[The first exercise] [Physics]
19 March 2020 by Anu Sir

* घर्षण विद्युत :-
जब विद्युत आवेशों में उत्पन्न घर्षण के कारण हो, तो उसे घर्षण विद्युत कहते हैं।
* स्थिर विद्युत :-
जिस वस्तु पर विद्युत उत्पन्न होती है, उस पर स्थिर रहती है, उसे स्थिर विद्युत कहते हैं।

Note- समजातीय आवेशों में विकर्षण बल लगता है और विजातीय आवेशों में आकर्षण बल लगता है।

[इलेक्ट्रॉन का आवेश - 1.6×10^{-19} C
प्रोटॉन का आवेश - -1.6×10^{-19} C]

Ques→ आवेश का क्वांटमीकरण क्या है ?
Ans→ किसी भी भौतिक राशि में $Q = \pm ne$ प्रकार के असतत पैकेटों में होने पर की क्रिया को आवेशों का क्वांटमीकरण कहते हैं।
अर्थात् किसी आवेशित वस्तु में कुल आवेश [Q] एक इलेक्ट्रॉन के आवेश का पूर्ण गुणज होता है।

Ques→ आवेश संरक्षण का सिद्धांत क्या है ?
Ans→ आवेश किसी निकाय के अंदर स्थिर रहता है।
अर्थात्
आवेश का न तो निर्माण किया जा सकता है और न ही नष्ट।

Ques→ आवेश के मूल गुणों को लिखें।

Ans→ आवेशों के मूल गुण निम्नलिखित हैं:—

(i) आवेश संरक्षित रहते हैं।

(ii) आवेश योगात्मक होते हैं।

(iii) आवेश का क्वांटमीकरण होता है।

Ques→ विद्युत बल के लिए कुलॉम का नियम क्या है?

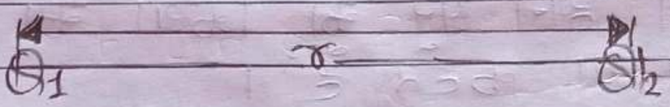
Ans→ कुलॉम ने दो बिन्दुवत् आवेशों के बीच लगने वाले बल से संबंधित एक नियम दिया, जिसे कुलॉम का नियम कहते हैं।

नियम :—

(i) दो आवेशों के बीच लगने वाला आकर्षण या प्रतिकर्षण बल उन आवेशों के परिमाण के गुणनफल के समानुपाती होता है।

$$[F \propto Q_1 \cdot Q_2]$$

(ii) दो आवेशों के बीच लगने वाला आकर्षण/प्रतिकर्षण बल उन आवेशों के बीच की दूरी के वर्ग के व्युत्क्रमानुपाती होती है।



$$F \propto Q_1 \cdot Q_2$$

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

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

$$F = \frac{K Q_1 \cdot Q_2}{r^2}$$

$$\boxed{F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q_1 Q_2}{r^2}}$$

$$K = 9 \times 10^9 \ Nm^2/C^2$$

$$K = \frac{Fr^2}{Q_1 \cdot Q_2}$$

Teacher's Signature ....

[मात्रक]

$$\frac{Nm^2}{C \times C} = \frac{Nm^2}{C^2} = \underline{Nm^2C^{-2}}$$

$$K = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \quad , \quad \epsilon_0 = \frac{1}{4\pi} \times K$$

[विमा]

$$\frac{1}{Nm^2C^{-2}} = \underline{N^{-1}m^{-2}C^2}$$

[K का विमा]

$$K = \frac{Fr^2}{Q_1Q_2}$$

$$= \frac{MLT^{-2} \times L^2}{IT \times IT}$$

$$= ML^3T^{-2-2}I^{-2}$$

$$= ML^3T^{-4}I^{-2}$$

[ϵ_0 = निर्वात की परावैद्युतता
ϵ = माध्यम की परावैद्युतता
ϵ_r = आपेक्षिक की परावैद्युतता]

* किसी माध्यम में रखे दो आवेशों के बीच लगने वाला बल —

$$F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{Q_1Q_2}{r^2}$$

$$F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0\epsilon_r}\frac{Q_1Q_2}{r^2}$$

$$\left[F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{Q_1Q_2}{r^2}\right]$$

$$\epsilon_0 = 8.854 \times 10^{-2} \quad N^{-1}m^2C^2$$

Ques→ 1 आवेश में कितने इलेक्ट्रॉन होते हैं ?

