

# স্থির তড়িৎ

## Static Electricity

অধ্যায়  
০২

এ অধ্যায়ে  
অনন্য  
সংযোজন

শিখনফলের  
ধারায় প্রশ্ন ও উত্তর

পাঠ্যবইয়ের সুস্থিত  
প্রশ্ন ও উত্তর

সমবিত্ত অধ্যায়ের  
প্রশ্ন ও উত্তর

সেরা কলেজের  
প্রশ্ন বিশ্লেষণ

আপস-এ  
MCQ Exam

### ডু. মি. কা (Introduction)

তড়িৎ শব্দটিকে গ্রিক শব্দ Elektron হতে গ্রহণ করা হয়েছে। যার ভিত্তিতে কোনো বস্তুতে স্থির তড়িৎ, তড়িৎক্ষেত্র, তড়িৎ শক্তির সঞ্চার হয় ও বস্তু ছোট ছোট কাগজের টুকরা আকর্ষণ করার সামর্থ্য অর্জন করে এবং যার গতিতে তড়িৎ প্রবাহ, তড়িৎক্ষেত্র ও চৌম্বক ক্ষেত্রের উভয় হয় তাকে চার্জ বলে। তড়িতের মূল ইলেক্ট্রন হলো চার্জ। এটি ধনাত্মক বা খণ্ডাত্মক হতে পারে। প্রকৃতিতে কোনো বস্তুর মোট চার্জ একটি ন্যূনতম মানের পূর্ণ সংখ্যার গুণিতক, চার্জের এ সর্বনিম্ন পরিমাণকে কোয়ান্টা বলে। দুটি সম্পরিমাণ কিন্তু বিপরীতধর্মী বিন্দু চার্জ পরস্পরের খুব কাছাকাছি অবস্থান করলে একটি তড়িৎ হিমেরু গঠিত হয়। স্থির বা গতিশীল চার্জের প্রকৃতি ও প্রভাব বা ক্রিয়াকে তড়িৎ বলে। স্থির চার্জের প্রভাব বা ক্রিয়াকে স্থির তড়িৎ এবং গতিশীল চার্জের প্রভাব বা ক্রিয়াকে চল তড়িৎ বলে।

### ► এক নজরে অধ্যায় বিন্যাস



শিক্ষার্থীদের সেরা প্রস্তুতির জন্য এ অধ্যায়টি পাঁচটি ধারাবাহিক  
পাটে বিভক্ত করে উপস্থাপন করা হলো। সহজে খুঁজে বের করার  
জন্য প্রতিটি পাটের সাথে পৃষ্ঠা নম্বর দেওয়া আছে। শিক্ষার্থীরা  
পার্টসমূহ অনুসরণে প্রস্তুতি গ্রহণ করলে পরীক্ষায় যেভাবেই প্রশ্ন  
আসুক না কেন, সহজেই ১০০% কমন নিশ্চিত করতে পারবে।



#### অনুশীলন [Practice]

১০০% সঠিক ফরম্যাট অনুসরণে শিখনফলের ধারায় প্রশ্ন ও উত্তর  
 সূজনশীল অংশ  
 কমন উপযোগী প্রশ্ন ও উত্তর  
 পৃষ্ঠা : ১৩-১৪৫

বহুনির্বাচনি অংশ  
 ১০০% নির্ভুল প্রশ্ন ও উত্তর  
 পৃষ্ঠা : ১৪৬-১৬৭



#### যাচাই ও স্থূল্যায়ন [Assessment & Evaluation]

মডেল টেস্ট আকারে সূজনশীল ও বহুনির্বাচনি প্রশ্নব্যাংক পৃষ্ঠা ১৬৮



#### এক্সক্লিসিভ সাজেশন্স [Exclusive Suggestions]

কলেজ পরীক্ষা ও ইচএসসি পরীক্ষা উপযোগী সাজেশন্স পৃষ্ঠা ১৭০



#### বিকল্প প্রস্তুতি [Alternative Preparation]

গতানুগতিক ধারার গুরুত্বপূর্ণ প্রশ্নের সমরয়ে বিশেষ পাঠ পৃষ্ঠা ১৭০



#### এক্সক্লিসিভ টিপস [Exclusive Tips]

পূর্ণাঙ্গ প্রস্তুতি নিশ্চিতকরে অভিনব কৌশলভিত্তিক নির্দেশনা পৃষ্ঠা ১৭০



#### EXCLUSIVE ITEMS Admission Test After HSC

মেডিকেল, ইঞ্জিনিয়ারিং ও বিশ্ববিদ্যালয় ভর্তি পরীক্ষায় আসা প্রশ্নোত্তর পৃষ্ঠা ১৭১

