PHYSICS

भौतिक विज्ञान

THE GUIDE
ACADEMIC

12TH NOTES

एकदम सरल भाषा में

By- Vikrant sir
Mob-7323096623

THE GUIDE COACHING CENTRE KUKURHA
By- Vikrant sir
Mob-7323096623

Full Physics - class 12

विषय - सूची

अध्याय क्र.सं.	अध्याय का नाम	पेज नम्बर

THE GUIDE COACHING CENTER

अध्याय-01 विद्युत आवेश एवं क्षेत्र

▷ **स्थिर वैद्युतिकी** - भौतिक विज्ञान की वह शाखा जिसमे स्थिर आवेश या आवेशो के समुह के बारे में अध्ययन किया जाता है, 'स्थिर वैद्युतिकी' कहते हैं।

→ स्थिर वैद्युतिकी के अनुप्रयोग –
i) छाया प्रति मशीन
ii) कम्प्यूटर प्रिंटर में
iii) भूकंप लेखी में
iv) स्थिर विद्युत स्मृति में

▷ **वैद्युत आवेश** - किसी पदार्थ वह गुण जिसके कारण विद्युत प्रभाव उत्पन्न करता है या इनका अनुभव करता है, 'आवेश' कहलाता है।

→ इसे Q, या q द्वारा सुचित किया जाता है।

→ $q = it$

→ S.I मात्रक → एम्पियर-सेकेण्ड या कुलॉम (C)

* c.g.s मात्रक → स्टैट कुलॉम या फ्रैंकलीन

1 कुलॉम = 3×10^9 स्टैट कुलॉम
1 esu = $\frac{1}{3}\times10^9$

• सबसे बड़ा मात्रक - 1 फैराडे = 96500 कुलॉम

• आवेश का विद्युत चुम्बकीय मात्रक (emu) - एब कुलॉम

1 एब कुलॉम = $\frac{1}{10}$ एब कुलॉम

→ अन्य मात्रक
* 1 माइक्रो कुलॉम (μc) = $10^{-6}c$
* 1 मिली कुलॉम (mc) = $10^{-3}c$
* 1 नैनो कुलॉम (nc) = $10^{-6}c$

→ विमा $[M^0L^0A^1T^1]$ या $[AT]$

→ यह एक अदिश राशि है।

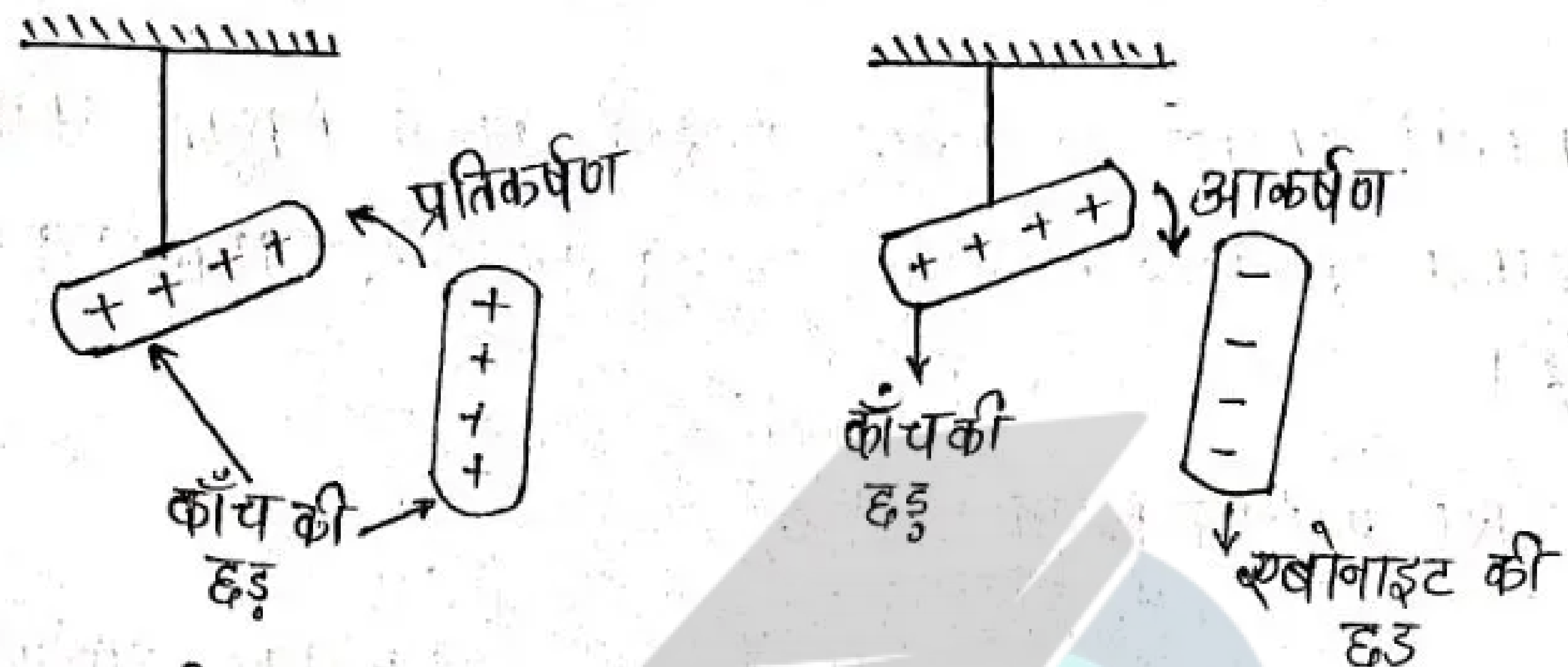
▷ **आवेश के प्रकार [Type of Charge]**

आवेश
i) धन आवेश
ii) ऋण आवेश

i) धन आवेश (Positive charge) -

ii) ऋण आवेश (Negative charge)

→ अब हम काँच की छड़ को रेशम से रगड़ते तथा आबुनास की छड़ को बिल्ली की खाल से रगड़े तो दोनों छड़े आवेशित हो जाती हैं लेकिन दोनो छड़ों के आवेश एक-दुसरे से भिन्न होते हैं।



→ सजातीय आवेश एक-दुसरे को प्रतिकर्षीत करते हैं।
→ विजातीय आवेश एक-दुसरे को आकर्षीत करते हैं।

आवेश का गुणधर्म

→ विद्युत आवेश के कुछ महत्वपूर्ण गुण -

1. विद्युत आवेश की निश्चिरता —

किसी वस्तु पर आवेश इसके वेग पर निर्भर नहीं करता है। चाहे वस्तु स्थिर हो या वह आपेक्षकीय वेग से गतिशील हो इसका आवेश समान रहता है। यह गुणधर्म विद्युत आवेश की निश्चरता कहलाता है।

विरामावस्था में आवेश = गतिशील अवस्था में आवेश

$$q_{rest} = q_{motion}$$

Note : विशिष्ट आपेक्षिकता के सिद्धांत के अनुसार किसी वस्तु का द्रव्यमान निम्न सुत्र के अनुसार परिवर्तित होता रहता है -

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$$

जहाँ m - गतिशील में वस्तु का द्रव्य०
m_0 - विरामावस्था में द्रव्यमान
v - वस्तु का वेग
c - प्रकाश की चाल

2. विद्युत आवेश का संरक्षण –

वैद्युत आवेश को न तो उत्पन्न किया जा सकता है, न तो नष्ट ही किया जा सकता है। इसे केवल एक रूप से दुसरे रूप में रूपांतरित किया जा सकता है। इस नियम को बेन्जामीन फ्रैन्कलीन ने ज्ञात कीया था।

3. विद्युत आवेश का क्वान्टीकरण –

किसी वस्तु में उपस्थित आवेश या स्थानान्तरित आवेश सदैव मुल इलेक्ट्रॉन (e) का पूर्ण गुणज होता है। अर्थात वैद्युत आवेश को अनिश्चित रूप से विभाजीत नहीं किया जा सकता है।

$$Q = \pm ne$$

→ जहाँ $n = 1, 2, 3, 4, 5, \ldots\ldots$

→ इलेक्ट्रॉन $e = 1.6 \times 10^{-19} C$

→ α- कण का आवेश $= +2e$

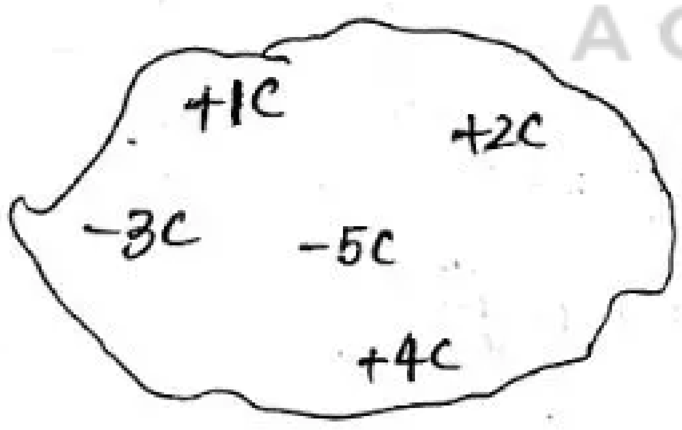
4. विद्युत आवेशों का योज्यता गुणधर्म –

आवेश एक अदिश राशि होती है इसलिए किसी निकाय या वस्तु पर उपस्थित कुल आवेश, अलग-अलग आवेशों के बीजगणितीय योग के बराबर होता है।

→ यदि किसी वस्तु पर कुल आवेश शुन्य है, तो वस्तु उदासीन कहलाती है।

→ यदि किसी निकाय में n आवेश $q_1, q_2, q_3, \ldots q_n$ है, तो निकाय का कुल आवेश $q_t = q_1 + q_2 + q_3 + \ldots + q_n$

Ex –



कुल आवेश $q_t = -3C + 1C + 4C + 2C - 5C$

$= -8C + 7C$

$q_t = -1C$ An

▷ आवेशन –

किसी वस्तु पर आवेश प्रकट करने की प्रक्रिया, आवेशन कहलाती है।

या

जब इलेक्ट्रॉन को एक वस्तु से दुसरे वस्तु मे स्थानान्तरित करने की प्रक्रिया आवेशन कहलाता है।

→ उदासीन वस्तु से इलेक्ट्रॉन की कमी होती है तो उस पर धनावेश तथा इलेक्ट्रॉन की अधिकता होती है तो उस पर ऋणावेश आ जाता है।

