

$$\phi E = \frac{q}{\epsilon_0}$$

(I) अनन्त लम्बाई की तार के निकट  $E$

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

(II) sheet

$$E = \frac{\sigma}{2\epsilon_0} \checkmark \checkmark$$

(III) sphere  $E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{r^2}$



## Numerical-01

- एक 4 सेमी त्रिज्या तथा 10 cm लम्बाई की बेलनाकार गाऊस सतह के अन्दर अक्ष के मध्य बिन्दु पर  $2.0 \mu\text{C}$  का बिन्दु आवेश रखा है। सतह से निकलने वाले वैद्युत फ्लक्स का मान ज्ञात कीजिये। A point charge of  $2.0 \mu\text{C}$  is placed at the midpoint of the axis inside a cylindrical Gauss surface of radius 4 cm and length 10 cm. Find the value of the electric flux emerging from the surface.

Given  $\rightarrow$   $q = 2 \mu\text{C}$   
 $= 2 \times 10^{-6} \text{ Coulomb}$

$$\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \frac{\text{C}^2}{\text{Nm}^2}$$



Electric flux

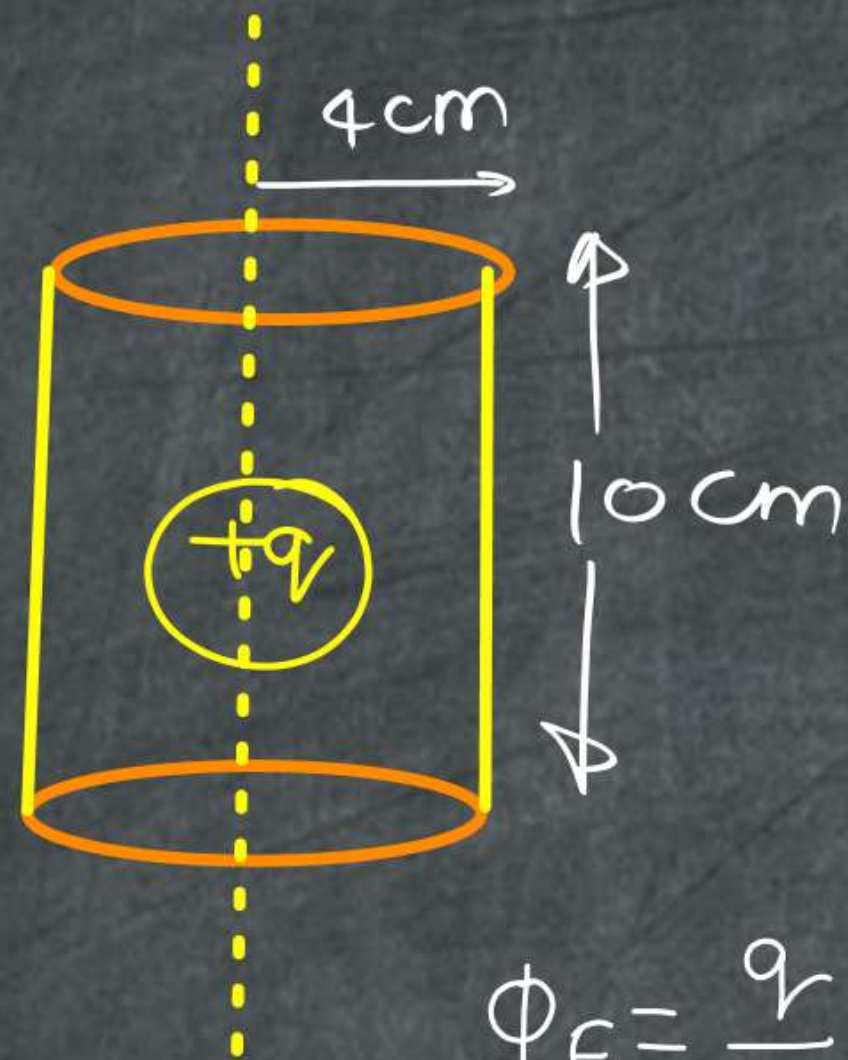
$$\Phi E = \frac{q}{\epsilon_0} \Rightarrow \frac{2 \times 10^{-6}}{8.85 \times 10^{-12}}$$

$$\Phi E = \frac{2}{8.85} \times 10^{-6} \times 10^{12}$$

$$\Phi E = \frac{2}{8.85} \times 10^6$$

$$\Phi E = \frac{20}{8.85} \times 10^5$$

$$\Phi E = 2.25 \times 10^6 \frac{\text{Nm}^2}{\text{C}}$$



$$\begin{aligned} \Phi E &= \frac{q}{\epsilon_0} \Rightarrow \frac{\text{Coulomb}}{\frac{\text{Coulomb}^2}{\text{Nm}^2}} \\ &= \frac{\text{Nm}^2}{\text{C}} \end{aligned}$$

