→ वैद्युत विभव- किसी धन परीक्षण आवेश को अनन्त से वैद्युत क्षेत्र के भीतर किसी बिन्दु तक लाने में किये गये कार्य तथा परीक्षण आवेश के अनुपात को उस बिन्दु पर वैद्युत विभव कहते हैं।

यदि धन परीक्षण आवेश q_0 को अनन्त से वैद्युत क्षेत्र के भीतर किसी बिन्दु तक लाने में किया गया कार्य W हो तो

$$\boxed{V = \frac{W}{q_0}}$$

इसका मात्रक जूल/कूलाम या वोल्ट होता है।

S.I. पद्धति में मात्रक-

$$\text{विमा} = \frac{W \text{ की विमा}}{q \text{ की विमा}}$$

$$= \frac{[ML^2T^{-2}]}{[AT]}$$

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

∴ मात्रक = $\frac{\text{किग्रा} \times \text{मीटर}^2}{\text{sec}^3 \times \text{ऐम्पियर}}$

वैद्युत विभव एक अदिश राशि है।

VIDYAKUL
Vidyakul नोट्स

Note ⇒
यदि परीक्षण आवेश को अनन्त से वैद्युत क्षेत्र में किसी बिन्दु तक लाने में कार्य क्षेत्र के विरुद्ध करना पड़ता है तो उस बिन्दु पर विभव धनात्मक होगा। तथा यदि क्षेत्र द्वारा किया जाता है तो विभव ऋणात्मक होगा।

→ **वैद्युत विभव का भौतिक महत्व-**
यदि भिन्न-भिन्न विभव वाली दो चालक वस्तुओं को परस्पर सम्पर्क में लाया जाये तो आवेश तब तक प्रवाहित होता है जब तक कि दोनों वस्तुओं के विभव समान न हो जायें।
धन आवेश सदैव उच्च विभव से निम्न विभव की ओर तथा ऋण आवेश सदैव निम्न विभव से उच्च विभव की ओर होता है।

→ **वैद्युत विभवान्तर (Electric potential difference)-**
वैद्युत क्षेत्र में किसी परीक्षण आवेश को एक बिन्दु से दूसरे बिन्दु तक ले जाने में किये गये कार्य तथा परीक्षण आवेश के अनुपात को उन बिन्दुओं के बीच वैद्युत विभवान्तर कहते हैं।
माना $+q$ आवेश द्वारा उत्पन्न वैद्युत क्षेत्र में बिन्दु P पर q_0 आवेश स्थित है जहाँ विभव V_B है तथा B से A तक लाने में किया गया कार्य W है तब बिन्दुओं A व B के बीच विभवान्तर

$$V_A - V_B = \frac{W}{q_0}$$

→ **इलेक्ट्रॉन वोल्ट (Electron volt)-** जब किसी इलेक्ट्रॉन को 1 वोल्ट विभवान्तर द्वारा त्वरित किया जाता है तो इलेक्ट्रॉन द्वारा अर्जित ऊर्जा 1 eV कहलाती है। इसप्रकार इलेक्ट्रॉन वोल्ट ऊर्जा का मात्रक है।

$$1 \text{ इलेक्ट्रॉन वोल्ट (eV)} = 1.6 \times 10^{-19} \text{ Joule}$$

$$1 \text{ MeV} = 10^{6} \times 1.6 \times 10^{-19}$$
$$= 1.6 \times 10^{-13} \text{ Joule}$$

$$1 \text{ BeV} = 10^{9} \times 1.6 \times 10^{-19}$$
$$= 1.6 \times 10^{-10} \text{ Joule}$$

Vidyakul नोट्स

एक बिन्दु आवेश के कारण वैद्युत विभव-

माना +q आवेश K परावैद्युतांक माध्यम में बिन्दु O पर स्थित है। इसके द्वारा उत्पन्न वैद्युत क्षेत्र मे r दूरी पर कोई बिन्दु A है जिस पर वैद्युत विभव ज्ञात करना है। +q आवेश से x दूरी पर बिन्दु C पर धन परीक्षण आवेश q_0 स्थित है। +q आवेश के कारण q_0 पर लगने वाला बल

$$F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0 K} \frac{q q_0}{x^2}$$

परीक्षण आवेश को बिन्दु C से B तक बल के विरुद्ध dx विस्थापित करने में किया गया कार्य

$$dW = -F \times dx$$

$$dW = -\frac{q q_0}{4\pi\epsilon_0 K} \cdot \frac{1}{x^2} dx$$

$$dW = -\frac{q q_0}{4\pi\epsilon_0 K} x^{-2} dx$$

परीक्षण आवेश को अनन्त से वैद्युत क्षेत्र के भीतर बिन्दु A तक लाने में किया गया कार्य

$$W = \int_{\infty}^{r} dW$$

$$W = -\int_{\infty}^{r} \frac{q q_0}{4\pi\epsilon_0} x^{-2} dx$$

$$W = -\frac{q q_0}{4\pi\epsilon_0 K} \int_{\infty}^{r} x^{-2} dx$$

VIDYAKUL
Vidyakul

$$W = \frac{-qq_0}{4\pi\epsilon_0 K}\left[\frac{-1}{x}\right]_{\infty}^{r} \qquad \left\{\int x^{-2}dx = \frac{1}{x}\right.$$

$$W = \frac{qq_0}{4\pi\epsilon_0}\left[\frac{1}{r} - \frac{1}{\infty}\right]$$

$$W = \frac{qq_0}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{1}{r}$$

$$W = \frac{1}{4\pi\epsilon_0 K}\frac{qq_0}{r}$$

बिन्दु A पर विभव-

$$V = \frac{W}{q_0}$$

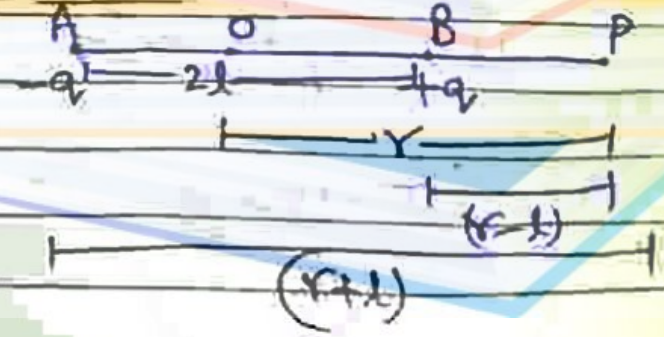
$$\boxed{V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0 K}\frac{q}{r}}$$

$$\boxed{V \propto \frac{1}{r}}$$

इस प्रकार बिन्दु आवेश के कारण वैद्युत विभव दूरी के व्युत्क्रमानुपाती होता है।

→ **वैद्युत द्विध्रुव के कारण वैद्युत विभव-**

Electric potential due to Electric dipole-

1. **अनुदैर्घ्य (अक्षीय) स्थिति में-**

Vidyakul नोट्स

माना AB एक वैद्युत द्विध्रुव है जो परावैद्युतांक वाले माध्यम में स्थित है। इसके मध्यबिन्दु O से r दूरी पर कोई बिंदु P है जिस पर वैद्युत विभव ज्ञात करना है।

+q आवेश से बिंदु P तक की दूरी (r−l) तथा −q आवेश से P तक की दूरी (r+l) होगी।

+q आवेश के कारण बिंदु P पर विभव

$$V_1 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0 K} \cdot \frac{q}{(r-l)}$$

−q आवेश के कारण बिंदु P पर विभव

$$V_2 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0 K} \cdot \frac{(-q)}{(r+l)}$$

∵ विभव एक अदिश राशि है अतः बिन्दु पर विभव

$$V = V_1 + V_2$$

$$V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0 K} \cdot \frac{q}{(r-l)} + \frac{1}{4\pi\epsilon_0 K} \cdot \frac{(-q)}{(r+l)}$$

$$V = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 K}\left[\frac{1}{r-l} - \frac{1}{r+l}\right]$$

$$V = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 K}\left[\frac{r+l-r+l}{r^2-l^2}\right]$$

$$V = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 K} \frac{2l}{r^2-l^2}$$

Since, $l << r^2$

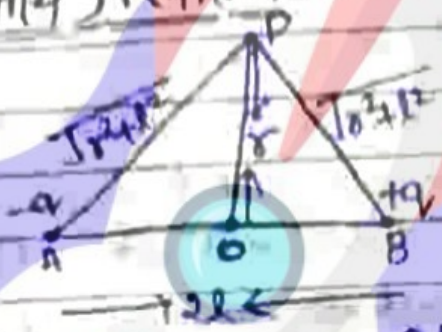
So l^2 को Neglect मानने पर

$$V = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 K} \frac{2l}{r^2}$$

Since, $q \times 2l = p$

so $$V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0 k} \cdot \frac{p}{r^2}$$

