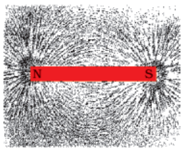


પ્રકરણ 12

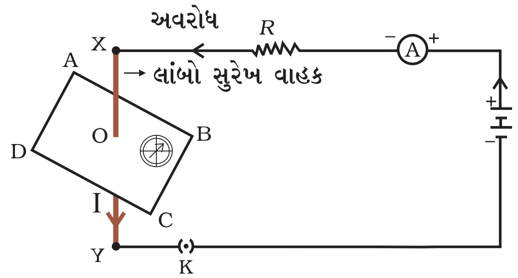
વિદ્યુતપ્રવાહની ચુંબકીય અસરો (Magnetic Effects of Electric Current)

U1Q1D3

અગાઉ 'વિદ્યુત'ના પ્રકરણમાં આપણે વિદ્યુતપ્રવાહની તાપીય અસર વિશે અભ્યાસ કર્યો. વિદ્યુતપ્રવાહની અન્ય અસરો કઈ છે ? આપણે જાણીએ છીએ કે વિદ્યુતપ્રવાહધારિત તાર એક ચુંબક તરીકે વર્તે છે. આ જાણકારીનું દઢીકરણ (reinforce) કરવા માટે ચાલો આપણે નીચેની પ્રવૃત્તિ કરીએ :

પ્રવૃત્તિ 12.1

- આકૃતિ 12.1 માં દર્શાવ્યા અનુસાર વિદ્યુત–પરિપથમાં બિંદુઓ X અને Y ની વચ્ચે એક સુરેખ જાડો તાંબાનો તાર ગોઠવો. તાર XY કાગળના સમતલને લંબરૂપે ગોઠવેલ છે.
- આ તાંબાના તારની નજીક એક નાના હોકાયંત્ર (કંપાસ-Compass)ને સમક્ષિતિજ રહે તેમ ગોઠવો. તેની સોયની સ્થિતિનું અવલોકન કરો.
- હવે કળમાં પ્લગ દાખલ કરી પરિપથમાં વિદ્યુતપ્રવાહ પસાર કરો.
- હોકાયંત્રની સોયના સ્થાનમાં થતા ફેરફારનું અવલોકન કરો.

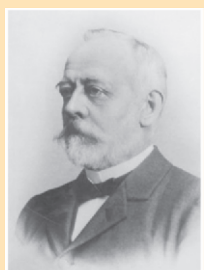


આકૃતિ 12.1
ધાતુના તારમાંથી વિદ્યુતપ્રવાહ પસાર કરતાં હોકાયંત્રની સોયનું કોણાવર્તન થાય છે

આપણને સોય કોણાવર્તન પામતી જોવા મળે છે. આનો અર્થ શું થાય ? આનો અર્થ એ થાય કે તાંબાના તારમાંથી પસાર થતા વિદ્યુતપ્રવાહે ચુંબકીય અસર ઉત્પન્ન કરી છે. આમ, આપણે કહી શકીએ કે વિદ્યુત અને ચુંબકત્વ એકબીજા સાથે સંકળાયેલા છે. તો પછી આનાથી વિરુદ્ધ, ગતિ કરતાં ચુંબકની વિદ્યુત અસર વિશેની શું શક્યતા છે ? આ પ્રકરણમાં આપણે ચુંબકીય ક્ષેત્રો તથા આ પ્રકારની વિદ્યુત-ચુંબકીય અસરોનો અભ્યાસ કરીશું. આપણે વિદ્યુતપ્રવાહની ચુંબકીય અસર સાથે સંકળાયેલ વિદ્યુતચુંબકો તથા વિદ્યુતમોટરનો પણ અભ્યાસ કરીશું તથા ગતિમાન ચુંબકની વિદ્યુતીય અસર પર આધારિત વિદ્યુત જનરેટરનો પણ અભ્યાસ કરીશું.

હેન્સ ક્રિશ્ચિઅન ઓર્સ્ટેડ (Hans Christian Oersted 1777–1851)

19મી સદીના એક અગ્રણી વૈજ્ઞાનિક હેન્સ ક્રિશ્ચિઅન ઓર્સ્ટેડએ વિદ્યુતચુંબકત્વ સમજવામાં નિર્ણાયક ભૂમિકા ભજવેલ. 1820માં તેમણે અકસ્માતે શોધી કાઢ્યું કે ધાતુના તારની નજીક રાખેલ હોકાયંત્રની સોય, તારમાં પ્રવાહ પસાર કરતાં કોણાવર્તન પામે છે. આ અવલોકન દ્વારા ઓર્સ્ટેડે દર્શાવ્યું કે વિદ્યુત અને ચુંબકત્વ એકબીજા સાથે સંબંધિત ઘટનાઓ છે. તેમના સંશોધને ત્યાર બાદ જુદી–જુદી ટેક્નોલૉજી જેમકે રેડિયો, ટૅલિવિઝન અને ફાઈબર ઓપ્ટિક્સનો ઉદ્ભવ કર્યો. તેમના માનમાં ચુંબકીય ક્ષેત્રની તીવ્રતાના એકમને ઓર્સ્ટેડ નામ આપવામાં આવ્યું છે.



12.1 ચુંબકીય ક્ષેત્ર અને ક્ષેત્રરેખાઓ (Magnetic Field and Field Lines)

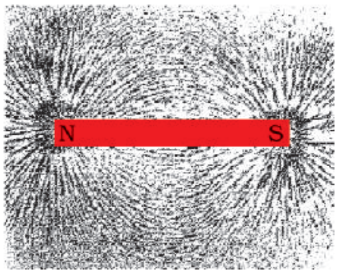
આપણે એ હકીકતથી વાકેફ છીએ કે, હોકાયંત્રની સોયને ગજિયા ચુંબકની નજીક લઈ જતાં તે કોણાવર્તન પામે છે. ખરેખર હોકાયંત્રની સોય એક નાનો ગજિયો ચુંબક છે. હોકાયંત્રની સોયના છેડા લગભગ ઉત્તર અને દક્ષિણ દિશાઓનું સૂચન કરે છે. ઉત્તર દિશાનું સૂચન કરતાં છેડાને ઉત્તરને શોધતો (Seeking) અથવા ઉત્તર ધ્રુવ કહે છે. બીજા દક્ષિણ દિશામાં રહેતાં છેડાને દક્ષિણને શોધતો અથવા દક્ષિણ ધ્રુવ કહે છે. જુદી–જુદી પ્રવૃત્તિઓ દ્વારા આપણે અવલોકન કર્યું છે કે સમાન (સજાતીય) ધ્રુવો એકબીજાને અપાકર્ષે છે જ્યારે ચુંબકના અસમાન (વિજાતીય) ધ્રુવો એકબીજાને આકર્ષે છે.

પ્રશ્ન

1. હોકાયંત્રની સોયને ગજિયા ચુંબકની નજીક લઈ જતાં તેનું કોણાવર્તન કેમ થાય છે ?

પ્રવૃત્તિ 12.2

- ડ્રૉઈંગ બૉર્ડ પર એક સફેદ કાગળને ગુંદર વડે ચીપકાવો.
- એક ગજિયા ચુંબકને તેની મધ્યમાં મૂકો.
- ગજિયા ચુંબકની આસપાસ લોખંડનો ભૂકો એકસરખો ભભરાવો (આકૃતિ 12.2). આ માટે તમે મીઠું છાંટવાની ડબીનો ઉપયોગ કરી શકો.
- હવે બૉર્ડને હળવેથી ટકોરા મારો.
- તમે શું અવલોકન કરો છો ?



આકૃતિ 12.2
લોખંડનો ભૂકો ગજિયા ચુંબકની ક્ષેત્રરેખાઓ પર ગોઠવાય છે

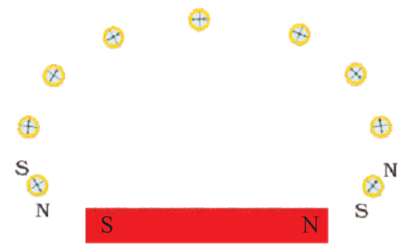
લોખંડનો ભૂકો પોતાની જાતે જ આકૃતિ 12.2માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે ચોક્કસ ભાતમાં ગોઠવાઈ જાય છે. લોખંડનો ભૂકો આવી ચોક્કસ ભાત (તરાહ)માં કેમ ગોઠવાય છે ? આ ભાત શું દર્શાવે છે ? ચુંબક પોતાની આસપાસના વિસ્તારમાં પોતાનો પ્રભાવ (અસર) ઉત્પન્ન કરે છે. પરિણામે લોખંડનો ભૂકો બળ અનુભવે છે. આ બળની અસર હેઠળ લોખંડનો ભૂકો ચોક્કસ ભાતમાં ગોઠવાય છે. ચુંબકની આસપાસનો વિસ્તાર કે જેમાં ચુંબકના બળની અસર અનુભવાય છે, તેને ચુંબકીય ક્ષેત્ર કહે છે. લોખંડનો ભૂકો જે રેખાઓ પર ગોઠવાય છે તેને ચુંબકીય ક્ષેત્રરેખાઓ કહે છે.

