PHYSICS POINT

"Jai Shree Ram"

Class 12th Hindi Medium

UNIT-1

स्थिर विद्युत

K. S. RATHOR SIR

OUR BEST PERFORMER'S

(H.M.)	(E.M.)
1. धर्मेन्द्र राजपूत–98/100	1. जयप्रताप– 99/100
2. अभिषेक डण्डौतिया–98/100	2. अजय राठौर–99/100
3. विजय सैमिल–98/100	3. कुलदीप कुशवाह–97/100
4. संतोष राठौर–97/100	4. कु. रेनू –95/100

NAME.....

CLASS.....MEDIUM.....

SCHOOL.....

ADD.....MOB.....

ADDRESS

NEAR S.B.I. JIWAJI GANJ
MORENA (M. P.)
MOB- 9755495037

Unit – 1

(स्थिर विद्युत)

कक्षा 12वीं

Chapter –1 (विद्युत आवेश तथा क्षेत्र)

Mob . 9755495037

प्र.01 विद्युत क्या है? यह कितने प्रकार की होती है। समझाइये।

उ. विद्युत → विद्युत वह ऊर्जा है। जिसके कारण किसी पदार्थ में हल्की वस्तुओं को अपनी ओर आकर्षित करने का गुण आ जाता है।

जिन वस्तुओं में यह गुण आ जाता है। वह वस्तु विद्युतमय या आवेशित कहलाती है। विद्युत के प्रकार निम्न है।

(1) स्थिर विद्युत → यदि किसी पदार्थ में उत्पन्न होने वाली अर्थात् आवेश को स्थिर रखा जाये तो इसे स्थिर विद्युत कहते है। दो वस्तुओं को आपस में रगड़ने से उत्पन्न होने वाली विद्युत स्थिर विद्युत होती है।

(2) धारा विद्युत → यदि किसी पदार्थ में उत्पन्न होने वाली (आवेश) पदार्थ के अंदर एक स्थान से दूसरे स्थान तक जा सकती हो तो उसे धारा विद्युत कहते हैं।

(3) घर्षण विद्युत → दो वस्तुओं को आपस में रगड़ने से उत्पन्न होने वाली विद्युत को घर्षण विद्युत कहते हैं।

प्र.02 आवेश क्या है? यह कितने प्रकार का होता है। इसकी उत्पत्ति का इलेक्ट्रॉनिक सिद्धांत लिखिए।

उ. आवेश → आवेश किसी पदार्थ का वह गुण है। जिसके कारण यह विद्युत एवं चुम्बकीय प्रभाव उत्पन्न करता है। तथा वह इन प्रभावों का अनुभव भी करता है।

आवेश के प्रकार → आवेश निम्न दो प्रकार के होते हैं।

(1) धनावेश (2) ऋणावेश

(1) धनावेश →किसी वस्तु में इलेक्ट्रॉन की कमी से उत्पन्न होने वाले आवेश को धनावेश कहते हैं। किसी वस्तु में धनावेश आने से उस वस्तु का द्रव्यमान कम हो जाता है।

(2) ऋणावेश → किसी वस्तु में इलेक्ट्रॉन की अधिकता के कारण उत्पन्न होने वाले आवेश को ऋणावेश कहते हैं। किसी वस्तु में ऋणावेश उत्पन्न होने से उस वस्तु का मान बढ़ जाता है।

आवेश का मात्रक →

S.I. पद्धति में – कूलाम

C.G.S. पद्धति में – स्थैत कूलाम

विद्युत चुम्बकीय मात्रक – ऐव कूलाम

अन्य व्यवहारिक मात्रक – माइक्रो कूलाम (μC), मिली कूलाम (mc), नैनो कूलाम (nc) आदि।

<u>मात्रकों में संबंध</u> →

1 कूलाम $= 3 \times 10^9$ स्थैत कूलाम

1 कूलाम $= {}^{1}/_{10}$ ऐव कूलाम

1 माइक्रो $= 10^{-6}$ कूलाम

1 मिली कूलाम $= 10^{-3}$ कूलाम

1 नैनो कूलाम $= 10^{-9}$ कूलाम

<u>विमीय सूत्र</u> → $[AT]$

<u>प्रकृति</u> → अदिश राशि

<u>आवेश खोजकर्ता</u> → बैन्जामिन फ्रेन्कलिन

Note – स्थैत कूलाम को फ्रेन्कलिन भी कहते हैं।

<u>आवेश के गुण</u> →

1. आवेश एक अदिश राशि है।
2. न्यूनतम आवेश का मान 1.6×10^{-19} कूलाम है।
3. किसी प्रथ्थकृत निकाय का कुल आवेश सदैव नियत रहता है। अर्थात् आवेश को न तो उत्पन्न किया जा सकता है। और न ही नष्ट किया जा सकता है।
4. किसी वस्तु का आवेश उस वस्तु के वेग पर निर्भर नहीं करता है।
5. आवेश क्वाण्टीकृत होता है।
6. आवेशों में योज्यता का नियम लागू होता है।
7. दो समान आवेशों के बीच प्रतिकर्षण बल और विपरीत आवेशों के बीच आकर्षण बल लगता है।

<u>आवेश की उत्पत्ति का इलेक्ट्रॉनिक सिद्धांत</u> → इलेक्ट्रॉनिक सिद्धांत के अनुसार जब दो वस्तुओं को आपस में रगड़ते हैं। तब एक वस्तु से इलेक्ट्रॉनिक निकलकर दूसरी वस्तु में चले जाते हैं। जिससे पहली वस्तु में इलेक्ट्रॉनिक की कमी से धनावेशित हो जाती है। तथा दूसरी वस्तु इलेक्ट्रॉनिक की अधिकता के कारण ऋणावेशित हो जाती है।

By - Rathore Sir

प्र.03 आवेश के क्वाण्टीकरण से क्या अभिप्राय है। समझाइए तथा मूल आवेश का मान लिखिए।

उ. <u>आवेश का क्वाण्टीकरण</u> → किसी आवेशित वस्तु का कुल आवेश सदैव एक इलेक्ट्रॉन के आवेश के पूर्ण गुणा के रूप में होता है। इसे आवेश का क्वाण्टीकरण कहते हैं।

इस प्रकार किसी आवेशित वस्तु का कुल आवेश $\boxed{Q = \pm ne}$

यहाँ $n = 1, 2, 3, 4, \ldots\ldots\ldots$ एवं $e = 1.6 \times 10^{-19}$ कूलाम

एक इलेक्ट्रॉन के आवेश को इलेक्ट्रॉनिक आवेश या मूल आवेश कहते हैं। जिसका मान 1.6×10^{-19} कूलाम होता है। यह किसी आवेशित वस्तु का न्यूनतम संभव आवेश है।

प्र.04 आवेश संरक्षण का नियम क्या है? उदाहरण देकर समझाइए।

उ. <u>आवेश संरक्षण</u> → इस नियम के अनुसार आवेश को न तो उत्पन्न किया जा सकता है। और न ही नष्ट किया जा सकता है। अर्थात् किसी प्रथ्थकृत निकाय का कुल आवेश सदैव संरक्षित (नियत) रहता है।

<u>उदाहरण</u> →

1. जब काँच की छड़ को रेशम के कपड़े पर रगड़ते हैं। तब काँच की छड़ से इलेक्ट्रॉन निकलकर रेशम के कपड़े में चले जाते हैं। काँच की छड़ से जितने इलेक्ट्रॉन निकलते हैं। रेशम के कपड़े पर ठीक उतने ही इलेक्ट्रॉन आते हैं। अतः काँच की छड़ में जितना धनावेश आता है। रेशम के कपड़े पर उतना ही ऋणावेश आता है। इस प्रकार दोनों के आवेश में कोई परिवर्तन नहीं होता है।
2. जब नमक को पानी में घोला जाता है। तब वह सोडियम तथा क्लोराइड के आयनों में निम्न प्रकार टूटता है।

$$Nacl = Na^{+} + Cl^{-}$$

आवेश $Q = 0$

$$Q = +1e^{-} + 1e^{-} = 0$$

उपरोक्त समीकरण से स्पष्ट है कि कुल आवेश सदैव नियत रहता है।

प्र.05 किसी पदार्थ को आवेशित करने की कौन-कौन सी विधियां है? प्रत्येक को समझाइए।

उ. किसी पदार्थ को आवेशित करने की निम्न तीन विधियां है।

(1) घर्षण (2) चालन (3) प्रेरण

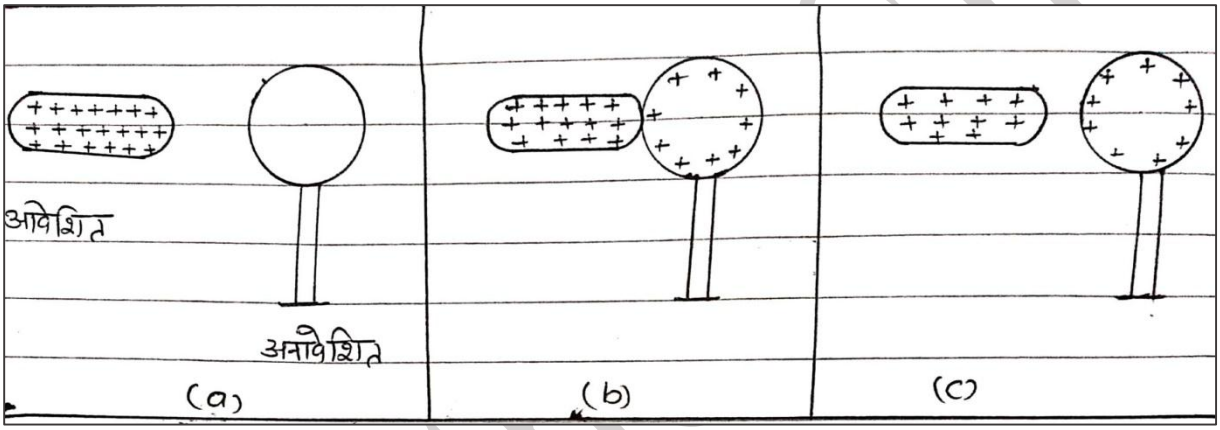
(1) <u>घर्षण द्वारा</u> → जब दो वस्तुओं को आपस में रगड़ते हैं, तब एक वस्तु से इलेक्ट्रॉन निकलकर दूसरी वस्तु में पहुँच जाते हैं। जिससे पहली वस्तु इलेक्ट्रॉनों की कमी के कारण धनावेशित और दूसरी वस्तु इलेक्ट्रॉनों की अधिकता के कारण ऋणावेशित हो

By - Rathore Sir

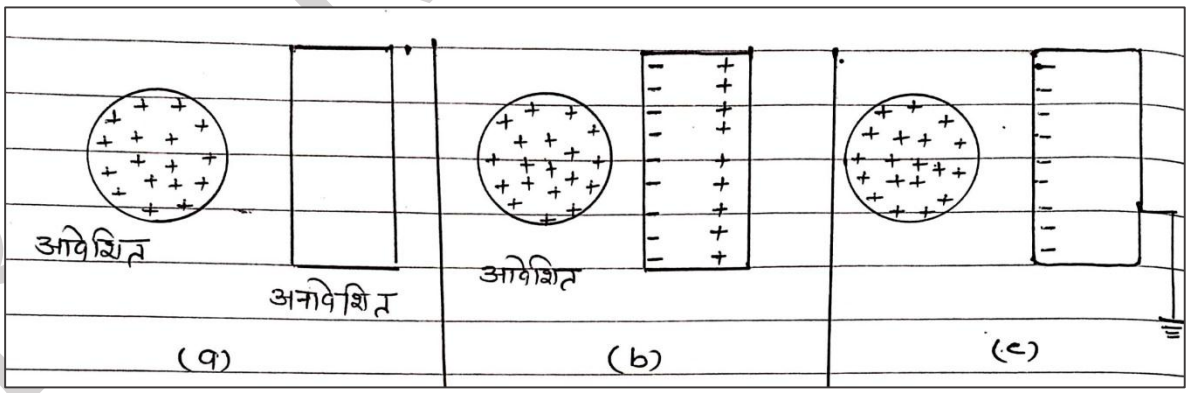
जाती है।

आवेशन की इस विधि दोनों वस्तुओं पर आने वाला आवेश परिमाण में समान होता है। लेकिन विपरीत प्रकृति का होता है।

(2) चालन द्वारा → आवेशन की इस विधि में जब किसी आवेशित वस्तु के अनावेशित संपर्क में रखते है। तब आवेशित वस्तु का कुछ आवेश निकलकर अनावेशित वस्तु में पहुंच जाता है। और जब दोनों वस्तुओं को अलग-अलग किया जाता है। तब अनावेशित वस्तु में भी आवेशित वस्तु की प्रकृति का आवेश आ जाता है। इस विधि में दोनों वस्तुओं का चालन होना आवश्यक है।



(3) प्रेरण द्वारा → जब किसी आवेशित वस्तु को अनावेशित वस्तु के पास ले जाते हैं। तब वस्तु का जो सिरा आवेशित वस्तु की तरफ होता है। उस पर विपरीत प्रकृति का आवेश आएगा और दूर वाले सिरे पर समान प्रकृति का आवेश उत्पन्न हो जाता है। आवेशन की यह विधि प्रेरण कहलाती है।



प्र.06 द्रव्यमान तथा आवेश में अंतर स्पष्ट कीजिए।

उ.

द्रव्यमान	आवेश
(1) यदि किसी वस्तु में द्रव्यमान हो तो आवश्यक नहीं होता कि उसमें आवेश हो।	(1) यदि कोई वस्तु में आवेशित हो तो उसमें द्रव्यमान अवश्य होता है।

(2) द्रव्यमान सदैव धनात्मक होता है।	(2) आवेश धनात्मक, ऋणात्मक अथवा शून्य हो सकता है।
(3) द्रव्यमान को ऊर्जा में तथा ऊर्जा को द्रव्यमान में सूत्र $E = mc^2$ के अनुसार परिवर्तित किया जा सकता है। अतः किसी वस्तु का द्रव्यमान संरक्षित (नियत) नहीं होता है।	(3) किसी प्रथ्थक्रत निकाय का आवेश सदैव संरक्षित रहता है।
(4) द्रव्यमान क्वाण्टीकृत नहीं होता है।	(4) आवेश सदैव क्वाण्टीकृत होता है।
(5) किसी वस्तु का द्रव्यमान उसके वेग पर निर्भर करता है। वेग और द्रव्यमान के बीच संबंध दिखाने वाला सूत्र निम्न है। $m = \frac{m_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$ यहां $m_0 =$ वस्तु का विराम द्रव्यमान $V =$ वस्तु का वेग $m =$ वस्तु का द्रव्यमान $c =$ प्रकाश का वेग (चाल)	(5) किसी वस्तु का आवेश उसके वेग पर निर्भर नहीं करता है।
(6) दो द्रव्यमानों के बीच आकर्षण बल लगता है।	(6) दो आवेश के बीच लगने वाला बल आकर्षण या प्रतिकर्षण प्रकृति का होता है।

प्र.07 स्थिर वैद्युत के अंतर्गत कूलाम का व्युत्क्रम वर्ग का नियम और इसकी सीमायें बताओ। इस नियम के आधार पर एकांक आवेश को भी परिभाषित कीजिए।

उ. <u>कूलाम का नियम</u> → इस नियम के अनुसार दो स्थिर बिंदु आवेशों के बीच लगने वाला आकर्षण बल या प्रतिकर्षण बल उन दोनों आवेशों के परिमाणों के गुणनफल के समानुपाती होता है। एवं इनके बीच की दूरी के वर्ग के व्युत्क्रमानुपाती होता है। तथा बल की दिशा दोनों आवेशों को मिलाने वाली रेखा के अनुदिश होती है।

यदि q_1 तथा q_2 परिमाण के दो आवेश एक दूसरे से r दूरी पर स्थित हो और उनके बीच लगने वाला आकर्षण बल या प्रतिकर्षण बल F हो तब इस नियम के अनुसार

$$F \propto q_1 . q_2$$

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

दोनों को मिलाकर लिखने पर

By - Rathore Sir

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

या, $$F = a\frac{q_1 \cdot q_2}{r^2} \quad ------(1)$$

यहां a एक समानुपाती नियतांक है। जिसका मान मापन की पद्धति एवं आदेशों के बीच के माध्यम की प्रकृति पर निर्भर करता है।

स्थिति (1) → *S.I.* पद्धति में वायु या निर्वात

$$a = \frac{1}{4\pi\varepsilon 0} = 9 \times 10^9 \text{ न्यूटन} \times \text{मीटर}^2/\text{कूलाम}^2$$

तब समी. (1) से

$$\boxed{F = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}.\frac{q_1 q_2}{r^2}} \text{ न्यूटन}$$

या, $$\boxed{F = 9 \times 10^9.\frac{q_1 q_2}{r^2}} \text{ न्यूटन}$$

K परावैद्युतांक वाले माध्यम के लिए,

$$\boxed{F = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0 K}.\frac{q_1 q_2}{r^2}} \text{ न्यूटन}$$

स्थिति (2) → C.G.S. पद्धति में वायु या निर्वात के लिए,

$$\boxed{a = 1}$$

तव समी. (1) से,

$$\boxed{F = 1.\frac{q_1 q_2}{r^2}} \text{ डायन}$$

या, $$\boxed{F = \frac{q_1 q_2}{r^2}} \text{ डायन}$$

K परावैद्युतांक वाले माध्यम के लिए,

$$\boxed{F = \frac{1}{K}.\frac{q_1 q_2}{r^2}} \text{ डायन}$$

<u>कूलाम के नियम की सीमाऐं</u> →

1. यह नियम केवल स्थिर आवेशों के लिए ही सत्य है।
2. यह नियम केवल बिंदु आवेशों के लिए ही सत्य है।
3. यह नियम बहुत बड़ी दूरियों एवं बहुत छोटी दूरियों $(10^{-15}$ मीटर से कम$)$ पर लागू नहीं होता है।

<u>एकांक आवेश</u> → *S.I.* पद्धति मे वायु या निर्वात में रखे हुए दो आवेशों के बीच लगने वाला बल,

By - Rathore Sir

$F = 9 \times 10^9 . \frac{q_1 q_2}{r^2}$ न्यूटन

उपरोक्त सूत्र में यदि $q_1 = q_2 = q$, $r = 1$ मीटर , $F = 9 \times 10^9$ न्यूटन

तब, $9 \times 10^9 = 9 \times 10^9 . \frac{q \times q}{1}$

$1 = q^2$

$q^2 = 1 \rightarrow 1 = \sqrt{1}$

$\boxed{q = \pm 1}$ एकांक आवेश

इस प्रकार,

यदि समान परिमाण के दो सजातीय आवेश वायु या निर्वात में एक दूसरे से 1 मीटर की दूरी पर रखे हुए हैं। और उनके बीच लगने वाला प्रतिकर्षण बल 9×10^9 न्यूटन है। तब प्रत्येक आवेश एकांक आवेश कहलाता है।

प्र.08 स्थिर वैद्युत बल और गुरुत्वाकर्षण बल को परिभाषित करते हुए इनमें अंतर स्पष्ट कीजिए।

उ. (1) <u>स्थिर वैद्युत बल</u> → दो स्थिर आवेशों या आवेशित वस्तुओं के बीच लगने वाले बल को स्थिर वैद्युत बल कहते हैं।

(2) <u>गुरुत्वाकर्षण बल</u> → ब्रह्माण्ड के किन्हीं दो पिण्डों के बीच लगने वाले आकर्षण बल को गुरुत्वाकर्षण बल कहते हैं। दो आवेशित कणों या पिण्डों या द्रव्यमानों के बीच जो आकर्षण बल लगता है। उसे गुरुत्वाकर्षण बल कहते हैं।

<u>समानताऐं</u> →

1. दोनों बल दूरी के व्युत्क्रम वर्ग नियम का पालन करते हैं।
2. दोनों बल केन्द्रीय बल हैं।
3. दोनों बल संरक्षी बल हैं।
4. दोनों बल वायु या निर्वात में क्रियाशील होते हैं।

<u>असमानताऐं</u> →

1. गुरुत्वाकर्षण बल सदैव आकर्षण की प्रकृति का होता है। जबकि स्थिर वैद्युत बल आवेशों की प्रकृति के अनुसार आकर्षण या प्रतिकर्षण किसी भी प्रकृति का हो सकता है।
2. गुरुत्वाकर्षण बल पर माध्यम की उपस्थिति का कोई प्रभाव नहीं पड़ता है। जबकि स्थिर वैद्युत बल माध्यम की उपस्थिति में घट जाता है।

By - Rathore Sir

3. गुरुत्वाकर्षण बल एक दुर्बल बल है। जबकि स्थिर वैद्युत बल एक प्रबल बल है।

प्र.09 विद्युत क्षेत्र किसे कहते हैं? विद्युत क्षेत्र की तीव्रता को परिभाषित करते हुए उसका ***S.I.*** मात्रक और विमीय सूत्र लिखिए।

उ. <u>विद्युत क्षेत्र</u> → किसी विद्युत आवेश के चारों ओर का वह क्षेत्र जिसमें उसके प्रभाव का अनुभव किया जा सके विद्युत क्षेत्र कहलाता है।

<u>विद्युत क्षेत्र की तीव्रता</u> → यदि एकांक धनावेश को विद्युत क्षेत्र में किसी बिंदु पर रख दिया जाये तब विद्युत क्षेत्र उस आवेश पर जितना बल लगता है। उसे उस बिंदु पर विद्युत क्षेत्र की तीव्रता कहते हैं। और इसे E से प्रदर्शित करते हैं।

सूत्र रूप में-

विद्युत क्षेत्र की तीव्रता $\boxed{E = \frac{F}{q_0}}$

<u>अथवा</u>

विद्युत क्षेत्र के अन्दर किसी भी बिन्दु पर रखा हुआ एकांक धनावेश जितने बल का अनुभव करता है। उसे उस बिन्दु पर विद्युत क्षेत्र की तीव्रता कहते हैं और इसे संकेत के रूप में E से प्रदर्शित करते हैं। सूत्र रूप में

विद्युत क्षेत्र की तीव्रता $\boxed{E = \frac{F}{q_0}}$

यहां q_0 = परीक्षण आवेश

F = इस पर लगने वाला बल है।

<u>मात्रक</u> → S.I. पद्धति में – न्यूटन /कूलाम

C.G.S. पद्धति में – डाइन /स्थैत कूलाम

<u>विमीय सूत्र</u> → $[MLT^{-3}A^{-1}]$

<u>प्रकृति</u> → सदिश राशि

<u>दिशा</u> → बल के अनुदिश

प्र.10 विद्युत क्षेत्र की तीव्रता से क्या अभिप्राय है। एक बिंदु आवेश के कारण विद्युत क्षेत्र की तीव्रता के लिए सूत्र का निगमन करो।

