RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

12TH PHYSICS

ई- पाठशाला

विधुत आवेश तथा क्षेत्र

ONE SHOT

पूरा चैप्टर एक ही क्लास में ...

LIVE | 28 SEP | 5:00 PM



RIICO

missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER

प्रस्तावना

- हम सभी को, स्वेटर तथा संश्लिष्ट वस्त्रों को शरीर से उतारते समय चट-चट की ध्वनि सुनने अथवा चिनगारियाँ देखने का अनुभव है।
- विद्युत विसर्जन का एक अन्य सामान्य उदाहरण आकाश में गर्जन के समय तड़ित दिखाई देना है।

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER

(अ) स्थिर वैद्युतिकी भौतिक विज्ञान की वह शाखा जिसमें स्थिर आवेश का अध्ययन किया जाता है, स्थिर विद्युतिकी कहलाती है।

या

स्थिर वैद्युतिकी, स्थिर आवेशों के कारण उत्पन्न होने वाले बलों, क्षेत्रों और विभव का अध्ययन करवाती है।

$v \neq 0$

(ब) गतिशील विद्युतिकी : भौतिक विज्ञान की वह शाखा जिसमें आवेशों का गतिशील अवस्था में अध्ययन किया जाता है, धारा विद्युत या गतिशील विद्युतिकी कहलाती है।



$q \Rightarrow$ नियत वेग से
$q \Rightarrow$ परिवर्ती वेग से

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

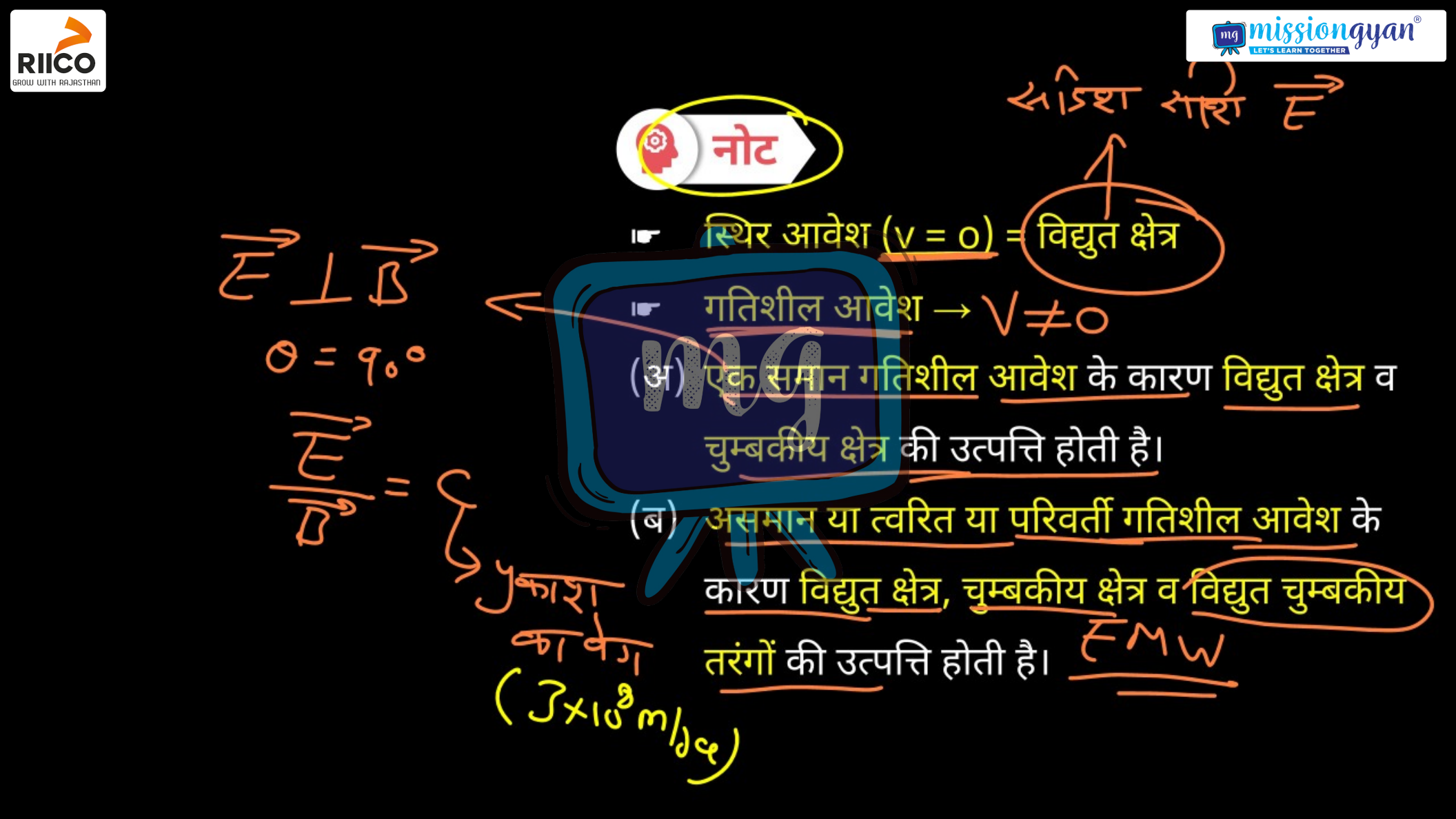
missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER

नोट

- स्थिर आवेश (v = 0) = विद्युत क्षेत्र
- गतिशील आवेश → $v \neq 0$

(अ) एक समान गतिशील आवेश के कारण विद्युत क्षेत्र व चुम्बकीय क्षेत्र की उत्पत्ति होती है।

(ब) असमान या त्वरित या परिवर्ती गतिशील आवेश के कारण विद्युत क्षेत्र, चुम्बकीय क्षेत्र व विद्युत चुम्बकीय तरंगों की उत्पत्ति होती है।



RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER

थेल्स

विद्युत आवेश

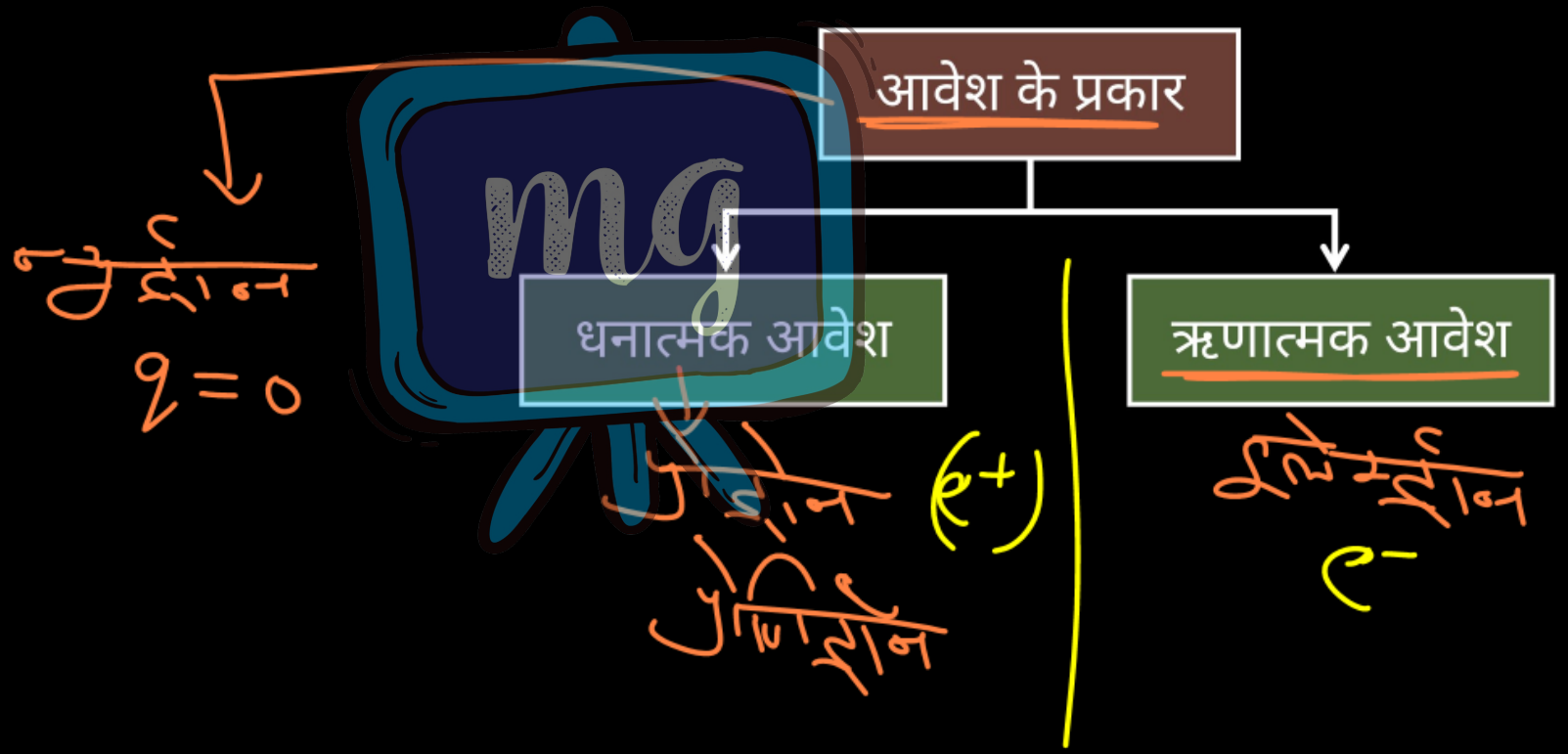
आवेश किसी द्रव्य का वह आन्तरिक गुण है जो विद्युत चुम्बकीय बल के प्रभाव को प्रदर्शित करता है।

- आवेश को थेल्स ने खोजा और बैंजामिन फ्रेंकलिन ने आवेश के प्रकारों को खोजा।

RBSE

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

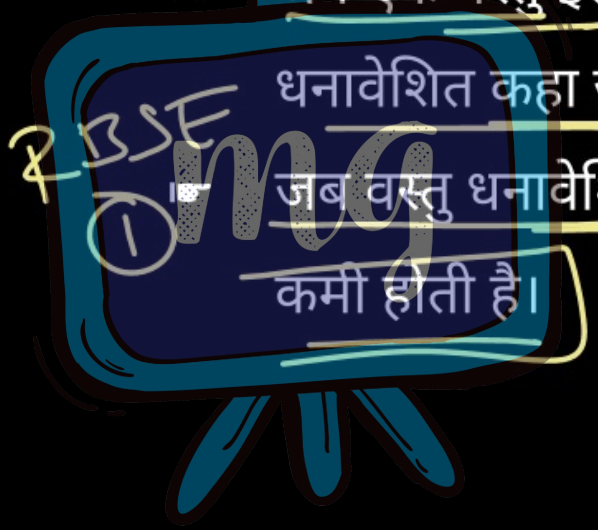


RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER

(अ) धनात्मक आवेश (+ive) :

- जब एक वस्तु इलेक्ट्रॉन त्यागती है तब वस्तु को धनावेशित कहा जाता है।
- जब वस्तु धनावेशित होती है तब वस्तु के द्रव्यमान में कमी होती है।



RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

(ब) ऋणात्मक आवेश (–ive) :

☛ जब एक वस्तु इलेक्ट्रॉन ग्रहण करती है तब वस्तु को ऋणावेशित कहा जाता है।

☛ जब वस्तु ऋणावेशित होती है तब वस्तु के द्रव्यमान में वृद्धि होती है।

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

mg missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER

यदि धन पदत से इलेक्ट्रॉन निकाल लिये जाते हैं। तो पदत का ह्रासमान होगा।

(अ) कम (ब) ज्यादा (स) कोई प्रभाव नहीं पड़ेगा

(द) इनमें से कोई नहीं।



RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER

नोट

नोट

प्रोटॉन का द्रव्यमान इलेक्ट्रॉन के द्रव्यमान के बराबर होता है।

1.67 × 10⁻²⁷ kg

- इलेक्ट्रॉन पर आवेश = -1.6×10^{-19} कूलॉम
- इलेक्ट्रॉन का द्रव्यमान = $+ 9.1 \times 10^{-31}$ किग्रा
- प्रोटोन पर आवेश = $+1.6 \times 10^{-19}$ कूलॉम
- प्रोटोन का द्रव्यमान = 1.67×10^{-27} किग्रा
- न्यूट्रॉन पर आवेश = शून्य (उदासीन)
- न्यूट्रॉन का द्रव्यमान = 1.67×10^{-27} किग्रा

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER

विद्युतीकरण :

एक द्रव्य पिण्ड को आवेश देने की प्रक्रिया विद्युतीकरण कहलाती है।

विद्युतीकरण का मुख्य कारण इलेक्ट्रॉनों की गति या इलेक्ट्रॉनों का स्थानान्तरण है।

नोट किसी भी पदार्थ में इलेक्ट्रॉन का स्थानान्तरण होता है। कभी भी प्रोटॉन का नहीं होता है।

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER

आवेशन की विधियाँ

एक द्रव्य पिण्ड को निम्न तीन विधियों में आवेशित किया जा सकता है -

(i) घर्षण

(ii) चालन

(iii) प्रेरण

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER

(i) घर्षण द्वारा :

"दो वस्तुओं को परस्पर रगड़ने पर"

☛ आवेशों का यह विनिमय घर्षण की इस विधि में दोनों वस्तुओं पर समान परिमाण का होता है।



उदाहरण :

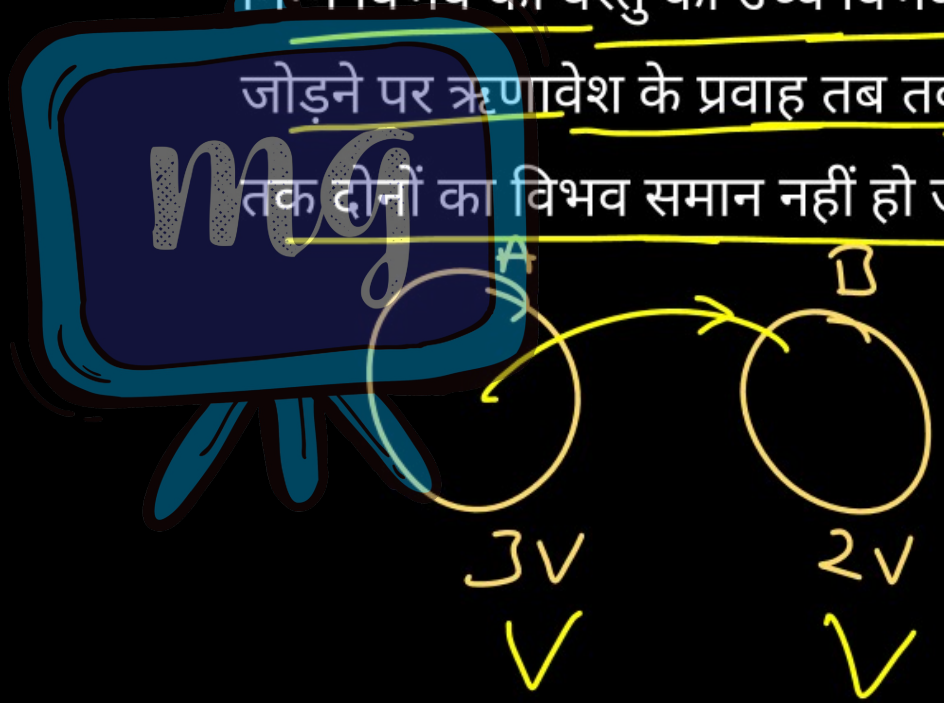
जब काँच की छड़ को रेशम के कपड़े से रगड़ा जाता है तब काँच की छड़ धनावेशित और रेशम का कपड़ा ऋणावेशित हो जाता है।

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER

(ii) चालन द्वारा :

निम्न विभव की वस्तु को उच्च विभव की वस्तु से जोड़ने पर ऋणावेश के प्रवाह तब तक होता है, जब तक दोनों का विभव समान नहीं हो जाता।

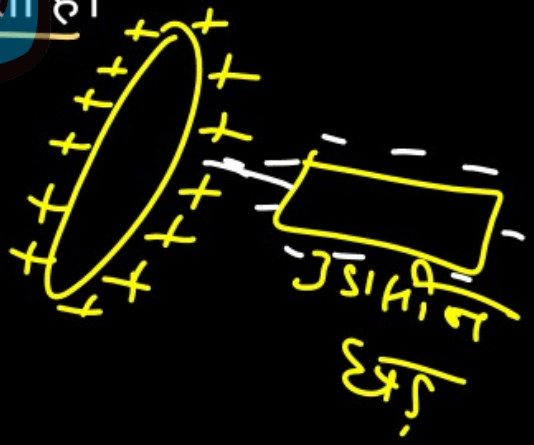


RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER

(iii) प्रेरण द्वारा :

किसी आवेशित वस्तु के पास निरावेशित वस्तु लाने पर यह भी आवेशित वस्तु की तरह व्यवहार करती है। निरावेशित वस्तु पर विपरित प्रकृति का आवेश प्रेरित हो जाता है।



RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER

आवेश के मात्रक (9, 0)

emu → वैद्युत चुम्बकीय मात्रक

1 esu = $\frac{1}{10}$ emu

S.I. मात्रक : ऐम्पियर × सैकण्ड = कूलॉम

विमीय सूत्र : [AT]

C.G.S. मात्रक : esu (electrostatic unit) वैद्युत स्थैतिकी मात्रक

या स्टेट (Sb) कूलॉम या फ्रेंकलिन (Fr) छोटा मात्रक

1 कूलॉम = 3×10^9 esu = $\frac{1}{10}$ emu

☛ यहाँ emu (electromagnetic unit) आवेश की चुम्बकीय क्षेत्र की इकाई है।

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER

नोट

☛ आवेश का बड़ा मात्रक : कूलॉम (सैद्धांतिक रूप से)

फैराडे (प्रायोगिक रूप से)

1 फैराडे = 96500 कूलॉम

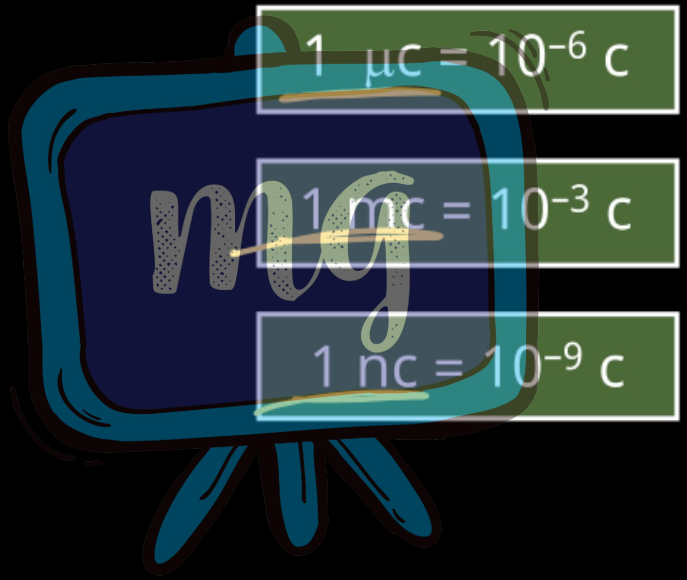
☛ आवेश का छोटा मात्रक : ⇒ फ्रैंकलिन

esu या sb या fr

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

आवेश की अन्य इकाई :



