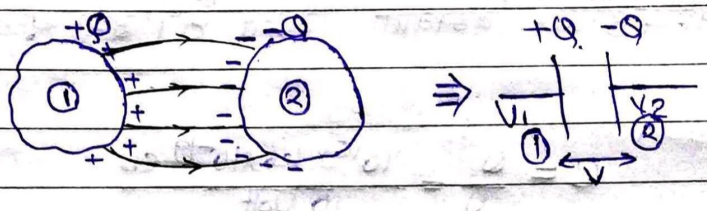
For more free Study material
visit : www.sbgstudy.com

Capacitor

→ समान परिमाण तथा विपरीत प्रकृति के आवेश से आवेशित दो चालकों का युग्म जिसमें पर्याप्त मात्रा में आवेश तथा ऊर्जा संचित की जा सके, संधारित्र कहलाता है।



→ $(V_1 - V_2) = V$ ← संधारित्र का विभव
संधारित्र की plates के मध्य विभवांतर

→ संधारित्र का कुल आवेश $= +Q + (-Q) = zero$

→ संधारित्र किसी बंद पृष्ठ में परिबद्ध हो तो उस बंद पृष्ठ से संबंधित विद्युत फ्लक्स शून्य होता है।

→ प्रश्नों में संधारित्र के आवेश का अर्थ उसकी किसी एक प्लेट पर आवेश के परिमाण से होता है।

धारिता
Capacitance (C) − चालक या संधारित्र की आवेश ग्रहण करने की क्षमता, उसकी वैद्युत धारिता को दर्शाती है।

→ चालक या संधारित्र को आवेशित करने पर इनका विभव परिवर्तित होता है। इनका विभव दिये गये आवेश के समानुपाती होता है।

$\Rightarrow V \propto Q$

$\Rightarrow Q \propto V$

$\Rightarrow \boxed{Q = CV}$

$\Rightarrow \boxed{C = \frac{Q}{V}}$ → $\frac{Cb}{Volt}$ = farad

→ $\frac{Cb \times Cb}{Joule} = \frac{A^2T^2}{M^1L^2T^{-2}} = [M^{-1}L^{-2}T^4A^2]$

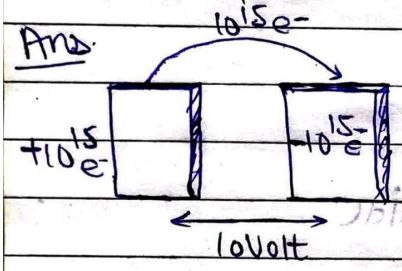
विमीय सूत्र

For more free Study material
visit : www.sbgstudy.com

→ चालक या संधारित्र के विभव में इकाई परिवर्तन हेतु दिया गया आवेश धारिता को दर्शाता है।

→ चालक या संधारित्र की धारिता उनके आवेश तथा विभव पर निर्भर नहीं करती।

Q. दो चालकों में एक चालक से $10^{15}e^-$ दूसरे चालक पर स्थानान्तरित किये जाये तो दोनों चालकों के मध्य उत्पन्न विभवांतर 10Volt है। इस युग्म की धारिता ज्ञात करो।



Ans.

$$C = \frac{Q}{V} = \frac{10^{15} \times 1.6 \times 10^{-19}\ cb}{10\ Volt}$$

$$= 1.6 \times 10^{-5}\ Farad$$

$$= 16\mu F$$

28/9/16

Q. एक चालक की धारिता $10\mu F$ है। चालक को $20\mu cb/sec$ की दर से आवेशित किया जाता है। कितने समय में चालक का विभव 12Volt से परिवर्तित होगा?

Ans.

$$Q = CV$$
$$= 10 \times 10^{-6} \times 12$$
$$= 120\mu cb.$$

∵ 1 sec. में $= 20\mu cb$

$120\mu cb$ के लिए समय $= \frac{120}{20}$
$= 6\ sec.$

OR

$Q = CV$ (time के साथ const)

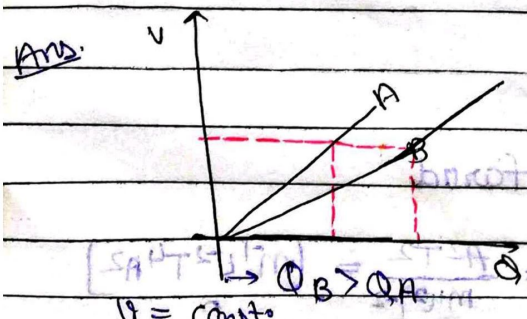
$Q/t = CV/t$

$\Rightarrow 20 = 10 \times \frac{12}{t}$

$\Rightarrow t = 6\ sec.$

Q. दो चालक A तथा B के विभव एवं आवेश के मध्य आरेख निम्नानुसार है तो इन चालकों की धारिता की तुलना करो।

Ans.



$$Slope = \frac{dy}{dx} = \frac{V}{Q} = \frac{1}{C}$$

∵ Slope A > Slope B

∴ $C_A < C_B$

→ $Q_B > Q_A$

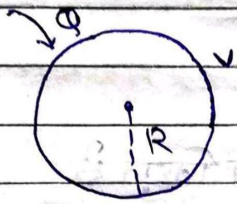
$V = Const.$

$C \propto Q$

For more free Study material
visit : www.sbgstudy.com

विलगित गोलीय चालक की धारिता -

विलगित गोलीय चालक संधारित्र की तरह से व्यवहार कर सकता है जिसकी दूसरी सतह अनन्त पर मानी जाती है।



$$V = \frac{KQ}{R} = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R}$$

धारिता $C = \frac{Q}{V} = \frac{Q}{Q/4\pi\epsilon_0 R}$

$\Rightarrow$ $\boxed{C = 4\pi\epsilon_0 R}$

गोलीय चालक के चारों ओर परावैद्युत पदार्थ प्रयुक्त किया जाये तो

$C_{med.} = 4\pi\epsilon R$

$\boxed{C_{med.} = 4\pi\epsilon_0\epsilon_r R}$

$\Rightarrow$ $\boxed{C_{medium} = \epsilon_r C_{vacuum} \text{ or } K C_{vacuum}}$ ϵ_r or $K \rightarrow$ परावैद्युतांक

→ परावैद्युत माध्यम की उपस्थिति में धारिता निर्वात में धारिता से अधिक होती है।

→ गोलीय चालक की धारिता की निर्भरता -

(i) चालक के आकार, आकृति पर।

(ii) चालक के चारों ओर प्रयुक्त पदार्थ की प्रकृति पर।

(iii) चालक के समीप अन्य चालक की उपस्थिति पर।

→

$R = rn^{1/3}$

प्रत्येक बूंद का $C_s = 4\pi\epsilon_0 r$

बड़ी बूंद का $C_b = 4\pi\epsilon_0 R = 4\pi\epsilon_0 (rn^{1/3})$

$\boxed{C_b = C_s n^{1/3}}$

→ $C_{सैद्धान्तिक} = 711 \mu F$

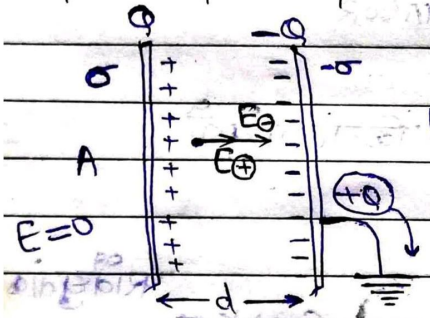
(for earth) → प्रायोगिक रूप से $C = \infty$

For more free Study material
visit : www.sbgstudy.com

संधारित्र का सिद्धान्त-

आवेशित चालक के समीप भूसम्पर्कित अनावेशित चालक लाने पर आवेशित चालक का आवेश अपरिवर्तित रहते हुए उसके विभव में कमी होती है। अतः धारिता में वृद्धि होती है।

समांतर पट्ट संधारित्र
parallel plate capacitor:



Capacitor की plates के मध्य विद्युत क्षेत्र

$E = E_+ + E_-$

$E = \frac{\sigma}{2\epsilon_0} + \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$ → (आवेश वितरण एक सतह पर)

$E = \frac{\sigma}{\epsilon_0} = \frac{Q}{A\epsilon_0}$

✓ संधारित्र का विभव (संधारित्र की plates के मध्य विभवांतर)

$V = E(d)$

$= \frac{Q}{A\epsilon_0} \times d$

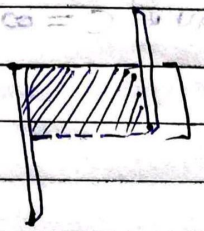
∴ संधारित्र की धारिता $C = \frac{Q}{V} = \frac{Q}{Qd/\epsilon_0 A}$

$$\boxed{C = \frac{\epsilon_0 A}{d}}$$

यदि PPC की plates के मध्य संपूर्ण स्थान को परावैद्युत पदार्थ से भर दिया जाये तो

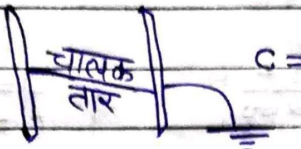
$$\boxed{C_{med.} = \frac{\epsilon_0 \epsilon_r A}{d} = \epsilon_r C_{vaccum} = K C_{निर्वात}}$$

→ PPC की धारिता की निर्भरता -
(i) प्लेटों के मध्य दूरी पर।
(ii) प्लेटों के मध्य प्रयुक्त पदार्थ की प्रकृति पर।
(iii) प्लेटों के प्रभावी पृष्ठीय क्षेत्रफल पर।
→ common overlaped area



For more free Study material
visit : www.sbgstudy.com

→ समांतर पट्ट संधारित्र की प्लेटों को प्रत्यक्षतः चालक तार से जोड़ दिया जाये ($d=0$) तो धारिता अनन्त हो जाती है।



→ आवेशित समांतर पट्ट संधारित्र की प्लेटों के मध्य विद्युत क्षेत्र समरूप होता है। इस समरूप विद्युत क्षेत्र का मान निम्नानुसार है-

$$\boxed{E = \frac{\sigma}{\epsilon_0} = \frac{Q}{A\epsilon_0} = \frac{V}{d}}$$ **

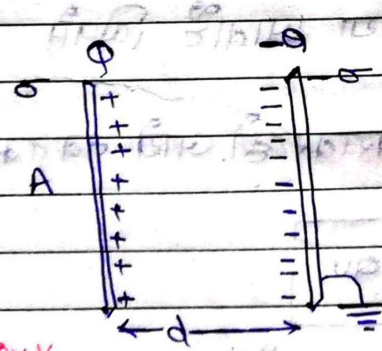
Q. एक समांतर पट्ट वायु संधारित्र की धारिता C है। इसकी प्लेटों के मध्य दूरी दो गुनी करके संपूर्ण स्थान को मोम से भर दिया जाये तो संधारित्र की धारिता 4C हो जाती है। मोम का परावैद्युतांक ज्ञात करें।

Ans.
$$C = \frac{\epsilon_0 A}{d} \quad \text{—(i)}$$

$$4C = \frac{\epsilon_0 \epsilon_r A}{2d} \quad \text{—(ii)}$$

by $\frac{(i)}{(ii)}$ ⇒ $$\frac{1}{4} = \frac{2}{\epsilon_r}$$

$$\Rightarrow \epsilon_r = 8$$



→ आवेशित PPC की प्लेटों के मध्य वैद्युत बल तथा स्थिर वैद्युत दाब:

$F = Q \times \frac{V}{2d}$

Capacitor की plates के मध्य विद्युत बल

$$F = (\text{एक Plate का आवेश}) \times (\text{अन्य Plate के कारण विद्युत क्षेत्र})$$

$$F = Q \times \left(\frac{\sigma}{2\epsilon_0}\right)$$

$$F = (\sigma A)\left(\frac{\sigma}{2\epsilon_0}\right)$$

$$\boxed{F = \frac{\sigma^2 A}{2\epsilon_0} = \frac{Q^2}{2A\epsilon_0}}$$

प्रति इकाई पृष्ठीय क्षेत्रफल पर विद्युत बल अर्थात् वैद्युत दाब स्थिर

$$\boxed{P_e = \frac{F}{A} = \frac{\sigma^2}{2\epsilon_0}} \Rightarrow \boxed{P_e = \frac{1}{2}\epsilon_0 E^2} \text{ ; यहाँ } E = \frac{\sigma}{\epsilon_0}$$

↳ N/mt^2

For more free Study material
visit : www.sbgstudy.com

Q. एक PPC की धारिता C है। इसकी plates के मध्य दूरी d है। यह संधारित्र V विभव तक आवेशित है तो इसकी प्लेटों के मध्य स्थिर वैद्युत बल ज्ञात करो-

(i) $\frac{CV}{d}$

(ii) $\frac{CV^2}{d}$

✓(iii) $\frac{CV^2}{2d}$

(iv) $CV/2d$

Ans: $F = \frac{Q^2}{2A\epsilon_0} = \frac{\sigma^2}{2\epsilon_0}A$

$= \frac{C^2V^2}{2Cd}$

$= \frac{CV^2}{2d}$

$Q = CV$
$C = \frac{\epsilon_0 A}{d}$
$A\epsilon_0 = Cd$

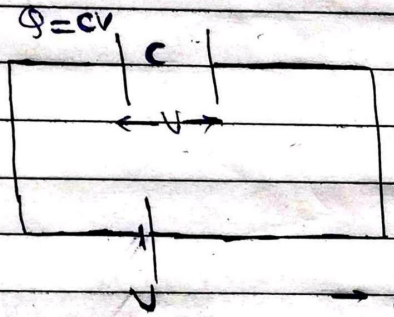
or capacitor की plates के मध्य विद्युत बल $F = \left(\text{एक प्लेट का आवेश}\right) \times \left(\text{दूसरी प्लेट के कारण } E\right)$

$= (CV)\left(\frac{V}{2d}\right)$

$= \frac{CV^2}{2d}$

नेट $E = \frac{V}{d}$

1 plate का $E = \frac{V}{2d}$



→ आवेशित संधारित्र में संचित ऊर्जा-

→ C धारिता के अनावेशित संधारित्र को V विभवांतर की बैटरी से संयोजित किया जाये तो बैटरी द्वारा संधारित्र को आवेशित किया जाता है। इस प्रक्रिया में बैटरी द्वारा कार्य किया जाता है जिससे संधारित्र में ऊर्जा संचय होता है।

