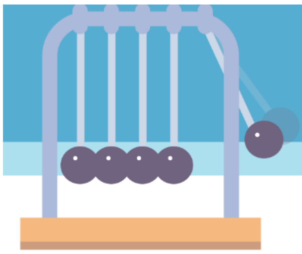
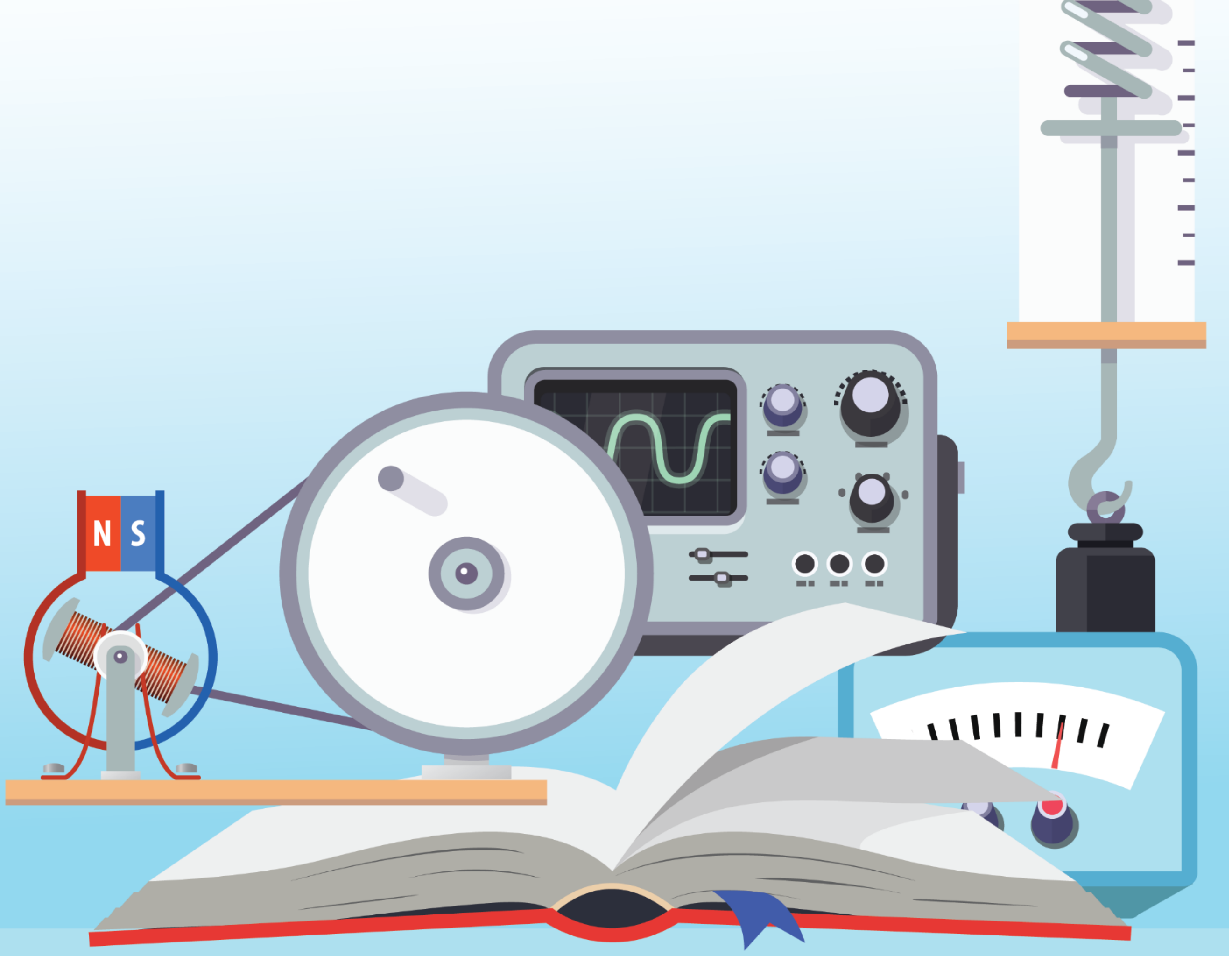


විෂයය - භෞතික විද්‍යාව
ශ්‍රේණිය - 13
නිපුණතාවය -06

විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍ර



සැකසුම - ඌව පළාත් අධ්‍යාපන දෙපාර්තමේන්තුව
මෙහෙයවීම - විද්‍යාව ශාඛාව, අධ්‍යාපන අමාත්‍යාංශය

ස්ථිති විද්‍යුත් බල ක්ෂේත්‍ර

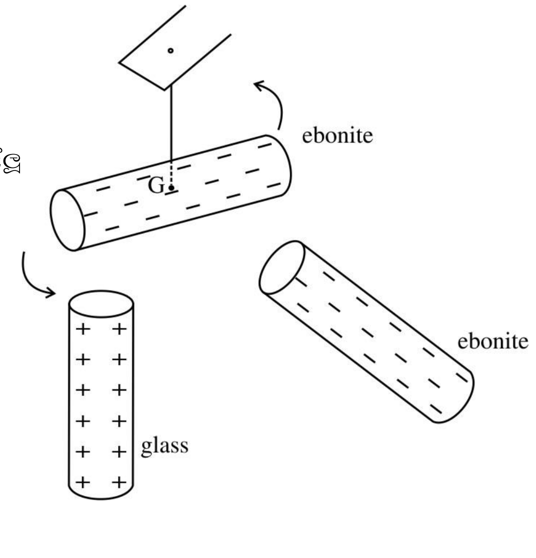
විශ්වයේ පවතින බල අතුරින් "විද්‍යුත්-චුම්භක බලය" මූලික බලයකි' ඈත අතීතයේ ග්‍රීක දාර්ශනිකයකු වූ තේල්ස් නැමැත්තා ඇම්බර් (ගල් මැලියම්) හා ලොම් රෙදි කඩක් පිරිමැදීමෙන් ඒ වෙතට කුඩා සැහැල්ලු දූවිලි අංශු ආකර්ශණය වන බව සොයා ගන්නා ලදී. ඉන් පසුව ගිල්බර්ට් නැමැති වෛද්‍යවරයා මේ පිළිබඳව තවදුරටත් අධ්‍යයනය කර විද්‍යුතය පිළිබඳ පහත සංකල්පය ඉදිරිපත් කරන ලදී. එනම් එබනයිට් දණ්ඩක් ලොම් රෙදි කඩකින් (පැනල් රෙදි) පිරිමැදීමෙන් එබනයිට් දණ්ඩට සෘණ විද්‍යුතය ද ලොම් රෙදි කඩට ධන විද්‍යුතය ද, විදුරු දණ්ඩක් සේද රෙද්දකින් පිරිමැද්ද විට විදුරු දණ්ඩට ධන විද්‍යුතයද සේද රෙද්දට සෘණ විද්‍යුතය ලෙස ආරෝපණයක් ලැබෙන බව සොයා ගන්නා ලදී.

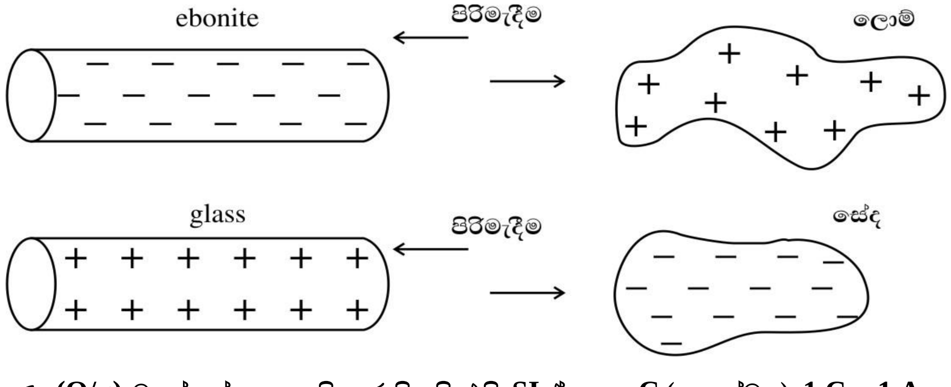
පසුව තවදුරටත් කරන ලද අධ්‍යනයන් මගින් ඉහත ආකාරයට පිරිමදින ලද ගුරුත්ව කේන්ද්‍රයෙන් එල්ලූ එබනයිට් දණ්ඩක් දෙසට වීදුරු දණ්ඩක් සමීප කළ විට එබනයිට් දණ්ඩ ආකර්ශනය වන බවත්, එබනයිට් දණ්ඩක්ම සමීප කළ විට එය විකර්ශණය කරන බවත් නිරීක්ෂණය කරන ලදී.

මේ අනුව,

- විද්‍යුතය ධන හා සෘණ ලෙස වර්ග දෙකකින් පවතින බවත්,
- ස්පර්ශයකින් තොර අන්නෝන්‍ය බල ක්‍රියා කරන බවත්,
- සජාතීය ආරෝපණ විකර්ශණය කරන බවත්,
- විජාතීය ආරෝපණ ආකර්ශණය කරන බවත් සොයා ගන්නා ලදී.

ගුරුත්ව කේන්ද්‍රයෙන් එල්ලූ එබනයිට් දණ්ඩ

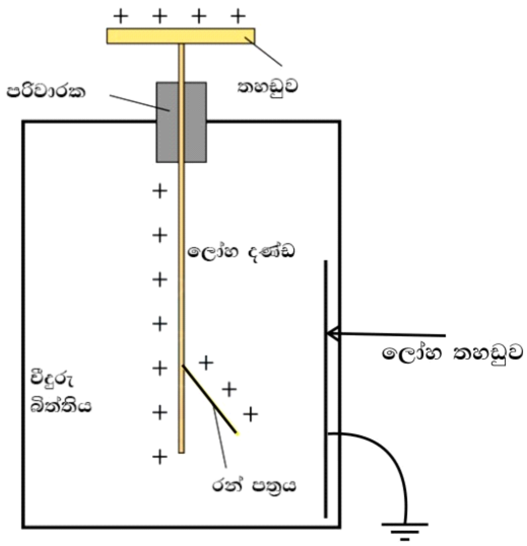




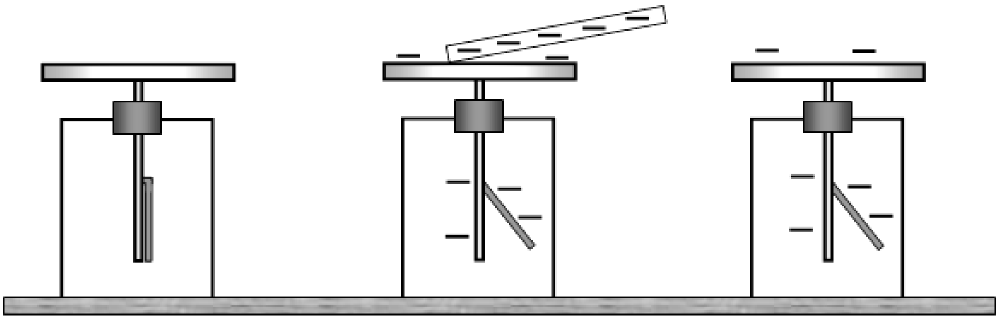
ආරෝපණ ප්‍රමාණය(Q/q) ව්‍යුත්පන්න භෞතික රාශියකි එහි SI ඒකකය C (කූලෝමය), 1 C = 1 As වේ

ස්වර්ණ පත්‍ර විද්‍යුත් දර්ශකයක ක්‍රියාව

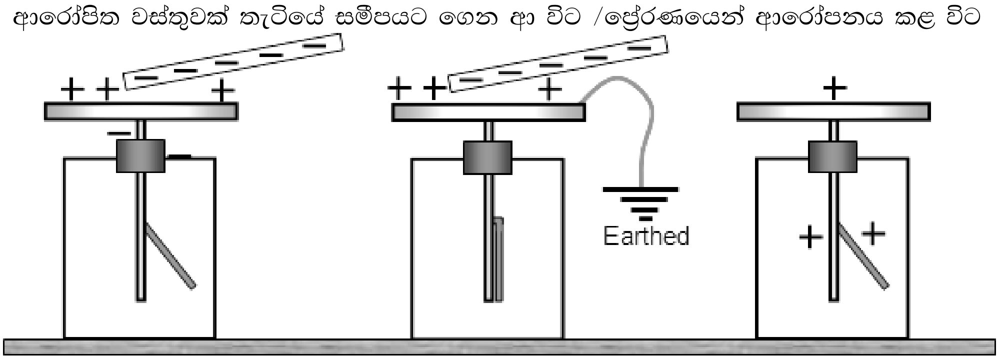
ආරෝපිත වස්තු හඳුනා ගැනීමට පරීක්ෂණාගාරයේදී භාවිතා කරන උපාංගයකි. එය අඩු පීඩන වීදුරු බඳුනක් තුළ සවිකළ ලෝහ දණ්ඩක පහළ කෙළවරට ඉතා තුනී ස්වර්ණ(රන්) පත්‍රයක් අලවා එම දණ්ඩේ ඉහළ කෙළවරට Zn වැනි ලෝහ තහඩුවක් සවිකර මෙම ඇටවුම පහත පරිදි සකසා ඇත. ප්‍රේරණයෙන් වන බලපෑම ඉවත් කිරීමට ස්වර්ණ පත්‍රය ඇති පැත්තේ බිත්තිය ඇතුළින් තහඩුවක් තබා එය භූගත කර ඇත.



ආරෝපිත වස්තුවක් තැටියේ ස්පර්ශ කළ විට

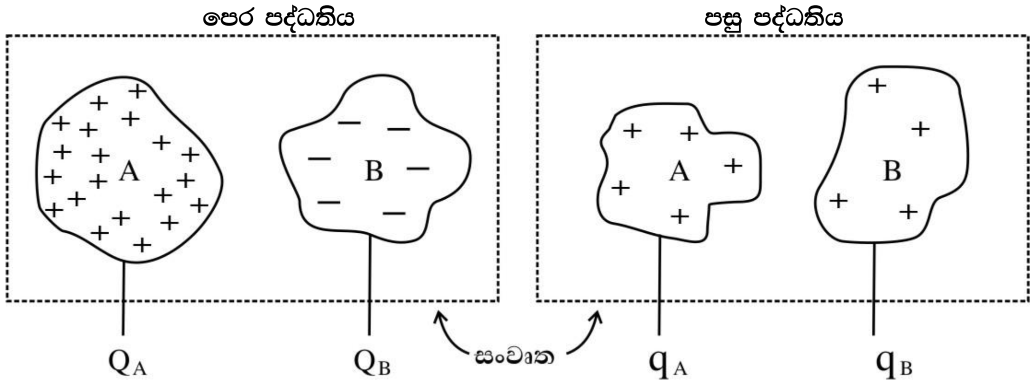


ආරෝපිත වස්තුවක් තැටියේ සමීපයට ගෙන ආ විට /ප්‍රේරණයෙන් ආරෝපනය කළ විට



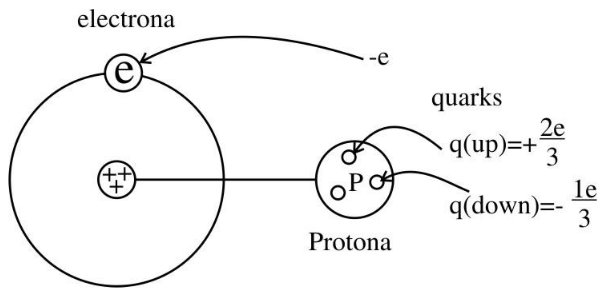
ආරෝපණ සංස්ථිතික නියමය

සංවෘත පද්ධතියක මුළු ආරෝපණය(ශුද්ධ ආරෝපණය) සංස්ථිතික (නියතයකි) වේ.



$$Q_A + Q_B = q_A + q_B$$

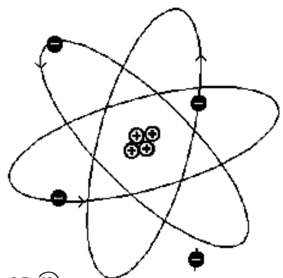
පෙර පසු



විශ්වයේ පවතින ඕනෑම ආරෝපණයක් ගත් විට එය ඉලෙක්ට්‍රෝනයේ ආරෝපණයේ විශාලත්වයේ ගුණාකාරයකි. එබැවින්,

$e = 1.602 \times 10^{-19}$ C යන්න මූලික ආරෝපනයකි.

(Fundamental charge)



ඕනෑම පරමාණුවක ශුද්ධ ආරෝපණය ශුන්‍ය වේ.

$\Sigma q = q_p + q_e$

$= +Ne + (-Ne)$

$= 0$ C

<u>වස්තූන් ආරෝපණය කළ හැකි විවිධ ක්‍රම</u>

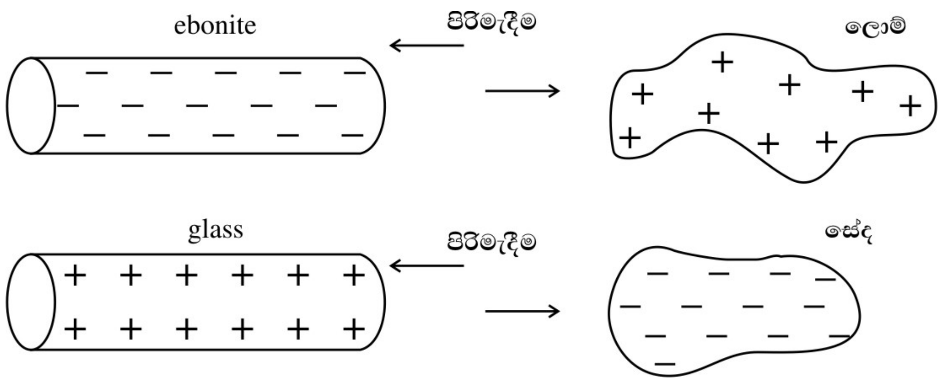
(1) පිරිමැදීමෙන් ඇතිවන ඝර්ෂණය නිසා (ආශක්ති බල නිසා)

මෙහිදී ස්පර්ශ පෘෂ්ඨ අතර ඇතිවන ආශක්ති බල මගින් පෘෂ්ඨය ආසන්නයේ පරමාණු වල ඉලෙක්ට්‍රෝන ගලායාමක් සිදුවේ. භූගතය වලකා මෙය සිදුකළ යුතුයි.

උදා :- * වීදුරු දණ්ඩ සේද රෙදි කැබැල්ලෙන් පිරිමැදීම

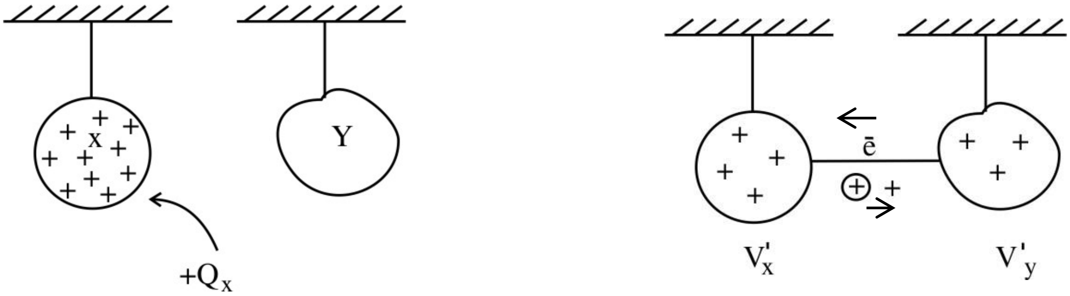
* එබනයිට් දණ්ඩ ලොම් රෙදි කැබැල්ලෙන් පිරිමැදීම

* වියළි කෙස් ප්ලාස්ටික් පනාවකින් පිරිමැදීම. ආදී ක්‍රියාවන් මගින්



(2) ස්පර්ශයෙන් ආරෝපණය කිරීම

මෙම ක්‍රමය යෝග්‍ය වන්නේ සන්නායක වස්තු සඳහා පමණී. මේ සඳහා කලින් ආරෝපණය කරන ලද සන්නායකයක් භූගතය වලකා අනාරෝපිත සන්නායකය සමග ෂන්නායක වශයෙන් (කම්බියකින්) සම්බන්ධ කළ යුතු වේ. මෙවිට විභවය වැඩි වස්තුවේ සිට අනෙකට ආරෝපණ ගලා යාම/ ධාරාවක් ඇති වී අනාරෝපිත වස්තුව ආරෝපණයවේ.