2. अनुप्रस्थ (निरक्षीय) स्थिति में:



माना AB एक वैद्युत द्विध्रुव K परावैद्युतांक वाले माध्यम में स्थित है। इसके मध्यबिन्दु O से r दूरी पर निरक्षीय स्थिति में कोई बिन्दु P है। जिस पर वैद्युत विभव ज्ञात करना है।

चित्रानुसार

+q व -q आवेश से बिन्दु P तक की दूरी $\sqrt{r^2+l^2}$ होगी।

+q आवेश के कारण बिन्दु P पर विभव

$$V_1 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0 k} \cdot \frac{q}{\sqrt{r^2+l^2}} \quad \text{---(1)}$$

-q आवेश के कारण बिन्दु P पर विभव

$$V_2 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0 k} \cdot \frac{(-q)}{\sqrt{r^2+l^2}} \quad \text{---(2)}$$

बिन्दु P पर परिणामी विभव

$$V = V_1 + V_2$$

$$V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0 k} \frac{q}{(\sqrt{r^2+l^2})} - \frac{1}{4\pi\epsilon_0 k} \frac{q}{\sqrt{r^2+l^2}}$$

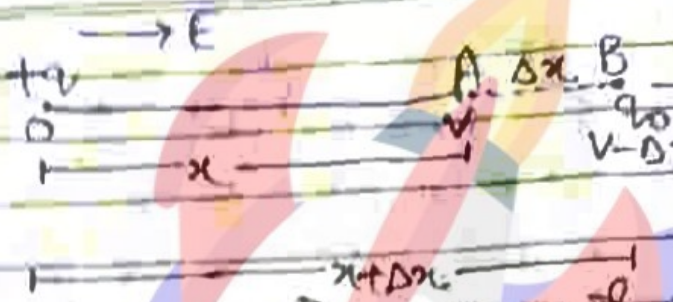
so

$$V = 0$$

विभव प्रवणता - वैद्युत क्षेत्र में दूरी के सापेक्ष विभव में परिवर्तन की दर विभव प्रवणता कहलाती है।

Potential Gradient -

$$\text{विभव प्रवणता} = \frac{\text{विभव में परिवर्तन}}{\text{दूरी में परिवर्तन}}$$



माना बिन्दु O पर +q आवेश स्थित है इसके द्वारा उत्पन्न वैद्युत क्षेत्र में x व (x+Δx) दूरियों पर दो बिन्दु A व B है जिन पर विभव V व V−ΔV है।

अतः विभव प्रवणता = $\frac{(V-\Delta V)-V}{(x+\Delta x)-x}$

विभव प्रवणता = $-\frac{\Delta V}{\Delta x}$

जहाँ (−) चिन्ह यह प्रदर्शित करता है कि वैद्युत क्षेत्र में दूरी के बढ़ने पर विभव घटता है।

→ विभव प्रवणता तथा वैद्युत क्षेत्र की तीव्रता में सम्बन्ध-

माना +q आवेश द्वारा उत्पन्न वैद्युत क्षेत्र में दो बिन्दु A व B है, जिन पर विभव V, (V−ΔV) है। माना बिन्दु B पर परीक्षण आवेश q_0 स्थित है। इस आवेश पर क्षेत्र की दिशा में लगने वाला बल

$$F = q_0 E$$

इस परीक्षण आवेश को बिन्दु B से A तक क्षेत्र के विरुद्ध सूक्ष्म दूरी Δx विस्थापित करने में किया गया कार्य

$$\Delta W = -F \cdot \Delta x$$

$$\Delta W = -q_0 E \cdot \Delta x$$

या $$\frac{\Delta W}{q_0} = -E \cdot \Delta x \quad \text{—— (1)}$$

VIDYAKUL
Vidyakul नोट्स

बिन्दुओं A व B के बीच विभवान्तर

$$V - (V - \Delta V) = \frac{\Delta W}{q_0} \quad \text{---} (8)$$

समीकरण (7) व (8) की तुलना करने पर

$$V - (V - \Delta V) = -E \cdot \Delta x$$

$$\Delta V = -E \cdot \Delta x$$

या

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

इस प्रकार किसी बिन्दु पर वैद्युत क्षेत्र, उस बिन्दु पर ऋणात्मक विभव प्रवणता के बराबर होता है।

Note →
विभव प्रवणता एक सदिश राशि है जिसकी दिशा उच्च विभव से निम्न विभव की ओर होती है। इसका मात्रक वोल्ट/मीटर होता है।

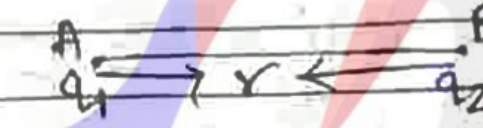
समविभव पृष्ठ - Equipotential Surface - वैद्युत क्षेत्र में खींचा गया वह पृष्ठ जिसके प्रत्येक बिन्दु पर विभव समान होता है, समविभव पृष्ठ कहलाता है।

समविभव पृष्ठ पर किसी परीक्षण आवेश को एक बिन्दु से दूसरे बिन्दु तक ले जाने में कोई कार्य नहीं करना पड़ता है। क्योंकि उन बिन्दुओं के बीच विभवान्तर शून्य होता है।

Note →
समविभव पृष्ठ के प्रत्येक बिन्दु पर वैद्युत बल रेखायें पृष्ठ के लम्बवत होती हैं।

स्थिर वैद्युत स्थितिज ऊर्जा - Electrostatic Potential energy - 2 या 2 से अधिक आवेशों को परस्पर एक दूसरे के समीप लाकर निकाय की रचना करने में

किया गया कार्य ऊर्जा के रूप में संचित हो जाता है, जिसे स्थिर वैद्युत स्थितिज ऊर्जा कहते हैं।



$$V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q_1}{r}$$

माना AB एक निकाय दो आवेशों q_1 व q_2 से मिलकर बना है। ये दोनों आवेश परस्पर एक दूसरे से r दूरी पर स्थित हैं। निकाय की वैद्युत स्थितिज ऊर्जा ज्ञात करने के लिए माना q_2 आवेश बिन्दु B पर स्थित न होकर अनन्त पर स्थित है तब q_1 आवेश द्वारा बिन्दु B पर उत्पन्न विभव

$$V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q_1}{r} \quad \text{---} (1)$$ {निर्वात में K=1}

यदि आवेश q_2 को अनन्त से बिन्दु B तक ले जाने में किया गया कार्य W है तो बिन्दु B पर विभव.

$$V = \frac{W}{q_2} \quad \text{---} (2)$$

समीकरण (1) से

$$\frac{W}{q_2} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1}{r}$$

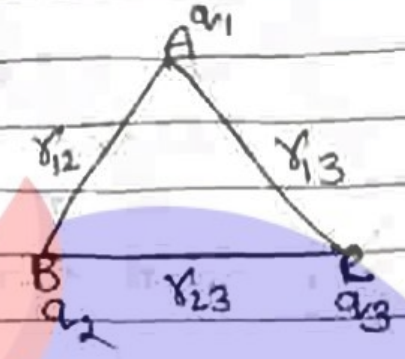
$$\boxed{W = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q_1 q_2}{r}}$$

यही कार्य निकाय में ऊर्जा के रूप में संचित हो जाता है

$$\boxed{U = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q_1 q_2}{r}}$$

VIDYAKUL
Vidyakul नोट्स

चित्रानुसार
निकाय ABC की स्थितिज ऊर्जा



निकाय AB की स्थितिज ऊर्जा -

$$U_1 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q_1 q_2}{r_{12}}$$

निकाय BC की स्थितिज ऊर्जा -

$$U_2 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q_2 q_3}{r_{23}}$$

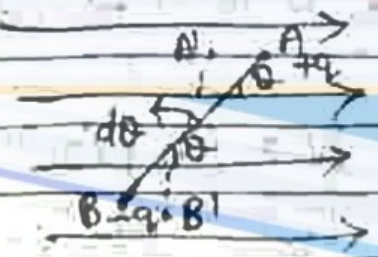
निकाय AC की स्थिति ऊर्जा -

$$U_3 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q_1 q_3}{r_{13}}$$

∴ निकाय ABC की स्थिति ऊर्जा

$$\boxed{U = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\left[\frac{q_1 q_2}{r_{12}} + \frac{q_2 q_3}{r_{23}} + \frac{q_1 q_3}{r_{13}}\right]}$$