→ संधारित्र का विभव, बैटरी के विभवांतर के बराबर हो जाये तब तक संधारित्र में संचित ऊर्जा-

$$U = \frac{1}{2}CV^2 = \frac{Q^2}{2C} = \frac{1}{2}QV$$

→ संधारित्र को आवेशित करने की उपरोक्त प्रक्रिया में Battery द्वारा किया गया कार्य निम्नानुसार है-

$$W_{Battery} = QV = CV^2 = \frac{Q^2}{C}$$

अर्थात आवेशन हेतु आवेशन हेतु आवश्यक ऊर्जा

For more free Study material
visit : www.sbgstudy.com

बैटरी द्वारा किये गये कार्य का 50% संधारित्र में ऊर्जा के रूप में संचित होता है तथा शेष 50% संयोजक तारों में ऊष्मा के रूप में उत्पन्न होता है।

→ आवेशित संधारित्र में ऊर्जा संचय उसकी प्लेटों के मध्य उपस्थित विद्युत क्षेत्र में होता है।

$$U = \frac{1}{2}CV^2 = \frac{1}{2}\frac{\epsilon_0 A}{d}(Ed)^2$$

$$\boxed{U = \frac{1}{2}\epsilon_0 E^2 (Ad)}$$

$$\boxed{W_{battery} = \epsilon_0 E^2 (Ad) = \text{आवश्यक ऊर्जा}}$$

→ स्थिर वैद्युत ऊर्जा घनत्व–

विद्युत क्षेत्र में प्रति इकाई आयतन में संचित विद्युत स्थितिज ऊर्जा, स्थिर वैद्युत ऊर्जा घनत्व को दर्शाती है।

$$\text{ऊर्जा घनत्व} = \frac{\text{संचित ऊर्जा}}{\text{आयतन}}$$

$$u_E = \frac{\frac{1}{2}\epsilon_0 E^2 (Ad)}{(Ad)}$$

$$\boxed{u_E = \frac{1}{2}\epsilon_0 E^2} \rightarrow \text{Joule/m}^3$$

→ स्थिर वैद्युत ऊर्जा घनत्व का उपरोक्त व्यंजक समान्य तथा असमान्य विद्युत क्षेत्र दोनों में मान्य है।

✓ R त्रिज्या के अनावेशित चालक गोले को Q आवेश से आवेशित किया जाये तो इसके आवेश वितरण के कारण विद्युत स्थितिज ऊर्जा निम्नानुसार है–

$$\boxed{U_{self} = \frac{kQ^2}{2R} = \frac{Q^2}{8\pi\epsilon_0 R}}$$

→ R त्रिज्या के अनावेशित ठोस कुचालक गोले को Q आवेश से आवेशित किया जाये तो इस आवेश वितरण के कारण गोले की विद्युत स्थितिज ऊर्जा

$$\boxed{U_{self} = \frac{3kQ^2}{5R} = \frac{3Q^2}{20\pi\epsilon_0 R}}$$

For more free Study material
visit : www.sbgstudy.com

→ R त्रिज्या तथा M द्रव्यमान के ठोस गोलीय द्रव्यमान वितरण की गुरुत्वीय स्थितिज ऊर्जा

$$(U_{self})_g = -\frac{3GM^2}{5R}$$

→ संधारित्रों के मध्य आवेश पुनर्वितरण-

अलग-2 विभव तक आवेशित संधारित्रों को संपर्क में लाया जाये तो उनके मध्य आवेश पुनर्वितरण होता है।

→ यह आवेश पुनर्वितरण संधारित्रों का विभव समान होने तक होता है। संधारित्रों के इस अंतिम समान विभव को, उभयनिष्ठ विभव कहते हैं।
Common potential

{ C_1, V_1, Q_1 } ←→ { C_2, V_2, Q_2 }

आवेश का ↓ पुनर्वितरण

{ C_1, V_{cm}, Q_1' } { C_2, V_{cm}, Q_2' }

आवेश संरक्षण से
पुनर्वितरण से पहले Q_T = पुनर्वितरण के बाद Q_T

$$Q_1 + Q_2 = Q_1' + Q_2'$$

$$C_1V_1 + C_2V_2 = C_1V_{cm} + C_2V_{cm}$$

$$\Rightarrow V_{cm} = \frac{C_1V_1 + C_2V_2}{C_1 + C_2}$$

common potential →

$$V_{cm} = \frac{C_1V_1 \pm C_2V_2}{(C_1 + C_2)}$$

"(+)" - संधारित्रों की समान प्रकृति की प्लेटें एक साथ जोड़ने पर। (छूना कहने पर)

"(-)" - संधारित्रों की विपरीत प्रकृति की प्लेटें एक साथ जोड़ने पर।

→ अलग-2 विभव तक आवेशित गोलीय चालकों को संपर्क में लाया जाये तो उनके मध्य आवेश पुनर्वितरण के पश्चात प्रत्येक गोले का अंतिम विभव (V_{cm}) -

$$V_{cm} = \frac{R_1V_1 \pm R_2V_2}{(R_1 + R_2)}$$

→ आवेश पुनर्वितरण के पश्चात संधारित्रों पर आवेश उनकी धारिताओं के अनुपात में होता है।

$$\frac{Q_1'}{Q_2'} = \frac{C_1V_{cm}}{C_2V_{cm}}$$

$$\frac{Q_1'}{Q_2'} = \frac{C_1}{C_2}$$

→ $|\Delta q|_1 = |\Delta q|_2$

For more free Study material
visit : www.sbgstudy.com

$$|\Delta Q|_1 = |\Delta Q|_2$$

$$C_1 \Delta V_1 = C_2 \Delta V_2$$

$$\Rightarrow \boxed{\frac{|\Delta V_1|}{|\Delta V_2|} = \frac{C_2}{C_1}}$$

→ आवेश पुनर्वितरण में ऊर्जा हानि-

ऊर्जा हानि

ΔU = प्रारंभिक ऊर्जा − अंतिम ऊर्जा

$$= \left[\frac{1}{2}C_1V_1^2 + \frac{1}{2}C_2V_2^2\right] - \left[\frac{1}{2}C_1V_{cm}^2 + \frac{1}{2}C_2V_{cm}^2\right]$$

**

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

↔ यदि संधारित्रों की विपरीत प्रकृति की प्लेटें एक साथ जोड़ी जाये तो ऊर्जा हानि के उपरोक्त व्यंजक में V_2 ऋणात्मक प्रयुक्त किया जाता है।

✓ यदि $V_1 = V_2$ हो तो

गोलीय चालकों हेतु $\left(V = \frac{KQ}{R}\right)$

समान प्रकृति की प्लेटों को जोड़ने पर →

$$Q_1R_2 = Q_2R_1$$

$$\sigma_1 R_1 = \sigma_2 R_2$$

→ आवेश पुनर्वितरण नहीं होगा

⇓

ऊर्जा हानि (ΔU) = zero

↳ यदि संधारित्रों की विपरीत प्रकृति की प्लेटें एक साथ जोड़ी जाये तो उनके मध्य हमेशा आवेश पुनर्वितरण होगा।

Q. C धारिता का PPC, V विभव तक आवेशित है। इसे एक समान अनावेशित संधारित्र के संपर्क में लाया जाये तो ज्ञात करें-

(i) संधारित्रों का अंतिम विभव

(ii) प्रत्येक संधारित्र का अंतिम आवेश

(iii) ऊर्जा हानि।

Ans (i) $V_{cm} = \frac{C_1V_1 + C_2V_2}{C_1+C_2} = \frac{CV + C(0)}{C+C}$

$$= \frac{V}{2}$$

(ii) $\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{C_1}{C_2} = \frac{1}{1}$

For more free Study material
visit : www.sbgstudy.com

$Q_{Total} = CV$

$Q_1 = \frac{C_1}{(C_1+C_2)} \times Q_{Total}$ $\qquad$ $Q_2 = \frac{1}{(1+1)} \times CV$

or

$C_1 V_{cm} = \frac{1}{2} \times CV$ $\qquad$ $C_2 V_{cm} = \frac{1}{2} \times CV$

(iii) ऊर्जा हानि

$\Delta U = U_i - U_f$

$= \left[\frac{1}{2}CV^2 + 0\right] - \left[\frac{1}{2}C\left(\frac{V}{2}\right)^2 + \frac{1}{2}C\left(\frac{V}{2}\right)^2\right]$

$= \frac{1}{2}CV^2 - \frac{1}{4}CV^2$

$= \frac{1}{4}CV^2$

or

$\Delta U = \frac{1}{2}\frac{C \times C}{(C+C)}(V-0)^2$

$= \frac{1}{4}CV^2$

Q. समान धारिता C के दो संधारित्र समान विभव V तक आवेशित हैं। इन्हें इस प्रकार संपर्क में लाया जाता है कि इनकी समान प्रकृति की प्लेटें एक साथ जोड़ी जाये तो ज्ञात करें-

(i) प्रत्येक संधारित्र का अंतिम विभव

(ii) प्रत्येक संधारित्र का अंतिम आवेश

(iii) ऊर्जा हानि।

Ans. (i) $V_{cm} = \frac{C_1V_1 - C_2V_2}{C_1+C_2}$

$= \frac{CV - C(V)}{2C}$

$= \frac{CV}{2} - \frac{VC}{2} = zero$

(ii) $Q_1' = C_1 V_{cm}$ $\qquad$ $Q_2' = C_2 V_{cm}$

$= \frac{CV}{2}$ $\qquad$ $= zero$

$= zero$

विपरीत प्रकृति की प्लेटें

$V_2 = -ive$

(iii) $\Delta U = U_i - U_f$

$= \left[\frac{1}{2}CV^2 + \frac{1}{2}CV^2\right] - \left[\frac{1}{2}C_1V_{cm}^2 + \frac{1}{2}C_2V_{cm}^2\right]$

$= CV^2 - 0$

$= CV^2$

$\Delta U = \frac{1}{2}\frac{C \times C}{(C+C)}(V+V)^2$

$= CV^2$

For more free Study material
visit : www.sbgstudy.com

Q. C_1 धारिता के आवेशित संधारित्र की संचित ऊर्जा U_1 है। इसे C_2 धारित के अनावेशित संधारित्र के संपर्क में लाया जाये तो ऊर्जा हानि ज्ञात करें।

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

$= \frac{1}{2}\left(\frac{C_1 \times C_2}{C_1+C_2}\right)(V_1-0)^2$

$= \frac{1}{2}\frac{(C_1 \times C_2)V_1^2}{(C_1+C_2)}$

$= \frac{1}{2}C_1V_1^2\frac{C_2}{C_1+C_2}$

$= U\left[\frac{C_2}{C_1+C_2}\right]$

$U = \frac{1}{2}C_1V_1^2$

$V_1^2 = \frac{2U}{C_1}$

or

$\frac{1}{2}C_1V_1^2 = U$

→ ऊर्जा हानि का अंश

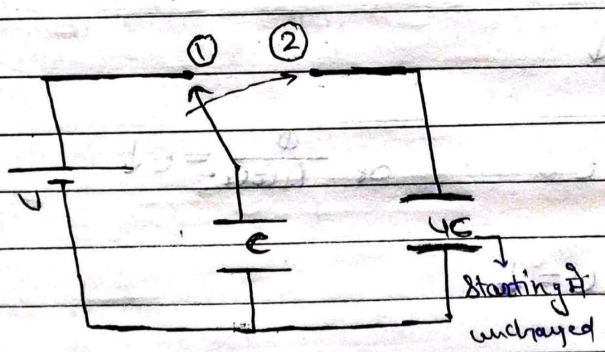
SR

$\frac{\Delta U}{U} = \frac{C_2}{C_1+C_2}$ → Starting में अनावेशित

% ऊर्जा हानि $= \frac{C_2}{(C_1+C_2)} \times 100$

Q. दिये गये संयोजन में स्विच को बिंदु 1 से 2 पर शिफ्ट किया जाये तो संचित ऊर्जा का कितने % ऊर्जा हानि है?

Ans.



Switch को बिंदु 1 से 2 पर shift किया जाये तो C धारिता का आवेशित संधारित्र, 4C धारिता के अनावेशित संधारित्र के संपर्क में आता है जिससे इनके मध्य आवेश पुनर्वितरण होगा।

अतः % ऊर्जा हानि $= \frac{C_2}{C_1+C_2} \times 100$

$= \frac{4C}{C+4C} \times 100$

$= 80\%$

or

$V_{cm} = \frac{CV+(4C)0}{C+4C} = \frac{V}{5}$

$U_1 = \frac{1}{2}CV^2 = U$

$U_2 = \frac{1}{2}C\left(\frac{V^2}{25}\right) + \frac{1}{2}(4C)\left(\frac{V^2}{25}\right)$

$= \frac{1}{2}\frac{CV^2}{25}(1+4) = \frac{1}{2}\frac{CV^2}{5} = \frac{U}{5}$

$\% \Delta U = \frac{U-\frac{U}{5}}{U} \times 100 = \frac{4}{5} \times 100 = 80\%$

For more free Study material
visit : www.sbgstudy.com

Q. 6μF संधारित्र 100 volt तक आवेशित है। इसे दूसरे अनावेशित संधारित्र के संपर्क में लाया जाये तो संधारित्रों का अंतिम विभव 60 volt है, दूसरे संधारित्र की धारिता ज्ञात करो।

Ans.

$6\mu F = C$
$C_2 = C'$

$$V_{cm} = \frac{C_1V_1 + C_2V_2}{C_1 + C_2}$$

$$\Rightarrow 60 = \frac{(6\times10^{-6})\times100 + 0}{(6\times10^{-6}) + C_2}$$ or $$60 = \frac{100\times C}{C + C'}$$

$$\Rightarrow C_2 = 4\times10^{-6}$$ $$\Rightarrow C' = \frac{4}{6}C$$

$$= 4\mu F$$ $$= 4\mu F$$

Note: (i) संधारित्र को आवेशित करके बैटरी हटा दी जाये या कुछ ना कहा जाये तो संधारित्र का आवेश नियत माना जाता है।
(ii) संधारित्र से बैटरी जुड़ी हुई हो तो संधारित्र का विभव नियत माना जाता है। [बैटरी के विभवांतर के बराबर]

(A) संधारित्र को आवेशित कर बैटरी हटा दी जाये -

Battery disconnected → Q = const.

