

# স্থির তড়িৎ

High voltage for Board CQ



For any suggestions or queries, please contact us.



ASG Compressed Note

## Type 1 - কুলম্বের সূত্র ও বল

এই অধ্যায় সবচেয়ে বেসিক টাইপ। এই অধ্যায়ের সাথে ভেক্টরের খুব গভীর সম্পর্ক আছে। তাই অবশ্যই এটা পড়ার আগে ভেক্টরটা পড়ে আসবা।

### প্রয়োজনীয় সূত্রাবলী

$$\bullet F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0 K} \frac{q_1 q_2}{r^2}$$

$$\blacksquare F = 9 \times 10^9 \frac{q_1 q_2}{r^2}$$

$q_1 q_2$  মান বসানোর সময় চিহ্ন বসানোর প্রয়োজন নেই। যদি আধান দুটি বিপরীত চিহ্ন বিশিষ্ট হয় তাহলে সেটা আকর্ষণ বল। আর একই চিহ্ন বিশিষ্ট হলে বিকর্ষণ বল।

বায়ু মাধ্যমে ডিরেক্ট এটি ব্যবহার করব। অন্য মাধ্যমের জন্য  $K$  দোয়া থাকবে সেটি দিয়ে করতে লাগবে।

### নমুনা প্রশ্ন

১. দুটি ধাতব মুদ্রা বায়ুতে  $1.5 \text{ m}$  ব্যবধানে অবস্থিত। মুদ্রাদ্বয়ে সমজাতীয় এবং সমপরিমাণ আধান থাকায় এরা পরস্পরকে  $2.0 \text{ N}$  বলে বিকর্ষণ করে। প্রত্যেক মুদ্রায় আধানের পরিমাণ নির্ণয় করা মুদ্রা দুটিকে পানির মধ্যে একই দূরত্বে রাখলে এদের মধ্যবর্তী বলের মান কত হবে? পানির তড়িৎ মাধ্যমাক্ষ  $80$ ।

সমাধান :

$$\text{আমরা জানি, } F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{qq}{d^2}$$

$$\therefore q^2 = \frac{F \cdot d^2}{\frac{1}{4\pi\epsilon_0}} = \frac{2 \text{ N} \times (1.5 \text{ m})^2}{9 \times 10^9 \cdot \text{Nm}^2 \text{C}^{-2}}$$

$$= 2.24 \times 10^{-5} \text{ C}$$

$$\text{পানিতে, } F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0 k} \frac{qq}{d^2}$$

$$= 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2 \text{C}^{-2} \times \frac{2.24 \times (10^{-5} \text{ C})^2}{80 \times (1.5 \text{ m})^2}$$

$$= 2.51 \times 10^{-2} \text{ N}$$

অতএব, পানিতে মুদ্রাদ্বয়ের বলের মান  $2.51 \times 10^{-2} \text{ N}$

এখানে,

$$\text{ব্যবধান, } d = 1.5 \text{ m}$$

$$\text{বল, } F = 2 \text{ N}$$

ধরি,

$$\text{প্রত্যেক মুদ্রার আধান} = q$$

$$\text{পানির তড়িৎ মাধ্যমাক্ষ, } K = 80$$

২.  $0.02\text{ m}$  এবং  $0.04\text{ m}$  ব্যাসার্ধের দুটি গোলককে পরস্পরের পৃষ্ঠ হতে  $0.14\text{ m}$  দূরত্বে রাখা হলো। প্রতিটি গোলককে  $40\text{ C}$  চার্জ প্রদান করা হলে তাদের মধ্যে কত বল ক্রিয়া করবে নির্ণয় করো।

সমাধান :

এখানে,

গোলকদ্বয়ের কেন্দ্রদ্বয়ের দূরত্ব,  $r = (0.14 + 0.02 + 0.04)\text{m} = 0.20\text{ m}$ .

চার্জ,  $q_1 = q_2 = 40\text{C}$

বের করতে হবে বল,  $F = ?$

$$\text{আমরা জানি, } F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q_1 \times q_2}{r^2}$$

$$= 9 \times 10^9 \text{Nm}^2\text{C}^{-2} \cdot \frac{40\text{C} \times 40\text{C}}{(0.20\text{ m})^2}$$

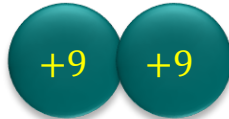
$$= 3.6 \times 10^{14}\text{ N}$$

দুটি চার্জকে সংস্পর্শে আনলে এদের মধ্যে ততক্ষণ পর্যন্ত চার্জের আদান-প্রদান চলতে থাকে ততক্ষণ পর্যন্ত তাদের চার্জের মান সমান না হয়।

সংস্পর্শের আগে :



সংস্পর্শের পরে :



সংস্পর্শের পরে প্রতিটির চার্জ :

$$\frac{+10 + 8}{2}$$

সংস্পর্শের আগে :



সংস্পর্শের পরে :



সংস্পর্শের পরে প্রতিটির চার্জ :

$$\frac{-10 + 20}{2}$$

৩.  $50\text{ C}$  এবং  $-20\text{ C}$  চার্জ দুটি সমান আকারের ধাতব গোলক বায়ুতে পরস্পর হতে  $0.5\text{ m}$  দূরে রয়েছে। গোলক দুটিকে পরস্পরের সংস্পর্শে নিয়ে পুনরায় একই দূরত্ব রাখা হলো। স্পর্শের পূর্বে ও পরে তাদের মধ্যকার বল নির্ণয় করো।

**সমাধান :**

প্রথম চার্জের মান,  $q_1 = +50\text{C}$

২য় চার্জ,  $q_2 = -20\text{C}$

দূরত্ব,  $d = 0.5\text{ m}$

স্পর্শের পূর্বে এদের মধ্যকার বল,

$$\begin{aligned} F &= C \frac{q_1 q_2}{d^2} \\ &= 9 \times 10^9 \text{Nm}^2\text{C}^{-2} \times \frac{(50\text{C}) \times (20\text{C})}{(0.5\text{ m})^2} \\ &= 3.6 \times 10^{-13}\text{ N} \end{aligned}$$

**আকর্ষণ বল**

স্পর্শের পর প্রতিটি গোলক চার্জের মান,

$$\begin{aligned} q'_1 &= q'_2 = \frac{q_1 + q_2}{2} \\ &= \frac{+50\text{C} - 20\text{C}}{2} \\ &= +15\text{C} \end{aligned}$$

স্পর্শের পর গোলকদ্বয়ে মধ্যকার বল,

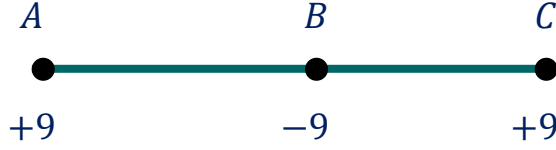
$$\begin{aligned} F' &= C \frac{q'_1 q'_2}{d^2} \\ &= 9 \times 10^9 \text{Nm}^2\text{C}^{-2} \times \frac{(15\text{C})^2}{(0.5\text{ m})^2} \\ &= 8.1 \times 10^{-12}\text{ N} \end{aligned}$$

**বিকর্ষণ বল .**

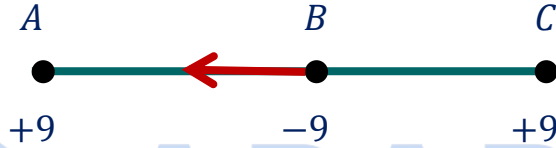
## কোন একটি বিন্দুতে একসাথে একাধিক বলের লব্ধি নির্ণয় :

### একই সরল রেখায়

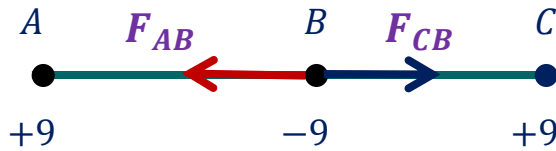
তোমাকে বলা হলো A বিন্দু এবং C বিন্দুতে দুটি চার্জ রয়েছে এর জন্য B বিন্দুতে অবস্থিত চার্জটির উপর লব্ধি বল নির্ণয় কর



এর জন্য প্রথমে A এবং B এর মধ্যবর্তী বল ও এর দিক নির্ণয় করবা। যেহেতু দুটি বিপরীত ধর্মে তাই বলটি হবে আকর্ষণধর্মী। অর্থাৎ A,B কে নিজের দিকে টানবে।



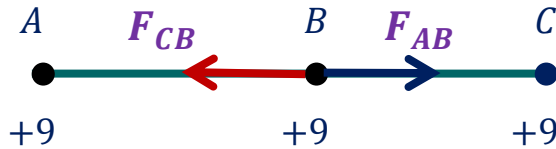
এরপর C বিন্দুর জন্য একইভাবে নির্ণয় করবা। এভাবে যতগুলো বিন্দু থাকবে ঠিক তত গুলো বিন্দুর জন্যই আমরা B এর উপর বল নির্ণয় করব।



যেহেতু বিপরীত দিকে তাই বিয়োগ করব। একই দিকে হলে যোগ

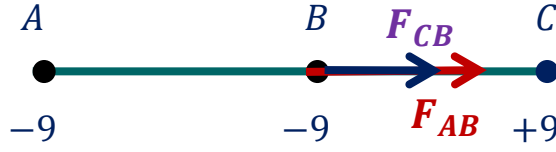
**লব্ধি বল**  $F = F_{AB} - F_{CB}$

যেটির মান বড় হবে সেটি থেকে ছোটটা বিয়োগ করব



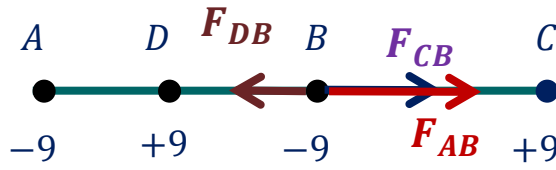
**লব্ধি বল**  $F = F_{AB} - F_{CB}$

কোন একটি বিন্দুতে একসাথে একাধিক বলের লব্ধি নির্ণয় :



যেহেতু বিপরীত দিকে তাই বিয়োগ করব। একই দিকে হলে যোগ

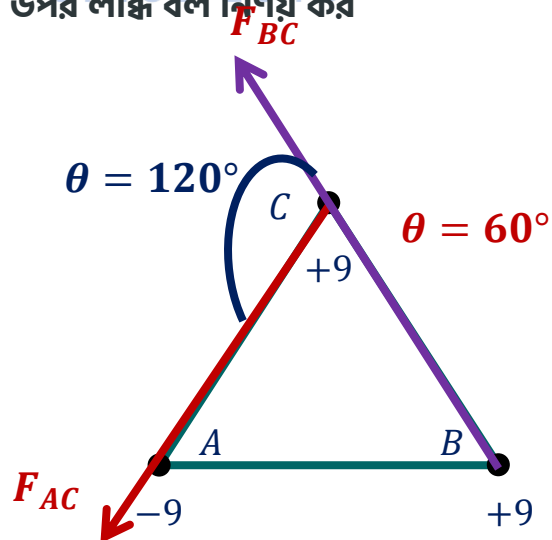
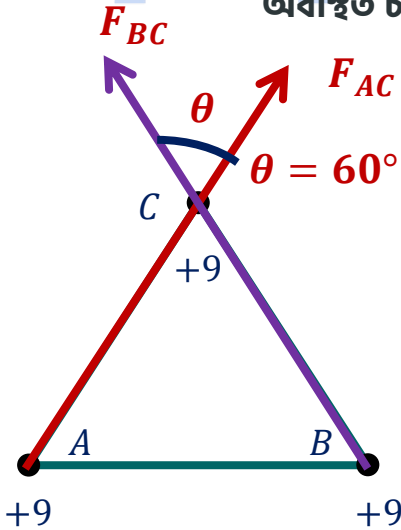
লব্ধি বল  $F = F_{AB} + F_{CB}$



লব্ধি বল  $F = F_{AB} + F_{CB} - F_{DB}$

### সমবাহু ত্রিভুজ

তোমাকে বলা হলো A বিন্দু এবং C বিন্দুতে দুটি চার্জ রয়েছে এর জন্য B বিন্দুতে অবস্থিত চার্জটির উপর লব্ধি বল নির্ণয় কর