ස්පර්ශයට පෙර ස්පර්ශයෙන් පසු

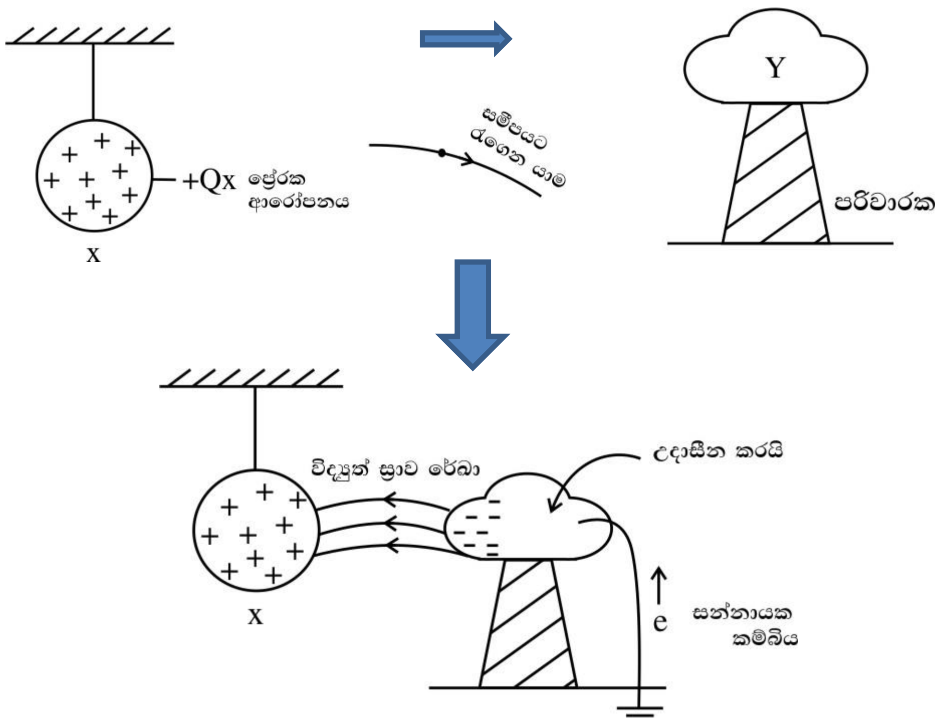
$V_x > V_y = 0$

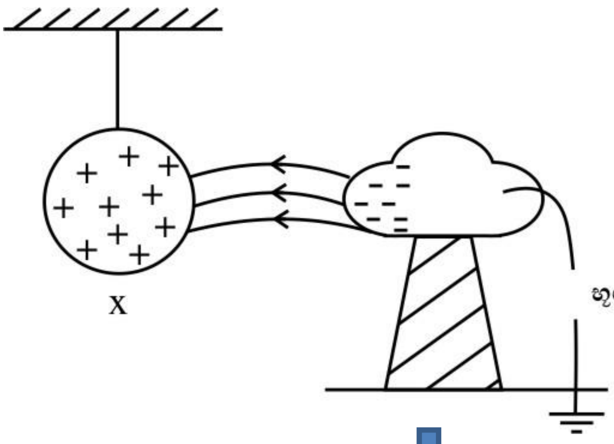
අනවරත තත්වයට පත් වූ පසු වෝල්ටීයතා සමාන වේ.

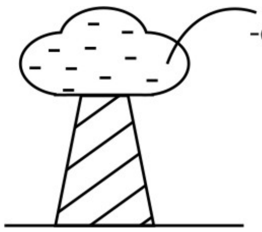
$V_x^1 = V_y^1 = V$ පොදු , අනවරත විට, $i = 0$ (ධාරාව = 0) ➡ $q_x + q_y = Q_x$

(3) ප්‍රේරණයෙන් ආරෝපණය කිරීම.

මේ සඳහා ද සන්නායක වස්තු භාවිතා කරයි. එහිදී කලින් ආරෝපණය කරන ලද වස්තුවක් (X) අවශ්‍ය වේ. භූගතය වළකා එම වස්තුව අනාරෝපිත අනෙක් වස්තුව සමීපයට රැගෙන එනු ලබයි. මෙවිට විද්‍යුත් ශ්‍රාව රේඛා මඟින් දුරින් හිඳ අනෙක් වස්තුවේ සචල ඉලෙක්ට්‍රෝන ආකර්ශනයක්/ විකර්ශනයක් සිදු කරයි. එය සලකා පහත පියවර අනුපිළිවෙලින් සිදුකර අනාරෝපිත Y වස්තුව ආරෝපණයට ලක් කළ හැකිය.







- ***මෙම පරීක්ෂණයෙන් නිගමනය කළ හැකි කරුණු කිහිපයක් නම්***

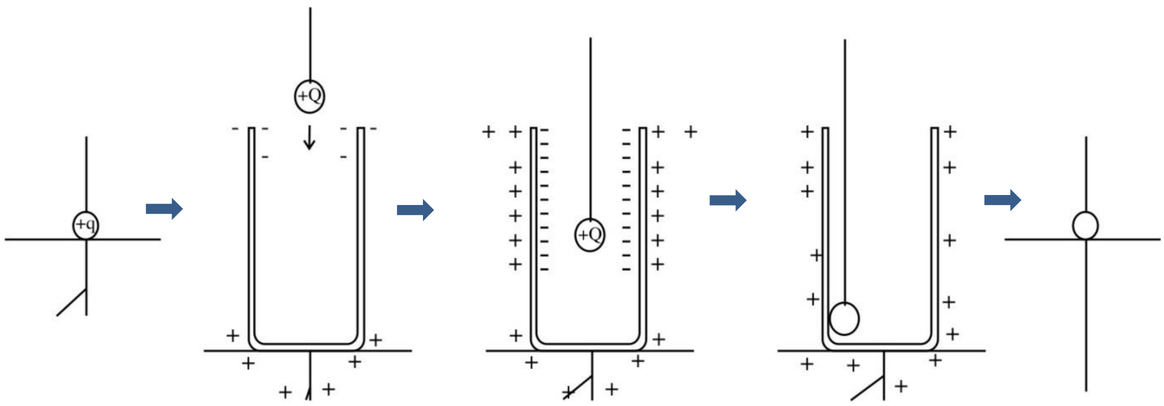
➢ ($-q_y$) ප්‍රේරිත ආරෝපණය ප්‍රේරක ආරෝපණයට ($+q_x$) ට ලකුණින් ප්‍රතිවිරුද්ධය.

➢ විශාලත්වයෙන් සමානයි.

මුළුමනින්ම ප්‍රේරණයක් සිදු කරන අවස්ථාවක රැගෙන ආ ආරෝපණයට සමාන ප්‍රතිවිරුද්ධ ආරෝපණයක් ප්‍රේරණය කරයි.

ෆැරඩේගේ අයිස් බඳුන් පරීක්ෂණය

ෆැරඩේ විසින් උස ලෝහ බඳුනක් ගෙන ස්වර්ණ පත්‍ර විද්‍යුත් දර්ශකයක තැටිය මත තබා කලින් ආරෝපිත වස්තුවක් ගෙන ආරම්භයේ බඳුන තුළට ස්පර්ශ නොකර එම ආරෝපිත වස්තුව බහාලන විට නිරීක්ෂණය වූයේ ස්වර්ණ පත්‍රයේ අපසරණය ක්‍රමයෙන් වැඩි වී ගොස් යම් ගැඹුරකට පසු නියත වන බවයි. එතැන් සිට වස්තුව ඇතුල් පෘෂ්ඨයේ ස්පර්ශ කළද රන් පතෙහි පැවති අපසරණයේ වෙනසක් ඇති නොවන බවද නිරීක්ෂණය විය. එම නිරීක්ෂණය මත පදනම් ව ස්ථිති විද්‍යුතය සඳහා පහත ඉතා වැදගත් සංකල්ප 02 ෆැරඩේ විසින් තහවුරු කර ඉදිරිපත් කරන ලදී.

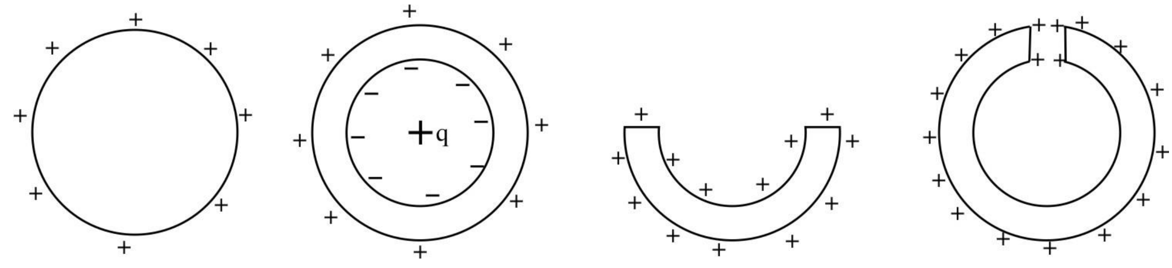


නිගමන

- ස්පර්ශ කළ විට උත්ක්‍රමණයේ වෙනසක් නොවුයේ ඇතුළත ප්‍රේරිත (-q) ආරෝපණය මුළුමනින්ම ගෝලයේ ප්‍රේරක ආරෝපණයට උදාසීන වූ නිසාය.

- බඳුන උස නිසා එය තුළ සංවෘත ස්වරූපය වැඩිය. එබැවින් ලෝහ වස්තු ඇතුළත ශුද්ධ අරෝපණයක් තබා නොගනී. එනම් ඇතුළත ලෝහ වස්තුවකට ලබාදෙන මුළු ආරෝපණයම බාහිර පෘෂ්ඨයට පැමිණෙන අතර විභවය සමාන වන සෙයින් ඒවා විසිරී පවතී. (සන්නායක පෘෂ්ඨ සම විභව පෘෂ්ඨයකි)

උදාහරණ ලෙස සන්නායක වස්තූන් කීපයක් පහත දැක්වේ. ඒවාට ලබාදෙන ආරෝපණ ව්‍යාප්ත වන ආකාරය + / - සළකුණු මගින් දක්වා ඇත.

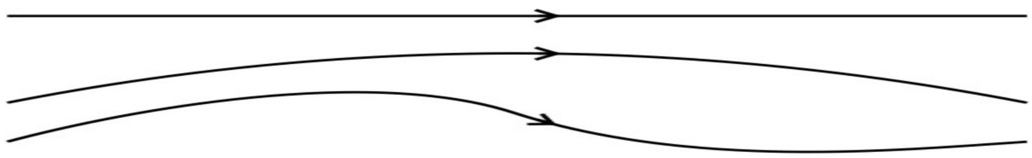


සන ලෝහ ගෝලය | ලෝහ කබොල | ලෝහ පාත්තරය | කුඩා සිදුර සහිත ලෝහ ගෝලය

<u>විද්‍යුත් ස්‍රාව ආකෘතිය</u>

විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍රයක හැසිරීම කෙබඳුදැයි වටහා ගැනීම සඳහා විද්‍යුත් ස්‍රාව රේඛා වලින් සැදුම් ලත් ආකෘතියක් යොදා ගනී.

විද්‍යුත් ස්‍රාව රේඛාවක් යනු,
ඉතාම කුඩා ලක්ෂීය ධන ආරෝපණයක ක්ෂේත්‍රය තුල වෙනත් බලපෑම් නොමැතිව චලිත පථය ලෙස සැළකිය හැකිය.



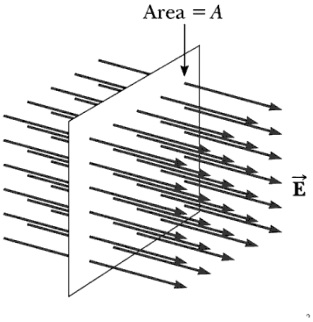
විද්‍යුත් ස්‍රාව රේඛා වල ලක්ෂණ

- සන්තතික රේඛා වේ එකම මාධ්‍ය තුල ප්‍රභලතාවය එකම වේ
- ඍජු (ඒකාකාර) හෝ වක්‍ර විය හැක. නමුත් කිසි විටෙක සංවෘත පුඩු නොසාදයි.
- රේඛා ඔස්සේ යන විට විභව අන්තරය හටගනී.
- යම් ලක්ෂ්‍යයකදී ක්ෂේත්‍රය ක්‍රියා කරන්නේ එම ලක්ෂ්‍යයට ස්පර්ශීයවයි.
- රේඛා 2ක් කිසි විටෙක එකිනෙකට ඡේදනය නොකරයි. එනම් කැපී නොයයි
- පවතී නම්, රේඛා ධන ආරෝපණ වලින් පටන් ගන්නා අතර නොඑසේ නම්, අනන්තයෙන් පටන් ගනී.
- පවතී නම්, රේඛා ඍණ ආරෝපණ කරා ළඟා වේ/අවසන් වන අතර නොඑසේ නම් අනන්තය දක්වා ගමන් කරයි.

ක්ෂේත්‍ර තීව්‍රතාවය/ ක්ෂේත්‍ර ප්‍රබලතාවය අර්ථ දැක්වීම (E)

විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍රයක යම් ස්ථානයක ඒකක ධන ආරෝපණයක් තැබූ විට එය මත ක්‍රියා කරන ස්ථිති විද්‍යුත් බලය එම ස්ථානයේ ස්ථිති විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍ර තීව්‍රතාවය ලෙස අර්ථ දැක්වේ.

මෙය පහත පරිදි විද්‍යුත් ස්‍රාව මගින් ද ප්‍රකාශ කරයි



විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍රය තුළ ඒකීය වර්ගඵලයක් (1 m^2) හරහා ලම්භකව පවතින විද්‍යුත් ස්‍රාව රේඛා ප්‍රමාණය එම වර්ගඵලය මත ලක්ෂ්‍යයක ක්ෂේත්‍ර ප්‍රබලතාවය යි.

උදාහරණ ලෙස A වර්ගඵලයක් හරහා එයට අභිලම්භව ϕ_E (ψ_E) විද්‍යුත් ස්‍රාව ප්‍රමාණයක් පවතී නම් අර්ථ දැක්වීමට අනුව,

මධ්‍යන්‍ය ක්ෂේත්‍ර ප්‍රබලතාවය $E = \frac{\phi_E}{A}$

$$\boxed{\phi_E = EA}$$

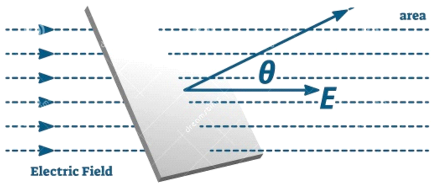
විද්‍යුත් ස්‍රාවය ϕ හි ඒකක = $NC^{-1}m^2$

= $kg\ ms^{-2}m^2C^{-1}$ හෝ $kg\ m^3s^{-2}\ (As)^{-1}$

= $kg\ m^3s^{-2}C^{-1}$ $kg\ m^3s^{-3}A^{-1}$

ϕ දෛශික රාශියකි. (E ගේ දිශාවටම)

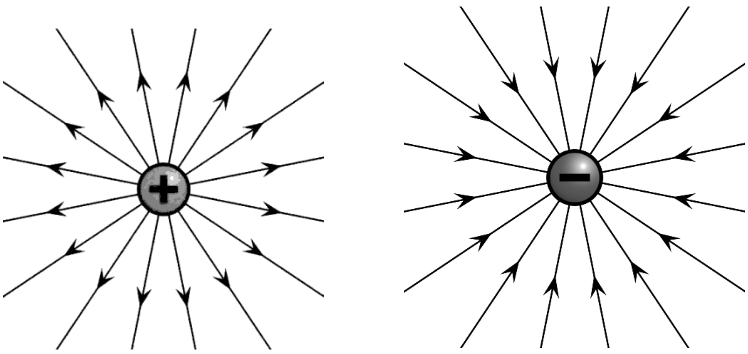
$[\phi_E] = ML^3T^{-3}A^{-1}$



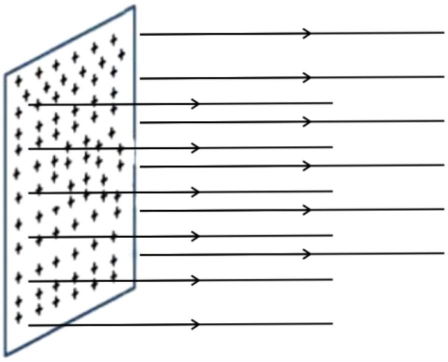
අභිලම්භ විද්‍යුත් ස්‍රාවය = $\Phi = EA\cos\theta$

❖ **පහත දැක්වෙන්නේ එකිනෙකට වෙනස් ආකාරයෙන් ආරෝපණය වූ වස්තූන් අවට විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍රයේ සකස් වීමයි/ හැසිරීමයි.**

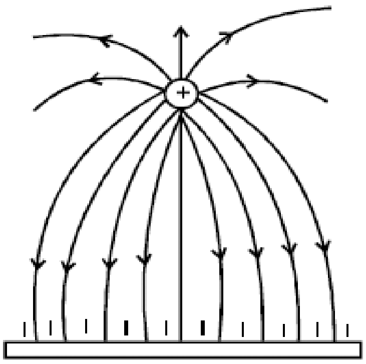
(1) ඒකලිත ලක්ෂීය ආරෝපණ අසල



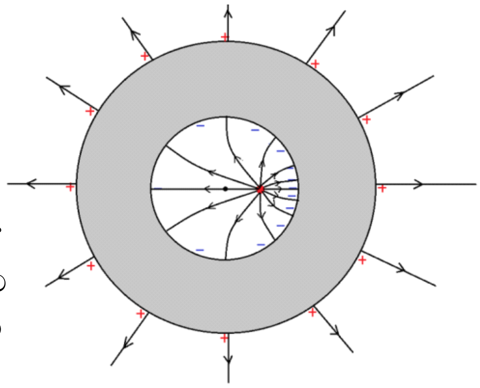
(2) ආරෝපිත විශාල තහඩුවක්/ පෘෂ්ඨයක් අසල



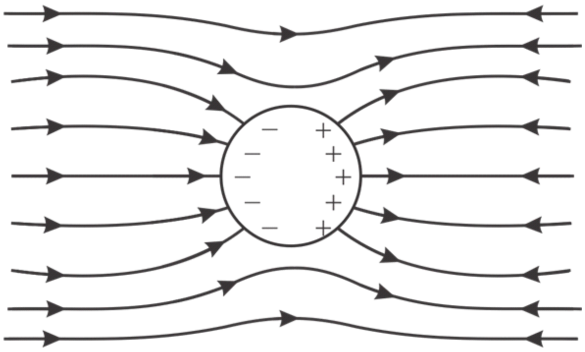
(3) සමවිභව පෘෂ්ඨ ආසන්නයේ පෘෂ්ඨයට ලම්භකව රේඛා පවතී



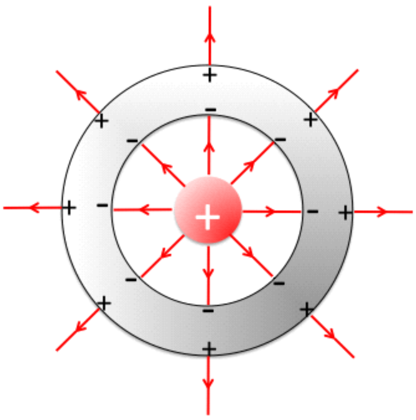
සන්නායක කබොලේ කේන්ද්‍රයෙන් බැහැරව ආරෝපනය ඇති විට



