අ.පො.ස. (උසස් පෙළ)

භෞතික විද්‍යාව
13 ශ්‍රේණිය
සම්පත් පොත

බල ක්ෂේත්‍ර හා ධාරා විද්‍යුතය
5, 6, 7, 8 වන ඒකක

විද්‍යා දෙපාර්තමේන්තුව
විද්‍යා හා තාක්ෂණ පීඨය
ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය
www.nie.lk

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

භෞතික විද්‍යාව

සම්පත් පොත

බල ක්ෂේත්‍ර හා ධාරා විද්‍යුතය

5, 6, 7, 8 වන ඒකක

13 ශ්‍රේණිය

පළමු මුද්‍රණය - 2021

විද්‍යා දෙපාර්තමේන්තුව
විද්‍යා හා තාක්ෂණ පීඨය
ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය
www.nie.lk

මුද්‍රණය : මුද්‍රණාලය
ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය
මහරගම

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

අධ්‍යක්ෂ ජනරාල්ගේ පණිවිඩය

අධ්‍යාපනයේ ගුණාත්මකභාවය වර්ධනය කිරීම සඳහා ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය විසින් වරින් වර අවස්ථානුකූලව විවිධ පියවර ගනු ලැබේ. අදාළ විෂය සඳහා සම්පත් පොත් සකස් කිරීම එවන් පියවරකි.

12 සහ 13 ශ්‍රේණිවල විෂය නිර්දේශය සහ ගුරු අත්පොත් මඟින් යෝජිත ඉගෙනුම් - ඉගැන්වීම් ක්‍රියාවලිය සාර්ථකව ක්‍රියාත්මක කිරීම සඳහා සහාය කර ගනු පිණිස අතිරේක සම්පත් පොත ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය විසින් සකස් කර ඇත.

මේ ග්‍රන්ථය මඟින් විෂය නිර්දේශයට අදාළ විෂය කරුණු සැපයීම ඔස්සේ විෂය සන්ධාරය ඉගෙනීමට සිසුන්ට ද පහසුකම් සැපයෙනු ඇත.

මේ පොත සම්පාදනය කිරීමට සම්බන්ධ වූ ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනයේ කාර්ය මණ්ඩලයට හා බාහිර විෂය විශේෂඥයන්ට මාගේ කෘතඥතාව පළ කරමි.

ආචාර්ය සුනිල් ජයන්ත නවරත්න
අධ්‍යක්ෂ ජනරාල්
ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය
මහරගම

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

අධ්‍යක්ෂවරයාගේ පණිවිඩය

2017 වර්ෂයේ සිට ශ්‍රී ලංකාවේ සාමාන්‍ය අධ්‍යාපන පද්ධතියේ අ.පො.ස. (උසස් පෙළ) සඳහා තාර්කීකරණයට ලක් කළ නව විෂයමාලාවක් ක්‍රියාත්මක වේ. ඉන් අදහස් වන්නේ මෙතෙක් පැවැති විෂයමාලාව යාවත්කාලීන කිරීමකි. මේ කාර්යයේ දී අ.පො.ස. (උසස් පෙළ) රසායන විද්‍යාව, භෞතික විද්‍යාව හා ජීව විද්‍යාව යන විෂයවල විෂය සන්ධාරයේත්, විෂය ආකෘතියේත්, විෂයමාලා ද්‍රව්‍යවලත් යම් යම් සංශෝධන සිදු කළ අතර, ඊට සමගාමීව ඉගෙනුම්-ඉගැන්වීමේ ක්‍රමවේදයේත්, ඇගයීම් හා තක්සේරුකරණයේත් යම් යම් වෙනස්වීම් අපේක්ෂා කරන ලදි. විෂය මාලවේ අඩංගු විෂය කරුණුවල ප්‍රමාණය විශාල වශයෙන් අඩු කරන ලද අතර, ඉගෙනුම්-ඉගැන්වීමේ අනුක්‍රමයේ යම් යම් වෙනස්වීම් ද සිදු කරනු ලැබී ය. පැවති විෂයමාලා ද්‍රව්‍යයක් වූ ගුරු මාර්ගෝපදේශ සංග්‍රහය වෙනුවට ගුරු අත්පොතක් හඳුන්වා දෙන ලදි.

උසස් පෙළ විද්‍යා විෂය සඳහා ඉංග්‍රීසි භාෂාවෙන් සම්පාදිත අන්තර්ජාතික වශයෙන් පිළිගත් ග්‍රන්ථ පරිශීලනය කිරීම පසුගිය විෂයමාලා ක්‍රියාත්මක කිරීමේ දී අත්‍යවශ්‍ය විය. එහෙත් විවිධ පෙළපොත් භාවිත කිරීමේ දී පරස්පරවිරෝධී විෂය කරුණු සඳහන් වීමත්, දේශීය විෂයමාලාවේ සීමා අභිභවා ගිය විෂය කරුණු ඒවායේ ඇතුළත් වීමත් නිසා ගුරුභවතුන්ට හා සිසුන්ට එම ග්‍රන්ථ පරිහරණය පහසු වූයේ නැත. මේ ග්‍රන්ථය ඔබ අතට පත් වන්නේ ඒ අවශ්‍යතාව සපුරාලීමට ගත් උත්සාහයක ප්‍රතිඵලයක් ලෙස ය.

එබැවින් මේ ග්‍රන්ථය මඟින් දේශීය විෂයමාලාවේ සීමාවලට යටත්ව සිය මව් භාෂාවෙන් අදාළ විෂය සන්ධාරය පරිහරනය කිරීමට සිසුන්ට අවස්ථාව සලසා ඇත. එමෙන් ම විවිධ ග්‍රන්ථ, අතිරේක පන්ති වැනි මූලාශ්‍රවලින් අවශ්‍ය තොරතුරු ලබා ගැනීම වෙනුවට විෂයමාලාව මඟින් අපේක්ෂිත තොරතුරු ගුරුභවතුන්ට හා සිසුන්ට නිවැරදිව ලබා ගැනීමට මේ ග්‍රන්ථය උපකාරී වනු ඇත.

විෂය සම්බන්ධ විශ්වවිද්‍යාල ආචාර්යවරුන් හා ගුරුභවතුන් විසින් සම්පාදිත මේ ග්‍රන්ථය ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනයේ විෂයමලා කමිටුවෙන් ද අධ්‍යයන මණ්ඩලයෙන් ද පාලක සභාවෙන් ද අනුමැතිය ලබා ඔබ අතට පත් වන බැවින් ඉහළ ප්‍රමිතියෙන් යුතු බව නිර්දේශ කළ හැකි ය.

ආචාර්ය ඒ.ඩී. අසෝක ද සිල්වා
අධ්‍යක්ෂ
විද්‍යා දෙපාර්තමේන්තුව
ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

අනුශාසකත්වය

රංජිත් පද්මසිරි මයා
නියෝජ්‍ය අධ්‍යක්ෂ ජනරාල්
විද්‍යා හා තාක්‍ෂණ පීඨය, ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය

මෙහෙයවීම

ආචාර්ය ඒ. ඩී. අසෝක ද සිල්වා
අධ්‍යක්ෂ, විද්‍යා දෙපාර්තමේන්තුව - ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය

සංස්කරණය

පී. මලවිපතිරණ - ජ්‍යෙෂ්ඨ කථිකාචාර්ය, ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය
ආචාර්ය එම්. එල්. එස්. පියතිස්ස - සහකාර කථිකාචාර්ය, ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය
ආර්. ඒ. අමරසිංහ මෙණවිය - සහකාර කථිකාචාර්ය, ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය
ආර්. එන්. එන්. වීරසිංහ මිය - සහකාර කථිකාචාර්ය, ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය

විෂය උපදේශනය

ආචාර්ය එම්. කේ. ජයනන්ද - භෞතික විද්‍යා අධ්‍යයනාංශය, කොළඹ විශ්වවිද්‍යාලය
මහාචාර්ය එස්. ආර්. ඩී. රෝසා - භෞතික විද්‍යා අධ්‍යයනාංශය, කොළඹ විශ්වවිද්‍යාලය

රචනය

ඩී. එස්. විතානච්චි - හිටපු ප්‍රධාන ව්‍යාපෘති නිලධාරි,
ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය

භාෂා සංස්කරණය - ජයත් පියදසුන්
ප්‍රධාන උප කර්තෘ - සිළුමිණ, ලේක්හවුස්

පිටුවැස්ම හා
පරිගණක වදන් සැකසුම - ඉරේෂා රංගනා දිසානායක මිය
ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය

විවිධ සහාය

- මංගල වැලිපිටිය - ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය
- පද්මා වීරවර්ධන මිය - ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය
- ආර්. කේ. ප්‍රනාන්දු මිය - ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය
- එස්. එන්. සුබසිංහ මෙණවිය - ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

පටුන

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

5 වන ඒකකය

ගුරුත්වාකර්ෂණ ක්ෂේත්‍රය
Gravitational Field

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

පළමු වන පරිච්ඡේදය

ගුරුත්වාකර්ෂණ බල ක්ෂේත්‍රය
(Gravitational Force Field)

1.1 ගුරුත්වාකර්ෂණ බලය

කෙප්ලර් නම් වූ විද්‍යාඥයා විසින් 13 වැනි ශත වර්ෂයේ මුල් භාගයේ දී විවිධ ග්‍රහයන්ගේ චලිත පිළිබඳ කරන ලද නිරීක්ෂණ මඟින් ඒවායේ ඉලිප්සීය චලිතය සහ පරිභ්‍රමණ කාලාවර්ත පිළිබඳ වාර්තා කොට ඇත.

ඒ ශත වර්ෂයේ ම මැද භාගයේ දී, අයිසෙක් නිව්ටන් විද්‍යාඥයා විසින්, සූර්යයා වටා ඉලිප්සීය පථ ඔස්සේ සිදු වන ග්‍රහයන්ගේ චලිත පිළිබඳ සිදු කරන ලද ගවේෂණ අනුව මෙම චලිත සඳහා සූර්යයා මගින් එම ග්‍රහයින් මත ඇති කරන එක්තරා ආකර්ෂණ බලයක් උපකාරී වන බව අනාවරණය කරන ලදී.

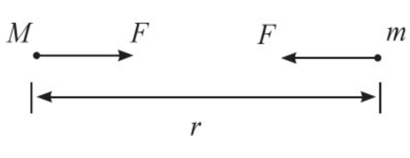
අයිසෙක් නිව්ටන් දිනක් තම ගෙවත්තේ කල්පනා කරමින් සිටින අතරතුර ගසකින් ඇපල් ගෙඩියක් බිමට වැටෙන අයුරු දර්ශනය විය. ගසෙන් ගිලිහී ඇපල් ගෙඩිය බිමට වැටුණේ මන්ද යන ප්‍රශ්නය ඔහුට මතුවිය. පසුකලෙක ඔහු විසින් ගසෙන් ගිලිහුණු ඇපල් ගෙඩිය පොළොවට ඇද ගන්නේ, පෘථිවිය වටා පරිභ්‍රමණය වන චන්ද්‍රයා එහි කක්ෂයෙහි රඳවා ඇත්තේ ද යම්කිසි ආකර්ශණ බලයක් හේතුවෙන් බව ප්‍රකාශ කරන ලදී. පෘථිවිය මත වස්තුවල චලිතය ද, විශ්වයේ ග්‍රහ, තාරකා ආදියේ චලිතය ද එකම ආකාරයේ භෞතික නියමවලට යටත් විය යුතු බව ඔහු විශ්වාස කළේ ය.

වැඩි දුරටත් සිදු කරන ලද පර්යේෂණ මගින් විශ්වයේ පවතින ඕනෑම ස්කන්ධ දෙකක් අතර මෙම ආකර්ෂණ බල පවතින බව පෙන්වා දෙන ලදුව එම ආකර්ශණ බල "**ගුරුත්වාකර්ෂණ බල**" ලෙස නම් කරන ලදී.

ග්‍රහ චලිතය පිළිබඳ කෙප්ලර්ගේ නියම සවිස්තරව අන්වේෂණය කිරීමෙන් පසුව ඕනෑම වස්තූන් දෙකක් අතර පවත්නා අන්‍යෝන්‍ය ගුරුත්වාකර්ෂණ බලය පිළිබඳ නියමය 1666 වර්ෂයේදී අයිසෙක් නිව්ටන් විසින් ප්‍රකාශයට පත් කරන ලදී.

1.2 ගුරුත්වාකර්ෂණය පිළිබඳ නිව්ටන්ගේ සර්වත්‍ර නියමය

"විශ්වයේ වූ ඕනෑම වස්තු දෙකක් අතර අන්‍යෝන්‍ය ආකර්ෂණ බලයක් ක්‍රියාත්මක වන අතර, එම බලය එම වස්තූන්ගේ ස්කන්ධවලට අනුලෝම වශයෙන් ද ඒවා අතර දුරෙහි වර්ගයට ප්‍රතිලෝම වශයෙන් ද සමානුපාතික වේ."



1.1 රූපය

ඒ අනුව r දුරින් පිහිටි ස්කන්ධ M සහ m වන අංශු දෙකක් අතර ගුරුත්වාකර්ෂණ බලය,

$$F = G\frac{Mm}{r^2}$$ ලෙස ප්‍රකාශ වේ.

G යනු ගුරුත්වාකර්ෂණ නියතය ලෙස හැඳින්වෙන සර්වත්‍ර නියතයකි. $G = 6.67 \times 10^{-11}\ \mathrm{N\ m^2\ kg^{-2}}$

යම් වස්තුවක ස්කන්ධය හේතුකොට ගෙන ඒ අවට ප්‍රදේශයෙහි ගුරුත්වාකර්ෂණ බල ක්ෂේත්‍රයක් හට ගනී. යම් ස්කන්ධ දෙකක් අතර ගුරුත්වාකර්ෂණ බලය එම ස්කන්ධ වටා ඇති ගුරුත්වාකර්ෂණ ක්ෂේත්‍ර අතර ඇතිවන අන්තර් ක්‍රියාවෙහි ප්‍රතිඵලයක් ලෙස සැලකේ. එනම් ගුරුත්වාකර්ෂණ ක්ෂේත්‍රය යනු බල ක්ෂේත්‍රයකි.

1.3 ගුරුත්වාකර්ෂණ ක්ෂේත්‍ර තීව්‍රතාව

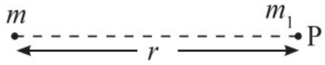
ගුරුත්වාකර්ෂණ ක්ෂේත්‍රයක තිබෙන යම් ලක්ෂ්‍යයක එම ක්ෂේත්‍රයේ ප්‍රබලත්වය මනිනු ලබන්නේ එම ලක්ෂ්‍යයේ ''ගුරුත්වාකර්ෂණ ක්ෂේත්‍ර තීව්‍රතාව'' නම් වූ රාශියෙනි. ගුරුත්වාකර්ෂණ ක්ෂේත්‍රයක යම් ලක්ෂ්‍යයක ක්ෂේත්‍ර තීව්‍රතාව යනු එම ලක්ෂ්‍යයේ තැබූ ඒකක ස්කන්ධයක් මත ක්‍රියා කරන බලයයි.

මේ අනුව ගුරුත්වාකර්ෂණ ක්ෂේත්‍රයක යම් ලක්ෂ්‍යයක තැබූ ඒකක ස්කන්ධයක් මත බලය එහි '**ගුරුත්වාකර්ෂණයේ ක්ෂේත්‍ර තීව්‍රතාව**' ලෙස අර්ථ දැක්වේ. එනම් ගුරුත්වාකර්ෂණ ක්ෂේත්‍රයක තැබූ m ලක්ෂීය ස්කන්ධයක් මත F බලයක් ක්‍රියා කරයි නම් එහි ගුරුත්වාකර්ෂණයේ ක්ෂේත්‍ර තීව්‍රතාවය, $g = \frac{F}{m}$ ලෙස දැක්විය හැක.

ගුරුත්වාකර්ෂණ ක්ෂේත්‍ර තීව්‍රතාව g හි ඒකකය $\mathrm{N\,kg^{-1}}$ වේ.

1.3.1 ඒකලිත ලක්ෂ්‍යාකාර ස්කන්ධයක ගුරුත්වාකර්ෂණ ක්ෂේත්‍රයෙහි වූ ලක්ෂ්‍යයක ගුරුත්වාකර්ෂණ ක්ෂේත්‍ර තීව්‍රතාව

ගුරුත්වාකර්ෂණ ක්ෂේත්‍රයක සරලම නිදර්ශණය වන්නේ ඒකලිත ලක්ෂ්‍යාකාර ස්කන්ධයක් නිසා ඇති වන ගුරුත්වාකර්ෂණ ක්ෂේත්‍රයයි.



1.2 රූපය

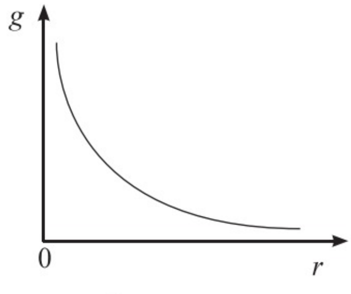
P යනු m ලක්ෂ්‍යාකාර ස්කන්ධයේ ගුරුත්වාකර්ෂණ ක්ෂේත්‍රයෙහි, එම ස්කන්ධයේ සිට r දුරින් පිහිටි ලක්ෂ්‍යයකි. Pහි ගුරුත්වාකර්ෂණ ක්ෂේත්‍ර තීව්‍රතාව සෙවීම සඳහා 1.2 රූපයේ දක්වා ඇති පරිදි එහි m_1 ස්කන්ධ අංශුමාත්‍රයක් තබා එය මත බලය සොයමු.

නිව්ටන්ගේ ගුරුත්වාකර්ෂණ නියමය අනුව,

m_1 ස්කන්ධය මත බලය $F = G\frac{m\,m_1}{r^2}$ ලෙස ලියා දැක්විය හැකි ය.

එබැවින් P හි ගුරුත්වාකර්ෂණ ක්ෂේත්‍ර තීව්‍රතාව $g = \frac{F}{m_1} = G\frac{m}{r^2}$ යන සමීකරණයෙන් නිරූපණය වේ.

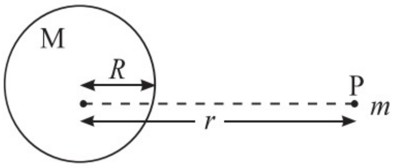
ගුරුත්වාකර්ෂණ බලය යනු අත්‍යාවශ්‍යයෙන්ම ආකර්ෂණ බලයකි. එහෙයින් ඉහත තීව්‍රතාව m ස්කන්ධය වෙතට යොමු වූ දෛශික රාශියකි. ලක්ෂ්‍යාකාර ස්කන්ධයේ සිට දුර සමඟ ගුරුත්වාකර්ෂණ ක්ෂේත්‍ර තීව්‍රතාව විචලනය වන අයුරු 1.3 ප්‍රස්තාරයෙන් නිරූපණය වේ.



1.3 රූපය

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

1.3.2 ගෝලාකාර ස්කන්ධයක් වටා ඇති ගුරුත්වාකර්ෂණ ක්ෂේත්‍ර තීව්‍රතාව



1.4 රූපය

ස්කන්ධය M වූ ද අරය R වූ ද 1.4 රූපයෙහි දක්වා ඇති ගෝලාකාර වස්තුවෙහි කේන්ද්‍රයේ සිට r $(r > R)$ දුරින් පිහිටි P ලක්ෂ්‍යයෙහි ගුරුත්වාකර්ෂණ ක්ෂේත්‍ර තීව්‍රතාව සෙවීම සඳහා එහි m ස්කන්ධ අංශු මාත්‍රයක් තබා එය මත බලය සොයමු.

ගෝලයේ මුළු ස්කන්ධය එහි කේන්ද්‍රයේ ඒකරාශීවී ඇතැයි උපකල්පනය කළ විට,

M හා m අතර ඇති ගුරුත්වාකර්ෂණ බලය, $F = G\dfrac{Mm}{r^2}$

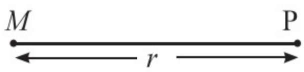
එබැවින් Pහි ගුරුත්වාකර්ෂණ ක්ෂේත්‍ර තීව්‍රතාව, $g = \dfrac{F}{m} = G\dfrac{M}{r^2}$

එසේම, ගෝල පෘෂ්ඨය ආසන්නයේ ගුරුත්වාකර්ෂණ තීව්‍රතාව, $g = \dfrac{GM}{R^2}$ මගින් දෙනු ලැබේ.

1.4 ගුරුත්වාකර්ෂණ විභවය

ගුරුත්වාකර්ෂණ ක්ෂේත්‍රයක් තුළ වූ යම් ලක්ෂ්‍යයක තබා ඇති ඕනෑම ස්කන්ධයක් ගුරුත්වාකර්ෂණ බලයට ලක්වන හෙයින්, එම ස්කන්ධය අපරිමිත දුරක සිට එකී ලක්ෂ්‍යය කරා ගෙන ඒම සඳහා එක්තරා කාර්යයක් ක්ෂේත්‍රය මගින් සිදු කරනු ලබයි. මෙම කාර්යය විභව ශක්තිය ලෙස තැන්පත් වේ. එබැවින් අනන්තයේ සිට ඒකක ස්කන්ධයක් එම ලක්ෂ්‍යය කරා ගෙන ඒමේදී සිදුවන කාර්යය එහි **ගුරුත්වාකර්ෂණ විභවය** ලෙස හැඳින්වේ.

1.4.1 ඒකලිත ස්කන්ධයක ගුරුත්වාකර්ෂණ ක්ෂේත්‍රයේ වූ ලක්ෂ්‍යයක ගුරුත්වාකර්ෂණ විභවය



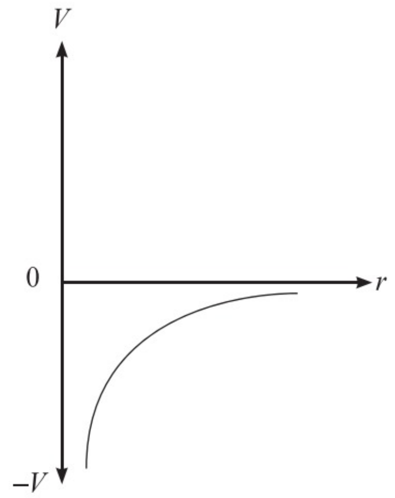
1.5 රූපය

M ස්කන්ධයේ ගුරුත්වාකර්ෂණ ක්ෂේත්‍රය තුළ, එම ස්කන්ධයේ සිට r දුරින් P ලක්ෂ්‍යය පිහිටා ඇත. අනන්තයේ සිට P කරා ඒකක ස්කන්ධයක් ගෙන ඒමේදී සිදුවන කාර්යය, $W = -G\dfrac{M}{r}$ බව ගණිතයෙන් ව්‍යුත්පන්න කළ හැකි වේ.

එබැවින් P හි ගුරුත්වාකර්ෂණ විභවය $V = -G\dfrac{M}{r}$ මගින් දෙනු ලැබේ.

මෙහි ඍණ ලකුණෙන් දැක්වෙන්නේ අදාළ කාර්යය ක්ෂේත්‍රයට එරෙහිව නොව ක්ෂේත්‍රය මගින් සිදු කරන බවයි. තව ද කාර්යය යනු අදිශ රාශියක් වන හෙයින් ගුරුත්වාකර්ෂණ විභවය ද අදිශ රාශියකි.

ලක්ෂ්‍යාකාර ස්කන්ධයක සිට ඇති දුර සමඟ ගුරුත්වාකර්ෂණ විභවය විචලනය වන අයුරු 1.6 රූපයෙන් දක්වා ඇති ප්‍රස්තාරයෙන් දැක්වේ.

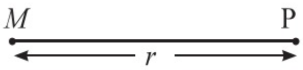


1.6 රූපය

1.4.2 ගුරුත්වාකර්ෂණ ක්ෂේත්‍රයක තබා ඇති ස්කන්ධයක විභව ශක්තිය

ගුරුත්වාකර්ෂණ ක්ෂේත්‍රයක යම් ලක්ෂ්‍යයක විභවය V නම්, එහි තැබූ ඒකක ස්කන්ධයක විභව ශක්තිය V වේ.

එබැවින් එම ලක්ෂ්‍යයේ තැබූ m ස්කන්ධයක විභව ශක්තිය $E = mV$ මඟින් දෙනු ලැබේ.



1.7 රූපය

ඉහත 1.7 රූපයේ පෙන්වා ඇති P ලක්ෂ්‍යය M ස්කන්ධයට අයත් ගුරුත්වාකර්ෂණ ක්ෂේත්‍රය තුළ, M ස්කන්ධයේ සිට r දුරින් පිහිටයි නම් එහි විභවය $V = -G\dfrac{M}{r}$ මඟින් දෙනු ලැබේ.

එබැවින් එම P ලක්ෂ්‍යයෙහි තැබූ m ස්කන්ධයේ විභව ශක්තිය, $E = mV = -G\dfrac{Mm}{r}$ ලෙස ප්‍රකාශ කළ හැකි ය.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

දෙවන පරිච්ඡේදය

පෘථිවි ගුරුත්වාකර්ෂණ ක්ෂේත්‍රය
(Earth's Gravitational Field)

පෘථිවියෙහි ස්කන්ධය අනුව එයට ආවේනික වූ ගුරුත්වාකර්ෂණ ක්ෂේත්‍රයක් එය වටා නිර්මාණය වී ඇත.

2.1 පෘථිවිය මත ගුරුත්වාකර්ෂණ ක්ෂේත්‍ර තීව්‍රතාව

පෘථිවිය යනු ස්කන්ධය M වූ ද අරය R වූ ද ගෝලාකාර වස්තුවක් ලෙස සැලකූ කළ, එහි

පෘෂ්ඨයෙහි තැබූ ස්කන්ධය m වූ වස්තුවක් මත ගුරුත්වාකර්ෂණ බලය, $F = G\dfrac{Mm}{R^2}$ වේ.

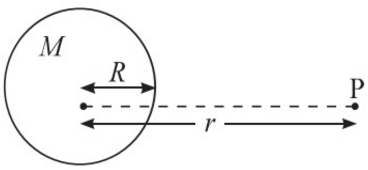
තවද, පෘථිවි පෘෂ්ඨය මත ඇති m ස්කන්ධයක් මත ගුරුත්වාකර්ෂණ බලය එම ස්කන්ධයේ බර ලෙස සළකයි.

$$\text{එනම්}\quad F = mg$$

$$\therefore\quad mg = G\frac{Mm}{R^2}$$

එබැවින් ගුරුත්වාකර්ෂණ ක්ෂේත්‍ර තීව්‍රතාව, $g = G\dfrac{M}{R^2}$ ලෙස ලියා දැක්විය හැකි ය.

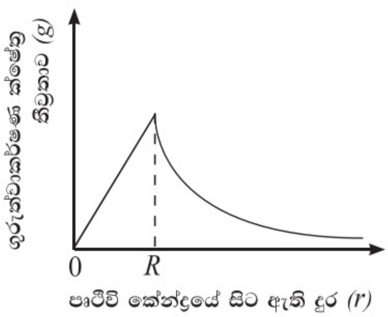
මේ අනුව පෘථිවි පෘෂ්ඨය මත ගුරුත්වජ ත්වරණයත් එහි ගුරුත්වාකර්ෂණ ක්ෂේත්‍ර තීව්‍රතාවත් එකම අගයක් ගන්නා බව පෙනී යයි.



2.1 රූපය

පෘථිවි කේන්ද්‍රයේ සිට r ($>R$) දුරින් පිහිටි P ලක්ෂ්‍යයක තබා ඇති m ස්කන්ධයක් 2.1 රූපයේ නිරූපණය කර ඇති අතර මෙම m ස්කන්ධය මත ක්‍රියාත්මක වන ගුරුත්වාකර්ෂණ බලය $F = G\dfrac{Mm}{r^2}$ ලෙස ලියා දැක්විය හැකි ය.

එබැවින් Pහි ගුරුත්වාකර්ෂණ ක්ෂේත්‍ර තීව්‍රතාව, $g = \dfrac{F}{m} = G\dfrac{M}{r^2}$ ලෙස දැක්විය හැකි ය.

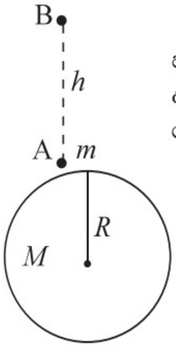


2.2 රූපය

පෘථිවි කේන්ද්‍රයේ සිට පෘථිවි පෘෂ්ඨයට හා පෘථිවි පෘෂ්ඨයේ සිට පිටතට ගුරුත්වාකර්ෂණ ක්ෂේත්‍ර තීව්‍රතාව, පෘථිවි මධ්‍ය ලක්ෂ්‍යයේ සිට ඇති දුර සමඟ විචලනය වන අයුරු 2.2 රූපයේ ඇති ප්‍රස්තාරයෙන් නිරූපණය වේ.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

2.2 විභව ශක්තිය සඳහා *mgh* ප්‍රකාශනය ව්‍යුත්පන්න කිරීම



2.3 රූපය

පෘථිවි පෘෂ්ඨය ආසන්නයේ වූ A ලක්ෂ්‍යයක සිට එයට h උසකින් වූ B ලක්ෂ්‍යයක් දක්වා m ස්කන්ධයක් සහිත වස්තුවක් රැගෙන යන අවස්ථාවක් 2.3 රූපයේ පෙන්වා ඇත. පෘථිවියේ ස්කන්ධය M යයි ද එහි අරය R යයි ද සිතමු.

A ලක්ෂයෙහි ගුරුත්වාකර්ෂණ විභවය $= -G\dfrac{M}{R}$

Aහි දී වස්තුව සතු ගුරුත්වාකර්ෂණ විභව ශක්තිය $= -G\dfrac{Mm}{R}$

B ලක්ෂයෙහි ගුරුත්වාකර්ෂණ විභවය $= \dfrac{-GM}{(R+h)}$

Bහි දී වස්තුව සතු ගුරුත්වාකර්ෂණ විභව ශක්තිය $= \dfrac{-GMm}{(R+h)}$

A හි සිට B දක්වා රැගෙන යාමේදී වස්තුවට ලැබුණු අමතර විභව ශක්තිය E නම්,

$$E = \frac{-GMm}{(R+h)} - \left(\frac{-GMm}{R}\right)$$

$$E = \left[\frac{-GMm\,h}{(R+h)\,R}\right]$$

$h << R$ වන විට දී $(R+h)\,R \simeq R^2$ ලෙස සැලකිය හැකි ය.

$\therefore\ E = \dfrac{GMm\,h}{R^2}$ ——(1) ලෙස ලිවිය හැකි ය.

පෘථිවි පෘෂ්ඨය ආසන්නයේ ගුරුත්වජ ත්වරණ g නම්,

$g = \dfrac{GM}{R^2}$ ——(2) ලෙස ලිවිය හැකි ය.

ඉහත සමීකරණ දෙක සැලකීමෙන් විභව ශක්තිය, $E = mg\,h$ ලෙස ව්‍යුත්පන්න කළ හැකි ය.

එබැවින් විභව ශුන්‍ය මට්ටමකට සාපේක්ෂව h උසකින් පිහිටි වස්තුවක් සතු ගුරුත්වාකර්ෂණ විභව ශක්තිය $E = mg\,h$ මගින් දෙනු ලබයි.

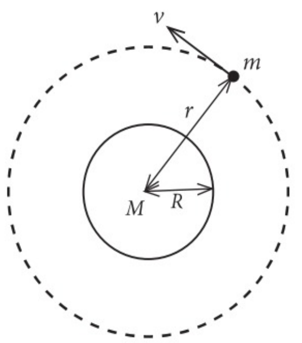
(සැ.යු. R සමඟ සසඳන විට ඉතා කුඩා h අගයන් සඳහා පමණක් මෙම ප්‍රකාශනය භාවිත කළ හැකි වේ.)

2.3 පෘථිවිය වටා චන්ද්‍රිකා චලිතය

අපගේ පෘථිවිය වටා පරිභ්‍රමණය වන චන්ද්‍රිකා බොහෝ ය. මේ අතුරෙන් එකම ස්වභාවික චන්ද්‍රිකාව වන්නේ චන්ද්‍රයා ය. චන්ද්‍රයා සහ අනෙක් සියලු කෘත්‍රිම චන්ද්‍රිකාවල චලිත සඳහා පොදු මූලධර්ම පාදක වේ.

චන්ද්‍රිකාවක් කක්ෂගත කිරීම සඳහා පළමුව එය රොකට්ටුවක් මගින් කක්ෂයේ අරයට සරිලන උසට ගෙන යනු ලැබේ. අනතුරුව පෘථිවි පෘෂ්ඨයට සමාන්තරව අටවා ඇති රොකට් එන්ජින් මගින් එයට ස්පර්ශීය ප්‍රවේගය ලබා දෙනු ලැබේ. බොහෝ කෘත්‍රිම චන්ද්‍රිකා සාමාන්‍යයෙන් ගමන් ගන්නේ ඉලිප්සීය පථයන්හි වේ. නමුත් ඒවා වෘතාකාර පථයක ගමන් කරන්නේ යැයි සළකමු.

නිදසුනක් වශයෙන් 2.5 රූපයේ දැක්වෙන පරිදි ස්කන්ධය m වන චන්ද්‍රිකාවක් v වේගයෙන් අරය r වන වෘත්තාකාර පථයක පෘථිවිය වටා පරිභ්‍රමණය වන්නේ යයි සිතමු.



2.5 රූපය

මෙම වෘත්ත චලිතය සඳහා අවශ්‍ය වන කේන්ද්‍රාභිසාරී බලය සැපයෙනුයේ පෘථිවියේ ගුරුත්වාකර්ෂණයෙනි, පෘථිවිය ස්කන්ධය M නම්,

එවිට,

$F = ma$ සමීකරණයට අනුව, $G\frac{Mm}{r^2} = \frac{mv^2}{r}$

[$\frac{v^2}{r}$ = කේන්ද්‍රාභිසාරී ත්වරණය]

$$v^2 = \frac{GM}{r}$$

එබැවින් චන්ද්‍රිකාවේ වේගය, $v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$ ලෙස දැක්විය හැකි ය.

චන්ද්‍රිකාවෙහි ආවර්ත කාලය (T) $= \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{v/r} = \frac{2\pi r}{v}$

$$= \frac{2\pi r}{\sqrt{\frac{GM}{r}}}$$

එබැවින් චන්ද්‍රිකාවෙහි ආවර්ත කාලය, $T = 2\pi\sqrt{\frac{r^3}{GM}}$ ලෙස ව්‍යුත්පන්න කළ හැකි ය.බ

G සහ M යන රාශීන් නියත වේ. මේ අනුව ඉහත ප්‍රකාශනවලින් පෙනීයන්නේ චන්ද්‍රිකාවක වේගයත් එහි ආවර්ත කාලයක් රඳා පවත්නේ එහි කක්ෂයේ අරය මත පමණක් බවයි.

පෘථිවියට ආසන්නව පරිභ්‍රමණය වන චන්ද්‍රිකාවක් සැලකීමේ දී,
කක්ෂයේ අරය (r) $\approx$ පෘථිවියේ අරය (R) ලෙස සැලකිය හැකි ය.
තවද පෘථිවිය මත ගුරුත්වජ ත්වරණය g නම්, එහි ඕනෑම වස්තුවක බර එම වස්තුව මත ගුරුත්වාකර්ෂණ බලයට සමාන වේ.

$$mg = G\frac{Mm}{R^2}$$

$$\therefore \; GM = gR^2$$

ඉහත චන්ද්‍රිකාවේ වේගය හා ආවර්ත කාලය සඳහා ව්‍යුත්පන්න කළ ප්‍රකාශනවලට ආදේශයෙන්,

වේගය, $v = \sqrt{\frac{GM}{r}} = \sqrt{\frac{gR^2}{R}} = \sqrt{gR}$ ලෙස දැක්විය හැකි ය.

ආවර්ත කාලය, $T = 2\pi\sqrt{\frac{R^3}{gR^2}} = 2\pi\sqrt{\frac{R}{g}}$ ලෙස දැක්විය හැකි ය.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

2.3.1 පෘථිවියට ආසන්නව ගමන් කරන චන්ද්‍රිකාවක වේගය සහ ආවර්ත කාලය ගණනය කිරීම

පෘථිවියේ අරය $R = 6.4 \times 10^6$ m සහ $g = 10$ m s^{-2} ලෙස සලකමු.
වේගය $v = \sqrt{gR}$ සමීකරණයට ආදේශයෙන්

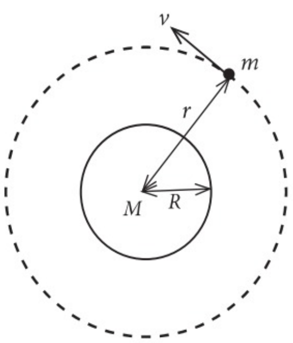
චන්ද්‍රිකාවේ වේගය, $v = \sqrt{10 \times 6.4 \times 10^6} = \sqrt{64 \times 10^6} = 8 \times 10^3 \text{ m s}^{-1}$

$T = 2\pi \sqrt{\dfrac{R}{g}}$ සමීකරණයට ආදේශයෙන්

චන්ද්‍රිකාවේ ආවර්ත කාලය, $T = 2\pi \sqrt{\dfrac{6.4 \times 10^6}{10}} = 5028 \text{ s}$

$T \approx 1 \text{ h } 24 \text{ min}$

2.3.2 පරිභ්‍රමණය වන චන්ද්‍රිකාවක ශක්තිය



2.6 රූපය

ස්කන්ධය m වන චන්ද්‍රිකාවක්, ස්කන්ධය M වන පෘථිවිය වටා v වේගයෙන් අරය r වූ කක්ෂයක 2.6 රූපයේ පෙන්වා ඇති පරිදි ගමන් කරන්නේ යැයි සිතමු.

එවිට, කක්ෂයේ ඕනෑම ලක්ෂ්‍යයක ගුරුත්වාකර්ෂණ විභවය $V = -G\dfrac{M}{r}$ වේ.

එමනිසා කක්ෂයේ ගමන් කරන චන්ද්‍රිකාවෙහි විභව ශක්තිය $(E_1) = -G\dfrac{Mm}{r}$ ලෙස දැක්විය හැකි ය.

තව ද, චන්ද්‍රිකාවෙහි චාලක ශක්තිය $(E_2) = \dfrac{1}{2}mv^2$ වේ.

කේන්ද්‍රාභිසාරී බලය = ගුරුත්වාකර්ෂණ බලය බැවින්

$$\frac{mv^2}{r} = G\frac{Mm}{r^2}$$

$$\therefore \quad \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}G\frac{Mm}{r}$$

$$E_2 = \frac{1}{2}G\frac{Mm}{r}$$

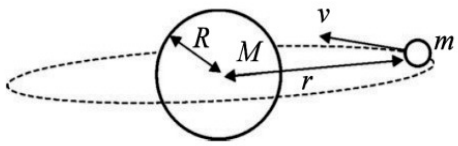
චන්ද්‍රිකාවෙහි මුළු ශක්තිය $E = E_1 + E_2$ මඟින් දෙනු ලැබේ.

$$\therefore \quad E = -G\frac{Mm}{r} + \frac{1}{2}G\frac{Mm}{r}$$

ඒ අනුව චන්ද්‍රිකාවෙහි මුළු ශක්තිය, $E = -\dfrac{1}{2}G\dfrac{Mm}{r}$ ලෙස දැක්විය හැකි ය.

ඉහත ප්‍රකාශනය චන්ද්‍රිකාවක ශක්ති සමීකරණය ලෙස හැඳින්වේ.

2.3.3 භූ ස්ථාවර චන්ද්‍රිකා



2.7 රූපය

පෘථිවියෙහි යම් නිශ්චිත ලක්ෂ්‍යයකට සිරස්ව ඉහළින් මුළු කාලය පුරා පවතින චන්ද්‍රිකාවක් භූ ස්ථාවර චන්ද්‍රිකාවක් ලෙස හැඳින්වේ. මෙම චන්ද්‍රිකාවල ආවර්ත කාලය පැය 24ක් වන සේ එහි කක්ෂයෙහි අරය සකස් කොට ඇත. ලෝකයේ විවිධ දේශයන් අතර සන්නිවේදන කටයුතු සඳහා යොදා ගැනීම පිණිස කක්ෂ ගත කොට ඇති මෙම චන්ද්‍රිකා මගින් අත්‍යාවශ්‍යයෙන් ම පිළිපැදිය යුතු කරුණු කීපයක් මෙසේ ය.

1. භූ ස්ථාවර චන්ද්‍රිකාව පෘථිවිය භ්‍රමණය වන අතටම පරිභ්‍රමණය විය යුතු ය.
2. එය පරිභ්‍රමණය වන කෝණික ප්‍රවේගය පෘථිවිය භ්‍රමණය වන කෝණික ප්‍රවේගයට සම විය යුතු ය.
   එනම් එහි ආවර්ත කාලය පැය 24ක් විය යුතු ය.
3. එය පෘථිවියේ සමකය පිහිටි තලයේ වූ කක්ෂයක පරිභ්‍රමණය විය යුතු ය.

චන්ද්‍රිකාවක ආවර්ත කාලය $T = 2\pi\sqrt{\dfrac{r^3}{GM}}$ අනුව,

භූ ස්ථාවර චන්ද්‍රිකාවක ආවර්ත කාලය $24 \times 60 \times 60 = 86400$ s

$$\therefore \quad 86400 = 2 \times \frac{22}{7}\sqrt{\frac{r^3}{6.7\times10^{-11}\times 6.0\times 10^{24}}}$$

$$r = 42400 \times 10^3\,\text{m}$$

පෘථිවියේ අරය 6400 km වේ නම්,

චන්ද්‍රිකාව පෘථිවියට ඉහළින් උස $= (42400 - 6400)$ km

$= 36000$ km

සියළු භූ ස්ථාවර චන්ද්‍රිකා පෘථිවියේ සිට ඉහත උසින් පිහිටි එකම කක්ෂයක පවතිනු ඇත.

2.3.4 වියෝග ප්‍රවේගය

පෘථිවියට නැවත ළඟා නොවන සේ, යම් වස්තුවක් පෘථිවියේ පෘෂ්ඨයේ සිට ගුරුත්වාකර්ෂණය අභිබවා අභ්‍යාවකාශයට යැවීමට අවශ්‍ය වන අවම ප්‍රවේගය වියෝග ප්‍රවේගයයි.

ස්කන්ධය M වූ ද අරය R වූ ද පෘථිවියෙහි පෘෂ්ඨයේ තබා ඇති ස්කන්ධය m වූ වස්තුවක විභව ශක්තිය, $E_1 = -G\dfrac{Mm}{R}$ වේ.

මෙම වස්තුව පෘථිවි පෘෂ්ඨයේ සිට v ප්‍රවේගයෙන් අභ්‍යාවකාශයට ප්‍රක්ෂේපණය කරන්නේ නම් එහි මුළු ශක්තිය,

$$E = \text{චාලක ශක්තිය} + \text{විභව ශක්තිය}$$

$$= \frac{1}{2}mv^2 + \left(-G\frac{Mm}{R}\right)$$

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

v යනු වියෝග ප්‍රවේගය නම් මෙම මුළු ශක්තිය අනන්ත දුරක දී සියල්ල වැයවී ශුන්‍යය බවට පත්වනු ඇත. එවිට ශක්ති සංස්ථිති නියමය අනුව,

$$\frac{1}{2}mv^2 - G\frac{Mm}{R} = 0$$

$$\frac{1}{2}mv^2 = G\frac{Mm}{R}$$

$$v = \sqrt{\frac{2GM}{R}}$$ ($G\frac{M}{R^2} = g$ = පෘථිවි පෘෂ්ඨය මත ගුරුත්වාකර්ෂණ තීව්‍රතාව බැවින්)

$$v = \sqrt{2gR}$$

$g = 9.8\ \mathrm{m\ s^{-2}}$ සහ පෘථිවියේ අරය $R = 6.4 \times 10^6$ m ලෙස ගැනීමෙන්,

පෘථිවි පෘෂ්ඨයේ වූ වස්තුවක් සඳහා වියෝග ප්‍රවේගය $= \sqrt{2 \times 9.8 \times 6.4 \times 10^6}$

$= \sqrt{19.6 \times 6.4 \times 10^6}$

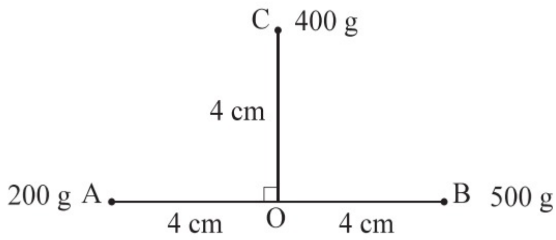
$= \sqrt{196 \times 64 \times 10^4}$

$= 14 \times 8 \times 10^2 = 112 \times 10^2\ \mathrm{m\ s^{-1}}$

$= 11.2\ \mathrm{km\ s^{-1}}$

<u>විසඳූ අභ්‍යාසය</u>

1.



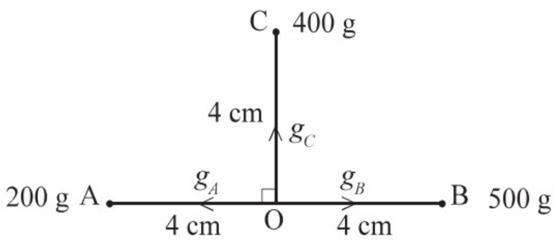
දිග 8 cm වූ AB සරල රේඛාවේ A කෙළවරෙහි 200 g ස්කන්ධයක් B කෙළවරෙහි 500 g ස්කන්ධයක් ද ඇත. AB හි ලම්බ සම්විච්ඡේදකය වූ OC රේඛාවෙහි O සිට 4 cmක් දුරින් පිහිටි C ලක්ෂ්‍යයෙහි 400 g ස්කන්ධයක් ද තබා ඇත.

(i) O ලක්ෂ්‍යයෙහි පූර්ණ ගුරුත්වාකර්ෂණ ක්ෂේත්‍ර තීව්‍රතාව

(ii) O ලක්ෂ්‍යයෙහි පූර්ණ ගුරුත්වාකර්ෂණ විභවය

සොයන්න.

(i)



තිරස් දිශාවට විභේදනය සැලකීමෙන්,

$$\longrightarrow \quad g_1 = g_B - g_A = G\frac{500\times10^{-3}}{(4\times10^{-2})^2} - G\frac{200\times10^{-3}}{(4\times10^{-2})^2}$$

$$= G\frac{300\times10^{-3}}{(4\times10^{-2})^2} = G\frac{3\times10^3}{16}$$

සිරස් දිශාවට විභේදනය සැලකීමෙන්,

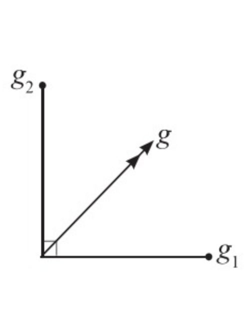
$$\uparrow \quad g_2 = g_C = G\frac{400\times10^{-3}}{(4\times10^{-2})^2} = G\frac{4\times10^3}{16}$$

Oහි ගුරුත්වාකර්ෂණ ක්ෂේත්‍ර තීව්‍රතාව,

$$g = \sqrt{{g_1}^2 + {g_2}^2}$$

$$= G\frac{10^3}{16}\sqrt{4^2+3^2} = G\frac{5\times10^3}{16}$$

$$= 3.125\times10^2\,G$$



© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

(ii) O ලක්ෂ්‍යයෙහි ගුරුත්වාකර්ෂණ විභවය,

$$V = \left[G\,\frac{200\times10^{-3}}{(4\times10^{-2})} + G\,\frac{500\times10^{-3}}{(4\times10^{-2})} + G\,\frac{400\times10^{-3}}{(4\times10^{-2})} \right]$$

$$= \frac{G\times10^{-1}}{4\times10^{-2}}\,(2+5+4) = -\,G\,\frac{110}{4}$$

$$= -\,27.5\,G\ \mathrm{J\,kg^{-1}}$$

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

6 වන ඒකකය

ස්ථිති විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍රය

Electrostatic Field

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.
© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

පළමු පරිච්ඡේදය

ස්ථිති විද්‍යුත් බලය

(Electrostatic Force)

1.1 හැඳින්වීම

ක්‍රිස්තු පූර්ව 6 වැනි සියවසේ තේල්ස් (Thales) නම් වූ ග්‍රීක ජාතික පර්යේෂකයකු විසින් විවිධ ඝනවස්තු වෙනත් වියළි ද්‍රව්‍යවලින් පිරිමැදීමෙන් එම ඇතිල්ලීමට ලක් වූ වස්තුව, කුඩා කඩදාසි කැබලි, කෙස් කැබලි වැනි සැහැල්ලු ද්‍රව්‍ය ආකර්ෂණය කරන බව සොයා ගන්නා ලදී. පළමුවෙන් ම සේදවලින් පිරිමැදීමට ලක් වූ ඇම්බර් කැබැල්ලක් මගින් මෙම ලක්ෂණය ප්‍රදර්ශනය කරන ලදී.

මෙසේ යම් වස්තු වෙනත් ද්‍රව්‍ය මගින් පිරිමැදීමේ දී ලබා ගන්නා ආකර්ෂණ ගුණය පිළිබඳ විධිමත් පර්යේෂණ මෙයට ශත වර්ෂ ගණනාවකට පසුව ඉංග්‍රීසි ජාතික විලියම් ගිල්බට් සහ ඇමෙරිකානු ජාතික බෙන්ජමින් ෆ්‍රෑන්ක්ලින් යන විද්‍යාඥයින් විසින් සිදු කරනු ලදුව මෙම සංසිද්ධිය විද්‍යාත්මක ලෙස විශ්ලේෂණය කොට ලැබූ නිගමන සාරාංශ ගත කරන ලදී.

1. වෙනත් ද්‍රව්‍යයකින් පිරිමදිනු ලැබූ වස්තුවක් ආකර්ෂණ ගුණය අයත් කර ගත් විට එය විද්‍යුතයෙන් ආරෝපණය වී ඇතැයි කියනු ලැබේ.
2. පිරිමැදීමෙන් ආරෝපණය කළ ඇතැම් වස්තු එකිනෙක විකර්ෂණය කරන අතර තවත් වස්තු එකිනෙක ආකර්ෂණය වේ. එහෙයින් එකිනෙකට ප්‍රතිවිරුද්ධ ගුණ දක්වන්නාවූ විද්‍යුත් ආරෝපණ දෙවර්ගයක් පවතින අතර ඒවා ධන (+) ආරෝපණ සහ ඍණ (–) ආරෝපණ ලෙස නම් කෙරේ.
3. සජාතීය ආරෝපණ (+, + සහ –, –) එකිනෙක විකර්ෂණය වන අතර විජාතීය ආරෝපණ (+, –) එකිනෙක ආකර්ෂණය වේ.
4. උදාසීන වස්තුවක ආරෝපණ දෙවර්ගයම සමව පවතී. මේවා අතුරෙන් ඍණ (–) ආරෝපණ පමණක් සචල වන අතර ඒවා "**ඉලෙක්ට්‍රෝන**" ලෙස ද හැඳින් වේ.
5. යම් වස්තුවකින් ඍණ (–) ආරෝපණ ඉවත් කළ විට එහි ඉතිරි වන අතිරික්ත ධන (+) ආරෝපණ නිසා එය ධන (+) ආරෝපිත වස්තුවක් වන අතර, එම වස්තුවට ඍණ (–) ආරෝපණ ලබා දුන්විට එය ඍණ (–) ආරෝපිත වස්තුවක් වේ.

