আলোচ্য বিষয়: ধারক (Capacitor)

ধারকের সংজ্ঞা:

"তড়িৎ আধানরূপে শক্তি সঞ্চয় করে রাখার যান্ত্রিক কৌশলকে ধারক বলে।"

ধারকত্বের সংজ্ঞা:

"কোনো পরিবাহীর একক বিভব পার্থক্য সৃষ্টি করতে যে পরিমাণ চার্জের প্রয়োজন হয় তাকে ঐ পরিবাহীর ধারকত্ব বা Capacitance বলে।"

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

ধারকত্বের সূত্র:

$Q \rightarrow V$ পরিবাহীটিতে Q পরিমাণ চার্জ জমা করে V বিভব পার্থক্য তৈরি করা হলো।

$V \propto Q$

$6V \rightarrow 1V$

$10V$

$\boxed{V - V_\infty = V}$

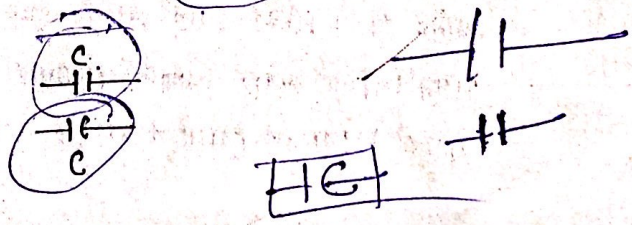
$V_\infty = 0$

V বিভব পার্থক্য সৃষ্টি করতে সঞ্চিত চার্জ $= Q$

1 " " " " " " $= \frac{Q}{V}$

সংজ্ঞামতে, ধারকত্ব, $C = \frac{Q}{V}$

ধারকের সাংকেতিক চিহ্ন:



ধারকত্বের একক $= CV^{-1}$

ধারকত্বের একক ফ্যারাডে (F)

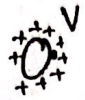
$1F = 1CV^{-1}$

কোনো পরিবাহীর ধারকত্ব 2F বলতে কী বুঝায়??

কোনো পরিবাহীর ধারকত্ব 2F বলতে বোঝায় ঐ ধারকটি একক বিভব পার্থক্যে 2C চার্জ জমা করে।

Scanned with CamScanner

? ধারকত্ব কেন বিভবের উপর নির্ভর করে??



চার্জ জমার (q)

$$\begin{cases} V - V_\infty = \frac{W}{q} \\ \Rightarrow V = \frac{W}{q} \Rightarrow W = Vq \end{cases}$$

অসীম থেকে চার্জ নিয়ে আসতে external দ্বারা কাজ করতে হবে। এই কাজটাই হলো বিভবপার্থক্য বা বিভব।

পৃষ্ঠের কোনো বিন্দুর বিভব $= V$
অসীমের কোনো বিন্দুতে বিভব, $V_\infty = 0$

পরিবাহীতে ধারকত্বের মান বাড়াতে কাজ করতে হয়। এই কাজটি হল চার্জ আনতে বা সঞ্চিত করতে কৃতকাজ।

ধারকত্ব: $C \propto Q$
$C \propto \frac{1}{V}$

? ধারক কী কাজে লাগে?

কিছু কিছু electrical element আছে যেগুলো start হইতে গেলে প্রথমে অনেক বেশি তড়িৎপ্রবাহ লাগে, সেই সকল ক্ষেত্রে ধারকের ব্যবহার আছে। মানে অধিক প্রবাহ supply দেওয়ার জন্য আগে থেকেই চার্জ সঞ্চিত করা থাকে। ফ্যানের মোটরে ধারকের ব্যবহার একটি common উদাহরণ।

? Capacitor এবং ব্যাটারির মাঝে পার্থক্য কী??

গোলাকার পরিবাহীর ধারকত্ব নির্ণয়

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

মোট চার্জ $= Q$

গোলকের পৃষ্ঠে বিভব, $V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{Q}{r}$

ধারকত্ব, $C = \frac{Q}{V}$

$= \frac{Q}{\frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{Q}{r}}$

$C = 4\pi\epsilon_0 r$

গোলাকার পরিবাহীর ধারকত্ব, $C = 4\pi\epsilon_0 r$

(?) একটি গোলাকার পরিবাহীর ধারকত্ব কী কী বিষয়ের উপর নির্ভর করে??

