిరోధం తగ్గుతుంది.

ఈ కృత్యాన్ని బట్టి వాహక నిరోధం, వాహక మధ్యచ్ఛేద వైశాల్యానికి విలోమానుపాతంలో ఉంటుందని చెప్పవచ్చు. అంటే....

$R \propto 1/A$ ....(2) (వాహక ఉష్ణోగ్రత, పొడవు స్థిరంగా ఉన్నప్పుడు)

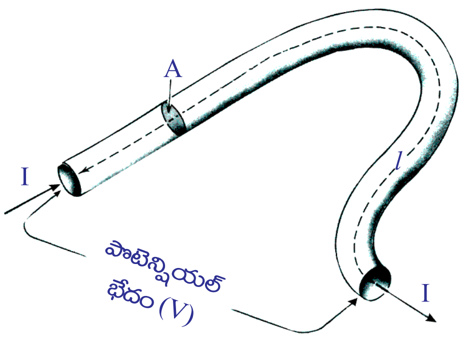
(1), (2) సమీకరణాల నుండి. ....

$R \propto l/A$ (ఉష్ణోగ్రత స్థిరంగా ఉన్నప్పుడు)

$R = \rho \, l/A$

ఇక్కడ, ρ అనుపాత స్థిరాంకం. దీనిని విశిష్ట నిరోధం లేదా నిరోధకత (specific resistance or resistivity) అంటాం. పై సమీకరణాన్ని వివరంగా అవగాహన చేసుకోవడానికి పటం-15 చూడండి.

విశిష్ట నిరోధం అనేది ఉష్ణోగ్రత, పదార్థ స్వభావంపై మాత్రమే ఆధారపడి ఉంటుంది. కానీ నిరోధం ఉష్ణోగ్రత, పదార్థ స్వభావాలతో పాటు, జ్యామితీయ కారకాలైన పొడవు, మధ్యచ్ఛేద వైశాల్యం పై కూడా ఆధారపడి ఉంటుంది.



పటం-15

విశిష్ట నిరోధానికి SI ప్రమాణం $\Omega - m$ (ఓమ్- మీటరు).

విశిష్ట నిరోధ విలోమాన్ని వాహకత్వం (σ) (conductivity) అంటాం.

పదార్థాల విశిష్ట నిరోధం, వాటి వాహకత్వాన్ని తెలుపుతుంది. విశిష్ట నిరోధం తక్కువగా గల లోహాలు మంచి వాహకాలుగా పనిచేస్తాయి. కనుకనే, రాగి వంటి లోహాలను విద్యుత్ తీగల తయారీకి ఉపయోగిస్తాం. సాధారణంగా విద్యుత్‌బల్బ్‌లో వాడే ఫిలమెంట్‌ను 'టంగ్‌స్టన్'తో తయారు చేస్తారు. దీనికి కారణం, టంగ్‌స్టన్ విశిష్టనిరోధం, ద్రవీభవన స్థానం విలువలు (3422^0C) చాలా ఎక్కువ.

విద్యుత్ బంధకాల విశిష్టనిరోధం విలువలు అత్యధికంగా, 10^{14} నుండి 10^{16} $\Omega - m$ వరకు ఉంటాయి. నిక్రోమ్(నికెల్, క్రోమియం మరియు ఇనుము), మాంగనీస్ (86% రాగి,

12% మాంగనీస్, 2% నికెల్) వంటి మిశ్రమ లోహాల విశిష్ట నిరోధం విలువలు, లోహాల విశిష్ట నిరోధానికి 30–100 రెట్లు ఉంటాయి.

కాబట్టి వాటిని ఇస్త్రీపెట్టె, రొట్టెలను వేడిచేసే పరికరం (toaster) వంటి విద్యుత్ ఉపకరణాలలో తాపన పరికరాలుగా (heating elements) ఉపయోగిస్తాం. మిశ్రమలోహాలకు గల మరో ప్రత్యేకత ఏమిటంటే, వాటి నిరోధం విలువ ఉష్ణోగ్రతకు అనుగుణంగా అతిస్వల్పంగా మాత్రమే మారుతుంది. అంతేగాక ఇవి సులభంగా తుప్పుపట్టవు.

సిలికాన్, జర్మేనియం వంటి పదార్థాల విశిష్ట నిరోధం లోహాల విశిష్ట నిరోధానికి 10^5 నుండి 10^{10} రెట్లు ఉంటుంది. వీటి విశిష్ట నిరోధం బంధకాల విశిష్ట నిరోధంతో పోలిస్తే 10^{15} నుండి 10^{16} వంతు ఉంటుంది. ఇటువంటి పదార్థాలను అర్థవాహకాలు (Semi conductors) అంటాం. డయోడ్, ట్రానిస్టర్, ఇంటిగ్రేటెడ్ చిప్ (IC) లను తయారు చేయడానికి అర్థవాహకాలను వాడతాం. IC లను కంప్యూటర్, టి.వి., సెల్‌ఫోన్ వంటి ఎలక్ట్రానిక్ పరికరాలలో ఉపయోగిస్తారు.

- విద్యుత్ పరికరాలను వలయంలో ఎలా కలుపుతాం?

పట్టిక-3
వివిధ పదార్థాల నిరోధకతలు

పదార్థం	ρ(Ω–m) (20^{0}C వద్ద)
వెండి	1.59×10^{-8}
రాగి	1.68×10^{-8}
బంగారం	2.44×10^{-8}
అల్యూమినియం	2.82×10^{-8}
కాల్షియం	3.36×10^{-8}
టంగ్‌స్టన్	5.60×10^{-8}
జింక్	5.90×10^{-8}
నికెల్	6.99×10^{-8}
ఇనుము	1.00×10^{-7}
సీసం	2.20×10^{-7}
నిక్రోమ్	1.10×10^{-6}
కార్బన్ (గ్రాఫైట్)	2.50×10^{-6}
జెర్మేనియం	4.60×10^{-1}
త్రాగునీరు	2.00×10^{-1}
సిలికాన్	6.40×10^{2}
పొడిచెక్క	1.00×10^{3}
గాజు	10.0×10^{10}
రబ్బర్	1.00×10^{13}
గాలి	1.30×10^{16}

విద్యుత్ వలయాలు (Electric Circuits)

బ్యాటరీ, వాహక తీగలతో ఎలక్ట్రాన్‌లు ప్రవహించడానికి అనుకూలంగా ఏర్పరచిన సంవృత మార్గాన్ని వలయం అంటాం. ఎలక్ట్రాన్‌లు నిరంతరంగా ప్రవహించాలంటే, వలయంలో ఎటువంటి ఖాళీలు (gaps) ఉండకూడదు. సాధారణంగా వలయంలో స్విచ్ సహాయంతో ఒక 'ఖాళీ'ని ఏర్పాటు చేస్తాం. దీనిని తెరవడం, మూయడం ద్వారా వలయంలో విద్యుత్ ప్రవాహాన్ని నిలిపివేయవచ్చు లేదా విద్యుత్‌ను ప్రవహింపజేయవచ్చు. వలయంలో విద్యుత్ జనకం నుండి విద్యుత్‌ను ఉపయోగించుకునే పరికరాలు ఒకటి కన్నా ఎక్కువ సంఖ్యలో కూడా ఉండవచ్చు. ఈ పరికరాలను శ్రేణిలో గానీ సమాంతరంగా గానీ కలుపుతాం.