→

आवेशन की विधियाँ

1. घर्षण द्वारा -

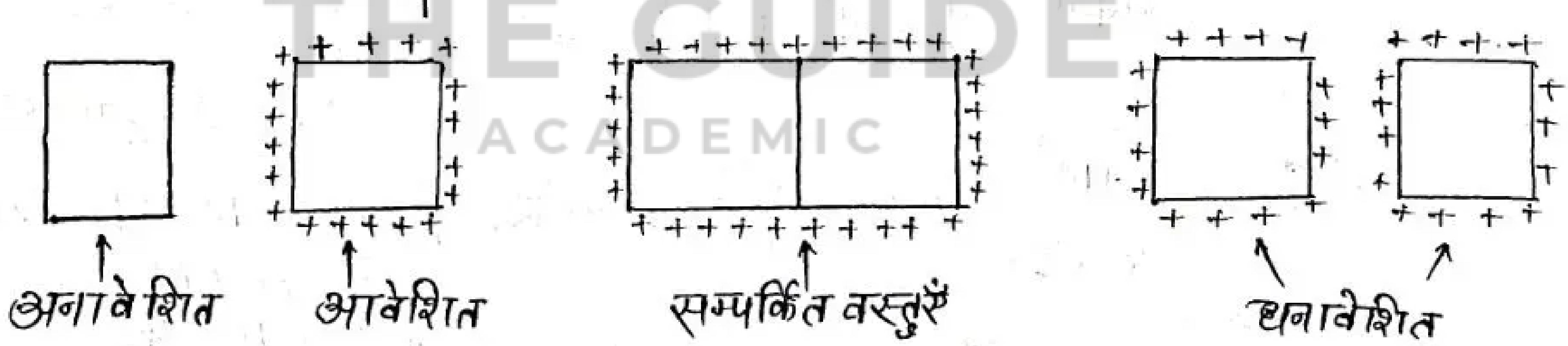
→ जब दो वस्तुओं को आपस में रगड़ा जाता है तो एक वस्तु से इलेक्ट्रॉन दुसरी वस्तु पर स्थानान्तरित हो जाते हैं, जिससे वस्तुए आवेशित हो जाती हैं।

→ एक वस्तु पर धनावेश तो दुसरी वस्तु पर उतने ही परिणाम का ऋणावेश आ जाता है।

→

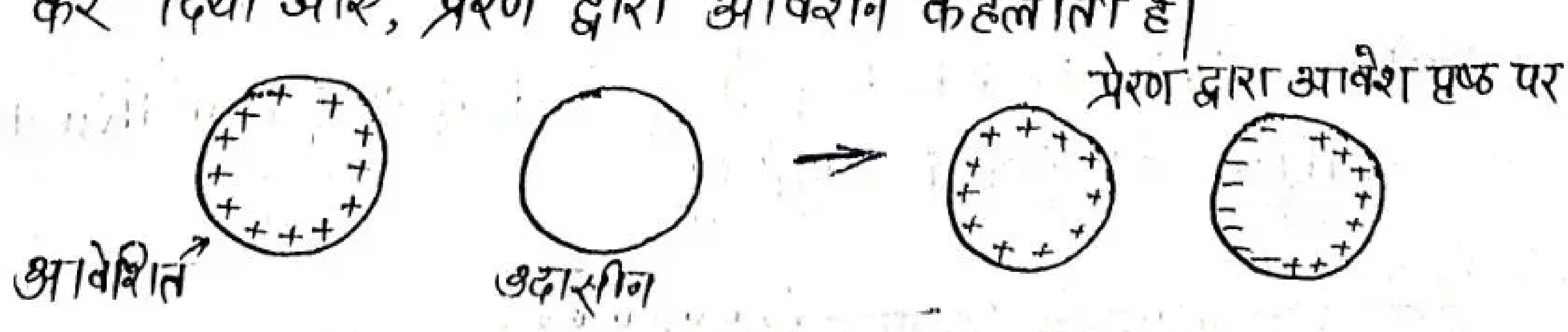
2. चालन द्वारा -

जब किसी आवेशित चालक को किसी अनावेशित चालक के सम्पर्क में लाया जाता है, तब दोनों चालकों द्वारा पर समान प्रकृति का आवेश फैल जाता है। इसी प्रक्रिया को चालन द्वारा आवेशन कहते हैं।



3. प्रेरण द्वारा -

वह प्रक्रिया जिसके अन्तर्गत एक आवेशित वस्तु द्वारा अनावेशित वस्तु पर स्पर्श किए बिना विपरीत प्रकृति का आवेश उत्पन्न कर दिया जाए, प्रेरण द्वारा आवेशन कहलाती है।

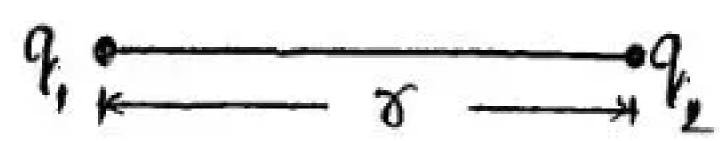


कुलॉम का नियम

→ निर्वात में स्थित किन्ही दो स्थिर आवेशो के बीच लगने वाला वैद्युत बल दोनो आवेशों के परिणामों के गुणनफल के समानुपाती तथा इनके बीच की दूरी के वर्ग के व्युत्क्रमानुपाती होता है।

→ यह बल दोनो आवेशों को मिलाने वाली रेखा के अनुदिश होता है।

→ माना दो बिंदु आवेश q_1 व q_2 एक-दुसरे से r दुरी पर स्थिर हो, तो कुलॉम के नियम से -



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

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

जहाँ K एक नियतांक है, निर्वात में प्रयोगों द्वारा प्राप्त मान -

$$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0 K} = 9\times10^9 \ Nm^2/C^2$$

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

* ϵ_0 [एपसाइलन जीरो] को निर्वात की वैद्युतशीलता कहते हैं।

$$\epsilon_0 = 8.85\times10^{-12} \ C^2/Nm^2$$

$$\epsilon_0 \text{ की विमा} = [M^{-1}L^{-3}T^4A^2]$$

→ आपेक्षिक परावैद्युतता (K या ϵ_r) –

किसी माध्यम का परावैद्युत (ϵ) तथा निर्वात में परावैद्युता (ϵ_0) के अनुपात को उस परावैद्युत माध्यम का परावैद्युतांक या आपेक्षिक परावैद्युतता (आपेक्षिक विद्युतशीलता) कहते हैं।

$$\epsilon_r = \frac{\epsilon}{\epsilon_0} \quad \text{या} \quad K = \frac{\epsilon}{\epsilon_0}$$

माध्यम	परावैद्युतांक
वायु	1
काँच	5-10
अभ्रक	3-6
आसुत जल	80
सुचालक	∞

- यह मात्रक तथा विमाहीन होता है।
- वायु के लिए परावैद्युतांक = 1
- अन्य माध्यम के लिए परावैद्युतांक 1 से अधिक
- धातु के लिए परावैद्युतांक → अनन्त

→ परावैद्युत सामर्थ्य :

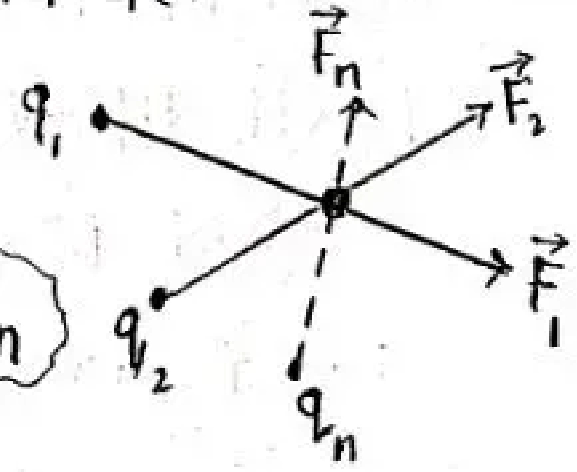
विद्युत क्षेत्र की प्रबलता का वह उच्चतम मान जिसे वह पदार्थ भंजन हुए बिना सहन कर सकता है, परावैद्युत सामर्थ्य कहलाता है।

- हवा के लिए यह मान 3×10^6 V/m

→ कुलॉम का सदिश रूप :

→ बहुल आवेशों के माध्य बल एवं अध्यारोपण के सिद्धांत -

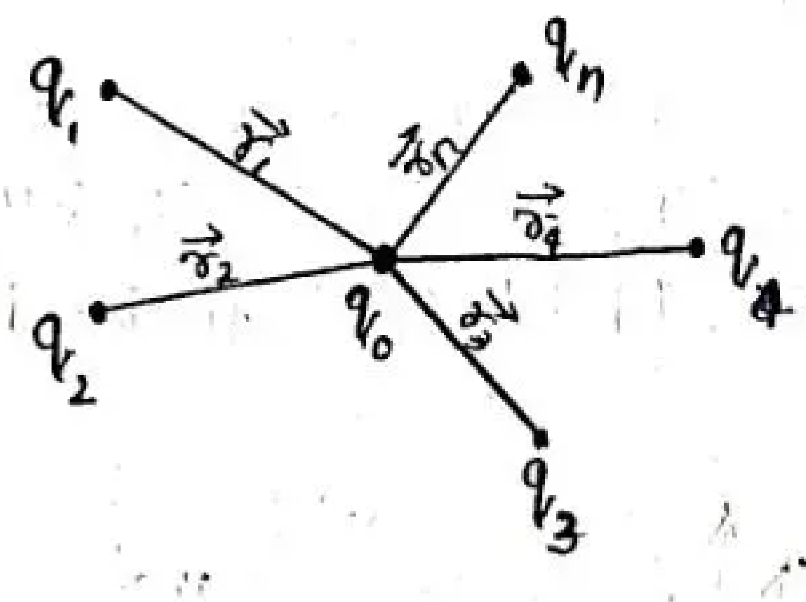
* अध्यारोपण सिद्धांत - किसी आवेश पर लगने वाला परिणामी बल अलग-अलग आवेशो लगाये गये बलों के सदिश योग के बराबर होता है।



q_0 आवेश पर आरोपीत परिणामी वैद्युत बल $\vec{F}_{net} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots + \vec{F}_n$

* बहुआवेशों के मध्य बल -

माना n आवेशो का एक निकाय है जिसमें $q_1, q_2, \dots q_n$ आवेश उपस्थित है। एक अन्य आवेश q_0 से इनके स्थिति सदिश क्रमशः $\vec{r}_1, \vec{r}_2, \vec{r}_3 \dots, \vec{r}_n$ है।



→ अध्यारोपण के सिद्धांत से, आवेश q_0 पर कुल बल $\vec{F}_0 = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \ldots\ldots + \vec{F}_n$ — (i)

→ q_1 द्वारा q_0 पर बल $\vec{F}_1 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q_0 q_1}{|\vec{r}_1|^2} \cdot \hat{r}_1$ —(2)

→ q_2 द्वारा q_0 पर बल $\vec{F}_2 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q_0 q_2}{|\vec{r}_2|^2} \cdot \hat{r}_2$ — (3)

→ इसी प्रकार, q_n द्वारा q_0 पर बल $\vec{F}_n = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q_0 q_n}{|\vec{r}_n|^2} \cdot \hat{r}_n$ — (4)