চিচার্স ম্যানুয়াল অনুসরণে  
 ভিত্তি ধারায় উপস্থাপন



### অধ্যায় সংশ্লিষ্ট ◉ বিজ্ঞানীর পরিচিতি



**ফ** রাসি পদার্থবিদ চার্লস কুলু  
য় যন্ত্রকোশল এবং তড়িৎ ও  
চুম্বকত্ত্বের ইতিহাসে বিশেষ স্থান দখল  
করে আছেন। তিনি ১৭৭৯ সালে ঘৰ্য্যলো  
সূত্র প্রদান করেন। আধুন-এর একক  
কুলু তাঁর নামানুসারে রাখা হয়েছে।



**ই** রেজে পদার্থবিজ্ঞানী  
মাইকেল ফ্যারাডে তড়িৎ  
বলবেরখার ধারণা প্রদান করেন। তড়িৎ  
রসায়নে ও তাঁর অবদান অসামান্য।  
ফ্যারাডে প্রতিষ্ঠা করেন যে, চুম্বক  
আলোক রশ্মিকে প্রভাবিত করে।



**জ** র্যান গণিতবিদ ও পদার্থবিদ  
কার্ল ক্রুডারিথ গস  
সংখ্যাতত্ত্ব, গণিতিক বিশ্লেষণ,  
আলোকবিজ্ঞান ও জ্যোতির্বিজ্ঞানে  
অসামান্য অবদান রাখেন। স্থির  
তড়িৎবিজ্ঞানে তিনি গাউসের সূত্র  
প্রদান করেন।



### ও.য়ে.ব.সা.ই.ট তথ্য সংযোগ

অধ্যায়টিকে বিষয়বস্তুর ওপর শিখনফলের  
ধারাবাহিকতায় প্রশ্ন তৈরিতে এবং উত্তরকে  
তথ্যবহুল ও নির্ভুলতা নিশ্চিতকরণে বোর্ড বইয়ের পাশাপাশি  
নিম্নে ওয়েব লিংকের সহায়তা নেওয়া হয়েছে—

[en.wikipedia.org/wiki/Coulomb's\\_law](http://en.wikipedia.org/wiki/Coulomb's_law)

[en.wikipedia.org/wiki/Static\\_electricity](http://en.wikipedia.org/wiki/Static_electricity)

[www.scencemadesimple.com/static.html](http://www.scencemadesimple.com/static.html)

[en.wikipedia.org/wiki/Equipotential\\_surface](http://en.wikipedia.org/wiki/Equipotential_surface)

[en.wikipedia.org/wiki/Electric\\_dipole\\_moment](http://en.wikipedia.org/wiki/Electric_dipole_moment)

[en.wikipedia.org/wiki/Insulator\\_\(electricity\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Insulator_(electricity))

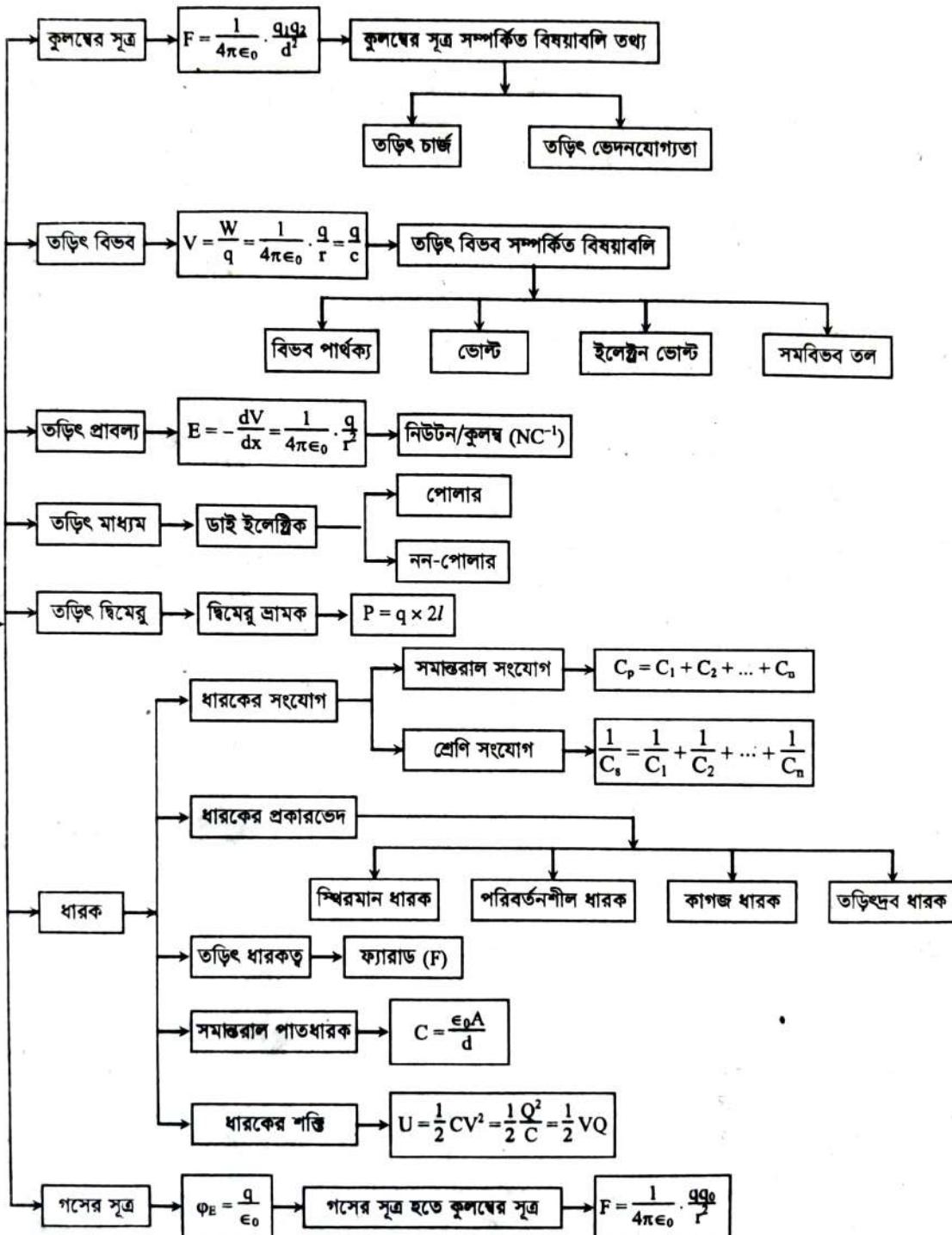
[en.wikipedia.org/wiki/Gauss's\\_law](http://en.wikipedia.org/wiki/Gauss's_law)