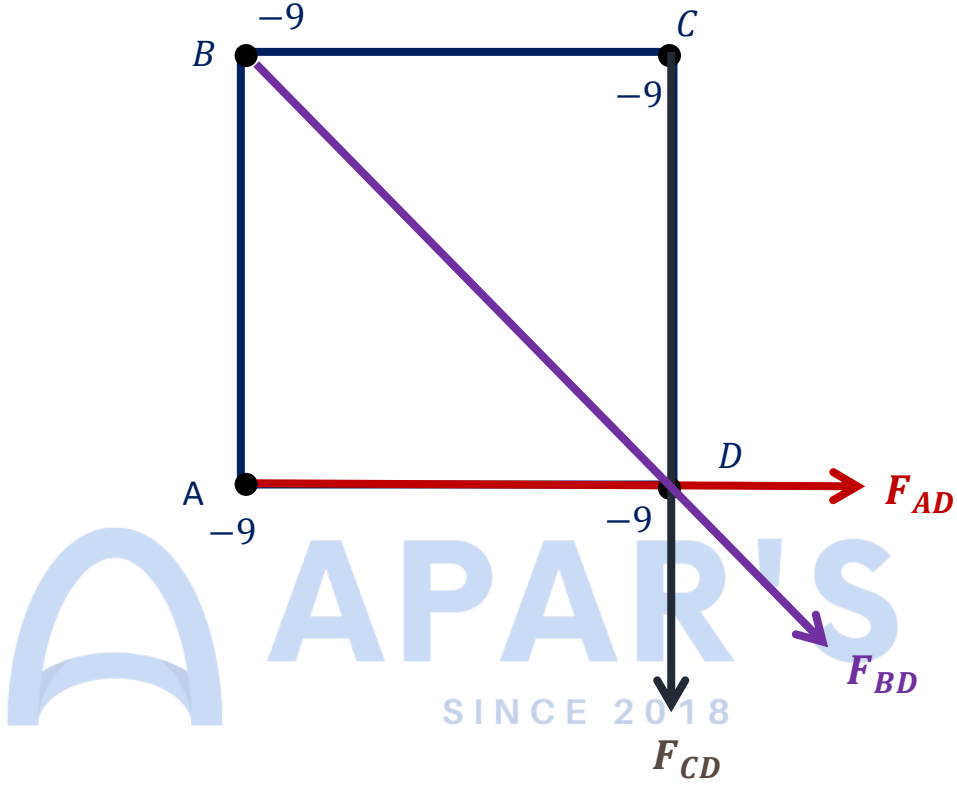


লব্ধি বল  $F = \sqrt{F_{AC}^2 + F_{BC}^2 + 2F_{AC}F_{BC}\cos\theta}$

ত্রিভুজের ক্ষেত্রে দুইটা কেস হয়। ২ কেসে আমাদের বলের মান গুলো নির্ণয় করে ভেক্টরের লব্ধির সূত্র ফেলতে হবে। জাস্ট দুইটার ক্ষেত্রে  $\theta$  মান আলাদা হবে। লব্ধির দিক নির্ণয় করার জন্য ভেক্টরের লব্ধির দিক নির্ণয়ের সূত্র ফেলব।

## বর্গ

বর্গের ক্ষেত্রে তিনটি বিন্দুর সাপেক্ষে অপর বিন্দুতে লব্ধি বল অথবা কর্ণের ছেদবিন্দুতে লব্ধি বল নির্ণয় করতে বলতে পারে।



মনে রাখবা  $F_{CD}$ ,  $F_{AD}$  এর ক্ষেত্রে দূরত্ব বাহুর দৈর্ঘ্য কিন্তু  $F_{BD}$  এর ক্ষেত্রে দূরত্ব কর্ণের দৈর্ঘ্য।

এরপর প্রথমে  $F_{CD}$ ,  $F_{AD}$  বলের মাধ্যমে বলের লব্ধি নির্ণয় করে  $F_{BD}$  এই বলের সাথে যোগ করে মোট লব্ধি নির্ণয় করব। খেয়াল রাখতে হবে বর্গের প্রত্যেক কোণায় যেন সমমানের চার্জ থাকে।

এই যে সরলরেখা ত্রিভুজ কিংবা বর্গ এর কোণগুলো দেখলে এগুলো কিন্তু শুধু বল নির্ণয়ের ক্ষেত্রে নয় প্রাবল্য নির্ণয়ের ক্ষেত্রে সেরা ভাবে প্রয়োগ করতে হবে। শুধু সূত্র আলাদা হবে

$$\bullet \quad F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0 K} \frac{q_1 q_2}{r^2}$$

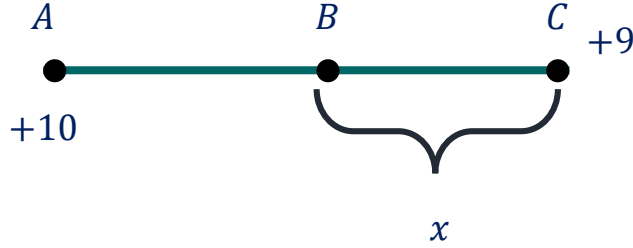
$$\bullet \quad E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0 K} \frac{q_1}{r^2}$$

যে চার্জের জন্য  
প্রাবল্য

একই সরলরেখায় তড়িৎ প্রাবল্য বা বল শূন্য কোথায় তা নির্ণয় করতে বললে,

এসব ক্ষেত্রে আমরা  $x$  মিটার দূরে একটি বিন্দু বিবেচনা করে নেই যেখানে প্রাবল্য কিংবা বল শূন্য। বিন্দুটি কোথায় নেবো তার দুটি কেস হয়ে থাকে।

### সম জাতীয় আধান



সম জাতীয় আধান হলে বিন্দুটি এদের মাঝে কোথাও হবে।

### বিপরীত ধর্মী আধান



এক্ষেত্রে যার পরম মান ছোট তার পাশে হবে।

ত্রিভুজ চতুর্ভুজ কিংবা প্রাবল্য শূন্য হওয়া  
এগুলো থেকে প্রস্তুত আমার চান্স 80%। তাই  
এগুলো থেকে যত বেশি পারো প্র্যাকটিস  
করো

মূর্ত্যপত্রে ফেরত

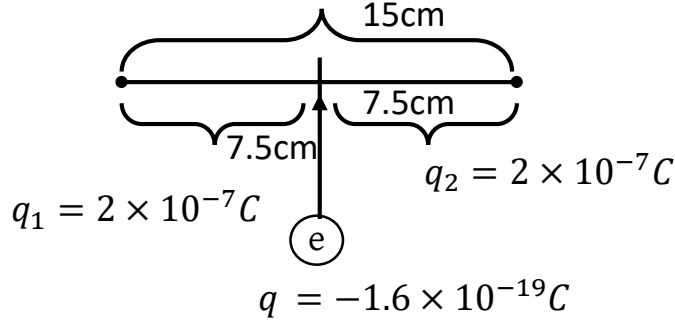


## নমুনা প্রশ্ন

$8.2 \times 10^{-7} C$  মানের দুটি সমান কিন্তু বিপরীত আধান পরস্পর থেকে  $15 cm$  দূরে অবস্থিত। আধান দুটির মধ্যবিন্দুতে একটি ইলেকট্রন স্থাপন করলে এর উপর ক্রিয়াশীল লব্ধি বলের মান ও দিক নির্ণয় কর।

সমাধান :

চিত্রানুসারে,



$q_1$  এবং ইলেকট্রনের মধ্যে ক্রিয়াশীল বল,

$$F_1 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q_1 \cdot q}{d^2}$$

$$= 9 \times 10^9 \times \frac{2 \times 10^{-7} \times 1.6 \times 10^{-19}}{(7.5 \times 10^{-2})^2}$$

$$= -5.1 \times 10^{-14} N$$

$$= 5.1 \times 10^{-14} N \text{ (ধনাত্মক আধানের দিকে)}$$

$q_2$  এবং ইলেকট্রনের মধ্যে ক্রিয়াশীল বল,

$$\text{আবার, } F_2 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_2 \cdot q}{d^2}$$

$$= 9 \times 10^9 \times \frac{-2 \times 10^{-7} \times -1.6 \times 10^{-19}}{(7.5 \times 10^{-2})^2}$$

$$= 5.1 \times 10^{-14} N \text{ (ধনাত্মক আধানের দিকে)}$$

সুতরাং, ক্রিয়াশীল লব্ধি বল,

$$F = F_1 + F_2$$

$$= 5.1 \times 10^{-14} + 5.1 \times 10^{-14} N$$

$$= 1.02 \times 10^{-13} N \text{ ধনাত্মক আধানের দিক বরাবর, ক্রিয়া করে।}$$

মূর্ত্যপত্রে ফেরত

$4.0 \times 10^{-8}C$  মানের দুইটি ক্ষুদ্র সমান ও বিপরীত জার্ণীয় আধান  $6.0cm$  ব্যবধান  $A$  ও  $B$  বিন্দুতে অবস্থিত। আধানদ্বয়ের সংযোগ সরলরেখা  $AB$  এর লম্ব সমদ্বিখণ্ডকের উপর  $4.0cm$  দূরে  $p$  বিন্দুতে স্থাপিত  $1.0 \times 10^{-8}C$  আধানের উপর ক্রিয়াশীল বল নির্ণয় করো।

**সমাধান :**

$$AP = BP = \sqrt{3^2 + 4^2} \text{ cm} = 5 \text{ cm} = 0.05 \text{ m}$$

চিত্রের  $\vec{F}_1$  ও  $\vec{F}_2$  বলের যেকোনোটির মান,

$$F_1 = F_2 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{4 \times 10^{-8}C \times 1 \times 10^{-8}C}{(0.05 \text{ m})^2}$$

$$= 9 \times 10^9 \times \frac{4 \times 10^{-16}C^2}{(0.05 \text{ m})^2}$$

$$= 1.44 \times 10^{-3} \text{ N}$$

$$\theta_1 = \tan^{-1} \left( \frac{4 \text{ cm}}{3 \text{ cm}} \right) = 53.13^\circ$$

$\therefore \vec{F}_1$  ও  $\vec{F}_2$  এর মধ্যকার কোণ  $= \theta + \theta$

[ত্রিভুজের যেকোনো বাহুকে বর্ধিত করলে যে বহিঃস্থ কোণ উৎপন্ন হয় তা বিপরীত অন্তঃস্থ কোণদ্বয়ের সমষ্টির সমান]

$$= 2 \times 53.13^\circ = 106.26^\circ$$

$$\therefore \text{নির্ণেয় বল, } F = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2 F_1 F_2 \cos 2\theta}$$

$$= \sqrt{F_1^2 + F_1^2 + 2 F_1^2 \cos 2\theta} \quad [\because F_1 = F_2]$$

$$= F_1 \sqrt{2 + 2 \cos 2\theta}$$

$$= F_1 \sqrt{2(1 + \cos 2\theta)}$$

$$= F_1 \sqrt{2 \times 2 \cos^2 \theta}$$

$$= 2 F_1 \cos \theta$$

$$= 2 \times 1.44 \times 10^{-3} \text{ N} \times \cos 53.13^\circ$$

$$= 1.73 \times 10^{-3} \text{ N}$$

**মূর্ত্যপত্রে ফেরত**

## প্র্যাকটিস প্রবলেম

- একটি টেস্ট চার্জ,  $q = +2\mu C$  কে  $q_1 = +6\mu C$  এবং  $q_2 = +4\mu C$  এই দুইটি চার্জের ঠিক মাঝে রাখা হলো  $q_1$  এবং  $q_2$  এর মধ্যবর্তী দূরত্ব যদি  $0.10\text{ m}$  হয় তবে  $q$  এর ওপর প্রযুক্ত বল এবং এ বলের অভিমুখ নির্ণয় করো।

[উত্তর:  $14.4\text{ N}$ ; OA বরাবর]

- $+25\text{ C}$  আধানের একটি বিন্দু A অপর দুইটি আধান B এবং C-এর মধ্যে একই রেখায় রয়েছে। B এবং C আধানের পরিমাণ যথাক্রমে  $-5\text{ C}$  এবং  $-30\text{ C}$ ; A আধান B আধান হতে  $2.5\text{ cm}$  দূরে এবং C আধান হতে  $5\text{ cm}$  দূরে। A বিন্দুর ওপর কত বল ক্রিয়া করবে?

[উত্তর:  $0.9 \times 10^5\text{ N}$  বলে ক্রিয়াশীল]

- একই সরলরেখায় A, B ও P বিন্দুতে তিনটি বিন্দু চার্জ রয়েছে যাদের প্রত্যেকের মান যথাক্রমে  $+2 \times 10^{-8}\text{ C}$ ,  $-5 \times 10^{-8}\text{ C}$  ও  $+1 \times 10^{-8}\text{ C}$ । A ও B বিন্দুর জন্য P বিন্দুতে লব্ধি বলের মান নির্ণয় করো। A থেকে B বিন্দুর দূরত্ব  $6\text{ cm}$  এবং B থেকে P এর দূরত্ব  $4\text{ cm}$ । এদের সংযোজক সরলরেখার কোনো স্থানে P কে স্থাপন করলে এর উপর লব্ধি বল শূন্য হবে?