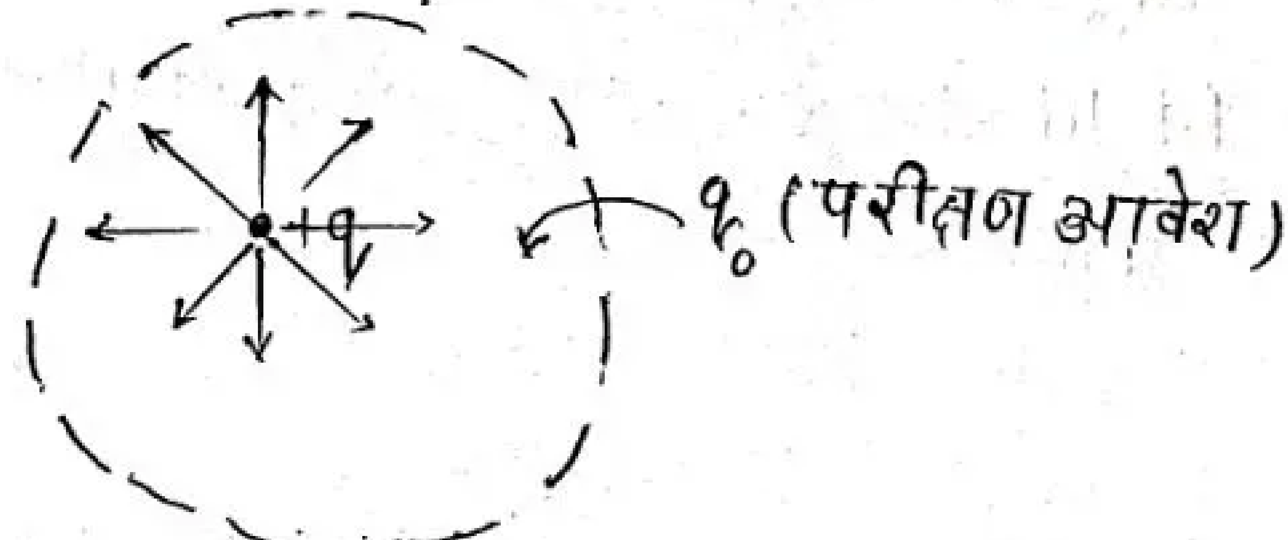
समी॰ 2, 3 व 4 को समी॰ 1 मे रखने पर —

$$\vec{F}_0 = \frac{q_0}{4\pi\epsilon_0}\left[\frac{q_1}{|\vec{r}_1|^2} \cdot \hat{r}_1 + \frac{q_2}{|\vec{r}_2|^2} \cdot \hat{r}_2 + \ldots\ldots + \frac{q_n}{|\vec{r}_n|^2} \cdot \hat{r}_n\right]$$

$$\boxed{\vec{F}_0 = \frac{q_0}{4\pi\epsilon_0} \sum_{i=1}^{n} \frac{q_i}{|\vec{r}_i|^2} \cdot \hat{r}_i}$$

विद्युत क्षेत्र

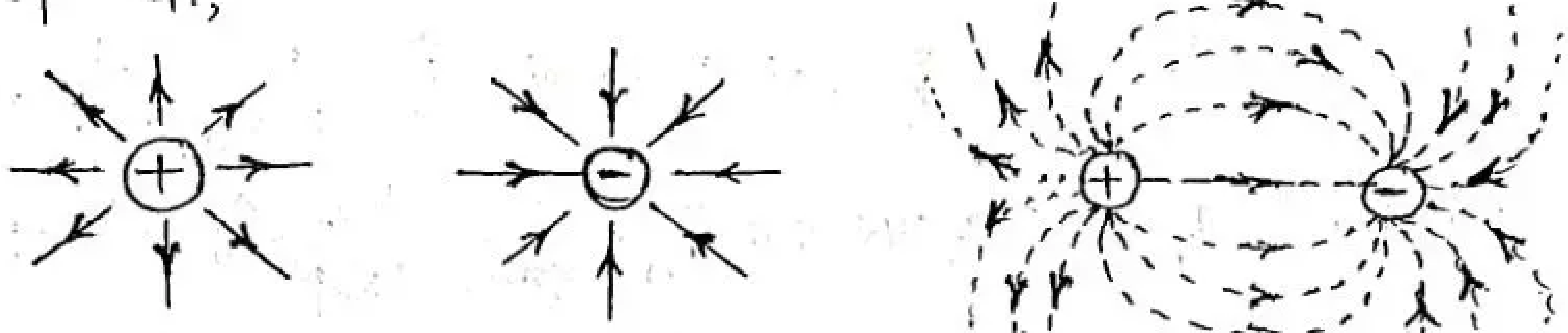
→ किसी विद्युत आवेश के चारों ओर का वह क्षेत्र जिसमें कोई अन्य आवेश आकर्षण या प्रतिकर्षण बल का अनुभव करता है, वैद्युत क्षेत्र कहलाता है।



→ परीक्षण आवेश :- परीक्षण आवेश एक अत्यंत अल्प धन-बिंदु होता है। जिसका अपना कोई विद्युत क्षेत्र नहीं होता है। इसको वैद्युत क्षेत्र में रखने पर मूल क्षेत्र में कोई परिवर्तन नही होता है। यह एक काल्पनिक आवेश है, वास्तविक नहीं।

→ विद्युत क्षेत्र रेखा -

ऐसी काल्पनिक रेखा या वक्र जिसके किसी बिंदु पर खींची गई स्पर्श रेखा, विद्युत क्षेत्र सदिश की दिशा में होती है, विद्युत क्षेत्र रेखा कहलाती है। या,



धनावेश ($q>0$)   ऋणावेश ($q<0$)   विद्युत द्विध्रुव के लिए

ⓐ समान वि॰ क्षे॰ जिसमें परिणाम व दिशा दोनों नियत हो

ⓑ वि॰ क्षे॰ का परिणाम नियत, दिशा अनियत

ⓒ वि॰ क्षे॰ का परिणाम व दिशा दोनों अनियत

→ विद्युत क्षेत्र रेखाओं का चित्रण सर्वप्रथम फैराडे द्वारा किया गया।

→ विद्युत क्षेत्र रेखाओं का गुण :-

i) विद्युत क्षेत्र रेखाएं खुले वक्र के रूप में होती है। अर्थात् विद्युत रेखाएं बंद लुप में नहीं रहती है।

ii) विद्युत क्षेत्र रेखा के किसी बिंदु पर खींची गई स्पर्श रेखा, इस बिंदु पर विद्युत क्षेत्र की दिशा को व्यक्त करती है।

iii) विद्युत क्षेत्र रेखा एक-दुसरे को कभी नहीं काटती है।

करण :-

iv) विद्युत क्षेत्र रेखा धनावेश से प्रारंभ होकर ऋणावेश में समाप्त हो जाती है।

v) विद्युत-क्षेत्र कि रेखाएं चालक के लंबवत होती है।

vi) विद्युत-क्षेत्र रेखाएं सतत् होती हैं।

vii) यह एकदिशिक होती है, अर्थात् एक बिंदु पर एक ही दिशा होगी।

viii) चालक के भीतर विद्युत-क्षेत्र रेखाएं नहीं होती है।

→ विद्युत क्षेत्र की तीव्रता

वैद्युत क्षेत्र के भीतर किसी बिंदु पर विद्युत क्षेत्र की तीव्रता, उस बिंदु पर रखे एकांक धन परीक्षण आवेश पर कार्यरत वैद्युत वैद्युत बल के बराबर होती है।

यदि वैद्युत क्षेत्र में रखें धन परीक्षण आवेश q_0 पर लगने वाला बल $\vec{F}$ है तो उस बिंदु पर वैद्युत क्षेत्र की तीव्रता

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

→ यह एक सदिश राशि है। इसकी दिशा वही होती है जो वैद्युत बल $\vec{F}$ की होती है।

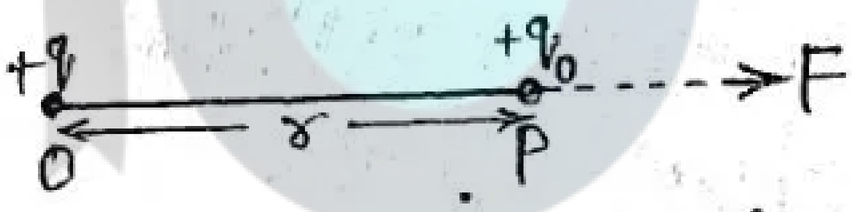
→ इसका मात्रक - N/C या V/m

→ इसकी विमा - $[M^1L^1T^{-3}A^{-1}]$

→ वैद्युत बल $F = E \cdot q_0$

→ किसी बिंदु आवेश के कारण विद्युत क्षेत्र की तीव्रता

माना किसी बिंदु O पर q कुलाम का धनावेश K परावैद्युतांक वाले माध्यम में स्थित है। +q आवेश से r दुरी पर किसी बिंदु P पर वैद्युत क्षेत्र की तीव्रता ज्ञात करनी है। इसके लिए माना कि $+q_0$ धन परीक्षण आवेश बिंदु P पर स्थित है।



कुलोंम के नियमानुसार, धन परीक्षण आवेश $+q_0$ पर लगने वाले वैद्युत बल

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

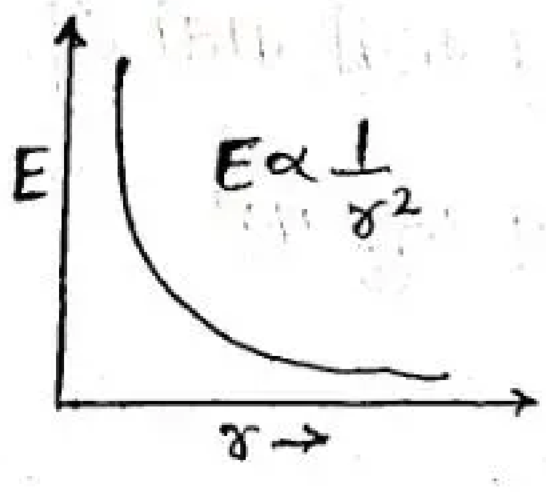
अतः बिंदु P पर वैद्युत क्षेत्र की तीव्रता

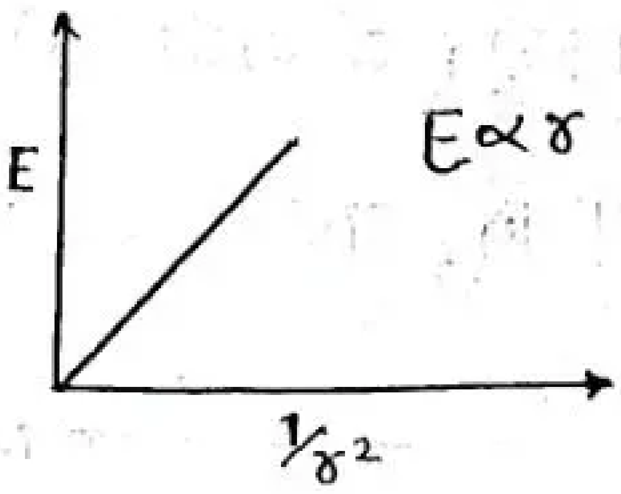
$$E = \frac{F}{q_0} = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 K \cdot r^2}$$

वायु या निर्वात के लिए K = 1

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

→ विद्युत आवेश के कारण विद्युत क्षेत्र की तीव्रता E तथा दुरी r के मध्य आरेख -

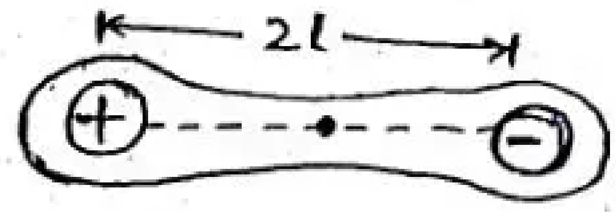




→ विधुत द्विध्रुव.

