नोट्स

whatsapp

8696608541

अपडेटेड नोट्स

OM PRAKASH SAINI

Notes - 8696608541 (whatsapp) - om prakash saini (sbistudy.com)

Date: 5/7/18

Chapter - 4 विद्युत धारिता

* पदार्थों के प्रकार -

वि॰धारा के चालन के आधार पर पदार्थ मुख्य रूप से दो प्रकार के होते हैं।

1. चालक पदार्थ
2. कुचालक या वि॰रोधी पदार्थ

1. चालक पदार्थ -

वे पदार्थ जो वि॰धारा का चालन करते हैं। उन्हे चालक पदार्थ कहा जाता हैं। तथा इन पदार्थों में मुक्त e⁻ उपस्थित होते हैं। Eg. सोना, चाँदी, ताबाँ, एल्युमिनियम, लोहा इत्यादि।

2. कुचालक या वि॰रोधी पदार्थ -

वे पदार्थ जो वि॰धारा का चालन नही करते हैं तथा जिनमें मुक्त e⁻ उपस्थित नही होते उन्हे कुचालक या वि॰रोधी पदार्थ कहा जाता है।

Eg. सुखी लकड़ी, प्लास्टिक, रबर, काँच इत्यादि।

* बद्ध आवेश तथा मुक्त आवेश -

बद्ध आवेश -

पदार्थ कई परमाणुओ से मिलकर बना होता हैं। तथा प्रत्येक परमाणु मे नाभिक के चारो ओर e⁻ कक्षकों में चक्कर लगाते हैं। इनमें जो e⁻ नाभिक के समीप होते हैं उनपर प्रबल आकर्षण बल लगता हैं। जिसके कारण इन इलैक्ट्रानों को बद्ध आवेश के नाम से जाना जाता हैं।

मुक्त आवेश -

परमाणु के बाह्यतम कोश में उपस्थित इलैक्ट्रानों

Notes - 8696608541 (whatsapp) - om prakash saini (sbistudy.com)

पर नाभिक का आकर्षण बल दुर्बल होता है जिसके कारण ये e⁻ आसानी से नाभिक से मुक्त हो जाते हैं। इस कारण इन इलैं. को मुक्त आवेश कहा जाता है।

* परावैद्युत पदार्थ-

वे पदार्थ जो वि॰ धारा का चालन नहीं करते अर्थात् जिनमे मुक्त e⁻ आरोपित नहीं होते उन्हे परावैद्युत पदार्थ कहा जाता है। लेकिन वि॰ क्षेत्र में ये पदार्थ अपना प्रभाव प्रदर्शित करते हैं।

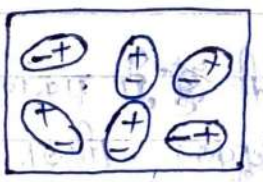
* परावैद्युत पदार्थो के प्रकार -

धनावेश व ऋणावेश के केंद्र कि व्यवस्था के आधार पर परावैद्युत पदार्थ दो प्रकार के होते हैं।

1. ध्रुवीय परावैद्युत पदार्थ
2. अध्रुवीय परावैद्युत पदार्थ

1 ध्रुवीय परावैद्युत पदार्थ-

वे परावैद्युत पदार्थ जिनमे धनावेश व ऋणावेश के केंद्र पृथक्-2 होते हैं। तथा जिनमे कुल द्विध्रुव आघुर्ण होता है। उन्हे ध्रुवीय परावैद्युत पदार्थ कहा जाता है। Eg. HCl, NaCl, H_2O etc.



$\vec{E} = 0$

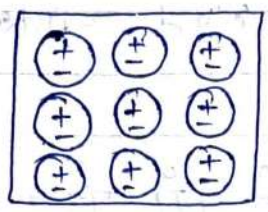
$\vec{P} \neq 0$

2. अध्रुवीय परावैद्युत पदार्थ-

वे परावैद्युत पदार्थ जिनमे धनावेश व ऋणावेश के केंद्र एक-दुसरे के सम्पाती होते हैं। जिसके कारण इनमे कुल द्विध्रुव आघुर्ण का मान शून्य प्राप्त होता है उन्हे अध्रुवीय परावैद्युत पदार्थ कहा जाता है।

Notes - 8696608541 (whatsapp) - om prakash saini (sbistudy.com)

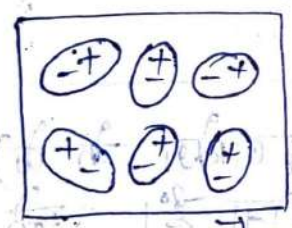
Eg. CH_4, O_2, N_2, CO_2 etc.



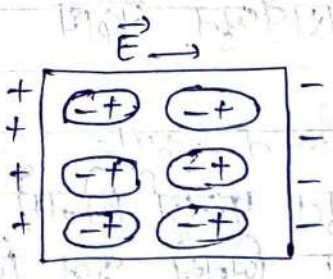
$\vec{E} = 0$
$\vec{P} = 0$

* परावैद्युत पदार्थों का ध्रुवण -

जब परावैद्युत पदार्थों को बाह्य वि. क्षेत्र कि उपस्थिती में रखा जाता हैं तो इनके अणु संरेखित होने लगते हैं अर्थात् इनकी एक निश्चित ज्यामितीय व्यवस्था प्राप्त होती हैं जिसके कारण इनमे परिणामी द्विध्रुव आघुर्ण उत्पन्न होता हैं इस घटना को ही परावैद्युत पदार्थों का ध्रुवण कहा जाता हैं।



$\vec{E} = 0$
$\vec{P} \neq 0$



$\vec{P} \neq 0$

Note:- ध्रुवण सदिश -

बाह्य वि. क्षेत्र कि उपस्थिती में एकांक आयतन में उपस्थित द्विध्रुव आघुर्ण कोही ध्रुवण सदिश कहा जाता हैं।

$$\vec{P}_{\text{ध्रुवण}} = \frac{\vec{P}}{V}$$

→ रेखीय समदैशिक परावैद्युत पदार्थ -

वे परावैद्युत पदार्थ जिनमें ध्रुवण सदिश आरोपित वि. क्षेत्र के समानुपाती हैं। उन्हे रेखीय समदैशिक परावैद्युत पदार्थ कहा जाता हैं।

Notes - 8696608541 (whatsapp) - om prakash saini (sbistudy.com)

$\vec{P} \propto \vec{E}$

$\vec{P} = \chi_e \vec{E}$

जहाँ पर χ_e = वैद्युत प्रवृत्ति (काई)

* चालक की धारिता -

जब किसी चालक को आवेश दिया जाता है तो इसके विभव में वृद्धि होने लगती है। इस स्थिती में चालक को दिया गया आवेश इसके विभव में हुई वृद्धि के समानुपाती होता है।

$Q \propto V$

$Q = CV$ — (1)

जहाँ पर C = चालक की धारिता

समी (1) से -

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

अत: इससे स्पष्ट होता है कि "चालक को दिया गया आवेश तथा विभव में हुई वृद्धि के अनुपात को ही चालक की धारिता कहा जाता है।"

⇒ धारिता की विमा व मात्रक -

विमा $= \frac{[A^1T^1]}{[M^1L^2T^{-3}A^{-1}]}$

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

मात्रक = $\frac{\text{कुलॉम}}{\text{वोल्ट}}$ or $\frac{\sec^4 \times Amp^2}{kg \times m^2}$ or फैरड

Notes - 8696608541 (whatsapp) - om prakash saini (sbistudy.com)

* फैरड की परिभाषा -

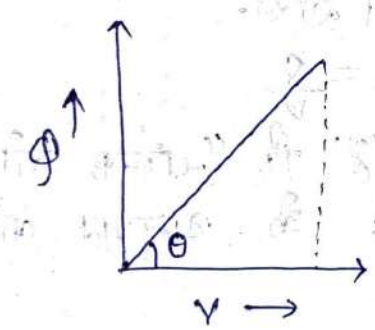
$$C = \frac{Q}{V}$$

यदि $C = \frac{1 \text{ कुलॉम}}{1 \text{ वोल्ट}}$

$$C = 1 \text{ फैरड}$$

" अतः इससे स्पष्ट होता है कि यदि किसी चालक को 1 कुलॉम का आवेश दिया जाए तथा इसके विभव में 1 Volt की वृद्धि हो जाए तो चालक कि धारिता 1 फैरड प्राप्त होती है।

* चालक कि धारिता के लिए Q तथा V के मध्य ग्राफ -



$$m = \tan\theta = \frac{L}{A} = \frac{Q}{V}$$

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

$$\tan\theta = C$$

* चालक कि धारिता की निर्भरता -

1. चालक के आकार पर -
2. चालक की आकृति पर
3. समीपवर्ती अन्य चालक की उपस्थिती पर
4. माध्यम की प्रकृति पर

Q. यदि किसी चालक के आवेश को दुगुना तक बढ़ा दिया जाए तो इस चालक की धारिता पर क्या प्रभाव पड़ेगा।

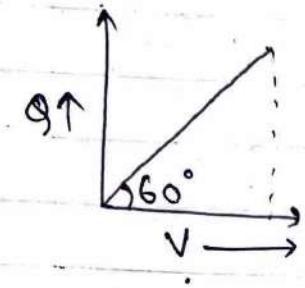
Ans इस स्थिती में धारिता का मान अपरिवर्तित रहता है क्योंकि

Notes - 8696608541 (whatsapp) - om prakash saini (sbistudy.com)

Q ∝ V

Q. यदि किसी चालक के विभव को आधा कर दिया जाए तो इसकी धारिता पर क्या प्रभाव पड़ेगा।

Ans इस स्थिती में भी धारिता का मान अपरिवर्तित रहता है।

Q. 

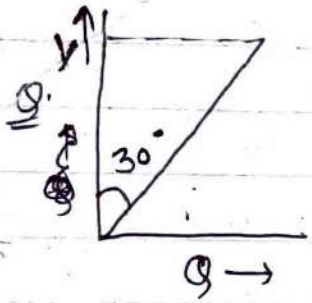
प्रदर्शित ग्राफ की सहायता से चालक कि धारिता का मान ज्ञात करो?

$$m = \tan\theta = \frac{L}{A} = \frac{Q}{V}$$

$$\tan\theta = C$$

$$\tan 60^\circ = C$$

$$\boxed{C = \sqrt{3}\ F}$$

Q. 

प्रदर्शित ग्राफ की सहायता से चालक की धारिता का मान ज्ञात करो?

$$m = \tan\theta = \frac{Q}{V}$$

$$\tan\theta = C$$

$$C = \tan 30^\circ$$

$$C = \frac{1}{\sqrt{3}}\ F$$

Note:-

$$\chi_e = \frac{\vec{P}}{\vec{E}}$$

$$\chi_e = [m^0 L^0 T^0 A^0]$$

निर्वात में -

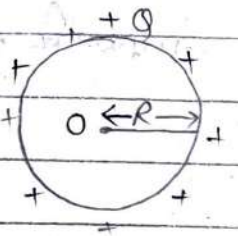
$$\chi_e = \frac{\vec{P}}{\epsilon_0 \vec{E}}$$

$$\chi = \frac{[m^0 L^{-2} T^1 A^1]}{[m^0 L^{-2} T^1 A^1]}$$

Notes - 8696608541 (whatsapp) - om prakash saini (sbistudy.com)

* विलगित गोलीय चालक की धारिता -

माना कोई R त्रिज्या का एक विलगित गोलीय चालक है। जिसकी सतह पर आवेश Q एक समान रूप से वितरित है। तो विलगित गोलीय चालक के विभव का मान -



$$V = \frac{KQ}{R} \text{ से}$$

$$V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q}{R} \quad \text{---(1)}$$

धारिता की परिभाषा से -

$$C = \frac{Q}{V} \text{ से}$$

$$C = \frac{Q}{\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q}{R}}$$

$$\boxed{C = 4\pi\epsilon_0 R} \quad \text{---(2)}$$

* माध्यम में धारिता -

$$\boxed{C_m = 4\pi\epsilon R}$$

$\because \epsilon = \epsilon_0 \epsilon_r$ से

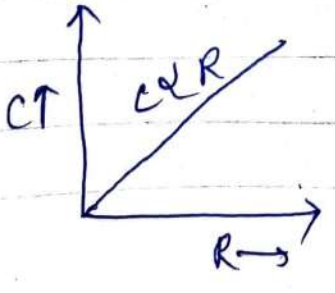
$$C_m = 4\pi\epsilon_0\epsilon_r R$$

$$C_m = 4\pi\epsilon_0 R \times \epsilon_r$$

$$\boxed{C_m = C_0 \times \epsilon_r}$$

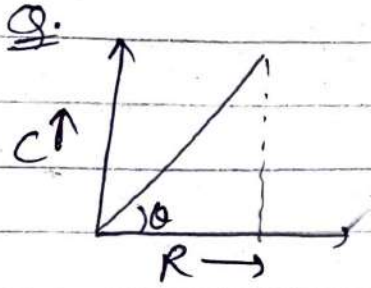
* विलगित गोलीय चालक की धारिता की निर्भरता -

विलगित गोलीय चालक कि त्रिज्या पर



Notes - 8696608541 (whatsapp) - om prakash saini (sbistudy.com)

2.. माध्यम की प्रकृति पर–



Q.

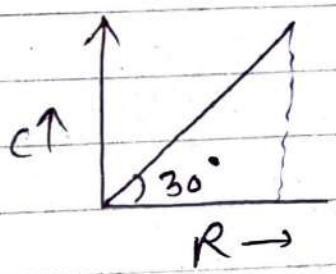
प्रदर्शित ग्राफ विलगित गोलीय चालक कि धारिता तथा त्रिज्या के मध्य हैं तो इस ग्राफ का ढाल किसे प्रदर्शित करता हैं।

$m = \tan\theta = \frac{C}{R}$

$\because C = 4\pi\epsilon_0 R$

$\tan\theta = \frac{4\pi\epsilon_0 R}{R}$

$\boxed{\tan\theta = 4\pi\epsilon_0 = \frac{1}{K}}$



Q.

प्रदर्शित ग्राफ विलगित गोलीय चालक को माध्यम में रखने पर प्राप्त होता हैं तो माध्यम का विद्युत शीलता का मान ज्ञात करो?