[en.wikipedia.org/wiki/Capacitor](http://en.wikipedia.org/wiki/Capacitor)

**৭৩**  
নজরে

 অধ্যায়ের  
প্রবাহ চিত্র

শিল্প শিক্ষার্থী বন্ধুরা, কোনো অধ্যায়ের বিষয়বস্তুর বিন্যাস ও ধারাবাহিকতা সম্পর্কে পূর্ব হতে ধারণা থাকলে প্রশ্ন ও উত্তর আস্তম করা সহজ হয়। নিম্নে এ অধ্যায়ের গুরুতপূর্ণ বিষয়বলি প্রবাহ চিত্র (Flow Chart) আকারে উপস্থাপন করা হলো, যা তোমাদের সহজেই এক নজরে অধ্যয়টি সম্পর্কে স্পষ্ট ধারণা পেতে সহায়তা করবে।



## অধ্যায় বিশ্লেষণ (Chapter Analysis)

- ১২২ টি সূজনশীল প্রশ্ন ও উত্তর (বোর্ড প্রশ্ন ২৭টি + অনুশীলনীর প্রশ্ন ৭৬টি + মাস্টার ট্রেইনার প্রশ্ন ১৪টি + কলেজ প্রশ্ন ৪টি + সমাইত প্রশ্ন ১টি)
- ৪১০ টি বহুনির্বাচনি প্রশ্ন ও উত্তর (বোর্ড প্রশ্ন ৮৫টি + মাস্টার ট্রেইনার প্রশ্ন ১৫৭টি + কলেজ প্রশ্ন ১২০টি + অনুশীলনীর প্রশ্ন ৪৮টি)



অনলাইনে প্রস্তুতি যাচাই

 INTERNET  
BASED

 www.sambadik.com  
সূজনশীল মডেল টেস্ট ০৫টি  
বহুনির্বাচনি মডেল টেস্ট ০৫টি

PART

01



অনুশীলন  
Practice

অধ্যায়ের শিখন উপায়

অধ্যায়টি অনুশীলন করে আমি যা জানতে পারব-

- কুলোর সূত্রকে ক্ষেত্রভেজে আলোকে ব্যাখ্যা করতে পারব।
- একটি বিন্দু চার্জের জন্য তড়িৎ বল, তড়িৎ ক্ষেত্র প্রাবল্য এবং তড়িৎ বিভবের মধ্যে সম্পর্ক বিশ্লেষণ করতে পারব।
- সমবিভব তল ব্যাখ্যা করতে পারব।
- তড়িৎ বিমেরু ব্যাখ্যা করতে পারব।
- একটি তড়িৎ বিমেরুর জন্য তড়িৎ বিভবের মান নির্ণয় করতে পারব।
- চার্জের কোয়ান্টায়ন এবং সংরক্ষণশীলতার ধর্ম ব্যাখ্যা করতে পারব।
- অপরিবাহী ও ডাইইলেক্টিক ব্যাখ্যা করতে পারব।
- ধারক ও ধারকত্ব ব্যাখ্যা করতে পারব।
- ধারকের শ্রেণি এবং সমান্তরাল সংযোগ ব্যাখ্যা করতে পারব।
- ধারকের তুল্য ধারকত্ব নির্ণয় করতে পারব।
- ধারকের শক্তি পরিমাপ করতে পারব।
- দৈনন্দিন জীবনে ধারকের ব্যবহার ব্যাখ্যা করতে পারব।
- কুলোর সূত্র থেকে গসের সূত্র প্রতিপাদন করতে পারব।
- গসের সূত্র ব্যবহার করে বিভিন্ন ক্ষেত্রে তড়িৎ ক্ষেত্র প্রাবল্য নির্ণয় করতে পারব।
- কুলোর সূত্রের সীমাবদ্ধতা ব্যাখ্যা করতে পারব।