दो समान परिणाम परन्तु विपरीत प्रकृति के आवेश एक-दूसरे से अल्प दूरी पर हो, तो ऐसा बना निकाय विधुत द्विध्रुव कहलाता है।

Exple :- NaCl, H_2O, HCl



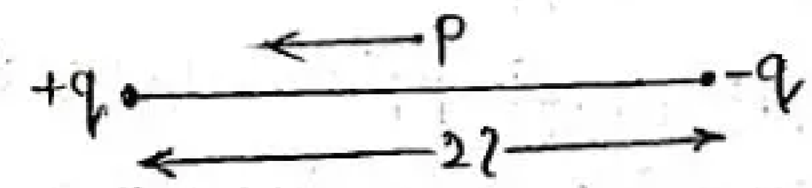
→ दोनो आवेशों के मध्य का बिंदु द्विध्रुव केन्द्र कहलाता है।

→ विधुत द्विध्रुव आघूर्ण ($\vec{P}$)

विधुत द्विध्रुव के किसी एक आवेश के परिणाम एवं दोनो आवेशों के मध्य की दूरी के गुणनफल को विधुत द्विध्रुव आघूर्ण कहते हैं।

→ विधुत द्विध्रुव एक सदिश राशि होती है। जिसकी दिशा ऋणावेश से धनावेश की ओर होती है।

$$\boxed{P = q \cdot 2l}$$

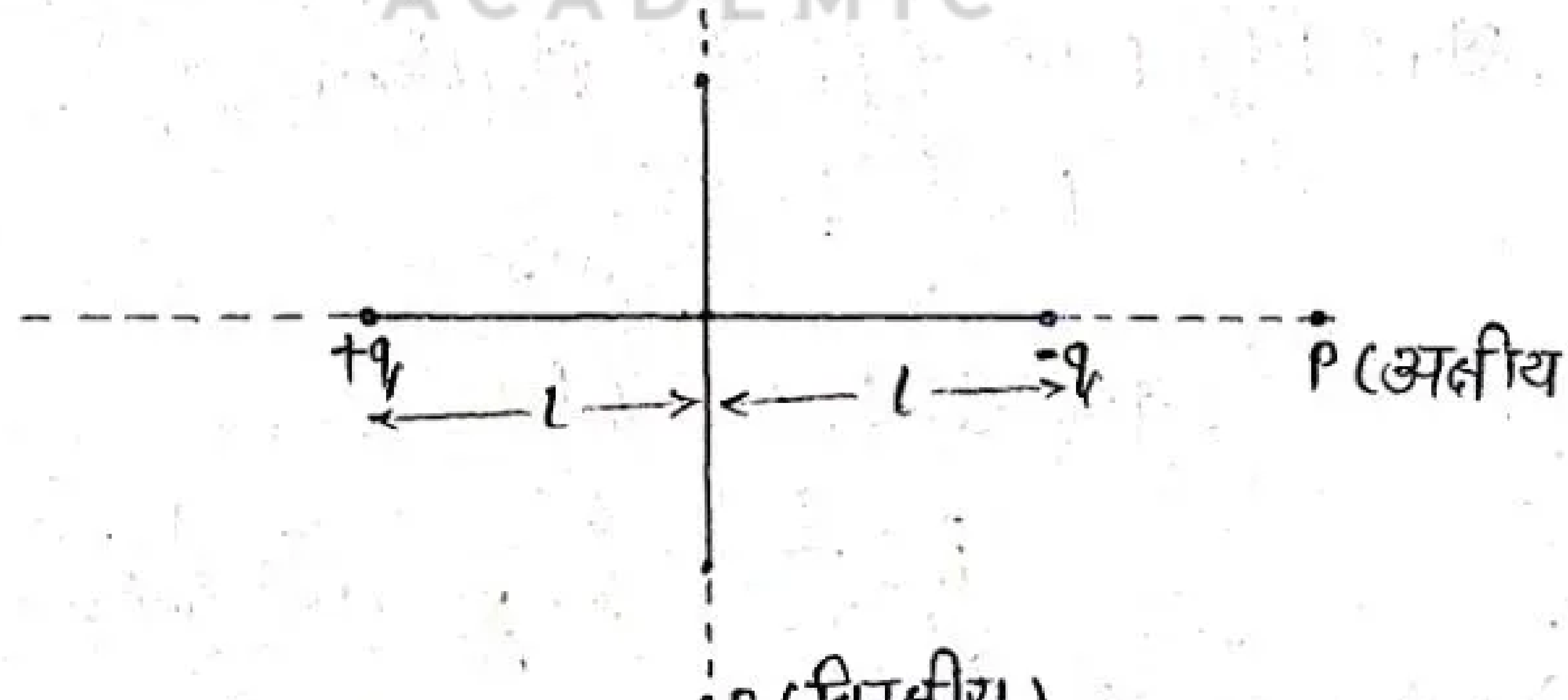


→ मात्रक - कूलाम·मीटर या डिबाई (Debye)

$1\ \text{Debye} = 3.3 \times 10^{-30}\ C{\cdot}m$

→ विमा - $[M^0 L^1 T^1 A^1]$

→ विधुत द्विध्रुव के कारण उत्पन्न विधुत क्षेत्र की तीव्रता

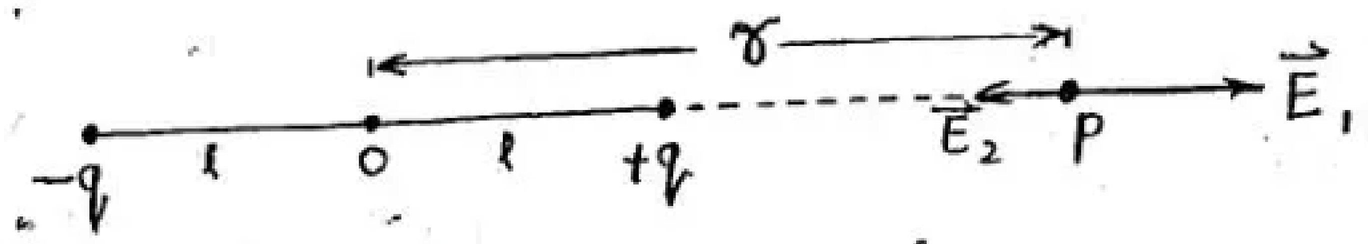


→ विधुत द्विध्रुव में सभी दूरीयां केन्द्र से मापी जाती हैं।

i) अक्षीय बिंदु पर ii) निरक्षीय बिंदु पर

i) विद्युत द्विध्रुव के कारण अक्षीय बिंदु पर विद्युत-क्षेत्र की तीव्रता —

माना एक विद्युत-द्विध्रुव है। जिसपर $\pm q$ आवेश है इसके कारण इसके केन्द्र से r दूरी पर स्थित एक बिंदु P पर विद्युत-क्षेत्र की तीव्रता ज्ञात करें -



$\vec{E}_1 \rightarrow +q$ आवेश के कारण विद्युत-क्षेत्र

$\vec{E}_2 \rightarrow -q$ आवेश के कारण विद्युत-क्षेत्र

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

यहाँ $E_1 > E_2$ तथा E_1 व E_2 के बीच कोण $\theta = 180^\circ$ तब परिणामी

$$\vec{E}_{net} = \vec{E}_1 + \vec{E} \Rightarrow \begin{cases} R = \sqrt{E_1^2 + E_2^2 + 2E_1E_2\cos\theta} \\ R = \sqrt{(E_1 - E_2)^2} \end{cases}$$

तब परिणामी का परिणाम,

$$E_{net} = E_1 - E_2$$

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

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

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

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

$$= \frac{2Kr \cdot 2ql}{(r^2 - l^2)^2}$$

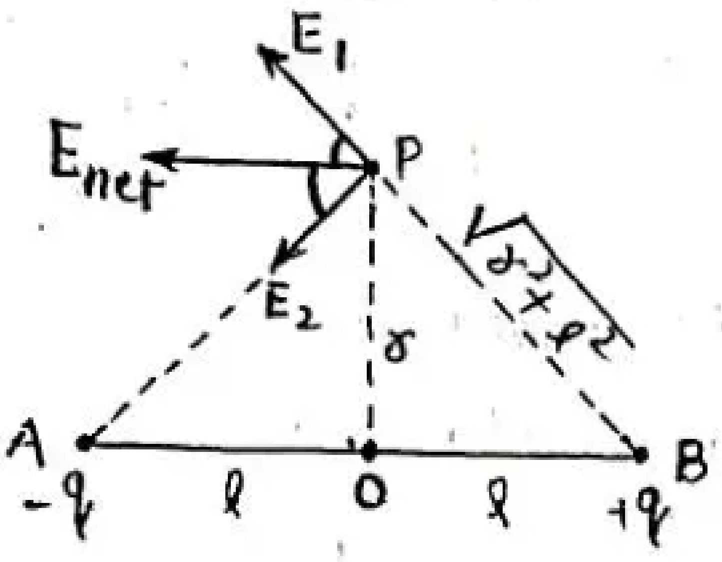
यहाँ $q \times 2l = P$ तथा $l < r$ तब $l^2 <<< r^2$ अत: l^2 को नगण्य लेने पर

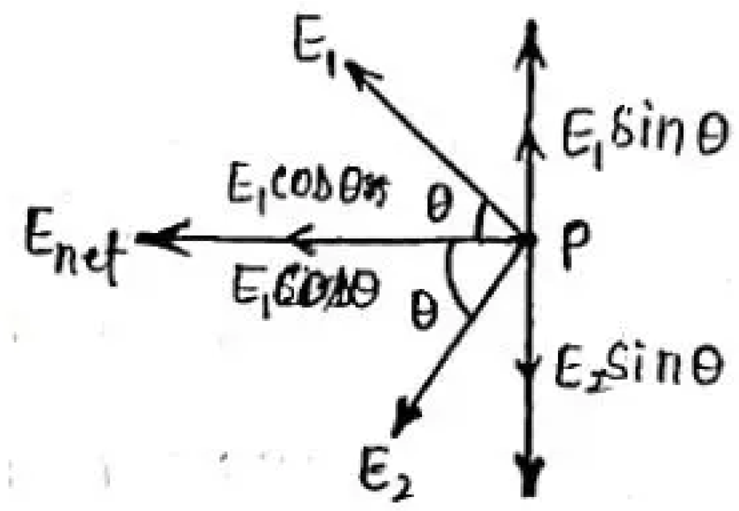
$$E_{net} = \frac{2KP\cancel{r}}{r^{\cancel{4}}}$$

$$\boxed{E_{net} = \frac{2KP}{r^3} = \frac{2P}{4\pi\epsilon_0 r^3}}$$

ii) वैद्युत द्विध्रुव के निरक्षीय के कारण विद्युत क्षेत्र की तीव्रता -

→ माना एक वैद्युत द्विध्रुव AB, दो आवेश +q व -q से मिलकर बना है। वैद्युत द्विध्रुव की निरक्षीय रेखा पर बिंदु O से r दूरी पर बिंदु P पर वैद्युत क्षेत्र की तीव्रता ज्ञात करनी है।