[উত্তর: চার্জটি A বিন্দু থেকে  $10.3\text{ cm}$  বামে থাকবে এবং B বিন্দু থেকে  $16.3\text{ cm}$  বামে অবস্থান করবে।]

- $+3\mu C$  এর চারটি বিন্দু আধানকে  $40\text{ cm}$  বাহুবিশিষ্ট একটি বর্গক্ষেত্রের চারকোণায় স্থাপন করা হলো। যেকোনো আধানের ওপর কুলম্ব বল নির্ণয় করো।

[উত্তর:  $0.97\text{ N}$

- 2 মিটার বাহুবিশিষ্ট একটি সমবাহু ত্রিভুজের দুই কোণিক বিন্দুতে যথাক্রমে  $2\text{ C}$  ধনাত্মক এবং  $2\text{ C}$  ঋণাত্মক আধান স্থাপিত আছে। ত্রিভুজটির তৃতীয় কোণিক বিন্দুতে প্রাবল্যের মান ও দিক নির্ণয় কর।

$4.9 \times 10^9\text{ NC}^{-1}$  &  $60^\circ$

- $20 \times 10^{-8}\text{ C}$  এবং  $-5 \times 10^{-8}\text{ C}$  চার্জের দুটি বিন্দু চার্জ পরস্পর হতে  $10\text{ cm}$  দূরে অবস্থিত হলে এদের সংযোগ রেখার ঠিক মাঝখানে তড়িৎ প্রাবল্য নির্ণয় কর।

- পরস্পর হতে  $0.20\text{ m}$  দূরে বায়ুতে অবস্থিত  $40\text{ C}$  এবং  $60\text{ C}$  দুটি চার্জের সংযোজক সরলরেখার ঠিক মধ্যস্থলে প্রাবল্য কত হবে?

$1.8 \times 10^{13}\text{ NC}^{-1}$

- $+20 \times 10^{-9} C$  এবং  $-10 \times 10^{-9} C$  আধানবিশিষ্ট দুটি ক্ষুদ্রাকার গোলকের মধ্যবর্তী দূরত্ব  $20 \text{ cm}$ । আধান দুটির সংযোগ রেখার মধ্যবিন্দুতে তড়িৎ প্রাবল্য কত হবে?  
 $2.7 \times 10^4 \text{ NC}^{-1}$
- $0.10 \text{ m}$  বাহুবিশিষ্ট একটি বর্গক্ষেত্র  $ABCD$  এর কোণিক বিন্দুগুলোতে যথাক্রমে  $100, 50, -50$  এবং  $100 \text{ C}$  চার্জ রাখা হলো। বর্গক্ষেত্রের কর্ণদ্বয়ের ছেদবিন্দু  $O$  তে তড়িৎ প্রাবল্য এর মান নির্ণয় করো।  
 $2.846 \times 10^{14} \text{ NC}^{-1}$

**শুধু প্রাবল্য বলা থাকলে মান ও দিক দুটি নির্ণয় করতে হবে**

- $5 \text{ cm}$  বাহুবিশিষ্ট একটি বর্গক্ষেত্রের চার কোণিক বিন্দুতে যথাক্রমে  $+q$ ,  $-2q$ ,  $+2q$  এবং  $-q$  মানের চার্জ বিন্দু রাখা হয়েছে। বর্গের কেন্দ্র বিন্দুতে লব্ধি প্রাবল্যের মান নির্ণয় করো। [ধরি,  $q = 10^{-8} C$ ]  
 $1.02 \times 10^5 \text{ NC}^{-1}$
- একটি  $20$  একক ধনাত্মক আধান বায়ুতে একটি  $80$  একক ধনাত্মক আধান থেকে  $50 \text{ cm}$  দূরে অবস্থিত। এই দুই আধানের সংযোজক সরলরেখার কোণায় তড়িৎক্ষেত্র শূন্য হবে?

APAR'S  
SINCE 2018

## Type - 2 : তড়িৎ বিভব

বল ও প্রাবল্য ভেক্টর রাশি হলেও বিভব কিন্তু স্কেলার রাশি। তাই নির্ণয় করার সময় আমাদের দিক নিয়ে কোন চিন্তা নেই। কোথাও বিভব নির্ণয় করতে বললে শুধুমাত্র চিহ্ন সূত্র ফেলে দিলেই হয়ে যাবে।

### প্রয়োজনীয় সূত্রাবলী

$$\bullet \quad F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0 K} \frac{q_1 q_2}{r^2}$$

$$\bullet \quad E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0 K} \frac{q_1}{r^2}$$

$$\bullet \quad V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0 K} \frac{q_1}{r}$$

### গোলকের ক্ষেত্রে দূরত্ব ,

$d$  মিটার ব্যাসার্ধ বিশিষ্ট একটি গোলকের বিভিন্ন বিন্দুতে প্রাবল্য ও বিভব নির্ণয়ের সময়  $r$  এর মান ,

### প্রাবল্যের ক্ষেত্রে ,

- গোলকের ভিতরে অর্থাৎ দূরত্ব ব্যাসার্ধের থেকে কম হলে প্রাবল্য শূন্য।
- আর পৃষ্ঠ  $d = r$  .
- গোলকের বাইরে কোন বিন্দু বললে গোলকের কেন্দ্র থেকে ওই বিন্দু পর্যন্ত দূরত্বকে  $r$  ধরতে হবে।

### বিভব নির্ণয়ের ক্ষেত্রে,

- গোলকের ভিতরে অর্থাৎ ব্যাসার্ধের থেকে ছোট কোন দূরত্বে বিভব নির্ণয় করতে হলে সেখানে  $d = r$  . কারণ গোলকের অভ্যন্তরীণে বিভব গোলকের পৃষ্ঠের বিভবের সমান
- আর পৃষ্ঠ  $d = r$  .
- গোলকের বাইরে কোন বিন্দু বললে গোলকের কেন্দ্র থেকে ওই বিন্দু পর্যন্ত দূরত্বকে  $r$  ধরতে হবে।

0.50 m ব্যাসার্ধের একটি গোলক 20 C চার্জ দেওয়া আছে। গোলকের কেন্দ্র হতে 0.40 m ও 0.80 m দূরে কোনো বিন্দুতে বিভবের মান নির্ণয় করা

**সমাধান :**

আমরা জানি,

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

$$\therefore V_1 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{r}$$

$$= \frac{9 \times 10^9 \text{ Nm}^2 \text{C}^{-2} \times 20 \text{ C}}{0.50 \text{ m}}$$

$$= 3.6 \times 10^{11} \text{ V}$$

দেওয়া আছে,

ব্যাসার্ধ,  $r = 0.50 \text{ m}$

চার্জ,  $q = 20 \text{ C}$  ; দূরত্ব  $d_1 = 0.40 \text{ m}$

দূরত্ব,  $d_2 = 0.80 \text{ m}$

জানা আছে,  $\frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \times 10^9 \text{ N m}^2 \text{C}^{-2}$

বের করতে হবে,

$d_1 = 0.40 \text{ m}$  দূরে বিভব,

$V_1 = ?$

এবং  $d_2 = 0.80 \text{ m}$  দূরে বিভব,  $V_2 = ?$

বিদ্র: এক্ষেত্রে,  $d_1 = r$  কারণ গোলকের ভেতরে যেকোনো বিন্দুর বিভব পৃষ্ঠের বিভবের সমান।

আবার,

$$V_2 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{d_2}$$

$$= \frac{9 \times 10^9 \text{ Nm}^2 \text{C}^{-2} \times 20 \text{ C}}{0.8 \text{ m}}$$

$$= 2.25 \times 10^{11} \text{ V}$$

2 m বাহু বিশিষ্ট একটি সমবাহু ত্রিভুজের দুই কৌণিক বিন্দুতে যথাক্রমে  $+2 \text{ C}$  ও  $-2 \text{ C}$  চার্জ আছে। তৃতীয় কৌণিক বিন্দুতে প্রাবল্য ও বিভব নির্ণয় করো।

**সমাধান :**

ধরি, ABCD একটি বর্গক্ষেত্র। AC ও BD

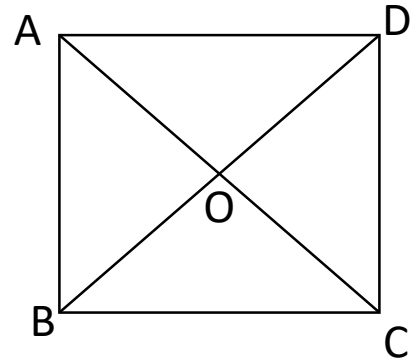
কর্ণদ্বয় পরস্পরকে O বিন্দুতে ছেদ করেছে।

O বিন্দু হতে প্রতিটি কোণায় স্থাপিত চার্জের

দূরত্ব হচ্ছে,  $OA = OB = OC$ .

$$= OD = r = \frac{1}{2} \sqrt{AB^2 + BC^2} = \frac{1}{2} \sqrt{1^2 + 1} = \frac{1}{\sqrt{2}} \text{ m}$$

$\therefore$  কেন্দ্র বিন্দুর বিভব,



∴ কেন্দ্র বিন্দুর বিভব,

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

$$= \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \left( \frac{q}{r} + \frac{q}{r} + \frac{q}{r} + \frac{q}{r} \right)$$

$$= \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \times 4 \times \frac{q}{r}$$

$$= \frac{9 \times 10^9 \times 4 \times 5 \times 10^{-9}}{\frac{1}{\sqrt{2}}}$$

$$= 254.52 \text{ V}$$

$$\therefore \text{বর্গক্ষেত্রের কেন্দ্রে বিভব} = 254.52 \text{ V}$$

কোনো একটি বর্গক্ষেত্রের তিনটি কৌণিক বিন্দুতে যথাক্রমে  $6C$ ,  $8C$  ও  $-2C$  চার্জ স্থাপিত আছে। চতুর্থ কৌণিক বিন্দুতে কত চার্জ স্থাপন করলে বর্গক্ষেত্রের কেন্দ্রে বিভব শূন্য হবে?

সমাধান:

বর্গক্ষেত্রের প্রতিটি কৌণিক বিন্দুর দূরত্ব সমান।

ধরি, এই দূরত্ব  $r$

আমরা জানি, বর্গক্ষেত্রের কেন্দ্রের মোট বিভব,

$$V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1}{r} + \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_2}{r} + \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_3}{r} + \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_4}{r}$$

$$\text{বা, } V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{1}{r} (q_1 + q_2 + q_3 + q_4)$$

$$\text{বা, } 0 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{1}{r} (q_1 + q_2 + q_3 + q_4)$$

$$\text{বা, } q_1 + q_2 + q_3 + q_4 = 0$$

$$\text{বা, } q_4 = -(q_1 + q_2 + q_3)$$

$$= -(6C + 8C - 2C)$$

$$\therefore q_4 = -12C$$

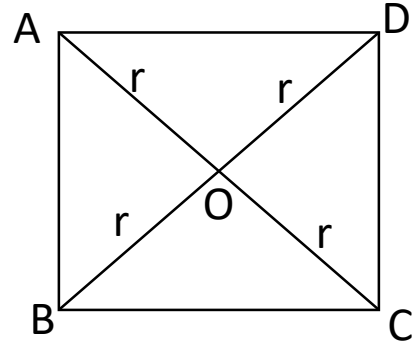
এখানে,

$$\text{চার্জ, } q = 5 \times 10^{-9} \text{ C}$$

$$1 \text{ দূরত্ব, } r = \frac{1}{\sqrt{2}} \text{ m}$$

জানা আছে,

$$\frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2 \text{ C}^{-2}$$



এমমিকিউ তে এটা ডিরেক্ট কাজে  
লাগতে পারে

মুর্চাপত্রে ফেরত

$1.0 \times 10^{-8} \text{ C}$  ও  $-3.0 \times 10^{-8} \text{ C}$  চার্জে চার্জিত দুটি ধাতব গোলকের কেন্দ্রদ্বয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব  $2.0 \text{ m}$ । গোলক দুইটির কেন্দ্রদ্বয়ের মধ্যবর্তী বিন্দুতে তড়িৎ বিভব নির্ণয় করো।

**সমাধান :**

উভয় চার্জের মধ্যবিন্দু হতে দূরত্ব  $= \frac{2}{2} = 1 \text{ m}$

দেওয়া আছে, প্রথম চার্জ,  $Q_1 = +1.0 \times 10^{-8} \text{ C}$

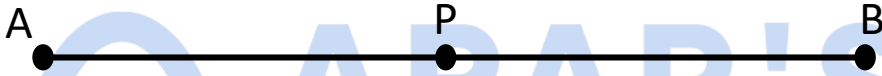
দ্বিতীয়-চার্জ,  $Q_2 = -3.0 \times 10^{-8} \text{ C}$

প্রথম চার্জ হতে মধ্যবিন্দুর দূরত্ব,  $R_1 = 1 \text{ m}$

চার্জ হতে মধ্যবিন্দুর দূরত্ব,  $R_2 = 1 \text{ m}$

দ্বিতীয় কেন্দ্রদ্বয়ের মধ্যবর্তী বিন্দুতে তড়িৎ বিভব,  $V = ?$

আমরা জানি, বৈদ্যুতিক ক্ষেত্রের বিভব,  $V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{R}$



১ম চার্জের ক্ষেত্রে বিভব,  $V_1 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q_1}{R_1}$

$$= (9 \times 10^9 \text{ Nm}^2 \text{ C}^{-2}) \frac{1.0 \times 10^{-8} \text{ C}}{1 \text{ m}}$$

$$= 90 \text{ V}$$

২য় চার্জের ক্ষেত্রে বিভব,  $V_2 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q_2}{R_2}$

$$= (9 \times 10^9 \text{ Nm}^2 \text{ C}^{-2}) \frac{-3.0 \times 10^{-8} \text{ C}}{1 \text{ m}}$$

$$= -270 \text{ V}$$

এখন মধ্যবিন্দুর বিভব  $V$  হলে,

$$V = V_1 + V_2$$

$$= (90 - 270) \text{ V}$$

$$= -180 \text{ V}$$

**practice :**  $2 \mu\text{C}$  এবং  $+4 \mu\text{C}$  মানের দুটি চার্জের মধ্যকার দূরত্ব  $6 \text{ m}$ । এদের সংযোগ রেখার মধ্যবিন্দুতে বিভব কত?



