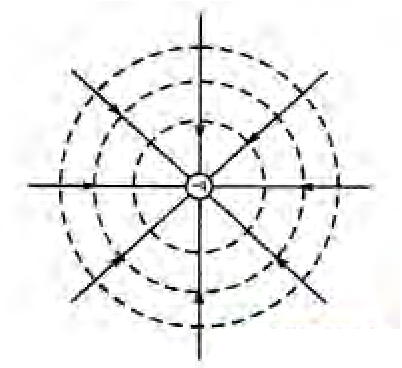
UP Board Class 12 Physics Chapter 2 Important Questions स्थिर वैद्युत विभव तथा धारिता

अति लघुत्तरीय प्रश्न

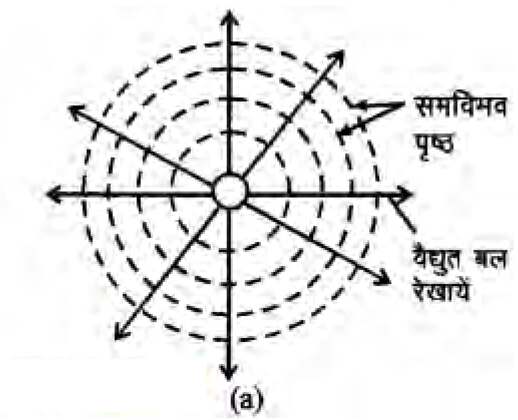
प्रश्न 1.
उस भौतिक राशि का नाम लिखिए जिसका मात्रक JC^{-1} होता है। यह राशि सदिश है अथवा अदिश?
उत्तर:
JC^{-1} विद्युत विभव का मात्रक है। यह सदिश राशि है।

प्रश्न 2.
किसी वियुक्त बिन्दु आवेश (-q) के कारण समविभव पृष्ठ खींचिए तथा इसकी विद्युत क्षेत्र रेखाएँ चित्रित कीजिए।
उत्तर:



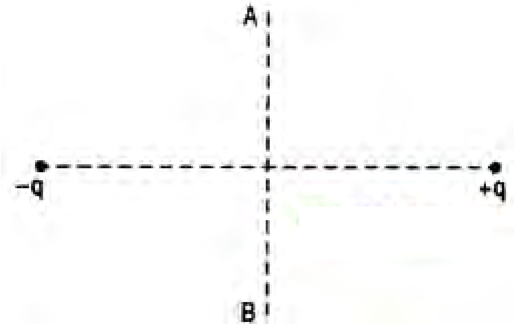
प्रश्न 3.
किसी एक समान विद्युत क्षेत्र में दो बिन्दुओं के बीच किसी आवेशित कण को गति कराने में किया गया कार्य कण के गमन पथ पर निर्भर नहीं करता। क्यों?
उत्तर:
क्योंकि विद्युत बल एक संरक्षी बल है।

प्रश्न 4.
किसी वैद्युत द्विधुव का समविभव पृष्ठ खींचिए।
उत्तर:



प्रश्न 5.
किसी आवेशित चालक खोल के भीतर इसके समस्त आयतन में स्थिर वैद्युत विभव नियत क्यों रहता है?
उत्तर:
आवेशित चालक खोल के भीतर विद्युत क्षेत्र $\overrightarrow{E}$ शून्य होता है अत: dv = E.dr = 0 होगा। अतः समस्त आयतन में स्थिर विद्युत विभव नियत रहता है।

प्रश्न 6.
किसी आवेश 'q' का द्विध्रुव आघूर्ण 'p' के किसी द्विषुव के ऊपर स्थिर किसी बिन्दु A से द्विध्रुव के नीचे स्थित किसी बिन्दु B पर विषुवतीय तल में बिना किसी त्वरण के ले जाया जाता है। इस प्रक्रिया में किया गया कार्य ज्ञात कीजिए।



उत्तर:
विद्युत द्विध्रुव की निरक्षीय स्थिति में किसी बिन्दु पर विभव V = 0
अत: A से B तक आवेश q को लाने में किया गयश कार्य शून्य होगा।
$W = v_q = 0$

प्रश्न 7.
संधारित्र का मूल उपयोग क्या है?
उत्तर:
विद्युत आवेश तथा विद्युत ऊर्जा की बड़ी मात्रा को संचित करने के लिए।

https://www.evidyarthi.in/

प्रश्न 8.
विद्युत बल रेखा के अनुदिश विद्युत विभव बढ़ता है अथवा घटता है?
उत्तर:
विद्युत बल रेखाएँ उच्च विभव से निम्न विभव की ओर चलती है, अत: बल रेखा के अनुदिश विद्युत विभव घटता है।