Imp Note ⇒ यदि दो समान प्रकार के आवेश एक दूसरे के समीप लाये जाते है तब इस स्थिति मे प्रतिकर्षण बल के विरुद्ध कार्य करना पड़ता है जिससे निकाय की स्थितिज ऊर्जा बढ़ती है तथा दूर ले जाने स्थितिज ऊर्जा घटती है। इसी प्रकार विपरीत प्रकार के आवेशों को समीप लाने में निकाय की स्थितिज ऊर्जा घटती है क्योंकि कार्य स्वंय क्षेत्र द्वारा किया जाता है।

→ एकसमान वैद्युत क्षेत्र में वैद्युत द्विध्रुव को घुमाने में किया गया कार्य -
Work done in Rotating an electric dipole in uniformly electric field -

माना AB एक वैद्युत द्विध्रुव एक समान वैद्युत क्षेत्र E में क्षेत्र के साथ θ कोण बनाते हुए स्थित हो।

क्षेत्र के कारण द्विध्रुव पर लगने वाला प्रत्यानयन बलयुग्म (Restoring force) का आघूर्ण

$$\tau = PE\sin\theta$$

$$\vec{\tau} = \vec{P} \times \vec{E}$$

यह बलआघूर्ण ~~आघू~~ द्विध्रुव को क्षेत्र की दिशा में लाने का प्रयत्न करता है।

द्विध्रुव को क्षेत्र की विपरीत दिशा में dθ कोण घुमाने में किया गया कार्य-

$$dW = \tau\, d\theta$$

$$dW = PE\sin\theta\, d\theta \qquad \because \tau = PE\sin\theta$$

द्विध्रुव को प्रारम्भिक स्थिति θ_1 से θ_2 घुमाने में किया गया कार्य-

$$W = \int_{\theta_1}^{\theta_2} PE\sin\theta\, d\theta$$

$$W = PE\int_{\theta_1}^{\theta_2} \sin\theta\, d\theta$$

$$W = PE\left[-\cos\theta\right]_{\theta_1}^{\theta_2}$$

or $$W = -PE(\cos\theta_2 - \cos\theta_1)$$

$$\boxed{W = PE(\cos\theta_1 - \cos\theta_2)}$$

वैद्युत द्विध्रुव को क्षेत्र की दिशा से θ कोण घुमाने में किया गया कार्य

$$W = PE(\cos 0^\circ - \cos\theta) \qquad \begin{cases}\theta_1 = 0^\circ \\ \theta_2 = \theta\end{cases}$$

$$\boxed{W = PE(1 - \cos\theta)}$$

⇒ Special Cases:-

1. यदि वैद्युत द्विध्रुव को एकसमान वैद्युत क्षेत्र में क्षेत्र की दिशा से 90° घुमायें तो किया गया कार्य

$$W = PE(\cos\theta_1 - \cos 90)$$ $\{\theta_1 = 0,\ \theta_2 = 90°$

$$\boxed{W = PE}$$

2. क्षेत्र की दिशा से 180° घुमाने में किया गया कार्य

$$W = PE(\cos\theta_1 - \cos 180°)$$ $\{\theta_1 = 0°,\ \theta_2 = 180°$

$$W = PE(1+1)$$

$$\boxed{W = 2PE}$$

Note ⇒ एकसमान वैद्युत क्षेत्र में वैद्युत द्विध्रुव की स्थितिज ऊर्जा-

$$\boxed{U_0 = -PE}$$ where $p = q \times 2l$

यह द्विध्रुव का स्थायी सन्तुलन है जो द्विध्रुव को क्षेत्र के समान्तर रखने से प्राप्त होता है।

हम जानते हैं कि वैद्युत क्षेत्र में द्विध्रुव को θ कोण घुमाने में किया गया कार्य

$$W = pE(1-\cos\theta)$$

$$= -pE + pE(\cos\theta)$$

इस प्रकार θ स्थिति में वैद्युत द्विध्रुव की स्थितिज ऊर्जा

$$U = U_0 + W$$

$$U = -PE + PE(1-\cos\theta)$$

$$\boxed{U = -pE\cos\theta}$$

इस प्रकार

स्थायी सन्तुलन में $U = -pE$ $\{\theta = 0°$

अस्थायी सन्तुलन में $U = +pE$ $\{\theta = 180°$

$U = 0$ $\{\theta = 90°$

Note ⇒

I. जब कोई आवेशित कण समान वैद्युत क्षेत्र में क्षेत्र के समान्तर प्रवेश करता है तो कण का पथ सरल (सरल) (Straight) रेखीय होगा।

Imp. II. यदि एक आवेशित कण (जैसे-इलेक्ट्रॉन) वैद्युत क्षेत्र में क्षेत्र के लम्बवत् प्रवेश करता है तो कण का पथ परवलयाकार होगा।

Note ⇒

यदि किसी आवेशित कण q को V वोल्ट विभवान्तर से त्वरित किया जाए तो कण द्वारा अर्जित गतिज ऊर्जा

$$K = qV$$

e^- के लिए

$$K = eV$$

कण द्वारा प्राप्त वेग.

$$\frac{1}{2}mv^2 = qV$$

$$v^2 = \frac{2qV}{m}$$

$$v = \sqrt{\frac{2qV}{m}}$$

e^- के लिए

$$\boxed{v = \sqrt{\frac{2eV}{m}}}$$

Chapter 3 completed

Chapter - 4

Capaciter and Dielectric
संधारित तथा परावैद्युत

→ **वैद्युत धारिता (Electric Capacity)** - जब किसी चालक को आवेश दिया जाता है तो उसके विभव में वृद्धि होती है यदि चालक को दिया गया आवेश q तथा विभव में होने वाली वृद्धि V हो तो

$$q \propto V$$

या

$$q = CV$$

जहाँ C एक नियतांक है जिसे वैद्युत धारिता कहते हैं।

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

अतः

"किसी चालक को दिये गये आवेश तथा उसके कारण विभव में होने वाली वृद्धि के अनुपात को उस चालक की वैद्युत धारिता कहते हैं।"

यह एक अदिश राशि है। इसका मात्रक कूलाम/वोल्ट या फैरड (Fd) होता है।

$$1 \text{ फैरड (Fd)} = 1 \frac{\text{कूलाम}}{\text{वोल्ट}}$$

$$1 \, Fd = 1 \frac{C}{V}$$

→ **एक विलगित गोलीय चालक की धारिता (Capacity of an Isolated Spherical Conductor)** -

Vidyakul नोट्स
VIDYAKUL
Cpnetexam.blogspot

माना R त्रिज्या का एक गोलीय चालक ε परावैद्युतांक वाले माध्यम में स्थित है। जब इसे +q आवेश दिया जाता है, तो यह आवेश उसके सम्पूर्ण पृष्ठ पर एकसमान रूप से फैल जाता है। अतः पृष्ठ के प्रत्येक बिन्दु पर विभव समान होगा। तथा इस पृष्ठ से वैद्युत बल रेखायें पृष्ठ के लम्बवत निकलती हुई प्रतीत होती हैं। इस प्रकार सम्पूर्ण आवेश को केन्द्र पर एकत्रित माना जा सकता है।

इस आवेश के कारण R दूरी पर वैद्युत विभव

$$V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0 K} \cdot \frac{q}{r}$$

गोलीय चालक की धारिता

$$C = \frac{q}{\frac{1}{4\pi\epsilon_0 K} \cdot \frac{q}{r}}$$

$$\boxed{C = 4\pi\epsilon_0 K \cdot R}$$

$$\boxed{C \propto R}$$

इस प्रकार गोलीय चालक की धारिता चालक की त्रिज्या के अनुक्रमानुपाती होती है।

→ आवेशित चालक की स्थितिज ऊर्जा- किसी चालक को आवेशित करने में कुछ कार्य करना पड़ता है। यह कार्य ऊर्जा चालक में ऊर्जा के रूप में संचित हो जाता है जिसे आवेशित चालक की स्थितिज ऊर्जा कहते हैं।

माना चालक को q आवेश कई छोटे-छोटे भागों में दिया जाता है जिससे चालक का विभव शून्य से बढ़कर V हो जाता है।

जब चालक को आवेश का पहला भाग दिया गया तब चालक का विभव शून्य था। जिससे कोई कार्य नहीं करना पड़ता है।