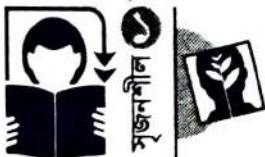
শিয় শিক্ষার্থী, Part 01 সম্পর্কৰূপে অনুশীলন নির্ভর; যা মূলত দুটি অংশে বিভক্ত— সূজনশীল অংশ ও বহুনির্বাচনি অংশ। তোমাদের অনুশীলনের সুবিধার্থে NCTB অনুমোদিত পাঠ্যবইসমূহের অনুশীলনীর প্রক্রিয়া ও উভয়ের পাশাপাশি এইচএসসি পরীক্ষা, মাটার ট্রেইনার প্যানেল, সীর্বস্বানীয় কলেজ ও সমরিত অধ্যায়ের প্রয়োজন সংযোজন করা হয়েছে। প্রক্রিয়া ও উভয়ের সর্বশেষ সংশোধিত ফরম্যাট অনুসৃত হয়েছে।

শিখন উপায়ের প্রয়োজন

- কুলোর সূত্র ও ক্ষেত্র তত্ত্ব সম্পর্কে অনুধাবন করতে পারব।
- একটি বিন্দু চার্জের জন্য তড়িৎ বল, তড়িৎ ক্ষেত্র প্রাবল্য এবং তড়িৎ বিভবের মধ্যে সম্পর্ক নির্ণয় করতে পারব।
- সমবিভব তল ও তড়িৎ বিমেরু সম্পর্কে জানতে পারব।
- শক্তির ব্যবহার শিখতে পারব।
- কুলোর সূত্র হতে গসের সূত্র প্রতিপাদন করতে পারব।
- তড়িৎ ক্ষেত্র প্রাবল্য নির্ণয়ে গাউসের সূত্রের ব্যবহার শিখতে পারব।
- চার্জের কোয়ান্টায়ন ও সংরক্ষণশীলতা নীতি বুঝতে পারব।
- কুলোর সূত্রের সীমাবদ্ধতা শিখতে পারব।

শিখন সহায়ক উপকরণ

- তড়িৎ বলরেখার মানচিত্রের ছবি।
- সাইটিফিক ক্যালকুলেটর।
- কুলোর সূত্রের সীমাবদ্ধতার একটি চার্ট।
- টপিক সংশ্লিষ্ট সকল সমীকরণের একটি ছক।
- কাগজ, মসলিন কাপড়, আলুমিনিয়াম পাত।
- পাঠ সংশ্লিষ্ট ভিডিও ক্লিপ।



সকল বোর্ডের এইচএসসি পরীক্ষার সূজনশীল প্রক্রিয়া ও উভয়

শিয় শিক্ষার্থী, সারা দেশের ৮টি শিক্ষা বোর্ডের এইচএসসি পরীক্ষা ২০১৯, ২০১৮, ২০১৭, ২০১৬ ও ২০১৫-এ আসা এ অধ্যায়ের সূজনশীল প্রক্রিয়ায় উভয়ের যথাযথ উভয় নিচে সংযোজিত হলো। এসব প্রক্রিয়া ও উভয়ের অনুশীলনের মাধ্যমে তোমরা এইচএসসি পরীক্ষার প্রক্রিয়া ও উভয়ের ধরন সম্পর্কে স্পষ্ট ধারণা পাবে।

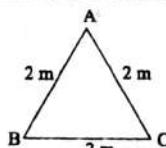
এইচএসসি পরীক্ষা ২০১৯ এর প্রক্রিয়া ও উভয়

**প্রমুখ ।** চিত্রে ভূমির উল্লম্ব বরাবর ABC

একটি সমবাহু ত্রিভুজ।

$$q_1 = 3 \times 10^{-9} C$$

$$q_2 = 3 \times 10^{-9} C$$



ক. ইলেক্ট্রন ভোল্ট কাকে বলে?

১

খ. কোনো বস্তুর আধান  $2 \times 10^{-19} C$  হতে পারে না—  
ব্যাখ্যা কর।

২

গ. A বিন্দুতে বিভবের মান কত?