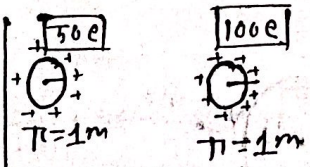
(i) মাধ্যমের উপর।

$C \propto \epsilon$

(ii) গোলকের ব্যাসার্ধের উপর

$C \propto r$

গোলাকার পরিবাহীর ধারকত্ব চার্জের পরিমাণের উপর নির্ভর করে না।



দুটিরই ধারকত্ব সমান, যদিও চার্জের পরিমাণ ভিন্ন।

(?) একটি 5cm ব্যাসার্ধের পরিবাহী গোলকের পৃষ্ঠে 15 μC চার্জ দিয়ে একে 80 পরাবৈদ্যুতিক ধ্রুবকবিশিষ্ট মাধ্যমে রাখা হলো। গোলকটির ধারকত্ব কত??

$r = 5cm$
$= 5\times10^{-2}m$

$Q = +15\mu C$
$= 15\times10^{-6}C$

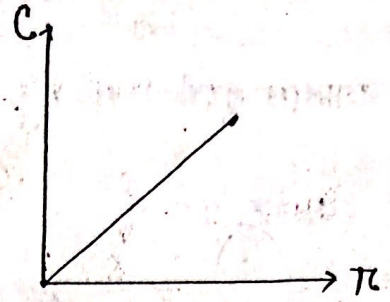
ধারকত্ব, $C = 4\pi\epsilon r$
$= 4\pi\epsilon_0 k r$
$= (4\times3.141\times8.854\times10^{-12}\times80\times5\times10^{-2})$

$\Rightarrow C = 1.396\times10^{-9}\ CV^{-1}$

$\Rightarrow C = 1.396\times10^{-9}F$ (Ans.)

Scanned with CamScanner

Graph:



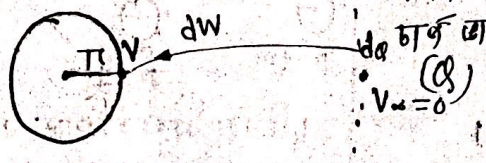
$$\begin{cases} C = 4\pi\epsilon_0 r \\ C = kr \\ y = mx \end{cases}$$

ধারকত্ব হলো একক বিভব পার্থক্যে সঞ্চিত চার্জের পরিমাণ।

$W = VQ$

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

গোলাকার পরিবাহী ধারকের সঞ্চিত শক্তির রাশিমালা



অসীম থেকে একটু একটু করে চার্জ নিয়ে আসতে হবে চার্জ সঞ্চিত করার জন্য কৃতকাজটাই হবে সঞ্চিত শক্তি।

$V - V_\infty = \frac{W}{Q}$

$\Rightarrow V = \frac{W}{Q}$

$\Rightarrow W = VQ$

dQ পরিমাণ চার্জ স্থানান্তরে কৃতকাজ $= dW = V\,dQ$

$t = 0$ সময়ে চার্জ, $Q = 0$, $V = 0$

$t = t$ সময়ে চার্জ, $Q = Q$, $V = V$

total কৃতকাজ, $W = \int dW$

$= \int V\,dQ$

$= \int_0^Q V\,dQ$

$= \int_0^Q \frac{Q}{C}\,dQ$

কোনো একটি ধারকের জন্য C = constant

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

$= \frac{1}{C}\frac{Q^2}{2}$

$\Rightarrow W = \frac{Q^2}{2C}$

$C = 4\pi\epsilon_0 r$

সঞ্চিত শক্তি, $U = \frac{Q^2}{2C}$

$= \frac{Q^2}{2\times 4\pi\epsilon_0 r} = \frac{Q^2}{8\pi\epsilon_0 r}$ ← math এ লাগবে

$4\pi\epsilon_0 r$

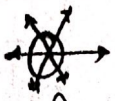
লাকার পরিবাহী ধারকের একটি সমস্যা আছে। এটি ব্যবহার উপযোগী না।

গোলাকার পরিবাহী ধারকের ধারকত্ব ব্যাসার্ধের উপর নির্ভর করে। ফলে বেশি ধারকত্ব পাওয়ার জন্য ব্যাসার্ধ বেশি হতে হয়, যা সব সময় সম্ভব হয়ে উঠে না। তাই এটি ব্যবহার উপযোগী হয় না।

গোলাকার পরিবাহী ধারক কেন ব্যবহার উপযোগী না??