ગજિયા ચુંબકની આજુબાજુ ચુંબકીય ક્ષેત્રરેખાઓ મેળવવા માટેના કોઈ બીજા રસ્તાઓ છે ? હા, તમે જાતે ગજિયા ચુંબકની ચુંબકીય ક્ષેત્રરેખાઓ દોરી શકો છો.

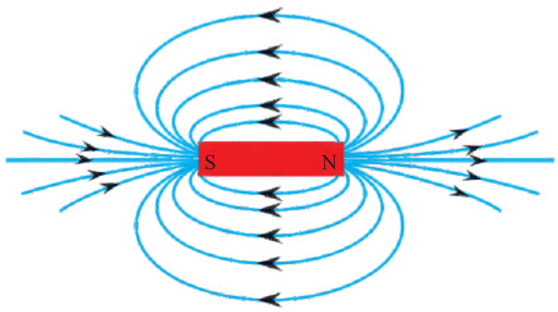
પ્રવૃત્તિ 12.3

- એક નાનું હોકાયંત્ર અને ગજિયો ચુંબક લો.
- ડ્રૉઈંગ બૉર્ડ પર ગુંદર વડે ચીપકાવેલા સફેદ કાગળ પર ચુંબકને મૂકો.
- ચુંબકની ધારને અંકિત કરો.
- ચુંબકના ઉત્તર ધ્રુવની નજીક હોકાયંત્રને ગોઠવો. તે કેવી રીતે વર્તે છે ? સોયનો દક્ષિણ ધ્રુવ ચુંબકના ઉત્તર ધ્રુવ તરફ જાય છે. હોકાયંત્રનો ઉત્તર ધ્રુવ ચુંબકના ઉત્તર ધ્રુવથી દૂર જાય છે.

- સોયના બંને છેડાઓનાં સ્થાન અંકિત કરો.
- હવે સોયને નવા સ્થાન પર એવી રીતે ખસેડો કે જેથી તેનો દક્ષિણ ધ્રુવ, પહેલાની સ્થિતિમાં રહેલા ઉત્તર ધ્રુવના સ્થાન પાસે આવી જાય.
- આ રીતે આકૃતિ 12.3માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે તમે ચુંબકના દક્ષિણ ધ્રુવ સુધી ઉત્તરોત્તર ગતિ કરતાં પહોંચી જાઓ.
- કાગળ પર રહેલાં આ બિંદુઓને સળંગ વક્રના સ્વરૂપમાં જોડો. આ વક્ર ક્ષેત્રરેખા દર્શાવે છે.
- આ પદ્ધતિનું પુનરાવર્તન કરી તમારાથી શક્ય હોય તેટલી રેખાઓ દોરો. તમને આકૃતિ 12.4 માં દર્શાવ્યા પ્રમાણેની ભાત મળશે. આ રેખાઓ ચુંબકની આસપાસ રહેલા ચુંબકીય ક્ષેત્રનું નિરૂપણ કરે છે. તેમને ચુંબકીય ક્ષેત્રરેખાઓ કહે છે.
- ક્ષેત્રરેખા પર ગતિ કરતાં-કરતાં હોકાયંત્રની સોયના આવર્તનનું અવલોકન કરો. સોય ધ્રુવોની નજીક જાય તેમ તેનું આવર્તન વધે છે.



આકૃતિ 12.3
હોકાયંત્ર સોયની મદદથી ચુંબકીય ક્ષેત્રરેખા દોરવી



આકૃતિ 12.4
ગજિયા ચુંબકની આસપાસ ક્ષેત્રરેખાઓ

ચુંબકીય ક્ષેત્ર દિશા અને મૂલ્ય (માન) બંને ધરાવતી ભૌતિકરાશિ છે. ચુંબકીય ક્ષેત્રની દિશા એ દિશામાં લેવામાં આવે છે કે જે દિશામાં હોકાયંત્રની સોયનો ઉત્તર ધ્રુવ ક્ષેત્રમાં ગતિ કરે. તેથી રૈવાજિક રીતે ક્ષેત્રરેખાઓ ઉત્તર ધ્રુવમાંથી નીકળે અને દક્ષિણ ધ્રુવમાં દાખલ થાય તેમ લેવાય છે (આકૃતિ 12.4માં દર્શાવેલ તીરની નિશાની ધ્યાનમાં લો). ચુંબકની અંદર ક્ષેત્રરેખાઓની દિશા તેના દક્ષિણ ધ્રુવથી તેના ઉત્તર ધ્રુવ તરફ હોય છે. આમ, ચુંબકીય ક્ષેત્રરેખાઓ બંધ વક્રો રચે છે.

ચુંબકીય ક્ષેત્રની સાપેક્ષ તીવ્રતાને ક્ષેત્રરેખાઓની નિકટતાની માત્રા દ્વારા દર્શાવવામાં આવે છે. ચુંબકીય ક્ષેત્રરેખાઓ જ્યાં વધારે નજીક-નજીક હોય ત્યાં ચુંબકીય ક્ષેત્ર વધારે પ્રબળ હોય છે એટલે કે ત્યાં રાખેલ કોઈ બીજા ચુંબકના ધ્રુવ પર ચુંબકીય ક્ષેત્રને કારણે વધારે બળ લાગે છે (આકૃતિ 12.4 જુઓ).

બે ક્ષેત્રરેખાઓ કદાપિ એકબીજીને છેદતી જણાતી નથી. જો તે છેદે તો એનો અર્થ એ થાય કે છેદનબિંદુએ હોકાયંત્રની સોય બે દિશાઓ દર્શાવશે, જે શક્ય નથી.

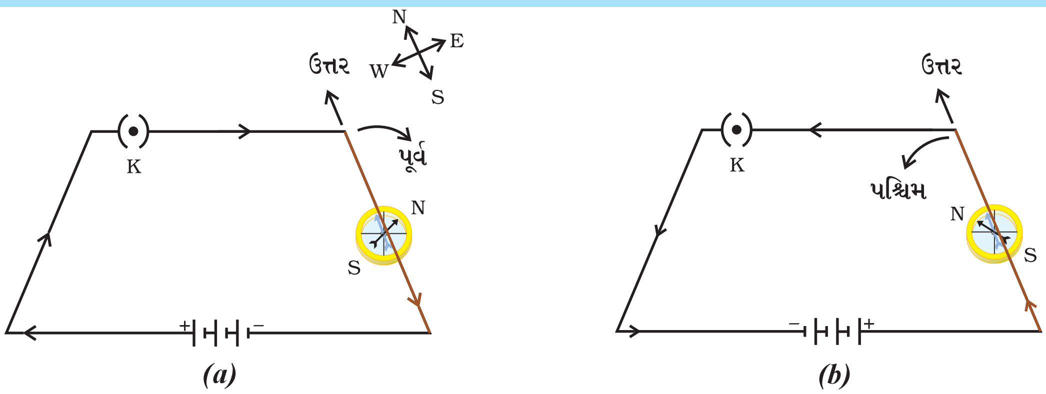
12.2 વિદ્યુતપ્રવાહધારિત તાર વડે ઉદ્ભવતું ચુંબકીય ક્ષેત્ર (Magnetic Field due to a Current-Carrying Conductor)

M5R2G1

આપણે પ્રવૃત્તિ 12.1માં જોયું કે કોઈ ધાતુના સુવાહકમાંથી વહેતો વિદ્યુતપ્રવાહ પોતાની આસપાસ ચુંબકીય ક્ષેત્ર ઉત્પન્ન કરે છે. ઉદ્ભવતા ક્ષેત્રની દિશા જાણવા માટે ચાલો આપણે આ પ્રવૃત્તિને નીચે પ્રમાણે પુનરાવર્તિત કરીએ :