৩

ঘ. A বিন্দুতে 2 kg ভরের একটি বস্তু ঝুলিয়ে রাখতে হলে  
কি বৈদ্যুতিক ব্যবস্থা নিতে হবে? বিশ্লেষণ কর।

৪

[ঢ. বো. '১৯]

১ম প্রশ্নের উভয়

ক. একটি ইলেক্ট্রন তড়িৎ ক্ষেত্রে 1 V বিভবের পার্থক্যের দুটি বিন্দুর  
মধ্যে স্থানান্তরে যে কাজসম্পর্ক হয় তাকে ইলেক্ট্রন ভোল্ট বলে।

খ. এখানে, আধান,  $q = 2 \times 10^{-19} C$

$$\text{এখন, } \frac{q}{e} = \frac{4 \times 10^{-19}}{1.6 \times 10^{-19}} = 1.25$$

এখানে, আধানটি ইলেক্ট্রনের আধান  $e$  এর সরল গুণিতক নয়।  
কাজেই কোনো বস্তুর আধান  $2 \times 10^{-19} C$  হতে পারে না।

গ. এখানে, B বিন্দুতে চার্জ,  $q_1 = 3 \times 10^{-9} C$

C বিন্দুতে চার্জ,  $q_2 = 3 \times 10^{-9} C$

$$r_{BA} = r_{CA} = 2m$$

$$\therefore A \text{ বিন্দুতে বিভব, } V_A = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \times \left( \frac{q_1}{r_{BA}} + \frac{q_2}{r_{CA}} \right)$$

$$= 9 \times 10^9 \times \left( \frac{3 \times 10^{-9}}{2} + \frac{3 \times 10^{-9}}{2} \right) V$$

$$= 27 V$$

অতএব, উদ্দিপক অনুসারে A বিন্দুতে বিভবের মান 27 V।

ঘ. এখানে, ভর,  $m = 2 kg$

বস্তুটি ঝুলিয়ে রাখতে প্রয়োজনীয় বল,

$$F = mg = (2 \times 9.8) = 19.6 N$$

$$F = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2 \cdot F_1 \cdot F_2 \cos 60^\circ}$$

$$\text{বা, } F^2 = 3 F_1^2$$

$$\text{বা, } F_1 = \sqrt{\frac{F^2}{3}} = \frac{F}{\sqrt{3}} = \frac{19.6}{\sqrt{3}} N = 11.32 N$$

$$\text{আবার, } F_1 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \times \frac{q^2}{r^2}$$

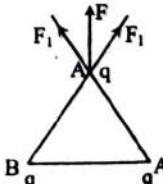
$$\text{বা, } q^2 = \frac{F_1 \times r^2}{1} \times \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$$

$$\text{বা, } q = \sqrt{\frac{11.32 \times 2^2}{9 \times 10^9}} C$$

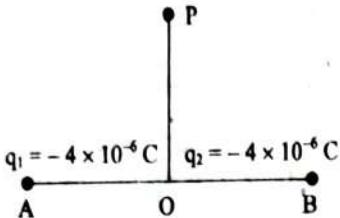
$$\text{বা, } q = \sqrt{5.03 \times 10^{-9}} C$$

$$\therefore q = 7.09 \times 10^{-5} C$$

অতএব, B ও C বিন্দুতে  $7.09 \times 10^{-5} C$  মানের দুটি সমধর্মী চার্জ  
স্থাপন করে 2 kg ভরের বস্তুটিকে  $7.09 \times 10^5 C$  মানের একইধর্মী  
চার্জে চার্জিত করে A বিন্দুতে স্থাপন করলে তা ঝুলে থাকবে।



**প্ৰৱৰ্তন ২** A বিন্দুতে চার্জের পৰিমাণ  $q_1 = -4 \times 10^{-6} \text{ C}$  এবং B বিন্দুতে  $q_2 = -4 \times 10^{-6} \text{ C}$ । এখনে,  $OP = OA = OB = 10 \text{ cm}$ ,  $OP \perp AB$



- ক. তড়িৎ বিমেৰু কাকে বলে? ১  
 খ. কোনো কোষের তড়িচালক শক্তি  $1.5 \text{ V}$  বলতে কি বুঝা? ২  
 গ.  $q_1$  ও  $q_2$  চার্জের জন্য 'O' বিন্দুৰ বিভব নিৰ্ণয় কৰ। ৩  
 ঘ. বৰ্ণিত চার্জসহয়ের জন্য O ও P বিন্দুৰ তড়িৎ প্ৰাবল্য একই হবে কি না? যাচাই কৰে মতামত দাও। ৪

[ৱা. বো. '১৯]

### ২নং প্ৰশ্নেৰ উত্তৰ

ক. এক জোড়া সমান ও বিপৰীত বিন্দু আধান অৱলু দূৰত্বে অবস্থিত থাকলে তাকে তড়িৎ বিমেৰু বলে।

খ. কোনো কোষের তড়িচালক বল  $1.5 \text{ V}$  বলতে বুঝায়  $1 \text{ C}$  চার্জকে কোষ সমেত কোনো বতনীৰ এক বিন্দু থেকে সম্পূৰ্ণ বতনী ঘূৰিয়ে আৰাব এ বিন্দুতে আনতে  $1.5 \text{ J}$  পৰিমাণ কাজ কৰতে হয়।