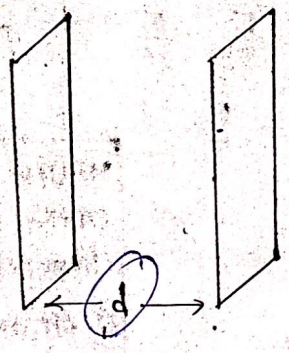
(i) গোলাকার পরিবাহী ধারকের ধারকত্বের মান খুব কম হয়।

(ii) Energy Bounded না।



শক্তি ছড়িয়ে পড়ে অসীম পর্যন্ত।

সমান্তরাল পাত ধারকের ধারকত্বের রাশিমালা

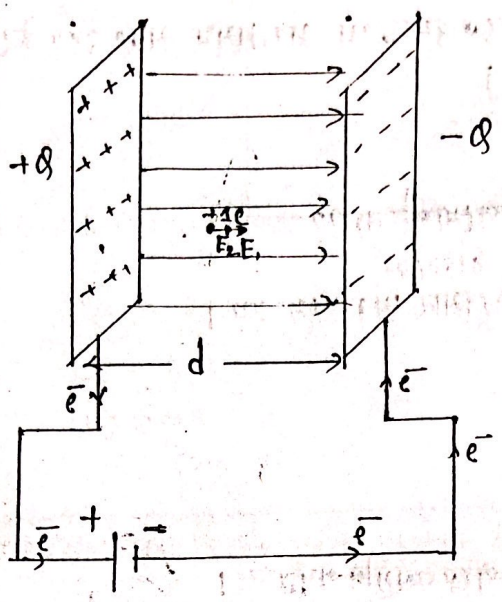


পাতদুটির ক্ষেত্রফল সমান এবং মধ্যবর্তী দূরত্ব d

প্রথম পাতটিকে +Q মানে চার্জিত করব।
২য় পাতটিকে −Q মানে চার্জিত করব।
} same মানের বিপরীত চার্জে চার্জিত করব।

পাত দুটির মধ্যবর্তী দূরত্ব (d) খুবই নগন্য হবে।

চার্জিত করার জন্য external ব্যাটারি ব্যবহার করতে হবে।

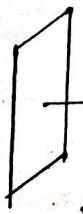


$C = \frac{Q}{\Delta V}$; $\Delta V = V - V_\infty$
$= V - 0$
$\Delta V = V$

$\Delta V = -\vec{E} \cdot d\vec{r}$

$|\Delta V| = E\, dr$

$\Delta V = Ed$



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

$E = \frac{\sigma}{2\epsilon}$

তার্জ ঘনত্ব, $\sigma = \frac{Q}{A}$

প্রাবল্য, $E = \frac{\sigma}{2\epsilon}$

এখানে মুখ্য তড়িৎক্ষেত্র সৃষ্টি হয়েছে।

লব্ধি তড়িৎ প্রাবল্য, $E = E_1 + E_2$

$= \frac{\sigma}{2\epsilon} + \frac{\sigma}{2\epsilon}$

$\Rightarrow E = \frac{\sigma}{\epsilon}$

যেহেতু $d \ll A$, তাই আমরা অসীম surface charge চিন্তা করতে পারি

$\Delta V = Ed$

$= \frac{\sigma}{\epsilon} d$

$C = \frac{Q}{\Delta V} = \frac{Q}{\frac{\sigma}{\epsilon} d} = \frac{A\epsilon}{\sigma d} \frac{Q\epsilon}{\sigma d}$

$= \frac{Q\epsilon}{\frac{Q}{A} d} = \frac{A\epsilon}{d}$

সমান্তরাল পাত ধারকের ধারকত্ব, $C = \frac{A\epsilon}{d}$

শূন্য $= \frac{A\epsilon_0 K}{d}$

শূন্য মাধ্যমে, $C = \frac{A\epsilon_0}{d}$

সমান্তরাল পাত ধারকের ধারকত্ব যেসকল বিষয়ের উপর নির্ভর করে:

(i) পাতের ক্ষেত্রফলের উপর নির্ভর করে। $C \propto A$

(ii) পাতদ্বয়ের মধ্যবর্তী দূরত্বের উপর। $C \propto \frac{1}{d}$

(iii) মাধ্যমের উপর। $C \propto \epsilon$

সমান্তরাল পাত ধারকের ধারকত্ব চার্জের উপর depend করে না।

শূন্য মাধ্যমে, $C = \frac{A\epsilon_0}{d}$

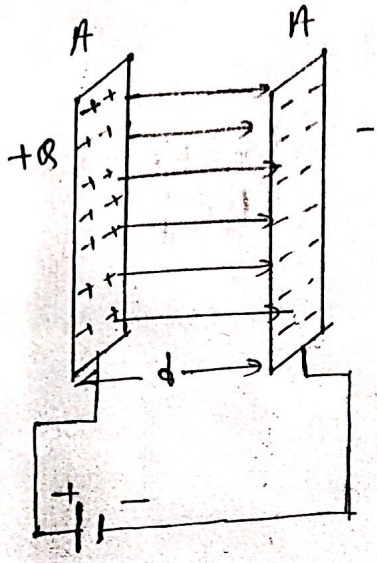
সমান্তরাল পাত ধারক তৈরির শর্ত:

(i) দুই পাতের ক্ষেত্রফল সমান থাকা লাগবে।

(ii) দুই পাতে বিপরীত ধর্মী সমপরিমাণ চার্জ দেওয়া লাগবে। } দুই পাতের চার্জ ঘনত্ব same হবে

(iii) দুই পাতের মধ্যবর্তী দূরত্ব খুব ক্ষুদ্র হবে।

সমান্তরাল পাত ধারকের সঞ্চিত শক্তির রাশিমালা



$$dW = V\,dQ$$

$$W = \int dW$$

$$= \int_0^Q V\,dQ$$

$$= \int_0^Q \frac{Q}{C}\,dQ$$

$$= \frac{1}{C}\int_0^Q Q\,dQ$$

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

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

সমান্তরাল পাত ধারকে সঞ্চিত শক্তি, $U = \frac{Q^2}{2C}$

$$= \frac{Q^2}{2\frac{Q}{V}} = \frac{1}{2}QV$$

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

$$\boxed{U = \frac{1}{2}QV}$$

$$\boxed{Q = CV}$$

$$\boxed{V = CQ}$$

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

$$\boxed{\text{সঞ্চিত শক্তি, } U = \frac{Q^2}{2C} = \frac{1}{2}QV = \frac{1}{2}CV^2}$$

সমান্তরাল পাত ধারকের একক আয়তনে সঞ্চিত শক্তি (শক্তি ঘনত্ব)

আয়তন, $V = Ad$

শক্তি ঘনত্ব, $u = \frac{U}{V}$

$$= \frac{\frac{1}{2}CV^2}{V} = \frac{\frac{1}{2}CV^2}{Ad}$$

$$= \frac{1}{2}\left(\frac{A\epsilon}{d}\right)V^2 \cdot \frac{1}{Ad}$$

$$= \frac{1}{2}\epsilon\left(\frac{V}{d}\right)^2$$

$$= \frac{1}{2}\epsilon\left(\frac{V}{d}\right)^2$$

$$\left\{\begin{array}{l} V = Ed \\ E = \frac{V}{d} \end{array}\right.$$

$$\Rightarrow u = \frac{1}{2}\epsilon E^2$$

$$\boxed{\text{শক্তি ঘনত্ব, } u = \frac{1}{2}\epsilon E^2 \; ; E = \frac{V}{d}}$$

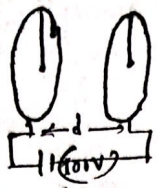
(1) একটি সমান্তরাল পাত ধারকের প্রতিটি পাতের ক্ষেত্রফল $1.3\,m^2$, পাতদ্বয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব 2 mm, পাতদ্বয়ের মধ্যবর্তী ফাঁকা স্থানে $K = 10$ বিশিষ্ট কোনো পরাবৈদ্যুতিক রাখলে এর ধারকত্বের মান কত??

$$\Rightarrow C = \frac{A\epsilon K}{d}$$

$$= \frac{1.3 \times 8.854 \times 10^{-12} \times 10}{2 \times 10^{-3}}$$

$$= 6.64 \times 10^{-8}\,F \text{ (Ans.)}$$

একটি সমান্তরাল পাত ধারকের প্রতিটি পাত বৃত্তাকার এবং এর ব্যাসার্ধ 2 cm, পাতদ্বয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব 1mm, পাতদুটিকে 100V বিভব পার্থক্য প্রয়োগ করলে পাতদ্বয়ে কি পরিমাণ চার্জ জমা হবে?? [BUET → 10-11]



$r = 2cm$

$= 2\times10^{-2}m$

$d = 1mm$

$= 1\times10^{-3}m$

$A = \pi r^2$

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

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

$$= \frac{\pi(2\times10^{-2})^2 \times (8.854\times10^{-12}) \times 1}{(1\times10^{-3})}$$

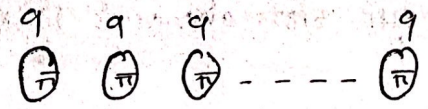
$$= 1.1126\times10^{-11} F$$

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

$$Q = CV = (100\times1.126\times10^{-11})$$

$$= 1.126\times10^{-9} C. \text{ (Ans.)}$$

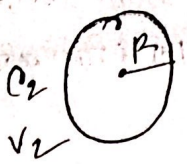
③ 27 টি ক্ষুদ্র পরিবাহী পানির ফোঁটাকে একত্রিত করে একটি বড় পরিবাহী ফোঁটায় পরিণত করা হলো। বড় গোলকের ধারকত্ব ও বিভব কিভাবে পরিবর্তিত হবে??