प्रश्न 9.
समविभव पृष्ठ को परिभाषित कीजिए।
उत्तर:
किसी वैद्युत क्षेत्र में खींचा गया वह पृष्ठ जिस पर स्थित सभी बिन्दुओं पर वैद्युत विभव बराबर हों, समविभव पृष्ठ कहलाता है। दूसरे शब्दों में, समविभव पृष्ठ पर किन्हीं दो बिन्दुओं के बीच वैद्युत विभवान्तर शून्य होता है। अत: किसी आवेश को समविभव पृष्ठ के एक बिन्दु से दूसरे बिन्दु तक ले जाने में कोई कार्य नहीं करना पड़ेगा। परन्तु यह तभी सम्भव है जबकि वैद्युत आवेश को वैद्युत क्षेत्र के लम्बवत् ले जाया जाये।

प्रश्न 10.
क्या दो समविभव पृष्ठ एक - दूसरे को काट सकते हैं?
उत्तर:
नहीं, क्योंकि यदि ऐसा होगा तो कयान बिन्दु पर विद्युत विभव के दो मान होंगे जो सम्भव नहीं है।

प्रश्न 11.
क्या किसी बिन्दु पर विद्युत क्षेत्र शून्य हो सकता है जबकि उस बिन्दु पर विभव शून्य न हो। उदाहरण दीजिए।
उत्तर:
हां सम्भव है। आवेशित गोलीय कोश व आवेशित चालक के अन्दर विद्युत क्षेत्र शून्य होता है परन्तु विद्युत विभव नहीं।

प्रश्न 12.
जब कोई विद्युत द्विधुव किसी विद्युत क्षेत्र के समान्तर रखा जाता है तो इसकी विद्युत स्थितिज ऊर्जा क्या होगी?
उत्तर:
$U = - PE \sin\theta$
$\therefore \theta = 0°, \cos\theta = 1$
$\therefore U = -pE$

प्रश्न 13.
क्या निर्वात में किसी बिन्दु पर विद्युत विभव शून्य हो सकता है जबकि उस बिन्दु पर विद्युत क्षेत्र शून्य नहीं है? उदाहरण दीजिए।
उत्तर:
हाँ सम्भव है। विद्युत द्विध्रुव को मिलाने वाली रेखा के मध्य बिन्दु से गुजरने वाली निरक्ष रेखा पर।

प्रश्न 14.
समविभव पृष्ठ विद्युत बल रेखाओं के लम्बवत् होते हैं, क्यों?
उत्तर:
समविभव पृष्ठ पर एक बिन्दु से दूसरे बिन्दु तक किसी आवेश को ले जाने में कोई नहीं करना पड़ता है, अतः समविभव पृष्ठ के अनुदिश विद्युत क्षेत्र की तीव्रता का घटक शून्य होना चाहिए, यह तभी संभव है जब विद्युत क्षेत्र पृष्ठ के लम्बवत हो।

प्रश्न 15.
किसी चालक की धारिता का मान किन कारकों पर निर्भर करता है?
उत्तर:
किसी चालक की धारिता का मान चालक के अनुप्रस्थ काट के क्षेत्रफल तथा उसके चारों ओर के माध्यम पर निर्भर करता है।

प्रश्न 16.
माध्यम के परावैद्युतांक की परिभाषा लिखिए।
उत्तर:
किसी संधारित्र की प्लेटों के मध्य भरे पदार्थ का परावैद्युतांक उस संधारित्र की धारिता तथा समान वायु संधारित्र की धारिता के अनुपात के बराबर होता है।