$m = \tan\theta = \frac{C}{R}$

$\tan\theta = \frac{4\pi\epsilon R}{R}$

$\tan 30^\circ = 4\pi\epsilon$

$\epsilon = \frac{\tan 30^\circ}{4\pi}$

$\boxed{\epsilon = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot \frac{1}{4\pi} \; \frac{C^2}{N \times m^2}}$

Notes - 8696608541 (whatsapp) - om prakash saini (sbistudy.com)

Q. यदि किसी विलगित गोलीय चालक की धारिता निर्वात में 5μF व माध्यम में 20μF है। तो माध्यम का परावैद्युतांक ज्ञात करो।

$$C_m = C_0 \times \epsilon_r$$

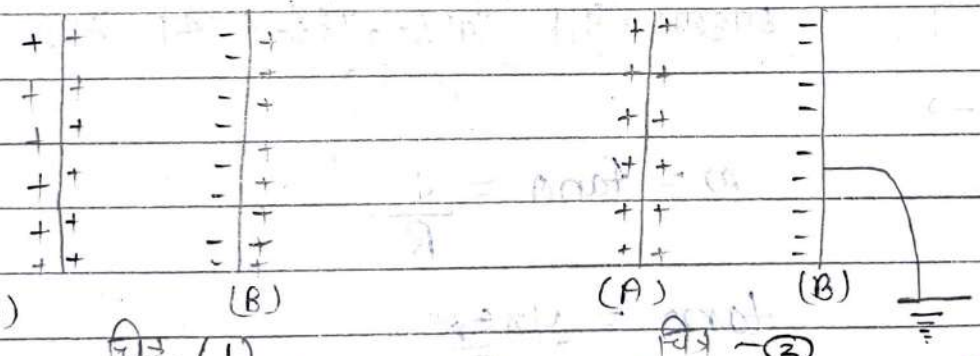
$$\epsilon_r = \frac{C_m}{C_0} = \frac{20\mu F}{5\mu F}$$

$$\boxed{\epsilon_r = 4}$$

* संधारित्र –

वे युक्ति या उपकरण जो चालक के आकार व आकृति में परिवर्तन किए बिना ही चालक की धारिता के मान में वृद्धि कर दें। उसे संधारित्र कहा जाता है।

* संधारित्र का सिद्धान्त –



चित्र (1) चित्र – (2)

1. जब किसी धनावेशित चालक पट्टिका को किसी अनावेशित पट्टिका के समीप लाया जाता है। तो प्रेरित वैद्युत प्रेरण घटना घटित होती है जिसके कारण आवेशों का पृथक्करण होता है। और इस कारण अनावेशित प्लेट की आंतरिक सतह पर ऋणावेश जबकि बाहरी सतह पर धनावेश आ जाता है। जिसके कारण कुल आवेश के मान में वृद्धि होती है। जिससे $V = \frac{kQ}{r}$ होने से विभ

Notes - 8696608541 (whatsapp) - om prakash saini (sbistudy.com)

का मान बढने लगता हैं जिससे $C = \frac{Q}{V}$ होने से धारिता के मान में कमी होने लगती हैं। जैसा कि चित्र (1) से स्पष्ट हैं।

2) जब अनावेशित पट्टिका कि बाहरी सतह को भुसम्पर्कित कर दिया जाता हैं। तो इस पर उपस्थित आवेश भुमि में चला जाता हैं। जिसके कारण कुल आवेश के मान में कमी हो जाती हैं जिससे $V = \frac{KQ}{R}$ होने से विभव का मान घटने लगता हैं। तथा $C = \frac{Q}{V}$ होने से धारिता का मान बढने लगता हैं। जैसा कि चित्र (2) से स्पष्ट हैं।

Note:- किसी संधारित्र को निम्न दो प्रकार से प्रदर्शित किया जाता हैं।

नियत धारिता का संधारित्र

परिवर्ती धारिता का संधारित्र

* संधारित्र के प्रकार- ज्यामिती के आधार पर संधारित्र तीन प्रकार के होते हैं।

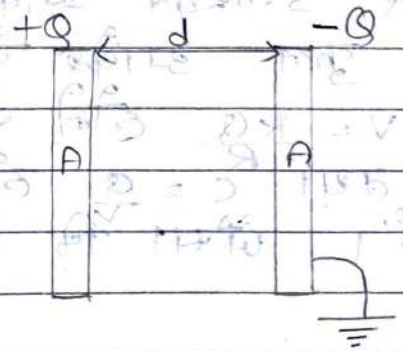
1. समान्तर प्लेट संधारित्र
2. गोलीय संधारित्र
3. बेलनाकार संधारित्र

1. समान्तर प्लेट संधारित्र- वह संधारित्र जिसमे दो समान क्षेत्रफल कि चालक प्लेटे एक-दूसरे के समान्तर निश्चित दुरी पर रखी हो तथा इन प्लेटो पर आवेश परिमाण में समान लेकिन प्रकृति में विपरित व इनमें से एक चालक प्लेट

Nand
Date
Page

भूसम्पर्कित हो तो इस प्रकार बनी व्यवस्था को समान्तर प्लेट संधारित्र कहा नाम जाता हैं।

* समान्तर प्लेट संधारित्र कि धारिता –



माना कोई समान्तर प्लेट संधारित्र जिसकी प्लेटो का क्षैत्रफल A तथा इनके मध्य कि दूरी d व इनपर उपस्थित आवेश का मान Q है तो इसकी धारिता –

धारिता की परिभाषा से –

$$C = \frac{Q}{V} \quad —(1)$$

अतः चालक प्लेटो के कारण वि० क्षैत्र –

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

$$\because \sigma = \frac{Q}{A} \text{ से}$$

$$E = \frac{Q}{A\epsilon_0} \quad —(2)$$

अतः –

$$V = E \times r \text{ से}$$

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

$$V = \frac{Qd}{A\epsilon_0} \quad —(3)$$

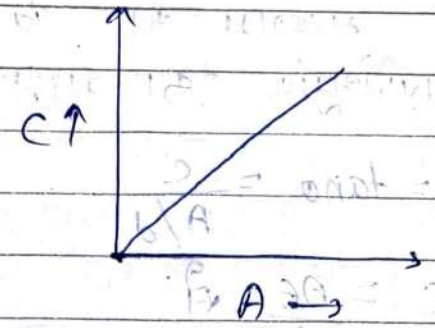
अतः समी० (1) से –

$$C = \frac{Q}{Qd} \times A\epsilon_0$$

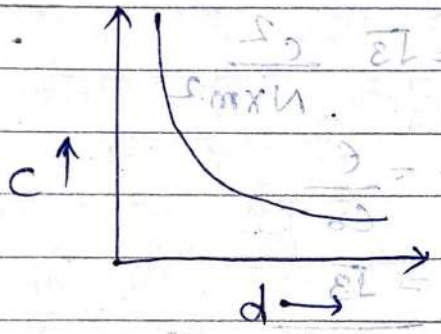
$$\boxed{C = \frac{A\epsilon_0}{d}} \quad —(4)$$

Notes - 8696608541 (whatsapp) - om prakash saini (sbistudy.com)

i) समान्तर प्लेट संधारित्र कि धारिता तथा प्लेटो के क्षेत्रफल के मध्य ग्राफ -

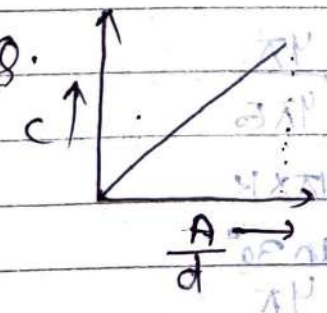


ii) समान्तर प्लेट संधारित्र कि धारिता तथा प्लेटो के मध्य कि दुरी के मध्य ग्राफ -



* समान्तर प्लेट संधारित्र कि धारिता की निर्भरता -
* चालक प्लेटो के क्षेत्रफल पर
1. चालक प्लेटो के मध्य कि दुरी पर
2. माध्यम कि प्रकृति पर
3.

Q. प्रदर्शित ग्राफ का ढाल किसे प्रदर्शित करता है।



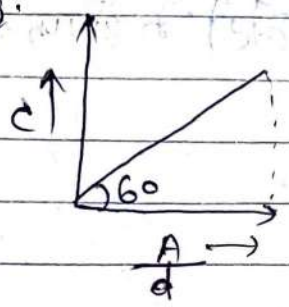
$$m = \tan\theta = \frac{I}{A} = \frac{C}{A/d}$$

$$\because C = \frac{A\epsilon_0}{d} \text{ से}$$

$$\tan\theta = \frac{\frac{A\epsilon_0}{d}}{A/d}$$

$$\tan\theta = \epsilon_0$$

Notes - 8696608541 (whatsapp) - om prakash saini (sbistudy.com)

Q. 

प्रदर्शित ग्राफ माध्यम में समान्तर प्लेट संधारित्र कि धारिता तथा $\frac{A}{d}$ के मध्य खिचा गया है तो माध्यम की वि० शीलता तथा माध्यम के परावैद्युतांक का मान ज्ञात करो ?

$$m = \tan\theta = \frac{C}{A/d}$$

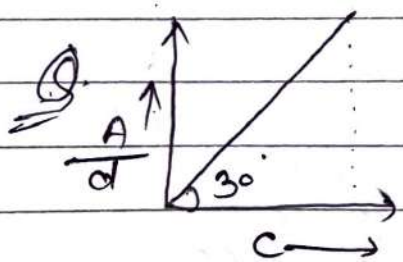
$\because C = \frac{A\epsilon}{d}$ से

$$\tan 60^\circ = \frac{\frac{A\epsilon}{d}}{\frac{A}{d}} \Rightarrow \tan 60^\circ = \epsilon$$

$$\epsilon = \sqrt{3}\ \frac{C^2}{N \times m^2}$$

$\because \epsilon_r = \frac{\epsilon}{\epsilon_0}$

$$\epsilon_r = \frac{\sqrt{3}}{8.854 \times 10^{-12}}$$

Q. 

प्रदर्शित ग्राफ समांतर प्लेट संधारित्र की धारिता तथा $\frac{A}{d}$ के मध्य दिया गया है तो ग्राफ की सहायता से कुलांम नियतांक का मान ज्ञात करो ?

$$m = \tan\theta = \frac{A/d}{C}$$

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

$$\tan 30^\circ = \frac{A/d}{\frac{A}{d}\epsilon_0}$$

$$\tan 30^\circ = \frac{1}{\epsilon_0} \times \frac{4\pi}{4\pi}$$

$$\tan 30^\circ = \frac{4\pi}{4\pi\epsilon_0}$$

$$\tan 30^\circ = 4\pi \times K$$

$$K = \frac{\tan 30^\circ}{4\pi}$$

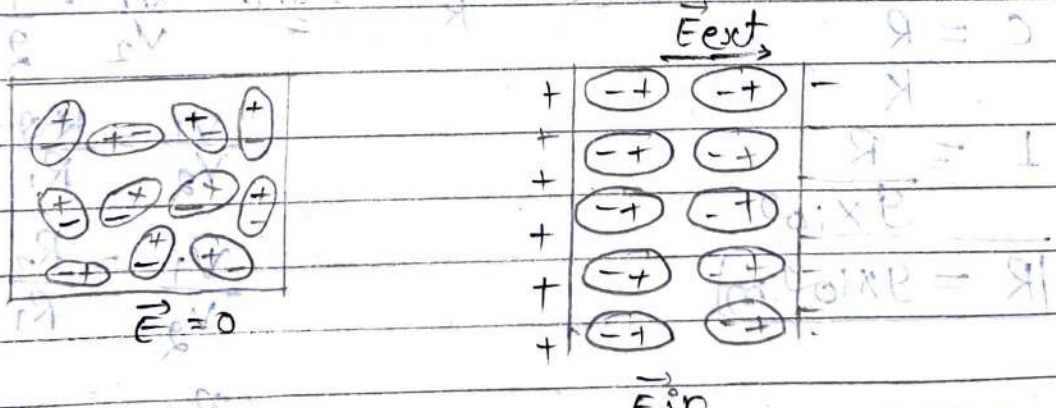
$$K = \frac{1}{\sqrt{3} \times 4\pi}\ \frac{N \times m^2}{C^2}$$

Notes - 8696608541 (whatsapp) - om prakash saini (sbistudy.com)

* समान्तर प्लेट संधारित्र की धारिता पर परावैद्युत पदार्थ कि उपस्थिती का प्रभाव -

→ जब परावैद्युत पदार्थों जैसे रबर काँच आदि को बाह्य वि० क्षैत्र कि अनुपस्थिती मे रखा जाता है तो इनके अणु असंरेखित होने के कारण इनके परिणामी द्विध्रुव आघुर्ण का मान शुन्य प्राप्त होता है। जिसके कारण धारिता पर

→ लेकिन जब परावैद्युत पदार्थो को बाह्य वि॰ क्षैत्र की उपस्थिती अथवा समान्तर प्लेट संधारित्र के मध्य रखा जाता है। तो इनके अणु बाह्य वि॰ क्षैत्र कि दिशा मे संरेखीत होने लगते है जिसके कारण इन अणुओ का धनावेश ऋणावेशित प्लेट कि ओर तथा ऋणावेश धनावेशित प्लेट कि ओर गमन करने लगता है जिसके कारण इनके मध्य एक आंतरिक वि॰ क्षैत्र उत्पन्न हो जाता है जिसकी दिशा बाह्य वि॰ क्षैत्र के बिपरित दिशा मे होती है जिसके कारण परिणामी वि॰ क्षैत्र का मान घट जाता है जिससे $V = E \times r$ होने से विभव का मान भी घटने लगता है। जिससे $C = \frac{Q}{V}$ होने से धारिता का मान बढने लगता है।



Case I: जब ϵ_r का परावैद्युत माध्यम समान्तर प्लेट संधारित्र मे पुर्ण रुप से भरा हो तो धारिता -

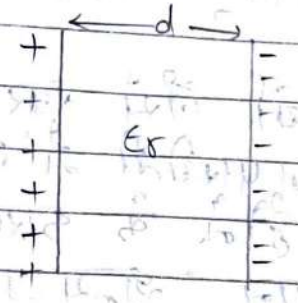
समान्तर प्लेट संधारित्र की निर्वात मे धारिता -

$$C_0 = \frac{Q}{V_0} = \frac{A\epsilon_0}{d} \quad \text{——(1)}$$

$V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q}{R}$

Date
Page

$V_m = \frac{1}{4\pi\epsilon_0 \epsilon_r} \times \frac{Q}{R}$



अतः माध्यम में धारिता का मान-

$$C_m = \frac{q}{V_m} \quad \text{—— (2)}$$

$\because V_m = \frac{V_0}{\epsilon_r}$ से

समी॰ (2) से :-

$$C_m = \frac{q}{V_0} \times \epsilon_r$$

समी॰ (1) से →

$$\boxed{C_m = \frac{A\epsilon_0}{d} \times \epsilon_r} \quad \text{—— (3)}$$

or

$$\boxed{C_m = C_0 \times \epsilon_r}$$

4.2 $C = 1F$
$R = ?$

Solu. गोलीय चालक की धारिता

$C = 4\pi\epsilon_0 R$

$\because 4\pi\epsilon_0 = \frac{1}{k}$

$C = \frac{R}{K}$

$1 = \frac{R}{9\times10^9}$

$\boxed{R = 9\times10^9 m}$

4.3 $C_0 = 2pF$
$C_m = 12pF$
$\epsilon_r = ?$

Solu. $C_m = C_0 \times \epsilon_r$

$\epsilon_r = \frac{C_m}{C_0} = \frac{12pF}{2pF} = 6$

$\boxed{\epsilon_r = 6}$

4.4. $\frac{V_1}{V_2} = \frac{1}{2}$

$\frac{V_1}{V_2} = \frac{Kq}{R_1} \times \frac{R_2}{Kq}$

$\frac{V_1}{V_2} = \frac{R_2}{R_1}$

$\frac{R_2}{R_1} = \frac{1}{2}$

गोलीय चालक की धारिता

$C \propto R$

Notes - 8696608541 (whatsapp) - om prakash saini (sbistudy.com)

$$\frac{C_1}{C_2} = \frac{R_1}{R_2} = \frac{2}{1}$$

$$\boxed{\frac{C_1}{C_2} = \frac{2}{1}}$$

4.6. $C = \frac{A\epsilon_0}{d}$ —— ①

$$C' = \frac{2A\epsilon_0}{\frac{d}{2}}$$

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

समी ① से.

$$\boxed{C' = 4C}$$

4.5 $C = 20\mu f = 20\times10^{-6} f$

$V = 10kV = 10\times10^{3} V$

$Q = ?$

Solu. $C = \frac{Q}{V}$ से

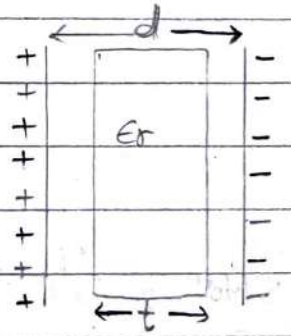
$Q = CV$ से

$Q = 20\times10^{-6}\times10^{4}$

$Q = 20\times10^{-2} = \boxed{0.2C}$

Case II. जब ϵ_r का पैराविद्युत माध्यम समान्तर प्लेट संधारित्र में आंशिक रूप से भरा हो तो धारिता—