## বিভব দ্বারা কাজ নির্ণয়

### প্রয়োজনীয় সূত্রাবলী

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

- $E = \frac{F}{q}$

- $W = Vq$

- তড়িৎ বিভব  $\times$  আধান = কাজ

- প্রাবল্য  $\times$  আধান = বল

কাজ = বিভব পার্থক্য  $\times$  আধান

$$= \Delta V \times q$$

বিভব সৃষ্টিকারী আধানের  
দুই বিন্দুর বিভব পার্থক্য

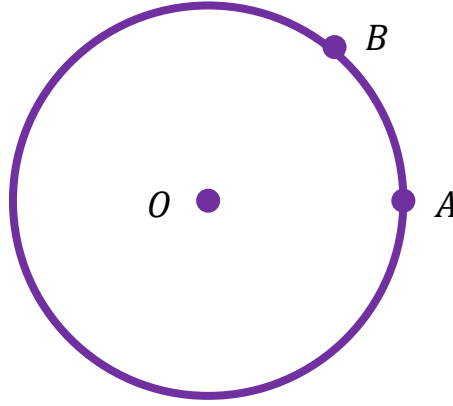
যে আধান *move* করানো হচ্ছে

যে আধান *move* করানো হচ্ছে এবং যে আধান বিভব তৈরী  
করছে তা পরস্পর আলাদা।

প্রথম কাজ হবে যে বিন্দু থেকে অপর বিন্দুতে নিয়ে যাচ্ছি সে দুটি বিন্দুর  
বিভব নির্ণয় করা এ বিভব নির্ণয়ে যে আধানটি নিয়ে হবে এক বিন্দু থেকে  
অপর বিন্দুতে তার কোন হাত থাকবে না। যখন কাজ নির্ণয় করবা তখন  
শুধুমাত্র যেটিকে এক বিন্দু থেকে ওপর বিন্দুতে নিয়ে যাওয়া হবে সেটি  
হিসাবে হবে।

সূচাপত্রে ফেরত

$1\mu C$  চার্জকে অপর একটি  $10\mu C$  চার্জের চারপাশে  $\frac{20}{\pi}$  ব্যাসার্ধবিশিষ্ট বৃত্তপথে ঘোরানো হলো।  $10\mu C$  চার্জটি বৃত্তের কেন্দ্রে অবস্থান করলে কাজের পরিমাণ কত?



$1\mu C$  চার্জ অপর একটি  $10\mu C$  চার্জের চারপাশে  $\frac{20}{\pi} m$  ব্যাসার্ধবিশিষ্ট বৃত্তাকার কক্ষপথে ঘোরানো হচ্ছে, যেহেতু তাদের পারস্পরিক দূরত্বের কোনো পরিবর্তন হয় না তাই কক্ষপথের সকল বিন্দুতে বিভবের মান সমান।

কণাটি A অবস্থানে থাকা অবস্থায় বিভব  $= \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{10 \times 10^{-6}}{20/\pi}$

অনুরূপভাবে, কণাটি B বিন্দুতে আসলে বিভব  $= \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{10 \times 10^{-6}}{20/\pi}$

যা A বিন্দুর বিভবের সমান। তাই A ও B এর বিভব পার্থক্য শূন্য

$\therefore$  কৃতকাজ = বিভব পার্থক্য  $\times$  চার্জ

$= 0 \times 1 \times 10^{-12} C$

$= 0J$

20 $\mu$ C বিশিষ্ট একটি চার্জ বৈদ্যুতিক ক্ষেত্র তৈরী করে। চার্জটি থেকে 10cm এবং 5cm দূরত্বে দুটি বিন্দুর অবস্থানা একটি বিন্দু হতে অপর বিন্দুতে একটি ইলেকট্রন নিতে কাজের পরিমাণ বের করা

**সমাধান :**

দেওয়া আছে,

তড়িৎক্ষেত্র সৃষ্টিকারী চার্জ,  $Q = 20\mu C = 20 \times 10^{-6}C$

$Q$  হতে প্রথম বিন্দুর দূরত্ব,  $r_1 = 10 \text{ cm} = 0.1 \text{ m}$

এবং ২য় বিন্দুর দূরত্ব,  $r_2 = 5 \text{ cm} = 0.05 \text{ m}$

কুলম্বের সূত্রের ধ্রুবক,  $\frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2\text{C}^{-2}$

$\therefore Q$  চার্জের দরুণ ১ম বিন্দুতে বিভব,  $V_1 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q}{r_1}$

$Q$  চার্জের দরুণ ২য় বিন্দুতে বিভব,  $V_2 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \times \frac{Q}{r_2}$

তাহলে বিন্দুদ্বয়ের বিভবান্তর,

$$\Delta V = V_2 - V_1 = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left( \frac{1}{r_2} - \frac{1}{r_1} \right)$$

$$= 20 \times 10^{-6}C \times 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2\text{C}^{-2} \times \left( \frac{1}{0.05 \text{ m}} - \frac{1}{0.1 \text{ m}} \right)$$

$$= 1.8 \times 10^6 \text{ Volt}$$

$$= 1.8 \times 10^6 \text{ JC}^{-1}$$

সুতরাং, উক্ত বিন্দুদ্বয়ের একটি হতে অপরটিতে একটি ইলেকট্রন চার্জ,

$q = 1.6 \times 10^{-19}C$  নিতে কাজের পরিমাণ,

$$W = q\Delta V$$

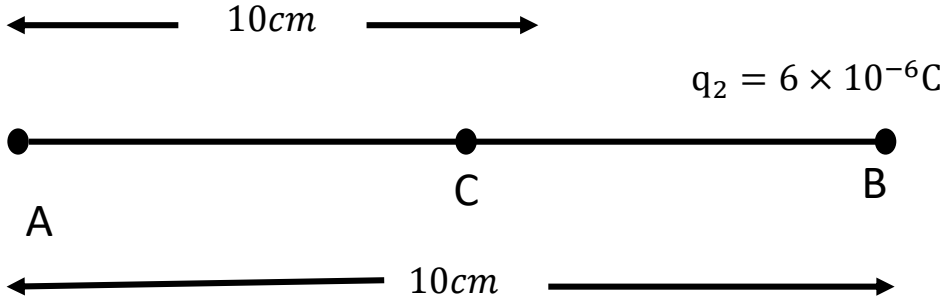
$$= 1.6 \times 10^{-19}C \times 1.8 \times 10^6 \text{ JC}^{-1}$$

$$= 2.88 \times 10^{-13}J$$

মুর্চাপত্রে ফেরত

$9 \times 10^{-6} \text{ C}$  এবং  $6 \times 10^{-6} \text{ C}$  এর দুটি ধনাত্মক চার্জ একে অপরের থেকে  $20 \text{ cm}$  দূরে অবস্থিত। চার্জ দুটি আরো  $10 \text{ cm}$  নিকটে আনতে কি পরিমাণ কাজ করতে হবে।

$$q_1 = 9 \times 10^{-6} \text{ C.}$$



এখানে, চার্জ,  $q_1 = 9 \times 10^{-6} \text{ C}$

$$q_2 = 6 \times 10^{-6} \text{ C}$$

দূরত্ব,  $r_1 = 20 \text{ cm} = 0.2 \text{ m}$

$$r_2 = 10 \text{ cm} = 0.1 \text{ m}$$

মনে করি, A বিন্দুতে  $q_1$  চার্জটি স্থির আছে।

অতএব,  $9 \times 10^{-6} \text{ C}$  চার্জের জন্য B বিন্দুতে বিভব,

$$V_B = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q_1}{r_1}$$

$$= 9 \times 10^9 \times \frac{9 \times 10^{-6}}{0.2}$$

$$= 4.05 \times 10^5 \text{ V}$$

আবার,  $9 \times 10^{-6} \text{ C}$  চার্জের জন্য C বিন্দুতে বিভব,

$$V_C = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q_1}{r^2}$$

$$= 9 \times 10^9 \times \frac{9 \times 10^{-6}}{0.1} = 8.1 \times 10^5 \text{ V}$$

$\therefore$  B বিন্দু থেকে একক ধনচার্জকে C বিন্দুতে নিয়ে আসতে কৃতকাজ বা B ও C

বিন্দুর বিভব পার্থক্য,  $V_C - V_B = (8.1 \times 10^5 - 4.05 \times 10^5) \text{ V}$

$$= 4.05 \times 10^5 \text{ V}$$

মুঠাপত্র ফেরত

সুতরাং,  $6 \times 10^{-6} \text{C}$  চার্জকে B বিন্দু থেকে C বিন্দুতে নিয়ে আসতে মোট

$$\text{কৃতকাজ, } W = (V_C - V_B) \times q_2$$

$$= (4.05 \times 10^5 \times 6 \times 10^{-6}) \text{J}$$

$$= 2.43 \text{ J}$$

বায়ুতে  $4 \mu\text{C}$  এবং  $-2 \mu\text{C}$  মানের দুটি বিন্দু চার্জ পরস্পর থেকে  $1 \text{ m}$  দূরে অবস্থিত।  
এদের সংযোজক সরলরেখার কোন বিন্দুতে তড়িৎ বিভব শূন্য হবে?

এটার ক্ষেত্রে কিন্তু ওই যে আমরা বল এবং প্রাবল্যের দুইটা কেস দেখেছিলাম সেটা ইউজ হবে না। এক্ষেত্রে যেকোনো একটু বিন্দু থেকে  $x$  মিটার ধরে হিসাব করলেই হয়ে যাবে।

**সমাধান :**

এখানে চার্জদ্বয়ের পরিমাণ,  $q_1 = 4 \mu\text{C} = 4 \times 10^{-6} \text{C}$

এবং  $q_2 = -2 \mu\text{C} = -2 \times 10^{-6} \text{C}$

এবং চার্জদ্বয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব  $= 1 \text{ m}$

ধরা যাক,  $q_1$  চার্জ হতে  $x \text{ m}$  দূরত্বের কোনো বিন্দুতে তড়িৎ বিভব শূন্য। এখন,

চার্জদ্বয়ের সংযোজক সরলরেখায়  $q_1$  হতে  $x \text{ m}$  দূরত্বে মোট বিভব,

$$V = V_1 + V_2$$

$$= \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \times \frac{q_1}{x} + \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \times \frac{q_2}{1-x}$$

$$= \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \left( \frac{4 \times 10^{-6}}{x} + \frac{-2 \times 10^{-6}}{1-x} \right)$$

$$\text{বা, } 0 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \left\{ \frac{4 \times 10^{-6} - 4 \times 10^{-6}x - 2 \times 10^{-6}}{x(1-x)} \right\}$$

$$\text{বা, } 6 \times 10^{-6}x = 4 \times 10^{-6}$$

$$\therefore x = \frac{2}{3}$$

মূর্ত্যাপনে ফেরত

## প্র্যাকটিস প্রবলেম

$2\text{ m}$  বাহু বিশিষ্ট বর্গক্ষেত্রের প্রতিটি কোণিক বিন্দুতে  $20\text{ nC}$  চার্জ স্থাপন করা হলো। বর্গক্ষেত্রের কেন্দ্রে বিভব নির্ণয় করো।

$10\text{ C}$ ,  $-5\text{ C}$  এবং  $3\text{ C}$  মানের তিনটি আধান বিন্দু  $10\text{ cm}$  ব্যাসার্ধের একটি বৃত্তের পরিধির উপর তিনটি ভিন্ন ভিন্ন বিন্দুতে স্থাপন করা হলো। বৃত্তের কেন্দ্রে বিভব কত?