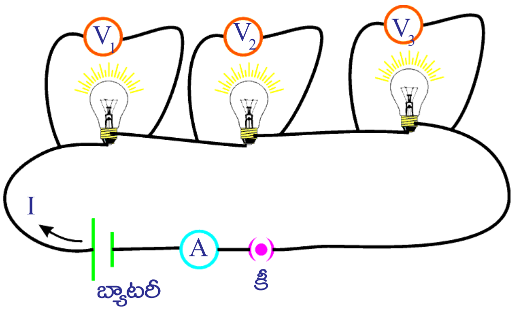
విద్యుత్ పరికరాలను శ్రేణిలో కలిపినప్పుడు బ్యాటరీ, జనరేటర్ లేదా గోడకు ఉండే విద్యుత్ సాకెట్ (ఇది కూడా విద్యుత్ ధన, ఋణ ధృవాలను కలిగిన పరికరం), ధృవాల మధ్య ఎలక్ట్రాన్లు ప్రవహించడానికి ఒకే మార్గం ఉంటుంది. విద్యుత్ పరికరాలను సమాంతరంగా కలిపినప్పుడు వలయంలో వివిధ శాఖలు ఏర్పడి, ఎలక్ట్రాన్‌లు ప్రవహించడానికి వివిధ మార్గాలు ఏర్పడతాయి.

శ్రేణి, సమాంతర సంధానాల లక్షణాలు వేర్వేరుగా ఉంటాయి. ఈ రెండు రకాల సంధానాలకు సంబంధించిన వలయాల గురించి క్లుప్తంగా తెలుసుకుందాం.

నిరోధకాల శ్రేణి సంధానం (Series connection of resistors)

కృత్యం 6

మూడు బల్బ్‌లను తీసుకుని, మల్టీమీటరుతో వాటి నిరోధాలను కొలవండి. వాటి నిరోధాల విలువలను మీ నోట్‌బుక్‌లో R_1, R_2, R_3 లుగా రాయండి.



పటం-16

పటం 16లో చూపినట్లు బల్బులను వలయంలో కలపండి. వలయంలో ఉన్న బ్యాటరీ రెండు ధృవాల మధ్య పొటెన్షియల్ భేదాన్ని కొలవండి. ప్రతీ బల్బ్ రెండు చివలర మధ్య పొటెన్షియల్ భేదాన్ని కొలిచి, వాటిని V_1, V_2, V_3 లుగా నమోదు చేయండి. బ్యాటరీ, బల్బ్‌ల (నిరోధాల) పొటెన్షియల్ భేదాలను పోల్చండి.

- ఏం గమనించారు?

బల్బ్‌ల విడివిడి పొటెన్షియల్ భేదాల మొత్తం, వాటి శ్రేణి సంధానం వల్ల ఏర్పడ్డ రెండు చివలర మధ్య పొటెన్షియల్ భేదానికి (వలయంలో ఫలిత పొటెన్షియల్ భేదానికి) సమానం.

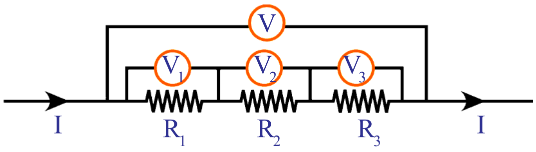
$V = V_1 + V_2 + V_3$ ....(1)

ఆమ్మీటరు సహాయంతో వలయంలో ప్రవహించే విద్యుత్ I ని కొలవండి.

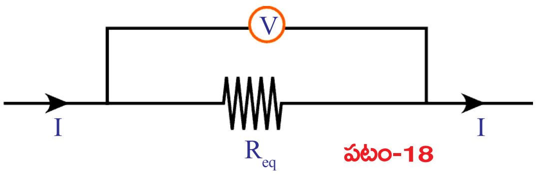
- ఏం గమనించారు?

నిరోధకాల శ్రేణి సంధానం - ఫలిత నిరోధం
(Equivalent resistance of a series connection)

పటం-17 ను పరిశీలించండి. ఇందులో బల్బులను నిరోధాల గుర్తులతో చూపడం జరిగింది.



పటం-17



పటం-18

నిరోధాలను శ్రేణిలో కలిపినప్పుడు విద్యుత్ ప్రవాహానికి ఒకటే మార్గం ఉంది. కాబట్టి వలయంలో విద్యుత్ ప్రవాహం (I) ఒకటే ఉంటుంది.

ఓమ్ నియమం ప్రకారం...

R_1 చివరల మధ్య పొటెన్షియల్ భేదం $V_1 = IR_1$

R_2 చివరల మధ్య పొటెన్షియల్ భేదం $V_2 = IR_2$

R_3 చివరల మధ్య పొటెన్షియల్ భేదం $V_3 = IR_3$

శ్రేణితో కలిపిన నిరోధాల వల్ల కలిగే ఫలిత నిరోధం R_{ef} అనుకుందాం.

- R_{ef} (ఫలిత నిరోధం) అంటే ఏమిటి?

శ్రేణిలో గల నిరోధాల వల్ల వలయంలో ఏర్పడే విద్యుత్ ప్రవాహానికి సమానమైన విద్యుత్ ప్రవాహాన్ని కలుగజేసే మరొక నిరోధాన్ని ఆ నిరోధాల ఫలిత నిరోధం అంటాం. (వలయంలో విద్యుత్ జనకం స్థిరంగా ఉండాలి.)

కనుక $V = I R_{ef}$

V_1, V_2, V_3 మరియు V విలువలను సమీకరణం (1) లో ప్రతిక్షేపించగా

$I R_{ef} = IR_1 + IR_2 + IR_3$

$R_{ef} = R_1 + R_2 + R_3$

పై సమీకరణాన్ని బట్టి శ్రేణిలో కలిపిన నిరోధాల వల్ల ఏర్పడే ఫలితనిరోధం, ఆయా విడివిడి నిరోధాల మొత్తానికి సమానమని తెలుస్తుంది.

- శ్రేణిలో కలిపిన నిరోధాలలో ఏదైనా ఒకటి పని చేయకపోతే ఏమవుతుంది?

శ్రేణిలో కలిపిన నిరోధాలలో ఏదైనా ఒకటి పనిచేయకపోతే, వలయం తెరువబడి (open circuit) వలయంలో విద్యుత్ ప్రవాహం జరగదు. కనుకనే మన ఇళ్ళలో ఉండే వివిధ విద్యుత్ పరికరాలను శ్రేణిలో కలపరు.

- మన ఇళ్ళలోని విద్యుత్ పరికరాలను ఎలా కలుపుతారో మీరు ఊహించగలరా?

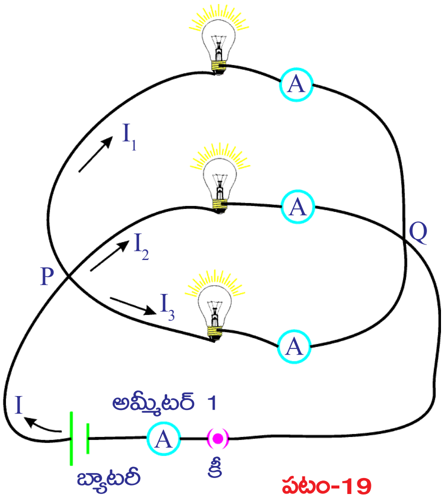
తెలుసుకుందాం.

నిరోధాల సమాంతర సంధానం (Parallel connection of resistors)

కృత్యం 7

కృత్యం-6లో ఉపయోగించిన బల్బులను పటం -19లో చూపినవిధంగా కలపండి.