$1\ \mu c = 10^{-6}\ c$

$1\ mc = 10^{-3}\ c$

$1\ nc = 10^{-9}\ c$

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER

चालक और कुचालक

- वे पदार्थ जिनमें विद्युत धारा (इलेक्ट्रॉन) का आसानी से प्रवाह हो सकता है, चालक कहलाते हैं।

  उदाहरण : धातु, पृथ्वी, मानव शरीर, जन्तु आदि।

- वे पदार्थ जिनमें विद्युत धारा (इलेक्ट्रॉन) का प्रवाह नहीं होता है, कुचालक कहलाते हैं।

  उदाहरण : काँच, प्लास्टिक, एबोनाइट आदि।

नोट

☛ कुछ कुचालक पदार्थों पर विद्युत क्षेत्र आरोपित करने पर उनकी सतह पर आवेश प्रेरित हो जाता है, वे परावैद्युत पदार्थ कहलाते हैं।

उदाहरण : वायु, तेल आदि।

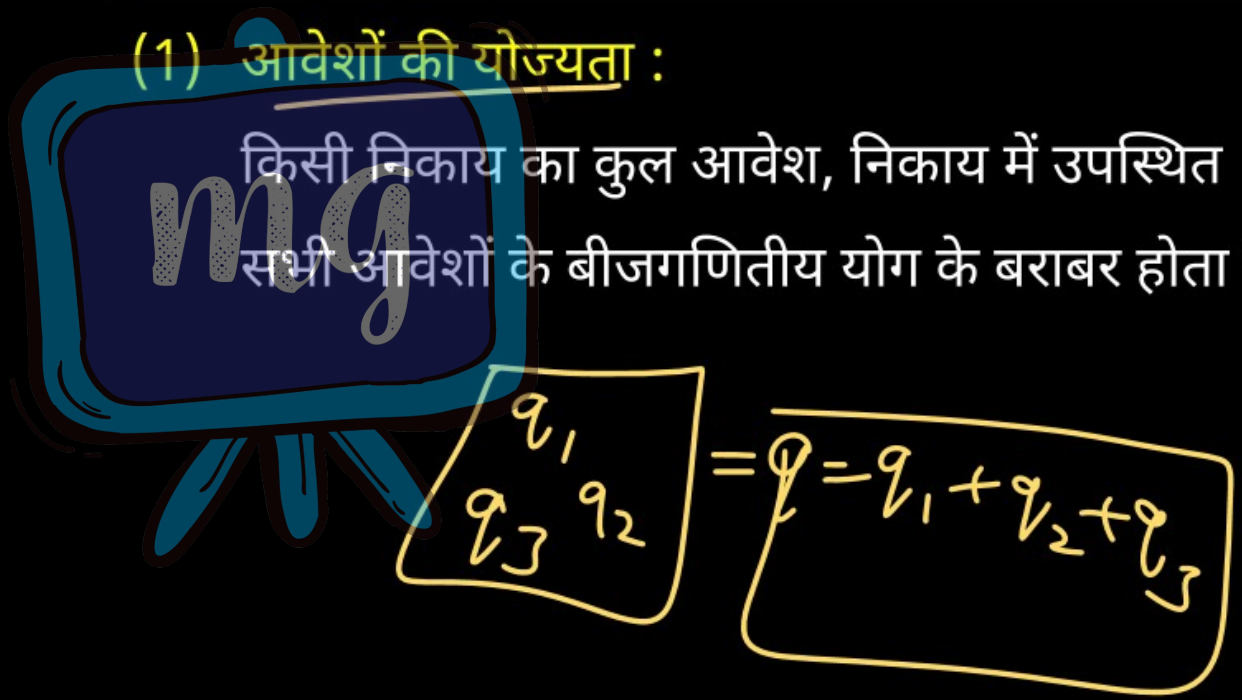
RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER

विद्युत आवेशों के मूलभूत गुण

(1) आवेशों की योज्यता :

किसी निकाय का कुल आवेश, निकाय में उपस्थित सभी आवेशों के बीजगणितीय योग के बराबर होता है।



☛ यदि P धनात्मक आवेश और n ऋणात्मक आवेश है

तब

$P > n$ + ive

$P < n$ – ve

$P = n$ उदासीन

कुल आवेश $Q = q_1 + q_2 + \ldots\ldots q_n$

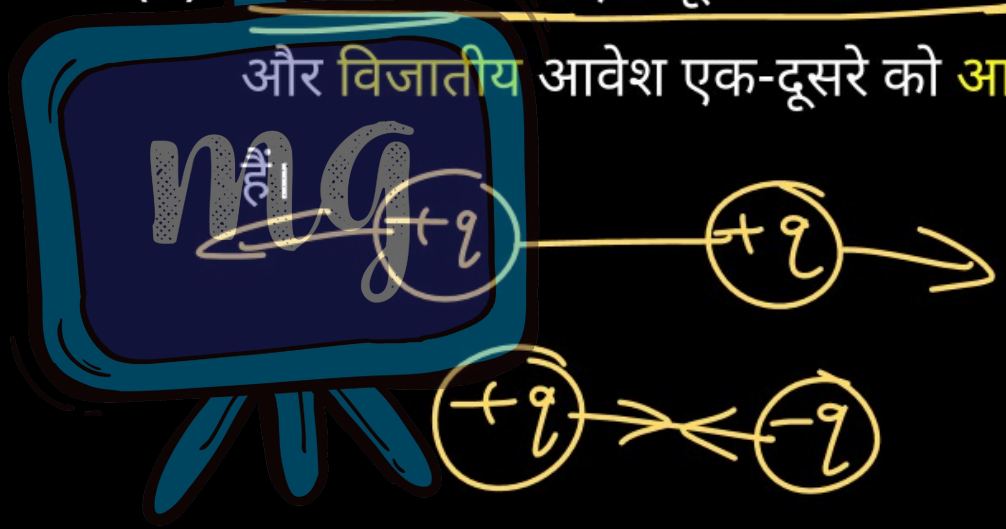
. + q_1

. + q_2

. + q_n

(2) विद्युत आवेश अदिश राशि है।

(3) सजातीय आवेश एक-दूसरे को प्रतिकर्षित करते हैं और विजातीय आवेश एक-दूसरे को आकर्षित करते हैं।




mg

(4) विद्युत आवेश संरक्षित राशि होती है।

आवेश संरक्षण का नियम :

इस नियम के अनुसार, "विद्युत आवेश को न तो उत्पन्न किया जा सकता है और न ही नष्ट किया जा सकता है, केवल एक पदार्थ से दूसरे पदार्थ को स्थानान्तरित किया जा सकता है तथा विलगित निकाय के लिए आवेशों का बीजगणितीय योग सदैव नियत होता है।"

$\Sigma Q_i = Q_1 + Q_2 + ... Q_n$ = नियत

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

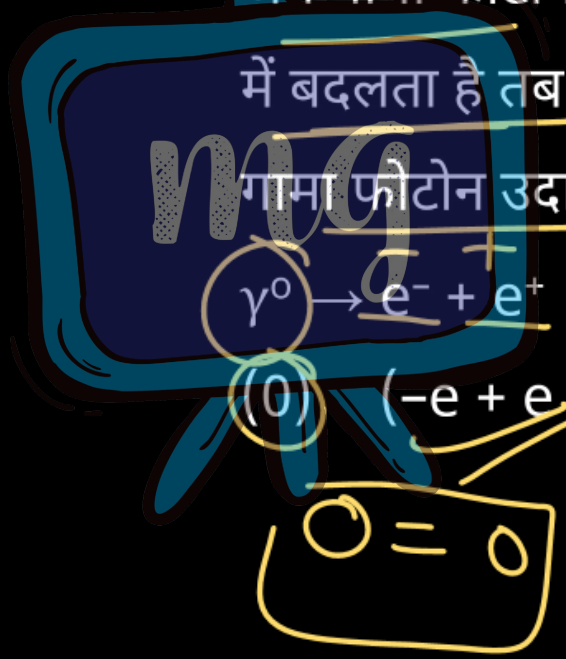
विद्युत आवेश संरक्षण नियम के उदाहरण

(i) आवेशन की घर्षण विधि :

जब दो वस्तुओं को परस्पर रगड़ा जाता है तब एक वस्तु जितना आवेश त्यागती है, उतना ही दूसरी वस्तु आवेश ग्रहण करती है।

(ii) युग्म उत्पादन :

जब गामा फोटोन एक इलेक्ट्रॉन और एक पॉजीट्रॉन में बदलता है तब कुल आवेश शून्य होता है। एक गामा फोटोन उदासीन होता है।

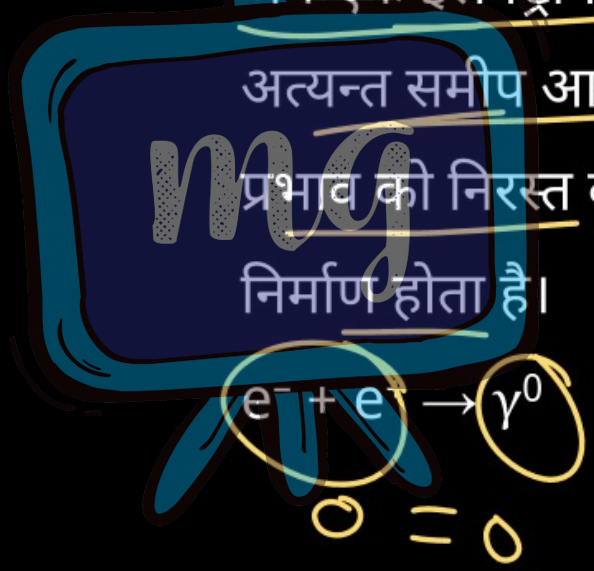


$$\gamma^{o} \rightarrow e^{-} + e^{+}$$

$$(0) \quad (-e + e = 0)$$

(iii) युग्म विनाश :

जब एक इलेक्ट्रॉन व एक पॉजीट्रॉन एक दूसरे के अत्यन्त समीप आते हैं तो ये दोनों एक-दूसरे के प्रभाव को निरस्त कर देते हैं तथा गामा फोटोन का निर्माण होता है।



(5) विद्युत आवेश क्वाण्टीकृत राशि है।

विद्युत क्वाण्टीकरण नियम : "प्रकृति में पाये जाने वाले समस्त आवेशों का परिमाण, मूलतम या न्यूनतम आवेश अर्थात् इलेक्ट्रॉन के आवेश के पूर्णगुणज के रूप में पाये जाते हैं।"

$$Q = ne$$

जहाँ $n = 1, 2, 3, ...$

$e = -1.6 \times 10^{-19}$ कूलॉम

महत्वपूर्ण

- आवेश क्वाण्टीकरण को रॉबर्ट मिलिकन ने तेल-बूँद प्रयोग के आधार पर खोजा गया है।

नोट

- प्रकृति का प्रारम्भिक आवेश या मूलतम आवेश या न्यूनतम आवेश इलेक्ट्रॉन पर आवेश को कहते हैं और इस आवेश को क्वाण्टा कहा जाता है।

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER

$Q = ne$

$n = \frac{Q}{e}$

$n = \frac{1}{1.6 \times 10^{-19}}$

$n = 6.25 \times 10^{18}$

यदि एक वस्तु को +1c धनावेश दिया जाता है तब इसमें 6.25×10^{18} इलेक्ट्रॉन हटाये जाते हैं।

यदि Q = 1c दिया गया है

तब

$$n = \frac{Q}{e} = \frac{1}{1.6 \times 10^{-19}} = 6.25 \times 10^{18}$$

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER

नोट
आवेश गति पर निर्भर नहीं करता है।

नोट विशिष्ट आवेश गति पर निर्भर करता है।

(vi) आवेश अनिश्चर रहता है :

इसके अनुसार, "आवेश, इसकी गति के कारण कभी प्रभावित नहीं होता है।"

$$Q_{\text{विराम}} = Q_{\text{गतिशील}}$$

☞ आवेश व द्रव्यमान दोनों का अनुपात विशिष्ट आवेश कहलाता है।

$$\sigma_s = \frac{q}{m}$$

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

कूलॉम का नियम

इस नियम के अनुसार, "दो स्थिर बिन्दु आवेशों के मध्य आकर्षण या प्रतिकर्षण का बल दोनों आवेशों के परिमाण के गुणनफल के समानुपाती तथा मध्य की दूरी के वर्ग के व्युत्क्रमानुपाती होता है।" इस बल की क्रियारेखा दोनों बलों को मिलाने वाली रेखा के अनुदिश होती है।

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER



$$F \propto Q_1 Q_2 \quad \ldots\ldots (i)$$

$$F \propto \frac{1}{r^2} \quad \ldots\ldots\ldots (ii)$$

समीकरण (i) व (ii) से,

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

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

जहाँ K = कूलॉम नियतांक

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER

- K एक समानुपाती नियतांक है और यह आवेशों के मध्य पदार्थ की प्रकृति व माध्यम पर निर्भर करता है।
- मुक्त आकाश के लिए

वायु या निर्वात, $K = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} = 9 \times 10^9 \frac{N\text{-}m^2}{C^2}$

- जहाँ ε_0 मुक्त आकाश की विद्युतशीलता कहलाती है।

$$\varepsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \frac{C^2}{N.m^2}$$

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER

मुक्त आकाश के लिए हम लिख सकते हैं –

$$F = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \frac{Q_1 Q_2}{r^2}$$

☛ यह मुक्त आकाश के लिए कूलॉम व्युत्क्रम वर्ग नियम का गणितीय रूप है।

☛ ε_0 की विमा : $[M^{-1}L^{-3}T^4A^2]$

$K = [M^1 L^3 T^{-4} A^2]$

$$\varepsilon_r = \frac{\varepsilon_m}{\varepsilon_0}$$

$$\varepsilon_m = \varepsilon_r \varepsilon_0$$

☛ K का मान $9 \times 10^9 \frac{N.m^2}{c^2}$ और विमा $[M^1L^3T^{-4}A^{-2}]$ है।

माध्यम के लिए

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

जहाँ ε_m माध्यम की विद्युतशीलता है।

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER

कूलॉम की परिभाषा

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

$$F = 9 \times 10^9 \frac{Q_1 Q_2}{r^2}$$

जब $Q_1 = Q_2 = 1c$ और $r = 1m$

तब $F = 9 \times 10^9$ N

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

☛ "1 कूलॉम वह आवेश है जो निर्वात में 1m की दूरी पर रखे हुए दो समान आवेशों के मध्य 9×10^9N का प्रतिकर्षी बल का अनुभव करता है।"



RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

☛ **आपेक्षिक विद्युतशीलता :** (पैरावैद्युतांक) आपेक्षिक विद्युतशीलता माध्यम की विद्युतशीलता व निर्वात की विद्युतशीलता दोनों के अनुपात के बराबर होती है।

$$\varepsilon_r = K = \frac{\text{माध्यम की विद्युतशीलता}}{\text{निर्वात की विद्युतशीलता}}$$

☛ यह मात्रकहीन व विमाहीन राशि है।

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

- हवा या निर्वात के लिए K = 1 और धातुओं के लिए K = ∞ होता है।
- विद्युत बल का माध्यम पर प्रभाव :

$$\frac{F_o}{F} = \frac{\varepsilon_m}{\varepsilon_o} = \varepsilon_r = K$$

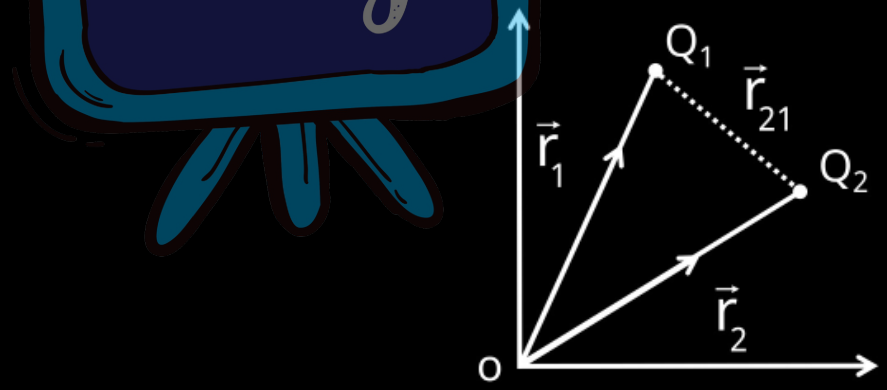
- निर्वात में विद्युत बल सर्वाधिक होता है।

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

कूलॉम नियम का सदिश निरूपण

माना दो बिन्दु आवेशों Q_1 व Q_2 के क्रमश: $\vec{r}_1$ व $\vec{r}_2$ स्थिति सदिश है।



RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER

☛ Q_2 के कारण, Q_1 पर विद्युत बल

$$\vec{F}_{12} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_o} \frac{Q_1 Q_2}{r_{12}^2} \hat{r}_{12}$$

$$\vec{F}_{12} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_o} \frac{Q_1 Q_2}{r_{12}^3} \vec{r}_{12} \ldots\ldots(i)$$

जहाँ $\hat{r}_{21}$ एक इकाई सदिश है।

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

इसी प्रकार, Q_1 के कारण Q_2 पर विद्युत बल

$$\vec{F}_{21} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_o} \frac{Q_1 Q_2}{r_{21}^2} \hat{r}_{21}$$

$$\vec{F}_{21} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_o} \frac{Q_1 Q_2}{r_{21}^3} \vec{r}_{21} \ldots\ldots (ii)$$

समीकरण (i) व (ii) से,

$$|\vec{F}_{12}| = |\vec{F}_{21}|$$

यह दर्शाता है कि कूलॉम का नियम, न्यूटन के तृतीय नियम का पालन करता है।

अन्तिम रूप से,

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

$$\vec{F} = K \frac{Q_1 Q_2}{r^3} \vec{r}$$

जहाँ

$$\hat{r} = \frac{\vec{r}}{|\vec{r}|}$$

$$\hat{r} = \frac{\vec{r}}{r}$$

महत्वपूर्ण

कूलॉम का नियम की सीमाऐं

2

- यह नियम दो बिन्दु आवेशों के लिए वैद्य है।
- यह नियम दो स्थिर आवेशों के लिए वैद्य है।



RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER

गुरूत्वाकर्षण बल केवल आकर्षित प्रकृति का होता है।

कूलॉम बल की विशेषताऐं

- स्थिर विद्युत बल एक केन्द्रिय बल है।
- स्थिर विद्युत बल एक संरक्षी बल है।
- कूलॉम बल क्रिया-प्रतिक्रिया युग्म रूप दर्शाता है।
- कूलॉम बल की तरह यांत्रिकी में गुरूत्वाकर्षण के लिए न्यूटन का नियम है।
- कूलॉम बल आकर्षी व प्रतिकर्षी दोनों प्रकार का होता है।