+q तथा -q आवेशों के कारण उत्पन्न वैद्युत क्षेत्र की तीव्रता E_1 व E_2 है।

$$E_1 = \frac{kq}{(\sqrt{r^2+l^2})^2} = \frac{kq}{r^2+l^2} \quad (\vec{BP} \text{ दिशा में,})$$

$$E_2 = \frac{Kq}{(\sqrt{r^2+l^2})^2} = \frac{Kq}{r^2+l^2} \quad (\vec{PA} \text{ दिशा में,})$$

→ E_1 व E_2 परिणाम में समान है दिशा में भिन्न है इन्हे सदिश घटको में वियोजित करने पर $E_1 \sin\theta$ व $E_2 \sin\theta$ दिशा में विपरीत है। परिमाण में समान है अतः ये एक-दूसरे को निरस्त कर देंगे जबकि $E_1 \cos\theta$ व $E_2 \cos\theta$ एक ही दिशा में है।

$$E_{net} = E_1 \cos\theta + E_2 \cos\theta$$

$$= \frac{Kq}{(\sqrt{r^2+l^2})^2}\cos\theta + \frac{Kq}{(\sqrt{r^2+l^2})^2}\cdot\cos\theta$$

$$= \frac{2Kq}{r^2+l^2}\cdot\cos\theta \qquad \left\{ \cos\theta = \frac{l}{\sqrt{r^2+l^2}} \right.$$

$$= \frac{2Kq}{(r^2+l^2)}\cdot\frac{l}{\sqrt{r^2+l^2}} = \frac{K\cdot 2ql}{(r^2+l^2)^{3/2}}$$

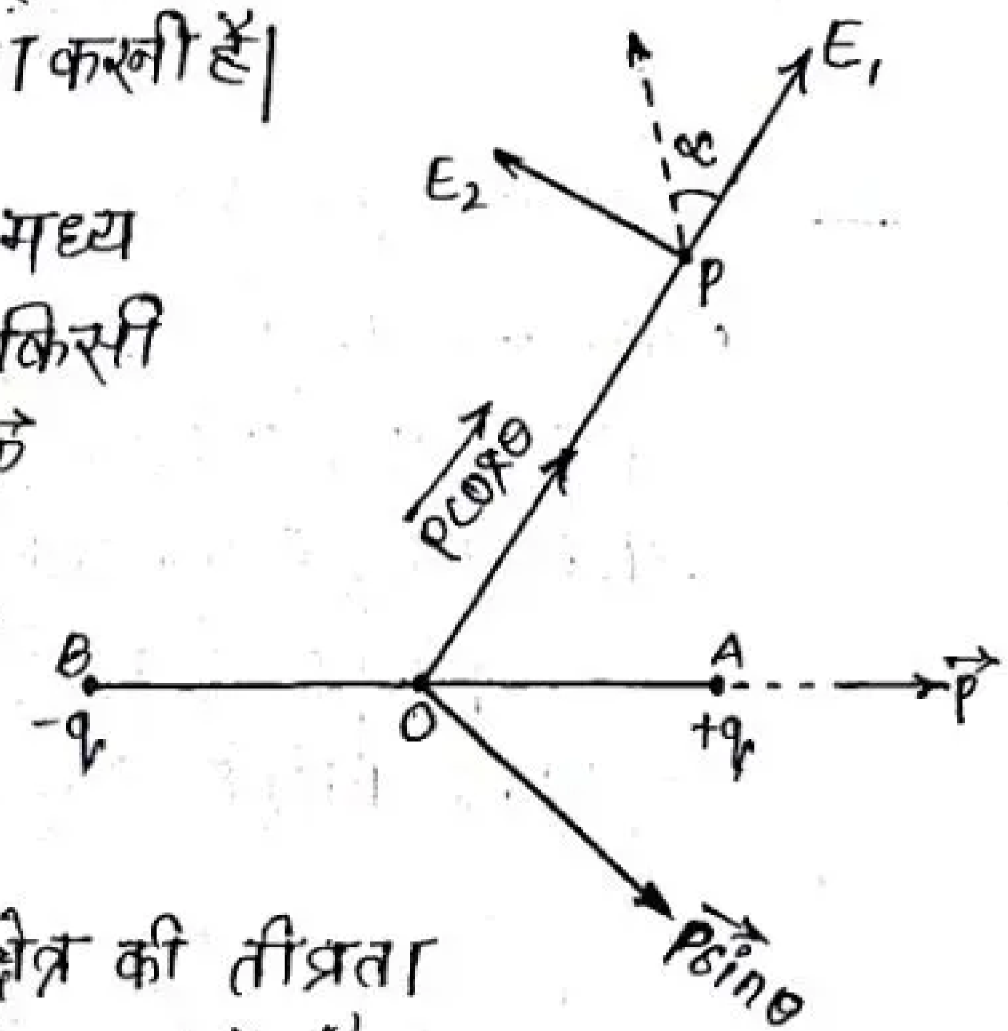
यहाँ $l << r$ तब $l^2 << r^2$ अतः l^2 नगण्य है, तथा $P = 2ql$

$$E_{net} = \frac{KP}{(r^2)^{3/2}}$$

$$\boxed{E_{net} = \frac{KP}{r^3} = \frac{P}{4\pi\epsilon_0 r^3}}$$

→ वैद्युत द्विध्रुव के कारण किसी भी बिंदु पर वैद्युत क्षेत्र की तीव्रता

- माना एक वैद्युत द्विध्रुव AB है जो $+q$ तथा $-q$ आवेशों से मिलकर बना है, इसके मध्य बिन्दु O से किसी बिंदु P पर वैद्युत क्षेत्र की तीव्रता की गणना करनी है।



- वैद्युत द्विध्रुव आघूर्ण ($\vec{P}$) की दिशा $\vec{BA}$ से मध्य बिन्दु O से θ कोण पर तथा r दूरी पर किसी बिन्दु P पर वैद्युत क्षेत्र ज्ञात करने के लिए $\vec{P}$ सदिश को दो घटकों में वियोजीत करने पर, जिसमें $P\cos\theta$ अब अक्षीय रेखा की तरह तथा $P\sin\theta$ निरक्षीय रेखा की तरह है।

- माना बिन्दु P पर $P\cos\theta$ के कारण वैद्युत क्षेत्र की तीव्रता $\vec{E_1}$ तथा $P\sin\theta$ के कारण वैद्युत क्षेत्र की तीव्रता $\vec{E_2}$ है तब बिन्दु P पर परिणामी तीव्रता $\vec{E} = \vec{E_1} + \vec{E_2}$

$P\cos\theta$ (अक्षीय रेखा) के लिए $E_1 = \dfrac{2KP\cos\theta}{r^3}$

$P\sin\theta$ (निरक्षीय रेखा) के लिए $E_2 = \dfrac{KP\sin\theta}{r^3}$

E_1 की दिशा OP के अनुदिश तथा E_2 की दिशा E_1 के लम्बवत होगी

$$E_{net} = \sqrt{E_1^2 + E_2^2 + 2E_1E_2\cos 90^\circ}$$

$$= \sqrt{\left(\frac{2KP\cos\theta}{r^3}\right)^2 + \left(\frac{KP\sin\theta}{r^3}\right)^2}$$

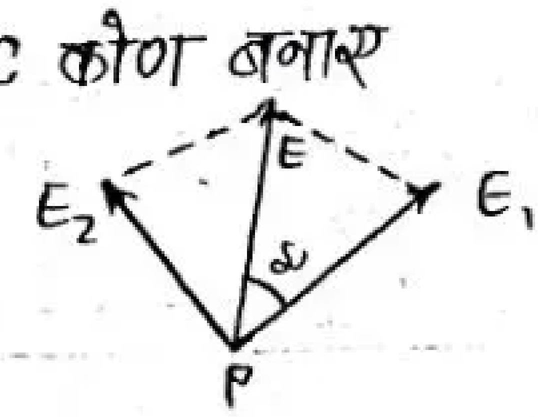
$$= \frac{KP}{r^3}\sqrt{(2\cos\theta)^2 + (\sin\theta)^2}$$

$$= \frac{KP}{r^3}\sqrt{4\cos^2\theta + \sin^2\theta}$$

$$E_{net} = \frac{KP}{r^3}\sqrt{1 + 3\cos^2\theta}$$

→ यदि परिणामी वैद्युत क्षेत्र E की दिशा से α कोण बनाए तब,

$$\tan\alpha = \frac{E_2}{E_1}$$



$$\tan\alpha = \frac{1}{2}\tan\theta$$

→ बलाघूर्ण-

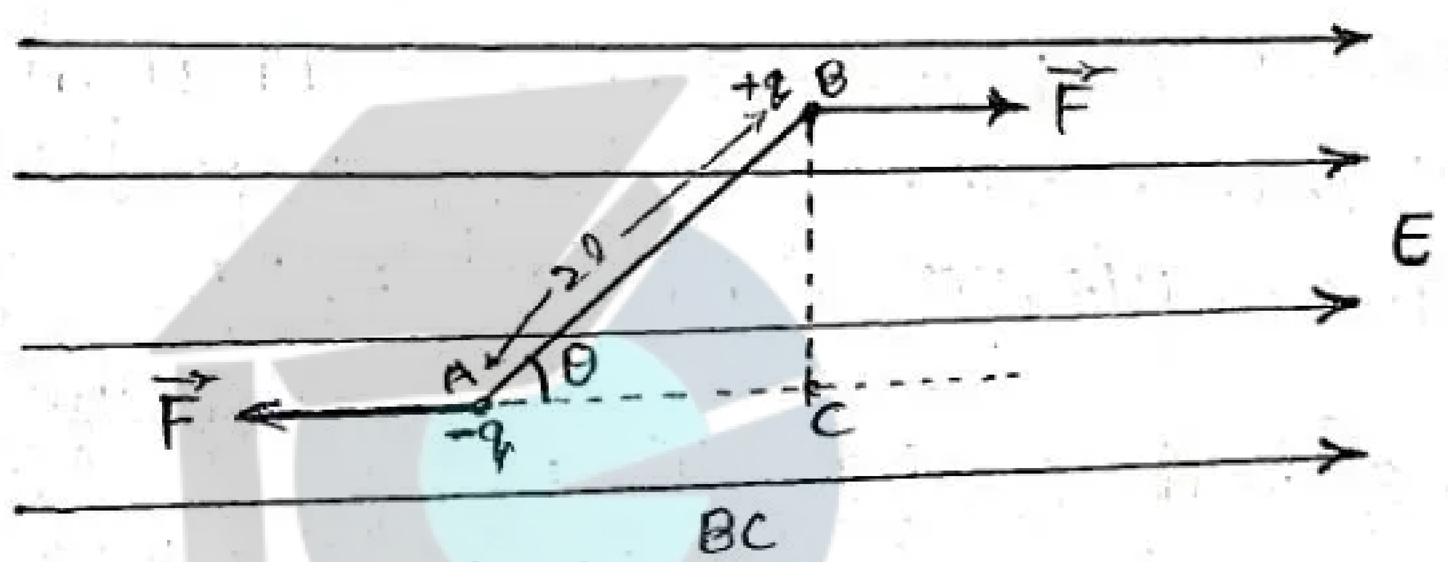
किसी वस्तु में घूर्णन गति उत्पन्न करने के लिए उस पर लगाए गए बल को ही बलाघूर्ण कहते हैं।

$$\tau = Fr\sin\theta$$

→ एकसमान क्षेत्र में रखें विद्युत द्विध्रुव पर बल एवं बलाघूर्ण ज्ञात करें।

• माना एक विद्युत द्विध्रुव ±q एक समान विद्युत क्षेत्र $\vec{E}$ में रखा है q आवेश बल विद्युत क्षेत्र $\vec{E}$ कि दिशा जबकि -q आवेश पर बल विद्युत क्षेत्र कि विपरीत दिशा में लगता है। अर्थात्