మల్టీమీటర్ లేదా ఓల్ట్ మీటర్‌ను ఉపయోగించి ప్రతీ బల్బ్ రెండు చివరల మధ్య పొటెన్షియల్ భేదాన్ని కనుగొనండి. వాటిని మీ నోట్‌బుక్‌లో నమోదు చేయండి. మీరేం గమనించారు? ప్రతీ బల్బ్ యొక్క రెండు చివలర మధ్య పొటెన్షియల్ భేదం సమానంగా ఉంటుంది. ఈ బల్బులు సమాంతర సంధానంలో ఉన్నాయని చెప్పవచ్చు. ఆమ్మీటర్‌లను ఉపయోగించి ప్రతీ బల్బ్ గుండా ప్రవహించే విద్యుత్‌ను కొలిచి, నమోదు చేయండి.



పటం-19

R_1, R_2, R_3 నిరోధాల గుండా ప్రవహించే విద్యుత్‌లు వరుసగా I_1, I_2, I_3 అనుకుందాం.

- వలయంలో ఫలిత విద్యుత్ ప్రవాహం ఎంత?
- ఇది పైన కొలిచిన అన్ని విద్యుత్ ప్రవాహాల మొత్తానికి సమానమవుతుందా?

అమ్మీటర్ 1 ద్వారా, వలయంలో ప్రవహించే ఫలిత విద్యుత్ ప్రవాహాన్ని కొలవండి. వలయంలో ఫలిత విద్యుత్ ప్రవాహం విడివిడి బల్బ్‌ల ద్వారా ప్రవహించే విద్యుత్‌ల మొత్తానికి సమానమని మీరు గుర్తిస్తారు. దీనినిబట్టి,

$$I = I_1 + I_2 + I_3 \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(1)$$

నిరోధాల సమాంతర సంధానం - ఫలిత తుల్య నిరోధం
(Equivalent resistance of a parallel connection)

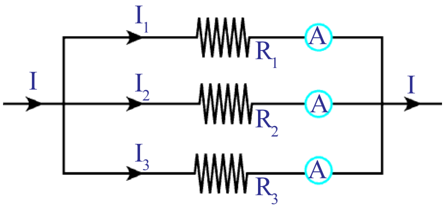


fig-20

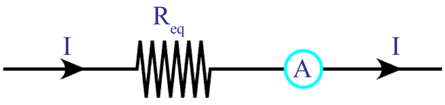


fig-21

పటం-19 లో చూపిన వలయం అమరికను తెలియజేసే చిత్రాన్ని పటం-20లో చూడవచ్చు.

ఓమ్ నియమం ప్రకారం,

R_1 నిరోధం గుండా విద్యుత్ ప్రవాహం $I_1 = V / R_1$

R_2 నిరోధం గుండా విద్యుత్ ప్రవాహం $I_2 = V / R_2$

R_3 నిరోధం గుండా విద్యుత్ ప్రవాహం $I_3 = V / R_3$

పటం 21లో చూపిన R_{ef} అనేది, సమాంతర సంధానంలో ఉన్న నిరోధాల ఫలిత నిరోధం అనుకుందాం. అప్పుడు,

$$I = V / R_{ef}$$

I, I_1, I_2, I_3 విలువలను సమీకరణం (1) లో ప్రతిక్షేపించగా,

$$V / R_{ef} = V / R_1 + V / R_2 + V / R_3$$

$$\Rightarrow 1 / R_{ef} = 1/R_1 + 1/R_2 + 1/R_3$$

R_1, R_2 లు సమాంతర సంధానంలో ఉన్నాయనుకుంటే,

$$1/ R_{ef} = R_1 R_2 / (R_1 + R_2)$$

"సమాంతర సంధానంలో ఉన్న నిరోధాల ఫలిత నిరోధం విలువ, ఆ విడివిడి నిరోధాల విలువకన్నా తక్కువగా ఉంటుంది."

దీనినిబట్టి, ఒక లోహపు తీగ నిరోధం దాని మధ్యచ్ఛేద వైశాల్యానికి విలోమానుపాతంలో ఎందుకుంటుందో మీరు వివరించవచ్చు. ఒక మందపాటి తీగను అనేక సన్నని తీగల సమాంతర సంధానంగా ఊహించండి. అప్పుడు మందపాటి తీగ నిరోధం (ఫలిత నిరోధం), ప్రతీ సన్నని తీగ నిరోధం కన్నా తక్కువగా ఉంటుంది. మరోవిధంగా చెప్పాలంటే, మందపాటి తీగ నిరోధం సన్నని తీగ నిరోధం కన్నా తక్కువ.

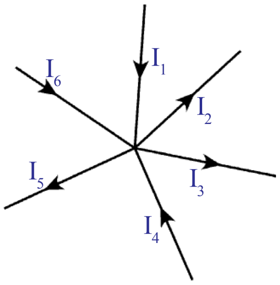
నిరోధాల శ్రేణి, సమాంతర సంధానాల వలన ఏర్పడే ఫలిత నిరోధాల గురించి ఇప్పటి వరకు మనం నేర్చుకున్న అంశాలు 'నిరోధాల వివిధ అమరిక'లను గురించి అవగాహన చేసుకోవడానికి పనికొస్తాయి. కానీ ఒకటి కన్నా ఎక్కువ బ్యాటరీలను వాడి ఏర్పరచే వలయాలను గురించి అవగాహన చేసుకోవడానికి, మనం నేర్చుకున్న అంశాలు మాత్రమే సరిపోవు.

వివరంగా తెలుసుకుందాం.

కిర్‌ఛాఫ్ నియమాలు (Kirchhoff's Laws)

ఒక DC వలయంలో కొన్ని బ్యాటరీలు, కొన్ని నిరోధాలను ఏవిధంగా కలిపినా, దానిని గురించి అవగాహన చేసుకోడానికి రెండు సరళమైన నియమాలు ఉపయోగపడతాయి. వాటినే కిర్‌ఛాఫ్ నియమాలు అంటాం.

జంక్షన్ నియమం (Junction Law)



పటం-22

పటం-19ని చూడండి.

ఇందులోని P బిందువు వద్ద విద్యుత్ ప్రవాహం విభజింపబడడం మనం గమనించాం. వలయంలో ఫలిత విద్యుత్ ప్రవాహం, విడివిడి నిరోధాల గుండా ప్రవహించే విద్యుత్ ప్రవాహం మొత్తానికి సమానం. P బిందువును జంక్షన్ అంటాం. మూడు లేదా అంతకన్నా ఎక్కువ వాహక తీగలు కలిసే బిందువును జంక్షన్ అంటాం.

వలయంలో విద్యుత్ ప్రవాహం విభజింపబడే ఏ జంక్షన్ వద్దనైనా; జంక్షన్‌ను చేరే విద్యుత్ ప్రవాహాల మొత్తం ఆ జంక్షను వీడిపోయే విద్యుత్ప్రవాహాల మొత్తానికి సమానం. అనగా వలయంలోని ఏ జంక్షన్ వద్ద కూడా ఆవేశాలు పోగుకావడం అనేది జరగదు.

పటం-22 ప్రకారం,

$I_1 + I_4 + I_6 = I_2 + I_3 + I_5$

ఈ నియమం ఆవేశాల నిత్యత్వంను అనుసరించి వస్తుంది.

లూప్ నియమం (Loop Law)

ఒక మూసిన వలయంలోని వివిధ పరికరాల రెండు చివలరమధ్య పొటెన్షియల్ భేదాలలో పెరుగుదల, తగ్గుదల ల బీజీయ మొత్తం శూన్యం. ఈనియమం శక్తిత్యత్వంను అనుసరించి వస్తుంది.