ছোট ফোঁটার ধারকত্ব $(C_1) = 4\pi\epsilon_0 r$

ছোট ফোঁটার বিভব $(V_1) = \frac{Q}{C} = \frac{q}{C_1}$

$Q = 27q$



ছোট ফোঁটার আয়তন সমষ্টি = বড় ফোঁটার আয়তন

$$27 \frac{4}{3}\pi r^3 = \frac{4}{3}\pi R^3$$

$$\Rightarrow R = 3r$$

বড় ফোঁটার ধারকত্ব, $C_2 = 4\pi\epsilon_0 R$

$$= 4\pi\epsilon_0 \times 3r$$

$$\Rightarrow C_2 = 3C_1$$

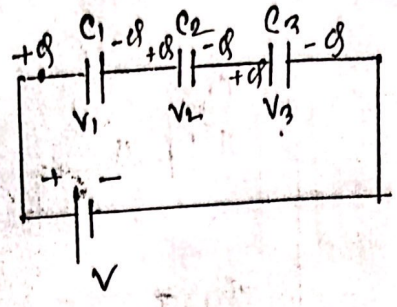
বড় ফোঁটার বিভব, $V_2 = \frac{Q}{C_2} = \frac{27q}{3C_1}$

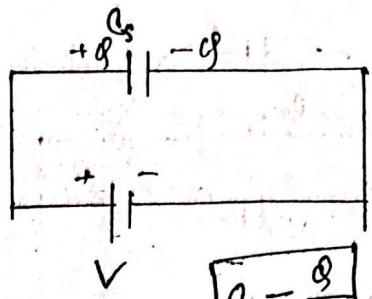
$$= 9\frac{q}{C_1}$$

$$\Rightarrow V_2 = 9V_1$$

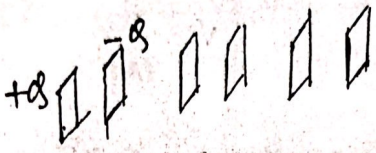
(৬) 3cm ব্যাসার্ধের 125 টি পরিবাহী গোলক একত্রিত করে একটি বড় গোলকে পরিণত করা হলো। বড় ফোঁটার ধারকত্ব = ???
প্রতিটি ছোট ফোঁটার charge = 1.6×10^{-19} C, তাহলে বড় ফোঁটার বিভব = ???

ধারকের শ্রেণি সমবায়





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



net charge
$= 0$

$V = V_1 + V_2 + V_3$

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

$C_1 = \frac{Q}{V_1}$

$V_1 = \frac{Q}{C_1}$

$V_2 = \frac{Q}{C_2}$

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

$\Rightarrow V = \frac{Q}{C_s}$

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

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

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

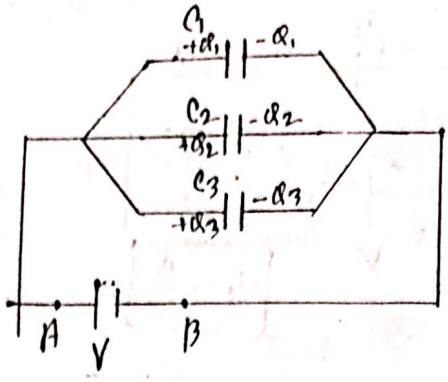
$$\Rightarrow \frac{1}{C_s} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}$$

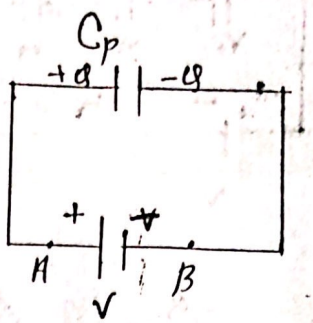
$$\Rightarrow C_s = \left\{C_1^{-1} + C_2^{-1} + C_3^{-1}\right\}^{-1}$$

শ্রেণি সমবায়ে ধারকত্ব, $C_s = \left(\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}\right)^{-1}$