[RUET: '07-08]



## তড়িৎ দ্বিমেরু

এই টপিক থেকে সি কিউ তেমন একটা আসে না। এতগুলো মাথায় রাখিও তাহলে আসলে সূত্রগুলো দিয়ে করে ফেলতে পারবা। আর ডিরেক্ট সূত্রগুলো অনেক সময় mcq তে চলে আসে।

### প্রয়োজনীয় সূত্রাবলী

- $E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{p\sqrt{1+3\cos^2\theta}}{r^3}$
- $V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{p\cos\theta}{r^2}$
- $p = q \cdot 2l$
- $\tau = PE\sin\theta$
- ডাইপোল কে আলফা কোণে ঘোরানো  $W = pE(1 - \cos\alpha)$

### দ্বিমেরুর লম্ব বরাবর,

- $E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{p}{r^3}$
- $V = 0$

### দ্বিমেরুর অক্ষ বরাবর,

- $E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{2p}{r^3}$
- $V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{p}{r^2}$

এখানে, NCE 2018

P = দ্বিমেরু ভ্রামক

r = দ্বিমেরু কেন্দ্র হতে কাঙ্ক্ষিত বিন্দুর দূরত্ব

p = তড়িৎ দ্বিমেরু ভ্রামক

q = চার্জের মান

2l = দুই মেরুর দূরত্ব

E = তড়িৎ ক্ষেত্র

$\theta$  = তড়িৎ দ্বিমেরু এবং তড়িৎ ক্ষেত্রের মধ্যবর্তী কোণ

$\alpha$  = দ্বিমেরুকে ঘুরাতে উৎপন্ন কোণ

সূচীপত্রে ফেরত

## নমুনা প্রশ্ন

$4 \times 10^{-9} \text{ Cm}$  দ্বিমেরু বিশিষ্ট একটি তড়িৎ দ্বিমেরু  $5 \times 10^4 \text{ NC}^{-1}$  মানের একটি সুষম তড়িৎক্ষেত্রের সাথে  $30^\circ$  কোণ করে অবস্থিত। দ্বিমেরুটির উপর ক্রিয়াশীল টর্ক কত হবে?

### সমাধান :

দেওয়া আছে,

দ্বিমেরু ভ্রামক,  $P = 4 \times 10^{-9} \text{ Cm}$

তড়িৎক্ষেত্র,  $E = 10^4 \text{ NC}^{-1}$

দ্বিমেরু ও তড়িৎক্ষেত্রের মধ্যবর্তী কোণ,  $\theta = 30^\circ$

টর্ক,  $\tau = ?$

আমরা জানি, দ্বিমেরুর উপর ক্রিয়াশীল টর্ক

$$\tau = PE \sin \theta$$

$$= 4 \times 10^{-9} \times 5 \times 10^4 \sin 30^\circ = 10^4 \text{ Nm}$$

একটি তড়িৎ দ্বিমেরু  $2 \text{ mm}$  ব্যবধানে রাখা  $\pm 20 \mu\text{C}$  আধান দিয়ে তৈরি। ওই দ্বিমেরুর অক্ষের লম্ব সমদ্বিখন্ডকের ওপর অবস্থিত দ্বিমেরুর মধ্যবিন্দু থেকে  $10 \text{ cm}$  দূরে অবস্থিত একটি বিন্দুতে তড়িৎ প্রাবল্য নির্ণয় করো। E 2018

### সমাধান :

এখানে, ব্যবধানে,  $2l = 2 \text{ mm} = 2 \times 10^{-3} \text{ m}$

চার্জ,  $q = 20 \times 10^{-6} \text{ C}$

দূরত্ব,  $r = 10 \text{ cm} = 0.1 \text{ m}$

$\theta = 90^\circ$

প্রাবল্য,  $E = ?$

আমরা জানি,

লম্বদ্বিখন্ডকের জন্য,

$$E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \times \frac{2lq}{r^3} \quad [\because r \gg l]$$

$$= 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2 \text{ C}^{-2} \times \frac{2 \times 10^{-3} \text{ m} \times 20 \times 10^{-6} \text{ C}}{(0.1)^3}$$

$$= 36 \times 10^4 \text{ NC}^{-1}$$



বায়ুতে অবস্থিত একটি তড়িৎ দ্বিমেরু দুটি বিপরীত। আধানের প্রত্যেকটির মান  $6.4 \times 10^{-9} \text{ C}$  এবং এদের মধ্যবর্তী দূরত্ব  $0.02 \text{ m}$ । তড়িৎ দ্বিমেরুর অক্ষের উপর এর মধ্যবিন্দু থেকে  $15 \text{ m}$  দূরে কোনো বিন্দুতে তড়িৎ প্রাবল্যের মান নির্ণয় করো।

**সমাধান :**

এখানে,

মধ্যবর্তী, দূরত্ব  $2l = 0.02 \text{ m}$

মধ্যবিন্দু থেকে দূরত্ব,  $r = 15 \text{ m}$

প্রাবল্য,  $E = ?$

চাপ,  $q = 6.4 \times 10^{-9} \text{ C}$

অক্ষের উপর প্রাবল্য,

$$E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \times \frac{2p}{r^3} \quad [\because r \gg l]$$

$$= \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \times \frac{2(2l) \times q}{r^3}$$

$$= 9 \times 10^9 \times \frac{2 \times 0.02 \times 6.4 \times 10^{-9}}{(15)^3}$$

$$= 6.83 \times 10^{-4} \text{ N/C}$$

## ধারক ও ধারকত্ব

এই অধ্যায়ের আরেকটা গুরুত্বপূর্ণ টপিক। এর কয়েকটা সাব টপিক রয়েছে। চলো এক এক করে দেখতে থাকি

### ধারকত্ব ও সঞ্চিত শক্তি নির্ণয় (প্রয়োজনীয় সূত্রাবলী)

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

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

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

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

গোলকীয় ধারকের জন্য

সমান্তরাল পাত ধারকের জন্য

এখানে,

$C$  = ধারকত্ব

$Q$  = চার্জ

$V$  = বিভব

$r$  = গোলাকার পরিবাহীর ব্যাসার্ধ

$d$  = সমান্তরাল পাতদ্বয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব

$A$  = সমান্তরাল পাতের ক্ষেত্রফল

$U$  = চার্জিত ধারকের স্থিতিশক্তি

একটি সমান্তরাল পাত ধারকের পাত দুটি বৃত্তাকার। পাত দুটির প্রত্যেকটির ব্যাসার্ধ  $8 \times 10^{-3}m$  এবং তাদের মধ্যবর্তী দূরত্ব  $2 \times 10^{-3}m$ । ধারকটিতে  $100V$  বিভব প্রয়োগ করলে পাত দুটিতে কি পরিমাণ চার্জ জমা হবে?

সমাধান :

[BUET: '10-11]

আমরা জানি,

$$= \frac{\epsilon_0 A}{d} \left[ \begin{array}{c} \text{শূন্য মাধ্যমে} \\ \epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} F/m \end{array} \right]$$

$$= \frac{8.85 \times 10^{-12} \times 3.1416 \times (8 \times 10^{-2})^2}{2 \times 10^{-3}}$$

$$= 8.9 \times 10^{-11} F$$

$$\therefore \text{চার্জ, } Q = CV$$

$$= 8.9 \times 10^{-11} \times 100$$

$$= 8.9 \times 10^{-9} C$$

এখানে,

$$\text{ব্যাসার্ধ, } r = 8 \times 10^{-2} m$$

$$\text{ক্ষেত্রফল, } A = \pi r^2$$

$$= 3.1416 \times (8 \times 10^{-2})^2 m^2$$

$$\text{দূরত্ব, } d = 2 \times 10^{-3} m$$

$$\text{বিভব, } V = 100 V$$

$$\text{চার্জ, } Q = ?$$

0.02 m ব্যাসার্ধবিশিষ্ট 64 টি গোলাকার ফোঁটাকে একত্রিত করে একটি বড় ফোঁটায় পরিণত করা হলো। যদি প্রতি ফোঁটায় 1 কুলম্ব চার্জ বিদ্যমান থাকে, তবে বড় ফোঁটার বিভব ও ধারকত্ব নির্ণয় করা

**সমাধান :**

এখানে, একটি ছোট ফোঁটার ব্যাসার্ধ,  $r = 0.02 \text{ m}$

ছোট ফোঁটার আয়তন,  $V = \frac{4}{3}\pi r^3$

বড় ফোঁটার আয়তন,  $= 64 \frac{4}{3}\pi (0.02)^3 \text{ m}^3$

বড় ফোঁটার ব্যাসার্ধ  $R$  হলে,

$$\frac{4}{3}\pi R^3 = 64 \times \frac{4}{3}\pi (0.02)^3 \cdot \text{m}^3$$

$$\text{বা, } R^3 = 64 \times (0.02)^3$$

$$\therefore R = 4 \times 0.02 = 0.08 \text{ m}$$

এখন বড় ফোঁটার চার্জের ধারকত্ব,

$$C = 4\pi\epsilon_0 R = 4\pi \times 8.854 \times 10^{-12} \text{ Fm}^{-1} \times 0.08 \text{ m} \\ = 8.901 \times 10^{-12} \text{ F}$$

বড় ফোঁটার চার্জের পরিমাণ,  $Q = 64 \times 1C = 64C$

$$\text{বড় ফোঁটার বিভব, } \frac{Q}{C} = \frac{64C}{8.901 \times 10^{-12} \text{ F}} = 7.19 \times 10^{12} \text{ V}$$

অতএব, বিভবের মান  $7.19 \times 10^{12} \text{ V}$  এবং ধারকত্বের মান  $8.901 \times 10^{-12} \text{ F}$

একটি সমান্তরাল পাত ধারকের দুটি পাতের ক্ষেত্রফল  $1.5 \text{ m}^2$ । পাতদ্বয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব  $0.02 \text{ m}$ । পাতদ্বয়ের মধ্যবর্তী স্থানে যখন বায়ু এবং যখন কাচ রাখা হয় তখন ধারকের ধারকত্ব মাইক্রো ফ্যারাডে বের করো। কাচের তড়িৎ মাধ্যমাক্ষ  $5.10$ ।

**সমাধান :**

দেওয়া আছে,

পাতের ক্ষেত্রফল,  $A = 1.5 \text{ m}^2$

পাতদ্বয়ের দূরত্ব,  $d = 0.02 \text{ m}$

বায়ুর ক্ষেত্রে ধারকত্ব,  $C_a = ?$

এবং কাচের ক্ষেত্রে ধারকত্ব,  $C_g = ?$

আমরা জানি,

বায়ুর ক্ষেত্রে,

$$\begin{aligned} C_a &= \frac{\epsilon_0 A}{d} \\ &= \frac{8.85 \times 10^{-12} \text{ Fm}^{-1} \times 1.5 \text{ m}^2}{0.02 \text{ m}} \\ &= 6.6375 \times 10^{-10} \text{ F} \\ &= 6.6375 \times 10^{-4} \mu\text{F} \end{aligned}$$

কাচের ক্ষেত্রে,

$$\begin{aligned} C_g &= \frac{k\epsilon_0 A}{d} \\ &= \frac{8.852 \times 10^{-12} \times 5.10 \times 1.5 \text{ m}^2}{0.02 \text{ m}} \\ &= 33.85125 \times 10^{-4} \mu\text{F} \end{aligned}$$

শূন্যস্থানে  $10 \text{ km}$  ব্যাসার্ধের একটি গোলকের ধারকত্ব নির্ণয় করো।

**সমাধান :**

দেওয়া আছে,

ব্যাসার্ধ,  $r = 10 \text{ km} = 1000 \text{ m}$

আমরা জানি, গোলাকার পরিবাহীর ধারকত্ব,

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

$$= (4 \times 3.1416 \times 8.854 \times 10^{-12} \times 10000)$$

$$= 1.1 \times 10^{-6} \text{ F}$$

মূর্তিপত্রে ফেরত

## ধারকের সমবায়

### প্রয়োজনীয় সূত্রাবলী

$$\frac{1}{C_s} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots + \frac{1}{C_n}$$

$$C_p = C_1 + C_2 + C_3 + \dots + C_n$$

### রোধের উল্টো

এখানে,  $C_1, C_2, C_3 \dots \dots \dots C_n$

ইত্যাদি শ্রেণি সমবায় যুক্ত

$n$  সংখ্যক ধারক

$C_1, C_2, \dots \dots \dots C_n$  ইত্যাদি

সমান্তরাল সমবায় যুক্ত  $n$  সংখ্যক

ধারক

চারটি  $4\mu F$  এর ধারককে  $100V$  ব্যাটারির সহিত (ক) সমান্তরাল সংযোগ দিলে  
(খ) শ্রেণিতে সংযোগ দিলে কত শক্তি সঞ্চিত হবে?