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER

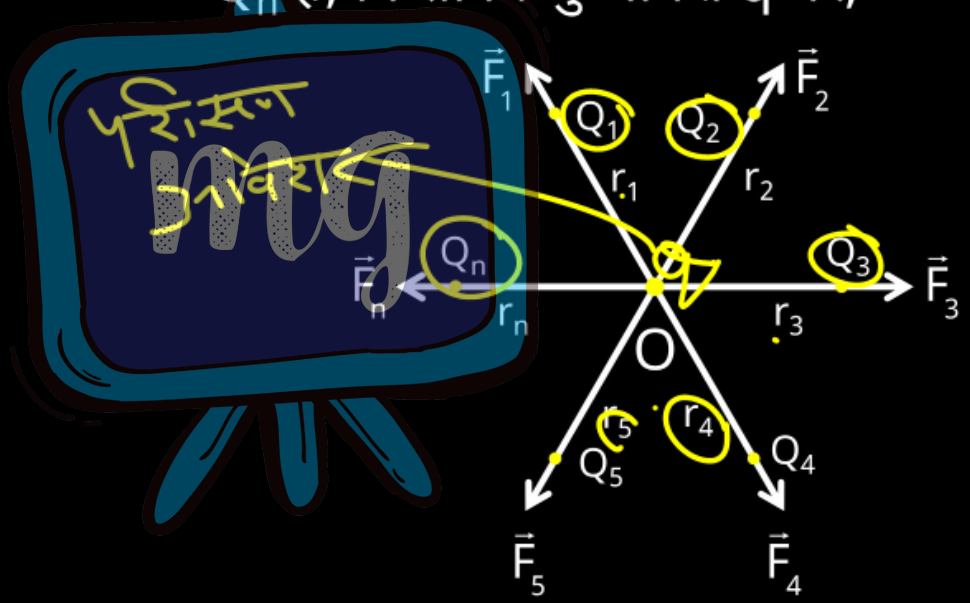
बहु आवेशों के मध्य विद्युत बल (अध्यारोपण का नियम)

- "निकाय में बहुआवेशों की उपस्थिति होने पर किसी एक बिन्दु आवेश पर लगने वाला परिणामी विद्युत बल सभी आवेशों के कारण बिन्दु आवेश पर लगने वाले भिन्न-भिन्न विद्युत बलों के सदिश योग के बराबर होता है।"
- दो स्थिर बिन्दु आवेशों के मध्य विद्युत बल, अन्य आवेशों की उपस्थिति से अप्रभावित रहता है।

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER

☛ माना निर्वात में निकाय में बिन्दु आवेश Q_1, Q_2, ... Q_n है, किसी बिन्दु आवेश q पर,



Q_1 के कारण, q पर विद्युत बल $\vec{F}_1 = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Q_1 q}{r_1^2}\hat{r}_1$

Q_2 के कारण, q पर विद्युत बल $\vec{F}_2 = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Q_2 q}{r_2^2}\hat{r}_2$

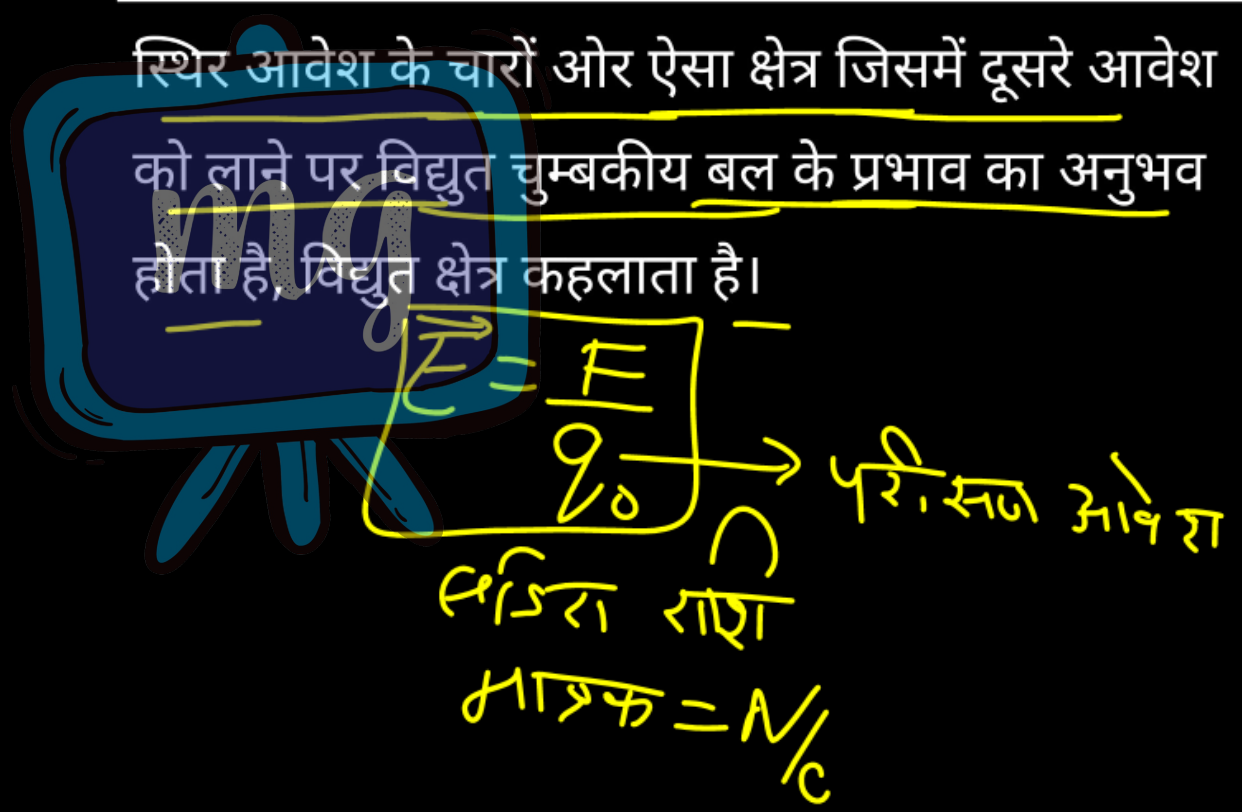
इसी प्रकार

Q_n के कारण, q पर विद्युत बल $\vec{F}_n = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Q_n q}{r_n^2}\hat{r}_n$

q पर कुल बल $F = F_1 + F_2 + ... + F_n = \Sigma\vec{f}_n$

विद्युत क्षेत्र

स्थिर आवेश के चारों ओर ऐसा क्षेत्र जिसमें दूसरे आवेश को लाने पर विद्युत चुम्बकीय बल के प्रभाव का अनुभव होता है, विद्युत क्षेत्र कहलाता है।



RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER

विद्युत क्षेत्र की तीव्रता

☛ विद्युत क्षेत्र की तीव्रता, परीक्षण आवेश पर लगने वाले विद्युत बल व परीक्षण आवेश दोनों के अनुपात के बराबर होती है।

किसी बिन्दु पर एकांक परीक्षण आवेश पर लगने वाले विद्युत बल को विद्युत क्षेत्र की तीव्रता कहते हैं।

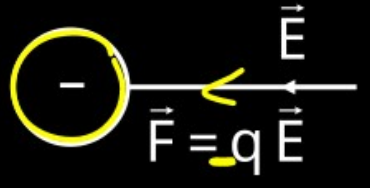
$$\vec{E} = \lim_{q \to o} \frac{\vec{F}}{q_o}$$

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

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

- यह एक सदिश भौतिक राशि है।
- इसका मात्रक NC^{-1} या Vm^{-1} होता है।
- विमा : $[M^1L^1T^{-3}A^{-1}]$





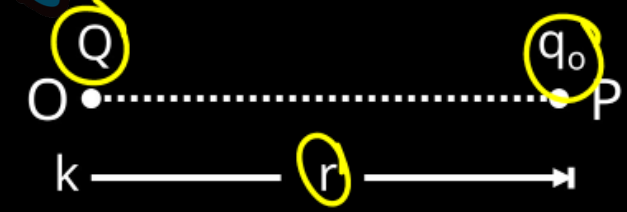
- विद्युत क्षेत्र एक समान या असमान हो सकता है।

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER

एक विलगित बिन्दु आवेश के कारण विद्युत क्षेत्र की तीव्रता

माना चित्रानुसार बिन्दु o पर बिन्दु आवेश 'Q' स्थित है। इससे r दूरी पर स्थित बिन्दु p पर हमें विद्युत क्षेत्र की तीव्रता ज्ञात करनी है जिसके लिए बिन्दु p पर परीक्षण आवेश q_o की कल्पना करते हैं।



$$F = \frac{kQq_o}{r^2} \quad -(1)$$

$$\vec{E} = \frac{F}{q_o} \quad -(2)$$

$$E = \frac{kQq_o}{r^2 q_o}$$

$$\vec{E} = \frac{kQ}{r^2}$$

Q द्वारा q_o पर लगने वाला विद्युत बल

$$\vec{F} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_o}\frac{Qq_o}{r^2}\hat{r}\ (\overrightarrow{OP})$$

परिभाषा में

$$\vec{E} = \lim_{q\to 0}\frac{\vec{F}}{q_o}$$

F का मान रखने पर

$$\vec{E} = \lim_{q\to 0}\frac{\vec{F}}{q_o} = \lim_{q_o\to 0}\frac{\frac{1}{4\pi\varepsilon_o}\frac{Qq_o}{r^2}\hat{r}}{q_o}$$

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

या

$$\vec{E} = \frac{KQ}{r^2}\hat{r}$$



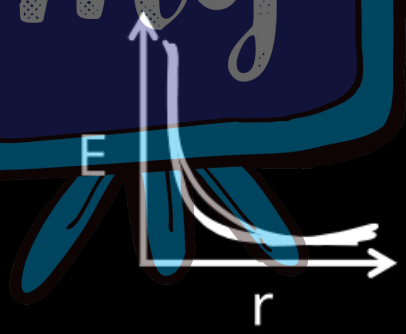
RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

नोट

$E = \frac{KQ}{r^2}$

E व r के मध्य ग्राफ :



r ↑ E ↓

r ↓ E ↑

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

विशेष तथ्य

(i) यदि किसी बिन्दु पर Q आवेश के कारण विद्युत क्षेत्र की तीव्रता $\vec{E}$ है तो उस आवेश के कारण विद्युत बल $\vec{F} = Q\vec{E}$ है।

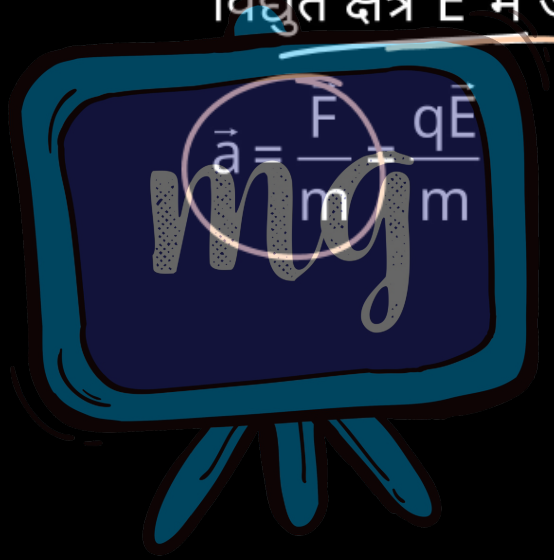
☛ एक आवेशित कण के लिए विद्युत बल F = QE

☛ एक इलेक्ट्रॉन के लिए विद्युत बल F = eE

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

☛ यदि आवेशित कण का द्रव्यमान 'm' है तो एकसमान विद्युत क्षेत्र $\vec{E}$ में आवेशित कण के लिए त्वरण

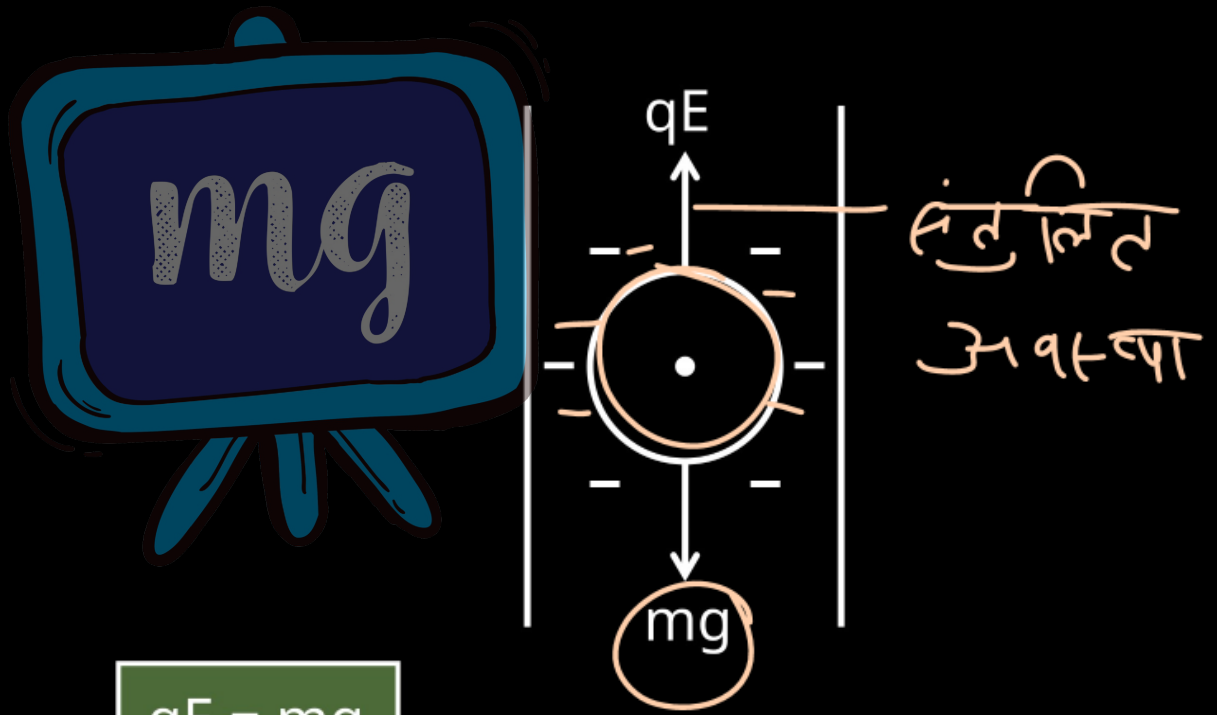


$$F = qE$$

$$ma = qE$$

$$\boxed{a = \frac{qE}{m}}$$

विशेष स्थिति



$$qE = mg$$

विद्युत क्षेत्र रेखाऐं

एकांक धनावेश को विद्युत क्षेत्र में रखने पर यह जिस पथ पर सतत गति करने का प्रयत्न करता है उसे विद्युत क्षेत्र रेखाऐं कहते हैं।

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER

विद्युत क्षेत्र रेखाओं के गुण



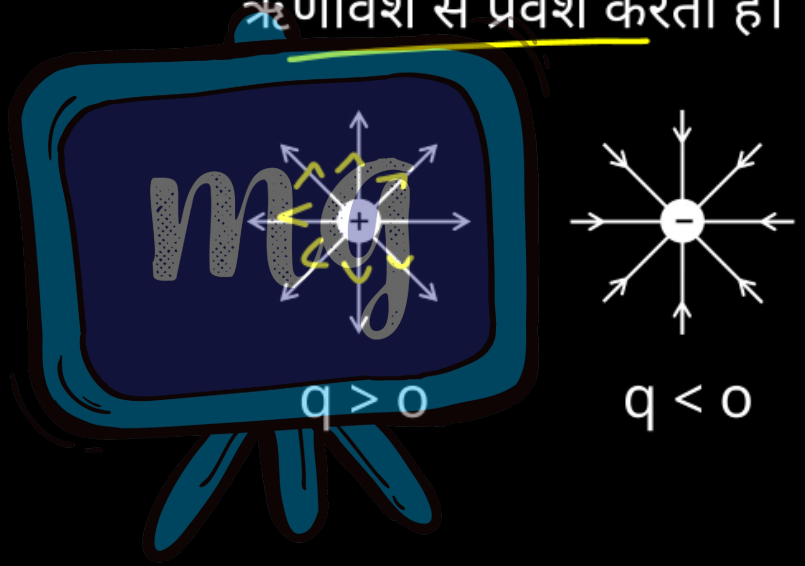
(i) ये क्षेत्र रेखाऐं भौतिक अस्तित्व में नहीं होती है।

(ii) ये क्षेत्र रेखाऐं खुले वक्र से होती है।

(iii) विद्युत क्षेत्र रेखाऐं चालक की सतह से अभिलम्बवत होती है।

(iv) इन रेखाओं के किसी बिन्दु पर खींची गई स्पर्श रेखा उस बिन्दु पर परिणामी विद्युत क्षेत्र की तीव्रता को दर्शाती है।

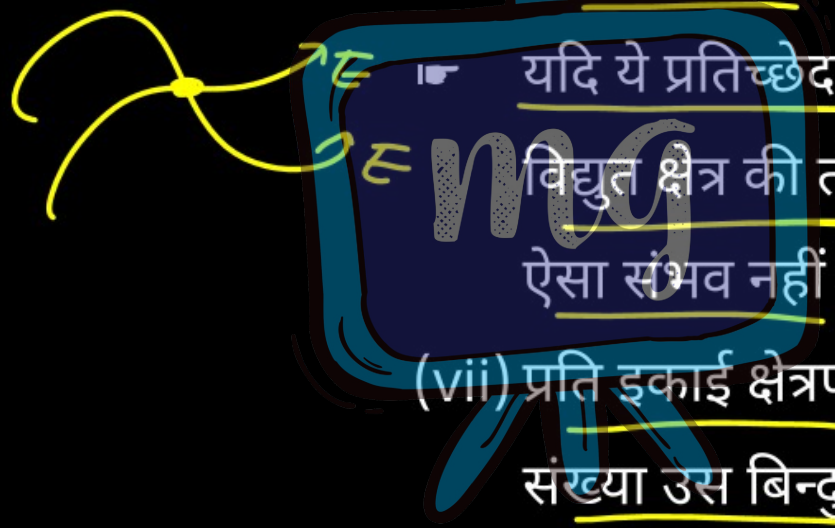
(v) ये सभी क्षेत्र रेखाऐं धनावेश से निकलती हैं और ऋणावेश से प्रवेश करती हैं।



RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER

(vi) दो विद्युत क्षेत्र रेखाऐं कभी भी एक-दूसरे को प्रतिच्छेद नहीं करती हैं।

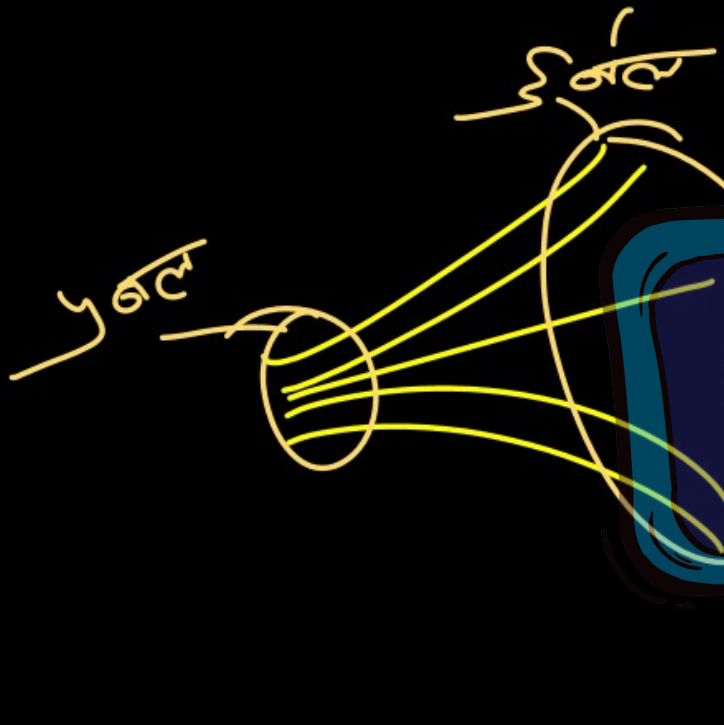


☛ यदि ये प्रतिच्छेद करती हैं तो कटान बिन्दु पर परिणामी विद्युत क्षेत्र की तीव्रता की दो दिशाऐं प्राप्त होंगी और ऐसा संभव नहीं है।