ඒකාකාර ක්ෂේත්‍රයක් තුල සන්නායක ගෝලය ඇති විට

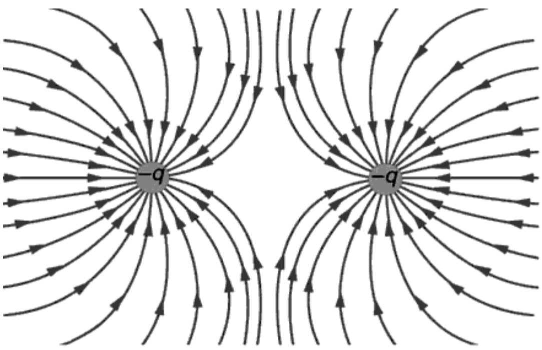


(4) සන්නායක කබොලකදී

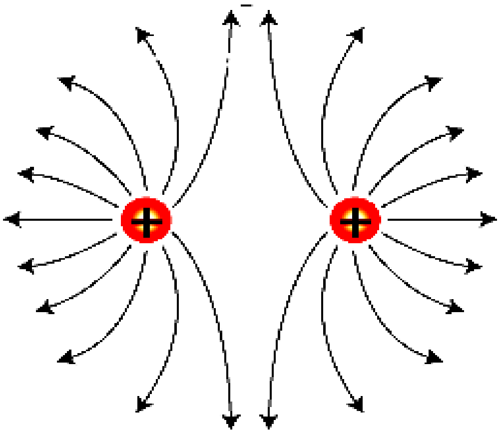


(5) සජාතීය ආරෝපණ 02ක් අතර

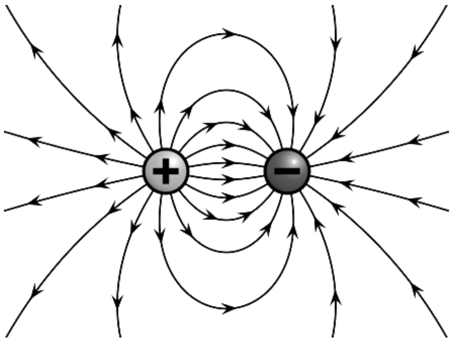
ඒකලිත සෘණ ආරෝපණ 2ක් අසල



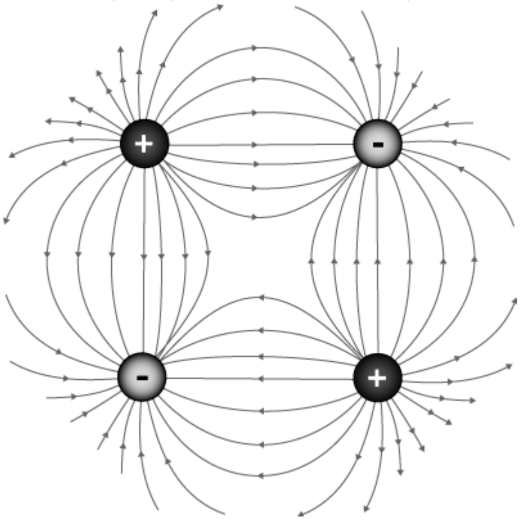
ඒකලිත ධන ආරෝපණ 2ක් අසල



(6) විජාතීය ආරෝපණ 02ක් අතර

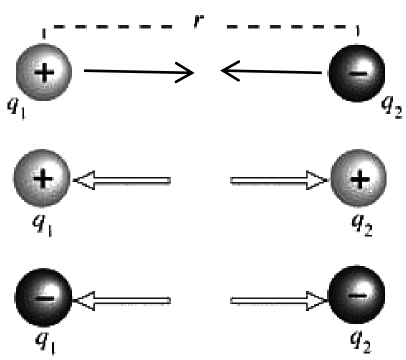


විසිරී ඇති ආරෝපණ කිහිපයක් අවට



<u>ලක්ෂීය ආරෝපණ අතර ක්‍රියා කරන ස්ථිති විද්‍යුත් බල පිළිබඳ නියමය (කූලෝම් නියමය)</u>

‘‘ලක්ෂීය ආරෝපණ 02ක් අතර ක්‍රියා කරන අන්‍යෝන්‍ය ආකර්ශණ හෝ විකර්ශණ බලයේ විශාලත්වය එම ආරෝපණ වල විශාලත්ව වල ගුණිතයට ($q_1.q_2$) අනුලෝමවත් ඒවා අතර දුරේ වර්ගයට ප්‍රතිලෝමවත් $\left(\frac{1}{r^2}\right)$ සමානුපාතික වන පරිදි විචලනය වේ’’



නියමයට අනුව,

$$F \propto q_1 q_2$$

$$F \propto \left(\frac{1}{r^2}\right)$$

$$F \propto \frac{q_1 q_2}{r^2}$$

$$F = K\frac{q_1 q_2}{r^2}$$

මෙහි K නියතය ආරෝපණ තබා ඇති මාධ්‍ය මත රඳා පවතී. හේතුව : විද්‍යුත් ස්‍රාවයේ ප්‍රබලතාවය ආරෝපණ තබා ඇති මාධ්‍ය මත රඳා පවතින නිසා.

රික්තකයක දී $K_0 = \frac{1}{4\pi\,\varepsilon_0}$

ε_0 - පාරවේද්‍යතාවය ලෙස හදුන් වන රාශියකි එය $\varepsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12}\ Fm^{-1}$

$$\frac{1}{4\pi\,\varepsilon_0} = 8.85\ 10^{9}\ Nm^2C^{-2} \simeq 9 \times 10^{9}\ Nm^2C^{-2}$$

➢ **රික්තකය තුල ආරෝපණ තබා ඇති විට,**

$$\boxed{F_c = \frac{1}{4\pi\,\varepsilon_0}\frac{q_1 q_1}{r^2}}$$

➢ **මාධ්‍යයක් තුල ආරෝපණ තබා ඇති විට,**

සාපේක්ෂ පාරවේද්‍යතාවය/ පාරවිද්‍යුත් නියතය

$K = \frac{\varepsilon}{\varepsilon_0}$ ← මාධ්‍ය ආවෙනික ගුණයකි' K ට ඒකක හා මාන නැත

$\varepsilon = K\,\varepsilon_0$, (K සඳහා සැම විටම ≥ 1)

පාරවිද්‍යුත් නියතය දෙන ලද මාධ්‍යයකට ආවේණිකගුණයකි. උදාහරණ ලෙස අයිස් සඳහා,

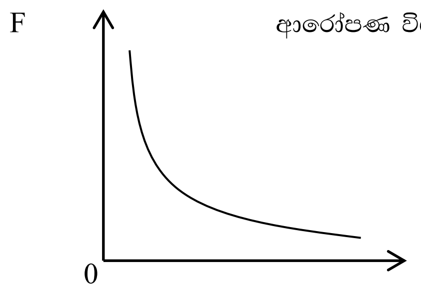
$K_{ice} = 94$, $K_{H_2O} = 81$, K ෆැරපින් ඉටි $= 2$

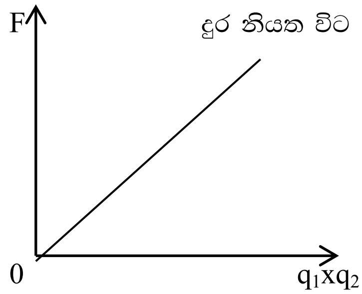
මාධ්‍යය තුල දී, $F_C = \frac{1}{4\pi\varepsilon}\,\frac{q_1 q_2}{r^2}$ $\boxed{F_C = \frac{1}{4\pi k\varepsilon_0}\,\frac{q_1 q_2}{r^2}}$

$F_C = \frac{q_1 q_2}{4\pi\varepsilon_0 r^2}\,\frac{1}{k}$ ← මාධ්‍යයේ පාරවිද්‍යුත් නියත k විට හා රික්තයේදී බලය F_0 නම්

$F_C = \frac{F_C}{k}$ → $\frac{F}{F_0} = \frac{1}{k}$

මෙම නියමයේ විචලනයේ පහත පරිදි නිරූපණය කළ හැකිය.





විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍ර තීව්‍රතාවය (ප්‍රබලතාවය) $\vec{E}$

E හි අර්ථ දැක්වීම නැවත සළකමු :-

විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍රයක යම් ස්ථානයක ඒකක ධන ආරෝපණයක් (+1C) තැබූ විට එය මත ක්‍රියා කරන ස්ථිති විද්‍යුත් බලය එම ස්ථානයේ ස්ථිති විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍ර තීව්‍රතාවය ලෙස අර්ථ දැක්වේ.

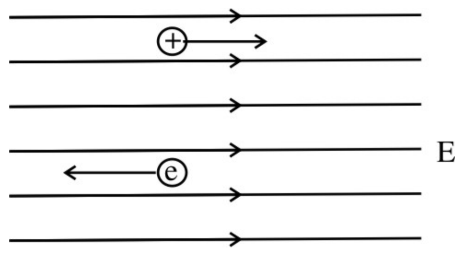
මේ අනුව යම් ලක්‍ෂ්‍යයකදී ක්ෂේත්‍රය පවතින්නේ ධන ආරෝපණ මත බලයේ දිශාවටයි.

එනම් ඍණ ඉලෙක්ට්‍රෝන (e) ගමන් කරනුයේ ක්ෂේත්‍රයට විරුද්ධවයි.

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$$

E හි SI ඒකකය $N\,C^{-1}$, E දෛශික රාශියකි.

මේ අනුව $\boxed{F = Eq}$



උදා' විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍රයක් තුළ -5 μC ආරෝපණයක් තැබූ විට එය මත නැගෙනහිර දිශාවට 0.2 N විද්‍යුත් බලයක් ක්‍රියා කරයි. එම ස්ථානයේ විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍රයේ ප්‍රබලතාවය සොයන්න. දිශාව දක්වන්න. මෙම ස්ථානයක තබන ලද නිදහස් ඉලෙක්ට්‍රෝනක ක්ෂණික ත්වරණය සොයන්න.

$E = \frac{0.2}{5x10^{-6}C}$ N $= \frac{20}{5}$ x 10^4 = 4 x 10^4 N C^{-1} ← බටහිර

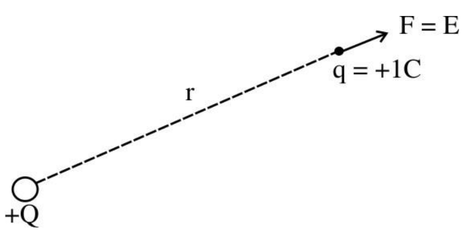
(-e) → F_x නැගෙනහිර

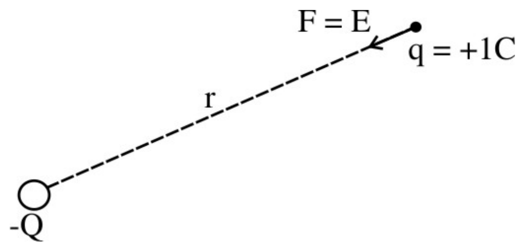
* ක්ෂේත්‍රය බටහිරට නිසා

F = ma , F = Eq= Ee , F = 4 x 10^4 x 1.6 x 10^{-19}

$\frac{4 \text{ x } 10^4 \text{ x } 1.6 \text{ x } 10^{-19}}{m}$ = a , a = 1.8 x 10^{11} x 4 x 10^4 , a = 7.2 x 10^{15} ms^{-2}

- **ලක්ෂීය ආරෝපණ හේතු කොටගෙන ඇතිවන විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍ර වල එම Q ආරෝපණයේ සිට r දුරකින් පිහිටි ලක්ෂ්‍යයක විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍ර තීව්‍රතාවය E සඳහා ප්‍රකාශනය.**





Q ධන විට Q සෘණ විට,

$F_C = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Qq}{r^2}$

$E = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Q}{r^2}$ $E \propto \frac{Q}{r^2}$

$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$

$\vec{E} = \frac{1}{q} \times \frac{1}{4\pi\varepsilon}\frac{Qq}{r^2}$

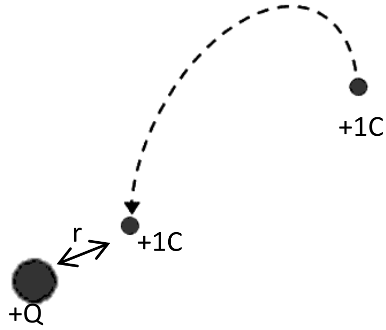
$\boxed{\vec{E} = \frac{1}{4\pi\varepsilon}\frac{Q}{r^2}}$

උදා +12 μC ආරෝපණයක සිට, 9 cm දුරින් පිහිටි ලක්ෂ්‍යයක සිට විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍ර තීව්‍රතාවය නිර්ණය කරන්න.

$E = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Q}{r^2} = 9 \text{ x } 10^9 \frac{12x10^{-6}}{(9x10^{-2})^2} = 9 \text{ x } \frac{10^9 x 12^4 x 10^6}{9x10^{-2}x9\,x10^{-2}} = \frac{4}{3} \text{ x } 10^7 = 1.33 \text{ x } 10^7$ NC^{-1}

විද්‍යුත් විභවය (V_P)

විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍රයක් තුළ යම් ලක්ෂ්‍යයක විභවය යනු ''අනන්තයේ සිට (E = 0) ක්ෂේත්‍රයේ එම ලක්ෂ්‍යයට ඒකක ධන ආරෝපණයක් රැගෙන ඒමේ දී විද්‍යුත් ස්‍රාව රේඛාවල විකර්ශනයට විරුද්ධව කරනු ලබන කාර්යය, එම ලක්ෂ්‍යයේ විද්‍යුත් විභවයයි''



උදාහරණ ලෙස, q C ආරෝපණයක් රැගෙන ඒමේ දී විරුද්ධව කරනු ලබන කාර්යය W J නම්, අර්ථදැක්වීමට අනුව V = $\frac{W}{q}$, $\boxed{W = qV}$

*   V හි SI ඒකකය = වෝල්ට් (V)   1 JC^{-1} = V

$[V_P]$ මාන = $ML^2T^{-2}A^{-1}T^{-1}$

= $ML^2T^{-3}A^{-1}$

*   + 1 C රැගෙන එන විට විරුද්ධව කාර්යය කරයි නම් එම කාර්යය ධන වන අතර, වෝල්ටීයතාවය ද +V වේ.

*   සෘණ ආරෝපණ හේතු කරගෙන ඇතිවන ක්ෂේත්‍රවලදී ධන + 1 C අනන්තයේ සිට ආකර්ශනය කරයි. එවිට ක්ෂේත්‍රය මගින් කාර්යය කරයි. (-W) ∴ එකී ලක්ෂයය විභවය (- V_P) වේ.

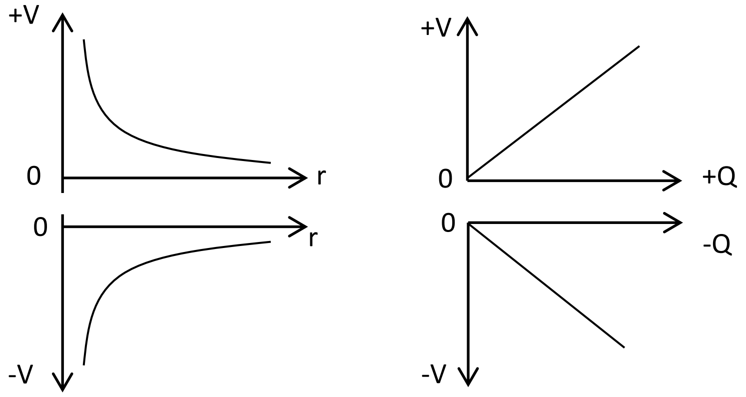
*   **ලක්ෂීය** Q ආරෝපනයක් නිසා එයට r දුරකින් පිහිටි ලක්ෂයක විද්‍යුත් විභවය V_P නම්

ධන ආරෝපණයක් නිසා

$$\boxed{V_P = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\ \frac{+Q}{r}}$$

සෘණ ආරෝපණයක් නිසා

$$\boxed{V_P = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\ \frac{-Q}{r}}$$



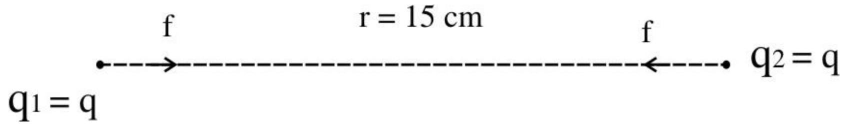
ගැටළුව

විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍රයක යම් ලක්ෂ්‍යයක් වෙත (ධන) +5 C අනන්තයේ සිට රැගෙන ඒමේ දී 0.2 J කාර්යයක් විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍රය මගින් කරයි නම් එකී ලක්ෂ්‍යයේ විද්‍යුත් විභවය කුමක් ද? එම ලක්ෂ්‍යයේ දී ක්ෂේත්‍රය පවතින දිශාව ද දක්වන්න.

විසඳූ ගැටළු

01.   සමාන ආරෝපණ රැගත් අංශු 2ක් එකිනෙක 15 cm පරතරයකින් නිදහස් අවකාශය තුළ තබා ඇති විට එකක් අනෙක මත ඇති කරන ආකර්ශන බලය 0.4 N වේ. මෙම ආරෝපණ වල විශාලත්ව නිර්ණය කරන්න.

පිළිතුරු:



$F = \dfrac{1}{4\pi\varepsilon_0}\dfrac{q_1q_2}{r^2}$ F x r^2 = $\dfrac{1}{4\pi\varepsilon_0}$ (q. q) ,   0.4 x $(0.15)^2$ = 9 x 10^9 q^2

q^2 = $\dfrac{4 \text{ x } (0.15)^2}{9 \text{ x } 10^{10}}$ q^2 = $\dfrac{0.15 \text{ x } 2}{3 \text{ x } 10^4}$ q = 1 x 10^{-6} C

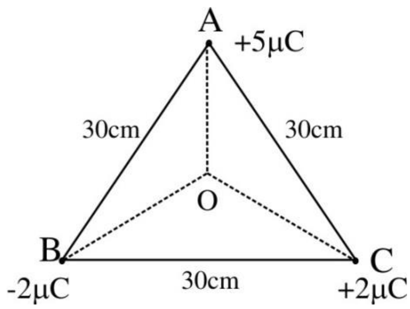
02.   පැත්තක දිග 30 cm වන ABC සමපාද ත්‍රිකෝණාකාර පරිවාරක රාමුවක ශීර්ෂ වල පහත රූපයේ පරිදි +5μC , -2μC හා +2 μC විශාලත්ව ඇති ආරෝපණ අංශු සවිකර ඇත. O යනු ABC ත්‍රිකෝණයේ කේන්ද්‍රයයි.

a) එක් එක් ආරෝපණය මත අනෙක් ඒවා මගින් ඇති කරන ස්ථිති විද්‍යුත් බලයන් පමණක් දැක්වීමට බල සටහන අඳින්න.

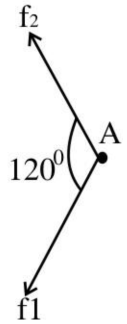
b) එක් එක් ආරෝපණය මත ඇතිවන සම්ප්‍රයුක්ත විද්‍යුත් බලයන් නිර්ණය කරන්න.

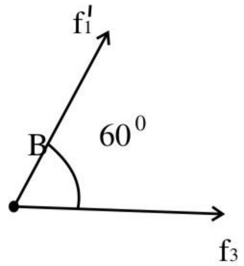
c) O කේන්ද්‍රයේ විද්‍යුත් විභවය ගණනය කරන්න.

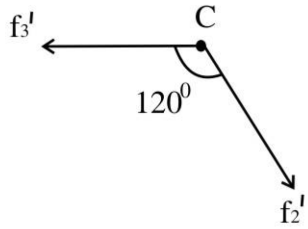
d) O කේන්ද්‍රයේ විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍ර ප්‍රභලතාවය ගණනය කරන්න.
එනයින් O හි දී තබන ලද ස්කන්ධය 2 x 10^{-3} kg වන අමතර ඉලෙක්ට්‍රෝන 10^{10} ක් රැගත් අංශුවක් නිදහස් කළ විට එය ලක්වන ක්ෂණික ත්වරණය සොයන්න.