विद्युत द्विध्रुव पर दो समान आवेश विपरीत बल लगाता है
अतः विद्युत-द्विध्रुव पर लगने वाला नेट बल (F_{net})



$$\sin\theta = \frac{BC}{2l}$$

$$\boxed{BC = 2l \cdot \sin\theta}$$

वि॰ द्विध्रुव पर बलाघूर्ण = बल × घूर्णन अक्ष पर लंबवत दूरी

$$\tau = qE \cdot BC$$

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

$$\tau = pE\sin\theta$$

सदिश रूप में $\vec{\tau} = \vec{p} \times \vec{E}$

→ द्विध्रुव साम्यवस्था-

जब वस्तु पर लगने वाला बल एवं ~~बऊ~~ बलाघूर्ण शून्य हो उसे ही द्विध्रुव साम्यवस्था कहते हैं।

साम्यवस्था

स्थायी साम्यवस्था	अस्थायी साम्यवस्था
• जब द्विध्रुव विद्युत क्षेत्र के 0° का कोण बनाती हो उसे स्थायी साम्यवस्था कहते हैं। $\tau = PE\sin 0^\circ$	• जब द्विध्रुव विद्युत- क्षेत्र के साथ 180° का कोण बनाती हो उसे अस्थायी साम्यवस्था कहते हैं। $\tau = PE\sin 180^\circ$

→ वैद्युत फ्लक्स [Electric flux]

वैद्युत क्षेत्र में किसी बंद पृष्ठ से लंबवत दिशा में गुजरने वाली विद्युत क्षेत्र रेखाएं कि संख्या को ही विद्युत फ्लक्स कहते हैं।

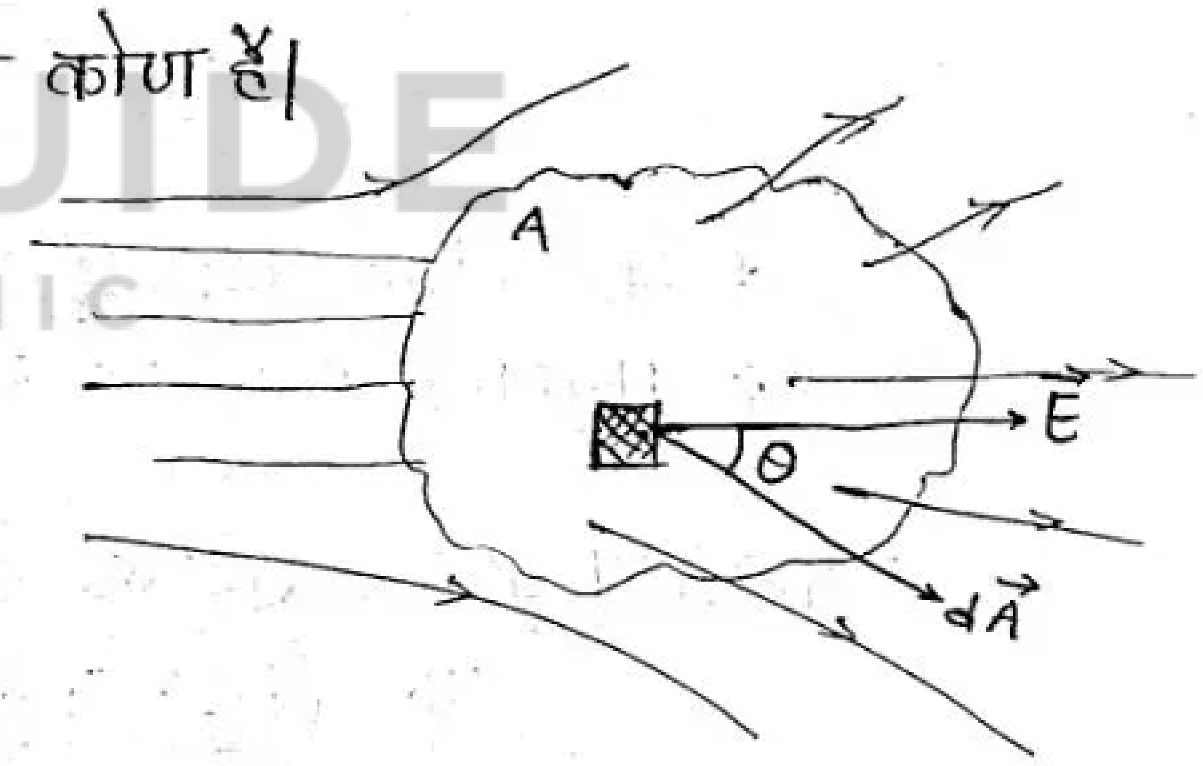
इसे ϕ_E से प्रदर्शित करते हैं।

→ यदि किसी बिंदु पर वैद्युत क्षेत्र $\vec{E}$ तथा क्षेत्रफल अवयव $d\vec{A}$ हो तब उस बिंदु से गुजरने वाला

फ्लक्स - $d\phi_E = E\,dA\cos\theta$

जहाँ θ, $\vec{E}$ तथा $d\vec{A}$ के बीच का कोण है।

अतः $d\phi_E = \vec{E}\cdot d\vec{A}$



• इसका मात्रक - Nm^2/C या Vm

• विमा - $[ML^3T^{-3}A^{-1}]$

• यह एक अदिश राशि है।

• सम्पूर्ण क्षेत्रफल से गुजरने वाला फ्लक्स

$$\oint d\phi_E = \oint \vec{E}\cdot d\vec{A}$$

$$\phi_E = \vec{E}\oint d\vec{A}$$

क्षेत्रफल सदिश - किसी समतल पृष्ठ के तल पर बाहर की ओर खींचा गया अभिलंब क्षेत्रफल सदिश कहलाता है।
इसे $\vec{A}$ द्वारा प्रदर्शित करते हैं।

- जब $\theta = 0°$ होता है, अर्थात जब $d\vec{A}$, विद्युत क्षेत्र $\vec{E}$ की दिशा होता है, तब फ्लक्स अधिकतम, धनात्मक और निर्गत होता है।
- जब $\theta = 90°$ होता है, अर्थात $d\vec{A}$, वि० क्षे $\vec{E}$ से अभिलंब हो तो पृष्ठ से निर्गत फ्लक्स शून्य होता है।
-

गाउस का नियम (Gauss law)

निर्वात में उपस्थित किसी बंद गाउसीय पृष्ठ से पारित विद्युत फ्लक्स का कुल मान उस पृष्ठ से घिरे आयतन में उपस्थित नेट आवेश Σq तथा $1/\epsilon_0$ के गुणनफल के बराबर होता है।

$$\phi = \frac{\Sigma q}{\epsilon_0}$$

यहाँ ϵ_0 निर्वात की विद्युतशीलता है।

यदि $K = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \Rightarrow 1/\epsilon_0 = 4\pi K$

$$\phi = 4\pi K \Sigma q$$

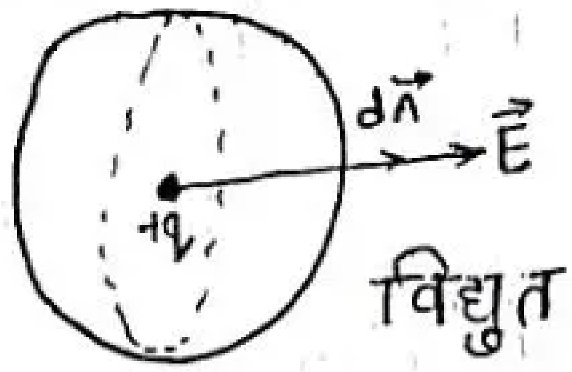
* यह नियम केवल बंद पृष्ठ के लिए मान्य है।
* फ्लक्स के भीतर उपस्थित आवेशो के योग पर मान्य है।

- गाउसीय पृष्ठ :- यह एक काल्पनिक पृष्ठ है जिसके आकार, आकृति पर विद्युत फ्लक्स पर कोई प्रभाव नहीं पड़ता है।

* यह नियम कुलॉम के व्युत्क्रम वर्ग के नियम का पालन करता है।
* ϕ_{net} का मान बन्द पृष्ठ के अंदर आवेश की स्थिती पर निर्भर नहीं करता है।
* फ्लक्स का मान बंद पृष्ठ के आकार, क्षेत्रफल, आकृति पर निर्भर नहीं करता है।
* फ्लक्स का मान आवेशों की मात्रा, प्राकृति, माध्यम पर निर्भर करता है।

* गाउस के नियम कथन लिखकर सिद्ध करें -

माना +q आवेश किसी काल्पनीक गोलाकार गाउस पृष्ठ के केन्द्र पर रखा है इस आवेश से संबंधित विद्युत क्षेत्र -



$\theta = 0°$

विद्युत फ्लक्स $\phi_E = \int E \cdot dA \cos\theta$

$$\phi_E = E \int dA$$

$$\phi_E = \frac{Kq}{r^2} \cdot A$$

$$\phi_E = \frac{Kq}{r^2} \cdot 4\pi r^2$$

$$\phi_E = \frac{1}{\cancel{4\pi}\epsilon_0} \cdot \frac{q}{\cancel{r^2}} \cdot \cancel{4\pi r^2}$$

$$\phi_E = \frac{q}{\epsilon_0}$$

→ आवेश घनत्व -

जब किसी वस्तु को एक समान रूप से आवेशित होती है, तो आवेशो के गणना के लिए आवेश घनत्व का उपयोग होता है|

आवेश घनत्व

1. रैखिय आवेश घनत्व
2. पृष्ठिय आवेश घनत्व
3. आयतन आवेश घनत्व

1. रैखिय आवेश घनत्व :-

किसी एक विमिय आवेशीत वस्तु कि एकांक लंबाई पर आवेशो को मात्रा को ही 'रैखिय आवेश घनत्व' कहते हैं|

$\lambda = q/l$ या $\lambda = \frac{dq}{dl}$

→ S.I मात्रक = कुलॉम/मीटर

→ विमा = $[ATL^{-1}]$

2. ~~पृट~~ पृष्ट आवेश घनत्व (σ)