Case-I capacitor की plates के मध्य परावैद्युत पदार्थ काम में लिया जाये -

(i) आवेश = नियत
(ii) धारिता ↑ $C = \frac{\epsilon_0 \epsilon_r A}{d}$ (↑) $\Rightarrow C\uparrow$
(iii) विभव ↓ $V = \frac{Q\leftrightarrow}{C\uparrow}$ $\Rightarrow V\downarrow$
(iv) विद्युत क्षेत्र $E = \frac{V\downarrow}{d\leftrightarrow}$ $\Rightarrow E\downarrow$ or $\frac{Q}{A\epsilon_0\epsilon_r} = E\downarrow$
(v) संचित ऊर्जा $= \frac{1}{2}\frac{Q^2\leftrightarrow}{C\uparrow}$ $\Rightarrow U = \downarrow$

Case-II capacitor की plates के मध्य दूरी ↑
(i) Q = const.
(ii) $C = \frac{\epsilon_0 A}{d\uparrow}$ $\Rightarrow C\downarrow$
(iii) $V = \frac{Q\leftrightarrow}{C\downarrow}$ $\Rightarrow V\uparrow$
(iv) $E = \frac{V\uparrow}{d\uparrow} = \frac{Q}{A\epsilon_0}$ $\Rightarrow E\leftrightarrow$
(v) $U = \frac{Q^2}{2C\downarrow}$ $\Rightarrow U\uparrow$

For more free Study material
visit : www.sbgstudy.com

Case-III capacitor की plates का पृष्ठीय क्षेत्रफल बढ़ाने पर

(i) $Q = const.$

(ii) $C = \frac{\epsilon_0 A(\uparrow)}{d} \Rightarrow C\uparrow$

(iii) $\frac{Q}{C\uparrow} = V \Rightarrow V\downarrow$

(iv) $E = \frac{Q}{(\uparrow)A\epsilon_0} \Rightarrow E\downarrow$

(v) संचित ऊर्जा $= \frac{Q^2}{2C(\uparrow)} \Rightarrow U\downarrow$

1/10/16

(B) Battery connected (विभव = const.) V = const.

Case-I परावैद्युत पदार्थ प्रयुक्त किया जाये।

(i) विभव $V = const.$

(ii) $C - \uparrow$

(iii) $Q = CV \Rightarrow \uparrow$

(iv) $E = \frac{V\leftrightarrow}{d\leftrightarrow} = const.$

(v) संचित ऊर्जा $U = \frac{1}{2}CV^2 \Rightarrow U\uparrow$

Case-II plates के मध्य दूरी ↑

(i) विभव = const.

(ii) $C = \frac{\epsilon_0 A}{d\uparrow} \Rightarrow C\downarrow$

(iii) $Q = \downarrow CV \Rightarrow Q\downarrow$

(iv) $E = \frac{V\leftrightarrow}{d\uparrow} \Rightarrow E\downarrow$

(v) संचित ऊर्जा $U = \frac{1}{2}C_{\downarrow}V^2 \Rightarrow U\downarrow$

Case-III Capacitor की plates का पृष्ठीय क्षेत्र बढ़ाने पर

(i) $V = const.$

(ii) $C = \frac{\epsilon_0 A(\uparrow)}{d} \Rightarrow C\uparrow$

(iii) $Q = \uparrow CV \Rightarrow Q\uparrow$

(iv) $E = \frac{V\leftrightarrow}{d\leftrightarrow} = const.$

(v) $U = \frac{1}{2}CV^2 \Rightarrow U\uparrow$

For more free Study material
visit : www.sbgstudy.com

Q. आवेशित संधारित्र में संचित ऊर्जा U है। संधारित्र की प्लेटों के मध्य संपूर्ण स्थान में एक परावैद्युतांक का पदार्थ भर दिया जाये तो संचित ऊर्जा हो जायेगी -

Ans. (i) KU
(ii) U/K
(iii) K²U
(iv) $\frac{U}{K^2}$

✓ Battery disconnected

$U = \frac{Q^2}{2C}$

✓ पदार्थ प्रयुक्त करने के पश्चात

$U' = \frac{Q^2}{2C'} = \frac{Q^2}{2(CK)}$

$= \frac{U}{K}$

Q. 10μF धारिता का संधारित्र 200volt विभवांतर की Battery से संयोजित है। C की plates के मध्य संपूर्ण स्थान को 5 परावैद्युतांक के पदार्थ से भर दिया जाये तो Capacitor को Battery द्वारा दिया गया अतिरिक्त आवेश =?

Ans.

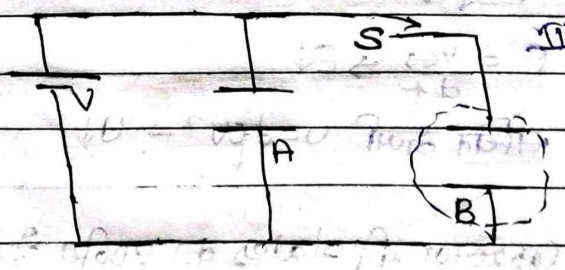
$Q_i = CV = 10\mu F \times 200volt$
$= 2000\mu C$

$Q_f = C'V = (5 \times 10\mu F) \times 20$
$= 1000\mu C$

Capacitor को Battery द्वारा दिया गया अतिरिक्त आवेश = 800μC.

Que: दो एक समान संधारित्र तथा B चित्रानुसार बैट्री से संयोजित है। निकाय में संचित ऊर्जा U_1 है। स्विच हटाकर दोनों संधारित्रों में ϵ_r परावैद्युतांक का पदार्थ प्रयुक्त किया जाये तो निकाय में संचित ऊर्जा U_2 है। U_1/U_2 ज्ञात करें।

(i) $\frac{\epsilon_r}{(\epsilon_r+1)}$
(ii) $\frac{2\epsilon_r}{(\epsilon_r^2+1)}$
(iii) $\frac{(\epsilon_r^2+1)}{2\epsilon_r}$
(iv) $\frac{(\epsilon_r+1)}{\epsilon_r}$



Ans.

$U_1 = \frac{1}{2}CV^2 + \frac{1}{2}CV^2 = CV^2$ —(i)

$U_2 = \frac{1}{2}C'V^2 + \frac{Q^2}{2C'}$

$= \frac{1}{2}(\epsilon_r C)V^2 + \frac{C^2V^2}{2 \times \epsilon_r C}$

$= \frac{1}{2}\epsilon_r CV^2 + \frac{1}{2}\frac{CV^2}{\epsilon_r}$

$Q = CV$

For more free Study material
visit : www.sbgstudy.com

$$U_2 = \frac{1}{2}CV^2\left(\epsilon_r + \frac{1}{\epsilon_r}\right)$$

$$= \frac{1}{2}CV^2\left(\frac{1+\epsilon_r^2}{\epsilon_r}\right) \quad \text{—(ii)}$$

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{2\epsilon_r}{(1+\epsilon_r^2)} = \frac{2\epsilon_r}{(1+\epsilon_r^2)}$$

Q. दो PPC जिनकी धारिता C व 2C है। V विभवांतर तक आवेशित किया जाता है, यदि बैटरी हटा ली जाये तथा C धारिता के संधारित्र की प्लेटों के मध्य K परावैद्युतांक का पदार्थ भरने के बाद संधारित्रों को संपर्क में लाने पर प्रत्येक संधारित्र का विभव –

Ans. [C, V] | [2C, V]

Battery हटाकर capacitor में K पदार्थ प्रयुक्त | "C" धारिता के परावैद्युतांक का

$[KC, \frac{V}{K}]$ ← संपर्क → $[2C, V]$

आवेश पुनर्वितरण

आवेश पुनर्वितरण से पश्चात

$$V_{cm} = \frac{C_1V_1 + C_2V_2}{C_1 + C_2}$$

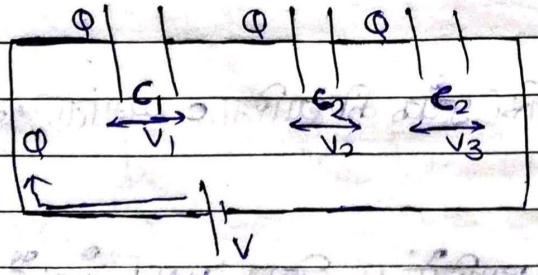
$$= \frac{(KC)\left(\frac{V}{K}\right) + 2CV}{KC + 2C}$$

$$= \frac{3CV}{KC + 2C}$$

$$= \frac{3V}{(K+2)}$$

⇒ संधारित्रों का संयोजन –
Combination of capacitors

(i) श्रेणीक्रम संयोजन –
यदि परिपथ में आवेश प्रवाह के लिए वैकल्पिक पथ उपलब्ध नहीं हो तो सभी संधारित्रों से समान आवेश प्रवाहित होता है तथा संधारित्र श्रेणीक्रम संयोजन में होते हैं।



$$V = V_1 + V_2 + V_3$$

$$\frac{Q_{net}}{C_{net}} = \frac{Q_1}{C_1} + \frac{Q_2}{C_2} + \frac{Q_3}{C_3}$$

श्रेणीक्रम में $Q_1 = Q_2 = Q_3 = Q_{net}$

$$\boxed{\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \cdots}$$

For more free Study material
visit : www.sbgstudy.com

→ यदि C_1 तथा C_2 श्रेणीक्रम में हो

$$C_{eq.} = \frac{C_1 \times C_2}{(C_1+C_2)}$$

→ n एक समान संधारित्र प्रत्येक की धारिता C श्रेणीक्रम में संयोजित हो तो

$$\boxed{C_{eq.} = \frac{C}{n}}$$

→ संधारित्रों के श्रेणीसंयोजन में सभी संधारित्रों का आवेश समान तथा विभव का विभाजन धारिताओं के व्युत्क्रम अनुपात में होता है।

$$V = \frac{Q}{C} \rightarrow \text{same} \Rightarrow V \propto \frac{1}{C}$$

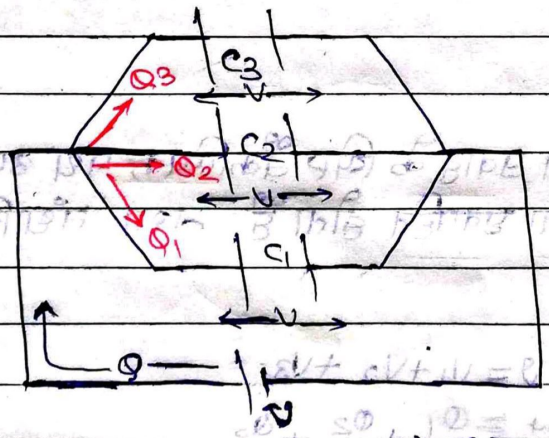
$$V_1 : V_2 : V_3 = \frac{1}{C_1} : \frac{1}{C_2} : \frac{1}{C_3}$$

→ श्रेणीसंयोजन से प्राप्त तुल्य धारिता का मान न्यूनतम धारिता से भी न्यून होता है।

(ii) समांतर संयोजन - parallel combination

यदि परिपथ में आवेश प्रवाह के लिए वैकल्पिक पथ उपलब्ध हो तो संधि पर भिन्न शाखाओं में आवेश वितरण होता है, वे शाखाएं समांतर संयोजन में होती हैं।

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3$$



$$\Rightarrow C_{net} V = C_1 V + C_2 V + C_3 V$$

$$\Rightarrow \boxed{C_{net} = C_1 + C_2 + C_3 + \ldots}$$

(समांतर संयोजन में $V = V_1 = V_2 = V_3$)

→ n एक समान संधारित्र प्रत्येक की धारिता C समांतर क्रम में हो तो

$$\boxed{C_{eq.} = nC}$$

→ संधारित्रों के समांतर क्रम संयोजन में सभी संधारित्रों का विभव समान होता है तथा आवेश का वितरण धारिताओं के प्रत्यक्ष अनुपात में होता है।
(directly)

For more free Study material
visit : www.sbgstudy.com

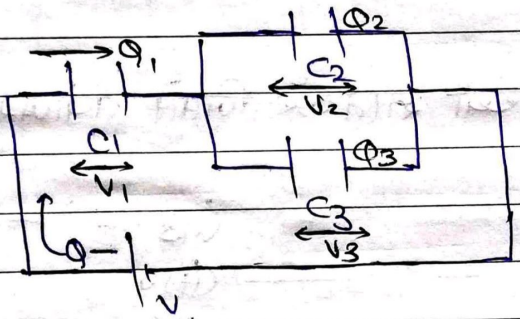
$Q = CV \rightarrow$ same

$\rightarrow Q \propto C$

$Q_1 : Q_2 : Q_3 = C_1 : C_2 : C_3$

→ समांतरक्रम संयोजन से प्राप्त तुल्य धारिता का मान अधिकतम धारिता से भी अधिक होता है।

(iii) Mixed Combⁿ –



✓ $Q_1 = Q = Q_2 + Q_3$

✓ $V_2 = V_3$

$V = V_1 + V_2 = V_1 + V_3$

Q. n एकसमान संधारित्र इस प्रकार प्रयुक्त किये जाते हैं कि संयोजन की max. संभव धारिता C_1 तथा min. संभव धारिता C_2 है तो C_1/C_2 ज्ञात करो।

Ans. अधिकतम संभव धारिता

↳ समांतरक्रम में $C_1 = C_{max} = nC$

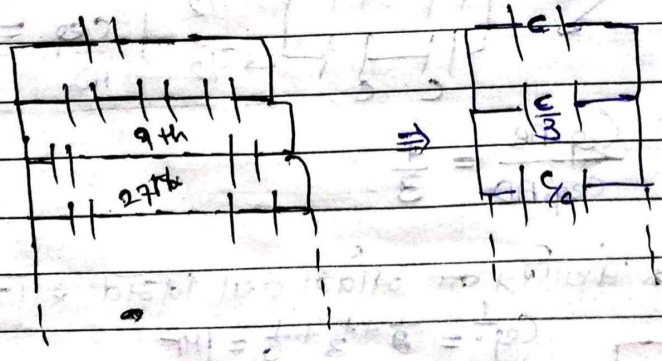
Series → $C_{min} \rightarrow C_2 = C/n$

$$\frac{C_1}{C_2} = \frac{n^2}{1}$$

3/10/16

Q. अनन्त एक समान संधारित्र प्रत्येक की धारिता C, चित्रानुसार संयोजित हैं तो संयोजन की तुल्य धारिता ज्ञात करो।

Ans.