Scanned with CamScanner

ধারকের সমান্তরাল সমবায়





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

$\Rightarrow Q = CV$

$Q_1 = C_1V$

$Q_2 = C_2V$

$Q_3 = C_3V$

$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3$

$\Rightarrow Q = C_1V + C_2V + C_3V$

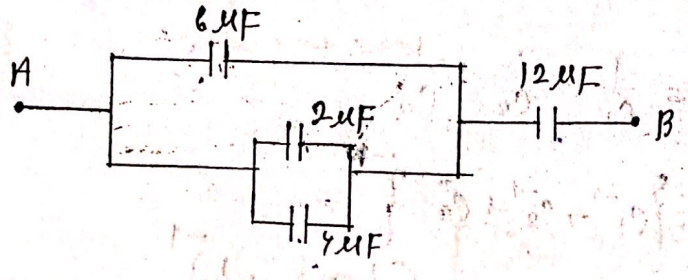
$\Rightarrow C_pV = C_1V + C_2V + C_3V$

$\Rightarrow C_p = C_1 + C_2 + C_3$

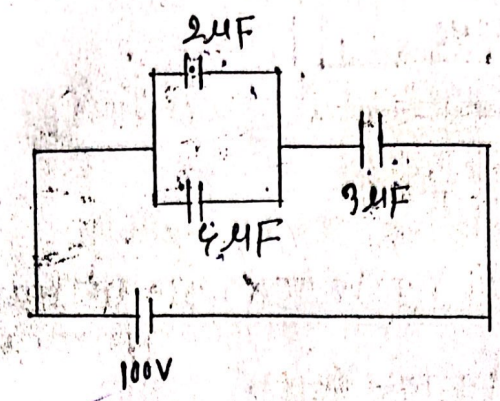
সমান্তরাল সমবায়ে তুল্য ধারকত্ব, $C_p = C_1 + C_2 + C_3$

শ্রেণিতে V আলাদা এবং Q same
সমান্তরালে Q আলাদা এবং V same

(1) তুল্য ধারকত্ব নির্ণয় করো :



দুটি ধারকের শ্রেণি এবং সমান্তরাল সমবায়ের তুল্য ধারকত্ব যথাক্রমে 2F এবং 9F, ধারকদ্বয়ের মান কত?



(i) তুল্য ধারকত্বের মান নির্ণয় করো (2μF)

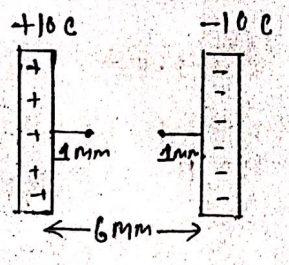
(ii) ধারকগুলোর প্রতিটির দুই প্রান্তের বিভব এবা ধারকে সঞ্চিত চার্জের মান নির্ণয় করো। 33.33V, 66.66V | 66.66×10^{-6}C, 133.33×10^{-6}C

(iii) বর্তনীতে সঞ্চিত মোট শক্তি নির্ণয় করো। 0.01J

(iv) ধারকগুলোর প্রতিটির সঞ্চিত শক্তি নির্ণয় করে শক্তির সংরক্ষণশীলতা পালিত হয় – যাচাই করো।

(v) ধারকগুলোকে খুলে পুনরায় কীভাবে একই উৎসের সাথে যুক্ত করলে সঞ্চিত শক্তির মান সর্বাধিক / সর্বনিম্ন হবে??

Dhaka Board – 2023:



$A = 2\,cm^2$

$\epsilon_0 = 8.854\times10^{-12}\,C^2N^{-1}m^{-2}$

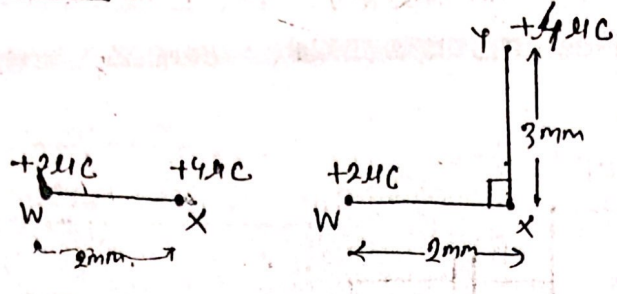
(a) ধারকটির ধারকত্ব বের করো

(b) M বিন্দু হতে N বিন্দুতে +2 C আধানকে নিতে কোনো কাজ সম্পন্ন হবে কি??

M = ?

N = ??