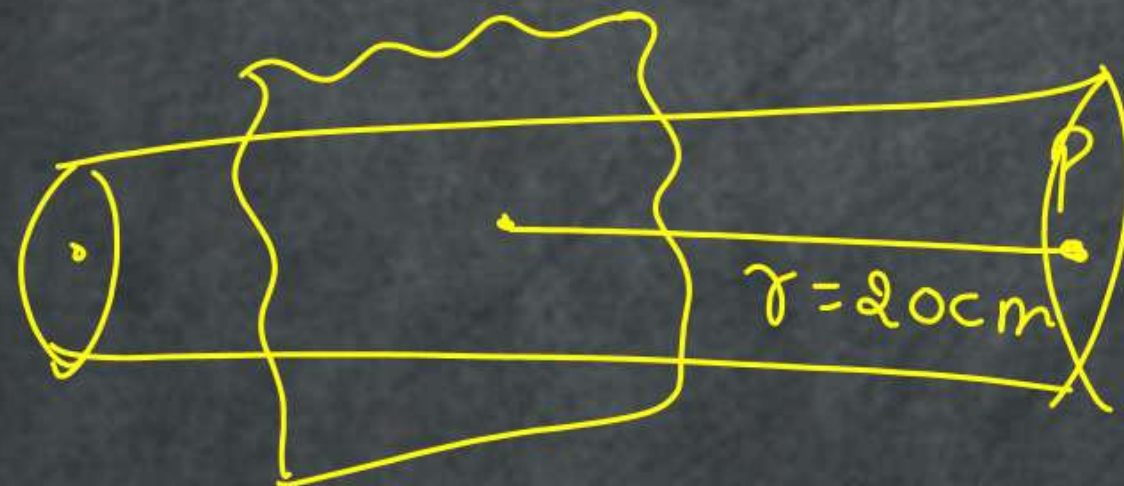


## Numerical-02

$17.7 \times 10^{-4} \text{ C}$  का आवेश  $200 \text{ m}^2$  क्षेत्रफल की शीट पर समान रूप से वितरित किया गया है। हवा में शीट से 20 सेमी की दूरी पर स्थित बिन्दु पर क्षेत्र की वैद्युत तीव्रता का मान ज्ञात कीजिए।

A charge of  $17.7 \times 10^{-4} \text{ C}$  is distributed uniformly over a sheet of area  $200 \text{ m}^2$ . Find the value of the electric intensity of the field at a point located 20 cm away from the sheet in air.

Given  $\rightarrow$  Charge  $q = 17.7 \times 10^{-4} \text{ C}$   
 $A = 200 \text{ m}^2$   
 $r = 20 \text{ cm}$





Sheet से  $r$  दूरी वैद्युत क्षेत्र की तीव्रता

$$E = \frac{\sigma}{2\epsilon_0} \quad \text{--- (1)}$$

$\sigma$  = सतह आवेश घनत्व (surface charge density)

$$\sigma = \frac{q}{A} = \frac{17.7 \times 10^{-4}}{200}$$

$$E = \frac{\frac{17.7 \times 10^{-4}}{200}}{2 \times 8.85 \times 10^{-12}} \Rightarrow \frac{17.7 \times 10^{-4}}{200 \times 2 \times 8.85 \times 10^{-12}} \Rightarrow \frac{\cancel{17.7} \times 10^{-4} \times 10^{12}}{200 \times \cancel{17.7}}$$

$$E = \frac{1 \times 10^8}{200} \Rightarrow \frac{\cancel{1000}^5 \times 10^5}{\cancel{200}}$$

