

अध्याय - 1वैद्युत आवेश तथा क्लाम का नियमवैद्युत आवेश (Electric charge):-

आवेश की खोज सर्वप्रथम धूनान के वैज्ञानिक थेल्स ने १५०० ईसा पूर्व में की थी। जिसे १६०० वर्ष पश्चात इंग्लैण्ड के वैज्ञानिक गिलवर्ट ने परिभ्रष्ट किया, जिसके अनुसार-

यदि किसी वस्तु, पिण्ड या छड़ में होटे-टोटे कागज के टुकड़ों या धूल के कड़ों को आकर्षित करने का गुण पाया जाता है, तब वह वस्तु आवैशित होती है, तथा वस्तु का यह गुण विद्युतमय कहलाता है। यह हो प्रकार का होता है।

1- धनावेश

2- ऋणावेश

1. धनावेश:-

जिन चालकों या पदार्थों में इलैक्ट्रॉनों की कमी होती है, वह धनावैशित कहलाता है।

2. ऋणावेश:-

जिन चालकों या पदार्थों में इलैक्ट्रॉनों की अधिकता पायी जाती है, वह ऋणावैशित होता है।

:- आवेश की परमाणुकता या क्वांटीकरण :-

किसी भी पदार्थ में आवेश को अनिश्चित रूप से वितरित नहीं किया जा सकता। अथवा पदार्थ में उपस्थित आवेश की मात्रा को मूल आवेश के गुणज के रूप में वितरित किया जाता है। इस गुण को आवेश की परमाणुकता या क्वांटीकरण कहते हैं।

Ex-  $\pm e$ ,  $\pm 2e$ ,  $\pm 3e$ ,  $\dots \dots \dots \pm ne$   
जहाँ  $e$  मूल आवेश (इलैक्ट्रॉन पर आवेश) है।

## आवेश के विभिन्न मात्रक :-

S.I. पद्धति में मात्रक = कूलॉम  
सम्पियर - सेकेण्ट

M.K.S पद्धति में मात्रक = स्टेट कूलॉम (emu), फ्रैक्टिलिन

C.G.S. पद्धति में मात्रक = स्टेट कूलॉम (emu), (सबसे छोटा मात्रक)

$$1 \text{ स्टेट कूलॉम} = \frac{1}{3 \times 10^9} \text{ कूलॉम}$$

आवेश का तुम्बकीय मात्रक = (emu) गेब कूलॉम = 10 कूलॉम

सबसे बड़ा मात्रक = 1 कैरोड़ = 96500 कूलॉम

## आवेश के गुण (Property of Electric Charge) :-

आवेश के निम्नलिखित 4 गुण हैं -

### 1. यौज्यता का नियम:-

आवेश अदिश राशि है, अर्थात् किसी भी पिण्ड पर उपस्थित आवेशों का बीजगणतीय योग पिण्ड के कुल आवेश के बराबर होता है। तब-

$$\text{पिण्ड पर उपस्थित कुल आवेश } Q = q_1 + q_2 + q_3 + \dots$$

$$Q = \sum q$$

यदि पिण्ड में इलेक्ट्रोनों की संख्या = n

तब आवेश  $q = \pm ne$

नाभिक पर आवेश  $q = Ze$

[जहाँ Z = परमाणु की संख्या]

## 2. आवेश संरक्षण:-

इसके अनुसार आवेश को न ही उत्पन्न किया जा सकता है, न ही नष्ट किया जा सकता है। इसे केवल एक पिण्ड से इसेरे पिण्ड में स्थानांतरित किया जाता है, जबकि दोनों पिण्ड परस्पर सम्पर्क में रखे हो।

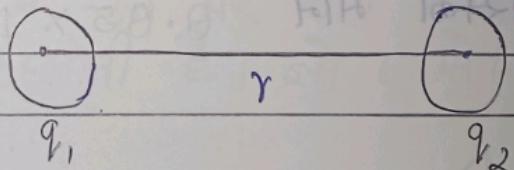
## 3. आवेश का क्वांटीकरण:-

इसके अनुसार किसी भी पिण्ड या पदार्थ में उपस्थित आवेश की मात्रा को मूल आवेश के पूर्ण गुणज के रूप में लिखा जाता है।