VIDYAKUL
Vidyakul
नोट्स

परन्तु आवेशों के अन्य भाग देने से प्रतिकर्षण के
कार्य करना पड़ता है जिससे चालक का विभव उन्न
यदि चालक को अन्तिम आवेश देने से विभव V हो
तो औसत विभव $= \frac{0+V}{2} = \frac{V}{2}$

प्रतिकर्षण के विरुद्ध q आवेश देने में किया गया क

$$W = \text{आवेश} \times \text{औसत विभव}$$

$$W = q \times \frac{V}{2}$$

$$\boxed{W = \frac{1}{2}qV}$$

यह कार्य चालक में स्थितिज ऊर्जा के रूप में संचि
जाता है

$$\boxed{U = \frac{1}{2}qV}$$

यदि चालक की धारित C है तो

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

$$q = CV$$

So

$$\boxed{U = \frac{1}{2}CV^2}$$

$C = \frac{q}{V}$ से

$$\boxed{U = \frac{q^2}{2C}}$$

आवेशों का पुनर्वितरण -
Redistribution of charge -

प्र० - सिद्ध कीजिए कि दो आवेशित चालकों को परस्पर स्पर्श कराके अ
करने देने से उन पर आवेश चालकों की धारिताओं के अनु
में बंट जाता है।

माना दो प्रथक् गोलीय चालक A व B की धारितायें C_1 व C_2 है जब इन्हें q_1 व q_2 आवेश दिया जाता है तो विभव V_1 व V_2 हो जाते हैं। तब

$$q_1 = C_1V_1$$

and

$$q_2 = C_2V_2$$

जब इन चालकों को आपस में एक चालक तार द्वारा जोड़ते हैं, तो धन आवेश उच्च विभव से निम्न विभव की ओर जाने लगता है और तब तक प्रवाहित होता है जब तक कि दोनों के विभव समान नहीं हो जाते हैं इस विभव को उभयनिष्ठ विभव कहते हैं।

कुल आवेश $q = q_1 + q_2$

and

$$q = C_1V_1 + C_2V_2$$

यदि जोड़ने के पश्चात चालकों पर आवेश q_1' व q_2' है तथा उभयनिष्ठ विभव V है तब चालक A पर आवेश

$$\begin{cases} q_1' = C_1V \\ q_2' = C_2V \end{cases}$$

or

$$\frac{q_1'}{q_2'} = \frac{C_1V}{C_2V}$$

$$\boxed{\frac{q_1'}{q_2'} = \frac{C_1}{C_2}}$$

Vidyakul नोट्स

इस प्रकार आवेशों के पुनर्वितरण में आवेश चालकों पर धारिताओं के अनुपात में बट जाता है।

पुनर्वितरण की क्रिया में कुल आवेश सदैव स्थिर रहता है।

$$q = q_1 + q_2 = q_1' + q_2'$$

$$C_1V_1 + C_2V_2 = C_1V + C_2V$$

$$C_1V_1 + C_2V_2 = V(C_1 + V_2)$$

$$\boxed{V = \frac{C_1V_1 + C_2V_2}{C_1 + C_2}}$$

स्थानान्तरित आवेश की मात्रा

Quantity of transfer charge - चालक A पर प्रारम्भिक आवेश q_1 है तथा जोड़ने के बाद आवेश q_1' रह जाता है। अतः

$$\text{स्थानान्तरित आवेश की मात्रा} = q_2 - q_2'$$

$$= C_2V_2 - C_2V$$

$$= C_2[V_2 - V]$$

$$= C_2\left[V_2 - \frac{C_1V_1 + C_2V_2}{C_1 + C_2}\right]$$

$$= C_2\left[\frac{C_1V_2 + C_2V_2 - C_1V_1 - C_2V_2}{C_1 + V_2}\right]$$

$$= \frac{C_1C_2}{C_1 + C_2}(V_1 - V_2)$$

आवेशों के पुनर्वितरण में ऊर्जा हानि

loss of energy in Redistribution of charge - We know that किसी चालक को आवेशित करने में कुछ कार्य करना पड़ता है जो ऊर्जा के रूप में संचित हो जाता है। यह संचित ऊर्जा $\frac{1}{2}CV^2$ से दी जाती है।

चालक A पर जोड़ने से पहले संचित ऊर्जा -

$$U_1 = \frac{1}{2}C_1V_1^2$$

Cpnetexam.blogspot.com

Cpnetexam.blogspot.

चालक B पर ऊर्जा

$$U_2 = \frac{1}{2} C_2 V_2^2$$

जोड़ने से पहले कुल स्थितिज ऊर्जा

$$U = \frac{1}{2} C_1 V_1^2 + \frac{1}{2} C_2 V_2^2$$

$$U = \frac{1}{2}(C_1 V_1^2 + C_2 V_2^2) \quad \text{——— (1)}$$

∴ जोड़ने के पश्चात चालकों का उभयनिष्ठ विभव V हो जाता है। अतः जोड़ने के बाद चालकों A व B की स्थितिज ऊर्जायें

$$U_1' = \frac{1}{2} C_1 V^2$$

$$U_2' = \frac{1}{2} C_2 V^2$$

जोड़ने के पश्चात कुल स्थितिज ऊर्जा

$$U' = \frac{1}{2}(C_1 V^2 + C_2 V^2)$$

$$U' = \frac{1}{2}(C_1 + C_2) V^2$$

∴ $V = \frac{C_1 V_1 + C_2 V_2}{C_1 + C_2}$

अतः

$$U' = \frac{1}{2}(C_1 + C_2)\left[\frac{(C_1 V_1 + C_2 V_2)^2}{(C_1 + C_2)^2}\right]$$

$$U' = \frac{1}{2}\frac{(C_1 V_1 + C_2 V_2)^2}{C_1 + C_2} \quad \text{——— (2)}$$

समीकरण (1) - (2) से

$$\Delta U = U - U' = \left[\frac{1}{2}(C_1 V_1^2 + C_2 V_2^2) - \frac{1}{2}\frac{(C_1 V_1 + C_2 V_2)^2}{C_1 + C_2}\right]$$

$$\Delta U = \frac{1}{2}\left[\frac{(C_1 + C_2)(C_1 V_1^2 + C_2 V_2^2) - (C_1 V_1 + C_2 V_2)^2}{C_1 + C_2}\right]$$

Cpnetexam.blogspot.

$$\Delta U = \frac{1}{2(C_1+C_2)}\left[C_1^2V_1^2 + C_1C_2V_1^2 + C_2C_1V_2^2 + C_2^2V_2^2 - C_1^2V_1^2 - C_2^2V_2^2 - 2C_1C_2V_1V_2\right]$$

$$\Delta U = \frac{1}{2(C_1+C_2)}\left[C_1C_2(V_1^2 + V_2^2 - 2V_1V_2)\right]$$

$$\boxed{U - U' = \frac{C_1C_2}{2(C_1+C_2)}(V_1-V_2)^2}$$

उपरोक्त सूत्र में C_1, C_2 धनात्मक राशियाँ हैं। तथा $(V_1-V_2)^2$ भी एक धनात्मक राशि है। अतः ΔU = (+)ve यह तभी सम्भव है जब $U' < U$ अतः स्पष्ट होता है कि आवेशों के पुनर्वितरण में ऊर्जा में सदैव हानि होती है। ऊर्जा में यह हानि ऊष्मीय ऊर्जा, प्रकाश ऊर्जा, ध्वनि ऊर्जा आदि के रूप में व्यय होती है।

संधारित्र (Capacitor) - संधारित्र एक ऐसा समायोजन (युक्ति व्यवस्था) है जिसमें किसी चालक के आकार में परिवर्तन किये बिना उस पर आवेश ग्रहण करने की क्षमता बढ़ाई जा सकती है।

यदि किसी चालक की धारिता C है तथा उसे q आवेश देने से विभव V हो जाता है तो C

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

यदि किसी प्रकार से विभव को कम कर दिया जाए तो पुनः उसी विभव तक पहुँचने के लिए उसे आवेश देना पड़ता है। जिससे धारिता बढ़ जाती है।

Principle of capacitor -

संधारित्र का सिद्धान्त इस तथ्य पर आधारित है कि यदि किसी आवेशित चालक प्लेट के समीप अन्य अनावेशित चालक प्लेट रख दें तो आवेशित चालक प्लेट का विभव कम हो जाता है।