धारिता कि परिभाषा से :-



$C = \frac{Q}{V}$ —— ①

अतः समान्तर प्लेट संधारित्र का कुल विभवान्तर

$V = V_0 + V_m$

$\because V = E\times r$ से

$V = E_0\times(d-t) + E_m\times t$

(ईकाई) $\because E_m = \frac{E_0}{\epsilon_r}$ से

$V = E_0(d-t) + \frac{E_0}{\epsilon_r}\times t$

$V = E_0\left[(d-t) + \frac{t}{\epsilon_r}\right]$ —— ②

Notes - 8696608541 (whatsapp) - om prakash saini (sbistudy.com)

चालक प्लेटो के कारण वि.क्षेत्र -

$$E_0 = \frac{\sigma}{\epsilon_0} = \frac{Q}{A\epsilon_0}$$

समी॰ (2) से -

$$V = \frac{Q}{A\epsilon_0}\left[(d-t) + \frac{t}{\epsilon_r}\right] \quad \text{---(4)}$$

समी॰ (1) से -

$$C = \frac{Q}{\frac{Q}{A\epsilon_0}\left[(d-t) + \frac{t}{\epsilon_r}\right]}$$

$$\boxed{C = \frac{A\epsilon_0}{\left[(d-t) + \frac{t}{\epsilon_r}\right]}} \quad \text{---(5)}$$

NOTE जब ϵ_r का माध्यम पूर्णतः भरा हो तो -

$\because t = d$

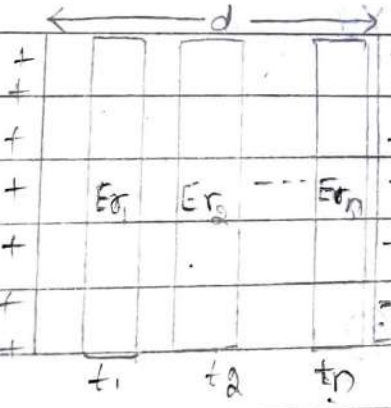
समी॰ (5) से -

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

Case II. जब अलग-2 परावैद्युतांक वाले माध्यम अलग-2 मोटाई तक भरे तो धारिता -

धारिता कि परिभाषा से -

$$C = \frac{Q}{V} \quad \text{---(1)}$$



अतः समान्तर प्लेट संधारित्र का कुल विभव -

$$V = V_0 + V_m$$

$\because V = E \times r$ से

Notes - 8696608541 (whatsapp) - om prakash saini (sbistudy.com)

Date ____ Page ____

$$V = E_0[d-(t_1+t_2+t_3 - - - + t_n)] + E_m(t_1+t_2+ - - - + t_n)$$

$\because E_m = \frac{E_0}{\epsilon_r}$ से

$$V = E_0[d-(t_1+t_2+ - - - + t_n)] + E_0\left(\frac{t_1}{\epsilon_{r_1}} + \frac{t_2}{\epsilon_{r_2}} + - - - + \frac{t_n}{\epsilon_{r_n}}\right)$$

$$V = E_0\left[d-(t_1+t_2+ - - - + t_n) + \left(\frac{t_1}{\epsilon_{r_1}} + \frac{t_2}{\epsilon_{r_2}} + - - - + \frac{t_n}{\epsilon_{r_n}}\right)\right] \quad \text{—— (2)}$$

चालक प्लेटों के कारण वि॰ क्षेत्र =

$$E_0 = \frac{\sigma}{\epsilon_0} = \frac{q}{A\epsilon_0}$$

समी॰ (2) से-

$$V = \frac{q}{A\epsilon_0}\left[d-(t_1+t_2+ - - - + t_n) + \left(\frac{t_1}{\epsilon_{r_1}} + \frac{t_2}{\epsilon_{r_2}} + - - - + \frac{t_n}{\epsilon_{r_n}}\right)\right] \quad \text{—— (3)}$$

समी॰ (1) से-

$$C = \frac{q}{\frac{q}{A\epsilon_0}\left[d-(t_1+t_2+ - - - + t_n) + \left(\frac{t_1}{\epsilon_{r_1}} + \frac{t_2}{\epsilon_{r_2}} + - - - + \frac{t_n}{\epsilon_{r_n}}\right)\right]}$$

$$\boxed{C = \frac{A\epsilon_0}{\left[d-(t_1+t_2+ - - - + t_n) + \left(\frac{t_1}{\epsilon_{r_1}} + \frac{t_2}{\epsilon_{r_2}} + - - - + \frac{t_n}{\epsilon_{r_n}}\right)\right]}} \quad \text{—— (4)}$$

Note:— (i) यदि ϵ_r का माध्यम पूर्णतः भरा हो तो —

$\because t_1+t_2+ - - - + t_n = d$

$\because \epsilon_{r_1} = \epsilon_{r_2} = - - - = \epsilon_{r_n} = \epsilon_r$

समी॰ (4) से

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

Notes - 8696608541 (whatsapp) - om prakash saini (sbistudy.com)

Date ____ Page ____

(ii) $\because t_1 + t_2 + \ldots + t_n = d - t$

Note:-

* E_r तथा χ_e के मध्य सम्बन्ध-

जब समान्तर प्लेट संधारित्र में परावैद्युत माध्यम भरा जाता है। तो इनके अणुओं का संरेखन होने के कारण इनके भीतर एक आंतरिक विद्युत क्षेत्र उत्पन्न हो जाता है जो कि बाह्य वि० क्षेत्र के विपरित दिशा में कार्य करता है। जिसके कारण परिणामी वि० क्षेत्र का मान घट जाता है।

$$\vec{E} = \vec{E_0} - \vec{E_p} \quad \text{—(1)}$$

परावैद्युतांक की परिभाषा से -

$$E_r = \frac{\vec{E_0}}{\vec{E}} = \frac{\vec{E_0}}{\vec{E_0} - \vec{E_p}} \quad \text{—(2)}$$

ध्रुवण सदिश की परिभाषा से-

$$\vec{P}_{ध्रुवण} = \frac{\vec{P}}{V}$$

$$\because \vec{P} = q \times 2a \text{ से}$$

$$\vec{P}_{ध्रुवण} = \frac{q d}{A d} = \frac{q}{A} = \sigma_p \quad \text{—(3)}$$

अतः परिणामी वि० क्षेत्र

समी० (1) से

$$\vec{E} = \vec{E_0} - \vec{E_p}$$

$$\vec{E} = \vec{E_0} - \frac{\sigma_p}{\epsilon_0} \quad \text{समी० (3) से}$$

$$\vec{E} = \vec{E_0} - \frac{\vec{P}_{ध्रुवण}}{\epsilon_0} \quad \text{—(4)}$$

Notes - 8696608541 (whatsapp) - om prakash saini (sbistudy.com)

Date
Page

$\because \chi_e = \frac{\vec{P}_{ध्रुवण}}{\epsilon_0 \vec{E}}$ से

$\therefore \vec{P}_{ध्रुवण} = \chi_e \epsilon_0 \vec{E}$

समी॰ (4) से:-

$$\vec{E} = \vec{E_0} - \frac{\chi_e \epsilon_0 \vec{E}}{\epsilon_0}$$

$$\vec{E} = \vec{E_0} - \chi_e \vec{E}$$

$$\vec{E} + \chi_e \vec{E} = \vec{E_0}$$

$$\vec{E}(1+\chi_e) = \vec{E_0}$$

$$1+\chi_e = \frac{\vec{E_0}}{\vec{E}}$$

समी॰ (2) से

$$\boxed{1+\chi_e = \epsilon_r}$$

Q. किसी गोलीय चालक कि त्रिज्या 10 cm है तो इसकी धारिता का मान ज्ञात करो तथा इस गोलीय चालक 1000 Volt से आवेशित करने पर कितना आवेश देना होगा।?

Ans. $R = 10\text{ cm} = 10\times10^{-2}\text{ m}$

$C = ?$

Soln. गोलीय चालक की धारिता-

$c = 4\pi\epsilon_0 R$

$\because 4\pi\epsilon_0 = \frac{1}{K}$

$C = \frac{R}{K}$

$c = \frac{10\times10^{-2}}{9\times10^{9}}$

$c =$

यदि $V = 1000\text{ V}$

$Q = CV$ से

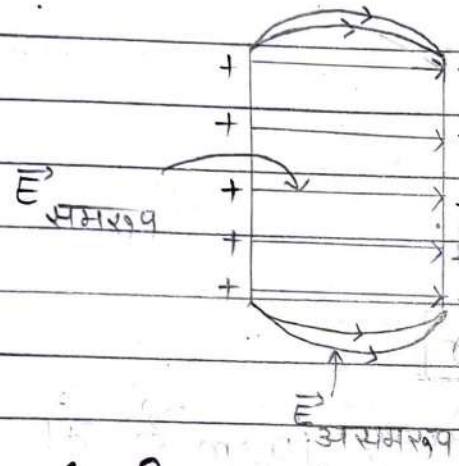
$Q = \frac{10\times10^{-2}}{9\times10^{9}}\times1000$

$Q = \frac{10^{2-9}}{9} = \frac{10^{-9}}{9}\text{ c}$

Notes - 8696608541 (whatsapp) - om prakash saini (sbistudy.com)

Note:- उपान्त प्रभाव -

किसी समान्तर प्लेट संधारित्र की प्लेटों के किनारों पर अथवा किसी चालक के किनारों पर पृष्ठीय आवेश घनत्व का मान अधिक होता है जिसके कारण वि॰ क्षेत्र का मान भी अधिक हो जाता है। जिससे किनारों पर वि॰ क्षेत्र रेखायें वक्रीय हो जाती हैं। जिसके कारण इन स्थानों पर वि॰ क्षेत्र का मान असमान हो जाता है। इस प्रभाव को ही उपान्त प्रभाव कहा जाता है।



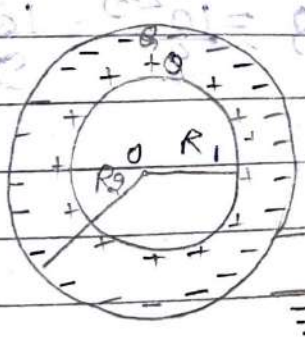
$\sigma = \frac{Q}{A}$

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

2. गोलीय संधारित्र -

वह संधारित्र जिसमें दो संकेन्द्रीय चालक गोले जिनपर आवेश का मान परिमाण में समान लेकिन प्रकृति में विपरित हो तथा इनमें से एक चालक गोला भूसम्पर्कित हो तो इस प्रकार बनी व्यवस्था को गोलीय संधारित्र कहा जाता है।

गोलीय संधारित्र की धारिता -



माना कोई दो सकेन्द्रीय चालक गोले जिनकी त्रिज्याये क्रमशः R_1 व R_2 है। व इनपर आवेश Q परिमाण में समान व प्रकृति में विपरित है। तो धारिता की परिभाषा से -

$$C = \frac{Q}{V} \quad \text{--- (1)}$$

गोलीय संधारित्र पर विभव -

$$V_1 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q}{R_1} \quad \text{--- (2)}$$

इसी प्रकार R_2 त्रिज्या के गोले पर विभव -

$$V_2 = \frac{-1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q}{R_2} \quad \text{--- (3)}$$

अतः कुल विभव -

$$V = V_1 + V_2$$

$$V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q}{R_1} - \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q}{R_2}$$

$$V = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left[\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right]$$

$$V = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left[\frac{R_2 - R_1}{R_1 R_2}\right] \quad \text{--- (4)}$$

समी. (1) से -

$$C = \frac{Q}{\frac{Q}{4\pi\epsilon_0}\left[\frac{R_2 - R_1}{R_1 R_2}\right]}$$

$$\boxed{C = \frac{4\pi\epsilon_0 R_1 R_2}{R_2 - R_1}} \quad \text{--- (5)}$$

यदि माध्यम उपस्थित हो तो -

$$C_m = \frac{4\pi\epsilon R_1 R_2}{R_2 - R_1}$$

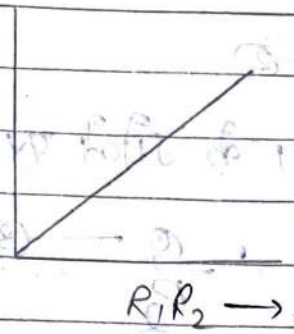
or $\because \epsilon = \epsilon_0 \epsilon_r$

$$\boxed{C_m = \frac{4\pi\epsilon_0 \epsilon_r R_1 R_2}{R_2 - R_1}}$$

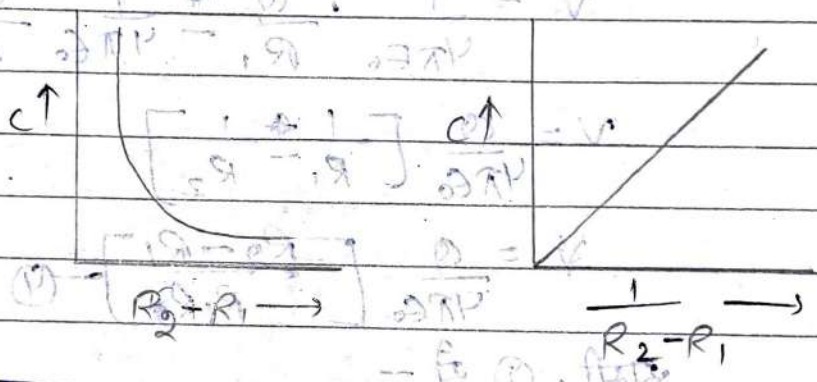
Notes - 8696608541 (whatsapp) - om prakash saini (sbistudy.com)

* गोलीय संधारित्र कि धारिता कि निर्भरता -

1. दोनो चालक गोलो की त्रिज्याओ के गुणनफलपर -



2. दोनो चालक गोलो कि त्रिज्याओं के अन्तर पर -



3. माध्यम कि प्रकृति पर ।

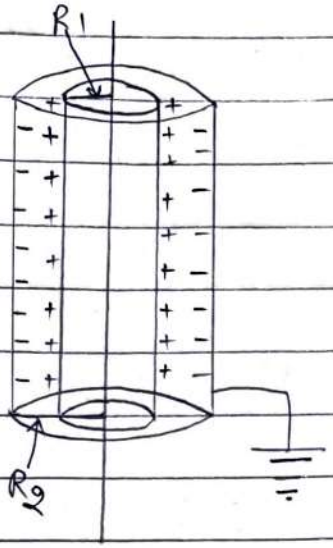
Extra 3. बेलनाकार संधारित्र -

वह संधारित्र जिसमे दो समाक्षीय चालक बेलनों के हो तथा इन बेलनो पर आवेश का मान परिमाण में समान लेकिन प्रकृति में विपरित हो व इनमें से एक चालक बेलन भुसम्पर्कित हो तो इस प्रकार बनी व्यवस्था को ही बेलनाकार संधारित्र कहा जाता हैं।

बेलनाकार संधारित्र की धारिता -

माना कोई बेलनाकार संधारित्र जिसकी बेलनो की त्रिज्या R_1 व R_2 हैं। तथा बेलन की लम्बाई (l)

Notes - 8696608541 (whatsapp) - om prakash saini (sbistudy.com)



इसकी त्रिज्याओं कि तुलना में बहुत अधिक हैं अर्थात् $l >> r$, तो इस स्थिती में बेलनाकार संधारित्र को एक सीधे चालक तार की तरह माना जा सकता है तो –