$\because 1.6 \times 10^{-19} C = 1e$

$\therefore 1C = \frac{1}{1.6 \times 10^{-19}} e$

$\therefore \frac{1}{C}$ आवेश $= 6.25 \times 10^{18} e$

[$1 \mu C = 10^{-6} C$
$1 nC = 10^{-9} C$]

Teacher's Signature

Ques-> यदि परावैद्युतता का परावैद्युतांक ϵ_r हो, और उसमें निम्मन दो बिंदु आवेशों के बीच क्रियाशील बल F हो, तो परावैद्युतता को हटा देने पर उन दोनों आवेशों के बीच क्रियाशील बल का मान क्या होगा ?

$$F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0 \epsilon_r} \frac{Q_1 Q_2}{r^2}$$

$$F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q_1 Q_2}{r^2}$$

$$\frac{F}{1} = \frac{F^1}{\epsilon_r}$$

$$[F^1 = F \cdot \epsilon_r]$$

$[1C = 3\times 10^9$ e.s.u electrostatic unit$]$

Ques-> अध्यारोपण का सिद्धांत क्या है ?

Ans-> किसी आवेश पर अन्य अनेक आवेशों के कारण लगने वाले परिणामी वैद्युत बल उस आवेश पर अन्य सभी आवेशों के द्वारा स्वतंत्र लगे वैद्युत बलों के सदिश योगफल के बराबर होता है।

माना कि एक Q_1 आवेश की वस्तु पर Q_2 के कारण बल $\vec{F_{12}}$, Q_3 के कारण $\vec{F_{13}}$, Q_4 के कारण $\vec{F_{14}}$... है। हमें Q_1 पर कुल वैद्युत बल ज्ञात करना है।

$$\vec{F} = \vec{F_{12}} + \vec{F_{13}} + \vec{F_{14}} + \cdots$$

$$\vec{F} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q_1 Q_2}{r_{12}} \hat{r}_{12} + \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q_1 Q_3}{r_{13}} \hat{r}_{13} + \cdots$$

$$\vec{F} = \frac{Q_1}{4\pi\epsilon_0} \left[\frac{Q_2}{r_{12}} \hat{r}_{12} + \frac{Q_3}{r_{13}} \hat{r}_{13} + \cdots \right]$$

$$\left[\vec{F} = \frac{Q_1}{4\pi\epsilon_0} \sum_{i=2}^{n} \frac{Q_i}{r_{1i}} \hat{r}_{1i} \right]$$

Ques-> आवेशों के असतत वितरण से आप क्या समझते हैं ?

Teacher's Signature ....

Ans→ किसी स्थान पर जब अनेक बिंदु आवेश विभिन्न बिंदुओं पर स्थिर रहते हैं, तब आवेशों के ऐसे वितरण को असतत् वितरण कहते हैं।

इस प्रकार के वितरण में दो आवेशों के बीच की दूरियाँ परिमित होती हैं।

Ques→ आवेशों के सतत् वितरण से आप क्या समझते हैं?

Ans→ किसी स्थान पर जब अनेक बिंदु आवेश एक बिंदु पर स्थिर होते हैं, तो इस वितरण को सतत् वितरण कहते हैं।

इस प्रकार के वितरण में दो बिंदु आवेशों के बीच की दूरी न्यूनतम होती है।

★ विद्युत क्षेत्र :—

किसी आवेश अथवा आवेशों की श्रृंखला का वैसा क्षेत्र जिसमें कोई अन्य आवेश आकर्षण / प्रतिकर्षण बल का अनुभव होता है करता है, इसे विद्युत क्षेत्र कहते हैं।

★ विद्युत क्षेत्र की तीव्रता :—

विद्युत क्षेत्र के किसी बिंदु पर प्रति एकांक परिक्षण आवेश पर लगने वाले बल को विद्युत क्षेत्र की तीव्रता कहते हैं।