પ્રવૃત્તિ 12.4

- તાંબાનો એક લાંબો સુરેખ તાર, 1.5 V ના બે કે ત્રણ વિદ્યુતકોષ અને એક પ્લગકળ લો. તે બધાને આકૃતિ 12.5 (a)માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે શ્રેણીમાં જોડો.
- એક સુરેખ તારને હોકાયંત્રની સોયની ઉપર અને તેને સમાંતરરૂપે ગોઠવો.
- હવે પરિપથમાં કળ મૂકો.
- સોયના ઉત્તર ધ્રુવના કોણાવર્તનની દિશાનું અવલોકન કરો. જો પ્રવાહ આકૃતિ 12.5 (a)માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે ઉત્તરથી દક્ષિણ દિશામાં વહેતો હશે, તો હોકાયંત્રની સોયનો ઉત્તર ધ્રુવ પૂર્વ દિશામાં આવર્તન કરશે.
- આકૃતિ 12.5 (b)માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે પરિપથમાં જોડેલ સેલનું જોડાણ બદલી નાંખો. પરિણામે તાંબાના તારમાંથી વહેતા પ્રવાહની દિશા બદલાશે એટલે કે દક્ષિણથી ઉત્તર તરફની થશે.
- સોયના કોણાવર્તનની દિશામાં થતા ફેરફારનું અવલોકન કરો. તમે જોશો કે હવે સોયનું કોણાવર્તન વિરુદ્ધ દિશામાં એટલે કે પશ્ચિમ તરફ થાય છે [આકૃતિ 12.5 (b)]. એનો અર્થ એ થયો કે, વિદ્યુતપ્રવાહ દ્વારા ઉદ્‌ભવતા ચુંબકીય ક્ષેત્રની દિશા પણ ઉલટાયેલ છે.



આકૃતિ 12.5 સરળ વિદ્યુત–પરિપથ કે જેમાં સુરેખ તાંબાના તારને હોકાયંત્રની સોય ઉપર તેને સમાંતર ગોઠવેલ છે. જ્યારે પ્રવાહની દિશા ઉલટાવવામાં આવે ત્યારે સોયનું કોણાવર્તન ઉલટાય છે

12.2.1 સુરેખ વાહકમાંથી વહેતા પ્રવાહ વડે ઉદ્‌ભવતું ચુંબકીય ક્ષેત્ર (Magnetic Field due to a Current through a Straight Conductor)

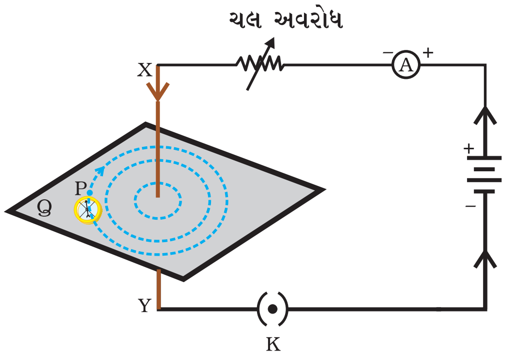
સુવાહકમાંથી વહેતા વિદ્યુતપ્રવાહ વડે ઉદ્‌ભવતા ચુંબકીય ક્ષેત્રની ભાત શાનાથી નક્કી થાય છે ? શું આ ભાત સુવાહકના આકાર પર આધાર રાખે છે ? એક પ્રવૃત્તિ દ્વારા આપણે તેની તપાસ કરીશું.

આપણે સૌપ્રથમ સુરેખ વિદ્યુતપ્રવાહ ધારિત તારની આસપાસ મળતાં ચુંબકીય ક્ષેત્રની તરાહ ધ્યાનમાં લઈશું.

પ્રવૃત્તિ 12.5

- એક બૅટરી (12 V), ચલ અવરોધ (અથવા રિઓસ્ટેટ), એમીટર (0–5 A), પ્લગકળ, જોડાણ માટેના તાર અને જાડો લાંબો સુરેખ તાંબાનો તાર લો.
- એક લંબચોરસ પૂંઠાની મધ્યમાંથી તેના સમતલને લંબરૂપે રહે તેમ જાડા તારને દાખલ કરો. ધ્યાન રાખો કે પૂઠું જડિત હોય અને ઉપર કે નીચે સરકતું ન હોય.

- આકૃતિ 12.6(a) માં દર્શાવ્યા અનુસાર તાંબાના તારને બિંદુ X અને Yની વચ્ચે ઊર્ધ્વ રહે તે રીતે બૅટરી, પ્લગકળ, એમીટર અને રિઓસ્ટેટ સાથે શ્રેણીમાં જોડો.
- થોડો લોખંડનો ભૂકો પૂંઠા પર સમાન રીતે ભભરાવો. (આ માટે તમે મીઠું છાંટવા માટેની ડબીનો ઉપયોગ કરી શકો).
- રિઓસ્ટેટના ચલને એક ચોક્કસ સ્થિતિમાં રાખીને એમીટરમાંથી વહેતા પ્રવાહની નોંધ કરો.
- કળ મૂકો જેથી તારમાંથી વિદ્યુતપ્રવાહ વહેશે. એ સુનિશ્ચિત કરો કે બિંદુઓ X અને Y વચ્ચે જોડેલ તાંબાનો તાર ઊર્ધ્વ દિશામાં સીધો રહે.
- પૂંઠાને હળવેથી થોડા ટકોરા મારો. લોખંડના ભૂકાની ભાતનું અવલોકન કરો. તમે જોશો કે લોખંડનો ભૂકો તાંબાના તારની આસપાસ સમકેન્દ્રિય થઈ વર્તુળાકાર ભાત રચે છે (આકૃતિ 12.6).
- આ સમકેન્દ્રિય વર્તુળો શું દર્શાવે છે ? તે ચુંબકીય ક્ષેત્રરેખાઓ દર્શાવે છે.
- આ રીતે ઉદ્‌ભવતાં ચુંબકીય ક્ષેત્રની દિશા કેવી રીતે શોધીશું ? વર્તુળના કોઈ બિંદુ (ધારો કે P) પાસે હોકાયંત્ર ગોઠવો. સોયની દિશાનું અવલોકન કરો. હોકાયંત્રની સોયનો ઉત્તર ધ્રુવ સુરેખ તારમાંથી વહેતા વિદ્યુતપ્રવાહ વડે P બિંદુ પાસે ઉદ્‌ભવતાં ચુંબકીય ક્ષેત્રની દિશા દર્શાવે છે. આ દિશાને એક તીર દ્વારા દર્શાવો.
- શું સુરેખ તાંબાના તારમાંથી વહેતા વિદ્યુતપ્રવાહની દિશા ઉલટાવતાં ચુંબકીય ક્ષેત્ર રેખાઓની દિશા ઉલટાય છે ? ચકાસો.



(a)

(b)

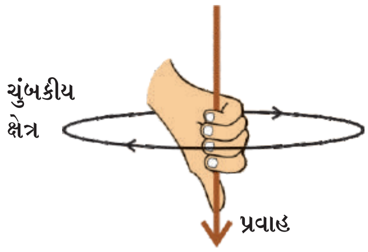
આકૃતિ 12.6
(a) સુરેખ વિદ્યુતપ્રવાહધારિત તારની આસપાસ ઉદ્‌ભવતાં ચુંબકીય ક્ષેત્રને દર્શાવતાં સમકેન્દ્રીય વર્તુળોની ભાત. વર્તુળમાં તીરની નિશાની ક્ષેત્ર રેખાઓની દિશાનું સૂચન કરે છે. (b) મળતી ભાતનું ખૂબ નજીકથી અવલોકન

જો તાંબાના તારમાંથી વહેતા વિદ્યુતપ્રવાહમાં ફેરફાર કરવામાં આવે તો હોકાયંત્રની સોયના કોણાવર્તન પર શું પ્રભાવ પડશે ? આ જોવા માટે તારમાંથી વહેતા પ્રવાહમાં ફેરફાર કરો. આપણને જોવા મળે છે કે સોયના કોણાવર્તનમાં પણ ફેરફાર થાય છે. વાસ્તવમાં જો પ્રવાહ વધારીએ તો કોણાવર્તન પણ વધે છે. જે દર્શાવે છે કે તારમાંથી વહેતા વિદ્યુતપ્રવાહના મૂલ્યમાં વધારો કરતાં આપેલ બિંદુ પાસે ઉત્પન્ન થતાં ચુંબકીય ક્ષેત્રના માનમાં (મૂલ્યમાં) પણ વધારો થાય છે.