(vii) प्रति इकाई क्षेत्रफल में उपस्थित विद्युत क्षेत्र रेखाओं की संख्या उस बिन्दु पर विद्युत क्षेत्र की तीव्रता के परिमाण के समानुपाती होती है।

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER

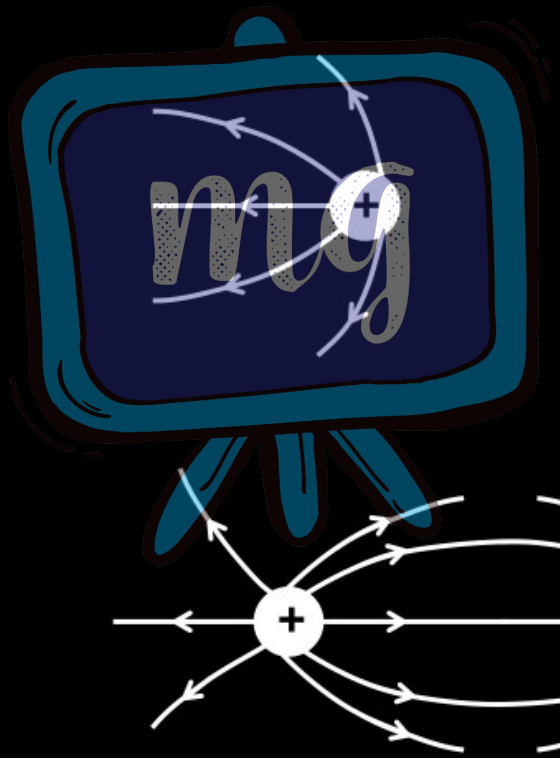


(viii) क्षेत्र रेखाऐं समीप होती है तब विद्युत क्षेत्र प्रबल होता है और क्षेत्र रेखाऐं दूर होती है तब विद्युत क्षेत्र दुर्बल होता है।

(ix) विद्युत क्षेत्र रेखाऐं चालक में से नहीं गुजरती हैं। ($E = 0$)

(x) उदासीन बिन्दु (न्यूट्रल पॉइण्ट) पर विद्युत क्षेत्र रेखाऐं शून्य होती है।

विद्युत क्षेत्र रेखाओं की आकृतियाँ



RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

विद्युत फ्लक्स

विद्युत क्षेत्र में उपस्थित चालक की पृष्ठ से अभिलम्बवत गुजरने वाली विद्युत क्षेत्र रेखाओं की संख्या को विद्युत फ्लक्स कहते हैं।

☛ विद्युत फ्लक्स अदिश राशि है।

☛ इसे ϕ या ϕ_E से लिखते हैं।

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

गणितीय सूत्र :

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

जहाँ $d\vec{A}$ = क्षेत्रफल सदिश

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

$$\phi = \int E dA \cos\theta$$

जहाँ θ, $\vec{E}$ और $d\vec{A}$ के मध्य कोण है।

$\vec{A} \cdot \vec{B} = AB\cos\theta$

☛ **मात्रक :** $\frac{N}{C} \times m^2$ या वोल्ट × मीटर

☛ **विमा :** $[M^1L^3T^{-3}A^{-1}]$

विशेष स्थितियाँ

स्थिति - I



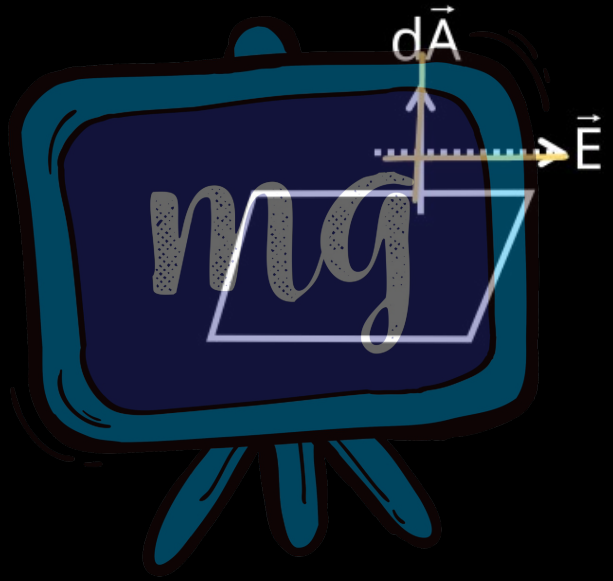
$\theta = 0°$

$\phi = EA$ (धनात्मक फ्लक्स)

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

स्थिति - II



$$\theta = \frac{\pi}{2} = 90^{\circ}$$

$\phi = 0$ (शून्य फ्लक्स)

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

स्थिति - III



$\theta = \pi = 180°$

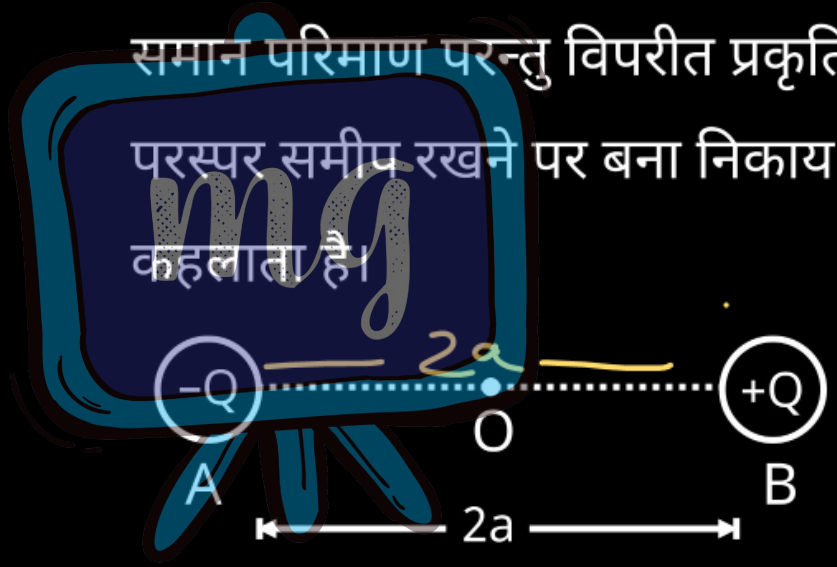
$\phi = -EA$ (ऋणात्मक फ्लक्स)

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER

विद्युत द्विध्रुव

समान परिमाण परन्तु विपरीत प्रकृति के दो आवेशों को परस्पर समीप रखने पर बना निकाय विद्युत द्विध्रुव कहलाता है।



☛ पानी के अणु, अमोनिया आदि विद्युत द्विध्रुव की तरह व्यवहार करते हैं।

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER

विद्युत द्विध्रुव आघूर्ण

विद्युत द्विध्रुव आघूर्ण, विद्युत द्विध्रुव में आवेश के परिमाण व दोनों आवेशों के मध्य की दूरी के सदिश गुणनफल के बराबर होता है।

☛ इसे $\vec{p}$ से लिखते हैं। यह सदिश राशि है जिसकी दिशा –ive से +ive की ओर $2\vec{a}$ के अनुदिश होती है।

☛ गणितीय सूत्र : $\vec{p} = Q(2\vec{a})$

☛ मात्रक : कूलॉम × मीटर

☛ विमा : $[AT][L] \Rightarrow [L\,T\,A]$

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER

विद्युत द्विध्रुव के कारण उसके अक्ष पर विद्युत क्षेत्र की तीव्रता

- माना –Q और +Q आवेशों का एक विद्युत द्विध्रुव है जिसके मध्य की दूरी $2\vec{a}$ हैं।
- इस विद्युत द्विध्रुव के अक्ष पर विद्युत द्विध्रुव के केन्द्र o से r दूरी पर स्थित बिन्दु P पर विद्युत क्षेत्र की तीव्रता ज्ञात करनी है।

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER





बिन्दु P पर, −Q आवेश के कारण :

$$E_A = \frac{-KQ}{AP^2}$$

$$E_A = \frac{-KQ}{(r+a)^2}$$

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER

+Q आवेश के कारण :

$$E_B = \frac{KQ}{BP^2}$$

$$E_B = \frac{KQ}{(r-a)^2}$$

परिणामी विद्युत क्षेत्र की तीव्रता,

$$E_B > E_A$$

$$E = E_A + E_B$$

$$E = \frac{-KQ}{AP^2} + \frac{KQ}{BP^2} \qquad E = \frac{-KQ}{(r+a)^2} + \frac{KQ}{(r-a)^2}$$

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

$$E = \frac{KQ}{(r-a)^2} - \frac{KQ}{(r+a)^2}$$

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

$$E = KQ\left[\frac{(r+a)^2 - (r-a)^2}{(r-a)^2(r+a)^2}\right]$$

$$(x \pm y)^2 = (x^2 + y^2 \pm 2xy)$$

$$(x+y)^2\,(x-y)^2 = (x^2 - y^2)^2$$

$$E = KQ\left[\frac{r^2 + a^2 + 2ra - (r^2 + a^2 - 2ra)}{(r^2 - a^2)^2}\right]$$

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

$$E = KQ\left[\frac{2ra + 2ra}{(r^2 - a^2)^2}\right]$$

$$E = KQ\frac{4ra}{(r^2 - a^2)^2}$$

$$E = \frac{KQ(2 \times 2)ra}{(r^2 - a^2)^2}$$

जब $r^2 >>> a^2$

$$p = Q.2a$$

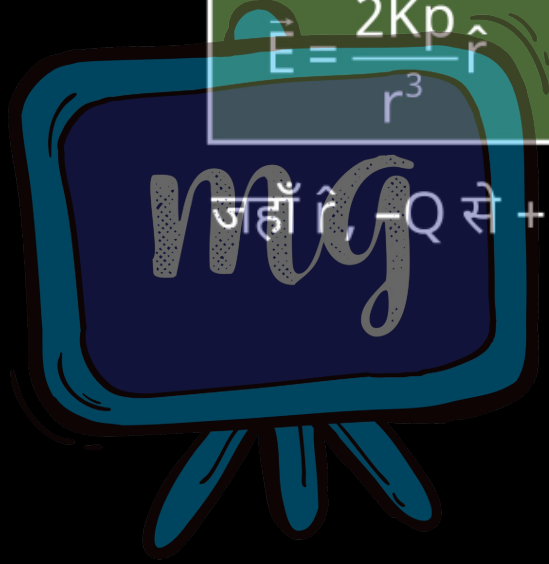
$$E = \frac{2Kp}{r^3}$$

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

सदिश संकेतन में,

$$\vec{E} = \frac{2K\vec{p}}{r^3}\hat{r}$$



जहाँ $\hat{r}$, –Q से +Q की ओर इकाई सदिश है।

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER

एक विद्युत द्विध्रुव के विषुवतीय तल पर विद्युत क्षेत्र की तीव्रता

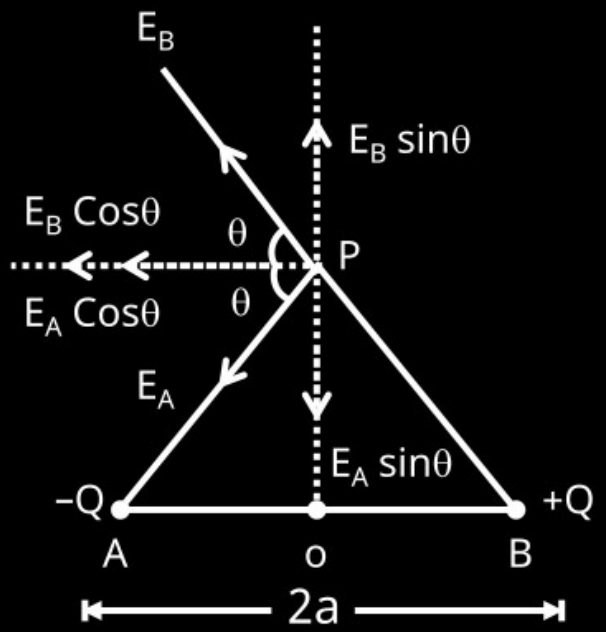
- माना $-Q$ और $+Q$ आवेशों के विद्युत द्विध्रुव के मध्य की दूरी $2\vec{a}$ हैं।
- इसके केन्द्र O से r दूरी पर विषुवतीय तल पर स्थित बिन्दु P पर विद्युत क्षेत्र की तीव्रता ज्ञात करनी है।

△BOP में

$BP = (r^2 + a^2)^{1/2}$

$OB = a$

$OP = r$



बिन्दु P पर,

$$|\vec{E}_A| = |\vec{E}_B| = \frac{KQ}{AP^2} = \frac{KQ}{BP^2} \quad (AP = BP)$$

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER

परिणामी विद्युत क्षेत्र की तीव्रता ज्ञात करने के लिए, इसके घटक नियोजित करते हैं। विद्युत द्विध्रुव के लम्बवत अक्ष पर विद्युत क्षेत्र के घटक $E_A \sin\theta$ व $E_B \sin\theta$ परिमाण में समान परन्तु विपरीत दिशा में होने के कारण एक-दूसरे को निरस्त कर देते हैं जबकि विद्युत द्विध्रुव के समान्तर अक्ष पर विद्युत क्षेत्र के घटक व $E_A \cos\theta$ व $E_B \cos\theta$ परिमाण व दिशा दोनों में समान होने के कारण परस्पर जुड़ जायेंगे। अत: हम कह सकते हैं कि परिणामी विद्युत क्षेत्र की तीव्रता समान्तर अक्ष पर विपरीत दिशा $(-\hat{r})$ पर प्राप्त होती है।

इस प्रकार, परिणामी विद्युत क्षेत्र की तीव्रता

$$|\vec{E}| = E_A \cos\theta + E_B \cos\theta$$

$$|E| = 2E_B \cos\theta \qquad |E_A| = |E_B|$$

ΔBOP से

$$\cos\theta = \frac{OB}{BP} = \frac{a}{(r^2 + a^2)^{1/2}}$$

इसलिए $$E = 2\frac{KQ}{BP^2} \cdot \frac{OB}{BP}$$

$$E = 2\frac{KQ}{(r^2 + a^2)} \cdot \frac{a}{(r^2 + a^2)^{1/2}}$$

$$E = \frac{k(Q2a)}{(r^2 + a^2)^{3/2}}$$

जब $r^2 >>> a^2$

$$E = \frac{Kp}{r^3}$$ या

सदिश संकेतन में,

$$\vec{E} = \frac{K\vec{p}}{r^3}(-\hat{r})$$

$p = Q.2a$

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

जहाँ $(-\hat{r})$, + ive से – ive की ओर इकाई सदिश है।

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER

द्विध्रुवों की भौतिक सार्थकता

- अधिकांश अणुओं में धनावेशों और ऋणावेशों के केन्द्र एक ही स्थान पर होते हैं इसलिए इनके द्विध्रुव आघूर्ण शून्य होते हैं।
- जब इन पर विद्युत क्षेत्र आरोपित करते हैं तब इनका द्विध्रुव आघूर्ण उत्पन्न होता है। इनको **अध्रुवी** अणु कहते हैं।

उदाहरण : CO_2 और CH_4

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

☛ कुछ अणुओं में धनावेशों और ऋणावेशों के केन्द्र संपाती नहीं होते हैं। विद्युत क्षेत्र की अनुपस्थिति में इनका स्थायी विद्युत द्विध्रुव आघूर्ण होता है। इनको ध्रुवीय अणु कहते हैं।

उदाहरण : H_2O

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

$$\frac{E_{अस}}{E_{निरस}} = \frac{2\cancel{kq}}{\cancel{r^2}} = \frac{2}{1}$$

यही साबित करना है।

$$E_{अस} = 2E_{निरस}$$

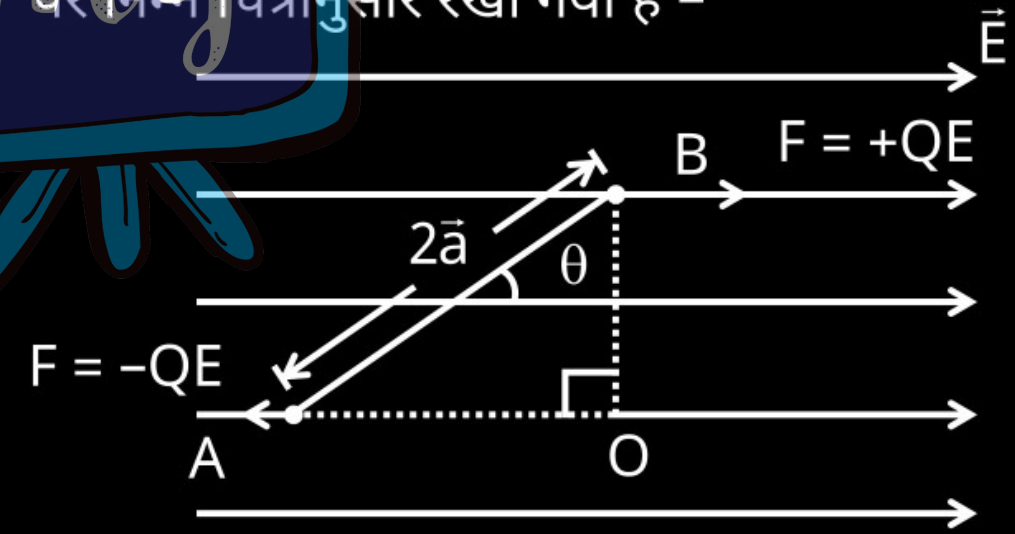
mg

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER

एक समान विद्युत क्षेत्र में विद्युत द्विध्रुव

☛ माना एक विद्युत द्विध्रुव –Q और +Q आवेश व मध्य की दूरी $2\vec{a}$ है, को एक समान विद्युत क्षेत्र में θ कोण पर निम्न चित्रानुसार रखा गया है –



RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

बिन्दु A पर –Q आवेश के कारण,

$F = -QE$ ($\vec{E}$ से विपरीत दिशा में)

बिन्दु B पर +Q आवेश के कारण,

$F = +QE$ ($\vec{E}$ से विपरीत दिशा में)

विद्युत द्विध्रुव पर परिणामी बल :

$F_{net} = +QE - QE = 0$

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER

☛ इस प्रकार विद्युत द्विध्रुव पर कार्यरत् बल परिमाण में समान व विपरीत दिशा में है लेकिन इन बलों की क्रियारेखाऐं भिन्न-भिन्न होने के कारण विद्युत द्विध्रुव पर बलाघूर्ण उत्पन्न होता है।

बलाघूर्ण =

बल का परिमाण × बलों के मध्य लम्बवत दूरी

$$\because \sin\theta = \frac{OB}{2a} \Rightarrow OB = 2a\sin\theta$$

$$\tau = F \times OB$$

$$\tau = QE\,(2a\sin\theta)$$

$$\tau = (Q2a)\ E \sin\theta$$

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

सदिश संकेतन में,

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

विशेष स्थिति

स्थिति-I

जब $\theta = 0^\circ$ या π

$\tau = 0$

☛ जब $\vec{p}$ व $\vec{E}$ समान्तर या प्रतिसमान्तर हैं तो बलाघूर्ण शून्य होता है।