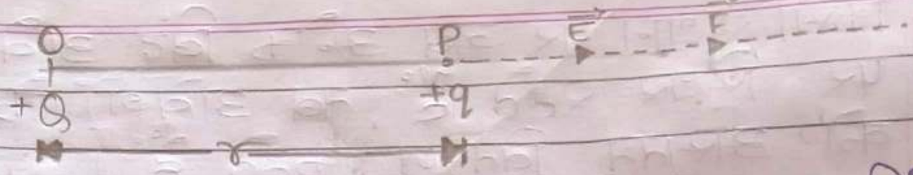
इसे E से सूचित करते हैं।

यह एक सदिश राशि है।

$$\left[\vec{E} = F/q\right]$$

[मात्रक]

$\frac{N}{C}$ or V/m



बिंदु O पर +Q आवेश का परिमाण है, जो इस बिंदु से r दूरी पर P पर -q का परिमाण है। हमें विद्युत-क्षेत्र की तीव्रता ज्ञात करनी है —

$$\vec{E} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{Q_1 Q_2}{r^2}\hat{r}$$

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

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

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

$$\boxed{\vec{E} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{Q}{r^2}}$$

Ques→ विद्युत क्षेत्र रेखाएँ क्या हैं?

Ans→ विद्युत क्षेत्र रेखाएँ एक ऐसी काल्पनिक वक्र होती हैं; जिनसे होकर कोई अकेला धनावेश चल सकता है; यदि वो आवेश से मुक्त हो।

Ques→ विद्युत क्षेत्र रेखाओं के गुणों को लिखें।

Ans→ इनके गुण निम्नलिखित हैं —

(i) ये धनावेश से उत्पन्न होती हैं एवं ऋणावेश पर समाप्त होती हैं।

(ii) ये एक-दूसरे को काट नहीं सकती हैं।

(iii) विद्युत क्षेत्र रेखाओं का बहुत पास-पास होना प्रबल विद्युत क्षेत्र को दर्शाती हैं।

(iv) विद्युत क्षेत्र रेखाओं का बहुत दूर-दूर होना दुर्बल विद्युत क्षेत्र को दर्शाती है।

(v) एकसमान विद्युत क्षेत्र में खींची गयी रेखाएँ एक-दूसरे के समांतर / बराबर होती हैं।

Ques→ विद्युत क्षेत्र रेखाएँ एक-दूसरे को नहीं काटती हैं। क्यों?

Ans→ हम जानते हैं कि किसी भी बिंदु पर विद्युत-क्षेत्र की एक ही दिशा हो सकती है। अतः प्रत्येक बिंदु से केवल एक ही विद्युत-क्षेत्र रेखा गुजर सकती है। अगर विद्युत क्षेत्र रेखाएँ एक-दूसरे को काटती हैं, तो कटान बिंदु पर दो स्पर्श रेखाएँ खींची जा सकती हैं, इसका मतलब है कि उस बिंदु पर दो दिशाएं होंगी जो असंभव है।

★ आवेशित चालक से निकलने वाली क्षेत्र रेखाएँ चालक के तल के लम्बवत् होती हैं।

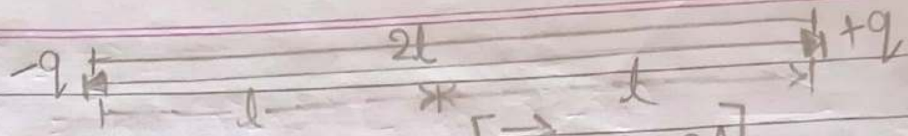
Ques→ विद्युत-द्विध्रुव क्या है?

Ans→ जब समान परिमाण के दो विपरीत बिंदु आवेश अल्प दूरी पर रखे गये हो, तो इस प्रकार के निकाय को विद्युत-द्विध्रुव कहते हैं।

★ द्विध्रुव-आघूर्ण :-

विद्युत द्विध्रुव के किसी एक आवे और उनके बीच की दूरी ~~को~~ के गुणनफल को द्विध्रुव-आघूर्ण कहते हैं।