Dhaka Board-2017:



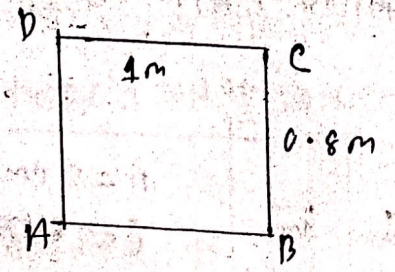
চিত্র (i) চিত্র (ii)

চিত্র (i) এ W এবং X বিন্দুতে দুটি বিন্দুচার্জ স্থির রয়েছে।

ⓒ +2μC চার্জটির উপর ক্রিয়াশীল বল = ??

ⓓ W বিন্দুতে +2μC চার্জটি স্থির রেখে +4μC চার্জটিকে Y বিন্দুতে সরানো হলো [চিত্র-(ii)]। চিত্র (i) অবস্থানে ও চিত্র (ii) অবস্থানে +4μC চার্জটির উপর স্থিতি বিভবের কোনো পরিবর্তন হবে কি?? বিশ্লেষণ করো।

Dhaka Board-2018: ABCD আয়তাকার ক্ষেত্রের B ও D বিন্দুতে যথাক্রমে $+5\times10^{-3}$ C এবং -2.25×10^{-3} C চার্জ রাখা হলো। (বায়ু মাধ্যম)



ⓒ A বিন্দুতে প্রাবল্য ???

ⓓ A ও C কে গতির পরিবাহী তার দ্বারা যুক্ত করলে কেন দিক হতে বৈদ্যুতিক আবেশ প্রবাহিত হবে - গাণিতিকভাবে মতামত দাও।

BUET→01-02 চারটি ধারক সমান্তরাল সমবায়ে রাখা আছে যার প্রত্যেকটির ধারকত্ব 20μF। 2V ব্যাটারির সাথে একে যুক্ত করে সংযোগ বিচ্ছিন্ন করা হলো। কত চার্জ এই ধারকগুলোতে জমা হবে??

BUET→04-05 তিনটি ধারকের ধারকত্ব যথাক্রমে 5μF, 10μF এবং 1μF, এদের ১ম ও ৩য় টিকে শ্রেণিতে সংযুক্ত করে ২য় টির সাথে সমান্তরালে সংযুক্ত করা হলে তুল্য ধারকত্ব নির্ণয় কর।

BUET→06-07 20 μC বিশিষ্ট একটি চার্জ বৈদ্যুতিক ক্ষেত্র তৈরি করে। চার্জটি থেকে 10 cm এবং 5 cm দূরত্বে দুটি বিন্দুর অবস্থান। একটি বিন্দু হতে অপর বিন্দুতে একটি ইলেকট্রন নিতে কাজের পরিমাণ বের করো।

BUET→10-11 বায়ু মাধ্যমে 50000 Vm⁻¹ সুষম বৈদ্যুতিক ক্ষেত্রে দুটি বৃত্তাকার পাত 0.002 m দূরত্বে সমান্তরাল অবস্থায় আছে। প্রতিটি পাতের ব্যাসার্ধ 0.04 m. গঠিত ধারকটিতে মোট সঞ্চিত শক্তি নির্ণয় কর।

BUET→13-14 2μF ধারকত্ব বিশিষ্ট একটি ধারককে চার্জিত করার পর একটি পরিবাহী তার দ্বারা এটিকে চার্জ মুক্ত করা হলো। ধারকে সঞ্চিত সমস্ত শক্তিই তারটিকে উত্তপ্ত করতে খরচ হলো। এই শক্তির পরিমাণ 214.3 ক্যালরি হলে, কত ভোল্টে ধারকটিকে চার্জিত করা হয়েছিল??

BUET→17-18 একটি সমান্তরাল পাত ধারকের প্রতিটি পাতের ক্ষেত্রফল 200 cm² এবং বায়ুতে পাতদ্বয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব 0.4 cm হলে—

(i) ধারকত্ব নির্ণয় কর

(ii) যদি ধারকটি 500 V বৈদ্যুতিক উৎসের সাথে সংযোগ করা হয় তবে ধারকে সঞ্চিত শক্তি কত হবে??