और यदि अनावेशित प्लेट को पृथ्वी से जोड़ दें तो विभव और भी कम हो जाता है। अब पुनः उसी विभव तक लाने के लिए अधिक आवेश देना पड़ता है जिससे धारिता बढ़ जाती है।

संधारित्र की धारिता की निर्भरता-

संधारित्र की धारिता निम्न कारकों पर निर्भर करती है

1. धारिता प्लेटों के क्षेत्रफल के अनुक्रमानुपाती होती है अर्थात

$$\boxed{C \propto A}$$

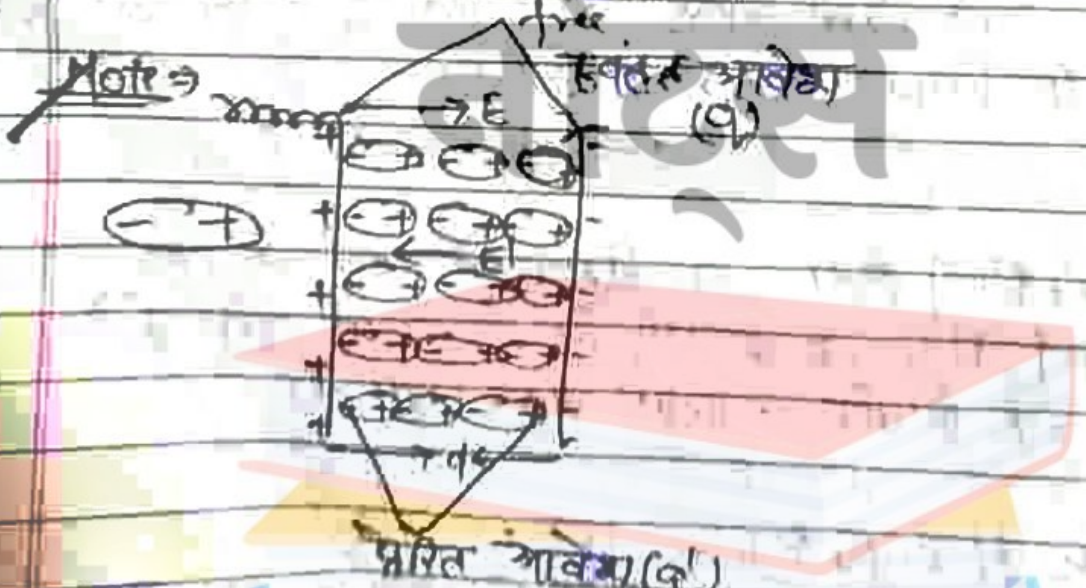
2. धारिता प्लेटों के बीच की दूरी के व्युत्क्रमानुपाती होती है। अर्थात

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

3. धारिता प्लेटों के बीच उपस्थित माध्यम पर निर्भर करती है यदि माध्यम कोई परावैद्युत पदार्थ है तो धारिता K गुना बढ़ जाती है अर्थात

$$\boxed{C \propto K}$$

परावैद्युत पदार्थ की उपस्थिति में



Note →

1. जब संधारित्र की प्लेटों के बीच परावैद्युत पदार्थ भरते हैं तो प्लेटों के अन्दर विपरीत प्रकृति का आवेश उत्पन्न हो जाता है

जिसे प्रेरित आवेश कहते हैं। इस आवेश के कारण उत्पन्न वैद्युत क्षेत्र मुख्य वैद्युत क्षेत्र के विपरीत होता है।
इस प्रकार परावैद्युत पदार्थ भरने से वैद्युत क्षेत्र कम हो जाता है। अर्थात्

$$E_{in} = E - E'$$

संधारित्र की प्लेटों के बीच K परावैद्युतांक का माध्यम रखने से प्लेटों के बीच बल, वैद्युत क्षेत्र, वैद्युत विभव $\frac{1}{K}$ रह जाते हैं जबकि संधारित्र की धारिता K गुना बढ़ जाती है।

परावैद्युत पदार्थ का ध्रुवण- Polarisation of Dielectrics:-
परावैद्युत पदार्थों के परमाणुओं में इलेक्ट्रॉन नाभिक के साथ दृढ़ता पूर्वक बँधे होते हैं। जब परावैद्युत पदार्थ को बाह्य वैद्युत क्षेत्र में रखा जाता है तो पदार्थ के परमाणुओं में धनावेशित नाभिक क्षेत्र की दिशा में तथा इलेक्ट्रॉन क्षेत्र के विपरीत दिशा में विस्थापित हो जाते हैं। जिससे परमाणु का एक सिरा धनावेशित तथा दूसरा ऋणावेशित हो जाता है और अणु या परमाणु वैद्युत द्विध्रुव की भाँति व्यवहार करने लगता है अर्थात् परमाणु ध्रुवित हो जाता है यह घटना परावैद्युत पदार्थ का ध्रुवण कहलाती है।

क्षेत्र की अनुपस्थिति में

क्षेत्र की उपस्थिति में।

Dielectric strength and Breakdown Potential
परावैद्युत सामर्थ्य तथा भंजक विभवान्तर- हम जानते हैं कि परावैद्युत पदार्थ को बाह्य वैद्युत क्षेत्र में रखने से पदार्थ का प्रत्येक अणु ध्रुवित हो जाता है।
तथा वैद्युत क्षेत्र बढ़ाने से अणु और अधिक तनित (Stretched) हो जाते हैं।

VIDYAKUL
vidyakul नोट्स

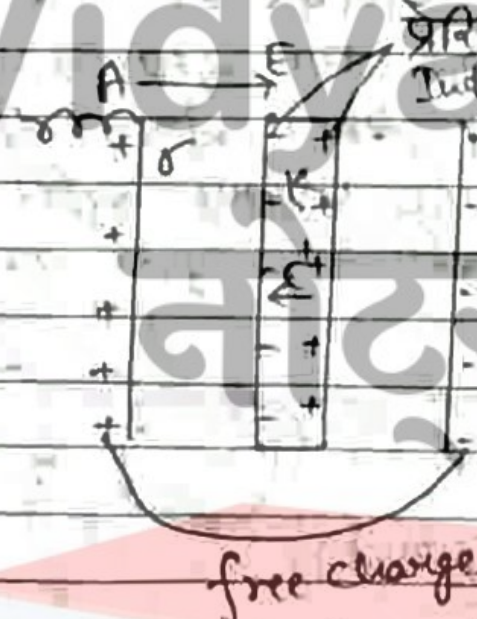
वैद्युत क्षेत्र और अधिक बढ़ाने पर एक ऐसी स्थिति आती है कि धनावेशित नाभिक तथा इलेक्ट्रॉन परमाणुओं से अलग हो जाते हैं जिससे पदार्थ का भंजन हो जाता है।

"वह अधिकतम वैद्युत क्षेत्र जिसे परावैद्युत पदार्थ बिना भंजन के सहन कर सकता है, वैद्युत सामर्थ्य कहलाता है।"

परावैद्युत सामर्थ्य किसी भी परावैद्युत पदार्थ का अभिलाक्षणिक गुण होता है।

"परावैद्युत पदार्थ पर आरोपित वह अधिकतम विभवान्तर जिस पर पदार्थ में वैद्युत भंजन हो जाता है भंजक विभवान्तर कहलाता है।"

→ संधारित्र में परावैद्युत पदार्थ पर प्रेरित आवेश-



माना समान्तर प्लेट संधारित्र की प्लेटों के बीच K परावैद्युतांक का परावैद्युत पदार्थ भरा है। (पट्टिका के रूप में) यदि प्लेटों के क्षेत्रफल A तथा पृष्ठीय आवेश घनत्व σ व −σ हैं। तो इन प्लेटों के बीच उत्पन्न वैद्युत क्षेत्र