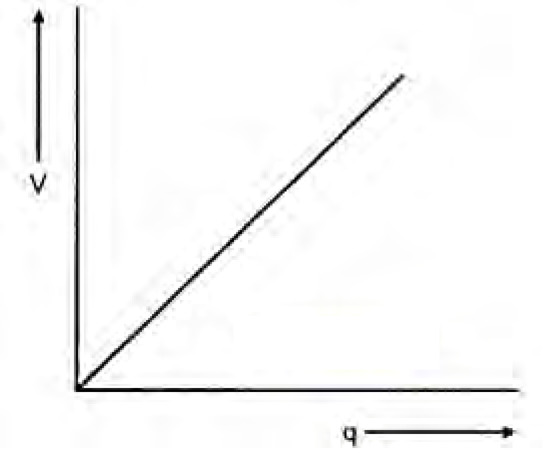
लघु उत्तरीय प्रश्न

प्रश्न 1.
सिद्ध कीजिये कि किसी बिन्दु आवेश के चारों ओर परावैद्युत माध्यम होने पर उसके कारण विद्युत विभव निर्वात की तुलना में $1/\varepsilon_r$ गुना कम होता है।
उत्तर:
यदि बिन्दु आवेश निर्वात में स्थित है तो +q आवेश r दूरी पर विद्युत विभव
$V = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q}{r}$
यदि बिन्दु आवेश के चारों और ε_r परावैद्युतांक का परावैद्युत माध्यम है तो P पर विद्युत विभव
$V = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0\varepsilon_r}\frac{q}{r}$
$V' = \frac{1}{\varepsilon_r}\left[\frac{1}{4\pi\varepsilon_0} - \frac{q}{r}\right]$
$V' = \frac{V}{\varepsilon_r}$

प्रश्न 2.
C धारिता के संधारित्र पर मौजूद आवेश एवं विभवान्तर के मध्य ग्राफ खींचिए।
उत्तर:
संधारित्र पर संचित आवेश उसकी प्लेटों के विभवान्तर के अनुक्रमानुपाती होता है अर्थात् $q \propto V$

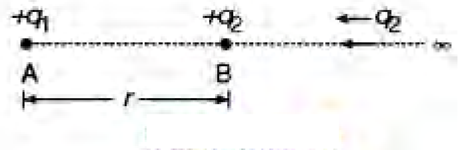
https://www.evidyarthi.in/

अतः q व V के मध्य खींचा गया ग्राफ सरल रेखा प्राप्त होगी



प्रश्न 3.
दो बिन्दु आवेश q_1 और q_2 वायु में r_{12} दूरी पर स्थित हैं। इस निकाय की स्थिर विद्युत स्थितिज ऊर्जा के लिए व्यंजक स्थापित कीजिए।
उत्तर:
आवेश समूह की वैद्युत स्थितिज ऊर्जा (Electric Potential Energy of a System of Charges):
किन्हीं दो अथवा दो से अधिक आवेशों को अनन्त से एक - दूसरे के समीप लाकर निकाय की रचना करने में किया गया कार्य उन आवेशों से बने निकाय (system) में स्थितिज ऊर्जा के रूप में एकत्र हो जाता है। इस संचित (stored) ऊर्जा को ही निकाय की वैधुत स्थितिज ऊर्जा कहते हैं। इसे U से व्यक्त करते हैं।
अत: "दो या दो से अधिक बिन्दु आवेशों के किसी निकाय की वैद्युत स्थितिज ऊर्जा उस कार्य के बराबर होती है जो उन आवेशों को अनन्त से परस्पर निकट लाकर निकाय की रचना करने में किया जाता
है।"
(a) दो आवेशों के निकाय की वैधुत स्थितिज ऊर्जा: माना दो आवेशों के निकाय में q_1 व q_2 आवेश r दूरी पर क्रमश: A व B पर स्थित हैं।
$+q_1$ के कारण बिन्दु B पर उत्पन्न विभव

$$V_1 = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q_1}{r}$$



चूँकि किसी बिन्दु पर विद्युत् विभव उस कार्य के बराबर होता है जो एकांक धनावेश को अनन्त से उस बिन्दु तक लाने में करना पड़ता हैं।
अत: $+q_2$ आवेश को अनन्त से B बिन्दु तक लाने में किया गया कार्य अर्थात् दोनों आवेशों के निकाय की वैद्युत स्थितिज ऊर्जा
$U = W = V_1 q_2$
$= \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q_1}{r} \times q_2$
या $U = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q_1 q_2}{r}$ ....(1)
यदि दोनों आवेश समान प्रकृति (equal nature) के हैं, तो U का मान धनात्मक होगा और यदि एक आवेश

धनात्मक एवं दूसरा ऋणात्मक है, तो U का मान ऋणात्मक होगा, अतः U का मान निकालते समय आवेशों के मान चिह्न सहित (proper sign) रखने चाहिए।

(b) दो से अधिक आवेशों के निकाय की वैद्युत स्थितिज ऊर्जा: n आवेशों के निकाय को वैद्युत स्थितिज ऊर्जा उस कार्य के बराबर होती है जो निकाय के सभी आवेशों को अनन्त से उनकी स्थिति तक लाने में करना पड़ता है। पहले आवेश q_1 को अनन्त से उसकी स्थिति $P_1\left(\overrightarrow{r_1}\right)$ तक लाने में कोई कार्य नहीं करना पड़ेगा क्योंकि शेष सभी आवेश अनन्त पर होंगे, अत: पहले आवेश के आने का विरोध नहीं होगा।