## 4. नियन्त्रता:-

इसके अनुसार किसी वस्तु पर उपस्थित आवेश की मात्रा उसकी स्थिति (विराम तथा गतिक) पर निर्भर नहीं करती।

## कूलोम का नियम



इस नियम के अनुसार किन्हीं दो आवेशित पिण्डों के मध्य कार्य करने वाला वैद्युत बल दोनों आवेशों के गुणनफल के समानुपाती तथा उनकी बीच की दूरी के बर्ग के व्युत्क्रमानुपाती होता है। तब-

$$F \propto q_1 \cdot q_2$$

$$F \propto \frac{1}{r^2}$$

तब

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

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

जहाँ  $K = \frac{1}{4\pi \epsilon_0}$  समानुपाती नियंत्रक है।

तब -

$(\epsilon_0 = \text{स्फरिक स्थिति})$

$$\boxed{F = \frac{1}{4\pi \epsilon_0} \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{r^2}}$$

$$\frac{1}{4\pi \epsilon_0} = 9.0 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2$$

तथा  $\epsilon_0$  निवीकृत की वैद्युतशीलता है,

$$\text{जिसका मान } 8.85 \times 10^{-12} \text{ C}^2 / \text{N} \cdot \text{m}^2$$

संकेतक रूप :-

$$F = \frac{1}{4\pi \epsilon_0} \frac{q_1 \cdot q_2}{r^2}$$

तब -

$$\boxed{\vec{F} = \frac{1}{4\pi \epsilon_0} \frac{q_1 \cdot q_2 \vec{r}}{r^2}}$$

जहाँ -  $\hat{r} = \frac{\vec{r}}{r}$

तब

$$\vec{F} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1 q_2}{r^2} \cdot \frac{\vec{r}}{r}$$

$$\boxed{\vec{F} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1 q_2}{r^3} \cdot \vec{r}}$$

वैद्युत क्षेत्र (Electric field) :- किसी आवेश के चारों ओर का वह क्षेत्र जहाँ <sup>अन्य</sup> किसी अरीक्षण आवेश को लाने पर वह आकर्षण या प्रतिकर्षण बल का अनुभव करे, वैद्युत क्षेत्र कहलाता है।

### वैद्युत क्षेत्र की तीव्रता :-

एकांक धन परीक्षण आवेश को अनन्त से वैद्युत क्षेत्र तक लाने में उस पर कार्य करने वाला बल वैद्युत क्षेत्र की तीव्रता कहलाती है। इसे E से प्रदर्शित करते हैं। यह सदिश राशि है।

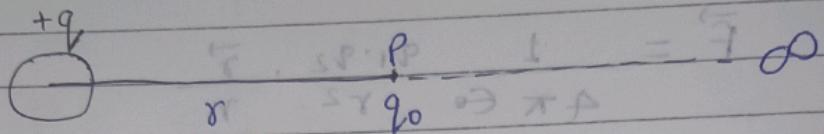
$$\boxed{E = \frac{F}{q_0}}$$

जहाँ  $q_0$  परीक्षण आवेश है।

मात्रक  $\rightarrow$  न्यूटन/कूलोम

$$\text{विमा} = \frac{MLT^{-3}}{AT} \Rightarrow [MLA^{-1}T^{-3}]$$

## बिन्दु आवेश के कारण उत्पन्न वैद्युत क्षेत्र की तीव्रता:-



माना बिन्दु आवेश  $+q$  से  $r$  दूरी पर बिन्दु P पर उत्पन्न वैद्युत क्षेत्र की तीव्रता ज्ञात करना है, जिसके लिए अनन्त से किसी परीक्षण आवेश  $q_0$  को बिन्दु P तक लाया गया तब -