[BUET: '03-04]

সমাধান :

(ক) সমান্তরাল সংযোগে তুল্য- ধারকত্ব,

$$C_p = C_1 + C_2 + C_3 + C_4$$

$$= 4C_1 = 4 \times 4$$

$$= 16\mu F$$

$$= 16 \times 10^{-6} F$$

$$\text{সঞ্চিত শক্তি, } U = \frac{1}{2} C_p V^2$$

$$\Rightarrow U = \frac{1}{2} \times 16 \times 10^{-6} \times (100)^2$$

$$= 0.08J$$

$$(খ) \text{ শ্রেণিতে তুল্য ধারকত্ব, } \frac{1}{C_s} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \frac{1}{C_4}$$

$$= 4 \frac{1}{C}$$

$$= 4 \times \frac{1}{4} \mu F$$

$$= 1\mu F$$

$$\text{বা, } C_s = 1\mu F$$

$$C_s = 1 \times 10^{-6} F$$

মুঠাপত্র ফেরত

$$\text{সঞ্চিত শক্তি, } U = \frac{1}{2} C_s V^2$$

$$= \frac{1}{2} \times 1 \times 10^{-6} \times (100)^2$$

$$= 5 \times 10^{-3} J$$

100 pF মানের একটি একটি ধারককে 50 V দ্বারা কিছু সময় চার্জ করা হলো। পরে ব্যাটারি সংযোগ বিচ্ছিন্ন করে ধারকটিকে দ্বিতীয় আরেকটি ধারকের (প্রাথমিকভাবে চার্জিত) সঙ্গে সমান্তরালে সংযুক্ত করা হলো। যদি প্রথম ধারকের বিভব পার্থক্য 35 V এর নেমে আসে তবে দ্বিতীয় ধারকের ধারকত্ব কত হবে?

**সমাধান :**

এখানে,

$$1\text{ম ধারকের ধারকত্ব, } C_1 = 100 \text{ pF}$$

$$= 100 \times 10^{-12} \text{ F}$$

$$\text{প্রাথমিক বিভব, } V_1 = 50 \text{ V}$$

$$\text{চূড়ান্ত বিভব, } V_2 = 35 \text{ V}$$

$$\text{ধরি, আধান} = q$$

$$\text{এবং দ্বিতীয় ধারকের ধারকত্ব} = C_2$$

আমরা জানি,

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

$$q = C_1 V_1$$

$$= 100 \times 10^{-12} \times 50$$

$$= 5 \times 10^{-9} \text{ C}$$

প্রশ্নমতে,

$$C_1 + C_2 = \frac{q}{V_2}$$

$$\text{বা, } 100 \times 10^{-12} + C_2 = \frac{5 \times 10^{-9}}{35}$$

$$\text{বা, } C_2 = 1.43 \times 10^{-10} - 100 \times 10^{-12}$$

$$\therefore C_2 = 4.3 \times 10^{-11} \text{ F} = 43 \text{ pF}$$

মূর্তাপত্র ফেরত

3  $\mu F$  ও 6  $\mu F$  ধারকত্বের দুটি ধারককে স্রেণি সমবায়ে যুক্ত করে বর্তনীর দু প্রান্তে 12 volt এর ব্যাটারি সংযোগ দেওয়া হলো। (i) বর্তনীর মোট ধারকত্ব কত? (ii) প্রত্যেকটি ধারকের বিভব পার্থক্য কত? (iii) প্রত্যেক ধারকে সঞ্চিত শক্তির পরিমাণ কত?

**সমাধান :**

দেওয়া আছে,

১ম ধারকত্ব,  $C_1 = 3\mu F = 3 \times 10^{-6} F$

২য় ধারকত্ব,  $C_2 = 6\mu F = 6 \times 10^{-6} F$

বিভব,  $V = 12V$

মোট ধারকত্ব,  $\frac{1}{C_s} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$

বা,  $\frac{1}{C_s} = \frac{1}{3 \times 10^{-6}} + \frac{1}{6 \times 10^{-6}}$

বা,  $\frac{1}{C_s} = \frac{(2+1)}{6 \times 10^{-6}}$

বা,  $\frac{1}{C_s} = \frac{3}{6 \times 10^{-6}}$

$\therefore C_s = 2 \times 10^{-6} F$

ধরি, ধারক দুটির প্রত্যেকটি পাতে চার্জের পরিমাণ =  $Q$

$\therefore C_1 = \frac{Q_1}{V_1}$  বা,  $V_1 = \frac{Q}{C_1}$  এবং  $V_2 = \frac{Q}{C_2}$

$\therefore V_1 + V_2 = \frac{Q}{C_1} + \frac{Q}{C_2}$

বা,  $Q \left( \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} \right) = V_1 + V_2 = 12$

বা,  $Q \left( \frac{1}{C_s} \right) = 12$

বা,  $Q = 12C_s = 12 \times 2 \times 10^{-6}$

$\therefore Q = 24 \times 10^{-6} = 2.4 \times 10^{-5} C$

**মূর্ত্যাপনে ফেরত**

$$\text{এখন, } V_1 = \frac{Q}{C_1} = \frac{2.4 \times 10^{-5}}{3 \times 10^{-6}} = 8 \text{ V}$$

$$V_2 = \frac{Q}{C_2} = \frac{2.4 \times 10^{-5}}{6 \times 10^{-6}} = 4 \text{ V}$$

$$1\text{ম ধারকে সঞ্চিত শক্তি, } V_1 = \frac{1}{2} C_1 V_1^2$$

$$= \frac{1}{2} \times 3 \times 10^{-6} \times 8^2$$

$$= 9.6 \times 10^{-5} \text{ J}$$

$$2\text{য় ধারকে সঞ্চিত শক্তি, } U_2 = \frac{1}{2} C_2 V_2^2$$

$$= \frac{1}{2} \times 6 \times 10^{-6} \times (4)^2$$

$$= 4.8 \times 10^{-5} \text{ J}$$

তোমাকে  $10 \mu F$ ,  $20 \mu F$  এবং  $60 \mu F$  ধারকত্ব বিশিষ্ট তিনটি ধারক দেওয়া হলো। (ক) এদের সর্বোচ্চ ও সর্বনিম্ন ধারকত্ব বাহির করো। (খ) যদি বিভব পার্থক্য  $200 \text{ volt}$  হয়, তবে সর্বোচ্চ ও সর্বনিম্ন স্থিতিশক্তি নির্ণয় করো।

**সমাধান :**

SINCE 2018

দেওয়া আছে,

$$\text{ধারকত্ব, } C_1 = 10 \mu F$$

$$\text{ধারকত্ব, } C_2 = 20 \mu F$$

$$\text{ধারকত্ব, } C_3 = 60 \mu F$$

$$\text{বিভব পার্থক্য, } V = 200 \text{ volt}$$

(ক) সমান্তরাল সংযোগে সর্বোচ্চ ধারকত্ব এবং শ্রেণি সংযোগে সর্বনিম্ন ধারকত্ব পাওয়া যায়।

$$C_p = C_1 + C_2 + C_3$$

$$= 10 \mu F + 20 \mu F + 60 \mu F$$

$$= 90 \mu F$$

মূর্ত্যপত্রে ফেরত



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

$$\text{বা, } \frac{1}{C_s} = \frac{1}{10} + \frac{1}{20} + \frac{1}{60}$$

$$\text{বা, } \frac{1}{C_s} = \frac{10}{60}$$

$$\therefore C_s = 6\mu\text{F}$$

$$\text{(খ) এখানে, } C_p = 90\mu\text{F}$$

$$= 90 \times 10^{-6} \text{ F}$$

$$C_s = 6\mu\text{F}$$

$$= 6 \times 10^{-6} \text{ F}$$

$$\text{সর্বোচ্চ স্থিতিশক্তি, } = \frac{1}{2} \times 90 \times 10^{-6} \times (200)^2$$

$$= 1.8 \text{ J}$$

$$\text{সর্বনিম্ন স্থিতিশক্তি} = \frac{1}{2} \times 6 \times 10^{-6} \times (200)^2$$

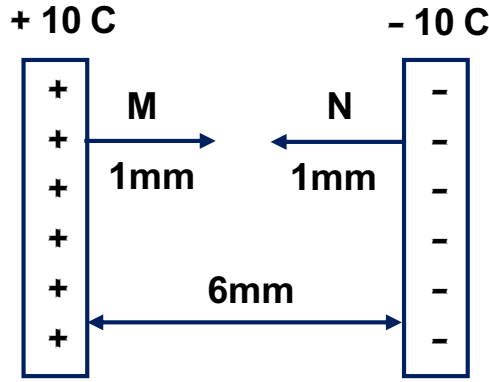
$$= 0.12 \text{ J}$$

## প্র্যাকটিস প্রবলেম

- একটি পরিবাহীর ধারকত্ব  $2.0 \mu F$ । চার্জ প্রদান করলে বিভব  $40 V$  হবে? এতের কী পরিমাণ চার্জ রয়েছে? [উত্তর:  $8 \times 10^{-5} C$ ]
- $20 \mu F$  ধারকত্বের একটি ধারককে  $10 mA$  তড়িৎ প্রবাহ দ্বারা আহিত করা হলো। ধারকের পাতদ্বয়ের মধ্যে  $30 V$  বিভব পার্থক্য উৎপন্ন করতে কত সময় তড়িৎ প্রবাহিত করতে হবে? [উত্তর:  $0.06 s$ ]
- একটি বায়ুপূর্ণ সমান্তরাল পাতধারকের পাতদ্বয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব  $0.1 cm$ । প্রত্যেক পাতের ক্ষেত্রফল  $10 m^2$  হলে ধারকের ধারকত্ব নির্ণয় করো। [উত্তর:  $8.854 \times 10^{-13} F$ ]
- একটি সমান্তরাল পাত ধারকের প্রত্যেক পাতের ক্ষেত্রফল  $1 m^2$  এবং পাতদ্বয় পরস্পর হতে  $0.01 m$  দূরে অবস্থিত। যদি পাত দুইটির বিভব পার্থক্য  $66 V$  হয়, তবে প্রত্যেকটি পাতের চার্জের পরিমাণ নির্ণয় করো। [উত্তর:  $5.8 \times 10^{-8} C$ ]
- $10 cm$  ব্যাসের একটি গোলাকার পরিবাহীকে  $100 v$  বিভবে উন্নীত করতে কী পরিমাণ কাজ সম্পন্ন হবে? [উত্তর:  $2.7 \times 10^{-8} J$ ]
- একটি সমান্তরাল পাত ধারকের পাতদ্বয়ের বিভব পার্থক্য তার আদি বিভব পার্থক্য অর্ধেক হয়ে গেলে, ধারকটির সঞ্চিত শক্তি কী পরিমাণ হ্রাস পাবে? [উত্তর:  $U$  এর  $\frac{3}{4}$ ]
- প্রত্যেকটি  $6F$  হিসেবে 3টি ধারককে শ্রেণি সমবায়ে যুক্ত করে  $100 V$ -এর একটি ব্যাটারি ২ সমবায়ে উপর প্রয়োগ করা হলো। ব্যাটারি হতে গৃহীত চার্জের পরিমাণ ও সঞ্চিত শক্তি নির্ণয় করো। [উত্তর:  $0.01 J$ ]