इसे P से सूचित करते हैं। यह एक सदिश राशि है।

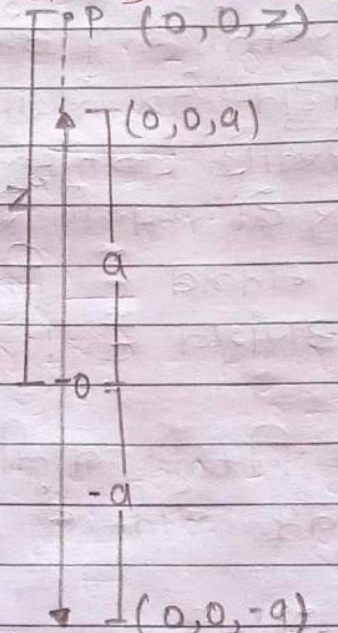


[मात्रक] $[\vec{P} = q \times 2l]$

Cm या डेबोई [D]

$[1\ Cm = 3 \times 10^{29}\ D]$

Ques:- विद्युत द्विध्रुव के कारण अक्षीय स्थिति में विद्युत क्षेत्र के तीव्रता का व्यंजक ज्ञात करें।



$$\vec{E} = \vec{E}_+ + \vec{E}_-$$

$$E = \frac{Kq\ \vec{r} - \vec{r}_1}{|\vec{r} - \vec{r}_1|^3} + \frac{K(-q)\ \vec{r}_1 - \vec{r}_2}{|\vec{r}_1 - \vec{r}_2|^3}$$

$$\vec{r} - \vec{r}_1 = (0,0,z) - (0,0,a)$$

$$= (0, 0, z-a)$$

$$= (z-a)$$

$$|\vec{r} - \vec{r}_1|^3 = \sqrt{(z-a)^2} = (z-a)$$

$$\vec{r}_1 - \vec{r}_2 = (0,0,z) - (0,0,-a)$$

$$= (z+a)$$

$$|\vec{r}_1 - \vec{r}_2|^3 = \sqrt{(z+a)^2} = (z+a)$$

$$E = Kq\left[\frac{\vec{r} - \vec{r}_1}{|\vec{r} - \vec{r}_1|^3} - \frac{\vec{r}_1 - \vec{r}_2}{|\vec{r}_1 - \vec{r}_2|^3}\right]$$

Teacher's Signature ....

Scanned with CamScanner

Date ______
Page ______

$$E = kq\left[\frac{0,0(z-a)}{(z-a)^{\cancel{3}}} - \frac{0,0,(z+a)}{(z+a)^{\cancel{3}}}\right]$$

$$E = kq\left[\frac{1}{(z-a)^2} - \frac{1}{(z+a)^2}\right]$$

$$E = kq\left[\frac{(z+a)^2 - (z-a)^2}{(z-a)^2 \cdot (z+a)^2}\right]$$

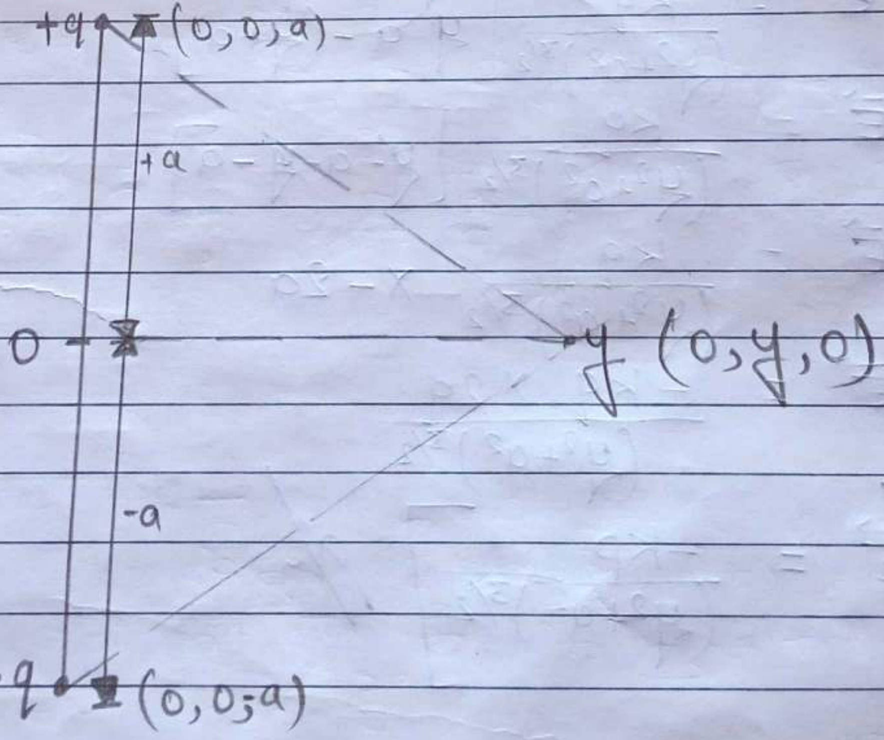
$$E = kq\left[\frac{\cancel{z^2}+\cancel{a^2}+2\cdot z\cdot a - \cancel{z^2}-\cancel{a^2}+2\cdot z\cdot a}{(z-a)^2\,(z+a)^2}\right]$$