ఒక మూసిన వలయంలోని ప్రారంభంలో గల రెండు బిందువుల మధ్య పొటెన్షియల్ భేదాన్ని, ఒక నిర్ధిష్ట విలువగా భావించండి. ఆ వలయంలో ఉపయోగించిన వివిధ పరికరాల రెండు చివరలు మధ్య పొటెన్షియల్ భేదాలను కొలుస్తూ పోతే, వలయంలో ఉపయోగించిన బ్యాటరీ, నిరోధాలను బట్టి పొటెన్షియల్ భేదం పెరగవచ్చు లేదా తగ్గవచ్చు. కానీ మనం వలయం అంతటా ప్రయాణించి తిరిగి ప్రారంభ బిందువును చేరితే, పొటెన్షియల్ భేదంలో ఫలితమార్పు శూన్యమవుతుంది. అంటే, పొటెన్షియల్ భేదాలలోని మార్పుల బీజీయ మొత్తం శూన్యమని తెలుస్తుంది.

దీనిని, పటం-23లో చూపిన వలయానికి అన్వయిద్దాం.

ACDBA లూప్‌నందు,

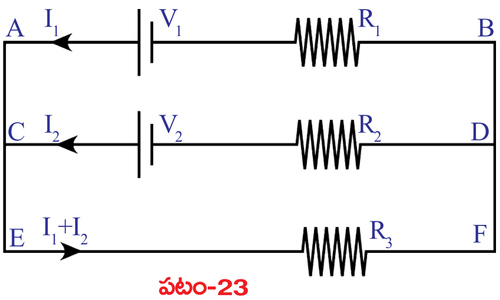
$$-V_2 + I_2R_2 - I_1R_1 + V_1 = 0$$

EFDCE లూప్ నందు

$$-(I_1 + I_2)R_3 - I_1R_1 + V_1 = 0$$

EFBAE లూప్‌నందు

$$-(I_1 + I_2)R_3 - I_1R_1 + V_1 = 0$$



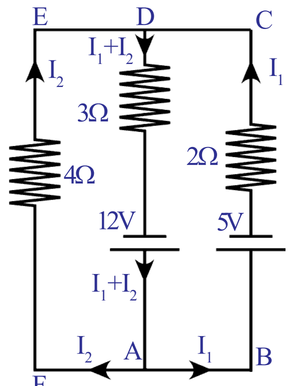
పటం-23

ఉదాహరణ

12V emf గల బ్యాటరీ వలయంలోకి విడుదల చేసే విద్యుత్ ప్రవాహాన్ని కనుక్కోండి.

సాధన: 12V emf గల బ్యాటరీ వలన వలయంలో ఏర్పడే విద్యుత్ ప్రవాహం $I = I_1 + I_2$ అనుకుందాం.

పటం E ప్రకారం



పటం-E

DABCD లూప్‌నందు

$-3(I_1 + I_2) + 12 - 2I_1 - 5 = 0$ .... (a)

DAFED లూప్‌నందు

$-3(I_1 + I_2) + 12 - 4I_2$ ....(b)

(a), (b) సమీకరణాలను సాధించగా

$I_1 = 0.5$ మరియు $I_2 = 1.5A$

కనుక, 12V emf వలన వలయంలో ఏర్పడే విద్యుత్ ప్రవాహం

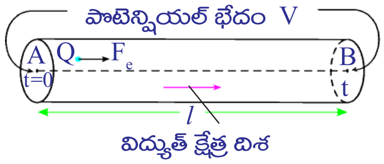
$I = 0.5 + 1.5 = 2A$

- ఈ నెల మనం 100 యూనిట్ల విద్యుత్ (కరెంట్) వాడాము" వంటి మాటలు మీరు వినే ఉంటారు. దీని అర్థమేంటి?
- ఒక బల్బ్‌పై 60 W మరియు 120 V అని రాసి ఉంది. దీనిని బట్టి మనకేం తెలుస్తుంది?

తెలుసుకుందాం.

విద్యుత్ సామర్థ్యం (Electric power)

మన నిత్యజీవితంలో ఉపయోగించే ఫ్యాన్, ఫ్రిజ్, హీటర్, కుక్కర్ వంటి విద్యుత్ సాధనాలు విద్యుత్‌శక్తిని (Electric Energy) వినియోగించుకుంటాయి. R నిరోధం గల వాహకం గుండా I విద్యుత్ ప్రవహిస్తుందనుకుందాం. వాహకం గుండా విద్యుత్ ప్రవహిస్తే, ఉష్ణం ఉత్పత్తి అవుతుందని మనకు తెలుసు.



పటం-24

పటం24లో చూపినట్లు A బిందువునుండి B బిందువుకు t సెకన్లకాలంలో Qకూలూంబ్‌ల ఆవేశం ప్రవహించింది అనుకుందాం.

A,B ల మధ్య పొటెన్షియల్ భేదం V అని భావిద్దాం. అయితే, t కాలంలో విద్యుత్ క్షేత్రం చేసిన పని –

$W = QV$ ....(1)

ఈ 'పని', వాహకంలో ప్రవహిస్తున్న "Q ఆవేశం" కోల్పోయిన శక్తికి సమానం.

- ఆ ఆవేశం 1 సెకనులో కోల్పోయిన శక్తి ఎంత?

అది W/t కి సమానం.

సమీకరణం (1) ప్రకారం,

$$W/t = QV/t \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots(2)$$

పై సమీకరణంలోని Q/t అనేది వాహకంలోని విద్యుత్ ప్రవాహం (I) ని, W/t అనేది ఒక సెకను కాలంలో జరిగిన పనిని సూచిస్తాయి.

పని జరిగే రేటును సామర్థ్యం అంటామని కింది తరగతులలో మనం నేర్చుకున్నాం. కనుక, W/t అనేది విద్యుత్ సామర్థ్యాన్ని తెలుపుతుంది.

విద్యుత్ సామర్థ్యం $P = VI \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots(3)$

వలయంలో కలిపిన ఏదేని విద్యుత్ సాధనం వినియోగించుకున్న విద్యుచ్ఛక్తిని లెక్కగట్టడానికి పై సమీకరణాన్ని ఉపయోగించవచ్చు.

ఓమ్ నియమం ప్రకారం,

$$V = IR$$

కనుక సమీకరణం (3)ను కింది విధంగా రాయవచ్చు.

$$P = I^2R = V^2/R$$

బ్యాటరీ వంటి ఏదేని జనకం నుండి పొందగలిగే విద్యుత్ సామర్థ్యాన్ని తెలుసుకోవడానికి కూడా P = VI సూత్రాన్ని ఉపయోగించవచ్చు. అటువంటి సదర్భంలో P = VI సమీకరణాన్ని కింది విధంగా మార్చి రాస్తాం.

$P = \varepsilon I$

ఇందులో ε అనేది బ్యాటరీ యొక్క విద్యుచ్ఛాలక బలం (emf)

విద్యుచ్ఛక్తి వినియోగాన్ని అవగాహన చేసుకోవడానికి ఇప్పుడొక ఉదాహరణను పరిశీలిద్దాం.

బల్బ్‌పై రాసిన విలువను బట్టి, బల్బ్ నిరోధాన్ని లెక్కగట్టవచ్చు.