$q$  व  $q_0$  के मध्य कार्य करने वाला वैद्युत बल -

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

तब P पर तीव्रता -

$$E = \frac{F}{q_0}$$

$$E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q q_0}{r^2}$$

$$E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{r^2}$$

संदर्भालय -

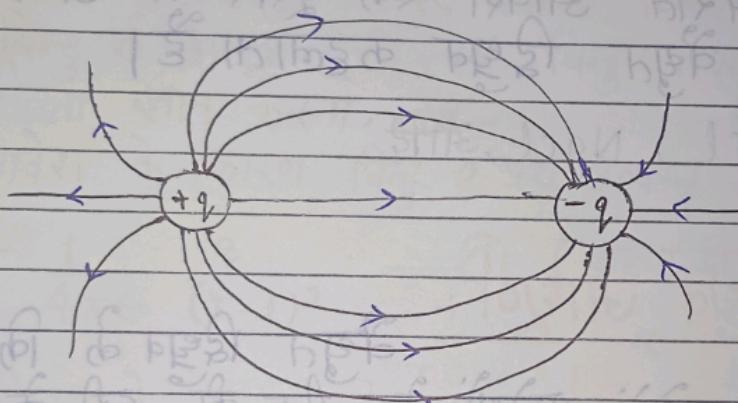
$$\vec{E} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q \cdot \hat{r}}{r^2}$$

$$\vec{E} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{r^2} \hat{r}$$

$$\boxed{\vec{E} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{r^3} \vec{r}}$$

NOTE - (i) → धनावेश के कारण तीव्रता आवेश से दूर की ओर।  
(ii) - ऋणावेश के कारण तीव्रता आवेश की ओर।

### वैद्युत बल रेखासंग :-



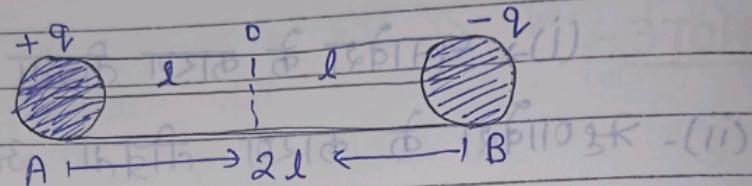
किसी वैद्युत क्षेत्र में खींची गयी वे काल्पनिक निष्कोण वक्र रेखासंग, जो वैद्युत क्षेत्र की दिशा का अविरत प्रदर्शन करे, वैद्युत बल रेखासंग कहलाती है।

### गुण:-

1. ये रेखासंग धन ध्रुव से निकलकर ऋण ध्रुव में प्रवेश कर जाती है।
2. ध्रुवों के समीप इन रेखाओं के बीच की दूरी कम जबकि ध्रुवों से दूर जाने पर रेखाओं की दूरी बढ़ जाती है।
3. ये रेखासंग एक-दूसरे को प्रतिच्छेद नहीं करती है।

- 4- इन रेखाओं के किसी बिन्दु पर खींची गई स्पर्श रेखा उस बिन्दु पर उपस्थित आवेश में कार्य करने वाले बल की दिशा को प्रदर्शित करती है।

### वैद्युत ड्विध्रवः-



यह एक ऐसी युक्ति या निकाय है, जिसमें बराबर परन्तु विपरीत आवेश एक-दूसरे से अल्प दूरी पर रखे हैं, वैद्युत ड्विध्रव कहलाता है।