किसी द्विविमीय आवेशित वस्तु के एकांक क्षेत्रफल के आवेश के मात्रा को ही पृष्ठ आवेश घनत्व कहते हैं।

$$\sigma = \frac{q}{A}$$

→ मात्रक - कुलॉम/वर्गमीटर या Cm^{-2}

→ विमा - $[M^0L^{-2}A^1T^1]$

3. आयतन आवेश घनत्व —

किसी त्रिविमिय आवेशित वस्तु पर एकांक आयतन पर आवेशों के मात्रा को ही आयतन आवेश घनत्व कहते हैं।

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

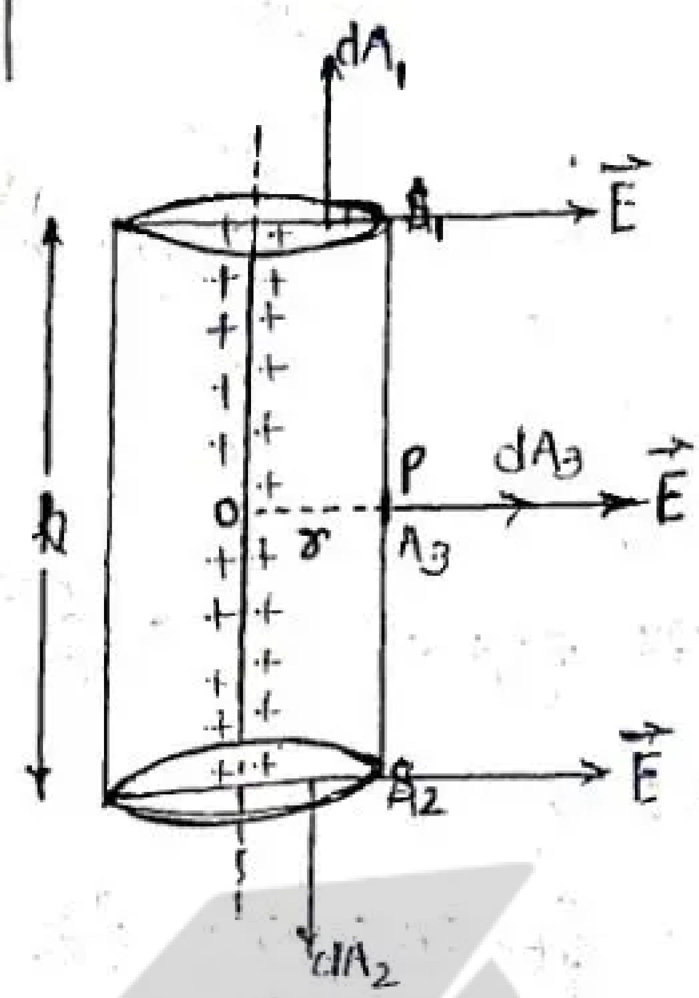
→ मात्रक - कुलॉम/घनमीटर (Cm^{-3})

विमा - $[M^0L^{-3}A^1T^1]$

→ गाउस नियम के अनुप्रयोग

1. अनन्त आवेशित चालक तार के कारण विद्युत क्षेत्र तीव्रता—

→ माना एक अनन्त आवेशित चालक तार जिसकी रैखिय आवेश घनत्व लैम्ड़ा (λ) है के कारण r दूरी पर विद्युत क्षेत्र कि तीव्रता ज्ञात करनी है।



विद्युत फ्लक्स — $\phi = \int E \cdot dA \cos\theta$

$$\phi = \phi_1 + \phi_2 + \phi_3$$

$$\phi = \oint E\, dA_1 \cos 90^\circ + \oint E\, dA_2 \cos 90^\circ + \oint E \cdot dA_3 \cos 0^\circ$$

$$\phi = 0 + 0 + E\oint dA_3$$

$$\phi = E \cdot dA_3$$

माना बेलनाकार आकृति कि ऊँचाई h है। → $\phi = E \cdot (2\pi r h)$ — (i)

गाउस के नियम से — $\phi = \dfrac{q_{net}}{\epsilon_0}$ $\left\{ \lambda = \dfrac{q}{h} \Rightarrow q = \lambda h \right.$

$$\phi = \frac{\lambda h}{\epsilon_0} \quad \text{— (ii)}$$

समी० (i) व (ii) की तुलना करना है—

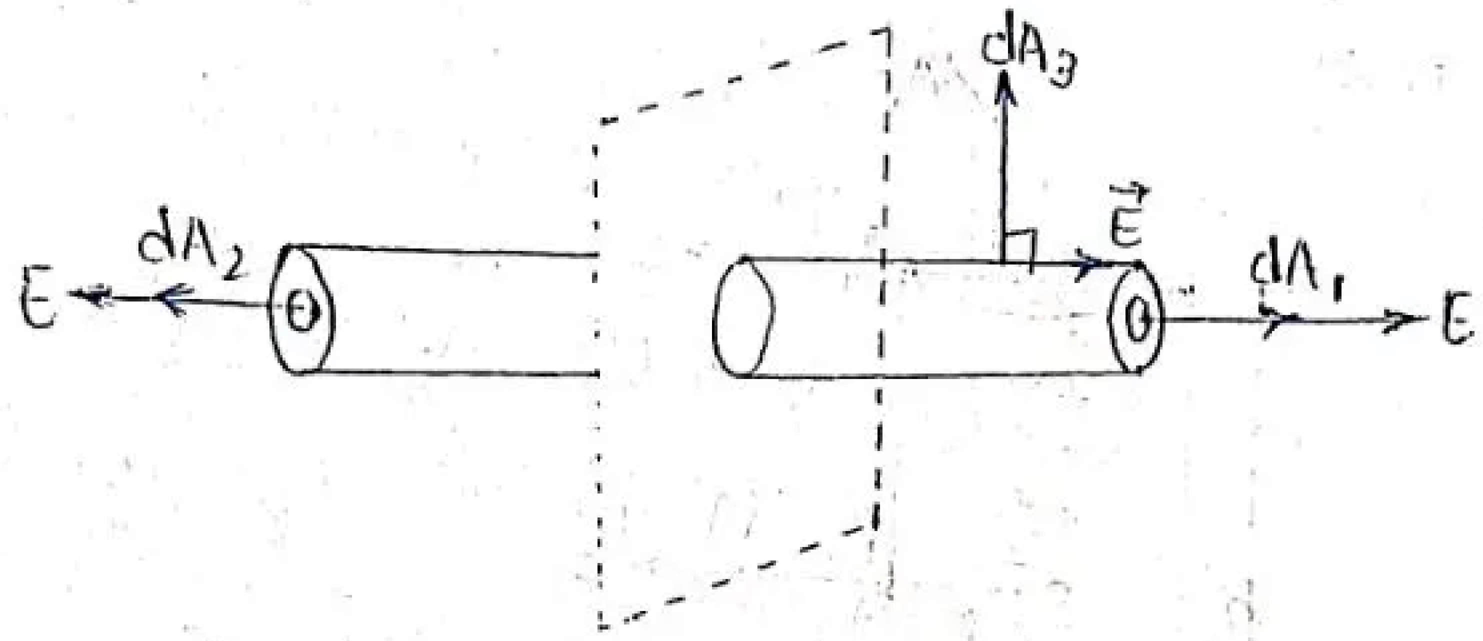
$$E \cdot 2\pi r h = \frac{\lambda h}{\epsilon_0}$$

$$E = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0 r}$$ 2 से गुणा-भाग करने पर

$$E = \frac{2\lambda}{4\pi\epsilon_0 r} \Rightarrow \boxed{E = \frac{2k\lambda}{r}}$$

2. किसी अनन्त आवेशित चादर/परत के कारण विद्युत क्षेत्र की तीव्रता -

माना एक अनन्त आवेशित चादर जिसका पृष्ठीय आवेश घनत्व σ (सिग्मा) है के कारण r दूरी विद्युत क्षेत्र की तीव्रता ज्ञात करें।



विद्युत फ्लक्स सूत्र से - $\phi = \oint \vec{E}\cdot d\vec{A} \cos\theta$

$$\phi = \phi_1 + \phi_2 + \phi_3$$

$$\phi = \oint \vec{E}\cdot dA_1 \cos 0^\circ + \oint \vec{E}\cdot dA_2 \cos 0^\circ + \oint \vec{E}\cdot dA_3 \cos 90^\circ$$

$$\phi = E\oint dA_1 + E\oint dA_2 \quad \left\{ \text{मान } \oint dA_1 = \oint dA_2 = A \right.$$

$$\phi = 2EA \text{ -------- (i)}$$

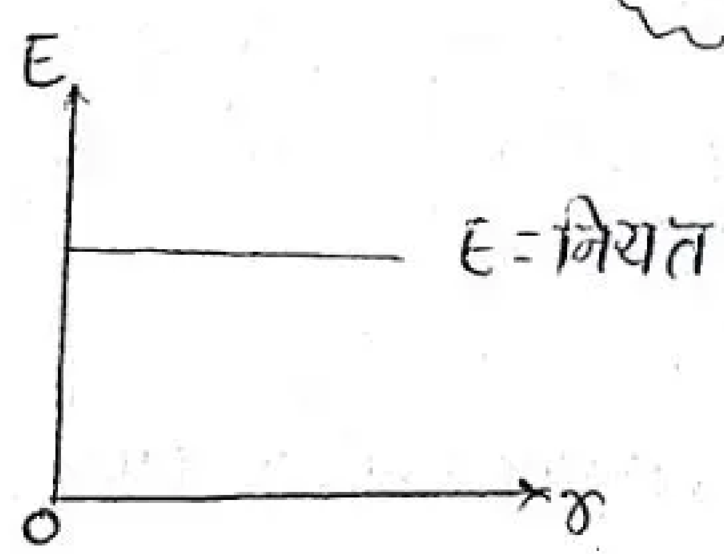
गाउस के नियम से - $\phi = q_{net}/\epsilon_0$

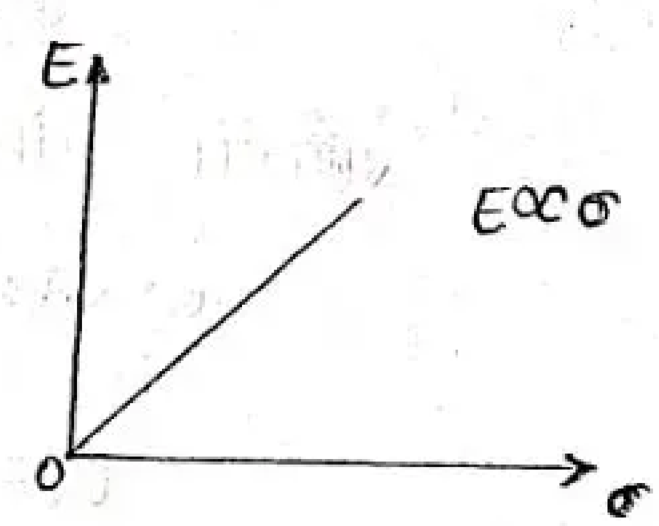
$$\phi = \sigma A/\epsilon_0 \text{ --(ii)} \quad \left\{ \begin{array}{l} \sigma = q/A \\ q = A\sigma \end{array} \right.$$