$P = V^2/R$ సమీకరణం నుండి $R = V^2/P$

బల్బ్‌పై రాసిన P,V విలువలను పై సమీకరణంలో ప్రతిక్షేపించగా

$$R = 120 \times 120/ 60 = 240\ \Omega$$

అనగా 60W, 120V అని రాసియున్న బల్బ్, తన గుండా ప్రవహించే విద్యుత్‌కు సాధారణ పరిస్థితుల్లో 240Ω ల నిరోధాన్ని కలిగిస్తుంది.

ఈ బల్బ్‌ను 12V బ్యాటరీకి కలిపితే, అది వినియోగించే విద్యుత్ సామర్థ్యం

$P = V^2/R = 12 \times 12 / 240 = 3/5 = 0.6W$

వాట్ (W) అనేది సామర్థ్యానికి సంబంధించిన చిన్న ప్రమాణం కాబట్టి, సాధారణంగా విద్యుత్ సామర్థ్య వినియోగాన్ని తెలియజేయడానికి కిలోవాట్ (KW) అనే ప్రమాణాన్ని ఉపయోగిస్తాం.

1 KW = 1000W = 1000 J/s

ప్రతీనెల మీ ఇంటికి వచ్చే కరెంట్‌బిల్‌ను మీరు చూసి ఉంటారు కదా!

అందులో మీరు వాడిన విద్యుత్, యూనిట్లలో తెలుపబడుతుంది. యూనిట్ అంటే ఏమిటి?

ఒక యూనిట్ అంటే ఒక కిలోవాట్ అవర్ (1KWH) అని అర్థం.

1KWH = (1000 J/S) (60 X 60 S)

= 3600 x 1000J

= 3.6 x 10^6 J

- ఓవర్‌లోడ్ (Over load) అంటే ఏమిటి?
- ఓవర్‌లోడ్ వల్ల విద్యుత్ సాధనాలు ఎందుకు చెడిపోతాయి?

విద్యుత్ ఓవర్‌లోడ్, దాని వలన కలిగే నష్టాలకు సంబంధించిన వార్తలను మనం తరచుగా వింటుంటాం.

సాధారణంగా మన ఇంటిలోకి విద్యుత్ రెండు తీగల ద్వారా వస్తుంది. వీటిని కరెంట్‌లైన్ అంటాం. ఈ తీగల నిరోధం చాలా తక్కువ. వీటి మధ్య పొటెన్షియల్ భేదం దాదాపుగా 240V ఉంటుంది. మన ఇంటిలోని వలయం అంతటా ఈ రెండు తీగలు ఉంటాయి. ఈ వలయంలో ఫ్యాన్, T.V., ఫ్రిజ్ వంటి విద్యుత్ సాధనాలను మనం కలుపుతాం.

మన ఇంటిలోని విద్యుత్ సాధనాలన్నీ ఈ తీగలకు (lines) వివిధ బిందువుల వద్ద కలుపుతాం. అంటే విద్యుత్ సాధనాలన్నీ సమాంతర సంధానంలో ఉంటాయి. కాబట్టి ప్రతీ సాధనం రెండు చివలర మధ్య పొటెన్షియల్ భేదం 240V అవుతుంది. ఒక విద్యుత్ సాధనం యొక్క నిరోధం మనకు తెలిస్తే, ఆ సాధనం గుండా ప్రవహించే విద్యుత్‌ను I = V/R సూత్రాన్ని ఉపయోగించి లెక్కగట్టవచ్చు. ఉదాహరణకు 240Ω నిరోధం గల బల్బ్ గుండా ప్రవహించే విద్యుత్ 1A అవుతుంది.

ప్రతి విద్యుత్‌సాధనం దాని నిరోధాన్నిబట్టి, లైన్స్ నుండి కొంత విద్యుత్‌ను వినియోగించుకుంటుంది. లైన్స్ నుండి వినియోగించుకున్న మొత్తం విద్యుత్, వివిధ సాధనాల గుండా ప్రవహించే విద్యుత్‌ల మొత్తానికి సమానం (జంక్షన్ నియమం).

మన ఇంటిలో వాడే విద్యుత్ సాధనాల సంఖ్యను పెంచితే, అవి లైన్స్ నుండి వినియోగించుకునే విద్యుత్ కూడా పెరుగుతుంది.

- ఇలా చాలా ఎక్కువ విద్యుత్‌ను వినియోగించుకుంటే ఏం జరుగుతుంది?

దీనికి సమాధానం చెప్పాలంటే, మీ ఇంటిలో ఉన్న కరెంట్ మీటర్‌పై రాసి ఉండే విలువలను పరిశీలించండి. మీటర్‌పై, కింద తెలిపిన విలువలు గమనించవచ్చు.

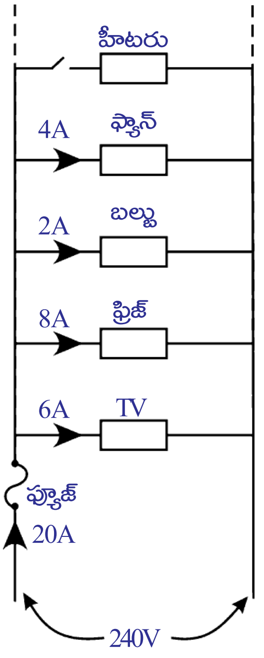
పొటెన్షియల్‌భేదం : 240V

విద్యుత్ ప్రవాహం : 5 – 20 A

అంటే, మీ మీటర్ వద్దకు చేరే రెండు తీగల మధ్య 240V పొటెన్షియల్ భేదం

ఉంటుంది. ఆ తీగలనుండి కనిష్టంగా 5A , గరిష్టంగా 20A విద్యుత్‌ను వినియోగించుకోవచ్చు. ఆ తీగల నుండి 20A కన్నా ఎక్కువ విద్యుత్‌ను వినియోగించుకుంటే, ఇంటిలోని వలయం బాగా వేడెక్కి మంటలు ఏర్పడే అవకాశం ఉంది. దీనినే ఓవర్‌లోడ్ అంటాం. పటం 25ను పరిశీలించండి.

ఈ పటంలో చూపిన 'హీటర్'ను స్విచ్ ఆన్ చేస్తే, మనం వినియోగించే విద్యుత్ 20A కంటే ఎక్కువ అవుతుంది. అప్పుడు మంటలు ఏర్పడవచ్చు.



పటం-25

- ఓవర్‌లోడ్ వలన కలిగే ప్రమాదాన్ని మనం ఎలా నివారించగలం?

ఓవర్‌లోడ్ వలన కలిగే ప్రమాదాన్ని నివారించడానికి, పటం-25లో చూపినట్లు మన ఇండ్లలోని వలయంలో ఫ్యూజ్ (Fuse) ని ఉపయోగిస్తాం. ఈ అమరికలో, లైన్స్ ద్వారా వచ్చే మొత్తం విద్యుత్ ఫ్యూజ్ గుండా ప్రవహించవలసి ఉంటుంది. ఫ్యూజ్ అనేది అతి తక్కువ ద్రవీభవన స్థానం కలిగిన ఒక సన్నని తీగ. ఫ్యూజ్ గుండా ప్రవహించే విద్యుత్ 20A లను మించితే ఆ సన్నని తీగ వేడెక్కి కరిగిపోతుంది. అప్పుడు ఇంటిలోని మొత్తం వలయం తెరవబడి (open) విద్యుత్ ప్రవాహం ఆగిపోతుంది. అందువల్ల ఓవర్‌లోడ్ కారణంగా ఇంటిలోని విద్యుత్ సాధనాలకు ఇబ్బంది కలుగకుండా ఉంటుంది.