පිළිතුරු







$F = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q_1 q_2}{r^2}$

A හා B අතර බලය,

$F_1 = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{5 \text{ x } 10^{-6} \text{x } 2 \text{ x } 10^{-6}}{(0.3)^2}$, $F_1 = 9 \text{ x } 10^9 \text{ x } \frac{10^{-4}}{9 \text{ x } 10^{-2}}$

$F_1 \quad = 1$ N ↙

$\therefore F'_1 \quad = 1$ N ↗

A හා C අතර, $F_2 = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{5 \text{ x } 10^{-6} \text{x } 2 \text{ x } 10^{-6}}{(0.3)^2} = \quad 1$ N ↖

$\therefore F'_2 \quad = 1$ N ↘

B හා C අතර, $F_3 = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{2 \text{ x } 10^{-6} \text{x } 2 \text{ x } 10^{-6}}{(0.3)^2}$ $\quad F_3 = 9 \text{ x } 10^9 \text{ x } \frac{4 \text{ x } 10^{-12}}{9 \text{ x } 10^{-2}}$

$F_3 = 0.4$ N→ , $F_3^1 = 0.4$ N ←

$F_A \quad = \sqrt{f_1^2 + f_2^2 + 2 f_1 f_2 \cos 120^0}$

$= \sqrt{1^2 + 1^2 + 2\text{x}1\text{x}1\left(\frac{-1}{2}\right)}$

$= 1$ N ←

$F_B \quad = \sqrt{f_1^2 + f_3^2 + 2f_1 f_3 \cos 60^0}$

$= \sqrt{1^2 + (0.4)^2 + 2x1x0.4\left(\frac{1}{2}\right)}$

$= \sqrt{1 + 0.16 + 0.4}$

$= \sqrt{1.2}$

$= 1.095$ N ↗

$F_C \quad = \sqrt{F_2'^2 + F_3'^2 + 2F_2' F_3' \cos 120^0}$

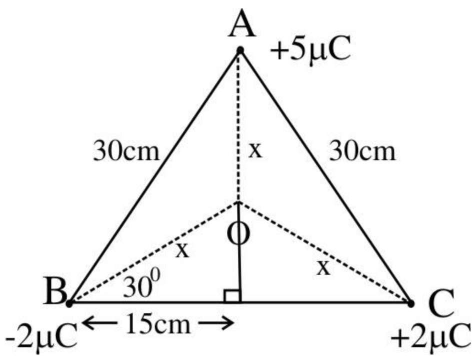
$= \sqrt{1^2 + (0.4)^2 + 2 \text{ x } 1 \text{ x } 0.4 \left(\frac{-1}{2}\right)}$

$= \sqrt{1 + 0.16 - 0.4}$

$= \sqrt{1.12}$

$= 1.058$ N ↙

c) $\text{Cos}30^0 = \frac{15}{x}$ $\quad \frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{15}{x}$ $\quad x = \frac{30}{\sqrt{3}}$ cm



$V_0 \quad = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \frac{q_A}{x} + \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \frac{q_B}{x} + \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \frac{q_c}{x}$

$= \frac{1}{4\pi\varepsilon_0 x} (q_A + q_B + q_C) = \frac{9 \text{ x } 10^9}{0.30/\sqrt{3}} (5 + 2 - 2) \text{ x } 10^{-6}$

$= \frac{9\sqrt{3}}{3} (5) \text{ x } 10^4 = 15\sqrt{3} \text{ x } 10^4 = +2.6 \text{ x } 10^5$ V

d) $E_A = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \frac{q_A}{x^2}$ $\quad = 9 \text{ x } 10^9 \text{ x } \frac{5 \text{ x } 10^{-6}}{(0.3)^2} \text{ x } 3$ $\quad = 15 \text{ x } 10^5 \text{ NC}^{-1}$↓

$E_B = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \frac{q_B}{x^2}$ $\quad = 9 \text{ x } 10^9 \text{ x } \frac{2 \text{ x } 10^{-6}}{(0.3)^2} \text{ x } 3$ $\quad = 6 \text{ x } 10^5 \text{ NC}^{-1}$↙

$E_C = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \frac{q_C}{x^2}$ $\quad = 9 \text{ x } 10^9 \text{ x } \frac{2 \text{ x } 10^{-6}}{(0.3)^2} \text{ x } 3$ $\quad = 6 \text{ x } 10^5 \text{ NC}^{-1}$↖

$E_X \quad = 6 \times 10^5 \cos 30^0 + 6 \times 10^5 \sin 60^0 \leftarrow$

$= 12 \times 10^5 . \frac{\sqrt{3}}{2}$

$= 6\sqrt{3} \times 10^5 \, NC^{-1} \leftarrow$

$E_y \quad = 6 \times 10^5 \sin 30^0 - 6 \times 10^5 \cos 60^0 - 15 \times 10^5 \uparrow$

$= 15 \times 10^5 \, NC^{-1} \downarrow$

$E_0 \quad = \sqrt{E_r^2 + E_y^2} \qquad = \sqrt{(6\sqrt{3}\ )^2 + 15^2 \text{x}\, 10^5}$

$E^0 \quad = 18.2 \times 10^5$

$E^0 \quad = 1.82 \times 10^6 \, NC^{-1} \swarrow$

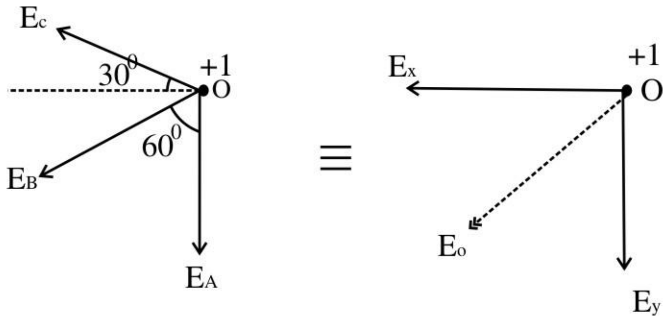
$F \quad = Eq \quad = ma$

$a \quad = \frac{Eq}{m}$

$a \quad = \frac{1.82 \times 10^6 \text{x}\, 1.6 \times 10^{-19} \text{x}\, 10^{10}}{2 \times 10^{-3}}$

$a \quad = 1.82 \times 0.8$

$= 1.456 \, ms^{-2} \nearrow$



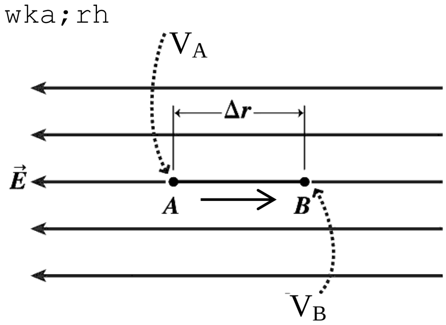
❖ fCIa;%fha hï ,CIHhka 02la w;r úNj wka;rh

$V_B - V_A = \frac{W_B}{q} - \frac{W_A}{q}$

$\Delta V \quad = \frac{1}{q} (W_B - W_A)$

$\Delta V \quad = \frac{\triangle W}{q}$

$\boxed{\Delta W \quad = q \triangle v}$



මේ අනුව කිසියම් ලක්‍ෂ්‍යන් දෙකක් අතර විභව අන්තරය යනු එම ලක්‍ෂ දෙක අතර + 1C රැගෙන යාමේදී ක්‍ෂේත්‍රය මගින් කරනු ලබන කාර්යයි.

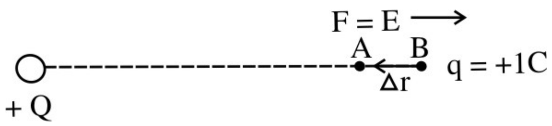
❖ fjdaa,aàh;djh úoHQ;a fCIA;%h w;r iïnkaOh'

(V හා E අතර)

ක්‍ෂේත්‍රය තුළ A හා B ලක්‍ෂ්‍ය දෙක තෝරාගනු ලබන්නේ $d = \Delta r$ ඉතා කුඩා පරතරයකින් විට + 1C මත බලය $F_C = E$ ම වේ. ∴ මෙම ලක්‍ෂ්‍ය අතර +1 C රැගෙන යාමේ දී කරනු ලබන කාර්යය $\triangle W$ නම්, $\triangle W = F. \triangle s$

$\Delta W \ = \overrightarrow{F_c} \left(\overrightarrow{-S}\right)$

$\Delta W \ = \overrightarrow{-E} \Delta r$



$\Delta W = q\,\Delta V$ (q = +1 නිසා) $q\Delta V = -E\,\Delta r$ $\Delta W = -E\,\Delta r$

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

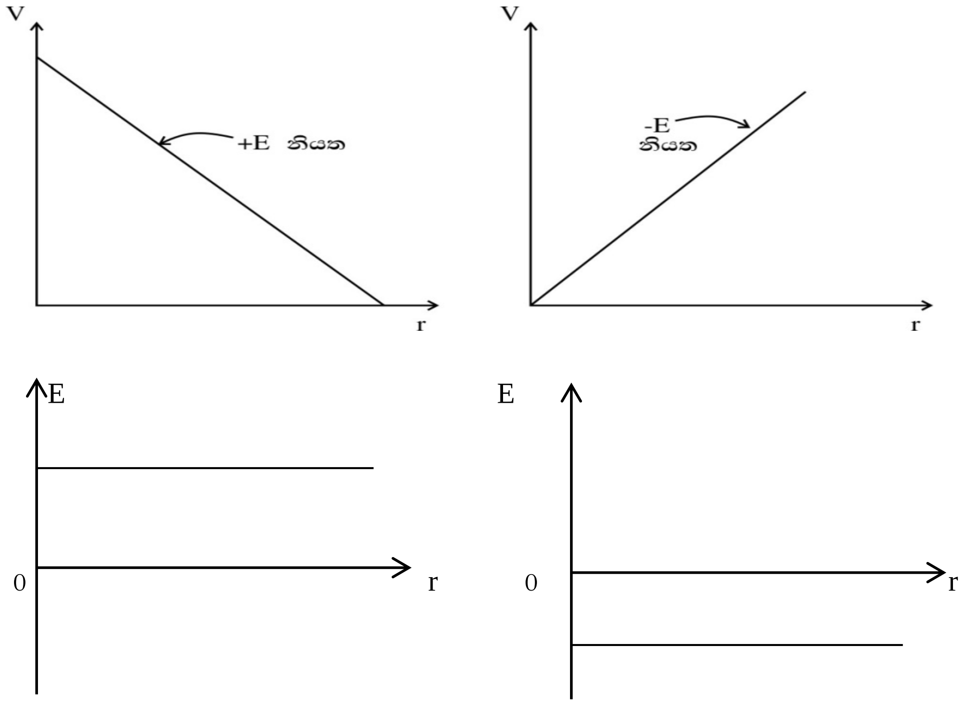
මෙය සෘණ විභව අනුක්‍රමණයයි.

$$\boxed{\vec{E} = \frac{-\Delta V}{\Delta r} = -\frac{V_1 - V_2}{\Delta r}}$$

විභව අනුක්‍රමණයයි. එය **විභවය හා දුර අතර ප්‍රස්තාරයේ අනුක්‍රමණයයි**. මෙහි සෘණ ලකුණෙන් අදහස් වන්නේ විභවය අඩුවන දිශාවට ක්ෂේත්‍රය පවතින බවයි.

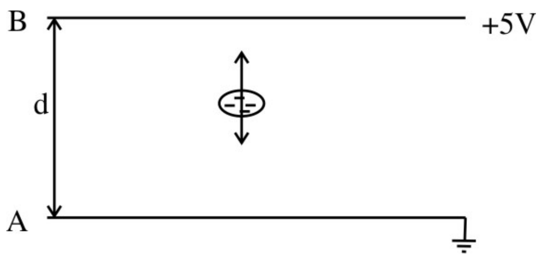
මේ අනුව විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍ර තීව්‍රතාවය ප්‍රකාශ කළ හැකි තවත් ඒකකයක් ලෙස $V\,m^{-1}$ භාවිතා කළ හැකිය.

උදා :- පහත රූපයේ දැක්වෙන්නේ එක්තරා ප්‍රදේශයක දුර සමග වෝල්ටීයතාවය (විද්‍යුත් විභවය) විචලනය වී ඇති ආකාරයයි. එම කොටස තුළ විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍රයේ හැසිරීම වඩාත් හොඳින් නිරූපණය කරන්න.



උදාහරණ

පහත රූපයේ දැක්වෙන්නේ A හා B තහඩු 02ක් එකිනෙකට d පරතරයකින් සිරස් තලයක වාතය තුළ තබා ඇති ආකාරයයි. A තහඩුව බිම් ගන්වා ඇති අතර, B තහඩුව +5V ක් ලබා දී ඇත. ස්කන්ධය 2.5×10^{-4} kg අංශුවක් අමතර ඉලෙක්ට්‍රෝන 5×10^{14} රැගත් විට තහඩු අතර අවකාශයේ නොවැටී පැවතීමට d හි අගය කුමක් විය යුතු ද?



$F_c = Eq$

$q = eN$

$E = \frac{\Delta V}{d} \downarrow$

$F_C = \frac{\Delta V e}{d} N \downarrow$

සමතුලිත විට,

$mg = Eq, \quad E = V/d$

$2.5 \times 10^{-4} \times 10 = \frac{5}{d} \times 5 \times 10^{14} \times 1.602 \times 10^{-19}$

$d = \frac{5 \times 5 \times 10^{14} \times 1.602 \times 10^{-19}}{2.5 \times 10^{-3}}$

$= \frac{10 \times 10^{-4} \times 1.602}{10^{-3}}$

$= 0.1602 \text{ m} = 16.02 \text{ cm}$

මධ්‍ය ලක්ෂ්‍යයේ V = 2.5 V

භූගත තහඩුවේ සිට 1 cmක් උසින් වූ ලක්ෂ්‍යක විද්‍යුත් විභවය,

$\frac{(5-0)}{16\ cm} \times 1\text{c m} = 0.3125 \text{ V}$

- <u>jHdma; ù we;s wdfrdamk ksid yg.kakd úoaHQ;a fCIA;%j, $\vec{E}$ **හා V** fiùu'</u>

මිට ඉහත දී q ලක්ෂීය ආරෝපණ නිසා එයට r දුරකින් පිහිටි ලක්ෂ්‍යයක E හා V සෙවීමට

$E = \frac{1}{4\pi\varepsilon} \quad \frac{q}{r^2}$ ද $\quad V = \frac{1}{4\pi\varepsilon} \quad \frac{q}{r^2}$

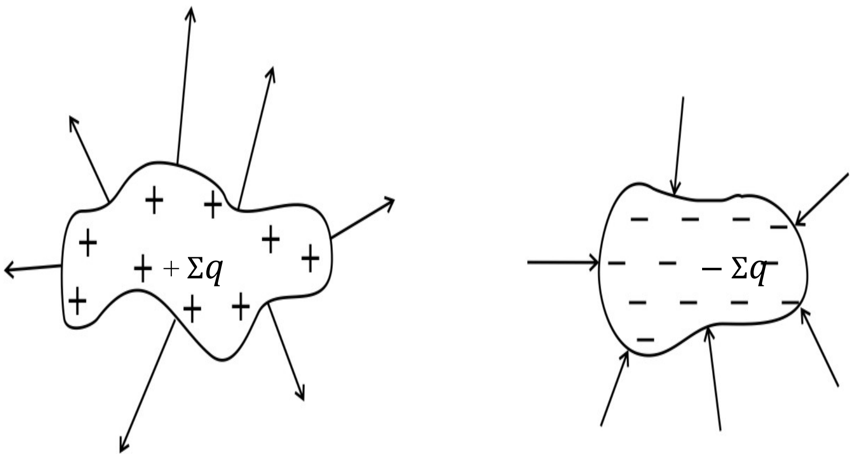
යන සූත්‍ර භාවිතාකළ හැකි විය. නමුත් පහත ආකාරයෙන් ව්‍යාප්ත වී ඇති ආරෝපණ හේතු කරගෙන ඇතිවන විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍රයක $\vec{E}$ හා V සෙවීමට ඉහත සූත්‍රය යොදාගත නොහැක. ඒ සඳහා පහත සඳහන් කරන ප්‍රමේයය භාවිතා කළයුතුය.

.jqia m%fïhh (Gauss Theorem)

අවකාශයේ අඳින ලද ඕනෑම හැඩයෙක් යුතු **සංවෘත** පෘෂ්ඨයක් හරහා (+ Q ඉවතට ද − Q වෙතට) අභිලම්භව පවතින විද්‍යුත් ස්‍රාවය, වට පෘෂ්ඨය තුළ පවතින ශුද්ධ ආරෝපණය, එම අවකාශයේ පාරවේද්‍යතාවයට දරන අනුපාතයට සමාන වේ.

උදාහරණ ලෙස S යනු ඕනෑම හැඩයෙන් යුතු ගවුස් පෘෂ්ඨයක් යැයි සලකමු. එය තුළ මුලු ආරෝපණය ΣQ ද මාධ්‍යයේ පාරවේද්‍යතායට $\mathcal{E}$ නම් පෘෂ්ඨය හරහා පවතින මුලු අභිලම්බ විද්‍යුත් ස්‍රාවය $\emptyset_\epsilon$ නම්, ප්‍රමේයයට අනුව

$$\boxed{\emptyset_\epsilon = \frac{\Sigma q}{\varepsilon}}$$



ස්‍රාව ආකෘතියට අනුව,

$\emptyset_E = E\text{A} \longrightarrow (1)$

ගවුස් ප්‍රමේයයට අනුව,

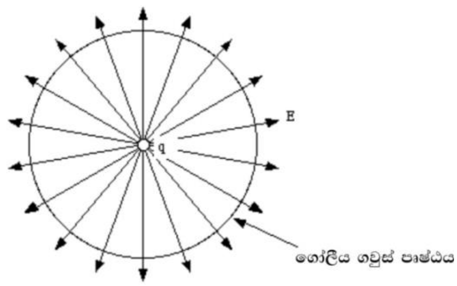
$\emptyset_E = \frac{\Sigma q}{\varepsilon_0} \longrightarrow (2)$

(1) = (2) නිසා

$E\text{A} = \frac{\Sigma q}{\varepsilon_0 A}$

➢ .jqia m%fïhh i;H nj my; WodyrKh u.ska wjfndaO lr .ksuq'

+q ඒකලිත ආරෝපණයක් අවකාශයේ තබා ඇති විට එය කේන්ද්‍ර කර ගනිමින් විද්‍යුත් ස්‍රාව රේඛා ගමන් කරයි. මෙවිට සියලුම ස්‍රාවය ආරෝපණය කේන්ද්‍ර කරගත් ඕනෑම ගෝලීය පෘෂ්ඨයකින් ඒ හරහා ලම්බකව ගමන් කරයි.



කූලෝම් නිමයයට අනුව පෘෂ්ඨය මත ඕනෑම ලක්ෂ්‍යයක E,

$$E_P \quad = \frac{1}{4\pi q_0}\frac{a}{r^2}$$

සියලුම ස්‍රාවය පෘෂ්ඨයට ලම්බකව වන නිසා අර්ථ දැක්වීමට අනුව,

$\emptyset_E \quad = EA$

$\emptyset_E \quad = E4\pi r^2 \longrightarrow \quad$ (A)

ගවුස් ප්‍රමේයයට අනුව, $\quad \emptyset_E = \frac{\Sigma q}{\varepsilon_0}$

$\emptyset_E \quad = \frac{+q}{\varepsilon_0} \longrightarrow \quad$ (B)

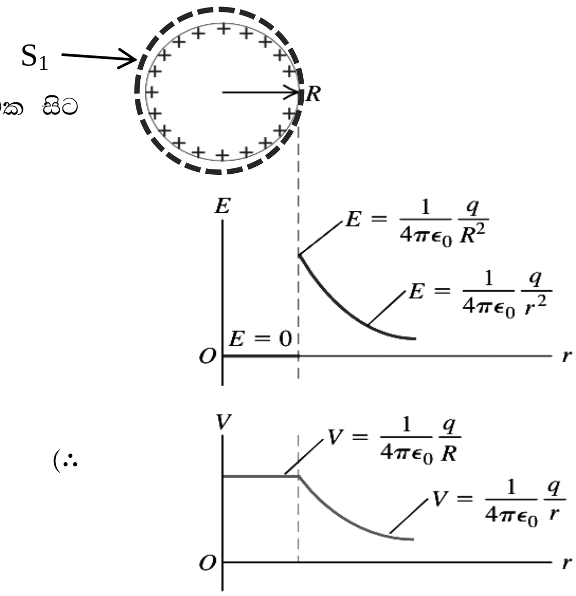
(A) = (B)

$E4\pi r^2 = \frac{+q}{\varepsilon_0} \qquad E \quad = \frac{1}{\varepsilon_0 4\pi}\ \frac{q}{r^2} \qquad E \quad = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\ \frac{q}{r^2}$

මෙය පළමු නියමයෙන් ලැබුණු ක්ෂේත්‍ර ප්‍රබලතාවයම බව සත්‍යාපනය වේ.