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon_0}$$

$$E = \frac{q}{A\epsilon_0} \quad \text{--- (1)}$$

अब इस वैद्युत क्षेत्र में परावैद्युत पदार्थ की पट्टिका रखी जाती है तो ध्रुवण के कारण पट्टिका के पृष्ठों पर विपरीत प्रकृति के आवेश (मात्रा q') का आवेश उत्पन्न हो जाता है जिसे प्रेरित आवेश कहते हैं। इस आवेश के कारण उत्पन्न वैद्युत क्षेत्र

$$E' = \frac{\sigma'}{\epsilon_0}$$

$$E' = \frac{q'}{A\epsilon_0} \quad \text{--- (2)}$$

परिणामी वैद्युत क्षेत्र

$$E_{in} = E - E' \quad \{\because E', E \text{ के विपरीत है}$$

$$E_{in} = \frac{q}{A\epsilon_0} - \frac{q'}{A\epsilon_0}$$

$$E_{in} = \frac{1}{A\epsilon_0}(q - q') \quad \text{--- (3)}$$

We know that
संधारित्र की प्लेटों के बीच K परावैद्युतांक वाला पदार्थ भरने से वैद्युत क्षेत्र $\frac{1}{K}$ गुना रह जाता है। अर्थात

$$E_{in} = \frac{\sigma}{K\epsilon_0}$$

$$E_{in} = \frac{q}{KA\epsilon_0} \quad \text{--- (4)}$$

Eqn (1) and (2) –

$$\frac{1}{A\epsilon_0}(q - q') = \frac{q}{KA\epsilon_0}$$

$$E = \frac{q}{A\epsilon_0} \quad \text{—— (1)}$$

अब इस वैद्युत क्षेत्र में परावैद्युत पदार्थ की पट्टिका रखी जाती है तो ध्रुवण के कारण पट्टिका के पृष्ठों पर विपरीत प्रकृति के आवेश (-q') का आवेश उत्पन्न हो जाता है जिसे प्रेरित आवेश कहते हैं। इस आवेश के कारण उत्पन्न वैद्युत क्षेत्र

$$E' = \frac{\sigma'}{\epsilon_0}$$

$$E' = \frac{q'}{A\epsilon_0} \quad \text{—— (2)}$$

परिणामी वैद्युत क्षेत्र

$$E_{in} = E - E' \quad \{\because E', E \text{ के विपरीत है}\}$$

$$E_{in} = \frac{q}{A\epsilon_0} - \frac{q'}{A\epsilon_0}$$

$$E_{in} = \frac{1}{A\epsilon_0}(q - q') \quad \text{—— (3)}$$

We know that

संधारित्र की प्लेटों के बीच K परावैद्युतांक वाला पदार्थ भरने से वैद्युत क्षेत्र $\frac{1}{K}$ गुना रह जाता है। अर्थात

$$E_{in} = \frac{\sigma}{K\epsilon_0}$$

$$E_{in} = \frac{q}{KA\epsilon_0} \quad \text{—— (4)}$$

Eqn (1) and (2) -

$$\frac{1}{A\epsilon_0}(q - q') = \frac{q}{KA\epsilon_0}$$

$$q - q' = \frac{q}{K}$$

$$q' = q - \frac{q}{K}$$

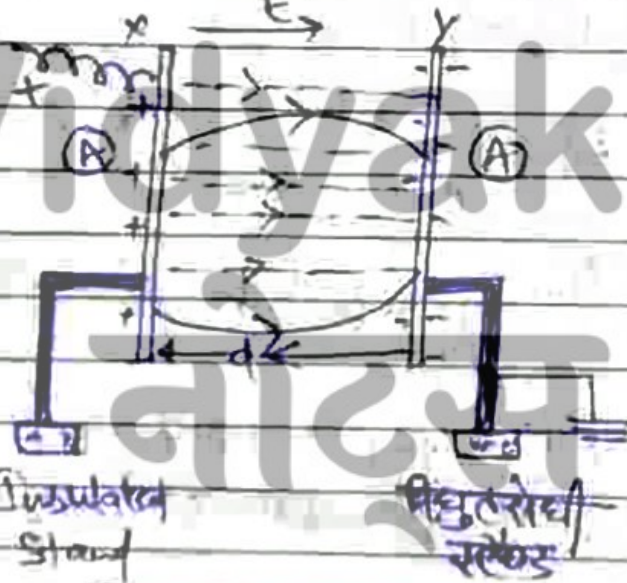
$$\boxed{q' = q\left(1 - \frac{1}{K}\right)}$$

Since,

$$K > 1$$

$$\boxed{q' < q}$$

समान्तर प्लेट संधारित्र- (Parallel plate capacitor)



इसमें धातु की दो लम्बी व समतल प्लेटें होती हैं। जो एक-दूसरे के समान्तर कुछ दूरी पर विद्युतरोधी स्टैण्डों पर कसी होती हैं इन प्लेटों के बीच वायु या कोई परावैद्युत पदार्थ भर देते हैं।

धारिता के लिए व्यंजक- माना धातु की दो लम्बी व समतल प्लेटें x, y हैं। जिनके क्षेत्रफल A तथा पृष्ठीय आवेश घनत्व σ है। इनमें से प्लेट x को +q आवेश दिया जाता है। जिससे प्रेरण प्रभाव के कारण y प्लेट पर ऋण आवेश आ जाता है।

इस प्रकार प्लेटों पर बराबर व विपरीत आवेश आ जाते हैं।
हम जानते हैं कि दो धनावेशित व ऋणावेशित प्लेटों के बीच वैद्युत क्षेत्र - $E = \frac{\sigma}{\epsilon_0}$

यदि प्लेटों के बीच परावैद्युत पदार्थ भरा हो तो वैद्युत क्षेत्र - $E = \frac{\sigma}{K\epsilon_0}$

$$E = \frac{q}{KA\epsilon_0} \quad \{\sigma = q/A$$

प्लेटों के बीच विभवान्तर

$$V = E \times d \quad \{E = \frac{q}{A}$$

$$V = \frac{q}{KA\epsilon_0} \cdot d$$

∴ संधारित्र की धारिता -

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

$$C = \frac{q}{\frac{qd}{KA\epsilon_0}}$$

$$\boxed{C = \frac{KA\epsilon_0}{d}}$$

यदि प्लेटों के बीच वायु स्थित है तो $C_0 = \frac{A\epsilon_0}{d}$

$$C_0 = \frac{A\epsilon_0}{d} \quad \{\text{वायु के लिए } K=1$$

$$\frac{C}{C_0} = K$$

$$\boxed{C = KC_0}$$

स्पष्ट है कि संधारित्र की प्लेटों के बीच वायु के स्थान पर परावैद्युत पदार्थ भरने पर धारिता K गुना बढ़ जाती है।

Vidyakul नोट्स

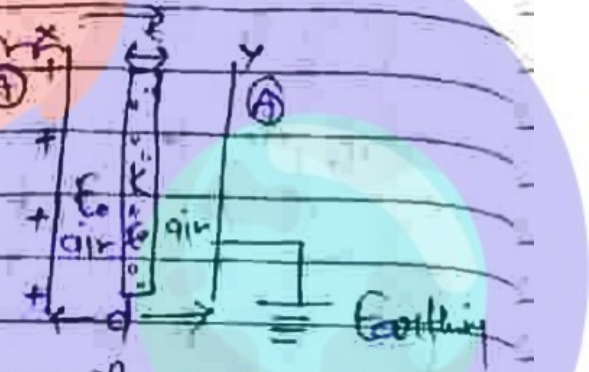
Cpnetexam.blogspot

Que. t मोटाई तथा k परावैद्युतांक वाले पदार्थ से आंशिक रूप से भरे एक समान्तर प्लेट संधारित्र धारिता के लिए व्यंजक प्राप्त कीजिए।

माना समान्तर प्लेट संधारित्र की दो प्लेटें A व B के बीच में t मोटाई तथा k परावैद्युतांक वाले पदार्थ की पट्टी रखी है

∴ दोनों प्लेटों के बीच की दूरी d है। अतः $(d-t)$ space दूरी में वायु है तथा t दूरी में परावैद्युत पदार्थ है

We know that



धनावेशित व ऋणावेशित प्लेटों के बीच वैद्युत क्षेत्र $E = \frac{\sigma}{\epsilon_0}$