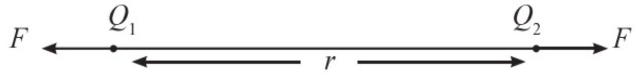
1.2 ස්ථිති විද්‍යුත් ආරෝපණ දෙකක් අතර බලය

ස්ථිති විද්‍යුත් ආරෝපණ දෙකක් සජාතීය නම් ඒවා අතර විකර්ෂණ බලයක් ද විජාතීය නම් ඒවා අතර ආකර්ශණ බලයක් ද ඇති වන බව තහවුරු වූ පසු ආරෝපණ අතර පවත්නා මෙම අන්‍යෝන්‍ය බලය පිළිබඳ ව 18 වන සියවසෙහි විසූ චාල්ස් කූලොම් නම් ප්‍රංශ ජාතික විද්‍යාඥයා විසින් සිදු කරන ලද පර්යේෂණ මගින් එළැඹි ප්‍රතිඵල අනුව පහත දැක්වෙන නියමය ඉදිරිපත් කරන ලදී.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

කුලෝම් නියමය

''ලක්ෂ්‍යාකාර විද්‍යුත් ආරෝපණ දෙකක් අතර අන්‍යෝන්‍ය බලය, එම ආරෝපණ දෙකෙහි ගුණිතයට අනුලෝමව ද ඒවා අතර දුරෙහි වර්ගයට ප්‍රතිලෝමව ද සමානුපාතික වේ.''



එනම් එකිනෙකට r පරතරයකින් පවත්නා Q_1 හා Q_2 ආරෝපණ දෙකක් අතර, ස්ථිති විද්‍යුත් බලය

$F \propto Q_1 Q_2$ සහ $F \propto \frac{1}{r^2}$ වේ.

මෙම ප්‍රතිඵල දෙකම එක් කිරීමෙන්

$$F \propto \frac{Q_1 Q_2}{r^2}$$

$$\therefore \quad F = k \times \frac{Q_1 Q_2}{r^2}$$ මෙහි k යනු නියතයකි.

ආරෝපණ දෙකක් අතර බලය ඒවා අතර පවත්නා මාධ්‍ය මත ද රඳා පවතී. k නියතයට ඇතුළත් කොට ඇති මාධ්‍ය සතු මෙම ගුණය ''පාරවේද්‍යතාව'' ලෙස හැඳින්වෙන අතර එය ''ε'' යන සංකේතයෙන් නිරූපණය වේ.

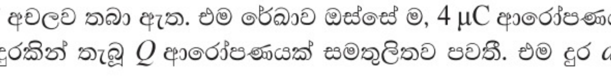
නිදහස් අවකාශය සඳහා ''ε_0'' ලෙස ද, වෙනත් මාධ්‍ය සඳහා ''ε'' ලෙස ද එය සංකේතවත් වන අතර, $\frac{\varepsilon}{\varepsilon_0}$ යන අනුපාතය සාපේක්ෂ පාරවේද්‍යතාව ලෙස ε_r සංකේතයෙන් දැක්වේ. නිදහස් අවකාශ $\varepsilon_r = 1$ සඳහා වන අතර වාතය සඳහා ද ආසන්න වශයෙන් $\varepsilon_r = 1$ සේ සැලකේ. වෙනත් මාධ්‍ය සඳහා $\varepsilon_r > 1$ වේ.

ඉහත $k = \frac{1}{4\pi\varepsilon}$ ලෙස නිරූපණය වේ. මේ අනුව නිදහස් අවකාශයේ එකිනෙකට r දුරින් තබා ඇති Q_1 සහ Q_2 විද්‍යුත් ආරෝපණ දෙකක් අතර අන්‍යෝන්‍ය බලය, $F = \left(\frac{1}{4\pi\varepsilon_o}\right)$ ලෙස ප්‍රකාශ කළ හැකි ය.

අන්තර්ජාතික ඒකක ක්‍රමය අනුව ආරෝපණයක විශාලත්වය කුලෝම් (C) වලින් මනිනු ලබන බැවින් $\frac{1}{4\pi\varepsilon_o} = 9 \times 10^9 \text{ N m}^2 \text{ C}^{-2}$ ලෙස දැක්විය හැකිය.

උදාහරණය :

නිදහස් අවකාශයේ සරල රේඛාවක එකිනෙකට 6 cmක් දුරින් +4 μC සහ –16 μC ආරෝපණ දෙකක් අචලව තබා ඇත. එම රේඛාව ඔස්සේ ම, 4 μC ආරෝපණයට පිටතින්, එම ආරෝපණයේ සිට d දුරකින් තැබූ Q ආරෝපණයක් සමතුලිතව පවතී. එම දුර d සොයන්න.



Q ආරෝපණයේ සමතුලිතතාව සඳහා,

Q මත +4 μC ආරෝපණයෙන් ඇති වන විකර්ෂණ බලය, එය මත –16 μC ආරෝපණයෙන් ඇති

වන ආකර්ෂණ බලයට සමාන විය යුතු ය.

$$\frac{1}{4\pi\varepsilon_o}\ \frac{4\times10^{-6}\,Q}{d^2} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_o}\ \frac{16\times10^{-6}\,Q}{(6+d)^2}$$

$$\frac{4}{d^2} = \frac{16}{(6+d)^2}$$

$$\frac{2}{d} = \frac{4}{6+d}$$

$$d = 6\ \text{cm}$$

1.3 ස්ථිති විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍රය

ඕනෑම විද්‍යුත් ආරෝපණයක් අවට පෙදෙසට වෙනත් ආරෝපණයක් ඇතුල් වූ කළ එය මත බලයක් ක්‍රියාත්මකවීම හේතුවෙන් එම පෙදෙස බල ක්ෂේත්‍රයකින් සමන්විත බව පෙන්වයි. මෙම බල ක්‍රියාත්මක වන්නේ ස්ථිති විද්‍යුත් ආරෝපණ මත හෙයින් එම ක්ෂේත්‍රය **ස්ථිති විද්‍යුත් බල ක්ෂේත්‍රයක්** ලෙස හැඳින්වේ.

1.3.1 විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍ර තීව්‍රතාව

ස්ථිති විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍රයක් යම් තැනකදී ප්‍රබල ද, තවත් තැනක දී මධ්‍යස්ථ ද වෙනත් තැනකදී දුබල ද විය හැකි ය. විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍රයක මෙම තත්ත්වය මනිනු ලබන්නේ **''විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍ර තීව්‍රතාව''** නම් වූ රාශියෙනි.

විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍රයක් තුළ වූ යම් ලක්ෂ්‍යයක ක්ෂේත්‍ර තීව්‍රතාව යනු එම ලක්ෂ්‍යයෙහි තැබූ ඒකක ධන ආරෝපණයක් (+1 C) මත ක්‍රියා කරන බලයයි. තව ද එම තීව්‍රතාව දෛශික රාශියක් වන අතර එම ධන ආරෝපණය මත ක්‍රියාකරන බලයෙහි දිශාවෙන් තීව්‍රතාවෙහි දිශාව නිරූපණය වේ.

මේ අනුව විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍රයක යම් ලක්ෂ්‍යයක තැබූ ''q'' ආරෝපණයක් මත බලය F නම් එම ලක්ෂ්‍යයෙහි විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍ර තීව්‍රතාව, $E = \dfrac{F}{q}$ වන අතර N C^{-1} එහි ඒකකය වේ.

එමෙන්ම තීව්‍රතාව E වන ලක්ෂ්‍යයක තැබූ ''q'' ආරෝපණයක් මත බලය $F = Eq$ වේ.

1.3.2 විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍රය නිරූපණය

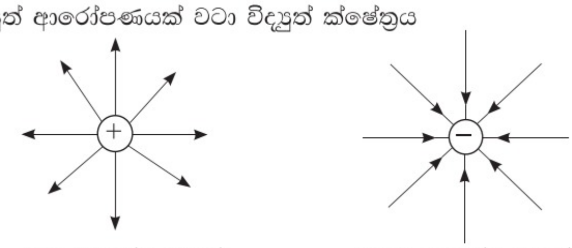
විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍රයක් යනු බල ක්ෂේත්‍රයක් වුව ද එය විද්‍යුත් ආරෝපණයක් හෝ ආරෝපණ ව්‍යාප්තියක් වටා ඇති හිස් අවකාශයක් විය හැකි ය. එහෙත් මෙම බල ක්ෂේත්‍රය පිළිබඳ ව අධ්‍යයනය කිරීමේ දී එම බල ක්‍රියාත්මක වන පථයන් නිරූපණය කිරීමට සිදු වේ.

මේ සඳහා විද්‍යුත් බල රේඛා නම් වූ කල්පිත රේඛා විශේෂයක් භාවිත කරනු ලැබේ. විද්‍යුත් බල රේඛාවක් යනු විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍රයක තැබූ ඉතා කුඩා ධන විද්‍යුත් ආරෝපණයක්, එය මත ඇතිවන විද්‍යුත් බලය හේතුවෙන් ගමන් ගන්නා පථයක් ලෙස සැලකිය හැකි ය. බල රේඛාවේ දිශාව වන්නේ ධන ආරෝපණය ගමන් ගන්නා දිශාවයි. විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍රයක ඉතා කුඩා පෙදෙසක් තුළ මෙවැනි බල රේඛා අති විශාල සංඛ්‍යාවක් පැවතිය හැකි අතර බල රේඛා දෙකක් කිසි විටෙකත් එකිනෙක ඡේදනය වීමක් හෝ ස්පර්ශ වීමක් හෝ සිදු නොවේ.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

උදාහරණ :

1. ලක්ෂ්‍යාකාර විද්‍යුත් ආරෝපණයක් වටා විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍රය

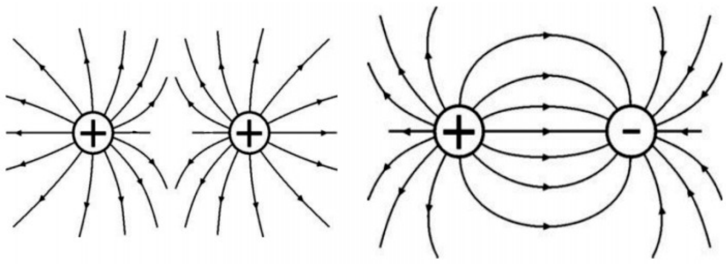


ධන ආරෝපණයක් වටා විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍රය

සෘණ ආරෝපණයක් වටා විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍රය

1.1 රූපය

2. ලක්ෂ්‍යාකාර ආරෝපණ දෙකක් වටා විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍ර

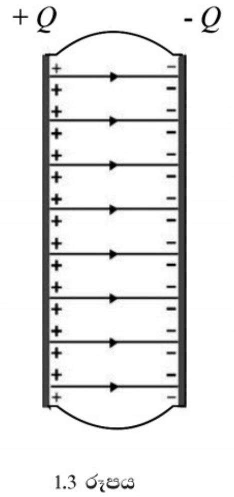


සජාතීය විද්‍යුත් ආරෝපණ දෙකක් වටා විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍රය

විජාතීය විද්‍යුත් ආරෝපණ දෙකක් වටා විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍රය

1.2 රූපය

3. ආරෝපිත සමාන්තර තහඩු දෙකක් අතර ක්ෂේත්‍රය



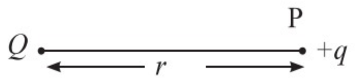
1.3 රූපය

විජාතීය ආරෝපණවලින් ආරෝපිත තහඩු දෙකක් අතර විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍රය

1.3.4 ලක්ෂ්‍යාකාර ආරෝපණයක් නිසා ඇතිවන විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍රයෙහි ලක්ෂ්‍යයක ක්ෂේත්‍ර තීව්‍රතාව

ස්ථිති විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍රයක සරලම අවස්ථාව වන්නේ ඒකලිත ලක්ෂ්‍යාකාර ආරෝපණයක් වටා විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍රයයි.

පාරවේද්‍යතාව ε වන මාධ්‍යයක පිහිටි Q ලක්ෂ්‍යාකාර ආරෝපණයක් වටා ඇති විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍රයෙහි 1.4 රූපයේ පෙන්වා ඇති පරිදි P ලක්ෂය පිහිටා ඇත්තේ එම ආරෝපණයේ සිට r දුරිනි. P හි විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍ර තීව්‍රතාව සෙවීම සඳහා එහි ඉතා කුඩා $+q$ ආරෝපණයක් තබා එය මත බලය සොයමු.



1.4 රූපය

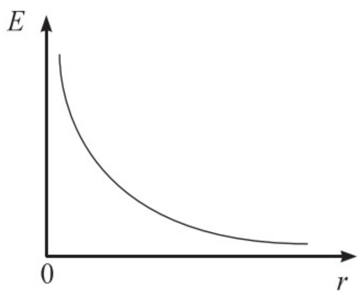
කුලොම් නියමය අනුව $+q$ ආරෝපණය මත බලය $(F) = \frac{1}{4\pi\varepsilon}\frac{Qq}{r^2}$

එබැවින් P හි විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍ර තීව්‍රතාව, $E = \frac{F}{q} = \frac{1}{4\pi\varepsilon}\frac{Qq}{r^2 q}$

$$\therefore \qquad E = \left(\frac{1}{4\pi\varepsilon}\right)\frac{Q}{r^2}$$ ලෙස ප්‍රකාශ කළ හැකි ය.

විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍රය නිදහස් අවකාශයේ නම්, $E = \left(\frac{1}{4\pi\varepsilon_o}\right)\frac{Q}{r^2}$ වේ.

මෙම විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍ර තීව්‍රතාව ආරෝපණයේ සිට ඇති දුර සමඟ විචලනය වන අයුරු 1.5 රූපයේ ප්‍රස්ථාරය මඟින් නිරූපණය කර ඇත.



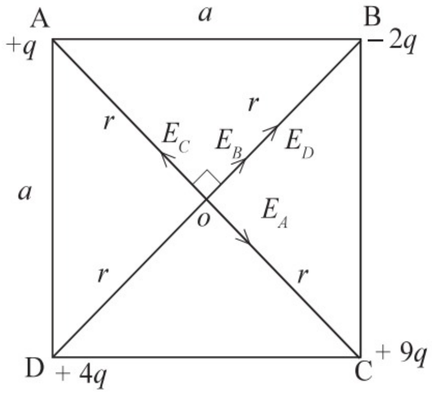
1.5 රූපය

ලක්ෂ්‍යාකාර ආරෝපණ දෙකක් හෝ වැඩි ගණනක් නිසා යම් ලක්ෂ්‍යයක ඇති වන ක්ෂේත්‍ර තීව්‍රතාව වන්නේ එක් එක් ආරෝපණය වෙන වෙන ම එම ලක්ෂ්‍යයෙහි ඇති කරන තීව්‍රතාවන්ගේ සම්ප්‍රයුක්තයයි.

<u>විසඳූ අභ්‍යාසය</u>

පැත්තක දිග 'a' වන ABCD සමචතුරස්‍රයක ශීර්ෂ හතරෙහි $+q$, $-2q$, $+9q$, $+4q$ බැගින් වන ආරෝපණ තබා ඇත. චතුරස්‍රයේ මධ්‍ය ලක්ෂ්‍යය වන, එහි විකර්ණ ඡේදනය වන O ලක්ෂ්‍යයෙහි විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍ර තීව්‍රතාව සොයන්න.

$a = 2$ cm ද $q = 200\ \mu$C ද නම් මෙම තීව්‍රතාවෙහි අගය කුමක් ද?



$r = \dfrac{\sqrt{2}\,a}{2}$

A, B, C සහ D ශීර්ෂවල ඇති ආරෝපණ හේතු කොට ගෙන චතුරස්‍රයේ O කේන්ද්‍රයේ ඇති වන විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍ර තීව්‍රතා පිළිවෙලින්

E_A, E_B, E_C, E_D නම්,

$$E_A = \frac{1}{4\pi\varepsilon}\,\frac{q}{r^2} \quad E_B = \frac{1}{4\pi\varepsilon}\,\frac{2q}{r^2} \quad E_C = \frac{1}{4\pi\varepsilon}\,\frac{9q}{r^2} \quad E_D = \frac{1}{4\pi\varepsilon}\,\frac{4q}{r^2}$$

සම්ප්‍රයුක්ත තීව්‍රතාව සෙවීමට,

$\overrightarrow{OA}$ දිශාවට විභේදනයෙන්,

$$\nwarrow E_1 = E_C - E_A = \frac{1}{4\pi\varepsilon}\,\frac{8q}{r^2}$$

$\overrightarrow{OB}$ දිශාවට විභේදනයෙන්,

$$\nearrow E_2 = E_B + E_D = \frac{1}{4\pi\varepsilon}\,\frac{6q}{r^2}$$

සම්ප්‍රයුක්ත තීව්‍රතාව $= \sqrt{E_1^{\,2} + E_2^{\,2}} = \dfrac{1}{4\pi\varepsilon}\,\dfrac{q}{r^2}\sqrt{8^2+6^2}$

$$= \frac{1}{4\pi\varepsilon}\,\frac{q}{2a^2/4}\sqrt{100}$$

$$= \frac{1}{4\pi\varepsilon}\,.q.\,\frac{4\times 10}{2a^2}$$

$$= \left(\frac{1}{4\pi\varepsilon}\right)\frac{2\times 10}{a^2}\,q$$

$\dfrac{1}{4\pi\varepsilon} = 9\times 10^9$ N m^2 C^{-2}, $q = 200\ \mu$C සහ $a = 2$ cm විට

$$E = \frac{9\times 10^9\times 2\times 10\times 200\times 10^{-6}}{(2\times 10^2)^2} = 9\times 10^{10}\ \text{N C}^{-1}$$

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

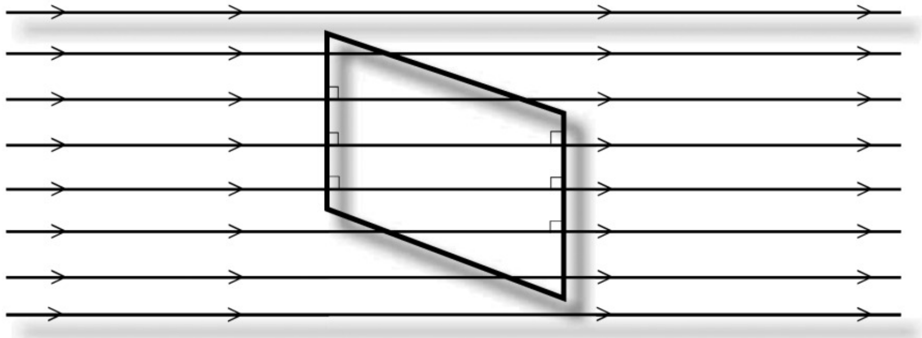
දෙවන පරිච්ඡේදය

ස්ථිති විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍රයක ස්‍රාව ආකෘතිය

Flux Model of an Electrostatic Field

විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍ර පිළිබඳ ව අධ්‍යයනය කිරීමේ දී එම ක්ෂේත්‍ර තුළ ක්‍රියාත්මක වන බල නිරූපණය කිරීම සඳහා විද්‍යුත් බල රේඛා නම් වූ කල්පිත රේඛා විශේෂයක භාවිතය පිළිබඳ ව සඳහන් විය. මෙම සංකල්පය ප්‍රවේශයක් ලෙස ගනිමින් විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍රයක් සඳහා ස්‍රාව ආකෘතියක් නිර්මාණය වී ඇත. මෙම ස්‍රාව ආකෘතිය හුදෙක් විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍රයේ ක්‍රියාකාරීත්වය වටහා ගැනීමට යොදා ගනු ලබන ආකෘතියක් පමණකි.

මෙම ස්‍රාව ආකෘතිය අනුව ඒකාකාර විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍රයක බල රේඛා එකිනෙකට සමාන්තර වන අතර මෙම බල රේඛා විද්‍යුත් ස්‍රාව රේඛා ලෙස ද හැඳින් වේ.



2.1 රූපය

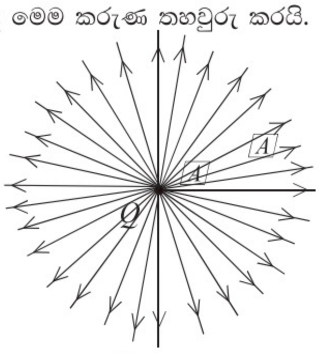
පහසුවතකා විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍රයේ තීව්‍රතාව E යනු මෙම ස්‍රාව රේඛාවන්ට ලම්බ වූ හරස්කඩක ඒකක වර්ගඵලයක් හරහා යන විද්‍යුත් ස්‍රාව රේඛා සංඛ්‍යාව ලෙස සලකනු ලැබේ.

එවිට වර්ගඵලය A වූ හරස් කඩකට ලම්බව යන පූර්ණ විද්‍යුත් ස්‍රාවය, $\phi = EA$ වෙයි.

මේ අනුව විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍ර තීව්‍රතාව $E = \dfrac{\phi}{A}$ ලෙස ද දැක්විය හැකි ය.

- විද්‍යුත් බල රේඛා සන්තතික වන අතර ඒවා ධන ආරෝපණවලින් නිකුත් වී ඍණ ආරෝපණවලින් අවසන් වන්නේ යැයි සැලකිය හැකි ය.
- ලක්ෂ්‍යාකාර ආරෝපණයකින් විහිදෙන විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍ර රේඛා සටහන අනුව, 2.2 රූපයේ පෙන්වා ඇති පරිදි $+$ Q ආරෝපණයෙන් ඈත්වත්ම බල රේඛාවල විහිදීම වර්ධනය වීම සමඟ ඒවා එකිනෙකින් ඈත්වීම නිසා ඒකක වර්ගඵලයක් හරහා යන ස්‍රාව රේඛා ප්‍රමාණය අඩු වේ. එනම් විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍ර තීව්‍රතාව අඩු වේ.

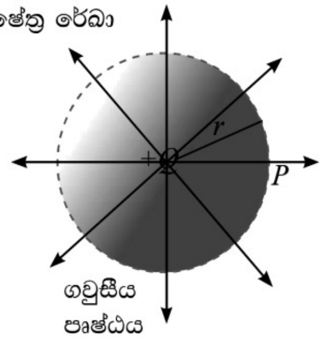
$E = \dfrac{1}{4\pi\varepsilon_0}\dfrac{Q}{r^2}$ යන ප්‍රකාශනය ද මෙම කරුණ තහවුරු කරයි.



2.2 රූපය

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

2.1 ගවුස් ප්‍රමේයය



2.3 රූපය

Q ස්ථිති විද්‍යුත් ආරෝපණයක සිට r දුරකින් පිහිටි P ලක්ෂ්‍යයක විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍ර තීව්‍රතාව

$$E = \left(\frac{1}{4\pi\varepsilon}\right)\frac{Q}{r^2} \quad \text{——— (1)}$$ ලෙස ලියා දැක්විය හැකි ය.

$(1) \times 4\pi r^2 \qquad (4\pi r^2)\,E = \dfrac{Q}{\varepsilon}$ ——— (2) මෙහි ε යනු මාධ්‍යයේ විද්‍යුත් පාරවේද්‍යතාවයි.

ජ්‍යාමිතිය අනුව, $4\pi r^2$ යනු Q ආරෝපණය කේන්ද්‍රකොට ගත් අරය r වූ ගෝලීය පෘෂ්ඨයක වර්ගඵලයයි. එවිට ඉහත දක්වා ඇති ප්‍රකාශණයෙන් ආරෝපණය වසා ඇති මනංකල්පිත ගෝලීය පෘෂ්ඨය හරහා යන යම් රාශියක් නිරූපණය වන අතර, ස්‍රාව රේඛා සටහන අනුව එය එම පෘෂ්ඨය හරහා අභිලම්බව ගලායන විද්‍යුත් ස්‍රාවය දක්වයි.

මේ අනුව එම ප්‍රකාශනයෙන් කියැවෙන්නේ Q ආරෝපණය වසා ඇති ගෝලීය පෘෂ්ඨයක් හරහා යන පූර්ණ අභිලම්බ විද්‍යුත් ස්‍රාව ප්‍රමාණය $\dfrac{Q}{\varepsilon}$ ට සමාන වන බවයි.

මෙම පෘෂ්ඨය ගෝලීය පෘෂ්ඨයක්ම නොවිය යුතු බවත්, ඕනෑම හැඩයක සංවෘත පෘෂ්ඨයක් සඳහා ඉහත ප්‍රකාශය වලංගු වන බවත් ගවුස් නම් වූ විද්‍යාඥයා විසින් පෙන්වා දෙන ලදුව එය ''ගවුස් ප්‍රමේයය'' නමින් පහත දැක්වෙන ලෙස ප්‍රකාශ වේ.

''පාරවේද්‍යතාව ε වන මාධ්‍යයක් තුළ පිහිටි Q ආරෝපණයක් වසා ඇති ඕනෑම හැඩයක සංවෘත පෘෂ්ඨයක් හරහා ගලා යන පූර්ණ අභිලම්බ විද්‍යුත් ස්‍රාවය $\dfrac{Q}{\varepsilon}$ වේ.''

සංකේතාත්මකව $\phi = \dfrac{Q}{\varepsilon}$ ලෙස දැක්විය හැකි ය.

සංවෘත පෘෂ්ඨයේ වර්ගඵලය A ද, ඒවා විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍ර තීව්‍රතාව E ද නම්, $\phi = EA$ වේ.

$$EA = \frac{Q}{\varepsilon}$$ ලෙස ප්‍රකාශ කළ හැකි ය.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

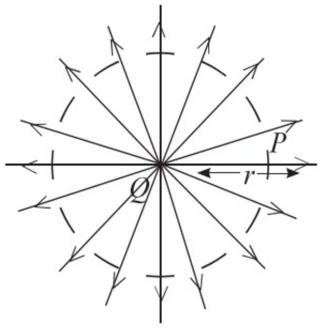
ගවුස් ප්‍රමේයයේ භාවිත

ඒකලිත ලක්ෂ්‍යාකාර Q ආරෝපණයක සිට r දුරින් පිහිටි ලක්ෂ්‍යයක ස්ථිති විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍ර තීව්‍රතාව, කූලෝම් නියමය භාවිතයෙන් $E = \left(\frac{1}{4\pi\varepsilon}\right)\frac{Q}{r^2}$ ලෙස දැක්විය හැකි ය.

කෙසේ වුවද, ආරෝපණ සමූහයක් හෝ ව්‍යාප්තියක් හේතුවෙන් ඇති වන විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍රයක තීව්‍රතාව සෙවීම සඳහා මෙම ක්‍රමයෙහි දිගුවක් නැත. සමමිතිකව ව්‍යාප්ත වී ඇති ආරෝපණ සමූහ හේතුවෙන් ඇතිවන විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍රවල තීව්‍රතා සෙවීම සඳහා ගවුස් ප්‍රමේයය මග පෙන්වයි.

මේ සඳහා අදාළ ආරෝපණ ව්‍යාප්තිය වසා ගත් සුදුසු ජ්‍යාමිතික හැඩයකින් යුත් සංවෘත පෘෂ්ඨයක් උපකල්පනය කරනු ලැබේ. මෙම කල්පිත පෘෂ්ඨය ''**ගවුසීය පෘෂ්ඨය**'' ලෙස හැඳින්වේ.

2.1.1 ලක්ෂ්‍යාකාර ආරෝපණයක් වටා විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍රයේ ලක්ෂ්‍යයක ක්ෂේත්‍ර තීව්‍රතාව



2.4 රූපය

පාරවේද්‍යතාව ε වන මාධ්‍යයක පිහිටි Q ලක්ෂ්‍යාකාර ආරෝපණයේ සිට r දුරින් වූ P ලක්ෂ්‍යය 2.4 රූපයේ පෙන්වා ඇත. Q ආරෝපණය නිසා ඇති වූ විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍රයෙහි පිහිටි P ලක්ෂ්‍යයෙහි ක්ෂේත්‍ර තීව්‍රතාව සෙවීමට, Q කේන්ද්‍රකොට ගත්, අරය r වූ P හරහා යන ගෝලීය ගවුසීය පෘෂ්ඨයක් උපකල්පනය කරමු. (Q ගෙන් නික්මෙන විද්‍යුත් ස්‍රාවය මෙම ගවුසීය පෘෂ්ඨය අභිලම්බව ඡේදනය කරයි)

මෙම P ලක්ෂ්‍යය ඇතුළු ගවුසීය පෘෂ්ඨයෙහි සියලු ම ලක්ෂ්‍යවල ක්ෂේත්‍ර තීව්‍රතාව E නම්,

ගවුස් ප්‍රමේයය අනුව,

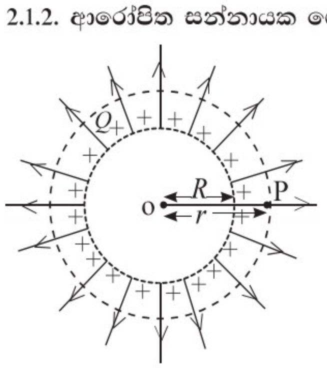
$$EA = \frac{Q}{\varepsilon} \text{ වේ.}$$

$$E \times 4\pi r^2 = \frac{Q}{\varepsilon}$$

$$E = \left(\frac{1}{4\pi\varepsilon}\right)\frac{Q}{r^2}$$ ලෙස ව්‍යුත්පන්න කළ හැකි ය.

(කූලෝම් නියමය ඇසුරෙන් ද මෙම ප්‍රකාශනය ව්‍යුත්පන්න කොට ඇත)

2.1.2. ආරෝපිත සන්නායක ගෝලයක් නිසා ඇති වන විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍ර තීව්‍රතාව



2.5 රූපය

අරය R වූ සන්නායක ගෝලයකට 2.5 රූපයේ පෙන්වා ඇති පරිදි ධන ආරෝපණයක් ලබාදී ඇතැයි සිතමු (මෙම ආරෝපණය ගෝලයේ බාහිර පෘෂ්ඨයේ පමණක් ඒකාකාරව ව්‍යාප්තව පවතින අතර ගෝලය තුළ කිසිදු ආරෝපණයක් රඳා නො පවතී) ගෝලීය ඒකාකාර වක්‍රතාව නිසා සමමිතිය අනුව විද්‍යුත් ස්‍රාව රේඛා පෘෂ්ඨයට අභිලම්බව පිටතට විහිදෙනු ඇත.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

P යනු ගෝලයේ කේන්ද්‍රයේ සිට r දුරින් පිහිටි ලක්ෂ්‍යයකි.

(i). P ලක්ෂ්‍යය ගෝලයට පිටතින් පිහිටන විට ($r > R$) ගෝලයේ කේන්ද්‍රය කේන්ද්‍රකොට ගත්, අරය r වූ, P හරහා යන ගෝලීය ගවුසිය පෘෂ්ඨයක් සලකමු.

මෙම ගවුසීය පෘෂ්ඨය මත විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍ර තීව්‍රතාව E නම්, ගවුස් ප්‍රමේයය අනුව,

$$EA = \frac{Q}{\varepsilon}$$

$$E \times 4\pi R^2 = \frac{Q}{\varepsilon}$$

$$E = \left(\frac{1}{4\pi\varepsilon}\right)\frac{Q}{r^2}$$

(ii). P ලක්ෂ්‍යය ගෝලය මත පිහිටි විට ($r = R$)

මෙහිදී ගෝලයේ පෘෂ්ඨයට ගවුසිය පෘෂ්ඨය බවට පත් වේ.

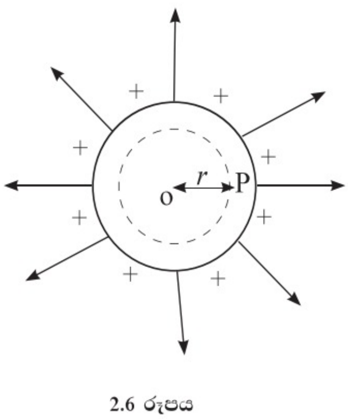
එය මත විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍ර තීව්‍රතාව E නම්,

$$EA = \frac{Q}{\varepsilon}$$

$$E \times 4\pi R^2 = \frac{Q}{\varepsilon}$$

$$E = \left(\frac{1}{4\pi\varepsilon}\right)\frac{Q}{R^2}$$

(iii). P ලක්ෂ්‍යය ගෝලය තුළ පිහිටි විට ($r < R$)



2.6 රූපය

මෙහිදී 2.6 රූපයේ පෙන්වා ඇති පරිදි ගවුසීය පෘෂ්ඨය ගෝලය තුළ පිහිටයි. එය තුළ කිසිදු ආරෝපණයක් නොමැති හෙයින්, $Q = 0$ වේ.

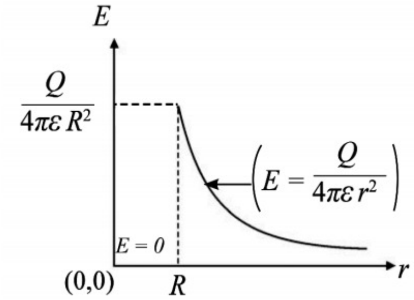
එවිට ගවුස් ප්‍රමේයය අනුව,

$$E.\ 4\pi r^2 = 0$$

$$E = 0$$

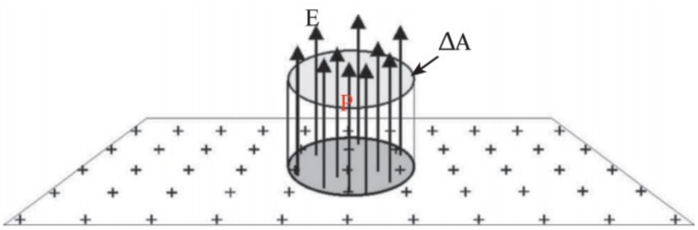
© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

සන්නායක ගෝලයක කේන්ද්‍රයේ සිට දුර සමඟ විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍ර තීව්‍රතාවේ විචලනය 2.7 රූපයේ ප්‍රස්තාරය මගින් නිරූපණය වේ.



2.7 රූපය

2.1.3 ඒකාකාරව ආරෝපිත අපරිමිත වර්ගඵලයක් සහිත තලීය සන්නායක තහඩුවකට ආසන්න ලක්ෂ්‍යයක විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍ර තීව්‍රතාව



2.8 රූපය

ආරෝපිත සන්නායකයක පෘෂ්ඨයේ ආරෝපණයේ පෘෂ්ඨීක ඝනත්වය හෙවත් ඒකක වර්ගඵලයක ඇති ආරෝපණය σ යයි සිතමු.

2.8 රූපයේ දක්වා ඇති පරිදි කුඩා සිලින්ඩරාකාර ගවුසීය පෘෂ්ඨයක් සලකමු. එහි හරස්කඩ වර්ගඵලය ΔA වන අතර, එහි පතුල ආරෝපිත පෘෂ්ඨය මත ද ක්ෂේත්‍ර තීව්‍රතාව අවශ්‍ය වූ ආසන්න P ලක්ෂ්‍යය සිලින්ඩරයේ ඉහළ පෘෂ්ඨය මත ද පවතින ලෙස ගනිමු. P ලක්ෂ්‍යය ආරෝපිත පෘෂ්ඨයට ආසන්න හෙයින් විද්‍යුත් ස්‍රාව රේඛා මෙම ඉහළ පෘෂ්ඨය හරහා එයට අභිලම්බව ගලා යයි.

මෙසේ ගලා යන විද්‍යුත් ස්‍රාවය සඳහා ගවුස් ප්‍රමේයය යෙදීමෙන්,

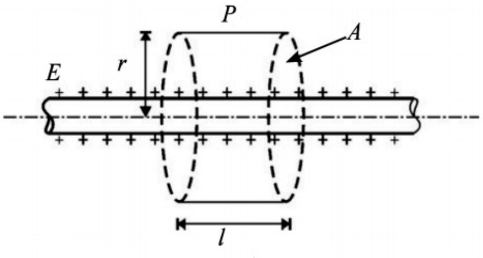
$$EA = \frac{Q}{\varepsilon}$$

$$E\,\Delta A = \frac{\sigma\,\Delta A}{\varepsilon}$$

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon}$$

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

2.1.4 අපරමිත දිගැති සිහින් ආරෝපිත කම්බියක සිට r දුරින් පිහිටි ලක්ෂ්‍යයක විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍ර තීව්‍රතාව



2.9 රූපය

ආරෝපණයේ රේඛීය ඝනත්වය λ වන සේ ආරෝපිත සිහින් කම්බියක සිට r දුරින් P ලක්ෂ්‍යය පිහිටා ඇත. කම්බියේ අක්ෂයම අක්ෂකොට ගත් අරය r වූ l දිගැති සිලින්ඩරාකාර ගවුසීය පෘෂ්ඨයක් උපකල්පනය කරමු. එවිට P ලක්ෂ්‍යය එහි වක්‍ර පෘෂ්ඨයේ පිහිටයි. කම්බියේ අක්ෂයට අභිලම්බ ව සෑම දෙසට ම විහිදෙන විද්‍යුත් ස්‍රාව රේඛා, P ලක්ෂ්‍යය අයත් වක්‍ර පෘෂ්ඨයට ද අභිලම්බව එය හරහා යයි.

එවිට ගවුසීය පෘෂ්ඨය තුළ පිහිටි දිග l වූ කම්බි කොටසෙහි වූ ආරෝපණය, $Q = \lambda l$.
ගවුසීය පෘෂ්ඨයේ වක්‍ර පෘෂ්ඨය හරහා යන විද්‍යුත් ස්‍රාවය සැලකීමෙන්, ඒහි ක්ෂේත්‍ර තීව්‍රතාව E නම්, ගවුස් ප්‍රමේයය අනුව,

$$EA = \frac{Q}{\varepsilon}$$

$$E \times 2\pi r\, l = \frac{\lambda\, l}{\varepsilon}$$

$$E = \left(\frac{\lambda}{2\pi\varepsilon}\right) r$$

තුන්වන පරිච්ඡේදය

ස්ථිති විද්‍යුත් විභවය
(Electrostatic Potential)

3.1 ස්ථිති විද්‍යුත් විභවය

විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍රයක ඕනෑම ලක්ෂ්‍යයක තැබූ ආරෝපණයක් මත බලයක් ක්‍රියා කිරීම හේතුවෙන් එය මගින් කාර්යය කිරීමේ හැකියාවක් ඇත. එනම් එම ආරෝපණය සතුව එක්තරා විභව ශක්තියක් පවතී. මෙම විභව ශක්තිය ආරෝපණයට ලැබෙනුයේ විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍රයේ එය තැබූ ලක්ෂ්‍යයේ පවත්නා විද්‍යුත් විභවය හේතුවෙනි. දැන් ආරෝපණය නිදහස් කළ හොත් එය පවත්නා විභවයේ සිට අඩු විභවයක් කරා විස්ථාපනය වනු ඇත. එවිට එය සතු විභව ශක්තිය වැය වනු ඇත.

අනෙක් අතට, එනම් අඩු විභවයේ සිට වැඩි විභවයක් කරා ආරෝපණ ගෙන යාම සඳහා ක්ෂේත්‍රයට එරෙහිව එය මත කාර්යය සිදු කළ යුතු වේ. එවිට ආරෝපණය විභව ශක්තිය අයත් කර ගනී.

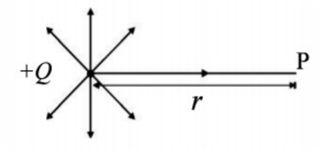
විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍රයක් තුළ වූ යම් ලක්ෂ්‍යයක ස්ථිති විද්‍යුත් විභවය මනිනුයේ විභවය ශුන්‍යයයි සැලකෙන ලක්ෂ්‍යයේ සිට එම ලක්ෂ්‍යය කරා ඒකක ධන ආරෝපණයක් ගෙන යාමේ දී සිදුවන කාර්යයෙනි. ශුන්‍ය විභවයේ ඇතැයි සැලකිය හැකි වඩාත් ම යෝග්‍ය වූ ලක්ෂ්‍යය වන්නේ ක්ෂේත්‍රයෙන් මුළුමනින් ම බැහැර වූ අපරිමිත දුරකින් පිහිටි ලක්ෂ්‍යයයි.

මේ අනුව විද්‍යුත් විභවය යන්න මෙසේ අර්ථ දැක්විය හැකි ය.

"විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍රයක යම් ලක්ෂ්‍යයක විද්‍යුත් විභවය යනු අපරිමිත දුරක සිට එම ලක්ෂ්‍යය කරා ඒකක ධන ආරෝපණයක් (+ 1C) ගෙන ඒමේදී සිදු කෙරෙන කාර්යයයි".

විද්‍යුත් විභවයේ ඒකකය : $J\,C^{-1}$
$J\,C^{-1}$ යන්න (වෝල්ට්) ලෙස දක්වනු ලැබේ.

3.2 ලක්ෂ්‍යාකාර ආරෝපණයක් අවට විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍රයේ ලක්ෂ්‍යයක විද්‍යුත් විභවය



3.1 රූපය

Q ලක්ෂ්‍යාකාර ආරෝපණය වටා ඇති විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍රයෙහි, එම ආරෝපණයේ සිට r දුරින් P ලක්ෂ්‍යය පිහිටා ඇත.

Q ආරෝපණයේ සිට r දුරින් පිහිටි ලක්ෂ්‍යයක තැබූ $+1\ C$ ආරෝපණයක් මත බලය,

$$F = \left(\frac{1}{4\pi\varepsilon}\right)\frac{Q}{r^2}$$

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

මෙම ආරෝපණය Q දෙසට Δx දුරක් ගෙන යාමේදී

$$\Delta W = F \times (-\Delta x)$$
$$= \left(\frac{1}{4\pi\varepsilon}\right)\frac{Q}{x^2}\ (-\Delta x)$$

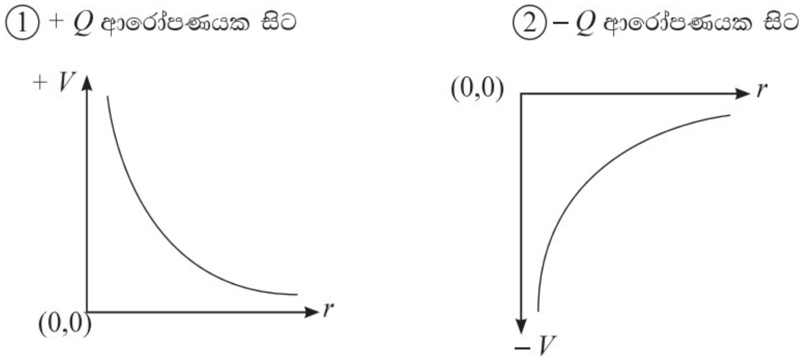
$x = \infty$ සිට $x = r$ දක්වා $+ 1\ C$ ආරෝපණය ගෙන ඒමේදී සිදුවන කාර්යය

$$W = \Sigma \Delta w$$
$$= \sum_{x=\infty}^{r} \frac{1}{4\pi\varepsilon}\ \frac{Q}{x^2}\ (-\Delta x)$$
$$= \left(\frac{1}{4\pi\varepsilon}\right)\frac{Q}{r}$$ බව ඔප්පු කළ හැකි ය.

එබැවින් P ලක්ෂ්‍යයෙහි විද්‍යුත් විභවය $V = \left(\frac{1}{4\pi\varepsilon}\right)\frac{Q}{r}$ (අදිශ රාශියකි)

$+ Q$ ආරෝපණයක් නිසා ධන විභවයක් ද, $- Q$ ආරෝපණයක් නිසා සෘණ විභවයක් ද ඇති වේ.

ලක්ෂ්‍යාකාර විද්‍යුත් ආරෝපණයක සිට දුර සමඟ විභවය වෙනස්වීම් පහත 3.2 රූපයේ දැක්වෙන පරිදි ප්‍රස්තාරිකව දැක්විය හැකි ය.



3.2 රූපය

3.3 විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍රයක තැබූ ආරෝපණයක විභව ශක්තිය

විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍රයක යම් ලක්ෂ්‍යයක විභවය V යන්නෙන් අදහස් වන්නේ එම ලක්ෂ්‍යය දක්වා අපරිමිත දුරක සිට ඒකක ධන (+) ආරෝපණයක් ගෙන යාමේදී සිදුවන කාර්යය V බවයි. එවිට අනන්තයේ සිට ගෙන එනු ලබන q ආරෝපණයක් මත සිදුවන කාර්යය $W = Vq$

මෙම කාර්යය එම ආරෝපණයෙහි විභව ශක්තිය ලෙස තැන්පත් වේ.

එබැවින් විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍රයක විභවය V වන ලක්ෂ්‍යයක තැබූ q ආරෝපණයක විභව ශක්තිය, $W = Vq$ ලෙස දැක්විය හැක.

3.4 ආරෝපණ යුගලකින් යුත් පද්ධතියක විභව ශක්තිය

3.3 රූපය

q_1 ආරෝපණය නිසා ඇති වූ විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍රයෙහි P ලක්ෂ්‍යය පිහිටා ඇත්තේ එම ආරෝපණයේ සිට r දුරිනි.

P හි විද්‍යුත් විභවය $V_p = \left(\frac{1}{4\pi\varepsilon}\right)\frac{q_1}{r}$

අනන්තයේ සිට q_2 ආරෝපණයක් P කරා ගෙන ඒමේදී සිදුවන කාර්යය

$$W = \left(\frac{1}{4\pi\varepsilon}\right)\frac{q_1}{r}\ q_2$$

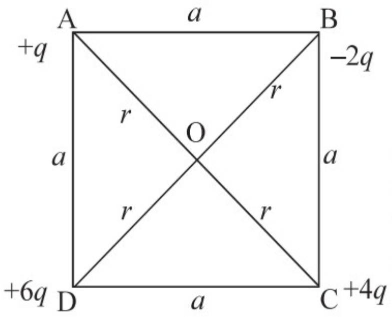
මෙම කාර්යය q_2 හි විභව ශක්තිය ලෙස තැන්පත් වන අතර q_1 ආරෝපණයේ දායකත්වයෙන් එය සිදු වූ හෙයින් එම ආරෝපණ යුගලෙහි විභව ශක්තිය ලෙස සැලකේ.

එබැවින් එකිනෙකට r දුරින් පිහිටි q_1, q_2 ආරෝපණ යුගලක විභව ශක්තිය $(W) = \left(\frac{1}{4\pi\varepsilon}\right)\frac{q_1 q_2}{r}$

ආරෝපණ කීපයකින් යුත් පද්ධතියක මුළු විභව ශක්තිය වන්නේ එහි සෑම ආරෝපණ යුගලකම විභව ශක්තීන්ගේ එකතුවකි.

විසඳූ අභ්‍යාසය

(1). පැත්තක දිග ''a'' වන ABCD සමචතුරස්‍රයක එම ශීර්ෂ සතරෙහි පිළිවෙළින් $+q$, $-2q$, $+4q$ සහ $+6q$ බැගින් වන ආරෝපණ තබා ඇත. $a = 10$ cm සහ $q = 1.0\ \mu$C නම් චතුරස්‍රයේ O මධ්‍ය ලක්ෂ්‍යයේ ස්ථිති විද්‍යුත් විභවය සොයන්න.



$$AO = BO = CO = DO = \sqrt{\frac{2a^2}{2}} = \frac{a}{\sqrt{2}} = r$$

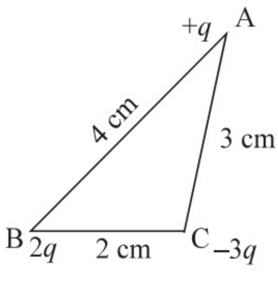
විද්‍යුත් විභවය අදිශ රාශියක් හෙයින්, ශීර්ෂ සතරෙහි වන ආරෝපණ නිසා O මධ්‍ය ලක්ෂ්‍යයෙහි ඇතිවන විභව සියල්ලෙහි විජීය ඓක්‍යය එහි සම්ප්‍රයුක්ත විභවයයි.
($\varepsilon = \varepsilon_0$ ලෙස සළකන්න)

$$V_O = \left(\frac{1}{4\pi\varepsilon_o}\right)\left(+\frac{q}{r} - \frac{2q}{r} + \frac{4q}{r} + \frac{6q}{r}\right)$$

$$= 9\times10^9\left(\frac{9q}{r}\right)$$

$$= \frac{9\times10^9 \times 9 \times 1.0 \times 10^{-6}}{10\times10^{-2}/\sqrt{2}} = 81\times\sqrt{2}\times10^4 = 11.5\times1.0\,\text{V}$$

(2.) AB = 4 cm, BC = 2 cm සහ AC = 3 cm වන ABC ත්‍රිකෝණයේ ශීර්ෂ තුනෙහි පිළිවෙළින් $+q$, $2q$ සහ $-3q$ බැගින් වන ආරෝපණ තබා ඇත. $q = 2\ \mu$C නම් මෙම පද්ධතියේ පූර්ණ විභව ශක්තිය සොයන්න.



$$W = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\left(\frac{+q\times2q}{4\times10^2} + \frac{2q\times-3q}{2\times10^{-2}} + \frac{-3q\times q}{3\times10^{-2}}\right)$$

$$= \frac{q^2}{4\pi\varepsilon_0}\times10^2\left(\frac{2}{4} - \frac{6}{2} - \frac{3}{3}\right)$$

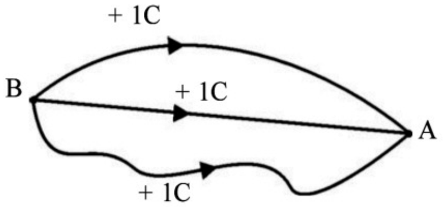
$$= \frac{(2\times10^6)^2\times9\times10^9}{10^{-2}}\left(\frac{1}{2} - 3 - 1\right)$$

$$= 4\times9\times10^{-1}\times\frac{7}{2} = 12.6\text{ J}$$

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

3.5 විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍රයක ලක්ෂ්‍ය දෙකක් අතර විභව අන්තරය

විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍රයක ලක්ෂ්‍ය දෙකක් අතර විභව අන්තරය යනු අඩු විභවය ඇති ලක්ෂ්‍යයක සිට වැඩි විභවය ඇති ලක්ෂ්‍යය දක්වා ඒකක ධන ආරෝපණයක් ගෙන යාමේදී කරනු ලබන කාර්යයයි. (මෙම කාර්යය ආරෝපණය ගෙන යන පථය කෙරෙහි ස්වායත්තය).

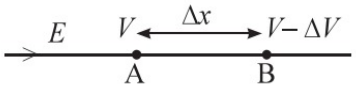


3.4 රූපය

නිදසුනක් වශයෙන් විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍රයක A නම් ලක්ෂ්‍යයෙහි විභවය V_A ද වෙනත් B නම් ලක්ෂ්‍යයක විභවය V_B ද නම් ($V_A > V_B$),

A සහ B අතර විභව අන්තරය, $V_{AB} = V_A - V_B$

මෙම A සහ B ලක්ෂ්‍ය දෙක ක්ෂේත්‍රයේ බල රේඛාවක එකිනෙකට ඉතා ආසන්න වූ Δx දුරකින් වෙන්වී ඇතැයි ද එම පරාසය තුළ විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍රයේ තීව්‍රතාව E අගයෙහි නියතව පවතී යයි ද සිතමු.