Ex- HCl, NaCl, आदि

### वैद्युत ड्विध्रव आधूर्णः-

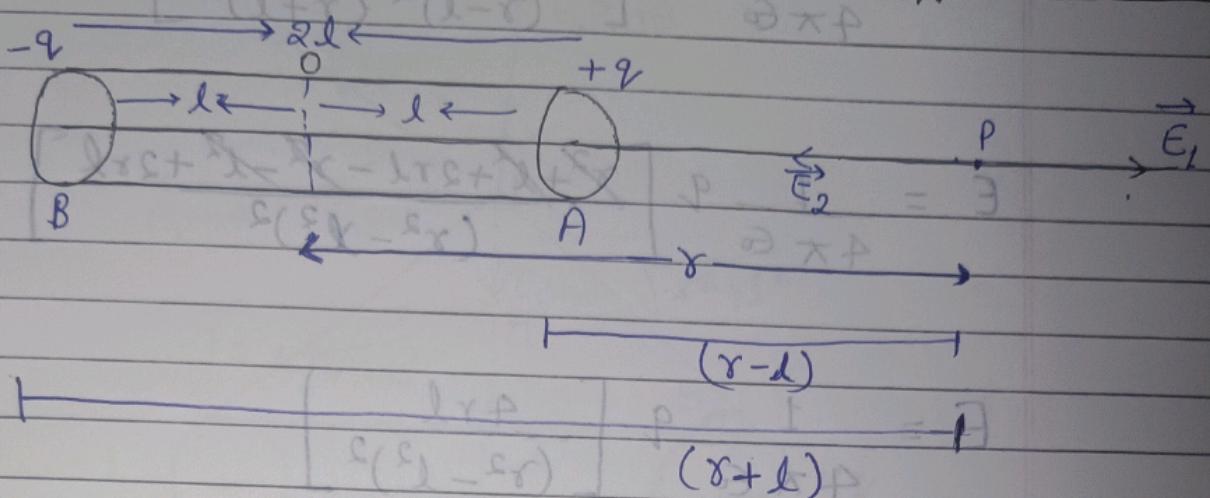
वैद्युत ड्विध्रव के किसी एक आवेश तथा दोनों आवेशों के बीच की दूरी के गुणनफल को वैद्युत ड्विध्रव आधूर्ण कहते हैं। इसे  $P$  से प्रदर्शित करते हैं। यह सदिश राशि है। इसकी दिशा त्रृप्ति आवेश से घन आवेश की ओर होती है।

$$\text{वैद्युत ड्विध्रव आधूर्ण} = q \times 2l$$

$$P = q \times 2l$$

मात्रक  $\Rightarrow$  कूलॉम-मीटर  
विमा  $= [LAT]$

वैद्युत द्विध्रुव की अक्षीय स्थिति में उत्पन्न वैद्युत क्षेत्र की तीव्रता:



माना AB एक वैद्युत द्विध्रुव लिया जिसकी अक्षीय स्थिति में  
मध्य बिन्दु O से पूर्व द्विध्रुव B पर उत्पन्न वैद्युत होल  
की तीव्रता खोल करना, तब -

+q आवेश के कारण बिन्दु P पर उत्पन्न वैद्युत होल की तीव्रता-

$$E_1 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{(r-l)^2} \quad \text{(i) (बाहर की ओर)}$$

-q आवेश के कारण बिन्दु P पर उत्पन्न वैद्युत होल की तीव्रता -

$$E_2 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{(r+l)^2} \quad \text{(ii) (अन्दर की ओर)}$$

तब P पर परामर्शी तीव्रता

$$E = E_1 + E_2$$

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

$$E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} q \left[ \frac{1}{(r-l)^2} - \frac{1}{(r+l)^2} \right]$$

$$E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} q \left[ \frac{(r+l)^2 - (r-l)^2}{(r-l)^2 (r+l)^2} \right]$$

$$E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} q \left[ \frac{r^2 + l^2 + 2rl - r^2 - l^2 + 2rl}{(r^2 - l^2)^2} \right]$$

$$E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} q \left[ \frac{4rl}{(r^2 - l^2)^2} \right]$$

जबकि  $l < r$  तब  $r^2, l^2$  की वृलन्ति में लगभग नाभय होगा + तब -

$$E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} q \frac{4rl}{(r^2)^2}$$