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

स्थिति-II

जब $\theta = \frac{\pi}{2}$

$\tau_{max} = pE$

- जब $\vec{p}$ व $\vec{E}$ परस्पर लम्बवत हैं तो बलाघूर्ण का मान अधिकतम होता है।

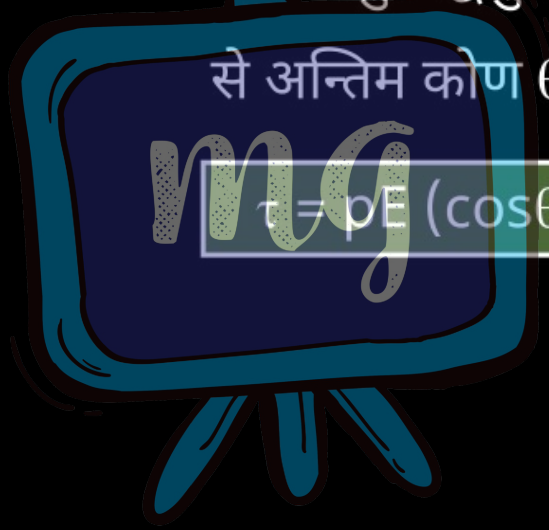
RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

स्थिति-III

☛ जब विद्युत द्विध्रुव को विद्युत क्षेत्र में प्रारम्भिक कोण θ_1 से अन्तिम कोण θ_2 तक घुमाया जाता है तब

$$\tau = pE\,(\cos\theta_1 - \cos\theta_2)$$



RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER

कार्य = बलाघूर्ण × कोणीय विस्थापन

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

$$dW = pE\sin\theta\, d\theta$$

$$\int dW = \int_{\theta_1}^{\theta_2} pE\sin\theta\, d\theta$$

$$W = pE[-\cos\theta]_{\theta_1}^{\theta_2}$$

$$W = -pE\,(\cos\theta_2 - \cos\theta_1)$$

$$W = pE\,(\cos\theta_1 - \cos\theta_2)$$

सतत आवेश वितरण

जब आवेश एकसमान रूप से वितरित किया जाता है तो यह सतत आवेश वितरण कहलाता है।

आवेश घनत्व :

यह निम्न तीन प्रकार से परिभाषित किया जा सकता है –

1. रैखिक आवेश घनत्व (λ)
2. पृष्ठीय आवेश घनत्व (σ)
3. आयतन आवेश घनत्व (ρ)

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

1. रैखिक आवेश घनत्व (λ)

यह प्रति इकाई लम्बाई का आवेश है।

$$\lambda = \frac{\text{आवेश}}{\text{लम्बाई}}$$

S.I. मात्रक : Cm^{-1}

विमा : $[L^{-1}TA]$

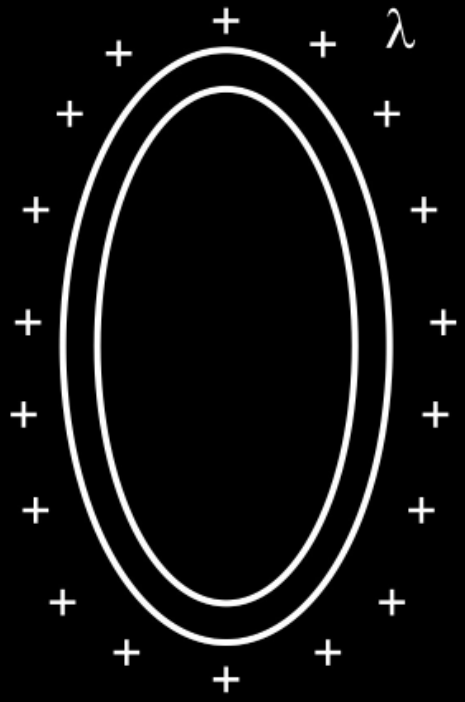
$$\lambda = \frac{Q}{\ell} \qquad \lambda = \frac{Q}{2\pi R}$$

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER



आवेशित सीधा
तार



वृत्ताकार आवेशित
वलय

2. पृष्ठीय आवेश घनत्व (σ)

यह प्रति पृष्ठीय क्षेत्रफल में उपस्थित आवेश है।

$$\sigma = \frac{\text{आवेश}}{\text{क्षेत्रफल}}$$

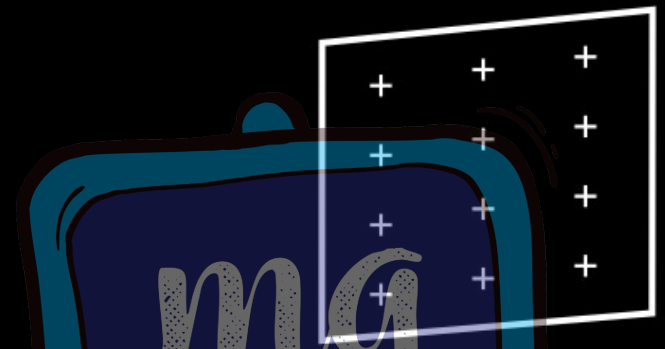
SI मात्रक : Cm^{-2}

विमा : $[L^{-2}TA]$

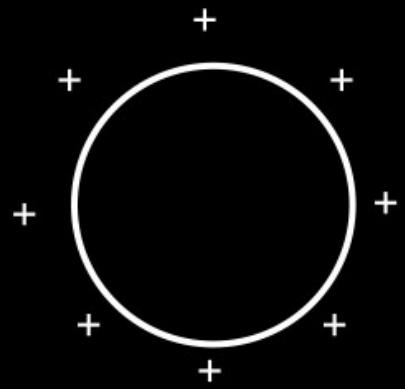
$$\sigma = \frac{Q}{A} \qquad \sigma = \frac{Q}{4\pi R^2}$$

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER



आवेशित पतली चादर



चालक गोला

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

3. आयतन आवेश घनत्व (ρ)

यह प्रति इकाई आयतन में उपस्थित आवेश है।

$$\rho = \frac{\text{आवेश}}{\text{आयतन}}$$

SI मात्रक : Cm^{-3}

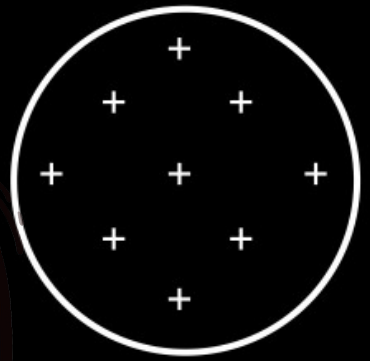
विमा : $[L^{-3}TA]$

$$\sigma = \frac{Q}{v} \qquad \sigma = \frac{Q}{\frac{4}{3}\pi R^3}$$

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER





अचालक गोला

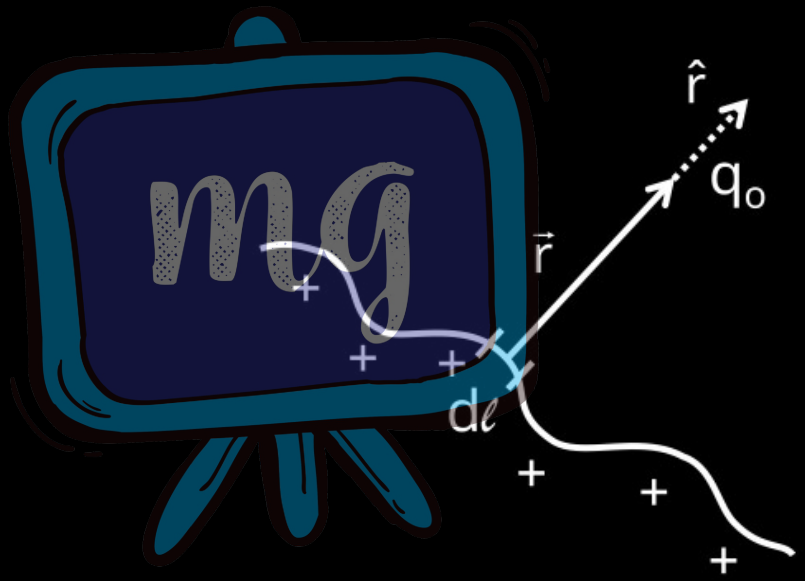
RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER

1. रैखिक आवेश वितरण (एक विमीय)

- माना एक सीधा तार या वृत्ताकार तार का रैखिक आवेश घनत्व λ है।
- परिणामी बल ज्ञात करने के लिए r दूरी पर परीक्षण आवेश q_0 की कल्पना करते हैं।
- L लम्बाई के तार पर लघु अल्पांश लम्बाई $d\ell$ लेते हैं।

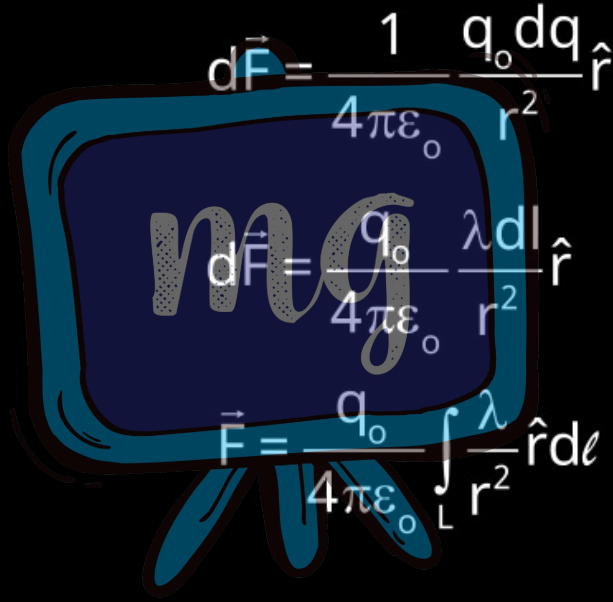
अल्पांश लम्बाई पर आवेश $\lambda = \frac{dq}{d\ell} \Rightarrow dq = \lambda d\ell$



RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

परिणामी बल :

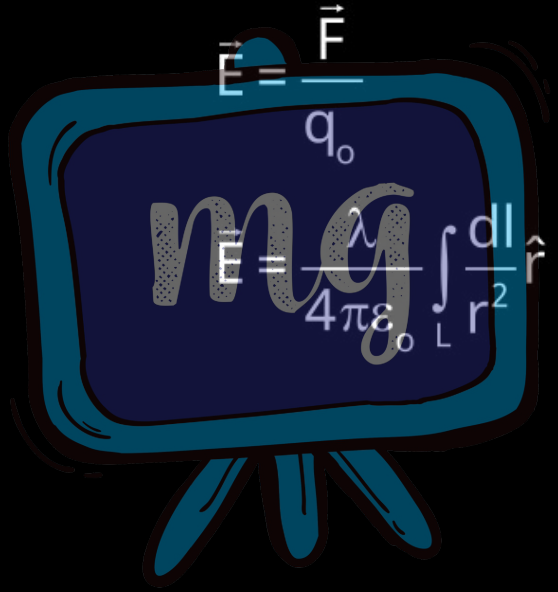


$$d\vec{F} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_o}\frac{q_o dq}{r^2}\hat{r}$$

$$d\vec{F} = \frac{q_o}{4\pi\varepsilon_o}\frac{\lambda dl}{r^2}\hat{r}$$

$$\vec{F} = \frac{q_o}{4\pi\varepsilon_o}\int_L \frac{\lambda}{r^2}\hat{r}d\ell$$

परिणामी विद्युत क्षेत्र की तीव्रता :



RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER

2. पृष्ठीय आवेश वितरण (द्विविमीय)

- मान लो एक पतली चादर की सतह का पृष्ठीय आवेश घनत्व σ है।
- परिणामी बल ज्ञात करने के लिए r दूरी पर परीक्षण आवेश q_0 की कल्पना करते हैं।
- A पृष्ठीय क्षेत्रफल की सतह पर लघु अल्पांश क्षेत्रफल dA लेते हैं।

अल्पांश क्षेत्रफल पर आवेश $\sigma = \frac{dq}{dA}$

$dq = \sigma dA$



परिणामी बल :

$$\vec{F} = \frac{q_o}{4\pi\varepsilon_o} \int_A \frac{\sigma}{r^2} \hat{r}\, dA$$

परिणामी विद्युत क्षेत्र की तीव्रता :

$$\vec{E} = \frac{\sigma}{4\pi\varepsilon_o} \int_A \frac{dA}{r^2} \hat{r}$$

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

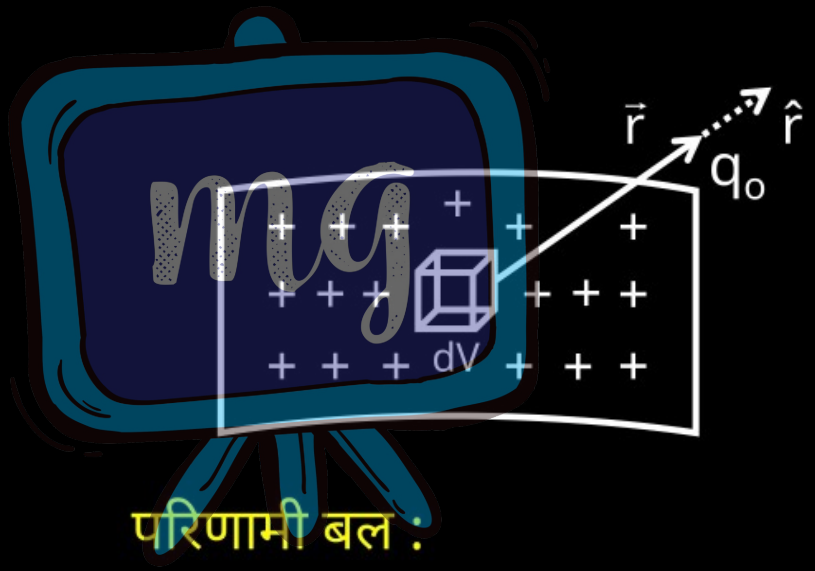
3. आयतन आवेश वितरण (त्रिविमीय)

☛ माना किसी अचालक गोले या घन में आयतन आवेश घनत्व ρ है।

☛ परिणामी बल ज्ञात करने के लिए r दूरी पर परिक्षण आवेश q_o की कल्पना करते हैं।

☛ v आयतन में लघु अल्पांश आयतन dv लेते हैं।

अल्पांश आयतन में आवेश $\rho = \frac{dq}{dv} \Rightarrow dq = \rho dv$



परिणामी बल :

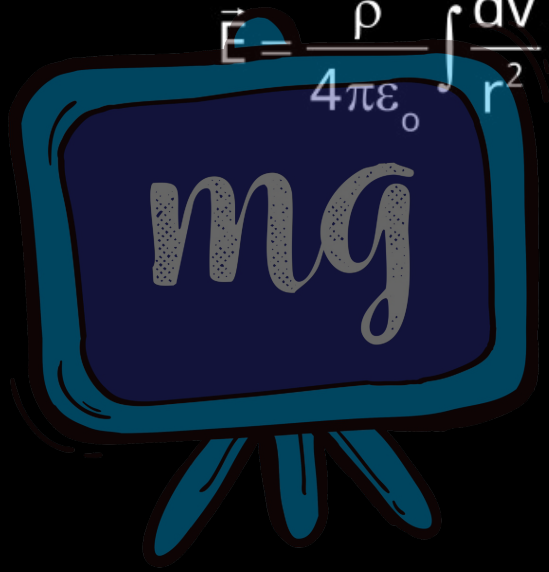
$$\vec{F} = \frac{q_o}{4\pi\varepsilon_o} \int \frac{\rho}{r^2} \hat{r}\, dv$$

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

परिणामी विद्युत क्षेत्र की तीव्रता :

$$\vec{E} = \frac{\rho}{4\pi\varepsilon_o} \int \frac{dv}{r^2} \hat{r}$$



RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER

गाउस का नियम

इस नियम के अनुसार, "किसी बंद पृष्ठ से सम्बद्ध विद्युत फ्लक्स का मान उस पृष्ठ में उपस्थित आवेशों के बीजगणितीय योग का $\frac{1}{\varepsilon_0}$ गुना होता है।

$$\phi = \frac{\Sigma Q}{\varepsilon_0} \quad \text{या} \quad \phi = 4\pi K \Sigma Q$$

जहाँ $K = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}$

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

परिभाषा से,

यदि बन्द सतह S से गुजरने वाला विद्युत फ्लक्स ϕ है तो

$$\phi = \int \vec{E} \cdot \vec{dS}$$

इसलिए गाउस के नियम को लिखा जा सकता है –

$$\int \vec{E} \cdot d\vec{S} = \frac{Q}{\varepsilon_0}$$

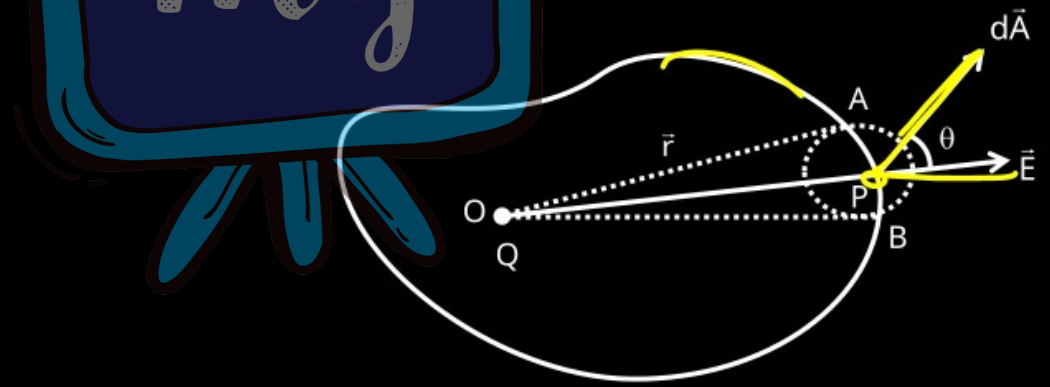
RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER

गाउस नियम का सत्यापन

☛ माना किसी बंद सतह के अन्दर बिन्दु आवेश Q है।

इस सतह पर अल्पांश क्षेत्रफल dA लेते हैं।



बिन्दु P पर विद्युत क्षेत्र,

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

dA से परित विद्युत फ्लक्स

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

इस प्रकार, बंद सतह से निकलने वाला विद्युत फ्लक्स

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

$$\phi = \int \frac{1}{4\pi\varepsilon_o}\frac{Q}{r^2}\hat{r}\cdot d\vec{A} \qquad (\vec{A}\cdot\vec{B} = AB\cos\theta)$$

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

$$\phi = \frac{Q}{4\pi\varepsilon_o}\int \frac{dA\cos\theta}{r^2}$$

$$\text{घन कोण } d\Omega = \frac{dA\cos\theta}{r^2}$$

$$\phi = \frac{Q}{4\pi\varepsilon_o}\int_A d\Omega \quad \because \int_A d\Omega = 4\pi$$

$$\phi = \frac{Q}{4\pi\varepsilon_o} \times 4\pi$$

$$\phi = \frac{Q}{\varepsilon_o}$$

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER

यदि बन्द सतह में उपस्थित आवेश $Q_1, Q_2, \ldots\ldots Q_n$ है

तो,

$$\phi_1 = \frac{Q_1}{\varepsilon_o}, \quad \phi_2 = \frac{Q_2}{\varepsilon_o}, \ldots\ldots\ldots \phi_n = \frac{Q_n}{\varepsilon_o}$$