उ. <u>विद्युत क्षेत्र की तीव्रता</u> → पूर्वानुसार

By- Rathore Sir

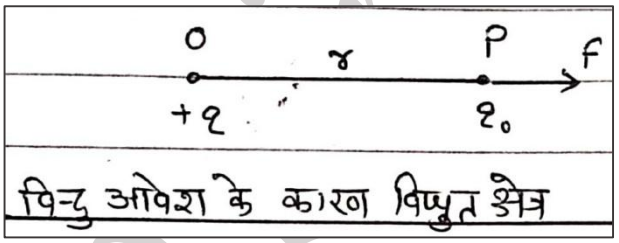
<u>बिंदु आवेश के कारण विद्युत क्षेत्र का व्यंजक</u> → माना कि चित्र में वायु या निर्वात में एक बिंदु O है। जिस पर $+q$ आवेश रख हुआ है। बिंदु O से r दूरी पर हमें विद्युत क्षेत्र की तीव्रता को ज्ञात करना है। इसके लिए बिंदु P पर एक परीक्षण धनावेश q_0 की कल्पना करते हैं।

तब, कूलाम के नियम से दोनों आवेशों के बीच लगने वाला बल-

$$\boxed{F = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}.\frac{q_1 q_2}{r^2}} \quad \text{न्यूटन} \quad \left\{\underset{OP}{\rightarrow} \text{दिशा में}\right\}$$

अब, विद्युत क्षेत्र की तीव्रता की परिभाषा से-

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



F का मान रखने पर,

$$E = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}.\frac{q\ \cancel{q_0}}{r^2 \times \cancel{q_0}} \quad \text{न्यूटन}$$

$$\boxed{E = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}.\frac{q}{r^2}} \ \text{N/C}$$

या, $$\boxed{E = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}.\frac{\text{आवेश}}{(\text{दूरी})^2}} \ \text{N/C}$$

प्र.11 $\boldsymbol{\varepsilon_0}$ क्या है? इसका मान एवं मात्रक बताइये।

उ. ε_0 को वायु या निर्वात की विद्युतशीलता कहते हैं। इसका मान 8.854×10^{-12} कूलाम^2/न्यूटन $\times$ मीटर^2 तथा विमीय सूत्र - $[M^{-1}L^{-3}T^{+}A^{+2}]$ है।

प्र.12 किसी माध्यम के परावैद्युतांक से क्या अभिप्राय है? इसका मात्रक लिखिए।

उ. <u>परावैद्युतांक</u> → हम जानते हैं, कि $\varepsilon = \varepsilon_0 k$ या $k = \frac{\varepsilon}{\varepsilon_0}$

या, माध्यम का परावैद्युतांक $= \frac{\text{माध्यम की निरपेक्ष विद्युतशीलता}}{\text{वायु या निर्वात की विद्युतशीलता}}$

इस प्रकार,

माध्यम की निरपेक्ष विद्युतशीलता एवं K वायु या निर्वात की निरपेक्ष विद्युतशीलता के अनुपात को उस माध्यम का परावैद्युतांक कहते हैं। इसे माध्यम के सापेक्ष विद्युतशीलता भी कहते हैं।

चूंकि यह दो समान राशियों का अनुपात है। अतः इसका कोई मात्रक नहीं होता है, तथा इसकी कोई भी विमा नहीं होती है।

निर्वात के लिए परावैद्युतांक का मान 1, वायु का परावैद्युतांक 1.00005, पानी का

By - Rathore Sir

परावैद्युतांक 80.4, काँच का परावैद्युतांक 5.01 एवं धातुओं का परावैद्युतांक अनंत ∞ होता है।

प्र.13 वैद्युत द्विध्रुव किसे कहते हैं। वैद्युत द्विध्रुव आघूर्ण को परिभाषित करते हुये इसका **S.I.** मात्रक एवं विमीय सूत्र लिखो।

उ. <u>वैद्युत द्विध्रुव</u> → समान परिमाण एवं विपरीत प्रकृति वाले दो आवेश यदि एक दूसरे से बहुत नजदीक रखे हुये हो तब निकाय को वैद्युत द्विध्रुव कहते हैं। वैद्युत द्विध्रुव के दोनों आवेशों के बीच की दूरी को द्विध्रुव की लम्बाई कहते हैं। जिसे $2l$ से प्रदर्शित करते हैं। तथा द्विध्रुव के दोनों आवेशों को मिलाने वाली काल्पनिक रेखा द्विध्रुव की अक्ष कहते हैं।

नोट → आदर्श द्विध्रुव का आकार नगण्य (0) होता है।

<u>विद्युत द्विध्रुव आघूर्ण</u> → किसी वैद्युत द्विध्रुव के दोनों आवेशों में से किसी एक आवेश के परिमाण एवं द्विध्रुव की लम्बाई के गुणनफल का वैद्युत द्विध्रुव आघूर्ण कहते हैं, और इसे P से प्रदर्शित करते हैं।

सूत्र रूप में –

वैद्युत द्विध्रुव आघूर्ण $P = q \times 2l$

<u>मात्रक</u> - S.I. पद्धति में, $P =$ कूलाम $\times$ मीटर

C.G.S. पद्धति में, $P =$ स्थैत कूलाम $\times$ से.मी.

<u>प्रकृति</u> → सदिश राशि

<u>दिशा</u> → ऋणावेश से धनावेश की ओर द्विध्रुव की अक्ष के अनुदिश

<u>विमीय सूत्र</u> → $[M^0LTA]$ या, $[LTA]$

प्र.14 किसी वैद्युत द्विध्रुव के कारण अक्षीय स्थिति में विद्युत क्षेत्र की तीव्रता के लिए सूत्र का निगमन करो।

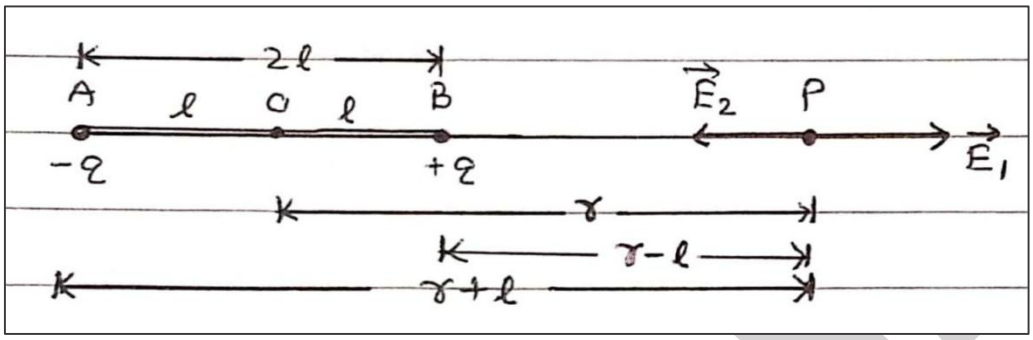
<u>अथवा</u>

किसी वैद्युत द्विध्रुव के कारण इसकी अक्ष पर स्थित किसी बिंदु पर विद्युत क्षेत्र की तीव्रता का व्यंजक ज्ञात करो।

उ. <u>अक्षीय स्थिति या अनुदैर्ध्य स्थिति</u> → यदि वैद्युत द्विध्रुव की अक्ष के किसी भी बिंदु पर विद्युत क्षेत्र की तीव्रता को ज्ञात करना है। तब इस द्विध्रुव की अक्षीय स्थिति कहेंगे।

By - Rathore Sir

<u>व्यंजक</u> → माना कि AB एक वैद्युत द्विध्रुव है। जो वायु या निर्वात में रखा हुआ है। और इसका द्विध्रुव आघूर्ण $P = q \times 2l$ है। इस द्विध्रुव के मध्य बिंदु O से r दूरी पर इसकी अक्ष पर कोई बिंदु P है। जिस पर विद्युत क्षेत्र की तीव्रता को ज्ञात करना है। तब चित्र से $BP = r - l$ एवं $AP = r + l$ है।



$\mathrm{BP} = \mathrm{r} - l$ एवं $AP = r + l$

.+q आवेश के कारण बिन्दु P पर विद्युत क्षेत्र की तीव्रता

$$E = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{\text{आवेश}}{(\text{दूरी})^2}$$

$$E_1 = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{q}{(r-l)^2} \quad \left\{\underset{BP}{\rightarrow} \text{दिशा में}\right\}$$

इसी प्रकार,

.-q आवेश के कारण बिन्दु P पर विद्युत क्षेत्र की तीव्रता

$$E = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{\text{आवेश}}{(\text{दूरी})^2}$$

$$E_2 = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{q}{(r+l)^2} \quad \left\{\underset{PA}{\rightarrow} \text{दिशा में}\right\}$$

चूंकि E_1 और E_2 एक ही रेखा में हैं किन्तु विपरीत दिशा में है। तथा $E_1 > E_2$

अतः बिन्दु पर विद्युत क्षेत्र की परिणामी तीव्रता,

$$E = E_1 - E_2$$

E_1 और E_2 के मान रखने पर,

$$E = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{q}{(r-l)^2} - \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{q}{(r+l)^2}$$

$$E = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{q}{4\pi\varepsilon_0} \left[\frac{1}{(r-l)^2} - \frac{1}{(r+l)^2}\right]$$

$$E = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot q \left[\frac{(r-l)^2 - (r+l)^2}{(r-l)^2(r+l)^2}\right]$$

$$E = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot q \left[\frac{r^2+l^2+2rl-\left(r^2+l^2-2rl\right)}{(r-l)^2(r+l)^2}\right]$$

$$E = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}.q\left[\frac{\cancel{r^2}+\cancel{l^2}+2rl-\cancel{r^2}-\cancel{l^2}+2rl}{(r^2-l^2)^2}\right]$$

$$E = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}.q\left[\frac{4rl}{(r^2-l^2)^2}\right]$$

$$E = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}.\left[\frac{q\times 2r\times 2l}{(r^2-l^2)^2}\right]$$

$$E = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}.\frac{2r\times q\times 2l}{(r^2-l^2)^2}$$

$$E = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}.\frac{2r\times P}{(r^2-l^2)^2} \qquad \{q\times 2l = P \text{ द्विध्रुव आघूर्ण}\}$$

$$\boxed{E = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}.\frac{2Pr}{(r^2-l^2)^2}} \qquad \text{N/C}$$

यदि द्विध्रुव बहुत छोटा हो अर्थात् $l << r$ हो,

तब, l^2 उपेक्षा करने पर,

$$E = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}.\frac{2Pr}{(r^2-l^2)^2}$$

$$E = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}.\frac{2Pr}{(r^2)^2}$$

$$E = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}.\frac{2Pr}{r^4}$$

$$\boxed{E = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}.\frac{2P}{r^3}} \qquad \text{N/C}$$

प्र.15 किसी वैद्युत द्विध्रुव के कारण निरक्षीय स्थिति में विद्युत क्षेत्र की तीव्रता के लिए सूत्र का निगमन करो।

<u>अथवा</u>

किसी वैद्युत द्विध्रुव के दोनों आवेशों के समान से समान दूरी पर स्थित किसी बिंदु पर विद्युत क्षेत्र की तीव्रता के लिए वयंजक निगमित करो।

<u>निरक्षीय स्थिति या अनुप्रस्थ स्थिति</u> → जिस बिंदु पर विद्युत क्षेत्र की तीव्रता को ज्ञात करना है। यदि वह द्विध्रुव की निरक्ष पर स्थित हो तब इसे द्विध्रुव की निरक्षीय स्थिति कहते हैं।

<u>व्यंजक</u> → माना *AB* एक वैद्युत द्विध्रुव है। जा वायु या निर्वात में रखा हुआ है। और इसका द्विध्रुव आघूर्ण $P = q\times 2l$ है। इस द्विध्रुव की निरक्ष पर कोई बिंदु *P* है। जिसकी द्विध्रुव के मध्य बिंदु *O* से दूरी r है। तथा हमें इसी बिंदु *P* पर विद्युत क्षेत्र की तीव्रता को ज्ञात करना है। तब चित्र से-

By - Rathore Sir

$$AP = P = \sqrt{r^2 + l^2}$$

अब,

. +q आवेश के कारण बिन्दु P पर विद्युत क्षेत्र की तीव्रता

$$E = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} . \frac{\text{आवेश}}{(\text{दूरी})^2}$$

$$E_1 = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} . \frac{q}{\left(\sqrt{r^2+l^2}\right)^2}$$

$$E_1 = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} . \frac{q}{(r^2+l^2)} \quad ------(1) \left\{\underset{BP}{\rightarrow} \text{दिशा में}\right\}$$

इसी प्रकार,

. -q आवेश के कारण बिन्दु P पर विद्युत क्षेत्र की तीव्रता

$$E = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} . \frac{\text{आवेश}}{(\text{दूरी})^2}$$

$$E_2 = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} . \frac{q}{\left(\sqrt{r^2+l^2}\right)^2}$$

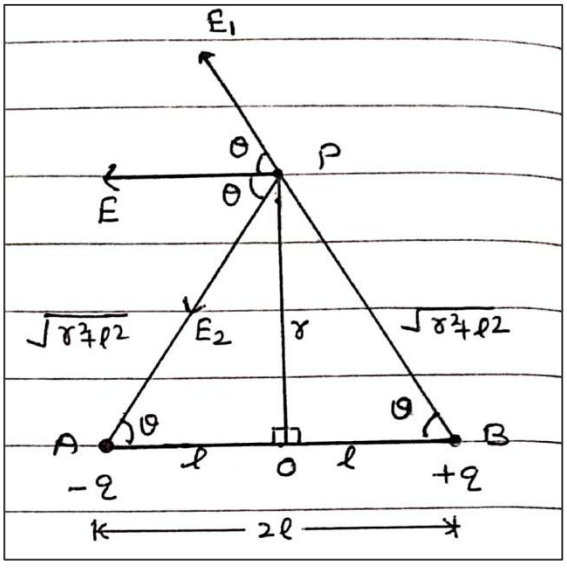
$$E_2 = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} . \frac{q}{(r^2+l^2)} ------(2) \left\{\underset{PA}{\rightarrow} \text{दिशा में}\right\}$$

समी. (1) व (2) की तुलना करने पर,

$$E_1 = E_2$$

चूंकि E_1 और E_2 के बीच का कोण 2θ है अतः सदिश योग के नियम से बिन्दु P पर विद्युत क्षेत्र की परिणामी तीव्रता,

$$E = 2E_1 cos\theta \quad ------(3)$$



चित्र से, समकोण ΔAOPमें

$$cos\theta = \frac{\text{आधार}}{\text{कर्ण}}$$

$$cos\theta = \frac{l}{\sqrt{r^2+l^2}}$$

समी. (3) में E_1 और $cos\theta$ का मान रखने पर,

परिणामी तीव्रता, $. E = 2 \times \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} . \frac{q}{\left(r^2+l^2\right)} \times \frac{l}{\sqrt{r^2+l^2}}$

$$. E = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} . \frac{q \times 2l}{\left(r^2+l^2\right)^1 \left(r^2+l^2\right)^{1/2}}$$

By - Rathore Sir

$$E = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{q \times 2l}{\left(r^2+l^2\right)^{1+\frac{1}{2}}}$$

$$E = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{q \times 2l}{\left(r^2+l^2\right)^{\frac{3}{2}}}$$

$$E = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{P}{\left(r^2+l^2\right)^{\frac{3}{2}}} \qquad \{q \times 2l = P \text{ द्विध्रुव आघूर्ण}\}$$

$$\boxed{E = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{P}{\left(r^2+l^2\right)^{\frac{3}{2}}}} \quad \text{N/C}$$

यदि द्विध्रुव बहुत छोटा हो अर्थात् $l << r$ हो,

तब, l^2 उपेक्षा करने पर,

$$E = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{P}{(r^2)^{\frac{3}{2}}}$$

$$\boxed{E = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{P}{r^3}} \text{N/C}$$

प्र.16 एक समान विद्युत क्षेत्र किसे कहते हैं? समझाइये।

उ. <u>एक समान विद्युत क्षेत्र</u> → ऐसा विद्युत क्षेत्र जिसके प्रत्येक बिंदु पर विद्युत बिंदु पर विद्युत क्षेत्र की तीव्रता का परिमाण एवं दिशा दोनों एक समान हो तो इसे एक समान विद्युत क्षेत्र कहते हैं।

प्र.17 विद्युत बल रेखायें किन्हें कहते हैं? इनके सामान्य गुण लिखो।

उ. <u>विद्युत बल रेखायें</u> → विद्युत बल रेखायें विद्युत क्षेत्र में खींचा गया वह काल्पनिक वक्र होती है। जिस पर एकांक स्वतंत्र धनावेश गति करता है।

<u>अथवा</u>

विद्युत क्षेत्र में एकांक स्वतंत्र धनावेश जिस मार्ग पर गति करता है। उसे विद्युत बल रेखा या विद्युत क्षेत्र रेखा कहते हैं। इनकी कल्पना सर्वप्रथम वैज्ञानिक माइकल फैराडे ने की थी।

<u>विद्युत बल रेखाओं के गुण</u> →

1. ये बल रेखायें धनावेश से प्रारंभ होकर ऋणावेश पर समाप्त हो जाती है।
2. जहाँ विद्युत क्षेत्र की तीव्रता ज्यादा होती है। वहाँ ये बल रेखायें सघन होती है। और जहां विद्युत क्षेत्र की तीव्रता कम होती है। वहाँ ये बल रेखाऐं विरल होती है।

By - Rathore Sir

3. एक समान विद्युत क्षेत्र में खींची गई विद्युत बल रेखायें परस्पर समान्तर और समदूरस्थ होती है।
4. दो विद्युत बल रेखायें एक-दूसरे को कभी भी नहीं काटती है।
5. ये बल रेखायें खुला वक्र होती है।
6. इन बल रेखाओं के किसी भी बिंदु पर खींची गई स्पर्श रेखा उस बिंदु पर विद्युत क्षेत्र की दिशा को प्रदर्शित करती है।
7. ये बल रेखायें लम्बाई की दिशा में सिकुड़ने का प्रयास करती है। और लम्बाई की लम्बवत् दिशा में एक दूसरे से दूर हटने का प्रयास करती है।

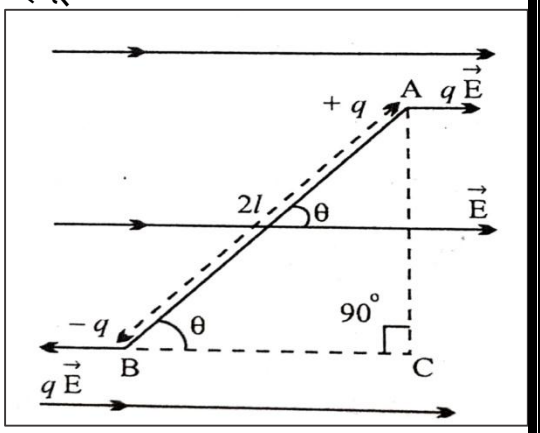
प्र.18 एक समान विद्युत क्षेत्र में रखे हुये वैद्युत द्विध्रुव पर लगने वाले बल युग्म आघूर्ण के लिए सूत्र का निगमन करो। और इसके आधार पर वैद्युत द्विध्रुव आघूर्ण को परिभाषित करो।

उ. माना कि AB एक वैद्युत द्विध्रुव है। जिसका द्विध्रुव आघूर्ण $P = q \times 2l$ है। यह द्विध्रुव एक समान तीव्रता वाले विद्युत क्षेत्र E में θ कोण बनाते हुये रख हुआ है। विद्युत क्षेत्र के कारण $+q$ आवेश पर विद्युत बल qE विद्युत क्षेत्र की दिशा में लगता है। जबकि $-q$ आवेश पर विद्युत बल qE विद्युत क्षेत्र की विपरीत दिशा में लगता है। ये दोनों बल मिलकर बल युग्म का निर्माण करते हैं। जो कि द्विध्रुव को घुमाकर विद्युत क्षेत्र के समान्तर लाने का प्रयत्न करते हैं। तब इस बल युग्म का बल युग्म आघूर्ण $\tau =$ एक बल $\times$ बलों के बीच की लम्बवत् दूरी

तब,

बल युग्म आघूर्ण $\tau =$ एक बल $\times$ बलों के बीच की लम्बवत् दूरी

$$\tau = qE \times BC - - - - - (1)$$



चित्र से, समकोण ΔACB में

$$\text{Sin}\,\theta = \frac{BC}{AB}$$

$$\text{Sin}\,\theta = \frac{BC}{2l}$$

या, $\boxed{BC = 2l \sin\theta}$

BC का मान समी. (1) में रखने पर द्विध्रुव पर लगने वाला बल युग्म आघूर्ण

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

$$\tau = q \times 2l \times E \sin\theta$$

$$\tau = P \times E \sin\theta$$

$$\boxed{\tau = PE\sin\theta}$$

सदिश रूप में, $\boxed{\vec{\tau} = \vec{P} \times \vec{E}}$

बल युग्म आघूर्ण $\vec{\tau}$ का मात्रक न्यूटन×मी. तथा इसकी दिशा $\vec{P}$ और $\vec{E}$ दोनों के लम्बवत होती है,

<u>विशेष स्थितियां</u>→

(1)<u>स्थिति– **1** →</u> यदि $\theta = 0$ हो अर्थात् द्विध्रुव विद्युत क्षेत्र के समान्तर रखा हुआ हो तब,

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

$$\tau = PE \times 0 \quad [\sin\theta = 0]$$

$$\boxed{\tau = 0} \qquad \{\text{न्यूनतम}\}$$

(1)<u>स्थिति– **2** →</u> यदि $\theta = 0$ हो अर्थात् द्विध्रुव विद्युत क्षेत्र के लम्बवत रखा हुआ हो तब,

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

$$\tau = PE\sin 90°$$

$$\tau = PE \times 1 \quad \{\sin 0 = 1\}$$

$$\boxed{\tau = PE}$$ अधिकतम

<u>बल युग्म आघूर्ण के आधार पर द्विध्रुव आघूर्ण की परिभाषा</u>→ विद्युव क्षेत्र में रखे हुये वैद्युत द्विध्रुव पर लगने वाला बल युग्म आघूर्ण $\tau = PE\sin\theta$

उपरोक्त सूत्र में यदि $E = 1$एवं $\theta = 90°$ हो तब,

$$\tau_{max} = P \times 1 \times \sin 90°$$

$$\tau_{max} = P \times 1 \times 1$$

$$\tau_{max} = P\{\text{चूंकि } P = \text{वैद्युत द्विध्रुव आघूर्ण}\}$$

इस प्रकार,

यदि कोई वैद्युत द्विध्रुव इकाई तीव्रता वाले विद्युत वाले विद्युत क्षेत्र में क्षेत्र के लम्बवत् (90°) रखा जाये तब उस पर लगने वाला अधिकतम बल युग्म आघूर्ण वैद्युत आघूर्ण वैद्युत द्विध्रुव का द्विध्रुव आघूर्ण कहलाता है।