## প্র্যাকটিস CQ

১। উদ্দীপকটি লক্ষ কর

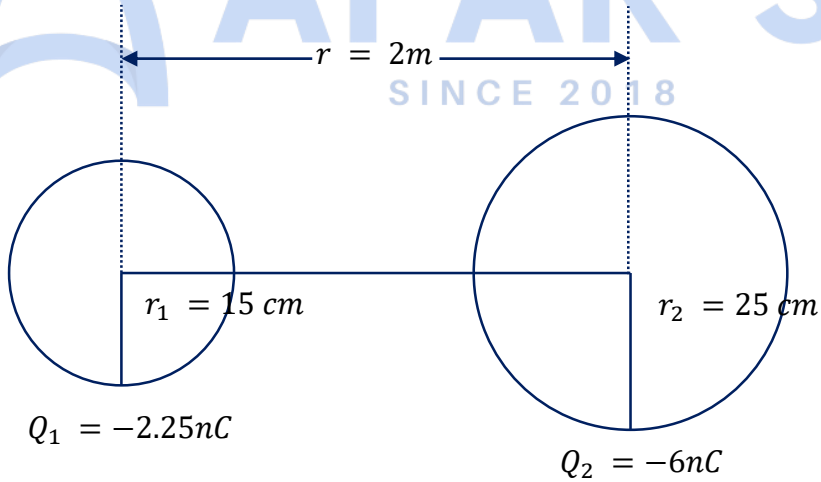


প্রতিটি পাতের ক্ষেত্রফল  $2 \text{ cm}^2$ ,  $\epsilon_0 = 8.854 \times 10^{-12} \text{ Nm}^2 \text{ C}^{-2}$

(গ) উদ্দীপকের ধারকটির ধারকত্ব নির্ণয় কর।

(ঘ) উদ্দীপকের  $M$  বিন্দু হতে  $N$  বিন্দুতে  $+2C$  আধানকে নিতে কোনো কাজ সম্পন্ন হবে কি? - গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে দেখাও।

২।

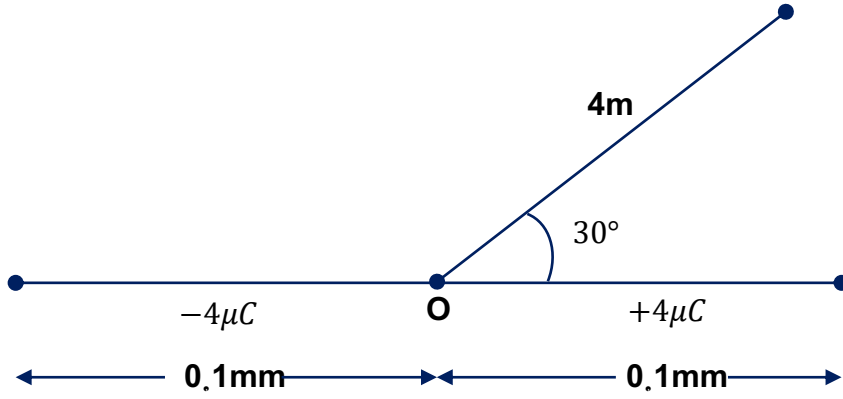


চিহ্নে দুটি ফাঁপা গোলকের পৃষ্ঠে চার্জ প্রদান করা হয়েছে।

(গ) গোলকদ্বয়ের সংযোজক সরলরেখা বরাবর নির্দেশিত বিন্দুর অবস্থান নির্ণয় কর।

(ঘ) গোলকদ্বয় একটি পরিবাহী তার দ্বারা সংযুক্ত করা হলে গোলকদ্বয়ে চূড়ান্ত চার্জের পরিমাণের তুলনামূলক বিশ্লেষণ কর।

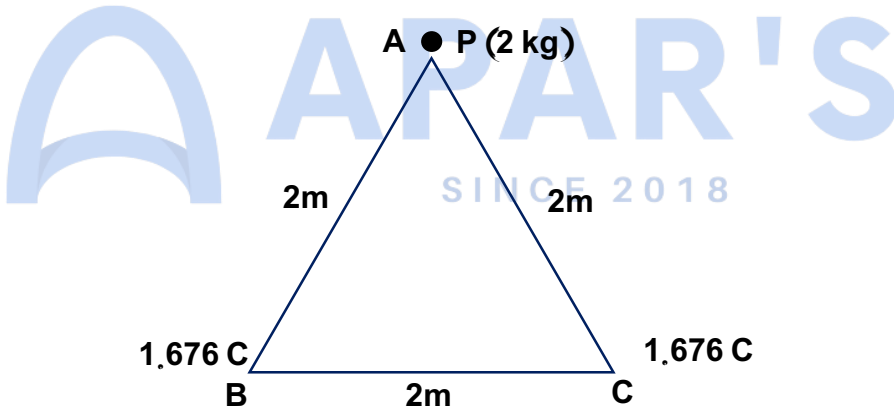
৩।



(গ) উদ্দীপকের  $P$  বিন্দুতে তড়িৎ বিভব বের করা

(ঘ)  $OP$  রেখা দ্বিভুজের মধ্য বিন্দুতে যথাক্রমে  $0^\circ$  এবং  $90^\circ$  কোণ উৎপন্ন করলে  $P$  বিন্দুতে তড়িৎ প্রাবল্যের কার্যকর পরিবর্তন হবে? গাণিতিক ব্যাখ্যা করা

৪।



চিত্রে  $ABC$  একটি সমবাহু ত্রিভুজ।

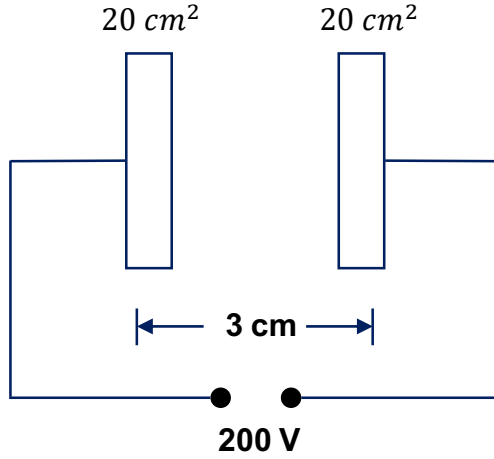
দ্বাদশ শ্রেণির ছাত্রী লাবিবা বলল,  $A$  বিন্দুতে স্থাপিত  $P$  বস্তুটি ঝুলবে। কিন্তু তার বান্ধবী লামিমা বলল, এটি সম্ভব নয়।

(গ) উদ্দীপকের  $A$  বিন্দুর বিভবের মান কত?

(ঘ) উদ্দীপকে উল্লিখিত দুই জনের মধ্যে কার উক্তিটি সঠিক? গাণিতিকভাবে যাচাই করা

সূচীপত্রে ফেরত

৬।

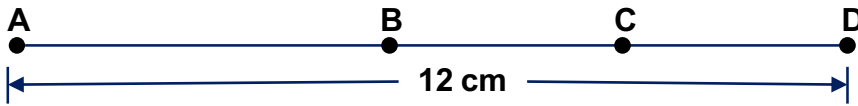


$20 \text{ cm}^2$  ক্ষেত্রফলের দুটি ধাতব পাতকে  $3 \text{ cm}$  ব্যবধানে রেখে চিত্র অনুযায়ী ধারক তৈরি করা হলো। পরবর্তীতে  $K = 5$  এবং  $2 \text{ mm}$  পুরুত্ববিশিষ্ট একটি ব্লক পাতদ্বয়ের মাঝে রেখে ধারকত্ব নির্ণয় করা হলো।

(গ) প্রথম ক্ষেত্রে পাতদ্বয় সম্পূর্ণ চার্জিত হলে সঞ্চিত শক্তির পরিমাণ নির্ণয় করা।

(ঘ) ১ম ক্ষেত্রের তুলনায় ২য় ক্ষেত্রে ধারকের কার্যকর পরিবর্তন হবে- গাণিতিকভাবে নির্ণয় করা।

৬।



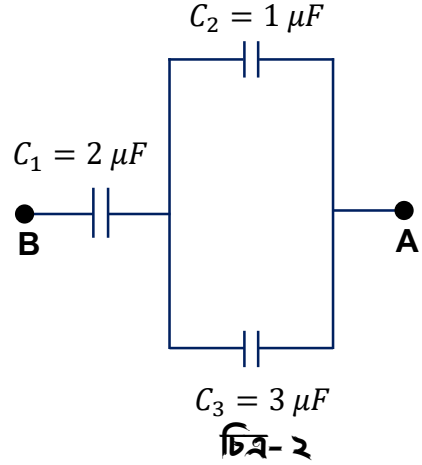
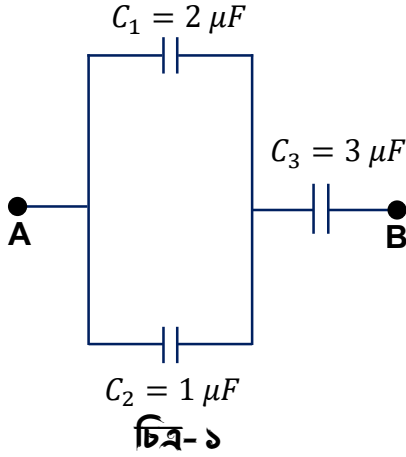
চিত্রের B ও C বিন্দুতে যথাক্রমে  $+9 \text{ nC}$  ও  $-16 \text{ nC}$  আধানযুক্ত দুটি বিন্দু বস্তু দৃঢ়ভাবে রাখা আছে।  $AD = 12 \text{ cm}$ ; B, AD এর মধ্যবিন্দু এবং C বিন্দু AD কে 2:1 অনুপাতে অন্তর্বিভক্ত করে।

(গ) D বিন্দুতে তড়িৎ বিভব নির্ণয় করা।

(ঘ) তৃতীয় একটি একক ধনাত্মক আধানযুক্ত বিন্দু বস্তুকে A বিন্দুতে স্থাপন করলে বস্তুটি কোন দিকে গতিশীল হবে? গাণিতিক বিশ্লেষণসহ নির্ণয় করা।

মূর্ত্যাপন্থে ফেরত

৭।

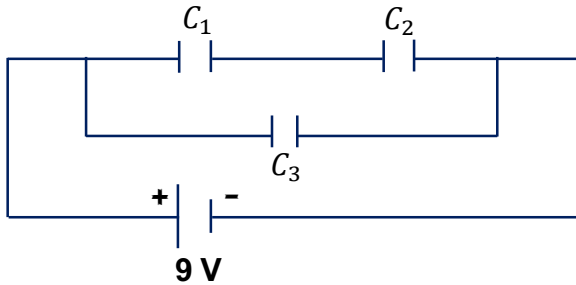


চিত্র-১ ও চিত্র-২ এর উভয় বর্তনীর A ও B বিন্দুর মধ্যে 220 V বিভব পার্থক্য প্রয়োগ করা হলো। প্রতিটি ধারকের প্রতিটি সমান্তরাল পাতের ক্ষেত্রফল  $6 \text{ cm}^2$

(গ) চিত্র-১ এর  $C_3$  ধারকের পাতদ্বয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব কত? (শূন্যস্থানে)

(ঘ) চিত্র-১ ও চিত্র-২ এর  $C_1$  ধারকে সঞ্চিত শক্তির পরিমাণ একই কিনা? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করা।

৮।



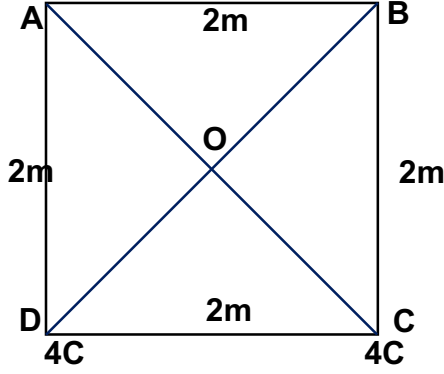
চিত্রানুযায়ী বর্তনীতে যুক্ত ধারকগুলোর প্রতিটির মান  $900 \text{ PF}$ । পাতদ্বয়ের ব্যবধান

$$0.4 \text{ cm} \mid \epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \text{ C}^2 \text{ N}^{-1} \text{ m}^{-2}$$

(গ) ধারকের যে কোনো একটি পাতের ক্ষেত্রফল নির্ণয় করা।

(ঘ)  $C_3$  ধারকে অপসারণ করে  $C_1$  ধারকের মধ্যে কাগজ ( $K = 3$ ) দ্বারা পূর্ণ করা হলে, বর্তনীর সঞ্চিত তড়িৎ শক্তি পূর্বাপেক্ষা বেশি হবে কিনা? গাণিতিকভাবে যাচাই করা।

৯।

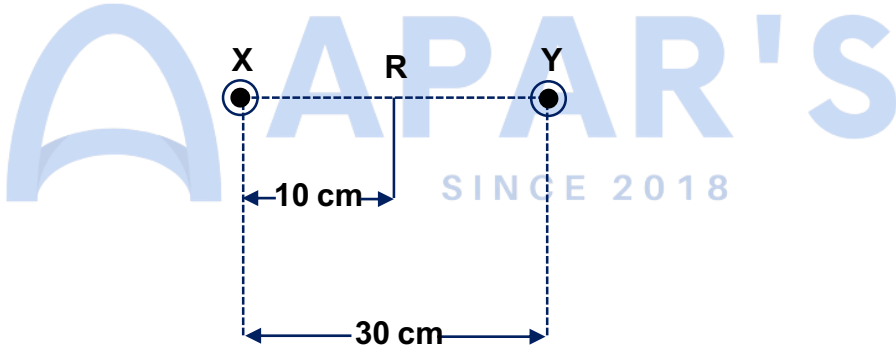


চিহ্নানুযায়ী বর্গক্ষেত্রের কেন্দ্র  $O$  -তে  $1 \mu C$  চার্জে চার্জিত  $12 kg$  ভরের একটি ধাতব গোলক রাখা হলো।

(গ) উদ্দীপকের ' $O$ ' বিন্দুতে মোট বিভব কত?