A ලක්ෂ්‍යයේ විභවය V ද A සහ B අතර විභව අන්තරය ΔV ද නම්,

A සිට B දක්වා ඒකක ධන ආරෝපණයක් ගෙන යාමේදී සිදුවන කාර්යය,

ΔW = බලය × විස්ථාපනය = විභවයේ වෙනස්වීම

$$E \times 1 \times \Delta x = (V - \Delta V) - V$$

$$E = \frac{-\Delta V}{\Delta x}$$

ඉහත $\frac{\Delta V}{\Delta x}$ යන රාශිය විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍රයේ විභව අනුක්‍රමණය ලෙස හැඳින්වේ. එම ප්‍රකාශනය අනුව විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍රයක ඕනෑම ලක්ෂ්‍යයක ක්ෂේත්‍ර තීව්‍රතාව එහි විභව අනුක්‍රමණයට සමාන වේ.

A සහ B ලක්ෂ්‍ය වඩාත්ම ආසන්නතම සීමාවේදී ඉහත ප්‍රකාශනය $E = \frac{-dV}{dx}$ ලෙස දැක්වේ.

ඒකාකාර විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍රයක x දුර ප්‍රමාණයක පරාසයක $E = -\frac{V}{x}$ ලෙස දැක්විය හැකි ය.

මේ අනුව විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍ර තීව්‍රතාව සඳහා Vm^{-1} යනුවෙන් අමතර ඒකකයක් ලැබේ.

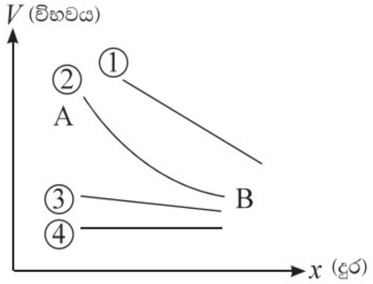
විද්‍යුත් විභව අන්තර මැනීමේ ඒකකය "වෝල්ට්" (V) වන අතර එය මෙසේ අර්ථ දැක්විය හැකි ය.

"විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍රයක යම් ලක්ෂ්‍යයක සිට වෙනත් ලක්ෂ්‍යයක් කරා ඒකක ආරෝපණයක් (1 C) ගෙන යාමේ දී සිදුවන කාර්යය ජූල් 1ක් නම්, එම ලක්ෂ්‍ය දෙක අතර විභව අන්තරය වෝල්ට් එකකි".

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍රයක යම් නිශ්චිත ලක්ෂ්‍යයක සිට මනිනු ලබන දුර අනුව ක්ෂේත්‍රයේ විභවය විචලනය වීම විවිධ ආකාරයෙන් සිදුවිය හැකි ය. එම දුරට එරෙහිව විභවය ප්‍රස්තාර ගත කළ විට ලැබෙන වක්‍රයේ අනුක්‍රමණය ක්ෂේත්‍රය ඔස්සේ විභව අනුක්‍රමණය නිරූපණය කරයි. එමගින් විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍රය විචලනය වන ආකාරය පැහැදිලි වෙයි.

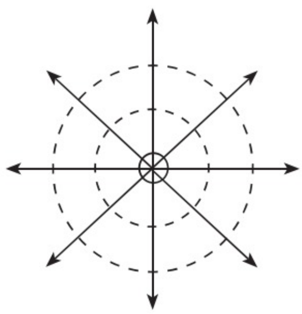


3.5 රූපය

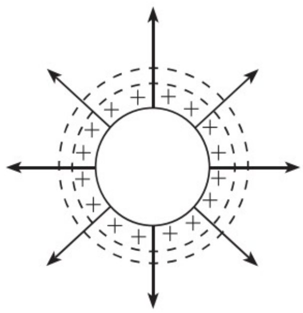
1. ප්‍රබල ඒකාකාර තීව්‍රතාවක් ඇති විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍රයකි.
2. A හිදී වැඩි ක්ෂේත්‍ර තීව්‍රතාවක් ද B හිදී අඩු ක්ෂේත්‍ර තීව්‍රතාවක් ද පවතින විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍රයකි
3. දුබල ඒකාකාර තිව්‍රතාවයක් ඇති විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍රයකි.
4. අනුක්‍රමණය ශුන්‍ය වේ. එනම් විභවය නියතව පවතී. අදාළ දිශාවට ක්ෂේත්‍රයක් ක්‍රියා නොකරයි.

ඉහත ප්‍රස්තාරයේ 4 වැනි අවස්ථාව පරිදි යම් පෘෂ්ඨයක් ඔස්සේ විද්‍යුත් විභවය නියතව පවතී නම් එම පෘෂ්ඨය ''සමවිභව පෘෂ්ඨයක්'' ලෙස හැඳින්වේ. සමවිභව පෘෂ්ඨයක් ඔස්සේ විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍රයක් නොපවතින හෙයින් එම පෘෂ්ඨය ඔස්සේ ආරෝපණයක් ගෙනයාමට කාර්යයක් අවශ්‍ය නොවේ. කෙසේ වුවද සම විභව පෘෂ්ඨයකට ලම්බව විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍රයක් ක්‍රියා කළ හැකි ය.

එවැනි සමවිභව පෘෂ්ඨ ලක්ෂ්‍යාකාර විද්‍යුත් ආරෝපණයක් වටා මෙන්ම ආරෝපිත සන්නායක ගෝලයක් වටා ද ඇති විය හැකි ය.



ලක්ෂ්‍යාකාර ධන ආරෝපණයක් වටා සමවිභව පෘෂ්ඨ
(a)



ධන ලෙස ආරෝපිත සන්නායක ගෝලයක් වටා සමවිභව පෘෂ්ඨ
(b)

3.6 රූපය

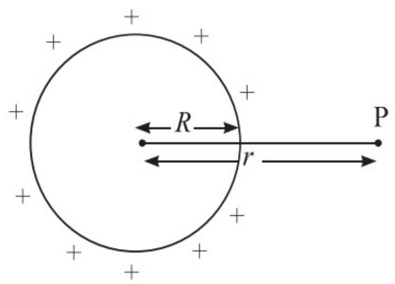
විභව අන්තරය මැනීම සඳහා ''වෝල්ට්'' ඒකකය භාවිත වන අතර ඉතා කුඩා කාර්යය හෝ ශක්ති ප්‍රමාණය මැනීම සඳහා ''ඉලෙක්ට්‍රෝන වෝල්ට්'' නම් වූ ඒකකයක්, විශේෂයෙන් විකිරණ ශක්තියට අදාළ මිනුම්වලදී භාවිත වේ.

1V විභව අන්තරයක් හරහා ඉලෙක්ට්‍රෝනයක් ත්වරණයවීමේ දී ලබා ගන්නා චාලක ශක්තිය ඉලෙක්ට්‍රෝන වෝල්ට් එකක් ලෙස අර්ථ දක්වයි.

$$1\ \text{eV} = 1.60 \times 10^{-19}\text{C} \times 1\text{V} = 1.60 \times 10^{-19}\ \text{J}$$

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

3.6 ආරෝපිත සන්නායක ගෝලයක විද්‍යුත් විභවය



3.7 රූපය

සන්නායක ගෝලයකට විද්‍යුත් ආරෝපණයක් ලබා දුන් කළ ඒවා එහි බාහිර පෘෂ්ඨයෙහි පමණක් ව්‍යාප්තව පවතින බව දැනටමත් අප දනිමු. එවැනි ගෝලයක කේන්ද්‍රයේ සිට r දුරින් පිහිටි P ලක්ෂ්‍යයක් සලකමු. ගෝලයේ අරය R වේ (3.7 රූපය).

1. P ලක්ෂ්‍යය ගෝලයට පිටතින් පිහිටි විට ($r > R$)

මෙම ලක්ෂ්‍යයට සාපේක්ෂව ගෝලයේ Q ආරෝපණය එහි කේන්ද්‍රයේ ඇති Q ඒකලිත ආරෝපණයක් ලෙස හැසිරෙන බව ද අප දනිමු.

එවිට $r > R$ වූ P ලක්ෂ්‍යයේ විද්‍යුත් විභවය,

$$V = \left(\frac{1}{4\pi\varepsilon}\right)\frac{Q}{r}$$

2. P ලක්ෂ්‍යය ගෝලය මත පිහිටි විට ($r = R$)

ගෝලයේ පෘෂ්ඨය දක්වා ඉහත $r > R$ සඳහා වූ තර්කය වලංගු වේ.

ඒ අනුව, $r = R$ වන ගෝලයේ පෘෂ්ඨය මත පිහිටි ලක්ෂ්‍යයේ විද්‍යුත් විභවය,

$$V = \left(\frac{1}{4\pi\varepsilon}\right)\frac{Q}{R}$$

3. P ලක්ෂ්‍යය ගෝලය තුළ පිහිටි විට ($r < R$)

ගෝලය තුළ ආරෝපණ නොමැතිවීම නිසා එහි විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍ර තීව්‍රතාව ශූන්‍ය වේ.
එනම්, $E = 0$

$\therefore$ ගෝලය තුළ විභව අනුක්‍රමණය $\dfrac{dV}{dr} = 0$

එනම්, ගෝලයේ පෘෂ්ඨයේ සිට ඇතුළට එහි විද්‍යුත් විභවය නොවෙස්ව, එනම් ඒකාකාරව පවතී.

$\therefore$ ගෝලය තුළ සියලු ලක්ෂ්‍යවල විද්‍යුත් විභවය,

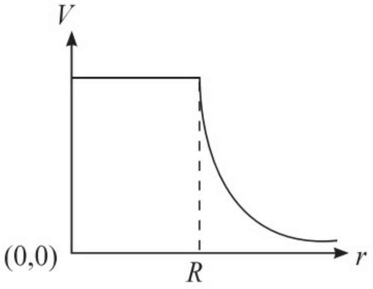
$V =$ ගෝලයේ පෘෂ්ඨයේ විභවය

$$V = \left(\frac{1}{4\pi\varepsilon}\right)\frac{Q}{R}$$

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

ගෝලයේ කේන්ද්‍රයේ සිට විද්‍යුත් විභවය විචලනය වන අයුරු 3.8 රූපයේ දැක්වේ.

ප්‍රස්තාරික නිරූපණය

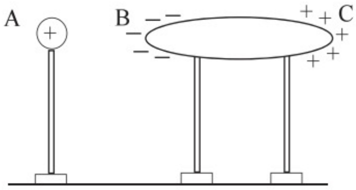


3.8 රූපය

හතරවන පරිච්ඡේදය

විද්‍යුත් ධාරිතාව (ධාරණාව) (Electric Capacitance)

4.1 ස්ථිති විද්‍යුත් ප්‍රේරණය



4.1 රූපය

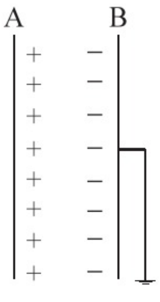
A යනු පරිවාරක මිටක සවි කළ ධන (+) ලෙස ආරෝපිත වස්තුවකි. BC යනු පරිවාරක මත සවිකොට ඇති අනාරෝපිත සන්නායකයකි. A අසල BC තැබූ විට සිදුවන්නේ කුමක් ද?

BC හි B කෙළවර සෘණ (–) ආරෝපණයක් ද C කෙළවර ධන (+) ආරෝපණයක් ද ලබයි. BC හි B සහ C කොටස් දැන් වෙන් කළ හැකි නම්, B නම් සෘණ ලෙස ආරෝපිත වස්තුවක් ද C නම් ධන ලෙස ආරෝපිත B නම් වස්තුවක් ද වෙන් වෙන්ව ලබා ගත හැකි ය.

ආරෝපිත වස්තුවක් අසල අනාරෝපිත වස්තුවක් තැබූ විට එම අනාරෝපිත වස්තුව ආරෝපණයවීමේ මෙම සංසිද්ධිය ''**ස්ථිති විද්‍යුත් ප්‍රේරණය**'' ලෙස හැඳින්වේ.

මෙහිදී B සහ C හි ප්‍රේරිත ආරෝපණවල විශාලත්ව A හි ප්‍රේරක ආරෝපණයේ විශාලත්වයට සමාන වන බව මයිකල් ෆැරඩේ විද්‍යාඥයා විසින් පෙන්වා දී ඇත.

4.2 ධාරිත්‍රක



4.2 රූපය

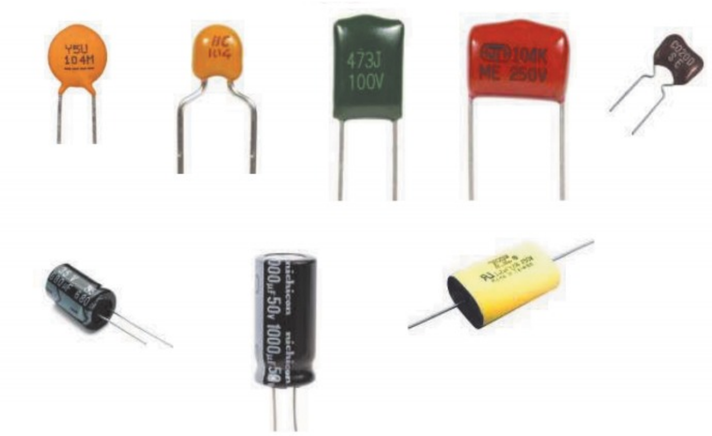
A සහ B යනු සමාන්තරව තබා ඇති සන්නායක තහඩු දෙකකි. ඒවා බැටරියක් වැනි විද්‍යුත් ප්‍රභවයක අග්‍ර දෙකට යා කොට ආරෝපණය කර බැටරිය ඉවත් කර B තහඩුව භූගත කර ඇත.

නොඑසේ නම් A පමණක් ආරෝපණය කර B ප්‍රේරණයෙන් ආරෝපණය කර භූගත කිරීමෙන් එහි සෘණ ආරෝපණය පමණක් ඉතිරි කොට ඇත. දැන් A සහ B ආරෝපිත තහඩු දෙකින් සමන්විත පද්ධතිය ආරෝපණ ගබඩාවකි. මෙම ආරෝපණ ගබඩාව ''**ධාරිත්‍රකය**'' (Capacitor) ලෙස හැඳින්වේ.

මේ අනුව ධාරිත්‍රකයක් යනු නිශ්චල ආරෝපණ ගබඩා කොට තබා ගන්නා විද්‍යුත් උපාංගයකි. බැටරියකින් එන ආරෝපණ ධාරාවක් හෙවත් විද්‍යුත් ධාරාවක් විවිධ කාර්යයන් සඳහා උපයෝගී කරගන්නා සේ ධාරිත්‍රකයක ආරෝපණ නිශ්චල තත්ත්වයේ තිබියදී ම විවිධ කාර්යයන් සඳහා උපයෝගී කර ගනු ලැබේ. නිදසුන් වශයෙන් ගුවන්විදුලි යන්ත්‍ර, රූපවාහිනී යන්ත්‍ර, පරිගණක යන්ත්‍ර සහ විවිධ සන්නිවේදන මෙවලම් සඳහා ධාරිත්‍රකය අත්‍යාවශ්‍ය උපාංගයක් බවට පත්වී ඇත.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

ඉහතින් දැක්වූයේ මුල්ම ධාරිත්‍රකය සැලසුම් කළ ආකාරය වන අතර, එය ''සමාන්තර තහඩු ධාරිත්‍රකයක්'' ලෙස හැඳින්වේ. වර්තමාන ධාරිත්‍රකය හැඩයෙන් ද, වෙනස්වී බෙහෙත් කැප්සූලයක තරමට කුඩා වී ඇත. එහෙත් ඒ සෑම ධාරිත්‍රයකම අංග ඉහත සමාන්තර තහඩු ධාරිත්‍රකයේ අංග මගින් පිළිපදින්නා වූ අවශ්‍යතා එලෙසින්ම පිළිපදිනු ලබයි. එනම් විද්‍යුත් සන්නායක දෙකක් අතර සිර කොට ඇති විද්‍යුත් පරිවාරකයකින් ඒ සෑම ධාරිත්‍රකයක් ම යුක්ත වේ.



4.3 රූපය : ප්‍රායෝගික ධාරිත්‍රක

ඉහත රූපසටහනෙහි දක්වා ඇති විචල්‍ය ධාරිත්‍රක ද ගුවන් විදුලි සහ රූපවාහිනී යන්ත්‍ර යනාදියෙහි වැදගත් මෙහෙයක් ඉටු කරනු ලබයි. ධාරිත්‍රකයෙහි ධාරිතාව විචලනය කිරීම මගින් එහි රැස් වී ඇති ආරෝපණ ප්‍රමාණය සීරුමාරු කිරීම මගින් එම යන්ත්‍ර විවිධ නාලිකා කෙරෙහි සුසර කිරීම වැනි දෑ සිදු කළ හැකි ය.

ධාරිත්‍රකයක තහඩු අතර මාධ්‍යය වාතය හෝ වෙනත් පාර විද්‍යුත් මාධ්‍යයක් විය යුතු වන අතර වර්තමාන ඇතැම් ප්‍රායෝගික ධාරිත්‍රකවල තුනී ලෝහ පත්‍ර දෙකක් අතර පැරෆින් ඉටි ගැල් වූ පත්‍රයක් තබා එතීමෙන් මෙම අවශ්‍යතා සපුරා ඇත.

4.3 ධාරිත්‍රකයක ධාරණාව

ධාරිත්‍රකයක ''ධාරණාව'' යනු එම ධාරිත්‍රකය මගින් ආරෝපණ ගබඩා කර තබා ගැනීමට ඇති හැකියාව පිළිබඳ මිනුමක් ලෙස හැඳින්විය හැකි ය. එය මෙසේ අර්ථ දැක්වෙයි.

$$\text{ධාරිත්‍රකයක ධාරණාව } (C) = \frac{\text{එක් තහඩුවක ආරෝපණය } (Q)}{\text{තහඩු අතර විභව අන්තරය } (V)}$$

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

එනම්, ධාරිත්‍රකයක ධාරණාව යනු එහි ආරෝපණය, තහඩු අතර විභව අන්තරයට දරන අනුපාතයයි.

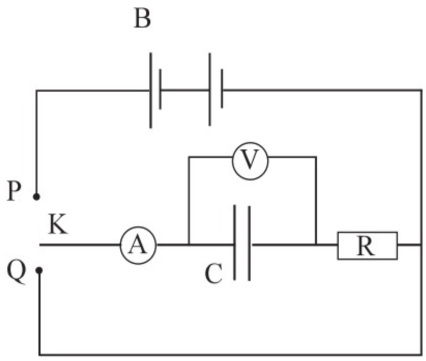
ඒ අනුව ධාරණාවේ ඒකකය වෝල්ටයට කුලෝම් ($C\,V^{-1}$) වේ. මෙය ෆැරඩ් (F) ලෙස භාවිතා කරයි. ඒකකය ෆැරඩ් (F)

$$\text{ෆැරඩ් } 1 = \frac{\text{කුලෝම් } 1}{\text{වෝල්ට් } 1}$$

ප්‍රායෝගික ඒකකය μF

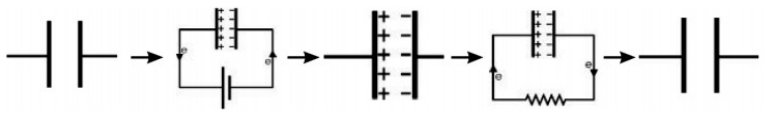
$$1\ \mu F = 10^{-6}\ F$$

4.4 ධාරිත්‍රකයක් ආරෝපණය කිරීම සහ විසර්ජනය කිරීම



4.4 රූපය

ධාරිත්‍රයක් ආරෝපණය කිරීම සහ පසුව විසර්ජනය කිරීම සඳහා 4.4 රූපයෙහි දක්වා ඇති ආකාරයේ පරිපථයක් යොදා ගත හැකි ය. C යනු ආරෝපණය කළ යුතු 100 μF ක් පමණ වූ ධාරිත්‍රයකි. R යනු මෙගා ඕම් (MΩ) ප්‍රමාණයේ අධික ප්‍රතිරෝධයකි. K යනු දෙමං ස්විච්චයක් වන අතර B යනු 6V පමණ වූ සරලධාරා ප්‍රභවයකි. A යන මයික්‍රො ඇමීටරය සහ B ප්‍රභවයේ වෝල්ටීයතාවට සරිලන V වෝල්ට්මීටරය දක්වා ඇති පරිදි පරිපථයට සම්බන්ධ කර ඇත.



4.5 රූපය

K ස්විච්චය P අග්‍රයට යා කළ විට C ධාරිත්‍රකය ආරෝපණය වීමට පටන් ගනී. වෝල්ට්මීටරයේ පාඨාංකය ක්‍රමයෙන් ඉහළ යන අතර මයික්‍රොඇමීටරය යම් උපරිම ධාරාවක් පෙන්වා ක්‍රමයෙන් එය අඩු වී ගොස් ශුන්‍ය වේ. ඒ සමඟම වෝල්ට්මීටරය එහි උපරිම පාඨාංකය දක්වා ධාරිත්‍රකය උපරිමයෙන් ආරෝපණය වී ඇති බව පෙන්වයි. ඇමීටර පාඨාංකය ශුන්‍ය වන්නේ ධාරිත්‍රකය ආරෝපණය වීමෙන් පසු එය හරහා ධාරාවක් ගලා නොයෑම නිසාය.

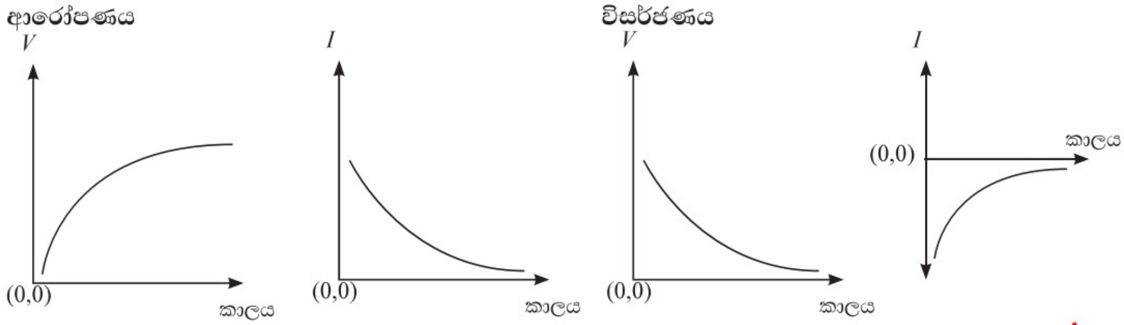
දැන් K ස්විච්චිය Q අග්‍රයට යා කළ විට මයික්‍රොඇමීටරය නැවත මුල් ධාරාවම ප්‍රතිවිරුද්ධ අතට දක්වා එම ධාරාව ද ක්‍රමයෙන් අඩු වී ශුන්‍ය වේ. කාන්දුවීමක් නොමැති නම් මෙතෙක් නියතව තිබූ වෝල්ට්මීටර පාඨාංකය ද ක්‍රමයෙන් අඩුවී ගොස් ශුන්‍ය වේ. එනම් ධාරිත්‍රකය විසර්ජනය වේ.

ඉහත ආරෝපණය වීමේ දී විද්‍යුත් ප්‍රභවයේ ඍණ අග්‍රයෙන් එයට යාවී ඇති ධාරිත්‍රකයේ තහඩුවට ඉලෙක්ට්‍රෝන ගලා යන අතර ඒ සමඟම ධාරිත්‍රකයේ අනෙක් තහඩුවෙන් ඉලෙක්ට්‍රෝන ප්‍රභවයේ ධන අග්‍රයට ගලා යයි. මේ අන්දමට ධාරිත්‍රකයේ එක් තහඩුවක් ඍණ ලෙස ද අනෙක ධන ලෙස ද ආරෝපණය වේ.

විසර්ජනයේ දී ධාරිත්‍රකයේ ඍණ ලෙස ආරෝපිත තහඩුවේ සිට ධන තහඩුව දක්වා ප්‍රතිරෝධය හරහා ඍණ ආරෝපණ හෙවත් ඉලෙක්ට්‍රෝන ගලාගොස් එම ඍණ ආරෝපණ සමඟ ධන තහඩුවේ ධන ආරෝපණ උදාසීන වන තෙක් එය සිදු වෙයි.

ආරෝපණයේ දී සහ විසර්ජණයේ දී කාලය සමඟ වෝල්ට්මීටරයේ සහ ඇමීටරයේ පාඨාංක විචලනය වන ආකාරය 4.6 රූපයේ ප්‍රස්තාරිකව නිරූපණය කර ඇත.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

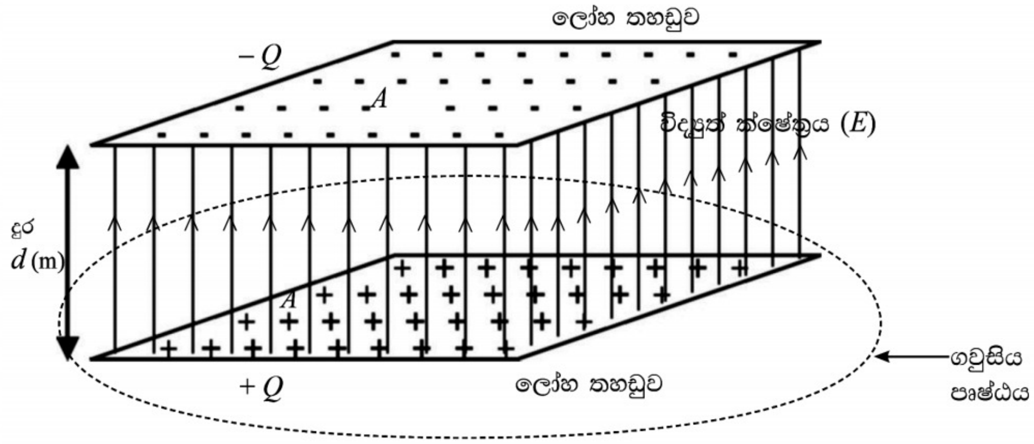


4.6 රූපය

ඉහත ප්‍රස්තාරවලින් පෙනී යන්නේ ධාරිත්‍රකයක් ''ක්ෂණික'' ධාරා දෙපසටම ගමන් කිරීමට සලස්වන බවයි. එනම් ධාරිත්‍රකයක් එය තුළින් ප්‍රත්‍යාවර්තක ධාරා ගලා යාමට සලස්වන බවයි. මේ නිසා ප්‍රත්‍යාවර්තක සංඥා භාවිත පරිපථවල ධාරිත්‍රක බහුලව යොදා ගෙන ඇති බව දැකිය හැකි වේ.

4.5 සමාන්තර තහඩු ධාරිත්‍රක (ධාරණාව සඳහා ප්‍රකාශනය)

සමාන්තර තහඩු ධාරිත්‍රකය, පළමුවෙන් ම සැලසුම් කළ ධාරිත්‍රකය ලෙස සැලකෙයි. වර්තමානයේ භාවිත වන ප්‍රායෝගික ධාරිත්‍රක ද එහි මූලධර්මය අනුව ම ක්‍රියාත්මක වේ.



4.7 රූපය

වර්ගඵලය A බැගින් වූ ද, එක එකෙහි විශාලත්වය Q බැගින් වන ආරෝපණ ඒකාකාරව ව්‍යාප්තව ඇත්තා වූ ද, එකිනෙකට d දුරින් සමාන්තරව තබා ඇති තල තහඩු දෙකකින් යුත් ධාරිත්‍රකයක් 4.7 රූපයේ දක්වා ඇත.

තහඩු දෙක අතර විද්‍යුත් ස්‍රාව රේඛා, $+Q$ තහඩුවක් පටන්ගෙන $-Q$ තහඩුව කරා එකිනෙකට සමාන්තරව යැවෙන බව සැලකිය හැකි ය. (තහඩුවල දාර ආසන්නයේ දී මඳක් පිටතට විහිදීම නොසලකා හැරිය හැකි ය) තහඩු දෙක අතරින් සමමිතිකව ස්‍රාව රේඛාවලට ලම්බව යන වර්ගඵලය A වන තලාකාර කොටසකින් යුත්, එක් තහඩුවක් පමණක් ආවරණය වන සංවෘත ගවුසීය පෘෂ්ඨයක් ලෙස සලකන කළ,

ගවුස් ප්‍රමේයය අනුව,

$$EA = \frac{Q}{\varepsilon}$$

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

$$E = \frac{Q}{A\varepsilon}$$

නමුත් $E =$ විභව අනුක්‍රමණය $= \dfrac{V}{d}$

$$\therefore \; V = Ed$$

$\therefore$ ධාරිත්‍රකයේ ධාරණාව $C = \dfrac{Q}{V} = \dfrac{Q}{Ed} = \dfrac{Q}{\dfrac{Q}{A\varepsilon} \times d} = C = \dfrac{\varepsilon A}{d}$

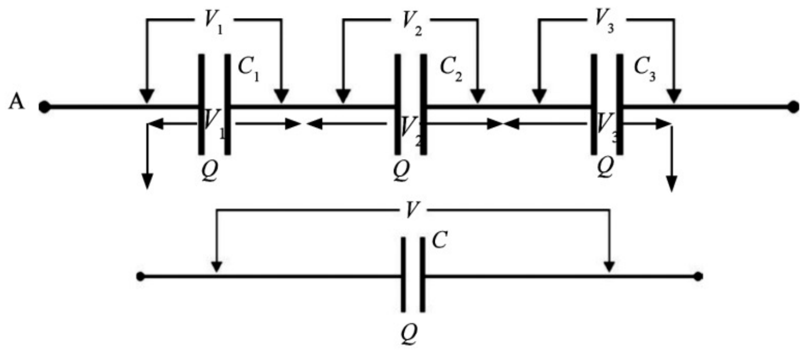
තහඩු අතර මාධ්‍යය සාපේක්ෂ පාරවේදිතාව ε_r වන මාධ්‍යයක් නම්, $\varepsilon = \varepsilon_r \varepsilon_0$

එවිට $\quad C = \dfrac{\varepsilon_r \varepsilon_0 A}{d}$

නිදහස් අවකාශය සඳහා $\varepsilon_r = 1$ වෙනත් මාධ්‍ය සඳහා $k_r > 1$

4.6 ධාරිත්‍රක පද්ධති

4.6.1 ශ්‍රේණිගත ධාරිත්‍රක



4.8 රූපය

එකම ආරෝපණය තබා ගන්නා පරිදි ධාරිත්‍රක කීපයක් යා කොට තිබේ නම් එය ශ්‍රේණිගත සම්බන්ධයකි.

එම ආරෝපණයම තබා ගනිමින් ඒවායේ පූර්ණ විභව අන්තරය පවත්වා ගන්නා තනි ධාරිත්‍රකයේ ධාරණාව මුල් ධාරිත්‍රක පද්ධතියේ සමක ධාරණාවයි.

$$V_1 = \frac{Q}{C_1} \quad \text{——— (1)}$$

$$V_2 = \frac{Q}{C_2} \quad \text{——— (2)}$$

$$V_3 = \frac{Q}{C_3} \quad \text{——— (3)}$$

(1) + (2) + (3) න්, $V_1 + V_2 + V_3 = Q\left(\dfrac{1}{C_1} + \dfrac{1}{C_2} + \dfrac{1}{C_3}\right)$ ——— (4)

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

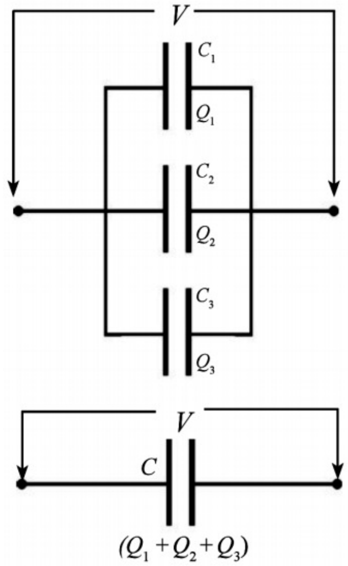
සමක ධාරණාව C නම්,

$$V_1 + V_2 + V_3 = \frac{Q}{C} \quad \text{——— (5)}$$

(4) සහ (5) න්, $\frac{Q}{C} = Q\left(\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}\right)$

$$\frac{1}{C} = \left(\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}\right)$$

4.6.2 සමාන්තරගත ධාරිත්‍රක



4.9 රූපය

එකම විභව අන්තරය පවත්වා ගත් පරිදි ධාරිත්‍රක කීපයක් යා කොට තිබේ නම් එය සමාන්තර ගත සම්බන්ධයකි.

එම විභව අන්තරය ම පවත්වා ගනිමින් ඒවායේ පූර්ණ ආරෝපණය තබා ගන්නා තනි ධාරිත්‍රකයේ ධාරණාව මුල් ධාරිත්‍රක පද්ධතියේ සමක ධාරණාවයි.

$$Q_1 = C_1 V \quad \text{——— (1)}$$

$$Q_2 = C_2 V \quad \text{——— (2)}$$

$$Q_3 = C_2 V \quad \text{——— (3)}$$

(1) + (2) + (3) $Q_1 + Q_2 + Q_3 = (C_1 + C_2 + C_3)\,V$ ——— (4)

සමක ධාරණාව C නම්,

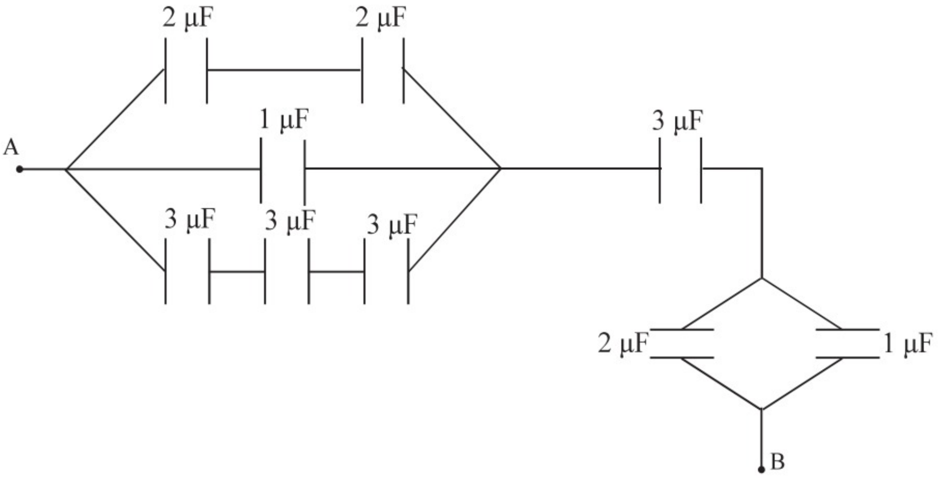
$$Q_1 + Q_2 + Q_3 = CV \quad \text{——— (5)}$$

(4) සහ (5) න් $CV = (C_1 + C_2 + C_3)\,V$

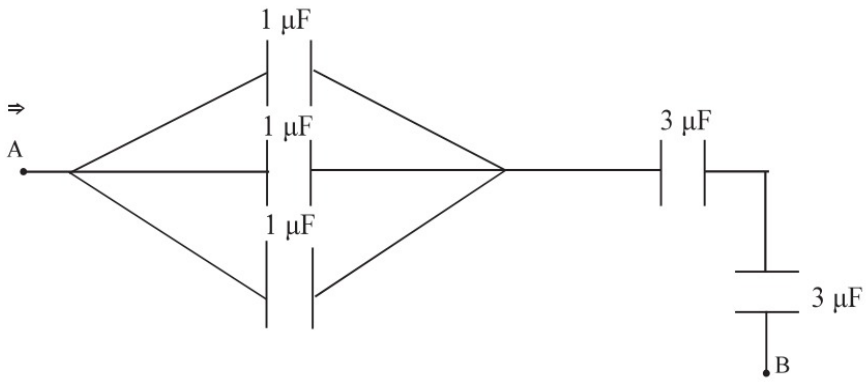
$$C = C_1 + C_2 + C_3$$

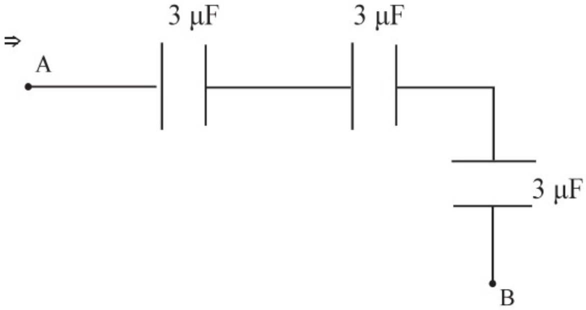
විසඳූ අභ්‍යාස

(1). A සහ B අතර සමක ධාරණාව සොයන්න.



විසඳුම

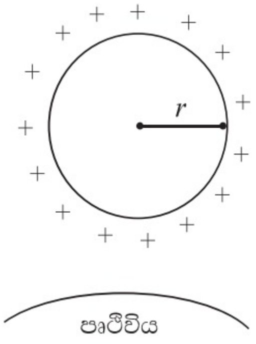




$$\Rightarrow \frac{1}{C} = \frac{1}{3} + \frac{1}{3} + \frac{1}{3} = 1$$

$$C = 1\ \mu F$$

4.7 සන්නායක ගෝලයක ධාරිතාව



4.10 රූපය

අරය r වන සන්නායක ගෝලයක් $+Q$ ආරෝපණයකින් ආරෝපිතය (ගෝලය ඝන වුව ද කුහර වුව ද මෙම ආරෝපණය එහි පිටත පෘෂ්ඨයෙහි පමණක් ඒකාකාරව ව්‍යාප්තව පවතිනු ඇත.) මෙම ගෝලය ධාරිත්‍රකයක් ලෙස සැලකීම සඳහා පෘථිවිය මෙහි භූගත සංරචකය ලෙස සලකමු.

එවිට, ආරෝපිත ගෝලයේ විභවය $V_1 = \left(\dfrac{1}{4\pi\varepsilon_0}\right)\dfrac{Q}{r}$

පෘථිවියේ විභවය $V_2 = 0$

$\therefore$ ගෝලීය ධාරිත්‍රකයේ ධාරිතාව $C = \dfrac{Q}{V} = \dfrac{Q}{V_1 - V_2}$

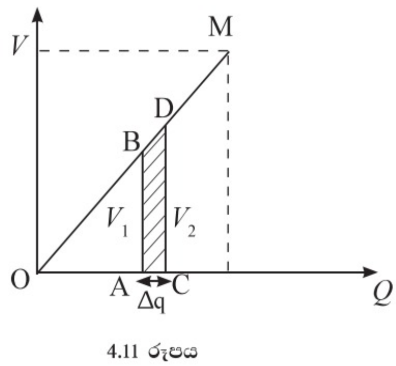
$$C = \frac{Q}{\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Q}{r} - 0} = 4\pi\varepsilon_0 r$$

$$C = 4\pi\varepsilon_0 r$$

4.8 ආරෝපිත ධාරිත්‍රකයක ගබඩා වූ ශක්තිය

ආරෝපිත ධාරිත්‍රකයක් තහඩු අතර විසර්ජනය කිරීමේදී පුලිඟුවක් නික්මෙනු දැකිය හැකි ය. ආරෝපිත ධාරිත්‍රකයක් තුළ ශක්තිය ගබඩා වී තිබූ බවත් විසර්ජනයේ දී එම ශක්තිය තාපය වැනි වෙනත් ප්‍රභේදයකට පත් වූ බවත් මෙයින් පෙනී යයි.

$Q = CV$ අනුව ධාරිත්‍රකයක $Q \propto V$ වේ. මේ අනුව Qට එදිරිව V ප්‍රස්තාරය සරල රේඛාවක් වන අතර කුඩා Δq ආරෝපණය බැගින් එය Q වන තෙක් එක් තහඩුවක සිට අනෙක දක්වා ගෙන යාමේ දී V හි විචලනය මෙසේ දැක්විය හැකි ය.



4.11 රූපය

විභවය V_1 වන අවස්ථාවේ දී කුඩා Δq ආරෝපණයක් මුල් තහඩුවේ සිට අනෙක කරා ගෙන යාමේ දී සිදුවන කාර්යය ΔW නම්,

$$\Delta W = \text{විභවය} \times \text{ආරෝපණය}$$
$$= V \times \Delta q$$
$$= \left(\frac{V_1 + V_2}{2}\right)\Delta q$$
$$= \left(\frac{AB + CD}{2}\right)AC$$
$$= ABCD \text{ ත්‍රපීසියමේ වර්ගඵලය}$$

මේ අන්දමට Δq ආරෝපණ මගින් Q ආරෝපණය සපුරාලීමේ දී විභවය V බවට පත්වන හෙයින් එවිට සිදුවන මුළු කාර්යය ABCD වැනි තීරුවල වර්ගඵල වල ඓක්‍යය හෙවත් OLM ත්‍රිකෝණයේ වර්ගඵලය වේ. එවිට,

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

ධාරිත්‍රකයේ ගබඩා වූ ශක්තිය $W =$ සිදු වූ මුළු කාර්යය

$W = \Sigma\Delta W$

$W = OLM$ වර්ගඵලය

$$W = \frac{1}{2}\ OL.LM$$

$$W = \frac{1}{2}\ QV$$

$Q = CV$ ද $V = \frac{Q}{C}$ ද ආදේශයෙන්, $W = \frac{1}{2}QV = \frac{1}{2}CV^2 = \frac{1}{2}\frac{Q^2}{C}$

විසඳූ අභ්‍යාසය

අරයන් $r_1 = 5$ cm සහ $r_2 = 10$ cm බැගින් වන සන්නායක ගෝල දෙකක් පිළිවෙලින් $q_1 = +70\ \mu C$ සහ $q_2 = +20\ \mu C$ ලෙස ආරෝපිතය. මෙම ආරෝපිත ගෝල දෙක, ධාරිතාව නොගිනිය හැකි කෙටි සන්නායක කම්බි කැබැල්ලකින් යා කළ විට,

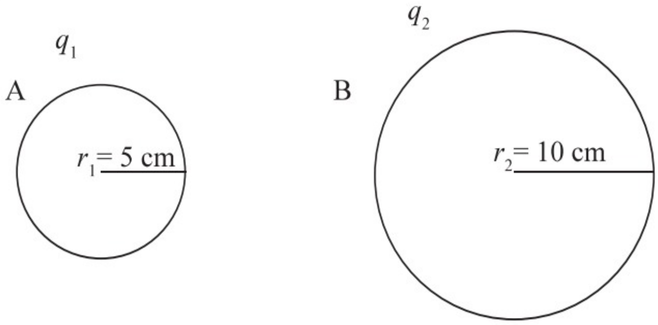
(i) ඒවායේ ඉතිරි වන ආරෝපණ

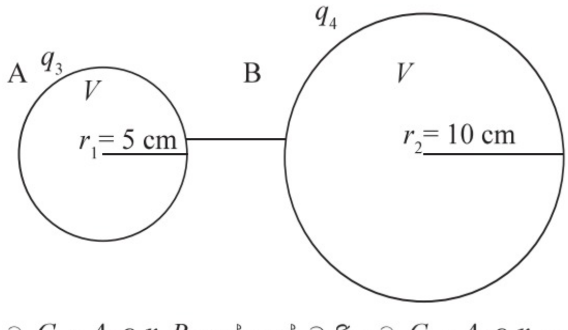
(ii) සිදුවන විභව ශක්ති හානිය සොයන්න.

විසඳුම

(i) $q_2 = +20\ \mu C$

$q_1 = +70\ \mu C$





A ගෝලයේ ධාරිතාව $C_1 = 4\pi\varepsilon_0 r$, B ගෝලයේ ධාරිතාව $C_2 = 4\pi\varepsilon_0 r$ ගෝල යා කළ විට ඒවා එකම විභවයකට (V) එළඹෙන අතර ඒවායේ ඉතිරි වන ආරෝපණ පිළිවෙලින් q_3 සහ q_4 යයි සිතමු.

එවිට, $V = \dfrac{q_3}{C_1} = \dfrac{q_4}{C_2}$

$$\Rightarrow \frac{q_5}{q_4} = \frac{C_1}{C_2} = \frac{r_1}{r_2} = \frac{5}{10} = \frac{1}{2}$$

තව ද, $q_3 + q_4 = q_1 + q_2$

$$q_3 + q_4 = 70 + 20 = 90$$

$$\Rightarrow \frac{q_3}{q_4} = \frac{1}{2} \text{ ——— } (1)$$

$$q_3 + q_4 = 90 \text{ ——— } (2)$$

විසඳීමෙන්, $q_3 = 30\ \mu C$ $\qquad q_4 = 60\ \mu C$

(ii) මුල් විභව ශක්තිය $E_1 = \dfrac{1}{2}\dfrac{q_1^2}{C_1} + \dfrac{1}{2}\dfrac{q_2^2}{C_2}$

පසු විභව ශක්තිය $E_2 = \dfrac{1}{2}\dfrac{q_3^2}{C_1} + \dfrac{1}{2}\dfrac{q_4^2}{C_2}$

විභව ශක්ති හානිය $E = E_1 - E_2$

$$= \frac{1}{2}\frac{q_1^2}{C_1} + \frac{1}{2}\frac{q_2^2}{C_2} - \left(\frac{1}{2}\frac{q_3^2}{C_1} + \frac{1}{2}\frac{q_4^2}{C_2}\right)$$

$$= \frac{1}{2}\left\{\frac{q_1^2 - q_3^2}{C_1} - \frac{q_4^2 - q_2^2}{C_2}\right\}$$

$$= \frac{1}{2}\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\left\{\frac{(70\times10^{-6})^2 - (30\times10^{-6})^2}{5\times10^{-2}}\right\} - \left\{\frac{(60\times10^{-6})^2 - (20\times10^{-6})^2}{10\times10^{-2}}\right\}$$

$$= 216\ \text{J}$$

4.9 සන්නායක පෘෂ්ඨයක ආරෝපණ ව්‍යාප්තිය

සන්නායක වස්තුවක් ආරෝපණය කළ විට, එහි හැඩය කුමක් වුවද එම ආරෝපණ රඳා පවත්නේ එහි පිටත පෘෂ්ඨයේ පමණක් බව දැනට අප දැනුවත් වී ඇත. කෙසේ වුවද එම පෘෂ්ඨයෙහි ආරෝපණ ව්‍යාප්තිය නැතහොත් රඳා පවත්නා පිළිවෙල එහි වක්‍රතාව $\left(\dfrac{1}{r}\right)$ හෙවත් වක්‍ර වූ ප්‍රමාණය මත රඳා පවතී. එහෙයින් විවිධ වක්‍රතාවන් ගෙන් යුත් සන්නායක පෘෂ්ඨයක ඒකාකාර ආරෝපණ ව්‍යාප්තියක් බලාපොරොත්තු විය නො හැකි ය.

පෘෂ්ඨයක ආරෝපණ ව්‍යාප්තිය මනිනු ලබන්නේ එහි ඒකක වර්ගඵලයක පවත්නා ආරෝපණ ප්‍රමාණයෙන් හෙවත් ආරෝපණ පෘෂ්ඨීය ඝනත්වයෙනි. පරීක්ෂණාත්මකව පෙන්වාදිය හැක්කේ පෘෂ්ඨයක වක්‍රතාව වෙනස් වන විට එහි ආරෝපණ ඝනත්වය ද වෙනස් වන බවයි. ඒ කෙසේද යත් පෘෂ්ඨයක වක්‍රතාව වැඩි වන විට එහි ආරෝපණ පෘෂ්ඨීය ඝනත්වය වැඩි වන අතර වක්‍රතාව අඩු වන විට එම ඝනත්වය ද අඩු වන පරිද්දෙනි.

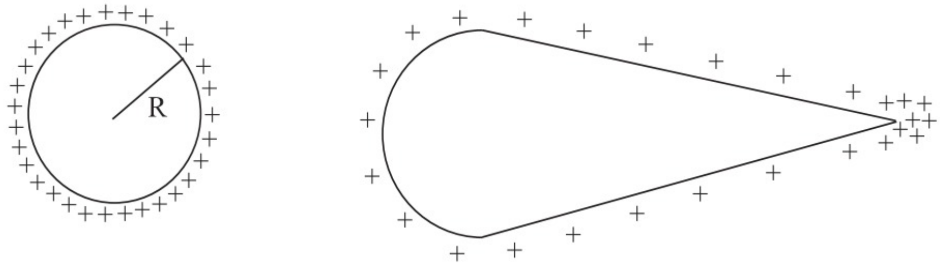
© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

මේ අනුව අවම වක්‍රතාව ඇති තලාකාර පෘෂ්ඨයක අවම ආරෝපණ පෘෂ්ඨීය ඝනත්වය පවතින අතර වක්‍රතාව ක්‍රමයෙන් වැඩි වෙමින් ගෝලාකාර වූ විට වඩා වැඩි වූ එහෙත් ඒකාකාර වූ ආරෝපණ ඝනත්වයක් පවතිනු ඇත.

එනම් සන්නායක ගෝලයක ඒකාකාර ආරෝපණ ව්‍යාප්තියක් ඇත.

උපරිම ආරෝපණ ඝනත්වය තුඩක ආකාරයෙන් යුත් පෘෂ්ඨයක පවතී.

සන්නායකයක ගෝලයක හා නෙළුම් පොහොට්ටුවක ආකාරයෙන් ඇති සන්නායකයක පෘෂ්ඨයේ ආරෝපණ ව්‍යාප්තිය 4.12 රූපයෙන් දැක්වේ.



4.12 රූපය

සන්නායක තුඩක මෙසේ ඇතිවන අධික ආරෝපණ ඝනත්වය නිසා එය වටා විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍රයේ තීව්‍රතාව ද ඉතා අධික වේ. මෙහි ප්‍රතිඵලයක් වශයෙන් තුඩ අවට වාතයේ පරිවාරක ගුණය බිඳවැටී තුඩ අවට වාතයේ ඇති අණුවල ආරෝපණ ධ්‍රැවීකරණය වේ. එවිට තුඩෙහි ඇති ආරෝපණයට සම ආරෝපණයක් ලබා ඇති අවට වායු අණු ප්‍රවාහයක් ලෙස එයින් නිකුත් වෙයි. මෙම ක්‍රියාවලිය අඳුරෙහි සිදු වුවහොත් තුඩ වටා ඇති වාතය දීප්තිමත් ඇතිල්ලක් ලෙස දිස්වන අතර එය ''**රශ්වළලු විසර්ජනය**'' ලෙස හැඳින්වේ.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.
© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

7 වන ඒකකය

චුම්බක ක්ෂේත්‍රය

Magnetic Field

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

පළමු පරිච්ඡේදය

චුම්බක බලය
(Magnetic Force)

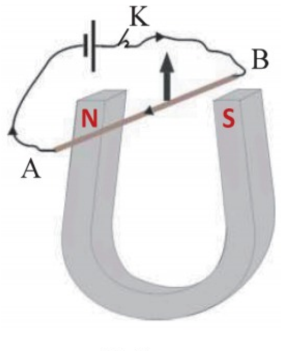
1.1 හැඳින්වීම

චුම්බකත්වය නම් වූ ගුණය වර්ෂ දහස් ගණනක් ඈත අතීතයේ සිටම මිනිසා විසින් හඳුනා ගෙන තිබූ බවට සාක්ෂි තිබේ. මෙහි මුල්ම ප්‍රායෝගික අත්දැකීම ලෙස චීන ජාතිකයින් විසින් එකොළොස් වැනි ශත වර්ෂයේ දී පමණ මාලිමා කටුව නිර්මාණය කිරීමත්, එමගින් පෘථිවිය ද දුබල චුම්බකයක් ලෙස හැසිරෙන බවට සොයා ගැනීමත් දැක්විය හැකි ය. පෘථිවියේ දක්වන මෙම චුම්බක ගුණය ස්වභාවික චුම්බකත්වය ලෙස හඳුන්වන ලදී.