అంటే, ఫ్యూజ్‌ను వాడడం ద్వారా ఇంటిలోని వలయం మరియు అందులోని సాధనాలకు ఓవర్‌లోడ్ వల్ల ఇబ్బంది కలుగకుండా కాపాడవచ్చు.

గమనిక : 'ఓవర్‌లోడ్' విద్యుత్ విలువ ఇండ్లకు, పరిశ్రమలకు వేర్వేరుగా ఉంటుంది.

ఆలోచించండి - చర్చించండి

- లఘువలయం (short circuit) అంటే ఏమిటి?
- షార్ట్ సర్క్యూట్ వలన ఇంటిలోని వలయం, సాధనాలు ఎందుకు పాడవుతాయి?

కీలక పదాలు

ఆవేశం, పొటెన్షియల్ భేదం, విద్యుత్ ప్రవాహం, మల్టీమీటర్, ఓమ్‌నియమం, నిరోధం, విశిష్ట నిరోధం, కిర్‌ఛాఫ్ నియమం, విద్యుత్ సామర్థ్యం, విద్యుత్‌శక్తి

మనం ఏం నేర్చుకున్నాం?

- ఒక సెకను కాలంలో వాహకంలో ఏదేని మధ్యచ్ఛేదాన్ని దాటివెళ్ళే ఆవేశ పరిమాణాన్ని విద్యుత్ ప్రవాహం అంటాం.
- వాహకంలో ఒక బిందువు నుండి మరొక బిందువుకు యూనిట్ ధనావేశాన్ని కదల్చటంలో జరిగినపని ఆ బిందువుల మధ్య పొటెన్షియల్ భేదాన్ని సూచిస్తుంది.
- నిరోధం, ఓల్టేజ్, కరెంటులను కొలిచే ఒక సాధనం మల్టీమీటరు.
- స్థిర ఉష్ణోగ్రతవద్ద వాహక చివరల మధ్య పొటెన్షియల్ భేదం, దానిలో ప్రవహించే విద్యుత్‌కు అనులోమానుపాతంలో ఉంటుంది.
- స్థిర ఉష్ణోగ్రత వద్ద ఉన్న లోహాలకు ఓమ్ నియమం పాటించబడుతుంది. వాయువులకు, అర్ధవాహకాలకు ఓమ్ నియమం వర్తించదు.
- ఎలక్ట్రానుల చలనాన్ని వ్యతిరేకించే పదార్థలక్షణాన్ని వాహక విద్యుత్ నిరోధం అంటాం.
- వాహక నిరోధకత పదార్థ స్వభావం, దాని పొడవు, మధ్యచ్ఛేద వైశాల్యంపై ఆధారపడి ఉంటుంది.

  $R \ \alpha \ l/A$
- ఏకాంక పొడవు, ఏకాంక మధ్యచ్ఛేద వైశాల్యం గల వాహక నిరోధాన్ని వాహక నిరోధకత లేదా విశిష్ట నిరోధం అంటాం.
- రెండు వాహకాల (నిరోధాలు) గుండా ఒకే విద్యుత్ ప్రవహిస్తే, ఆ రెండు వాహకాలు (నిరోధాలు) శ్రేణిలో ఉన్నాయని అంటాం.
- **జంక్షన్ నియమం :** వలయంలో విద్యుత్ ప్రవాహం విభజింపబడే ఏ జంక్షన్ వద్దనైనా, ఆ జంక్షన్‌కు చేరే విద్యుత్ ప్రవాహాలమొత్తం, ఆ జంక్షన్ను వీడిపోయే విద్యుత్ ప్రవాహాల మొత్తానికి సమానం.

  లూప్ నియమం : ఒక మూసిన వలయంలో పరికరాల రెండు చివరల మధ్య పొటెన్షియల్ బేధాల్లో పెరుగుదల, తగ్గుదలల బీజీయమొత్తం శూన్యం.
- విద్యుత్ ప్రవాహం, పొటెన్షియల్ బేధాల లబ్ధానికి విద్యుత్ సామర్థ్యం సమానం. దీని SI ప్రమాణం వాట్ (W)
- విద్యుత్ సామర్థ్యం మరియు కాలాల లబ్ధాన్ని విద్యుత్చ్ఛక్తి అంటారు. దీనికి ప్రమాణం W-s మరియు KWH.

అభ్యసనాన్ని మెరుగుపరచుకుందాం

1. లోరెంజ్ – డ్రూడ్ ఎలక్ట్రాన్ సిద్ధాంతం సహాయంతో విద్యుత్ ప్రవాహానికి ఎలక్ట్రానులు ఎలా కారణమో వివరించండి. (AS1)
2. బ్యాటరీ ఎలా పనిచేస్తుంది? వివరించండి (AS1)
3. emf; పొటెన్షియల్ భేదాల మధ్య తేడాలను రాయండి. (AS1)
4. వాహకనిరోధం ఉష్ణోగ్రతపై ఆధారపడుతుందని నీవెలా పరీక్షిస్తావు. (AS1)
5. ఎలక్ట్రిక్ షాక్ (విద్యుత్ ఘాతం) అంటే ఏమిటి? ఇది ఎలా సంభవిస్తుంది. (AS1)

6. $R = \rho l/A$ ను ఉత్పాదించండి. (AS1)

7. స్థిర ఉష్ణోగ్రత, స్థిర మధ్యచ్ఛేద వైశాల్యం గల వాహక నిరోధం, దాని పొడవుకు అనులోమానుపాతంలో వుంటుందని నీవెలా పరీక్షిస్తావు?(AS1)

8. కిర్చాఫ్ నియమాలను తెల్పి ఉదాహరణలతో వివరించండి (AS1)

9. 1 KWH విలువను జౌళలో తెలపండి. (AS1)

10. ఇంటిలోకి వచ్చే కరెంటు ఓవర్‌లోడ్ కావడం గూర్చి వివరించండి. (AS1)

11. ఇండ్లలో ఫ్యూజ్ ఎందుకు వాడతాం? (AS1)

12. మూడు నిరోధాలు శ్రేణిలో కలిపినప్పుడు వాటి ఫలిత నిరోధాన్ని ఉత్పాదించండి. (AS1)

13. మూడు నిరోధాలు సమాంతరంగా కలిపినప్పుడు వాటి ఫలిత నిరోధాన్ని ఉత్పాదించండి. (AS1)

14. కాపర్ కంటే సిల్వర్ మంచి విద్యుత్ వాహకం. అయినా, విద్యుత్ తీగగా కాపర్‌ను వాడతాం ఎందుకు? (AS1)

15. 100W , 220V మరియు 60W, 220V గల రెండు బల్బులున్నవి. దేని నిరోధం ఎక్కువ? (AS1)

16. ఇండ్లలో విద్యుత్ పరికరాలను ఎందుకు శ్రేణిలో కలపము? (AS1)

17. 1మీ పొడవు, 0.1మి.మీ. వ్యాసార్థం గల వాహక నిరోధం 100Ω అయిన దీని నిరోధకత ఎంత? (AS1)

18. బల్బులోని ఫిలమెంట్ తయారీకి టంగ్‌స్టన్‌ను వినియోగిస్తారు. ఎందుకు? (AS2)

19. కారు హెడ్ లైట్స్ అను శ్రేణిలో కలుపుతారా లేక సమాంతరంగా కలుపుతారా? ఎందుకు? (AS2)