$\therefore W_1 = 0$

जब दूसरा आवेश q_2 उसकी स्थिति $P_2\left(\overrightarrow{r_2}\right)$ तक लाते हैं, तो पहला आवेश q_1 उसके आने का विरोध करेगा। अतः q_2 को लाने में कृत कार्य

W_2 = (q_2 के कारण P_2 स्थिति में विभव) x q_2

$= \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q_1}{r_{12}} \cdot q_2 = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q_1 q_2}{r_{12}}$

जब तीसरा आवेश q_3 अनन्त से $P_3\overrightarrow{(r_3)}$ तक लाते हैं, तो कृत कार्य

W_3 = (q_1 व q_2 के कारण P_3 पर विभव) x q_3

$= \left[\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q_1}{r_{13}} + \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q_2}{r_{23}}\right] \times q_3$

$= \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\left[\frac{q_1 q_3}{r_{13}} + \frac{q_2 q_3}{r_{23}}\right]$

इसी प्रकार चौथे आवेश q_4 को $P_4\left(\overrightarrow{r_4}\right)$ स्थिति तक लाने में कृत कार्य

$W_4 = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\left[\frac{q_1 q_4}{r_{14}} + \frac{q_2 q_4}{r_{24}} + \frac{q_3 q_4}{r_{34}}\right]$

∴ चारों आवेशों के निकाय की वैद्युत स्थितिज ऊर्जा

$U = W_1 + W_2 + W_3 + W_4$

$$= 0 + \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q_1 q_2}{r_{12}} + \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\left(\frac{q_1 q_3}{r_{13}} + \frac{q_2 q_3}{r_{23}}\right) + \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\left(\frac{q_1 q_4}{r_{14}} + \frac{q_2 q_4}{r_{24}} + \frac{q_3 q_4}{r_{34}}\right)$$

$$= \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\left[\frac{q_1 q_2}{r_{12}} + \frac{q_1 q_3}{r_{13}} + \frac{q_2 q_3}{r_{23}} + \frac{q_1 q_4}{r_{14}} + \frac{q_2 q_4}{r_{24}} + \frac{q_3 q_4}{r_{34}}\right]$$

$$= \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\left[\frac{q_1 q_2}{r_{12}} + \frac{q_1 q_3}{r_{13}} + \frac{q_1 q_4}{r_{14}} + \frac{q_2 q_3}{r_{23}} + \frac{q_2 q_4}{r_{24}} + \frac{q_3 q_4}{r_{34}}\right]$$

इसी प्रकार अन्य आवेशों को लाने में कृत कार्य ज्ञात करके उन्हें जोड़ने पर,

$$U = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\sum_{\text{सभी युग्म}}\frac{q_j q_k}{r_{jk}} \qquad ...(2)$$

इस योग को ज्ञात करने में हमें आवेशों के प्रत्येक युग्म का एक बार ही प्रयोग करना पड़ता है अत: अत समीकरण को निम्न प्रकार लिख सकते हैं-

https://www.evidyarthi.in/

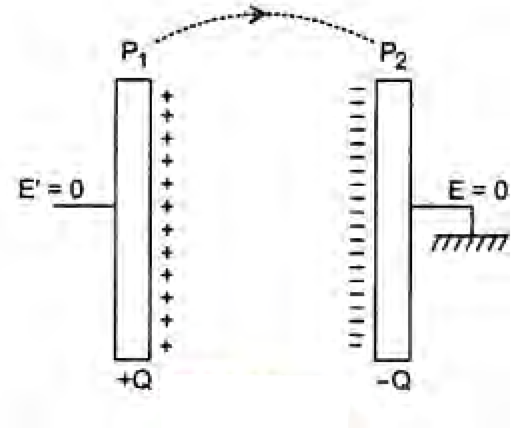
U =$\frac{1}{2} \sum_{\substack{j=1 \\ j=1 \\ j \neq k}}^{n} \sum_{n=1}^{n} \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{q_j}{q_{kk}}$ ....(3)

यहाँ \frac{1}{2} का गुणा इसलिए करना पड़ रहा है क्योंकि इस योग में आवेशों के प्रत्येक युग्म को दो बार लेते हैं। उदाहरण के लिए जब j = 1, k = 2 और j = 2, k = 1, लेने पर आवेशों का एक ही युग्म दो आर (q_1q_2 और q_2q_1) आता है। हमें एक युग्म केवल एक ही बार प्रयोग करना है, अतः $\frac{1}{2}$ का प्रयोग अत्यन्त आवश्यक है।