धारिता की परिभाषा से –

$$C = \frac{q}{V} \quad \text{—— (1)}$$

सीधे चालक मान के लिए वि. क्षैत्र –

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

$$E = 2 \times \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{\lambda}{r}$$

$$E = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0 r} \quad \text{—— (2)}$$

वि. क्षैत्र व विद्युत विभव में संबंध से –

$$V = -\int \vec{E} \cdot \vec{dr}$$

$$V = -\int_{R_2}^{R_1} \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0 r} \hat{r} \cdot \vec{dr}$$

$$\because \hat{r} \cdot \vec{dr} = dr$$

$$V = \frac{-\lambda}{2\pi\epsilon_0} \int_{R_2}^{R_1} \frac{1}{r} \cdot dr$$

$$\because \int \frac{1}{x} dx = \log_e x$$

$$V = \frac{-\lambda}{2\pi\epsilon_0} \left[\log_e r\right]_{R_2}^{R_1}$$

Notes - 8696608541 (whatsapp) - om prakash saini (sbistudy.com)

$$V = \frac{-\lambda}{2\pi\epsilon_0}[\log_e R_1 - \log_e R_2]$$

$$V = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0}[\log_e R_2 - \log_e R_1]$$

$$V = \frac{\lambda}{2\epsilon_0\pi}\log_e \frac{R_2}{R_1}$$

$$V = \frac{2.303\lambda}{2\pi\epsilon_0}\log_{10}\frac{R_2}{R_1}$$

$\because \lambda = \frac{Q}{l}$ से

$$V = \frac{2.303Q}{2\pi\epsilon_0 l}\log_{10}\frac{R_2}{R_1} \quad \text{--- (3)}$$

समी० (1) से-

$$C = \frac{Q}{\frac{2.303Q}{2\pi\epsilon_0 l}\log_{10}\frac{R_2}{R_1}}$$

$$\boxed{C = \frac{2\pi\epsilon_0 l}{2.303\log_{10}\frac{R_2}{R_1}}}$$

Note:- यदि गोलीय संधारित्र में दोनों संकेन्द्रीय गोलो कि त्रिज्या समान हो तो धारिता का मान-

$$C = \frac{4\pi\epsilon_0 R_1 R_2}{R_2 - R_1}$$

यदि $R_1 = R_2$ हो तो

$$\boxed{C = \infty}$$

Q1. किसी चालक से $1\times10^{12}\ e^-$ किसी संधारित्र मे स्थानान्तरित होते हैं यदि इनके मध्य विभवान्तर 10 V हैं। तो

Eg. 7,8,9,10,11
आंकिक , 1,2,3

Nand
Date
Page

इस संधारित्र कि धारिता ज्ञात करो ?

Q2. एक समान्तर प्लेट संधारित्र जिसकी प्लेटो का क्षेत्रफल $20cm^2$ है तथा प्लेटो के बीच की दूरी 2mm है, लो. यदि इसे 12 Volt की बेट्री से जोड़ दिया जाए तो-
i) संधारित्र पर आवेश
ii) यदि प्लेटो के मध्य कि दूरी 1mm कर दी जाए तो बेट्री के द्वारा धनावेशीत प्लेट को कितना अतिरिक्त आवेश प्रदान किया जायेगा।

Q.1. $n = 1\times10^{12}$
$V = 10$ Volt
$C = ?$

Solu. ∵ $Q = ne$ से
$Q = 1\times10^{12}\times 6.6\times10^{-19}$
$Q = 1.6\times10^{-7}C$
∵ $C = \frac{Q}{V}$ से
$C = \frac{1.6\times10^{-7}}{10}$
$C = 1.6\times10^{-8}F$

∵ $C = \frac{Q}{V}$ से
$Q = CV$
$Q =$

ii) यदि प्लेटो के मध्य कि दूरी $d = 1mm$ करने पर
तो धारिता-
$C' = \frac{A\epsilon_0}{d/2}$
$C' = \frac{2A\epsilon_0}{d}$
$C' =$

Q2.
$A = 20cm^2 = 20\times10^{-4}m^2$
$d = 2mm = 2\times10^{-3}m$
$V = 12$ Volt

i) आवेश समांतर प्लेट संधारित्र का धारिता
$C = \frac{A\epsilon_0}{d}$ से
$C = \frac{20\times10^{-4}\times8.854\times10^{-12}}{2\times10^{-3}}$
$C =$

Notes - 8696608541 (whatsapp) - om prakash saini (sbistudy.com)

अत: आवेश का मान

$Q' = C'V$

$Q' =$

अत: अतिरिक्त आवेश -

$q = Q' - Q =$

Eg. 4.7. धारिता = C, विभवान्तर = V

$q = \pm 360 \times 10^{-6} C$

$V' = (V - 120)$ Volt

$q' = \pm 120 \times 10^{-6} C$

Sol: i) आरोपित विभवान्तर -

$C = \frac{Q}{V}$ से

पहले $C = \frac{360 \times 10^{-6}}{V}$ — ①

बाद में $C = \frac{120 \times 10^{-6}}{(V - 120)}$ — ②

समी० ① व ② से -

$3 \frac{360 \times 10^{-6}}{V} = \frac{120 \times 10^{-6}}{(V - 120)}$

$\frac{3}{V} = \frac{1}{V - 120}$

$3V - 360 = V$

$3V - V = 360$

$2V = 360$

$V = 180$ Volt

ii) समी० ① से

$C = \frac{360 \times 10^{-6}}{180}$

$C = 2 \mu F$

iii) $C = \frac{Q}{V}$ से

$C = \frac{Q}{V + 120}$

$2 \times 10^{-6} = \frac{Q}{(180 + 120)}$

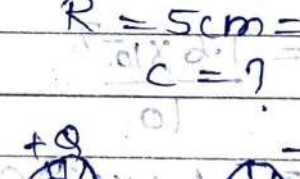
$Q = 2 \times 10^{-6} \times 300$

$Q = 600 \mu C$

Eg. 4.8. $d = 1 mm = 1 \times 10^{-3} m$

$R = 5 cm = 5 \times 10^{-2} m$

$C = ?$



$\therefore C = \frac{A\epsilon_0}{d} = \frac{\pi R^2 \epsilon_0}{d}$

$C = \frac{3.14 \times (5 \times 10^{-2})^2 \times 8.854 \times 10^{-12}}{1 \times 10^{-3}}$

$C = \frac{3.14 \times 25 \times 10^{-4} \times 10^{-12} \times 8.854}{10^{-3}}$

$C = 3.14 \times 25 \times 8.854 \times 10^{-13}$

$C = 695.039 \times 10^{-13}$

$C = 69.5 \times 10^{-12}$

$\boxed{C = 69.5 \times PF}$

Eg. 4.9. $A = 100 cm^2 = 100 \times 10^{-4} m^2 = 10^{-2} m^2$

$d = 1mm = 1 \times 10^{-3} m$

$V = 120 Volt$, $q = 0.12 \mu c$

$q = 0.12 \times 10^{-6} C$

$\epsilon_r = ?$

Solu. समान्तर प्लेट संधारित्र की माध्यम में धारिता –

$$C = \frac{A\epsilon}{d} = \frac{A\epsilon_0\epsilon_r}{d}$$

$\because C = \frac{q}{V}$ से.

$$\frac{q}{V} = \frac{A\epsilon_0\epsilon_r}{d}$$

$$\epsilon_r = \frac{qd}{V \times A\epsilon_0}$$

$$\epsilon_r = \frac{0.12 \times 10^{-6} \times 10^{-3}}{12000 \times 10^{-2} \times 8.85 \times 10^{-12}}$$

$$= \frac{12 \times 10^{-12}}{12 \times 10^{-2} \times 8.854 \times 10^{-12}}$$

$$\epsilon_r = \frac{100}{8.854} = \boxed{11.294}$$

4.10. $A = 2 \times 10^{-2} m^2$

$d = 0.01 m$

$t = 6mm = 0.006m$

$\epsilon_r = 3$

$C = ?$

धारिता – आंशिक भरा होने पर

$$C_m = \frac{A\epsilon_0}{(d-t) + \frac{t}{\epsilon_r}}$$

$$C_m = \frac{2 \times 10^{-2} \times 8.854 \times 10^{-12}}{(0.01 - 0.006) + \frac{6 \times 10^{-3}}{3}}$$

$C_m =$

4.11 पहले – $C = \frac{A\epsilon_0}{d}$ → (1)

आंशिक दाब से भरा होने पर धारिता

$$C' = \frac{A\epsilon_0}{(d-t) + \frac{t}{\epsilon_r}}$$

$\because t = \frac{3}{4}d$

$$C' = \frac{A\epsilon_0}{\left(d - \frac{3}{4}d\right) + \frac{3}{4}\frac{d}{\epsilon_r}}$$

$$C' = \frac{A\epsilon_0}{\frac{d}{4} + \frac{3}{4}\frac{d}{\epsilon_0}}$$

$$C' = \frac{A\epsilon_0}{\frac{d}{4}\left[1 + \frac{3}{\epsilon_0}\right]}$$

$$C' = \frac{4}{\left(1 + \frac{3}{\epsilon_r}\right)} \times \frac{A\epsilon_0}{d}$$

Notes - 8696608541 (whatsapp) - om prakash saini (sbistudy.com)

समी. (1) से

$$c' = \frac{4 \cdot C}{\left(1+\frac{3}{\epsilon_r}\right)} = \frac{4 \cdot C}{\left[\frac{\epsilon_r+3}{\epsilon_r}\right]}$$

$$\boxed{c' = \frac{4\epsilon_r \cdot C}{\epsilon_r+3}}$$

Aq.1. $C = 1\,pF$

$R = ?$

Solu. $\because C = 4\pi\epsilon_0 R$

$$R = \frac{C}{4\pi\epsilon_0} = CK$$

$$R = 1\times10^{-12}\times9\times10^{9}$$

$$\boxed{R = 9\times10^{-3}\,m}$$

Aq.2. $A = 100\,cm^2 = 100\times10^{-4}\,m^2$

$E = 100\,\frac{N}{C}$

$Q = ?$

Solu. चालक प्लेटों के लिए वि.क्षेत्र

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

$$Q = E\times A\epsilon_0$$

$$= 100\times100\times10^{-4}\times8.854\times10^{-12}$$

$$= 10^{4}\times10^{-16}\times8.854$$

$$Q = 8.854\times10^{-12}$$

प्रत्येक प्लेट पर

$$\boxed{\begin{array}{c} +8.854\times10^{-12} \\ -8.854\times10^{-12} \end{array}}$$

Aq.3. $t = 3mm$

$d-t = 2.4mm$

$\epsilon_r = ?$

Solu. आवेश व विभवान्तर समान होने पर धारिता भी समान होगी। अतः

$$C = C'$$

$$\frac{A\epsilon_0}{t} = \frac{A\epsilon_0}{(d-t)+t/\epsilon_r}$$

$$\frac{1}{t} = \frac{1}{(d-t)+\frac{t}{\epsilon_r}}$$

$$(d-t)+\frac{t}{\epsilon_r} = t$$

$$(d-t) = t - \frac{t}{\epsilon_r}$$

$$(d-t) = t\left(1-\frac{1}{\epsilon_r}\right)$$

$$2.4\times10^{-3} = 3\times10^{-3}\left(1-\frac{1}{\epsilon_r}\right)$$

$$1-\frac{1}{\epsilon_r} = \frac{24}{30}$$

$$\frac{1}{\epsilon_r} = 1-\frac{24}{30} = \frac{30-24}{30}$$

$$\frac{1}{\epsilon_r} = \frac{6}{30} = \frac{1}{5}$$

$$\boxed{\epsilon_r = 5}$$

Notes - 8696608541 (whatsapp) - om prakash saini (sbistudy.com)

Date ______
Page ______

* Note:-

1. परावैद्युत भंजन -

जब किसी परावैद्युत पदार्थ पर उच्च वि॰ क्षेत्र आरोपित किया जाता हैं। तो इसके बाह्यतम कोश में उपस्थित e- पृथक होने लगते हैं जिसके कारण परावैद्युत पदार्थ चालक पदार्थों के भाँति व्यवहार करने लगता है। इस घटना को हि परावैद्युत भंजन कहा जाता हैं।

2. परावैद्युत सामर्थ्य -

वि॰ क्षेत्र अथवा विभव प्रवणता का वह अधिकतम मान जहाँ तक परावैद्युत भंजन न हो उसे परावैद्युत सामर्थ्य कहा जाता है।

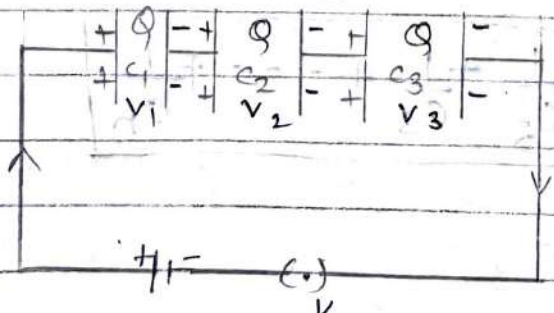
वायु के लिए परावैद्युत सामर्थ्य का मान $3\times10^{6} V/m$ होता हैं।

* संधारित्रों का संयोजन -

दो या दो से अधिक संधारित्रों को आपस में जोड़ना ही संधारित्रों का संयोजन कहलाता हैं तथा यह निम्न दो प्रकार से किया जाता हैं।

1. श्रेणी क्रम संयोजन -

वह संयोजन जिसमें प्रत्येक संधारित्र में आवेश का मान समान रहता हैं उसे श्रेणी क्रम संयोजन कहा जाता हैं।



Notes - 8696608541 (whatsapp) - om prakash saini (sbistudy.com)

धारिता के परिभाषा से -

$$C = \frac{Q}{V} \quad \text{से}$$

$$V = \frac{Q}{C} \longrightarrow (4)$$

पहले संधारित्र के सिरों पर विभवान्तर -

$$V_1 = \frac{Q}{C_1} \longrightarrow (1)$$

इसी प्रकार दूसरे व तीसरे सिरों पर संधारित्र के सिरो पर विभवान्तर -

$$V_2 = \frac{Q}{C_2} \longrightarrow (2)$$

$$V_3 = \frac{Q}{C_3} \longrightarrow (3)$$

अतः निकाय का कुल विभवान्तर -

$$V = V_1 + V_2 + V_3$$

समी० (1), (2), (3) व (4) से

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

$$\frac{Q}{C} = Q\left[\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}\right]$$

$$\boxed{\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}} \longrightarrow (5)$$

यदि n - संधारित्र श्रेणी क्रम में जुड़े हो तो -

$$\boxed{\frac{1}{C_S} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \cdots + \frac{1}{C_n}}$$

Notes - 8696608541 (whatsapp) - om prakash saini (sbistudy.com)

Q. किस स्थिती में गोलीय संधारित्र गोलीय चालक के भाँती व्यवहार करता है।

Ans जब $R_1 = 0$ हो तो गोलीय संधारित्र गोलीय चालक की भाँति व्यवहार करेगा।

Note:- i) श्रेणी क्रम संयोजन में तुल्य धारिता का मान सबसे कम धारिता वाले संधारित्र से भी कम होता है।

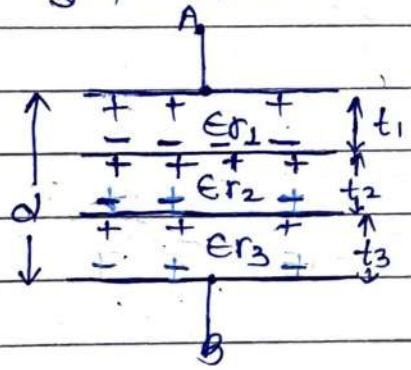
ii) यदि n संधारित्र श्रेणी क्रम में जुड़े हो तथा प्रत्येक संधारित्र की धारिता समान हो तो तुल्य धारिता

$$\frac{1}{C_S} = \frac{1}{C} + \frac{1}{C} + \frac{1}{C} + \cdots + n \text{ पदों तक}$$