මාලිමා කටුව ආසන්න වශයෙන් පෘථිවියෙහි උතුරු-දකුණු දිශාව ඔස්සේ සැම විටම සකස්වීම නිසා එහි උතුරු දෙසට යොමු වන කෙළවර උත්තර ධ්‍රැවය ලෙසත් දකුණු දෙසට යොමුවන කෙළවර දක්ෂිණ ධ්‍රැවය ලෙසත් නම් කරන ලදී. මෙය පළමු කෘත්‍රිම චුම්බකය ලෙස සැලකිය හැකි වන අතර විද්‍යාවේ වර්ධනයත් සමඟ පසු කාලීනව දණ්ඩ චුම්බක, බූරප චුම්බක වැනි කෘත්‍රිම චුම්බක නිෂ්පාදනය ඇරඹුණි. මේ අතර විද්‍යාත්මක පරීක්ෂණවල දී විද්‍යුත් ධාරා ගලා යන සන්නායක අවට පෙදෙසෙහි චලනය කරනු ලබන මාලිමා කටුවක් එය සකස් වන දිශාව නිරතුරුව වෙනස් කරන බව ද නිරීක්ෂණය විය.

පෘථිවිය අවට පෙදෙසෙහි ද, කෘත්‍රිම චුම්බක සහ ධාරා ගෙනයන සන්නායක අවට පෙදෙස්හි ද මෙසේ චුම්බක ගුණ විද්‍යාමාන වීම නිසා එම පෙදෙස් ''**චුම්බක ක්ෂේත්‍ර**'' ලෙස හඳුන්වා දී ඇත. චුම්බක ක්ෂේත්‍ර පිළිබඳ නවතම සංකල්පය අනුව, චුම්බක ක්ෂේත්‍රයක් තුළ ක්‍රියාත්මක වන බල, චුම්බක ක්ෂේත්‍ර දෙකක් එකිනෙක ඡේදනය වීමේ දී ඇති වන අන්තර් ක්‍රියාවෙහි ප්‍රතිඵලයකි.

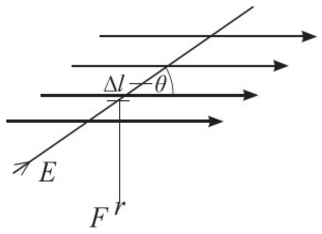
1.2 චුම්බක ක්ෂේත්‍රයක වූ ධාරාවක් රැගෙන යන සන්නායකයක් මත ක්‍රියාකරන බලය



1.1 රූපය

AB සන්නායක කම්බිය ප්‍රබල බූරප චුම්බකයක ධ්‍රැව අතර පෙදෙසෙහි තබා, කෝෂයක් සහ ස්විච්චියක් (K) සමඟ ශ්‍රේණිගත ව 1.1 රූපයේ දැක්වෙන පරිදි යා කොට තිබේ. K ස්විච්චිය වැසූ ක්ෂණයෙහි AB සන්නායකය පසෙකට වීසිවනු ඇත. මන්දයත් ස්විච්චිය වැසූ කළ S සන්නායකය තුළින් ධාරාව ගැලීම ඇරඹීමත් සමඟම එය වටා චුම්බක ක්ෂේත්‍රයක් නිර්මාණය වන බැවිනි මෙම චුම්බක ක්ෂේත්‍රය සහ බූරප චුම්බකයේ ධ්‍රැව අතර චුම්බක ක්ෂේත්‍රයෙහි ගැටීම සමඟ ඇති වන අන්තර් ක්‍රියාවෙහි ප්‍රතිඵලය ලෙස සන්නායකය මත බලයක් හටගන්නා අතර එම බලය සන්නායකය චලනයට ලක් කරයි.

චුම්බක ක්ෂේත්‍රයක ප්‍රබලතාව නැතහොත් තීව්‍රතාව හඳුන්වනු ලබන්නේ "**චුම්බක ස්‍රාව ඝනත්වය**" යනුවෙනි. ඉහත නිදසුනෙහි බූරප චුම්බකයේ ක්ෂේත්‍රයෙහි තැබූ ධාරාව ගෙන යන සන්නායකයේ අංශු මාත්‍රයක් මත ක්‍රියාකරන බලය ඇසුරෙන් එහි චුම්බක ස්‍රාව ඝනත්වය නිර්වචනය සඳහා ප්‍රකාශනයක් ලබා ගත හැකි වෙයි.



1.2 රූපය

I ධාරාව ගෙන යන සන්නායකය චුම්බක ක්ෂේත්‍රයට θ කෝණයකින් තබා ඇතැයි සිතමු.
එවිට,
Δl අංශු මාත්‍රය මත ක්‍රියාකරන බලය

$F \propto I$

$F \propto \Delta l$

$F \propto \sin\theta$

බව පරීක්ෂණාත්මකව පෙන්වා ඇත.

$\therefore \; F \propto I\Delta l \sin\theta$

$\therefore \; F = BI\Delta l \sin\theta$

මෙහි B යනු සමානුපාතික නියතයකි.

$$B = \frac{F}{I\Delta l \sin\theta}$$

$\theta = 90°$ විට $\; B = \dfrac{F}{I\Delta l}$

ඉහත B රාශිය Δl හි චුම්බක ස්‍රාව ඝනත්වය නිරූපණය කරන අතර එම ප්‍රකාශනය ඇසුරෙන් චුම්බක ස්‍රාව ඝනත්වය පහත දැක්වෙන පරිදි අර්ථ දැක්විය හැකි ය. මේ සඳහා $I\Delta l$ රාශිය "**ධාරා අංශු මාත්‍රයක්**" ලෙස දක්වයි.

1.3 චුම්බක ස්‍රාව ඝනත්වය

චුම්බක ක්ෂේත්‍රයකට ලම්බව තැබූ ධාරාවක් ගෙන යන සන්නායකයක ඒකක ධාරා අංශු මාත්‍රයක් මත ක්‍රියාත්මක බලය එහි චුම්බක ස්‍රාව ඝනත්වයයි.

සන්නායකය තුළින් ගලන ධාරාවේ ඒකකය ඇම්පියර (A) වන බැවින් චුම්බක ස්‍රාව ඝනත්වයේ ඒකකය $\mathrm{NA^{-1}m^{-1}}$ හෙවත් T (ටෙස්ලා) ලෙස දැක්විය හැකිය.

B චුම්බක ක්ෂේත්‍රයෙහි θ කෝණයකින් තැබූ l දිගැති සන්නායකයක් සඳහා ඉහත බලය
$F = IBl \sin\theta$ ලෙස දැක්විය හැකි ය.

$\theta = 90°$ විට $F = BIl$ වේ.
මෙය අදාළ ධාරාව සඳහා උපරිම බලයයි.

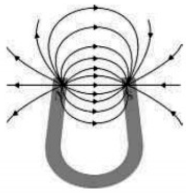
$\theta = 0°$ විට $F = 0$ වේ.

එනම්, සන්නායකය චුම්බක ක්ෂේත්‍රයට සමාන්තර විට එය ධාරාවක් ගෙන ගිය ද එය මත බලයක් ක්‍රියා නොකරයි.

චුම්බක ක්ෂේත්‍ර පිළිබඳවත් ඒවායින් සිදුවන ආචරණ පිළිබඳවත් අධ්‍යයන කිරීම සඳහා ඒවායේ ස්‍රාව ආකෘති උපයෝගී කර ගත යුතු වේ.

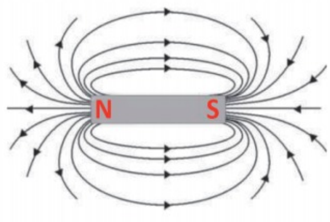
නිදර්ශන

1. බුරප චුම්බකයක ධ්‍රැව අතර චුම්බක ක්ෂේත්‍රය



1.3 රූපය

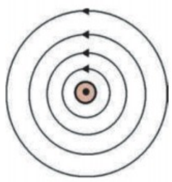
2. දණ්ඩ චුම්බකයක් අවට චුම්බක බල රේඛා



1.4 රූපය

චුම්බකයේ උත්තර ධ්‍රැවයෙන් පටන් ගෙන දක්ෂිණ ධ්‍රැවයෙන් අවසන් වේ.

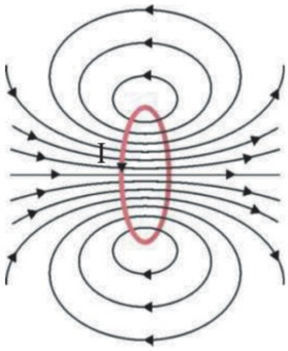
3. විද්‍යුත් ධාරාවක් ගෙන යන ඍජු සන්නායකයක් වටා චුම්බක ක්ෂේත්‍රය



1.5 රූපය

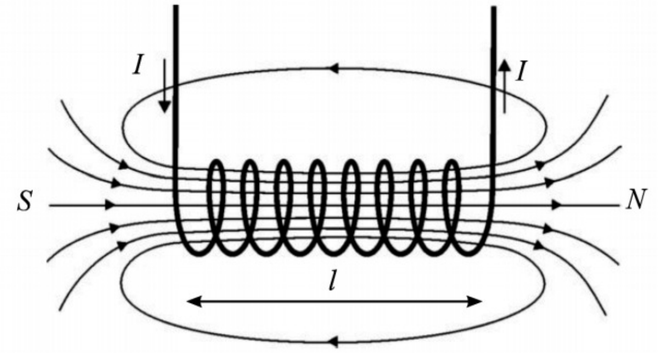
චුම්බක ක්ෂේත්‍රයේ නැතහොත් බල රේඛාවල දිශාව මැක්ස්වෙල් දක්ෂිණාවර්ත කස්කුරුප්පු නීතියෙන් තීරණය වේ.

4. විද්‍යුත් ධාරාවක් ගෙන යන වෘත්තාකාර දඟරයක් වටා චුම්බක ක්ෂේත්‍රය



1.6 රූපය

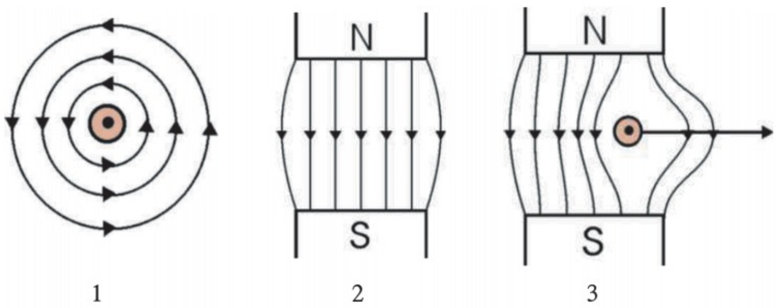
5. විද්‍යුත් ධාරාවක් ගෙන යන පරිනාලිකාවක් වටා චුම්බක ක්ෂේත්‍රය



1.7 රූපය

චුම්බක ක්ෂේත්‍රයක තැබූ ධාරාවක් ගෙන යන සන්නායකය මත ක්‍රියාකරන බලයෙහි දිශාව නිර්ණය කිරීම.

මේ සඳහා ඉහතින් දැක්වූ චුම්බක ක්ෂේත්‍රවල ස්‍රාව ආකෘති භාවිත කරමු.



1.8 රූපය

(1) ධාරාවක් ගෙන යන දිගු සිරස් කම්බියක් වටා චුම්බක ක්ෂේත්‍රය

(2) ප්‍රබල බුරප චුම්බකයක ධ්‍රැව අතර චුම්බක ක්ෂේත්‍රය

(3) ධාරාව ගෙන යන සන්නායකය චුම්බකයේ ධ්‍රැව අතර තැබූ විට ඇති වන සංයුක්ත චුම්බක ක්ෂේත්‍රය

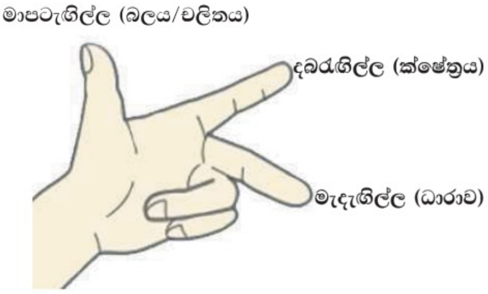
මෙම සංයුක්ත ක්ෂේත්‍රයේ ව්‍යුහය අනුව සන්නායකයේ වම් පසෙහි චුම්බක ක්ෂේත්‍ර දෙක එක්වීම නිසා එහි ප්‍රබල ක්ෂේත්‍රයක් ද දකුණු පසෙහි චුම්බක ක්ෂේත්‍ර ප්‍රතිවිරුද්ධ වීම නිසා දුබල ක්ෂේත්‍රයක් ද නිර්මාණය වී ඇත. මෙහි ප්‍රතිඵලය වන්නේ සන්නායකයේ වම් පසෙහි අතිරික්ත තෙරපීමක් ඇති වී සන්නායකය මත දකුණු පසට යාන්ත්‍රික බලයක් ක්‍රියාත්මක වීමයි. සන්නායකය චලනය වීමට නිදහස් නම් එය දකුණු පසට චලනය වනු ඇත.

ඉහතින් දැක්වූයේ විද්‍යුත් ශක්තිය යාන්ත්‍රික (චාලක) ශක්තිය බවට පත් කිරීමේ අවස්ථාවකි. විදුලි මෝටරයෙන් ආරම්භ වී විදුලි බලයෙන් ක්‍රියාත්මක වන සියලු යන්ත්‍ර සඳහා පාදක වී ඇත්තේ මෙම මූලධර්මයයි. මෙහි වැදගත්ම කරුණ වන්නේ විද්‍යුත් ශක්තිය යාන්ත්‍ර ශක්තිය බවට පරිවර්තනය කිරීමේ කාර්යය සඳහා චුම්බක ක්ෂේත්‍රයක් අනිවාර්යයෙන් ම සම්බන්ධ විය යුතු බවයි.

ඉහත ශක්ති පරිවර්තනයෙහි එකිනෙකට ලම්බ වූ රාශීන් තුනක් ඇත. ඒවා නම්, විද්‍යුත් ධාරාව, චුම්බක ක්ෂේත්‍රය සහ ඒවායේ ඵලය වන යාන්ත්‍රික බලය නැතහොත් චලිතයයි. එම ඵලයෙහි දිශාව පහසුවෙන් නිර්ණය කිරීම සඳහා පහත දැක්වෙන නීතිය භාවිත කළ හැකි ය.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

1.4 ෆ්ලෙමිංගේ වමත් නීතිය

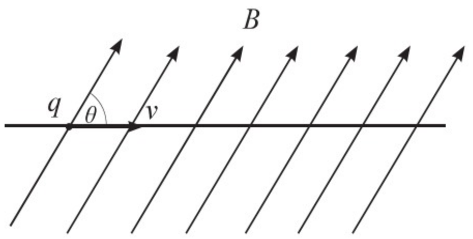


1.9 රූපය

වමතෙහි දබරැඟිල්ලත්, මැදැඟිල්ලත් මහපටැඟිල්ලත් එකිනෙකට ලම්බව තබා, දබරැඟිල්ලෙන් චුම්බක ක්ෂේත්‍රයේ දිශාවත්, මැදැඟිල්ලෙන් එය හරහා සන්නායකයේ ධාරාවේ දිශාවත් නිරූපණය කළහොත්, මාපටැඟිල්ලෙන් සන්නායකය මත ක්‍රියාත්මක වන බලයෙහි නැතහොත් එහි චලිතයෙහි දිශාව නිරූපණය වේ.

1.5 චුම්බක ක්ෂේත්‍රයක් හරහා ගමන් කරන ආරෝපණයක් මත ක්‍රියාකරන බලය

චුම්බක ක්ෂේත්‍රයක් තුළ පවතින නිශ්චල ආරෝපණයක් මත බලයක් ක්‍රියා නොකරයි. එහෙත් එය චලනය වේ නම් විද්‍යුත් ධාරාවක් හා සම වන හෙයින් එය මත බලයක් ක්‍රියා කරනු ඇත.



1.10 රූපය

ස්‍රාව ඝනත්වය B වන ඒකාකාර චුම්බක ක්ෂේත්‍රයකට θ කෝණයකින් ආනත වූ දිශාවක් ඔස්සේ v ප්‍රවේගයෙන් ගමන් කරන q ආරෝපණයක් සලකමු.

මෙම ආරෝපණය t කාලයක දී l දුරක් ගමන් කරයි නම්,

$$l = vt$$

ගමන් කරන ආරෝපණය එහි ගමන් දිශාවෙහි, තබා ඇති l දිගැති සන්නායකයක් තුළින් ගලා යන I ධාරාවක් හා සම කළ හොත්, එය මත බලය

$$F = BIl \sin\theta$$

$$= \frac{Bq}{t} vt \sin\theta$$

$F = Bqv \sin\theta$ ලෙස ව්‍යුත්පන්න කළ හැකි ය.

$\theta = 90°$ නම් $F = Bqv$

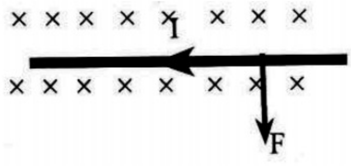
ආරෝපණය ක්ෂේත්‍රයට සමාන්තරව ගමන් කරයි නම්,

$$F = 0$$

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

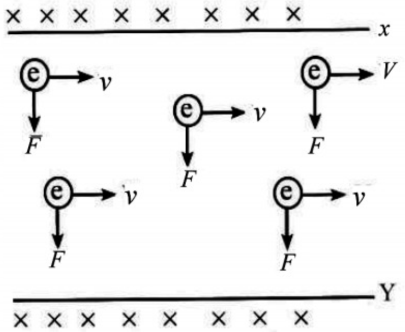
1.6 හෝල් ආචරණය

රූපයේ දක්වා ඇති ආකාරයට ධාරාව ගෙන යන සන්නායක දණ්ඩයක් ඊට ලම්බක චුම්බක ක්ෂේත්‍රයක් මත තැබූ විට සන්නායක දණ්ඩ මත පහළට බලයක් ඇති වේ.



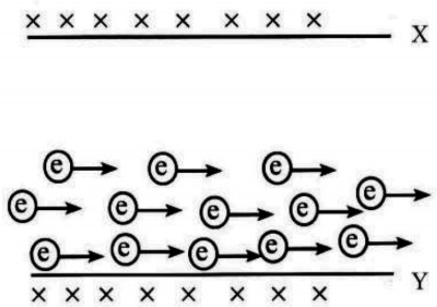
1.11 රූපය

මෙසේ දණ්ඩ මත බලයක් ඇති වන්නේ ධාරාවේ සම්මත වූ දිශාවේ ප්‍රතිවිරුද්ධ වූ දිශාවට ප්‍රවාහය වන ඉලෙක්ට්‍රෝන මත බලයක් පහළට ඇති වීම නිසාවෙනි.



1.12 රූපය

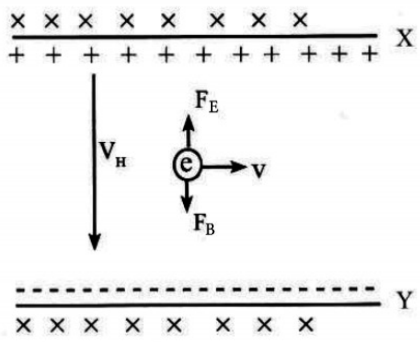
ඉලෙක්ට්‍රෝන මත ඇති වන මෙම බලය හේතුවෙන් සන්නායක දණ්ඩෙහි පහළට ඉලෙක්ට්‍රෝන ආගමනයක් සිදු වේ. ඒ නිසා ඉහළ X පෘෂ්ඨයට සාපේක්ෂව පහළ Y පෘෂ්ඨය සෘණ විභවයක් ලබන අතර ඒ නිසා පෘෂ්ඨ දෙක අතර විභව අන්තරයක් ගොඩ නැංවෙයි. මෙය ඉලෙක්ට්‍රෝන අපගමනයට බාධකයක් වන අතර යම් වේලාවකට පසුව Y පෘෂ්ඨය වෙතට ඉලෙක්ට්‍රෝනවල සිදුවන අපගමනය නතර වී ඉදිරියට ගමන් කරයි.



1.13 රූපය

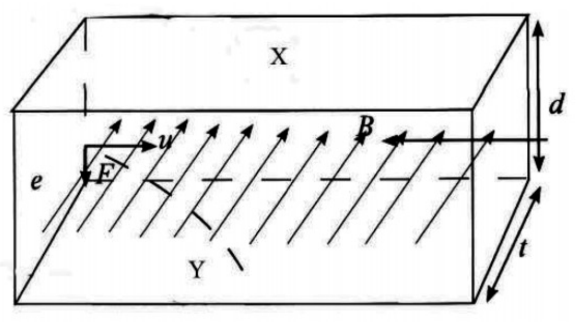
මෙසේ Y පෘෂ්ඨය වෙතට සිදුවන ඉලෙක්ට්‍රෝන අපගමනය නතර වන්නේ X හා Y පෘෂ්ඨ අතර ගොඩනැගෙන විභවය හේතුවෙන් ඉලෙක්ට්‍රෝන මත ගොඩනැගෙන බලය F_E හා චුම්බක ක්ෂේත්‍රයේ බලපෑම හේතුවෙන් ඉලෙක්ට්‍රෝන මත ගොඩනැගෙන බලය F_B සමාන වූ විටදී ය. මෙම අවස්ථාවේ X හා Y පෘෂ්ඨ අතර ගොඩ නැගෙන වෝල්ටීයතාවය ''හෝල් වොල්ටීයතාව'' නම් වේ.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.



1.14 රූපය

මෙම සංසිද්ධිය "**හෝල් ආවරණය**" ලෙස හැඳින්වෙන අතර එය 1879 වසරේ දී එඩ්වින් හෝල් නම් විද්‍යාඥයා විසින් සිදු කරන ලද පර්යේෂණාත්මක කටයුතු මගින් ලැබූ ප්‍රතිඵල අනුව අනාවරණය කරන ලදී.



1.15 රූපය

හෝල් වෝල්ටීයතාව (V_H) සඳහා ප්‍රකාශනයක් ව්‍යුත්පන්න කිරීම සඳහා 1.15 රූපයේ දැක්වෙන සන්නායක කුට්ටියක් සලකමු. එහි උස d යයි ද ඝනකම t යයි ද සලකමු. එවිට කුට්ටියේ X සහ Y පෘෂ්ඨ අතර ඇති වූ විභව අන්තරය හේතුවෙන් ඇති වන විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍රයෙහි ස්‍රාව ඝනත්වය,

$$E = \text{විභව අනුක්‍රමණය} = \frac{V_H}{d}$$

එවිට ඉලෙක්ට්‍රෝනයක සෘණ ආරෝපණය මත සිරස් ව ඉහළට ක්‍රියාකරන බලය

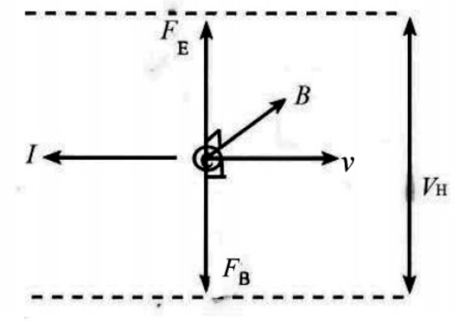
$$\uparrow F_E = Ee = \frac{V_H}{d}\, e$$

ඉලෙක්ට්‍රෝන පහළට අපගමනය වීම නතර වන්නේ මෙම බලය, ඉලෙක්ට්‍රෝන මත පහළට ක්‍රියාත්මක වන $F_B = F_E$ බලය සමඟ සංතුලනය වීමේ දී ය. මෙය සිදුවන්නේ හෝල් වෝල්ටීයතාව ඇති වූ විටය.

$$\uparrow F_E = \downarrow F_B$$

$$\frac{V_H}{d}\, e = Bev$$

$$V_H = Bvd$$



1.16 රූපය

තව ද I ධාරාව සහ ප්ලාවිත ප්‍රවේගය v අතර සම්බන්ධය,

$$I = Avne$$

A යනු සන්නායකයේ හරස්කඩ වර්ගඵලය වන අතර n යනු එහි ඒකක පරිමාවක අඩංගු වාහක හෙවත් ඉලෙක්ට්‍රෝන සංඛ්‍යාවයි.

$$\therefore \; v = \frac{I}{Ane}$$

ඉහත V_H සඳහා ප්‍රකාශනයෙහි v සඳහා ආදේශයෙන්,

$$V_H = B.\frac{I}{Ane}.\,d = B.\frac{I}{dtne}.\,d$$

$$= \frac{BI}{net}$$

1.7 හෝල් ආවරණයේ භාවිත

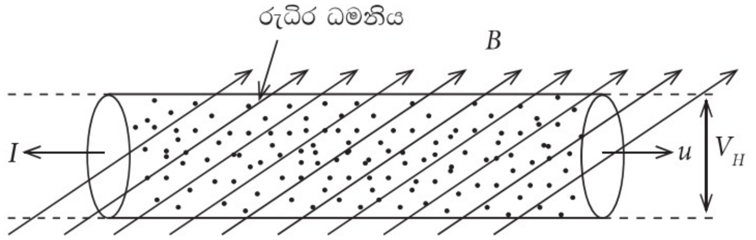
1. අර්ධ සන්නායකවල ආරෝපණ වාහක හඳුනා ගැනීම සඳහා හෝල් ආවරණය උපකාරී වේ. එනම් යම් අර්ධ සන්නායකයක් p - වර්ගයේ ද නැතහොත් n - වර්ගයේ ද යනුවෙනි. අර්ධ සන්නායකයක් හෝල් ආවරණ පරීක්ෂාවට ලක් කොට එහි හෝල් වෝල්ටීයතාව ගොඩ නැංවෙන දිශාව නිර්ණය කළ හැකි ය. එමගින් එහි ආරෝපණ වාහක සෘණ ඉලෙක්ට්‍රෝන ද නැතිනම් ධන කුහර ද යන්න නිගමනය කොට ඒ අනුව අර්ධ සන්නායකය p - වර්ගයේ ද නොඑසේ නම් n - වර්ගයේ ද යන්න නිශ්චිතව හඳුනා ගත හැකි ය.

2. හෝල් ආවරණයේ අනෙක් වැදගත් භාවිතය වන්නේ එමගින් චුම්බක ක්ෂේත්‍රයක ස්‍රාව ඝනත්වය නිර්ණය කිරීමයි. මේ සඳහා හෝල් ඒෂණිය (probe) නම් උපාංගය භාවිත වේ.

3. ''හෘද රෝග පිළිබඳ පරීක්ෂාවලදී ධමනි තුළ රුධිර ප්‍රවාහ වේග මැනීම සඳහා වෛද්‍යවරු විසින් විද්‍යුත් චුම්බක ප්‍රවාහ මීටරය නම් වූ උපකරණයක් භාවිත කරනු ලැබේ. මෙම උපකරණයේ ක්‍රියාකාරීත්වය සඳහා හෝල් ආවරණය පාදක වී ඇත.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

උදාහරණ



ඉහත රූපයේ දක්වා ඇති පරිදි විද්‍යුත් චුම්බක ප්‍රවාහ මීටරයකින් පරීක්ෂාවට ලක්වන රුධිර ධමනියක් හරහා එයට ලම්බව ස්‍රාව ඝනත්වය B වන ඒකාකාර චුම්බක ක්ෂේත්‍රයක් ක්‍රියාත්මක කර ඇත. රුධිරයේ අඩංගු Na^+ සහ Cl^- අයන ආරෝපණ වාහක ලෙස රුධිරය සමඟ ප්‍රවාහ වන හෙයින් චුම්බක ක්ෂේත්‍රයට ලම්බව ධමනිය හරහා හෝල් වෝල්ටීයතාවක් පැන නගී. ප්‍රවාහ මීටරයෙන් දැක්වෙන එහි අගය V_H වේ. අයනවල ප්‍රවාහ වේගය රුධිරයේ ප්‍රවාහ වේගයට සම වේ යැයි සලකා රුධිරයේ ප්‍රවාහ වේගය සඳහා ප්‍රකාශනයක් ලබා ගන්න.

අයනයක ආරෝපණය q නම්, සමතුලිත අවස්ථාවේ දී,

චුම්බක බලය (F_B) = විද්‍යුත් බලය (F_E)

රුධිරයේ ප්‍රවාහ වේගය u නම්,

$$Bqu = qE$$

$$u = \frac{E}{B}$$

නමුත් $E = \frac{V_H}{d}$

$\therefore$ $u = \frac{V_H}{dB}$ වේ.

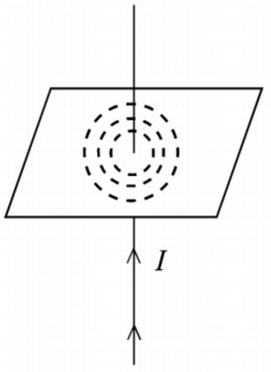
© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

දෙවන පරිච්ඡේදය

චුම්බක බල ක්ෂේත්‍රය

Magnetic Force Field

2.1 හැඳින්වීම

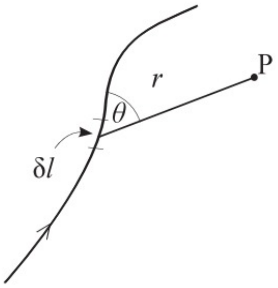


2.1 රූපය

ධාරාවක් ගෙනයන සන්නායකයක් වටා චුම්බක ක්ෂේත්‍රයක් පවතින බව තහවුරු කිරීම සඳහා 2.1 රූපයේ දක්වා ඇති ඇටවුම භාවිත කළ හැකි ය. තිරස් කාඩ්බෝඩ් තලයක් සිදුරුකොට සිරස් සන්නායක කම්බිය යවා ඇත. කාඩ්බෝඩ් තලය මත කම්බිය වටා සියුම් යකඩ කුඩු ප්‍රමාණයක් අතුරා ඇත. දැන් සන්නායකය තුළින් විද්‍යුත් ධාරාවක් යවමින් ඒ සමඟ ම කාඩ්බෝඩ් තලයට සෙමෙන් තට්ටු කරනු ලැබේ. එවිට එහි ඇති යකඩ කුඩු සන්නායකය කේන්ද්‍ර කොටගත් ඒක කේන්ද්‍රීය වෘත්තාකාර පථ ඔස්සේ සකස් වෙමින් සන්නායකය වටා චුම්බක ක්ෂේත්‍රයේ පැවැත්මත් එහි ව්‍යුහයත් පෙන්වා දෙයි. ක්ෂේත්‍රයේ බල රේඛාවල දිශාව කලින් සඳහන් කළ පරිදි මැක්ස්වෙල්ගේ දක්ෂිණාවර්ත කස්තුරුප්පු නීතියෙන් ලැබේ.

2.2 බයෝ- - සවා නියමය

විද්‍යුත් ධාරාවක් ගෙනයන සන්නායකයක් වටා ඇති වන චුම්බක ක්ෂේත්‍රයෙහි යම් ලක්ෂ්‍යයක චුම්බක ස්‍රාව ඝනත්වය සෙවීම සඳහා යොමු කෙරෙන ප්‍රකාශනයක් මෙම නියමයෙන් ලැබේ.



2.2 රූපය

2.2 රූපයේ දක්වා ඇති පරිදි සන්නායකයක් තුළින් I ධාරාවක් ගලා යයි. P යනු එහි ඕනෑම δl අංශුමාත්‍රයක සිට r දුරින් පිහිටි ලක්ෂ්‍යයක් වන අතර, එහි P සිට එම අංශුමාත්‍රයට ඇඳි රේඛාව, ධාරාව ගලන දෙසට δlට ඇඳි ස්පර්ශකය සමඟ θ කෝණයක් තනයි.

එවිට, $I\delta l$ ධාරා අංශුමාත්‍රය නිසා Pහි ඇති වන චුම්බක ස්‍රාව ඝනත්වය

$$\left.\begin{aligned} \delta B &\propto I \\ \delta B &\propto \delta l \\ \delta B &\propto \sin\theta \\ \delta B &\propto \frac{1}{r^2} \end{aligned}\right\}$$ බව පර්යේෂණාත්මකව ඔප්පු කර ඇත.

$$\therefore \quad \delta B \propto \frac{I\,\delta l \sin\theta}{r^2}$$

$$\delta B = K\frac{I.\delta l \sin\theta}{r^2}$$ K යනු සමානුපාතික නියතයයි.

$K = \dfrac{\mu_o}{4\pi}$ ලෙස නිරූපණය වන අතර μ_o යනු නිදහස් අවකාශයේ චුම්බක පාරගම්‍යතාව ලෙස හැඳින්වේ.

චුම්භක පාරගම්‍යතාව μ_o හි ඒකකය මීටරයට හෙන්රි (H m^{-1}) වේ.

$$\left(\frac{\mu_0}{4\pi} = 10^{-7}\,\mathrm{Hm^{-1}}\right)$$

$$\therefore \quad \delta B = \left(\frac{\mu_0}{4\pi}\right)\frac{I.\delta l \sin\theta}{\mathrm{r}^2}$$ වේ.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

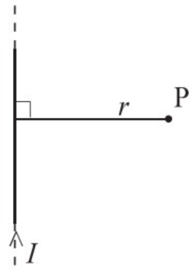
බයෝ-සවා නියමය යනු මෙම ප්‍රතිඵලය වන අතර ධාරාවක් ගෙන යන සන්නායකයක $I.\delta l$ ධාරා අංශුමාත්‍රයක සිට r දුරින් පිටත පිහිටි ලක්ෂ්‍යයක චුම්බක ස්‍රාව ඝනත්වය එයින් ප්‍රකාශ වේ.

2.3 මැක්ස්වෙල් දක්ෂිණාවර්ත කස්කුරුප්පු නීතිය

සන්නායකයක් තුළින් ධාරාවක් ගලායන දිශාවට දක්ෂිණාවර්ත කස්කුරුප්පුවක් යැවීම සඳහා එය යම් අතකට භ්‍රමණය කළ යුතු ද එය සන්නායකය වටා ඇති වන චුම්බක ක්ෂේත්‍රයේ දිශාව නිරූපණය කරයි.

2.4 බයෝ - සවා නියමයෙහි යෙදීම්

(1). විද්‍යුත් ධාරාවක් ගෙන යන ඉතා දිගු සෘජු කම්බියක් අවට ලක්ෂ්‍යයක චුම්බක ස්‍රාව ඝනත්වය



2.3 රූපය

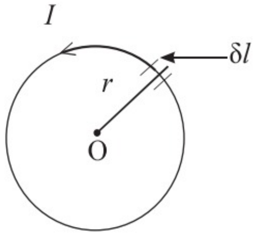
ඉතා දිගු සෘජු කම්බියක් I ධාරාවක් ගෙන යයි P නම් බාහිර ලක්ෂ්‍යයක සිට කම්බියට ලම්බ වූ දුර r වේ.

එවිට, බයෝ-සවා ප්‍රකාශනය සඳහා ගණිත අනුකලනය යෙදීමෙන්, මුළු කම්බිය තුළින් ම ගලා යන ධාරාව නිසා P හි චුම්බක ස්‍රාව ඝනත්වය

$$B=\left(\frac{\mu_0}{4\pi}\right)\frac{2I}{r}$$

$B=\left(\frac{\mu_0 I}{4\pi}\right)$ ලෙස ව්‍යුත්පන්න වේ.

(2). විද්‍යුත් ධාරාවක් ගෙන යන වෘත්තාකාර පැතලි දඟරයක කේන්ද්‍රයේ චුම්බක ස්‍රාව ඝනත්වය.



2.4 රූපය

වට N සංඛ්‍යාවකින් යුත් අරය r වූ වෘත්තාකාර දඟරයක් I ධාරාවක් ගෙන යයි. බයෝ-සවා නියමය අනුව දඟරයේ ඕනෑම ධාරා අංශුමාත්‍රයක් ($I.\delta l$) නිසා එහි කේන්ද්‍රයේ ඇති වන චුම්බක ස්‍රාව ඝනත්වය,

$$\delta B=\left(\frac{\mu_0}{4\pi}\right)\frac{I.\delta l\sin 90^0}{r^2}$$

සියලු ම ධාරා අංශු මාත්‍ර නිසා දඟරයේ කේන්ද්‍රයේ ඇති වන චුම්බක ස්‍රාවය දඟරයේ තලයට ලම්බව ඉහළට හෝ පහළට ක්‍රියාත්මක වන හෙයින්, කේන්ද්‍රයේ සම්ප්‍රයුක්ත චුම්බක ස්‍රාව ඝනත්වය,

$$B=\Sigma\,\delta B=\Sigma\left(\frac{\mu_0}{4\pi}\right)\frac{I.\delta l}{r^2}$$

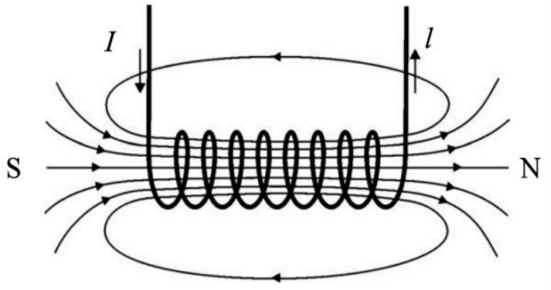
$$=\left(\frac{\mu_0}{4\pi}\right)\frac{\mathrm{I}}{r^2}\,\Sigma\,\delta l$$

$$=\left(\frac{\mu_0}{4\pi}\right)\frac{\mathrm{I}}{r^2}\,4\pi rN$$

$$=\frac{\mu_0 N\,\mathrm{I}}{2r}$$

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

(3). ධාරාවක් ගෙන යන දිගු පරිනාලිකාවක අක්ෂයේ චුම්බක ස්‍රාව ඝනත්වය.



2.5 රූපය

ඒකක දිගක පොටවල් n සංඛ්‍යාවක් අඩංගු වන පරිණාලිකාවක I ධාරාවක් ගෙන යයි. බයෝ-සවා නියමය යෙදීමෙන් මෙහි අක්ෂය ඔස්සේ චුම්බක ස්‍රාව ඝනත්වය,

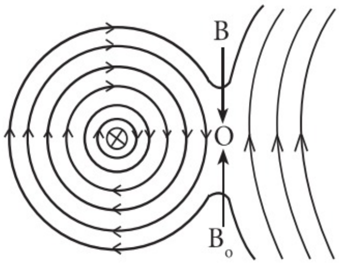
$B = \mu n I$ ලෙස දැක්වෙයි.

<u>විසඳූ අභ්‍යාසය</u>

1. දිගු සිරස් සන්නායක කම්බියක් තුළින් පහළට ධාරාවක් ගලා යයි. කම්බියේ සිට 4 cmක් දුරින් උදාසීන ලක්ෂ්‍යයක් නිරීක්ෂණය වේ. පෘථිවි චුම්බක ක්ෂේත්‍රයේ තිරස් සංරචකය $B_0 = 4 \times 10^{-5}$ T නම් ධාරාව සොයන්න. ($\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$ H m^{-1})

උදාසීන ලක්ෂ්‍යයේ දී,

ධාරාවෙන් ඇති වන චුම්බක ස්‍රාව ඝනත්වය = පෘථිවි චුම්බක ස්‍රාව ඝනත්වය (තිරස් සංරචකය)



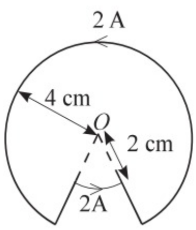
$$B = B_0$$

$$\left(\frac{\mu_0}{4\pi}\right)\frac{2I}{r} = 4 \times 10^{-5}$$

$$\frac{10^{-7} \times 2I}{4 \times 10^{-2}} = 4 \times 10^{-5}$$

$$I = 8\text{ A}$$

2. පහත රූපයේ දැක්වෙන වෘත්තාකාර කම්බි පුඩුව 2 A ධාරාවක් ගෙන යයි. එහි කේන්ද්‍රයේ චුම්බක ස්‍රාව ඝනත්වය සොයන්න.



$$B_0 = \left[\frac{\mu_0 \mathrm{I}}{2 \times 4 \times 10^{-2}} \times 2\pi \times \frac{3}{4}\right] + \left[\frac{\mu_0 I}{2 \times 2 \times 10^{-2}} \times 2\pi \times \frac{1}{4}\right]$$

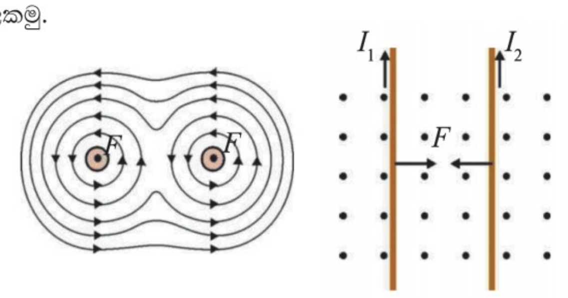
$$= \frac{\mu_0 I \times 2\pi}{2 \times 2 \times 10^{-2} \times 4}\left(\frac{3}{2} + 1\right)$$

$$= \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 2 \times 2\pi}{2 \times 2 \times 10^{-2} \times 4} \times \frac{5}{2}$$

$$= (2.5\pi^2)\, 10^{-5}\text{ T}$$

2.5 ධාරා ගෙන යන සමාන්තර සන්නායක දෙකක් අතර බලය

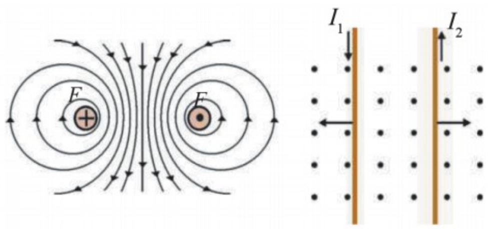
සමාන්තර සන්නායක දෙකක් එකම දිශාවට ධාරා ගෙන යන විට ඒවා අවට ඇති වන සංයුක්ත චුම්බක ක්ෂේත්‍රය සලකමු.



2.6 රූපය

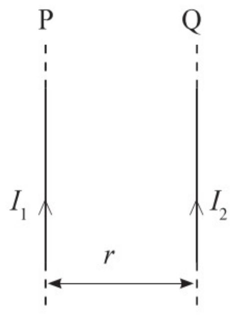
ඉහත බල රේඛා සටහන අනුව සන්නායක දෙක අතර දුබල ක්ෂේත්‍රයක් ද ඒවා අවට ප්‍රබල ක්ෂේත්‍රයක් ද ඇත. මෙහි ප්‍රතිඵලය සන්නායක දෙක එකිනෙක වෙතට තෙරපීම හෙවත් ආකර්ෂණය වීමයි.

සමාන්තර සන්නායක දෙක තුළින් ප්‍රතිවිරුද්ධ දිශාවන්හි ධාරා ගලා යන විට ඇති වන සංයුක්ත ක්ෂේත්‍රය ද සලකමු.



2.7 රූපය

මෙහි දී සන්නායක දෙක අතර ප්‍රබල ක්ෂේත්‍රයක් ද අවට දුබල ක්ෂේත්‍රයක් ද පවතී. ප්‍රතිඵලය සන්නායක දෙක විකර්ෂණය වීමයි.



2.8 රූපය

එකිනෙකට r දුරින් තබා ඇති P සහ Q සමාන්තර සන්නායක දෙක තුළින් පිළිවෙලින් I_1 සහ I_2 ධාරා එකම දිශාවට ගලා යන්නේ යයි සිතමු.

P හි ගලා යන I_1 ධාරාව නිසා r දුරින් පිහිටි Q සන්නායක මත ක්‍රියාත්මක වන චුම්බක ක්ෂේත්‍රයේ ස්‍රාව ඝනත්වය,

$$B_P = \left(\frac{\mu_0 I_1}{2\pi r}\right)$$

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

මෙම ක්ෂේත්‍රයට හසුවීම නිසා I_2 ධාරාව ගෙන යන Q සන්නායකයේ l දිගක් මත බලය

$$F_Q = B_P I_2 l$$

$$= \left(\frac{\mu_0}{2\pi}\right) \frac{I_1}{r} \; I_2 l$$

මේ ආකාරයට ම Q හි ගලා යන I_2 ධාරාව නිසා P මත ඇති වන චුම්බක ස්‍රාව ඝනත්වය,

$$B_Q = \left(\frac{\mu_0}{2\pi}\right) \frac{I_2}{r}$$

මෙම ක්ෂේත්‍රයට හසුවීම නිසා P හි l දිගක් මත ක්‍රියාත්මක වන බලය,

$$F_P = B_Q I_1 l = \left(\frac{\mu_0}{2\pi}\right) \frac{I_2}{r} \; I_1 l$$

මේ අනුව සන්නායක දෙකෙහි l පොදු දිගක් අතර අන්‍යෝන්‍ය බලය,

$$F = \left(\frac{\mu_0}{2\pi}\right) \frac{I_1 I_2}{r} \, l$$

සන්නායකවල ඒකක දිගක් මත බලය $\dfrac{F}{l} = \left(\dfrac{\mu_0}{2\pi}\right) \dfrac{I_1 I_2}{r}$

ඉහත ප්‍රකාශනය, ධාරාව මැනීමේ ඒකකය වන ''ඇම්පියරය'' අර්ථ දැක්වීම සඳහා උපයෝගී කරගනු ලැබේ.

$I_1 = I_2 = 1\text{A},\ r = 1\ \text{m}$ වන විට $\quad \dfrac{F}{l} = \left(\dfrac{\mu_0}{2\pi}\right) \dfrac{I^2}{1} = \left(\dfrac{\mu_0}{4\pi}\right) \dfrac{2I^2}{1}$

$$= \left(\frac{\mu_0}{2\pi}\right) \frac{1^2}{1} \quad = 10^{-7} \times 2$$

$$= \; 2 \times 10^{-7}\ \text{N m}^{-1}$$

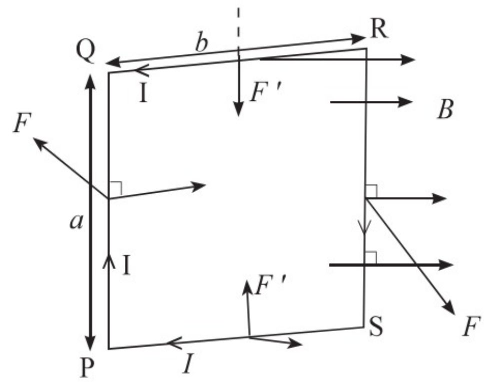
එනම්, එකිනෙකට 1 m පරතරයක තබා ඇති, අපරිමිත දිගින් සහ නොගිනිය හැකි තරම් සිහින් හරස්කඩින් යුත් සමාන්තර සන්නායක දෙකක් තුළින් එකම ධාරාවක් ගලායන විට ඒවා අතර $2 \times 10^{-7}\ \text{N m}^{-1}$ බැගින් වූ අන්‍යෝන්‍ය බල ක්‍රියා කරයි නම්, එම ධාරාව ඇම්පියර එකකි.

තුන්වන පරිච්ඡේදය

ධාරා පුඩුවක් මත ක්‍රියාත්මක වන ව්‍යාවර්තය

Torque Acting on a Current Loop

3.1 ඒකාකාර චුම්බක ක්ෂේත්‍රයක තැබූ ධාරාවක් ගෙනයන සෘජුකෝණාස්‍රාකාර කම්බි දඟරයක් මත ක්‍රියාව



3.1 රූපය

උස 'a' සහ පළල 'b' වන වට N සංඛ්‍යාවකින් යුත් සෘජුකෝණාස්‍රාකාර දඟරයක් ස්‍රාව ඝනත්වය B වන ඒකාකාර චුම්බක ක්ෂේත්‍රයකට θ කෝණයකින් ආනත වූ තලයක තබා, එහි මධ්‍යය හරහා යන සිරස් අක්ෂය වටා භ්‍රමණය විය හැකි සේ අවලම්බනය කර ඇතැයි සිතමු.

මෙම දඟරය තුළින් I ධාරාවක් ගලා යාමට සැලැස්වූ කළ දඟරයේ බාහු සතරම චුම්බක ක්ෂේත්‍රයට හසුවී තිබෙන හෙයින් ඒවා මත බල ක්‍රියාත්මක වන අතර එම බලවල දිශා ෆ්ලෙමිංගේ වමත් නීතිය අනුව පහත දැක්වෙන පරිදි ලබා ගත හැකි ය.

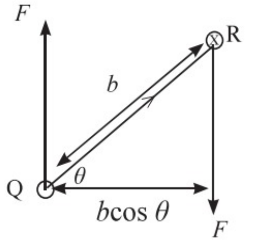
(1). දඟරයේ PQ සහ RS බාහු මත, ඒවාට සහ B ක්ෂේත්‍රයට ලම්බ වූ F බලය බැගින් එකිනෙකට ප්‍රතිවිරුද්ධ වූ දිශාවන් හි ක්‍රියාත්මක වේ.

$$F = NBIa\sin 90^0 = NBIa$$

මෙම බල යුගලය බල යුග්මයක් නැතහොත් ව්‍යාවර්තයක් තනන අතර දඟරය එහි අවලම්බන අක්ෂය වටා භ්‍රමණය වේ.

(2). දඟරයේ QR සහ SP තිරස් බාහු මත ඒවායේ මධ්‍ය ලක්ෂ්‍ය හරහා එකිනෙකට ප්‍රතිවිරුද්ධ වූ F' බල දෙකක් ක්‍රියාත්මක වෙයි. මෙම බල දෙක ඒක රේඛිය වීම හේතුවෙන් ඒවා එකිනෙක සංතුලනය වෙයි.

ඉහත (1) හි දැක් වූ බල යුග්මය නැතහොත් ව්‍යාවර්තය සැලකීමෙන්,



එහි ඝූර්ණය,

$$M = Fb\cos\theta$$
$$= NBIab\cos\theta$$
$$= NBIA\cos\theta \qquad A \text{ දඟරයේ වර්ගඵලය}$$

$\theta = 0^\circ$ විට $\cos(0) = 1$

$\therefore M = NBIA$

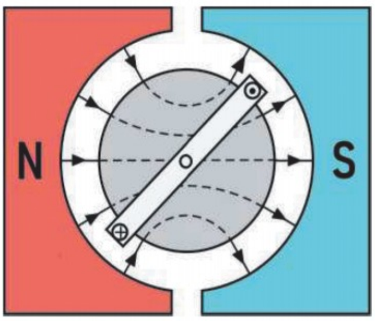
3.2 රූපය

මෙය දඟරය මත ව්‍යාවර්තයේ උපරිමය වන අතර දඟරය චුම්බක ක්ෂේත්‍රයට සමාන්තර වූ තලයක පිහිටි විට ලැබේ.