प्रश्न 4.
समविभव पृष्ठों के दो महत्त्वपूर्ण लक्षण लिखिए।
उत्तर:
समविभव पृष्ठ (Equi - potential Surface):
"ऐसा पृष्ठ जिसके प्रत्येक बिन्दु पर विद्युत् विभव समान होता है, समविभव पृष्ठ कहलाता है।"
समविभव पृष्ठ की विशेषताएँ: विभवान्तर की परिभाषा के अनुसार किन्हीं दो बिन्दुओं के मध्य विभवान्तर उस कार्य के बराबर होता है जो एकांक धनावेश को निम्न विभव के बिन्दु से उच्च विभव के बिन्दु तक ले जाने में करना पड़ता है अर्थात् A व B बिन्दुओं के मध्य विभवान्तर
$V_B - V_A = W_{AB}$
यदि A व B दोनों बिन्दु एक समविभव पृष्ठ पर स्थित हैं,
तो $V_B = V_A$
$\therefore W_{AB} = V_B - V_A = 0$
अर्थात् "समविभव पृष्ठ पर किन्हीं दो बिन्दुओं के मध्य परीक्षण आवेश को एक बिन्दु से दूसरे बिन्दु तक ले जाने में कोई कार्य नहीं किया जाता है।" समविभव पृष्ठ के किन्हीं भी दो बिन्दुओं के बीच कोई विभवान्तर नहीं होता।
एकांक धनावेश को किसी समविभव पृष्ठ पर एक सूक्ष्म विस्थापन dl देने में किया गया कार्य
dw = $\overrightarrow{\mathrm{E}} \cdot d\vec{l}$ = E dl cosθ = 0
$\therefore \cos\theta = 0 \Rightarrow \theta = 90°$ अर्थात् $\overrightarrow{\mathrm{E}} \perp d\vec{l}$
स्पष्ट है कि विद्युत् क्षेत्र सदैव समविभव पृष्ठ के लम्बवत् होता है। एक बिन्दु आवेश के कारण इससे r दूरी पर उत्पन्न विभव
V = $\frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \frac{q}{r}$ ....(1)
स्पष्ट है कि यदि का मान नियत हो जाये, तो एका मान भी नियत (constant) हो जायेगा।

प्रश्न 5.
संक्षेप में व्याख्या कीजिए कि जब समान्तर पट्टिका संधारित्र को किसी dc स्रोत से संयोजित किया जाता है, तो वह संघारित्र किस प्रकार आवेशित हो जाता है?
उत्तर:
जब समान्तर पट्टिका संधारित्र की प्लेट P, को किसी dc स्रोत से Q आवेश प्रदान किया जाता है। प्लेट P_2 का बाध्य पृष्ठ भूसम्पर्कित होने के कारण इस पर स्थित मुक्त आवेश पृथ्वी में चला जाता है।
परन्तु अन्तः पृष्ठ पर विपरीत प्रकृति का - Q आवेश प्लेट P_1 पर +Q आवेश से बध्द होने के कारण वहीं बना रहता है। इस प्रकार इन प्लेटों पर समान परन्तु विपरीत प्रकृति के आवेश होते हैं। यदि प्लेटों के मध्य दूरी अल्प है तो इस प्रभाग

में एक समान विद्युत क्षेत्र उत्पन्न हो जाता है।



प्रश्न 6.
धारिता C के किसी समान्तर पट्टिका संधारित्र को किसी बैटरी द्वारा 'V' वोल्ट तक आवेशित किया गया है। कुछ समय पश्चात् बैटरी को हटा लिया जाता है और पट्टिकाओं के बीच की दूरी दोगुनी कर दी जाती है। जब इस पट्टिकाओं के बीच के रिक्त स्थान में परावैद्युतांक $1 < K < 2$ को कोई गुटका रख दिया जाता है। इसका निम्नलिखित पर क्या प्रभाव होगा?
(i) संधारित्र की पट्टिकराओं के बीच विद्युत - क्षेत्र
(ii) संधारित्र में संचित ऊर्जा।
उत्तर:
(i) संधारित्र की पट्टिकाओं के बीच विद्युत क्षेत्र $\frac{E_0}{\mathrm{K}}$ हो जाएगा। अर्थात् विद्युत क्षेत्र का मान घट जाएगा।
(ii) संधारित्र की नई धारिता C = $\frac{\varepsilon_0 \varepsilon_r A}{2\,\mathrm{d}}$
ε_r का मान 2 से कम हैं अतः धारिता C घट जाएगी जबकि विभवान्तर V नियत है तब संचित ऊर्जा का मान कम हो जाता है।