कुल फ्लक्स $\phi = \phi_1 + \phi_2 + \ldots\ldots\ldots\ldots \phi_n$

$$\phi = \frac{Q_1}{\varepsilon_o} + \frac{Q_2}{\varepsilon_o} + \ldots\ldots\ldots \frac{Q_n}{\varepsilon_o}$$

$$\phi = \frac{1}{\varepsilon_o}(Q_1 + Q_2 + \ldots\ldots\ldots Q_n)$$

$$\phi = \frac{\Sigma Q}{\varepsilon_o}$$ यह **गाउस का प्रमेय** कहलाता है।

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER

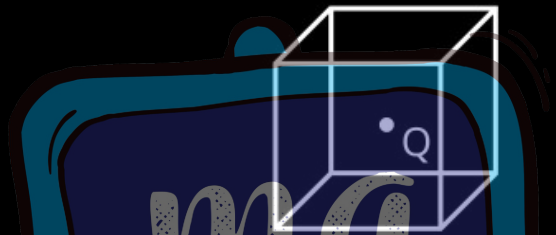
विशेष तथ्य

- बन्द सतह का कुल फ्लक्स उसमें उपस्थित सभी आवेशों के बीजगणितीय योग के बराबर होता है।
- विद्युत फ्लक्स (गाउस के नियम के अनुसार बंद पृष्ठ से गुजरने वाला) पृष्ठ की आकृति पर निर्भर नहीं करता है।
- बन्द पृष्ठ से गुजरने वाला विद्युत फ्लक्स पृष्ठ के अन्दर आवेश वितरण पर निर्भर नहीं करता है।

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

mg missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

☛ यदि आवेश घन के केन्द्र पर स्थित है तब

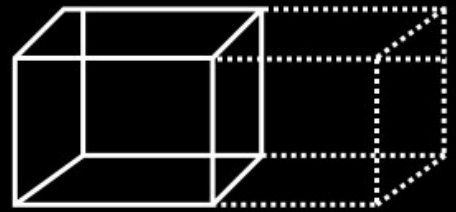


$$\phi = \frac{Q}{\varepsilon_o} \qquad \phi_{\text{सतह}} = \frac{Q}{6\varepsilon_o}$$

☛ यदि आवेश घन की किसी भी सतह पर स्थित हो –

$$\phi_{\text{कुल}} = \frac{Q}{\varepsilon_o} \qquad \phi_{\text{घन}} = \frac{Q}{2\varepsilon_o}$$

$$\phi_{\text{सतह}} = \frac{1}{5}\left(\frac{Q}{2\varepsilon_o}\right) = \frac{Q}{10\varepsilon_o}$$



RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

- विद्युत क्षेत्र में रखी बन्द सतह का परिणामी विद्युत फ्लक्स शून्य होता है क्योंकि यदि सतह पर कोई आवेश नहीं है तब निवेशी फ्लक्स का मान निर्गत फ्लक्स के बराबर होता है।



गाउस के नियम के अनुप्रयोग



अनन्त रैखिक आवेश के कारण विद्युत क्षेत्र की तीव्रता

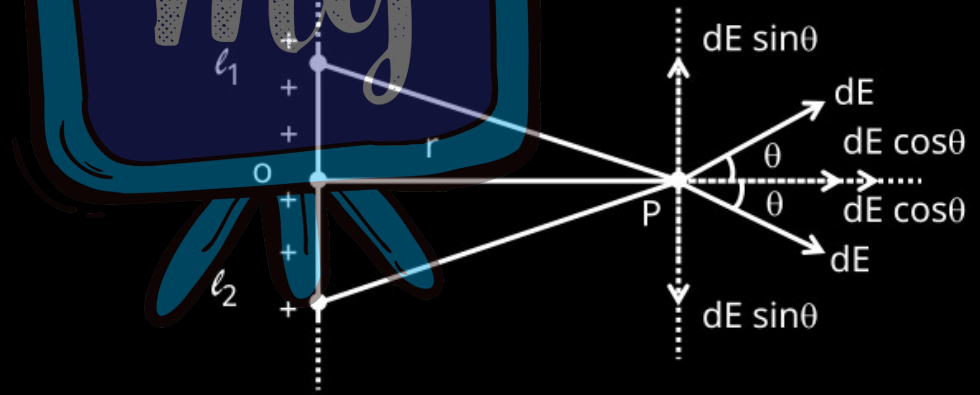
अ. अनन्त रैखिक आवेश के कारण विद्युत क्षेत्र की दिशा :

☞ माना एक अनन्त लम्बाई के सीधे तार का रैखिक आवेश घनत्व λ है। बिन्दु P पर विद्युत क्षेत्र की दिशा को निर्धारित करना है।

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER

☛ बिन्दु P पर रैखिक आवेश के कारण विद्युत क्षेत्र को निर्धारित करने के लिए लम्बाई अल्पांश ℓ_1 और ℓ_2 लेते हैं। ($\ell_1 = \ell_2 = d\ell$)



RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

- घटक नियोजित करने पर, घटक $dE\cos\theta$ जुडेंगे और $dE\sin\theta$ एक-दूसरे को निरस्त करते हैं।
- इस प्रकार, बिन्दु P पर रैखिक आवेश के कारण परिणामी विद्युत क्षेत्र की तीव्रता लम्बवत दिशा में प्राप्त होती है।

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

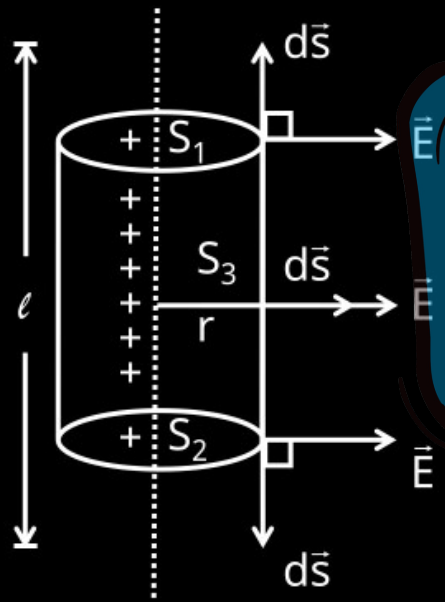
missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

ब. रैखिक आवेश के कारण r दूरी पर विद्युत क्षेत्र की तीव्रता :

☛ अनन्त रैखिक आवेश के कारण r दूरी पर स्थित बिन्दु P पर विद्युत क्षेत्र की तीव्रता ज्ञात करनी है जिसके लिए r त्रिज्या व ℓ लम्बाई के बेलनाकार गाउसीय पृष्ठ की कल्पना करते हैं।

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER



यह बेलनाकार गाउसीय पृष्ठ तीन भागों में विभाजित किया जा सकता है :

i. ऊपर की ओर पृष्ठ S_1

ii. नीचे की ओर पृष्ठ S_2

iii. वक्र पृष्ठ S_3

गाउस के नियम के अनुसार, सभी तीन सतह पर निर्गत फ्लक्स

$$\phi_E = \int \vec{E} \cdot d\vec{s}$$

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

$$\phi_E = \int_{S_1} E \cdot ds + \int_{S_2} E \cdot ds + \int_{S_3} E \cdot ds$$

$$\phi_E = \int_{S_1} E ds \cos\frac{\pi}{2} + \int_{S_2} E ds \cos\frac{\pi}{2} + \int_{S_3} E dA \cos 0°$$

$$\phi_E = 0 + 0 + \int_{S_3} E ds$$

$$\phi_E = E\int_{S_3} ds \qquad \because \int ds = s = 2\pi r\ell$$

$$\phi_E = E(2\pi r\ell).....(i)$$

गाउस के नियम से, $\phi_E = \frac{Q}{\varepsilon_o}$.....(ii)

$\because$ रैखिक आवेश घनत्व $\lambda = \frac{Q}{\ell} \Rightarrow Q = \lambda\ell$

$\phi_E = \frac{\lambda\ell}{\varepsilon_o}$.....(iii)

समीकरण (i) व (iii) से,

$E(2\pi r\ell) = \frac{\lambda\ell}{\varepsilon_o}$

$E = \frac{1}{2\pi\varepsilon_o}\frac{\lambda}{r} \times \frac{2}{2}$

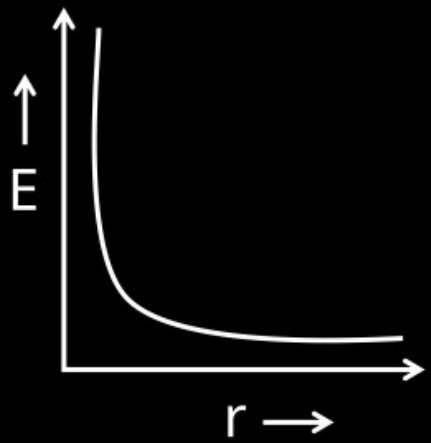
$$E = 2\frac{1}{4\pi\varepsilon_o}\frac{\lambda}{r}$$

$$E = \frac{2K\lambda}{r}$$

$$E \propto \frac{1}{r}$$

सदिश संकेतन में,

$$\vec{E} = \frac{2K\lambda}{r}\hat{r}$$



एक समान आवेशित पतली परत या अचालक प्लेट के कारण विद्युत क्षेत्र की तीव्रता

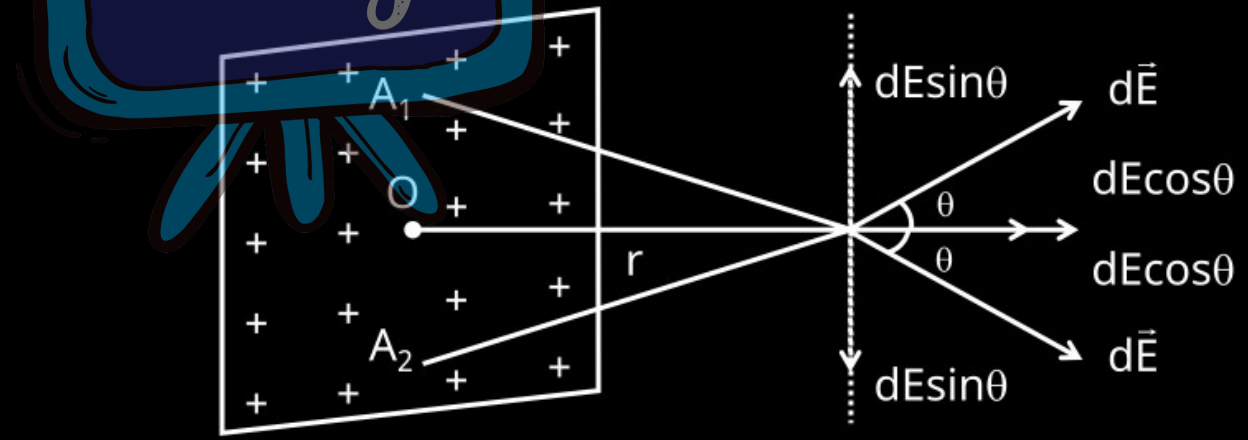
अ. आवेशित परत के कारण विद्युत क्षेत्र की दिशा :

☞ एक समान आवेशित पतली परत पर पृष्ठीय आवेश घनत्व σ है।

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

☛ विद्युत क्षेत्र की दिशा निर्धारित करने के लिए एक समान आवेशित पतली परत पर केन्द्र o पर सममित रूप से क्षेत्रफल अल्पांश A_1 व A_2 लेते हैं जिससे r दूरी पर स्थित बिन्दु P पर विद्युत क्षेत्र को निर्धारित करते हैं।



RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

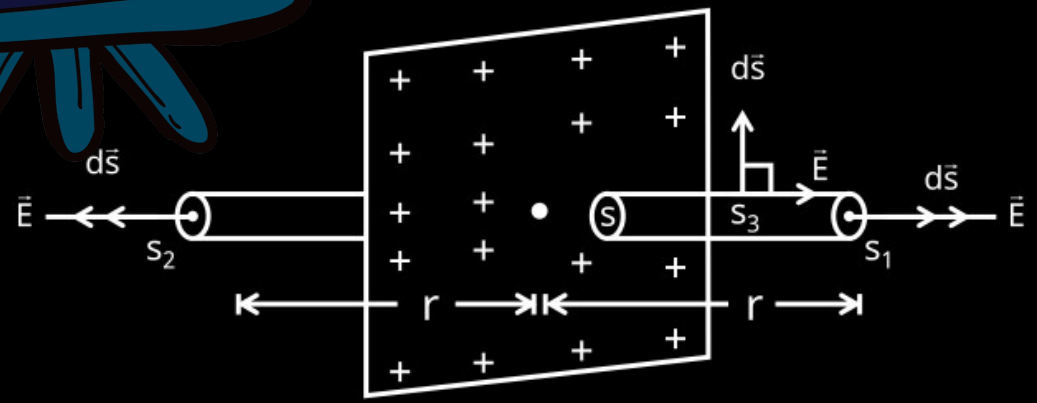
- विद्युत क्षेत्र के घटक नियोजित करने पर, समान्तर घटक $dE\sin\theta$ एक-दूसरे को निरस्त करते हैं जबकि लम्बवत घटक $dE\cos\theta$ परस्पर जुड़ जायेंगे।
- इस प्रकार एक समान आवेशित पतली परत के कारण विद्युत क्षेत्र परत से लम्बवत अक्ष के अनुदिश प्राप्त होता है।

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

B. एक समान आवेशित पतली परत या अचालक प्लेट से r दूरी पर विद्युत क्षेत्र की तीव्रता ज्ञात करना :

☛ विद्युत क्षेत्र की तीव्रता ज्ञात करने के लिए s अनुप्रस्थ-काट क्षेत्रफल के व 2r लम्बाई के बेलनाकार गाउसीय पृष्ठ की कल्पना करते हैं।



RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

☛ यह बेलनाकार गाउसीय पृष्ठ निम्न तीन भागों में विभाजित किया जा सकता है –

i. दायीं तरफ का वृत्ताकार भाग S_1

ii. बायीं तरफ का वृत्ताकार भाग S_2

iii. बेलनाकार वक्र भाग S_3

गाउसीयन पृष्ठ से निर्गत फ्लक्स,

$$\phi_E = \int \vec{E} \cdot d\vec{S}$$

$$= \int_{S_1} E \cdot dS + \int_{S_2} E \cdot dS + \int_{S_3} E \cdot dS$$

$$= \int_{S_1} E ds \cos 0° + \int_{S_2} E ds \cos 0° + \int_{S_3} E ds \cos \frac{\pi}{2}$$

$$\phi_E = \int_{S_1} E ds + \int_{S_2} E ds + 0$$

$$\phi_E = 2ES \ldots\ldots (i)$$

गाउस के नियम से

$$\phi_E = \frac{\Sigma Q}{\varepsilon_o} \quad .....(ii)$$

$\because$ पृष्ठीय आवेश घनत्व $\sigma = \frac{Q}{S} \Rightarrow Q = \sigma S$

$$\phi_E = \frac{\sigma S}{\varepsilon_o} \quad .....(iii)$$

समीकरण (i) व (iii)

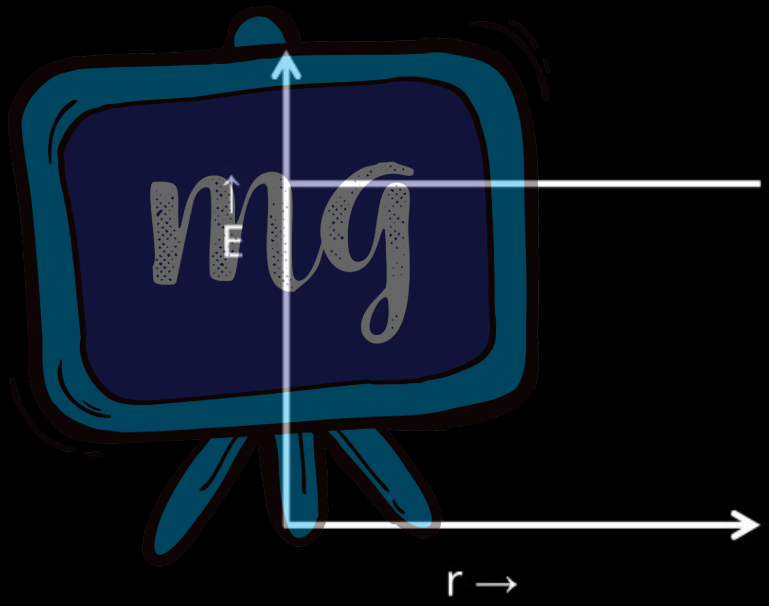
$$2ES = \frac{\sigma S}{\varepsilon_o}$$

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

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

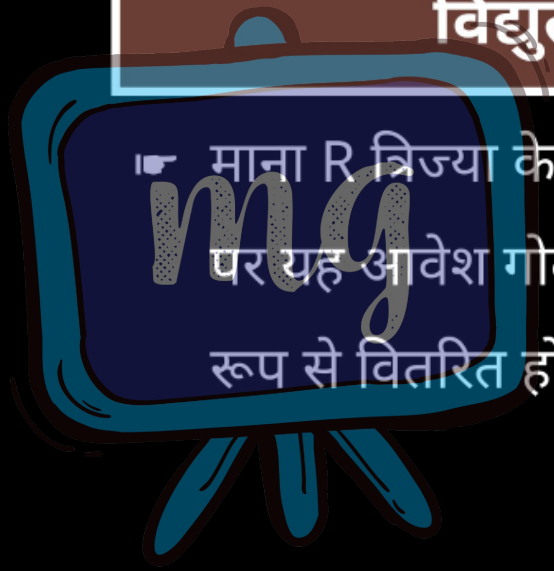
ग्राफ E व r के मध्य ग्राफ :



RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER

एक समान आवेशित गोलीय कोश के कारण विद्युत क्षेत्र की तीव्रता



- माना R त्रिज्या के गोलीय कोश को +Q आवेश देने पर यह आवेश गोलीय कोश की सतह पर एक समान रूप से वितरित हो जाता है।



इस गोलीय कोश के कारण हमें निम्न स्थितियों पर विद्युत क्षेत्र की तीव्रता ज्ञात करनी है –