Note: පෘෂ්ඨයට පිටතින් පවතින ආරෝපණ Σq සඳහා ඇතුළත් නොවන්නේ එවැනි ඕනෑම ආරෝපණයකින් පෘෂ්ඨය හරහා ඇතුල් වන ස්‍රාව ප්‍රමාණයම තවත් තැනකින් පිටව යන නිසාය. නමුත් පෘෂ්ඨය මත ලක්ෂ්‍යයක ක්ෂේත්‍ර ප්‍රබලතාවයට සියලුම ආරෝපණ බලපායි. (E ට බලපායි)

I අවස්ථාව :-



ආරෝපණය ඒකාකාරව ව්‍යාප්ත වී ඇති ගෝලීය වස්තුවක සිට කේන්ද්‍රයේ සිට මනිනු ලබන දුර සමග E හා V විචලනය.

පෘෂ්ඨය මදක් ඉහළින් යන S_1 හවුස් පෘෂ්ඨය සලකමු.

$\emptyset_1 \quad = E_A A_1 \longrightarrow \quad$ (1)

$\emptyset_1 \quad = \frac{\Sigma q}{\varepsilon} \longrightarrow \quad$ (2)

$A_1 \quad = 4\pi R^2$

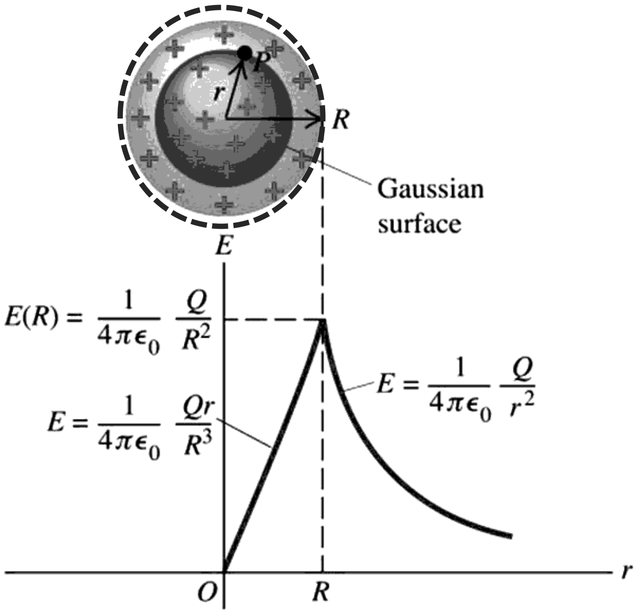
(1) = (2) න් $\quad E_A A_1 = \frac{\Sigma q}{\varepsilon} \qquad E_A 4\pi R^2 \ = \ \frac{\Sigma q}{\varepsilon}$ ($\therefore$ ව්‍යාප්ත වි ඇති ගෝලීය ආරෝපණයට)

$E_A \quad = \frac{1 \times \Sigma q}{4\pi R^2 \varepsilon_0} \qquad E = \frac{Q}{4\pi R^2 \varepsilon_0}$

මෙම සූත්‍රය $E_A = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \; \frac{Q}{R^2}$ ලෙස පවතී.

II අවස්ථාව :-

ඒකාකාරව ව්‍යාප්ත වී ඇති පරිවාරක ගෝලයක්



පෘෂ්ඨය මදක් ඉහළින් යන S_1 ගවුස් පෘෂ්ඨය සලකමු.

$\emptyset_1 \quad = E_A A_1 \longrightarrow \quad (1)$

$\emptyset_1 \quad = \frac{\Sigma q}{\varepsilon} \longrightarrow \quad (2)$

$A_1 \quad = 4\pi R^2$

$(1) \quad = (2)$

$E_A A_1 \quad = \frac{\Sigma q}{\varepsilon}$

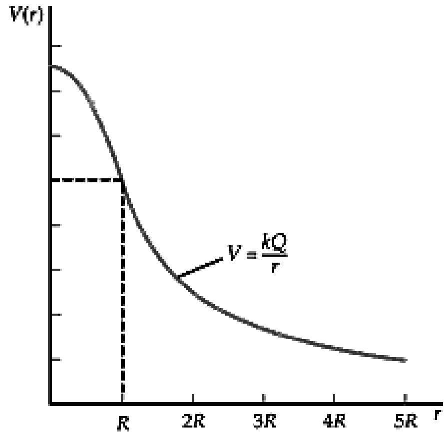
$E_A 4\pi R^2 = \frac{\Sigma q}{\varepsilon}$

(∴ ව්‍යාප්ත වි ඇති ගෝලීය ආරෝපණයට)

$E_A \quad = \frac{1 \text{ x } \Sigma q}{4\pi R^2 \varepsilon_0}$

$\epsilon_A \quad = \frac{Q}{4\pi R^2 \varepsilon_0}$

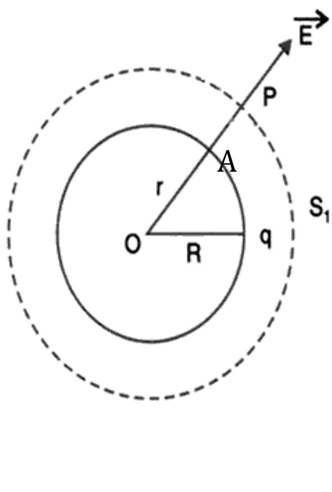
මෙම සූත්‍රය $E_A = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \; \frac{Q}{R^2}$ ලෙස පවතී.



මෙමඟින් අදහස් වන්නේ ගෝලය පුරාවට ව්‍යාප්ත වී ඇති Q ආරෝපනයට ඒකරාශී කර කේන්ද්‍රයේ තැබූ විට එම ලක්ෂීය ආරෝපණය මඟින් ඇති කරන ක්ෂේත්‍ර ප්‍රබලතාවයට සමාන වේ. මේ නිසා පෘෂ්ඨය මත A ලක්ෂ්‍යයේ විභවය ද $\frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \; \frac{Q}{R^2}$ ලෙස ලිවිය හැකිය.

$V_A \quad = \frac{1}{4\pi\varepsilon} \; \frac{Q}{R}$

මෙම ආකාරයෙන්ම අරය r (> R) වන P හරහා යන ගෝලීය ගවුස් පෘෂ්ඨයක් සැලකූ විට ද මෙම ප්‍රකාශනය සත්‍ය විය යුතුය.



$E_P A_2 = \frac{\Sigma q}{\varepsilon_0}$

$E_P \text{ x } 4\pi r^2 \quad = \frac{\Sigma q}{\varepsilon_0}$

$E_P = \frac{1}{4\pi r^2} \; \frac{\Sigma q}{\varepsilon_0}$

$E_P = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \; \frac{Q}{r^2}$

මෙය මුලු Q ම කේන්ද්‍රයේ ඇතිතාක් සේ පිහිටන විට r දුරකින් ක්ෂේත්‍රය නිර්මාණය කිරීමට සර්ව සමය

එමනිසා විභවයද මේ ආකාරයෙන්ම ලැබිය යුතුය. $V_P = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\ \frac{Q}{r}$

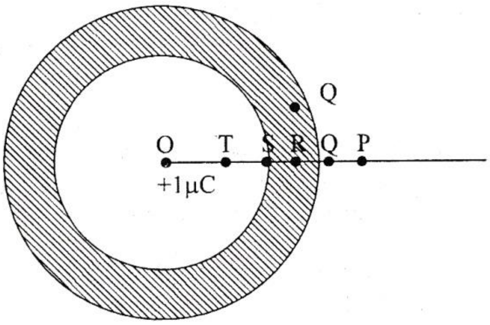
සන්නායක ගෝලයක් නිසා,

සන්නායකය ඝණ හෝ කුහර වුවද එයට ලබාදෙන +Q අරෝපණයම බාහිර පෘෂ්ඨයට ව්‍යාප්ත වේ. (පැමිණේ) ∴ ඇතුළත $\Sigma q = 0$ ගවුස් ප්‍රමේයයට අනුව $\emptyset_E = \frac{0}{\varepsilon} = 0$ ∴ ක්ෂේත්‍රයක් නොපවතී. ඇතුළත සැම තැනම විභවය සමානයි. එය පෘෂ්ඨයේදී විභවය ම වේ.

මේ අනුව පෘෂ්ඨය මතදීත් ඉන් පිටතදීත් විවිධ අරයන්ගෙන් යුතු ගෝලීය ගවුස් පෘෂ්ඨ සැලකිය හැකිය. මෙවිට පෙර පරිදිම,

$E_A = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\ \frac{Q}{R^2}$, $E_P = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\ \frac{Q}{r^2}$, $V_A = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{Q}{R}$, $V_P = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{Q}{r}$

උදාහරණ: .egz¿j ^ගවුස් ප්‍රමේයය යෙදීම)



රූපයේ පෙන්වා ඇති පරිදි අභ්‍යන්තර අරය 10 cm හා බාහිර අරය 15 cm වූ ඒකලිත ගෝලාකාර සන්නායක කබොලක කේන්ද්‍රයේ (O) + 1μC ලක්ෂ්‍යාකාර ආරෝපණයක් තබා ඇත. රූපයේ පෙන්වා ඇති P, Q, R, S සහ T ලක්ෂ්‍ය පිහිටා ඇත්තේ OP = 20 cm, OQ = 15 cm, OR = 12.5 cm, OS = 10 cm හා OT = 5 cm වන පරිදිය
$[1/4\pi\varepsilon_0 = 9\times10^9\ Nm^2C^{-2}]$

(i) සන්නායක කබොලේ අභ්‍යන්තර සහ බාහිර පෘෂ්ඨවල ප්‍රේරිත ආරෝපණ මොනවා ද?
(ii) P, R සහ T ලක්ෂ්‍යවල විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍ර තීව්‍රතාවයන් සොයන්න.
කේන්ද්‍රයේ සිට දුර (r) සමඟ විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍ර තීව්‍රතාව (E) වෙනස් වන ආකාරය දැක්වීම සඳහා දළ සටහනක් අඳින්න.

(iii) (a) P, Q, R සහ S ලක්ෂ්‍යවල විද්‍යුත් විභව සොයන්න.
(b) T සහ S ලක්ෂ්‍ය අතර විද්‍යුත් විභව අන්තරය සොයන්න. එනයින් T ලක්ෂ්‍යයේ විද්‍යුත් විභවය සොයන්න.
(c) කේන්ද්‍රයේ සිට දුර (r) සමඟ විද්‍යුත් විභවය (V) වෙනස් වන ආකාරය දැක්වීම සඳහා දළ සටහනක් අඳින්න.
(iv) අතිරේක -1μC ආරෝපණ ප්‍රමාණයක් සන්නායක කබොලට ලබා දුනි නම් එහි අභ්‍යන්තර සහ බාහිර පෘෂ්ඨවල ආරෝපණ ඝණත්ව සොයන්න.

ms<s;=re

(ii) $E = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Q}{r^2}$ මගින්

$E_P = 9\times10^9\times\frac{1\times10^{-6}}{0.2^2}$

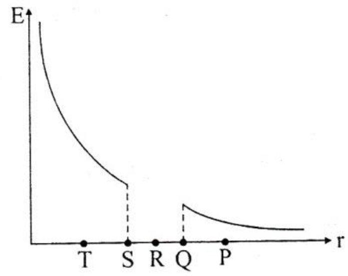
$= 2.25\times10^5\ NC^{-1}$

සන්නායකයක් තුළ විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍රය ශුන්‍ය බැවින්,

$E_R = 0$

$E_T = 9\times10^9\times\frac{1\times10^{-6}}{0.05^2}$

$= 3.6\times10^6\ NC^{-1}$



(iii)(a) $V = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Q}{r}$ මගින්

$V_P = 9\times10^9\times\frac{1\times10^{-6}}{0.2}$

$= \underline{4.5\times10^4\ V}$

$V_Q = 9\times10^9\times\frac{1\times10^{-6}}{0.15}$

$= \underline{6.0\times10^4\ V}$

සන්නායකයක් තුළ විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍රය ශුන්‍ය බැවින්,

$\underline{V_R = V_Q = 6.0\times10^4\ V}$

$\underline{V_S = V_Q = 6.0\times10^4\ V}$

(b) $V = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\Sigma\left[\frac{Q}{r}\right]$ මගින්

$V_T = 9\times10^9\left[\frac{1\times10^{-6}}{0.05} - \frac{1\times10^{-6}}{0.10} + \frac{1\times10^{-6}}{0.15}\right]$

$= 15.0\times10^4\ V$

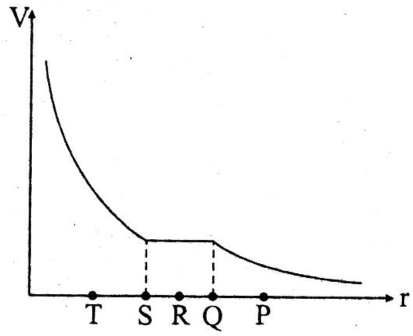
$V_{TS} = V_T - V_S$

$= 15.0\times10^4 - 6\times10^4$

$= \underline{9\times10^4\ V}$

(i) අභ්‍යන්තර පෘෂ්ඨයෙහි ප්‍රේරිත ආරෝපණය,
= -μC
බාහිර පෘෂ්ඨයෙහි ප්‍රේරිත ආරෝපණය = +1μC

(c)



(iv) අතිරේකව ලබා දෙන ආරෝපණය සන්නායක කබොලෙහි ඇතුල් පෘෂ්ඨයෙහි නොරැඳේ.
∴ ඇතුල් පෘෂ්ඨයෙහි ආරෝපණ ඝණත්වය,

$= \dfrac{-1 \times 10^{-6}}{4\pi \times 0.1^2}$

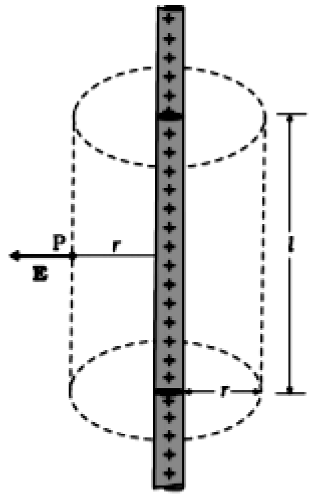
$= \underline{-7.96\ \mu C\ m^{-2}}$

(-7.9 සහ -8.1 අතර ඕනෑම අගයක් නිවැරදි යැයි සැලකේ.)
බාහිර පෘෂ්ඨයෙහි ආරෝපණ ඝණත්වය = 0

III wjia:dj (-

අපරිමිත ලෙස දිගු, සෘජු, සිහින් ආරෝපිත සන්නායක සිට r දුරකින් පිහිටි ලක්ෂ්‍යයක E හා V සෙවීම.

සන්නායකයේ ඒකක දිගක පවතින ආරෝපණ ප්‍රමාණය λ (Cm^{-1}) නම් සිලින්ඩරය තුළ l දිගක පවතින ආරෝපණ ප්‍රමාණය



$q = \lambda\, l$

මෙම ආරෝපණය නිසා වක්‍ර පෘෂ්ඨයෙන් පමණක් ලම්භකව විද්‍යුත් ස්‍රාවය පවතී. එනම් එම වර්ගඵලය,

$A = 2\pi r l$

පෘෂ්ඨය මත ලක්ෂ්‍යයක ක්ෂේත්‍ර ප්‍රබලතාවය E නම්,

$\emptyset_E = E_P A$

$\emptyset_E = E_P \times 2\pi r l \longrightarrow (2)$

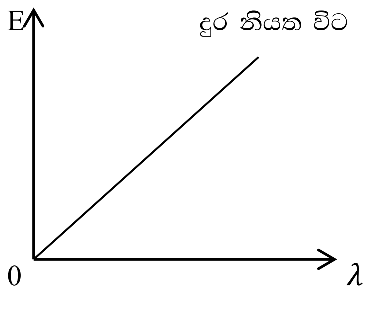
එමෙන්ම $\emptyset_E = \dfrac{\Sigma q}{\varepsilon_0} = \dfrac{q}{\varepsilon_0} = \dfrac{\lambda l}{\varepsilon_0} \longrightarrow (1)$

(1) = (2)

$\dfrac{\lambda l}{\varepsilon_0} = E_P 2\pi r l$ $\boxed{E_P = \dfrac{1}{2\pi\varepsilon_0}\,\dfrac{\lambda}{r}}$

ආරෝපණ විශාලත්ව නියත විට

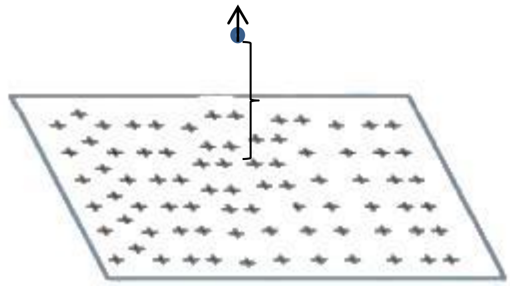
දුර නියත විට



IV wjia:dj

ඒකාකාරව ආරෝපණය ව්‍යාප්ත වී ඇති විශාල පෘෂ්ඨයක සිට r දුරකින් පිහිටි ලක්ෂ්‍යක E සෙවීම.

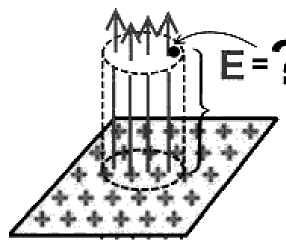
පෘෂ්ඨීක ආරෝපණ ඝනත්වය σ වන විශාල තහඩුවක් සලකමු. මෙවිට ස්‍රාව රේඛා ඒකාකාරව සමාන්තරව පෘෂ්ඨයෙන් පිටවේ.



පෘෂ්ඨීක ආරෝපණ ඝනත්වය $= \frac{\Delta Q}{\Delta A}$

$$\sigma = \left(\frac{\Delta Q}{\Delta A}\right)$$

තහඩුව මත අඩිය පිහිටන සිලින්ඩරාකාර ගවුස් පෘෂ්ඨයක් සලකමු. මෙවිට අඩියේ වූ ආරෝපන නිසා ඇතිවන සියලුම ස්‍රාවය A වර්ගඵලයෙන් යුතු වෘත්තාකාර හරස්කඩින් පමණක් අභිලම්භව ගමන් කරයි.



$\sigma = \frac{\Delta Q}{A}$ $\qquad \Delta q = \sigma A$

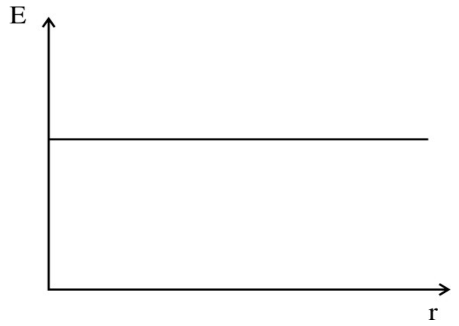
සිලින්ඩරයේ පවතින ආරෝපණ ප්‍රමාණය

අර්ථ දැක්වීමෙන් , $\emptyset = EA \longrightarrow (1)$

ප්‍රමේයයෙන් (ගවුස්), $\emptyset = \frac{\Sigma q}{\varepsilon_0}$

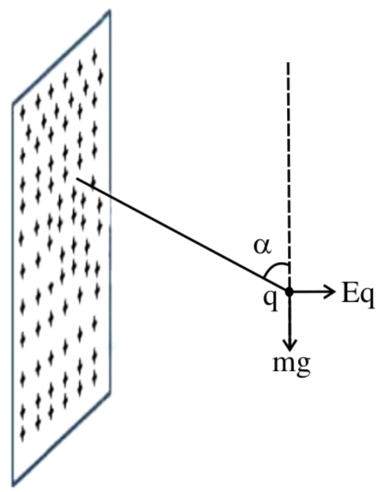
$$\emptyset = \frac{\sigma A}{\varepsilon_0} \longrightarrow (2)$$

$(1) = (2)$ න් $\sigma A = \frac{\sigma A}{\varepsilon_0}$ $\quad$ *එමනිසා* $\quad E = \frac{\sigma}{\varepsilon_0}$



ක්ෂේත්‍රය ඒකාකාර නිසා ක්ෂේත්‍ර ප්‍රබලතාවය තහඩුවේ සිට මනින දුර සමඟ ක්ෂේත්‍ර ප්‍රබලතාවය වෙනස් නොවේ.