$C_{eq} = C_1 + C_2 + C_3 + \dots$

$= C + \frac{C}{3} + \frac{C}{9} + \dots$

$= C\left[1 + \frac{1}{3} + \frac{1}{9} + \dots \infty\right]$

$= C\left[\frac{1}{1 - 1/3}\right]$

$= \frac{3C}{2}$

For more free Study material
visit : www.sbgstudy.com

Q. दो एक समान संधारित्र श्रेणीक्रम में संयोजित है। किसी एक capacitor की प्लेटों के मध्य परावैद्युतांक 4 का पदार्थ प्रयुक्त किया जाये तो संयोजन की तुल्य धारिता में % परिवर्तन ज्ञात करें।

Ans. $C_{eq.I} = \frac{C}{2}$ — (i)

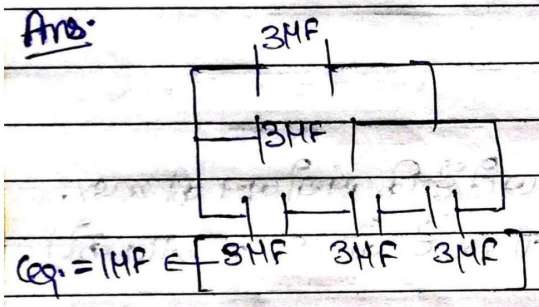
$C_{eq.II} = \frac{C_1 \times C_2}{C_1 + C_2} = \frac{C \times 4C}{C+4C} = \frac{4C}{5}$ — (ii)

% परिवर्तन $= \frac{f-i}{i} \times 100 = \frac{\frac{4C}{5} - \frac{C}{2}}{C/2} \times 100 = \frac{3}{5} \times 100$

$= 60\%$

Que: 3MF धारिता के संधारित्रों की न्यूनतम संख्या ज्ञात करें जिससे संयोजन की तुल्य धारिता 7MF प्राप्त हो सके।

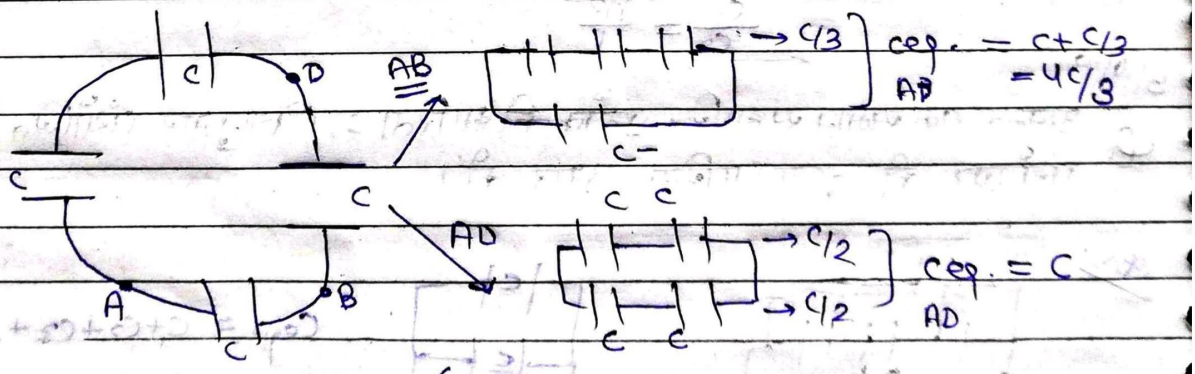
Ans.



(i) 3
(ii) 4
(iii) 5
(iv) 6

Q. 4 एक समान संधारित्र प्रत्येक की धारिता C चित्रानुसार संयोजित है तो बिंदु A तथा B एवं A तथा D के मध्य तुल्यधारिता का ratio ज्ञात करें।

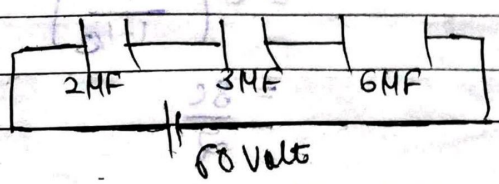
Ans.



$\frac{C_{eq.AB}}{C_{eq.AD}} = \frac{4}{3}$

Que: दिये गये संयोजन में प्रत्येक संधारित्र का आवेश तथा विभव ज्ञात करें।

Ans.



$C_{eq.}^{-1} = \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \frac{1}{6} = 1MF$

$C_1 : C_2 : C_3 = \frac{1}{C_1} : \frac{1}{C_2} : \frac{1}{C_3} = V_1 : V_2 : V_3$

$V_1 : V_2 : V_3 = \frac{1}{2} : \frac{1}{3} : \frac{1}{6}$

$= 3 : 2 : 1$

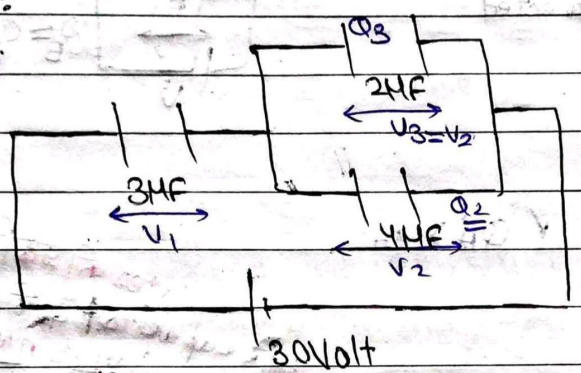
For more free Study material
visit : www.sbgstudy.com

$V_1 = \frac{3}{6} \times 60 = 30 Volt$, $V_2 = 20 Volt$, $V_3 = 10 Volt$

$Q_1 = C_1 V_1$
$= 2 \times 30$
$= 60 \mu Cb$

$Q_1 = Q_2 = Q_3 = 60 \mu Cb$

Que: दिये गये संयोजन में प्रत्येक संधारित्र का आवेश तथा विभव ज्ञात करें।



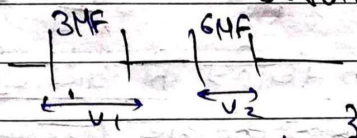
Ans:

$C_{eq} = \frac{3 \times 6}{6+3} = 2 \mu F$

$Q_T = 2 \mu F \times 30 = 60 \mu Cb$

$Q_1 = C_1 V_1$
$= 3 \times 20$
$= 60 \mu Cb$

$Q_2 = C_2 V_2 = 4 \mu F \times 10$
$= 40 \mu Cb$



$Q_3 = C_3 V_3 = 2 \mu F \times 10$
$= 20 \mu Cb$

$V_1 : V_2 = \frac{1}{C_1} : \frac{1}{C_2} = \frac{1}{3} : \frac{1}{6}$
$= 2 : 1$

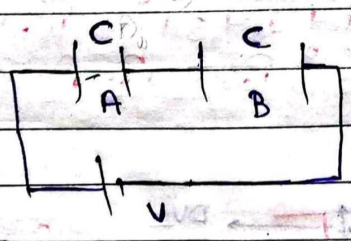
$V_1 = \frac{2}{3} \times 30 = 20 Volt$
$V_2 = V_3 = 10 Volt$

Que: दो एक समान संधारित्र A तथा B, बैटरी से श्रेणीक्रम में संयोजित हैं। यदि संधारित्र A की प्लेटों के मध्य परावैद्युत पदार्थ प्रयुक्त किया जाये तो सत्य कथन -
(i) केवल संधारित्र A का आवेश बढ़ेगा।
(ii) दोनों संधारित्रों का आवेश बढ़ेगा। ✓
(iii) संधारित्र A का विभव घटेगा। ✓
(iv) संधारित्र B का विभव बढ़ेगा। ✓

$V_A' : V_B' = \frac{1}{KC} : \frac{1}{C}$

$V_A' : V_B' = 1 : K$

$V_A' = \frac{1 \times V}{(1+K)} < \frac{V}{2}$



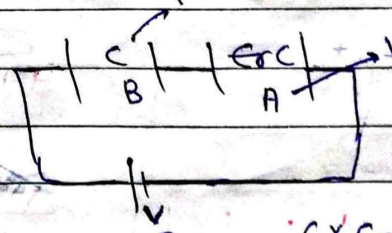
A↓ then → VB↑

(const)

Ans:

$V_B' = \frac{K \cdot V}{(1+K)} > \frac{V}{2}$

$C_{eq} = \frac{C}{2}$



$Q = \frac{CV}{2}$; $C_1 : C_2 = V_1 : V_2$
$= 1 : 1$

$V_1 = \frac{V}{2}$, $V_2 = \frac{V}{2}$

$Q' > Q$

$C_{eq} = \frac{C \times E_r C}{C(1+E_r)}$
$= \frac{E_r C}{(1+E_r)}$ [↑]

$Q_{net} = [↑] = Q_A' = Q_B'$

दोनों का आवेश बढ़ेगा। $= \frac{KCV}{(1+K)}$

For more free Study material
visit : www.sbgstudy.com

Q. दो एक समान संधारित्र A तथा B एक बैटरी से समांतर क्रम मे संयोजित है संधारित्र A की plates के मध्य परावैद्युत पदार्थ प्रयुक्त किया जाये तो -

Ans: ✓(i) संधारित्र A का आवेश ↑

(ii) B का आवेश ↓ → no change

(iii) संधारित्र A का विभव ↓

(iv) संधारित्र B का विभव ↑

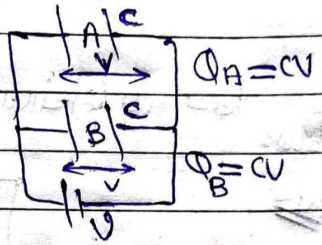
Battery Connected

प्रारंभ में :-

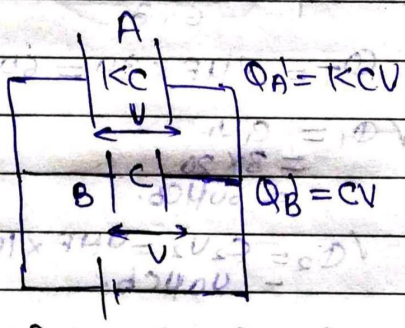
$Q_A = CV$

$Q_B = CV$

अंतिम -



$Q_A' = KCV$



$Q_B' = CV$

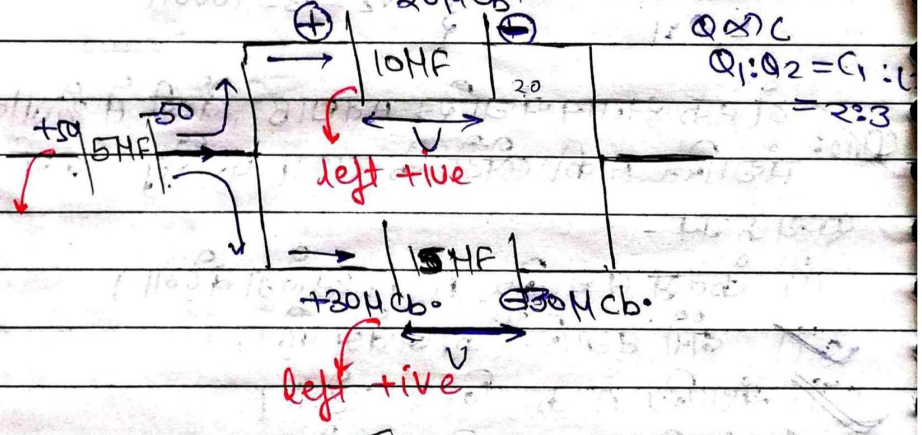
✓ $Q_A' > Q_A$

plates की प्रकृति सारे capacitor के लिए Same nature

Que. संधारित्रों के दिये गये संयोजन मे 5μF धारिता के संधारित्र की बांयी प्लेट पर +50μCb आवेश है तो 10μF धारिता के संधारित्र की दांयी प्लेट का आवेश ज्ञात करे -

✓(i) 20μCb

Ans: ✓(ii) -20μCb



(iii) 30μCb

(iv) -30μCb

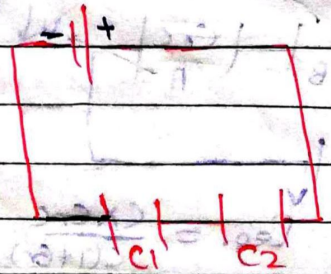
$Q \propto C$

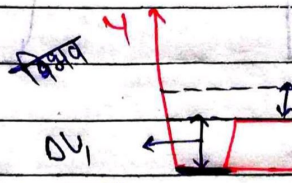
$Q_1 : Q_2 = C_1 : C_2$

$= 2:3$

Que: यदि कोई बांये से दांये उस रेखा पर चले जिस पर संधारित्र स्थित है तो विभव परिवर्तन आरेख -