$\theta = 0^\circ$ විට $\cos 90^\circ = 1 \;\therefore\; M = 0$

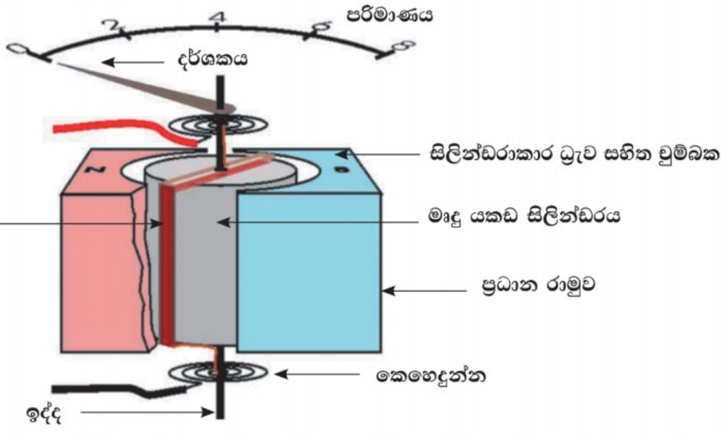
එනම් දඟරය මත ව්‍යාවර්තයේ අවම අගය වන ශූන්‍යය ලැබේ. එවිට දඟරය චුම්බක ක්ෂේත්‍රයට ලම්බ වූ තලයක පිහිටයි.

චුම්බක ක්ෂේත්‍රයක තැබූ ධාරාවක් ගෙන යන ඍජුකෝණාස්‍රාකාර දඟරයක ක්‍රියාත්මක වන මෙම ව්‍යාවර්තය උපයෝගී කර ගනිමින් සල දඟර ගැල්වනෝමීටරය නිර්මාණය කොට ඇත. සල දඟර ගැල්වනෝමීටරය යනු විද්‍යුත් ධාරා මැනීම සඳහා ඇමීටරය ලෙසත්, විද්‍යුත් විභව අන්තර මැනීම සඳහා වෝල්ට්මීටරය ලෙසත්, විද්‍යුත් ප්‍රතිරෝධ මැනීම සඳහා ඕම්මීටරය ලෙසත් විකරණය කොට යොදා ගන්නා එකම උපකරණයයි. මෙම ගැල්වනෝමීටරය සඳහා උපයෝගී කර ගනු ලබන්නේ 3.3 රූපයේ පෙන්වා ඇති පරිදි ''අරීය චුම්බක ක්ෂේත්‍රය'' නම් වූ විශේෂිත ක්ෂේත්‍රයකි. මේ සඳහා කුහර සිලින්ඩරාකාර චුම්බක ධ්‍රැව දෙකක් අතර සිලින්ඩරාකාර මෘදු යකඩ හරයක් තැබීමෙන් අරීය චුම්බක බල රේඛා නිර්මාණය වීමට සලස්වා ඇත.



3.3 රූපය

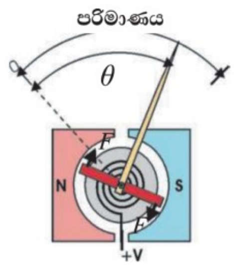
3.2 සල දඟර ගැල්වනෝමීටරය



3.4 රූපය

ප්‍රබල බුරප චුම්බකයක සිලින්ඩරාකාර ධ්‍රැව අතර පිහිටි අරීය චුම්බක ක්ෂේත්‍රයක අවලම්බනය කොට ඇති, සිහින් පරිවෘත තඹ කම්බියකින් තැනූ ඍජුකෝණාස්‍රාකාර දඟයකින් මෙම ගැල්වනෝමීටරය යුක්ත වේ. දඟරය අවලම්බනය කිරීමට මැණික් බෙයාරින් දෙකක ඉහළින් සහ පහළින් රැඳවූ සිහින් කම්බි දෙකක් යොදා ගෙන ඇති අතර ඒවාට සම්බන්ධකොට ඇති කෙහෙ දුණු දෙකක් ඔස්සේ ධාරාව දඟරයට ඇතුල්වීම සහ ඉන් පිටකිරීම සිදුවේ. දඟරය සැහැල්ලු ඇලුමිනියම් රාමුවක් වටා ඔතා ඇති අතර, ක්ෂේත්‍රය මගින් එය මත සිදුවන පරිමන්දන ක්‍රියාව භ්‍රමණය වන දඟරයෙහි දෝලනය නතර කොට එය නිශ්චලතාවට ගෙන එනු ලබයි.
රාමුවෙහි එතූ දඟරය එය මධ්‍යයේ සවි කොට ඇති මෘදු යකඩ සිලින්ඩරයක් වටා භ්‍රමණය වීමට නිදහස් ය. එහෙත් කෙහෙදුනු මගින් එහි භ්‍රමණය සීමා කරයි.

මනිනු ලබන ධාරාව කෙහෙ දුනු හරහා දඟරයට ඇතුළු වීමට හා ඉන් පිට වීමට සලස්වනු ලැබේ. චුම්බක ක්ෂේත්‍රයක තබා ඇති දඟරයේ සිරස් බාහු දෙක මත එකිනෙකට ප්‍රතිවිරුද්ධව ක්‍රියාත්මක වන බල යුගලය බල යුග්මයක් තනන අතර එය, දඟරය එහි අක්ෂය වටා භ්‍රමණය වීමට සලස්වයි. දඟරය යම් θ කෝණයකින් භ්‍රමණය වූ පසු කෙහෙ දුනු මගින් ඊට ප්‍රතිවිරුද්ධව ඇති කෙරෙන බල යුග්මයේ ඝූර්ණය මෙම යුග්මයේ ඝූර්ණයට සම වූ විට භ්‍රමණය නතර වෙයි. දඟරය චුම්බක ක්ෂේත්‍රය තුළ භ්‍රමණය වුව ද අරීය ක්ෂේත්‍රය තුළ එය තවමත් ක්ෂේත්‍රයේ තලයේ ම පිහිටයි.



දඟරයේ සමතුලිතතාව සඳහා,

$$F.\,b = C.\,\theta \qquad (C \text{ යනු දුන්නේ ව්‍යාවර්තන නියතයයි})$$
$$N.BIa.b = C\,\theta$$
$$N.BIA = C\,\theta \qquad (A = a.b = \text{වර්ගඵලය})$$
$$I = \left(\frac{C}{NBA}\right).\,\theta$$

ගැල්වනෝමීටරය සඳහා C, N, B, A රාශීන් නියතවන හෙයින්,

$$I\,\alpha\,\theta$$

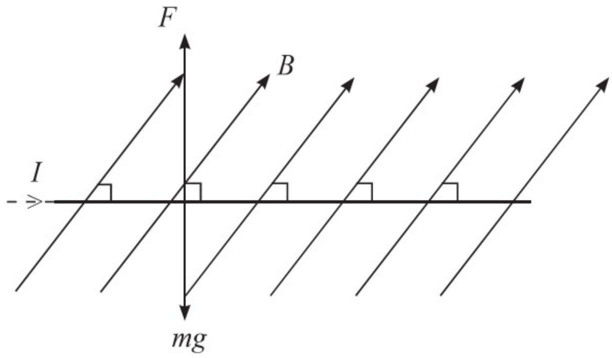
මේ අනුව, මනිනු ලබන ධාරාව දඟරයේ උත්ක්‍රමණයට සමානුපාතික වේ. ඒ අනුව ක්‍රමාංකනය කළ රේඛීය පරිමාණයක් සහිත උපකරණක් යොදා ගත්විට දඟරයේ අක්ෂයට සවිකළ දර්ශකයක තුඩ එය මතින් ගමන් කරමින් අදාළ ධාරාව දක්වයි.

සල දඟර ගැල්වනෝමීටරයේ ධාරා සංවේදිතාව $= \dfrac{\theta}{I} = \dfrac{NBA}{C}$

ධාරා සංවේදිතාව නැංවීම සඳහා දඟරයේ පොටවල් සංඛ්‍යාව සහ වර්ගඵලය වැඩි කළ යුතු බවත්, වඩා ප්‍රබල වූ චුම්බක ක්ෂේත්‍රයක් භාවිත කළ යුතු බවත්, වඩා සියුම් වූ කෙහෙඳුනු මගින් ව්‍යාවර්තය අඩු කළ යුතු බවත් මෙයින් අදහස් වෙයි.

විසඳූ අභ්‍යාසය

(i) ඒකක දිගක ස්කන්ධය වූ 0.02 g cm^{-1} ඍජු සන්නායක කම්බියක් 25 A ධාරාවක් ගෙන යන අතරතුර එය තිරස් ව අවකාශයේ රැඳවීම සඳහා එයට ලම්බ ව එය හරහා තිරස් තලයේ ක්‍රියාත්මක කළ යුතු චුම්බක ක්ෂේත්‍රයේ ස්‍රාව ඝනත්වය කුමක් ද?



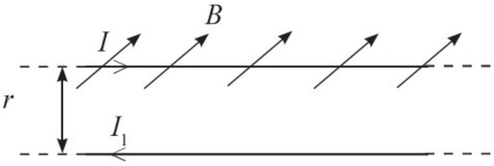
කම්බියේ දිග l නම් එය අවකාශයේ රැඳවීම සඳහා,

$$F = B\,I\,l = mg$$

$$B.\,25.\,l = (0.02 \times 10^{-3}) \times 100\,l \times 10$$

$$B = \left(\frac{0.02}{25}\right) = 8 \times 10^{-4} \text{ T}$$

ඉහත චුම්බක ක්ෂේත්‍රය නිර්මාණය කිරීම සඳහා සන්නායක කම්බියට 2 cmක් සිරස්ව පහළින්, එයට සමාන්තරව, ධාරාවක් ගෙන යන වෙනත් දිගැති ඍජු කම්බියක් උපයෝගී කර ගන්නේ නම්, එහි යැවිය යුතු ධාරාව කුමක් ද?



$$\frac{\mu_0}{4\pi}\,\frac{2I_2}{r} = B$$

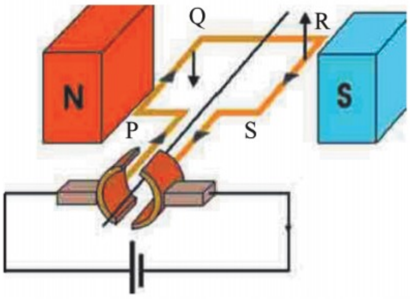
$$10^{-7}\frac{2I_2}{2 \times 10^{-2}} = 8 \times 10^{-4}$$

$$I_1 = 80 \text{ A}$$

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

3.3 සරල ධාරා මෝටරය

විද්‍යුත් ශක්තිය යාන්ත්‍රික (චාලක) ශක්තිය බවට පරිවර්තනය කිරීමට උපයෝගී කර ගන්නා තවත් උපකරණයක් ලෙස මෝටරය දැක්විය හැකි ය. විදුලි බලයෙන් ක්‍රියාත්මක වන සියලු යන්ත්‍ර සූත්‍ර යනාදිය දක්වා පාදක වී ඇත්තේ මෙහි මූලධර්මයයි.

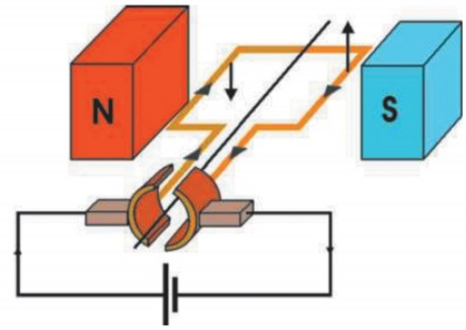


3.6 රූපය

3.6 රූපයේ දක්වා ඇති පරිදි සරල ධාරා මෝටරය ප්‍රබල බ්‍රරප චුම්බකයක ධ්‍රැව දෙක අතර භ්‍රමණය වීමට හැකි වන සේ අටවා ඇති PQRS සෘජු කෝණාස්‍රාකාර දඟරයකින් යුක්ත වේ. මෙම දඟරය ආමේචරය ලෙස හැඳින්වෙන අතර, එය කොමියුටේටරය නම් වූ උපකරණයක් හරහා සරල ධාරා ප්‍රභවයකට යා කොට ඇත. මෙම කොමියුටේටරය රූපයේ දක්වා ඇති පරිදි පලු දෙකකින් යුත් වළල්ලකින් යුක්ත වේ.

සරල ධාරා ප්‍රභවයෙන් සැපයෙන ධාරාව පැළි වළලු කොමියුටේටරය හරහා ආමේචරයට ඇතුළු වී එහි දඟරය තුළින් ගලා යයි. එවිට, ෆ්ලෙමිංගේ වමත් නීතියට අනුකූල ව ආමේචරයේ බාහු දෙක මත ක්‍රියා කරන බල යුගලයෙන් හටගන්නා බලයුග්මය හේතුවෙන් එය භ්‍රමණය වෙයි.

භ්‍රමණයේ සෑම අර්ධ වටයක් අවසානයේ දී එහි බාහු වල පිහිටීම් භ්‍රමණ අවකාශයෙහි හුවමාරු වන අතර, ඒ සමඟ ම කොමියුටේටරයේ සැලැස්ම අනුව දඟරයේ ධාරාව ද ප්‍රත්‍යාවර්ත වේ. දඟරය මත ක්‍රියාත්මක වන බල යුග්මයේ භ්‍රමණ අත මේ හේතුවෙන් නොවෙනස්ව පවත්වා ගනිමින් දඟරය නොකඩවා භ්‍රමණය වෙයි.



3.7 රූපය

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

8 වන ඒකකය

ධාරා විද්‍යුතය

Current Electricity

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

පළමු පරිච්ඡේදය

ධාරා විද්‍යුතයේ මූලික සංකල්ප
(Basic Principles of Current Electricity)

1.1 හැඳින්වීම

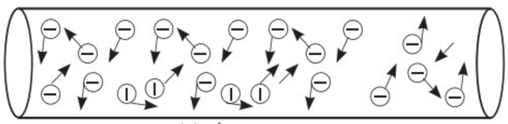
විද්‍යුතය සන්නයනය කිරීම අනුව ද්‍රව්‍ය කාණ්ඩ තුනකට බෙදා වෙන් කළ හැකි ය. එනම් සන්නායක, අර්ධ සන්නායක සහ පරිවාරක යනුවෙනි. සන්නායක තුළින් විද්‍යුතය සන්නයනය කරනු ලබන වාහක, ''නිදහස් ඉලෙක්ට්‍රෝන'' වේ.

සන්නායක ද්‍රව්‍ය තුළ පවත්නා පරමාණුවල බන්ධන එතරම් ශක්තිමත් නොවීම නිසා ඒවා බිඳීයාම සිදු වේ. එසේ බිඳීයාමෙන් එම ද්‍රව්‍ය තුළ පරමාණුවලින් නිදහස් වූ ඉලෙක්ට්‍රෝන බහුලව පවතී. නිදසුනක් වශයෙන්, ප්‍රබල විද්‍යුත් සන්නායකයක් සේ සැලකෙන තඹ සළකමු. ලෝහයේ ඝන සෙන්ටිමීටරයක් තුළ නිදහස් ඉලෙක්ට්‍රෝන 8×10^{22} ක් පමණ වූ අධික සංඛ්‍යාවක් සාමාන්‍ය උෂ්ණත්වයේ දී පවතී.

අර්ධ සන්නායක ද්‍රව්‍යවල නිදහස් ඉලෙක්ට්‍රෝන අල්පය. නිදසුනක් වශයෙන් සිලිකන් වැනි අර්ධ සන්නායකයක් සැළකූ විට එහි ඝන සෙන්ටිමීටරයක් තුළ සාමාන්‍ය උෂ්ණත්වයේ දී පවත්නේ නිදහස් ඉලෙක්ට්‍රෝන 2×10^{10}ක් වැනි අඩු ප්‍රමාණයකි.

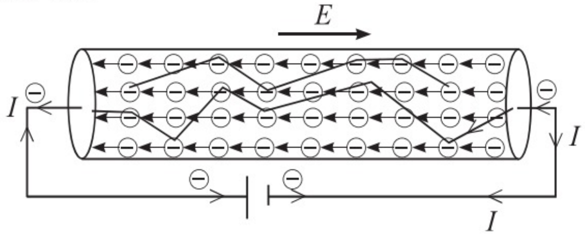
පරිවාරක ද්‍රව්‍යවල නිදහස් ඉලෙක්ට්‍රෝන කිසිවක් නොමැති තරම් ය. තිරුවාණ (ක්වෝට්ස්) වැනි පරිවාරකයක $1\ cm^3$ක කාමර උෂ්ණත්වයේ දී එක් නිදහස් ඉලෙක්ට්‍රෝනයක්වත් පවතී යයි කිව නොහැකි ය.

නැවත සන්නායක ගැන සැලකීමේ දී, එහි පවත්නා නිදහස් ඉලෙක්ට්‍රෝන නිශ්චිත දිශාවන් නොමැති අහඹු චලිතයේ යෙදෙමින් පවතින බව කිව හැකිය.



1.1 රූපය

මෙවැනි සන්නායකයක දෙකෙළවරට විද්‍යුත් කෝෂයක් වැනි ප්‍රභවයක් යා කළ විට එය හරහා විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍රයක් හට ගනී.



1.2 රූපය

මෙහි ප්‍රතිඵලය වන්නේ ඍණ ලෙස ආරෝපිත නිදහස් ඉලෙක්ට්‍රෝන මත විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍රයෙන් ප්‍රතිවිරුද්ධ අතට බල ඇති වීමෙන් එම අතට ඉලෙක්ට්‍රෝන ප්ලාවනය වීම සිදු වෙයි. විද්‍යුත් ධාරාවක සම්මත දිශාව ඉලෙක්ට්‍රෝන ප්ලාවනය වන දිශාවට ප්‍රතිවිරුද්ධ දිශාව ලෙස සැළකේ.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

විද්‍යුත් ධාරාවක ආරෝපණ වාහක ඉලෙක්ට්‍රෝන වුව ද ආරෝපණ මනිනු ලබන්නේ කූලෝම (C) ඒකකයෙනි. (ඉලෙක්ට්‍රෝනයක ඇත්තේ $-1.60\ 10^{-19}$ C පමණ වන කුඩා ආරෝපණ ප්‍රමාණයකි). විද්‍යුත් ධාරාව මනිනු ලබන්නේ ආරෝපණ ගලා යන ශීඝ්‍රතාවෙනි.

1.1 විද්‍යුත් ධාරාව

විද්‍යුත් ධාරාව ලෙස අර්ථ දක්වනු ලබන්නේ ආරෝපණ ගලා යාමේ ශීඝ්‍රතාවයයි.

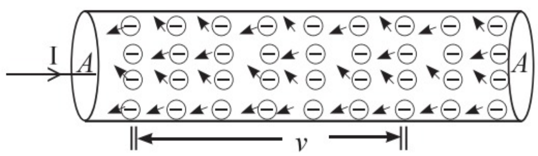
අනවරත ධාරාවක් සඳහා $I = \frac{Q}{t}$ වේ.

මේ අනුව විද්‍යුත් ධාරාව මැනීමේ ඒකකය තත්පරයට කූලෝම වේ. ඇම්පියරය (A) ලෙස ව්‍යවහාර වන්නේ මෙම ඒකකයයි.

1.2 ප්ලාවිත ප්‍රවේගය

සන්නායකයක් තුළින් ගලා යන ධාරාවක ඉලෙක්ට්‍රෝනවල ප්‍රවේගය **"ප්ලාවිත ප්‍රවේගය"** ලෙස හැඳින්වේ.

හරස්කඩ වර්ගඵලය A වන සන්නායකයක් තුළින් I ධාරාවක් ගලායන විට එහි ඉලෙක්ට්‍රෝනවල සාමාන්‍ය ප්ලාවිත ප්‍රවේගය v යයි සිතමු. සන්නායකයේ ඒකක පරිමාවක අඩංගු ඉලෙක්ට්‍රෝන සංඛ්‍යාව n ද එක් ඉලෙක්ට්‍රෝනයක ආරෝපණය e ද නම්, සන්නායකයේ v දිගැති කොටසක් සැලකීමෙන්,



1.4 රූපය

vA පරිමාවක අඩංගු ඉලෙක්ට්‍රෝන සංඛ්‍යාව $= vAn$
එබැවින් vA පරිමාවක අඩංගු ආරෝපණය $(Q) = vAne$
තත්පරයක දී A හරස්කඩ හරහා යන ආරෝපණය මෙය වන හෙයින්

ධාරාව $I = \frac{Q}{t} = \frac{vAne}{1}$

ඒ අනුව $\boxed{I = vAne}$ ලෙස දැක්විය හැක.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

1.3 ධාරා ඝනත්වය

ධාරාවක් ගලායන සන්නායකයක හරස්කඩෙහි ඒකක වර්ගඵලයක් හරහා ගලා යන ධාරාව එහි ධාරා ඝනත්වය ලෙස හැඳින්වේ.

වර්ගඵලය A' වන ඒකාකාර හරස්කඩින් යුත් සන්නායකය තුළින් I ධාරාවක් ගලා යන විට, එහි ධාරා ඝනත්වය $J = \frac{I}{A'}$, වන අතර ධාරා ඝනත්වයෙහි ඒකකය A m^{-2} වේ

තව ද $I = vA'ne$ හෙයින් $J = \frac{vA'ne}{A'} = vne$ ලෙස දැක්විය හැක.

සන්නායකයක විද්‍යුත් ධාරාව ගලා යාම එහි දෙකෙළවර අතර විද්‍යුත් විභව (ශක්ති) අන්තරයක් පවත්වා ගැනීම නිසා සිදු වේ. තව ද එම ධාරාව (I) සන්නායකයේ එම විභව අන්තරය (V) සමඟ එක්තරා නිශ්චිත රටාවක් අනුව විචලනය වෙයි. ඕම් නම් වූ විද්‍යාඥයා විසින් විද්‍යුත් විභව අන්තරයත් විද්‍යුත් ධාරාවත් අතර මෙම විචලනය පහත දැක්වෙන ආකාරයට පැහැදිලි කොට ඇත.

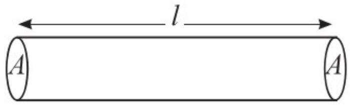
1.4 ඕම් නියමය

"උෂ්ණත්වය සහ වෙනත් භෞතික සාධක නොවෙනස්ව පවත්නේ නම් සන්නායකයක ගලා යන ධාරාව එහි දෙකෙළවර අතර විභව අන්තරයට අනුලෝමව සමානුපාතික වේ."

ඒ අනුව $V = IR$, R යනු නියතයකි.

R නියතය, සන්නායකය තුළ ධාරාව ගලා යාමට පවත්නා බාධකය නිරූපණය කරයි. එහෙයින් එය විද්‍යුත් ප්‍රතිරෝධය ලෙස හැඳින්වේ.

විද්‍යුත් ප්‍රතිරෝධය මැනීමේ ඒකකය ඕම් (Ω) වේ. දිග වැඩි වන විට ප්‍රතිරෝධය වැඩි වන අතර හරස්කඩ වර්ගඵලය වැඩි වන විට සන්නායකයක ප්‍රතිරෝධය අඩු වේ.



1.4 රූපය

$R \propto l$ —— (1)

$R \propto \frac{1}{A}$ —— (2)

(1) හා (2) සමීකරණ වලට අනුව $R \propto \frac{l}{A}$ ලෙස ලියාදැක්විය හැකිය.

$R = \rho \frac{l}{A}$, ρ යනු නියතයකි.

ρ නියතය, සන්නායකය තනා ඇති ද්‍රව්‍යයෙන් එහි ප්‍රතිරෝධයට ලැබෙන දායකත්වය නිරූපණය කරන අතර එය එම ද්‍රව්‍යයේ "ප්‍රතිරෝධකතාව" ලෙස හැඳින්වේ.

ප්‍රතිරෝධකතාව $\rho = \frac{RA}{l}$

ප්‍රතිරෝධකතාවේ ඒකකය ඕම් මීටර (Ω m) වේ.

මිශ්‍ර ලෝහවල (උදා: කොන්ස්ටන්ටන්) ප්‍රතිරෝධකතාව වැඩි අගයක් ගන්නා අතර ශුද්ධ ලෝහවල ප්‍රතිරෝධකතාව එම අගයන්ට වඩා බෙහෙවින් අඩු වේ.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

විසඳූ අභ්‍යාසය

(1). හරස්කඩ වර්ගඵලය $4 \times 10^{-6}\,\mathrm{m}^2$ වන ඇලුමිනියම් කම්බියක් තුළින් 5 A ධාරාවක් ගලා යයි. ඇලුමිනියම් ඝන මීටරයක ආරෝපණ වාහක හෙවත් ඉලෙක්ට්‍රෝන 6.08×10^{28} ක් පවතින අතර ඉලෙක්ට්‍රෝනයක ආරෝපණය $1.60 \times 10^{-19}\,\mathrm{C}$ ලෙස සලකා එම ඇලුමිනියම් කම්බිය තුළින් ගලා යන ධාරාවෙහි ඉලෙක්ට්‍රෝනවල මධ්‍යක ප්ලාවිත ප්‍රවේගය සොයන්න.

$$I = vAne$$

$$v = \frac{I}{Ane} = \frac{5}{4 \times 10^{-6} \times 6.08 \times 10^{28} \times 1.6 \times 10^{-19}}$$

$$= \frac{5 \times 10^{-3}}{6.4 \times 6.08}$$

$$= 1.28 \times 10^{-4}\,\mathrm{m\,s^{-1}}$$

ඉහත පිළිතුරෙන් පෙනී යන්නේ ගලා යන ධාරාවක ඉලෙක්ට්‍රෝනවල ගමන ඉතා සෙමෙන් සිදු වන බවයි.

(2) තඹ ලෝහයේ ප්‍රතිරෝධකතාව $\rho = 1.7 \times 10^{-8}\,\Omega\,\mathrm{m}$ වේ. තඹ 2 g කින් ප්‍රතිරෝධය ඕම් $1\,\Omega$ ක්වූ ඒකාකාර සිලින්ඩරාකාර ප්‍රතිරෝධකයක් තනා ගැනීම සඳහා එහි දිග කුමක් විය යුතු ද? තඹවල ඝනත්වය $9000\,\mathrm{kg\,m^{-3}}$ ලෙස සැලකිය හැකි ය.

පරිමාව $V = \frac{2 \times 10^{-3}}{9000} = Al \longrightarrow (1)$ A = හරස්කඩ වර්ගඵලය l = දිග

ප්‍රතිරෝධය $R = 1 = \rho \frac{l}{A}$

$$A = \rho l = 1.7 \times 10^{-8} l$$

(1) න් $\frac{2 \times 10^{-3}}{9000} = 1.7 \times 10^{-8} l \times l$

$$l^2 = \frac{2 \times 10^{-3}}{9000 \times 1.7 \times 10^{-8}} = \frac{200}{15.3}$$

$$l = 3.6\,\mathrm{m}$$

1.5 උෂ්ණත්වය සමඟ ප්‍රතිරෝධයේ විචලනය

සන්නායකයක් තුළින් ධාරාවක් ගලා යන විට එය තුළින් ඉලෙක්ට්‍රෝන ප්‍රවාහයක් සිදුවන අතර ගමන් කරන මෙම ඉලෙක්ට්‍රෝන සන්නායකයේ අයන සමඟ ගැටීම්වලට ලක් වේ. මෙම ගැටීම් ඉලෙක්ට්‍රෝනවල ගමනට හෙවත් ප්ලවනයට බාධා ඇති කරයි. සන්නායකයේ ප්‍රතිරෝධය ලෙස දැක්වෙන්නේ මෙම බාධකයයි. උෂ්ණත්වය වැඩි වන විට සන්නායකයේ අයනවල දෝලන විස්තාර වැඩි වේ. මෙහි ප්‍රතිඵලය වන්නේ ගැටීම් වැඩි වී සන්නායකයේ ප්‍රතිරෝධය වැඩි වීමයි. එනම් වැඩි වන උෂ්ණත්වය සමඟ සන්නායකයක ප්‍රතිරෝධය වැඩි වෙයි. උෂ්ණත්වය සමඟ සන්නායකයක ප්‍රතිරෝධයේ මෙම වෙනස්වීම පහත සූත්‍රයෙන් නිරූපණය වේ.

$R_\theta = R_0 (1 + \alpha\,\theta)$, α යනු නියතයකි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

මෙහි R_θ = θ ^{0}C උෂ්ණත්වයේ දී සන්නායකයේ ප්‍රතිරෝධය
R_o = 0 ^{0}C (සමුද්දේශ උෂ්ණත්වය) දී සන්නායකයේ ප්‍රතිරෝධය
α = සන්නායක ද්‍රව්‍යයේ ප්‍රතිරෝධයේ උෂ්ණත්ව සංගුණකය
θ = සමුද්දේශ උෂ්ණත්වයේ සිට සන්නායකයේ උෂ්ණත්ව නැග්ම

ප්‍රතිරෝධයේ උෂ්ණත්ව සංගුණකය $(\alpha) = \dfrac{R_\theta - R_0}{R_0\theta}$

= 1^0C උෂ්ණත්ව නැග්මකදී ප්‍රතිරෝධයේ භාගික වැඩිවීම
(සන්නායක ද්‍රව්‍යයට සුවිශේෂී ගුණයකි)

සන්නායක ද්‍රව්‍යයේ ප්‍රතිරෝධකතාව ද ඉහත සූත්‍රයට අනුරූපව උෂ්ණත්වය සමඟ වැඩි වේ.

එනම්, $\rho_\theta = \rho_0(1 + \alpha\,\theta)$

මෙහි ρ_θ = θ^0C උෂ්ණත්වයේ දී ද්‍රව්‍යයේ ප්‍රතිරෝධකතාව

ρ_0 = සමුද්දේශ උෂ්ණත්වයේ දී (0 ^{o}C) ද්‍රව්‍යයේ ප්‍රතිරෝධකතාව

α සහ θ එම රාශීන්ම වේ.

උෂ්ණත්වය වැඩි වන විට පරිවාරකවල ප්‍රතිරෝධයට කුමක් සිදු වේ ද?

පරිවාරකවල ඇති නිදහස් ඉලෙක්ට්‍රෝන සංඛ්‍යාව ඉතා අල්පවන හෙයින් ඒවා තුළ ඉලෙක්ට්‍රෝන තදබදයක් නොපවතී. එහෙයින් උෂ්ණත්වය වැඩි වීම සමඟ පරිවාරකවලින් තවත් ඉලෙක්ට්‍රෝන නිදහස් වෙමින් සන්නායකතාව වැඩි වෙයි. එනම් පරිවාරකයේ ප්‍රතිරෝධය අඩු වෙයි.

මේ අනුව වැඩි වන උෂ්ණත්වය අනුව සන්නායකවල ප්‍රතිරෝධය ඉහළ යන අතර පරිවාරකවල ප්‍රතිරෝධය පහළ යයි.

1.6 සුපිරි සන්නායකතාව

උෂ්ණත්වයේ වැඩි වීම සමඟ සන්නායකවල ප්‍රතිරෝධය වැඩි වන්නා සේම උෂ්ණත්වයේ අඩු වීම සමඟ සන්නායකවල ප්‍රතිරෝධයේ අඩු වීම සිදු වේ. ඇතැම් සන්නායකවල උෂ්ණත්වය එක්තරා නිශ්චිත අගයක් පසු කොට පහළ යන විට එහි ප්‍රතිරෝධය මුළුමනින්ම ශුන්‍ය වන අතර එම සන්නායක ''**සුපිරි සන්නායක**'' ලෙස හැඳින්වේ. සන්නායකයක ප්‍රතිරෝධය මෙසේ ශුන්‍ය වන උෂ්ණත්වය එහි ''**අවධි උෂ්ණත්වය**'' ලෙස දැක්වෙයි. අවධි උෂ්ණත්වය පසුකොට මෙසේ සුපිරි සන්නායකයක් බවට පත්වූ පසු, එහි පැවති යම් චුම්බක ස්‍රාවයක් වේ නම් එය ද පහවී යයි. තව ද සුපිරිසන්නායකින් තනන ලද පුඩුවක ධාරාවක් ඇති කළ පසුව කිසිදු ජව සැපයුමකින් තොරව සන්තතිකව ධාරාවක් ගලා යනු ඇත.

සුපිරි සන්නායක ද්‍රව්‍ය බොහොමයක් ලෝහ වේ. ටින්, ඊයම් සහ ඇලුමිනියම් ද නිදසුන් ය. රසදිය ද සුපිරි සන්නායකයක් ලෙස සැලකේ. ආවර්තිතා වගුවෙහි තවත් මූලද්‍රව්‍ය රාශියක් සුපිරි සන්නායක ගණයට අයත් වේ. ඒවායේ අවධි උෂ්ණත්වයන්ට වඩා පහළට සිසිල් කළ විට සුපිරි සන්නායක බවට පත්වන බවට පෙන්වා ඇත.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

ස්වභාවයේ නොපවතින, කෘත්‍රිම ව නිපදවනු ලබන සුපිරිසන්නායක ද ඇත. නිදසුනක් වශයෙන් නියෝබියම්-ටයිටේනියම් මිශ්‍ර ලෝහය ද එවැන්නකි. එය 9 K උෂ්ණත්වයෙන් පහළ දී සුපිරි සන්නායකයකි.

සුපිරි සන්නායකවල පොදු ගුණ වන්නේ,
ඒවා 1. අවධි උෂ්ණත්වයට වඩා පහත් වූ විට ප්‍රතිරෝධය ශූන්‍ය වේ.
2. ප්‍රතිරෝධය ශූන්‍ය වූ පසු කිසිදු චුම්භක ස්‍රාවයක් දරා නොසිටියි.
3. කිසිදු තාප විද්‍යුත් ගුණ (තාප විද්‍යුත් යුග්මයක මෙන්) නොදක්වයි.

සුපිරි සන්නායකවල ප්‍රයෝජන

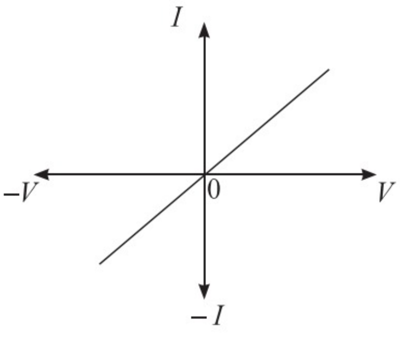
1. චුම්බකීය පීලි මත යැවෙන අධිවේග දුම්රිය, එසේ පීලි සමඟ ස්පර්ශ නොවෙමින් යැවීම සඳහා සුපිරි සන්නායක උපයෝගී කර ගනු ලබයි. ඝර්ෂණයෙන් තොරව මෙසේ යැවීමට හැකිවීම නිසා එම දුම්රිය වඩා කාර්යක්ෂම වේ.
2. MRI (Magnetic Resonance Imaging) යන්ත්‍රවල ක්‍රියාකාරිත්වය සඳහා අවශ්‍ය ප්‍රබල චුම්බක ක්ෂේත්‍ර නිපදවීම සඳහා සුපිරි සන්නායක භාවිත වේ.
3. විද්‍යුත් ජාලක (grids) වල ස්ථායිතාව පවත්වා ගැනීම සඳහා ද විදුලි ජනකවල කාර්යක්ෂමතාව නැංවීම සඳහා ද සාමාන්‍ය රැහැන් වෙනුවට සුපිරි සන්නායක රැහැන් යොදා ගනු ලැබේ.
4. විශාල නගරවල විදුලි රැහැන් ඇදීමේ දී යන ඉඩකඩ අවම කර ගැනීම ද සුපිරි සන්නායක රැහැන් භාවිතයෙන් ඉටු කර ගනු ලැබේ.

1.7 ඕමික සන්නායක

ඕම් නියමය පිළිපැදීමේ දී ප්‍රමුඛත්වය ගන්නේ ලෝහ බව පෙන්වා ඇත. ඕම් නියමය පිළිපදින ලෝහ වැනි සන්නායක "**ඕමික සන්නායක**" ලෙස හැඳින්වේ. යම් විභව අන්තරයක් යටතේ ඕමික සන්නායකයක් තුළින් ධාරාවක් ගලා යන විට, එම විභව අන්තරය ප්‍රත්‍යාවර්ත කළහොත් එම ධාරාවම සන්නායකයේ ප්‍රතිවිරුද්ධ අතට ගලා යනු ඇත.

කොපර් ඉලෙක්ට්‍රෝඩ සහිත කොපර් සල්ෆේට් ද්‍රාවණයකින් සැදී විද්‍යුත් විච්ඡේද්‍යයක් වුවද ඕම් නියමය සාර්ථකව පිළිපදින හෙයින් එය ද ඕමික සන්නායකයක් ලෙස සැලකිය හැකි ය.

ඕමික සන්නායකයක $I-V$ ප්‍රස්තාරය පහත දැක්වෙන ආකාරය ගනී.

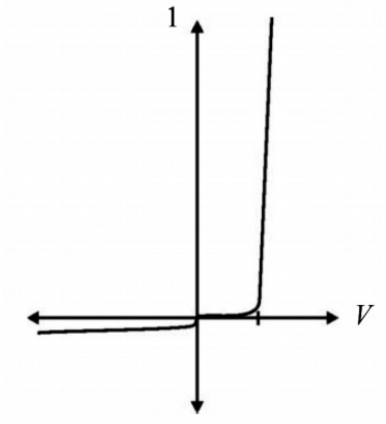


1.5 රූපය

ඕම් නියමය නොපිළිපදින්නා වූ සන්නායක "**ඕමික නොවන සන්නායක**" වේ. නිදසුනක් ලෙස ඉලෙක්ට්‍රොනික පරිපථවල භාවිත වන්නා වූ සන්ධි ඩයෝඩය දැක්විය හැකි ය. එය පෙර නැඹුරු කළ විට ධාරාවක් ගෙන යන අතර, පසු නැඹුරු කළ විට එසේ ධාරාවක් ගෙන නොයයි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

සන්ධි ඩයෝඩයක $I - V$ ප්‍රස්තාරය



1.6 රූපය

විසඳූ අභ්‍යාසය - 1

ටංස්ටන් සූත්‍රිකාවක ප්‍රතිරෝධය 20 °C දී 7.0 Ω වේ. එහි ප්‍රතිරෝධය 14.0 Ω වන්නේ කිනම් උෂ්ණත්වයේ දී ද? ටංස්ටන්වල ප්‍රතිරෝධයේ උෂ්ණත්ව සංගුණකය $= 4.5 \times 10^{-3}\ {}^{o}C^{-1}$.

සමුද්දේශ උෂ්ණත්වය 0 °C යයි සැලකීමෙන්,

$$R_\theta = R_0 (1 + \alpha\, \theta)$$

$$20\ {}^{o}C \text{ දී } 7 = R_0 (1 + \alpha.20) \longrightarrow ①$$

$$\theta\ {}^{o}C \text{ දී } 14 = R_0 (1 + \alpha.\theta) \longrightarrow ②$$

② ÷ ① න්

$$2 = \frac{1 + \alpha.\theta}{1 + \alpha.20}$$

$$2 = \frac{1 + 4.5 \times 10^{-3}\,\theta}{1 + 4.5 \times 10^{-3} \times 20}$$

$$2 \times 1.09 = 1 + 4.5 \times 10^{-3}\,\theta$$

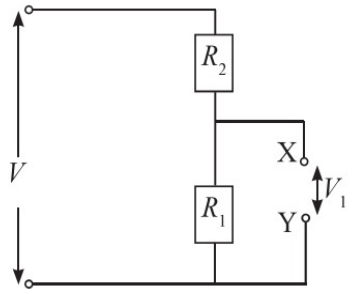
$$2.18 - 1 = 4.5 \times 10^{-3}\,\theta$$

$$\theta = \frac{1.18}{0.0045} = 262\ {}^{o}C$$

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

1.8 විභව බෙදනය

දෙන ලද ප්‍රදාන වෝල්ටීයතාවකින් යම්කිසි භාගයක් පමණක් වෙනත් කාර්යයක් සඳහා උපයෝගී කර ගැනීමට අවශ්‍ය වූ විට ඒ සඳහා ''**විභව බෙදනය**'' නම් වූ පරිපථ සැකැස්ම භාවිත කෙරේ.



1.7 රූපය

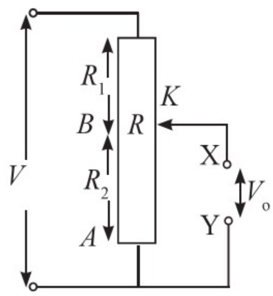
මේ සඳහා, ඉහත රූපයේ දක්වා ඇති පරිදි ප්‍රදාන වෝල්ටීයතාව (V) සමඟ ශ්‍රේණිගතව ප්‍රතිරෝධක දෙකක් (R_1 සහ R_2) යා කොට ඇත. එමගින්, V වෝල්ටීයතාව $R_1 : R_2$ යන අනුපාතයෙහි බෙදා තිබේ. අවශ්‍යතාව අනුව R_1 ප්‍රතිරෝධයෙන් හෝ R_2 ප්‍රතිරෝධයෙන් ප්‍රතිදාන වන වොල්ටීයතාව V_1 ලබා ගත හැකි ය.

නිදසුනක් වශයෙන්, R_1 මගින් ලැබෙන ප්‍රතිදාන වෝල්ටීයතාව,

$$V_1 = \left(\frac{R_1}{R_1 + R_2}\right) V$$

තවද,

සර්පණ යතුරක් සහිත එක් ප්‍රතිරෝධයක් භාවිත වන විභව බෙදනයක් මගින් ශූන්‍යයේ සිට V දක්වා වූ ඕනෑම විචල්‍ය ප්‍රතිදාන වෝල්ටීයතාවක් ලබා ගත හැකි ය.



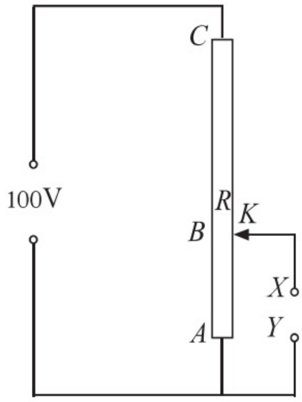
1.8 රූපය

මෙසේ පාලනය කළ හැකි ප්‍රතිදාන වෝල්ටීයතාව විදුලි පහනක් වැනි භාරයක සැපයුම් වෝල්ටීයතාව පාලනය කිරීමට යොදා ගත හැකි ය.

මෙම භාරය X සහ Y අග්‍ර අතර යා කර, අවශ්‍ය ප්‍රදාන වෝල්ටීයතාව K සර්පණ යතුර R ප්‍රතිරෝධකය ඔස්සේ සීරු මාරු කර ලබා ගනු ලැබේ. කෙසේ වුවද, මෙහිදී V_2 වෝල්ටීයතාව සඳහා ඉහත දක්වා ඇති ප්‍රකාශනය වලංගු නොවේ. මන්දයත්, දැන් පරිපථයේ අග්‍ර අතරට භාරය යා කොට ඇති හෙයින් එහි ප්‍රතිරෝධය ද පරිපථයට අයත් වන හෙයිනි.

විසඳූ අභ්‍යාසය - 2

ප්‍රතිරෝධය 1 kΩ වන ප්‍රතිරෝධකයක් (R), 100 V ප්‍රභවයකට යාකොට විභව බෙදනයක් අටවා ඇත්තේ සර්පණ ස්විච්චයක් භාවිතයෙන් 0 V සිට 100 V දක්වා ඕනෑම ප්‍රතිදාන වෝල්ටීයතාවයක් ලබාගත හැකිවන සේය.



(i) X සහ Y අග්‍ර අතර 20V විභව අන්තරයක් ලබා ගැනීම සඳහා R ප්‍රතිරෝධකයේ A සහ B ලක්ෂය අතර ප්‍රතිරෝධය R_1 කුමක්ද?

(ii) ක්‍රියාකාරීත්වය සඳහා වෝල්ටීයතාවක් අවශ්‍ය වන විද්‍යුත් උවාරණයක් X සහ Y අග්‍ර අතර යා කළ හොත් A සහ B අතර ප්‍රතිරෝධයේ අගය කුමක්වනසේ සර්පණය සීරුමාරු කළ යුතු ද? උවාරණයේ ප්‍රතිරෝධය 400 Ω කි.

(i) $V_0 = \left(\dfrac{R_1}{R_l + R_2}\right) V_1$ අනුව,

$$20 = \left(\frac{R_1}{1000}\right) 100$$

$$R_1 = 200\,\Omega$$

(ii) X සහ Y අතර විදුලි උවාරණය සවි කළ විට A සහ B අතර සමක ප්‍රතිරෝධය R^1 නම්,

$$\frac{1}{R^1} = \frac{1}{R^1} + \frac{1}{400} = \frac{400 + R_1}{400\,R_1}$$

$$\frac{1}{R^1} = \frac{400\,R_1}{400 + R_1}$$

දැන් $V_o = \dfrac{R^1}{1000} = 100$

$$20 = \left(\frac{R^1}{1000}\right) 100$$

$$200 = \frac{400\,R_1}{400 + R_1}$$

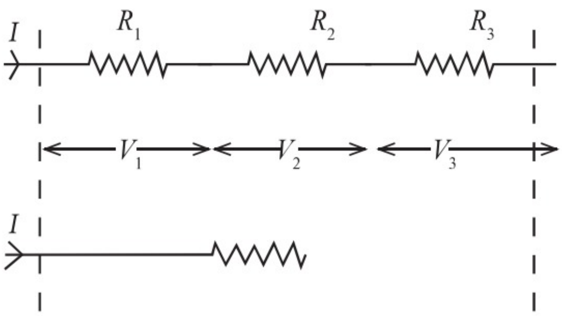
$$R_1 = 400\,\Omega$$

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

ප්‍රතිරෝධක පද්ධති

සංකීර්ණ විද්‍යුත් පරිපථවල ඇතැම් විට ප්‍රතිරෝධක කීපයක් යොදා ගැනීමට සිදුවේ. මෙසේ ප්‍රතිරෝධක සමූහ වශයෙන් යොදා ගන්නා ප්‍රධාන ආකාර දෙකකි.

1. ශ්‍රේණිගත ප්‍රතිරෝධක



එකම ධාරාව ගෙනයන පරිදි ප්‍රතිරෝධක කීපයක් යාකොට තිබේනම් එය ශ්‍රේණි ගත සම්බන්ධයකි. එම ධාරාවම ගෙනයමින් මුළු ප්‍රතිරෝධය හරහා පවත්නා පූර්ණ විභව අන්තරය පවත්වා ගන්නා තනි ප්‍රතිරෝධකයේ ප්‍රතිරෝධය මුළු, ප්‍රතිරෝධ පද්ධතියේ සමක ප්‍රතිරෝධයයි.

$$V_1 = IR_1 \longrightarrow (1)$$
$$V_2 = IR_2 \longrightarrow (2)$$
$$V_3 = IR_2 \longrightarrow (3)$$

$(1) + (2) + (3)$ $\quad V_1 + V_2 + V_3 = I\,(R_1 + R_2 + R_3) \longrightarrow (4)$

සමක වෝල්ටීයතාව සලකා,

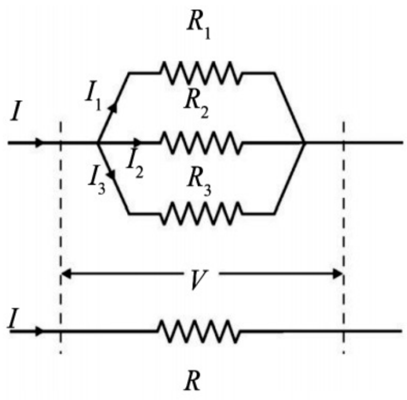
$V_1 + V_2 + V_3 = \mathrm{I}\,R \longrightarrow (5)$

(4) සහ (5) න්,

$IR = I(R_1 + R_2 + R_3)$

$\therefore$ සමක ප්‍රතිරෝධය $R = R_1 + R_2 + R_3$ ලෙස ලියා දැක්විය හැක.

(2). සමාන්තරගත ප්‍රතිරෝධක



1.10 රූපය

එකම විභව අන්තරය පවත්වා ගන්නා පරිදි ප්‍රතිරෝධක කීපයක් යා කොට තිබේ නම් එය සමාන්තරගත සම්බන්ධයකි.

එම පද්ධතිය තුළින් ගලා යන පූර්ණ ධාරාව ගෙන යමින් එය හරහා විභව අන්තරයම පවත්වා ගන්නා තනි ප්‍රතිරෝධකයේ ප්‍රතිරෝධය මුළු ප්‍රතිරෝධ පද්ධතියේ සමක ප්‍රතිරෝධයයි.

$$I_1 = \frac{1}{R_1} \longrightarrow (1)$$

$$I_2 = \frac{1}{R_2} \longrightarrow (2)$$

$$I_3 = \frac{1}{R_3} \longrightarrow (3)$$

(1) + (2) + (3) න්

$$I_1 + I_2 + I_3 = V\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}\right)$$

$$\Rightarrow \qquad I = V\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}\right) \longrightarrow (4)$$

සමක ප්‍රතිරෝධය R නම්,

$$I = \frac{V}{R} \longrightarrow (5)$$

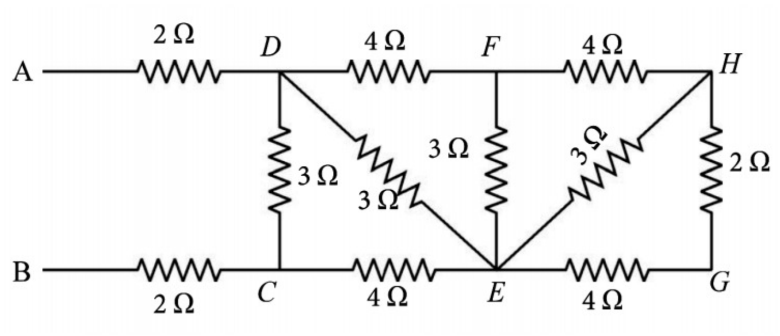
(4) සහ (5) න්,

$$\frac{V}{R} = \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}\right)$$

$\therefore$ සමක ප්‍රතිරෝධය $\frac{I}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$ ලෙස ලියා දැක්විය හැක.

<u>අභ්‍යාසය</u>

පහත දැක්වෙන ජාලයෙහි A සහ B අග්‍ර අතර සමක ප්‍රතිරෝධය සොයන්න.



$$R_{EGH} = 4 + 2 = 6\,\Omega$$

$$R_{EH} = \left(\frac{1}{6} + \frac{1}{3}\right)^{-1} = 2\,\Omega$$

$$R_{EHF} = 2 + 4 = 6\,\Omega$$

$$R_{EF} = \left(\frac{1}{6} + \frac{1}{3}\right)^{-1} = 2\,\Omega$$

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

$R_{EFD} = 4 + 2 = 6\,\Omega$

$R_{ED} = \left(\frac{1}{6} + \frac{1}{3}\right)^{-1} = 2\,\Omega$

$R_{CED} = 4 + 2 = 6\,\Omega$

$R_{CD} = \left(\frac{1}{6} + \frac{1}{3}\right)^{-1} = 2\,\Omega$

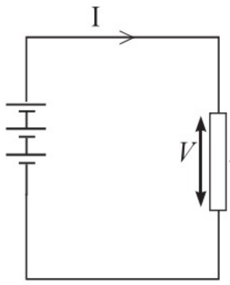
$R_{AB} = 2 + 2 + 2 = 6\,\Omega$

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

දෙවන පරිච්ඡේදය

විද්‍යුත් ශක්තිය හා ජවය
(Electric Energy and Power)

2.1 විද්‍යුතයෙන් ශක්ති උත්පාදනය



2.1 රූපය

ප්‍රතිරෝධය R වූ යම් භාරයක් තුළින් අනවරත ඒකාකාර ධාරාවක් යැවෙන සරල විද්‍යුත් පරිපථයක් සලකමු. මෙම භාරය විදුලි මෝටරයක්, විදුලිපතක් හෝ තාපකයක් විය හැකි ය. භාරය තුළින් විද්‍යුත් ධාරාව ගලා යන විට එහි අදාළ වූ ශක්තිය උත්සර්ජනය වේ. භාරය හරහා විභව අන්තරය V ද තත්පර t කාලයක දී භාරය හරහා ගලා යන ආරෝපණ ප්‍රමාණය Q ද නම් එම කාලය තුළ උත්පාදනය වන ශක්තිය,
$W = QV$ ලෙස දැක්විය හැක.