.eg¨j



(1) a) පෘෂ්ඨීක ආරෝපණ ඝනත්වය $+\sigma$ (Cm^{-2}) වන විශාල සන්නායක තහඩුවක් අචලව සිරස්ව සවිකර ඇත. අනෙක් පස වායුගෝලය ඇති අතර නයිලෝන් තන්තුවකින් ස්කන්ධය m හා ආරෝපණය +q අංශුවක් ගැටගසා අනෙක් කෙළවර තහඩුවට සම්බන්ධ කළ විට තන්තුව තහඩුව සමඟ සාදන කෝණය සඳහා ප්‍රකාශනයක් ලබා ගන්න.

b) දැන් එවැනිම සර්වසම තවත් තහඩුවක් පහත එක් එක් අවස්ථාවේ අනෙක් තහඩුවට (අංශුවේ ස්පර්ශ නොවන ලෙස) සමීප කළ විට නව කෝණයට කුමක් වේද?

i) දෙවැනි තහඩුව අංශුව මැදිවන ලෙස දකුණු පසින් සිට වූ විට,

ii) දෙවන තහඩුව අංශුව ඇති පැත්තට විරුද්ධ පසින් සිට වූ විට

Odß;%1 *(Capacitors)*

ආරෝපණ එක්රැස් කර තබාගත හැකි උපාංගයක් ධාරිත්‍රකයක් ලෙස හඳුන්වයි.

සජාතීය ආරෝපන එකිනෙක විකර්ශනය කරන නිසාත්, විජාතීය ආරෝපණ එකිනෙක ආකර්ශනය වන නිසාත්, අනෙකුත් ද්‍රව්‍ය මෙන් ආරෝපණ අවකාශයේ ගබඩා කළ නොහැක.

මේ නිසා විජාතීය ආරෝපණ එකට තැබීමෙන් ඒවා උදාසීන තත්ත්වයට පත් වී භාවිතයට ගත නොහැකි වේ. නමුත්, එකම වර්ගයේ ආරෝපණ විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍ර බලයක් මගින්, විභව අන්තරයක් යටතේ වෙන් කර තැබීමෙන් පසුව ඒවා භාවිතයට ගත හැකිය.

∴ ධාරිත්‍රකයක ආරෝපණ ගබඩා කරන උපක්‍රමය වන්නේ විභව අන්තරයක් හරහා සජාතීය ආරෝපණ එකට තබා විජාතීය ආරෝපණ වෙන්ව ගබඩා කරයි.

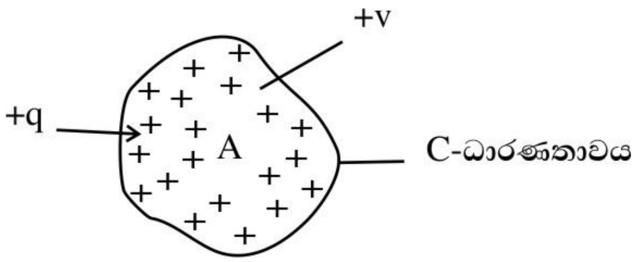
úoaHq;a OdrK;djh (Capacitance)

ධාරිත්‍රකයක 1 V විභව අන්තරයක් යටතේ ගබඩා කර තබාගත හැකි ආරෝපණ ප්‍රමණය එහි ධාරණතාවයයි.

ඕනෑම ධාරිත්‍රකයක් ආරෝපණය කරන විට එහි ගබඩා වන ආරෝපණ ප්‍රමාණය විභව අන්තරයට අනුලෝමව සමානුපාතිකව ඉහලයයි.

$Q \propto V$ එමනිසා $\frac{Q}{V} = C$ ∴ $\boxed{Q = CV}$

$C = 1\ CV^{-1}$ (අදිශයකි)



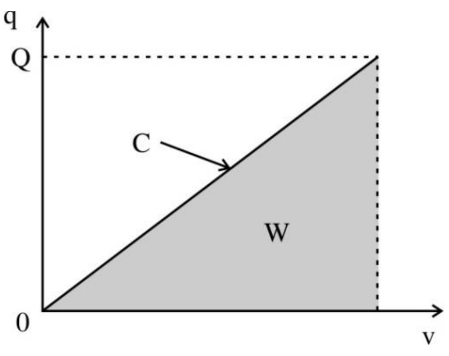
C හි SI ඒකකය = F(ෆැරඩ්)

Odrs;%lhl .nvdjk Yla;sh

$q \propto V \qquad \frac{q}{v} = C$

$q_1 = 0$ නම් $v_1 = 0$

$q_2 = Q$ නම් $V_2 = V$ වේ.



$W = q\,V_{මධ්‍යන්‍ය}$

$W = Q\,\frac{0+V}{2}$

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

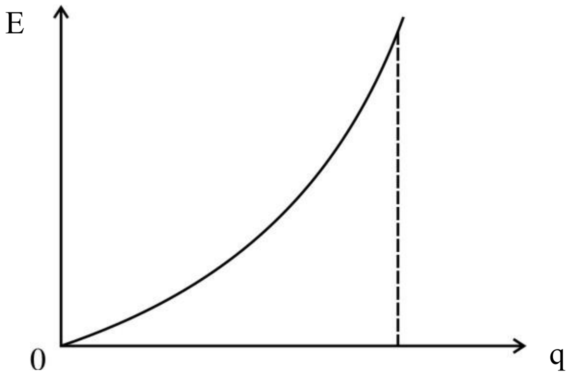
මෙම කාර්යය ධාරිත්‍රකය ආරෝපණය කිරීමට යොදා ගන්නා කෝෂය මගින් කරන අතර එය ධාරිත්‍රකයේ විද්‍යුත් විභව ශක්ති වැඩි වීමක් ලෙස ගබඩා වේ.

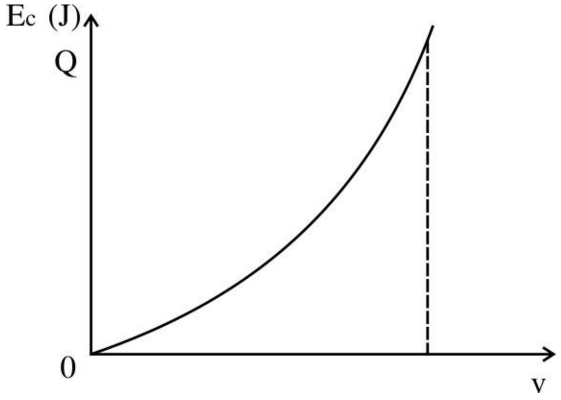
$\boxed{E_C = \frac{1}{2}QV}$

අර්ථ දැක්වීම $\therefore E_C = \frac{1}{2} CV^2$

නමුත්,

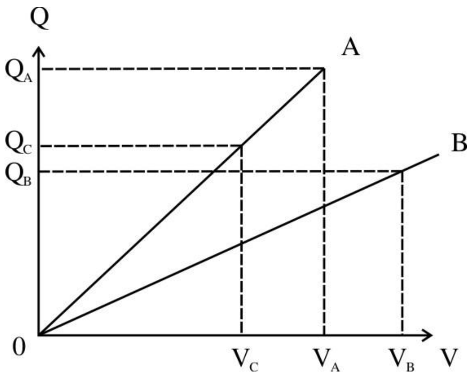
$V = \frac{Q}{C}$ $\quad E_C = \frac{1}{2} CV^2$ $\quad E_C = \frac{1}{2} C \times \frac{Q^2}{C^2}$, $\boxed{E_C = \frac{Q^2}{2C}}$





උදාහරණ:

A, B හා C යන එකිනෙකට වෙනස් ධාරිත්‍රක 03කි. මේවා ආරෝපණය කිරීමේ දී අඳින ලද Q−V වක්‍ර එකම අක්ෂ මත දැක් වූ රූපයේ පරිදි ලැබී ඇත. මේ පිළිබඳව කර ඇති පහත ප්‍රකාශ සලකා බලන්න.



A) ධාරිත්‍රකවල ධාරිතා $C_B < C_A = C_C$ ලෙස වේ.

B) වැඩිම විභව අන්තරයට ආරෝපණය වී ඇත්තේ A ය.

C) ආරෝපණය වැඩිම ප්‍රමාණයක් ගබඩා වී ඇත්තේ A වලයි.

D) වැඩිම ශක්තිය ගබඩා වී පවතින්නේ A වලයි. මින් සත්‍ය වගන්ති වනුයේ,

A) √ $\frac{Q}{V} = C$ (අනුක්‍රමන සමාන නිසා)

B) X

C) √

D) √ වැඩිම වර්ගඵලය ඇතිනිසා.

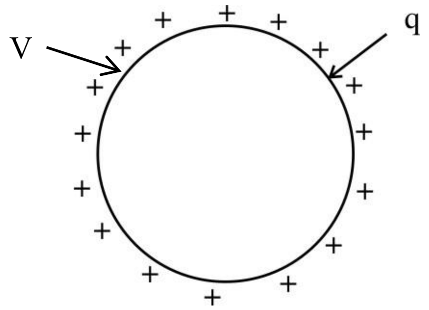
(1) i) ගෝලාකාර සන්නායකයක ධාරිතාවය C සඳහා ප්‍රකාශනයක් ε_0 හා ගෝලයේ අරය a ඇසුරින් ලබාගන්න.

ii) අරයන් පිළිවෙලින් a. b වන (b > a) ගෝලීය සන්නායක වස්තු 02ක් ගෙන ඉන් කුඩා ගෝලයට ආරෝපණයක් දී ඇත්තේ එහි විභවය +V වන ලෙසයි. අනෙක උදාසීන වී ඇත. මෙම ගෝලයේ ගබඩා වී ඇති ආරෝපණ ප්‍රමාණය සඳහා ප්‍රකාශනයක් ලියන්න.

iii) දැන් මෙම ගෝල භූගතය වලකා සිහින් සන්නායක කම්බියකින් සම්බන්ධ කරයි. අනවරත තත්ත්වයට පැමිණි පසු ඒවාහි විද්‍යුත් විභවයක් V_1 සඳහා ප්‍රකාශනයක් ලබා ගන්න.

iv) $a = 5$ cm, $b = 9$ cm, $V = +6V$, $= \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} = 9 \times 10^9$ Nm^2C^2 නම් V_1 හි අගයන් ඉහත සම්බන්ධය නිසා ශක්ති හානි වේදැයි නොවේදැයි ගණනයන් ඇසුරින් දක්වා ශක්ති හානියක් සිදු වී ඇත්නම් එය කුමක් සඳහා දැයි ප්‍රකාශ කරන්න.

ms<s;=re



i) $C = \frac{q}{v}$ නිසා

$v = \frac{1}{4\pi\varepsilon} \frac{q}{r}$

$4\pi\varepsilon_0 a = \left(\frac{q}{v}\right)$

$4\pi\varepsilon_0 a = C$

$C = 4\pi\varepsilon_0 a \qquad C \propto a$

ii) $Q = CV$

$= 4\pi\varepsilon_0 aV$

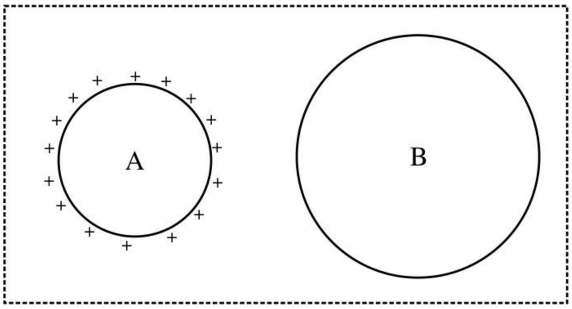
iii) ආරෝපණ සංස්ථී මූලධර්මයට අනුව,

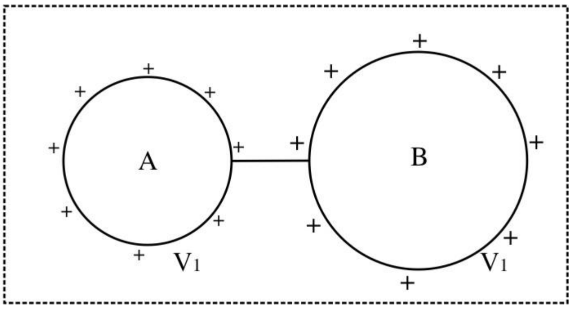
$q_A + q_B = Q$

$4\pi\varepsilon_0 a V_1 + 4\pi\varepsilon_0 b V_1 = 4\pi\varepsilon_0 a V$

$aV_1 + bV_1 = aV$

$V_1 = \frac{aV}{(a+b)}$





iv) $V_1 = \frac{a}{(a+b)} V$

$= \frac{5x10^{-2}}{(9+5)x\ 10^{-2}} \times 6$

$= 2.14$ V

සම්බන්ධ කිරීමට පෙර

$W = \frac{1Q}{2} v$

$= \frac{1}{2} \times \frac{10}{3} \times 10^{-11} \times 6$

$= 1 \times 10^{-10}$ J

$Q = 4\pi\varepsilon_0 a\, v$

$= \frac{1}{9x10^9} \times 5 \times 10^{-2} \times 6^2$

$= \frac{10}{3} \times 10^{-11}$

$= 3.33 \times 10^{-11}$ C

q_A, සෙවීම (පසු)

$q_A \quad = 4\pi\varepsilon_0 a V_1$

$= \frac{1}{9x10^9}$ x 5 x 10^{-2} x $\frac{10}{7}$

$= \frac{25 \text{ x } 10^{-11}}{7 \text{ x } 3}$

$= \frac{3.55}{3}$ x 10^{-11} C

= 1.14 x 10^{-11}C (0.114 x 10^{-10} C)

q_B = Q = q_A

= (3.33- 1.14) x 10^{-11} C

= 2.19 x 10^{-11} C

E_2 (පසු ශක්තිය) $= \frac{1}{2} q_A V_A + \frac{1}{2} q_A V_B$

$= \frac{1}{2}$ x $\frac{15}{7}$ $(q_A + q_B)$

$=\frac{15}{14}$ x 3.33 $\frac{10}{3}$ x 10^{-11}

= 3.57 x 10^{-11}

= 0.357 x 10^{-10} J

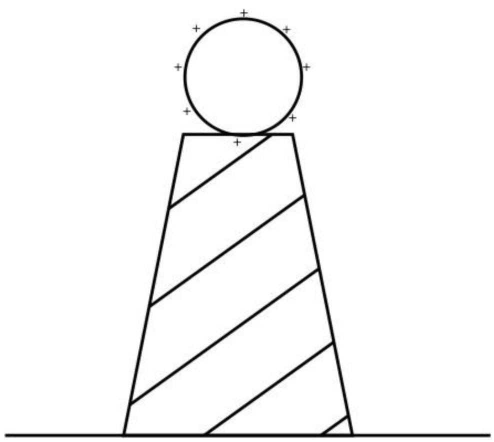
හානි වී ඇති ශක්තිය, $E_2 < E_1$

ΔE = (1.00 – 0.357) x 10^{-10}

= 6.43x 10^{-11}J

මෙම ශක්තිය ගෝල 2 සම්බන්ධ කළ සන්නායකයේ ආරෝපණය ගලායාම හෙවත් ධාරාව ගලායාම නිසා ජූල් තාපනය ලෙස හානි වී ඇත.

jd;fha úoHq;a ì| jeáu'



(1) i) වාතයේ විද්‍යුත් බිඳවැටීම යන්නෙන් අදහස් කරයි ද? ඉහත සංසිද්ධිය සිදු වව්නේ වාතය තුළ 3 x 10^6 Vm^{-1} තරම් විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍රයක් හට ගන්නා විටයි.

ii) මෙසේ අරය 10 cm වන සන්නායක ගෝලයක වාතයේ විද්‍යුත් බිඳ වැටීමක් සිදු නොවන ලෙස ගබඩා කළ හැකි උපරිම ආරෝපණ ප්‍රමාණය කොපමණද?

iii) එමෙන්ම මෙවැනි ආරෝපණයක් ලබා දී ටික වේලාවක් ගතවන විට ක්‍රමයෙන් ගෝලයේ විභවය අඩුවන බව සොයා ගනී නම් එයට හේතුව කුමක්ද?

iv) ඉහත ගෝලයේ පෘෂ්ඨය මත කුඩා නෙරුමක් නිර්මාණය කර තිබුණේ නම් මුල් අගයේ දී ට පෙර වාතයේ විද්‍යුත් බිඳ වැටීමක් සිදුවේ ද? නොවේ ද? හේතු දක්වන්න.

පිළිතුරු

i) වාතය පරිවාරක වුව ද ප්‍රබල විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍ර මඟින් වායුව දූවිලි අංශූන් ආදිය අයණීකරණයට ලක් වී හොඳම සන්නයන මාධ්‍යයක් බවට පත් වී ක්ෂණික ධාරා ගලා යාමයි.

ii) $E = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Q}{r^2}$

$3 \times 10^6 = 9 \times 10^9 \times \frac{Q}{10 \times 10 \times 10^{-4}}$

$\frac{3 \times 10^4}{9 \times 10^4} = Q$

$Q = 0.333 \times 10^{-5}$ C

$Q = 3.33 \times 10^{-6}$ C

වෝල්ටීයතාව අවශ්‍ය නම්,

$E = \left(\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\ \frac{q}{r}\right)\frac{1}{r}$ $\qquad V = Er$

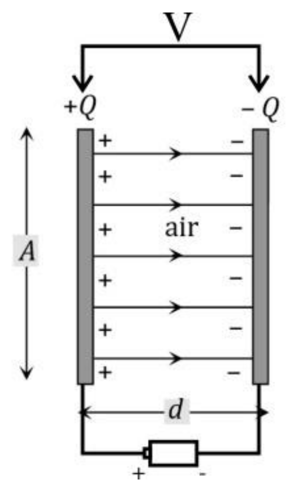
$3.00 \times 10^{+6}$ C $\times 10^{-1} = V$ $\qquad V = 3 \times 10^5$ V

iii) මෙහිදී සිදු වන්නේ සෘණ ලෙස ආරෝපිත දූවිලි වායු අංශු ආදිය ගෝලයේ ගැටී ආරෝපණ උදාසීන කරමින් කාන්දු කරයි.

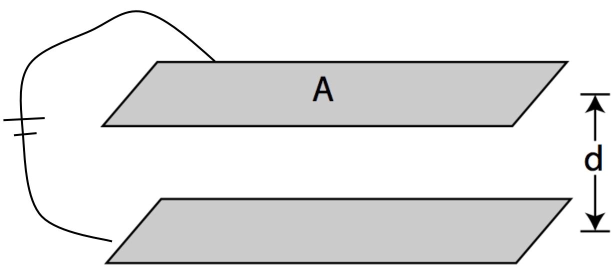
v) තුඩ ඇති නිසා එම ස්ථානයේ වර්ගඵලය අඩුය. ∴ σ වැඩිය. $E = \frac{\sigma}{\varepsilon}$ ∴ ක්ෂේත්‍ර ප්‍රබලතාවය තුඩ ආසන්නයේ අනෙක් ස්ථාන වලට සාපේක්ෂව සීඝ්‍රයෙන් වැඩි වේ. එම ස්ථානය අසල වාත අංශු ප්‍රථමයෙන්ම අයනීකරනය විම ආරම්භ වී විද්‍යුත් බිඳ වැටීම සිදු වේ.

iudka;r ;yvq Odß;%l

පාරවිද්‍යුත් මාධ්‍යයක් (වාතය, වීදුරු, Plastic, ෆැරපින් ඉටි ආදී) මගින් වෙන් කරන ලද සමාන්තර තහඩු 2ක් ධාරිත්‍රකයක් ලෙස හැසිරේ. ධාරිත්‍රකයක් ආරෝපණය කිරීමට භාවිතා කරන ලද සරල ධාරා කෝෂය හා බැඳි පරිපථයක් රූපයේ දැක්වේ.