$$E = kq\left[\frac{4az}{(z^2-a^2)^2}\right]$$

$$E = \frac{k\times q\times 4\times a\times z}{(z^2-a^2)^2}$$

$$\boxed{\vec{E} = \frac{k\times 2p\times z}{(z^2-a^2)^2}}$$

Ques 3.→ विद्युत द्विध्रुव के कारण निरक्षीय स्थिति में विद्युत क्षेत्र की तीव्रता का व्यंजक ज्ञात करें।



$$\vec{E} = \vec{E}_+ + \vec{E}_-$$

$$\vec{E} = \left[\frac{kq(\vec{r}-\vec{r}_1)}{|\vec{r}-\vec{r}_1|^3} - \frac{kq(\vec{r}-\vec{r}_2)}{|\vec{r}-\vec{r}_2|^3}\right] \quad \text{---} \quad (1)$$

$$\vec{r}-\vec{r}_1 = (0,y,0)-(0,0,a)$$
$$= (y, +a)$$
$$|\vec{r}-\vec{r}_1|^3 = \sqrt{y^2+(+a)^2}$$
$$= \sqrt{y^2+a^2}$$
$$= (y^2+a^2)^{1/2}$$
$$\vec{r}-\vec{r}_2 = (0,y,0)-(0,0,-a)$$
$$= (y, a)$$
$$|\vec{r}-\vec{r}_2|^3 = \sqrt{y^2+a^2}$$
$$= (y^2+a^2)^{1/2}$$

From eqn (1) —

$$\vec{E} = \frac{kq(\vec{r}-\vec{r}_1)}{|\vec{r}-\vec{r}_1|^3} - \frac{kq(\vec{r}-\vec{r}_2)}{|\vec{r}-\vec{r}_2|^3}$$

$$\vec{E} = kq\left[\frac{(0,y,-a)}{(y^2+a^2)^{3/2}} - \frac{(0,y,a)}{(y^2+a^2)^{3/2}}\right]$$

$$\vec{E} = \frac{kq}{(y^2+a^2)^{3/2}}\left[y-a-(y+a)\right]$$

$$\vec{E} = \frac{kq}{(y^2+a^2)^{3/2}}\left[\cancel{y}-a-\cancel{y}-a\right]$$

$$\vec{E} = \frac{kq}{(y^2+a^2)^{3/2}} \times -2a$$

$$\vec{E} = \frac{-kq \times 2a}{(y^2+a^2)^{3/2}}$$

$$\boxed{\vec{E} = \frac{-kp}{(y^2+a^2)^{3/2}}}$$

Page

* विद्युत फलक्स :- किसी दिये गये सतह से होकर गुजरने वाले विद्युत क्षेत्र के परिमाण अर्थात् विद्युत क्षेत्र (E) तथा क्षेत्रफल (A) के अदिश गुणनफल को विद्युत फलक्स कहते हैं।

इसे ϕ से सूचित करते हैं।

इसे ω से भी सूचित करते हैं।

$$\phi = \vec{E} \cdot \vec{A}$$

$$\phi = |\vec{E}||\vec{A}| \cos\theta$$

$$\boxed{\phi = EA \cos\theta}$$

Or,

$$\phi = \int \vec{E} \cdot d\vec{A}$$

[मात्रक]

$$NC^{-1}m^2 = Vm^{-1} \times m^2 = Vm$$

$\theta = 0°$

$\phi = EA$

$\theta = 90°$

$\theta = 0°$

Ques→ गॉस का प्रमेय क्या है ?