$$E = 5 \times 10^5 \text{ N/C}$$



Sheet से  $r$  दूरी वैद्युत क्षेत्र की तीव्रता

$$E = \frac{\sigma}{2\epsilon_0} \quad \text{--- (1)}$$

$\sigma$  = सतह आवेश घनत्व (surface charge density)

$$\sigma = \frac{q}{A} = \frac{17.7 \times 10^{-4}}{200}$$

$$E = \frac{\frac{17.7 \times 10^{-4}}{200}}{2 \times 8.85 \times 10^{-12}} \Rightarrow \frac{17.7 \times 10^{-4}}{200 \times 2 \times 8.85 \times 10^{-12}} \Rightarrow \frac{\cancel{17.7} \times 10^{-4} \times 10^{12}}{200 \times \cancel{17.70}}$$

$$E = \frac{1 \times 10^8}{200} \Rightarrow \frac{\cancel{1000}^5 \times 10^5}{\cancel{200}}$$

$$E = 5 \times 10^5 \text{ N/C}$$



Capacitance (धारिता)

↳ धारण करने की क्षमता  $\rightarrow$  आवेश (Charge)



## धारिता (Capacitance)

- धारिता शब्द का अर्थ है, 'धारण करने की क्षमता', अतः किसी चालक की वैद्युत धारिता का अर्थ उसके द्वारा वैद्युत आवेश धारण करने की क्षमता से है।
- *The word capacitance means 'ability to hold', so the electrical capacitance of a conductor means its ability to hold electric charge.*
- जब किसी चालक को आवेश दिया जाता है, तो एक निश्चित सीमा के बाद उसका विसर्जन वातावरण में होने लगता है, अर्थात् चालक का विद्युत विभव बढ़ जाता है।
- *When a conductor is charged, after a certain limit it starts getting discharged into the atmosphere, i.e., the electric potential of the conductor increases.*



- "किसी चालक पर उपस्थित आवेश  $q$ , उसके विभव  $V$  के अनुक्रमानुपाती होता है।"
- "The charge  $q$  present on a conductor is directly proportional to its potential  $V$ ."

आवेश [charge]  $\propto$  विभव [voltage]

$$q \propto V$$

$$q = CV$$

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

$C$  = संधारित की धारिता (Capacitance of Capacitor)



## वैद्युत धारिता (Electric Capacitance)

- किसी चालक की वैद्युत धारिता चालक को दिये गये आवेश एवं चालक में दिये गए आवेश से उसमें होने वाली विभव वृद्धि के अनुपात के बराबर होती है। इसे C से निरूपित करते हैं।
- The electric capacitance of a conductor is equal to the ratio of the charge given to the conductor and the potential increase in the conductor due to the given charge. It is represented by C.

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



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

$\frac{\text{Coulomb}}{\text{Volt}}$

$$\frac{\text{Coulomb}}{\text{Volt}} = \text{Farad (फैरड)}$$

F

$$1 \text{ F} = 1 \frac{\text{Coulomb}}{\text{Volt}}$$

$$1 \mu\text{F} = 10^{-6} \text{ F}$$



$$\text{Farad} = \frac{\text{Coulomb}}{\text{Volt}}$$

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

$$q = 1 \text{ Coulomb}$$

$$V = 1 \text{ Volt}$$

$$C = \frac{1}{1} \Rightarrow \boxed{C = 1 \text{ Farad}}$$



- यदि किसी चालक को एक कूलॉम आवेश देने पर चालक के विभव में एक वोल्ट की वृद्धि होती है, तो उस चालक की धारिता एक फैरेड होगी।"
- If on giving one coulomb charge to a conductor the potential of the conductor increases by one volt, then the capacitance of that conductor will be one farad."