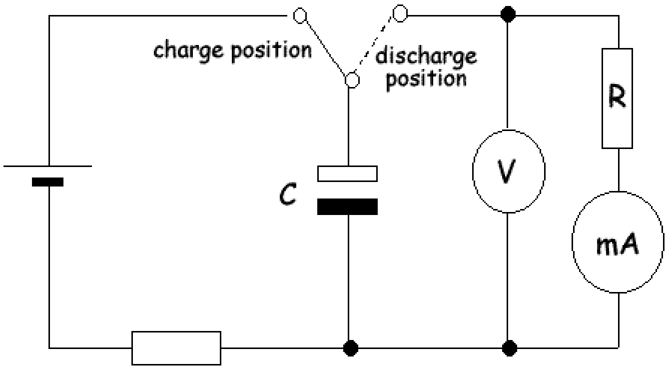


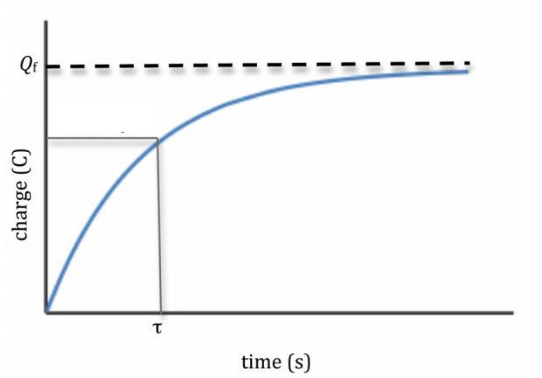
Odß;%lhla wdfrdamKh lsÍu'



$$C = \frac{\varepsilon A}{d}$$

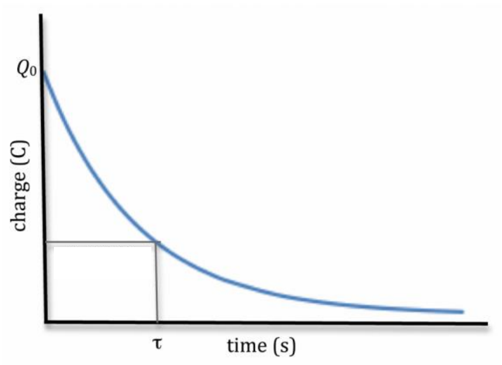
කෝෂයේ විද්‍යුත් ගාමක බලය මඟින් X තහඩුවේ ඇතුල් පැත්තේ තැන්පත් කරයි. මෙම ක්‍රියාව ආරම්භයේ සීඝ්‍රයෙන් සිදුවේ. නමුත් කාලය සමග තහඩුව අතර විභව අන්තරය ද වැඩි වී ප්‍රේරනය වන විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍රය ද වැඩි වේ. බැටරියේ ක්‍රියාවට ප්‍රතිවිරුද්ධත්වයක් දක්වය. මේ නිසා එක්තරා අවස්ථාවක් එළඹුණු පසු කෝෂයේ අග්‍ර අතර විභව අන්තරයට සමානව තහඩු අතර විභව අන්තරය ගොඩනැගේ. මෙවිට ආරෝපණ ගැලීම නතර වී උපරිම ආරෝපණයකට ලක් වේ.

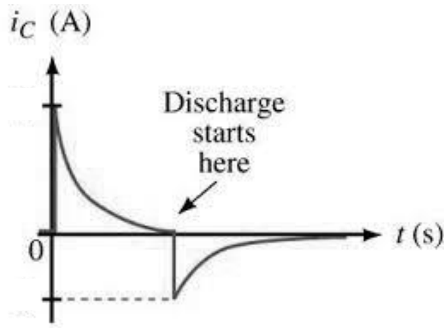




Odß;%lhla úi¾ckh lrk whqre

ධාරිත්‍රකයක් විසර්ජනය කරනුයේ සැම විටම සුදුසු භාර ප්‍රතිරෝධයක් හරහායි. නොඑසේ නම් එය ලුහුවත් වී අධික ධාරා ගලා ගොස් විනාශ වී යා හැකිය.





සමාන්තර තහඩු ධාරිත්‍රක ධාරණතාවය රඳා පවතින සාධක

C $= \frac{q}{v}$ විය යුතුය.

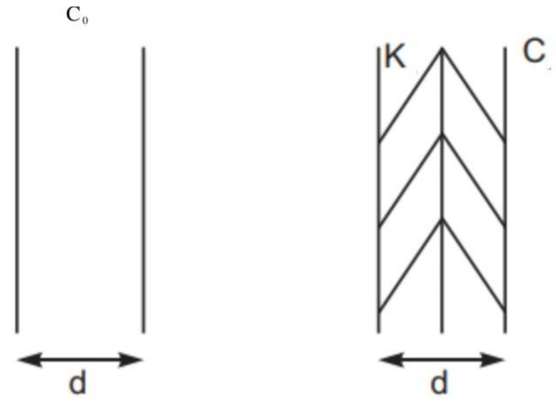
ධාරිත්‍රකයට ගබඩා වන ආරෝපණය යනු, ඕනෑම එක් තහඩුවක ඇති ආරෝපණ ප්‍රමාණයයි.

C $= \frac{q}{v}$

E $= \frac{\sigma}{\varepsilon_0}$, $E = \frac{v}{d}$, $\longrightarrow$ $\frac{\sigma}{\varepsilon_v} = \frac{v}{d}$

$\sigma = \frac{q}{A}$ නිසා, $\frac{q/A}{\varepsilon_0} = = \frac{v}{d}$, $\left(\frac{q}{v}\right) = \frac{\varepsilon_0 A}{d}$, $\boxed{C = \frac{\varepsilon A}{d}}$

➢ තහඩු අතරට පාර විද්‍යුත් නියතය k වන ද්‍රව්‍යයක් ඇතුල් කළ විට, ධාරණතාවය වැඩි කරගත හැකි බව පහත පරිදි පෙන්විය හැකිය.



$\varepsilon = K\varepsilon_0$ නිසා

C $= \frac{\varepsilon A}{d}$

C $= K\left(\frac{\varepsilon_0 A}{d}\right)$

C $= K\,C_0$

$1 \leq K$ (K ගුණයකින් වැඩි වී ඇත)

by; m%ldYkhg wkqj Odß;%hl Odrk;djh r|d mj;sk idOl 03ls'

(1) තහඩුවක වර්ගඵලය (A)

$C \propto A$

(2) තහඩු අතර පරතරය (d)

$C \propto \frac{1}{d}$

(3) තහඩු අතර මාධ්‍යයෙන් පාරවිද්‍යුත් නියතය (K)

$C \propto K$

Odß;%l j, .=Kdx.

ධාරිත්‍රක තහඩු අතර කිසිවිටෙක සරල ධාරා නොහලයි. නමුත් ගණනයන් වලදී තහඩු අතර ඇතිවන විභව අන්තරය සලකා කාර්චොෆ් නියමය යෙදිය හැකිය.

උදා:- සමාන්තර තහඩු ධාරිත්‍රයක තහඩු අතර ධාරිතාව 50 μC ට සඳහා තහඩු අතර පරතරය 0.9 mm ක් වන ලෙස පාරවිද්‍යුත් නියතය 6ක් වන තුනී මයිකා තහඩුවක් අතුරා නිර්මානය කිරීමේදී තහඩුවක වර්ගඵලය කුමක් විය යුතුද? මෙම ධාරිත්‍රයක 5 V විභව අන්තරයක් මඟින් ආරෝපණය කර ඇත්නම් එහි ගබඩා වී ඇති ශක්තිය කොපමණද? එය සැනලි පහනක් දැල්වීමට 0.2 s තුළ විසර්ජනය කරයි නම්, පහනේ මධ්‍යන්‍යය වෝල්ටීයතාවය කුමක්ද?

C $= \frac{\varepsilon A}{d}$

C $= K\,\frac{\varepsilon_0 A}{d}$

A $= \frac{cd}{k\,\varepsilon_0}$

A $= \frac{50\,x\,10^{-6}\,x\,0.9\,x\,10^{-3}}{6\,x\,9\,x\,10^{-2}}$

A $= \frac{50}{6}\,x\,10^{2}$

A $= 8.33 x 10^{2} m^{2}$

E $= \frac{1}{2} CV^{2}$

$= \frac{1}{2}\, 50 \times 10^{-6} \times 5 \times 5$

$= 625 \times 10^{-6}$ J

$= 6.25 \times 10^{-4}$ J

P $= \frac{E}{t}$, P $= \frac{6.25\,x\,10^{-4}}{0.2}$, P $= 31.25 \times 10^{-4}$ W,

P $= 3.125 \times 10^{-3}$ W (3.125 mW)

mßm:j,g Odß;%l iïnkaO lrk wdldr

දෙන ලද විභව අන්තරයක් යටතේ, ගබඩා කරගත හැකි ආරෝපණ ප්‍රමාණ වැඩිකර ගැනීමට නම් ධාරිතාවය වැඩි කරගත යුතුයි. ඒ සඳහා එක් ආකාරයකටත් ධාරිතාව අඩුකර ගැනීමට තවත් ආකාරයකටත් අවශ්‍යතාව අනුව පරිපථවලට ධාරිත්‍රක සම්බන්ධ කරන ආකාර 02 කි.

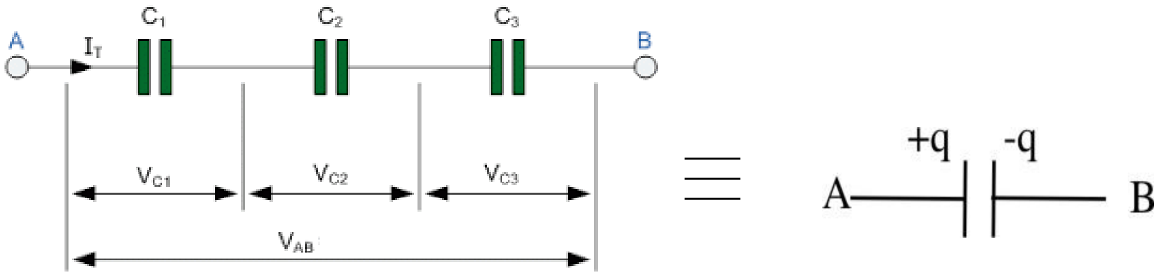
(1) ශ්‍රේණිගත සම්බන්ධය

(2) සමාන්තරගත සම්බන්ධය

fY%AKs.;j iïnkaO lsÍu'

දෙන ලද විභව අන්තරයක් යටතේ අඩු ආරෝපණ ප්‍රමාණයක් ගබඩා කිරීමට අවශ්‍ය නම්, එක් ධාරිත්‍රයක ධන තහඩුව අනෙක් ධාරිත්‍රකයක ඍණ තහඩුවට එකක් අනෙකට අනුපිළිවෙලින් සම්බන්ධ කිරීමෙන් මෙම ජාල ලබා ගනී.

උදාහරණ ලෙස V විභව අන්තරයක් යටතේ ධාරණතා C_1, C_2, C_3, ධාරිත්‍රක 03ක් ශ්‍රේණිගතව සම්බන්ධ කර ඇති අවස්ථාවක් සලකමු.



iul OdrK;dj ^uq`t OdrK;djh& (C_T)

සලකනු ලබන විභව අන්තරය යටතේ ධාරිත්‍රක ජාලයේ ගබඩා කරඇති ආරෝපණ ප්‍රමාණයම එම විභව අන්තරය යටතේම ගබඩා කර තබාගත හැකි තනි ධාරිත්‍රකයේ ධාරණතාවයයි.

$Q_T = C_T V_T$

$Q_T = C_T (V_1+V_2+V_3)$

$q_1 = C_1V_1$, $\quad q_2 = C_2V_2$, $\quad q_3 = C_3V_3$

සමක ධාරණතාවය C_T නම්,

$\frac{q}{c_1} = V_1 \qquad \frac{q}{c_2} = V_2 \qquad \frac{q}{c_3} = V_3$

$\therefore q = C_T \left(\frac{q}{c_1} + \frac{q}{c_2} + \frac{q}{c_3}\right)$, $\Rightarrow$ $\boxed{\frac{1}{C_T} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}}$

$$C_T = \frac{C_1C_2C_3}{C_2C_3+C_1C_3+C_2C_1}$$

සමකය ධාරණතාවයේ පරස්පය යනු එක් එක් ධාරිත්‍රක වල පරස්පල වල එකතුවට සමාන වේ.

මෙවැනි ජාලයක ඇති ලක්ෂණ :-

✓ සෑම ධාරිත්‍රයක්ම එකම ආරෝපණ ප්‍රමාණ ගබඩා කරයි. (භාවිතයට ගතහැකි වන්නේද මින් එක් ආරෝපණයක් පමණි)

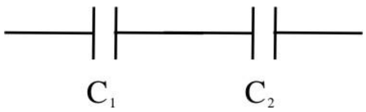
✓ මේ නිසා ධාරණතාවය වෙනස් වීමේ දී අනුරූප විභව අන්තරය වෙනස් වේ.

✓ එබැවින් වෝල්ටීයතා අතර අනුපාත $V_1: V_2: V_3 = \frac{1}{C_1} : \frac{1}{C_2} : \frac{1}{C_3}$ ලෙස වේ.

✓ ජාලයේ සමක ධාරණතාව එහි ඇති තනි ධාරිත්‍රකයක අඩුම ධාරණතාවයටත් වඩා අඩුය.

✓ ජාලයට අලුතින් ශ්‍රේණිගතව ධාරිත්‍රකයක් සම්බන්ධ වීමේ දී සමක ධාරණතාවය පෙර අගයට වඩා අඩු වේ. මෙවිට විභව අන්තරය නියත නම්, දැන් ගබඩාවන ආරෝපණ ප්‍රමාණය පෙරට වඩා අඩු වේ.
එලෙසින්ම ශ්‍රේණිගතව පැවති ධාරිත්‍රකයක් ජාලයෙන් ඉවත් වන විට සමක ධාරණතාවය පෙර අගයට වඩා වැඩි වේ. විභව අන්තරය නියත නම් ගබඩා වන ආරෝපණ ප්‍රමාණය වැඩිය.

✓ ධාරිත්‍රක 02ක් පමණක් ශ්‍රේණිගතව ඇත්නම්,



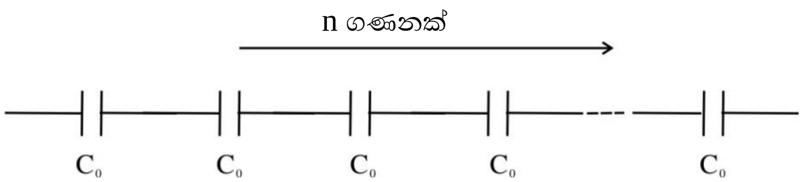
$$C_T = \frac{C_1C_2}{C_1+C_2}$$

✓ C_0 සමාන ධාරණතා ඇති ධාරිත්‍රක n ගණනක් ඇති විට,

$\frac{1}{C_T} = \frac{1}{C_0}$ n ගණනක්

$\frac{1}{C_T} = \frac{1}{C_0}$ x n

$C_T = \frac{C_0}{n}$



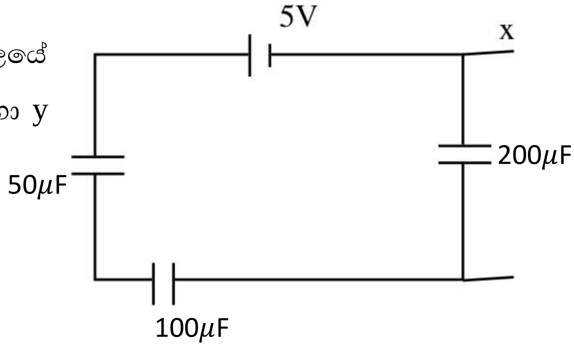
➢ පරිමිත ධාරණතාවයක් ඇති ධාරිත්‍රකයක් සමග සාපේක්ෂ විශාල/ අපරිමිත ධාරණතාවයක් ඇති ධාරිත්‍රකයක් සම්බන්ධ වීමේ දී විශාල ධාරණතාවය ඇති ධාරිත්‍රකය ලුහුවත් වේ.

$\frac{1}{C_T} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$

$\frac{1}{C_T} = \frac{1}{C_1} + \cancel{\frac{1}{\infty}}$ 0

$C_T \simeq C_1$

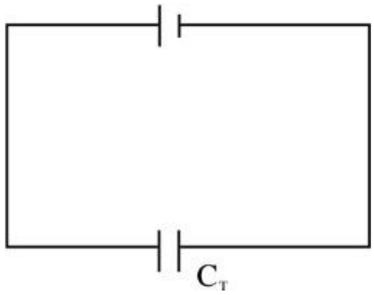
උදා' අනවරත අවස්ථාවට එළඹුණු පසු පහත ධාරිත්‍රක ජාලයේ ගබඩා වන මුළු ආරෝපණ ප්‍රමාණය සොයන්න. මෙවිට x හා y අතර විභව අන්තරය කොපමණද?



$\frac{1}{C_T} = \frac{1}{50} + \frac{1}{200} + \frac{1}{100}$

$$\frac{1}{C_T} = \frac{4+1+2}{200}$$

C_T = 200/7 μC = 28.5 x 10^{-6} F



$C = \frac{q}{v}$

$q = CV$

$q = \frac{200}{7} \times 5 \times 10^{-6}$

$= 142.8 \times 10^{-6}$ C

$= 142.8\ \mu C$

$C = \frac{q}{v}$

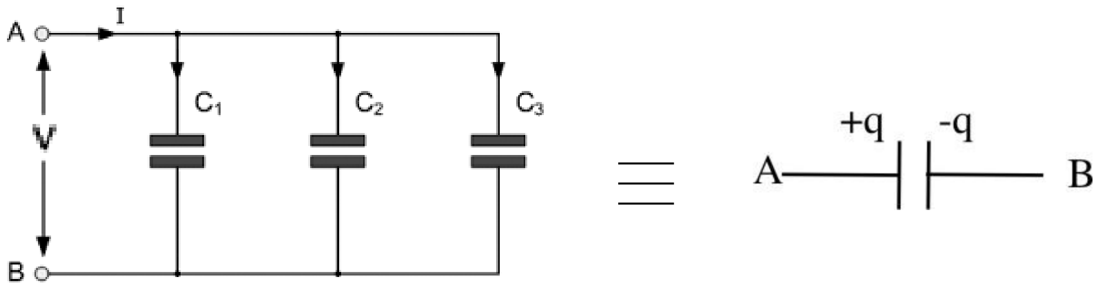
$V = \frac{142.8 \times 10^{-6}\, C}{200 \times 10^{-6}}$

$V = 0.714$ V

iudka;r.;j iïnkaO lsÍu

දෙන ලද විභව අන්තරයක් යටතේ ධන ආරෝපිත තහඩු එකම අග්‍රයකටත් සෘණ ආරෝපිත තහඩු එකම අග්‍රයකටත් වන පරිදි එකක් අනෙකට සම්බන්ධ කිරීම මගින් ජාලයේ මුළු ධාරණතාවය වැඩි කරගනු ලබයි. එමගින් වැඩි ආරෝපණ ප්‍රමාණයක් ගබඩා කරගත හැකි වේ.

උදාහරණ ලෙස V විභව අන්තරයක් යටතේ C_1, C_2, C_3 ලෙස එකිනෙක සමාන්තරගතව සම්බන්ධ කර ඇති අවස්ථාවක් සලකමු.



✓ සෑම ධාරිත්‍රකයක් හරහාම එකම විභව අන්තරයක් පවතී.

✓ C වෙනස් වීමේ දී මේ නිසා Q වෙනස් වේ. (ගබඩා කර ගන්නා ආරෝපණ ප්‍රමාණය)

$q \propto C$

✓ $q_1 : q_2 : q_3 = C_1 : C_2 : C_3$

✓ ජාලයේ මුළු ආරෝපණය යනු එක්එක් ධාරිත්‍රක වල ගබඩා වී ඇති ආරෝපණයන්ගේ එකතුවයි.

$q_T = +q_1 + q_2 + q_3$ හෝ $-q_1 - q_2 - q_3$

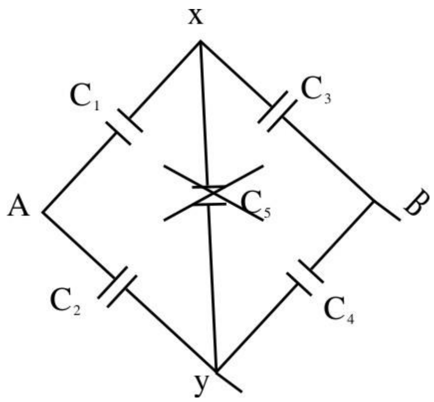
මෙම ආරෝපණ ප්‍රමාණයම ඉහත V විභව අන්තරය යටතේම ගබඩා කර ගන්නා තනි ධාරිත්‍රකයේ ධාරණතාවය C_T නම්,

$C_T = \frac{Q_T}{V}$, $Q_T = C_T V$, $Q_T = q_1 + q_2 + q_3$, $q_1 + q_2 + q_3 = C_T V$

$q_1 = C_1V$, $q_2 = C_2V$, $q_3 = C_3V$

$C_1V + C_2V + C_3V + C_TV$ ➡ $\boxed{C_T = C_1 + C_2 + C_3}$

- ✓ ජාලයට සමාන්තරගතව අලුතින් ධාරිත්‍රක එකතු වන විට සමකය සමක ධාරිතාවය පෙර පැවති අගයට වඩා වැඩි වේ. මේ නිසා විභව අන්තරය නියත නම් ගබඩා වන ආරෝපණ ප්‍රමාණය වැඩි වේ.
- ✓ පැවති සමාන්තරගත ප්‍රතිරෝධයක් ජාලයෙන් ඉවත් වන විට සමක ධාරණතාවය අඩු වේ. V නියත නම් q ද අඩු වේ.