(a)=





तो

$\Delta V_1 > \Delta V_2$

in series Combination

$\Delta V \propto \frac{1}{C}$

(i) $C_1 > C_2$

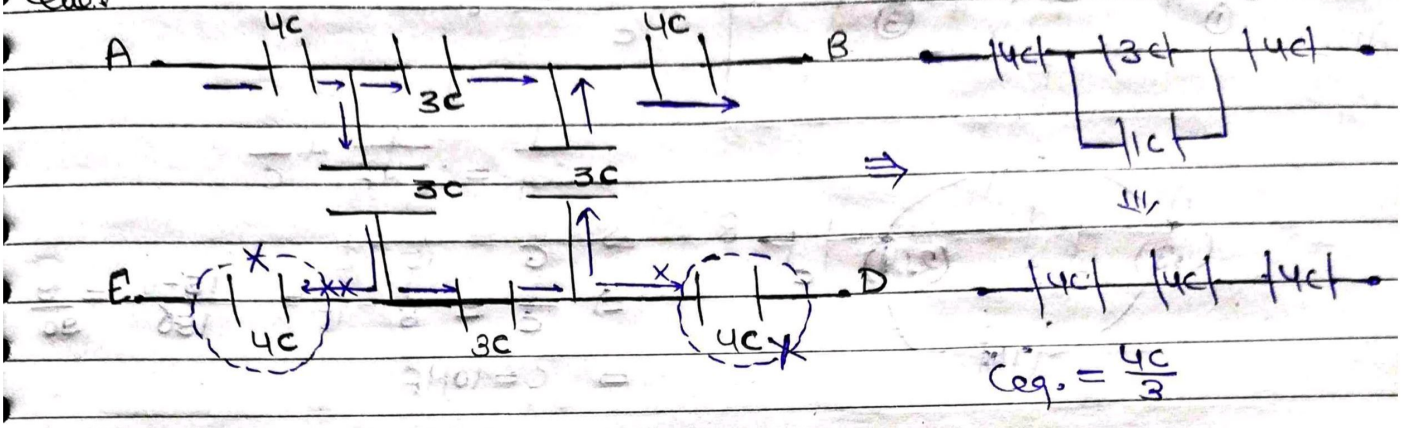
✓(ii) $C_2 > C_1$

(iii) $C_1 = C_2$

(iv) आंकडे अपर्याप्त

For more free Study material
visit : www.sbgstudy.com

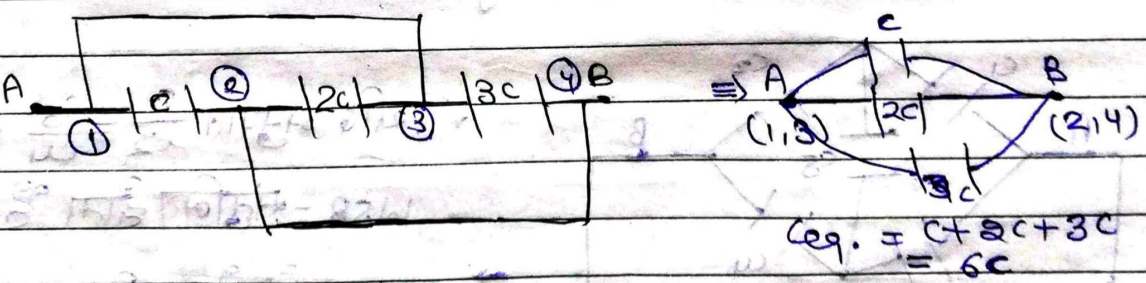
Que: दिये गये संयोजन में बिंदु A तथा B के मध्य तुल्य धारिता ज्ञात करें-



→ परिपथ में जिस संधारित्र में आवेश प्रवाहित नहीं हो, उसे तुल्य धारिता ज्ञात करने हेतु प्रयुक्त नहीं किया जाता।
→ परिपथ में आवश्यकतानुसार समान विभव के बिंदुओं को एक साथ जोड़ा जा सकता है या पृथक किया जा सकता है।
→ परिपथ में एक बिंदु से दूसरे बिंदु तक जाने के दौरान जब तक किसी परिपथ अवयव को पार नहीं किया जाये तब तक विभव परिवर्तित नहीं होता।

समविभव बिंदु विधि-
सभी संधियों को क्रमांक दिये जायें।
Step-I समान विभव के क्रमांकों को एक साथ रखा जाये।
II - संगत क्रमांकों के मध्य संधारित्रों को पुनः व्यवस्थित किया जाये।
III -

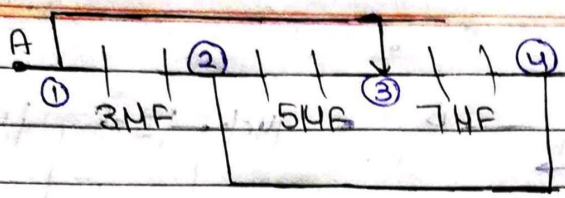
Que. दिये गये संयोजन में A तथा B के मध्य तुल्य धारिता ज्ञात करें-

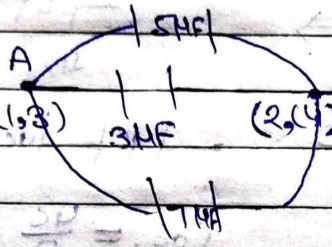


Q. दिये गये संयोजन में A तथा B के मध्य तुल्य धारिता 6μF है तो धारिता C का मान ज्ञात करें।

For more free Study material
visit : www.sbgstudy.com

Ans:





$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{15MF} + \frac{1}{C}$$

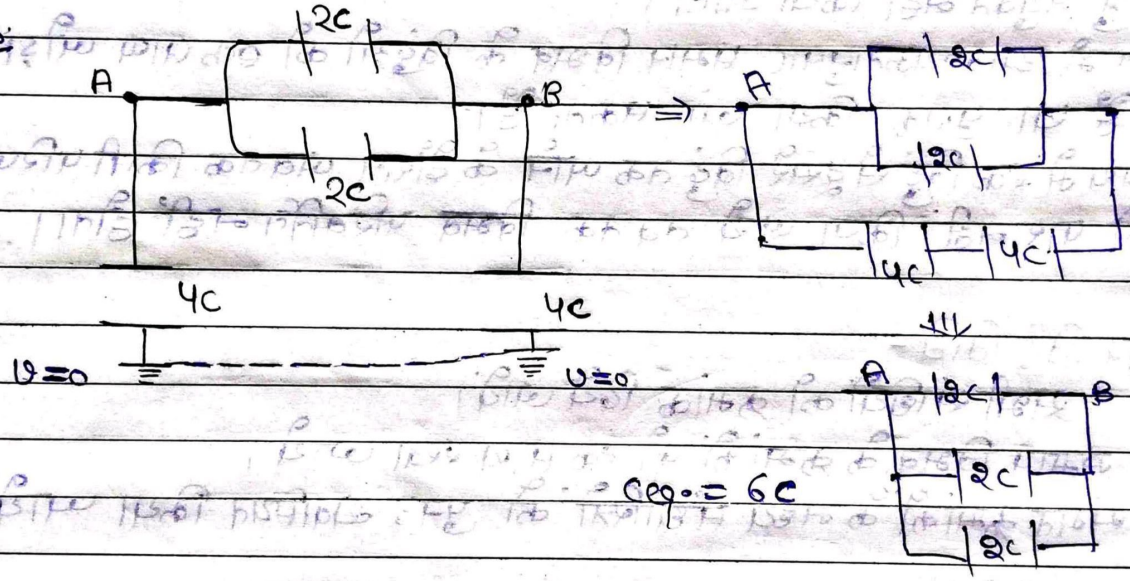
$$\Rightarrow \frac{1}{6} = \frac{1}{15} + \frac{1}{C}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{C} = \frac{1}{6} - \frac{1}{15} = \frac{15-6}{150} = \frac{9}{90}$$

$$\Rightarrow C = 10MF$$

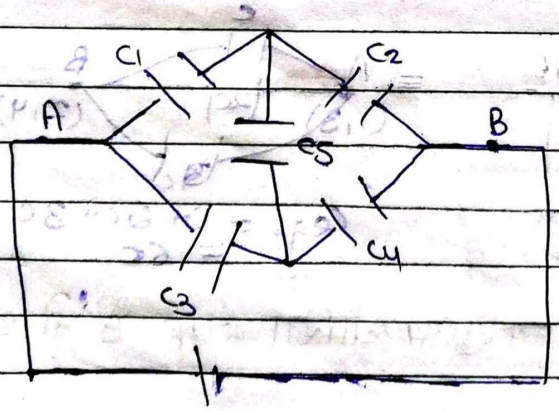
Que. दिये गये संयोजन में A तथा B के मध्य तुल्य धारिता ज्ञात करें-

Ans:



$$C_{eq.} = 6C$$

→ संतुलित व्हीट स्टोन ब्रिज पर आधारित विधि-
Based on Balanced wheat stone bridge method



✓ यदि अनुपात $\frac{C_1}{C_2} = \frac{C_3}{C_4}$ हो तो WSB - संतुलित होता है।

→ BWSB में सेतु धारिता (C_S) से आवेश प्रवाहित नहीं होता। अतः सेतु धारिता को हटाया जा सकता है।

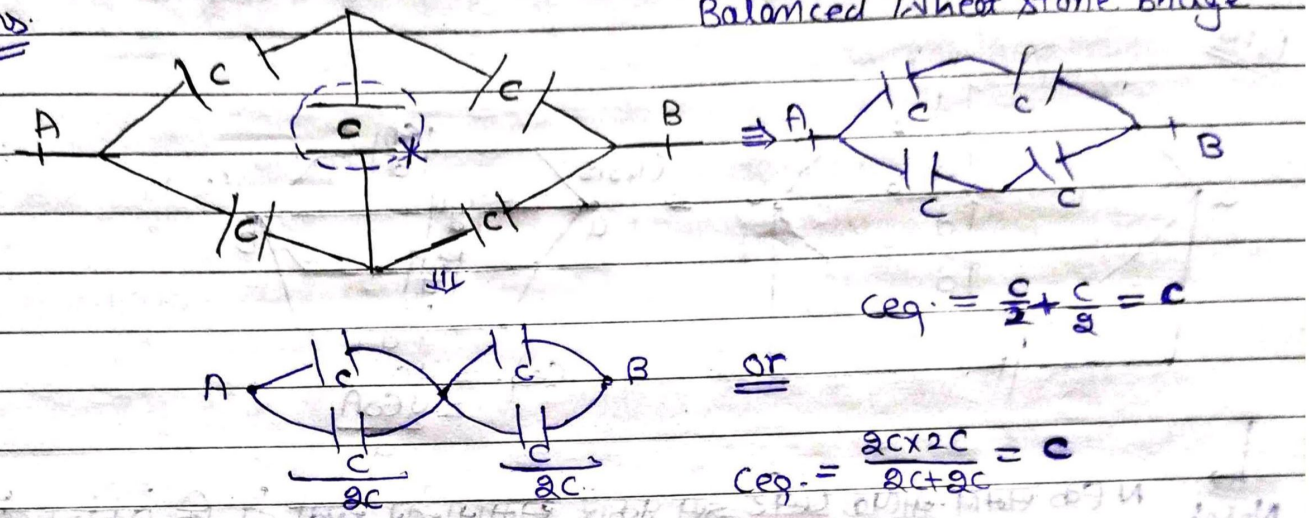
For more free Study material
visit : www.sbgstudy.com

Q दिये गये संयोजन में A तथा B के मध्य तुल्य धारिता ज्ञात करे -

Ans.

Balanced Wheat Stone Bridge

$$C_{eq.} = \frac{C}{2} + \frac{C}{2} = C$$



or

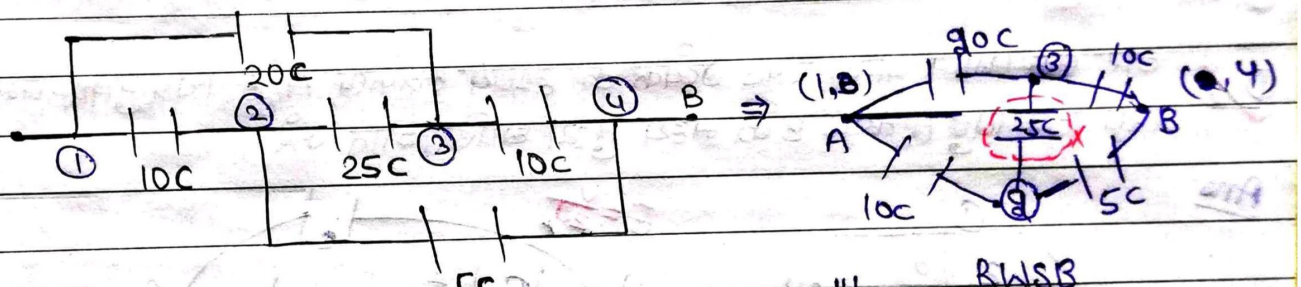
$$C_{eq.} = \frac{2C \times 2C}{2C + 2C} = C$$

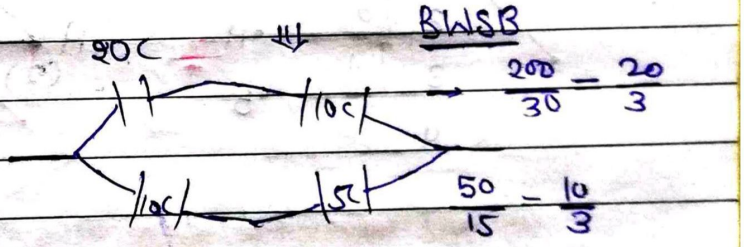
5/10/16

Q. दिये गये संयोजन में A तथा B के मध्य संयोजन की तुल्य धारिता ज्ञात करें।

BWSB

$$\frac{200}{30} = \frac{20}{3}$$





$$\frac{50}{15} = \frac{10}{3}$$

$$C_{eq.} = \frac{10}{3} + \frac{20}{3} = 10C$$

Plate Connection Method:

Step-I प्रत्येक प्लेट को क्रमांक दिया जाये।

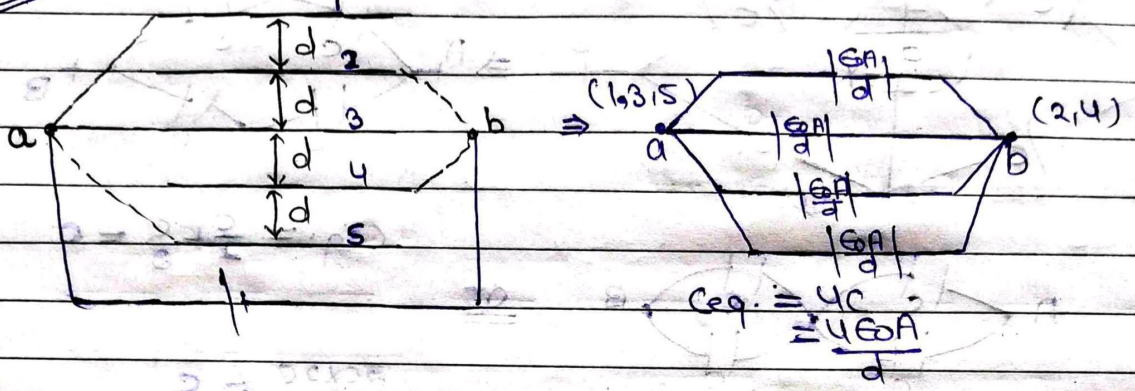
II- समान विभव के क्रमांकों को एक साथ रखा जाये।

III- संगत क्रमांकों के मध्य प्लेटों को पुनः व्यवस्थित करके तुल्य धारिता ज्ञात की जाये।

For more free Study material
visit : www.sbgstudy.com

Q. 5 एक समान चालक प्लेटें प्रत्येक का पृष्ठीय क्षे॰ A चित्रानुसार समानान्तर रखी है। तो बिंदु a तथा b के मध्य संयोजन की तुल्य धारिता ज्ञात करें।