જો તાંબાના તારમાંથી વહેતો પ્રવાહ તેનો તે જ હોય પરંતુ હોકાયંત્રને તાંબાના તારથી દૂર લઈ જવામાં આવે તો હોકાયંત્રની સોયના કોણાવર્તનમાં શું ફેર પડે છે ? આ જોવા માટે આપણે હોકાયંત્રને વાહક તારથી દૂર આવેલા કોઈ બિંદુ (ધારો કે Q) પાસે રાખીશું. તમે કેવો ફેરફાર જુઓ છો ? આપણે જોઈએ છીએ કે સોયનું કોણાવર્તન ઘટે છે. આમ, કોઈ વાહકમાંથી વહેતા વિદ્યુતપ્રવાહ વડે ઉત્પન્ન થતું ચુંબકીય ક્ષેત્ર વાહકથી દૂર જતાં ઘટે છે. આકૃતિ 12.6માં જોઈ શકાય છે કે જેમ–જેમ વિદ્યુતપ્રવાહધારિત સુરેખ તારથી દૂર જઈએ તેમ તેમ તેની આજુબાજુ ઉદ્‌ભવતાં ચુંબકીય ક્ષેત્રને દર્શાવતાં સમકેન્દ્રિત વર્તુળો મોટાં ને મોટાં થતાં જાય છે.

12.2.2 જમણા હાથના અંગૂઠાનો નિયમ (Right-Hand Thumb Rule)

કોઈ વિદ્યુતપ્રવાહધારિત વાહક સાથે સંકળાયેલ ચુંબકીય ક્ષેત્રની દિશા નક્કી કરવા માટેનો એક સરળ રસ્તો આકૃતિ (12.7)માં દર્શાવેલ છે.



આકૃતિ 12.7
જમણા હાથના અંગૂઠાનો નિયમ

કલ્પના કરો કે તમે તમારા જમણા હાથમાં વિદ્યુતપ્રવાહધારિત વાહકને એવી રીતે પકડો છો કે જેથી અંગૂઠો વિદ્યુતપ્રવાહની દિશાનું સૂચન કરે છે. તો તમારી આંગળીઓ વાહકની આસપાસ ચુંબકીય ક્ષેત્રની ક્ષેત્રરેખાઓની દિશામાં વીંટળાય છે, જે આકૃતિ 12.7માં દર્શાવેલ છે. આને જમણા હાથના અંગૂઠાનો નિયમ કહે છે*.

ઉદાહરણ 12.1

કોઈ સમક્ષિતિજ પાવર લાઈનમાં પૂર્વથી પશ્ચિમ દિશા તરફ વિદ્યુતપ્રવાહ વહી રહ્યો છે. તેની બરોબર નીચે આવેલા કોઈ બિંદુ પાસે તથા તેની બરોબર ઉપર આવેલા કોઈ બિંદુ પાસે ચુંબકીય ક્ષેત્રની દિશા કઈ હશે ?

ઉકેલ

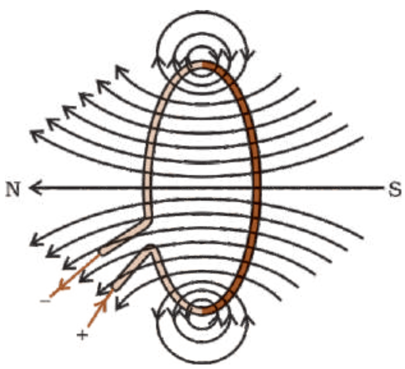
વિદ્યુતપ્રવાહ પૂર્વથી પશ્ચિમ તરફ છે. જમણા હાથના અંગૂઠાનો નિયમ લાગુ પાડતાં પૂર્વ છેડાથી જોતાં ચુંબકીય ક્ષેત્રની દિશા (તારના ઉપર કે નીચે કોઈ બિંદુ પાસે) તારને લંબ સમતલમાં સમઘડી દિશામાં (Clockwise) મળશે. આ જ પ્રમાણે તારના પશ્ચિમ છેડાથી જોતા ચુંબકીય ક્ષેત્રની દિશા વિષમઘડી દિશામાં (Anti-Clockwise) હશે.

પ્રશ્નો

1. ગજિયા ચુંબકની આસપાસ ચુંબકીય ક્ષેત્રરેખાઓ દોરો.
2. ચુંબકીય ક્ષેત્રરેખાઓના ગુણધર્મોની સૂચિ બનાવો.
3. બે ચુંબકીય ક્ષેત્રરેખાઓ એકબીજીને કેમ છેદતી નથી ?

12.2.3 વર્તુળાકાર લૂપમાંથી વહેતા પ્રવાહ વડે ઉદ્ભવતું ચુંબકીય ક્ષેત્ર

(Magnetic Field due to a Current through a Circular Loop)



આકૃતિ 12.8
વિદ્યુતપ્રવાહધારિત લૂપ વડે ઉદ્ભવતા ચુંબકીય ક્ષેત્રની ક્ષેત્રરેખાઓ

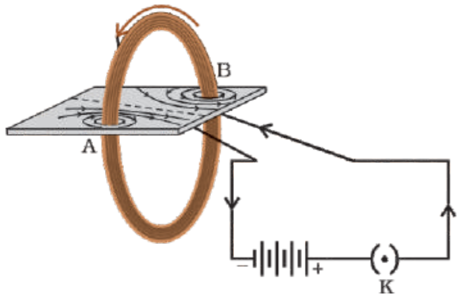
આપણે અત્યાર સુધી સુરેખ વિદ્યુતપ્રવાહધારિત તાર વડે તેની આસપાસ ઉદ્ભવતી ચુંબકીય ક્ષેત્રરેખાઓની ભાતનું અવલોકન કર્યું. ધારો કે આ તારને વાળીને એક વર્તુળાકાર લૂપ બનાવી તેમાંથી વિદ્યુતપ્રવાહ પસાર કરવામાં આવે છે. તો હવે તેના દ્વારા ઉદ્ભવતી ચુંબકીય ક્ષેત્રરેખાઓ કેવી દેખાશે ? આપણે જાણીએ છીએ કે સુરેખ વિદ્યુતપ્રવાહધારિત તાર વડે ઉદ્ભવતું ચુંબકીય ક્ષેત્ર તેનાથી અંતરના વ્યસ્ત પ્રમાણ પર આધારિત છે. તે જ રીતે કોઈ વિદ્યુતપ્રવાહધારિત લૂપની આસપાસ દરેક બિંદુએ ઉત્પન્ન થતાં ચુંબકીય ક્ષેત્રને દર્શાવતાં કેન્દ્રિત વર્તુળોની સાઈઝ તારથી દૂર જતાં સતત મોટી ને મોટી થતી જાય છે (આકૃતિ 12.8). જ્યારે આપણે વર્તુળાકાર લૂપના કેન્દ્ર પાસે પહોંચીએ ત્યારે આ મોટાં વર્તુળોના ચાપ લગભગ સુરેખ રેખા જેવા દેખાય છે. વિદ્યુતપ્રવાહધારિત તારના દરેક બિંદુએથી ઉદ્ભવતી ચુંબકીય ક્ષેત્રરેખાઓ લૂપના કેન્દ્ર પાસે સીધી રેખાઓ જેવી દેખાય છે. જમણા હાથના નિયમનો ઉપયોગ કરી એ હકીકતની સરળતાથી ચકાસણી કરી શકાય કે તારનો દરેક ભાગ લૂપની અંદર ચુંબકીય ક્ષેત્રરેખાઓમાં એક જ દિશામાં ફાળો આપે છે.

* આ નિયમને મેક્સવેલનો કોર્કસ્ક્રૂનો નિયમ પણ કહે છે. જો આપણે કોર્કસ્ક્રૂને વિદ્યુતપ્રવાહની દિશામાં આગળ વધારવાનું વિચારીએ તો કોર્કસ્ક્રૂના પરિભ્રમણની દિશા ચુંબકીય ક્ષેત્રની દિશા હોય છે.

આપણે જાણીએ છીએ કે વિદ્યુતપ્રવાહધારિત તાર વડે આપેલા બિંદુ પાસે ઉદ્ભવતું ચુંબકીય ક્ષેત્ર તેમાંથી વહેતા વિદ્યુતપ્રવાહના સમપ્રમાણમાં હોય છે. તેથી જો વર્તુળાકાર લૂપને n આંટાઓ હોય તો ઉત્પન્ન થતું ચુંબકીય ક્ષેત્ર એક આંટા દ્વારા ઉત્પન્ન થતાં ક્ષેત્ર કરતાં n ગણું હોય છે. કારણ કે દરેક આંટામાં વિદ્યુતપ્રવાહની દિશા સમાન હોય છે અને દરેક આંટા વડે ઉદ્ભવતાં ક્ષેત્રોનો સરવાળો થાય છે.