20. ఇండ్లలో విద్యుత్ పరికరాలను సమాంతరంగా ఎందుకు కలుపుతారు? శ్రేణిలో కలిపితే ఏమి జరుగుతుంది? (AS2)

21. మన ఇంటిలోని విద్యుత్ వలయంలో ఫ్యూజ్‌ను సమాంతరంగా కలపాలా? శ్రేణిలో కలపాలా? ఎందుకు? (AS2)

22. 30Ω నిరోధంగల మూడు నిరోధాలు నీ దగ్గర ఉన్నవి అనుకుందాం. ఈ మూడింటిని వాడి ఎన్ని రకాల నిరోధాలు పొందగలం. వాటికి సంబంధించిన పటాలను గీయండి. (AS2)

23. ఓమ్ నియమం తెల్పండి. దానిని సరిచూడడానికి ప్రయోగాన్ని తెల్పి, ప్రయోగ విధానాన్ని వివరించండి.(AS3)

24. a) ఒక 30Ω బ్యాటరీని తీసుకొని, పొటెన్షియల్ భేదాన్ని కొలవండి. ఆ బ్యాటరీని ఏదైనా వలయంలో వుంచి, పొటెన్షియల్ బేధాన్ని కొలవండి. మీ రీడింగులలో ఏమైనా తేడా ఉందా? ఎందుకు?

    b) బల్బువిడిగా ఉన్నప్పుడు మల్టీమీటరు సహాయంతో దాని నిరోధాన్ని కొలవండి. ఈ బల్బ్ 12V బ్యాటరీ, స్విచ్‌లను శ్రేణిలో కలపి, స్విచ్ ఆన్ చేయండి. ప్రతి 30 సెకనులకొకసారి బల్బు యొక్క నిరోధాన్ని కొలవండి. సరైన పట్టికను గీసి దానిలో నమోదు చేయండి. పై పరిశీలనల నుండి ఏమి నిర్ధారిస్తారు. (AS4)

25. ఒక తీగ రెండు చివరల మధ్య పొటెన్షియల్ భేదం V, ఆ తీగలో ప్రవహించే విద్యుత్ I.లకు సంబంధించిన గ్రాఫ్ గీయండి. ఆ గ్రాఫ్ ఆకారం ఎలా ఉంది? (AS5)

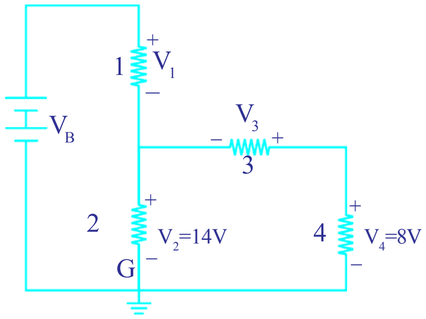
26. A, B అనే రెండు నిరోధాలు బ్యాటరీతో శ్రేణిలో కలపబడి ఉన్నాయి. నిరోధంపై పొటెన్షియల్ భేదాన్ని కొలవడానికి వోల్టు మీటర్లు ఉంది. ఈ సందర్భాన్ని వివరించే పటాన్ని గీయండి. (AS5)

27. ఇండ్లలో వాడే వివిధ విద్యుత్ పరికరాలు పాడవకుండా కాపాడడంలో వలయంలోని ఫ్యూజ్ పాత్రను ఎలా అభినందిస్తావు? (AS7)

28. పటం Q-28 లో, B వద్ద పొటెన్షియల్ శూన్యమయిన A వద్ద పొటెన్షియల్ ....(AS7)

పటం-Q28

29. పటం Q-29ని గమనించండి. కింది ప్రశ్నలకు సమాధానాలు తెల్పండి.
   i) 3,4 నిరోధాలు శ్రేణిలో ఉన్నాయా?
   ii) 1,2 నిరోధాలు శ్రేణిలో ఉన్నాయా?
   iii) ఏదైనా నిరోధంతో బ్యాటరీ శ్రేణి సంధానంలో ఉందా?
   iv) నిరోధం 3 పై పొటెన్షియల్ భేదం ఎంత?
   v) నిరోధం 1 పై పొటెన్షియల్ బేధం 6V అయిన వలయంలో ఫలిత emf ఎంత?



పటం-Q29

30. మీ శరీర నిరోధం 1,00,000Ω nsTTH అయిన మీరు 12V బ్యాటరీని ముట్టుకున్నప్పుడు మీ శరీరం గుండా ప్రవహించే విద్యుత్ ప్రవాహం ఎంత? (AS7)

31. 100Ω నిరోధం గల ఏకరీతి మందం గల వాహకం కరిగి, మొదటి వాహక పొడవుకు రెట్టింపు పొడవు గల దానిగా మారింది. క్రొత్తగా తయారైన వాహకం నిరోధం ఎంత? (AS7)

32. ఒక ఇంటిలో మూడు బల్బులు, రెండు ఫ్యాన్‌లు, ఒక టెలివిజన్‌ను వాడుతున్నారు. ప్రతి బల్బు 40W విద్యుత్‌ను వినియోగిస్తుంది. టెలివిజన్ 60W , ఫ్యాన్80W విద్యుత్‌ను వినియోగిస్తున్నాయి. సుమారు ప్రతి బల్బును ఐదు గంటలు, ప్రతి ఫ్యానును 12గంటలు, టెలివిజన్‌ను 5 గంటల చొప్పున ప్రతిరోజు వినియోగిస్తున్నారు. ఒక యూనిట్ (KWH) కు 3 రూ చొప్పున విద్యుత్ ఛార్జి వేస్తే 30 రోజుల్లో చెల్లించాల్సిన సొమ్ము ఎంత? (AS7)

ఖాళీలను పూరించండి

1. కిలోవాట్ అవర్ .... కు ప్రమాణం
2. మందంగా ఉన్న వాహకం నిరోధం సన్నని వాహకం యొక్క నిరోధం కంటే ....
3. 12V బ్యాటరీ 2A విద్యుత్ ప్రవాహాన్ని ఒక వలయంలోకి పంపుతుంది. అయితే ఆ వలయ ఫలిత నిరోధం ....
4. పొటెన్షియల్ భేదానికి SI ప్రమాణం ....
5. విద్యుత్ ప్రవాహానికి SI ప్రమాణం ....
6. 2Ω, 4Ω, 6Ω, నిరోధాలను శ్రేణిలో కలిపారు. ఆ వలయ ఫలిత నిరోధం ....
7. 2Ω, 4Ω, 6Ω నిరోధాలను సమాంతరంగా కలిపారు. ఆ వలయం ఫలిత నిరోధం ....
8. 10V బ్యాటరీ ఇచ్చే సామర్థ్యం 10W బ్యాటరీ నుండి బయటకు వచ్చే విద్యుత్ ప్రవాహం ....

సరైన సమాధానాన్ని ఎన్నుకోండి

1. 50Ω నిరోధం గల ఏకరీతి నిరోధాన్ని ఐదు సమాన భాగాలుగా విభజించారు. వీటిని సమాంతరంగా కలిపారు. దాని ఫలిత నిరోధం .... [ ]

   a) 2Ω b) 12Ω

   c) 250Ω d) 6250Ω

2. వాహకంలో ఒక ఆవేశాన్ని A నుండి B కు కదిలించారు. ఈ విధంగా ప్రమాణ ఆవేశాన్ని ఆ బిందువుల మధ్య కదల్చడానికి విద్యుత్ బలాలు చేయవలసిన పనిని .... అంటాం. [ ]

   a) A వద్ద పొటెన్షియల్

   b) B వద్ద పొటెన్షియల్

   c) A,B ల మధ్య పొటెన్షియల్ బేధం

   d) A నుండి B కు ప్రవహించే విద్యుత్.