නමුත් ගලා යන ධාරාව $I = \dfrac{Q}{t}$ වේ.

$Q = It$ වේ.

$\therefore$ $W = VIt$ ලෙස ලියා දැක්විය හැකි අතර එහි ඒකකය J (ජූල්) වේ

ශක්තිය උත්පාදනය වන ශීඝ්‍රතාව හෙවත් ක්ෂමතාව $P = \dfrac{W}{t} = \dfrac{VIt}{t}$ වේ.

$$P = VI$$

ක්ෂමතාවේ ඒකකය තත්පරයට ජූල් ($J\,s^{-1}$) හෙවත් වොට් (W) වේ.

ඉහත ශක්ති උත්සර්ජනය පිළිබඳව ක්‍රමවත් පර්යේෂණ සිදු කළ ජේම්ස් ප්‍රෙස්කොට් ජූල් විද්‍යාඥයාගේ නමින් එම ශක්ති ඒකකය නම් කොට ඇති අතර එම ක්ෂේත්‍රයෙහිම නිමැවුම්කරුවෙකු වූ ජේම්ස් වොට් පර්යේෂකයාගේ නමින් ක්ෂමතා ඒකකය නම් කොට තිබේ.

ප්‍රතිරෝධකයක් තුළින් විද්‍යුත් ධාරාවක් ගලායන විට ප්‍රධාන වශයෙන් තාපය උත්පාදනය වන අතර එය ''ජූල් තාපනය'' ලෙස හඳුන්වනු ලැබේ.

තාපය ලබා ගැනීම සඳහා භාවිත වන උවාරණවල තාපන මූලාවයව සඳහා යොදා ගනු ලබන ප්‍රතිරෝධක **''අකර්මන්‍ය ප්‍රතිරෝධක''** ලෙස හැඳින්වේ. අකර්මන්‍ය ප්‍රතිරෝධක යනු ඒවා තුළින් ගලා යන විද්‍යුත් ශක්තිය මුළුමනින්ම තාපය ලෙස පරිවර්තනය වන ප්‍රතිරෝධක වේ.

ප්‍රතිරෝධකයක් සඳහා $V = IR \longrightarrow (1)$
$W = VIt \longrightarrow (2)$
$P = VI \longrightarrow (3)$ යන සමීකරණ භාවිත කල හැක.

ඉහත සමීකරණ තුන භාවිතයෙන් $W = I^2 Rt$, $W = \dfrac{V^2 t}{R}$, $P = I^2 R$ හා , $P = \dfrac{V^2}{R}$ යන ප්‍රකාශන ව්‍යුත්පන්න කළ හැකිය.

තාපය ලබා ගැනීම සඳහා භාවිත වන සියලු විදුලි උවාරණ සඳහා මෙන්ම විද්‍යුතයෙන් ආලෝකය

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

ලබා ගන්නා විදුලි පහන් සහ යාන්ත්‍රික (චාලක) ශක්තිය ලබා ගන්නා විදුලි මෝටර වැනි උවාරණ සඳහා ද එම ප්‍රකාශන අදාළ වේ.

2.2 විදුලිය පරිභෝජනය

ජනතාව විසින් පරිභෝජනය කරනු ලබන විදුලි ශක්ති ප්‍රමාණය මැනීම සඳහා විශේෂ ශක්ති ඒකකයක් භාවිත වන අතර එය "**කිලෝවොට් පැය**" (kWh) ලෙස හැඳින්වේ.

$1\ \text{kWh} = 1000\ (\text{J s}^{-1}) \times 3600\ (\text{s}) = 36 \times 10^5\ \text{J}$

$\therefore\ 1\ \text{kWh} = 3.6 \times 10^{6}\ \text{J}$ ලෙස ලියා දැක්විය හැකි අතර එහි ඒකක J (ජූල්) වේ.

විසඳූ අභ්‍යාසය

විදුලි උවාරණයක පිරිවිතර 240 V, 400 W වනසේ එහි තාපන මූලාවය තැනිය යුත්තේ හරස්කඩ වර්ගඵලය $0.05\ \text{mm}^2$ වූ ද ප්‍රතිරෝධකතාව $1.2 \times 10^{-6}\ \Omega\ \text{m}$ වූ ද ලෝහ පොටකිනි. අවශ්‍ය පිරිවිතර ලබා ගැනීම සඳහා යොදා ගත යුතු ලෝහ පොටෙහි දිග ගණනය කරන්න.

මෙම විදුලි උවාරණය නිවෙසක වරකට මිනිත්තු 8 බැගින් දිනකට තෙවරක් භාවිත වන්නේ නම්, ඒකකයකට රු. 8.00 බැගින් මසකට එහි භාවිතය සඳහා යන වියදම සොයන්න.

<u>විසඳුම</u>

තාපන මූලාවයවයේ ප්‍රතිරෝධය R නම්,

$$P = \frac{V^2}{R} \text{ අනුව } R = \frac{V^2}{P} = \frac{240^2}{400} = 144\ \Omega$$

$$R = \rho\ \frac{l}{A} \text{ අනුව } l = \frac{RA}{\rho} = \frac{144 \times 0.05 \times 10^{-6}}{1.2 \times 10^{-6}}$$

$$= 6.0\ \text{m}$$

මසකට වැය වන විදුලි ශක්ති ප්‍රමාණය $= P \times t$

$= 400 \times 8 \times 60 \times 3 \times 30$

වැය වන විදුලි ශක්ති ඒකක ගණන $= \dfrac{400 \times 8 \times 60 \times 3 \times 30}{36 \times 10^5}$

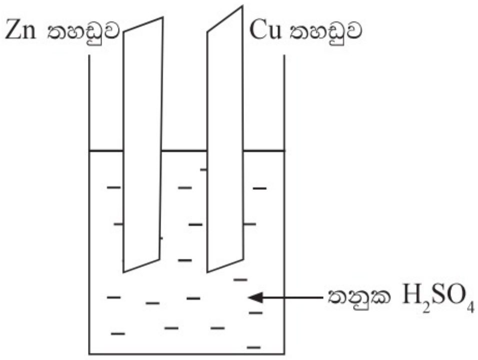
$= 4.8\ \text{kWh}$

වියදම $= 4.8 \times 8$

$=$ රු: 38.40

3.1 විද්‍යුත් සරල කෝෂය

ඕනෑම විද්‍යුත් උපකරණයක් ක්‍රියාත්මක වීම සඳහා එය හරහා විභව අන්තරයක් සැපයිය යුතු වේ. මෙම විභව අන්තරය සැපයීම සඳහා විද්‍යුත් ප්‍රභවයක් අවශ්‍යවේ. විද්‍යුත් ප්‍රභවයක අග්‍ර හරහා විද්‍යුත් විභව අන්තරයක් හට ගන්නා ආකාරය සරල කෝෂය උපයෝගී කර ගනිමින් පැහැදිලි කළ හැකි ය.



2.2 රූපය

තඹ තහඩුවක් සහ සින්ක් තහඩුවක් තනුක සල්ෆියුරික් අම්ල ද්‍රාවණයක ගිල්වා තනා ගත් සැකසුම (2.2 රූපය) සරල කෝෂය ලෙස හැඳින්වේ. සක්‍රියතා ශ්‍රේණියේ සින්ක් ලෝහය තඹ ලෝහයට වඩා ඉහළින් පිහිටන බැවින් සින්ක් පරමාණු වලින් ඉලෙක්ට්‍රෝන ඉවත් වී සෑදෙන Zn^{2+} අයන ද්‍රාවණයට ගමන් ගන්නා අතර ඉලෙක්ට්‍රෝන සින්ක් තහඩුව මත ඒකරාශී වේ. සෘණ ආරෝපිත ඉලෙක්ට්‍රෝන එකරාශී වීම හේතුවෙන් සින්ක් තහඩුවේ සෘණ විද්‍යුත් විභවයක් ගොඩ නැංවේ. සින්ක් තහඩුවට සාපේක්ෂව තඹ (Cu) තහඩුව මත ධන විද්‍යුත් විභවයක් ගොඩනැංවේ. එනම් සින්ක් සහ තඹ තහඩු අතර විද්‍යුත් විභව අන්තරයක් ගොඩනැංවේ. මෙම විභව අන්තරයේ අගය ලෝහ දෙක සහ භාවිත වන ද්‍රාවණයේ රසායනික සංයුතිය මත රඳා පවතී.

මෙසේ අග්‍ර අතර විභව අන්තරයක් හට ගැනීම හේතුවෙන් එහි අග්‍ර බාහිර සන්නායකයක් මඟින් සම්බන්ධ කළ විට සින්ක් සිට තඹ තහඩුව දක්වා ඉලෙක්ට්‍රෝන ගමන් කිරීමක් සිදුවන අතර තඹ තහඩුවේ සිට සින්ක් තහඩුව දක්වා සම්මත විද්‍යුත් ධාරාවක් ගලා යන්නේ යැයි සළකුණු ලැබේ.

සරල කෝෂය මගින් බාහිර පරිපථයක් ඔස්සේ විද්‍යුත් ධාරාවක් ගලා යන බැවින් එය විද්‍යුත් ප්‍රභවයක් ලෙස සැලකිය හැකි වේ. විද්‍යුත් ධාරාව ගලා නොයන අවස්ථාවේදී අග්‍ර හරහා පවතින විභව අන්තරය විද්‍යුත්ගාමක බලය ලෙස හැඳින්වේ.

සරල කෝෂය තුළ සිදුවන රසායනික ක්‍රියාවලියක් හේතුවෙන් ඉහත දක්වන ලද විද්‍යුත්ගාමක බලය හට ගත් අතර වෙනත් ඕනෑම විද්‍යුත් ප්‍රභවයක සිදුවනුයේ ද විවිධ ක්‍රියාවලි හේතුවෙන් එක් අග්‍රයක ඉලෙක්ට්‍රෝන ඒකරාශී වීමෙන් අග්‍ර දෙක අතර විද්‍යුත්ගාමක බලයක් හට ගැනීමයි.

එමනිසා විද්‍යුත් ප්‍රභවයක් මගින් බාහිර පරිපථයක් ඔස්සේ විද්‍යුත් ධාරා ගලා යන විට ප්‍රභවය අභ්‍යන්තරයේ වන යම් ශක්ති ආකාරයක් විද්‍යුත් ශක්තිය බවට පරිවර්තනය වීම සිදුවේ. උදාහරණ ලෙස ගත් විට.

ඩයිනමෝව	:	යාන්ත්‍රික ශක්තිය ⟶ විද්‍යුත් ශක්තිය
රසායනික කෝෂ	:	රසායනික ශක්තිය ⟶ විද්‍යුත් ශක්තිය
සූර්යය කෝෂ	:	ආලෝකය ⟶ විද්‍යුත් ශක්තිය

තුන්වන පරිච්ඡේදය

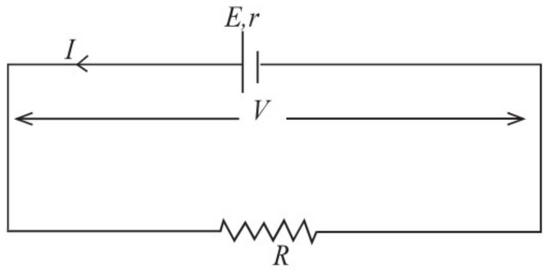
විද්‍යුත්ගාමක බලය
(Electromotive Force)

යම් ප්‍රභවයක් හා සම්බන්ධ පරිපථය තුළින් ඒකක ආරෝපණ ප්‍රමාණයක් ගමන් කිරීමේදී විද්‍යුත් ශක්තිය බවට පරිවර්තනය වන, ප්‍රභවය තු වූ වෙනත් ආකාරයක ශක්ති ප්‍රමාණය විද්‍යුත් ගාමක බලය ලෙස අර්ථ දැක්වේ.

විද්‍යුත්ගාමක බලයේ ඒකක $\mathrm{J\,C^{-1}}$ වන අතර, $1\ \mathrm{J\,C^{-1}} = 1\ \mathrm{V}$ වේ.

ප්‍රභවය තුළ දී විද්‍යුත් ධාරාව ගලා යාමට එරෙහිව ප්‍රතිරෝධයක් ඇති වන අතර එය ප්‍රභවයේ අභ්‍යන්තර ප්‍රතිරෝධය ලෙස හැඳින්වේ. මෙම ප්‍රතිරෝධය බාහිර පරිපථයේ ප්‍රතිරෝධය සමඟ ශ්‍රේණිගත ආකාරයට පිහිටයි.

විද්‍යුත්ගාමක බලය E, වන ප්‍රභවයක් ඔස්සේ I ධාරාවක් සැපයෙන අවස්ථාවක් 3.1 රූපයේ දක්වා ඇත.



3.1 රූපය

ඒකක ආරෝපණ ප්‍රමාණයක් ගමන් කිරීමේදී විසර්ජණය වන විද්‍යුත් ශක්ති ප්‍රමාණය $= E$

$\therefore$ q ආරෝපණ ප්‍රමාණයක් ගමන් කිරීමේදී විසර්ජනය වන ශක්තිය $= EQ$

$= EIt$

$\therefore$ I ධාරාවක් ගමන් කිරීමේදී විද්‍යුත් ශක්තිය විසර්ජනය වන ශීඝ්‍රතාවය $= EI$

පරිපථය තුළ සිදුවන ශක්ති පරිවර්තනය සඳහා ශක්ති සංස්ථිති මූලධර්මය යෙදූ විට,

ප්‍රභවයෙන් විද්‍යුත් ශක්තිය විසර්ජනය වීමේ ශීඝ්‍රතාව = බාහිර ප්‍රතිරෝධය නිසා තාප උත්සර්පනය වීමේ ශීඝ්‍රතාව + අභ්‍යන්තර ප්‍රතිරෝධය නිසා තාප උත්සර්ජනය වීමේ ශීඝ්‍රතාව

$$EI = I^2R + I^2r$$
$$E = IR + Ir \quad \text{——} (1)$$

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

බාහිර ප්‍රතිරෝධය සඳහා $V = IR$ ලෙස ලිවිය හැක.

$\therefore$ (1) සමීකරණයට අනු $E = V + Ir$

$V = E - Ir$

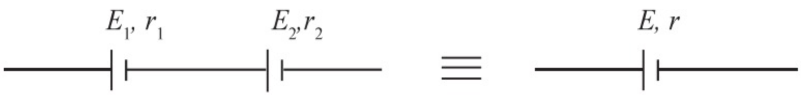
මෙමගින් ප්‍රභවය තුළින් විද්‍යුත් ධාරාවක් ගමන් කිරීමේදී ප්‍රභවයේ අග්‍ර හරහා විභව අන්තරය දෙනු ලබයි. මෙය අග්‍රාග්‍ර විභව අන්තරය (Terminal Potential Difference) ලෙස ද හැඳින්වේ.

පරිපථය විවෘත අවස්ථාවේදී $V = E$ වේ. එනම් බාහිර පරිපථයක් ඔස්සේ ධාරාවක් ගලා නොයන අවස්ථාවේදී ප්‍රභවයේ අග්‍ර අතර විභව අන්තරය එහි විද්‍යුත්ගාමක බලයට සමාන වේ.

ප්‍රභවයේ අභ්‍යන්තර ප්‍රතිරෝධය (r) ශුනය වන්නේ නම්, $V = E$ වේ. මෙමගින් ප්‍රකාශ වන්නේ ප්‍රභවයක අභ්‍යන්තර ප්‍රතිරෝධය ශුනය වන්නේ නම් එතුළින් කොපමණ ධාරාවක් ගලා ගියද එහි අග්‍ර හරහා විභව අන්තරය එහි විද්‍යුත්ගාමක බලයට සමාන වන බවයි. මෙවැනි ප්‍රභවයක් පරිපූර්ණ ප්‍රභවයක් ලෙස සැළකේ.

සංයුක්ත විද්‍යුත් ප්‍රභව

ශ්‍රේණිගත සම්බන්ධය



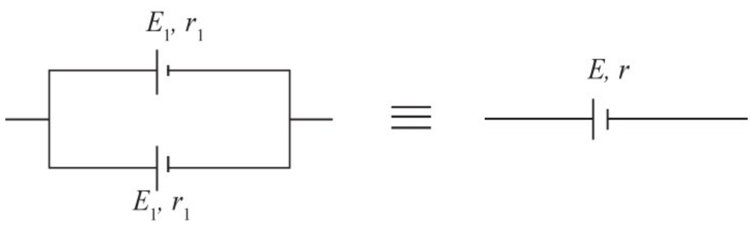
3.2 රූපය

මෙවැනි සංයුක්තයක සමක විද්‍යුත්ගාමක බලය සහ සමක අභ්‍යන්තර ප්‍රතිරෝධය පහත ආකාරයෙන් දෙනු ලැබේ.

$E = E_1 + E_2$ සහ $r = r_1 + r_2$

සර්ව සම ප්‍රභවවල සමාන්තරගත සංයුක්තය

5 Ω



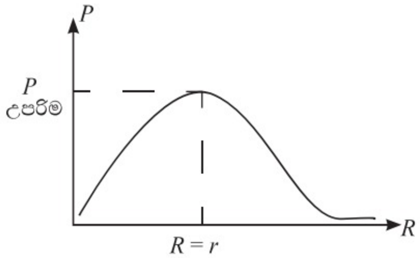
3.3 රූපය

මෙවැනි සංයුක්තයක සමක විද්‍යුත්ගාමක බලය සහ සමක අභ්‍යන්තර ප්‍රතිරෝධය පහත ආකාරයෙන් දෙනු ලබයි.

$E = E_1$ සහ $r = \frac{r_1}{n}$, මෙහි n යනු ප්‍රභව සංඛ්‍යාව වේ.

පරිපථයක උපරිම ක්ෂමතා උත්සර්ජනය

භාරයක ප්‍රතිරෝධය R සමඟ ප්‍රභවයක ක්ෂමතා උත්සර්ජනය විචලනය වන අන්දම පහත දක්වා ඇත. එම වක්‍රය අනුව ප්‍රතිදාන ක්ෂමතාව උපරිම වන්නේ $R = r$ විටය. එනම් භාර ප්‍රතිරෝධය ප්‍රභවයේ අභ්‍යන්තර ප්‍රතිරෝධයට සමාන වූ විටය.



3.6 රූපය

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

හතරවන පරිච්ඡේදය

විද්‍යුත් පරිපථ: කර්චොෆ් නියම
(Electrical Circuits : Kirchhoff's Laws)

4.1 කර්චොෆ් නියම

විද්‍යුත් පරිපථයක් ඇටවීමේ දී එයට ඇතුළත්වන උපාංග කීපයකි. විද්‍යුත් ප්‍රභවය (කෝෂය), ධාරාව මැනීම සඳහා ඇමීටරය, විභව අන්තරය මැනීම සඳහා වෝල්ට්මීටරය, ධාරාව වෙනස් කිරීම සඳහා විචල්‍ය ප්‍රතිරෝධය නැතහොත් ධාරා නියාමකය සහ යතුරු (ස්විච්චය) වැනි මෙම උපාංග විවිධ සංකේත මගින් පරිපථ සටහනෙහි දක්වනු ලැබේ. කර්චොෆ් නියම මගින් විද්‍යුත් පරිපථයක විවිධ ශාඛා ඔස්සේ ගලා යන ධාරා පාලනය වන ආකාරය දැක්වෙයි.

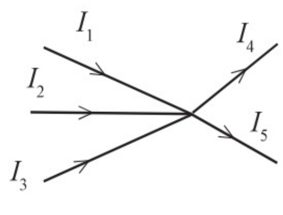
4.1.1 පළමුවැනි නියමය

විද්‍යුත් පරිපථයක් වටා ආරෝපණ සංස්ථියක් පවතී. එනම් එය ඔස්සේ කිසිම ලක්ෂ්‍යයක හෝ සන්ධියක ආරෝපණ එක්රැස් නොවී ගලා යයි. මේ අනුව එහි සන්ධි ස්ථානයකට ඇතුළු වන මුළු ආරෝපණය ඉන් පිටවන මුළු ආරෝපණයට සම විය යුතු ය. එවිට ධාරාවක් සඳහා ද එසේ විය යුතු ය. මේ කරුණ කර්චොෆ් පළමු වැනි නියමයෙන් මෙසේ දැක්වෙයි.

''පරිපථයක යම් සන්ධියක් හරහා ගලා යන ධාරාවන්ගේ වීජීය ඓක්‍යය ශූන්‍යය වේ''

එනම් $\Sigma I = 0$

උදා :



4.1 රූපය

$$I_1 + I_2 + I_3 - I_4 - I_5 = 0$$

$$\Rightarrow I_1 + I_2 + I_3 = I_4 + I_5$$

4.1.2 දෙවැනි නියමය

විද්‍යුත් පරිපථයක ආරෝපණ සංස්ථිතිය මෙන්ම ශක්ති සංස්ථිතිය ද බලාත්මක වේ. පරිපථයේ විද්‍යුත් ප්‍රභවය වන කෝෂයෙහි විද්‍යුත්ගාමක බලය (E) යනු එය ඒකක ආරෝපණයක් මුදා හැරීමේ දී නිකුත් කෙරෙන ශක්තිය ලෙස සැලකිය හැකි ය. මේ අනුව කෝෂයකින් q ආරෝපණයක් t කාලයක් තුළ මුදා හැරීමේ දී ශක්තිය නිකුත් කෙරෙන ශීඝ්‍රතාව $= E\dfrac{q}{t} = EI$.

මෙම ශක්තිය පරිපථයේ ඇති එකම ප්‍රතිරෝධයක (R) හි තාපය ලෙස මුදා හැරේ නම් එම ශක්තිය මුදා හැරෙන ශීඝ්‍රතාව $= I^2R$ වේ.
එවිට, ශක්ති සංස්ථිති නියමය අනුව, $EI = I^2R$

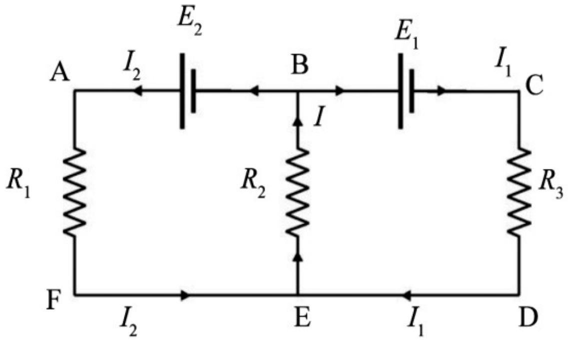
$\therefore\ E = IR$ වේ.

පරිපථයේ කෝෂ කීපයක් ද ප්‍රතිරෝධක කීපයක් ද වේ නම්, ලෙස ලියා දැක්විය හැක $\Sigma E = \Sigma IR$

ඉහත ප්‍රකාශනය අනුව කර්චොෆ් දෙවැනි නියමය පහත දක්වා ඇත.

"යම් සංවෘත විද්‍යුත් පරිපථයක විද්‍යුත්ගාමක බලවල වීජීය ඓක්‍යය, එම පරිපථයේ විවිධ ශාඛා ඔස්සේ ගලා යන ධාරාවලත් අදාළ ප්‍රතිරෝධවලත් ගුණිතවල වීජීය ඓක්‍යයට සමාන වේ."

උදාහරණ : I



4.2 රූපය

ඉහත පරිපථයේ එකිනෙකට ප්‍රතිවිරුද්ධව යාකොට ඇති විද්‍යුත්ගාමක බලය E_1 සහ E_2 කෝෂ දෙක සමඟ ශ්‍රේණිගතව R_1 සහ R_3 ප්‍රතිරෝධ යා කොට ඇත. R_2 අතරමැදි ප්‍රතිරෝධය තුළින් ධාරාව I නම්, E සන්ධියට කර්චොෆ් පළමු නියමය යෙදීමෙන්,

$$I_1 + I_2 - I = 0$$

$$I_1 + I_2 = I \longrightarrow (1)$$

සංවෘත පරිපථ තුනකි.
කර්චොෆ් දෙවැනි නියමය යෙදීමෙන්,

ACDFA පරිපථය සඳහා

$$-E_2 - E_1 = I_1R_3 - I_2R_1 \longrightarrow (2)$$

AFEBA පරිපථය සඳහා,

$$E_2 = I_2R_1 + IR_2 \longrightarrow (3)$$

BCDEB පරිපථය සඳහා,

$$-E_1 = I_1R_3 + IR_2 \longrightarrow (4)$$

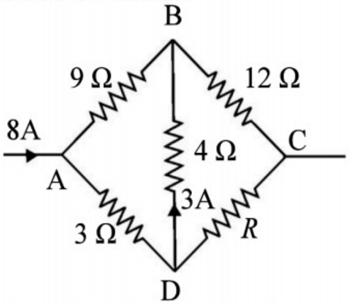
පරිපථයේ විවිධ ශාඛා ඔස්සේ ගලා යන ධාරාවන් ඉහත සමීකරණ භාවිතයෙන් ගණනය කළ හැකි ය.

විසඳූ අභ්‍යාසය

පහත දැක්වෙන ජාලයෙහි ඇතැම් ප්‍රතිරෝධ සහ ධාරා පමණක් දක්වා ඇත.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

මේවා සොයන්න.



1. BC ඔස්සේ ධාරාව
2. R ප්‍රතිරෝධයේ අගය
3. A සහ C අතර විභව බැස්ම
4. A සහ C අතර ජාලයේ සමක ප්‍රතිරෝධය

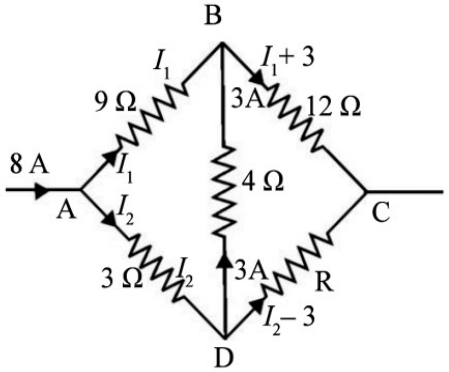
විසඳුම

ජාලයේ පූර්ණ පරිපථ තුනක් ඇත. ඉන් කිසිවකවත් විද්‍යුත් ප්‍රභවයක් (කෝෂයක්) නොමැත.

$\therefore$ සියලු පරිපථ සඳහා $\Sigma E = 0$

$\Sigma IR = 0$

ධාරාවන් මෙසේ සලකුණු කරමු.



(1) A සන්ධියට කර්චොෆ් පළමු නියමය යෙදීමෙන්,

$$I_1 + I_2 = 8$$
$$I_1 = 8 - I_2$$

කර්චොෆ් දෙවැනි නියමය යෙදීමෙන් ABDA පරිපථය සඳහා,

$$I_1 \times 9 - 3 \times 4 - I_2 \times 3 = 0$$
$$9\,(8 - I_2) - 12 - 3 \times I_2 = 0$$
$$12 I_2 = 60$$
$$I_2 = 5$$
$$I_1 = 8 - 5$$
$$= 3\text{ A}$$

$\therefore$ BC ඔස්සේ ධාරාව = $I_1 + 3 = 3 + 3 = \underline{\underline{6\text{A}}}$

(2) BCDB පරිපථය සඳහා

$$(I_1 + 3)\,12 - (I_2 - 3)\,R + 3 \times 4 = 0$$
$$(3 + 3)\,12 - (5 - 3)\,R + 12 = 0$$
$$72 - 2R + 12 = 0$$
$$2R = 84$$
$$R = 42\ \Omega$$

(3) A සහ C අතර විභව අන්තරය,

$$V_{AC} = V_{AD} + V_{DC}$$
$$= I_2 \times 3 + (I_2 - 3)\,R$$
$$= 5 \times 3 + (5 - 3)\,42$$
$$= 15 + 84 = 99\text{ V}$$

(4) A සහ C අතර ජාලයේ සමක ප්‍රතිරෝධය R නම්,

$$V = IR$$
$$99 = 8\,R \qquad R = \frac{99}{8} = 12\frac{3}{8}\ \Omega$$

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

පස්වන පරිච්ඡේදය

විද්‍යුත් ධාරාව සහ විභව අන්තරය මැනීම
(Measurement of Electric Current and Potential Difference)

5.1 ඇමීටර සහ වෝල්ට්මීටර භාවිතය

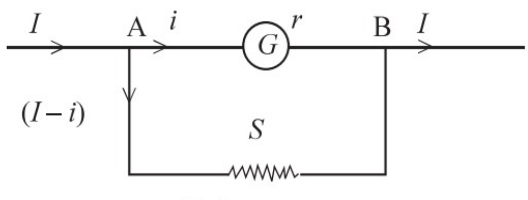
විද්‍යුත් ධාරා මැනීම සඳහා ඇමීටරය ලෙස භාවිත කරනු ලබන්නේ සුදුසු පරිදි ක්‍රමාංකණය කළ සල දඟර ගැල්වනෝමීටරයයි. මන්දයත් මෙම උපකරණයේ ක්‍රියාකාරිත්වය සඳහා දායක වන්නේ විද්‍යුත් ධාරාව වන බැවිනි. මෙසේ භාවිත වන ඇමීටරය, විභව අන්තර මැනීම සඳහා වෝල්ට්මීටරය ලෙස ද, විද්‍යුත් ප්‍රතිරෝධ මැනීම සඳහා ඕම් මීටරය ලෙස ද, විකරණය කර භාවිත වේ.

කෙසේ වුවද, ඇමීටර මූලිකව නිර්මාණය වන්නේ මිලිඇම්පියර (mA) ගණයේ කුඩා ධාරාවන් මැනිය හැකි ''මිලි ඇමීටර'' ලෙස ය. මෙසේ නිර්මාණය වූ මිලි ඇමීටරය, ඇම්පියර (A) ගණයේ වඩා විශාල ධාරා මැනීම සඳහා පහත දැක්වෙන උපක්‍රමය යොදා ගැනේ.

5.1.1 මිලිඇමීටරය ඇමීටරයක් බවට විකරණය කිරීම

එක්තරා මිලිඇමීටරයක ප්‍රතිරෝධය r වන අතර එයින් මැනිය හැකි උපරිම ධාරාව හෙවත් එහි පූර්ණ පරිමාණ උත්ක්‍රමණය i යයි ද සිතමු.

මෙම මිලිඇමීටරය වඩා අධික වූ ඇම්පියර ගණයේ I ධාරාව දක්වා මැනිය හැකි ඇමීටරයක් බවට පත් කර ගත යුතු ව ඇතැයි සිතමු. මේ සඳහා එය තුළින් යැවිය නොහැකි $(I-i)$ අතිරික්ත ධාරාව යැවීම සඳහා එයට 5.1 රූපයේ පෙන්වා ඇති පරිදි සමාන්තරව S ප්‍රතිරෝධයක් සවි කරනු ලැබේ.



5.1 රූපය

මෙම සමාන්තරගත ප්‍රතිරෝධය ගණනය කිරීමේ දී,

$$V_{AB} = (I-i)\,S = ir$$

$$S = \left(\frac{i}{I-i}\right) r$$

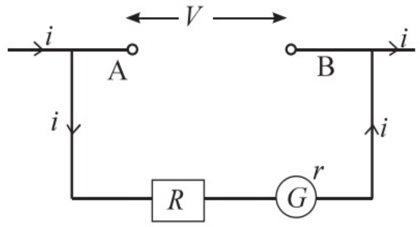
මෙසේ සවිකරනු ලබන සමාන්තරගත ප්‍රතිරෝධය ''උපපථය'' ලෙස හැඳින්වේ.

5.1.2 මිලිවෝල්ට්මීටරය වෝල්ට්මීටරයක් බවට විකරණය කිරීම

විභව අන්තර මැනීම සඳහා යොදා ගනු ලබන්නේ ද මිලිඇමීටරය ලෙස නිර්මාණය වන සල දඟර ගැල්වනෝමීටරය විභව අන්තර මැනීමේ ඒකක මගින් ක්‍රමාංකණය කිරීමෙනි. ඕම් නියමය අනුව ධාරාව විභව අන්තරයට සමානුපාතික වේ. මේ අනුව මිලි ඇමීටරයක් පරිවර්තනය කිරීමෙන් නිර්මාණය වන්නේ මිලිවෝල්ට් (mV) ගණයේ කුඩා විභව අන්තර මැනිය හැකි මිලි වෝල්ට්මීටරයකි.

මෙවැනි මිලිවෝල්ට්මීටරයක් වඩා අධික වූ වෝල්ට් (V) ගණයේ විභව අන්තර මැනිය හැකි වෝල්ට්මීටරයක් බවට පත් කිරීම සඳහා පහත දැක්වෙන උපක්‍රමය භාවිත වේ.

නිදසුනක් වශයෙන් ප්‍රතිරෝධය r සහ පූර්ණ පරිමාණ උත්ක්‍රමණය i වන මිලි ඇමීටරයක් හරහා තිබිය හැකි උපරිම විභව අන්තරය ir වේ. එනම් මිලි වෝල්ට්මීටරයක් ලෙස එහි පූර්ණ පරිමාණ උත්ක්‍රමණය ir වේ. මෙම උපකරණය වඩා අධික වූ වෝල්ට් ගණයේ V විභව අන්තරයක් දක්වා මැනිය හැකි වෝල්ට්මීටරයක් බවට පත් කිරීමට අවශ්‍යව ඇතැයි සිතමු. මේ සඳහා 5.2 රූපයේ දක්වා ඇති පරිදි එය සමග ශ්‍රේණිගතව R ප්‍රතිරෝධයක් යා කරනු ලැබේ.



5.2 රූපය

මෙම ශ්‍රේණිගත ප්‍රතිරෝධය ගණනය කිරීමේ දී,

$$V_{AB} = i(R + r) = V$$

$$R = \frac{V}{i} - r$$

මෙම ශ්‍රේණිගත ප්‍රතිරෝධය "**ගුණකය**" ලෙස හැඳින්වේ. ගුණකය සහිත මිලි වෝල්ට්මීටරය වෝල්ට් ගණයේ V විභව අන්තරයක් දක්වා මැනිය හැකි වෝල්ට්මීටරයක් බවට දැන් පත් වී ඇත.

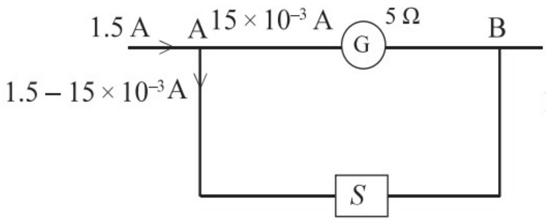
විසඳූ අභ්‍යාසය

මිලි ඇමීටරයක් ලෙස භාවිත වන සල දඟර ගැල්වනෝමීටරයක ප්‍රතිරෝධය 5 Ωක් වන අතර එහි පූර්ණ පරිමාණ උත්ක්‍රමණය (මිලි ඇම්පියර 15) 15 mA කි. මෙම උපකරණය,

(අ) ඇම්පියර 1.5ක් දක්වා ධාරාවන් මැනිය හැකි ඇමීටරයක් බවටත්,
(ආ) වෝල්ට් 3.0 දක්වා විභව අන්තර මැනිය හැකි වෝල්ට්මීටරයක් බවටත්,
විකරණය කර ගන්නා අයුරු පහදන්න.

විසඳුම

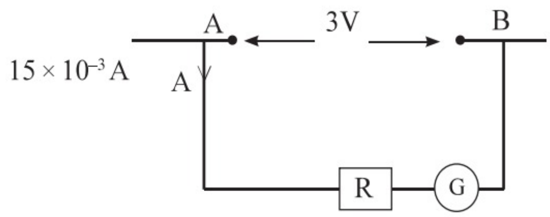
(අ)



$$V_{AB} = (1.5 - 15 \times 10^{-3})\, S = 15 \times 10^{-3} \times 5$$
$$1485 \times 10^{-3} S = 15 \times 10^{-3} \times 5$$
$$S = \frac{15 \times 5}{1485} = \frac{5}{99}\ \Omega$$

$\frac{5}{99}\ \Omega$ ක් වූ උපපථයක් සවි කළ යුතු ය.

(ආ)



$$V_{AB} = (R + 5)\, 15 \times 10^{-3} = 3$$
$$R = \frac{3 \times 10^{3}}{15} - 5$$
$$= 195\ \Omega$$

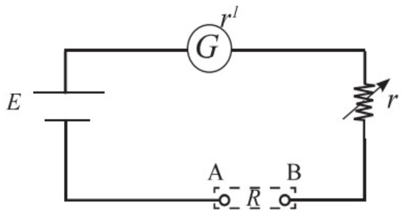
195 Ω ක ගුණකයක් සවි කළ යුතු ය.

5.2 ඕම් මීටරය

සල දඟර ගැල්වනෝමීටරය මගින් විද්‍යුත් ප්‍රතිරෝධ මැනීම සඳහා සැලසුම් කළ උපකරණයක් ඇති අතර එය ඕම් මීටරයයි. මැනීමට ලක්වන ප්‍රතිරෝධය පරිපථයක අඩංගු නොවන නිදහස් එකක් විය හැකි හෙයින් උපකරණය ක්‍රියා කිරීමට අවශ්‍ය ධාරාව සැපයීම සඳහා එය සමඟ ශ්‍රේණිගතව කුඩා බැටරියක්, විචල්‍ය ප්‍රතිරෝධයක් සහ මනිනු ලබන ප්‍රතිරෝධකය යා කිරීම සඳහා අග්‍ර දෙකක් ද සහිත නිත්‍ය පරිපථයක එය අඩංගු කර තිබේ.

තවද ප්‍රතිරෝධය ධාරාවට ප්‍රතිලෝමව විචලනය වන හෙයින් ගැල්වනෝමීටරයේ ඇති ධාරාව මැනීමේ රේඛීය පරිමාණය මෙහි භාවිත කළ නොහැකි වන අතර ප්‍රතිරෝධ මැනීම සඳහා එය පහත දැක්වෙන පරිදි විශේෂ ක්‍රමාංකනයකට ලක් කළ යුතු වේ.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.



5.3 රූපය

රූපයේ දක්වා ඇති ඕම්මීටර පරිපථයේ කෝෂයේ විද්‍යුත්ගාමක බලය E ද එහි විචල්‍ය ප්‍රතිරෝධය r ද ගැල්වනෝ මීටරයේ ප්‍රතිරෝධය r^l ද වේ.

මනිනු ලබන ප්‍රතිරෝධකය යා කෙරෙන අග්‍ර දෙක A සහ B වේ.

ක්‍රමාංකනය කිරීම

1. A සහ B අග්‍ර අතර සුදුසු සන්නායකයක් ($R = 0$) යා කොට ලුහුවත් කර, විචල්‍ය ප්‍රතිරෝධය r සීරුමාරු කර උපකරණයේ පූර්ණ පරිමාණ උත්ක්‍රමය පිහිටු වනු ලැබේ. දර්ශකය යොමු වන ලක්ෂ්‍යය $0\ \Omega$ ලෙස පරිමාණයේ සලකුණු කරනු ලැබේ. අනතුරුව r නියතව තබා ගනු ලැබේ.
2. A සහ B අග්‍ර අතර ප්‍රතිරෝධය ඕම් $10\ \Omega$, $20\ \Omega$, $50\ \Omega$ යනාදි වශයෙන් සම්මත ප්‍රතිරෝධ යොදමින් දර්ශකය යොමු වන ලක්ෂ්‍යය අදාළ ප්‍රතිරෝධයේ අගයෙන් ක්‍රමාංකනය කරනු ලැබේ.
3. ධාරාවේ ශුන්‍ය උත්ක්‍රමණය දක්වන ලක්ෂ්‍යය ඕම් අනන්තය (∞) ලෙස ක්‍රමාංකනය කෙරේ.

ඉහත පරිපථයේ යම් R අගයකට ගලා යන ධාරාව I නම්, කර්චෝෆ් නියමය යෙදීමෙන්,

$$E = I\,(R + r^l + r)$$

$$\frac{E}{I} = R + r^l + r$$

$$R = \frac{E}{I}\ (r^l + r)$$

ඉහත ප්‍රකාශනය අනුව පරිමාණයේ,

1. R වැඩි වන අතට I නැතහොත් උත්ක්‍රමණය අඩු වේ.
2. R සහ I අතර කිසිදු රේඛීය සම්බන්ධතාවක් නොමැත.

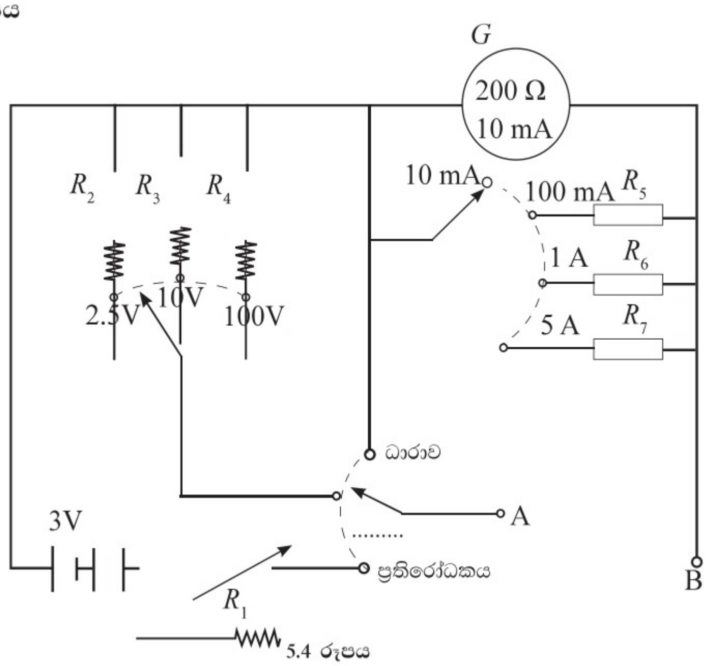
ඒ නිසා, R සමඟ උත්ක්‍රමණය රේඛීයව විචලනය නොවන අතර, ඕම්මීටරයේ පරිමාණය රේඛීය නොවේ.

5.3 බහුමීටරය

බහුමීටරය යනු එකම සල දඟර ගැල්වනෝමීටරය විද්‍යුත් ධාරා මැනීම සඳහා මෙන්ම විද්‍යුත් විභව අන්තරය මැනීම සඳහා ද අනුවර්තනය කළ උපකරණයකි. පරාස කීපයක ධාරා මැනීම සඳහා අදාළ වූ උපපථ ද විභව අන්තර මැනීම සඳහා අදාළ වූ ගුණක ද එහි ඇතුළත් ය.

මෙයට අමතරව විද්‍යුත් ප්‍රතිරෝධ මැනීම සඳහා අදාළ වූ ඕම් මීටර පරිපථය ද බහු මීටරයට ඇතුළත් කර ඇත.

විසඳූ අභ්‍යාසය



5.4 රූපය

ඉහත දක්වා ඇති බහු මීටරය, ප්‍රතිරෝධය 200 Ω වූ ද, පූර්ණ පරිමාණ උත්ක්‍රමණය 10 mA වූ ද ගැල්වනෝමීටරයක් යොදා නිර්මාණය කරන ලද්දකි. A සහ B යනු උපකරණයේ අග්‍ර වේ. R_1 යනු ඕම් මීටරයේ නිත්‍යව තබා ගනු ලබන ප්‍රතිරෝධයයි.

R_2, R_3, R_4 යනු අදාළ විභව අන්තර මැනීම සඳහා උපයෝගී කර ගන්නා ගුණක වේ.

R_5, R_6, R_7 යනු අදාළ ධාරා මැනීම සඳහා උපයෝගී කර ගන්නා උපපථ වේ.

මෙම සියලු ප්‍රතිරෝධවල අගයන් සොයමු.

ඕම් මීටරයේ ප්‍රතිරෝධය සෙවීම

(1) $3 = (R_1 + 200)\dfrac{10}{10^3}$

$300 = R_1 + 200$

$R_1 = 100\ \Omega$

ගුණකවල අගයන් සෙවීම

(2) $2.5 = (R_2 + 200)\dfrac{10}{10^3}$

$250 - 200 = R_2$

$R_2 = 50\ \Omega$

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

(3) $10 = (R_3 + 200)\,\frac{10}{10^3}$

$1000 = R_3 + 200$

$R_3 = 800\ \Omega$

(4) $100 = (R_4 + 200)\,\frac{10}{10^3}$

$10000 = R_4 + 200$

$R_4 = 9800\ \Omega$

උපපථවල අගයන් සෙවීම

(5) $(100 - 10)\ 10^{-3}\ R_5 = 200 \times 10 \times 10^{-3}$

$$R_5 = \frac{2000}{90} = 22.2\ \Omega$$

(6) $(1000 - 10)\ R_6 = 200 \times 10$

$$R_6 = \frac{2000}{990} = 2.02\ \Omega$$

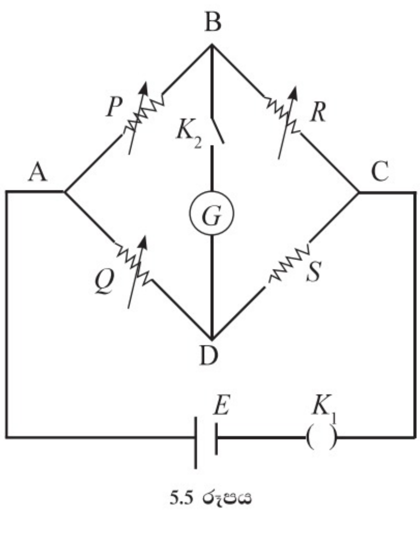
(7) $(5000 - 10)\ R_7 = 200 \times 10$

$$R_7 = \frac{2000}{4990} = 0.40\ \Omega$$

ඉහත ලැබූ අගයන් අනුව පෙනීයන්නේ ගුණක සඳහා ඉහළ ප්‍රතිරෝධී අගයන්ගෙන් යුත් ප්‍රතිරෝධ ද උපපථ සඳහා පහළ ප්‍රතිරෝධී අගයන්ගෙන් යුත් ප්‍රතිරෝධ ද සුදුසු වන බවයි. මෙයින් තහවුරු වන තවත් කරුණක් වන්නේ එකම වර්ගයේ උපකරණයක් භාවිත කළ ද සමස්ථයක් වශයෙන් ඇමීටරවල ප්‍රතිරෝධ හැකි පමණ අඩු විය යුතු බවත් වෝල්ට්මීටරවල ප්‍රතිරෝධ හැකි පමණ වැඩි විය යුතු බවත් ය.

5.4 වීට්ස්ටන් සේතු මූලධර්මය

ප්‍රතිරෝධ දෙකක් සැසඳීම සඳහා හෝ නොදන්නා ප්‍රතිරෝධයක් සෙවීම සඳහා හෝ වීට්ස්ටන් සේතු මූලධර්මය භාවිත වේ. මෙම මූලධර්මය සඳහා අදාළ වූ පරිපථය පහත දක්වා ඇති 5.5 රූපය පරිදි ප්‍රතිරෝධක සතරකින් යුත් ජාලයක ආකාරය ගනී.



5.5 රූපය

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

මෙම පරිපථයේ P, Q සහ R යනු අගයන් දන්නා එමෙන්ම අගය සීරුමාරු කළ හැකි ප්‍රතිරෝධ වේ. S යනු නොදන්නා ප්‍රතිරෝධයකි. A සහ C සන්ධි අතර K_1 යතුර සමඟ කෝෂයක් ද, B සහ D සන්ධි අතර K_2 යතුර සමඟ මැද බිංදු ගැල්වනෝමීටරයක් (G) ද සම්බන්ධ කර ඇත.

මෙම ගැල්වනෝමීටරයේ පාඨාංකය ශුන්‍ය වන තෙක් ඉහත විචල්‍ය ප්‍රතිරෝධකවලින් එකක් හෝ කීපයක් සීරුමාරු කෙරෙයි. (පරීක්ෂණාත්මක පියවර ලෙස පළමුව K_1 යතුර ද, දෙවනුව K_2 යතුරු වසනු ලැබේ) මෙසේ ශුන්‍ය උත්ක්‍රමය ලබා ගත් විට එම අවස්ථාව **"සංතුලන"** අවස්ථාව ලෙස හැඳින්වේ. සංතුලන අවස්ථාවේ දී BD ශාඛාවෙහි ධාරාවක් නොගලන හෙයින් එම සන්ධි දෙකෙහි විභව සමාන වේ.

එනම් $V_B = V_D$

ඒ අනුව $V_{AB} = V_{AD}$ සහ $V_{BC} = V_{DC}$

$$\frac{V_{AB}}{V_{BC}} = \frac{V_{AD}}{V_{DC}} \longrightarrow (1)$$

ABC සහ ADC ශාඛා ඔස්සේ ගලන ධාරා පිළිවෙළින් I_1 සහ I_2 නම්,

(1) න් $$\frac{I_1 P}{I_1 Q} = \frac{I_2 R}{I_2 S}$$

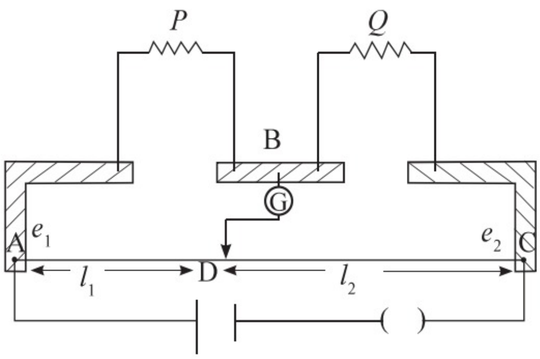
$$\frac{P}{Q} = \frac{R}{S}$$

$$S = \frac{QR}{P}$$

5.5 වීට්ස්ටන් සේතු මූලධර්මයෙහි භාවිත

5.5.1 මීටර සේතුව

වීට්ස්ටන් සේතු මූලධර්මය භාවිත කර ප්‍රායෝගිකව ප්‍රතිරෝධය සෙවීම සඳහා මීටර සේතුව නම් උපකරණය තනා ඇත. 5.6 රූපයේ දක්වා ඇති පරිදි එය පරිවාරක ලෑල්ලක් මත අතුරා ඇති මීටර 1mක් පමණ දිගැති ඒකාකාර ප්‍රතිරෝධ කම්බියකින් (AC) යුක්ත වේ. එහි දෙකෙළවර එම ලෑල්ල මතම සවිකර ඇති ඝන තඹ තීරු වලට ඈඳා ඇති අතර, එම තඹ තීරු අතර P හා Q නම් එකිනෙක යා කළ ප්‍රතිරෝධක දෙකකි. ඉන් එකක ප්‍රතිරෝධ අගය (P) දන්නා අතර අනෙක (Q) අගය සෙවිය යුතු ප්‍රතිරෝධයයි. කම්බියේ දෙකෙළවර අතර බැටරියක් සමඟ ස්විච්චියක් ද, P හා Q සම්බන්ධව ඇති තඹ තීරුවේ මැදට මැද බිංදු ගැල්වනෝමීටරයක් හරහා සර්පන යතුරක් ද යා කොට තිබේ.