গ. এখনে,  $q_1 = -4 \times 10^{-6} \text{ C}$   
 $q_2 = -4 \times 10^{-6} \text{ C}$   
 $OP = OA = OB = 10 \text{ cm} = 0.1 \text{ m}$

$$\begin{aligned} O \text{ বিন্দুৰ বিভব}, V_0 &= \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \times \left( \frac{q_1}{OA} + \frac{q_2}{OB} \right) \\ &= 9 \times 10^9 \times \left( \frac{-4 \times 10^{-6}}{0.1} + \frac{-4 \times 10^{-6}}{0.1} \right) \text{ V} \\ &= -7.2 \times 10^5 \text{ V} \end{aligned}$$

অতএব,  $q_1$  ও  $q_2$  চার্জের জন্য 'O' বিন্দুৰ বিভব  $-7.2 \times 10^5 \text{ V}$ ।

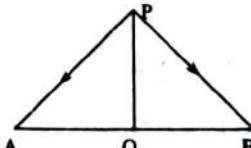
ঘ. এখনে,  $OA = OP = OB = 10 \text{ cm}$  এবং  $OP \perp AB$

$$\begin{aligned} \therefore AP = BP &= \sqrt{OA^2 + OP^2} \\ &= \sqrt{10^2 + 10^2} \text{ cm} \\ &= \sqrt{200} \text{ cm} = 0.14 \text{ m} \end{aligned}$$

$q_1$  ও  $q_2$  চার্জসহয় সমধৰ্মী হওয়ায় O বিন্দুতে তাদেৱ প্ৰাবল্যসহয় পৰম্পৰ বিপৰীতমূৰ্তি।

$$\begin{aligned} \therefore O \text{ বিন্দুতে প্ৰাবল্য}, E_0 &= \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \left( \frac{4 \times 10^{-6}}{0.1^2} - \frac{4 \times 10^{-6}}{0.1^2} \right) \\ &= 9 \times 10^9 \times \left( \frac{4 \times 10^{-6}}{0.1^2} - \frac{4 \times 10^{-6}}{0.1^2} \right) = 0 \end{aligned}$$

- ই.  $E_0 = 0$   
 $OP \perp AB$ ,  
 $AO = OP = OB$   
 $\angle APO = \angle BPO = 45^\circ$   
 $\angle APB = 90^\circ$



$q_1$  চার্জের দৱুন P বিন্দুতে প্ৰাবল্য PA বৰাবৰ এবং  $q_2$  চার্জের দৱুন P বিন্দুতে প্ৰাবল্য PB বৰাবৰ—

$$\begin{aligned} \therefore E_1 &= \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \times \frac{q_1}{PA^2} \\ &= 9 \times 10^9 \times \frac{4 \times 10^{-6}}{0.14^2} \text{ NC}^{-1} \\ &= 1.84 \times 10^6 \text{ NC}^{-1} \text{ এৰ দিক } PA \text{ বৰাবৰ} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} E_2 &= \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \times \frac{q_2}{OB^2} \\ &= 9 \times 10^9 \times \frac{4 \times 10^{-6}}{0.14^2} \text{ NC}^{-1} \\ &= 1.84 \times 10^6 \text{ NC}^{-1} \text{ এৰ দিক } PB \text{ বৰাবৰ} \end{aligned}$$

∴ P বিন্দুতে নিটো প্ৰাবল্য,

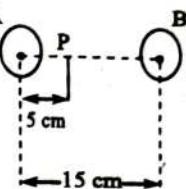
$$\begin{aligned} E_P &= \sqrt{E_1^2 + E_2^2 + 2 \cdot E_1 \cdot E_2 \cos (\angle APB)} \\ &= \sqrt{E_1^2 + E_2^2 + 2 \cdot E_1 \cdot E_2 \cos 90^\circ} \\ &= \sqrt{E_1^2 + E_2^2} \\ &= \sqrt{(1.84 \times 10^6)^2 + (1.84 \times 10^6)^2} \text{ NC}^{-1} \end{aligned}$$

$$\therefore E_P = 2.6 \times 10^6 \text{ NC}^{-1} \text{ এৰ দিক } PO \text{ বৰাবৰ}$$

উপৰোক্ত গাণিতিক বিশ্লেষণে দেখা যাচ্ছে,  $E_0 \neq E_P$

অতএব, বৰ্ণিত চার্জসহয়ের জন্য O ও P বিন্দুতে তড়িৎ প্ৰাবল্য একই হবে না।

**প্ৰৱৰ্তন ৩** সমান ব্যাসাৰ্দেৰ দুটি গোলক A



ও B শূন্যস্থানে পৰম্পৰ থেকে 15 cm দূৰে অবস্থিত। A গোলকে চার্জ  $+3 \times 10^{-12} \text{ C}$  এবং B গোলকে চার্জ  $+12 \times 10^{-12} \text{ C}$  আছে।