इस प्रकार प्लेटों के बीच वायु में वैद्युत क्षेत्र

$$E_0 = \frac{\sigma}{\epsilon_0}$$

or

$$E_0 = \frac{q}{A\epsilon_0}$$

प्लेटों के बीच परावैद्युत पदार्थ भरने से वैद्युत क्षेत्र

$$E = \frac{q}{AK\epsilon_0}$$

प्लेटों के बीच विभवान्तर

$$V = E_0(d-t) + E \times t$$

$$V = \frac{q}{A\epsilon_0}(d-t) + \frac{q}{KA\epsilon_0}(t)$$

$$V = \frac{q}{A\epsilon_0}\left[d - t + \frac{t}{K}\right]$$

Cpnetexam.blogspot

संधारित्र की धारिता-

$$C = q/V$$

$$C = q \Big/ \frac{q}{A\epsilon_0}\left[d - t + \frac{t}{K}\right]$$

$$\boxed{C = \frac{A\epsilon_0}{(d-t)+\frac{t}{K}}}$$

* Special Case:-

1. यदि प्लेटों के बीच सम्पूर्ण स्थान में परावैद्युत पदार्थ भर दें अर्थात् $t = d$

so धारिता $C = \frac{A\epsilon_0}{(d-d)+\frac{d}{K}}$

$$\boxed{C = \frac{KA\epsilon_0}{d}}$$

2. यदि प्लेटों के बीच t मोटाई की धातु की पट्टी रख दें-

for metal $K = \infty$

so धारिता $C = \frac{A\epsilon_0}{(d-t)+\frac{t}{\infty}}$

$$\boxed{C = \frac{A\epsilon_0}{(d-t)}}$$

3. यदि प्लेटों के बीच $K_1, K_2, K_3 \ldots$ परावैद्युतांकों वाले पदार्थ की पट्टी $t_1, t_2, t_3 \ldots$ मोटाइयों की पट्टियाँ रखी हैं तब धारिता

$$C = \frac{A\epsilon_0}{d-(t_1+t_2+t_3 \ldots)+\left(\frac{t_1}{K_1}+\frac{t_2}{K_2}+\ldots\right)}$$

→ संधारित्रों का संयोजन (Combination of Capacitor) -

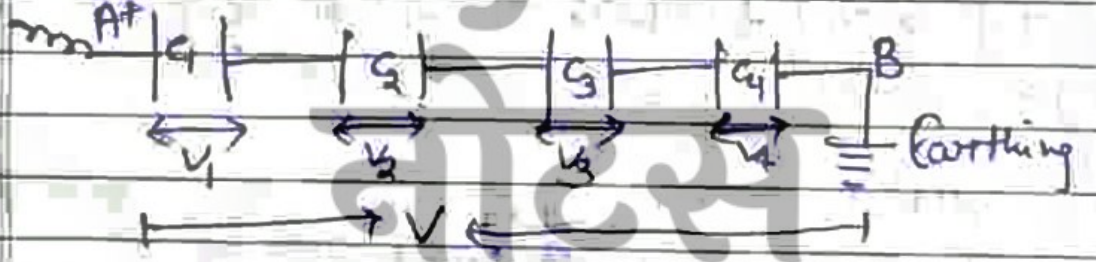
Imp. 1. श्रेणी क्रम में (In Series)

श्रेणी क्रम संयोजन में पहले संधारित्र की पहली प्लेट को विद्युत स्रोत से तथा दूसरी प्लेट को दूसरे संधारित्र की पहली प्लेट से तथा फिर दूसरे संधारित्र की दूसरी प्लेट को तीसरे संधारित्र की पहली प्लेट से जोड देते हैं। यही क्रिया आगे बढ़ाते हैं और अन्तिम संधारित्र की दूसरी प्लेट को पृथ्वी से सम्बन्धित कर देते हैं।

माना तीन संधारित्र जिनकी धारितायें C_1, C_2 व C_3 हैं, चित्रानुसार श्रेणी क्रम में जुड़ी हैं जब प्लेट A पर धनावेश दिया जाता है तो प्रेरण प्रभाव के कारण प्रत्येक संधारित्र की पहली प्लेट पर धनावेश तथा दूसरी प्लेट पर ऋण आवेश आ जाता है।

यदि संधारित्र की सिरों के बीच में उत्पन्न विभवान्तर V_1, V_2, V_3 हैं तो कुल विभवान्तर

$$V = V_1 + V_2 + V_3$$



$$V = \frac{q}{C_1} + \frac{q}{C_2} + \frac{q}{C_3}$$

यदि तीन संधारित्र के स्थान पर एक C धारिता का संधारित्र प्रयुक्त करें तब

$$\frac{q}{C} = \frac{q}{C_1} + \frac{q}{C_2} + \frac{q}{C_3}$$

$$\boxed{\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}}$$

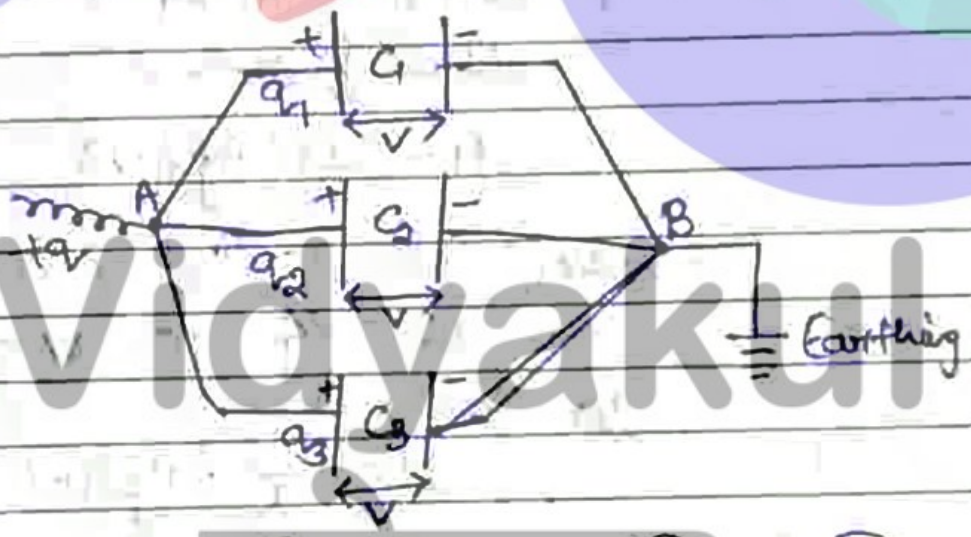
Cpnetexam.blogs

Note → श्रेणी क्रम संयोजन का प्रयोग तब करते हैं जब उच्च वोल्टेज को विभाजित करना होता है तथा सबसे कम धारिता वाले संधारित्र पर वोल्टेज सबसे अधिक होता है।

2. समान्तर क्रम में (In parallel) -

समान्तर क्रम संयोजन में सभी संधारित्रों की पहली प्लेट को एक बिन्दु से तथा दूसरी प्लेटों को एक साथ दूसरे बिन्दु से जोड़ देते हैं।

माना तीन संधारित्र जिनकी धारितायें C_1, C_2 व C_3 हैं। चित्रानुसार समान्तर क्रम में जुड़ी हैं।



जब बिन्दु A पर $+q$ आवेश दिया जाता है तो यह आवेश धारिताओं के अनुसार q_1, q_2, q_3 में बंट जाता है ∵ संधारित्र बिन्दुओं A व B के बीच जुड़े हैं, अतः विभव समान होगा।

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

So कुल आवेश $q = q_1 + q_2 + q_3$

$$= C_1V + C_2V + C_3V$$

यदि तीनों संधारित्रों के स्थान पर C धारिता का एक संधारित्र प्रयोग किया जाए जिस पर आवेश $q = CV$ हो तब

$$CV = C_1V + C_2V + C_3V$$

या

$$\boxed{C = C_1 + C_2 + C_3}$$

Cpnetexam.blogspot.co

Note → समान्तर संधारित्रों का समान्तर क्रम संयोजन तब प्रयुक्त होता है। जब साधारण विभव पर अधिक धारिता की आवश्यकता हो।

→ आवेशित समान्तर प्लेट संधारित्र के बीच वैद्युत क्षेत्र में ऊर्जा घनत्व - हम जानते हैं कि

समान्तर प्लेट संधारित्र की धारिता $C = \frac{A\epsilon_0}{d}$

किसी संधारित्र को आवेशित करने में किया गया कार्य प्लेटों के बीच ऊर्जा के रूप में संचित हो जाता है

यह ऊर्जा निम्न व्यक्त की जाती है

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

$$U = \frac{1}{2}\left(\frac{A\epsilon_0}{d}\right)V^2$$

Since

$$E = \frac{V}{d} \text{ or } V = E.d$$

so

$$U = \frac{1}{2}\left(\frac{A\epsilon_0}{d}\right) \times (Ed)^2$$

$$U = \frac{1}{2}\epsilon_0 E^2 Ad$$

प्लेटों के बीच एकांक आयतन में ऊर्जा घनत्व या ऊर्जा

$$U_d = \frac{\frac{1}{2}\epsilon_0 E^2 Ad}{Ad}$$

$$\boxed{U_d = \frac{1}{2}\epsilon_0 E^2}$$

यदि प्लेटों के बीच परावैद्युत पदार्थ भरा है तब ऊर्जा घनत्व

$$\boxed{U_d = \frac{1}{2}K\epsilon_0 E^2}$$

Vidyakul नोट्स

आवेशित समान्तर प्लेट संधारित्र की प्लेटों के बीच वैद्युत बल

$$F = \frac{1}{2} qE$$

→ संधारित्रों के उपयोग -
1. आवेशों के संचय (Store) में।
2. ऊर्जा के संचय में।
3. वैद्युत उपकरणों में।
4. वैद्युत परिपथों (Circuit) में।