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

$$\boxed{C_S = \frac{C}{n}}$$

iii) यदि समान्तर प्लेट संधारित्र निम्न प्रकार जुड़े हो तो तुल्य धारिता -



$$\frac{1}{C_S} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}$$

$\because C = \frac{A\epsilon_0}{d} \times \epsilon_r$ से

$$\frac{1}{C_S} = \frac{1}{\frac{A\epsilon_0}{t_1}\times\epsilon_{r_1}} + \frac{1}{\frac{A\epsilon_0}{t_2}\times\epsilon_{r_2}} + \frac{1}{\frac{A\epsilon_0}{t_3}\times\epsilon_{r_3}}$$

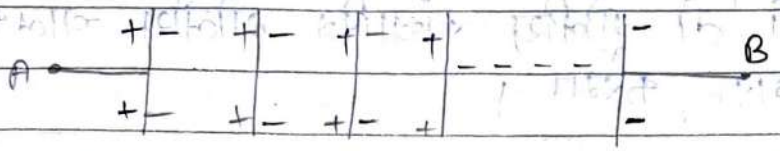
$$\frac{1}{C_S} = \frac{t_1}{A\epsilon_0\epsilon_{r_1}} + \frac{t_2}{A\epsilon_0\epsilon_{r_2}} + \frac{t_3}{A\epsilon_0\epsilon_{r_3}}$$

$$\frac{1}{C_S} = \frac{1}{A\epsilon_0}\left[\frac{t_1}{\epsilon_{r_1}} + \frac{t_2}{\epsilon_{r_2}} + \frac{t_3}{\epsilon_{r_3}}\right]$$

$$\boxed{C_S = \frac{A\epsilon_0}{\left(\frac{t_1}{\epsilon_{r_1}} + \frac{t_2}{\epsilon_{r_2}} + \frac{t_3}{\epsilon_{r_3}}\right)}}$$

Notes - 8696608541 (whatsapp) - om prakash saini (sbistudy.com)

iv) यदि n चालक प्लेटे निम्न प्रकार जुड़ी हों -

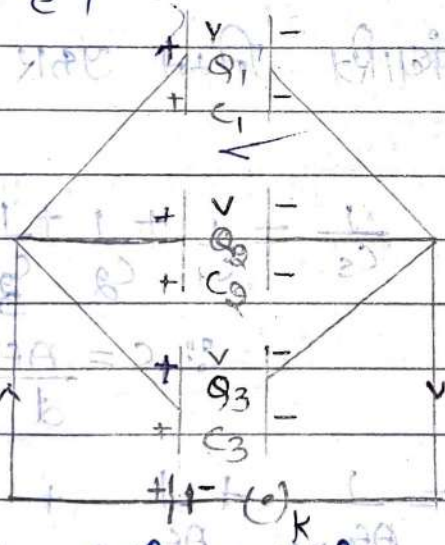


इस स्थिती में n-1 संधारित्रो का निर्माण होता है। जिसके कारण इनकी तुल्य धारिता का मान -

$$C_{eq} = \frac{A\epsilon_0}{(n-1)d}$$

v. समान्तर क्रम संयोजन -

संधारित्रो का वह संयोजन जिसमें प्रत्येक संधारित्रो के सिरो पर उत्पन्न विभवान्तर का मान समान होता होता है उसे समान्तर क्रम संयोजन कहा जाता है।



धारिता कि परिभाषा से -

$$C = \frac{Q}{V}$$ से

$$Q = CV \longrightarrow (1)$$

अतः पहले संधारित्र पर आवेश -

$$Q_1 = C_1 V \longrightarrow (2)$$

Notes - 8696608541 (whatsapp) - om prakash saini (sbistudy.com)

इसी प्रकार दूसरे व तीसरे संधारित्र पर आवेश -

$$Q_2 = C_2 V \quad \text{—} (3)$$

$$Q_3 = C_3 V \quad \text{—} (4)$$

अतः निकाय का सम्पूर्ण आवेश -

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3$$

समी. (1), (2), (3) व (4) से

$$CV = C_1 V + C_2 V + C_3 V$$

$$CV = V(C_1 + C_2 + C_3)$$

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

यदि n - संधारित्र समान्तर क्रम में जुड़े हो तो -

$$\boxed{C_p = C_1 + C_2 + C_3 + \cdots + C_n}$$

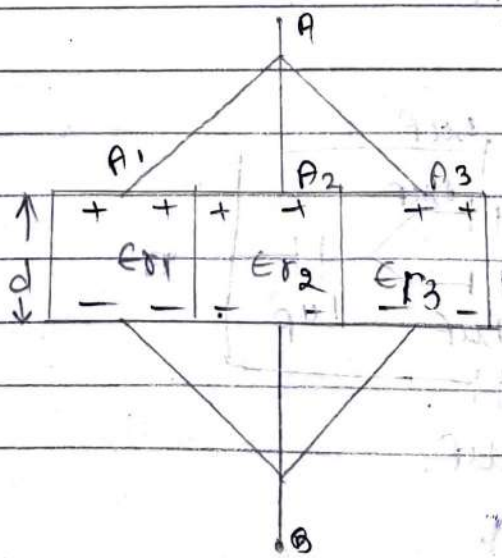
Note:- i) इस संयोजन में तुल्यधारिता का मान सबसे अधिक धारिता वाले संधारित्र से भी अधिक प्राप्त होता है।

ii) यदि n समान धारिता वाले संधारित्रों को समान्तर क्रम जोड़ा जाए तो तुल्य धारिता का मान -

$$C_p = C + C + \cdots + n \text{ पदों तक}$$

$$\boxed{C_p = nC}$$

iii) यदि समान्तर प्लेट संधारित्र निम्न प्रकार जुड़े हो -



$$C_p = C_1 + C_2 + C_3$$

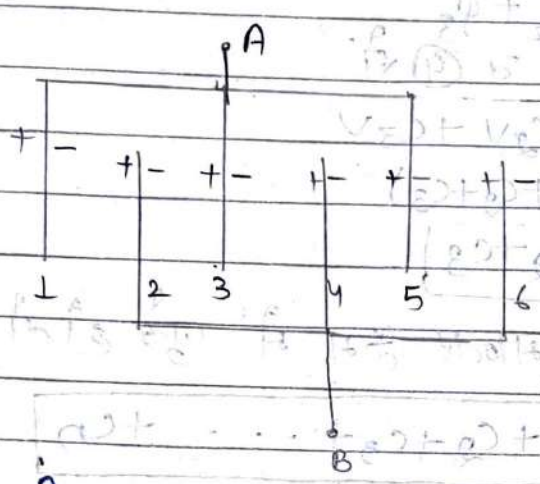
$$\because C = \frac{A\epsilon_0}{d} \times \epsilon_r \text{ से}$$

$$C_p = \frac{A_1 \epsilon_0 \times \epsilon_{r_1}}{d} + \frac{A_2 \epsilon_0 \times \epsilon_{r_2}}{d} + \frac{A_3 \epsilon_0 \times \epsilon_{r_3}}{d}$$

Notes - 8696608541 (whatsapp) - om prakash saini (sbistudy.com)

$$C_p = \frac{\epsilon_0}{d}\left[A_1\epsilon_{r_1} + A_2\epsilon_{r_2} + A_3\epsilon_{r_3}\right]$$

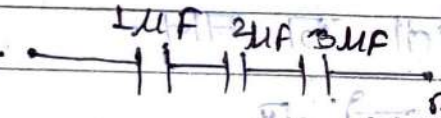
iv) यदि n चालक प्लेटें निम्न प्रकार जुड़े हो तो तुल्य धारिता का मान -



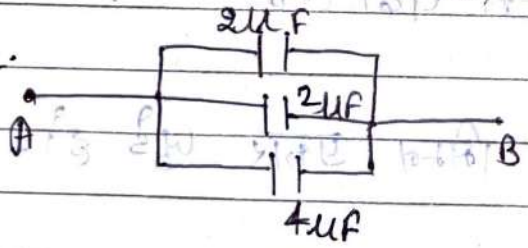
इस स्थिती में (n-1) संधारित्रों का निर्माण होता है -

$$C_{eq} = (n-1)C = (n-1)\frac{A\epsilon_0}{d}$$

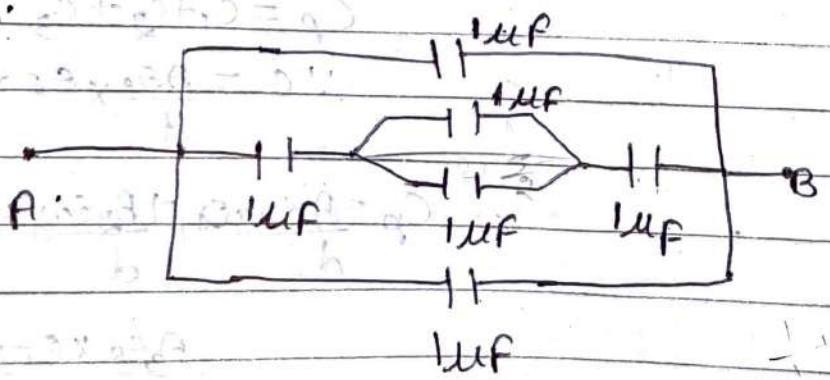
Q.1.



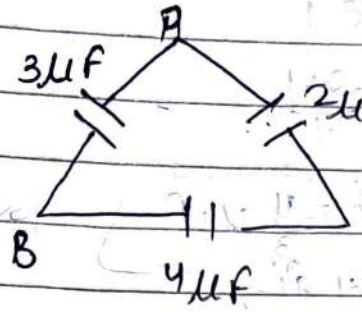
Q.2.



Q.3.



Notes - 8696608541 (whatsapp) - om prakash saini (sbistudy.com)

Q.4. 

सभी प्रश्नो में A व B के मध्य तुल्य धारिता ज्ञात करो?

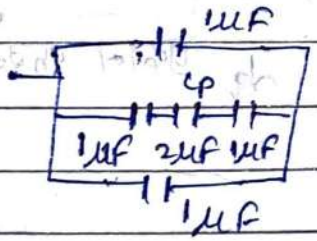
1. $\frac{1}{C_S} = \frac{1}{1} + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} = \frac{6+3+2}{6} = \frac{11}{6}$

$$C_S = \frac{6}{11}\ \mu F$$

2. $C_p = C_1 + C_2 + C_3 = 2+2+4 = 8\mu F$

3. C_3 व C_4 समान्तर क्रम में

$C_p = 1+1 = 2\mu F$

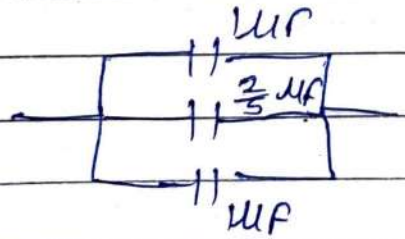


→ C_1, C_p व C_5 श्रेणी क्रम में-

$\frac{1}{C_S} = \frac{1}{1} + \frac{1}{2} + \frac{1}{1}$

$\frac{1}{C_S} = \frac{2+1+2}{2} = \frac{5}{2}$

$C_S = \frac{2}{5}\ \mu F$



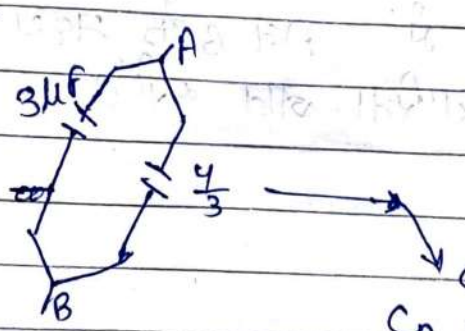
C_2 व C_S व C_6 समान्तर क्रम में

$C_p' = 1 + \frac{2}{5} + 1 = \frac{5+2+5}{5}$

$$C_p' = \frac{12}{5}\ \mu F$$

Notes - 8696608541 (whatsapp) - om prakash saini (sbistudy.com)

5.



C_2 व C_3 श्रेणी क्रम में है।

$$\frac{1}{C_S} = \frac{1}{2} + \frac{1}{4} = \frac{2+1}{4}$$

$$\frac{1}{C_S} = \frac{3}{4} \Rightarrow C_S = \frac{4}{3}\ \mu F$$

C_1 व C_S समान्तर क्रम में -

$$C_p = 3 + \frac{4}{3} = \frac{9+4}{3} = \boxed{\frac{13}{3}\ \mu F}$$

* संधारित्र की वि० स्थितिज ऊर्जा -

किसी संधारित्र को निश्चित विभवान्तर तक आवेशित करने के लिए अतिरिक्त आवेश प्रदान किया जाता है। इस अतिरिक्त आवेश को प्रदान करने में किया गया कार्य ही संधारित्र कि वि० स्थितिज ऊर्जा कहलाती है।

माना किसी संधारित्र पर उपस्थित आवेश q तथा धारिता C है तो इसके सिरो पर उत्पन्न विभवान्तर का मान -

$$V = \frac{q}{C} \quad \text{—— (1)}$$

इसी संधारित्र को अतिरिक्त आवेश dq प्रदान करने में किया गया कार्य -

$$W = qV \text{ से}$$

$$dW = V \cdot dq$$

अतः कुल किया गया कार्य -

$$\int dW = \int_0^Q V \cdot dq$$

समी० (1) से

$$\int dW = \int_0^Q \frac{q}{C} \cdot dq$$

$$W = \frac{1}{C}\left[\frac{q^2}{2}\right]_0^Q$$

$$W = U = \frac{1}{C}\left[\frac{Q^2}{2} - \frac{0^2}{2}\right]$$

Notes - 8696608541 (whatsapp) - om prakash saini (sbistudy.com)

$$U = \frac{1}{2}\cdot\frac{Q^2}{C} \quad \text{—(2)}$$

∵ $Q = CV$ से

$$U = \frac{1}{2}\cdot\frac{C^2V^2}{C}$$

$$U = \frac{1}{2}CV^2 \quad \text{—(3)}$$

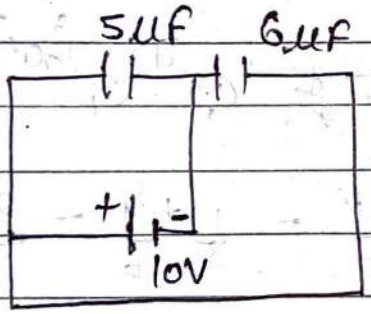
∵ $C = \frac{Q}{V}$ से

समी॰ (2) से –

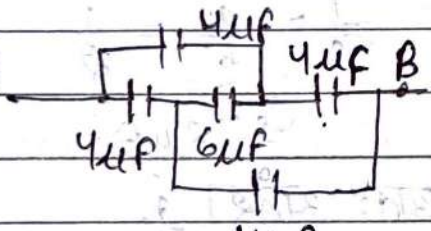
$$U = \frac{1}{2}\cdot\frac{Q^2}{Q} \times V$$

$$U = \frac{1}{2}QV \quad \text{—(4)}$$

Q.