Ans:



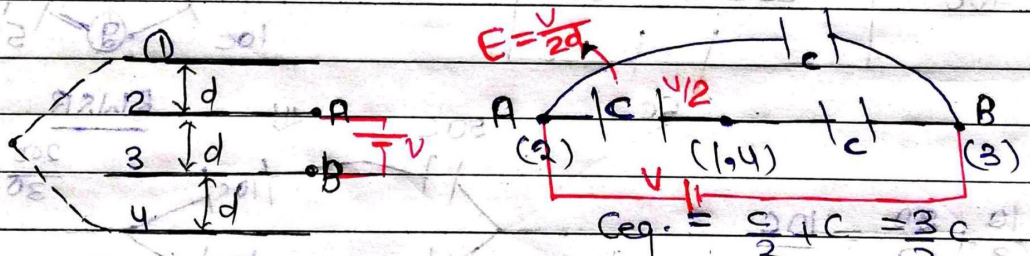
$C_{eq.} = 4C$

$= \frac{4\epsilon_0 A}{d}$

Note: N एक समान चालक प्लेटें इस प्रकार समानान्तर रखी हों कि एकांतर प्लेटें एक साथ जुड़ी हो तो संयोजन से प्राप्त अधिकतम धारिता $(N-1)C$ है जहां C दो क्रमागत प्लेटों के मध्य की धारिता है।

Que: चार एक समान चालक प्लेटें प्रत्येक का पृष्ठीय क्षेत्रफल A है, चित्रानुसार समानान्तर रखी है। बिंदु A तथा B के मध्य तुल्य धारिता ज्ञात करें।

Ans:

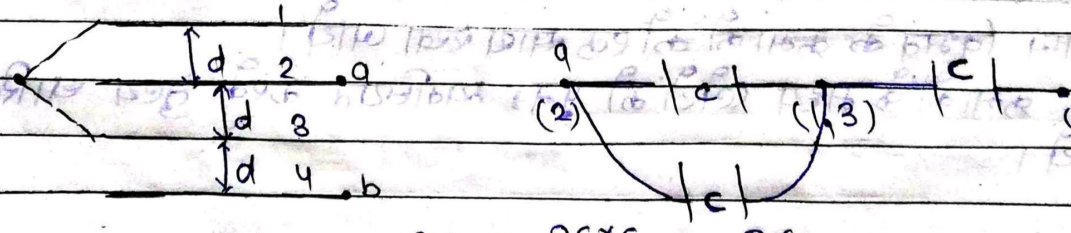


$C_{eq.} = \frac{C}{2} + C = \frac{3}{2}C$

$= \frac{3}{2}\frac{\epsilon_0 A}{d}$

Que: 4 एक समान चालक प्लेटें प्रत्येक का पृष्ठीय क्षेत्रफल A है। चित्रानुसार समानान्तर रखी है। बिंदु a तथा b के मध्य तुल्य धारिता ज्ञात करें।

Ans:



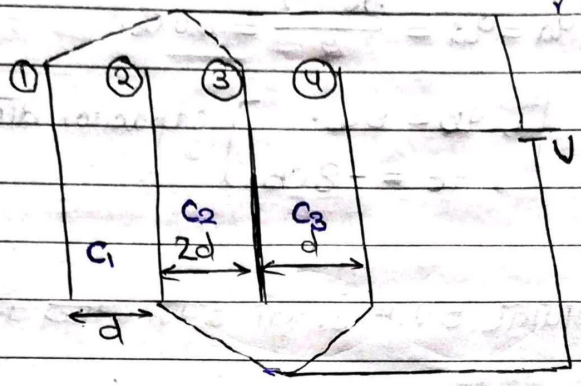
$C_{eq.} = \frac{2C \times C}{2C + C} = \frac{2C}{3}$

$= \frac{2}{3}\frac{\epsilon_0 A}{d}$

For more free Study material
visit : www.sbgstudy.com

Q. 4 एक समान चालक प्लेटें प्रत्येक का पृष्ठीय क्षेत्रफल A है। चित्रानुसार समानान्तर रखी हैं। संयोजन से V विभवांतर की बैटरी जोड़ी जाती है तो प्रत्येक plate पर आवेश ज्ञात करें।

Ans.



✓ एकांतर प्लेटें एक साथ- तीनों धारिताएं समांतर क्रम में

Plate ① पर

$q_1 = +C_1V = \frac{\epsilon_0 A}{d} V$

✓ $q_2 = -C_1V - C_2V = -[C_1V + C_2V]$

$= -\left[\frac{\epsilon_0 A}{d} V + \frac{\epsilon_0 A}{2d} V\right]$

$= -\frac{3}{2}\frac{\epsilon_0 A}{d} V$

✓ q_3 पर आवेश $q_3 = +C_2V + C_3V$

$= \frac{\epsilon_0 A}{2d} V + \frac{\epsilon_0 A}{d} V =$

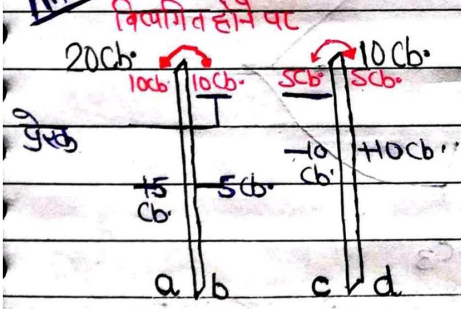
$= \frac{3\epsilon_0 A}{2d} V$

✓ ④ पर आवेश $q_4 = -C_3V$

$= -\frac{\epsilon_0 A}{d} V$

Q. दो चालक प्लेटें 20C. तथा 10C. से आवेशित हैं, चित्रानुसार समानान्तर रखी हैं तो चालक प्लेटों की प्रत्येक सतह पर आवेश ज्ञात करें।

Ans.



$q_a = 10Cb. + 5Cb. = 15Cb.$

$q_b = 10Cb. - 5Cb. = 5Cb.$

$q_c = 5Cb. - 10Cb. = -5Cb.$

$q_d = 5Cb. + 10Cb. = 15Cb.$

वाली capacitor सतहें

0V 2Volt होने पर

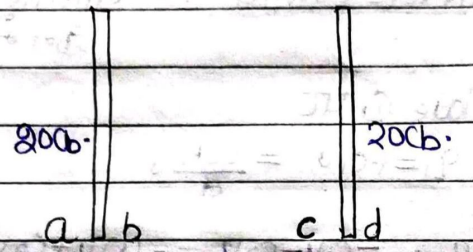
$C = \frac{5}{2} = 2.5F$

Note: उपरोक्त स्थिति के अनुसार, दोनों प्लेटों के निकाय के कुल आवेश को अधिकतम सतहों पर वितरित किया जाये तथा प्लेटों की आंतरिक सतहों पर इतना आवेश माना जाये कि प्रत्येक प्लेट का कुल आवेश अपरिवर्तित रहे।

For more free Study material
visit : www.sbgstudy.com

Q. दो चालक प्लेटें 28 Cb. तथा 12 Cb. आवेश से आवेशित हैं। ये प्लेटें चित्रानुसार समानान्तर रखी हैं। प्लेटों की प्रत्येक सतह पर आवेश ज्ञात करें।

Ans.



$q_a = q_d = \frac{28+12}{2} = 20\ Cb.$

$q_b = 8\ Cb.$
$q_c = -8\ Cb.$
} capacitor वाली सतहें

Q. उपरोक्त दोनों प्लेटों के मध्य विभवांतर 5V हो तो इनके मध्य बने Cap. की धारिता ज्ञात करें।

Ans.

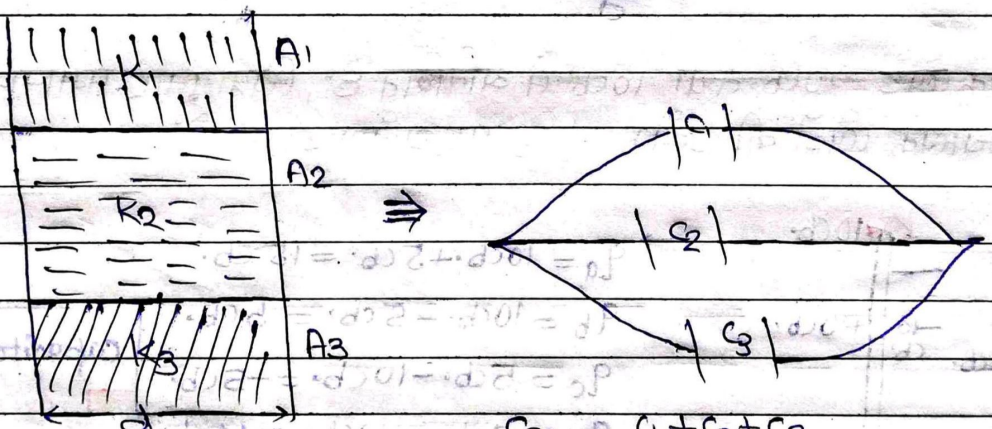
$$C = \frac{Q}{V} = \frac{8}{5} \Rightarrow C = 1.6F$$

$$C = \frac{\text{Cap. की एक सतह का आवेश}}{\text{दोनों सतहों के मध्य विभवांतर}}$$

6/10/16

→ समांतर पट्ट संधारित्र की प्लेटों के मध्य स्थान में विभिन्न परावैद्युत पदार्थ भरना-

(i) क्षेत्रफल विभाजन द्वारा-



$C_{eq.} = C_1 + C_2 + C_3$

$$\Rightarrow C_{eq.} = \frac{\epsilon_0 A_1 K_1}{d} + \frac{\epsilon_0 K_2 A_2}{d} + \frac{\epsilon_0 K_3 A_3}{d} + \dots$$

$$\boxed{C_{eq.} = \frac{\epsilon_0}{d}(K_1A_1 + K_2A_2 + K_3A_3 + \dots)}$$

✓ यदि $A_1 = A/2$ & $A_2 = A/2$ में K_1 & K_2 पदार्थ भरे हो-

$$C_{eq.} = \frac{\epsilon_0 A}{2d}(K_1 + K_2) = \frac{\epsilon_0 A}{d}\left(\frac{K_1+K_2}{2}\right)$$

→ $K_{eff.}$

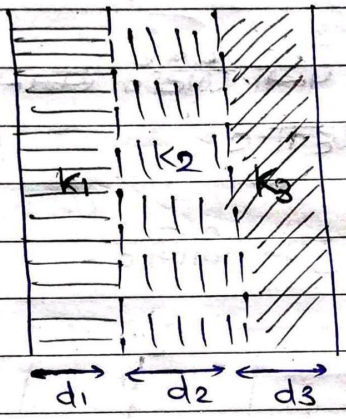
$$\boxed{C_{eq.} = C\left(\frac{K_1+K_2}{2}\right)}$$

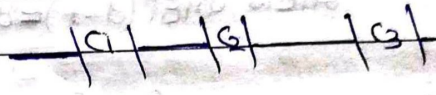
For more free Study material
visit : www.sbgstudy.com

→ क्षेत्रफल विभाजन द्वारा विभिन्न परावैद्युत पदार्थ प्रयुक्त किये जाये तो प्राप्त नई धारिताएं समांतर क्रम संयोजन में होती है।

(ii) दूरी विभाजन द्वारा :-

(a)





$$\frac{1}{C_{eq.}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{C_{eq.}} = \frac{d_1}{\epsilon_0 K_1 A} + \frac{d_2}{\epsilon_0 K_2 A} + \frac{d_3}{\epsilon_0 K_3 A}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{C_{eq.}} = \frac{1}{\epsilon_0 A}\left[\frac{d_1}{K_1} + \frac{d_2}{K_2} + \frac{d_3}{K_3}\right]$$

$$\Rightarrow \boxed{C_{eq.} = \frac{\epsilon_0 A}{\left[\frac{d_1}{K_1} + \frac{d_2}{K_2} + \frac{d_3}{K_3} + \dots\right]}}$$

→ यदि $d_1 = d_2 = d/2$ में K_1 तथा K_2 पदार्थ प्रयुक्त किये जाये तो

$$C_{eq.} = \frac{\epsilon_0 A}{\frac{d}{2K_1} + \frac{d}{2K_2}} = \frac{\epsilon_0 A}{\frac{d}{2}\left(\frac{K_1 + K_2}{K_1 K_2}\right)}$$

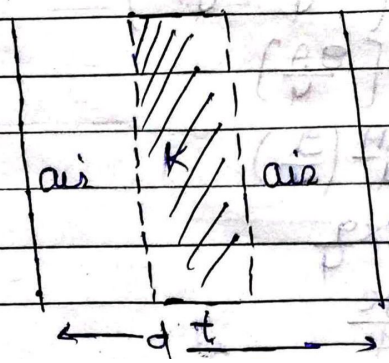
$$\boxed{C_{eq.} = \frac{\epsilon_0 A}{d}\left[\frac{2K_1K_2}{K_1+K_2}\right]} \quad ; \quad \boxed{C_{eq.} = C\left[\frac{2K_1K_2}{K_1+K_2}\right]}$$

$K_1 = K_1, K_2 = K$

$C_{eq.} = KC$

→ दूरी विभाजन से विभिन्न परावैद्युत पदार्थ किये जाये तो प्राप्त नयी धारिताएं श्रेणी संयोजन में होती है।

(b) दूरी विभाजन से आंशिक रूप से पदार्थ प्रयुक्त करना -



$$C_{eq.} = \frac{\epsilon_0 A}{\frac{d_1}{K_1} + \frac{d_2}{K_2}} = \frac{\epsilon_0 A}{\frac{t}{K} + \frac{(d-t)}{K_{air}}}$$

$$\boxed{C_{eq.} = \frac{\epsilon_0 A}{\frac{t}{K} + (d-t)}}$$

For more free Study material
visit : www.sbgstudy.com

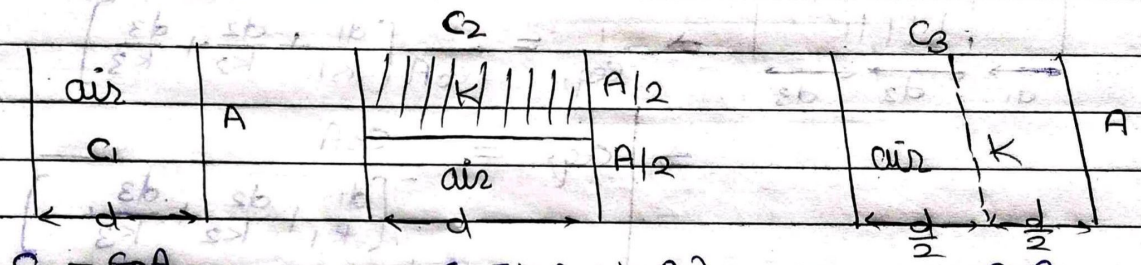
$C_{eq.} = \frac{\epsilon_0 A}{\frac{t}{K} + (d-t)}$