→ वानडी-ग्राफ जनित्र (Van de Graaff Generator) -
वानडी ग्राफ ने एक ऐसे स्थिर वैद्युत जनित्र (Electro statics Generator) की रचना की जिसकी सहायता से 10^6 वोल्ट की कोटि का विभव उत्पन्न किया जा सकता है। इस विभव के कारण उत्पन्न वैद्युत क्षेत्र का उपयोग करके आवेशित कणों को त्वरित (Excelerated) करके ऊर्जित (Energetic) कराया जा सकता है।

* Principle -
वानडी ग्राफ जनित्र के कार्य करने का सिद्धान्त दो तथ्यों पर आधारित है।
1. किसी चालक को दिया गया आवेश सदैव उसके बाहर पृष्ठ पर स्थित रहता है।
2. किसी चालक से वायु में वैद्युत विसर्जन नुकीले सिरे से प्राथमिकता से होता है।

माना किसी गोलीय चालक की त्रिज्या r है इसे q आवेश देने से इसके विभव में होने वाली वृद्धि

$$V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q}{r}$$

or

$$q = 4\pi\epsilon_0 r \cdot V$$

चालक का पृष्ठीय आवेश घनत्व $\sigma = q/A$

$\sigma = \frac{4\pi\varepsilon_0 r \cdot V}{A}$

$\sigma = \frac{4\pi\varepsilon_0 r \cdot V}{4\pi r^2}$

} गोलीय चालक के लिए $A = 4\pi r^2$

$$\boxed{\sigma = \frac{\varepsilon_0 V}{r}}$$

$$\boxed{\sigma \propto \frac{1}{r}}$$

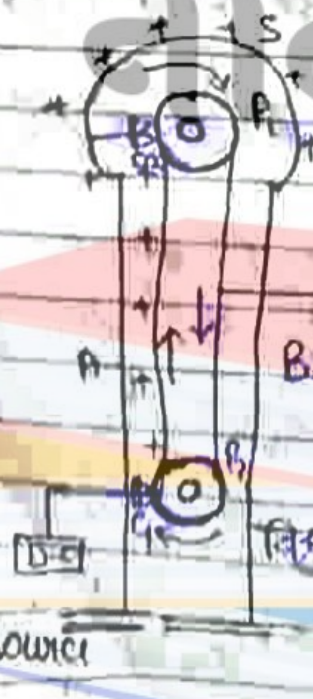
नुकीले सिरे के लिए $r \rightarrow 0$
तो

$$\boxed{\sigma \rightarrow \infty}$$

इस उच्च आवेश घनत्व के कारण नुकीले सिरे से वैद्युत विसर्जन अधिक होता है

* Construction-

VIDYAKUL
Vidyakul नोट्स



इसमे धातु का एक बडा गोला S होता है। जो दो विद्युतरोधी स्टैण्डस A व B पर कसा रहता है। इसमे एक रबर या silk की बेल्ट होती है जो घिरनियो P₁ व P₂ पर एक मोटर द्वारा चलायी जाती है। निचला Comb C_1 एक उच्च विभव वाले D.C. स्रोत के धन terminal (नम्बर) से जुडा होता है तथा ऊपरी Comb C_2 चालक पृष्ठ के आन्तरिक सतह से जुडा रहता है।

* **Working**-

जब Comb C_1 को D.C. source उच्च विभव दिया जाता है तो ये तीक्ष्ण किनारों के कारण धनआयन उत्पन्न होता है। ये धनआयन C_1 के प्रतिकर्षण के कारण बेल्ट पर चले आते हैं तथा गतिमान बेल्ट द्वारा ये आयन ऊपर की ओर चले जाते हैं ∵ Comb C_2 चालबेल्ट को स्पर्श करता है। अतः धनावेश C_2 के माध्यम से गोले के पृष्ठ पर आजाता है। इस प्रकार लगातार आवेश देते रहने से विभव बहुत अधिक उच्च हो जाता है।

वानडीग्राफ जनरेटर धनावेशित कणों को अति उच्च वेग तक त्वरित करने के लिए प्रयोग मे लाया जाता है।

Q→ आवेशित समान्तर प्लेट संधारित्र की प्लेटो को परस्पर समीप लाने मे तथा एक-दूसरे से दूर ले जाने में वैद्युत विभव पर क्या प्रभाव पडेगा।

Ans→ आवेशित समान्तर प्लेट संधारित्र की प्लेटे को परस्पर समीप लाने से वैद्युत विभव घटेगा (V ∝ d से) तथा दूरी ले जाने पर वैद्युत विभव बढ़ेगा।

Q→ किसी संधारित्र को एक सीमा से अधिक आवेश देना संभव क्यों नहीं है।

Ans→ संधारित्र की प्लेटे को लगातार आवेश देते रहने से उसकी प्लेटों के बीच विभवान्तर बढ़ता रहेगा। अन्त मे एक ऐसी स्थिति आती है जब प्लेटे के बीच माध्यम का रोधन (insulation) टूट जाता है।

तथा संधारित्र चिंगारी देकर discharge हो जायेगा।

Qu.-73. क्या किसी चालक को असीमित आवेश दिया जा सकता है

Ans. पृथ्वी एक ऐसा चालक है जिसे असीमित आवेश दिया जा सकता है क्योंकि उसकी धारिता ∞ होती है

Qu.-74. पृथ्वी का वैद्युत विभव कितना होता है और क्यों?

Ans. पृथ्वी का वैद्युत विभव शून्य होता है क्योंकि पृथ्वी की धारिता अनन्त होती है अर्थात

$C = \frac{q}{V}$ से

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

$V = \frac{q}{\infty}$ $\because C = \infty$

$\boxed{V = 0}$

Qu.-75 एक नियत विभवान्तर के लिए कौन-सा संधारित्र अधिक आवेश संचित करेगा। परावैद्युत से भरा संधारित्र या वायु संधारित्र।

Ans.→ $C = \frac{q}{V}$ से

$q = CV$

वायु संधारित्र के लिए·

$q = CV$

परावैद्युत पदार्थ भरने से·

$q' = KCV$

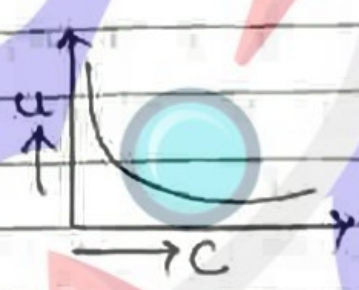
or $q' = KCV$

क्योंकि परावैद्युत पदार्थ भरने से धारिता K गुना बढ़ जाती है। अतः $\boxed{q' > q}$

अतः स्पष्ट है कि परावैद्युत भरे संधारित्र पर संचित आवेश अधिक होगा।

Vidyakul नोट्स
VIDYAKUL
Cpnetexam.blogspot.co

Ques. दिये गये ग्राफ में एक संधारित्र की संचित ऊर्जा U तथा धारिता C का परिवर्तन प्रदर्शित है। संधारित्र की प्लेटों पर आवेश q तथा विभवान्तर V में कौन सी राशि स्थिर है।



We know that -

प्लेटों के बीच संचित ऊर्जा-

$$U = \frac{1}{2} C V^2$$

$U \propto C$

or

$$U = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C}$$

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

स्पष्ट है कि U व C के बीच ग्राफ परवलयाकार है। अतः Q राशि स्थिर होगी।

Ques. संधारित्र की प्लेटों के बीच परावैद्युत पदार्थ भरने से धारिता क्यों बढ़ जाती है?

Ans. आवेशित प्लेटों के बीच परावैद्युत पदार्थ भरने से पदार्थ के अणु ध्रुवित हो जाते हैं जिससे विपरीत वैद्युत उत्पन्न हो जाता है जिसके कारण परिणामी वैद्युत क्षेत्र कम हो जाता है वैद्युत क्षेत्र के कम होने से विभवान्तर भी घट जाता है जिसके कारण धारिता बढ़ जाती है।

Note ⇒ आवेशित समान्तर प्लेट संधारित्र की प्लेटों के बीच परावैद्युत पदार्थ भरने से संचित ऊर्जा $\frac{1}{K}$ गुना रह जाती है।