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

$$C = 1 \text{ Farad}$$

$$q = 1 \text{ Coulomb}$$

$$V = 1 \text{ Volt}$$



## विलगित गोलीय चालक (Isolated Spherical Conductor) की धारिता



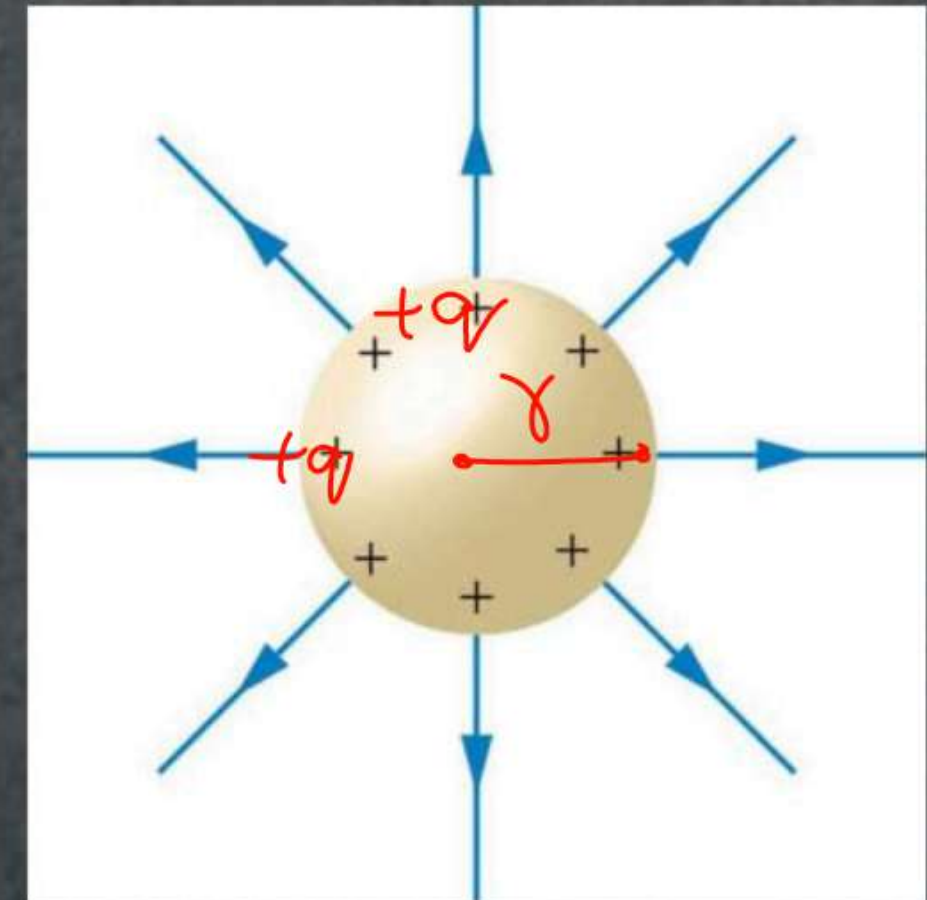
- माना कि एक विलगित चालक जिसकी त्रिज्या  $r$  मीटर है, निर्वात (अथवा वायु) में रखा है तथा गोले के समीप कोई अन्य चालक नहीं है।
- Assume that an isolated conductor of radius  $r$  metres is placed in vacuum (or air) and there is no other conductor near the sphere.
- माना कि इस गोले को  $+q$  कूलॉम आवेश दिया जाता है। क्योंकि चालक एक गोला है अतः आवेश इसके बाहरी पृष्ठ पर एकसमान रूप से फैल जायेगा तथा पृष्ठ के प्रत्येक बिन्दु पर समान विभव होगा।
- Suppose this sphere is given a charge of  $+q$  coulomb. Since the conductor is a sphere, the charge will spread uniformly on its outer surface and there will be equal potential at every point of the surface.



- इस कारण गोले से निकलने वाली बल-रेखायें प्रत्येक बिन्दु पर गोले के पृष्ठ के लम्बवत् होंगी अर्थात् वे गोले के केन्द्र 0 से त्रिज्याओं के अनुदिश आती हुई प्रतीत होंगी
- Due to this, the force lines emanating from the sphere will be perpendicular to the surface of the sphere at every point, i.e. they will appear to be coming from the center 0 of the sphere along the radii.