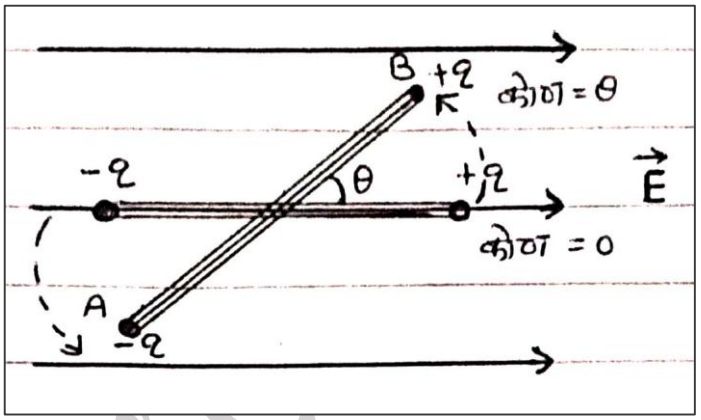
प्र.19 एक समान विद्युत क्षेत्र में रखे हुये वैद्युत द्विध्रुव को क्षेत्र की दिशा से **θ** कोण घुमाने में किये गये कार्य के लिए सूत्र का निगमन करो? और बताओं कि यह कार्य कब अधिकतम और कब न्यूनतम होता है।

By - Rathore Sir

उ. माना कि AB एक वैद्युत द्विध्रुव है। जिसका द्विध्रुव आघूर्ण $P = q \times 2l$ है। यह द्विध्रुव एक समान तीव्रता वाले विद्युत क्षेत्र E में θ कोण बनाते हुये रखा हुआ है। तब विद्युत क्षेत्र E के कारण वैद्युत द्विध्रुव पर लगने वाला बल युग्म आघूर्ण

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

यदि वैद्युत द्विध्रुव को विद्युत क्षेत्र अल्प कोण $d\theta$ घुमाने अल्प कार्य dw करना पड़े तब,



सूत्र → कार्य = बल × विस्थापन से

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

$d\theta,\ dw$

सूत्र → कार्य = बल × विस्थापन से

$$dw = \tau \times d\theta$$

$$dw = PE \sin\theta\, d\theta$$

अब द्विध्रुव को विद्युत क्षेत्र θ कोण घुमाने में किया गया कुल कार्य

$$W = \int_0^\theta dw$$

$$W = \int_0^\theta PE \sin\theta\, dw$$

$$W = PE \int_0^\theta \sin\theta\, d\theta$$

$$W = PE[-\cos\theta]_0^\theta$$

$$W = PE[\cos\theta]_\theta^0$$

$$W = PE(\cos 0 - \cos\theta) \quad \{\text{चूंकि } \cos 0 = 1\}$$

$$\boxed{W = PE(1 - \cos\theta)} \quad \text{जूल (J)}$$

यही विद्युत क्षेत्र में रखे द्विध्रुव को θ कोण घुमाने में किये गये कार्य के लिए व्यंजक है।

<u>विशेष स्थितियां</u> →

<u>स्थिति (1)</u> → यदि $\theta = 0$ हो तब,

$$W = PE(1 - \cos 0)$$

$$W = PE(1 - 1) \quad \{\text{चूंकि } \cos 0 = 1\}$$

$$W = PE \times 0$$

$$\boxed{W = 0}$$

By - Rathore

स्थिति (2) → यदि $\theta = 90°$ हो तब,

$$W = PE(1 - \cos 90°)$$

$$W = PE(1 - 0) \quad \{\text{चूंकि } \cos 90° = 0\}$$

$$W = PE \times 1$$

$$\boxed{W = PE}$$

स्थिति (3) – यदि $\theta = 180°$ हो तब,

$$W = PE(1 - \cos 180°)$$

$$W = PE[1 - (-1)] \quad \{\text{चूंकि } \cos 180° = 1\}$$

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

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

प्र.20 वैद्युत द्विध्रुव की स्थितिज ऊर्जा से क्या अभिप्राय है? इसके लिये सूत्र का निगमन करो। और बताओं कि यह कब अधिकतम और कब न्यूनतम होती है।

उ. द्विध्रुव की स्थितिज ऊर्जा → एक समान विद्युत क्षेत्र में रखे हुये किसी वैद्युत द्विध्रुव को इसकी मानक स्थिति से वर्तमान स्थिति तक घुमाने में जितना कार्य करना पड़ता है। उसे वैद्युत द्विध्रुव की स्थितिज ऊर्जा कहते हैं। इसे U से प्रदर्शित करते हैं। इसका S.I. मात्रक जूल है।

व्यंजक → माना कि AB एक वैद्युत द्विध्रुव है। जिसका द्विध्रुव आघूर्ण $P = q \times 2l$ है। यह द्विध्रुव एक समान तीव्रता वाले विद्युत क्षेत्र E में θ कोण बनाते हुए रखा गया है। तब विद्युत क्षेत्र के कारण वैद्युत द्विध्रुव पर लगने वाला बल युग्म आघूर्ण

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

यदि द्विध्रुव को विद्युत क्षेत्र में अल्प कोण $d\theta$ घुमाने में अल्प कार्य dw करना पड़े तब

सूत्र – कार्य = बल × विस्थापन

$$dw = \tau \times d\theta$$

$$dw = PE \sin\theta \times d\theta$$

अब द्विध्रुव को इसकी मानक स्थिति $(\theta = 90°)$ से वर्तमान स्थिति तक घुमाने में किया गया कुल कार्य

$$W = \int_{90°}^{\theta} dw$$

$$W = \int_{90°}^{0} PE \sin\theta \; d\theta$$

By - Rathore Sir

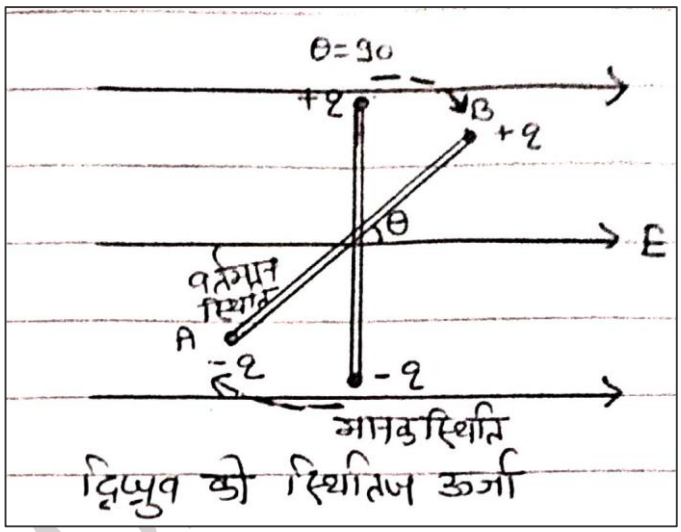
$$W = PE[-\cos\theta]_{90°}^{0}$$

$$W = PE[\cos\theta]_{0}^{90°}$$

$$W = PE(\cos 90° - \cos 0)$$

$$W = PE(0 - \cos 0) \quad \{\text{चूंकि } \cos 90° = 0\}$$

$$\boxed{W = -PE\cos\theta}$$



अतः द्विध्रुव की स्थितिज ऊर्जा,

$\boxed{U = -PE\cos\theta}$ जूल

एवं सदिश रूप में,

$$\boxed{U = -\vec{P}.\vec{E}}$$

<u>विशेष स्थितियां</u>-

<u>स्थिति (1)</u> – यदि $\theta = 0$ हो तब,

स्थितिज ऊर्जा $U = -PE\cos 0°$

$U = -PE.1 \quad \{\text{चूंकि } \cos 0° = 1\}$

$\boxed{U = -PE}$ न्यूनतम

इस स्थिति में द्विध्रुव स्थाई संतुलन की स्थिति में कहा जाता है।

<u>स्थिति (2)</u> – यदि $\theta = 90°$ हो तब,

स्थितिज ऊर्जा $U = -PE\cos 90°$

$U = -PE \times 0 \quad \{\text{चूंकि } \cos 90° = 0\}$

$\boxed{U = 0}$

इस स्थिति में द्विध्रुव मानक स्थिति में कहा जाता है।

<u>स्थिति (3)</u> – यदि $\theta = 180°$हो तब,

स्थितिज ऊर्जा $U = -PE\cos 180°$

$U = -PE \times -1 \quad \{\text{चूंकि } \cos 180° = -1\}$

$\boxed{U = PE}$ अधिकतम

By - Rathore

इस स्थिति में द्विध्रुव अस्थाई सन्तुलन की स्थिति में कहा जाता है।

प्र.21 विद्युत फ्लक्स किसे कहते हैं? इसका **S.I.** मात्रक तथा विमीय सूत्र लिखो तथा बताओ कि यह कितने प्रकार का होता है। इसके अधिकतम और न्यूनतम होने की शर्त भी लिखिए।

उ. <u>विद्युत फ्लक्स</u> → यदि किसी प्रष्ठ को विद्युत क्षेत्र में रखा जाये तब जितनी विद्युत बल रेखायें प्रष्ठ के लम्बवत् गुजरती है। तब उनकी संख्या को उस प्रष्ठ का विद्युत फ्लक्स कहते हैं। इसे संकेत के रूप में $\emptyset_E$ से प्रदर्शित करते हैं।

यदि $\underset{E}{\rightarrow}$ तीव्रता वाले विद्युत क्षेत्र में $\underset{S}{\rightarrow}$ क्षेत्रफल वाला कोई प्रष्ठ रखा हो तब इस प्रष्ठ से गुजरने वाला विद्युत फ्लक्स $\emptyset_E = \underset{E}{\rightarrow}.\underset{S}{\rightarrow}$

इस प्रकार,

किसी प्रष्ठ से गुजरने वाला विद्युत फ्लक्स विद्युत क्षेत्र की तीव्रता $\underset{E}{\rightarrow}$ और उसके प्रष्ठीय क्षेत्रफल $\underset{S}{\rightarrow}$ के अदिश गुणनफल के बराबर होता है।

यदि प्रष्ठ S कई छोटे-छोटे प्रष्ठों से मिलकर बना हो जिनका प्रष्ठीय क्षेत्रफल ds तब छोटे प्रष्ठ से गुजरने वाला विद्युत फ्लक्स,

विद्युत फ्लक्स $d\emptyset_E = \underset{E}{\rightarrow}.\underset{S}{\rightarrow}$

$$\boxed{d\emptyset_E = \underset{E}{\rightarrow}.\underset{ds}{\rightarrow}}$$

या, अदिश रूप में $\boxed{d\emptyset_E = Ed\cos\theta}$

यहां, θ प्रष्ठ पर खींचे गये अभिलम्ब एवं विद्युत क्षेत्र के बीच का कोण है। तथा बड़े प्रष्ठ S से गुजरने वाला विद्युत फ्लक्स $\boxed{d\emptyset_E = \int Eds\cos\theta}$

<u>विद्युत फ्लक्स के प्रकार</u> → विद्युत फ्लक्स निम्न दो प्रकार का होता है।

(1) धनात्मक (2) ऋणात्मक

(1) <u>धनात्मक विद्युत फ्लक्स</u> → यदि विद्युत बल रेखायें किसी प्रष्ठ के लम्बवत् बाहर की ओर निकल रही हो तब उस प्रष्ठ से गुजरने वाला विद्युत फलक्स धनात्मक कहलाता है।

(2) <u>ऋणात्मक विद्युत फ्लक्स</u> → यदि विद्युत बल रेखायें किसी प्रष्ठ के लम्बवत् अंदर की ओर जा रही हो तब उस प्रष्ठ से गुजरने वाला विद्युत फ्लक्स ऋणात्मक विद्युत फ्लक्स कहलाता है।

<u>मात्रक</u> → न्यूटन $\times$ मी^{2}/कूलाम

<u>प्रकृति</u> → अदिश राशि

By - Rathore Sir

<u>विमीय सूत्र</u> → $[ML^3T^{-3}A^{-1}]$

<u>अधिकतम और न्यूनतम होने की शर्त</u> →

<u>स्थिति (1)</u> → यदि $\theta = 0°$ हो अर्थात्

प्रष्ठ विद्युत क्षेत्र के लम्बवत् हो तब प्रष्ठ से गुजरने वाला फ्लक्स

$\emptyset_E = \int E ds \cos 0°$

$\emptyset_E = \int E ds \times 1 \quad \{\cos 0° = 1\}$

$\boxed{\emptyset_E = \int E ds}$ अधिकतम

<u>स्थिति (2)</u> → यदि $\theta = 90°$ हो अर्थात्

प्रष्ठ विद्युत क्षेत्र के समान्तर हो तब प्रष्ठ से गुजरने वाला फ्लक्स

$\emptyset_E = \int E ds \cos 90°$

$\emptyset_E = \int E ds \times 0 \quad \{\cos 90° = 0\}$

$\boxed{\emptyset_E = 0}$ न्यूनतम

प्र.22 घनकोण किसे कहते हैं? इसका सूत्र लिखो।

उ. <u>घनकोण</u> → किसी प्रष्ठ के द्वारा किसी बिंदु पर बनाया गया कोण घनकोण कहलाता है। इसे संकेत के रूप में 'ω' से प्रदर्शित करते हैं। तथा मात्रक 'स्टेरेडियन' होता है।

यदि किसी प्रष्ठ के द्वारा r दूरी पर स्थित किसी बिंदु पर बनाया गया घनकोण dw हो तब,

$$\boxed{d\omega = \frac{ds \cos\theta}{r^2}}$$

यदि बिंदु प्रष्ठ के अंदर हो तब प्रष्ठ के द्वारा इस बिंदु पर बनाया गया संपूर्ण घनकोण 4π होता है। अर्थात्

$$\boxed{\sum d\omega = 4\pi}$$

प्र.23 गॉस की प्रमेय का कथन लिखकर सिद्ध करो।

उ. <u>गॉस की प्रमेय</u> → इस प्रमेय के अनुसार 'विद्युत क्षेत्र में रखी हुई किसी भी आकृति के बंद प्रष्ठ से गुजरने वाला कुल विद्युत फ्लक्स उस प्रष्ठ के अंदर के आवेश का $\frac{1}{\varepsilon_0}$ गुना होता है'। जबकि प्रष्ठ को वायु या निर्वात में रखा गया हो, अर्थात्

$$\boxed{\emptyset_E = \frac{1}{\varepsilon_0} . q}$$

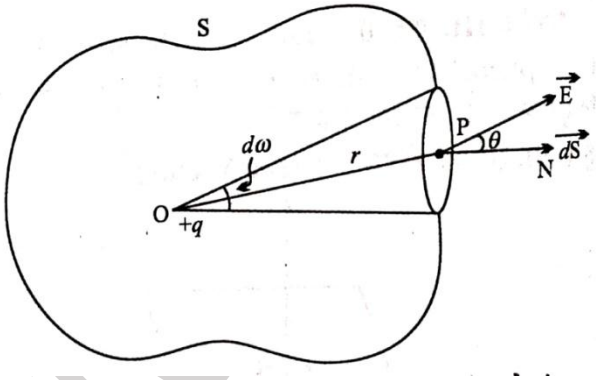
By - Rathore Sir

<u>उपपत्ति</u> → माना कि S किसी भी आकृति का एक बंद प्रष्ठ है। जिसके अंदर किसी बिंदु O पर $+q$ आवेश रख हुआ है। बिंदु O से r दूरी पर कोई बिंदु P है। तब बिंदु P पर विद्युत क्षेत्र की तीव्रता,

$$\boxed{E = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{q}{r^2}} \quad \{OP \text{ की दिशा में}\}$$

हम बिंदु P के चारों ओर एक छोटे प्रष्ठ के ds कल्पना को करते हैं। तब इस छोटे प्रष्ठ ds से गुजरने वाला विद्युत फ्लक्स,

$$\boxed{d\emptyset_E = E ds \cos\theta}$$



E का मान रखने पर,

$$d\emptyset_E = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{q}{r^2} \, \text{dscos}\theta$$

$$d\emptyset_E = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot q \, \frac{ds\cos\theta}{r^2}$$

लेकिन $\frac{ds\cos\theta}{r^2} = dw$ (प्रष्ठ के द्वारा बनाया बिंदु O पर बनाया गया घनकोण)

$$\boxed{d\emptyset_E = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot q \, dw}$$

प्रष्ठ S के यदि के क्षेत्रफल वाले कई छोटे-छोटे प्रष्ठों से मिलकर बना मान लिया जाऐ तब प्रष्ठ S से गुजरने वाला संपूर्ण विद्युत फ्लक्स,

$$\emptyset_E = \sum d\emptyset_E$$

$$\emptyset_E = \sum \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} . q . d\omega$$

$$\emptyset_E = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} . q \sum d\omega$$

$$\emptyset_E = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} . q \times 4\pi$$

$$\boxed{\emptyset_E = \frac{1}{\varepsilon_0} . q}$$

यही गॉस की प्रमेय है।

प्र.24 गॉस की प्रमेय का कथन लिखिए और इस प्रमेय की सहायता के कूलाम के व्युत्क्रम वर्ग नियम का निगमन कीजिए।

<u>अथवा</u>

गॉस की प्रमेय की सहायता से बिंदु आवेश के कारण विद्युत क्षेत्र की तीव्रता के सूत्र का निगमन करो।

By - Rathore

उ. <u>गॉस की प्रमेय</u> → इस प्रमेय के अनुसार वायु या निर्वात में रखे हुये किसी भी आकृति के बंद प्रष्ठ से गुजरने वाला संपूर्ण विद्युत फ्लक्स उस प्रष्ठ के अंदर के आवेश का $\frac{1}{\varepsilon_0}$ गुना होता है। अर्थात्

$$\boxed{\emptyset_E = \frac{1}{\varepsilon_0}.q}$$

यहां ε_0 वायु या निर्वात की विद्युतशीलता है।

<u>गॉस की प्रमेय से कूलाम के नियम का निगमन</u> → माना कि चित्र में वायु या निर्वात में एक बिंदु O है, जिस पर $+q$ आवेश रखा हुआ है। बिंदु O से r दूरी पर एक अन्य बिंदु P है। जिस पर हमें विद्युत क्षेत्र की तीव्रता को ज्ञात करना है। इसके लिए बिंदु O केा केन्द्र मानकर r त्रिज्या का एक काल्पनिक गोला खींचते हैं। जो गॉस की प्रष्ठ की तरह कार्य करेगा तथा इसके प्रत्येक बिंदु पर विद्युत क्षेत्र एक समान एवं प्रष्ठ के लम्बवत् होगा,

अतः $\boldsymbol{\theta = 0^\circ}$

अब विद्युत फलक्स की परिभाषा की सहायता से –

गॉस के पृष्ठ से गुजरने वाला विद्युत फलक्स,

$$\emptyset_E = \int E ds \cos\theta$$

या, $$\emptyset_E = \int E ds \cos 0^\circ$$

$$\emptyset_E = \int E ds \times 1 \qquad \{\text{चूंकि } \cos 0^\circ = 1\}$$

$$\emptyset_E = \int E ds$$

$$\emptyset_E = E.4\pi r^2 \qquad \{\int ds = 4\pi r^2 \text{गोले का पृष्ठीय क्षेत्रफल}\}$$

$$\emptyset_E = E.4\pi r^2 \; ------(1)$$

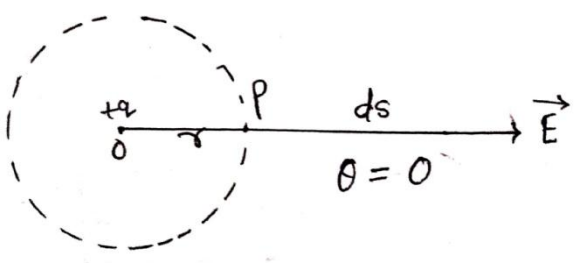
लेकिन गॉस की प्रमेय से,

$$\emptyset_E = \frac{1}{\varepsilon_0}.q \; --------(2)$$

समी. (1) व (2) की तुलना करने पर

$$E.4\pi r^2 = \frac{1}{\varepsilon_0}.q$$

$$\boxed{E = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}.\frac{q}{r^2}} \quad \text{N/C}$$

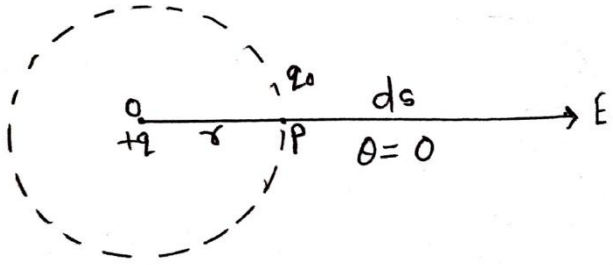


यही बिन्दु आवेश के कारण विद्युत क्षेत्र की तीव्रता का व्यंजक है।

By - Rathore Sir

यदि बिंदु P पर परीक्षण आवेश q_0 रखा हुआ हो तब विद्युत क्षेत्र के कारण इस परीक्षण आवेश पर लगने वाला बल,

$$F = q_0 E$$



E का मान रखने पर ,

$$\boxed{F = q.\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}.\frac{q.q_0}{r^2}}$$ न्यूटन

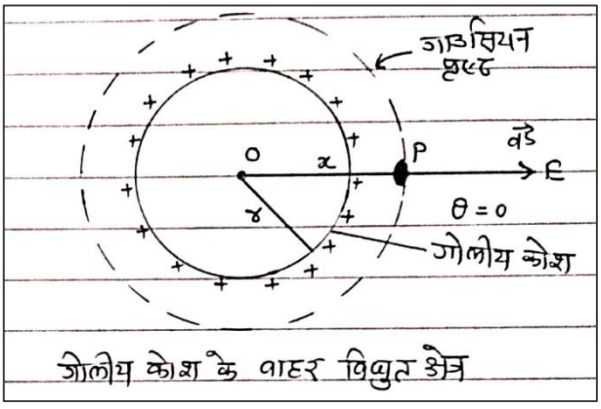
यही कूलाम का व्युत्क्रम वर्ग का नियम है।

प्र.25 गॉस की प्रमेय की सहायता से एक समान रूप से आवेशित गोलीय कोश (खोखले गोले) के कारण निम्न स्थितियों में विद्युत क्षेत्र की तीव्रता ज्ञात करो।
(1) गोलीय कोश के बाहर (2) गोलीय कोश के प्रष्ठ पर (3) गोलीय कोश के अंदर

उ. माना कि चित्र में केन्द्र O से r त्रिज्या वाला एक खोखला गोला है। जिसे $+q$ आवेश से आवेशित किया गया है। यह आवेश गोले के बाहरी प्रष्ठ पर एक समान रूप से फैल जाता है। गोले के अंदर कोई भी आवेश नहीं होता है। हमें इस आवेशित गोले के कारण निम्न तीन स्थितियों में विद्युत क्षेत्र की तीव्रता को ज्ञात करना है।