પ્રવૃત્તિ 12.6

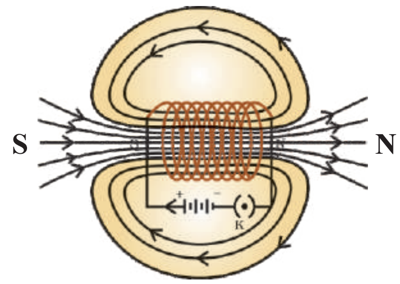
- એક એવું લંબચોરસ પૂઠું લો. જેમાં બે છિદ્રો હોય. પૂઠાના સમતલને લંબ રહે તેમ ઘણા આંટાઓ ધરાવતી એક લૂપને પૂઠામાં દાખલ કરો.
- આકૃતિ 12.9માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે લૂપના છેડાઓ સાથે શ્રેણીમાં બૅટરી, કળ અને એક રિઓસ્ટેટનું જોડાણ કરો.
- લોખંડના ભૂકાને પૂઠા પર સમાન રીતે ભભરાવો.
- કળ મૂકો.
- પૂઠાને હળવેથી થોડા ટકોરા મારો. પૂઠા પર લોખંડના ભૂકાની જે ભાત રચાય છે તેનું અવલોકન કરો.



આકૃતિ 12.9
વિદ્યુતપ્રવાહધારિત વર્તુળાકાર લૂપ વડે ઉદ્ભવતું ચુંબકીય ક્ષેત્ર

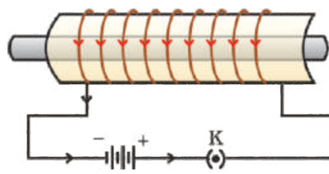
12.2.4 સોલેનોઇડમાંથી વહેતા વિદ્યુતપ્રવાહને કારણે ચુંબકીય ક્ષેત્ર (Magnetic Field due to a Current in a Solenoid)

અલગ કરેલા તાંબાના તારના અત્યંત નજીક વિંટાળેલા ઘણા વર્તુળાકાર આંટા વડે બનતા નળાકારને સોલેનોઇડ કહે છે. વિદ્યુતપ્રવાહધારિત સોલેનોઇડના કારણે રચાતી ચુંબકીય ક્ષેત્રરેખાઓની ભાત આકૃતિ 12.10માં દર્શાવી છે. ગજિયા ચુંબકની ક્ષેત્રરેખાઓની ભાત સાથે આ ભાતની સરખામણી કરો (આકૃતિ 12.4). શું તે એકસમાન દેખાય છે ? હા, તે એકસમાન છે. હકીકતમાં સોલેનોઇડનો એક છેડો ચુંબકીય ઉત્તર ધ્રુવ અને બીજો છેડો ચુંબકીય દક્ષિણ ધ્રુવ તરીકે વર્તે છે. સોલેનોઇડની અંદરના વિસ્તારમાં ક્ષેત્રરેખાઓ પરસ્પર સમાંતર એવી સુરેખાઓ છે. જે દર્શાવે છે કે સોલેનોઇડની અંદરના વિસ્તારમાં બધાં બિંદુએ ચુંબકીય ક્ષેત્ર સમાન હોય છે. એટલે કે, સોલેનોઇડના અંદરના વિસ્તારમાં ચુંબકીય ક્ષેત્ર સમાન હોય છે.



આકૃતિ 12.10
વિદ્યુતપ્રવાહધારિત સોલેનોઇડની અંદર તથા આસપાસ મળતાં ચુંબકીય ક્ષેત્રની ક્ષેત્રરેખાઓ

સોલેનોઇડની અંદરના વિસ્તારમાં ઉદ્ભવતા ચુંબકીય ક્ષેત્રનો નરમ લોખંડ જેવા ચુંબકીય પદાર્થને ગૂંચળાની અંદર રાખી મૅગ્નેટાઇઝ કરવા માટે ઉપયોગ થઈ શકે છે (આકૃતિ 12.11). આ રીતે બનતા ચુંબકને ઇલેક્ટ્રૉમેગ્નેટ કહે છે.



આકૃતિ 12.11
વિદ્યુતપ્રવાહધારિત સોલેનોઇડનો સ્ટીલના સળિયાને તેની અંદર મૂકી મૅગ્નેટાઇઝ કરવા માટેનો ઉપયોગ - ઇલેક્ટ્રૉમેગ્નેટ

પ્રશ્નો

1. ટેબલના સમતલમાં રહેલ તારનું વર્તુળાકાર લૂપ ધ્યાનમાં લો. ધારો કે આ લૂપમાંથી સમઘડી દિશામાં પ્રવાહ પસાર થાય છે. જમણા હાથના નિયમનો ઉપયોગ કરી લૂપની અંદર તેમજ બહાર ચુંબકીય ક્ષેત્રની દિશા શોધો.
2. આપેલ વિસ્તારમાં ચુંબકીય ક્ષેત્ર સમાન છે. આ દર્શાવતી આકૃતિ દોરો.

3. સાચો વિકલ્પ પસંદ કરો.
અતિ લાંબા સુરેખ વિદ્યુતપ્રવાહધારિત સોલેનોઇડના અંદરના વિસ્તારમાં ચુંબકીય ક્ષેત્ર,
(a) શૂન્ય હોય છે.
(b) આપણે જેમ છેડા તરફ જઈએ તેમ ઘટતું જાય છે.
(c) આપણે જેમ છેડા તરફ જઈએ તેમ વધતું જાય છે.
(d) બધાં બિંદુઓએ સમાન હોય છે.

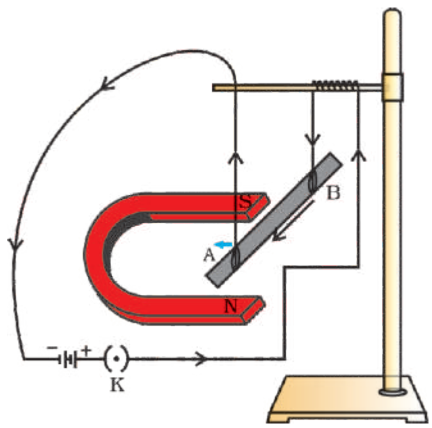
U6W3M7

12.3 ચુંબકીય ક્ષેત્રમાં મૂકેલા વિદ્યુતપ્રવાહધારિત વાહક પર લાગતું બળ (Force on a Current-Carrying Conductor in a Magnetic Field)

આપણે શીખી ગયાં છીએ કે વાહકમાંથી પસાર થતો વિદ્યુતપ્રવાહ ચુંબકીય ક્ષેત્ર રચે છે. આ રીતે ઉદ્ભવતું ચુંબકીય ક્ષેત્ર વાહકની નજીક રાખેલા ચુંબક પર બળ લગાડે છે. ફ્રેન્ચ વૈજ્ઞાનિક એન્દ્રે મેરી ઍમ્પિયર) (Andre Marie Ampere) (1775-1836) એ દર્શાવ્યું કે ચુંબક પણ વિદ્યુતપ્રવાહધારિત વાહક પર સમાન મૂલ્યનું અને વિરુદ્ધ દિશામાં બળ લગાડે છે. ચુંબકીય ક્ષેત્ર દ્વારા વિદ્યુતપ્રવાહધારિત વાહક પર લાગતું બળ નીચેની પ્રવૃત્તિ દ્વારા દર્શાવી શકાય છે :

પ્રવૃત્તિ 12.7

- આકૃતિ 12.12માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે એક નાનો ઍલ્યુમિનિયમનો સળિયો AB (લગભગ 5 cm લંબાઈનો) લો. આકૃતિ (12.12)માં દર્શાવ્યા મુજબ બે વાહક તાર વડે તેને સમક્ષિતિજ રહે તે રીતે સ્ટૅન્ડ પરથી લટકાવો.
- એક પ્રબળ નાળચુંબકને એવી રીતે ગોઠવો કે સળિયો તેના બે ધ્રુવોની મધ્યમાં રહે તથા ચુંબકીય ક્ષેત્ર ઊર્ધ્વ દિશામાં મળે. આ માટે ચુંબકનો ઉત્તર ધ્રુવ ઍલ્યુમિનિયમના સળિયાની નીચે અને દક્ષિણ ધ્રુવ ઉપર રહે તે રીતે ગોઠવો. (આકૃતિ 12.12)
- ઍલ્યુમિનિયમના સળિયાની સાથે શ્રેણીમાં બૅટરી, કળ અને રિઓસ્ટેટ જોડો.
- હવે આ સળિયામાં B છેડાથી A છેડાની દિશામાં પ્રવાહ પસાર કરો.
- તમે શું અવલોકન કરો છો ? સળિયો ડાબી તરફ ખસતો જણાશે. સળિયો સ્થાનાંતર પામે છે તે તમે નોંધી શકશો.
- સળિયામાં વહેતા વિદ્યુતપ્રવાહની દિશા ઊલટાવી સળિયાના સ્થાનાંતરની દિશા જુઓ. હવે તે જમણી તરફ છે. સળિયો કેમ સ્થાનાંતર પામે છે ?