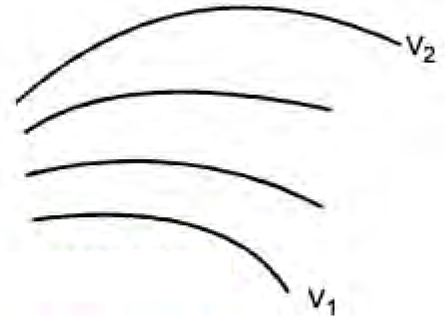
प्रश्न 7.
जब किसी परावैद्युत प्लेट को बाहरी विद्युत क्षेत्र में रखते हैं तो परावैधुत प्लेट के अन्दर विद्युत क्षेत्र कम क्यों हो जाता है?
उत्तर:
परावैधुत गुटके को बाहरी विद्युत क्षेत्र में रखने पर इसके अणुओं का ध्रुवण हो जाता है, फलस्वरूप इसके अन्दर बाहरी क्षेत्र की विपरीत दिशा में एक विद्युत क्षेत्र प्रेरित हो जाता है। इसीलिए बाहरी क्षेत्र में रखने पर परावैद्युत प्लेट के अन्दर विद्युत क्षेत्र घट जाता है।

प्रश्न 8.
a त्रिज्या के किसी गोलीय कोश को Q आवेश दिया जाता है और इसकी त्रिज्या b तक बढ़ा दी जाती है। इस प्रक्रिया में कृत कार्य का मान ज्ञात कीजिए।
उत्तर:
$C = 4\pi\varepsilon_0 R$ और $U = \frac{1}{2}\frac{\mathrm{Q}^2}{\mathrm{C}}$
∴ कोश की त्रिज्या बढ़ाने में कृत कार्य

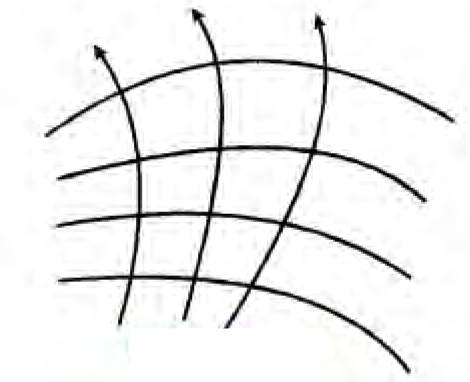
$W = U_1 - U_2 = \frac{Q^2}{4\pi\varepsilon_0\alpha} - \frac{1}{2}\frac{Q^2}{4\pi\varepsilon_0 b}$

$W = \frac{Q^2}{8\pi\varepsilon_0}\left[\frac{1}{a} - \frac{1}{b}\right]$

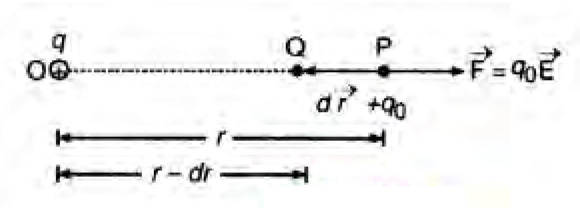
प्रश्न 9.
एक विद्युत क्षेत्र के लिए समविभव पृष्ठ चित्र में दर्शाए गए हैं। यह दिया गया है कि $V_1 > V_2$। इस पैटर्न के लिए संगत बल रेखाएँ खींचिए। यह भी बताइए कि किस क्षेत्र में विद्युत क्षेत्र तीव्रता उच्च है।



उत्तर:
नीचे दिये गये चित्र में बल रेखाएँ, समविभव पृष्ठ के लम्बवत हैं और वे उच विभव से निम्न विभव की ओर दिष्ट हैं। विद्युत क्षेत्र की तीव्रता नीचे की ओर बाएँ क्षेत्र में अधिकतम है जहाँ समविभव पृष्ठ आपस में आप - पास है।



प्रश्न 10.
विभव प्रवणता तथा विद्युत क्षेत्र की तीव्रता में संबंध स्थापित कीजिए।
उत्तर:
विद्युत प्रवणता के रूप में विद्युत् क्षेत्र (Electric Field as a Gradient of Electric)
माना एक बिन्दु आवेश +q बिन्दु O पर रखा है और इससे r दूरी पर बिन्दु P पर विद्युत् विभव V एवं (r - dr) दूरी पर स्थित बिन्दु Q पर विभव (v + dv) है।