Scanned with CamScanner

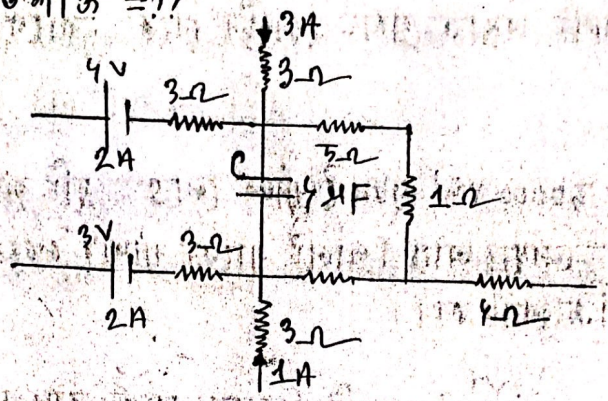
BUET→18-19 একটি সমান্তরাল পাত ধারকের প্রতিটি পাতের ক্ষেত্রফল $0.05\,m^2$। পাতদ্বয়ের মধ্যবর্তী মাধ্যম শূন্য; এদের দূরত্ব $0.0001\,cm$ এবং বিভবের পার্থক্য 50 V হলে—

ⓐ ধারকের ধারকত্ব নির্ণয় কর।

ⓑ পাত দুটির মধ্যে সঞ্চিত শক্তি = ??

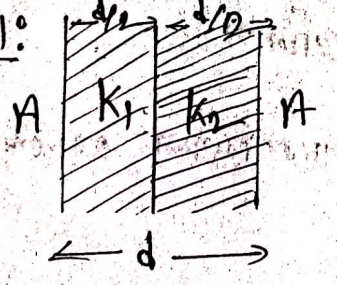
ⓒ ধারকের একক আয়তনে সঞ্চিত শক্তি = ??

BUET→18-19 চিত্রে প্রদর্শিত বৈদ্যুতিক বর্তনীর অংশটুকু সাম্যাবস্থায় রয়েছে এবং রোধগুলোর মধ্যে ডিসি কারেন্ট প্রবাহিত হচ্ছে। ধারক $C = 4\,\mu F$ এর মধ্যে সঞ্চিত শক্তি = ??



দুটি ধারক আলাদা মাধ্যমে থাকলে ধারকত্ব:

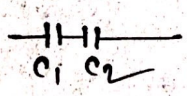
Case-01:



প্রথম ধারকটি K_1 পরাবৈদ্যুতিক ধ্রুবক বিশিষ্ট মাধ্যমে আছে

২য় " K_2 .....

আমরা ধারক দুটিকে শ্রেণি সমবায়ে চিন্তা করব।



$$C_1 = \frac{A\epsilon_0 K_1}{d/2}$$

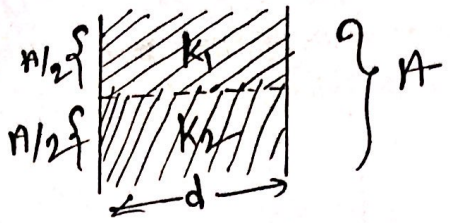
$$C_2 = \frac{A\epsilon_0 K_2}{d/2}$$

$$C_s = (C_1^{-1} + C_2^{-1})^{-1}$$

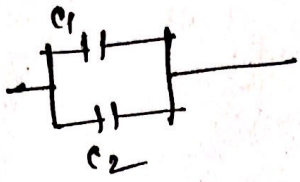
$$= \frac{2A\epsilon_0}{d}\,\frac{K_1K_2}{K_1+K_2}$$

তুল্য ধারকত্ব, $C_s = \frac{2A\epsilon_0}{d}\,\frac{K_1K_2}{K_1+K_2}$

Case-02:



সমান্তরাল সমবায় চিন্তা করুন।



$$C_1 = \frac{A\epsilon_0 K_1}{2d}$$

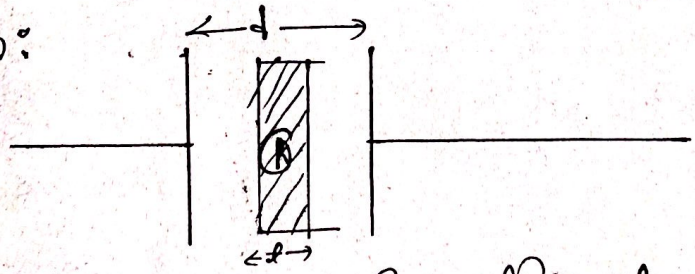
$$C_2 = \frac{A\epsilon_0 K_2}{2d}$$

তুল্য ধারকত্ব, $C_p = C_1 + C_2$

$$= \frac{A\epsilon_0}{2d}(K_1 + K_2)$$

$$\boxed{C_p = \frac{A\epsilon_0}{2d} K_1 + K_2}$$

Case-03:



ধারকটির মাঝে K পরাবৈদ্যুতিক ধ্রুবক বিশিষ্ট t পুরুত্বের একটি মাধ্যম আছে।

ধারকত্ব, $C = \dfrac{\epsilon_0 K}{\left\{d - t\left(1 - \frac{1}{K}\right)\right\}}$