ক. তাপগতিবিদ্যাৰ শূন্যতম সূত্ৰটি লিখ । ১

খ. বুদ্ধতাপীয় প্ৰক্ৰিয়া একটি সমএন্ট্ৰোপি প্ৰক্ৰিয়া— ব্যাখ্যা কৰ । ২

গ. P বিন্দুতে তড়িৎ বিভব নিৰ্ণয় কৰ । ৩

ঘ. P বিন্দুতে তড়িৎ প্ৰাবল্য শূন্য হতে পাৰে কি? গাণিতিক বিশ্লেষণ কৰে যুক্তি উপস্থাপন কৰ । ৪

[ঘ. বো. '১৯]

### ৩নং প্ৰশ্নেৰ উত্তৰ

ক. তাপগতিবিদ্যাৰ শূন্যতম সূত্ৰটি হলো— দুটি বৰু যদি ততীয় কোনো বস্তুৰ (তাপমান বৰু) সাথে পৃথকভাৱে তাপীয় সাময়ে থাকে তবে থৰ্মোমোট বৰু দুটি পৰম্পৰেৱ সাথে তাপীয় সাময়ে থাকবে।

খ. আমৰা জানি, এন্ট্ৰোপিৰ পৰিবৰ্তন,  $dS = \frac{dQ}{T}$

বুদ্ধতাপীয় প্ৰক্ৰিয়া,  $dQ = 0$

$\therefore dS = \frac{0}{T} = 0$  অৰ্থাৎ বুদ্ধতাপীয় প্ৰক্ৰিয়া এন্ট্ৰোপিৰ পৰিবৰ্তন শূন্য।

এন্ট্ৰোপি হচ্ছে বিশ্বজ্ঞলাৰ পৰিমাপ। তাপ গ্ৰহণে এই বিশ্বজ্ঞলা বৃদ্ধি পায়, তাপ বৰ্জনে বিশ্বজ্ঞলা হ্ৰাস পায়। বুদ্ধতাপীয় প্ৰক্ৰিয়ায় যেহেতু সিস্টেমে তাপেৱ আদান-প্ৰদান হয় না তাই সিস্টেমেৰ বিশ্বজ্ঞলাৰ কোনো পৰিবৰ্তন হয় না তথা এন্ট্ৰোপিৰ পৰিবৰ্তন হয় না। অৰ্থাৎ, বুদ্ধতাপীয় প্ৰক্ৰিয়া একটি সমএন্ট্ৰোপি প্ৰক্ৰিয়া।

ঘ. এখনে, A বিন্দু হতে P বিন্দুৰ দূৰত্ব,  $r_1 = 5 \text{ cm} = 0.05 \text{ m}$

B বিন্দু হতে P বিন্দুৰ দূৰত্ব,  $r_2 = (15 - 5) \text{ cm} = 10 \text{ cm} = 0.1 \text{ m}$

A গোলকেৰ চার্জ,  $q_A = 3 \times 10^{-12} \text{ C}$

B গোলকেৰ চার্জ,  $q_B = 12 \times 10^{-12} \text{ C}$

P বিন্দুতে তড়িৎ বিভব,  $V = ?$

আমৰা জানি,  $V = V_1 + V_2$

$$\begin{aligned} &= \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_A}{r_1} + \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_B}{r_2} \\ &= \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \left( \frac{q_A}{r_1} + \frac{q_B}{r_2} \right) \\ &= 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2 \text{C}^{-2} \left( \frac{3 \times 10^{-12} \text{ C}}{0.05 \text{ m}} + \frac{12 \times 10^{-12} \text{ C}}{0.1 \text{ m}} \right) \\ &= 1.62 \text{ V} \end{aligned}$$

সুতৰাং P বিন্দুৰ বিভব 1.62 V

এখানে, A গোলকের চার্জ,  $q_A = 3 \times 10^{-12} C$

B গোলকের চার্জ,  $q_B = 12 \times 10^{-12} C$

মধ্যবর্তী দূরত্ব,  $r_1 = AP = 5 cm = 0.05 m$

এবং  $r_2 = BP = 10 cm = 0.1 m$

P বিন্দুর প্রাবল্য, E = ?

A বিন্দুর চার্জের দরুন P বিন্দুতে প্রাবল্য,

$$E_A = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q_A}{r_1}$$

$$= 9 \times 10^9 N m^2 C^{-2} \times \frac{3 \times 10^{-12} C}{(0.05 m)^2} = 10.8 NC^{-1}$$