→ पट्टिका धात्विक हो तो ($K_m = \infty$) ✓ $C_{eq.} = \frac{\epsilon_0 A}{(d-t)}$

→ धात्विक पट्टिका नगण्य मोटाई की हो $(d-t) \approx d$ ✓ $C_{eq.} = \frac{\epsilon_0 A}{d}$ (अपरिवर्तित)

→ PPC की प्लेटों के मध्य नगण्य मोटाई की धात्विक पन्नी प्लेटों के समान्तर रखी जाये तो संधारित्र की धारिता लगभग अपरिवर्तित रहती है।

Que: चित्रानुसार प्रदर्शित संधारित्रों की धारिताओं की तुलना कीजिए -



Ans:

$C_1 = \frac{\epsilon_0 A}{d}$

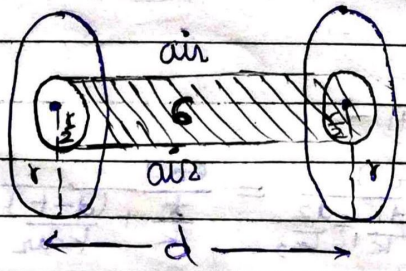
$C_2 = \frac{\epsilon_0}{d}(K_1A_1 + K_2A_2)$
$= \frac{\epsilon_0 A}{2d}(K+1)$
$= \frac{C_1}{2}(K+1)$

$C_3 = \frac{\epsilon_0 A}{\frac{d}{2K} + \frac{d}{2\times 1}}$
$= \frac{2\epsilon_0 A}{d}\frac{K}{(1+K)}$
$= 2C_1 \frac{K}{(1+K)}$

→ $C_2 > C_3 > C_1$

Q. r त्रिज्या की प्लेटों को एक दूसरे से d दूरी पर रखने से निर्मित PPC की धारिता C है। यदि प्लेटों के मध्य r/2 त्रिज्या, d मोटाई तथा 6 परावैद्युत पदार्थ वाले टेबलेट रखी है तो संधारित्र की धारिता -

Ans:



Area division

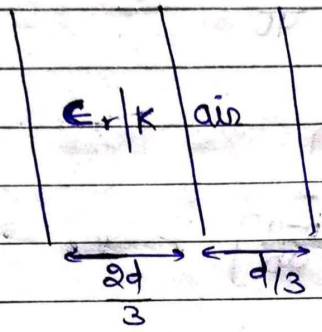
$C_2 = \frac{\epsilon_0}{d}(K_1A_1 + K_2A_2)$
$= \frac{\epsilon_0}{d}\left[6\times\frac{A}{4} + \frac{3A}{4}\times 1\right]$
$= \frac{\epsilon_0}{d}\left[\frac{9A}{4}\right]$
$= \frac{\epsilon_0 A}{d}\left(\frac{9}{4}\right)$
$= C\times\frac{9}{4}$
$= \frac{9C}{4}$

$C_1 = \frac{\epsilon_0 A}{d}$

$C = \frac{\epsilon_0(\pi r^2)}{d}$

For more free Study material
visit : www.sbgstudy.com

Q. एक PPC की प्लेटों के मध्य मोटाई $\frac{2}{3}d$ की परावैद्युत पट्टिका रखने पर cap. की धारिता प्रारंभिक धारिता की 7/6 गुनी हो गयी तो परावैद्युत पट्टिका का परावैद्युतांक ज्ञात करो - (plates के मध्य d दूरी है)



Ans.

$$C_{eq.} = \frac{\epsilon_0 A}{\frac{d_1}{K_1}+\frac{d_2}{K_2}} = \frac{\epsilon_0 A}{\frac{d}{3K_{air}}+\frac{2d}{3K}}$$

$$\Rightarrow C_{eq.} = \frac{\epsilon_0 A}{d\left(\frac{1}{3}+\frac{2}{3K}\right)}$$

$$\Rightarrow C_{eq.} = \frac{\epsilon_0 A}{d\left[\frac{2+K}{3K}\right]}$$

$$\Rightarrow \left(\frac{7}{6}\right)\frac{\epsilon_0 A}{d} = \frac{\epsilon_0 A}{d}\left(\frac{3K}{2+K}\right)$$

$$\Rightarrow 14 + 7K = 18K$$

$$\Rightarrow 11K = 14$$

$$\Rightarrow K = 14/11$$

Q. एक समांतर पट्ट संधारित्र को आवेशित करके बैटरी हटा दी जाती है (→ Q = const.)। संधारित्र की प्लेटों के मध्य 1mm मोटाई की परावैद्युत पट्टिका प्लेटों के समानान्तर रखी जाती है। संधारित्र के विभव को नियत रखने हेतु (V = const.) संधारित्र की प्लेटों के मध्य दूरी 0.6mm से बढ़ाई जाती है। प्रयुक्त की गई परावैद्युत पट्टिका का परावैद्युतांक ज्ञात करो।

Ans. Q, V → const.

Battery disconnected ∴ C → const.

$$Q = Q'$$
$$CV = C'V'$$

प्रश्नानुसार V = V'

$$\Rightarrow C = C' \quad \text{(प्रारंभिक धारिता = अंतिम धारिता)}$$

$$\Rightarrow \frac{\epsilon_0 A}{d} = \frac{\epsilon_0 A}{\frac{d_1}{K_1}+\frac{d_2}{K_2}}$$

$$\Rightarrow \frac{\epsilon_0 A}{d} = \frac{\epsilon_0 A}{\frac{1\times10^{-3}}{K}+\frac{(d+0.6-1)\times10^{-3}}{K_{air}}}$$

$$\Rightarrow \frac{\epsilon_0 A}{d} = \frac{\epsilon_0 A}{\frac{1}{K}+d+0.6-1}$$

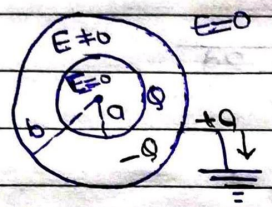
$$\Rightarrow d-d+0.4 = \frac{1}{K}$$

$$\Rightarrow K = \frac{1}{0.4} = 2.5$$

For more free Study material
visit : www.sbgstudy.com

गोलीय संधारित्र -

संकेंद्रीय गोलीय चालकों की सतहों के मध्य गोलीय संधारित्र प्राप्त होता है।



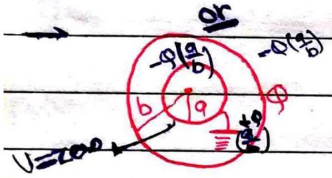
बाह्य चालक सतह का विभव = zero

✓ आंतरिक चालक की सतह पर

$$\text{विभव} = \frac{KQ}{a} - \frac{KQ}{b}$$

$$V = KQ\left[\frac{1}{a} - \frac{1}{b}\right]$$

$$= \frac{Q}{4\pi\epsilon_0}\left[\frac{b-a}{ab}\right]$$



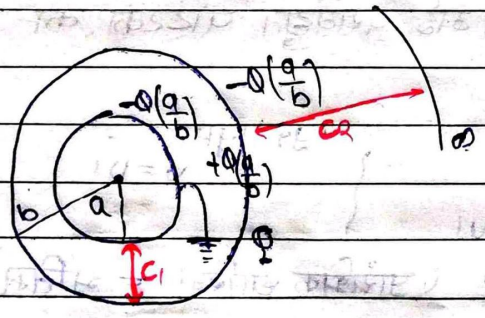
धारिता $C = \frac{Q}{V} = \frac{Q}{Q/4\pi\epsilon_0\left(\frac{b-a}{ab}\right)}$

$$\boxed{C = \frac{4\pi\epsilon_0(ab)}{(b-a)}}$$

→ गोलीय चालकों की सतहों के मध्य परावैद्युत पदार्थ प्रयुक्त किया जाये तो

$$\boxed{C_m = \frac{4\pi\epsilon_0 K ab}{(b-a)}}$$

→ संकेन्द्रीय गोलीय चालकों में बाह्य चालक को आवेश देकर आंतरिक चालक को भूसम्पर्कित किया जाये तो निम्नानुसार दो प्रकार की धारिताएं प्राप्त होती है-



✓ C_1 – चालकों की सतहों के मध्य गोलीय संधारित्र की धारिता।

✓ C_2 - बाह्य गोलीय चालक की विपरित गोलीय चालक (अनन्त के सापेक्ष) की धारिता

→ उपरोक्त दोनों धारिताएं समांतर क्रम में

$$C_{eq.} = C_1 + C_2$$

$$\Rightarrow C_{eq.} = \frac{4\pi\epsilon_0 ab}{(b-a)} + 4\pi\epsilon_0 b$$

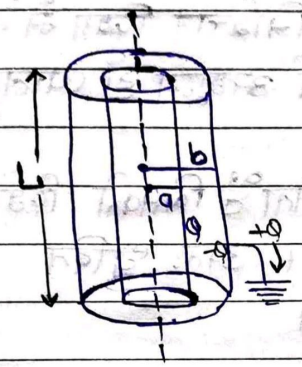
$$C_{eq.} = \frac{4\pi\epsilon_0 ab + 4\pi\epsilon_0 b^2 - 4\pi\epsilon_0 ab}{(b-a)}$$

$$\Rightarrow \boxed{C_{eq.} = \frac{4\pi\epsilon_0 b^2}{(b-a)}}$$

For more free Study material
visit : www.sbgstudy.com

→ बेलनाकार संधारित्र -

समाक्षीय बेलनाकार कोशों की सतहों के मध्य बेलनाकार संधारित्र प्राप्त होता है।



$$C = \frac{2\pi\epsilon_0 L}{\log_e\left(\frac{b}{a}\right)}$$

Something Extra :

(i) ध्रुवीय अणु :-

जिन अणुओं का विद्युत क्षेत्र की अनुपस्थिति में भी द्विध्रुव आघूर्ण शून्य होता है, ध्रुवीय अणु कहलाते हैं।

→ इन अणुओं का द्विध्रुव आघूर्ण स्थायी होता है।

→ इनका धनावेश केंद्र तथा ऋणावेश केंद्र संपाती नहीं होता।

(ii) अध्रुवीय अणु :-

विद्युत क्षेत्र की अनुपस्थिति में जिन अणुओं का द्विध्रुव आघूर्ण शून्य होती है, अध्रुवीय अणु कहलाते हैं।

→ इनका धनावेश केंद्र एवं ऋणावेश केंद्र संपाती होता है।

(iii) ध्रुवण :

अध्रुवीय अणुओं पर विद्युत क्षेत्र आरोपित किया जाये तो इनका धनावेश केंद्र विद्युतक्षेत्र की दिशा में विस्थापित होता है जबकि ऋणावेश केंद्र विद्युत क्षेत्र की दिशा के विपरीत दिशा में विस्थापित होता है जिससे इन अणुओं का द्विध्रुव आघूर्ण अशून्य होता है। इस प्रक्रिया को ध्रुवण कहते हैं।

→ ध्रुवण के पश्चात अणुओं को ध्रुवित अणु कहते हैं।

अध्रुवीय अणु —Polarization→ ध्रुवित अणु

For more free Study material
visit : www.sbgstudy.com

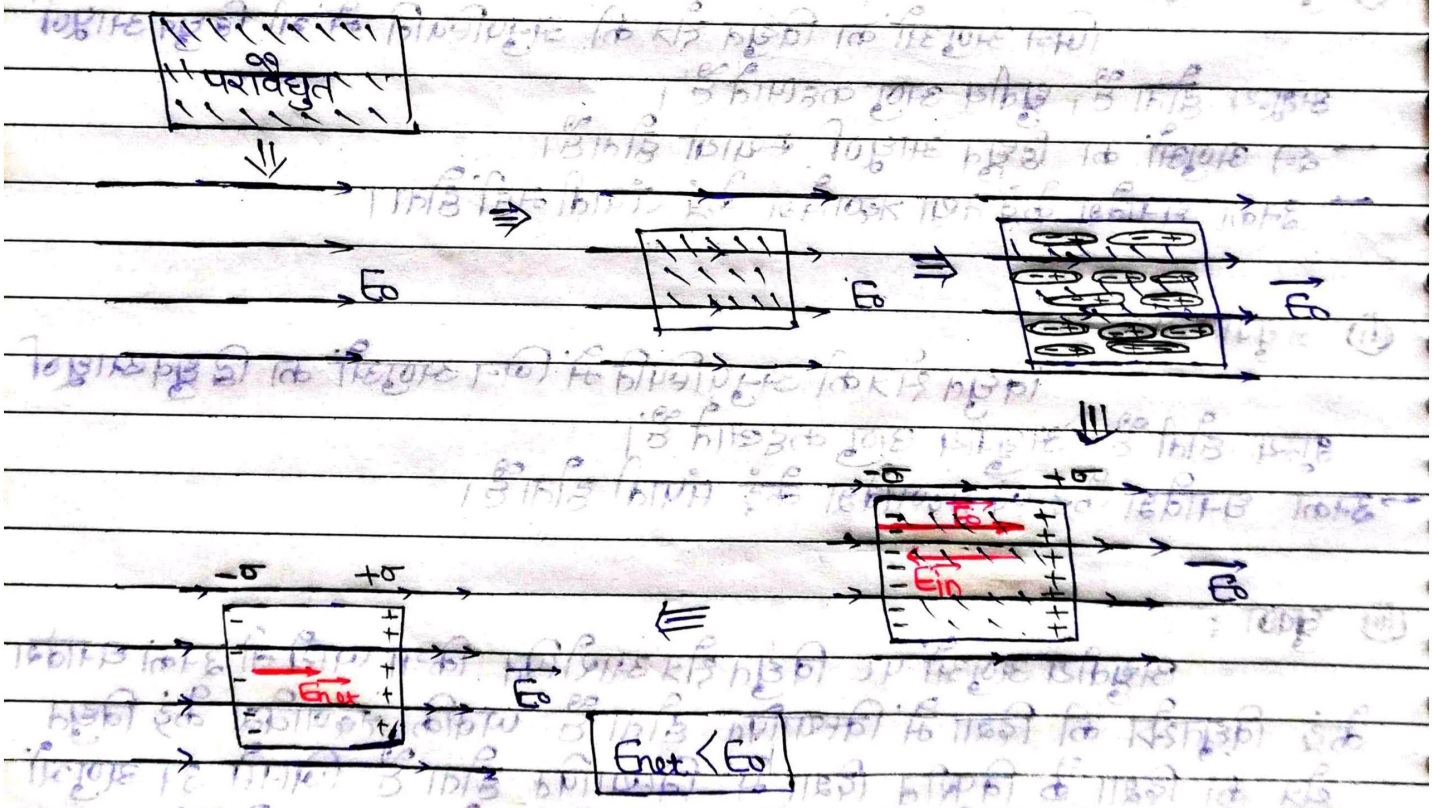
→ परावैद्युत पदार्थ का ध्रुवण -

परावैद्युत पदार्थ पर बाह्य विद्युत क्षेत्र आरोपित किया जाये तो इस विद्युत क्षेत्र के कारण पदार्थ के अध्रुवीय अणु ध्रुवित हो जाते हैं। ये ध्रुवित अणु तथा पदार्थ में +ve ध्रुवीय अणु निश्चित दिशा में व्यवस्थित हो जाते हैं, जिससे पदार्थ का परिणामी विद्युत आघूर्ण शून्य हो जाता है। इसे "परावैद्युत ध्रुवण" कहते हैं।