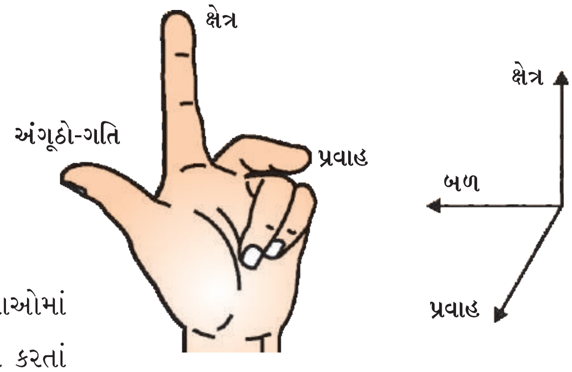


આકૃતિ 12.12 વિદ્યુતપ્રવાહધારિત સળિયો AB: ચુંબકીય ક્ષેત્રને અને તેની લંબાઈને લંબ દિશામાં ચુંબકીય બળ અનુભવે છે. લોહચુંબકનો આધાર અહીં સરળતા ખાતર બતાવેલ નથી

ઉપરની પ્રવૃત્તિમાં થતું સળિયાનું સ્થાનાંતર સૂચવે છે કે વિદ્યુતપ્રવાહધારિત ઍલ્યુમિનિયમના સળિયાને જ્યારે ચુંબકીય ક્ષેત્રમાં મૂકવામાં આવે ત્યારે તેના પર બળ લાગે છે. તે એમ પણ સૂચવે છે કે વિદ્યુતપ્રવાહની દિશા ઉલટાવતાં બળની દિશા પણ ઊલટાય છે. હવે ચુંબકના બંને ધ્રુવોની અદલાબદલી કરી ચુંબકીય ક્ષેત્રની દિશા શિરોલંબ નીચેની દિશામાં કરો. ફરીથી જોઈ શકાય છે

કે વિદ્યુતપ્રવાહધારિત સળિયા પર લાગતા બળની દિશા ઊલટાય છે. આ દર્શાવે છે કે વાહક પર લાગતા બળની દિશા વિદ્યુતપ્રવાહની દિશા તથા ચુંબકીય ક્ષેત્રની દિશા પર આધાર રાખે છે. પ્રયોગો એવું દર્શાવે છે કે સળિયાનું સ્થાનાંતર ત્યારે મહત્તમ હોય છે (અથવા બળનું માન મહત્તમ હોય છે) જ્યારે વિદ્યુતપ્રવાહની દિશા ચુંબકીય ક્ષેત્રની દિશાને લંબ હોય. આવી પરિસ્થિતિમાં આપણે વાહક તાર પર લાગતા બળની દિશા શોધવા માટે એક સરળ નિયમનો ઉપયોગ કરી શકીએ.

પ્રવૃત્તિ 12.7માં આપણે ધારી લીધું હતું કે, વિદ્યુતપ્રવાહની દિશા અને ચુંબકીય ક્ષેત્રની દિશા પરસ્પર લંબ લીધેલ છે અને જણાયું છે કે બળ આ બંનેને લંબ દિશામાં હોય છે. આ ત્રણેય દિશાઓ એક સરળ નિયમ દ્વારા કે જેને ફ્લૅમિંગના ડાબા હાથનો નિયમ કહે છે તેના વડે દર્શાવી શકાય છે. આ નિયમ પ્રમાણે તમારા ડાબા હાથનો અંગૂઠો, પ્રથમ આંગળી અને વચ્ચેની આંગળી આ ત્રણેયને એવી રીતે પ્રસારો કે જેથી તેઓ પરસ્પર લંબ રહે (આકૃતિ 12.13). જો પ્રથમ આંગળી ચુંબકીય ક્ષેત્રની દિશામાં હોય અને બીજી આંગળી વિદ્યુતપ્રવાહની દિશામાં હોય તો અંગૂઠાની દિશા ગતિની દિશા અથવા વાહક પર લાગતા બળની દિશા દર્શાવે છે.



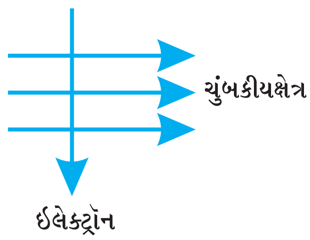
આકૃતિ 12.13
ફ્લૅમિંગનો ડાબા હાથનો નિયમ

વિદ્યુતપ્રવાહધારિત વાહક અને ચુંબકીય ક્ષેત્ર ધરાવતી રચનાઓમાં વિદ્યુતમોટર, વિદ્યુત જનરેટર, લાઉડ સ્પીકર, માઇક્રોફોન અને માપન કરતાં સાધનોનો સમાવેશ થાય છે.

ઉદાહરણ 12.2

આકૃતિ 12.14માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે એક ઇલેક્ટ્રૉન ચુંબકીય ક્ષેત્રને લંબરૂપે દાખલ થાય છે. ઇલેક્ટ્રૉન પર લાગતા બળની દિશા

(a) જમણી બાજુ હશે.
(b) ડાબી બાજુ હશે.
(c) પાનાની બહાર તરફની દિશામાં હશે.
(d) પાનાની અંદર તરફ જતી દિશામાં હશે.



આકૃતિ 12.14

ઉકેલ

ઉત્તર છે વિકલ્પ (d) બળની દિશાએ ફ્લૅમિંગના નિયમ મુજબ ચુંબકીય ક્ષેત્રની દિશા અને પ્રવાહ એમ બંને દિશાને લંબ દિશામાં હોય છે. યાદ કરો કે, પ્રવાહની દિશા ઇલેક્ટ્રૉનની ગતિની વિરુદ્ધ દિશામાં લીધી છે. આથી, બળ પાનાને લંબ અંદર તરફની દિશામાં હશે.

પ્રશ્નો

1. જ્યારે એક પ્રોટોન ચુંબકીય ક્ષેત્રમાં મુક્ત રીતે ગતિ કરે છે ત્યારે નીચેના પૈકી કયો ગુણધર્મ બદલાશે ? (એક કરતાં વધુ સાચા જવાબ હોઈ શકે છે.)
   (a) દળ   (b) ઝડપ
   (c) વેગ   (d) વેગમાન

2. પ્રવૃત્તિ 12.7માં નીચેના કિસ્સામાં સળિયા ABના સ્થાનાંતર પર શું અસર થશે ? (i) સળિયા AB માંથી પસાર થતો પ્રવાહ વધે. (ii) વધુ પ્રબળ નાળચુંબકનો ઉપયોગ કરવામાં આવે. (iii) સળિયા AB ની લંબાઈ વધારવામાં આવે.

3. પશ્ચિમ દિશામાં પ્રક્ષિપ્ત કરેલ ધન વિદ્યુતભારિત કણ (આલ્ફા-કણ)નું ચુંબકીય ક્ષેત્ર દ્વારા ઉત્તર દિશામાં વિચલન થાય છે, તો ચુંબકીય ક્ષેત્રની દિશા

(a) દક્ષિણ તરફ છે. (b) પશ્ચિમ તરફ છે.

(c) અધોદિશામાં છે. (d) ઊર્ધ્વદિશામાં છે.

વધુ જાણવા જેવું !