(1) <u>गोलीय कोश के बाहर</u> → माना कि गोलीय कोश के बाहर कोई बिंदु P है। जिसकी गोलीय कोश के केन्द्र O से x है। तथा हमें इसी बिंदु P पर विद्युत क्षेत्र की तीव्रता को ज्ञात करना है। इसके लिए बिन्दु O को केन्द्र मानकर x त्रिज्या का एक काल्पनिक गोला खींचते हैं। जो गॉस के प्रष्ठ की तरह कार्य करेगा तथा इसके प्रत्येक बिंदु पर विद्युत क्षेत्र एक समान एवं प्रष्ठ के लम्बवत् होगा अतः $\theta = 0°$ तब

गाउसियन प्रष्ठ के गुजरने वाला विद्युत फ्लक्स



$$\emptyset_E = \int E ds \cos\theta$$
$$\emptyset_E = \int E ds \cos\theta$$
$$\emptyset_E = \int E ds \times 1 \quad \{\text{चूंकि } \cos 0° = 1\}$$
$$\emptyset_E = \int E ds$$
$$\emptyset_E = E \int ds$$
$$\emptyset_E = E.4\pi r^2 \quad \{ds = 4\pi x^2 \text{ गाउसियन प्रष्ठ का प्रष्ठीय क्षेत्रफल }\}$$

लेकिन गॉस की प्रमेय से,

$$\emptyset_E = \frac{1}{\varepsilon_0}.q$$

By - Rathore Sir

$$E.4\pi x^2 = \frac{1}{\varepsilon_0}.q$$

$$E = \frac{1}{4\pi x^2 \varepsilon_0}.q$$

$$\boxed{E = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}.\frac{q}{x^2}} \quad \text{N/C} \text{ ----------(3)}$$

(2) <u>गोलीय कोश के प्रष्ठ पर</u> → यदि बिंदु P पर गोलीय कोश के प्रष्ठ पर लिया जाये तब $x = r$ अतः समीकरण (3) से-

बिन्दु P पर विद्युत क्षेत्र की तीव्रता,

$$\boxed{E = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}.\frac{q}{r^2}} \quad \text{N/C}$$

(3) <u>गोलीय कोश के अंदर</u> → चूंकि गोलीय कोश के अंदर कोई भी आवेश नहीं है। अतः गोलीय कोश के अंदर किसी भी बिंदु पर विद्युत क्षेत्र की तीव्रता-

$$\boxed{E = 0}$$

प्र.26 गॉस की प्रमेय की सहायता से एक समान आवेशित कुचालक (अचालक) ठोस गोले के कारण निम्न स्थितियों में विद्युत क्षेत्र की तीव्रता ज्ञात करो।

उ. माना कि चित्र के केन्द्र O एवं r त्रिज्या वाला एक कुचालक ठोस गोला है। जिसे $+q$ आवेश से आवेशित किया गया है। यह आवेश गोले के सम्पूर्ण आयतन पर एक समान रूप से फैल जाता है। तब गोले के इकाई आयतन पर आवेश की मात्रा अर्थात् –

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

$$\rho = \frac{q}{\frac{4}{3}\pi r^3}$$

हमें निम्न तीन स्थितियों में विद्युत क्षेत्र की तीव्रता को ज्ञात करना है।

(1) <u>गोले के बाहर</u> → पूर्वानुसार

(2) <u>गोले के प्रष्ठ पर</u> → पूर्वानुसार

(3) <u>गोले क अंदर</u> → माना कि गोले के केन्द्र O से x दूरी पर गोले के अंदर कोई बिंदु P है। जिस पर हमें विद्युत क्षेत्र की तीव्रता को ज्ञात करना है। इसके लिए बिंदु O को केन्द्र मानकर x त्रिज्या का एक काल्पनिक गोला खींचते है। जो गॉस के प्रष्ठ की तरह कार्य करेगा तथा उसके प्रत्येक बिंदु पर विद्युत क्षेत्र एक समान एवं प्रष्ठ के लम्बवत् होगा अतः

$$\boxed{\theta = 0°}$$

By - Rathore Sir

अब, गॉस के प्रष्ठ से अंदर वाले गोले से गुजरने वाला विद्युत फ्लक्स

$$\emptyset_E = \int E ds \cos\theta$$

$$\emptyset_E = \int E ds \cos 0°$$

$$\emptyset_E = \int E ds \times 1 \qquad \{\text{चूंकि } \cos 0° = 1\}$$

$$\emptyset_E = E \int ds$$

$$\emptyset_E = E.4\pi x^2 \; ---(1) \qquad \{\int ds = 4\pi x^2 \text{अंदर वाले गोले का प्रष्ठीय क्षेत्रफल}\}$$

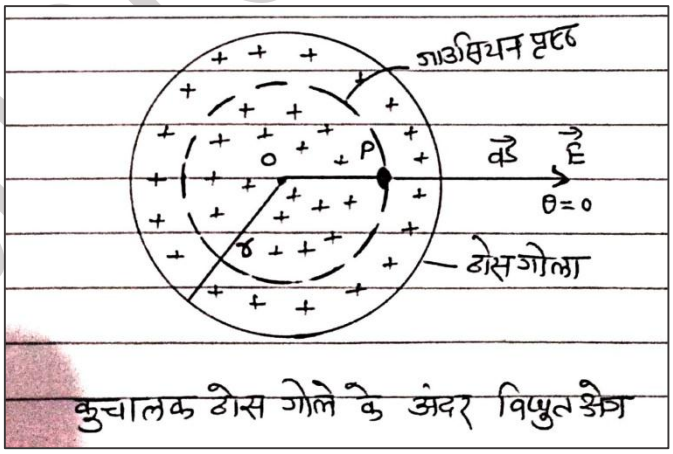
लेकिन गॉस की प्रमेय से,

$$q_E = \frac{1}{\varepsilon_0} . q' \; -----(2)$$

जहाँ q' गाउसियन प्रष्ठ के अंदर का आवेश है।

$q' =$ इकाई आयतन का आवेश $\times$ अंदर वाले गोले का आयतन

$$q' = \rho \times \frac{4}{3}\pi x^3 \; ----(3)$$



समी (1) व (2) की तुलना करने पर,

$$E.4\pi x^2 = \frac{1}{\varepsilon_0} . q'$$

$$E = \frac{1}{4\pi x^2} . \frac{1}{\varepsilon_0} . q'$$

$$E = \frac{1}{\varepsilon_0} . \frac{q'}{4\pi x^2}$$

q' का मान रखने पर,

$$E = \frac{1}{\varepsilon_0} . \frac{\rho \times \frac{4}{3}.\cancel{\pi} x^{\cancel{3}}}{\cancel{4\pi x^2}}$$

$$E = \frac{1}{\varepsilon_0} . \frac{\rho x}{3}$$

$$\boxed{E = \frac{\rho x}{3\varepsilon_0} N/C}$$

ρ का मान रखने पर,

$$E = \frac{q}{\frac{4}{3}\pi x^3} \times \frac{x}{3\varepsilon_0}$$

$$\boxed{E = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} . \frac{qx}{r^3} N/C}$$

By - Rathore Sir

प्र.27 गॉस की प्रमेय की सहायता से अनन्त लम्बाई के सीधे रेखीय चालक तार के कारण किसी बिन्दु पर विद्युत क्षेत्र की तीव्रता के लिए सूत्र का निगमन करो।

उ. माना कि चित्र में XY अनन्त लम्बाई का एक सीधा आवेशित चालक तार है। जिसे जिसकी प्रति मीटर लम्बाई का आवेश λ कूलाम है। इस रेखीय चालक तार से लम्बवत् दूरी r पर कोई बिंदु P है। जिस पर हमें विद्युत क्षेत्र की तीव्रता को ज्ञात करना है। इसके लिए चालक तार XY को अक्ष मानकर एवं r त्रिज्या लेकर l लम्बाई का एक काल्पनिक बेलन खींचते हैं। जो गॉस के प्रष्ठ की तरह कार्य करेगा और इस प्रष्ठ के प्रत्येक बिंदु पर विद्युत क्षेत्र एक समान होगा एवं प्रष्ठ के लम्बवत् होगा अतः,

$$\boxed{\theta = 0°}$$

अब, गॉस के प्रष्ठ से गुजरने वाला विद्युत फ्लक्स,

$$\emptyset_E = \int E ds \cos\theta$$

$$\emptyset_E = \int E ds \cos 0$$

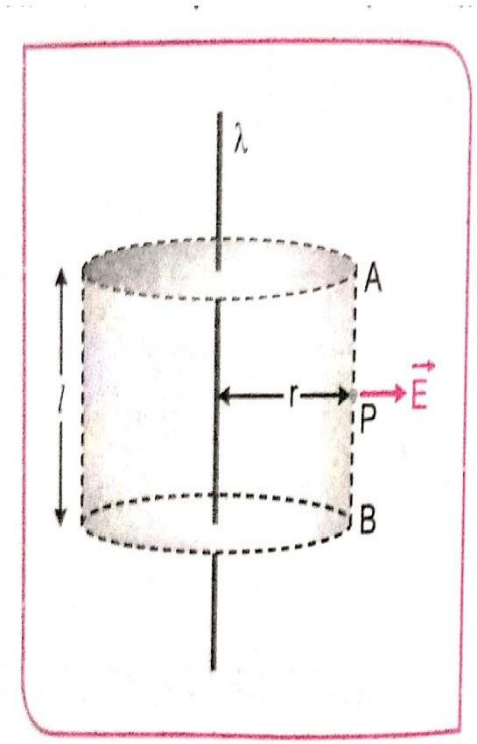
$$\emptyset_E = \int E ds \times 1 \quad \{\because \cos 0° = 1\}$$

$$\emptyset_E = E \int ds$$

$$\emptyset_E = E.2\pi rl \quad -----(1) \quad \{\int ds = 2\pi rl \text{ बेलन का प्रष्ठीय क्षेत्रफल}\}$$

लेकिन गॉस की प्रमेय से,

$$q_E = \frac{1}{\varepsilon_0}.q \quad -----(2)$$



यहाँ q_1 बेलन के अंदर का आवेश है।

$$q = l\lambda$$

$$E.2\pi rl = \frac{1}{\varepsilon_0}.q$$

$$E = \frac{1}{\varepsilon_0 2\pi rl}.q$$

$$E = \frac{1}{2\pi\varepsilon_0}.\frac{q}{rl}$$

$$E = \frac{1}{2\pi\varepsilon_0}.\frac{\lambda \cancel{l}}{r\cancel{l}} \quad \{\because q = \lambda l\}$$

$$\boxed{E = \frac{1}{2\pi\varepsilon_0}.\frac{\lambda}{r}} \quad N/C$$

$$E = \frac{1}{2\pi\varepsilon_0}.\frac{2\lambda}{2r}$$

By - Rathore Sir

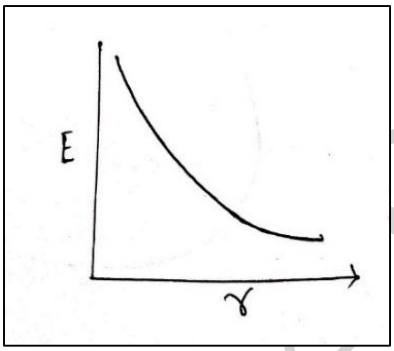
$$\boxed{E = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}.\frac{2\lambda}{r}} \quad N/C$$

उपरोक्त सूत्र से स्पष्ट है कि $E \propto \frac{1}{r}$

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

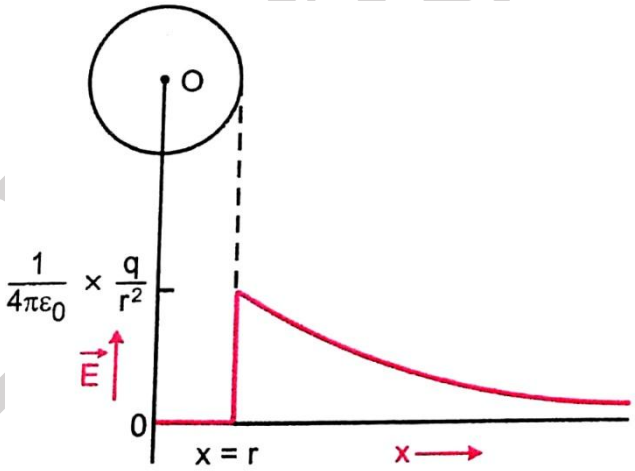
अर्थात् रेखीय आवेश के कारण विद्युत क्षेत्र की तीव्रता दूरी के व्युत्क्रमानुपाती होती है।

<u>तीव्रता एवं दूरी के बीच ग्राफ</u>→

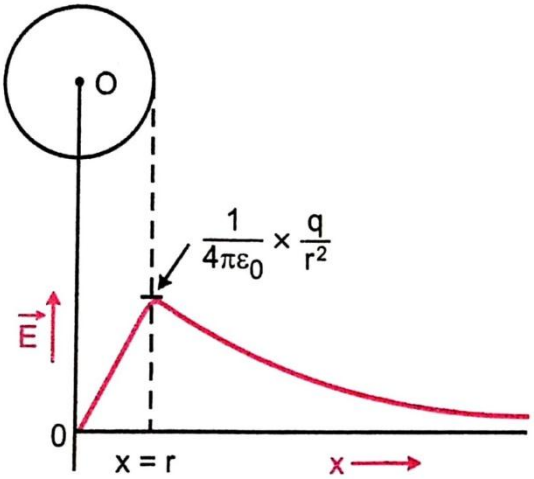


प्र.28 एक समान आवेशित खोखले एवं ठोस गोले के कारण विद्युत क्षेत्र की तीव्रता **E** एवं दूरी ***r*** के मध्य ग्राफ खींचिए।

उ. <u>खोखले गोले और गोलीय कोश के लिए</u> →



<u>ठोस गोले के लिए</u> →



By - Rathore Sir

प्र.29 आवेश के अनंत समतल चादर के कारण विद्युत क्षेत्र की तीव्रता के लिए सूत्र का निगमन करो।

उ. माना कि PQRS अनंत विस्तार वाली आवेशित चादर है। जिसके A क्षेत्रफल में q आवेश है।

तब, प्रष्ठीय आवेश घनत्व $\sigma = \frac{q}{A}$

या, $q = \sigma A \; ----(1)$

माना कि आवेशित चादर से r दूरी पर स्थित किसी बिंदु P पर विद्युत क्षेत्र की तीव्रता ज्ञात करनी है। इसके लिए चादर के आर पार $2r$ लम्बाई एवं A अनुप्रस्थ परिच्छेद वाले बेलन की कल्पना करते हैं। जो गाउसियन प्रष्ठ की भांति कार्य करेगा। इस बेलन के दोनों वृत्तीय प्रष्ठ (समतल प्रष्ठ) का प्रष्ठीय क्षेत्रफल विद्युत क्षेत्र की दिशा में होगा अतः $\theta = 0°$ एवं वकृप्रष्ठ का प्रष्ठीय क्षेत्रफल विद्युत क्षेत्र के लम्बवत $(\theta = 90°)$ होगा अतः इससे गुजरने वाला विद्युत फ्लक्स 0 होगा।

तब, गाउसियन प्रष्ठ से गुजरने वाला कुल विद्युत फ्लक्स,

$\emptyset_E$ = दोनों समतल पृष्ठों से गुजरने वाला विद्युत फ्लक्स

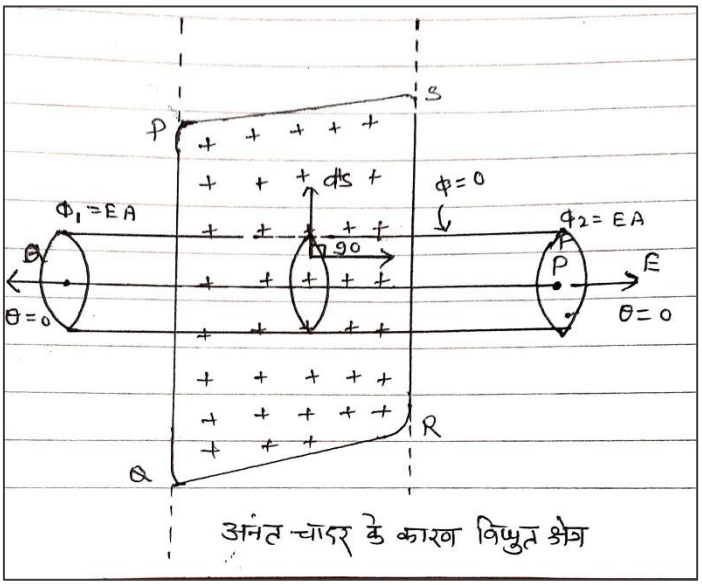
$\emptyset_E = \int E ds \cos 0 + \int \text{Eds} \cos 0$

$\emptyset_E = \int E ds + \int \text{Eds}$

$\emptyset_E = E \int ds + E \int \text{ds}$

$\emptyset_E = E.A + E.A \quad \{\because \int ds = A$ समतल प्रष्ठों का क्षेत्रफल $\}$

$\emptyset_E = 2E.A \; ----(1)$



लेकिन गॉस की प्रमेय से-

$\emptyset_E = \frac{1}{\varepsilon_0} . q \; ------(2)$

समी. (1) और (2) की तुलना से-

$2 E.A = \frac{1}{\varepsilon_0} . q$

$E = \frac{1}{\varepsilon_0} . \frac{q}{2A}$

q का मान रखने पर

$E = \frac{1}{\varepsilon_0} . \frac{\sigma A}{2 A}$

$\boxed{E = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}} \quad N/C$

By - Rathore Sir

Numerical question

प्र.01 एक चालक पर 14.4 कूलाम धनावेश है। बताइये कि चालक में सामान्य अवस्था से कितने इलेक्ट्रॉन कम या अधिक है।

उ. $n = 9 \times 10^{19}$

प्र.02 एक कूलाम आवेश में इलेक्ट्रॉनों की संख्या बताइये।

उ. $n = 6.25 \times 25^{18}$

प्र.03 एक कूलाम आवेश से गुजरने वाले विद्युत फ्लक्स की गणना करो।

उ. $\emptyset_E = 1.1304 \times 10^{11}$ न्यूटन $\times$ मीटर ^{2}/कूलाम

प्र.04 2 सेमी. लम्बाई का वैद्युत द्विध्रुव 10^5 N/Q तीव्रता के विद्युत क्षेत्र में $30°$ के कोण पर रखे जाने पर $30\sqrt{3}$ N/M का बल आघूर्ण अनुभव करता है। द्विध्रुव पर आवेश का परिमाण ज्ञात करो।

उ. $q = 173.2$ कूलाम या $q = 1.732$ कूलाम

प्र.05 दो बिंदु $+9\,e$ और $+e$ एक दूसरे से 8 मीटर की दूरी पर स्थित है। तीसरे आवेश q से उपरोक्त हैं। दोनों आवेशों को मिलाने वाली रेखा पर कहां रखा जाए जिससे वह संतुलन की अवस्था में रहे।

उ. $x = 6$ मीटर

प्र.06 $+5$ माइक्रो कूलाम और -5 माइक्रो कूलाम के दो बिंदु आवेश एक दूसरे से 4 सेमी. की दूरी पर स्थित है। इस द्विध्रुव के मध्य बिंदु से 4 सेमी. की दूरी पर अक्षीय स्थिति में विद्युत क्षेत्र की तीव्रता ज्ञात करो।

उ. $E = 10^8$ N/C

****

Best of luck by Rathore sir

By - Rathore Sir

प्र.01 विद्युत विभव किसे कहते हैं। इसका **S.I.** मात्रक एवं विमीय सूत्र लिखो और बताओं कि यह किन-किन कारकों पर निर्भर करता है।

उ. विद्युत विभव→ एकांक धनावेश को अनंत (∞)से विद्युत क्षेत्र के किसी भी बिन्दु तक लाने में जितना कार्य करना पड़ता है। इसे उस बिन्दु पर विद्युत विभव कहते हैं। इसके संकेत के रूप में "V" से प्रदर्शित करते हैं।

यदि परीक्षण आवेश q_0 को अनंत से विद्युत क्षेत्र के किसी भी बिन्दु तक लाने में w कार्य करना पड़े तब उस बिन्दु पर विद्युत विभव,

$$\boxed{\text{विद्युत विभव } V = \frac{w}{q_0}}$$

मात्रक → S.I. पद्धति में – जूल/कूलाम या वोल्ट

C.G.S. पद्धति में – अर्ग/स्थैत कूलाम या स्थैत वोल्ट

अन्य व्यवहारिक मात्रक → मिलीवोल्ट, माइक्रोवोल्ट आदि

संबंध →

$$1 \text{ वोल्ट} = \frac{1 \text{ जूल}}{1 \text{ कूलाम}}$$

$$1 \text{ वोल्ट} = \frac{10^7 \text{ अर्ग}}{3\times10^9 \text{ स्थैत कूलाम}}$$

$$1 \text{ वोल्ट} = \frac{1}{3\times10^2} \text{ अर्ग/स्थैत कूलाम}$$

$$1 \text{ वोल्ट} = \frac{1}{300} \text{ स्थैत वोल्ट}$$

विमीय सूत्र → विद्युत विभव - $[ML^2T^{-3}A^{-1}]$

प्रकृति→ अदिश राशि

विद्युत विभव को प्रभावित करने वाले कारक →

(1) आवेश की मात्रा → किसी चालक का विद्युत विभव उसे दिये गये आवेश की मात्रा q के अनुक्रमानुपाती होता है। अर्थात $\boxed{V \propto q}$

(2) चालक का आकार → किसी चालक का विद्युत विभव उसके प्रष्ठीय क्षेत्रफल A के व्युत्क्रमानुपाती होता है। अर्थात् $\boxed{V \propto \frac{1}{A}}$

(3) चालक के आस-पास का माध्यम→ यदि चालक के आस-पास वायु के स्थान पर कोई अन्य परावैद्युत माध्यम हो तब उसका विभव घट जाता है। अर्थात् $\boxed{V \propto \frac{1}{K}}$

(4) अन्य चालक की उपस्थिति→ जब किसी आवेशित चालक के पास कोई अनावेशित चालक लाते हैं तब आवेशित चालक का विभव घट जाता है।

Note-

(1) विद्युत विभव का मात्रक वोल्ट वैज्ञानिक वोल्टा के नाम पर रखा गया है।

(2) पृथ्वी के विभव को सदैव शून्य माना जाता है। क्योंकि पृथ्वी इतना बड़ा चालक है। कि इसको कितना भी आवेश दिया जाए इसके विभव में कोई भी परिवर्तन नहीं होता है।

(3) अनंत पर अर्थात् विद्युत क्षेत्र के बाहर विद्युत विभव का मान शून्य होता है।

(4) जब एकांक धनावेश को अनंत से विद्युत क्षेत्र के किसी बिन्दु तक लाने में विद्युत बल के विरुद्ध कार्य करना पड़े तब उस बिन्दु का विभव धनात्मक कहलाता है। और यदि विद्युत बल की दिशा में कार्य किया जाये तब विभव ऋणात्मक कहलाता है।