$$E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{2q_l \times 2r}{r^4}$$

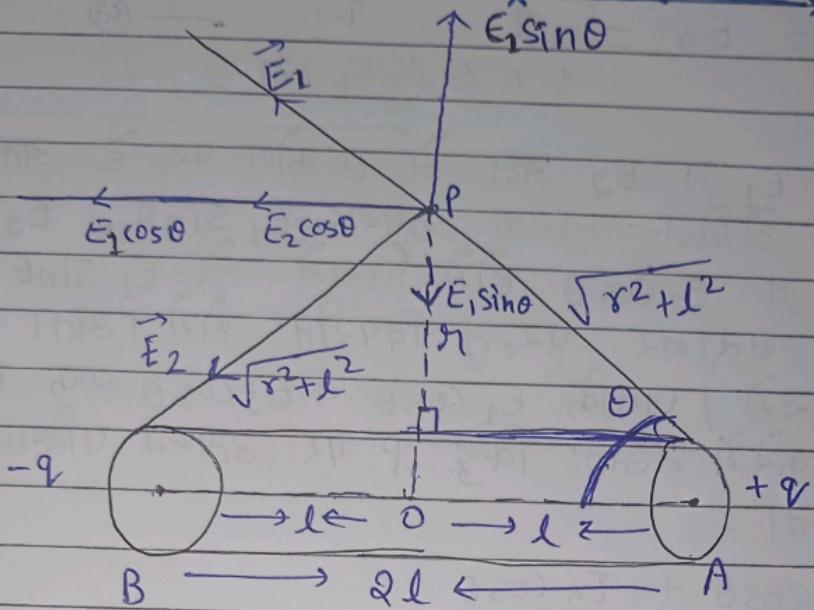
④ जबकि  $2q_l = p$

तब -

$$E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{2p}{r^3}$$

$$\left[ \frac{1}{r(r+)} - \frac{1}{r(r-)} \right] \frac{p}{r^3} = E$$

वैद्युत डिस्ट्रिब्यूशन की निरक्षीय स्थिति में उत्पन्न वैद्युत क्षेत्र की तीव्रता



माना एक वैद्युत डिस्ट्रिब्यूशन AB लिया, जिसके लम्बाई कि (निरक्ष) पर मध्यबिन्दु 0 से r दूरी पर बिन्दु P पर उत्पन्न वैद्युत क्षेत्र की तीव्रता ज्ञात करना है, तब -  
+q आवेश के कारण बिन्दु P पर तीव्रता -

$$E_1 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{AP^2}$$

जबकि  $AP = BP = \sqrt{r^2 + l^2}$

तब  $E_1 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{(\sqrt{r^2 + l^2})^2}$

$$E_1 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{(r^2 + l^2)} \quad \text{--- ①}$$

इसी प्रकार -q आवेश के कारण P पर तीव्रता -

$$E_2 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{(r^2 + l^2)} \quad \text{--- ②}$$

समी० (i) व (ii) से

$$E_1 = E_2 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0(r^2+l^2)} \cdot \frac{q}{r} \quad \text{--- (iii)}$$

तीव्रताएँ  $E_1$  व  $E_2$  अक्ष से  $\theta$  कोण पर हैं, अतः इनके लम्ब व क्षेत्रिज घटक क्रमशः  $E_1 \sin\theta$ ,  $E_2 \sin\theta$  तथा  $E_1 \cos\theta$ , व  $E_2 \cos\theta$  होंगे। जिसमें से  $E_1 \sin\theta$  व  $E_2 \sin\theta$  परस्पर बबाकर परन्तु विपरीत होंगे। अतः यह निरस्त हो जाएंगे। जबकि  $E_1 \cos\theta$  व  $E_2 \cos\theta$  एक ही दिशा में कार्य करेंगे। अतः बिन्दु P पर उत्पन्न परिणामी वैद्युत क्षेत्र की तीव्रता -

$$E = E_1 \cos\theta + E_2 \cos\theta$$

$$E = 2 E_1 \cos\theta$$

~~$$E = \dots$$~~ जबकि  $\cos\theta = \frac{l}{AP} = \frac{l}{\sqrt{r^2+l^2}}$

$$E = 2 \times \frac{1}{4\pi\epsilon_0(r^2+l^2)} \cdot \frac{q}{r} \cdot \frac{l}{\sqrt{r^2+l^2}}$$

$$E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0(r^2+l^2)^{3/2}} \cdot 2ql$$

$$\text{जबकि } 2ql = p$$

$$E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0(r^2+l^2)^{3/2}} \cdot \frac{p}{r}$$