Ans→ विद्युत क्षेत्र में किसी बंद सतह से होकर गुजरने वाले कुल विद्युत फलक्स सतह ~~से~~ के भीतर उपस्थित कुल विद्युत आवेश का $1/\epsilon_0$ गुणा होता है।

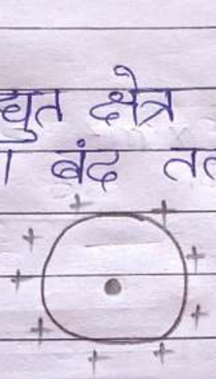
$$\boxed{\phi = \frac{\Sigma q}{\epsilon_0}}$$

Teacher's Signature ....

$$\phi = \int \vec{E} \cdot \vec{da}$$
$$\phi = \int |E||da| \cos\theta$$
$$\phi = \int E da \cos 0^\circ$$
$$\phi = \int E da$$
$$\phi = \frac{kq}{r^2} \cdot 4\pi r^2$$
$$\phi = \frac{1}{\cancel{4\pi}\varepsilon_0} \frac{q}{\cancel{r^2}} \times \cancel{4\pi r^2}$$
$$\boxed{\phi = \frac{q}{\varepsilon_0}}$$

* गॉसीय तल :-

विद्युत क्षेत्र में तीव्रता ज्ञात करने के लिए खींचा गया बंद तल गॉसीय तल कहलाता है।



* गॉसीय प्रमेय का अनुप्रयोग :-

(i) एकसमान रूप से आवेशित गोले के कारण किसी बिंदु पर विद्युत क्षेत्र की तीव्रता :-

(a) जब बिंदु गोले के बाहर स्थित हो —

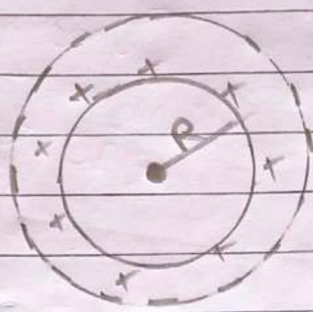
$$\because \phi = \frac{Q}{\varepsilon_0}$$

$$\Rightarrow EA = \frac{Q}{\varepsilon_0}$$

$$\Rightarrow E \times 4\pi r^2 = \frac{Q}{\varepsilon_0}$$

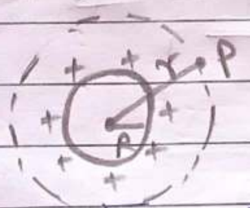
$$\Rightarrow \boxed{E = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Q}{r^2}}$$

(b) जब बिंदु गोले के अंदर स्थित हो —



$$E = 0$$

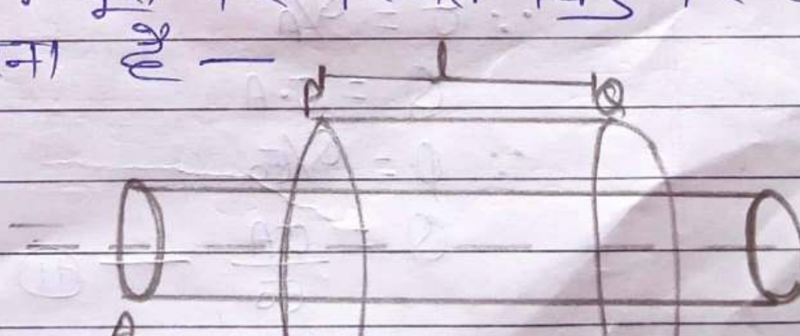
(c) जब बिंदु गोले की सतह पर स्थित हो —



$$E = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Q}{R^2}$$ [R = गोले के केंद्र से बिंदु तक की दूरी]

(ii) अतिलंबे आवेशित बेलानाकार चालक के कारण विद्युत क्षेत्र की तीव्रता :—

माना कि AB एक बहुत ही लम्बा आवेशित चालक है। r दूरी पर स्थित बिंदु पर हमें विद्युत-क्षेत्र ज्ञात करना है —



$$\because \lambda = \frac{Q}{l}$$

$$\phi = \lambda l$$

$$\phi = EA \quad \text{— (i)}$$

$$\phi = \frac{Q}{\varepsilon_0} \quad \text{— (ii)}$$

Teacher's Signature ....