5.6 රූපය

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

නොදන්නා ප්‍රතිරෝධය සෙවීම සඳහා සර්පණ යතුර කම්බියේ එක් කෙළෙවරක සිට අනෙක් කෙළවර කරා කම්බිය මත මෘදු ලෙස තබමින් එය ඔස්සේ ගෙන එනු ලැබේ. එසේ ගෙන එමින් ගැල්වනෝමීටර පාඨාංකය ශුන්‍ය වන **"සංතුලන ලක්ෂ්‍යය"** සොයා ගනු ලැබේ.

සංතුලනය වූ සේතුව සඳහා වීට්ස්ටන් සේතු මූලධර්මය යෙදීමෙන්,

$$\frac{P}{Q} = \frac{R_{AD}}{R_{DC}} = \frac{K.AD}{K.DC} = \frac{AD}{DC} \quad (K \text{ යනු කම්බියේ ඒකක දිගක ප්‍රතිරෝධයයි})$$

$AD = l_1$ සහ $DC = l_2$ නම්

$$\frac{P}{Q} = \frac{l_1}{l_2}$$

වඩා නිරවද්‍ය ගණනයක් සඳහා මීටර පරිමාණයට හසු නොවන කම්බියේ දෙකෙළවර ඇති කුඩා දිග ප්‍රමාණ දෙකක් (e_1, e_2) සැලකිල්ලට ගත යුතු වේ. මේවා ආන්ත ශෝධන ලෙස හැඳින්වේ.

එවිට $\dfrac{P}{Q} = \dfrac{(l_1 + e_1)}{(l_2 + e_2)}$

මෙම ප්‍රකාශනයෙන් Q හි අගය ගණනය කළ හැකි ය.

උපකරණය භාවිතයේ දී සැලකිල්ලට ගත යුතු කරුණු කීපයකි.

1. සංතුලන ලක්ෂ්‍යය සෙවීමේ දී කම්බියේ ඒකකාර බව හැකි පමණ රැක ගැනීම සඳහා සර්පණ යතුරු කම්බිය මත තදින් සර්පනය කිරීමෙන් වැළකී එහි විවිධ ලක්ෂ්‍ය මත මෘදුව තබමින් ගෙන ආ යුතු ය.
2. කෙසේ වූවද කම්බිය ඒකාකාර නොවීමෙන් ඇති විය හැකි දෝෂ අවම කිරීම සඳහා පළමුව පාඨාංක ගැනීමෙන් පසු දෙවනුව P සහ Q හුවමාරු කොට තවත් වරක් පාඨාංක ගෙන ලැබෙන ප්‍රතිඵලවල සාමාන්‍ය අගය ගත යුතු ය.
3. ආන්ත ශෝධන දෙකෙහි අගයන් සෙවීමට P සහ Q සඳහා අගයන් දන්නා ප්‍රතිරෝධ යොදා වෙනම පරීක්ෂණයක් සිදුකළ යුතු වේ.
4. සංතුලන ලක්ෂ්‍යය කම්බියේ මධ්‍ය ලක්ෂ්‍යයට ආසන්නව ලබා ගැනීමෙන් ප්‍රතිඵල වඩාත්ම නිරවද්‍ය වේ. මන්ද එවිට ආන්ත ශෝධනවල කුඩා අගයන් නොවැදගත් වන හෙයිනි.

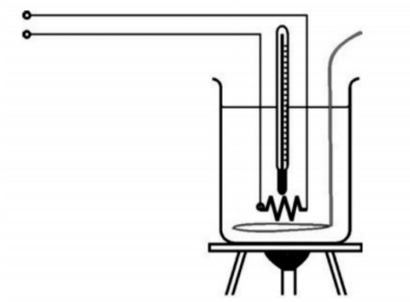
මීටර සේතුව භාවිතයෙන් සන්නායක ද්‍රව්‍යයක ප්‍රතිරෝධයේ උෂ්ණත්ව සංගුණකය සෙවීම

කලින් සඳහන් කොට ඇති පරිදි සන්නායක ද්‍රව්‍යයක ප්‍රතිරෝධය උෂ්ණත්වය සමඟ විචලනය වන ආකාරය,

$R_\theta = R_0 (1 + \alpha\, \theta)$ ප්‍රකාශනයෙන් දැක්වේ.

විවිධ උෂ්ණත්වවල දී (θ) සන්නායකයක ප්‍රතිරෝධය (R_θ) සොයා ගත් කළ, ඉහත ප්‍රකාශනය ඇසුරු කොටගත් ප්‍රස්තාරික ක්‍රමයකින් එහි ප්‍රතිරෝධයේ උෂ්ණත්ව සංගුණකය (α) සෙවිය හැකි ය. මේ සඳහා මීටර සේතුව භාවිත කළ හැකි ය. මෙහිදී 5.7 රූපයේ දැක්වෙන පරිදි, කුඩා දඟරයක ආධාරයෙන් සකසා ජල බඳුනක ගිල්වා ඇති පරීක්ෂණයට ලක්වන සන්නායකය, නොදන්නා ප්‍රතිරෝධය වෙනුවට සම්බන්ධ කරනු ලැබේ.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

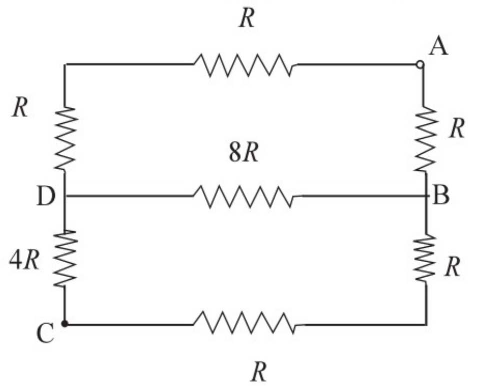


5.7 රූපය

සන්නායකය ගිල්වා ඇති ජල බඳුන රත් කරමින් විවිධ උෂ්ණත්වවල දී (θ) මීටරසේතුව සංතුලනය කර සංතුලන දිග සොයා ඒ මගින් සන්නායකයේ ප්‍රතිරෝධය R_θ ගණනය කරගනු ලැබේ. අනතුරුව උෂ්ණත්වයට එරෙහිව ප්‍රතිරෝධය ප්‍රස්තාර ගත කොට එහි අනුක්‍රමණය සහ අන්තඃඛණ්ඩය ඇසුරෙන් ප්‍රතිරෝධයේ උෂ්ණත්ව සංගුණකය (α) සෙවීමට හැකිවෙයි.

විසඳූ අභ්‍යාසය

පහත දැක්වෙන ප්‍රතිරෝධ ජාලයේ A සහ C අග්‍ර අතර සමක ප්‍රතිරෝධය සොයන්න.



5.8 රූපය

විසඳුම

A සහ C අතර ජාලය සැලකීමෙන්,

$$\frac{\mathrm{AB}}{\mathrm{BC}} = \frac{R}{2R} = \frac{1}{2}$$

$$\frac{\mathrm{AD}}{\mathrm{DC}} = \frac{2R}{4R} = \frac{1}{2}$$

$$\therefore \frac{\mathrm{AB}}{\mathrm{BC}} = \frac{\mathrm{AD}}{\mathrm{DC}}$$

$\therefore$ A සහ C අතර වීට්ස්ටන් සේතු මූලධර්මය තෘප්ත වේ. BD ඔස්සේ ධාරාවක් නොගලයි. එනිසා BD ඉවත් කර පරිපථය සැලකීමෙන්, A සහ C අතර සමක ප්‍රතිරෝධය R_1 නම්,

$$\frac{1}{R_1} = \frac{1}{6R} + \frac{1}{3R} = \frac{3}{6R} = \frac{1}{2R}$$

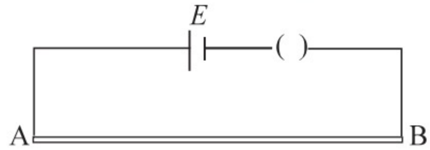
$$\therefore R_1 = 2R$$

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

5.5.2 විභවමානය

විද්‍යුත් විභව අන්තර මැනීමේ දී සල දඟර ගැල්වනෝමීටරයෙන් නිර්මාණය වූ වෝල්ට්මීටරය ඉතා නිවැරදි අගයන් ලබා නොදෙන බව පෙනී යන කරුණකි. මන්ද යත් වෝල්ට්මීටරයේ ක්‍රියාකාරීත්වය සඳහා භාවිතා වන ධාරාව හේතුවෙන් මනිනු ලබන විභව අන්තරය වෙනස් වන හෙයිනි.
විභවමානය යනු එවැන්නකින් තොරවූ සංතුලන ක්‍රමයකින් වඩාත් නිවැරදි ව විභව අන්තර මැනීම සඳහා නිර්මාණය වූ උපකරණයකි.

විභවමානය, පහත රූපයෙන් පෙන්වා ඇති පරිදි පරිවාරක පුවරුවක් මත අතුරා ඇති මීටරයක් පමණ දිගැති ඒකාකාර ප්‍රතිරෝධ කම්බියකින් (AB) යුක්ත වේ. ඇකියුම්ලේටරයක් වැනි ඒකාකාර ධාරාවක් සපයන ප්‍රභවයක් එහි දෙකෙළවර යා කොට පූර්ණ පරිපථයක් තනා ඇත.



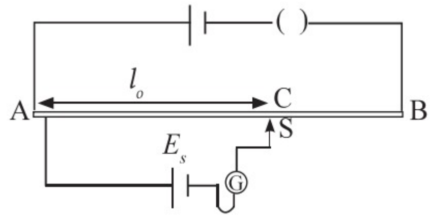
5.9 රූපය

මෙම පරිපථයේ ධාරාව ගලා යාමට සැලැස්වූ විට කම්බියෙහි දෙකෙළවර අතර විභව අන්තරයක් ඇති වේ. මෙම විභව අන්තරයට සමාන හෝ අඩු වූ වෙනත් ඕනෑම බාහිර විභව අන්තරයක් (උදාහරණ: වියළි කෝෂයක විද්‍යුත්ගාමක බලය) කම්බියේ යම්කිසි දිගක විභව බැස්ම සමඟ සංතුලනය කළ හැකි ය. එසේ සංතුලනය කර එම විභව අන්තරයේ හෝ විද්‍යුත්ගාමක බලයේ අගය සොයා ගැනීමට ක්‍රමයක් යොදා ගත හැකි වෙයි. මේ සඳහා, විභව අන්තර මැනීමේ පරිමාණයක් ලෙස විභවමාන කම්බිය ක්‍රමාංකනය කළ යුතු වෙයි. එනම් එහි ඒකක දිගක විභව බැස්ම හෙවත් විභව අනුක්‍රමණය සොයා ගත යුතු වෙයි. මෙම ක්‍රියාවලිය විභවමානය ක්‍රමාංකනය කිරීම ලෙස හැඳින්වෙයි.

විභවමානය ක්‍රමාංකනය කිරීම

මේ සඳහා ලෙක්ලාන්ච් කෝෂය, ලෙඩ් ඇකියුමේල්ටරය වැනි සම්මත කෝෂයක් හෝ නිකල් - කැඩ්මියම් කෝෂ කීපයක් හෝ උපයෝගී කරගත යුතු වේ. ඒ මෙසේ ය.

1. සම්මත කෝෂයේ ධන (+) අග්‍රය, විභවමාන කෝෂයේ ධන (+) අග්‍රය ද යා කළ කම්බි කෙළෙවරට යා කළ යුතු ය. (නැතහොත් කෝෂ දෙකෙහිම ඍණ (–) අග්‍ර එසේ යා කළ හැකි ය)
2. සම්මත කෝෂයේ ඍණ (–) අග්‍රය මැද බිංදු ගැල්වනෝමීටරයක් හරහා සර්පණ යතුරකට යා කළ යුතු ය.



5.10 රූපය

අනතුරුව 5.10 රූපයේ පෙන්වා ඇති පරිදි සර්පණ යතුර (S) විභවමාන කම්බිය ඔස්සේ මෘදු ලෙස ගෙන යමින් ගැල්වනෝමීටර උත්ක්‍රමණය ශූන්‍ය වන සංතුලන ලක්ෂ්‍යය සොයා සංතුලන දිග l_0 මැන ගනු ලැබේ.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

එවිට සම්මත කෝෂය මඟින් ධාරාවක් සපයන්නේ නැති හෙයින් එහි විද්‍යුත්ගාමක බලය (E_s) විභවමාන කම්බියෙහි l_s දිගක විභව අන්තරයට සමාන වේ.

එවිට, කම්බියේ ඒකක දිගක විභව අන්තරය හෙවත් විභව අනුක්‍රමණය k නම්,

$$V_{AC} = k\,l_s = E_s$$

$$k = \frac{E_s}{l_s}$$

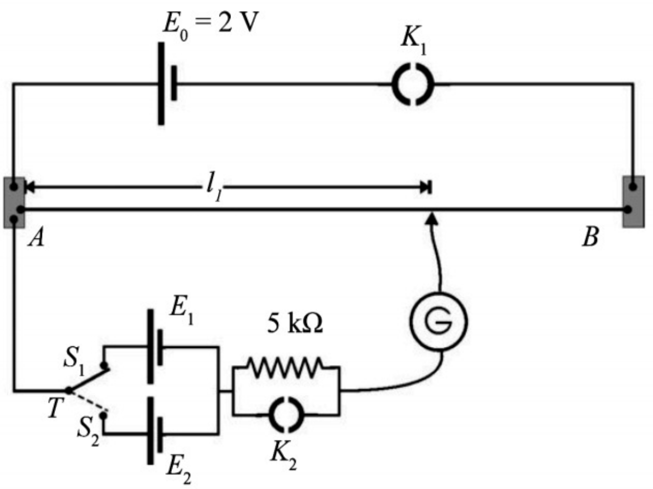
විභව අනුක්‍රමණය මෙසේ සොයා ගැනීමෙන් පසු විභවමාන කම්බිය, විභව අන්තර සහ විද්‍යුත්ගාමක බල මැනීමේ පරිමාණයක් බවට පත්වේ.

දැන් විභවමානය භාවිතයෙන් කෝෂයක විද්‍යුත්ගාමක බලය පහසුවෙන් සෙවිය හැකි ය. මේ සඳහා අවශ්‍ය වන්නේ එක් සරල පියවරක් ගැනීම පමණකි. එනම් ඉහත යා කළ සම්මත කෝෂය ඉවත් කර එතැනට නොදන්නා කෝෂය එම අයුරෙන්ම යාකොට, එහි විද්‍යුත්ගාමක බලය (E) සඳහා සංතුලන දිග සොයා ගැනීමයි.

එම සංතුලන දිග l නම්, $E = kl$.

විභවමානයේ භාවිත

1. කෝෂ දෙකක විද්‍යුත්ගාමක බලය සැසැඳීම



5.11 රූපය

5.11 රූපයේ දැක්වෙන ලෙස කෝෂ දෙක සහිත පරිපථය විභවමානයට සම්බන්ධ කොට,

1. පළමුව S_1 ස්විච්චිය වසා E_1 කෝෂයට අදාළ වූ සංතුලනයේ දිග l_1 සොයා ගනු ලැබේ.
   එවිට, $E_1 = kl_1 \longrightarrow (1)$

2. දෙවනුව S_2 ස්විච්චිය වසා E_2 කෝෂයට අදාළ වූ සංතුලන දිග l_2 සොයා ගනු ලැබේ.
   එවිට, $E_2 = kl_2 \longrightarrow (2)$

$(1) \div (2)$ න් $\dfrac{E_1}{E_2} = \dfrac{l_1}{l_2}$

ඉහත දැක්වූ අයුරෙන් විභවමානය මඟින් කෝෂ දෙකක විද්‍යුත්ගාමක බල සැසැඳිය හැකි ය.

සැ: යු: ඉහත පරීක්ෂණයේ දී යම් කෝෂයක් සඳහා ගැල්වනෝමීටරයේ උත්ක්‍රමණය සැම විටම පරිමාණයේ ශුන්‍යයේ සිට එක් පසෙකට පමණක් සිදුවී සංතුලන ලක්ෂ්‍යයක් නොලැබේ නම් එය පහත දැක්වෙන හේතුන්ගෙන් එකක් නිසා විය හැකි ය.

1. පරීක්ෂණයට ලක්වන කෝෂයේ විද්‍යුත්ගාමක බලය විභවමාන කම්බිය හරහා මුළු විභව බැස්මට වඩා අධික වීම.
2. කෝෂයේත්, විභවමාන ඇකියුම්ලේටරයේත් ප්‍රතිවිරුද්ධ අග්‍ර විභවමාන කම්බියේ මුල් කෙළවරට යා කොට තිබීම.
3. විභවමාන පරිපථයේ යම් ස්ථානයක් විසන්ධි වී හෝ බුරුල් වී තිබීම.
4. විභවමාන ඇකියුම්ලේටරය විසර්ජනය වී තිබීම.

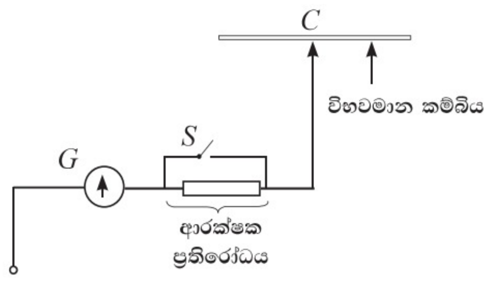
සටහන

1. සංතුලනයේ දී කෝෂය තුළින් ධාරාවක් නොගලන හෙයින් එහි අභ්‍යන්තර ප්‍රතිරෝධය මගින් එහි විද්‍යුත්ගාමක බලයේ ප්‍රදර්ශනාත්මක අගයට බලපෑමක් සිදු නොකරයි.

2. කෝෂයක විද්‍යුත්ගාමක බලය වෝල්ට්මීටරයකින් මැනිමේදී වෝල්ට්මීටරයේ ප්‍රතිරෝධය මඟින් කෝෂයේ අග්‍ර අතර විභව අන්තරය පහත් කිරීම නිසා, ලැබෙන අගය කෝෂයේ සැබෑ විද්‍යුත්ගාමක බලයට වඩා අඩු වේ. විභවමානයේ සංතුලන ක්‍රමය මගින් එවැන්නක් සිදු නොවන හෙයින් එයින් ලැබෙන විද්‍යුත්ගාමක බලය සඳහා අගය වඩා නිවැරදි වේ.

3. සංතුලන දිග (l) වැඩි වන තරමට දිග මැනිමේ දෝෂය අවම වේ. තවද එවිට කම්බි කෙළෙවරෙහි තිබිය හැකි ආන්ත දෝෂය ද නොවැදගත් වනු ඇත.

4. සංතුලන ලක්ෂ්‍යය නිශ්චිතවම නිවේශණය කිරීම සඳහා ඉතා සංවේදී ගැල්වනෝමීටරයක් භාවිත කළ යුතු වන අතර එම කාර්යයේ දී අධික ධාරාවන්ගෙන් ගැල්වනෝමීටරයට සිදු විය හැකි හානිය වැලැක්වීම සඳහා පහත 5.12 රූපයේ දැක්වෙන පරිදි ආරක්ෂක ප්‍රතිරෝධයක් යොදා ගනු ලැබේ.



5.12 රූපය

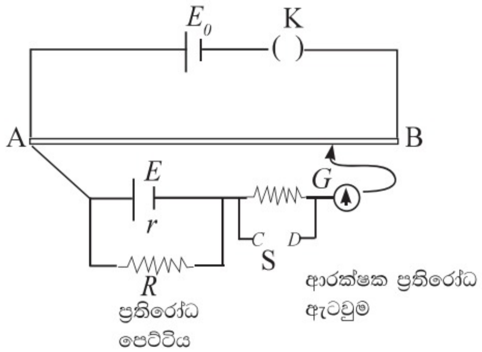
පළමුව ආරක්ෂක ප්‍රතිරෝධයෙහි ස්විච්චිය විවෘතව තබා දළ සංතුලන ලක්ෂ්‍යය සොයා ගනු ලැබේ. අනතුරුව ස්විච්චිය වසා නිශ්චිත සංතුලන ලක්ෂ්‍යය නිවේශණය කෙරේ.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

විභවමානය භාවිතයෙන් කෝෂයක අභ්‍යන්තර ප්‍රතිරෝධය සෙවීම

විභවමානයේ තවත් වැදගත් භාවිතයක් වන්නේ එය මගින් කෝෂයක අභ්‍යන්තර ප්‍රතිරෝධය සෙවීමයි.

මේ සඳහා පරීක්ෂණයට ලක්වන කෝෂය ප්‍රතිරෝධ පෙට්ටියක් සමග ශ්‍රේණිගතව පරිපථයක අටවා, කෝෂයේ අග්‍ර අතර විභව අන්තරය විභවමානය මත සංතුලනය කිරීම සඳහා එයට යා කෙරෙයි.



5.13 රූපය

පරිපථය මෙසේ ඇටවීමෙන් පසු පළමුව කෝෂය (E) විවෘත පරිපථයේ තබා සංතුලන දිග L සොයා ගනු ලැබේ.
(මේ සඳහා ප්‍රතිරෝධ පෙට්ටියේ අනන්ත ප්‍රතිරෝධ පේනුව ඉවත් කළ හැකි ය)

එවිට, $E = kL$

අනතුරුව ප්‍රතිරෝධ පෙට්ටියෙන් දන්නා ප්‍රතිරෝධයක් යොදා සංතුලන දිග සොයා ගනු ලැබේ. දැන් කෝෂය සංවෘත පරිපථයෙහි ඇති හෙයින් සංතුලනය වන්නේ විද්‍යුත්ගාමක බලයට වඩා අඩු වූ කෝෂයේ අග්‍ර අතර විභව අන්තරයකි.

එවිට, $V = kl$

ඒ අනුව $\frac{E}{V} = \frac{L}{l} \longrightarrow (1)$

කෝෂයේ අභ්‍යන්තර ප්‍රතිරෝධය r ද නම් සංවෘත පරිපථය සඳහා කර්චොෆ් නියමය යෙදීමෙන්,

$$E = I(R + r)$$

තව ද R ප්‍රතිරෝධය සඳහා ඕම් නියමය යෙදීමෙන්,

$$V = IR$$

ඒ අනුව $\frac{E}{V} = \frac{R + r}{R} \longrightarrow (2)$

① හා ② න් $\dfrac{R+r}{R} = \dfrac{L}{l}$

$$1 + \frac{r}{R} = \frac{L}{l}$$

$$\frac{1}{l} = \left(\frac{r}{L}\right)\frac{1}{R} + \frac{1}{L}$$

R සඳහා වෙනත් සුදුසු අගයන් කීපයක් යොදා අනුරූප l අගයන් ලබා ගත පසු $\dfrac{1}{R}$ ට එදිරිව $\dfrac{1}{l}$ ප්‍රස්තාරගත කෙරේ.

$\dfrac{1}{R}$ ට එදිරිව $\dfrac{1}{l}$ සටහන් කළ ප්‍රස්තාරයේ අග්‍රක්‍රමණය අන්තඃඛණ්ඩයෙන් බෙදීමෙන් කෝෂයේ අභ්‍යන්තර ප්‍රතිරෝධය (r) ලැබිය හැකි ය.

විසඳූ අභ්‍යාසය

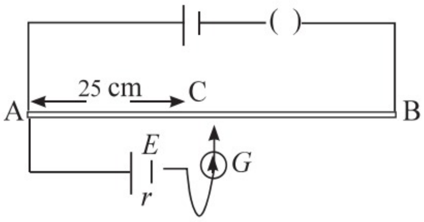
විභවමානයක් මගින් කෝෂයක විද්‍යුත්ගාමක බලය සෙවීමේ දී එම විද්‍යුත්ගාමක බලය සඳහා ලැබූ සංතුලන දිග 25.0 cm ක් විය.

අනතුරුව කෝෂයේ අග්‍ර අතර 20 Ω ක ප්‍රතිරෝධයක් සන්ධි කළ විට කෝෂයේ අග්‍ර අතර විභව අන්තරය සඳහා ලැබූ සංතුලන දිග 20.0 cmක් විය.

අවසානයේ දී ප්‍රතිරෝධය 40 Ω ක් වූ වෝල්ට්මීටරයකින් කෝෂයේ විද්‍යුත්ගාමක බලය මනින ලදුව ඒ සඳහා ලැබූ අගය 1.60 V විය.

(i) කෝෂයේ අභ්‍යන්තර ප්‍රතිරෝධය

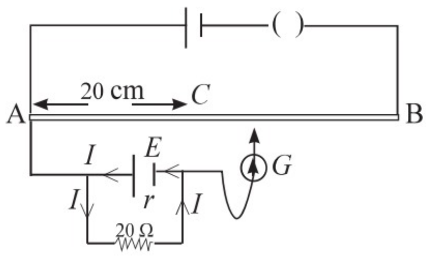
(ii) කෝෂයේ විද්‍යුත්ගාමක බලය සොයන්න.

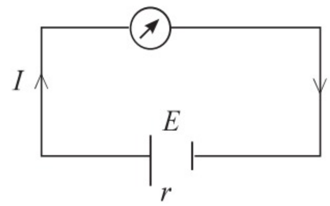


① න් $E = kl$

$E = k\,.25 \longrightarrow$ ①

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.





2 න් $V = kl$

$V = k\,.20 \longrightarrow$ 2

සහ $E = \mathrm{I}\,(20 + r)$

$V = \mathrm{I}.20$

$$\frac{E}{V} = \frac{20 + r}{20}$$

$$\frac{k\,.25}{k\,.20} = 1 + \frac{r}{20}$$

$$\frac{1}{4} = \frac{r}{20}$$

$$r = 5\ \Omega$$

3 න් $E = I\,(40 + r)$

$V = I.40$

$$\frac{E}{V} = \frac{40 + r}{40}$$

$$\frac{E}{1.60} = \frac{40 + 5}{40}$$

$$E = \frac{45}{40} \times 1.60$$

$$E = 1.80\ \mathrm{V}$$

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

හයවන පරිච්ඡේදය

විද්‍යුත් චුම්බක ප්‍රේරණය
Electromagnetic Induction

හැඳින්වීම

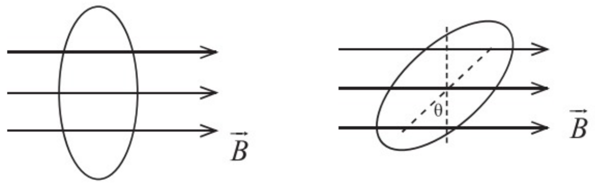
විද්‍යුත් ධාරාවකින් චුම්බක ක්ෂේත්‍රයක් ද ඇති වන බව අපි දනිමු. තවද, මයිකල් ෆැරඩේ විද්‍යාඥයා (1822) විසින් කලක් තුළ සිදු කළ පර්යේෂණ මඟින් සොයාගත් මෙහි ප්‍රතිවර්ත ප්‍රතිඵලය, එනම් චුම්බක ක්ෂේත්‍රයක විචලනය මගින් විද්‍යුත් ධාරාවක් නැතහොත් විද්‍යුත්ගාමක බලයක් නිපදවීමේ සංසිද්ධිය පිළිබඳ ව ඔබ දැනුවත් වී ඇත. මෙම සංසිද්ධිය ''විද්‍යුත් චුම්බක ප්‍රේරණය'' ලෙස හැඳින්වේ.

සන්නායකයක් ඡේදනය කරන්නාවූ ලෙස චුම්බක ස්‍රාවය වෙනස් වෙමින් පවතින විට සන්නායකයේ දෙකෙලවර අතර විද්‍යුත්ගාමක බලයක් හටගැනීම විද්‍යුත් චුම්බක ප්‍රේරණය ලෙස සංක්ෂිප්තව හැඳින්විය හැකිය.

6.1 චුම්බක ස්‍රාවය

චුම්බක ක්ෂේත්‍රයක වු කිසියම් පෙදෙසක් හරහා පවතින චුම්බක ස්‍රාවය එම පෙදෙස හරහා ඇති බල රේඛා සංඛ්‍යාව පිළිබඳ මිනුමක් වේ.

6.1 (a) රූපයේ දක්වා ඇති පරිදි චුම්බක ස්‍රාව ඝනත්වය B වු පෙදෙසක එයට ලම්බක A ක්ෂේත්‍ර ඵලයක් හරහා චුම්බක ස්‍රාවය $\phi = BA$ ලෙස දක්වනු ලැබේ.



(a) (b)

6.1 රූපය

6.1 (b) රූපයේ දක්වා ඇති පරිදි සලකන ලද වර්ගඵලයට ආනතව චුම්බක බල රේඛා ගමන් කරන්නේ නම් A ක්ෂේත්‍ර ඵලයක් හරහා චුම්බක ස්‍රාවය $\phi = BA\sin\theta$ ලෙස දක්වනු ලැබේ.

චුම්භක ස්‍රාවයෙහි ඒකකය වේබර (Wb) වන අතර චුම්බක ස්‍රාව ඝනත්වයේ ඒකකය ටෙස්ලා (T) වේ.

$1T = 1Wb\ m^{-2}$ ලෙස සලකනු ලැබේ.

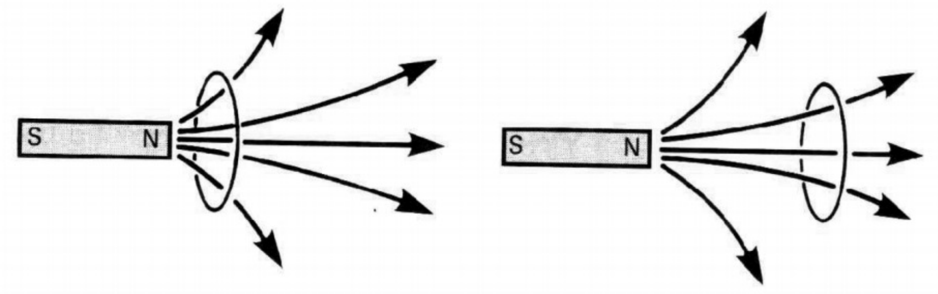
6.1.1 චුම්බක ස්‍රාව බන්ධන සංඛ්‍යාව

සන්නායක දඟරයක් හරහා සඵල චුම්බක ස්‍රාවය චුම්බක ස්‍රාව බන්ධන සංඛ්‍යාව $N\phi$ ලෙස දක්වනු ලැබේ. මෙහි N යනු දඟරයේ වට සංඛ්‍යාව වේ.

6.2 විද්‍යුත් චුම්බක ප්‍රේරණය

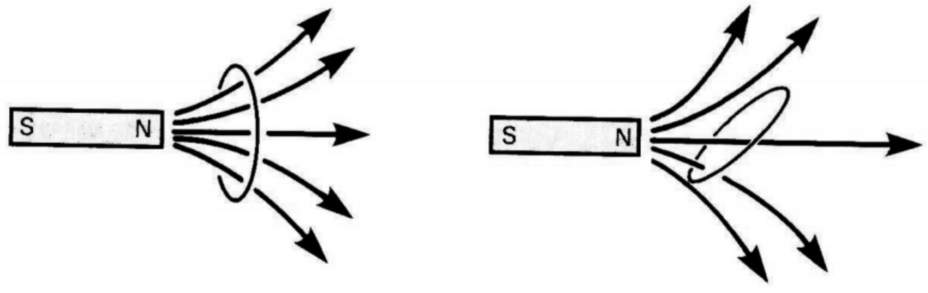
සන්නායකයක් මඟින් චුම්බක බල රේඛා ඡේදනය කරන විට සන්නායකයේ දෙකෙලවර හරහා විද්‍යුත් ගාමක බලයක් ප්‍රේරණය වේ. එසේම සන්නායක දඟරයක් හරහා චුම්බක ස්‍රාවය වෙනස් වන විටද එම දඟරයේ දෙකෙලවර හරහා විද්‍යුත්ගාමක බලයක් ප්‍රේරණය වේ. සන්නායක දඟරයක් හරහා චුම්බක ස්‍රාවය වෙනස් කළ හැකි ආකාර කිහිපයක් 6.2, 6.3, 6.4 රූප මඟින් දැක්වේ.

1. දණ්ඩ චුම්බකයක් සහ දඟරය අතර පරතරය වෙනස් කිරීම



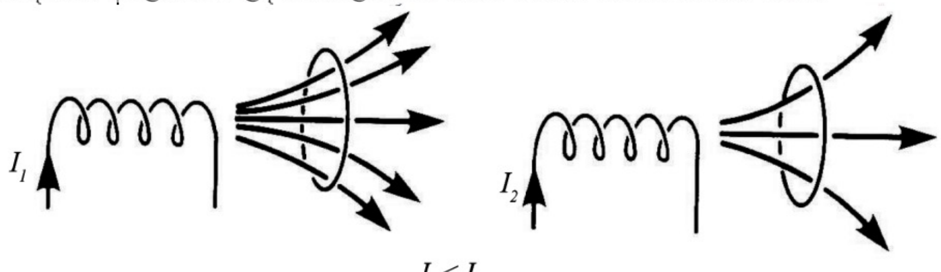
6.2 රූපය

2. දණ්ඩ චුම්බකයක් අසල ඇති දඟරය භ්‍රමණය කිරීම.



6.3 රූපය

3. දඟරය අසල තබන ලද පරිනාලිකාවක ගමන් ගන්නා ධාරාව වෙනස් කිරීම.



$I_2 < I_1$

6.4 රූපය

මෙයට අමතරව දඟරයේ වර්ගඵලය වෙනස් කිරීම සහ දඟරයේ පොටවල් සංඛ්‍යාව වෙනස් කිරීම මඟින් ද ස්‍රාව බන්ධන සංඛ්‍යාව වෙනස් කළ හැකි ය.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

6.3 විද්‍යුත් චුම්බක ප්‍රේරණ නියම

6.3.1 ෆැරඩේ නියමය

සන්නායකය දඟරයක් හා සබැඳි ස්‍රාව බන්ධන සංඛ්‍යාව වෙනස් කිරීමේ ශ්‍රීඝ්‍රතාව නැතහොත් සන්නායකයක් හරහා ස්‍රාවය ඡේදනය වීමේ සීඝ්‍රතාවට අනුලෝමව සමානුපාතික වන විද්‍යුත් ගාමකබලයක් එය හරහා ප්‍රේරණය වේ.

$E \propto \dfrac{\Delta\phi}{\Delta t}$ හෝ සන්නායක දඟරයක් සඳහා, $E \propto \dfrac{d(N\phi)}{dt}$ (N = දඟරයේ වට සංඛ්‍යාව)

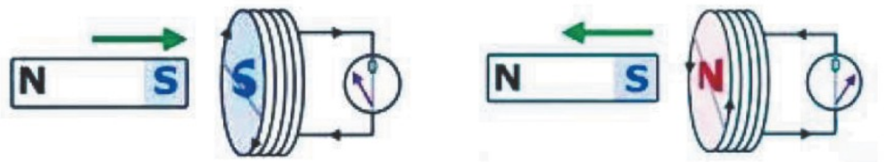
ඒ අනුව $E = K.\dfrac{\Delta\phi}{\Delta t}$, k යනු නියතයකි.

අන්තර්ජාතික ඒකක ක්‍රමය අනුව $k = 1$

$$E = \frac{\Delta\phi}{\Delta t} = \frac{d\phi}{dt} \quad \text{හෝ} \quad E = \frac{d(N\phi)}{dt}$$

6.3.2 ලෙන්ස් නියමය

විද්‍යුත් චුම්බක ප්‍රේරණයට හේතු වූ ස්‍රාව වෙනසට එරෙහි විය හැකි දිශාවකට ධාරාවක් ගලා යන පරිදි වූ දිශාවකට විද්‍යුත්ගාමකබලය ප්‍රේරණය වේ.



6.5 රූපය

දක්ෂිණ ධ්‍රැවය දඟරය අසලට ගෙනයන විට දඟරය හරහා ස්‍රාවය වැඩි වේ. මෙයට එරෙහි වීම සඳහා දඟරයේ කෙළවර දක්ෂිණ ධ්‍රැවයක් ප්‍රේරණය වන සේ ධාරාවක් ගලා යන පරිදි විද්‍යුත් ගාමක බලය ප්‍රේරණය වේ.

එසේම දක්ෂිණ ධ්‍රැවය දඟරයෙන් ඉවතට ගෙන යන විට එම කෙළවර උත්තර ධ්‍රැවයක් ප්‍රේරණය වන දිශාවට ධාරාවක් ගලා යන පරිදි විද්‍යුත්ගාමක බලය ප්‍රේරණය වේ.

ෆැරඩේ නියමය හා ලෙන්ස් නියමය සම්බන්ධ කර පහත දැක්වෙන ප්‍රකාශනය ඉදිරිපත් කර ඇත.

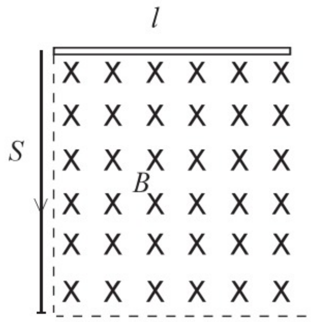
$$E = -\frac{d(N\phi)}{dt}$$

මෙහි E - ප්‍රේරිත විද්‍යුත්ගාමක බලය (V)

$\dfrac{d(N\phi)}{dt}$ - ස්‍රාව බන්ධන සංඛ්‍යාව වෙනස් වීමේ ශීඝ්‍රතාව

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

6.4 චුම්බක ක්ෂේත්‍රයක් ඡේදනය වන සේ චලනය වන දණ්ඩක ප්‍රේරණය වන විද්‍යුත්ගාමක බලය



6.6 රූපය

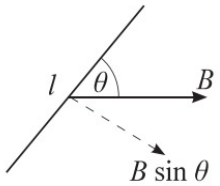
දිග l වූ සන්නායක දණ්ඩක් ස්‍රාව ඝනත්වය B වන ඒකාකාර චුම්බක ක්ෂේත්‍රයකට ලම්බ වූ දිශාවෙහි චලනය වන්නේ යයි සිතමු. දණ්ඩ t කාලයක දී s දුරක් ක්ෂේත්‍රය හරහා ගමන් කරන්නේ නම්,

t කාලයේ දී ක්ෂේත්‍රය හරහා ඡේදනය වන වර්ගඵලය $\quad A = ls$

$\therefore$ t කාලයේ දී දණ්ඩෙන් ඡේදනය වන චුම්බක ස්‍රාවය, $\quad \Delta\phi = BA = Bls$

$\therefore$ දණ්ඩෙහි දෙකෙළවර අතර ප්‍රේරණය වන විද්‍යුත්ගාමක බලය

$$E = \frac{\Delta\phi}{\Delta t} = \frac{Bls}{t} = Blv$$



6.7 රූපය

v යනු දණ්ඩ චලනය වන වේගයයි. දණ්ඩ චුම්බක ක්ෂේත්‍රයට θ කෝණයකින් ආනතව චලනය වේ නම්, දණ්ඩට ලම්බ වූ ක්ෂේත්‍රයේ සංරචකය බලපානු ඇත.

$$E = B\sin\theta . lv = Blv\sin\theta$$

$\therefore$ දණ්ඩෙහි දෙකෙළවර අතර ප්‍රේරණය වන විද්‍යුත්ගාමක බලය $E = Blv\sin\theta$ වේ.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

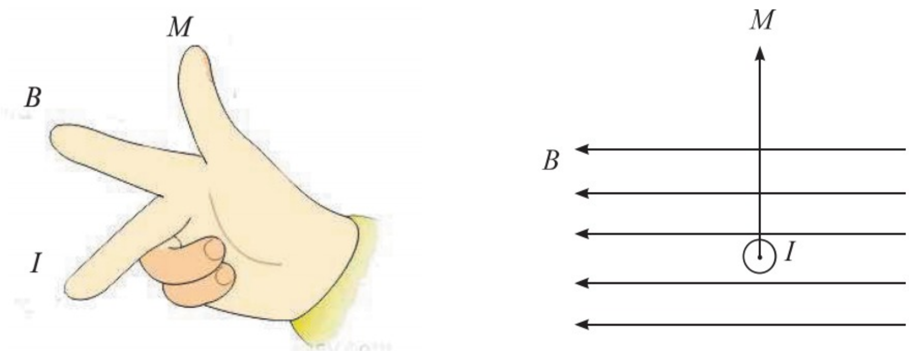
6.4.1 චුම්බක ක්ෂේත්‍රයක චලනය වන සන්නායක දණ්ඩක ප්‍රේරණය වන විද්‍යුත්ගාමක බලයේ දිශාව

චුම්බක ක්ෂේත්‍රයකට ලම්බ වූ දිශාවෙහි v වේගයෙන් චලනය වන l දිගැති ඍජු සන්නායක දණ්ඩක ප්‍රේරණය වන විද්‍යුත්ගාමක බලය

$E = Blv$ බව දැන් අප දනිමු.

මෙම ප්‍රේරිත විද්‍යුත්ගාමක බලය මගින් හට ගන්නා ධාරාවෙහි දිශාව ලෙන්ස් නියමය භාවිතයෙන් අපෝහනය කළ හැකි වෙයි. එහෙත් ෆ්ලෙමිංගේ දකුණත් නීතිය මගින් එම ධාරාවෙහි දිශාව වඩා පහසුවෙන් ලබා ගත හැකි ය.

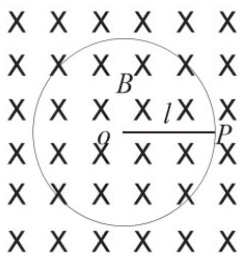
ෆ්ලෙමින් දකුණත් නීතිය



6.8 රූපය

දකුණතෙහි දබරැඟිල්ත්, මාපටැඟිල්ලත්, මැදැඟිල්ලත් එකිනෙකට ලම්බව තබා, දබරැඟිල්ල චුම්බක ක්ෂේත්‍රයේ දිශාවටත්, මාපටැඟිල්ල සන්නායකයේ චලිත දිශාවටත් යොමු කළ හොත්, මැදැඟිල්ල සන්නායකයේ ප්‍රේරණය වන ධාරාවෙහි දිශාවට යොමු වනු ඇත. (6.6 රූපය)

6.5 චුම්බක ක්ෂේත්‍රයක් ඡේදනය වන සේ භ්‍රමණය වන සන්නායක දණ්ඩක ප්‍රේරණය වන විද්‍යුත්ගාමක බලය



6.9 රූපය

දිග l වූ සන්නායක දණ්ඩක්, ස්‍රාව ඝනත්වය B වූ ඒකාකාර චුම්බක ක්ෂේත්‍රයකට ලම්බ වූ තලයක තත්ත්පරයට වට f ශීඝ්‍රතාවකින් එහි එක් කෙළෙවරක් වටා භ්‍රමණය වන්නේ යයි සිතමු.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.
© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

එවිට,

එක් පූර්ණ වටයක් භ්‍රමණය වීමේ දී ඡේදනය වන වර්ගඵලය $A = \pi l^2$

එක් පූර්ණ වටයක් භ්‍රමණයේදී ඡේදනය වන චුම්බක ස්‍රාවය $\Delta\phi = AB$
$= \pi l^2 B$

දණ්ඩේ භ්‍රමණ ආවර්ත කාලය $st = \dfrac{1}{f}$

දණ්ඩේ දෙකෙළවර අතර ප්‍රේරණය වන විද්‍යුත්ගාමක බලය/වෝල්ටීයතාව

$$E = \frac{\delta\phi}{\delta t} = \frac{\pi l^2 B}{\frac{1}{f}}$$

$$= \pi l^2 B f$$

දණ්ඩේ කෝණික ප්‍රවේගය ω නම්,

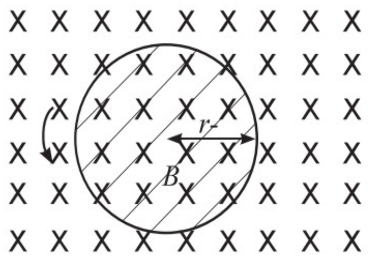
$$\omega = 2\pi f$$

$$f = \frac{\omega}{2\pi}$$

ප්‍රේරිත විද්‍යුත්ගාමක බලය $E = \pi l^2 B.\dfrac{\omega}{2\pi}$

$$E = \frac{1}{2} l^2 B.\omega$$

6.6 ඒකාකාර චුම්බක ක්ෂේත්‍රයක භ්‍රමණය වන සන්නායක තැටියක ප්‍රේරණය වන විද්‍යුත්ගාමක බලය



6.10 රූපය

අරය r වන සන්නායක තැටියක් චුම්බක ස්‍රාව ඝනත්වය B වන ඒකාකාර චුම්බක ක්ෂේත්‍රයකට ලම්බ වූ කාලයක f (r.p.s) ශීඝ්‍රතාවකින් එහි කේන්ද්‍රය හරහා යන අක්ෂය වටා භ්‍රමණය වන්නේ යයි සිතමු.

එවිට, තැටිය සන්නායකයක් වීම නිසා එහි කේන්ද්‍රය නැතහොත් අක්ෂය සහ පරිධියේ සෑම ලක්ෂ්‍යයක් අතරම සන්නායක දණ්ඩක් පවතින අතර, මෙම දණ්ඩ චුම්බක ක්ෂේත්‍රය තුළ භ්‍රමණය වෙමින් පවතී. මෙහි ප්‍රතිඵලයක් වශයෙන් දණ්ඩෙහි දෙකෙළවර අතර, එනම් තැටියේ කේන්ද්‍රයත් පරිධියත් අතර, ඇති වූ පරිදි විද්‍යුත්ගාමක බලයක් නැතහොත් වෝල්ටීයතාවක් ප්‍රේරණය වේ. මෙම ප්‍රේරිත විද්‍යුත්ගාමක බලය $E = \pi r^2 Bf$

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

මෙහිදී තැටිය භ්‍රමණය වන කේන්ද්‍රය හරහා යන අක්ෂය සහ එහි පරිධියේ ඕනෑම ලක්ෂ්‍යයක් අතර පරිපථයක් අටවා ගත හොත් විද්‍යුත් ධාරාවක් ද ලබා ගත හැකි වෙයි.

විසඳූ අභ්‍යාස

(1). පොළොවට 10 mක් ඉහළින්, පෘථිවි චුම්බක මධ්‍යාහ්නයට (B_0) ලම්බ වූ දිශාවෙහි තිරස්ව තබා ඇති 40 mක් දිගැති දුර රේඛා රුහැනක් නිශ්චලතාවේ තිබී ඇද වැටේ. එය පොළොව මත පතිත වන මොහොතේ දී එහි දෙකෙළවර අතර ප්‍රේරණය වන විභව අන්තරය කුමක් ද?

(පෘථිවි චුම්බක ක්ෂේත්‍රයේ තිරස් සංරචකය $B_0 = 6 \times 10^{-5}$ T, $g = 9.8$ m s^{-2})

විසඳුම

පොළවට පතිත වන වේගය v නම්,

$$v^2 = u^2 + 2gh$$
$$= 0 + 2 \times 9.8 \times 10 = 196$$
$$v = 14 \text{ m s}^{-1}$$

පොළවට පතිත වන මොහොතේ දී රුහැනේ දෙකෙළවර අතර ප්‍රේරණය වන විද්‍යුත්ගාමක බලය

$$E = Blv$$
$$= 6 \times 10^{-5} \times 40 \times 14$$
$$= 3.36 \times 10^{-3} \text{ T}$$

2. වර්ගඵලය 40 cm^2 වූ ද පොටවල් 50 කින් යුක්ත වූ ද දඟරයක් ස්‍රාව ඝනත්වය 100×10^{-4} T වන ඒකාකාර චුම්බක ක්ෂේත්‍රයකට ලම්බ වූ තලයක තබා ඇත. පහත දැක්වෙන එක් එක් අවස්ථාවේ දී දඟරයේ ප්‍රේරණය වන විද්‍යුත්ගාමක බලය කුමක් ද?

(i) චුම්බක ක්ෂේත්‍රය තත්පර $\frac{1}{10}$ ක දී ශුන්‍යය දක්වා අඩු වන විට

(ii) චුම්බක ක්ෂේත්‍රය තත්පර $\frac{1}{20}$ ක දී 150×10^{-4} J දක්වා වර්ධනය වන විට

(iii) මුල් චුම්බක ක්ෂේත්‍රය තත්පර $\frac{1}{5}$ ක දී මුළුමනින්ම ප්‍රත්‍යාවර්ත වන විට

විසඳුම

$$E = \frac{\Delta\phi}{\Delta t} = nA\frac{\Delta B}{\Delta t}$$

(i) $E = 50 \times \frac{40}{10^{-4}} \times \frac{100 \times 10^{-4}}{1/10} = \frac{5 \times 4 \times 10}{10^4} = 20 \times 10^{-3}$ V

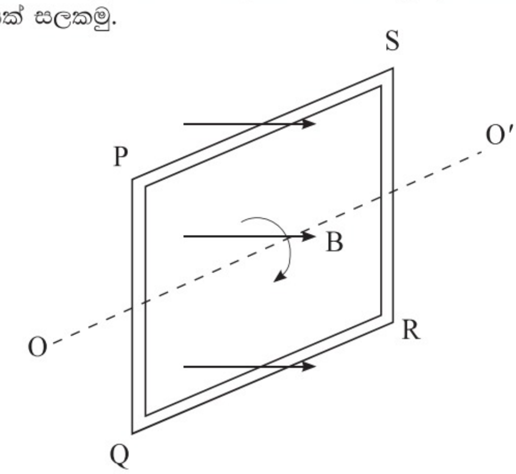
(ii) $E = 50 \times \frac{40}{10^{-4}} \times \frac{50 \times 10^{-4}}{1/20} = \frac{5 \times 4 \times 10^{-1} \times 20}{10^4} = 40 \times 10^{-4}$ V

(iii) $E = 50 \times \frac{40}{10^{-4}} \times \frac{200 \times 10^{-4}}{1/5} = \frac{40 \times 5}{10^4} = 20 \times 10^{-3}$ V

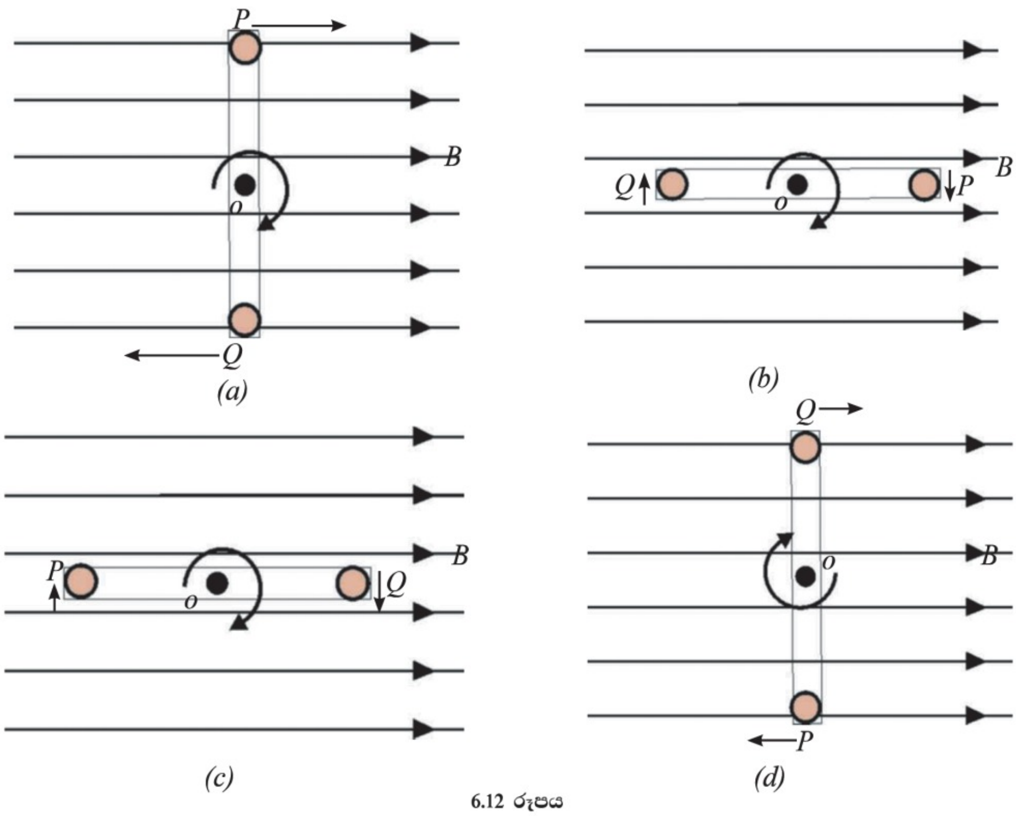
© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

6.5 චුම්බක ක්ෂේත්‍රයකට ලම්බ වූ අක්ෂයක් වටා භ්‍රමණය වන සෘජුකෝණාස්‍රාකාර දඟරයක ප්‍රේරණය වන විද්‍යුත්ගාමක බලය

ස්‍රාව ඝනත්වය B වන ඒකාකාර චුම්බක ක්ෂේත්‍රයකට ලම්බ වූ අක්ෂයක් වටා භ්‍රමණය වන සෘජුකෝණාස්‍රාකාර දඟරයක් සලකමු.