गोले के पृष्ठ पर विभव

$$V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{r} \quad \text{--- (1)}$$





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

$$C = \frac{\cancel{q}r}{\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{\cancel{q}r}{\gamma}}$$

$$C = 4\pi\epsilon_0 \gamma \text{ Farad}$$

$$\gamma = \underline{\underline{\text{radius}}}$$



1. पृथ्वी को 6400 किमी० त्रिज्या का विलमित गोलीय चालक मानकर उसकी धारिता ज्ञात कीजिये।

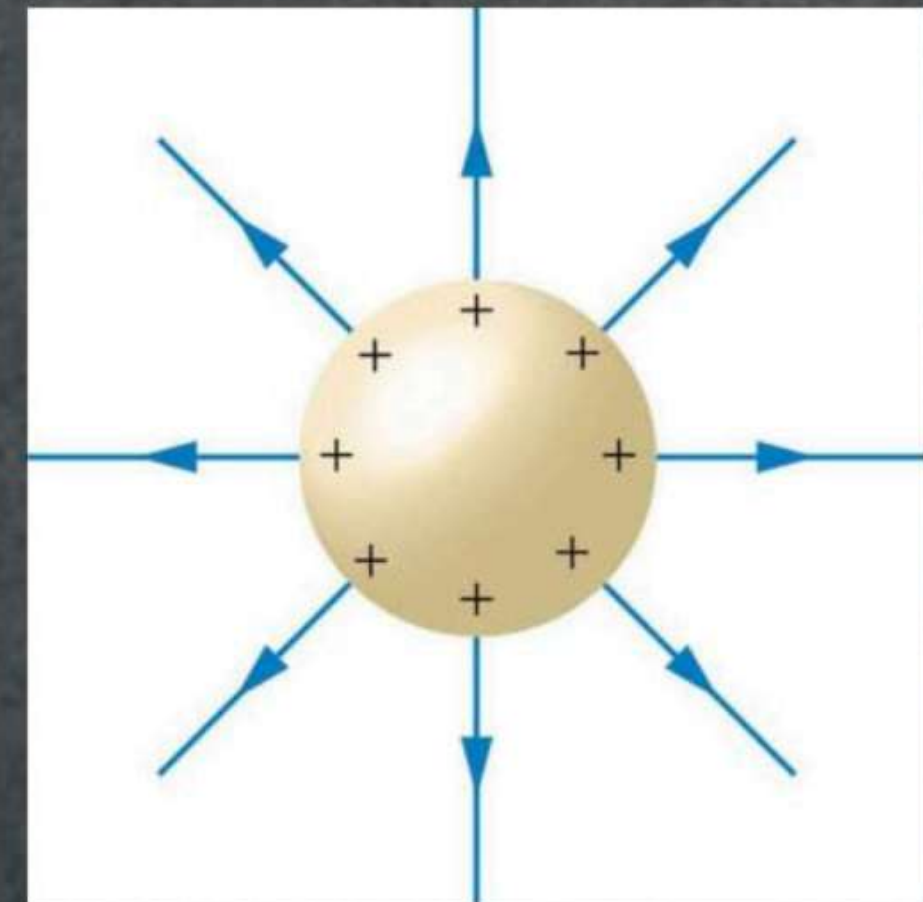
Considering the earth as an insulated spherical conductor of radius 6400 km, find its capacitance.

Given  $\Rightarrow$  पृथ्वी की त्रिज्या (radius of earth)

$$r = 6400 \text{ km}$$

$$r = 6400 \times 10^3 \text{ meter}$$

$$C = 4\pi\epsilon_0 r$$





$$C = 4\pi\epsilon_0 \gamma$$

$$C = 4 \times \frac{22}{7} \times 8.85 \times 10^{-12} \times 6400 \times 10^3$$