प्र.02 विद्युत विभव के **S.I.** मात्रक को परिभाषित करो।

अथवा

1 वोल्ट को परिभाषित करो।

उ. हम जानते हैं कि,

विद्युत विभव $V = \frac{w}{q_0}$

उपरोक्त सूत्र में यदि, $q_0 = 1$ कूलाम, $w = 1$ जूल

तब विभव $V = \frac{1 \text{ जूल}}{1 \text{ कूलाम}}$

$\boxed{V = 1 \text{ वोल्ट}}$

इस प्रकार,

एक कूलाम धनावेश को अनंत से विद्युत क्षेत्र के किसी भी बिन्दु तक लाने में यदि 1 जूल कार्य करना पड़े तब उस बिन्दु का विद्युत विभव 1 वोल्ट कहलाता है।

By - Rathore Sir

प्र.03 विद्युत विभव किसे कहते हैं। एक बिन्दु आवेश के कारण विद्युत विभव के सूत्र का निगमन करो।

उ. <u>विद्युत विभव</u>→ पूर्वानुसार

<u>बिन्दु आवेश के कारण विद्युत विभव के लिए व्यंजक</u>→ माना कि चित्र में वायु या निर्वात में कोई बिन्दु O है। जिस पर $+q$ आवेश रखा हुआ है। बिन्दु O से r दूरी पर कोई बिन्दु P है, जिस पर हमें विद्युत विभव की गणना करनी है।

माना कि बिन्दु O से x दूरी पर एक अन्य बिन्दु A है, जिस पर परीक्षण आवेश q_0रखा हुआ है। तब कूलाम के नियम से,

आवेश q और q_0के बीच लगने वाला बल $F = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}.\frac{qq_0}{x^2}\left\{\underset{OP}{\rightarrow}\text{ की दिशा में}\right\}$

अब यदि परीक्षण आवेश q_0को बल के विपरीत बिन्दु A से B तक अल्प दूरी dx विस्थापित करने में अल्प-कार्य dw करना पड़े तब,

सूत्र → कार्य = बल × विस्थापन

$$dw = F.(-dx)$$

$$dw = -Fdx$$

$$dw = -\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}.\frac{qq_0}{x^2}.dx \quad \{F \text{ का मान रखने पर}\}$$

अब परीक्षण आवेश को ∞ से बिन्दु P तक लाने में किया कुल कार्य,

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

$$W = \int_{\infty}^{r} -\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}.\frac{qq_0}{x^2}.dx$$

$$W = -\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}.qq_0\int_{\infty}^{r}\frac{1}{x^2}dx$$

$$W = -\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}.qq_0\int_{\infty}^{r}x^{-2}dx$$

$$W = -\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}.qq_0\left(\frac{x^{-2+1}}{-2+1}\right)_{\infty}^{r} \quad \left\{\because \int xdx = \frac{x^{n+1}}{n+1}\right\}$$

$$W = -\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}.qq_0\left(\frac{x^{-1}}{-1}\right)_{\infty}^{r}$$

$$W = +\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}.qq_0\left[\frac{x^{-1}}{+1}\right]_{\infty}^{r}$$

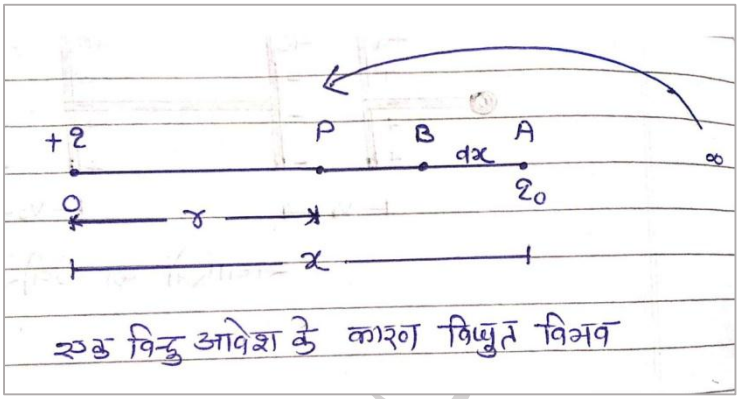
By-Rathore Sir

$$W = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} . qq_0 \left[\frac{1}{x}\right]_\infty^r$$

$$W = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} . qq_0 \left[\frac{1}{r} - \frac{1}{\infty}\right]$$

$$W = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} . qq_0 \left[\frac{1}{r} - 0\right]$$

$$\boxed{W = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} . \frac{qq_0}{r}}$$



अब,

विद्युत विभव की परिभाषा से,

बिन्दु P पर विद्युत विभव $V = \frac{W}{q_0}$

q_0का मान रखने पर,

$$V = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} . \frac{q\cancel{q_0}}{r} \times \frac{1}{\cancel{q_0}}$$

$$\boxed{V = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} . \frac{q}{r}}$$ वोल्ट

यदि बिन्दु O के आस-पास K परावैद्युतांक वाला माध्यम उपस्थित हो तब,

$$\boxed{V = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0 K} . \frac{q}{r}}$$ वोल्ट

प्र.04 समविभव प्रष्ठ किसे कहते हैं। इसकी विशेषताऐं लिखो।

उ. <u>समविभव प्रष्ठ</u>→ वह प्रष्ठ जिसके प्रत्येक बिन्दु का विभव एक समान होता है, समविभव प्रष्ठ कहलाता है।

<u>अथवा</u>

विद्युत क्षेत्र में समान विभव वाले बिन्दुओं से मिलकर बना हुआ प्रष्ठ समविभव प्रष्ठ कहलाता है।

<u>समविभव प्रष्ठ की विशेषताऐं</u>→

(1) इस प्रष्ठ के प्रत्येक बिन्दु का विभव एक समान होता है।
(2) विद्युत बल रेखाऐं सदैव इस प्रष्ठ के लम्बवत् होती हैं।
(3) एकांक धनावेश को इस प्रष्ठ के एक बिन्दु से दूसरे बिन्दु तक ले जाने में कोई भी कार्य नहीं करना पड़ता है।

By - Rathore Sir

(4) दो समविभव प्रष्ठ एक दूसरे को कभी नहीं काटते हैं।

(5) किसी चालक का प्रष्ठ सदैव समविभव प्रष्ठ होता है।

(6) समविभव प्रष्ठ की दिशा में विद्युत क्षेत्र की तीव्रता शून्य (0) होती है।

प्र.05 विद्युत विभवान्तर से क्या अभिप्राय है। इसका **S.I.** मात्रक एवं विमीय सूत्र लिखो।

उ. <u>विद्युत विभवांतर</u>→ एकांक धनावेश को विद्युत क्षेत्र में एक बिन्दु से दूसरे बिन्दु तक ले जाने में जितना कार्य करना पड़ता है, उसे उन दोनों बिन्दुओं के बीच का विद्युत विभवांतर कहते हैं।

विद्युत विभवांतर वास्तव में विद्युत क्षेत्र के दो बिन्दुओं के विभव का अंतर होता है।

सूत्र रूप में बिन्दु A और B के बीच का विभवातंर, $\boxed{V = V_A - V_B = \frac{W_{B\to A}}{q_0}}$

मात्रक →S.I. पद्धति में – वोल्ट

C.G.S. पद्धति में – स्थैत वोल्ट

<u>विमीय सूत्र</u>→ $[ML^2T^{-3}A^{-1}]$

<u>प्रकृति</u>→ अदिश राशि

<u>Note</u> – समविभव प्रष्ठ के दो बिन्दुओं के बीच का विभवांतर शून्य होता है।

प्र.06 वैद्युत द्विध्रुव किसे कहते हैं? वैद्युत द्विध्रुव की अक्षीय स्थिति अथवा अनुदैर्ध्य में विद्युत विभव के लिए सूत्र का निगमन करो।

उ. <u>वैद्युत द्विध्रुव</u>→ यदि समान परिमाण और विपरीत प्रकृति वाले दो आवेश एक दूसरे के बहुत नजदीक रख हुए हो तब इस निकाय को वैद्युत द्विध्रुव कहते हैं।

द्विध्रुव के दोनों आवेशों के बीच की दूरी को द्विध्रुव की लम्बाई कहते हैं। जिसे $2l$ से प्रदर्शित करते हैं और द्विध्रुव के दोनों आवेशों को मिलाने वाली रेखा को द्विध्रुव की अक्ष कहते हैं।

<u>अक्षीय स्थिति में विद्युत विभव के लिए व्यंजन</u>→ माना कि AB एक वैद्युत द्विध्रुव है। जो वायु या निर्वात में रखा हुआ है। और इसका द्विध्रुव आघूर्ण $P = q \times 2l$ है। द्विध्रुव के मध्य बिन्दु O से r दूरी पर इसकी अक्ष पर कोई बिन्दु P है। जिस पर हमें विद्युत विभव की गणना करनी है। तब चित्र से,

$$AB = r - l$$

$$AP = r + l$$

अब,

By - Rathore Sir

$+q$ आवेश के कारण बिन्दु P पर विद्युत विभव

$$V = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{\text{आवेश}}{\text{दूरी}}$$

$$V_1 = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{(+q)}{(r-l)} \quad ------(1)$$

$-q$ आवेश के कारण बिन्दु P पर विद्युत विभव

$$V_2 = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{(-q)}{(r+l)} \quad ------(2)$$

चूंकि विद्युत विभव एक अदिश राशि है। अतः बिन्दु P पर परिणामी विद्युत विभव

$$V = V_1 + V_2$$

V_1 और V_2 के मान रखने पर,

$$V = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{(+q)}{(r-l)} + \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{(-q)}{(r+l)}$$

$$V = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{q}{(r-l)} - \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{q}{(r+l)}$$

$$V = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot q\left[\frac{1}{r-l} - \frac{1}{r+l}\right]$$

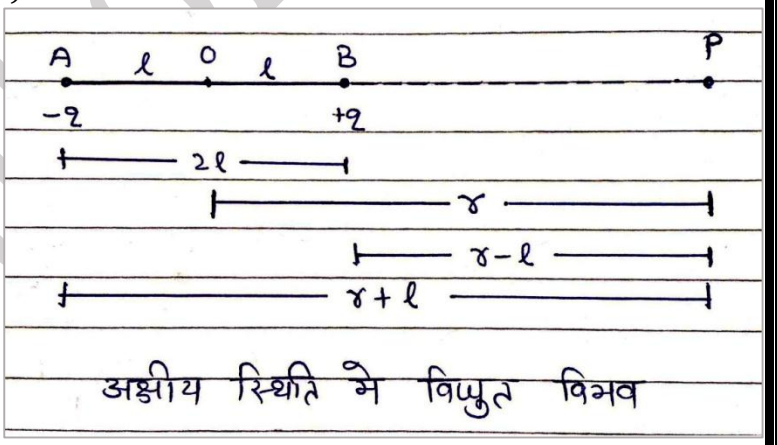
$$V = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot q\left[\frac{r+l-(r-l)}{(r-l)(r+l)}\right]$$

$$V = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot q\left[\frac{r+l-r+l}{(r-l)(r+l)}\right]$$

$$V = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{q\times 2l}{r^2-l^2}$$

$$V = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{P}{r^2-l^2} \{\because P = q \times 2l\}$$

$$\boxed{V = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{P}{r^2-l^2}} \text{वोल्ट}$$



अक्षीय स्थिति मे विद्युत विभव

यदि द्विध्रुव बहुत छोटा होता है,

अर्थात् $l << r$ हो तब,

l^2की उपेक्षा करने पर,

$$\boxed{V = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{P}{r^2}} \text{वोल्ट}$$

यदि द्विध्रुव K परावैद्युतांक वाले माध्यम में रखा हो तब,

$$\boxed{V = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0 K} \cdot \frac{P}{r^2}} \text{वोल्ट}$$

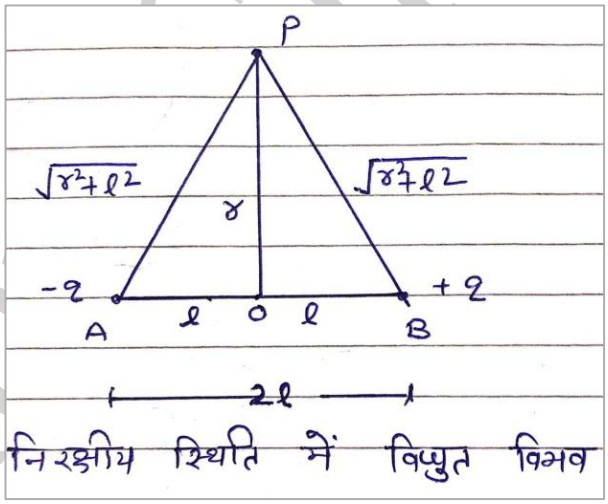
By-Rathore Sir

प्र.07 वैद्युत द्विध्रुव की निरक्षीय स्थिति अथवा अनुप्रस्थ स्थिति में विद्युत विभव के लिए सूत्र का निगमन करो?

<u>अथवा</u>

सिद्ध करो कि वैद्युत द्विध्रुव की निरक्षीय स्थिति में विद्युत विभव का मान शून्य होता है।

उ. माना कि AB एक वैद्युत द्विध्रुव है। जिसका द्विध्रुव आघूर्ण $P = q \times 2l$ है यह द्विध्रुव वायु या निर्वात में रखा हुआ है द्विध्रुव की निरक्ष पर कोई बिन्दु P है। जिसकी द्विध्रुव के मध्य बिन्दु O से दूरी r है। तथा हमें इसकी बिन्दु P पर विद्युत विभव की गणना करनी है।



तब चित्र से,

$$BP = AP = \sqrt{r^2 + l^2}$$

अब,

$+q$ आवेश के कारण बिन्दु P पर विद्युत विभव

$$V = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{\text{आवेश}}{\text{दूरी}}$$

$$V_1 = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{(+q)}{\sqrt{r^2+l^2}} \quad ---------(1)$$

पुनः, $-q$ आवेश के कारण बिन्दु P पर विद्युत विभव

$$V_2 = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{(-q)}{\sqrt{r^2+l^2}} \quad ---------(2)$$

चूंकि विभव एक अदिश राशि है। अतः बिन्दु P पर परिणामी विद्युत विभव

$$V = V_1 + V_2$$

V_1 और V_2 के मान रखने पर,

$$V = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{(+q)}{\sqrt{r^2+l^2}} + \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{(-q)}{\sqrt{r^2+l^2}}$$

$$V = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{q}{\sqrt{r^2+l^2}} - \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{q}{\sqrt{r^2+l^2}}$$

$$\boxed{V = 0}$$

प्र.08 विद्युत क्षेत्र की तीव्रता एवं विद्युत विभवांतर को परिभाषित करते हुये इनके मध्य सम्बन्ध दिखाने वाले सूत्र $\boldsymbol{E = -\frac{dv}{dx}}$ का निगमन करो।

<u>अथवा</u>

सिद्ध करो कि विद्युत क्षेत्र के किसी बिन्दु पर विद्युत क्षेत्र की तीव्रता विभव प्रवणता के ऋणात्मक मान के बराबर होती है।

By - Rathore Sir

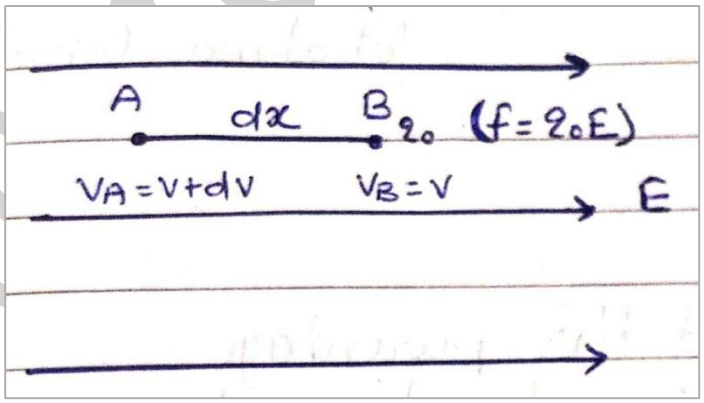
उ. <u>विद्युत क्षेत्र की तीव्रता</u>→ विद्युत क्षेत्र के अंतर्गत किसी भी बिन्दु पर रखा हुआ एकांक धनावेश जितने बल का अनुभव करता है। उसे उस बिन्दु पर विद्युत क्षेत्र की तीव्रता कहते हैं। और इसे "E" से प्रदर्शित करते हैं।

सूत्र रूप में $\boxed{E = \frac{F}{q_0}}$

<u>विद्युत विभवांतर</u>→ पूर्वानुसार

<u>विद्युत क्षेत्र की तीव्रता एवं विभवांतर में सम्बन्ध</u> → माना कि एक समान विद्युत क्षेत्र E में दो बिन्दु A और B एक दूसरे से अल्प दूरी dx पर स्थित है। विद्युत क्षेत्र की दिशा बिन्दु A से बिन्दु B की ओर है। अतः बिन्दु A का विभव बिन्दु B के विभव से अधिक होगा। माना कि बिन्दु B का विभव $V_B = V$ एवं बिन्दु A का विभव $V_A = V + dV$ है। यहाँ dV दोनों बिन्दुओं के बीच का विभवांतर है।

यदि बिन्दु B पर कोई परीक्षण आवेश q_0 रखा हुआ हो विद्युत क्षेत्र E के कारण इस पर लगने वाला विद्युत बल $\boxed{F = q_0.E}$



अब विभवांतर की परिभाषा से,

बिन्दु A और B के बीच का विभवांतर,

$$V = V_A - V_B = \frac{W_{B\to A}}{q_0}$$

या, $V_A - V_B = \frac{W_{B\to A}}{q_0}$

या, $V_A - V_B = F\frac{(-dx)}{q_0}$ $\{\because$ बल $\times$ विस्थापन $=$ कार्य $\}$

$$V + dV - V = \frac{q_0 E}{q_0}(-dx)$$

$$dV = E(-dx)$$

$$\frac{dV}{-dx} = E$$

$$\boxed{E = -\frac{dV}{dx}}$$

प्र.09 विद्युत क्षेत्र में गतिशील आवेशित कण के वेग एवं गतिज ऊर्जा के लिए सूत्र का निगमन करो।

उ. माना कि एक समान विद्युत क्षेत्र E में m द्रव्यमान एवं q आवेश से आवेशित कोई कण बिन्दु A पर विराम अवस्था में रखा हुआ है। तब विद्युत क्षेत्र E के कारण इस कण पर लगने वाला विद्युत बल

$$F = qE \quad ------(1)$$

यदि यह कण चलने के लिए स्वतंत्र हो तब सूत्र $F = ma$ के अनुसार कण में उत्पन्न होने वाला त्वरण

$$a = \frac{F}{m}$$

या, $a = \frac{qE}{m}$ – – – – – – – – – (2)

माना कि कण बिन्दु A से विराम अवस्था से चलता है और d दूरी तय करने के बाद बिन्दु B पर पहुंचने के बाद इसका अंतिम वेग v हो जाता है, तब गति के तृतीय समीकरण से,

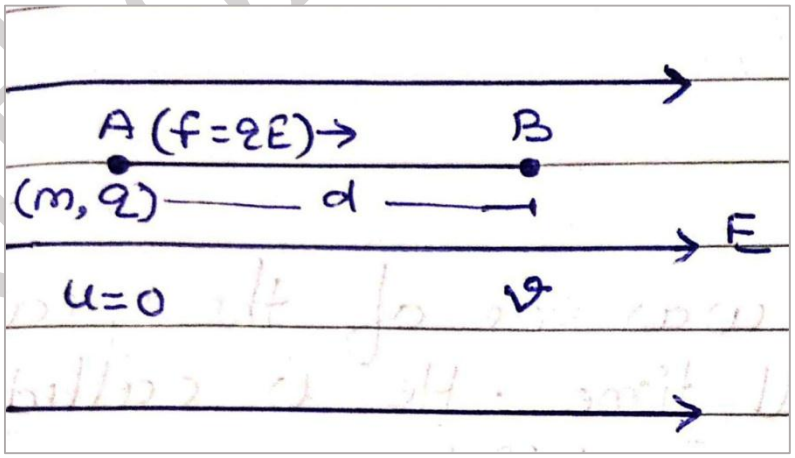
$$v^2 = u^2 + 2as$$

$$v^2 = (0)^2 + \frac{2qE}{m}d$$

$$v^2 = \frac{2qEd}{m} \quad ------- (3)$$

यदि बिन्दु A और B के बीच का विभवांतर V हो तब

सूत्र $-E = -\frac{dV}{dx}$ से



$$E = \frac{V}{d}$$

E का मान समी. (3) में रखने पर

$$v^2 = \frac{2qv\cancel{d}}{m\cancel{d}}$$

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

या, $v = \sqrt{\frac{2qv}{m}}$

यह विद्युत क्षेत्र में गतिशील आवेशित कण के वेग के लिए अभीष्ट व्यंजक है।

अब,

आवेशित कण की गतिज ऊर्जा

$$K.E = \frac{1}{2}mv^2$$

या, $K.E = \frac{1}{\cancel{2}}\cancel{m}.\frac{\cancel{2}qv}{\cancel{m}}$

$\boxed{K.E = qv}$ जूल (J)

यह आवेशित कण की गतिज ऊर्जा के लिए अभीष्ट व्यंजक है।

प्र.10 इलेक्ट्रोन वोल्ट क्या है? इसका मान जूल **(J)** में बताइये।

उ. <u>इलेक्ट्रॉन वोल्ट</u>→ इलेक्ट्रॉन वोल्ट ऊर्जा का एक छोटा मात्रक है। जिसका उपयोग परमाण्विक कणों की ऊर्जा को व्यक्त करने के लिए किया जाता है। इसे संकेत के रूप में ev से प्रदर्शित करते हैं।

<u>1 इलेक्ट्रॉन वोल्ट की परिभाषा</u>→ एक इलेक्ट्रॉन एक वोल्ट विभवान्तर से त्वरित किये जाने पर जितनी ऊर्जा प्राप्त कर लेता है। उसे एक इलेक्ट्रॉन वोल्ट कहते हैं।

1 इलेक्ट्रॉन वोल्ट (ev) = 1 इलेक्ट्रॉन का आवेश × 1 वोल्ट विभवांतर

$1ev = 1.6 \times 10^{-19}$कूलाम × 1 वोल्ट

$1\ ev = 1.6 \times 10^{-19}$कूलाम × वोल्ट

$1\ ev = 1.6 \times 10^{-19}$जूल (J)

1 मिलियन इलेक्ट्रॉन वोल्ट $(1\ mev) = \ 10^6\ ev$

$1\ mev = \ 10^6 \times 1.6 \times 10^{-19}$जूल

$1mev = 1.6 \times 10^{-13}$जूल

1 विलियन इलेक्ट्रॉन वोल्ट $(1\ Bev) = 10^9\ ev$

$1\ Bev = \ 10^6 \times 1.6 \times 10^{-19}$जूल

$1\ Bev = 1.6 \times 10^{-10}$जूल

प्र.11 विद्युत धारिता से क्या अभिप्राय है? इसका **S.I.** मात्रक एवं विमीय सूत्र लिखो।