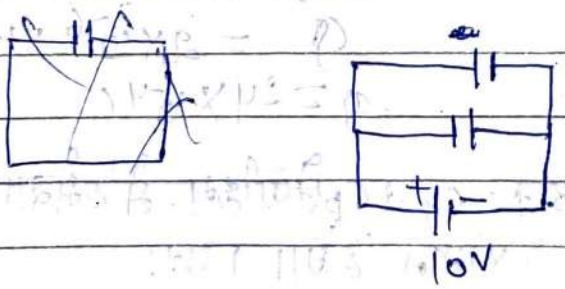


बैटरी के द्वारा प्रवाहित आवेश व प्रत्येक संधारित्र पर आवेश की गणना करो।



Q.

A व B के मध्य तुल्य धारिता ज्ञात करो ?



Q.1.

Solu. 6μF व 5μF समान्तर क्रम में होने पर –

$C_p = 6 + 5 = 11\mu F$

∴ $Q = CV$ से

अतः कुल आवेश –

Notes - 8696608541 (whatsapp) - om prakash saini (sbistudy.com)

$Q = 11 \times 10^{-6} \times 10$

$Q = 11 \times 10^{-5} C$

$6\mu F$ के संधारित्रों पर आवेश

$q_1 = C_1 V$

$q_1 = 6 \times 10^{-6} \times 10$

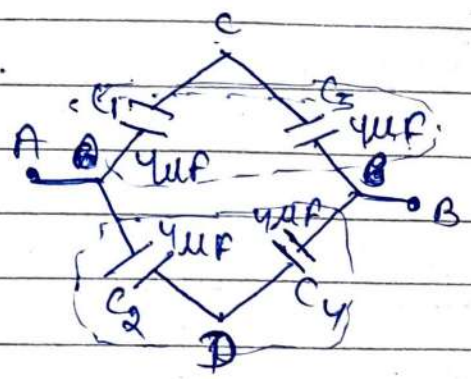
$q_1 = 6 \times 10^{-5} C$

$5\mu F$ के संधारित्र पर आवेश

$q_2 = C_2 V$

$q_2 = 5 \times 10^{-6} \times 10$

$q_2 = 5 \times 10^{-5} C$



Q.2.

व्हीट स्टोन सेतु

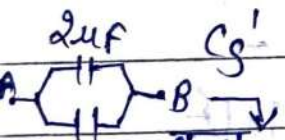
C_1 व C_3 श्रेणी क्रम में

$\frac{1}{C_S} = \frac{1}{4} + \frac{1}{4} = \frac{2}{4} = \frac{1}{2}$

$C_S = 2\mu F$

C_2 व C_4 श्रेणी क्रम में -

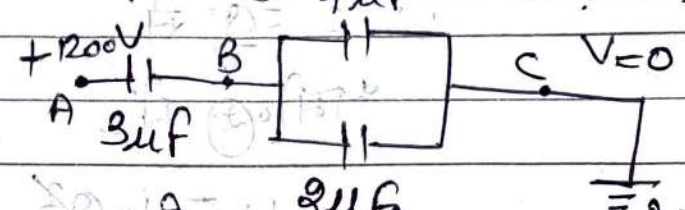
$\frac{1}{C_S'} = \frac{1}{4} + \frac{1}{4} = \frac{2}{4} = \frac{1}{2}$



$C_S' = 2$

कुल $= C_S = 2 + 2$

$C_S = 4$



बिंदु B पर विभव ?

Q.

तीनों पर आवेश ज्ञात करो -

Solu. C_2 व C_3 समांतर क्रम में -

$C_P = 2 + 4 = 6\mu F$

C_P व C_1 श्रेणी क्रम में होने पर -

$\frac{1}{C_S} = \frac{1}{3} + \frac{1}{6} = \frac{2+1}{6}$

$\frac{1}{C_S} = \frac{3}{6} = \frac{1}{2}$

$C_S = 2\mu F$

अतः आवेश Q

$Q = CV$ से

$Q = 2 \times 10^{-6} \times 1200$

$Q = 24 \times 10^{-4} C$

अतः C_1 व C_P श्रेणीक्रम में हमेशा आवेश समान होगा। अतः

Notes - 8696608541 (whatsapp) - om prakash saini (sbistudy.com)

Date ____
Page ____

* $q_1 = 24 \times 10^{-4} C$

$q_P = 24 \times 10^{-4} C$

चित्र से :

$V_A - V_B = \frac{q_1}{C_1}$

$1200 - V_B = \frac{24 \times 10^{-4}}{3 \times 10^{-6}}$

$1200 - V_B = 800$

$V_B = 1200 - 800$

$V_B = 400$ वोल्ट

अत: $V_B - V_C = 400 - 0$

$V_B - V_C = 400$ वोल्ट

अत: C_2 व C_3 समान्तर क्रम में अत: विभवांतर समान होगा। अत :

$q_2 = C_2 V$

$q_2 = 4 \times 10^{-6} \times 400$

$q_2 = 16 \times 10^{-4} C$

इसी प्रकार -

$q_3 = C_3 V$

$q_3 = 2 \times 10^{-6} \times 400$

$q_3 = 8 \times 10^{-4} C$

* संधारित्र का ऊर्जा घनत्व अथवा समान्तर प्लेट संधारित्र के एकांक आयतन में संचित ऊर्जा -

माना कोई समान्तर प्लेट संधारित्र जिसके प्लेटो पर उपस्थित आवेश Q तथा क्षेत्रफल A है व इन प्लेटो के मध्य दुरी d है तो समान्तर प्लेट संधारित्र की धारिता -

$C = \frac{A\epsilon_0}{d}$ —— (1)

अत: चालक प्लेटो के लिए वि० क्षेत्र

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

$Q = E \times A\epsilon_0$ —— (2)

अत: समान्तर प्लेट संधारित्र की संचित ऊर्जा -

$U = \frac{1}{2} \cdot \frac{Q^2}{C}$ —— (3)

समी० (1) व (2) से मान रखने पर

Notes - 8696608541 (whatsapp) - om prakash saini
(sbistudy.com)

$$U = \frac{1}{2} E^2 A \epsilon_0 d$$

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

$\because A \times d = V$ (आयतन)

$$U = \frac{1}{2} E^2 \epsilon_0 V \quad \text{---} (4)$$

अतः ऊर्जा घनत्व का मान ९—

$$U_V = \frac{U}{V}$$

समी. (4) से

$$U_V = \frac{\frac{1}{2} E^2 \epsilon_0 V}{V}$$

$$\boxed{U_V = \frac{1}{2} \epsilon_0 E^2}$$

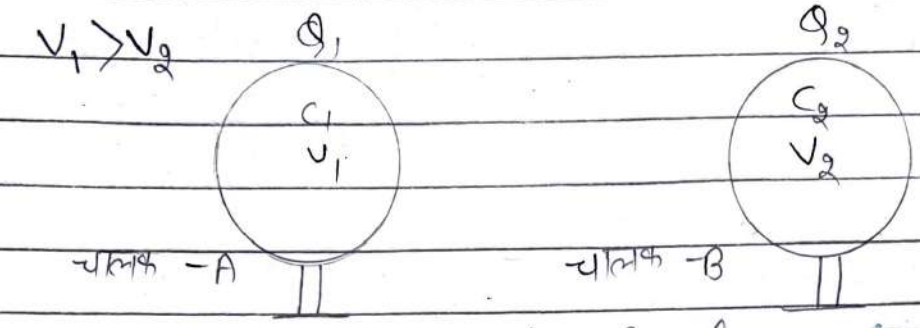
Note:— ऊर्जा घनत्व — वि. क्षेत्र कि उपस्थिती में एकांक आयतन में उपस्थित वि. स्थितीज ऊर्जा को ही ऊर्जा घनत्व कहा जाता है।

* चालको का संयोजन — दो या दो से अधिक चालको को आपस में जोड़ना ही चालको का संयोजन कहलाता है।

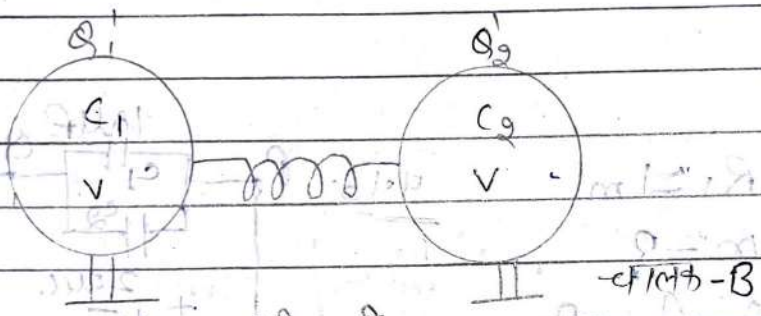
* चालको के संयोजन में आवेशो का पुनर्वितरण — जब दो चालको को किसी सुचालक तार के द्वारा आपस में जोड़ा जाता है तो इन चालको में सदैव उच्च विभव से निम्न विभव की ओर आवेशो का

Notes - 8696608541 (whatsapp) - om prakash saini (sbistudy.com)

स्थानान्तरण (पुनर्वितरण) होने लगता है तथा यह तब तक होता है जब तक कि दोनों चालकों में विभव का मान समान न हो जाए।



संयोजन से पुर्व



संयोजन के बाद

संयोजन से पुर्व कुल आवेश

$$Q = Q_1 + Q_2$$

$\because Q = CV$ से

$$Q = C_1V_1 + C_2V_2 \quad \text{--- (1)}$$

संयोजन के बाद कुल आवेश

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

$$Q' = C_1V + C_2V \quad \text{--- (2)}$$

आवेश संरक्षण के नियम से -

$$Q = Q'$$

$$C_1V_1 + C_2V_2 = C_1V + C_2V$$

$$C_1V_1 + C_2V_2 = V(C_1 + C_2)$$

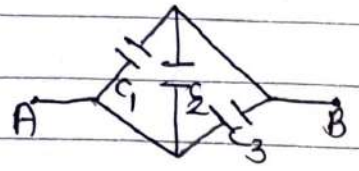
Eg. 12, 13, 14, 15
A.Q. 4 to 10.

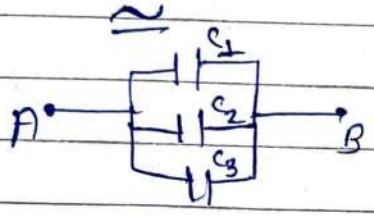
$$V = \left(\frac{C_1V_1 + C_2V_2}{C_1+C_2}\right) \text{ --- (3)}$$

→ उभयनिष्ठ विभव

Q.

≃





4.12. $R_2 = 2m, R_1 = 1m$
$\epsilon_r = 8, C_m = ?$

Solu. गोलीय संधारित्र कि धारिता –

$$C_m = \frac{4\pi\epsilon R_1R_2}{R_2-R_1}$$

$$C_m = \frac{4\pi\epsilon_0\epsilon_r R_1R_2}{R_2-R_1}$$

$$C_m = \frac{\epsilon_r R_1R_2}{K(R_2-R_1)}$$

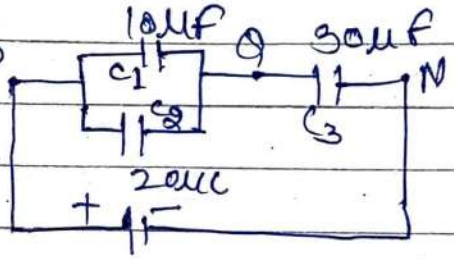
$$C_m = \frac{8\times1\times2}{9\times10^9(2-1)}$$

$$= \frac{16}{9\times10^9\times1}$$

$$= 1.77\times10^{-9}$$

$$\boxed{C_m = 1.77\ nF}$$

4.13.



Solu. C_1 व C_2 समान्तर क्रम में –

$C_p = C_1 + C_2 = 10 + 20$

$C_p = 30\mu F$

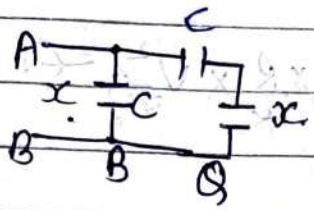
C_p व C_3 श्रेणीक्रम में –

$$\frac{1}{C_S} = \frac{1}{30} + \frac{1}{30} = \frac{2}{30} = \frac{1}{15}$$

$$\boxed{C_S = 15\ \mu F}$$

4.14

Notes - 8696608541 (whatsapp) - om prakash saini (sbistudy.com)

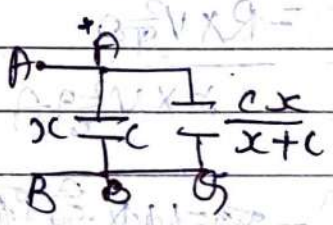


Sol^n: C व x श्रेणीक्रम में

$$\frac{1}{C_S} = \frac{1}{C} + \frac{1}{x}$$

$$\frac{1}{C_S} = \frac{x+C}{Cx}$$

$$C_S = \frac{Cx}{x+C}$$



Sol^n: C_S व C समान्तर क्रम में

$$C_p = C + \frac{Cx}{x+C}$$

$$x = \frac{C(x+C)+Cx}{x+C}$$

$$x = \frac{Cx+C^2+Cx}{x+C}$$

$$x^2 + Cx = 2Cx + C^2$$

$$x^2 - Cx - C^2 = 0$$

धराचार्य विधि -

$$x = \frac{-(-C) \pm \sqrt{C^2 - 4(1)(-C^3)}}{2}$$

$$x = \frac{C \pm C\sqrt{1+4}}{2}$$

$$x = \frac{C(1 \pm \sqrt{5})}{2}$$

$$\boxed{x = \frac{C(1+\sqrt{5})}{2}}$$

4.15- $A = 90\ cm^2 = 90 \times 10^{-4}\ m^2$

$d = 2.5 \times 10^{-3} m$

$V = 400$ Volt

$U = ?$

Sol^n: $U = \frac{1}{2} CV^2$ ...(i)

$\because C = \frac{A\epsilon_0}{d}$ ...(ii)

$$U = \frac{1}{2}\left(\frac{A\epsilon_0}{d}\right)V^2$$

$$U = \frac{1}{2} \cdot \frac{A\epsilon_0 V^2}{d}$$

A.Q.4. $C_1 = 2\mu F$, $C_2 = 4\mu F$

Sol^n: श्रेणीक्रम में तुल्य धारिता

$$\frac{1}{C_S} = \frac{1}{2} + \frac{1}{4} = \frac{2+1}{4} = \frac{3}{4}$$

$$C_S = \frac{4}{3}\mu F$$

Notes - 8696608541 (whatsapp) - om prakash saini
(sbistudy.com)

समान्तर क्रम में

$C_p = 2+4 = 6\mu F$

अतः $\frac{C_S}{C_P} = \frac{4}{3} \times \frac{1}{6} = \frac{2}{9}$

Q.T. बड़ी बूंद का आयतन = 125 छोटी बूंदो के आयतन

$\frac{4}{3}\pi R^3 = 125 \times \frac{4}{3}\pi r^3$

$R^3 = 125 r^3$

$R = 5r$ — (1)

आवेश संरक्षण के नियम से —

$Q = 125 q$ — (2)

बड़ी बूंद पर विभव —

$V_{बड़ी} = \frac{KQ}{R} = \frac{K \times 125 q}{5r}$

$V_{बड़ी} = \frac{25 \times Kq}{r}$

$V_{बड़ी} = 25 \times V_{छोटी}$

$V_{बड़ी} = 25 \times 200$

$V_{बड़ी} = 5000$ Volt

स्थितिज ऊर्जा —

बड़ी बूंद पर

$U_{बड़ी} = \frac{1}{2} C_{बड़ी} V^2_{बड़ी}$

$\because C = 4\pi\epsilon_0 R$

$U_{बड़ी} = \frac{1}{2} \times 4\pi\epsilon_0 R \times V^2_{बड़ी}$

$U_{बड़ी} = \frac{1}{2} \times \frac{R}{K} \times V^2_{बड़ी}$ — (3)