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

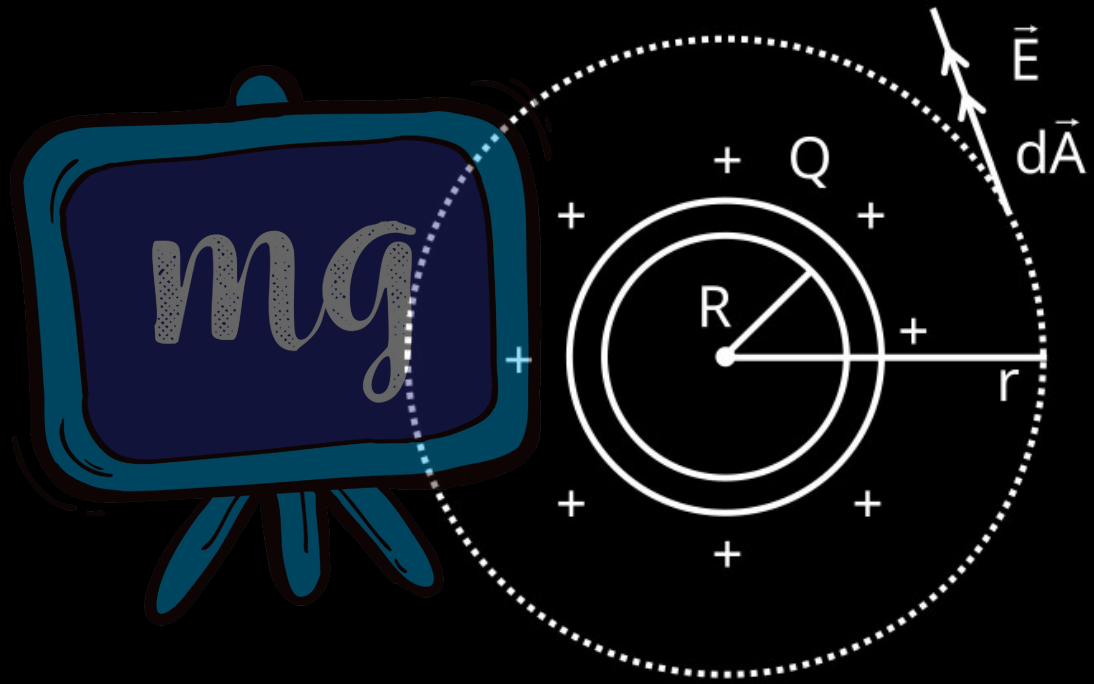
missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

अ. जब प्रेक्षण बिन्दु गोलीय कोश के बाहर स्थित हैं (r > R)

गोलीय कोश के केन्द्र o से r दूरी पर स्थित बिन्दु P पर विद्युत क्षेत्र की तीव्रता ज्ञात करने के लिए r त्रिज्या के गोलीय गाउसीय पृष्ठ की कल्पना करते हैं।

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER



माना गाउसीयन पृष्ठ से सम्बद्ध विद्युत फ्लक्स $d\phi$ है तो

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

$$d\phi = EdA\cos 0^\circ \qquad \vec{E} \uparrow\uparrow d\vec{A}$$

$$d\phi = EdA$$

$$\int d\phi = \int EdA$$

$$\phi = E\int dA \qquad \because \int dA = A = 4\pi r^2$$

$$\phi = E(4\pi r^2).....(i)$$

गाउस नियम के अनुसार,

$$\phi = \frac{Q}{\varepsilon_o} \quad \text{.....(ii)}$$

समीकरण (i) व (ii) से,

$$E(4\pi r^2) = \frac{Q}{\varepsilon_o}$$

$$E = \frac{1}{4\pi\varepsilon_o}\frac{Q}{r^2} \qquad \text{या} \qquad E = \frac{KQ}{r^2}$$

ब. जब प्रेक्षण बिन्दु गोलीय कोश की सतह पर स्थित है (r = R)



- आवेशित गोलीय कोश की सतह पर विद्युत क्षेत्र की तीव्रता अधिकतम होती है।

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER

स. जब प्रेक्षण बिन्दु गोलीय कोश के अन्दर स्थित है

$(r < R)$

- गोलीय कोश के अन्दर r दूरी पर स्थित P पर विद्युत क्षेत्र की तीव्रता ज्ञात करनी है, जिसके लिए r त्रिज्या के बन्द गोलीय गाउसीय पृष्ठ की कल्पना करते हैं।
- गोलीय पृष्ठ के अन्दर कुल आवेश $Q' = 0$ होता है।

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER



गाउस के नियम से,

$$\int \vec{E} \cdot d\vec{A} = \frac{\Sigma Q'}{\varepsilon_o} = 0$$

$$E = 0$$

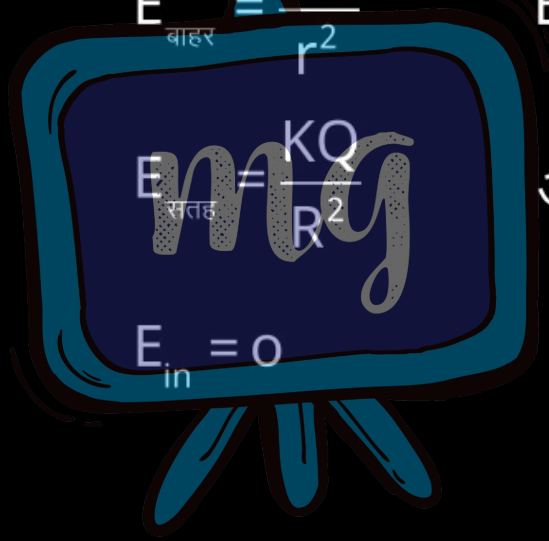
RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

E व r के मध्य ग्राफ :

$E_{\text{बाहर}} = \frac{KQ}{r^2}$

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



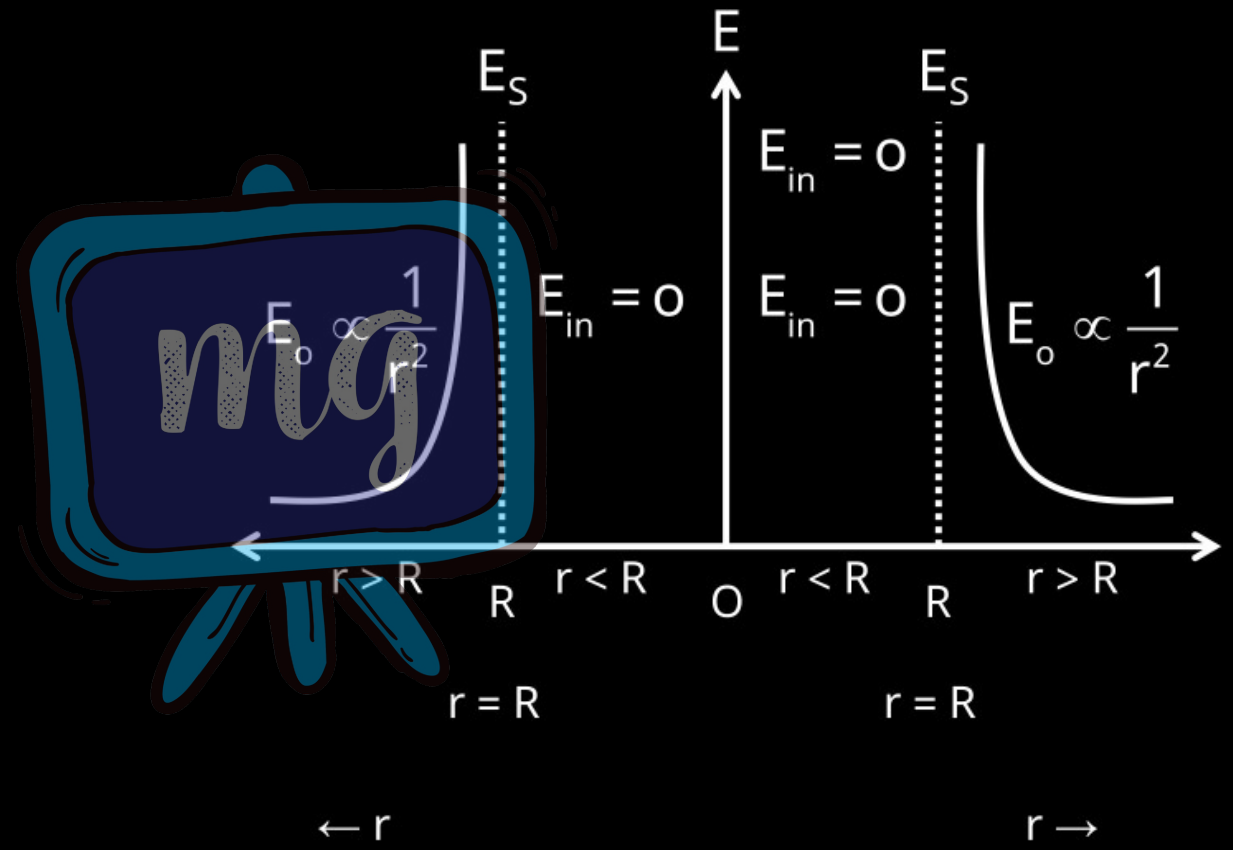
$E_{\text{सतह}} = \frac{KQ}{R^2}$

अधिकतम

$E_{in} = o$

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER



अभ्यास प्रश्न

1. वायु में एक-दूसरे से 30 cm दूरी पर रखे दो छोटे आवेशित गोलों पर क्रमश: 2×10^{-7}C तथा 3×10^{-7}C आवेश हैं। उनके बीच कितना बल है?

अभ्यास प्रश्न

1. वायु में एक-दूसरे से 30 cm दूरी पर रखे दो छोटे आवेशित गोलों पर क्रमश: $2 \times 10^{-7}C$ तथा $3 \times 10^{-7}C$ आवेश हैं। उनके बीच कितना बल है?

उत्तर :

$$Q_1 = 2 \times 10^{-7}c$$

$$Q_2 = 3 \times 10^{-7}c$$

$$r = 30cm = 30 \times 10^{-2}m$$

$$F = \frac{KQ_1Q_2}{r^2}$$

$$F = \frac{9 \times 10^9 \times 2 \times 10^{-7} \times 3 \times 10^{-7}}{(30 \times 10^{-2})^2}$$

$$F = 6 \times 10^{-3}\ N$$

अभ्यास प्रश्न

2. 0.4 μC आवेश के किसी छोटे गोले पर किसी अन्य छोटे आवेशित गोले के कारण वायु में 0.2 N बल लगता है। यदि दूसरे गोले पर 0.8 μC आवेश हो तो

(a) दोनों गोलों के बीच कितनी दूरी है?

(b) दूसरे गोले पर पहले गोले के कारण कितना बल लगता है?

2. 0.4 μC आवेश के किसी छोटे गोले पर किसी अन्य छोटे आवेशित गोले के कारण वायु में 0.2 N बल लगता है। यदि दूसरे गोले पर 0.8 μC आवेश हो तो

(a) दोनों गोलों के बीच कितनी दूरी है?

(b) दूसरे गोले पर पहले गोले के कारण कितना बल लगता है?

उत्तर :

$F = 0.2\ N$

$Q_1 = 0.4\ \mu c = 0.4 \times 10^{-6}\ c$

$Q_2 = 0.8\ \mu c = 0.8 \times 10^{-6}\ c$

अभ्यास प्रश्न

$$F = \frac{KQ_1Q_2}{r^2}$$

$$r^2 = \frac{KQ_1Q_2}{F}$$

$$r^2 = \frac{9 \times 10^9 \times 0.4 \times 10^{-6} \times 0.8 \times 10^{-6}}{0.2}$$

$$r^2 = 144 \times 10^{-4}$$

$$r = \sqrt{144 \times 10^{-4}}$$

$$r = 12 \times 10^{-2} m$$

$$r = 12cm$$

अभ्यास प्रश्न

3. जाँच द्वारा सुनिश्चित कीजिए कि ke^2/Gm_em_p विमाहीन है। भौतिक नियतांकों की सारणी देखकर इस अनुपात का मान ज्ञात कीजिए। यह अनुपात क्या बताता है?

अभ्यास प्रश्न

3. जाँच द्वारा सुनिश्चित कीजिए कि ke^2/Gm_em_p विमाहीन है। भौतिक नियतांकों की सारणी देखकर इस अनुपात का मान ज्ञात कीजिए। यह अनुपात क्या बताता है?

उत्तर :

$$F_G = \frac{Gm_em_p}{r^2}$$

$$F_E = \frac{Ke^2}{r^2}$$

$$\frac{F_E}{F_G} = \frac{Ke^2}{Gm_em_p}$$

अभ्यास प्रश्न

$$\text{मात्रक} = \frac{\text{न्यूटन}}{\text{न्यूटन}} \text{ (मात्रकहीन)}$$

$$\frac{Ke^2}{Gm_e m_p} = \frac{9\times10^{9}\times(1.6\times10^{-19})^2}{6.67\times10^{-11}\times9.1\times10^{-31}\times1.67\times10^{-27}}$$

$$\frac{Ke^2}{Gm_e m_p} \approx 2.3\times10^{39}$$

अभ्यास प्रश्न

4.

(a) "किसी वस्तु का वैद्युत आवेश क्वांटीकृत है," इस प्रकथन से क्या तात्पर्य है?

अभ्यास प्रश्न

4.

(a) "किसी वस्तु का वैद्युत आवेश क्वांटीकृत है," इस प्रकथन से क्या तात्पर्य है?

उत्तर :

विद्युत आवेश का मान इलेक्ट्रॉन के आवेश का पूर्ण गुणज होता है।

अभ्यास प्रश्न

(b) स्थूल अथवा बड़े पैमाने पर वैद्युत आवेशों से व्यवहार करते समय हम वैद्युत आवेश के क्वांटमीकरण की उपेक्षा कैसे कर सकते हैं?



(b) स्थूल अथवा बड़े पैमाने पर वैद्युत आवेशों से व्यवहार करते समय हम वैद्युत आवेश के क्वांटमीकरण की उपेक्षा कैसे कर सकते हैं?

उत्तर :

स्थूल अथवा बड़े पैमाने वाले आवेशों से व्यवहार करते समय आवेश की मात्रा क्वाण्टीकृत विद्युत आवेश के मान से कई गुना अधिक होती है। इस प्रकार बड़े पैमाने में आवेश व्यवहार में विद्युत आवेश का क्वाण्टीकृत होना उपयोगी नहीं है। इसलिए यह मान सकते हैं कि विद्युत आवेश सतत है।

अभ्यास प्रश्न

5. जब काँच की छड़ को रेशम के टुकड़े से रगड़ते हैं तो दोनों पर आवेश आ जाता है। इसी प्रकार की परिघटना का वस्तुओं के अन्य युग्मों में भी प्रेक्षण किया जाता है। स्पष्ट कीजिए कि यह प्रेक्षण आवेश संरक्षण नियम से किस प्रकार सामंजस्य रखता है।

अभ्यास प्रश्न

5. जब काँच की छड़ को रेशम के टुकड़े से रगड़ते हैं तो दोनों पर आवेश आ जाता है। इसी प्रकार की परिघटना का वस्तुओं के अन्य युग्मों में भी प्रेक्षण किया जाता है। स्पष्ट कीजिए कि यह प्रेक्षण आवेश संरक्षण नियम से किस प्रकार सामंजस्य रखता है।

उत्तर : आवेशन की घर्षण विधि के अनुसार काँच की छड़ को रेशम के कपड़े से रगड़ने पर इनमें समान परिमाण परन्तु विपरीत प्रकृति का आवेश प्रेरित हो जाता है जो यह दर्शाता है कि आवेश संरक्षित राशि होती है।

अभ्यास प्रश्न

6. चार बिंदु आवेश $q_A = 2\ \mu C$, $q_B = 5\ \mu C$, $q_C = 2\ \mu C$ तथा $q_D = -5\ \mu C$, 10 cm भुजा के किसी वर्ग ABCD के शीर्षों पर अवस्थित हैं। वर्ग के केंद्र पर रखे $1\mu C$ आवेश पर लगने वाला बल कितना है?

6. चार बिंदु आवेश $q_A = 2\ \mu C$, $q_B = 5\ \mu C$, $q_C = 2\ \mu C$ तथा $q_D = -5\ \mu C$, 10 cm भुजा के किसी वर्ग ABCD के शीर्षों पर अवस्थित हैं। वर्ग के केंद्र पर रखे $1\mu C$ आवेश पर लगने वाला बल कितना है?

उत्तर : किनारे A से केन्द्र O पर व किनारे c से केन्द्र O पर लगने वाला बल प्रतिकर्षी बल है।

इसी प्रकार किनारे B से केन्द्र O व किनारे D से केन्द्र O पर लगने वाला बल प्रतिकर्षी बल है।

$\therefore \quad F_c = 0$

अभ्यास प्रश्न

7. (a) स्थिरवैद्युत क्षेत्र रेखा एक संतत वक्र होती है अर्थात कोई क्षेत्र रेखा एकाएक नहीं टूट सकती। क्यों?

अभ्यास प्रश्न

7.

(a) स्थिरवैद्युत क्षेत्र रेखा एक संतत वक्र होती है अर्थात कोई क्षेत्र रेखा एकाएक नहीं टूट सकती। क्यों?

उत्तर : स्थिर विद्युत रेखा एक सतत वक्र होती है क्योंकि स्थिर-विद्युत क्षेत्र में गति करने वाला आवेशित कण लगातार एक बल का अनुभव करता है, अर्थात कोई क्षेत्र रेखा एकाएक नहीं टूट सकती है क्योंकि आवेश सतत गति करता है, कूद कर नहीं जाता है।

अभ्यास प्रश्न

(b) स्पष्ट कीजिए कि दो क्षेत्र रेखाएँ कभी भी एक-दूसरे का प्रतिच्छेदन क्यों नहीं करतीं?



(b) स्पष्ट कीजिए कि दो क्षेत्र रेखाएँ कभी भी एक-दूसरे का प्रतिच्छेदन क्यों नहीं करतीं?

उत्तर : यदि दो रेखाएँ एक-दूसरे को प्रतिच्छेद करती है तो प्रतिच्छेद बिन्दु पर परिणामी विद्युत क्षेत्र की तीव्रता की दो दिशाऐं प्राप्त होती है और ऐसा संभव नहीं है।

अभ्यास प्रश्न

8. दो बिंदु आवेश $q_A = 3\ \mu C$ तथा $q_B = -3\mu C$ निर्वात में एक-दूसरे से 20cm दूरी पर स्थित हैं।

(a) दोनों आवेशों को मिलाने वाली रेखा AB के मध्य बिंदु O पर विद्युत क्षेत्र कितना है?



उत्तर :



बिन्दु O पर,

$$E_{OA} = \frac{9\times10^{9}\times3\times10^{-6}}{(10\times10^{-2})^2} = 2.7\times10^{6}NC^{-1}\,(\overrightarrow{OB}\text{ की दिशा में})$$

$$E_{OB} = \frac{9\times10^{9}\times3\times10^{-6}}{(10\times10^{-2})^2} = 2.7\times10^{6}NC^{-1}\ \overrightarrow{OB}$$

$\because$ E_{OA} व E_{OB} के परिमाण तथा दिशा समान है।

$E = 5.4 \times 10^{6}\ NC^{-1}$ ($\overrightarrow{OB}$ की दिशा में)

(b) यदि 1.5×10^{-9} C परिमाण का कोई ऋणात्मक परीक्षण आवेश इस बिंदु पर रखा जाए तो यह परीक्षण आवेश कितने बल का अनुभव करेगा?

(b) यदि 1.5×10^{-9} C परिमाण का कोई ऋणात्मक परीक्षण आवेश इस बिंदु पर रखा जाए तो यह परीक्षण आवेश कितने बल का अनुभव करेगा?

उत्तर :

$q_0 = 1.5 \times 10^{-9}c$

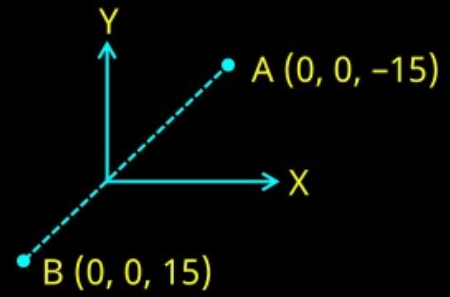
$F = q_0E = 1.5 \times 10^{-9} \times 5.4 \times 10^{6}$

$= 8.1 \times 10^{-3}$ N

अभ्यास प्रश्न

9. किसी निकाय में दो आवेश $q_A = 2.5 \times 10^{-7} \times C$ तथा $q_B = -2.5 - 10^{-7}$ C क्रमश: दो बिंदुओं A : (0, 0, –15 cm) तथा B : (0, 0, +15 cm) पर अवस्थित हैं। निकाय का कुल आवेश तथा वैद्युत द्विध्रुव आघूर्ण क्या है?