उ. <u>विद्युत धारिता</u> → किसी चालक की विद्युत धारिता चालक को दिये गये आवेश एवं इसके विभव में होने वाली वृद्धि के अनुपात के बराबर होती है।

$Q \propto V$

$Q = CV\{\because C = \text{नियतांक}\}$

$\boxed{C = \frac{Q}{V}}$

यदि किसी चालक को Q आवेश देने पर उसके विभव में होने वाली वृद्धि V हो तब चालक की विद्युत धारिता

$\boxed{C = \frac{Q}{V}}$

उपरोक्त सूत्र में यदि $V = 1$ हो तब $C = Q$

By - Rathore Sir

इस प्रकार,

किसी चालक की विद्युत धारिता चालक को दिये गये आवेश के उस संख्यात्मक मान के बराबर होती है। जो कि चालक के विभव में इकाई वृद्धि कर देता है।

मात्रक→S.I. पद्धति में – कूलाम/वोल्ट या फैरड

C.G.S. पद्धति में – स्थैत कूलाम/स्थैत वोल्ट या स्थैत फैरड

विमीय सूत्र→ $[M^{-1}L^{-2}T^{4}A^{2}]$

प्रकृति→ अदिश राशि

धारिता के **S.I.** मात्रक की परिभाषा अर्थात् एक फैरड की परिभाषा→

सूत्र – विद्युत धारिता $C = \frac{Q}{V}$

उपरोक्त सूत्र में यदि, $Q = 1$ कूलाम एवं $V = 1$ वोल्ट हो तब

धारिता $C = \frac{1 \text{ कूलाम}}{1 \text{ वोल्ट}}$

$\boxed{C = 1}$

इस प्रकार,

किसी चालक को 1 कूलाम आवेश देने पर यदि उसके विभव में होने वाली वृद्धि एक वोल्ट हो तब उस चालक की धारिता एक फैरड कहलाती है।

विद्युत धारिता को प्रभावित करने वाले कारक→

(1) चालक का आकार→ किसी चालक की विद्युत धारिता उसके प्रष्ठीय क्षेत्रफल A के अनुक्रमानुपाती (समानुपाती) होती है। अर्थात् $\boxed{C \propto A}$

(2) चालक के आस-पास का माध्यम→ किसी चालक के आस-पास परावैद्युतांक माध्यम के होने से उसकी विद्युत धारिता बढ़ जाती है अर्थात् $\boxed{C \propto K}$

(3) अन्य चालकों की उपस्थिति→ जब किसी आवेशित चालक के समीप कोई अनावेशित चालक रखते हैं तब आवेशित चालक का विभव घट जाता है। अतः उसकी धारिता बढ़ जाती है।

Note – एक फैरड $= 9 \times 10^{11}$ स्थैत फैरड

प्र.12 विद्युत धारिता किसे कहते हैं। सिद्ध करो कि किसी विलगित गोलीय चालक की धारिता उसकी त्रिज्या की $4\pi\varepsilon_0$ गुना होती है।

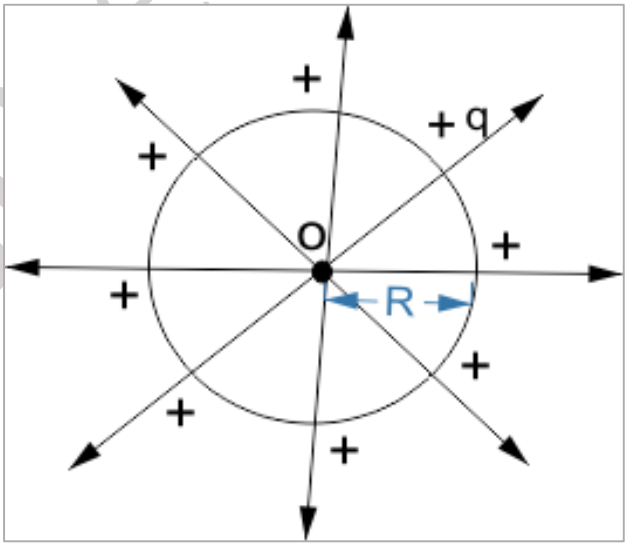
By - Rathore Sir

अथवा

सिद्ध करो कि किसी विलगित गोलीय चालक की धारिता उसकी त्रिज्या के अनुक्रमानुपाती होती है।

उ. विद्युत धारिता→ पूर्वानुसार

गोलीय चालक की विद्युत धारिता का व्यंजक→ माना कि चित्र में केन्द्र O एवं R त्रिज्या वाला एक विलगित गोलीय चालक है। जिसे +q आवेश से आवेशित किया गया है। यह आवेश चालक के पूरे प्रष्ठ पर एक समान रूप से फैल जाता है। अतः चालक का प्रष्ठ समविभव प्रष्ठ होगा तथा विद्युत बल रेखायें इस प्रष्ठ के लम्बवत् निकलेंगी गोले के केन्द्र से आती हुई प्रतीत होगी इसलिए सम्पूर्ण +q आवेश को गोले के केन्द्र पर रखा हुआ मान सकते हैं तब इस आवेश के कारण गोले के प्रष्ठ के किसी बिन्दु पर विद्युत विभव,



विद्युत विभव $V = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} . \frac{\text{आवेश}}{\text{दूरी}}$

$$V = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} . \frac{q}{R}$$

अब विद्युत धारिता की परिभाषा से, $C = \frac{q}{V}$

V का मान रखने पर,

$$C = \frac{\cancel{q}}{\frac{1}{4\pi\varepsilon_0} . \frac{\cancel{q}}{R}}$$

$$\boxed{C = 4\pi\varepsilon_0 R} \text{ फैरड}$$

अर्थात् किसी विलगित गोलीय चालक की धारिता उसकी त्रिज्या की $4\pi\varepsilon_0$ गुना होती है। चूंकि $4\pi\varepsilon_0$ एक नियत राशि है। अतः

$$\boxed{C \propto R} \text{ फैरड}$$

अर्थात् विलगित गोलीय चालक की धारिता उसकी त्रिज्या के समानुपाती होती है।

प्र.13 संधारित्र किसे कहते हैं? इसका सिद्धांत समझाइये।

उ. संधारित्र→ संधारित्र एक ऐसी युक्ति है। इसकी सहायता से किसी चालक के आकार या आयतन को बिना बदले उसकी धारिता को बढ़ाया जा सकता है।

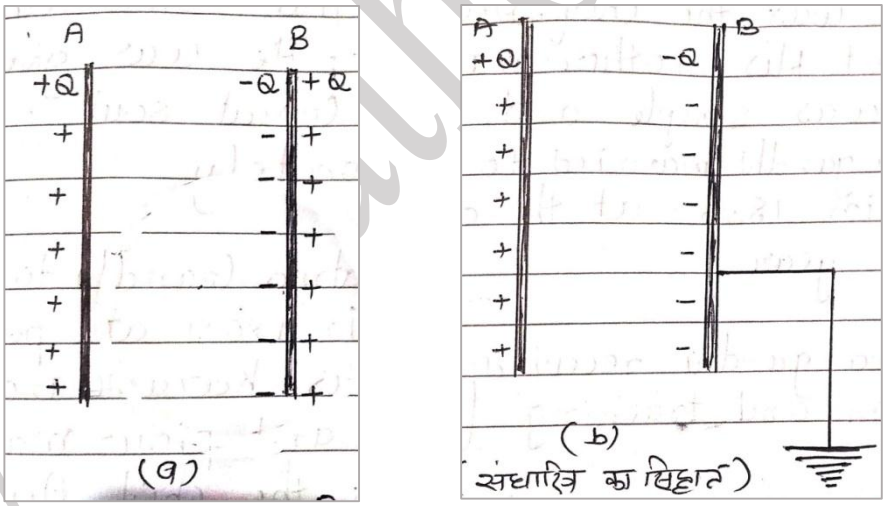
संधारित्र का सिद्धांत→ चित्र में संधारित्र का सिद्धांत समझाया गया है। इसमें A एक आवेशित चालक प्लेट है। जिसे +Q आवेश से आवेशित किया गया है। हमें इसी प्लेट

A की विद्युत धारिता को बढ़ाना है। इसके लिए प्लेट A के समीप एक अनावेशित प्लेट B को लाते हैं। तब विद्युत प्रेरण की क्रिया के कारण प्लेट B के अंदर वाले प्रष्ठ पर –Q आवेश और बाहर वाले प्रष्ठ पर +Q आवेश प्रेरित हो जाता है। प्लेट B का –Q आवेश प्लेट A के विभव को कम करने का प्रयास करता है, जबकि प्लेट B का +Q आवेश प्लेट A के विभव को बढ़ाने को प्रयास करता है। लेकिन प्लेट B का –Q आवेश प्लेट A के अधिक नजदीक है। अतः इसका प्रभाव अधिक होता है। जिससे प्लेट A का विभव घट जाता है। और सूत्र $C = \frac{Q}{V}$ के अनुसार प्लेट A की धारिता बढ़ जाती है।

यदि प्लेट B को पृथ्वी से जोड़ दिया जाए तब इसका सम्पूर्ण +Q आवेश पृथ्वी में चला जाता है। और इसके अंदर वाले प्रष्ठ पर केवल –Q आवेश शेष रह जाता है। जिसके कारण प्लेट A का विभव और ज्यादा कम हो जाता है, तथा इसकी धारिता और अधिक बढ़ जाती है।

इस प्रकार,

जब किसी आवेशित चालक प्लेट के पास पृथ्वी से जुड़ी कोई अनावेशित प्लेट लाते हैं। तब आवेशित प्लेट की धारिता बढ़ जाती है। यही संधारित्र का सिद्धांत है।



प्र.14 संधारित्र क्या है? संधारित्र की धारिता को परिभाषित कीजिए।

उ. <u>संधारित्र</u>→ पूर्वानुसार

<u>संधारित्र की धारिता</u>→ माना कि संधारित्र की पहली प्लेट को +Q आवेश देने से उसका विभव V_1 एवं दूसरी प्लेट पर –Q आवेश प्रेरित होने से उसका विभव V_2 हो जाता है।

तब,

प्लेटों के बीच का विभवांतर $V = V_1 - V_2$

अब,

धारिता की परिभाषा से संधारित्र की धारिता $C = \frac{\text{आवेश}}{\text{विभवांतर}}$

$$C = \frac{Q}{V_1 - V_2}$$

यदि, $V_1 - V_2 = 1$हो तब $C = Q$

इस प्रकार,

किसी संधारित्र की धारिता आवेश के उस संख्यात्मक मान के बराबर होती है। जिसे संधारित्र की किसी एक प्लेट को देने से दोनों प्लेटों के बीच इकाई विभवांतर उत्पन्न हो जाता है।

प्र.15 समान्तर प्लेट संधारित्र का वर्णन निम्न बिंदुओं के आधार पर करो।

(1) चित्र एवं संरचना

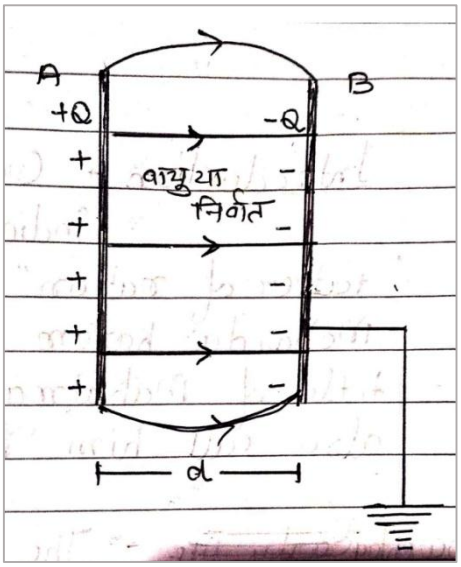
(2) धारिता के लिए व्यंजक

(3) धारिता को बढ़ाने के उपाय

<u>अथवा</u>

माध्यम युक्त समान्तर प्लेट संधारित्र की धारिता के लिए सूत्र का निगमन करो और बताओ कि यह किन-किन कारकों पर निर्भर करती है।

उ. (1) <u>चित्र एवं संरचना</u>→ चित्र में समान्तर प्लेट संधारित्र की संरचना प्रदर्शित है। इसमें धातु की दो आयताकार, वर्गाकार अथवा वृत्ताकार प्लेटे होती है। जो एक दूसरे से कुछ दूरी पर रखी होती है। प्लेटों के बीच वायु या अन्य कोई परावैद्युत माध्यम भरा होता है। पहली प्लेट A को +Q आवेश से आवेशित किया जाता है। जबकि दूसरी प्लेट B का सम्बन्ध पृथ्वी से होता है।



(2) <u>धारिता के लिए व्यंजक</u>→ माना कि संधारित्र की प्रत्येक प्लेट का क्षेत्रफल A है, तथा दोनों प्लेटों के बीच की दूरी d है। प्लेटों के बीच का माध्यम वायु या निर्वात है, जब संधारित्र की पहली प्लेट A को +Q आवेश से आवेशित करते हैं। तब प्रेरण की क्रिया

By - Rathore Sir

के कारण प्लेट B के अंदर वाले प्रष्ठ पर –Q आवेश प्राप्त होता है।

यदि संधारित्र की प्रत्येक प्लेट पर आवेश का प्रष्ठ घनत्व σ हो

तब, $\boxed{\sigma = \frac{Q}{A}}$

अब, संधारित्र की प्लेटों के बीच किसी बिन्दु पर विद्युत क्षेत्र की तीव्रता

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

σ का मान रखने पर

$$E = \frac{\frac{Q}{A}}{\varepsilon_0}$$

$$E = \frac{Q}{A.\varepsilon_0}$$

अब विभवांतर की परिभाषा से, संधारित्र की प्लेटों के बीच का विभवांतर

$$V = E.d$$

E का मान रखने पर

$$V = \frac{Q}{A.\varepsilon_0}.d$$

अब,

धारिता की परिभाषा से समांतर प्लेटों से संधारित्र की धारिता

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

V का मान रखने पर

$$C = \frac{\cancel{Q}}{\frac{\cancel{Q}}{A.\varepsilon_0}d}$$

$\boxed{C = \frac{A.\varepsilon_0}{d}}$ फैरड

यदि प्लेटों के बीच K परावैद्यंतांक वाला माध्यम हो तब

$\boxed{C = \frac{KA.\varepsilon_0}{d}}$ फैरड

<u>समांतर प्लेट संधारित की धारिता को प्रभावित करने वाले कारक</u>→

(1) <u>प्लेटों के बीच का माध्यम</u>→ प्लेटों के बीच अधिक परावैद्युतांक वाला माध्यम रखने से संधारित्र की धारिता बढ़ जाती है। क्योंकि $\boxed{C \propto K}$

By – K.S. Rathore Sir

(2) <u>प्लेटों का क्षेत्रफल</u>→ प्लेटों का क्षेत्रफल बढ़ाने से संधारित की धारिता बढ़ जाती है। क्योंकि $\boxed{C \propto A}$

(3) <u>प्लेटों के बीच की दूरी</u>→ दोनों प्लेटों के बीच की दूरी कम करने से संधारित्र की धारिता बढ़ जाती है। $\boxed{C \propto \frac{1}{d}}$

प्र.16 समांतर प्लेट संधारित्र की धारिता के लिए सूत्र का निगमन करो जबकि प्लेटों के बीच कुछ भाग मे वायु हो एवं कुछ भाग में परावैद्युत माध्यम हो।

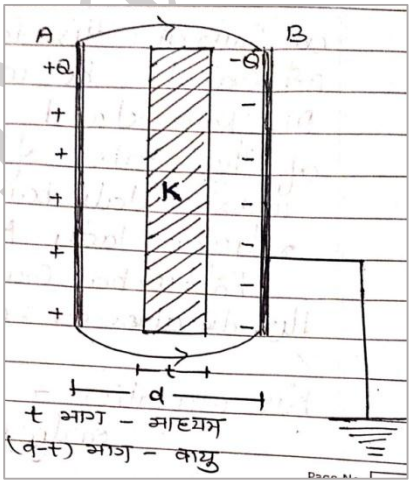
<u>अथवा</u>

आंशिक माध्यम युक्त समान्तर प्लेट संधारित्र का वर्णन निम्न बिंदुओं के आधार पर करो।

(1) चित्र एवं संरचना

(2) धारिता के लिए व्यंजक

उ. (1) <u>चित्र एवं संरचना</u>→ चित्र में समान्तर प्लेट संधारित्र की संरचना दिखाई गई है। जिसमें A और B धातु की दो आयताकार, वर्गाकार या वृत्ताकार प्लेटें होती है। जो एक दूसरे से कुछ दूरी पर रखी होती है। प्लेटों के बीच वायु या कोई अन्य परावैद्युत माध्यम भरा होता है। संधारित्र की पहली प्लेट A को +Q आवेश से आवेशित किया जाता है। जबकि दूसरी प्लेट B का संबंध पृथ्वी से होता है।



(2) <u>धारिता के लिए व्यंजक</u>→ माना कि संधारित्र की प्रत्येक प्लेट का क्षेत्रफल A है। और दोनों प्लेटों के बीच की दूरी d है। इन दोनों प्लेटों के बीच K परावैद्युतांक वाले माध्यम की t मोटाई वाली एक अन्य प्लेट रखी है। तब संधारित्र की दोनों प्लेटों के बीच t भाग में परावैद्युत माध्यम होगा जबकि शेष $d - t$ भाग में वायु होगी।

जब संधारित्र की पहली प्लेट A को +Q आवेश से आवेशित करते हैं। तब विद्युत प्रेरण की क्रिया के कारण प्लेट B के अंदर वाले प्रष्ठ पर –Q आवेश प्राप्त होता है।

By - Rathore Sir

यदि, संधारित्र की प्रत्येक प्लेट पर आवेश का प्रष्ठ घनत्व σ हो

तब, $\sigma = \frac{Q}{A}$

अब,

संधारित्र की दोनों प्लेटों के बीच वायु में किसी बिन्दु पर विद्युत क्षेत्र की तीव्रता

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

σका मान रखने पर

$$E_a = \frac{\frac{Q}{A}}{\varepsilon_0}$$

या, $E_a = \frac{Q}{\varepsilon_0 A}$

इसी प्रकार,

संधारित्र की दोनों प्लेटों के बीच माध्यम में स्थित किसी बिन्दु पर विद्युत क्षेत्र की तीव्रता

$$E_m = \frac{\sigma}{K\varepsilon_0}$$

σका मान रखने पर

$$E_m = \frac{\frac{Q}{A}}{K\varepsilon_0}$$

$$E_m = \frac{Q}{K\varepsilon_0 A}$$

अब विभवांतर की परिभाषा से, दोनों प्लेटों के बीच का विभवांतर

$$V = E_a(d-t) + E_m.t$$

या, $V = \frac{Q}{A\varepsilon_0}(d-t) + \frac{Q}{KA\varepsilon_0}.t$

$$V = \frac{Q}{A\varepsilon_0}\left[d - t + \frac{t}{K}\right]$$

$$V = \frac{Q}{A\varepsilon_0}\left[d - t\left(1 - \frac{1}{k}\right)\right]$$

धारिता की परिभाषा से, संधारित्र की धारिता

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

V का मान रखने पर

By - Rathore Sir

$$C = \frac{Q}{\frac{Q}{A\varepsilon_0}\left[d - t\left(1 - \frac{1}{k}\right)\right]}$$

$$C = \frac{\cancel{Q}.A\varepsilon_0}{\cancel{Q}\left[d - t\left(1 - \frac{1}{k}\right)\right]}$$

$$\boxed{C = \frac{A\varepsilon_0}{\left[d - t\left(1 - \frac{1}{k}\right)\right]}}$$ फैरड

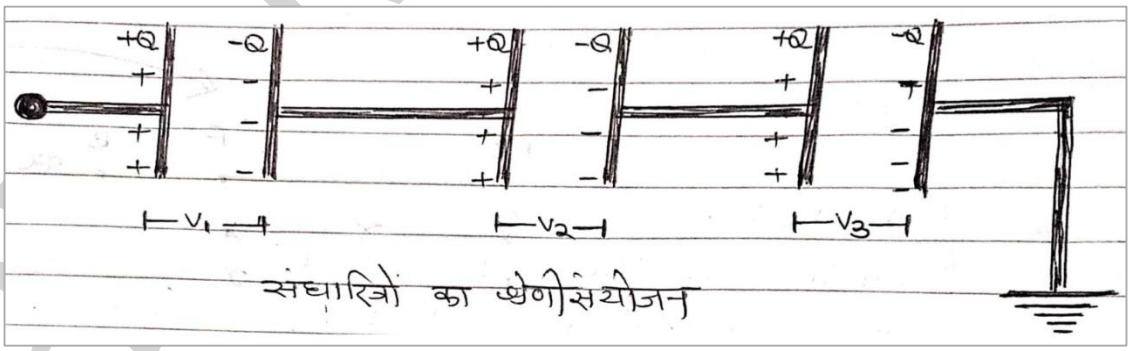
प्र.17 संधारित्र को श्रेणी क्रम में किस प्रकार जोड़ा जाता है। श्रेणी क्रम में जुड़े हुए **n** संधारित्रों की तुल्य धारिता के लिए सूत्र का निगमन करो।

<u>अथवा</u>

$\boldsymbol{C_1}$, $\boldsymbol{C_2}$, $\boldsymbol{C_3}$धारिता वाले तीन संधारित्र श्रेणी क्रम में जुड़े हुए है। इसकी परिणामी धारिता ज्ञात करो।

उ. <u>संधारित्रों का श्रेणी क्रम में संयोजन</u>→ संधारित्रों को श्रेणी क्रम में जोड़ने के लिए पहले संधारित्र की दूसरी प्लेट को दूसरे संधारित्र की पहली प्लेट से जोड़ते हैं। इसरे संधारित्र की दूसरी प्लेट को तीसरे संधारित्र की पहली प्लेट से जोड़ते हैं। और इसी प्रक्रिया को लगातार तब तक आगे बढ़ाते हैं। जब तक कि सभी संधारित्र आपस में न जुड़ जायें अंत में पहले संधारित्र की पहली प्लेट को +Q आवेश से आवेशित करते हैं जबकि अंतिम संधारित्र की दूसरी प्लेट को पृथ्वी से जोड़ देते हैं।

चित्र में C_1, C_2 एवं C_3 धारिता वाले तीन संधारित्रों को श्रेणी क्रम में जोड़कर दिखाया गया है।



<u>परिणामी धारिता के लिए व्यंजक</u>→ जब पहले संधारित्र की पहली प्लेट को +Q आवेश दिया जाता है। तब विद्युत प्रेरण की क्रिया के कारण प्रत्येक संधारित्र की पहली प्लेट पर +Q आवेश और दूसरी प्लेट पर –Q आवेश प्राप्त होता है।