इसी प्रकार

$U_{छोटी} = \frac{1}{2} \times \frac{r}{K} \times V^2_{छोटी}$ — (4)

समी (3) व (4) से

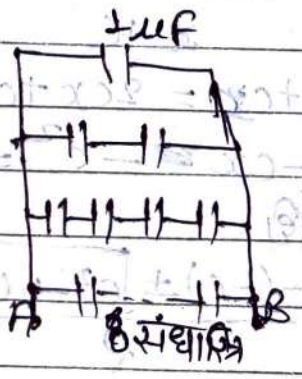
$\frac{U_{बड़ी}}{U_{छोटी}} = \frac{\frac{1}{2} \times \frac{R}{K} \times V^2_{बड़ी}}{\frac{1}{2} \times \frac{r}{K} \times V^2_{छोटी}}$

$\frac{U_{बड़ी}}{U_{छोटी}} = \frac{R \times V^2_{बड़ी}}{r \times V^2_{छोटी}}$

$\frac{U_{बड़ी}}{U_{छोटी}} = \frac{5r \times 5000 \times 5000}{r \times 200 \times 200}$

$\frac{U_{बड़ी}}{U_{छोटी}} = 25 \times 125$

Q. Q8.



Solu. प्रथम पंक्ति की तुल्य धारिता

$C = 1\mu F$

Notes - 8696608541 (whatsapp) - om prakash saini (sbistudy.com)

इसी प्रकार द्वितीय पंक्ति की कुल धारिता-

$\frac{1}{C_S} = \frac{1}{1} + \frac{1}{1} = 2 \Rightarrow C_S = \frac{1}{2}$

इसी प्रकार तृतीय पंक्ति " " "

$C_S' = \frac{1}{4} \mu F$

इसी प्रकार चतुर्थी " " "

$C_S'' = \frac{1}{8} \mu F$

अतः सम्पूर्ण परिपथ की " "-

$C_p = C + C_S + C_S' + C_S''' + \ldots \infty$

$C_p = 1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{4} + \frac{1}{8} + \ldots \infty$

गुणोत्तर श्रेढी के अनन्त पदों का योग-

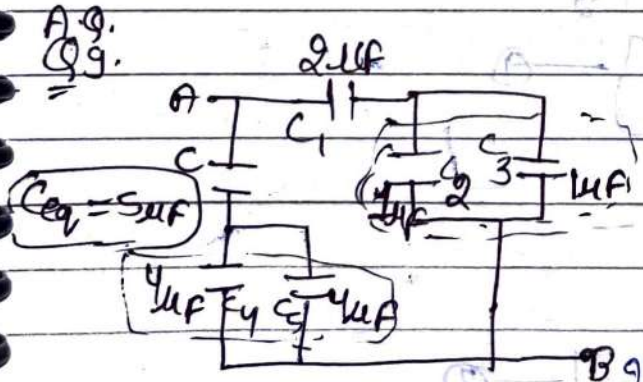
$S_\infty = \frac{a}{1-r}$ (यदि $r<1$)

$S_\infty = \frac{1}{1-\frac{1}{2}} = \frac{1}{1/2}$

$S_\infty = 2$

$C_p = 2 \mu F$

A.Q.
Q9.



Solu. C_2 व C_3 समान्तर क्रम में-

$C_p = 1 + 1 = 2 \mu F$

C_4 व C_5 समान्तर क्रम में-

$C_p' = 4 + 4 = 8 \mu F$

अतः C_1 व C_p श्रेणी क्रम से

$\frac{1}{C_s} = \frac{1}{2} + \frac{1}{2} = 1$

$C_s = 1 \mu F$

C व C_p' श्रेणी क्रम में

$\frac{1}{C_s'} = \frac{1}{C} + \frac{1}{8}$

$\frac{1}{C_s'} = \frac{8+C}{8C}$

$C_s' = \frac{8C}{8+C}$

C_s व C_s' समांतर क्रम में

$C_p'' = \frac{8C}{8+C} + 1$

$5 = \frac{8C + 8 + C}{8+C}$

$40 + 5C = 9C + 8$

$9C - 5C = 40 - 8$

$4C = 32$

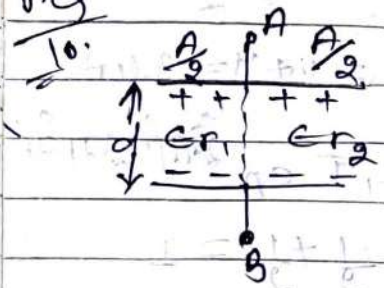
$C = \frac{32}{4}$

$C = 8 \mu F$

Notes - 8696608541 (whatsapp) - om prakash saini (sbistudy.com)

Ans.
10.

$$C_p = C_1 + C_2$$

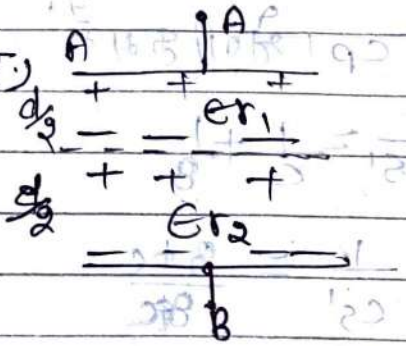


$$\because C = \frac{A\epsilon_0}{d} \times \epsilon_r \text{ से}$$

$$C_p = \frac{A/2\,\epsilon_0}{d} \times \epsilon_{r_1} + \frac{A/2\,\epsilon_0}{d} \times \epsilon_{r_2}$$

$$C_p = \frac{A\epsilon_0}{2d}\left[\epsilon_{r_1} + \epsilon_{r_2}\right]$$

ब.)



$$\frac{1}{C_S} = \frac{1}{\frac{A\epsilon_0}{d/2} \times \epsilon_{r_1}} + \frac{1}{\frac{A\epsilon_0}{d/2} \times \epsilon_{r_2}}$$

$$\frac{1}{C_S} = \frac{1}{A\epsilon_0\epsilon_{r_1}} \times \frac{2}{d} + \frac{1}{A\epsilon_0\epsilon_{r_2}} \times \frac{2}{d}$$

* चालकों के संयोजन में संयोजन के पश्चात आवेशों का अनुपात –

चालक – A का संयोजन के बाद आवेश –

$$Q_1' = C_1 V$$

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

$$Q_1' = C_1\left[\frac{C_1V_1 + C_2V_2}{C_1 + C_2}\right] \quad \text{—— (1)}$$

इसी प्रकार चालक – B पर आवेश –

$$Q_2' = C_2 V$$

$$Q_2' = C_2\left[\frac{C_1V_1 + C_2V_2}{C_1 + C_2}\right] \quad \text{—— (2)}$$

समी. (1) ÷ (2) से

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

Notes - 8696608541 (whatsapp) - om prakash saini (sbistudy.com)

अतः इससे स्पष्ट होता है कि संयोजन के पश्चात् चालकों के आवेशों का अनुपात उनकी प्रारंभिक धारिताओं के अनुपात के बराबर होता है।

* चालकों के संयोजन के पश्चात् इनके विभव में परिवर्तन का अनुपात -

चालक - A के विभव में परिवर्तन -

$$\Delta V_A = V_1 - V$$

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

$$\Delta V_A = V_1 - \left(\frac{C_1V_1 + C_2V_2}{C_1 + C_2}\right)$$

$$\Delta V_A = \frac{V_1(C_1 + C_2) - C_1V_1 - C_2V_2}{C_1 + C_2}$$

$$\Delta V_A = \frac{C_1V_1 + C_2V_1 - C_1V_1 - C_2V_2}{C_1 + C_2}$$

$$\Delta V_A = \frac{C_2(V_1 - V_2)}{(C_1 + C_2)} \quad \text{---- (1)}$$

इसी प्रकार चालक - B के विभव में परिवर्तन -

$$\Delta V_B = V - V_2$$

$$\Delta V_B = \frac{C_1V_1 + C_2V_2}{C_1 + C_2} - V_2$$

$$\Delta V_B = \frac{C_1V_1 + C_2V_2 - V_2(C_1 + C_2)}{(C_1 + C_2)}$$

$$\Delta V_B = \frac{C_1V_1 + C_2V_2 - C_1V_2 - C_2V_2}{(C_1 + C_2)}$$

Notes - 8696608541 (whatsapp) - om prakash saini (sbistudy.com)

$$\Delta V_B = \frac{C_1(V_1 - V_2)}{C_1 + C_2} \quad \text{---} (2)$$

अतः समी॰ (1) व (2) से,

$$\frac{\Delta V_A}{\Delta V_B} = \frac{C_2(V_1 - V_2)}{(C_1 + C_2)} \times \frac{(C_1 + C_2)}{C_1(V_1 - V_2)}$$

$$\boxed{\frac{\Delta V_A}{\Delta V_B} = \frac{C_2}{C_1}}$$

अतः इससे स्पष्ट होता है कि चालकों के विभव में परिवर्तन का अनुपात इनकी प्रारंभिक धारिताओं के व्युत्क्रम अनुपात के बराबर होता है।

* चालकों के संयोजन में स्थितिज ऊर्जा में होने वाली हानि अथवा ऊर्जा क्षय –

$\Delta U =$ संयोजन से पूर्व स्थितिज ऊर्जा – संयोजन के बाद स्थितिज ऊर्जा

$\because U = \frac{1}{2} C V^2$ से

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

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

$\because V = \frac{C_1 V_1 + C_2 V_2}{C_1 + C_2}$, से

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

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

Notes - 8696608541 (whatsapp) - om prakash saini (sbistudy.com)

Date
Page

$$\Delta U = \frac{1}{2}\left[\frac{C_1V_1^2(C_1+C_2)+C_2V_2^2(C_1+C_2)-C_1^2V_1^2-C_2^2V_2^2-2C_1C_2V_1V_2}{(C_1+C_2)}\right]$$

$$\Delta U = \frac{1}{2}\left[\frac{C_1^2V_1^2+C_1C_2V_1^2+C_1C_2V_2^2+C_2^2V_2^2-C_1^2V_1^2-C_2^2V_2^2-2C_1C_2V_1V_2}{(C_1+C_2)}\right]$$

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

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

यदि $V_1 > V_2$ or $V_2 > V_1$ हो तो

$$\boxed{\Delta U = (+)ive}$$

$\frac{C_1C_2}{C_1+C_2}$ = समानीत धारिता

Note:- जब किसी संधारित्र को ऊर्जा स्रोत के द्वारा ऊर्जा प्रदान कि जाती है तो संधारित्र के द्वारा प्रदान कि गई ऊर्जा का आधा भाग ($\frac{1}{2}QV$) संचित किया जाता है जबकि शेष आधा भाग ऊर्जा ~~क्षय~~ व्यय के रूप में बाहर निकल जाता है।

* संधारित्रों के संयोजन में संचित ऊर्जा -

i) श्रेणी क्रम संयोजन में संचित ऊर्जा -

$$\frac{1}{C_S} = \frac{1}{C_1}+\frac{1}{C_2}+ - - - +\frac{1}{C_n} \quad \text{—(1)}$$

संचित ऊर्जा

$$U = \frac{1}{2}\frac{Q^2}{C} \text{ से}$$

$$U = \frac{Q^2}{2}\times\frac{1}{C_S}$$

Notes - 8696608541 (whatsapp) - om prakash saini (sbistudy.com)

समी. (1) से

$$U = \frac{Q^2}{2}\left[\frac{1}{C_1}+\frac{1}{C_2}+\dots+\frac{1}{C_n}\right]$$

$$U = \left(\frac{Q^2}{2C_1}+\frac{Q^2}{2C_2}+\dots+\frac{Q^2}{2C_n}\right)$$

$$\boxed{U = U_1+U_2+\dots+U_n}$$

ii) समान्तर क्रम में संचित ऊर्जा -

$$C_p = C_1+C_2+\dots+C_n \quad \text{—(1)}$$

अत: संचित ऊर्जा -

$U = \frac{1}{2}CV^2$ से

$U = \frac{1}{2}C_pV^2$ समी. (1) से

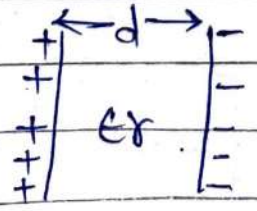
$$U = \frac{1}{2}(C_1+C_2+\dots+C_n)V^2$$

$$U = \frac{1}{2}C_1V^2+\frac{1}{2}C_2V^2+\dots+\frac{1}{2}C_nV^2$$

$$\boxed{U = U_1+U_2+\dots+U_n}$$

अतः इससे स्पष्ट होता है कि संधारित्रों के संयोजन में स्थितीज ऊर्जा का मान समान रहता है।

Note:- 1. जब समान्तर प्लेट संधारित्र से कोई ऊर्जा स्रोत न जुड़ा हो तो विभिन्न भौतिक राशियों में परिवर्तन - i.



Notes - 8696608541 (whatsapp) - om prakash saini (sbistudy.com)

1. आवेश - $Q =$ अपरिवर्तित रहेगा।

ii) धारिता

$C_m = C_0 \times \epsilon_r$ (ϵ_r गुने की वृद्धि)

iii) विभव -

$V_m = \frac{V_0}{\epsilon_r}$ (ϵ_r गुने की कमी)

iv) स्थितिज ऊर्जा

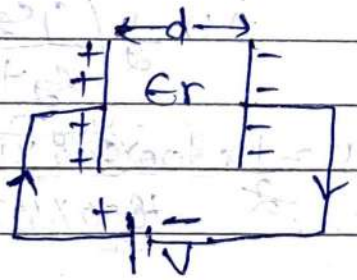
$U = \frac{1}{2} C V^2$ से

$U_m = \frac{1}{2} C_m V_m^2$

$U_m = \frac{1}{2} C_0 \epsilon_r \times \frac{V_0^2}{\epsilon_r}$

$U_m = \frac{\left(\frac{1}{2} C_0 V_0^2\right)}{\epsilon_r}$

$U_m = \frac{U_0}{\epsilon_r}$ (ϵ_r गुने की कमी)



i) आवेश

$Q =$ बढ़ेगा (ϵ_r गुना)

ii) धारिता

$C_m = C_0 \times \epsilon_r$ (ϵ_r गुने की वृद्धि)

Notes - 8696608541 (whatsapp) - om prakash saini (sbistudy.com)

iii) विभव

$V =$ अपरिवर्तित रहेगा।

iv) स्थितिज ऊर्जा

$U = \frac{1}{2}CV^2$ से

$U_m = \frac{1}{2} C_m V_m^2$

$U_m = \frac{1}{2} C_0 \epsilon_r \times V_0^2$

$U_m = \left(\frac{1}{2} C_0 V_0^2\right) \times \epsilon_r$

$U_m = U_0 \times \epsilon_r$ (ϵ_r गुने की वृद्धि)

4.16.