તબીબી ક્ષેત્રમાં ચુંબકત્વ

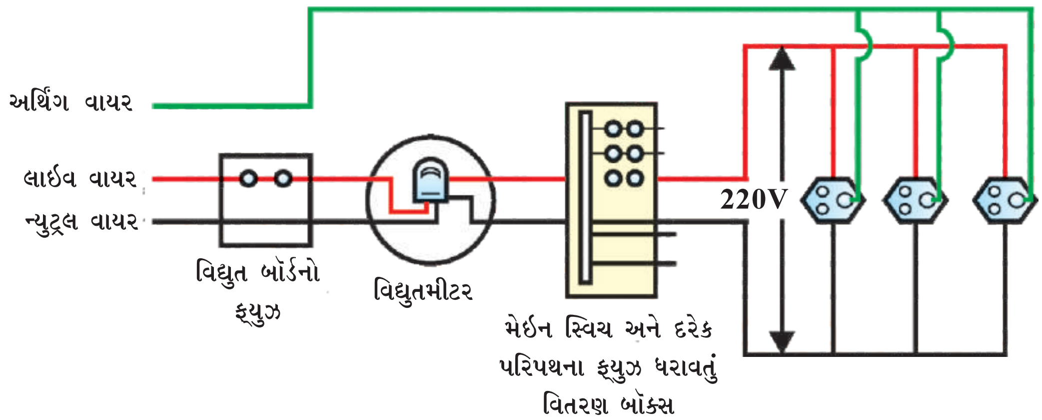
વિદ્યુતપ્રવાહ હંમેશાં ચુંબકીય ક્ષેત્ર ઉત્પન્ન કરે છે. આપણા શરીરના ચેતાકોષોમાં વહેતાં નબળાં આયન-પ્રવાહો પણ ચુંબકીય ક્ષેત્ર ઉત્પન્ન કરે છે. આપણે કોઈક વસ્તુને સ્પર્શ કરીએ છીએ ત્યારે આપણી ચેતાઓ આપણે જે સ્નાયુઓનો ઉપયોગ કરીએ છીએ ત્યાં સુધી વિદ્યુતઆવેગને લઈ જાય છે. આ આવેગ ક્ષણિક ચુંબકીય ક્ષેત્ર ઉત્પન્ન કરે છે. આ ક્ષેત્રો ખૂબ જ નબળા અને આપણી પૃથ્વીના ચુંબકીય ક્ષેત્રના 100 કરોડમાં ભાગ જેટલા હોય છે. મનુષ્યના શરીરમાં બે મુખ્ય અંગ કે જેમાં ગણનાપાત્ર ચુંબકીય ક્ષેત્ર ઉત્પન્ન થાય છે તે અંગો હૃદય અને મગજ છે. શરીરમાં રહેલ ચુંબકીય ક્ષેત્ર, શરીરના જુદા-જુદા ભાગોના પ્રતિબિંબ મેળવવા માટેનો આધાર રચે છે. આ જે તક્નિકની મદદથી કરવામાં આવે છે તેને મૅગ્નેટિક રેઝોનન્સ ઈમેજિંગ (MRI) કહે છે. આ પ્રતિબિંબોનું પૃથક્કરણ તબીબી નિદાનમાં મદદરૂપ છે. આમ, ચુંબકત્વના તબીબી ક્ષેત્રે મહત્ત્વના ઉપયોગ છે.

C2D8H7

12.4 ઘરેલુ વિદ્યુત-પરિપથો (Domestic Electric Circuits)

આપણે આપણા ઘરોમાં વિદ્યુતપાવર મુખ્ય સપ્લાય (જેને મેઈન્સ પણ કહે છે) કે જે ઓવરહેડ ટેકવેલ વિદ્યુતના થાંભલા અથવા ભૂમિગત કૅબલો દ્વારા પ્રાપ્ત કરીએ છીએ. સપ્લાયમાં રહેલા વાયરો પૈકી એક વાયર પર લાલ અવાહક આવરણ લગાડેલ છે, તેને લાઈવ (જીવંત) વાયર (અથવા Positive) કહે છે. બીજો વાયર કે જેની પર કાળુ અવાહક આવરણ લગાડેલ હોય છે તેને ન્યૂટ્રલ (neutral) વાયર (અથવા negative) કહે છે. આપણા દેશમાં આ બે વાયરો વચ્ચે વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત 220V હોય છે.

ઘરમાં લગાડેલ મીટર-બૉર્ડમાં આ વાયરો મુખ્ય ફ્યુઝમાંથી પસાર થઈ એક વિદ્યુતમીટરમાં દાખલ થાય છે. તેમને મેઈન સ્વિચમાંથી પસાર કરી ઘરના લાઈન વાયરો સાથે જોડવામાં આવે છે. આ વાયરો ઘરમાં જુદાં–જુદાં પરિપથોને વિદ્યુતઊર્જા પૂરી પાડે છે. ઘણી વાર ઘરોમાં બે અલગ પરિપથ હોય છે. એક 15 A વિદ્યુતપ્રવાહ રેટિંગ ધરાવતો પરિપથ ગિઝર, એરકૂલર વગેરે જેવા વધુ પાવર રેટિંગ ધરાવતા વિદ્યુત ઉપકરણો માટે વપરાય છે. જ્યારે બીજો 5 A વિદ્યુતપ્રવાહ રેટિંગ ધરાવતો પરિપથ બલ્બ, પંખા વગેરે જેવાં સાધનો માટે વપરાય છે. જેના પર લીલા કલરનું અવાહક આવરણ લગાડેલ હોય છે તે અર્થિંગ વાયર મોટે ભાગે ઘરની નજીક જમીનમાં ધાતુની પ્લેટ સાથે જોડેલ હોય છે. આ તારનો ઉપયોગ મોટે ભાગે ઈલેક્ટ્રિક ઈસ્ત્રી, ટોસ્ટર, ટેબલ ફેન, રેફ્રિજરેટર વગેરે ધાતુનું આવરણ ધરાવતાં વિદ્યુત સાધનોમાં સુરક્ષાના ઉપાય સંદર્ભે કરવામાં આવે છે. આ અર્થિંગ વાયરને આવાં સાધનોની ધાતુની સપાટી સાથે જોડવામાં આવે છે જે વિદ્યુતપ્રવાહ માટે ઓછા અવરોધનો વહન-પથ પૂરો પાડે છે. આમ, ઉપકરણના ધાતુના આવરણ પર કોઈ પ્રવાહનો લીકેજ થાય તો તે અર્થિંગ દ્વારા સીધો જમીનમાં જાય અને સાધનનું વિદ્યુતસ્થિતિમાન જમીનના વિદ્યુતસ્થિતિમાન જેટલું જાળવે છે અને પરિણામ સ્વરૂપ સાધનનો ઉપયોગ કરતા વ્યક્તિને તીવ્ર વિદ્યુત આંચકો (shock) લાગતો નથી.



આકૃતિ 12.15 એક સામાન્ય ઘરેલુ પરિપથનું રેખાચિત્ર

આકૃતિ 12.15માં એક સામાન્ય ઘરેલું વિદ્યુત–પરિપથનું રેખાચિત્ર દર્શાવેલ છે. દરેક અલગ પરિપથમાં અલગ–અલગ ઉપકરણો લાઇવ અને ન્યુટ્રલ વાયરો વચ્ચે જોડવામાં આવે છે. દરેક ઉપકરણોને અલગ ON/OFF સ્વિચ હોય છે, જેથી ઇચ્છાનુસાર તેમાં વિદ્યુતપ્રવાહ પસાર કરી શકાય. દરેક ઉપકરણને સમાન વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત મળે તે માટે તેમને એકબીજા સાથે સમાંતર જોડવામાં આવે છે.

બધાં ઘરેલું પરિપથોમાં વિદ્યુત ફ્યુઝ એક મહત્ત્વપૂર્ણ ઘટક છે. અગાઉના પ્રકરણમાં (વિભાગ 11.7 જુઓ.) આપણે વિદ્યુત ફ્યુઝનો સિદ્ધાંત તેમજ કાર્યપદ્ધતિનો અભ્યાસ કરી ચૂક્યા છીએ. વિદ્યુત–પરિપથમાં લગાડેલ ફ્યુઝ દ્વારા પરિપથ તથા ઉપકરણને ઓવરલોડિંગ (Over loading)થી થતા નુકસાનથી બચાવી શકાય છે. જ્યારે લાઇવ વાયર અને ન્યુટ્રલ વાયર બંને એકબીજા સાથે સીધા સંપર્કમાં આવે ત્યારે ઓવરલોડિંગ થઈ શકે છે (આ ત્યારે બને છે જ્યારે બંને વાયરો પરનું અવાહક આવરણ નુકસાન પામેલ હોય અથવા સાધનમાં કોઈ ક્ષતિ હોય). આવી પરિસ્થિતિમાં કોઈ પરિપથમાં વિદ્યુતપ્રવાહ અચાનક ખૂબ જ વધી જાય છે. તેને શૉર્ટસર્કિટ (Short Circuit) કહે છે. વિદ્યુત ફ્યુઝનો ઉપયોગ વિદ્યુત-પરિપથ તથા વિદ્યુત ઉપકરણમાં વહેતા અનિચ્છનીય ઉચ્ચ વિદ્યુતપ્રવાહને અટકાવી સંભવિત નુકસાનથી બચાવે છે. તેના દ્વારા ફ્યુઝમાં ઉત્પન્ન થતી જૂલ ઉષ્મા (Joule heating) ફ્યુઝને ઓગાળી નાખે છે. જેથી વિદ્યુત-પરિપથ તૂટી જાય છે. સપ્લાય વોલ્ટેજમાં અચાનક વધારાને કારણે પણ ક્યારેક ઓવરલોડિંગ થઈ શકે છે. ક્યારેક-ક્યારેક એક જ સૉકેટમાં વધારે વિદ્યુત ઉપકરણો જોડવાથી પણ ઓવરલોડિંગ થાય છે.