6.11 රූපය



6.12 රූපය

(1) PQRS සෘජුකෝණාස්‍රාකාර දඟරය, ස්‍රාව ඝනත්වය B වන ඒකාකාර චුම්බක ක්ෂේත්‍රයකට ලම්බ වූ තලයේ සිට $00'$ අක්ෂය වටා ඒකාකාර කෝණික ප්‍රවේගයකින් භ්‍රමණය වීම අරඹන්නේ යයි සිතමු. (6.12 (a) රූපයේ දැක්වෙන්නේ PQ බාහුවක් පමණකි). මෙම මොහොතේ දී PS සහ QR බාහු දෙකම චුම්බක ක්ෂේත්‍රයට සමාන්තරව චලනය වන අතර, චුම්බක ක්ෂේත්‍රය ඡේදනය නොවීම නිසා දඟරයේ විද්‍යුත්ගාමක බලයක් හෝ ධාරාවක් ප්‍රේරණය නොවේ. ($E = 0, I = 0$)

(2) 6.12 (b) රූපයෙ දැක්වෙන පරිදි දඟරය 90°ක කෝණයකින් භ්‍රමණය වූ විට PS සහ QR බාහු දෙකම චුම්බක ක්ෂේත්‍රය ලම්බව ඡේදනය කරයි. එවිට චුම්බක ස්‍රාවය ඡේදනය කිරීමේ ශීඝ්‍රතාව උපරිම වන අතර ප්‍රේරිත විද්‍යුත්ගාමක බලයත් ධාරාවක් උපරිම වී ඇත. (E_m, I_m)

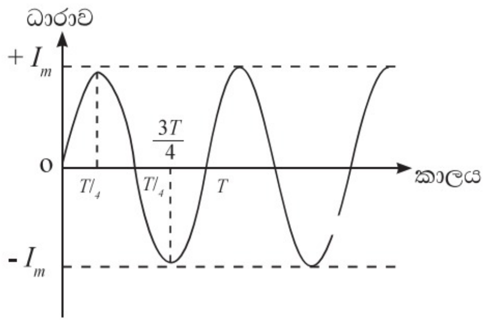
(3) 6.12 (c) රූපයෙ දැක්වෙන පරිදි දඟරය තවත් 90°ක් භ්‍රමණය වූ විට PS, QR බාහු දෙකම නැවත චුම්බක ස්‍රාවයට සමාන්තරව චලනය වන අතර එය ඡේදනය නොකරයි. ප්‍රේරිත විද්‍යුත්ගාමක බලයත් ධාරාවත් නැවත ශුන්‍ය වී ඇත. ($E = 0, I = 0$)

(4) 6.12 (d) රූපයෙ දැක්වෙන පරිදි දඟරය තවත් 90°ක් භ්‍රමණය වූ විට PS, QR බාහු නැවත චුම්බක ස්‍රාවය ලම්බව ඡේදනය කරයි. උපරිම විද්‍යුත්ගාමක බලයත් ධාරාවත් නැවත ප්‍රේරණය වේ.

එහෙත් චුම්බක ස්‍රාවයට සාපේක්ෂව PS, QR බාහුවල චලිත දිශාවන් (2) අවස්ථාවේ එම චලිත දිශාවන්ට ප්‍රතිවිරුද්ධ වේ. එවිට ලෙන්ස් නියමය අනුව, ප්‍රේරිත විද්‍යුත්ගාමක බලයෙහි සහ ධාරාවෙහි දිශාවන් අවස්ථාවෙහි දිශාවන්ට ප්‍රතිවිරුද්ධ වේ. ($-E_m$, $-I_m$)

දඟරය තවදුරටත් භ්‍රමණය කිරීමේ දී මෙම චක්‍රීය ක්‍රියාවලිය නැවතත් සිදු වේ.

දඟරයේ භ්‍රමණ ආවර්ත කාලය T නම් කාලය සමඟ එහි ප්‍රේරිත ධාරාව විචලනය වන අයුරු 6.9 රූපය ආකාරයට මෙසේ ප්‍රස්තාරිකව නිරූපණය කළ හැකි ය. (ප්‍රේරිත විද්‍යුත්ගාමක බලයෙහි ප්‍රස්තාරික නිරූපණය ද සමාකාර වේ.)



6.13 රූපය

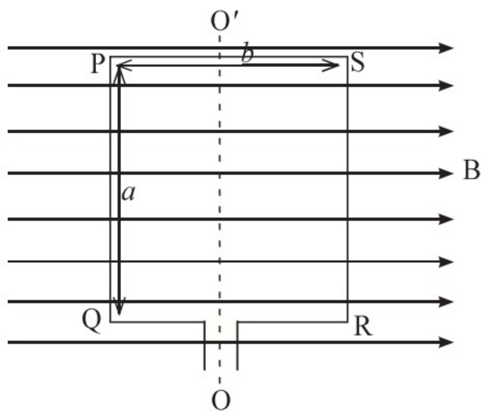
ඉහත I_m යනු ප්‍රේරණය වන ධාරාවෙහි උච්ච අගයයි.

භ්‍රමණය වන දඟරයේ ප්‍රේරණය වන මෙම ධාරාව ප්‍රත්‍යාවර්තක ධාරාවක් වන අතර එහි ප්‍රධාන ලක්ෂණ මෙසේ ය.

1. ප්‍රේරිත ධාරාව එක් අර්ධයකදී එක්තරා උපරිමයක් සහ ශුන්‍යය අතර ආවර්තිතව විචලනය වේ.
2. දඟරයේ භ්‍රමණයෙහි සෑම අර්ධ වටයක් අවසානයේ දී ධාරාව ප්‍රතිවර්ත්‍ය වේ.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.
© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

ප්‍රත්‍යාවර්තක ධාරාවට හේතුවන විද්‍යුත්ගාමක බලය ''ප්‍රත්‍යාවර්තක විද්‍යුත්ගාමක බලයක්'' ලෙස හැඳින්වේ. එහි උච්ච අගය සෙවීම සඳහා දඟරයේ PQ සහ RS බාහු චුම්බක ක්ෂේත්‍රයට ලම්බව චලනය වන අවස්ථාව සලකමු. එනම් දඟර තලය චුම්බක ක්ෂේත්‍රයට සමාන්තර අවස්ථාව සලකමු.



6.14 රූපය

PQ බාහුව ඉහළට v ප්‍රවේගයෙන් ද, RS බාහුව පහළට v ප්‍රවේගයෙන් ද චලනය වන්නේ නම්,

ඒ එක් එක් බාහුවෙහි ප්‍රේරණය වන උපරිම විද්‍යුත්ගාමක බලය $= Bav$
බාහු දෙකෙහි ප්‍රේරණය වන පූර්ණ උපරිම විද්‍යුත්ගාමක බලය $= 2\,Bav$

$00'$ අක්ෂය වටා දඟරයේ කෝණික ප්‍රවේගය $(\omega) = \dfrac{v}{b/2} = \dfrac{2v}{b}$

$$V = \frac{b\omega}{2}$$

එබැවින්, දඟරයේ ප්‍රේරණය වන උපරිම (උච්ච) විද්‍යුත්ගාමක බලය $E_m = 2ba\,\dfrac{b\omega}{2}$

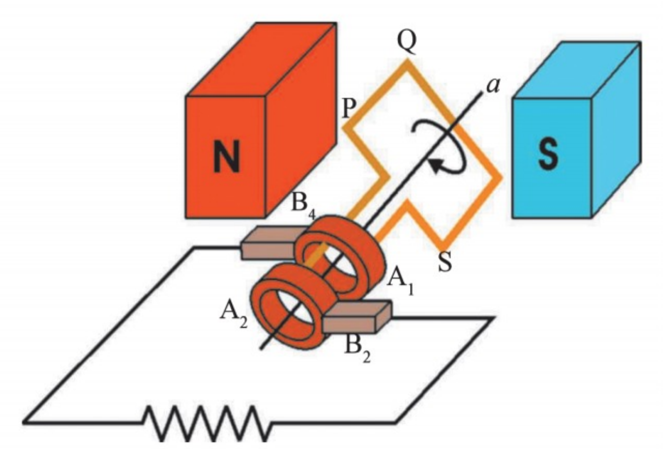
$$= 2BA\,\frac{\omega}{2}, \; A = ab$$
$$= BA\omega$$

දඟරයේ පොටවල් සංඛ්‍යාව N නම්, $E_m = NBA\omega$ වේ.

6.8 ප්‍රත්‍යාවර්තක ධාරා ජනකය (ඩයිනමෝව)

මයිකල් ෆැරඩේ විද්‍යාඥයා විසින් 1831 වසරේ දී විද්‍යුත් චුම්බක ප්‍රේරණය නම් වූ සංසිද්ධිය සොයා ගැනීම විදුලි ඉංජිනේරු ශිල්පයේ ආරම්භය ලෙස සැලකෙයි. දීර්ඝ රැහැන් ඔස්සේ සම්ප්‍රේෂණය සඳහා මෙන්ම බලගතු යන්ත්‍ර සූත්‍ර ක්‍රියාකරවීම සඳහා ද ඇවැසි වන අධික්ෂමතා විද්‍යුතය නිපදවා ගත හැකි එකම ක්‍රමෝපාය වී ඇත්තේ විද්‍යුත් චුම්බක ප්‍රේරණයයි. මේ සඳහා අද දක්වා යොදා ගනු ලබන්නේ මෙම ප්‍රේරණ මූලධර්මය පදනම් කොට නිර්මාණය වූ ප්‍රත්‍යාවර්තක ධාරා ජනකයයි.

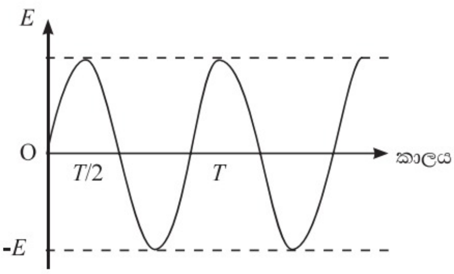
© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.



6.15 රූපය

6.15 රූපයේ දක්වා ඇති පරිදි ප්‍රත්‍යාවර්තක ධාරා ජනකය ප්‍රබල බුරප චුම්බකයක ධ්‍රැව දෙක අතර භ්‍රමණය කිරීමට සලස්වා ඇති PQRS සෘජුකෝණාස්‍රාකාර දඟරයකින් යුක්ත වේ. මෙම දඟරය ආමේචරය ලෙස හැඳින්වෙන අතර, එහි අග්‍ර දෙක ඇතිලි මුදු (A_1, A_2) දෙකකින් සමන්විත කොමියුටේටරයකට (න්‍යාදේශයකට) ඈඳා තිබේ. චුම්බක ධ්‍රැව අතර වූ චුම්බක ක්ෂේත්‍රය තුළ තම අක්ෂය වටා භ්‍රමණය වන ආමේචරයෙහි ප්‍රත්‍යාවර්ත ධාරාවක් ප්‍රේරණය වන අතර එය කොමියුටේටරය හරහා බාහිර පරිපථයකට සැපයෙයි. ආමේචරයේ ඇතිලි මුදු සමඟ නිරන්තරයෙන් ගෑවෙමින් පවතින බාහිර පරිපථයේ ඇතිලි දෙකක් (B_1, B_2) හරහා මෙය සිදු වේ.

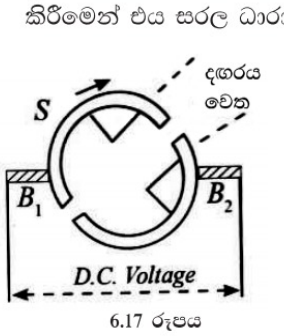
ප්‍රත්‍යාවර්තක ධාරාවක් කාලය සමඟ විචලනය වන පරිද්දෙන්ම ප්‍රත්‍යාවර්ත ධාරා ජනකයෙහි උත්පාදනය වන ප්‍රත්‍යාවර්තක විද්‍යුත්ගාමක බලය කාලය (හෝ භ්‍රමණ කෝණය) සමඟ 6.12 රූපයේ දැක්වෙන පරිදි විචලනය වේ.



6.16 රූපය

සටහන

1. ප්‍රත්‍යාවර්තක ධාරා ජනකයේ කොමියුටේටරය පහත රූපයේ දැක්වෙන පරිදි විකරණය කිරීමෙන් එය සරල ධාරා ජනකයක් බවට පරිවර්තනය කළ හැකි ය.

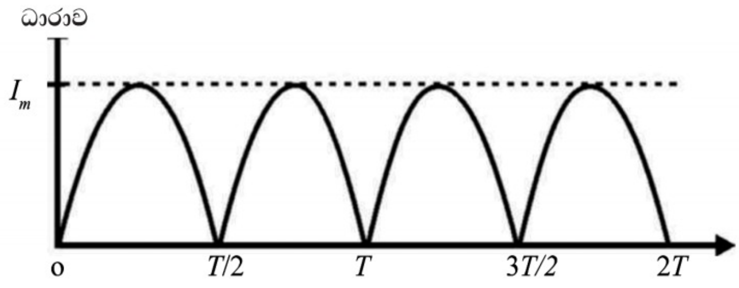


6.17 රූපය

මෙහි කොමියුටේටරය ඇතිලි මුදු දෙකක් වෙනුවට තනි පැළි වළල්ලකින් යුක්ත වේ. ආමේචර දඟරයේ අග්‍ර දෙක මෙම වළල්ලේ පලු දෙකට වෙන් වෙන්ව ඈඳා තිබේ. භ්‍රමණය වන දඟරයේ ප්‍රේරණය වන ධාරාව සුපුරුදු ලෙස ප්‍රත්‍යාවර්තන මොහොතේදී වළල්ලේ පලු බාහිර පරිපථයේ අග්‍ර ලෙස ක්‍රියාත්මක වන කාබන් ඇතිලි දෙකින් එකිනෙක හුවමාරුවේ. එවිට බාහිර පරිපථයට ලැබෙන ධාරාව ප්‍රත්‍යාවර්තක නොවන ධාරාවක් වන අතර එහෙත් එය නොසැලෙන ධාරාවක්

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

නොවේ. එය පහත දැක්වෙන පරිදි ශුන්‍යය සහ උච්ච අගය අතර ආවර්තීවයව ප්‍රත්‍යාවර්ත වන මොහොතක දී විචලනය වේ.



6.18 රූපය

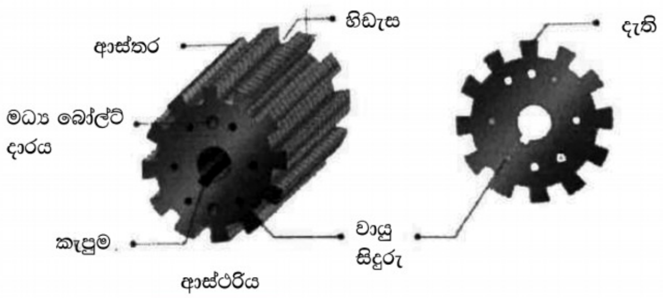
විදුලි ජනක ලෙස භාවිත වන උපකරණවල පහත සුවිශේෂතා දැකිය හැකි වේ.

1. මේවායේ, නිත්‍ය චුම්බක ක්ෂේත්‍ර ලබාදෙන නිත්‍ය චුම්බක නොපවතී. ඒ වෙනුවට මෘදුයකඩ හරයක් වටා එතූ දඟරයක් සහිත විද්‍යුත් චුම්බකයක් යොදා ගනියි. එහි දඟරයට විදුලිය ලබා දීමෙන් චුම්බක ක්ෂේත්‍රය උපදවා ගනියි. මේ සඳහා ජනකයෙන් උපදවන විදුලියම භාවිතයට ගැනීම විශේෂත්වයකි.

2. ආමේචර දඟරය මෘදු යකඩ මධ්‍යයක් වටා ඔතා ඇති අතර, එය ද දඟරය සමඟම භ්‍රමණය වේ. මෙම සැකැස්ම මගින් දඟරය වඩා තීව්‍ර වූ චුම්බක ක්ෂේත්‍රයක භ්‍රමණය වීමට සලස්වා ඇත.

3. ආරම්භයේ දී දඟරය නිදහසේ භ්‍රමණය වුවද එහි ප්‍රේරණය වන ධාරාව වර්ධනය වන විට ලෙන්ස් නියමය අනුව දඟරයේ භ්‍රමණයට විරුද්ධ වූ අතට ව්‍යාවර්තයක් එහි ගොඩ නැංවේ. මෙම සංසිද්ධිය ඩයිනමෝවක මෝටර ඵලය ලෙස හැඳින්වේ. මේ හේතුවෙන් දඟරයේ භ්‍රමණ වේගය අඩුවීම වැලැක්වීම සඳහා දඟරයේ භ්‍රමණ ව්‍යාවර්තය වර්ධනය කළ යුතු වේ.

4. ආමේචරය භ්‍රමණය වන විට එහි ඇති මෘදු යකඩ මධ්‍යය තුළින් ගලා යන චුම්බක ස්‍රාවය විචලනයට ලක්වේ. මෙසේ යම් සන්නායක මාධ්‍යයක් තුළින් ගලායන චුම්බක ස්‍රාවය විචලනය වන විට එයට ලම්බ වූ දිශාවෙහි එක්තරා විද්‍යුත් ධාරාවක් ප්‍රේරණය වන අතර එමගින් ඇති වන ජූල් තාපනය (I^2Rt) හේතුවෙන් මාධ්‍යය අධික ලෙස රත්වීමට ලක්වේ. මෙම ධාරා විශේෂය ''**සුළි ධාරා**'' ලෙස හැඳින්වෙන අතර එය ඇති වීම වැලැක්වීම සඳහා මෘදු යකඩ මධ්‍යය ''**ආස්තරණය**'' කරනු ලැබේ. එනම් පහත රූපයේ දක්වා ඇති පරිදි එය ආස්තර සමූහයක් එක්කොට තනා සෑම යාබද ආස්තර දෙකක් අතර තුනී පරිවාරක ඔක්සයිඩ ස්තරයක් ආලේප කර ඇත. මෙම ආලේප හරහා ධාරාවක් ප්‍රේරණය වීමට අවකාශ නොලැබේ.



6.19 රූපය

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

6.8.1 සුළි ධාරා

ලෝහ කුට්ටියක් ඒකාකාර නොවන චුම්බක ක්ෂේත්‍රයක් හරහා ගමන් කිරීමේදී හෝ වෙනස් වන චුම්බක ක්ෂේත්‍රයක් තුළ තිබීමේ දී එය තුළ විද්‍යුත් ගාමක බලයක් ප්‍රේරණය වේ. මේ නිසා ලෝහ කුට්ටිය තුළ චක්‍රීය ධාරා ගලා යාමක් සිදු වේ. මේවා සුළි ධාරා ලෙස හැඳින් වේ.

මෙම සුළි ධාරාව ලෝහය තුළ වූ අඩු ප්‍රතිරෝධයක් සහිත පථවල ගමන් කිරීම නිසා, ප්‍රේරිත විද්‍යුත් ගාමක බලය අඩු වුවද, ධාරාවේ විශාලත්වය ඉහළ අගයක් ගනියි. මේ නිසා සැලකිය යුතු ප්‍රමාණයේ තාපන ඵල සහ චුම්බක ඵල හට ගනී.

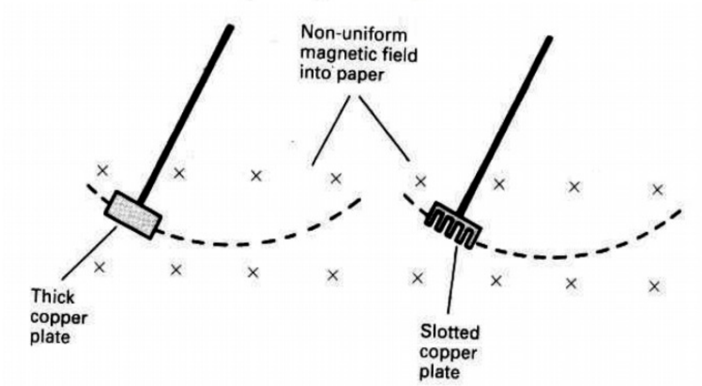
6.8.2 තාපන ඵලය

මෙම ඵලය ප්‍රේරක උඳුන්වල භාවිත වේ. මෙහිදී රත් කිරීමට අවශ්‍ය ලෝහමය කොටස වටා ඔතා ඇති දඟරයක් හරහා ඉහළ සංඛ්‍යාතයකින් යුතු ප්‍රත්‍යාවර්ථත ධාරාවක් ගමන් කරවනු ලැබේ. දඟරයේ ඇතිවන ඉතා සීඝ්‍රව වෙනස් වන චුම්බක ක්ෂේත්‍රය මඟින් විශාල සුළි ධාරා ලෝහය තුළ ඇති වීමෙන් අධික ලෙස ලෝහ කොටස් රත් වීම සිදු වේ. මෙහිදී පරිවාරක කොටස් තුළ එවැනි තාපන ඵල ඇති නොවේ.

6.8.3 චුම්බක ඵලය

ලෙන්ස් නියමයට අනුව සෑම විටම සුළි ධාරා ගලා යනුයේ එම සුළි ධාරා ප්‍රේරණය වීමට හේතු වන චලනයට විරුද්ධ වන දිශාවකටයි. එම නිසා යම් ලෝහයක චලනය පාලනය කිරීම සඳහා සුළි ධාරා ඇති වීම යොදා ගත හැකිය.

මෙම ප්‍රතිඵලය 6.20 රූපයේ දැක්වෙන ක්‍රියාකාරකම මඟින් ආදර්ශනය කළ හැකිය. පහත රූපයේ දැක්වෙනුයේ විශේෂයෙන් සකස් කරන ලද අවලම්බ දෙකකි.



6.20 රූපය

ඝනකම් තඹ තහඩුව තුළ විශාල සුළි ධාරා ඇති වේ. එම නිසා එහි චලිතය ඉතා ඉක්මනින් පරිමන්දනය වෙයි. පතුරු ආකාරයෙන් වූ තහඩුවේ සුළි ධාරා ඇති වීමට ඉඩ තිබෙනුයේ පටු ප්‍රදේශයක නිසා එහි කුඩා සුළි ධාරා ඇති වීම සිදු වේ. මේ නිසා එය අඩු පරිමන්දනයක් සහිතව දෝලනය වේ.

6.9 ප්‍රත්‍යාවර්තක ධාරාවක වර්ග මධ්‍යන්‍ය මූල අගය

ස්‍රාව ඝනත්වය B වූ ඒකාකාර චුම්බක ක්ෂේත්‍රයක ω කෝණික ප්‍රවේගයෙන් භ්‍රමණය වන වර්ගඵලය A සහ පොටවල් සංඛ්‍යාව N වන දඟරයක, ආරම්භයේ සිට තත්පර t කාලයක් ගත වන මොහොතේ දී ප්‍රේරණය වන විද්‍යුත්ගාමක බලය සඳහා පොදු ප්‍රකාශනය,

$E = NAB\omega \sin \omega t$ ලෙස ලැබේ.

ප්‍රේරිත විද්‍යුත්ගාමක බලයේ උච්ච අගය $E_m = NAB\omega$ ලෙස දැක්වෙන හෙයින් ඉහත ප්‍රකාශනය, $E = E_m \sin \omega t$ ලෙස ද දැක්විය හැකි ය.

එසේම ප්‍රේරිත ධාරාවේ උච්ච අගය I_m නම්, ඉහතින් දැක්වූ මොහොතේ දී ප්‍රේරිත ධාරාව, $I = I_m \sin \omega t$ ලෙස දැක්විය හැකි ය.

මේ අනුව ප්‍රේරිත විද්‍යුත්ගාමක බලයත්, ධාරාවත් කාලය සමඟ සයිනාකාරව විචලනය වේ. ප්‍රායෝගික භාවිතයේ දී ප්‍රත්‍යාවර්ත ධාරාවක් මනිනු ලබන්නේ සහ ප්‍රකාශ වන්නේත් එහි වර්ග මධ්‍යන්‍ය මූල $(r.m.s.)$ අගයෙනි.

ප්‍රත්‍යාවර්ත ධාරාවක වර්ග මධ්‍යන්‍ය මූල අගය යනු යම් ප්‍රතිරෝධකයක් හරහා එම ප්‍රත්‍යාවර්තක ධාරාව ගැලීමේ දී තාපය උත්සර්ජනය වන ශීඝ්‍රතාවෙන් ම තාපය උත්සර්ජනය කරන්නා වූ නොසැලෙන ධාරාවෙහි අගයයි.

යම් ප්‍රත්‍යාවර්ත ධාරාවක උච්ච අගය I_m නම් එහි වර්ග මධ්‍යන්‍ය මූල අගය $I_{\text{r.m.s.}} = \dfrac{I_m}{\sqrt{2}}$ ලෙස දැක්වෙයි.

එමෙන්ම ප්‍රත්‍යාවර්තක විද්‍යුත්ගාමක බලයක නැතහොත් වෝල්ටීයතාවක වර්ග මධ්‍යන්‍ය මූල අගය,

$$V_{\text{r.m.s.}} = \frac{V_m}{\sqrt{2}}$$ ලෙස දැක්වෙයි.

V_m යනු වෝල්ටීයතාවෙහි උච්ච අගයයි.

නිදසුනක් වශයෙන් ශ්‍රී ලංකාවේ ජාතික විදුලිබල සැපයුම මගින් දේශයේ නිවෙස්වලට සපයනු ලබන්නේ ප්‍රත්‍යාවර්ත වෝල්ටීයතාවක් වන අතර එහි වර්ග මධ්‍යන්‍ය මූල අගය, 240 V පමණ වේ.

එවිට $240 = \dfrac{V_m}{\sqrt{2}}$

ඒ අනුව සැපයුම් වෝල්ටීයතාවෙහි උච්ච අගය $V_m = 240 \times \sqrt{2}$

$$= 339.4 \text{ V}$$

මේ අනුව ශ්‍රී ලංකාවේ නිවෙස්වලට සැපයෙන ප්‍රත්‍යාවර්තක වෝල්ටීයතාවෙහි උච්ච අගය 340 V පමණ වන අතර, නිවෙස්වල භාවිත වන විදුලි ආම්පන්න මෙම උච්ච වෝල්ටීයතාවට ඔරොත්තු දෙන පරිදි වූ එහි වර්ග මධ්‍යන්‍ය මූල අගය ආම්පන්නවල සඳහන් වේ.

යම් ප්‍රත්‍යාවර්තක ධාරාවක වර්ග මධ්‍යන්‍ය මූල අගය $I_{\text{r.m.s.}}$ ද, දෙන ලද R ප්‍රතිරෝධයක් තුළින් සමාන ශීඝ්‍රතාවෙන් තාපය උත්සර්ජනය කරන සරල ධාරාවේ අගය I ද නම්, $I_{\text{r.m.s.}}$ හි අර්ථ දැක්වීම අනුව,

තාපය උත්සර්ජනය වන ක්ෂමතාව $P = I^2_{\text{r.m.s.}} R = \dfrac{V^2_{\text{r.m.s.}}}{R}$ (W)

මේ අනුව ප්‍රත්‍යාවර්තක ධාරාවකින් ශක්තිය උත්පාදනය වන ක්ෂමතාව එහි වර්ග මධ්‍යන්‍ය මූල අගය $(r.m.s.)$ භාවිතයෙන් සෙවිය හැකි ය.

6.10 පරිණාමකය

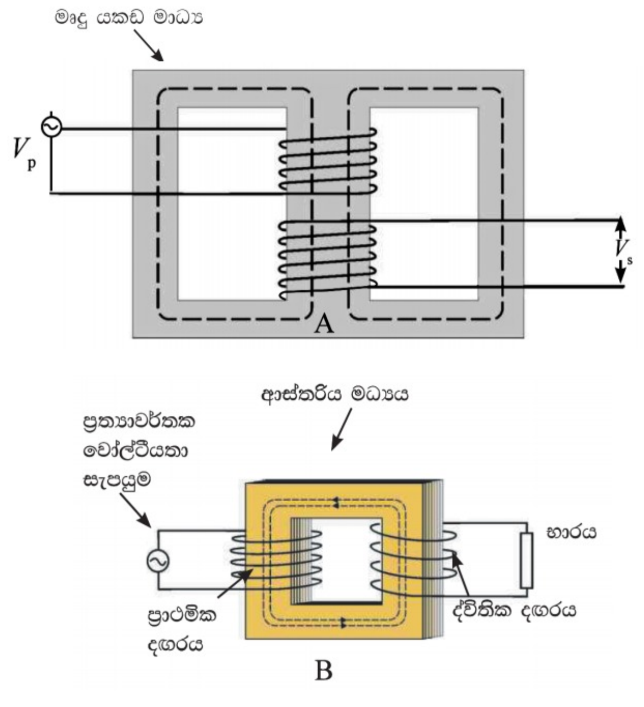
දේශයක විදුලිය බෙදාහැරීම වෝල්ට් දහස් ගණනක් වූ අධි වෝල්ටීයතා සැපයුම් ලෙස දේශය පුරා දිවෙන රැහැන් පද්ධතියක් ඔස්සේ සිදු කරනු ලබයි. රැහැන් තුළ විදුලිය ගලා යාමේ දී ජූල් තාපනය (I^2Rt) නිසා සිදු වන ශක්ති හානිය හේතුවෙන් රැහැන් ඔස්සේ වෝල්ටීයතා බැස්මක් සිදු වෙයි. එහෙයින් ඇතැම් නිශ්චිත ස්ථානයක්හි දී රැහැන් වෝල්ටීයතාව එවැනි අගයකට නංවා ගැනීමට සිදු වේ.

තවද ජන පරිභෝජනය සඳහා නිවෙස් සහ වෙනත් ආයතනවලට විදුලිය නිකුත් කිරීමේ දී එහි වෝල්ටීයතාව 240 V වැනි ආරක්ෂිත අගයකට පහත් කළ යුතු වේ. වෝල්ටීයතාවෙහි මෙම උස් පහත් කිරීම සඳහා, විද්‍යුත් චුම්බක ප්‍රේරණය උපයෝගී කර ගනිමින් ක්‍රියාත්මක වන පරිණාමකය නම් වූ සුවිශේෂ විද්‍යුත් උපාංගයක් යොදා ගනු ලැබේ.

ඉහත සඳහන් වූ වෝල්ටීයතාව නැංවීම සඳහා යොදා ගනු ලබන පරිණාමකය ''**අධිකර පරිණාමකය**'' ලෙස ද, වෝල්ටීයතාව පහත් කිරීම සඳහා යොදා ගනු ලබන පරිණාමකය ''**අවකර පරිණාමකය**'' ලෙස ද හැඳින්වේ.

මේ අනුව පරිණාමකය යනු යම් ප්‍රත්‍යාවර්තක වෝල්ටීයතාවක්, එහි සංඛ්‍යාතයෙහි වෙනසක් සිදු නොකරමින්, වඩා උස් අගයක හෝ පහත් අගයක ප්‍රත්‍යාවර්තක වෝල්ටීයතාවක් බවට පත් කිරීම සඳහා යොදා ගනු ලබන විදුලි උපාංගයකි.

පරිණාමකයේ ක්‍රියාකාරීත්වය අත්‍යවශ්‍යයෙන්ම ප්‍රත්‍යාවර්තක ධාරා මගින් සිදුවන හෙයින් බෙදාහැරීම සඳහා මහා පරිමානයෙන් නිෂ්පාදනය වන විදුලිය අනිවාර්යයෙන්ම ප්‍රත්‍යාවර්තක ධාරා ලෙස නිෂ්පාදනය වෙයි.



6.15 රූපය

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

6.15 රූපයේ A මගින් අධිකර පරිණාමකයක සාමාන්‍ය සැලැස්ම ද B මගින් නවීන පරිණාමකයක් ද දැක්වේ. අධිකර පරිණාමකය, මෘදු යකඩ මධ්‍යයක එක් පසෙක ඔතා ඇති පරිවරණය කළ ඝන තඹ කම්බි පොටවැල් අඩු ගණනකින් යුත් ප්‍රාථමික දඟරයකින් ද, අනෙක් පසෙහි ඔතා ඇති පරිවරණය කළ සිහින් තඹ කම්බි පොටවල් වැඩි ගණනකින් යුත් ද්විතීයික දඟරයකින් ද සමන්විත වේ.

ප්‍රාථමික දඟරය (P) ප්‍රත්‍යාවර්තක ධාරා සැපයුමකට සම්බන්ධ කර ඇති අතර, දඟරයේ ගලා යන ප්‍රත්‍යාවර්ත ධාරාව හේතුවෙන් එම දඟරය අවට නිරන්තරයෙන් විචලනය වන චුම්බක ක්ෂේත්‍රයක් හට ගනී. එහි විචලනය වන චුම්බක ස්‍රාවය මෘදු යකඩ මධ්‍යය තුළින් සම්ප්‍රේෂණය වෙමින් ද්විතීයික දඟරය ඡේදනය කරයි. එහි ප්‍රතිඵලයක් වශයෙන් ද්විතීයිකයේ අග්‍ර අතර ප්‍රත්‍යාවර්තක වෝල්ටීයතාවක් ප්‍රේරණය වේ.

ප්‍රාථමිකයේ පොටවල් ගණන N_P ද, ද්විතීයිකයේ පොටවල් ගණන N_S ද, ප්‍රදාන වෝල්ටීයතාව V_P ද, ප්‍රතිදාන වෝල්ටීයතාව V_C ද නම්,

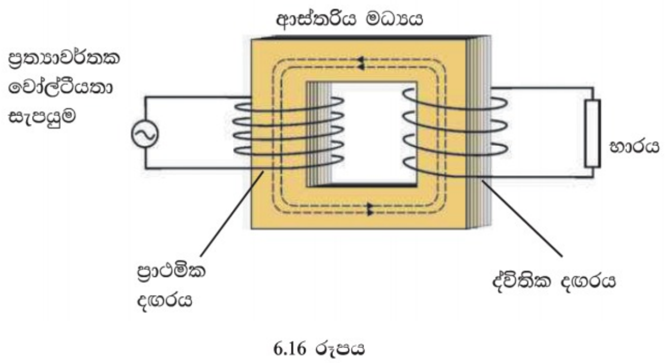
$$\frac{V_S}{V_P} = \frac{N_S}{N_P}$$

තවද පරිණාමකය පරිපූර්ණ වේ නම්, ප්‍රාථමිකයෙන් සැපයෙන ප්‍රදාන ක්ෂමතාව හානියකින් තොරව ද්විතීයිකයෙන් ප්‍රතිදානය වේ.

එනම්, $V_P I_P = V_S I_S$

$$\frac{I_S}{I_P} = \frac{V_P}{V_S} = \frac{N_S}{N_P}$$

මේ අනුව, අධිකර පරිණාමකයේ ද්විතීයිකයේ ගලන ධාරාව ප්‍රාථමිකයේ ධාරාවට වඩා අඩු වේ.



6.16 රූපය

සටහන

(1) අවකර පරිණාමකයේ ප්‍රාථමික දඟරය වැඩි පොටවල් සංඛ්‍යාවකින් ද, ද්විතීයික දඟරය අඩු පොටවල් සංඛ්‍යාවකින් ද යුක්ත වේ.

(2) මෘදු යකඩ මධ්‍යය, ප්‍රාථමිකයෙන් නික්මෙන චුම්බක ස්‍රාවය බාහිරයට කාන්දුවීම අවම කරමින් ද්විතීයිකය වෙතට යොමු කරයි.

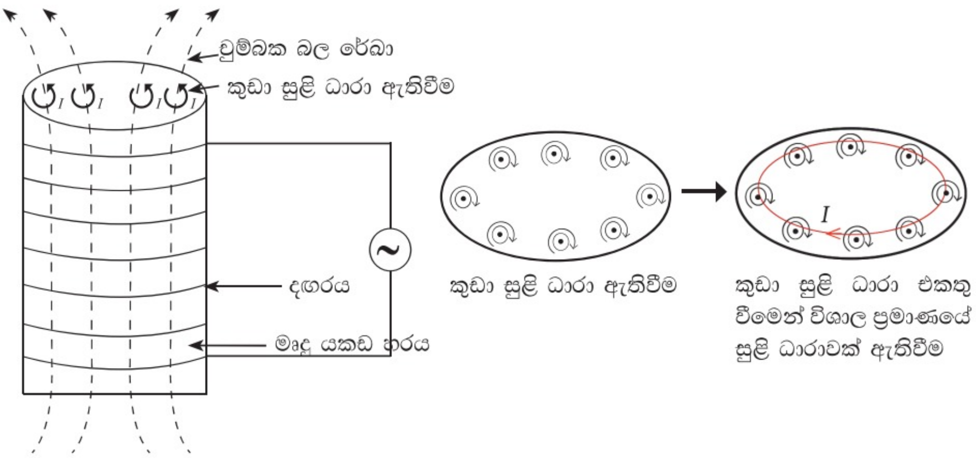
(3) ක්‍රියාත්මක වන පරිණාමකය පහත දැක්වෙන හේතූන් නිසා ශක්තිය හීන වීමට හැකි ය.

1. සුළිධාරා හානිය
2. ජූල් තාපනය

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

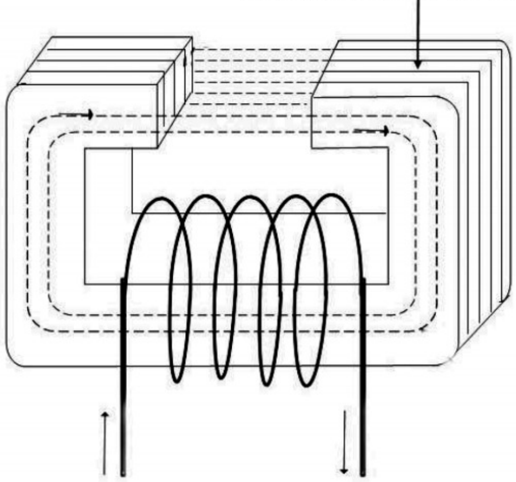
1. සුළිධාරා හානිය

පරිණාමකයක දඟරයේ ඔතා ඇති මෘදු යකඩ හරය හරහා චුම්බක ක්ෂේත්‍රය වැඩිවන විට එය වටා ඇති සන්නායකයේ ප්‍රතිවිරුද්ධ දිශාවට චුම්බක ක්ෂේත්‍රයක් ඇති වන පරිදි සෑම බල රේඛාවක් වටාම කුඩා ධාරා ඇතිවේ. එකම දිශාවට ඇතිවන මෙම ධාරා සියල්ල එකතු වීමෙන් විශාල ප්‍රමාණයේ සුළි ධාරාවක් හට ගනී. ක්ෂේත්‍රය ප්‍රත්‍යාවර්ත හෙයින් ධාරා සුළියද ප්‍රත්‍යාවර්ත වේ. ලෝහයේ ප්‍රතිරෝධය හේතුවෙන් මෙහිදී තාපය ජනිත ශක්ති හානියක් සිදුවේ. මෙය සුළිධාරා හානිය ලෙස හැඳින්වේ.



6.17 රූපය

පරිණාමකයක දඟර ඔතා ඇති මෘදු යකඩ හරය 6.18 රූපයේ දක්වා ඇති පරිදි ආස්තරණය කිරීමෙන් කුඩා ප්‍රමාණයේ ධාරා එකතු වීම වළක්වා ගැනීමෙන් සුළි ධාරා හානිය අවම කර ගත හැකිය. මෙහි තුනී සන්නායක තහඩු පරිවෘත තහඩු වේ.



6.18 රූපය

2. ජූල් තාපනය

මෘදු යකඩ මධ්‍යයෙහි ඔතා ඇති දඟරවල ප්‍රතිරෝධය හේතුවෙන් මෙම තාපය (I^2Rt) උත්පාදනය වේ.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

6.11 විද්‍යුත් ශක්ති සම්ප්‍රේෂණය

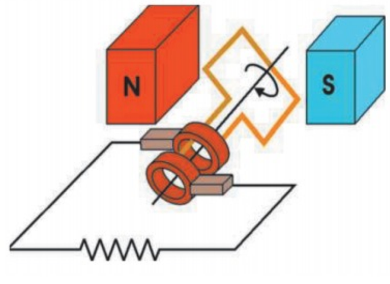
විදුලි බලාගාර මඟින් නිෂ්පාදනය කරනු ලබන විද්‍යුත් ශක්තිය පරිභරණය සඳහා අවශ්‍ය ස්ථානවලට සම්ප්‍රේෂණය කිරීම සිදු කළ යුතුය. විද්‍යුත් ශක්තිය, විද්‍යුත් ධාරාවේ හා විද්‍යුත් විභව අන්තරයේ ඵලයක් වන බැවින් එය සම්ප්‍රේෂණය කළ හැක්කේ අධි වෝල්ටීයතාවයක් හා අඩු ධාරාවක් යෙදීමෙන් හෝ අඩු වෝල්ටීයතාවයක් හා වැඩි ධාරාවක් යෙදීම යන දෙයාකාරයට වේ.

එහෙත් විද්‍යුත් ශක්තිය සම්ප්‍රේෂණයට යොදා ගන්නා විදුලි රැහැන්වල පවතින ප්‍රතිරෝධය හේතුවෙන් විදුලිය සම්ප්‍රේෂණයේ දී විද්‍යුත් ශක්තියෙන් කොටසක් තාප ශක්තිය බවට හානිවීම සිදු වේ. විදුලි රැහැනක ප්‍රතිරෝධය R නම් t කාලයක් තුළ දී I ධාරාවක් ගාලා යාම නිසා නිපදවෙන තාප ශක්තිය I^2Rt ලෙස දැක්විය හැක. මෙම ප්‍රකාශනයට අනුව තාප ශක්ති හානිය ධාරාවේ වර්ගයට අනුලෝමව සමානුපාතික වේ. එමනිසා විද්‍යුත් ශක්තිය සම්ප්‍රේශණය සඳහා වඩා කාර්යක්ෂම වන්නේ අධි වෝල්ටීයතාවයක් හා අඩු ධාරාවක් භාවිතයයි. මෙම සම්ප්‍රේෂණ ආකාරය අධි බල සම්ප්‍රේෂණය (high tension) නම් වේ.

වැඩි විභව අන්තරයක් හා අඩු ධාරාවක් සහිතව විද්‍යුත් ශක්තිය සම්ප්‍රේෂණය කිරීමේ වාසියක් වන්නේ අඩු ධාරාවක් සඳහා අවශ්‍ය වනුයේ ඉතා තුනි විදුලි රැහැන් වීම හා ඒවා අඩු පිරිවැයකින් ලබා ගත හැකි වීමයි. එහෙත් අධි වෝල්ටීයතාවයක් උපයෝගී කරගන්නා බැවින් ඝන පරිවාරක මඟින් ආවරණය කළ යුතු වේ. මේ සඳහා වැඩි පිරිවැයක් දැරීමට සිදුවේ.

6.12 විදුලි මෝටරය

විදුලි මෝටරය යනු විද්‍යුත් ශක්තිය යාන්ත්‍රික (චාලක) ශක්තිය බවට පත්කර ගැනීම සඳහා යොදා ගනු ලබන යන්ත්‍රයකි. එනම් එය සරල ධාරා ජනකයෙහි (ඩයිනමෝවෙහි) ප්‍රතිවිරුද්ධ ක්‍රියාවලිය සිදු කරයි. සරල ධාරා ජනකයෙහි අඩංගු චුම්බක ධ්‍රැව අතර තබා ඇති ආමේචරය සහ එයට සවි කළ පැලි වළලු කොමියුටේටරය විදුලි මෝටරයෙහි ද අඩංගු වේ. සරල ධාරා ප්‍රභවයකින් සැපයෙන ධාරාව කොමියුටේටරය හරහා අමේචරයට ඇතුළු වී එහි ගලා යයි. එවිට ෆ්ලෙමින්ගේ වමත් නීතියට අනුකූලව ආමේචරයේ බාහු දෙක මත ක්‍රියාකරන බල යුගලෙන් හට ගන්නා බල යුග්මය හේතුවෙන් එය භ්‍රමණය වෙයි.



6.19 රූපය

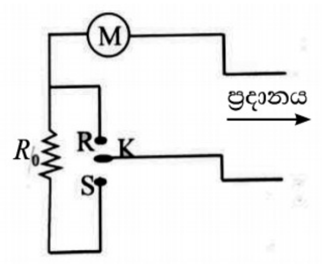
භ්‍රමණයේ සෑම අඩ වටය අවසානයේ දී එහි බාහුවල පිහිටීම භ්‍රමණ අවකාශයේ හුවමාරු වන අතර ඒ සමඟ ම කොමියුටේටරයේ සැලැස්ම අනුව දඟරයේ ධාරාව ද ප්‍රතිවර්ත්‍ය වේ. දඟරය මත ක්‍රියාත්මක වන බල යුග්මයේ භ්‍රමණ අත මේ හේතුවෙන් නොවෙනස්ව පවතියි. මේ නිසා දඟරය නොකඩවා භ්‍රමණය වෙයි.

6.13 මෝටරයක ඩයිනමෝ ඵලය

මෝටරයක් ක්‍රියාත්මක වන විට චුම්බක ක්ෂේත්‍රයක දඟරයක් භ්‍රමණය වීම නිසා ඇතිවන ඩයිනමෝවක (ජනකයක) ක්‍රියාව සිදුවේ. මෙහි ප්‍රතිඵලයක් වශයෙන්, මෝටරයේ දඟරයෙහි විද්‍යුත්ගාමක බලයක් ප්‍රේරණය වන අතර ලෙන්ස් නියමය අනුව එය මෝටරය ක්‍රියාත්මක කිරීමට යොදනු ලබන විද්‍යුත්ගාමක බලයට ප්‍රතිවිරුද්ධ වූ දෙසට ක්‍රියාත්මක වෙයි. එහෙයින්, එය ''ප්‍රතිවිද්‍යුත්ගාමක බලය'' ලෙස හැඳින්වෙයි. මෙම ප්‍රතිවිද්‍යුත්ගාමක බලය E ද සැපයුම් වෝල්ටීයතාව V ද, ආමේචරයේ ප්‍රතිරෝධය R_a ද නම්,

ආමේචරයේ ධාරාව $I_a = \dfrac{V-E}{R_a}$

මෙම ප්‍රතිවිද්‍යුත්ගාමක බලය, චුම්බක ක්ෂේත්‍රයේ ස්‍රාව ඝනත්වය සහ ආමේචරයේ භ්‍රමණ වේගයට සමානුපාතික වේ. මෝටරය පණ ගැන්වූ මොහොතෙහි එහි ප්‍රතිවිද්‍යුත් ගාමක බලය ශුන්‍ය වන අතර ඉහළ ධාරාවක් ලබා ගනිමින් ආමේචරයේ වේගය ද වැඩි වෙයි. ආමේචරයේ මෙම මුල් වේගය ක්ෂණිකව වැඩිවීම ආමේචරයට හානිකර විය හැකි ය. එහෙයින්, එය පාලනය කිරීම සඳහා ආමේචරය සමඟ ශ්‍රේණිගතව ''ක්‍රියාරම්භක ස්විචය'' නම් වූ ඇටවුමක් උපයෝගී කර ගනු ලැබේ.



6.20 රූපය

පළමුව K ස්විච්චිය S (Start) අග්‍රයට යා කොට ආරම්භක ධාරාව පාලනය කෙරේ. අනතුරුව වර්ධනය වන ප්‍රවේගය සමඟ ප්‍රතිවිද්‍යුත්ගාමක බලය වර්ධනය වූ පසු K ස්විච්චිය R (Run) අග්‍රයට යා කෙරේ.

<u>විසඳූ අභ්‍යාසය</u>

ප්‍රතිරෝධය 2 Ω වූ ආමේචරයක් සහිත මෝටරයක් 240 V සැපයුමකට යාකොට ඇත. භාරයක් නොමැති විට ආමේචරය 300 r.p.m වේගයෙන් භ්‍රමණය වන අතර ආමේචර ධාරාව 5 A ක් වේ. භාරයක් යෙදූ කළ ආමේචරයේ ධාරාව 35 A ක් වේ නම් එවිට ආමේචරයේ භ්‍රමණ වේගය කුමක් වේ ද?

$$I_a = \frac{V-E}{R_a} \quad (E \text{ ප්‍රතිවිද්‍යුත්ගාමක බලය})$$

භාරය නොමැති විට, $5 = \dfrac{240-E}{2}$

$E = 240\ \text{V}$

භාරය ඇති විට, $35 = \dfrac{240-E}{2}$

$E = 170\ \text{V}$

භාරය ඇති විට, $35 = \dfrac{240-E}{2}$

$E = 240\ \text{V}$

ආමේචරයේ භ්‍රමණ වේගය ප්‍රතිවිද්‍යුත්ගාමක බලයට සමානුපාතික වන බැවින්,

$$\frac{230}{170} = \frac{300}{m}$$

$$m = \frac{300 \text{ x } 170}{230} = 222 \text{ r.p.m.}$$

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

පරිශීලන ග්‍රන්ථ

දිසානායක, එල්. (2009). බල ක්ෂේත්‍ර - *හය වන මුද්‍රණය,* සඳුනි ඔෆ්සෙට් ප්‍රින්ටර්ස්, පේරාදෙණිය.

Breithaupt, J. (2001).Key *Science: Physics–Third Edition.* Nelson Thornes Ltd, Cheltenham, UK.

Breithaupt, J. (2003). *Understanding Physics For Advanced Level - Fourth Edition*. Nelson Throne, Cheltenham, UK.

Bruno, R. (1993). *Cosmic Rays – Tenth Edition*. McGraw-Hill, University of Bolagna, USA.

Cutnell, J. D., Kenneth, W. J. (2009). *Introduction to Physics – Sixth Edition.* John Wiley & Sons, Southern Illinois University, Carbondale, USA.

Muncaster, R. (1993). *A-level Physics- Fourth Edition*. Stanley Thornes (Publishers) Ltd, Cheltenham, UK.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.