$C_1 = 600\,pF = 6 \times 10^{-10}$, $V_1 = 200V$

$C_2 = 600\,pF$, $V_2 = 0$ Volt

$\Delta U = ?$

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

$\Delta U = \frac{1}{2} \times \frac{6 \times 10^{-10} \times 6 \times 10^{-10} \times (200)^2}{(6+6) \times 10^{-10}}$

$\Delta = \frac{6}{12} \times 10^{-10} \times 4 \times 10^{4}$

$\boxed{\Delta U = 6 \times 10^{-6} J}$

$U = 45 \times 10^{-7}$ जूल

ii) $C_2 = 900\,pF$, $V_2 = 0$ Volt

ऊर्जा हानि -

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

$\Delta U = \frac{1}{2} \times \frac{900 \times 900 \times 10^{-24}}{1800 \times 10^{-12}} \times 100 \times 100$

$\Delta U = 225 \times 10^{-8}$ Joule

4.17. $C_1 = 900\,pF$, $V_1 = 100$ Volt

Solu. i) संचित ऊर्जा -

$U = \frac{1}{2}CV^2$ से

$U = \frac{1}{2} \times 900 \times 10^{-12} \times 100 \times 100$

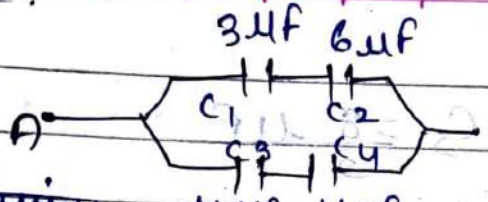
अतः संचित ऊर्जा -

$U_{संचित} = 45 \times 10^{-7} - 225 \times 10^{-8}$

$U_{संचित} =$

Notes - 8696608541 (whatsapp) - om prakash saini (sbistudy.com)

Date ______
Page ______



Objective

Q.2

C_1 व C_2 ~~समांतर~~ श्रेणी

$\frac{1}{C_s} = \frac{1}{3} + \frac{1}{6} = \frac{2+1}{6}$

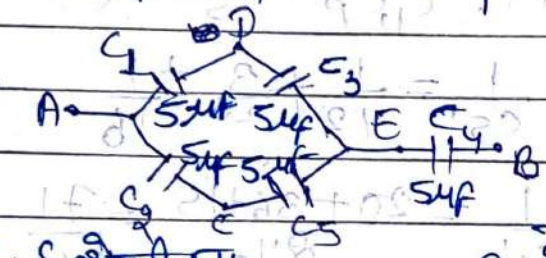
$\frac{1}{C_s} = \frac{3}{6} \Rightarrow C_s = 2$

C_3 व C_4 श्रेणी

$\frac{1}{C_s'} = \frac{1}{4} + \frac{1}{4} \Rightarrow \frac{2}{4} \Rightarrow C_s' = 2$

C_s व C_s' समांतर

$C_p = C_s + C_s'$



$= 2 + 2$

$\boxed{C_p = 4}$

$C_{eq} = \frac{A/2\, \epsilon_0}{d} + \frac{A/2\, \epsilon_0 \epsilon_r}{d}$

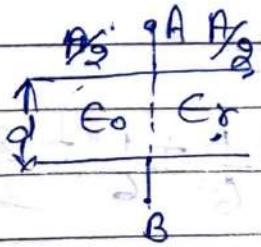
$C_{eq} = \frac{A\epsilon_0}{2d} + \frac{A\epsilon_0\epsilon_r}{2d}$

$= \frac{A\epsilon_0}{2d}(1+\epsilon_r)$

$\boxed{C_{eq} = \frac{C}{2}[1+\epsilon_r]}$

Q.4.

C_1, C_3 श्रेणी क्रम



$\frac{1}{C_s} = \frac{1}{5} + \frac{1}{5} = \frac{2}{5}$ (2.5)

$C_s = 2.5$

इसी प्रकार C_2 व C_5

$C_s' = 2.5$

C_s व C_s' समान्तर क्रम

$C_p = 2.5 + 2.5 = 5$

C_p व C_4 श्रेणी क्रम

$\frac{1}{C_s''} = \frac{1}{5} + \frac{1}{5}$

$\frac{1}{C_s''} = \frac{2}{5}$

$\boxed{C_s'' = 2.5\mu F}$

Q.7. $\frac{4}{3}\pi R^3 = 8 \times \frac{4}{3}\pi r^3$

$R = 2r$

$\frac{C_{बड़ी}}{C_{छोटी}} = \frac{4\pi\epsilon_0 R}{4\pi\epsilon_0 r} = \frac{2r}{r}$

$C_{बड़ी} = \frac{2}{1} \times C_{छोटी}$

$\boxed{C_{बड़ी} = 2 गुना}$

Q.5. $C \propto R$

$\frac{C_1}{C_2} = \frac{R_1}{R_2} = \boxed{\frac{1}{2}}$

Q.9. $W = \frac{Q^2}{2C}$ —(1)

$Q' = 2Q$

$W' = \frac{(2Q)^2}{2C} = \frac{4Q^2}{2C}$

$\boxed{W' = 4W}$

Q.6.

$C_{eq} = C_0 + C_m$

$\because C = \frac{A\epsilon_0}{d}$ से

Q10. $C_1 = 3\mu F, C_2 = 5\mu F$

$V_1 = 300V, V_2 = 500V$

$V = ?$

Notes - 8696608541 (whatsapp) - om prakash saini (sbistudy.com)

solu. $V = \frac{C_1 V_1 + C_2 V_2}{C_1 + C_2}$

$= \frac{(3 \times 300 + 5 \times 50 \cdot 9) 10^{-6}}{3+5}$

$= \frac{(900 + 2500 \cdot 9) 10^{-6}}{8}$

$= \frac{(3400) 10^{-6}}{8}$

$V = 425$

$V = 425 \times 10^{-6} V$

Q.12. C_2 व C_3 समान्तर क्रम -

$C_p = 3 + 6 = 9 \mu F$

C_p व C_1 श्रेणी क्रम में

$\frac{1}{C_s} = \frac{1}{4.5} + \frac{1}{9}$

$\frac{1}{C_s} = \frac{2}{9} + \frac{1}{9} = \frac{3}{9} = \frac{1}{3}$

$C_s = 3 \mu F$

$\because Q = CV$ से

$Q = 3 \times 10^{-6} \times 12$

$Q = 36 \times 10^{-6} C$

$\because V = \frac{Q}{C}$ से

$V = \frac{36 \times 10^{-6}}{4.5 \times 10^{-6}} \times \frac{2}{10}$

$V = 8$ Volt

Q.13. solu. C_2 व C_3 श्रेणी क्रम से -

$\frac{1}{C_s} = \frac{1}{8} + \frac{1}{4} = \frac{1+2}{8} = \frac{3}{8}$

$C_s = \frac{8}{3} \mu F$

C_s व C_4 समान्तर क्रम में -

$C_p = \frac{8}{3} + 4$

$C_p = \frac{8 + 12}{3} = \frac{20}{3} \mu F$

अतः C_1, C_p व C_5 श्रेणीक्रम में

$\frac{1}{C_s'} = \frac{1}{12} + \frac{3}{20} + \frac{1}{16}$

$\frac{1}{C_s'} = \frac{20 + 36 + 15}{240} = \frac{71}{240}$

$C_s' = \frac{240}{71} \mu F$

अति लघुत्तरात्मक -

Q.1 +Q −Q करेगा।

Q.2 समान्तर क्रम -

$C_p = 6 + 6 + 6 = 18 \mu F$

श्रेणीक्रम में -

$\frac{1}{C_s} = \frac{1}{6} + \frac{1}{6} + \frac{1}{6} = \frac{3}{6} = \frac{1}{2}$

$C_s = 2 \mu F$

$\frac{C_p}{C_s} = \frac{18 \mu F}{2 \mu F} = \frac{9}{1}$

Notes - 8696608541 (whatsapp) - om prakash saini (sbistudy.com)

Q.9. $U = \frac{Q^2}{2C}$ से

$U_1 = \frac{Q^2}{2C_1}$, $U_2 = \frac{Q^2}{2C_2}$

$\frac{U_1}{U_2} = \frac{Q^2}{2C_1} \times \frac{2C_2}{Q^2}$

$\frac{U_1}{U_2} = \frac{C_2}{C_1}$

Q.13

$C_m = C_0 \times \epsilon_r$

$C_m = 5C_0$

∵ $\epsilon_r = 5$

Q.15. $C = \frac{A\epsilon_0}{d}$ —(1)

$C_m = \frac{A\epsilon_0}{d/2} = \frac{2A\epsilon_0}{d}$

$C_m = 2C$

Q.16. $C = 24 \mu F$

$V = 500$ वोल्ट

Sol. $U = W = \frac{1}{2}CV^2$

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

$= \frac{1}{2} \times 500 \times 500 \times 24 \times 10^{-6}$

$= \frac{12 \times 250000}{10^6} = 12 \times 25 \times 10^{-2}$

$= 300 \times 10^{-2}$

$U = 3J$

Q.18. $\frac{1}{C_s} = \frac{1}{2} + \frac{1}{2} = 1$

$C_s = 1 \mu F$

Q.19. $C_m = C_0 \times \epsilon_r$

$C_m = 2C_0$

Q.20.

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

$\frac{\pi r^2 \epsilon_0}{d} = 4\pi\epsilon_0 R$

$d = \frac{r^2}{4R}$

लघुत्तरात्मक –

Q.8. $\frac{1}{C_s} = \frac{1}{C} + \frac{1}{C} + \frac{1}{C} = \frac{3}{C}$

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

समान्तर में –

$C_p = C + C + C = 3C$

$\frac{C_s}{C_p} = \frac{C}{3} \times \frac{1}{3C}$

$\frac{C_s}{C_p} = \frac{1}{9}$

Notes - 8696608541 (whatsapp) - om prakash saini (sbistudy.com)

Date ______ Page ______

Q.9. $C_S = \frac{C}{n}$ —— (1)

~~सामांतर क्रम~~

$C_p = nC$ —— (2)

$\frac{C_p}{C_S} = \frac{nC}{C} \times n = \frac{n^2}{1}$

Q.12. $C_0 = 2\mu F$, $C_m = 5\mu F$

$\because C_m = C_0 \times \epsilon_r$

$\epsilon_r = \frac{C_m}{C_0} = \frac{5\mu F}{2\mu F} =$

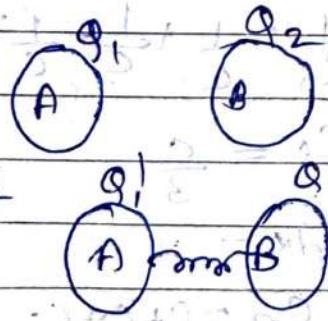
$\epsilon_r = 2.5$

A.Q.5. $R_1 = 0.05m$, $R_2 = 0.10m$

$Q_1 = Q_2 = 75\,\mu C$

Sol.

$V_1 > V_2$



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

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

$\because Q = CV$ से

$V = \frac{Q_1 + Q_2}{C_1 + C_2}$

$\because C = 4\pi\epsilon_0 R$

$V = \frac{Q_1 + Q_2}{4\pi\epsilon_0 R_1 + 4\pi\epsilon_0 R_2}$

$V = \frac{Q_1 + Q_2}{4\pi\epsilon_0 (R_1 + R_2)}$

$V = \frac{K(Q_1 + Q_2)}{(R_1 + R_2)} = \frac{9\times10^9 \times 150\times10^{-6}}{0.15}$

$V = \frac{9\times10^9 \times 15000\times10^{-6}}{15}$ (1000)

$\boxed{V = 9\times10^6}$

आवेश प्रवाह की मात्रा - चालक A में -

$= Q_1 - Q_1'$

$= Q_1 - C_1V$

$= Q_1 - 4\pi\epsilon_0 R_1 V$

$= Q_1 - \frac{R_1 V}{K}$

$= 75\times10^{-6} - \frac{0.05\times9\times10^6}{9\times10^9}$

$= \frac{75}{10^6} - \frac{5}{10^5} = \frac{75-50}{10^6}$

$\boxed{= 25\times10^{-6}}$

इसी प्रकार चालक - B में -

$= Q_2' - Q_2$

$= C_2V - Q_2$

$= 4\pi\epsilon_0 R_2 V - Q_2$

Notes - 8696608541 (whatsapp) - om prakash saini (sbistudy.com)

$= \frac{R_2 V}{R} - q_2$

$=$

Q. 6. (A) $C_1 = 2\mu f, C_2 = 1\mu f$

$V_1 = 150V ; V_2 = 0V$

Soln. $V = \frac{C_1 V_1 + C_2 V_2}{C_1 + C_2}$

$V = \frac{150 \times 2 \times 10^{-6} + 1 \times 10^{-6} \times 0}{(2+1) 10^{-6}} = \frac{150 \times 2 \times 10^{-6}}{3 \times 10^{-6}}$ (50)

$V = 100$ Volt

संयोजन के बाद आवेश।

पहले चालक पर-

$q_1 = C_1 V$

$q_1 = 2 \times 100 \times 10^{-6}$

$q_1 = 200 \mu C$

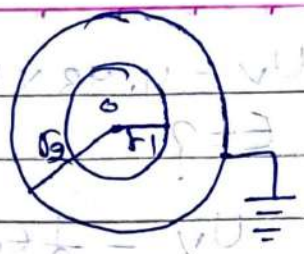
दूसरे चालक पर

$q_2 = C_2 V$

$q_2 = 1 \times 10^{-6} \times 100$

$q_2 = 100 \mu C$

Q. 12. (A)



$\frac{r_2}{r_1} = \frac{n}{n-1} \Rightarrow r_2 = \left(\frac{n}{n-1}\right) r_1$

विलगित गोलीय चालक की धारिता-

$C = 4\pi\epsilon_0 r_1$ — (1)

गोलीय संधारित्र की धारिता-

$C' = \frac{4\pi\epsilon_0 r_1 r_2}{r_2 - r_1}$

$C' = \frac{4\pi\epsilon_0 r_1 \left(\frac{n}{n-1}\right) r_1}{\left(\frac{n}{n-1}\right) r_1 - r_1}$

$C' = \frac{4\pi\epsilon_0 r_1^2 \left(\frac{n}{n-1}\right)}{r_1 \left[\frac{n}{n-1} - 1\right]}$

$C' = \frac{4\pi\epsilon_0 r_1^2 \left(\frac{n}{n-1}\right)}{r_1 \left[\frac{n-n+1}{n-1}\right]}$

$C' = \frac{4\pi\epsilon_0 r_1^2 n}{n-1} \times \frac{n-1}{r_1}$

$C' = 4\pi\epsilon_0 r_1 n$

$C' = Cn$

~~$C_p - C_S = \left(\frac{n^2-1}{n}\right)c$~~

A.
Q.13. $U_V = 4.43 \times 10^{-10}\ J/m^3$

$E = ?$

Solu.
$U_V = \frac{1}{2}\epsilon_0 E^2$

$E = \sqrt{\frac{2U_V}{\epsilon_0}}$

$E =$

A.
Q.14. a.)

$C_{eq} = C_1 + C_2$

$C_{eq} = \frac{A\epsilon_0}{d} + \frac{A\epsilon_0}{d} = \boxed{\frac{2A\epsilon_0}{d}}$

b.) $\boxed{C_{eq} = 3\frac{A\epsilon_0}{d}}$

A.
Q.15. श्रेणी क्रम में

$C_S = \frac{c}{n}$ —— ①

समान्तर क्रम

$C_P = nc$ —— ②

$C_P - C_S = nc - \frac{c}{n}$

$C_P - C_S = \frac{n^2c - c}{n}$

$\boxed{C_P - C_S = c\frac{(n^2-1)}{n}}$

A. **Q.16.**

$r = 10\ cm,\ d = 10\ cm$

$C = ?$

Solu.
$C = \frac{A\epsilon_0}{d}$

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

$C = \frac{3.14 \times 100 \times 10^{-4} \times 8.854 \times 10^{-12}}{10 \times 10^{-2}}$

$C = 3.14 \times 10 \times 10^{-2} \times 10^{-13} \times 8.854$

$C = 3.14 \times 8.854 \times 10^{-13}$

$C = \frac{27.8 \times 10^{-12}}{10}$

$C = 2.78 \times 10^{-12}$

$\boxed{C = 2.78\ pF}$