यदि एक अत्यन्त सूक्ष्म परीक्षण आवेश (very small test charge) q_0 को P से Q तक ले जाने में कृत कार्य dW है, तो

(V + dV) - V = $\frac{d\text{W}}{q_0}$
या dV = $\frac{d\text{W}}{q_0}$ ....(1)
P बिन्दु पर स्थित +q_0 आवेश पर लगने वाला बल
$\overrightarrow{\mathrm{F}}=q_0 \overrightarrow{\mathrm{E}}$ (OP दिशा में)
∴ इस बल के विरुद्ध (against) $d\vec{r}$ विस्थापन (displacement) देने में अर्थात् P से Q तक q_0 आवेश को ले जाने में कृत कार्य
dW = $\overrightarrow{\mathrm{F}} \cdot \overrightarrow{d r}$
= F.dr.cos180° = -F.dr
परन्तु F = q_0E
∴ dW = -q_0E.dr
या $\frac{d\text{W}}{q_0}$ = -E.dr ....(2)
समी. (1) व (2) से, dV = -E.dr

या $$\boxed{\mathrm{E}=-\frac{dV}{dr}}$$ ...(3)

"अर्थात् किसी बिन्दु पर विद्युत् क्षेत्र की तीव्रता (electric field intensity) उस बिन्दु पर ऋणात्मक विभव प्रवणता (potential gradient) के बराबर होती है।" ऋण चिह्न यह दर्शाता है कि विद्युत् क्षेत्र $\overrightarrow{\mathrm{E}}$ को दिशा सदैव उच्च (higher) विभव से निम्न (lower) विभव की ओर अर्थात् विभव के घटने की दिशा में (in decreasing directon) होती है। विभव प्रवणता एक सदिश राशि है जिसकी दिशा विद्युत् क्षेत्र $\overrightarrow{\mathrm{E}}$ की विपरीत दिशा में अर्थात् विभव बढ़ने (increasing potential) की दिशा में होती है।
विद्युत् क्षेत्र व विद्युत् विभव में सम्बन्ध
$\because \overrightarrow{\mathrm{E}}=-\frac{d\text{V}}{\overrightarrow{dr}}$
या dV = $-\overrightarrow{\mathrm{E}} \cdot \vec{d}$
उपरोक्त समीकरण को बिन्दु $\overrightarrow{r_1}$ व $\overrightarrow{r_2}$ के मध्य समाकलन करने पर,

$$\int_{V_1}^{V_2} dV=-\int_{\vec{r}_1}^{\vec{r}_2} \vec{E} \cdot d\vec{r}$$

या $$V_2-V_1=-\int_{\vec{r}_1}^{\vec{r}_2} \vec{E} \cdot d\vec{r}$$

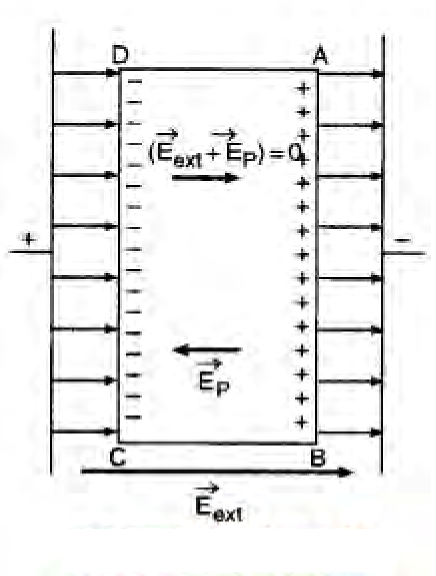
जहाँ, बिन्दु $\overrightarrow{r_1}$ व $\overrightarrow{r_2}$ पर विद्युत् विभव क्रमशः V_1 व V_2 है। यदि हम बिन्दु $\overrightarrow{r_1}$ को अनन्त पर मानें, तो V_1 = 0 और $\overrightarrow{r_2}=\vec{r}$ लेने पर
$$\mathrm{V}(\vec{r})=-\int_{\infty}^{\vec{r}} \overrightarrow{\mathrm{E}} \cdot \overrightarrow{d r}$$