Note:

- සමක ධාරණතා සෙවීමේදී විත්ස්ටෝන් සේතු සිද්ධාන්තය තවදුරටත් වලංගු වේ. සුදුසු ධාරිත්‍රක 04ක් අතර පහත ආකාරයේ සම්බන්ධයක දී ධාරිතා අතර අනුපාත ගැලපේ නම් x හා y අග්‍ර අතර විභව අන්තරය ශුන්‍ය වේ.

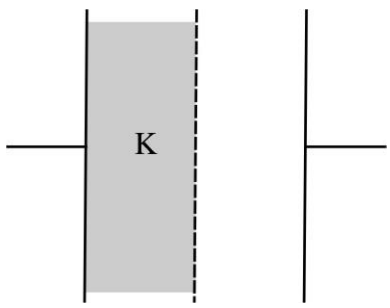
  මෙහි $C_1/ C_2 = C_3/ C_4$

❖ **ධාරිත්‍රකයක් ඇතුලත අවකාශ පාර විද්‍යුත් මාධ්‍යකින් පිරවීමේදී මුළු ධාරණතාවය සඳහා ප්‍රකාශන ගැනීම.**

තහඩුවක වර්ගඵලය A ද තහඩු අතර පරතරය d ද වන වාතයෙන් පිරි ධාරිත්‍රකයක් සලකමු.

එවිට $C_0 = \frac{\varepsilon_0 A}{d}$

(1) ධාරිත්‍රකයේ මධ්‍යය හරහා යන සිරස් සමමිතික තලයෙන් එක් අර්ධයක් පමණක් පාරවිද්‍යුත් නියතය K වන ද්‍රව්‍යයකින් පිරවූ විට වර්ගඵලය වෙනස් නොවේ. පරතරය අර්ධයක් වේ.



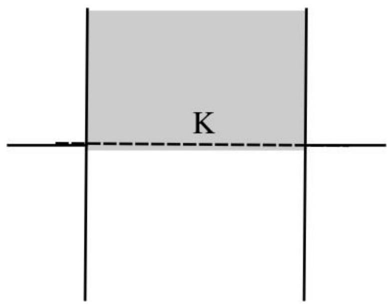
$C_T = \frac{C_1 x C_2}{C_1 + C_2}$

$C_T = \frac{2\ k\ C_0 x\ 2C_0}{2\ K\ C_0 + 2C_0}$

$C_T = \left(\frac{2K}{K+1}\right) C_0$

K = 9 නම්, $C_T = \frac{2\ x\ 9}{9+1} C_0 = 1.8\ C_0$

(2) ධාරිත්‍රකය හරහා යන තිරස් සමමිතික අක්ෂයෙන් එක් අර්ධයක් පමණක් පිර වූ විට,



$C_1 = \frac{\varepsilon A}{d}$, $C_1 = \frac{K\,\varepsilon_0 A}{2d}$

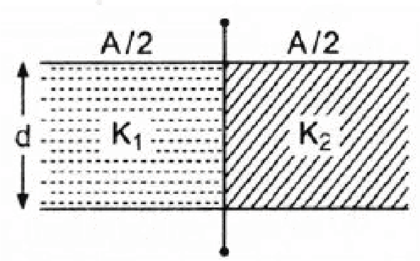
$C_1 = \frac{K C_0}{2}$, $C_2 = \frac{\varepsilon A}{d} = \varepsilon_0 \frac{A/2}{d} = \varepsilon_0 \frac{A}{2d} = \frac{C_0}{2}$

$$\therefore C_T = C_1 + C_2 = \frac{k c_0}{2} + \frac{c_0}{2} = \frac{c_0}{2}(k+1)$$

උදාහරණ ලෙස,

k = 9 නම්, $C_T = \frac{c_0}{2}(9+1)$, $C_T = 5C_0$, පෙරට වඩා වැඩි වේ. $5\,C_0 > 1.8\,C_0$

(3) ධාරිත්‍රකය හරහා යන තිරස් සමමිතික අක්ෂයෙන් එක් එක් අර්ධයන් එකිනෙකට වෙනස් පාර විද්‍යුත් මාධ්‍ය වලින් පිර වූ විට,



$C_0 = \frac{\varepsilon A}{d}$

$C_1 = \frac{\varepsilon_0 k_1 A/2}{d}$, $C_1 = k_1 \frac{\varepsilon_0 A}{2\,d}$

$C_1 = \frac{k_1 c_0}{2}$

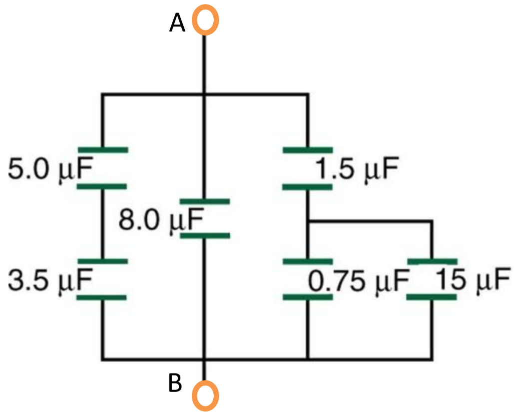
$C_2 = k_2 \varepsilon_0 \frac{A/2}{d} = \frac{K_2}{2}\frac{\varepsilon_0 A}{d}$

$C_2 = \frac{K_2 C_0}{2}$

$C_T = \frac{C_0}{2}(K_1 + K_2)$

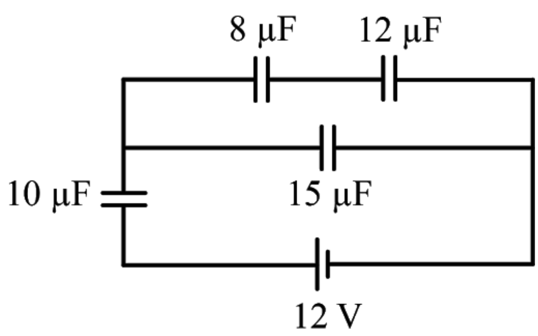
අභ්‍යාස

01. පෙන්වා ඇති පරිපථයේ A හා B අතර සමක ධාරණතාවය ගණනය කරන්න



(උත් $11.43\ \mu F$)

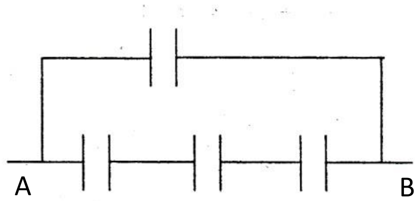
02. පෙන්වා ඇති පරිපථයට සම්බන්ධ එක් එක් ධාරිත්‍රකය හරහා අනවරත අවස්ථාවෙන් පසු පවතින විභව අන්තරයත් ගබඩා වී ඇති ආරෝපණ ප්‍රමාණයන් ගණනය කරන්න



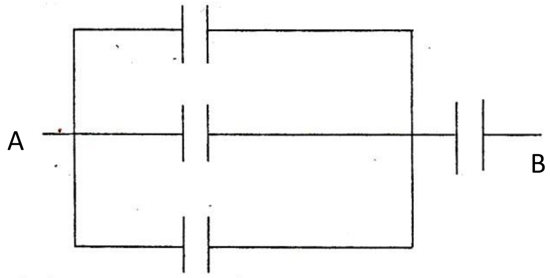
(උත් 8.25 V, 2.25V, 1.5 V)

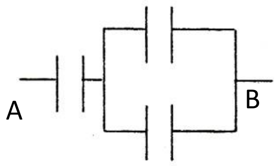
3. පහත ධාරිත්‍රක ජාලවල සෑම ධාරිත්‍රකයකම ධාරණතාව C_0 නම් A හා B අග්‍ර අතර මුළු ධාරණතාව සඳහා ප්‍රකාශන C_0 ඇසුරෙන් ලබාගන්න.

a)

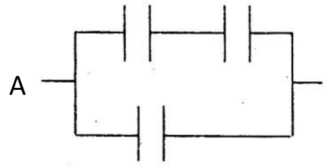


b)

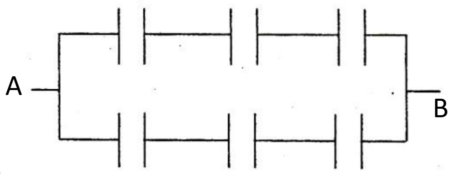




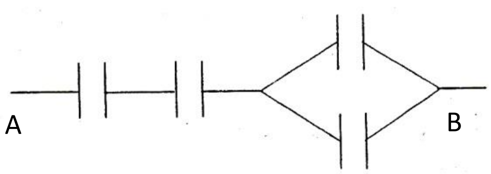
c)



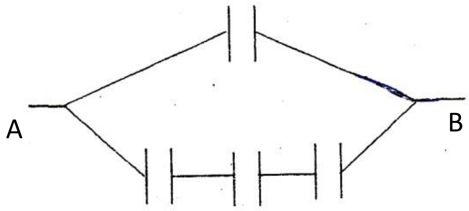
d)



e)



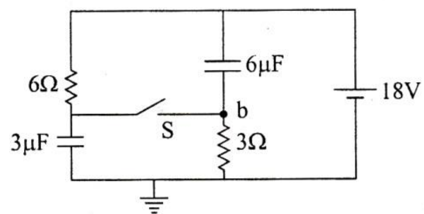
f)



g)

විසඳූ ගැටලු 04

ධාරිතාව C වූ ධාරිත්‍රයක ගබඩා වී ඇති විද්‍යුත් ශක්තිය $1/2\ Q^2/C$ යන්නෙන් දෙනු ලබන බව පෙන්වන්න.



මෙහි Q යනු ධාරිත්‍රකයේ අඩංගු ආරෝපණ ප්‍රමාණය වේ. රූපයේ පෙන්වා ඇති පරිපථයේ බැටරියකට නොසලකා හැරිය හැකි අභ්‍යන්තර ප්‍රතිරෝධයක් ඇත.

(i) S ස්විච්චය විවෘතව පවතින විට a හා b ලක්ෂ්‍ය අතර විභව අන්තරය කොපමණද? a හා b ලක්ෂ්‍යය අතරින් වැඩි විභවයක පවතින්නේ කුමන ලක්ෂ්‍යයද?
(ii) S ස්විච්චය විවෘතව ඇති විට එක් එක් ධාරිත්‍රකයේ පවතින ආරෝපණ ප්‍රමාණය සහ ගබඩා වී ඇති ශක්තිය සොයන්න.
(iii) S ස්විච්චය වැසූ පසු b ලක්ෂ්‍යයේ අවසෘන විභවය කුමක්ද ?
(iv) S වැසූ පසු එක් එක් ධාරිත්‍රකයේ පවතින ආරෝපණය සහ ගබඩා වී ඇති ශක්තිය කොපමණ ප්‍රමාණයකින් වෙනස් වේද?
(v) S ස්විච්චය විවෘතව තබා ධාරිත්‍රකය ආරෝපණය කිරීමෙන් අනතුරුව පරිපථය බැටරියෙන් ඒකලිත කර දන් S වැසුවේ නම් ධාරිත්‍රක එකිනෙකෙහි පවතින අවසාන ආරෝපණ ප්‍රමාණයන් කොපමණද?

පිළිතුරු 04

ධාරිත්‍රකයේ තහඩු දෙක හරහා පැවති මුල් විභව අන්තරය = 0
ධාරිත්‍රකය ආරෝපණය කිරීමෙන් පසු තහඩු දෙකේ විභව අන්තරය = V
∴ Q ආරෝපණය ගබඩා කරන ලද විභව අන්තරයේ සාමාන්‍යය, $\frac{0+V}{2} = \frac{V}{2}$
∴ ධාරිත්‍රකයේ ගබඩා වූ ශක්තිය = $\frac{V}{2} Q$
නමුත් $Q = CV$
∴ ගබඩා වූ ශක්තිය = $\frac{1}{2}\frac{Q^2}{C}$

(i) ධාරිත්‍රක ආරෝපණය කළ විට ප්‍රතිරෝධක හරහා ධාරාවක් නොගලයි.
a හි විභවය = 18 V
b හි විභවය = 0
එම නිසා a හා b අතර විභව අන්තරය = 18 V
a හි විභවය වඩා වැඩි වේ.

(ii) ධාරිත්‍රකයේ ආරෝපණය = $6 \times 10^{-6} \times 18$
$= 108 \times 10^{-6}$ C

3μF ධාරිත්‍රකයේ ආරෝපණය
$= 3 \times 10^{-6} \times 18$
$= 54 \times 10^{-6}$ C

6μF ධාරිත්‍රකයේ ගබඩා වී ඇති ශක්තිය
$= \frac{1}{2}\frac{(108 \times 10^{-6})^2}{6 \times 10^{-6}}$
$= 972 \times 10^{-6}$ J

3μF ධාරිත්‍රකයේ ගබඩා වී ශක්තිය

$$= \frac{1}{2}\,\frac{(54\times10^{-6})^2}{3\times10^{-6}}$$

$$= 486\times10^{-6}\ \text{J}$$

(iii) S වැසූ විට ප්‍රතිරෝධක මගින් විභව බෙදීමක් සිදු වේ.

b හි විභවය $= \frac{18\times3}{9} = 6\text{V}$

(iv) 6μF හරහා විභව අන්තරය $= 18 - 6 = 12\text{V}$

6μF මත ආරෝපණය $= 6\times10^{-6}\times12 = 72\times10^{-6}\ \text{C}$

ආරෝපණයේ වෙනස $= (108 - 72)\,10^{-6} = 36\times10^{-6}\ \text{C}$

ශක්තියෙහි වෙනස $= 972\times10^{-6} - \frac{1}{2}\,\frac{(72\times10^{-6})^2}{6\times10^{-6}}$

3μF ධාරිත්‍රකය මත ආරෝපණය

$$= 3\times10^{-6}\times6$$
$$= 18\times10^{-6}\text{C}$$

ආරෝපණයෙහි වෙනස $= (54 - 18)10^{-6}$
$= 36\times10^{-6}\text{C}$

ශක්තියෙහි වෙනස $= 486\times10^{-6} - \frac{1}{2}\,\frac{(18\times10^{-6})^2}{3\times10^{-6}}$
$= 432\times10^{-6}\ \text{J}$

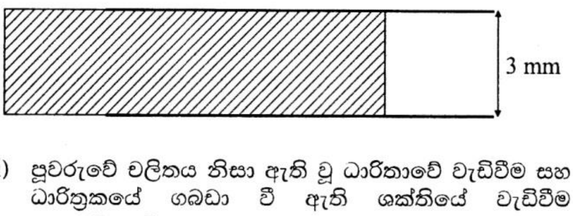
(v) එක් එක් ධාරිත්‍රකයෙහි අවසාන ආරෝපණයන් ශූන්‍ය වේ.

විසඳූ ගැටලු 05

පාරවිද්‍යුත් නියතය k වන ද්‍රව්‍යකින් පුරවා ඇති සමාන්තර තහඩු ධාරිත්‍රයක ධාරිතාව C සඳහා ප්‍රකාශනයක් ලියන්න. උපයෝගී කර ගන්නා සංකේත හඳුන්වන්න.

පාරවිද්‍යුත් නියතය 4 සහ ඝනකම 3mm වන පාරවිද්‍යුත් පුවරුවක් සමාන්තර තහඩු ධාරිත්‍රකයක තහඩු අතර තබා ඇත. ධාරිත්‍රකයේ තහඩු සමචතුරස්‍රාකාර හැඩයක් ගනී. එක් එක් තහඩුවේ ක්ෂේත්‍රඵලය $0.2\times0.2\text{m}^2$ වන අතර ඒවා අතර පරතරය 3mm වේ. රූපයේ පෙනෙන අයුරින් ධාරිත්‍රකයේ තහඩු ක්ෂේත්‍රඵලයෙන් 3/4 ක්, පාරවිද්‍යුත් පුවරුවෙන් ආවරණය වේ. පද්ධතියේ ධාරිතාව සොයන්න.

තහඩු අතර බැටරියක් සම්බන්ධ කිරීමෙන් 1kV විභව අන්තරයක් තහඩු හරහා කළ විට, කුඩා කාල අන්තරයක් තුළ දී පුවරුව 1mm චලිතය වූ බව නිරීක්ෂණය කරන ලදී.



(i) පුවරුවේ චලිතය නිසා ඇති වූ ධාරිතාවේ වැඩිවීම සහ ධාරිත්‍රකයේ ගබඩා වී ඇති ශක්තියේ වැඩිවීම කොපමණද?

(ii) මෙම ශක්ති වැඩිවීම පුවරුව මත කළ කාර්යය ප්‍රමාණය ලෙස ගනිමින් පුවරුව මත ක්‍රියා කළ බලය ගණනය කරන්න. ඉහත සඳහන් කෙටි කාල අන්තරය තුළ දී පුවරුව මත බලය නියතව පවතිව බව උපකල්පනය කරන්න.
මෙම කාල අන්තරය තුළ දී බැටරිය මගින් සැපයූ ශක්තිය සොයන්න. ($\varepsilon_0 = 9\times10^{-12}\text{Fm}^{-1}$)

පිළිතුරු : 05

$$C = \frac{K\varepsilon_0 A}{d}$$

ε_0 = නිදහස් අවකාශයේ පාරවේද්‍යතාව

A = තහඩුවක වර්ගඵලය

d = තහඩු දෙක අතර පරතරය

පාරවිද්‍යුත් පුවරුව ඇති කොටසේ ධාරිතාව C_1 සහ අනෙක් කොටසේ ධාරිතාව C_2 නම්,

$$C_1 = \frac{4\times9\times10^{-12}\times0.2\times0.2\times0.75}{3\times10^{-3}}$$
$$= 3.6\times10^{-10}\text{F}$$

$$C_2 = \frac{9\times10^{-12}\times0.2\times0.2\times0.25}{3\times10^{-3}}$$
$$= 0.3\times10^{-10}\text{F}$$

මුළු ධාරිතාව $= C_1 + C_2$
$= \underline{3.9\times10^{-10}\ \text{F}}$

(i) පුවරුවේ චලිතය නිසා ධාරිතාවේ වැඩි වීම (ΔC) යයි සලකමු.

$$\Delta C = \frac{4\times9\times10^{-12}\times0.2\times1\times10^{-3}}{3\times10^{-3}} - \frac{9\times10^{-12}\times0.2\times1\times10^{-3}}{3\times10^{-3}}$$
$$= \underline{1.8\times10^{-12}\text{F}}$$

(1) සඳහා විකල්ප ක්‍රමයක් : පුවරුව 1mm චලනය වූ පසු මුළු ධාරිතාව

$$= \frac{4\times9\times10^{-12}\times0.2\times(0.2\times0.75+1\times10^{-3})}{3\times10^{-3}} + \frac{9\times10^{-12}\times0.2\times(0.2\times0.25-1\times10^{-3})}{3\times10^{-3}}$$
$$= 3.918\times10^{-10}\text{F}$$
$$\therefore \Delta C = (3.918 - 3.9)\times10^{-10}\text{F}$$
$$= \underline{1.8\times10^{-12}\text{F}}$$

ධාරිත්‍රකයේ ගබඩා වී ඇති ශක්තියේ වැඩි වීම,

$$= \frac{1}{2}(\Delta C)\,V^2$$
$$= \frac{1}{2}\times1.8\times10^{-12}\times(10^3)^2\ \text{J}$$
$$= \underline{9\times10^{-7}\ \text{J}}$$

(ii) පුවරුව මත බලය F නම් F මගින් කෙරෙන කාර්යය

$$= F\times1\times10^{-3}$$
$$F\times1\times10^{-3} = 9\times10^{-7}$$
$$\underline{F = 9\times10^{-4}\text{N}}$$

(iii) බැටරිය සැපයූ ශක්තිය

$$= 2\times9\times10^{-7}$$
$$= \underline{1.8\times10^{-6}\ \text{J}}$$