समी. (i) व (ii) की तुलना से -

$$2EA = \sigma A/\epsilon_0$$

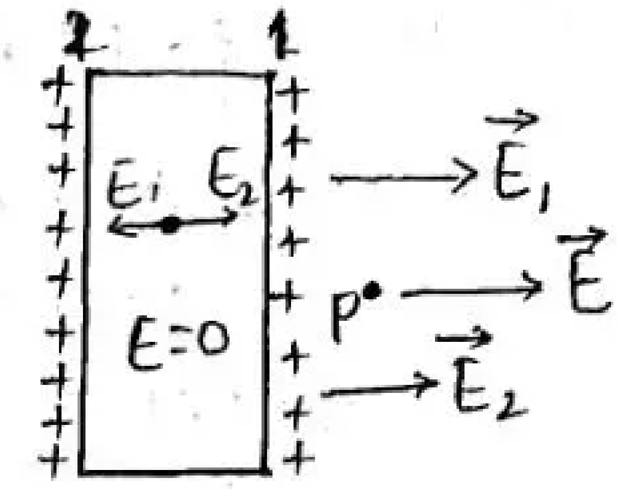
$$E = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$$





2.i· आवेशित चालक प्लेट के निकट वैद्युत क्षेत्र की तीव्रता -

माना एक चालक प्लेट के बाह्य पृष्ठों पर +q धनावेश एक समान रूप से वितरित है, बाह्य पृष्ठ 1, 2 पर पृष्ठ आवेश घनत्व 'σ' है। प्लेट के निकट किसी बिंदु P पर वैद्युत क्षेत्र की तीव्रता ज्ञात करनी है।



आवेशित चादर 1 के कारण वैद्युत क्षेत्र की तीव्रता $\vec{E}_1 = \sigma/2\epsilon_0$

चादर '2' के कारण वैद्युत क्षेत्र की तीव्रता

$$\vec{E}_2 = \sigma/2\epsilon_0$$

$\vec{E}_1$ व $\vec{E}_2$ दोनों एक ही दिशा में हैं अतः P पर परिणामी तीव्रता

$$\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2$$

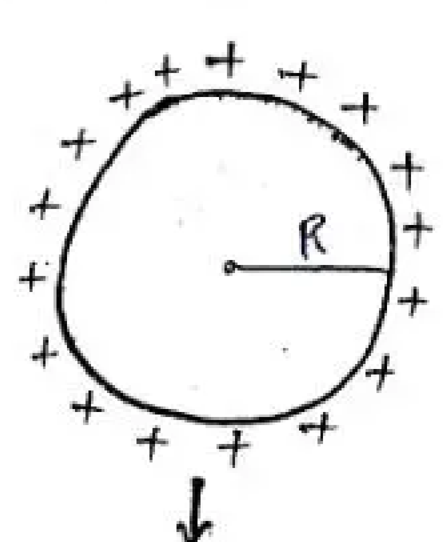
$$\vec{E} = \sigma/2\epsilon_0 + \sigma/2\epsilon_0$$

$$\vec{E} = \sigma/\epsilon_0$$

→

3. किसी चालक के गोला / आवेशित ठोस (खोखला ठोस) के कारण विद्युत क्षेत्र की तीव्रता -

माना एक 'R' त्रिज्या का गोलीय कोश है जिस पर पृष्ठ आवेश घनत्व 'σ' है के कारण 'r' दूरी पर विद्युत क्षेत्र की तीव्रता ज्ञात करनी है।



गोलीय कोश या खोखला गोलीय चालक

a) $r > R$ (बिंदु गोले के बाहर है)

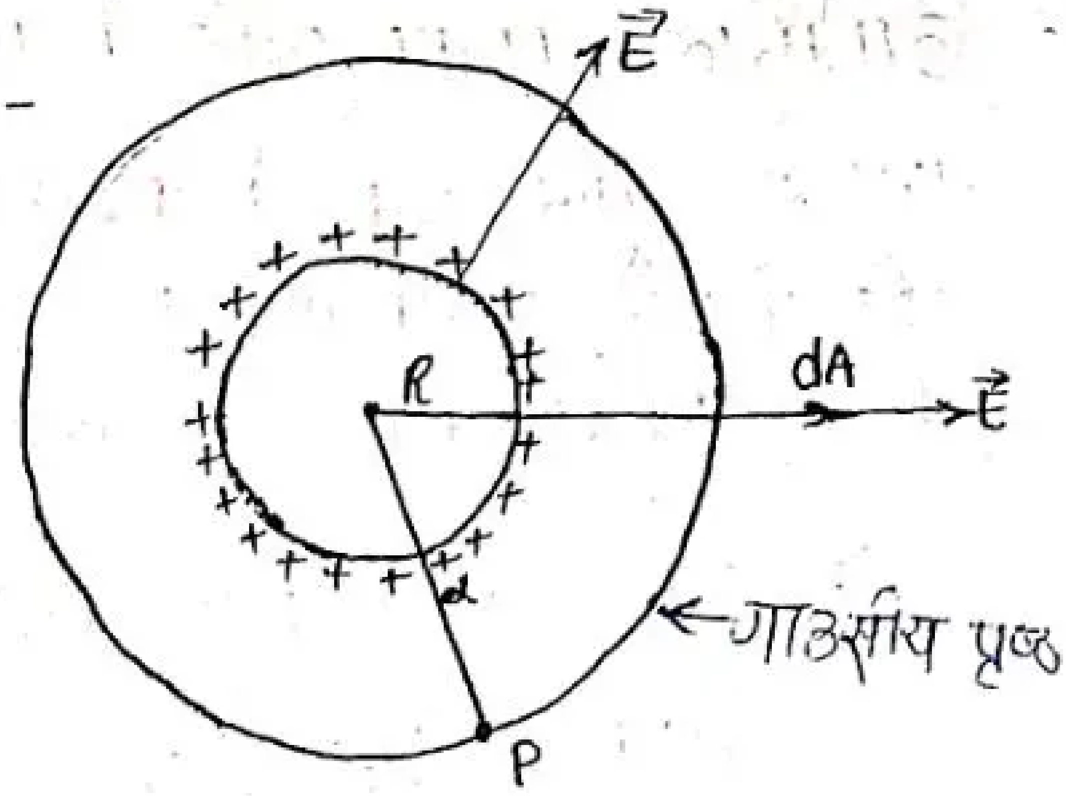
विद्युत फ्लक्स के सूत्र से

$$\phi = \oint \vec{E} \cdot dA \cos 0^\circ$$

$$\phi = E \oint d\vec{A}$$

$$\phi = EA$$

$$\phi = E \cdot 4\pi r^2 \quad \text{—(i)}$$



गाउस के नियम से - $\phi = \dfrac{\Sigma q}{\epsilon_0} = \dfrac{\sigma(4\pi R^2)}{\epsilon_0}$ —(ii)

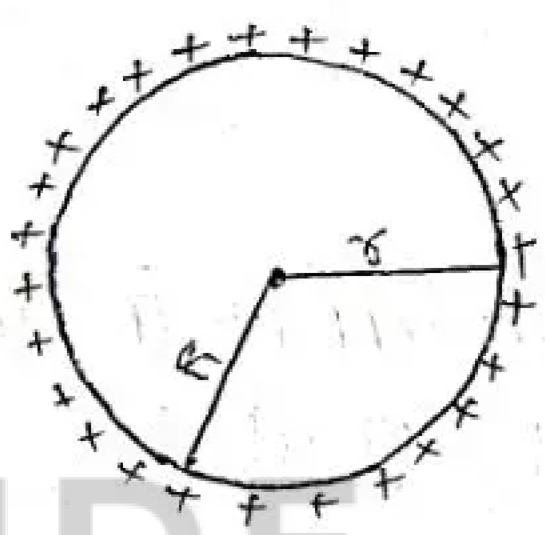
समी० (I) & (II) की तुलना करने पर

$$E(4\pi r^2) = \frac{\sigma(4\pi R^2)}{\epsilon_0}$$

$$\boxed{E = \frac{\sigma R^2}{\epsilon_0 r^2}} \quad \text{— (iii)}$$

b) जब बिंदु गोले पर हो ($R = r$)

समी० (iii) में $R = r$ रखने पर



$$E = \frac{\sigma R^2}{\epsilon_0 R^2}$$

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

$$\boxed{\vec{E} = \frac{\sigma}{\epsilon_0}\hat{r}}$$ ← सदिश रूप

c) जब बिंदु गोले के अंदर हो ($r < R$)

चूँकि गोले के भीतर कोई आवेश नहीं है अतः E का मान शुन्य होगा। $\Sigma q = 0$

$$\boxed{E = 0}$$

→ लघुउत्तरीय प्रश्न

1. विधुत आवेश के चार मौलिक गुण को लिखें।
2. विद्युत फ्लक्स को परिभाषीत करें। इसके S.I मात्रक लिखें।
3. विधुत द्विध्रुव-आघूर्ण को परिभाषित करें तथा S.I मात्रक लिखें।
4. विधुत क्षेत्र की तीव्रता से आप क्या समझते हैं।
5. आवेश के आयतन घनत्व की परिभाषा दें। इसके S.I मात्रक लिखें।
6. आवेश संरक्षण सिद्धांत क्या है?
7. परावैधुत शक्ति एवं आपेक्षिक परावैधुतांक को परिभाषित करें।
8. धारावाही चालक में वैधुत क्षेत्र की तीव्रता एवं समविभवी तल को परिभाषित करें।
9. गॉस के नियम को लिखें।
10. स्थिर वैधुतिकी के कूलॉम का नियम लिखें। इसके व्यंजक भी लिखें।
11. आवेशों का क्वान्टीकरण क्या है?
12. विधुत क्षेत्र रेखाएँ के चार गुणों को लिखें।
13. विधुत द्विध्रुव द्वारा किसी विधुत क्षेत्र में अनुभव किया गया बल आघूर्ण के लिए व्यंजक प्राप्त करें।

दीर्घ उत्तरीय प्रश्न

1. गॉस नियम का उपयोग कर कुलम्ब नियम निकालें
2. गॉस के प्रयोग कर अनन्त विस्तार की चालक के कारण विधुत क्षेत्र का व्यंजक प्राप्त करें।
3. विधुत फ्लक्स को परिभाषित करें। गॉस के प्रमेय को लिखें एवं सिद्ध करें।
4. विधुत द्विध्रुव की निरक्षीय रेखा के किसी बिंदु पर विधुत क्षेत्र की तीव्रता का व्यंजक स्थापित करें।
5. विधुत तीव्रता किसे कहते हैं? एक विधुतीय द्विध्रुव के अक्ष पर स्थित किसी बिंदु पर विधुत का व्यंजक प्राप्त करें।
6. एकसमान आवेशित गोलीय कोश के कारण वैधुत क्षेत्र की तीव्रता का व्यंजक स्थापित कीजिए। जब बिंदु कोश (i) बाहर (ii) पृष्ठ पर तथा (iii) भीतर स्थित है।
7. गॉस की प्रमेय लिखिए तथा इसकी सहायता से किसी अनन्त विस्तार वाली आवेशित समतल चादर के समीप वैधुत-क्षेत्र की तीव्रता ज्ञात कीजिए।
8.