प्रश्न 11.
निम्नलिखित कथनों की व्याख्या कीजिए-
(i) चालक के अन्दर विद्युत क्षेत्र शून्य होता है।

https://www.evidyarthi.in/

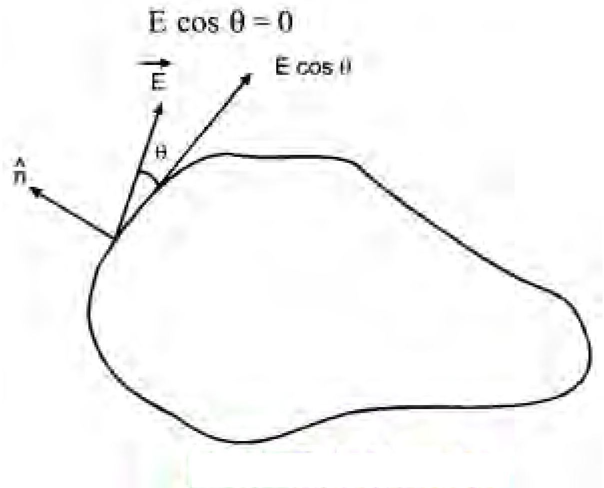
(ii) आवेशित चालक के पृष्ठ पर प्रत्येक बिन्दु पर स्थिर वैद्युत क्षेत्र अभिलम्बवत होना चाहिए।
उत्तर:
चालक स्थिर - वैद्युतिकी (Electrostatics of Conductors)
चालक (conductors) वे पदार्थ है जिनसे होकर धारा का प्रवाह (flow of charge) अर्थात् आवेश का प्रवाह हो जाता है। सभी धात्विक पदार्थ चालक होते हैं। इनकी चालकता (conductivity) का कारण यह है कि सभी चालकों में आवेश वाहकों अर्थात् मुक्त इलेक्ट्रॉनों (free electrons) की बड़ी संख्या मौजूद रहती है। चालक स्थिर - वैद्युतिकी के कुछ महत्वपूर्ण तथ्य निम्नलिखित हैं-

चालक के अन्दर विद्युत् क्षेत्र शून्य होता है: माना एक चालक ABCD किसी बाह्य विद्युत् क्षेत्र $\overrightarrow{\mathrm{E}_{\text{ext}}}$ में रखा है। चालक के मुक्त इलेक्ट्रॉनों पर बाहा क्षेत्र



की विपरीत दिशा में E_{ext}, बल लगेगा अतः वे चालक के पृष्ठ AB से CD को और गति करने लगेंगे और CD किनारे पर एकत्र (collect) हो जायेंगे। फलस्वरूप AB किनारा समान परिमाण से धनावेशित हो जायेगा। इन आवेशों को प्रेस्ति आवेश (induced charges) कहते हैं। ये प्रेरित आवेश चालक के अन्दर एक वैद्युत क्षेत्र $\overrightarrow{\mathrm{E}}_{\mathrm{P}}$ उत्पन्न करते हैं जो बाह्य क्षेत्र $\overrightarrow{\mathrm{E}}_{\text{ext}}$ का विरोध करता है और इलेक्ट्रॉनों की गति का भी विरोध करता है, अत: इलेक्ट्रॉनों का प्रवाह तुरन्त रुक जाता है, जैसे ही $\overrightarrow{\mathrm{E}}_{\mathrm{P}}$ का परिमाण $\overrightarrow{\mathrm{E}}_{\text{ext}}$ के परिमाण के बराबर हो जाता है, चालक के अन्दर नेट विद्युत् क्षेत्र $\left(\vec{E}_{\text{ext}}+\vec{E}_{\mathrm{P}}\right)$ = 0 हो जाता है। अर्थात् E_{ext} - E_p = 0, क्योंकि $\vec{E}_{ext}$ व $\vec{E}_P$ की दिशाएँ विपरीत हैं।

आवेशित चालक के पृष्ठ पर प्रत्येक बिन्दु पर स्थिर - वैधुत क्षेत्र अभिलम्बवत् होना चाहिए: स्थिर - वैद्युत स्थितियों के अन्तर्गत चालक के पृष्ठ पर आवेश का पुनर्वितरण (redistribution of charges) हो जाता है इसलिए आवेश का प्रवाह रुक जाता है। अतः पृष्ठ के अनुदिश (along) विद्युत् क्षेत्र का घटक (component) शून्य होना चाहिए अर्थात्



जहाँ θ पृष्ठ पर स्पर्शी (tangent) एवं विद्‌युत्‌ क्षेत्र के मध्य कोण है।
चूंकि E ≠ 0 अत: cosθ = 0
या θ = 90°

अर्थात्‌ विद्‌युत्‌ क्षेत्र $\vec{E}$ चालक के पृष्ठ के लम्बवत्‌ होना चाहिए।

https://www.evidyarthi.in/