from eq^n (i) & (ii) —

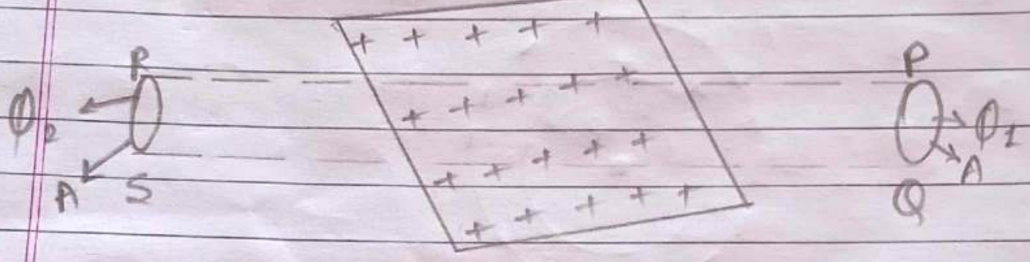
$$EA = Q/\epsilon_0$$

$$\Rightarrow E \times 2\pi r \cancel{l} = \frac{\lambda \cancel{l}}{\epsilon_0}$$

$$\Rightarrow E = \frac{1}{2\pi\epsilon_0}\frac{\lambda}{r}$$

$$\Rightarrow \boxed{\vec{E} = \frac{1}{2\pi\epsilon_0}\frac{\lambda}{r}\hat{r}}$$

(iii) आवेश के समतल चादर के समीप विद्युत क्षेत्र की तीव्रता :—



माना कि AB एक समतल आवेशित चादर है, इसके निकट कोई बिन्दु O पर विद्युत क्षेत्र ज्ञात करना है —

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

$$\phi = EA + EA$$

$$\phi = 2EA \quad \text{— (i)}$$

गॉसीय तल पर विद्युत फ्लक्स $= 2EA$

गॉसीय प्रमेय के अनुसार,

विद्युत फ्लक्स $\phi = Q/\epsilon_0$

$$\because \sigma = Q/A$$

$$Q = \sigma \cdot A$$

$$\because \phi = Q/\epsilon_0$$

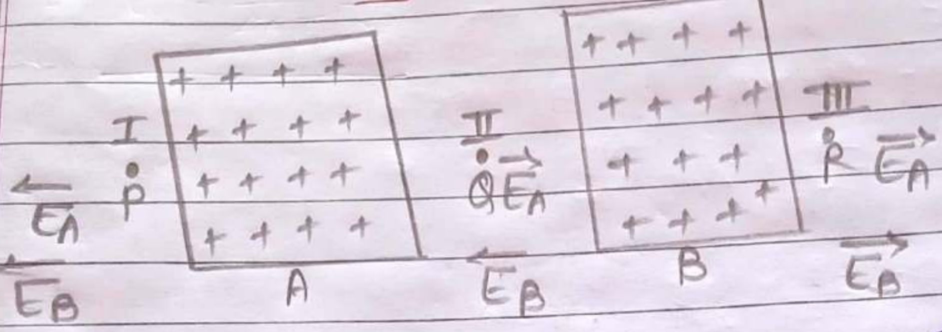
$$Q = \frac{\sigma A}{\epsilon_0} \quad \text{— (ii)}$$

from eq^n (i) and (ii) —

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

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

Que. एक समान आवेशित दो समांतर अनंत समतल चादरों के कारण विद्युत क्षेत्र :-



माना कि AB एकसमान रूप से आवेशित समतल चादर है । हमें बिंदु P, Q और R पर विद्युत क्षेत्र ज्ञात करना है —

बिंदु P पर विद्युत क्षेत्र —

$$E = E_A + E_B$$

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

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

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

बिन्दु Q पर विद्युत क्षेत्र —

$$E = E_A + [-E_B]$$

$$= \cancel{\frac{\sigma}{2\epsilon_0}} - \cancel{\frac{\sigma}{2\epsilon_0}}$$

$$\boxed{E = 0}$$

बिंदु R पर विद्युत क्षेत्र —

$$E = E_A + E_B$$

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

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

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

End