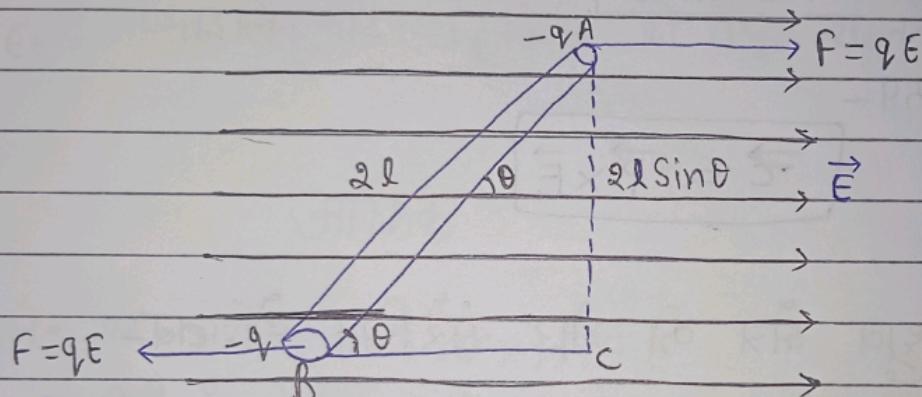
$$\text{जबकि } l \ll r \text{ तब } l^2 \ll r^2$$

तब -

$$E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{P}{(r^2)^{3/2}}$$

$$E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{P}{r^3}$$

**एक समान बाह्य वैद्युत क्षेत्र में स्थित द्विध्रुव पर लगने वाले बल युग्म का आधूरण :-**



माना एक समान बाह्य वैद्युत क्षेत्र है लिया जिसमें एक वैद्युत द्विध्रुव AB क्षेत्र से  $\theta$  कोण पर रखा तब बाह्य वैद्युत क्षेत्र के कारण वैद्युत क्षेत्र के दोनों सिरों पर बराबर परन्तु विपरीत कार्य करेगे, जिसे बलयुग्म कहते हैं, यह बलयुग्म वैद्युत द्विध्रुव को वैद्युत क्षेत्र के समान्तर लाने का प्रयत्न करता है। इसी बलयुग्म के कारण उत्पन्न बल आधूरण की गणना करना। तब -

बलयुग्म का आधूरण  $T = \text{स्क बल} \times \text{दोनों बलों के बीच की लम्बवत दूरी}$

$$T = F \times AC$$

जबकि  $f = qE$

$$AC = 2l \sin\theta \quad (\text{चूंकि } \triangle ABC \text{ में } \sin\theta = \frac{AC}{2l})$$

तब -

$$\tau = qE \times 2l \sin\theta$$

$$\tau = 2q_l E \sin\theta$$

जबकि  $2q_l = P$

तब -

$$\boxed{\tau = P \cdot E \sin\theta}$$

सादिश रूप -

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

(i) - यदि द्विध्रुव क्षेत्र की ओर संरेखित हो, तब -

$$\theta = 0^\circ$$

तब

$$\tau = P E \sin 0^\circ$$

$$\boxed{\tau = 0}$$

(ii) यदि द्विध्रुव क्षेत्र के लम्बवत हो। तब -  $\theta = 90^\circ$

$$\tau = P E \sin 90^\circ$$

$$\tau = PE$$

या

$$\boxed{\tau_{\max} = PE}$$

## माध्यम का परावेद्युतांक :-

Ranker  
Date: \_\_\_\_\_  
Page: \_\_\_\_\_

की वैद्युतशीलता तथा निवति की वैद्युतशीलता के अनुपात के बराबर होता है। इसे  $K$  से प्रदर्शित करते हैं। यह विमाणीन राशि है।

विद्युतरोधी माध्यमों का परावेद्युतांक हमेशा 1 से आधिक होता है।

$$K = \frac{\epsilon}{\epsilon_0}$$

$\epsilon$  = एप्साइलिन  $\Rightarrow$  (माध्यम की वैद्युतशीलता)

$\epsilon_0$  = एप्साइलिन नॉट  $\Rightarrow$  (निवति की वैद्युत शीलता)