$$C = 711 \times 10^{-6}$$

$$\boxed{C = 711 \mu F}$$

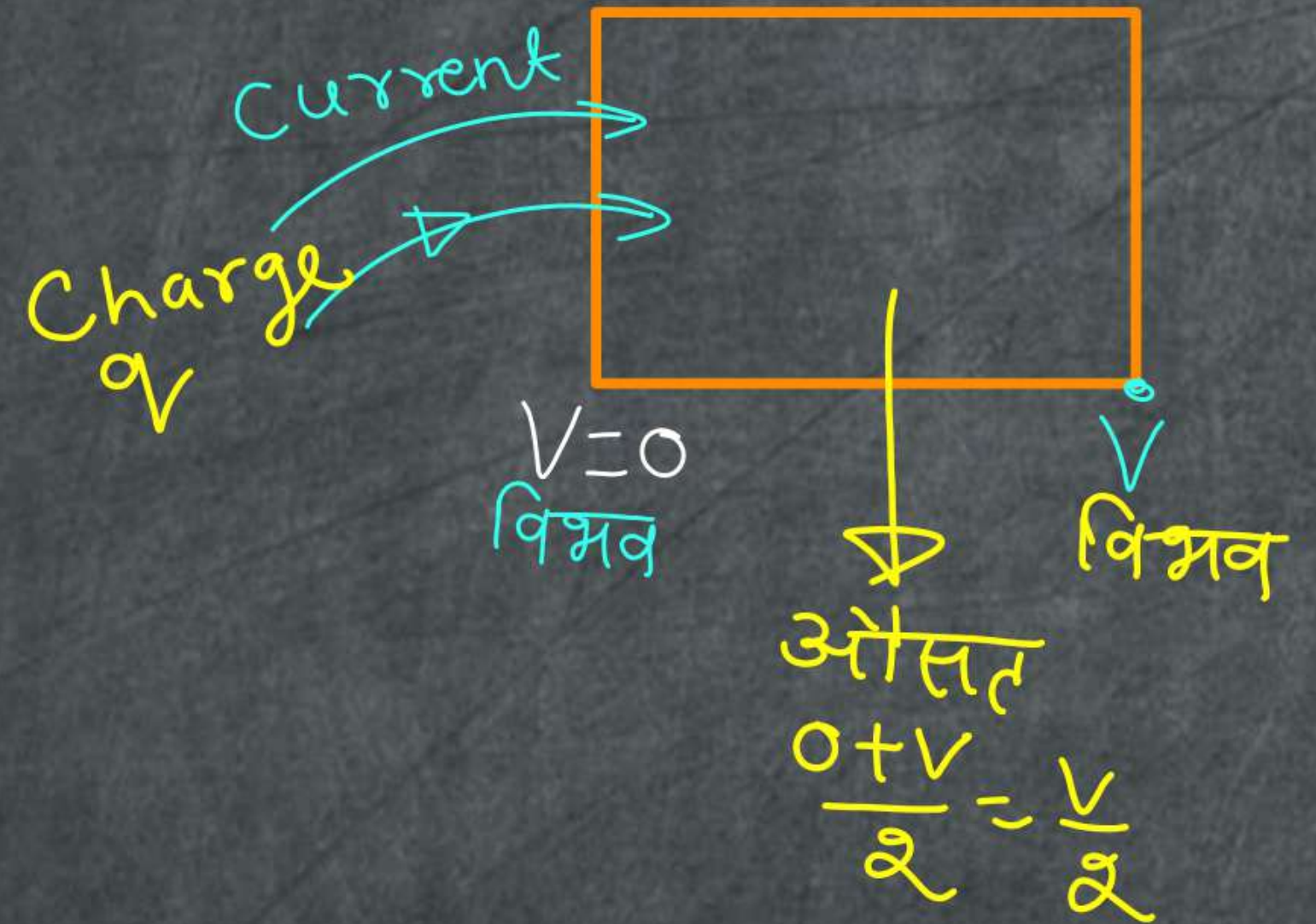


### किसी आवेशित चालक की स्थितिज ऊर्जा (Potential Energy of a Charged Conductor)

- किसी चालक को आवेशित करने में जो कार्य करना पड़ता है, वही आवेशित चालक की स्थितिज ऊर्जा कहलाती है
- The work done to charge a conductor is called the potential energy of the charged conductor



औसत विभव





- माना, आरम्भ में चालक का विभव शून्य है और  $+q$  आवेश देने पर विभव  $V$  हो जाता है, तो चालक के विभव में औसत वृद्धि  $= \frac{0+V}{2} \Rightarrow \frac{V}{2}$
- Suppose, initially the potential of the conductor is zero and on giving  $+q$  charge the potential becomes  $V$ , then the average increase in the potential of the conductor

किया गया कार्य (work done)  $W = Vq$

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



આવેશિત કરને મેં ક્રિયા ગયા કાર્ય  $W =$  સ્થિતિજ ઊર્જા ( $U$ )

$$U = W = \frac{1}{2} v q$$

$$U = \frac{1}{2} v \times c v$$

$$\therefore \left\{ C = \frac{q}{v} \Rightarrow q = c v \right\}$$

$$U = \frac{1}{2} c v^2$$