3. జౌలు / కూలుంబ్ .... కు సమానం. [ ]

   a) వాట్ b) వోల్ట్

   c) అంపియర్ d) ఓమ్

4. తీగలో విద్యుత్ ప్రవాహం .... పై ఆధారపడుతుంది. [ ]

   a) కేవలం తీగ కొనల మధ్య ఉన్న పొటెన్షియల్ బేధం

   b) కేవలం తీగ నిరోధం

   c) a మరియు b

   d) దేనిపై ఆధారపడదు.

5. కింది వాక్యాలను గమనించండి. [ ]

   A. శ్రేణి సంధానంలో, ప్రతి విద్యుత్ పరికరం నుండి ఒకే విద్యుత్ ప్రవహిస్తుంది.

   B. సమాంతర సంధానంలో, ప్రతి విద్యుత్ పరికరంపై పొటెన్షియల్ బేధం ఒకేలా వుంటుంది.

   a) A,B లు సరైనవి

   b) A సరైనది; B సరైనది కాదు

   c) A సరైనది కాదు; B సరైనది

   d) A,B లు రెండునూ సరైనవి కావు.

అనుబంధం

న్యూటన్ గమన నియమాలు ఎలక్ట్రాన్‌ల చలనాలను వివరించడానికి ఉపయోగించవచ్చా?

గమనిక: కిందనీయబడ్డ చర్చలో ఎలక్ట్రానుల క్రమరహిత చలనాన్ని విస్మరిస్తాం.

l పొడవు, A మధ్యచ్ఛేద వైశాల్యం గల ఒక వాహకాన్ని తీసుకుందాం. దీనిలో ఎలక్ట్రానుల సాంద్రత n అనుకుందాం.

వాహక కొనల మధ్య V పొటెన్షియల్ భేదాన్ని అనువర్తింపజేస్తే దానిగుండా ప్రవహించే విద్యుత్ ప్రవాహం

$I = nAev_d$ .... (a)

అవుతుంది. దీనిలో e ఎలక్ట్రాన్ ఆవేశ పరిమాణాన్ని మరియు v_d ఎలక్ట్రాన్ అపసరవడిని సూచిస్తాయి.

వాహక కొనల మధ్య వాహకం వెంబడి ఎలక్ట్రానులను కదల్చడానికి విద్యుత్ బలం చేసిన పని

$W = Ve$ .... (b)

అవుతుంది.

విద్యుత్ బలం చేసిన పని

$W = Fl$ .... (c)

దీనిలో F విద్యుత్ క్షేత్రం ప్రయోగించిన బలాన్ని సూచిస్తుంది.

సమీకరణాలు (b), (c) ల నుండి

$Fl = Ve \Rightarrow F = Ve/l$

అవుతుంది.

F = ma అనే న్యూటన్ రెండవ గమన సూత్రం (నియమం) ఏ కణ చలనాన్ని అధ్యయనం చేయడానికైనా ఉపయోగించవచ్చని మనకు తెలుసు. కనుక న్యూటన్ రెండవ గమన నియమం అనుసరించి

$ma = Ve/l \Rightarrow a = Ve/lm$ ....(d)

అవుతుంది.

ఎలక్ట్రాన్ తొలివేగం (u) శూన్యమనుకుందాం. ఎలక్ట్రాన్ τ కాలంలో పొందిన వేగం v అనుకుందాం. τ (టౌ) అనగా రెండు వరుస అభిఘాతాల మధ్య కాలం.

$v = u + at$ నుండి

$v = a\tau = Ve\tau/lm$ (సమీకరణం (d))

లాటిస్‌లో గల స్థిరమైన ధనాత్మక అయానులతో ఎలక్ట్రానుల అభిఘాతం చెందడం వల్ల ఎలక్ట్రానుల చలనం నిరోధించబడుతుంది. కనుక τ కాలంలో ఎలక్ట్రాన్‌ల సరాసరి వడి దాని డ్రిఫ్ట్ వడికి సమానం.

ఎలక్ట్రానుల సరాసరి వడి $v_d = (v+u)/2 = v/2$

v విలువను పై సమీకరణంలో ప్రతిక్షేపించగా,

ఎలక్ట్రాన్ సరాసరి వేగం = డ్రిఫ్ట్ వడి $v_d = Vet/2lm$

ఈ డ్రిఫ్ట్ వడిని సమీకరణం (a) లో ప్రతిక్షేపించగా,

$I = nAe(Ve\tau/2lm)$

$I = V(ne^2\tau/2m)(A/l)$

$I(2m/ne^2\tau)(l/A) = V$ ....(e)

అవుతుంది. పై సమీకరణంలో ఎలక్ట్రాన్ ద్రవ్యరాశి (m), ఎలక్ట్రాన్ ఆవేశం స్థిరాంకాలు. ఇవి ఎలక్ట్రాన్ అభిలక్షణ ధర్మాలను సూచిస్తాయి.

వాహక ఎలక్ట్రాన్ సాంద్రత (n) పదార్థ స్వభావంపై ఆధారపడి ఉంటుంది. కనుక ఒక వాహకానికి సంబంధించిన ఎలక్ట్రాన్ సాంద్రత స్థిరంగా ఉంటుంది.

ఒక నిర్ధిష్ట వాహకానికి దాని పొడవు (l), మధ్యచ్ఛేద వైశాల్యం (A) లు స్థిరాంకాలుగా ఉంటాయి.

τ విలువ పదార్థ ఉష్ణోగ్రతపై ఆధారపడి ఉంటుంది. ఉష్ణోగ్రత పెంచినప్పుడు ఎలక్ట్రానుల క్రమరహిత చలనం అధికమవుతుంది. ఫలితంగా వరుస అభిఘాతాల మధ్య కాలం τ తగ్గుతుంది. నిర్దిష్ట ఉష్ణోగ్రత వద్ద τ విలువ స్థిరంగా ఉంటుంది.

కనుక ఒక నిర్ధిష్ట వాహకానికి $(2m/ne^2t)$ (l/A) ఒక స్థిరాంకం అవుతుంది. దీనిని R తో సూచిద్దాం. దీనినే నిరోధం అని పిలుస్తాం. ఫలితంగా సమీకరణం (e),

$IR = V$ ....(f)

అవుతుంది. దీనినే ఓమ్ నియమం అంటాం.

దీనిలో $R = (2m/ne^2\tau)(l/A)$ ....(g)

పై సమీకరణంలో $2m/ne^2t$ అనేది పదార్థానికి సంబంధించిన ఒక అభిలక్షణ విలువ. R విలువ వేరు వేరు జ్యామితీయ ఆకృతి విలువలు గల ఒక నిర్ధిష్ట వాహకానికి వేరు వేరుగా ఉంటుంది.

కానీ $2m/ne^2t$ అనేది వాహక జ్యామితీయ విలువలపై ఆధారపడి ఉండదు. దీనిని ρ అనే అక్షరంతో సూచిద్దాం. దీనినే నిరోధకత (విశిష్ట నిరోధం) అని పిలుస్తాం.

$\rho = 2m/ne^2\tau$

సమీకరణం (g) నుండి

$R = \rho l/A$ ....(h)

అవుతుంది.

గమనిక: డ్రిఫ్ట్ వడిని, డ్రిఫ్ట్ వేగాన్ని పర్యాయపదాలుగా వాడవచ్చు.