(ঘ) ধাতব গোলকটিকে সাম্যাবস্থায় রাখতে কী পরিমাণ বল কোনদিকে প্রয়োগ করতে হবে? গাণিতিকভাবে যাচাই করা।

১০।



সমান ব্যাসার্ধের দুটি গোলক  $X$  ও  $Y$  শূন্যস্থানে পরস্পর থেকে  $30 cm$  দূরে অবস্থিত।  $A$  গোলকে চার্জ  $+6 \times 10^{-12} C$  এবং  $B$  গোলকে চার্জ  $+24 \times 10^{-12} C$  আছে।

(গ)  $R$  বিন্দুতে তড়িৎ বিভব নির্ণয় করা।

(ঘ)  $R$  বিন্দুতে তড়িৎপ্রাবল্য শূন্য হতে পারে কিনা? গাণিতিক বিশ্লেষণ করা।

মূর্ত্যাপত্র ফেরত

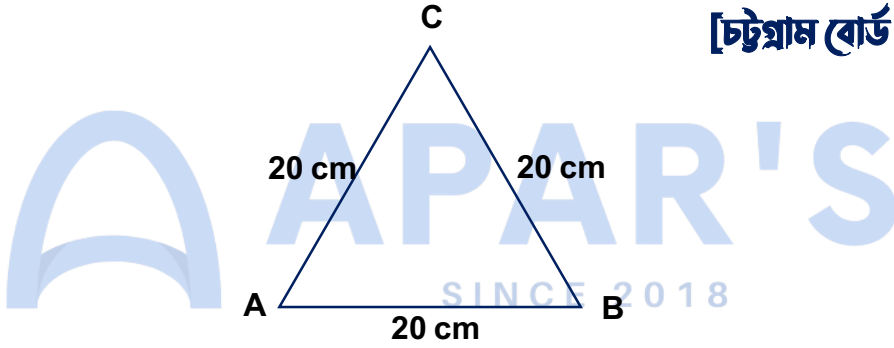
১১। বায়ু মাধ্যমে কোনো ধারকের সমান্তরাল পাত দুটির প্রতিটির ক্ষেত্রফল  $1 \times 10^{-4} m^2$  এবং তারা পরস্পর হতে  $2 \times 10^{-3} m$  দূরে অবস্থিত। ধারকটিকে  $2\mu C$  আধানে চার্জিত করলে পাতদ্বয়ের মধ্যে  $4mV$  বিভব পার্থক্যের সৃষ্টি হয়। পরবর্তীতে পাত দুটিকে সমদ্বিখণ্ডিত করে একই ব্যবধানে রেখে দুটি ধারক তৈরি করে শ্রেণি সমবায়ে মাজানো হলো।

[রাজশাহী বোর্ড – ২০২২]

- (গ) আদি অবস্থায় ধারকের পাতদ্বয়ের মধ্যবিন্দুতে তড়িৎ প্রাবল্য নির্ণয় করা  
(ঘ) পরবর্তী ঘটনায় সঞ্চিত শক্তি পূর্বাপেক্ষা বৃদ্ধি পাবে কি না- গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করা

১২।

[চট্টগ্রাম বোর্ড – ২০২২]



উপরের চিত্রে A ও B উভয় বিন্দুতেই  $150C$  চার্জ দেওয়া আছে।

- (গ) 'C' বিন্দুর তড়িৎ প্রাবল্যের মান কত?  
(ঘ) 'C' বিন্দুর তড়িৎ প্রাবল্যের দিক' কোন দিকে হবে? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করা



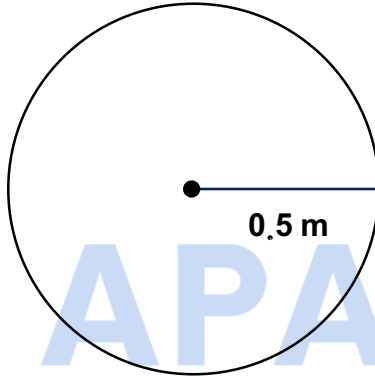
১৩। একটি সমান্তরাল পাত ধারকের প্রতি পাতের ক্ষেত্রফল  $4\text{mm}^2$  পাতদ্বয় বায়ুতে পরস্পর হতে  $0.5\text{m}$  ব্যবধানে অবস্থিত। প্রত্যেক পাতে সরবরাহকৃত চার্জের পরিমাণ  $9 \times 10^{-9} \text{ C}$ । [চট্টগ্রাম বোর্ড – ২০২২]

(গ) ধারকটির ধারকত্ব নির্ণয় করা।

(ঘ) পাতদ্বয়ের মধ্যকার বিভব পার্থক্য অর্ধেক করা হলে ধারকটির সঞ্চিত শক্তি পূর্বেকার সঞ্চিত শক্তির এক-চতুর্থাংশ হবে কি না? গাণিতিকভাবে যাচাই করা।

১৪।

[বরিশাল বোর্ড – ২০২২]



গোলকাকার পরিবাহীতে ১টি প্রোটনের সমপরিমাণ চার্জ দেয়া আছে। গোলকের ব্যাসার্ধ  $0.5\text{m}$ । (মাধ্যমের পরাবৈদ্যুতিক ধ্রুবক  $1.005$ ,  $\frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2\text{C}^{-2}$ )

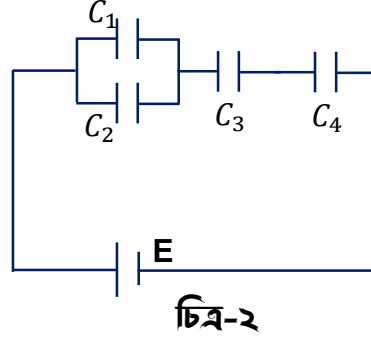
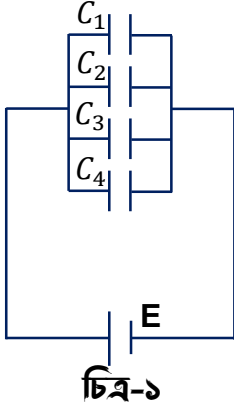
(গ) গোলকটির কেন্দ্র থেকে  $0.8\text{m}$  দূরের কোনো বিন্দুতে তড়িৎ বিভব নির্ণয় করা।

(ঘ) উদ্দীপকে চার্জিত গোলাকার পরিবাহীটিকে যদি সমান ব্যাসার্ধের ৫টি গোলকে বিভক্ত করা হয় যাতে প্রত্যেক গোলকে চার্জ সমভাবে বন্টিত হয় তাহলে পরিবর্তিত প্রতিটি পরিবাহীর পৃষ্ঠের বিভব পূর্বের পরিবাহীর পৃষ্ঠের বিভবের এক-পঞ্চমাংশ হবে কিনা? গাণিতিক ভাবে বিশ্লেষণ করা।

মূর্ত্যাপন্থে ফেরত

১৬। চিত্রে  $C_1 = C_2 = 2\mu F$ ,  $C_3 = C_4 = 4\mu F$ ,  $E = 12V$

[বরিশাল বোর্ড - ২০২২]



(গ) ১নং চিত্রে তুল্য ধারকত্ব নির্ণয় করা

(ঘ) উদ্দীপকের বর্তনী দুটির ক্ষেত্রে কোনটিতে সঞ্চিত শক্তির পরিণত বেশি হবে? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করা

১৬। দুটি একই রকমের ক্ষুদ্র ধাতব বলে যথাক্রমে  $+3nC$  এবং  $-12nC$  আধান আছে। এরা বায়ুতে  $3cm$  ব্যবধানে থাকলে এদের মধ্যে তড়িৎ আকর্ষণ বল ক্রিয়া করে। পরবর্তীতে বল দুটি পরস্পরের সাথে স্পর্শ করে পুনরায়  $3cm$  ব্যবধানে রাখা হলো।

[সিলেট বোর্ড - ২০২২]

(গ) প্রথম ক্ষেত্রে তড়িৎ আকর্ষণ বলের মান নির্ণয় করা

(ঘ) উদ্দীপকের দ্বিতীয় ক্ষেত্রে তড়িৎ বলের প্রকৃতি পূর্বের সমান না ভিন্ন-  
গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে মতামত দাও।

১৭। পরীক্ষাগারে একজন শিক্ষার্থী ধারক নিয়ে কাজ করছিলো। ধারকের প্রতিটি পাতের ক্ষেত্রফল  $45\text{cm}^2$  এবং পাতদ্বয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব  $2\text{mm}$  এবং একে  $400\text{V}$  এর উৎসের সাথে সংযোগ দিয়ে চার্জিত করা হচ্ছে। শিক্ষার্থী  $K = 5$  মানের পরাবৈদ্যুতিক মাধ্যম একবার প্রবেশ করিয়ে চার্জিত করলো এবং আরেকবার পরাবৈদ্যুতিক মাধ্যম-ব্যর্জিত চার্জিত করলো এবং সঞ্চিত শক্তি উভয় ক্ষেত্রে পরিমাপ করলো।

[দিনাজপুর বোর্ড – ২০২২]

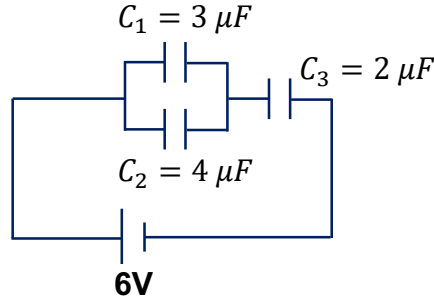
(গ) পরাবৈদ্যুতিক মাধ্যম ব্যতিরেকে ধারকটিতে প্রতিটি পাতে সঞ্চিত চার্জের মান কত?

(ঘ) উদ্দীপকে শিক্ষার্থীর পরীক্ষণে কোন ক্ষেত্রে সঞ্চিত শক্তির মান বেশি হবে গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করা।

১৮। চিত্রে  $1\text{m}$  দৈর্ঘ্যের একটি বর্গাকার টেবিল। টেবিল এর চারটি কোণা  $A, B, C$  এবং  $D$  তে যথাক্রমে  $4 \times 10^{-12}\text{C}$ ,  $4 \times 10^{-12}\text{C}$ ,  $2 \times 10^{-12}$  এবং  $2 \times 10^{-12}\text{C}$  চার্জ স্থাপন করা হলো এবং পরবর্তীতে  $10\text{ gm}$  ভরের  $+1\text{C}$  মানের চার্জিত একটি শোলা বল বর্গাকার তলের কেন্দ্রে স্থাপন করা হলো।

(গ) কেন্দ্রে চার্জিত বস্তু স্থাপনের পূর্বে কেন্দ্রে বিভবের মান নির্ণয় করা।

(ঘ) শোলা বলের উপর ক্রিয়াশীল তড়িৎ বল ও অভিকর্ষজ বলের মান ভিন্ন-গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করা।



বর্তনীটিতে বায়ু মাধ্যমে ধারকগুলোর প্রতিটির পাতদ্বয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব  $0.1 \text{ mm}$ ।  
তিনটি ধারককেই প্রদেয় তিনটি স্থানের মধ্যেই অবস্থান পরিবর্তন করা যায়।

(গ)  $C_1$  ধারকের পাতের ক্ষেত্রফল নির্ণয় করা।

(ঘ) ধারক তিনটি অবস্থান কীভাবে পরিবর্তন করলে বর্তনীতে সর্বোচ্চ সঞ্চিত  
শক্তি পাওয়া যাবে? গাণিতিকভাবে বর্তনী চিত্র অংকনপূর্বক বিশ্লেষণ করা।

একটি ধাতব গোলকের ব্যাসার্ধ  $0.25 \text{ m}$

- শূন্য মাধ্যমে এর ধারকত্ব কত?
- 10 পরাবৈদ্যুতিক ধ্রুবক বিশিষ্ট মাধ্যমে এর ধারকত্ব কত?
- এ দুই ধারকত্বের তুলনা করো।