9. किसी निकाय में दो आवेश $q_A = 2.5 \times 10^{-7} \times C$ तथा $q_B = -2.5 - 10^{-7}$ C क्रमश: दो बिंदुओं A : (0, 0, –15 cm) तथा B : (0, 0, +15 cm) पर अवस्थित हैं। निकाय का कुल आवेश तथा वैद्युत द्विध्रुव आघूर्ण क्या है?



उत्तर :

$Q_A = 2.5 \times 10^{-7}C$

$Q_B = 2.5 \times 10^{-7}C$

$d = 15 + 15 = 30cm = 30 \times 10^{-2}$ m

$\rho = Q_A d = Q_B d = 2.5 \times 10^{-7} \times 30 \times 10^{-2}$

$= 7.5 \times 10^{-8}$ Cm

अभ्यास प्रश्न

10. $4 \times 10^{-9} \times C$ m द्विध्रुव आघूर्ण का कोई वैद्युत द्विध्रुव 5×10^{4} N C^{-1} परिमाण के किसी एकसमान विद्युत क्षेत्र की दिशा से 30° पर संरेखित है। द्विध्रुव पर कार्यरत बल आघूर्ण का परिमाण परिकलित कीजिए।

10. $4 \times 10^{-9} \times C$ m द्विध्रुव आघूर्ण का कोई वैद्युत द्विध्रुव 5×10^4 N C^{-1} परिमाण के किसी एकसमान विद्युत क्षेत्र की दिशा से 30° पर संरेखित है। द्विध्रुव पर कार्यरत बल आघूर्ण का परिमाण परिकलित कीजिए।

उत्तर :

$p = 4 \times 10^{-9}$ cm

$E = 5 \times 10^4$ NC^{-1}

$\theta = 30°$

$\tau = pE\sin\theta = 4 \times 10^{-9} \times 5 \times 10^4 \times \sin 30°$

$= 20 \times 10^{-5} \times \frac{1}{2}$

$= 10^{-4}$ Nm

अभ्यास प्रश्न

11. ऊन से रगड़े जाने पर कोई पॉलीथीन का टुकड़ा 3×10^{-7}C के ऋणावेश से आवेशित पाया गया।

(a) स्थानांतरित (किस पदार्थ से किस पदार्थ में) इलेक्ट्रॉनों की संख्या आकलित कीजिए।

11. ऊन से रगड़े जाने पर कोई पॉलीथीन का टुकड़ा 3×10^{-7}C के ऋणावेश से आवेशित पाया गया।

(a) स्थानांतरित (किस पदार्थ से किस पदार्थ में) इलेक्ट्रॉनों की संख्या आकलित कीजिए।

उत्तर :

$$Q = -3 \times 10^{-7} c$$

$$e = -1.6 \times 10^{-19} c$$

$$Q = ne$$

$$n = \frac{Q}{e} = \frac{-3 \times 10^{-7}}{-1.6 \times 10^{-19}} = 1.87 \times 10^{12}$$

अभ्यास प्रश्न

(b) क्या ऊन से पॉलीथीन में संहति का स्थानांतरण भी होता है?



अभ्यास प्रश्न

(b) क्या ऊन से पॉलीथीन में संहति का स्थानांतरण भी होता है?

उत्तर : हाँ, इलेक्ट्रॉन के गमन के साथ द्रव्यमान का भी विस्थापन होता है क्योंकि इलेक्ट्रॉन का द्रव्यमान होता है।

$M = nm_e$

$M = 1.87 \times 10^{12} \times 9.1 \times 10^{-31}$

$M = 1.706 \times 10^{-18}$ kg

अभ्यास प्रश्न

12.

(a) दो विद्युतरोधी आवेशित ताँबे के गोलों A तथा B के केंद्रों के बीच की दूरी 50 cm है। यदि दोनों गोलों पर पृथक-पृथक आवेश 6.5 × 107 C हैं, तो इनमें पारस्परिक स्थिरवैद्युत प्रतिकर्षण बल कितना है? गोलों के बीच की दूरी की तुलना में गोलों A तथा B की त्रिज्याएँ नगण्य हैं।

अभ्यास प्रश्न

उत्तर :

$$Q_A = 6.5 \times 10^{-7} c$$

$$Q_B = 6.5 \times 10^{-7} c$$

$$r = 50 cm = 50 \times 10^{-2} m$$

$$F = \frac{KQ_1Q_2}{r^2} = \frac{9 \times 10^9 \times (6.5 \times 10^{-7})^2}{(50 \times 10^{-2})^2}$$

$$F = 1.52 \times 10^{-2} N$$

अभ्यास प्रश्न

(b) यदि प्रत्येक गोले पर आवेश की मात्रा दो गुनी तथा गोलों के बीच की दूरी आधी कर दी जाए तो प्रत्येक गोले पर कितना बल लगेगा?

अभ्यास प्रश्न

(b) यदि प्रत्येक गोले पर आवेश की मात्रा दो गुनी तथा गोलों के बीच की दूरी आधी कर दी जाए तो प्रत्येक गोले पर कितना बल लगेगा?

उत्तर :

$$F' = \frac{K(2Q_1)(2Q_2)}{\left(\frac{r}{2}\right)^2} = 16\frac{KQ_1Q_2}{r^2}$$

$$F' = 16F$$

$$F' = 16 \times 1.52 \times 10^{-2}$$

$$F' = 0.243N$$

13. चित्र में किसी एकसमान स्थिरवैद्युत क्षेत्र में तीन आवेशित कणों के पथचिह्न (tracks) दर्शाए गए हैं। तीनों आवेशों के चिह्न लिखिए। इनमें से किस कण का आवेश-संहति अनुपात (q/m) अधिकतम है?



अभ्यास प्रश्न

उत्तर :

कण 1 = ऋणात्मक आवेश

कण 2 = ऋणात्मक आवेश

कण 3 = धनात्मक आवेश

आवेश और द्रव्यमान का अनुपात किसी नियत वेग के लिए उसके विस्थापन की मात्रा के समानुपाती होता है। क्योंकि कण 3 का विस्थापन सबसे अधिक है, इसलिए इसका आवेश द्रव्यमान अनुपात सबसे अधिक होगा।

अभ्यास प्रश्न

14. एकसमान विद्युत क्षेत्र $E = 3 \times 10^3 \hat{I}$ N/C पर विचार कीजिए।

(a) इस क्षेत्र का 10 cm भुजा के वर्ग के उस पार्श्व से जिसका तल yz तल के समांतर है, गुजरने वाला फ्लक्स क्या है?

(b) इसी वर्ग से गुजरने वाला फ्लक्स कितना है यदि इसके तल का अभिलंब x-अक्ष से 60° का कोण बनाता है?

उत्तर :

$E = 3 \times 10^3 \ \hat{i}\ N/C$

$\ell = 10cm = 0.1m$

वर्ग का क्षेत्रफल $A = \ell^2 = (0.01)m^2$

(a) $\theta = 0°$

$\phi = |E| A\cos\theta = 3 \times 10^3 \times 0.01 \times \cos 0°$

$= 30 N.m^2C^{-1}$

(b) $\phi = |E| A\cos\theta = 3 \times 10^3 \times 0.01 \times \cos 60°$

$= 30 \times \frac{1}{2} = 15 N.m^2c^{-1}$

अभ्यास प्रश्न

15. अभ्यास 1.14 के एकसमान विद्युत क्षेत्र का 20 cm भुजा के किसी घन से (जो इस प्रकार अभिविन्यासित है कि उसके फलक निर्देशांक तलों के समांतर हैं) कितना नेट फ्लक्स गुजरेगा?

अभ्यास प्रश्न

15. अभ्यास 1.14 के एकसमान विद्युत क्षेत्र का 20 cm भुजा के किसी घन से (जो इस प्रकार अभिविन्यासित है कि उसके फलक निर्देशांक तलों के समांतर हैं) कितना नेट फ्लक्स गुजरेगा?

उत्तर : घन के सभी फलक, निर्देशांक तलों के समान्तर है, इस प्रकार घन में प्रवेश करने वाली क्षेत्र रेखायें उससे बाहर निकलने वाली क्षेत्र रेखाओं के बराबर होती है। परिणामत: घन में फ्लक्स शून्य होगा।

अभ्यास प्रश्न

16. किसी काले बॉक्स के पृष्ठ पर विद्युत क्षेत्र की सावधानीपूर्वक ली गई माप यह संकेत देती है कि बॉक्स के पृष्ठ से गुजरने वाला नेट फ्लक्स 8.0×10^3 Nm^2/C है।

(a) बॉक्स के भीतर नेट आवेश कितना है?

16. किसी काले बॉक्स के पृष्ठ पर विद्युत क्षेत्र की सावधानीपूर्वक ली गई माप यह संकेत देती है कि बॉक्स के पृष्ठ से गुजरने वाला नेट फ्लक्स $8.0 \times 10^3\ Nm^2/C$ है।

(a) बॉक्स के भीतर नेट आवेश कितना है?

उत्तर :

$$\phi = 8.0 \times 10^3 Nm^2 c^{-1}$$

$$\phi = \frac{Q}{\varepsilon_0} \Rightarrow Q = \phi\varepsilon_0 = 8.0 \times 10^3 \times 8.85 \times 10^{-12}$$

$$= 7.08 \times 10^{-8} c$$

अभ्यास प्रश्न

(b) यदि बॉक्स के पृष्ठ से नेट बहिर्मुखी फ्लक्स शून्य है तो क्या आप यह निष्कर्ष निकालेंगे कि बॉक्स के भीतर कोई आवेश नहीं है? क्यों, अथवा क्यों नहीं?

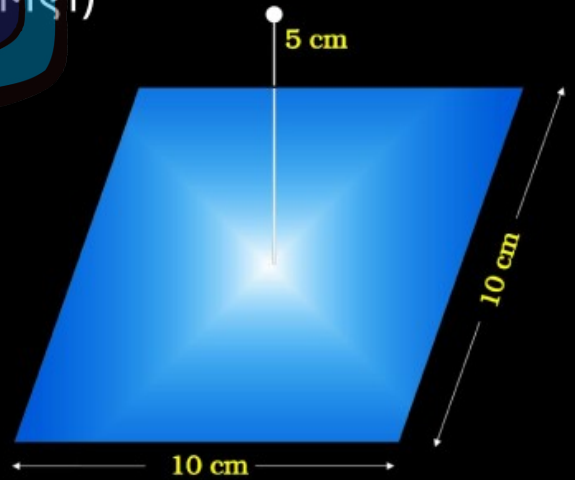
अभ्यास प्रश्न

(b) यदि बॉक्स के पृष्ठ से नेट बहिर्मुखी फ्लक्स शून्य है तो क्या आप यह निष्कर्ष निकालेंगे कि बॉक्स के भीतर कोई आवेश नहीं है? क्यों, अथवा क्यों नहीं?

उत्तर : नहीं, किसी निकाय से निकलने वाला फ्लक्स उसमें कुल आवेश पर निर्भर करता है। यदि कुल फ्लक्स शून्य है तो हम कह सकते हैं कि या तो कुल आवेश शून्य है या समान परिमाण परन्तु विपरीत प्रकृति का आवेश हो सकते है।

अभ्यास प्रश्न

17. चित्र में दर्शाए अनुसार 10 cm भुजा के किसी वर्ग के केंद्र से ठीक 5cm ऊँचाई पर कोई +10 μC आवेश रखा है। इस वर्ग से गुजरने वाले वैद्युत फ्लक्स का परिमाण क्या है? (संकेत : वर्ग को 10 cm किनारे के किसी घन का एक फलक मानिए।)



अभ्यास प्रश्न

उत्तर :

घन के एक फलक से गुजरने वाले फ्लक्स की मात्रा

$$\phi_{\text{कुल}} = \frac{Q}{6\varepsilon_0}$$

$$\phi_{\text{कुल}} = \frac{10 \times 10^{-6}}{6 \times 8.85 \times 10^{-12}} = 1.88 \times 10^{5}\ \text{Nm}^2\text{c}^{-1}$$

अभ्यास प्रश्न

18. 2.0 μC का कोई बिंदु आवेश किसी किनारे पर 9.0 cm किनारे वाले किसी घनीय गाउसीय पृष्ठ के केंद्र पर स्थित है। पृष्ठ से गुजरने वाला नेट फ्लक्स क्या है?

अभ्यास प्रश्न

18. 2.0 μC का कोई बिंदु आवेश किसी किनारे पर 9.0 cm किनारे वाले किसी घनीय गाउसीय पृष्ठ के केंद्र पर स्थित है। पृष्ठ से गुजरने वाला नेट फ्लक्स क्या है?

उत्तर :

घन के केन्द्र पर फ्लक्स की मात्रा

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

$$\phi = \frac{2 \times 10^{-6}}{8.85 \times 10^{-12}} = 2.26 \times 10^{5} \text{Nm}^2\text{c}^{-1}$$

अभ्यास प्रश्न

19. किसी बिंदु आवेश के कारण उस बिंदु को केंद्र मानकर खींचे गए 10cm त्रिज्या के गोलीय गाउसीय पृष्ठ पर वैद्युत फ्लक्स $1.0 \times 10^3 \text{ Nm}^2/\text{CI}$

(a) यदि गाउसीय पृष्ठ की त्रिज्या दो गुनी कर दी जाए तो पृष्ठ से कितना फ्लक्स गुजरेगा?

अभ्यास प्रश्न

19. किसी बिंदु आवेश के कारण उस बिंदु को केंद्र मानकर खींचे गए 10cm त्रिज्या के गोलीय गाउसीय पृष्ठ पर वैद्युत फ्लक्स $1.0 \times 10^3 \text{ Nm}^2/\text{CI}$

(a) यदि गाउसीय पृष्ठ की त्रिज्या दो गुनी कर दी जाए तो पृष्ठ से कितना फ्लक्स गुजरेगा?

उत्तर :

फ्लक्स अपरिवर्तित रहेगा

अभ्यास प्रश्न

(b) बिंदु आवेश का मान क्या है?



(b) बिंदु आवेश का मान क्या है?

उत्तर :



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

$$\phi = \phi.\varepsilon_0 = -1.0 \times 10^3 \times 8.85 \times 10^{-12}$$

$$= -8.854 \times 10^{-9} c$$

$$= -8.854 nc$$

अभ्यास प्रश्न

20. 10 cm त्रिज्या के चालक गोले पर अज्ञात परिणाम का आवेश है। यदि गोले के केंद्र से 20 cm दूरी पर विद्युत क्षेत्र 1.5×10^3 N/C त्रिज्यतः अंतर्मुखी (radially inward) है तो गोले पर नेट आवेश कितना है?

अभ्यास प्रश्न

20. 10 cm त्रिज्या के चालक गोले पर अज्ञात परिणाम का आवेश है। यदि गोले के केंद्र से 20 cm दूरी पर विद्युत क्षेत्र 1.5×10^3 N/C त्रिज्यतः अंतर्मुखी (radially inward) है तो गोले पर नेट आवेश कितना है?

उत्तर :

$$E = \frac{KQ}{r^2}$$

$$Q = \frac{Er^2}{k}$$

$$Q = \frac{1.5 \times 10^3 \times (20 \times 10^{-2})^2}{9 \times 10^9}$$

$$Q = 6.67 \times 10^{-9} c = 6.67 nc$$

अभ्यास प्रश्न

21. 2.4 m व्यास के किसी एकसमान आवेशित चालक गोले का पृष्ठीय आवेश घनत्व 80.0 $\mu C/m^2$ है।

(a) गोले पर आवेश ज्ञात कीजिए।

21. 2.4 m व्यास के किसी एकसमान आवेशित चालक गोले का पृष्ठीय आवेश घनत्व 80.0 $\mu C/m^2$ है।

(a) गोले पर आवेश ज्ञात कीजिए।

उत्तर :

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

$$\sigma = \frac{Q}{4\pi r^2}$$

$$Q = \sigma 4\pi r^2$$

$$Q = 80 \times 10^{-6} \times 4 \times 3.14 \times (1.2)^2$$

$$= 1.447 \times 10^{-3} c$$

(b) गोले के पृष्ठ से निर्गत कुल वैद्युत फ्लक्स क्या है?



अभ्यास प्रश्न

(b) गोले के पृष्ठ से निर्गत कुल वैद्युत फ्लक्स क्या है?

उत्तर :



$$\phi_{\text{कुल}} = \frac{Q}{\varepsilon_0} = \frac{1.447 \times 10^{-3}}{8.85 \times 10^{-12}}$$

$$= 1.63 \times 10^{8} \text{Nc}^{-1}\text{m}^2$$

22. कोई अनंत रैखिक आवेश 2 cm दूरी पर 9×10^4 N C^{-1} विद्युत क्षेत्र उत्पन्न करता है। रैखिक आवेश घनत्व ज्ञात कीजिए।

22. कोई अनंत रैखिक आवेश 2 cm दूरी पर 9×10^4 N C^{-1} विद्युत क्षेत्र उत्पन्न करता है। रैखिक आवेश घनत्व ज्ञात कीजिए।

उत्तर :

$$E = \frac{2k\lambda}{r}$$

$$\lambda = \frac{Er}{2k} = \frac{9\times10^4 \times 2\times10^{-2}}{2\times9\times10^9}$$

$$= 10\mu Cm^{-1}$$

अभ्यास प्रश्न

23. दो बड़ी, पतली धातु की प्लेटें एक-दूसरे के समानांतर एवं निकट हैं। इनके भीतरी फलकों पर, प्लेटों के पृष्ठीय आवेश घनत्वों के चिह्न विपरीत हैं तथा इनका परिमाण 17.0×10^{-22} C/m^2 है।

(a) पहली प्लेट के बाह्य क्षेत्र में,

23. दो बड़ी, पतली धातु की प्लेटें एक-दूसरे के समानांतर एवं निकट हैं। इनके भीतरी फलकों पर, प्लेटों के पृष्ठीय आवेश घनत्वों के चिह्न विपरीत हैं तथा इनका परिमाण 17.0×10^{-22} C/m^2 है।

(a) पहली प्लेट के बाह्य क्षेत्र में,

उत्तर :

$\sigma_A = 17.0 \times 10^{-22}$ c/m^2

$\sigma_B = 17.0 \times 10^{-22}$ c/m^2

$E = 0$

(b) दूसरी प्लेट के बाह्य क्षेत्र में, तथा



(b) दूसरी प्लेट के बाह्य क्षेत्र में, तथा

उत्तर :

$\sigma_A = 17.0 \times 10^{-22}\ c/m^2$

$\sigma_B = 17.0 \times 10^{-22}\ c/m^2$

$E = 0$

अभ्यास प्रश्न

(c) प्लेटों के बीच में विद्युत क्षेत्र E का परिमाण परिकलित कीजिए।

(c) प्लेटों के बीच में विद्युत क्षेत्र E का परिमाण परिकलित कीजिए।

उत्तर :

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon_0}$$

$$E = \frac{17.0 \times 10^{-22}}{8.85 \times 10^{-12}}$$

$$E = 1.92 \times 10^{-10} Nc^{-1}$$