પ્રશ્નો

1. વિદ્યુત-પરિપથો તથા ઉપકરણોમાં સામાન્ય રીતે વપરાતા બે સુરક્ષા ઉપાયોના નામ લખો.
2. 2 kW પાવર રેટિંગ ધરાવતું એક ઇલેક્ટ્રિક ઓવન 5 Aનું પ્રવાહ રેટિંગ ધરાવતા ઘરેલું વિદ્યુત–પરિપથ (220 V)માં વાપરવામાં આવે છે. આ પરિપથમાં તમે કયાં પરિણામોની અપેક્ષા રાખો છો ? સમજાવો.
3. ઘરેલું વિદ્યુત-પરિપથોમાં ઓવરલોડિંગને નિવારવા માટે કઈ સાવધાની રાખવી જોઈએ ?

તમે શીખ્યાં કે

- હોકાયંત્રની સોય એક નાનું ચુંબક છે. તેનો એક છેડો જે ઉત્તર દિશામાં રહે છે, તેને ઉત્તર ધ્રુવ તથા બીજો છેડો જે દક્ષિણ દિશામાં રહે છે તેને દક્ષિણ ધ્રુવ કહે છે.
- ચુંબકની આસપાસ ચુંબકીય ક્ષેત્ર અસ્તિત્વ ધરાવે છે, જેમાં તે ચુંબકના બળને પરખી શકાય છે.
- કોઈ ચુંબકીય ક્ષેત્રના નિરૂપણ માટે ક્ષેત્રરેખાઓનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે. ક્ષેત્રરેખા એ એવા પથ છે કે જેના પર કાલ્પનિક મુક્ત ઉત્તર ધ્રુવ ગતિ કરવાની વર્તણૂક ધરાવે છે. ચુંબકીય ક્ષેત્રના કોઈ બિંદુ પાસે ક્ષેત્રની દિશા તે બિંદુ પાસે રાખેલ ઉત્તર ધ્રુવની ગતિની દિશા દ્વારા દર્શાવાય છે. જ્યાં ચુંબકીય ક્ષેત્ર વધુ પ્રબળ હોય છે ત્યાં ક્ષેત્રરેખાઓ એકબીજાની વધુ નજીક દર્શાવાય છે.
- કોઈ વિદ્યુતપ્રવાહધારિત ધાતુના તાર સાથે એક ચુંબકીય ક્ષેત્ર સંકળાયેલ હોય છે. તારની આસપાસ ક્ષેત્રરેખાઓ અનેક સમકેન્દ્રિત વર્તુળોના સ્વરૂપમાં હોય છે, જેની દિશા જમણા હાથના નિયમથી અપાય છે.
- વાહકમાંથી વહેતા વિદ્યુતપ્રવાહને કારણે તેની આસપાસ મળતી ચુંબકીય ક્ષેત્રની ભાત વાહકના આકાર પર આધાર રાખે છે. વિદ્યુતપ્રવાહધારિત સોલેનોઇડનું ચુંબકીય ક્ષેત્ર ગજિયા ચુંબકના ચુંબકીય ક્ષેત્ર જેવું જ હોય છે.
- વિદ્યુત-ચુંબકમાં નરમ લોખંડનો ગર્ભ (core) હોય છે જેની આસપાસ અવાહક આવરણ ધરાવતાં તાંબાના તારનું ગૂંચળું વીંટાળેલ હોય છે.
- વિદ્યુતપ્રવાહધારિત વાહકને ચુંબકીય ક્ષેત્રમાં મૂકતાં તે બળ અનુભવે છે. જ્યારે ક્ષેત્રની દિશા અને વિદ્યુતપ્રવાહની દિશા પરસ્પર લંબ હોય ત્યારે વાહક તાર પર લાગતા બળની દિશા બંનેને લંબ હોય છે અને તે ફ્લેમિંગના ડાબા હાથના નિયમથી અપાય છે.
- આપણે આપણા ઘરોમાં 220 Vના વિદ્યુત દબાણે AC વિદ્યુતપ્રવાહ પ્રાપ્ત કરીએ છીએ જેની આવૃત્તિ 50 Hz છે. સપ્લાયમાં રહેલ એક તાર લાલ અવાહક આવરણવાળો હોય છે, જેને live વાયર કહે છે. જ્યારે બીજો કાળા અવાહક આવરણવાળો હોય છે જેને neutral વાયર કહે છે. આ બે વાયરો વચ્ચે 220 Vનો વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત હોય છે. ત્રીજો અર્થિંગ વાયર હોય છે, જે લીલું અવાહક આવરણ ધરાવે છે અને તેને જમીનની અંદર ઊંડે રાખેલ ધાતુની પ્લેટ સાથે જોડેલ હોય છે. ધાતુનું આવરણ ધરાવતાં ઉપકરણોમાં વિદ્યુતપ્રવાહના લીકેજને કારણે તેનો ઉપયોગ કરનારને ગંભીર આંચકાથી બચાવવા માટે તે ઉપયોગી છે.
- શૉર્ટસર્કિટ અથવા ઓવરલોડિંગને કારણે થતા નુકસાનથી પરિપથને બચાવવા માટે ફ્યુઝ ખૂબ જ ઉપયોગી સલામતી માટેનું ઉપકરણ છે.

સ્વાધ્યાય

L3H8P6

1. લાંબા (વિદ્યુતપ્રવાહધારિત) સુરેખ તાર નજીક ચુંબકીય ક્ષેત્ર માટે નીચેનામાંથી કયું (વિધાન) સાચું છે ?
   (a) ક્ષેત્ર તારને લંબ એવી સુરેખાઓનું બનેલું છે.
   (b) ક્ષેત્ર તારને સમાંતર એવી સુરેખાઓનું બનેલું છે.
   (c) ક્ષેત્ર તારમાંથી ઉદ્ભવતી ત્રિજ્યાવર્તી રેખાઓનું બનેલું છે.
   (d) ક્ષેત્ર તાર પર કેન્દ્ર ધરાવતા સમકેન્દ્રિય વર્તુળોનું બનેલું છે.

2. શૉર્ટસર્કિટ વખતે સર્કિટમાં વિદ્યુતપ્રવાહ
   (a) ખૂબ જ ઘટી જાય છે. (b) બદલાતો નથી.
   (c) ખૂબ વધી જાય છે. (d) સતત બદલાય છે.

3. નીચેનાં વિધાન સાચાં છે કે ખોટાં તે જણાવો :
   (a) વિદ્યુતપ્રવાહધારિત લાંબી વર્તુળાકાર કૉઇલ (ગૂંચળા)ના કેન્દ્ર પરનું (ચુંબકીય) ક્ષેત્ર સમાંતર સુરેખ રેખાઓ હોય છે.
   (b) વિદ્યુત પુરવઠામાં લીલા રંગનું અવાહક પડ ધરાવતો વાયર સામાન્ય રીતે લાઇવ વાયર હોય છે.

4. ચુંબકીય ક્ષેત્ર ઉત્પન્ન કરવા માટેની બે રીતો લખો.

5. ચુંબકીય ક્ષેત્રમાં મૂકેલ વિદ્યુતપ્રવાહધારિત વાહક ક્યારે સૌથી વધુ બળ અનુભવશે ?

6. ધારો કે તમે એક રૂમમાં એક દીવાલના ટેકે બેઠા છો. પ્રબળ ચુંબકીય ક્ષેત્રને કારણે તમારી પાછળની દિશામાંથી આગળની દીવાલ તરફ આવતું સમક્ષિતિજ ઇલેક્ટ્રૉનનું કિરણજૂથ તમારી જમણી બાજુની દિશામાં ફંટાય છે. ચુંબકીય ક્ષેત્રની દિશા કઈ હશે ?

7. (1) વિદ્યુતપ્રવાહધારિત સુરેખ વાહક તારની આસપાસ ઉત્પન્ન થતા ચુંબકીય ક્ષેત્રની દિશા નક્કી કરવા માટેનો નિયમ લખો.
   (2) ચુંબકીય ક્ષેત્રને લંબ મૂકેલા સુરેખ વિદ્યુતપ્રવાહધારિત વાહક તાર વડે અનુભવાતા બળની દિશા નક્કી કરવા માટેનો નિયમ લખો.
   (3) ચુંબકીય ક્ષેત્રમાં ગૂંચળાને ભ્રમણ કરાવતા તેમાં પ્રેરિત થતા વિદ્યુતપ્રવાહની દિશા નક્કી કરવા માટેનો નિયમ લખો.

8. વિદ્યુત શૉર્ટસર્કિટ ક્યારે થાય છે ?

9. અર્થિંગ વાયરનું કાર્ય શું છે ? ધાતુના સાધનને અર્થિંગ કરવું કેમ જરૂરી છે ?