→ ध्रुवित परावैद्युत पदार्थ में प्रेरित विद्युत क्षेत्र उत्पन्न होता है जिसकी दिशा आरोपित बाह्य विद्युत क्षेत्र की दिशा से विपरीत होती है। अतः ध्रुवित परावैद्युत पदार्थ में परिणामी विद्युत क्षेत्र घट जाता है।

← इस कारण परावैद्युत पदार्थ या माध्यम की उपस्थिति में विद्युत क्षेत्र निर्वात में विद्युत क्षेत्र की तुलना में कम होता है।

→



→ ध्रुवित परावैद्युत पदार्थ में परिणामी विद्युत क्षेत्र आरोपित बाह्य विद्युत क्षेत्र से कम होता है लेकिन इस परिणामी विद्युत क्षेत्र की दिशा आरोपित बाह्य विद्युत क्षेत्र की दिशा में होती है।

For more free Study material
visit : www.sbgstudy.com

→ ध्रुवित परावैद्युत पदार्थ में उत्पन्न प्रेरित आवेश पदार्थ की सतह पर पृष्ठ आवेश घनत्व के रूप में प्रदर्शित होता है, पदार्थ के अंदर आयतन आवेश घनत्व के रूप में नहीं। क्योंकि ध्रुवित परावैद्युत पदार्थ के अन्दर कहीं भी अल्प आयतन में आवेश नहीं होता

8/10/16

→ परावैद्युत माध्यम में परिणामी विद्युत क्षेत्र-

$$E_{net} = E_0 - E_{प्रेरित}$$

$$\Rightarrow \frac{E_0}{\epsilon_r} = E_0 - E_{induced}$$

$$\Rightarrow \boxed{\epsilon_r = \frac{E_0}{(E_0 - E_{प्रेरित})}}$$

ARQ

→ ध्रुवित परावैद्युत पदार्थ (बाह्य विद्युत क्षेत्र में रखे परावैद्युत पदार्थ) का तापमान बढ़ाने पर ध्रुवण घट जाता है। अतः पदार्थ का परावैद्युतांक भी घट जाता है।

→ $T\uparrow \rightarrow$ ध्रुवण $\downarrow \rightarrow E_{प्रेरण}\downarrow$, $(E - E_{प्रेरित})\uparrow - \epsilon_r\downarrow$

ध्रुवण सदिश :- (P)
ध्रुवित परावैद्युत पदार्थ के प्रति इकाई आयतन में द्विध्रुव आघूर्ण ध्रुवण सदिश कहलाता है।

→ समदैशिक परावैद्युत पदार्थ का ध्रुवण सदिश आरोपित बाह्य विद्युतक्षेत्र के समानुपाती होता है।

$$P \propto E_0$$

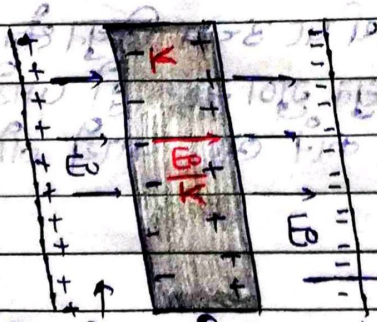
$$\Rightarrow \boxed{P = \chi_e E_0}$$

Chi

χ_e → विद्युतीय प्रवृत्ति (electric susceptibility)

→ विद्युतीय प्रवृत्ति परावैद्युत पदार्थ के ध्रुवित होने की प्रवृत्ति को दर्शाती है।

→ आवेशित संधारित्र की प्लेटों के मध्य परावैद्युत पदार्थ रखा जाये तो -



$$E_{medium} = \frac{E_0}{K}$$

$$\checkmark \boxed{E_0 > \frac{E_0}{K}}$$

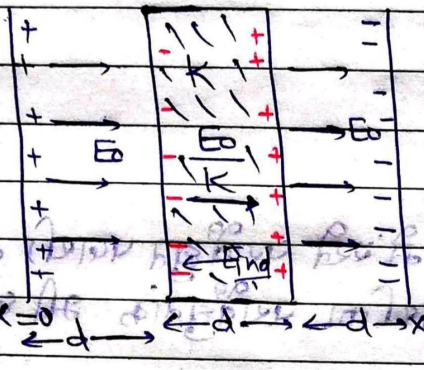
→ समरूप विद्युत क्षेत्र (E_0) का भाग

(E_0) समरूप विद्युतक्षेत्र

$\frac{E_0}{K}$ समरूप विद्युत क्षेत्र का भाग

For more free Study material
visit : www.sbgstudy.com

Q. एक आवेशित PPC की धनावेशित प्लेट $x=0$ पर है तथा ऋणावेशित प्लेट $x=3d$ पर है। संधारित्र की प्लेटों के मध्य d मोटाई की परावैद्युत पट्टिका प्लेटों के समानान्तर, समदूरस्थ रखी है। $x=0$ से $x=3d$ तक जाने के दौरान-
(i) विद्युतक्षेत्र का दूरी के साथ परिवर्तन वक्र
(ii) विभव का दूरी के साथ परिवर्तन वक्र बनाये।



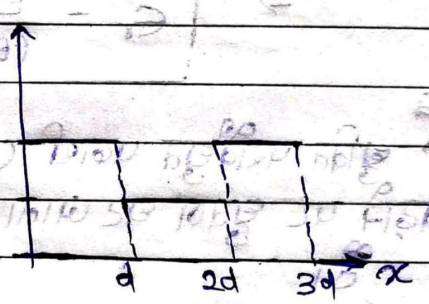
Ans:

✓ $E_0 > E_{medium}$

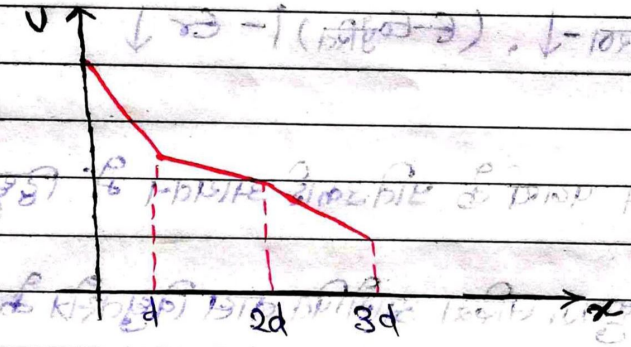
✓ $E_m = \frac{E_0}{K}$

(i)

(ii)



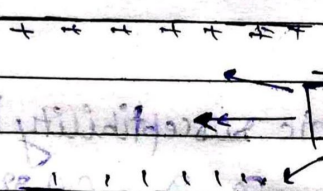
$E = -\frac{dV}{dx} = -\frac{dV}{dx}$



$\Rightarrow$ −(V-x वक्र का ढाल)

ARQ

(A) पदार्थ दोलन करेगा



(R) आवेशित संधारित्र हमेशा परावैद्युत पदार्थ को आकर्षित करता है।

(R ≠ पदार्थ का परावैद्युत ध्रुवण हो जाने के कारण)

(iv) dielectric breakdown (परावैद्युत भंजन) - परावैद्युत पदार्थ पर उच्च विद्युत क्षेत्र आरोपित करने पर यदि परावैद्युत पदार्थ का परावैद्युत गुण नष्ट हो जाये अर्थात परावैद्युत पदार्थ चालक की तरह व्यवहार करने लग जाये तो, इस घटना को परावैद्युत भंजन कहते हैं।

For more free Study material
visit : www.sbgstudy.com

Dielectric Strength (परावैद्युत सामर्थ्य) – परावैद्युत पदार्थ पर आरोपित किया जा सकने वाला वह max. विद्युत क्षेत्र जिस तक उसके पदार्थ का परावैद्युत भंजन नहीं हो, परावैद्युत सामर्थ्य कहलाता है।

→ वायु माध्यम की परावैद्युत सामर्थ्य $= 3\times10^6$ V/mt. ($E_{max.}$)

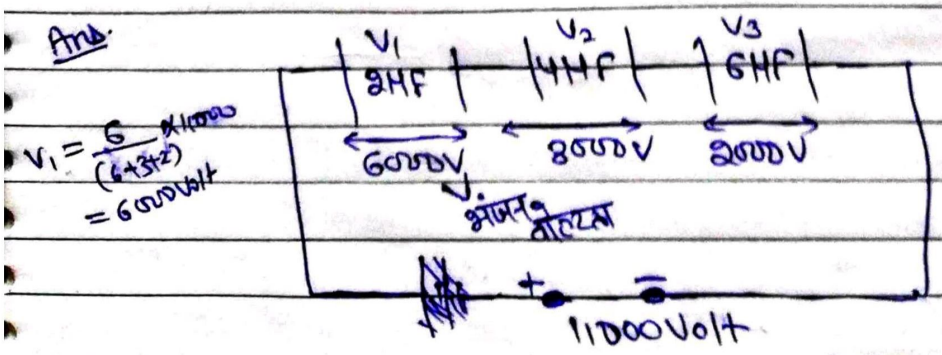
Q. वायु माध्यम में रखे 1m त्रिज्या के चालक गोले को दिया जा सकने वाला max. आवेश ज्ञात करो।

Ans.
$$E_{max.} = \frac{KQ_{max.}}{R^2}$$
$$\Rightarrow Q_{max.} = \frac{E_{max.}\times R^2}{K}$$
$$= \frac{3\times10^6\times1\times1}{9\times10^9}$$
$$= \frac{1}{3}\times10^{-3}\ Cb.$$
$$= 333\ \mu Cb.$$

→ संधारित्र की सतहों के मध्य प्रयुक्त परावैद्युत पदार्थ का परावैद्युतांक तथा परावैद्युत सामर्थ्य दोनों उच्च होने चाहिए।

→ **संधारित्र की भंजन वोल्टता** (Breakdown Voltage) – संधारित्र हेतु अधिकतम संभव सुरक्षित वोल्टता है। संधारित्र की प्लेटों के मध्य आरोपित किया जा सकने वाला वह अधिकतम विभवांतर जिस तक संधारित्र की प्लेटों के मध्य प्रयुक्त परावैद्युत पदार्थ का भंजन नहीं हो, संधारित्र की भंजन वोल्टता को दर्शाता है।

Que: (सबसे कम धारिता वाले को देख लो।) 2μF, 4μF तथा 6μF धारिता के 3 संधारित्र श्रेणीक्रम में 11000 Volt के स्रोत के साथ संयोजित है। यदि प्रत्येक संधारित्र की भंजन वोल्टता 4000 Volt हो तो संयोजन सुरक्षित होगा या नहीं?



Ans.

$$V_1 = \frac{6}{(6+3+2)}\times11000 = 6000\ Volt$$

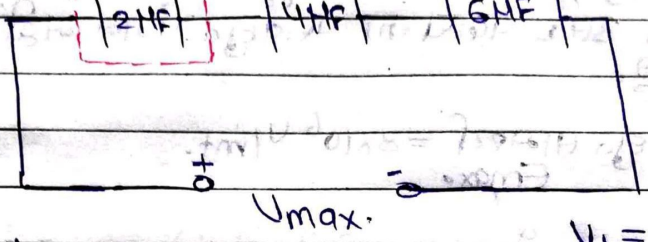
भंजन वोल्टता = 4000 Volt

$$V_1 : V_2 : V_3 = \frac{1}{2} : \frac{1}{4} : \frac{1}{6} = 6:3:2$$

संयोजन सुरक्षित नहीं
↳ क्षतिग्रस्त होगा।

For more free Study material
visit : www.sbgstudy.com

Q. उपरोक्त प्रश्न में किस अधिकतम वोल्टता तक संयोजन सुरक्षित रहेगा?



Ans. सबसे कम 2 वाला देखते — जब सबकी भंजक वोल्टता समान हो।

Series - $V_1 : V_2 : V_3 = 6 : 3 : 2$

$V_1 = \frac{6}{(6+3+2)} \times V_{max}$

$\Rightarrow 4000 = \frac{6}{11} \times V_{max}$

$\Rightarrow V_{max} = 7333.33$ Volt

संधारित्र में संचित अधिकतम आवेश $Q_{max} = C V_{max}$

(V_{max} ↓ भंजन वोल्टता)

electrostatic Shielding ⇒ चालक पदार्थ बाह्य विद्युत क्षेत्र को पार नहीं होने देता है अतः स्थिर वैद्युत परिरक्षण हेतु चालक सतह प्रयुक्त करते हैं

जैसे ⇒ किसी विद्युत संवेदी उपकरण को चालक कोश के अन्दर रख दिया जाए तो वह उपकरण बाह्य विद्युत क्षेत्र से प्रभावित नहीं होता है