माना कि संधारित्र की प्लेटों के बीच के विभवांतर क्रमश V_1 , V_2 एवं V_3 है।

तब, संयोजन का परिणामी विभवांतर

$$V = V_1 + V_2 + V_3 \quad ------(1)$$

लेकिन सूत्र $-V = \frac{Q}{C}\left\{\because\ C = \frac{Q}{V}\right\}$

$$V_1 = \frac{Q}{C_1}\ ,\ V_2 = \frac{Q}{C_2}\ ,V_3 = \frac{Q}{C_3}$$

यदि संयोजन की परिणामी (तुल्य) धारिता C_R हो तब,

$$V = \frac{Q}{C_R}$$

इन सभी मानों को समी. (1) में रखने पर

$$\frac{Q}{C_R} = \frac{Q}{C_1} + \frac{Q}{C_2} + \frac{Q}{C_3}$$

$$\frac{\cancel{Q}}{C_R} = \cancel{Q}\left(\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}\right)$$

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

यह श्रेणीक्रम में जुड़े 3 संधारित्रों की पिरणामी धारिता का व्यंजक है।

यदि संधारित्रों की कुल संख्या n हो तब

$$\boxed{\frac{1}{C_R} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + ------ n\text{बार}}$$

यदि सभी संधारित्रों की धारिता एक समान C हो

तब, $\frac{1}{C_R} = \frac{1}{C} + \frac{1}{C} + \frac{1}{C} + ------ n\text{बार}$

$$\frac{1}{C_R} = \frac{n}{C}$$

या, $\boxed{C_R = \frac{C}{n}}$

उपरोक्त सूत्र से स्पष्ट है कि संधारित्रों को श्रेणीक्रम में जोड़ने पर तुल्य धारिता का मान घट जाता है।

प्र.18 संधारित्रों को समान्तर क्रम में किस प्रकार जोड़ा जाता है। समान्तर क्रम में जुड़े हुए तीन संधारित्रों की परिणामी धारिता के लिए सूत्र का निगमन करो।

<u>अथवा</u>

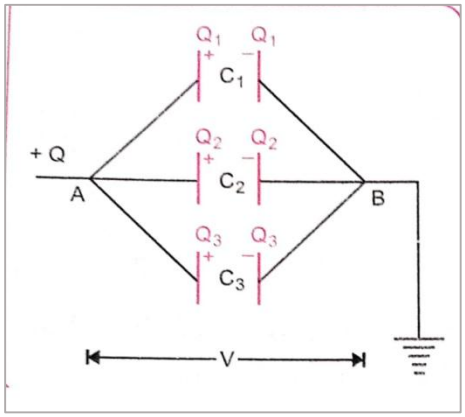
$\boldsymbol{C_1}$, $\boldsymbol{C_2}$ एवं $\boldsymbol{C_3}$ धारिता वाले तीन संधारित्र समान्तर क्रम में जोड़े जाते हैं। इनकी तुल्य (परिणामी) धारिता का व्यंजक निगमित कीजिए।

उ. <u>संधारित्रों का समान्तर संयोजन</u>→ संधारित्रों को समान्तर क्रम में जोड़ने के लिए दिये गये सभी संधारित्रों की पहली प्लेटों को एक बिंदु A पर जोड़ते हैं। जबकि सभी संधारित्रों

By - Rathore Sir

की दूसरी प्लेटों को एक अन्य बिंदु B पर जोड़ते हैं। बिंदु A को +Q आवेश से आवेशित करते हैं। जबकि बिन्दु B को पृथ्वी से जोड़ देते हैं।

चित्र में C_1 , C_2 एवं C_3 धारिता वाले तीन संधारित्रों को समान्तर क्रम में जोड़कर दिखाया गया है।



<u>परिणामी तीव्रता के लिए व्यंजक</u>→ जब बिन्दु A को +Q आवेश दिया जाता है। तो यह आवेश तीनों संधारित्रों में उनकी धारिताओं के अनुपात में विभक्त हो जाता है। माना कि तीनों संधारित्रों को प्राप्त होने वाले आवेश क्रमशः Q_1 , Q_2 एवं Q_3 हैं। तब कुल आवेश

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 \quad -----(1)$$

सूत्र $-Q = CV$ से $\left\{\because\ C = \frac{Q}{V}\right\}$

पहले संधारित्र के लिए,

$$Q_1 = C_1V$$

दूसरे संधारित्र के लिए,

$$Q_2 = C_2V$$

तीसरे संधारित्र के लिए,

$$Q_3 = C_3V$$

यदि संयोजन की परिणामी धारिता C_R हो

तब, $Q = C_RV$

इन मानों को समी. (1) में रखने पर

$$C_RV = C_1V + C_2V + C_3V$$

$$C_R\cancel{V} = \cancel{V}(C_1 + C_2 + C_3)$$

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

यह समान्तर क्रम में जुड़े 3 संधारित्रों की परिणामी धारिता का व्यंजक है।

By - Rathore Sir

यदि संधारित्रों की संख्या n हो तब,

$$C_R = C_1 + C_2 + C_3 + ------C_n$$

यदि समान्तर क्रम में जुड़े सभी संधारित्रों की धारिता एक समान C हो तब,

$$C_R = C + C + C + ------n \text{ बार}$$

$$C_R = nC$$

उपरोक्त सूत्र से स्पष्ट है कि संधारित्रों को समान्तर क्रम में जोड़ने पर तुल्य धारिता बढ़ जाती है।

प्र.19 किसी आवेशित चालक की स्थितिज ऊर्जा से क्या अभिप्राय है? इसके लिए सूत्र का निगमन करो।

उ. <u>आवेशित चालक की स्थितिज ऊर्जा</u>→ किसी चालक को आवेशित करने में जितना कार्य करना पड़ता है। उसे इस चालक स्थितिज ऊर्जा कहते हैं। इसे U से प्रदर्शित करते हैं। तथा इसका मात्रक जूल होता है।

<u>स्थितिज ऊर्जा के लिए व्यंजक</u>→ माना कि किसी चालक पर प्रारम्भ में कोई भी आवेश नहीं है। अत:चालक का विभव शून्य होगा इस चालक को जैसे-जैसे आवेश दिया जाता है। चालक का विभव बढ़ता जाता है। माना कि चालक को कुल q आवेश देने पर इसका कुल विभव V हो जाता है। तब,

चालक का मध्यमान (औसत विभव) $= \frac{0+V}{2}$

$= \frac{V}{2}$

अब चालक को आवेशित करने में किया गया कार्य

कार्य W = आवेश × औसत विभव

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

$$W = \frac{1}{2}qv \text{ जूल (J)}$$

लेकिन स्थितिज ऊर्जा की परिभाषा से यही कार्य चालक की स्थितिज ऊर्जा कहलाएगा।

अत:

चालक की स्थितिज ऊर्जा

$$U = \frac{1}{2}qv -------(1)$$

लेकिन, $q = cv \quad \left\{\because \quad C = \frac{q}{V}\right\}$

By - Rathore Sir

अतः $U = \frac{1}{2}(CV)V$

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

पुनः, $V = \frac{q}{C}\left\{\because \quad C = \frac{q}{V}\right\}$

तब समी. (1) से,

स्थितिज ऊर्जा $U = \frac{1}{2}q.\frac{q}{C}$

$$\boxed{U = \frac{1}{2}.\frac{q^2}{C}}\text{जूल} - - - - - - - - (3)$$

समी. (1), (2) एवं (3) आवेशित चालक की स्थितिज ऊर्जा के लिए अभीष्ट व्यंजक है।

प्र.20 दो आवेशित चालकों के संयोजन में उभयनिष्ठ विभव एवं आवेशों के पुनर्वितरण के लिए सूत्र का निगमन करो।

<u>अथवा</u>

दो संधारित्रों की धारिताऐं $\boldsymbol{C_1}$ और $\boldsymbol{C_2}$ है। जब इन्हें $\boldsymbol{q_1}$ और$\mathbf{q_2}$आवेश देते हैं। तब इनके विभव $\boldsymbol{V_1}$ और $\boldsymbol{V_2}$ हो जाते हैं। यदि ये दोनों चालक सुचालक तार के द्वारा आपस में जोड़ दिये जायें तब निम्न की गणना करो।

(1) उभयनिष्ठ विभव

(2) आवेशों का पुनर्वितरण

उ. माना कि A और B दो विलगित (प्रथ्थकृत) गोलीय चालक है। जिनकी धारितायें C_1और C_2है। जब इन चालकों को क्रमशः q_1औरq_2 आवेश देते हैं। तब इनके विभव क्रमशः V_1और V_2 हो जाते हैं।

तब, सूत्र- $q = CV$ से $\left\{\because \quad c = \frac{q}{v}\right\}$

$$q_1 = c_1 v_1$$

एवं, $q_2 = c_2 v_2$

(1) <u>उभयनिष्ठ विभव के लिए व्यंजक</u>→ जब दोनों चालकों केा किसी सुचालक तार के द्वारा आपस में जोड़ते हैं। तब आवेश अधिक विभव वाले चालक से कम विभव वाले चालक की ओर बहने लगता है। और तब तक बहता है, जब तक कि दोनों चालकों का विभव एक समान न हो जाये माना कि दोनों चालकों का उभयनिष्ठ विभव V है।

By - Rathore Sir

तब, $V = \frac{q}{C}$ से $\left\{\because \quad C = \frac{q}{V}\right\}$

उभयनिष्ठ विभव $= \frac{\text{कुल आवेश}}{\text{कुल धारिता}}$

$V = \frac{q_1+q_2}{C_1+C_2}$

q_1 और q_2 के मान रखने पर

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

यह आवेशित चालकों के संयोजन में अभयनिष्ठ विभव के लिए अभीष्ट व्यंजक है।

(2) <u>आवेशों को पुनर्वितरण</u>→ माना कि आवेशित चालकों के संयोजन के बाद उन पर आवेश की मात्राऐं बदलकर क्रमशः q_1' और q_2' हो जाती है।

तब, सूत्र $-q = CV \left\{\because \quad C = \frac{q}{V}\right\}$

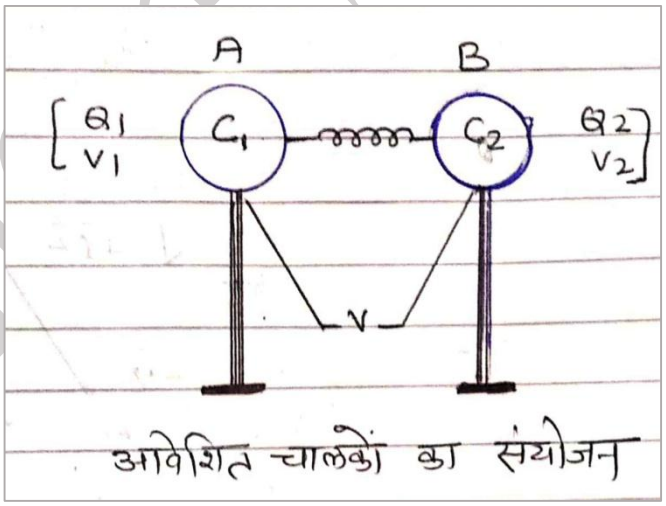
$$q_1' = C_1V \quad ------(1)$$

$$q_2' = C_2V \quad ------(2)$$

समी. (1) में समी. (2) का भाग देने पर

$$\frac{q_1'}{q_2'} = \frac{C_1\cancel{V}}{C_2\cancel{V}}$$

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



अर्थात् दो आवेशित चालकों के संयोजन में आवेश का पुनर्वितरण उनकी धारिताओं के अनुपात में होता है।

प्र.21 दो आवेशित चालकों के संयोजन में ऊर्जा हानि के लिए सूत्र का निगमन करो और बताओ कि यह ऊर्जा कहाँ जाती है।

उ. माना A और B दो विलगित गोलीय चालक हैं, जिनकी धारिताऐं C_1 और C_2 हैं। जब इन चालकों को क्रमशः q_1 और q_2 आवेश दिये जाते हैं, तब इनके विभव क्रमशः V_1 और V_2 हो जाते हैं।

तब, जोड़ने से पहले

चालक A की ऊर्जा $= \frac{1}{2}C_1{V_1}^2$

एवं,

चालक B की ऊर्जा $= \frac{1}{2}C_2{V_2}^2$

अब,

दोनों चालकों की कुल ऊर्जा

$U_1 =$ चालक A की ऊर्जा + चालक B की ऊर्जा

$$U_1 = \frac{1}{2}C_1{V_1}^2 + \frac{1}{2}C_2{V_2}^2$$

$$U_1 = \frac{1}{2}\left(C_1{V_1}^2 + C_2{V_2}^2\right) \quad -----(1)$$

यदि दोनों चालकों को किसी सुचालक तार द्वारा आपस में जोड़ दिया जायें तब आवेश अधिक विभव वाले चालक कम विभव वाले चालक की ओर तब तक प्रवाहित होता है। जब तक कि दोनों चालकों का विभव एक समान न हो जाये माना दोनों चालकों का उभयनिष्ठ विभव V है।

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

अब, जोड़ने के बाद

चालक A की ऊर्जा $= \frac{1}{2}C_1V^2$

एवं,

चालक B की ऊर्जा $= \frac{1}{2}C_2V^2$

अतः,

दोनों चालकों की कुल ऊर्जा

$U_2 =$ चालक A की ऊर्जा + चालक B की ऊर्जा

$$U_2 = \frac{1}{2}C_1V^2 + \frac{1}{2}C_2V^2$$

$$U_2 = \frac{1}{2}V^2(C_1 + C_2)$$

$$U_2 = \frac{1}{2}(C_1 + C_2)V^2$$

V का मान रखने पर

$$U_2 = \frac{1}{2}\frac{\cancel{(C_1+C_2)}(C_1V_1+C_2V_2)^2}{(C_1+C_2)^{\cancel{2}}}$$

$$U_2 = \frac{1}{2}\frac{(C_1V_1+C_2V_2)^2}{C_1+C_2}$$

$$U_2 = \frac{1}{2}\frac{\left({C_1}^2{V_1}^2+{C_2}^2{V_2}^2+2C_1C_2V_1V_2\right)}{C_1+C_2}$$

By - Rathore Sir

अब आवेशित चालकों के संयोजन में ऊर्जा क्षय (हानि)

$$\Delta U = U_1 - U_2$$

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

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

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

$$\Delta U = \frac{1}{2}\left[\frac{\cancel{{C_1}^2 {V_1}^2} + C_1C_2 {V_1}^2 + C_1C_2 {V_2}^2 + \cancel{{C_2}^2 {V_2}^2} - \cancel{{C_1}^2 {V_1}^2} - \cancel{{C_2}^2 {V_2}^2} - 2C_1C_2V_1V_2}{C_1+C_2}\right]$$

$$\Delta U = \frac{1}{2}\left[\frac{C_1C_2 {V_1}^2 + C_1C_2 {V_2}^2 - 2C_1C_2V_1V_2}{C_1+C_2}\right]$$

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

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

$$\boxed{\Delta U = \frac{1}{2}\left(\frac{C_1C_2}{C_1+C_2}\right)(V_1 - V_2)^2} \text{ जूल (J)}$$

यह आवेशित चालकों के संयोजन में ऊर्जा हानि के लिए अभीष्ट व्यंजक है।
ऊर्जा की यह हानि ध्वनि, प्रकाश, चिंगारी, ऊष्मा इत्यादि के रूप में होती है।

यदि दोनों चालकों का विभव एक समान हो अर्थात् $V_1 = V_2$ हो तब $\Delta u = 0$

अर्थात् समान विभव वाले चालकों को चालक तार द्वारा जोड़ने पर ऊर्जा की कोई हानि नहीं होती है।

प्र.22 वान-डी ग्राफ जनित्र का वर्णन निम्न बिन्दुओं के आधार पर करो।

(1) सिद्धांत
(2) चित्र एवं संरचना
(3) कार्यविधि
(4) कमियां या दोष

उ. <u>वान-डी ग्राफ जनित्र</u>→ यह वैज्ञानिक वान डी ग्राफ के द्वारा बनायी गई एक विद्युत उत्पादक मशीन है। जिसकी सहायता से अति उच्च लगभग 10 मिलियन वोल्ट तक का

By - Rathore Sir

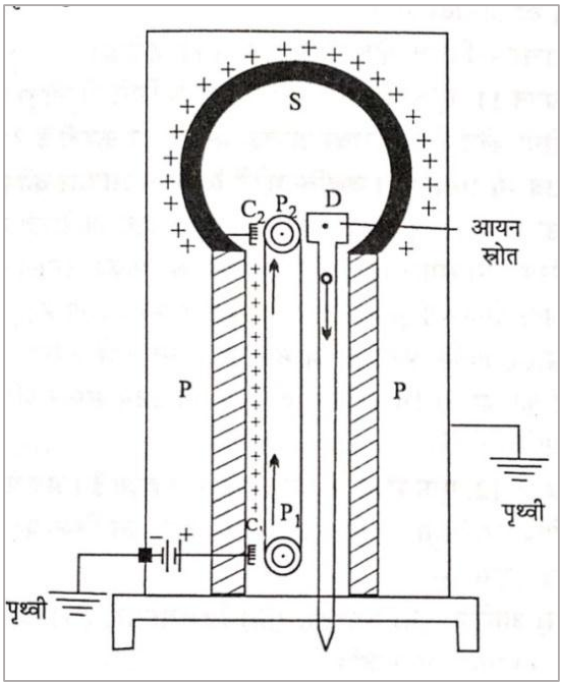
उच्च विभवांतर उत्पन्न किया जा सकता है। इसका उपयोग नाभिकीय भौतिकी में आवेशित कणों को त्वरित करने के लिए किया जाता है।

(1) <u>सिद्धांत</u>→ वान-डी ग्राफ जनित्र निम्न दो सिद्धांतों पर कार्य करता है।

(1) जब किसी खोखले गोलीय चालक को आवेश दिया जाता है तो यह आवेश चालक के सम्पूर्ण प्रष्ठ पर एक समान रूप से फैल जाता है।

(2) जब किसी नुकीले चालक को आवेश दिया जाता है, तो उसकी नोकों पर आवेश का घनत्व सर्वाधिक होता है। और जब वायु उसके सम्पर्क में आती है। तो वैद्युत पवन चलने लगती है।

(2) <u>चित्र एवं संरचना</u>→ चित्र में वान-डी ग्राफ जनित्र की संरचना प्रदर्शित है। इसमें लगभग 5 मीटर व्यास का धातु का एक खोखला गोला S होता है। जो लगभग 15 मीटर ऊंचे दो विद्युत रोधी खम्भों (स्तम्भों) P और P के ऊपर रखा होता है। ये खम्भे सामान्यतः टैक्सटो लाइट के बने होते हैं। इसमें P_1 और P_2 दो घिरनियां होती है। जिन पर विद्युत रोधी पदार्था का बना हुआ बेल्ट घूमता है। यह बेल्ट सामान्यतः रबर, चमड़े, प्लास्टिक, रेशम आदि का बना होता है। नीचे वाली घिरनी P_1को विद्युत मोटर के द्वारा घुमाया जाता है। इसमें C_1 और C_2 दो नुकीले चालक होते हैं। जो बेल्ट के समीप क्रमशः ऊपर और नीचे की तरह रखे होते हैं। ऊपर वाला चालक C_2 गोले S से जुड़ा होता है। जबकि नीचे वाला चालक C_1 उच्च तनाव की बैट्री के धन सिरे से जुड़ा होता है। इस पूरे उपकरण को स्टील की टंकी में बन्द कर देते हैं। जिससे गोले के आवेश का क्षय न हो स्टील की टंकी में उच्च दाब पर मीथेन या नाइट्रोजन गैस भरी होती है। और इसका संबंध पृथ्वी से होता है।



(3) <u>कार्य विधि</u>→ जब मोटर m द्वारा घिरनी P_1को घुमाया जाता है। तब इस पर चढ़ा हुआ बेल्ट घूमने लगता है। यह घूमता हुआ बेल्ट जब चालक C_1 के पास से गुजरता है। तो धनावेशित हो जाता है। यह धनावेशित बेल्ट जब चालक C_2 के पास के गुजरता है। तब प्रेरण की क्रिया के कारण ऊपर वाले चालक C_2 की नोकों पर ऋणावेश एवं दूर वाले भाग पर धनावेश प्रेरित हो जाता है। जो कि गोले S पर पहुंच जाता है। बेल्ट का धनावेश और चालक C_2 की नोंक का ऋणावेश मिलकर एक विद्युत क्षेत्र उत्पन्न करते हैं। जो कि आस-पास की वायु को आयनित कर देता है। वायु के आयनीकरण से उत्पन्न ऋणावेश बेल्ट के धनावेश को निष्फल कर देता है। जिससे बेल्ट आवेश रहित हो जाता है। जब यह बेल्ट पुनः घूमकर घिरनी C_1 से गुजरता है। तो पुनः आवेशित हो जाता है। यह क्रिया बार-बार चलती रहती है। जिससे गोले S को लगातार धनावेश मिलता रहता है। और उसका विभव पृथ्वी के सापेक्ष बहुत अधिक हो जाता है।

(4) <u>उपयोग</u>→

(1) उच्च विभवांतर उत्पन्न करने में।

(2) धनावेशित कणों जैसे- प्रोटोन, न्यूट्रोनों, α कण, आदि को त्वरित करने में।

(3) नाभिकीय भौतिकी में विभिन्न अविष्कारों के लिए।

(5) <u>हानि</u>→

(1) इसका आकार बहुत बड़ा होता है। अतः इसका उपयोग आसान नहीं है।

(2) बहुत अधिक विभव होने के कारण इसके उपयोग में खतरा होता हे।

प्र.23 परावैद्युत पदार्थ किन्हें कहते हैं। ये कितने प्रकार के होते हैं। प्रत्येक को उदाहरण देकर समझाइये।

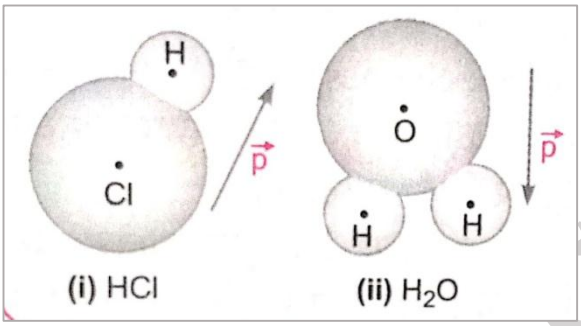
उ. <u>परावैद्युत पदार्थ या परावैद्युत</u>→ ऐसे पदार्थ जो अपने अंदर से विद्युत धारा को प्रवाहित नहीं होने देते हैं। लेकिन विद्युत प्रभाव प्रदर्शित करते हैं। परावैद्युत पदार्थ कहलाते हैं। इन पदार्थों में मुक्त इलेक्ट्रोनों की संख्या लगभग नगण्य होती है।
उदाहरण – ऐबोनाइट, काँच, कागज आदि।

<u>परावैद्युत पदार्थों के प्रकार</u>→ परावैद्युत पदार्थ निम्न दो प्रकार के होते हैं।
(1) ध्रुवीय परावैद्युत पदार्थ
(2) अध्रुवीय परावैद्युत पदार्थ

By - Rathore Sir

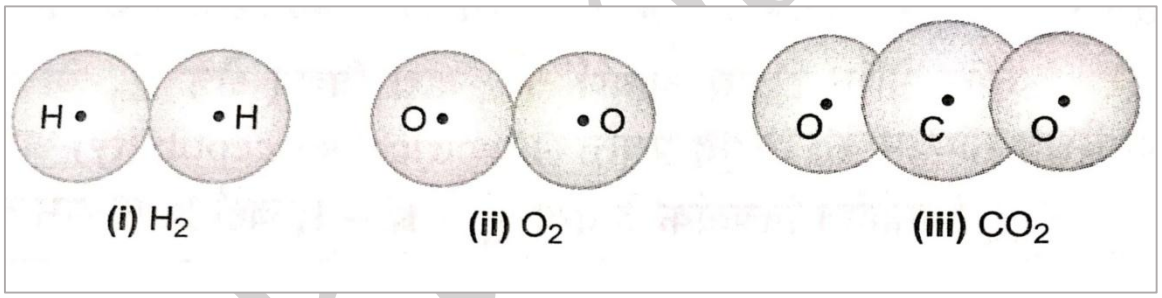
(1) <u>ध्रुवीय परावैद्युत पदार्थ</u>→ वे परावैद्युत पदार्थ जिनके अणुओं के धनावेश का केन्द्र एवं ऋणावेश का केन्द्र सम्पाती नहीं होता है। उन्हें ध्रुवीय परावैद्युत पदार्थ कहते हैं। इन पदार्थों के प्रत्येक अणु का एक निश्चित द्विध्रुव आघूर्ण होता है।

उदाहरण - H_2O, Hclआदि।



(2) <u>अध्रुवीय परावैद्युत पदार्थ</u>→ वे परावैद्युत पदार्थ जिनके अणुओं के धनावेशों का केन्द्र एवं ऋणावेशों का केन्द्र सम्पाती होता है। अध्रुवीय परावैद्युत पदार्थ कहलाते हैं। इन पदार्थों के प्रत्येक अणु का द्विध्रुव आघूर्ण शून्य होता है।

उदाहरण - H_2 , O_2आदि



प्र.24 निम्न को समझाइए।

(1) परावैद्युत सामर्थ्य

(2) परावैद्युत का ध्रुवण

(3) ध्रुवण सदिश

उ. (1) <u>परावैद्युत सामर्थ्य</u>→ विद्युत क्षेत्र का वह अधिकतम मान जिसे आरोपित करने पर परावैद्युत माध्यम से इलेक्ट्रोन अलग नहीं होते हैं। परावैद्युत माध्यम की सामर्थ्य कहलाती है।

(2) <u>परावैद्युत का ध्रुवण</u>→ जब किसी परावैद्युत माध्यम (पदार्थ) को किसी बाहरी विद्युत क्षेत्र में रखा जाता है। तब उस पदार्थ में बाहरी विद्युत क्षेत्र की दिशा में विद्युत आघूर्ण प्रेरित हो जाता है। इस क्रिया को परावैद्युत माध्यम का ध्रुवण कहते हैं। परावैद्युत माध्यम में प्रेरित द्विध्रुव आघूर्ण का मान विद्युत क्षेत्र की तीव्रता के अनुक्रमानुपाती होता है।

By - K.S. Rathore Sir

(3) <u>ध्रुवण सदिश</u>→ किसी ध्रुवित परावैद्युत माध्यम की प्रति इकाई आयतन में द्विध्रुव आघूर्ण को ध्रुवण सदिश कहते हैं। और इसे $\underset{P}{\rightarrow}$ से प्रदर्शित करते हैं।

प्र.25 परावैद्युत पदार्थों के ध्रुवण से क्या तात्पर्य है? ध्रुवीय एवं अध्रुवीय परावैद्युत पदार्थों के ध्रुवण को समझाइये।

उ. <u>परावैद्युत पदार्थों का ध्रुवण</u> → पूर्वानुसार

<u>ध्रुवीय परावैद्युत परार्थों का ध्रुवण</u>→ ध्रुवीय परावैद्युत पदार्थ के प्रत्येक अणु एक निश्चित द्विध्रुव आघूर्ण होता है। लेकिन बाहरी विद्युत क्षेत्र की अनुपस्थिति में ये अणु अनियमित रूप से बिखरे होते हैं। अतः इनका परिणामी द्विध्रुव आघूर्ण शून्य होता है।

जब किसी ध्रुवीय परावैद्युत पदार्थ को बाहरी विद्युत क्षेत्र में रखा जाता है। तब उसके प्रत्येक अणु पर एक बल आघूर्ण कार्य करता है। जिसके कारण पदार्थ के अणु विद्युत क्षेत्र की दिशा में संरेखित होने लगते हैं।

इस प्रकार,

ध्रुवीय परावैद्युत पदार्थ ध्रुवण होने लगता है। जिसका मान विद्युत क्षेत्र की तीव्रता पर निर्भर करता है।

<u>अध्रुवीय परावैद्युत पदार्थों का ध्रुवण</u>→ अध्रुवीय परावैद्युत पदार्थों के अणु द्विध्रुव की तरह कार्य नहीं करते हैं। लेकिन जब इन पदार्थों को बाहरी विद्युत क्षेत्र में रखते हैं। तब इनके अणुओं के धनावेश और ऋणावेश पर विपरीत दिशा में बल लगता है। जिसके परिणाम स्वरूप दोनों आवेश विस्थापित हो जाते हैं। और प्रत्येक अणु द्विध्रुव की तरह कार्य करने लगता है। और पदार्थ में द्विध्रुव आघूर्ण उत्पन्न हो जाता है।

प्र.26 गोलीय संधारित्र का वर्णन निम्न बिन्दुओं के आधार पर करो।

(1) चित्र एवं संरचना

(2) धारिता के लिए व्यंजक

(3) धारिता को बढ़ाने के उपाय

(1) <u>चित्र एवं संरचना</u>→ चित्र में गोलीय संधारित्र की संरचना प्रदर्शित है। इसमें धातु के समान केन्द्र वाले दो खोखले गोले A और B होते हैं। जो एक दूसरे को कहीं भी स्पर्श नहीं करते हैं। अंदर वाले गोले A को छड़ H के द्वारा +Q आवेश से आवेशित किया जाता है। जबकि बाहर वाले गोले B को पृथ्वी से जोड़ देते हैं दोनों गोलों के बीच वायु या कोई अन्य परावैद्युत माध्यम भरा होता है।

By - Rathore Sir

(2) <u>धारिता के लिए व्यंजक</u>→ माना कि अंदर वाले गोले A त्रिज्या a एवं बाहर वाले गोले B की त्रिज्या b है। दोनों गोलों के बीच का माध्यम वायु या निर्वात है। जब अंदर वाले गोले A को +Q आवेश दिया जाता है। तब विद्युत प्रेरण की क्रिया के कारण गोले B के अंदर वाले प्रष्ठ पर –Q आवेश प्राप्त होता है।

अब,

अंदर वाले गोले A के प्रष्ठ पर स्थित किसी बिन्दु पर विद्युत विभव

$V_A =$ गोले A के $+Q$ आवेश के कारण विभव $+$ गोले B के $-Q$ आवेश के कारण विभव

$$V_A = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{(+Q)}{a} + \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{(-Q)}{b} \left\{\because \quad V = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{\text{आवेश}}{\text{दूरी}}\right\}$$

$$V_A = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Q}{a} - \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Q}{b}$$

$$V_A = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} Q\left[\frac{1}{a} - \frac{1}{b}\right] \quad ----(1)$$

पुनः,

गोले B के प्रष्ठ पर स्थित किसी बिन्दु पर विद्युत विभव

$V_B = 0$ {क्योंकि गोले B के बाहरी प्रष्ठ पर कोई भी आवेश नहीं है। }

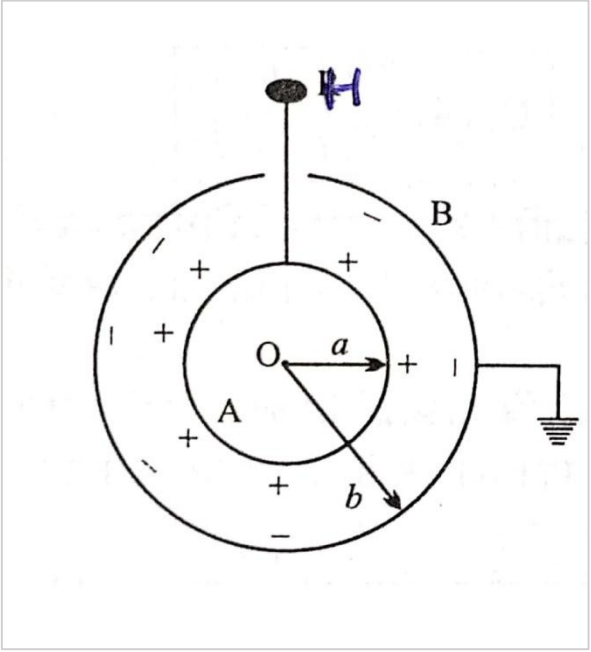
अब,

दोनों गोलों के बीच का विभवांतर

$$V = V_A - V_B$$

या, $$V = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} Q\left[\frac{1}{a} - \frac{1}{b}\right] - 0$$

$$V = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} Q\left[\frac{1}{a} - \frac{1}{b}\right]$$



विद्युत धारिता की परिभाषा से-

गोलीय संधारित्र की धारिता

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

V का रखने पर

$$C = \frac{Q}{\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}Q\left[\frac{1}{a} - \frac{1}{b}\right]}$$

$$C = \frac{\cancel{Q}}{\frac{\cancel{Q}}{4\pi\varepsilon_0}\left[\frac{1}{a} - \frac{1}{b}\right]}$$

By - Rathore Sir

$$C = \frac{4\pi\varepsilon_0}{\left[\frac{1}{a}-\frac{1}{b}\right]} \rightarrow C = \frac{4\pi\varepsilon_0}{\left[\frac{b-a}{ab}\right]} \rightarrow C = 4\pi\varepsilon_0\left[\frac{ab}{b-a}\right]$$

$\boxed{C = 4\pi\varepsilon_0\left[\frac{ab}{b-a}\right]}$ फैरड

यदि दोनों गोलों के बीच K परावैद्युतांक वाला माध्यम भरा हुआ हो तब

विद्युत धारिता $\boxed{C = 4\pi\varepsilon_0 k\left[\frac{ab}{b-a}\right]}$ फैरड

(3) <u>विद्युत धारिता को प्रभावित (बढाने) के कारक (उपाय)</u>→

(a) <u>दोनों गोलों के बीच का माध्यम</u>→गोलीय संधारित्र की धारिता दोनों गोलों के बीच उपस्थित माध्यम के परावैद्युतांक K के अनुक्रमानुपाती होती है। अर्थात् $\boxed{C \propto K}$

(b) <u>दोनों गोलों की त्रिज्याऐं</u>→ गोलीय संधारित्र की धारिता दोनों गोलों की त्रिज्याऐं अनुक्रमानुपाती होती है। अर्थात् $\boxed{C \propto a}$ एवं $\boxed{C \propto b}$

(b) <u>दोनों गोलों के बीच की दूरी</u>→ गोलीय संधारित्र की धारिता दोनों गोलों के बीच की दूरी के व्युत्क्रमानुपाती होती है। अर्थात $\boxed{C \propto \frac{1}{b-a}}$

प्र.27 समान्तर पट्ट वायु संधारित्र की पट्टों के बीच की दूरी कम से कम रखी जाती है। क्यों?

उ. दोनों पट्टों के बीच की दूरी कम होने से उनके मध्य की बल रेखाऐं परस्पर समांतर होती हैं। फलस्वरूप उनके मध्य विद्युत क्षेत्र की तीव्रता एकसमान रहती है।

प्र.28 रेडियो सेट में किस प्रकार का संधारित्र प्रयुक्त किया जाता है।

उ. परिवर्ती समांतर पट्ट संधारित्र प्रयुक्त किया जाता है।

प्र.29 समान्तर पट्ट वायु संधारित्र की पट्टों के बीच किसी विद्युतरोधी को रख देने पर क्या प्रभाव पड़ेगा।

उ. उसकी धारिता K गुनी हो जायेगी, जहाँ K विद्युतरोधी का परावैद्युतांक है।

प्र.30 क्या कारण है कि संधारित्र में किसी धातु को परावैद्युत के रूप में प्रयुक्त नहीं किया जाता है।

उ. धातु विद्युत का चालक है। यदि संधारित्र में परावैद्युत के रूप में किसी धातु को प्रयुक्त किया जाये तो विद्युत का प्रवाह एक पट्ट से दूसरी पट्ट की ओर होने लगेगा।

By-Rathore Sir

फलस्वरूप दोनों पट्टों का विभवांतर शून्य हो जायेगा। अतः संधारित्र अब संधारित्र की तरह कार्य नहीं करेगा।

Numerical Question

प्र.01 100 माइक्रो कूलाम के बिन्दु आवेश से 10 सेमी. की दूरी पर विद्युत विभव की गणना करो।

उ. $V = 9 \times 10^6$ volt

प्र.02 यदि पृथ्वी को 2 गोलीय चालक माना जाये तब इसकी विद्युत धारिता माइक्रो फैरड में ज्ञात करो?

उ. $C = 711.11$ माइक्रो फैरड

प्र.03 10 सेमी. त्रिज्या के एक चालक गोले को 4 μcका आवेश दिया जाता है। तब निम्न की गणना करो।

(1) चालक की धारिता

(2) चालक का विभव

उ. $V = 3.603 \times 10^5$ volt

प्र.04 एक समान्तर प्लेट संधारित्र की प्लेटों के बीच का माध्यम वायु है। इसकी धारिता 8 μc फैरड है। यदि प्लेटों के बीच की दूरी आधी कर दी जाये और उनके बीच 6 परावैद्युतांक वाला कोई माध्यम भर दिया जाये तो बताये कि धारिता कितनी हो जायेगी।

उ. $C_2 = 96 \times 10^{-6}$माइक्रो फैरड

प्र.05 एक समान्तर प्लेट संधारित्र की प्रत्येक प्लेट का क्षेत्रफल 100 वर्ग सेमी. है। तथा प्लेटों के बीच विद्युत क्षेत्र की तीव्रता 100 N/C है। बताइये कि संधारित्र की प्रत्येक प्लेट पर कितना आवेश होगा।

उ. $Q = 8.854 \times 10^{-12}$कूलाम

प्र.06 4 माइक्रो फैरड, 6 माइक्रो फैरड एवं 8 माइक्रो फैरड धारिता वाले तीन संधारित्रों की परिणामी धारिता ज्ञात करो जबकि इन्हें जोड़ा गया

By - Rathore Sir

(1) श्रेणी क्रम में

(2) समान्तर क्रम में

उ. श्रेणी क्रम में $C_R = \frac{24}{13}$माइक्रो फैरड, समान्तर क्रम में $C_R = 18$माइक्रो फैरड

प्र.07 एक समान्तर प्लेट की संधारित्र की प्रत्येक प्लेट का क्षेत्रफल 6×10^{-3}मी^{2} तथा प्लेटों के बीच की दूरी 3 ml मी. है। संधारित्र की धारिता ज्ञात करो।

उ. $C = 1.7708 \times 10^{-11}$

प्र.08 3 μFधारिता वाले 3 संधारित्रों को किस प्रकार जोड़ा जाये तो उनकी प्ररणामी धारिता (1) 9 माइक्रो फैरड (2) 4.5 माइक्रो फैरड

उ. (1) $C_R = 9$ (2) $C_R = 4.5$

प्र.09 पानी की 8 छोटी-छोटी बूंदे मिलकर एक बड़ी बूंदे बनाती हैं। यदि प्रत्येक छोटी बूंद की त्रिज्या 6 ml एवं दिया गया आवेश $10^{-12}C$हो तो बड़ी बूंद का विभव एवं इसकी धारिता ज्ञात करो।

उ. $C = 1.33 \times 10^{-12}$फैरड

याद रखें

1. न्यूनतम आवेश का मान $e(1.6 \times 10^{-19})$कूलाम होता है।
2. निर्वात की विद्युतशीलता ε_0 का मान 8.854×10^{-12} कूलाम^2/न्यूटन $\times$ मीटर^2 होता है।
3. दो आवेशित कणों के बीच लगने वाला विद्युत बल उन कणों के द्रव्यमान पर निर्भर नहीं करता है।
4. आवेशित कणों के बीच वायु के स्थान पर K परावैद्युतांक वाला माध्यम रखने से उनके बीच लगने वाला विद्युत बल घटकर $\frac{1}{K}$ गुना रह जाता है।
5. कुलाम का नियम 10^{-15}मी. से कम दूरियों पर लागू नहीं होता है, क्योंकि इस समय नाभिकीय बल प्रभावी हो जाता है।
6. 1 कूलाम आवेश में इलेक्ट्रोनों की संख्या 6.25×10^{18}होती है।
7. यदि q आवेश B तीव्रता के विद्युत क्षेत्र में रखा हो तब उस पर विद्यत बल f=qE लगता है।
8. इलेक्ट्रोनों का विशिष्ट आवेश $\frac{e}{m} = 1.76 \times 10^{11}$ कूलाम/किग्रा. होता है।

By - Rathore Sir

9. बिंदु आवेश Q के कारण r दूरी पर विद्युत क्षेत्र की तीव्रता $\boxed{E \propto \frac{1}{r^2}}$
10. एक वैद्युत द्विध्रुव के कारण विद्युत क्षेत्र की तीव्रता $\boxed{E \propto \frac{1}{r^3}}$
11. आदर्श द्विध्रुव का आकार नगण्य होता है।
12. यदि कोई वैद्युत द्विध्रुव विद्युत क्षेत्र के समान्तर रखा हो तो वह साम्य (संतुलन की स्थिति) में और विद्युत क्षेत्र के लम्बवत् रखा हो तब मानक स्थिति में कहा जाता है।
13. विद्युत बल रेखाऐं खुला वक्र होती है। जबकि चुम्बकीय बल रेखाऐं बन्द वक्र होती है।
14. वायु या निर्वात में एकांक धनावेश से निकलने वाला कुल विद्युत फ्लक्स $\frac{1}{\varepsilon_0}$ होता है।
15. विद्युत फ्लक्स का S.I. मात्रक न्यूटन $\times$ मी^{2}/कूलाम होता है।
16. 1 कूलाम $= 3 \times 10^9$ स्थैत कूलाम होता है।
17. किसी वैद्युत द्विध्रुव के मध्य बिंदु से समान दूरी पर अक्षीय और निरक्षीय स्थिति में विद्युत क्षेत्र की तीव्रताओं का अनुपात 2:1 होता है।
18. विद्युत क्षेत्र की तीव्रता का विमीय सूत्र - $[MLT^{-3}A^{-1}]$, आवेश का विमीय सूत्र- $[AT]$ एवं ε_0 का विमीय सूत्र- $[M^{-1}L^{-3}T^4A^2]$ है।
19. परावैद्युतांक का कोई मात्रक नहीं होता है।
20. धातुओं का परावैद्युतांक एवं वायु का 1 होता है।
21. यदि प्रष्ठ विद्युत क्षेत्र के लम्बवत् हो तब फ्लक्स अधिकतम एवं समान्तर हो $(\theta = 90°)$ तब फ्लक्स शून्य होता है।
22. रेखीय आवेश के कारण विद्युत क्षेत्र की तीव्रता $E \propto \frac{1}{r}$
23. पृथ्वी का विभव शून्य माना जाता है।
24. बिंदु आवेश के कारण विद्युत विभव $V \propto \frac{1}{r}$
25. विभव का S.I. मात्रक वोल्ट एवं C.G.S. मात्रक स्थैत वोल्ट है।
26. 1 वोल्ट $= \frac{1}{300}$ स्थैत वोल्ट
27. विभव का विमीय सूत्र - $[ML^2T^{-3}A^{-1}]$ है। यह एक अदिश राशि है।
28. अनंत पर विद्युत विभव का मान शून्य होता है।
29. द्विध्रुव की निरक्षीय स्थिति में विद्युत विभव का मान शून्य होता है।
30. वैद्युत द्विध्रुव के कारण विद्युत विभव $\boxed{V \propto \frac{1}{r^2}}$
31. विद्युत क्षेत्र की तीव्रता एवं विभवांतर में संबंध- $\boxed{E = -\frac{dv}{dx}}$
32. समविभव प्रष्ठ के प्रत्येक बिंदु पर विद्युत विभव समान होता है। अर्थात् दो बिंदुओं के बीच का विभवांतर शून्य होता है।

By - Rathore Sir

33. एकांक धनावेश को समविभव प्रष्ठ के एक बिंदु से दूसरे बिंदु तक ले जाने में कोई भी कार्य नहीं करना पड़ता है।
34. इलेक्ट्रोन वोल्ट ऊर्जा का छोटा मात्रक है। $1\,ev = 1.6 \times 10^{-19}$जूल
35. आवेश सदैव उच्च विभव से निम्न विभव की ओर तथा इलेक्ट्रोन सदैव निम्न विभव से उच्च विभव की ओर गति करते हैं।
36. धारिता का S.I. मात्रक फैरड, C.G.S. मात्रक स्थैत फैरड होता है। 1 फैरड $= 9 \times 10^{11}$ स्थैत फैरड
37. धारिता का विमीय सूत्र - $[M^{-1}L^{-2}T^{4}A^{2}]$है।
38. संधारित्र वह युक्ति है, जिसमें चालक के आकार, आकृति या आयतन को बिना बदले उसकी धारिता के बढ़ाया जा सकता है।
39. समांतर प्लेट संधारित्र की प्लेटों के बीच वायु के स्थान पर K परावैद्युतांक वाला माध्यम रखने पर विभवांतर $\frac{1}{K}$गुना तथा धारिता बढ़कर K गुना हो जाती है।
40. समांतर प्लेट संधारित्र की प्लेटों के बीच वायु के स्थान पर धातु की पट्टी रखने से उसकी धारिता अनंत हो जाती है।
41. संधारित्रों को श्रेणीक्रम में जोड़ने पर प्रत्येक प्लेट पर आवेश समान रहता है। इस संयोजन में तुल्य धारिता घटती है।
42. संधारित्रों को समांतर क्रम में जोड़ने पर प्लेटों के बीच का विभवांतर समान होता है। इस संयोजन में धारिता बढ़ती है।
43. गोलीय चालक की धारिता उसकी त्रिज्या के अनुक्रमानुपाती होती है।
44. समान विभव वाले चालकों को जोड़ने पर ऊर्जा की कोई हानि नहीं होती है।
45. किसी चालक को धात्विक तार द्वारा पृथ्वी से जोड़ने पर इले. चालक पर आ जाते हैं।

****

Best of luck by Rathore Sir

By - Rathore Sir