B বিন্দুর চার্জের দরুন P বিন্দুতে প্রাবল্য,

$$E_B = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q_B}{r_2}$$

$$= 9 \times 10^9 N m^2 C^{-2} \times \frac{12 \times 10^{-12} C}{(0.1 m)^2}$$

$$= 10.8 NC^{-1}$$

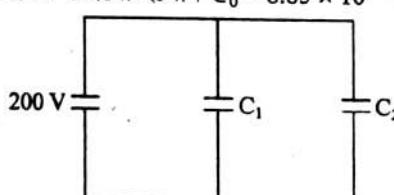
$$\text{সম্মিলিত প্রাবল্য}, E = \sqrt{E_A^2 + E_B^2 + 2 E_A E_B \cos 180^\circ}$$

$$= \sqrt{E_A^2 + E_B^2 - 2 E_A \cdot E_B} [\because E_A = E_B]$$

$$= \sqrt{2 E_A^2 - 2 E_A^2} = 0$$

অর্থাৎ, P বিন্দুতে তড়িৎ প্রাবল্য শূন্য হতে পারে।

**বিন্দুর প্রক্রিয়া** নিচের বর্তনীতে  $C_1$  ও  $C_2$  দুটি সমান্তরাল পাত ধারক যুক্ত করা হয়েছে যাদের প্রতিটির দুই পাতের ব্যবধান 0.5 cm এবং ধারকত্ব 600 PF. পরবর্তীতে  $C_1$  ধারককে কাগজ ( $k = 3.5$ ) দ্বারা পূর্ণ করা হলো এবং  $C_2$  এর ঠিক মাঝখানে সমান্তরাল পাতের অনুরূপ পাতলা পাত প্রবেশ করানো হলো।  $\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} C^2 N^{-1} M^{-2}$



ক. আলোর ব্যতিচার কাকে বলে?

খ. তড়িৎ ব্যাটারির গায়ে 5 Am-hour লেখার অর্থ ব্যাখ্যা কর।

গ. ধারকের প্রতি পাতের ক্ষেত্রফল নির্ণয় কর।

ঘ. ধারক দুটিতে কাগজ ও পাত প্রবেশ করানোর পর বর্তনীর সঞ্চিত তড়িৎ শক্তির ক্রিয় পরিবর্তন হবে— গাণিতিক ব্যাখ্যা দাও।

১

২

৩

৪

৫

৬

[কৃ. বো. '১৯]

### ৮নং প্রশ্নের উত্তর

ক. দুটি সুসংজ্ঞাত উৎস হতে নিম্নস্থিত সমান কম্পাঙ্ক ও বিস্তারের দুটি আলোক তরঙ্গ কোনো মাধ্যমের একটি বিন্দুর মধ্য দিয়ে একই সাথে গমন করলে তরঙ্গ দুটির উপরিপাতনের ফলে বিন্দুটি কখনও কখনও শুধু উজ্জ্বল ও কখনও কখনও অস্থিকার দেখায়। আলোকের এ ঘটনাই আলোর ব্যতিচার।

খ. তড়িৎ ব্যাটারির গায়ে 5 Am-hour লেখার অর্থ ব্যাটারি কর্তৃক সরবরাহকৃত তড়িৎ প্রবাহ এবং প্রবাহ কালের গুণফল 5 Am-hour হবে। অর্থাৎ ব্যাটারিটি যদি 1 Am তড়িৎ প্রবাহ সরবরাহ করে তবে এটি 5 hour লেবে।

গ. এখানে, পাতের ব্যবধান,  $d = 0.5 cm = 0.5 \times 10^{-2} m$

ধারকত্ব,  $C = 600 PF = 600 \times 10^{-12} F$

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

আমরা জানি,

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

$$\text{বা, } A = \frac{Cd}{\epsilon_0} = \frac{600 \times 10^{-12} \times 0.5 \times 10^{-2}}{8.85 \times 10^{-12}} m^2$$

$$\therefore A = 0.34 m^2$$

অতএব, ধারকের প্রতি পাতের ক্ষেত্রফল  $0.34 m^2$ ।

এখানে,  $C_1 = C_2 = 600 PF = 600 \times 10^{-12} F$

$V = 200 V$

∴ ১ম অবস্থায় বর্তনীর তুল্য ধারকত্ব,

$$C_p = C_1 + C_2 = (600 \times 10^{-12} + 600 \times 10^{-12}) F$$

$$\therefore C_p = 1.2 \times 10^{-9} F$$

১ম অবস্থায় বর্তনীর সঞ্চিত শক্তি,

$$U = \frac{1}{2} C_p V^2$$

$$\text{বা, } U = \frac{1}{2} \times 1.2 \times 10^{-9} \times 200^2 J$$

$$\therefore U = 2.4 \times 10^{-5} J$$

কাগজ প্রবেশের পর  $C_1$  ধারকের ধারকত্ব,

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

$$\text{বা, } C_1' = \frac{3.5 \times 8.85 \times 10^{-12} \times 0.34}{0.5 \times 10^{-2}} F$$

$$\therefore C_1' = 2.1 \times 10^{-9} F$$

$C_2$  ধারকের মাঝখানে সমান্তরালে পাতলা পাত প্রবেশ করানোর ফলে এর ধারকত্বের কোন পরিবর্তন হবে না।

∴ ২য় অবস্থায়  $C_2$  ধারকের ধারকত্ব,  $C_2' = C_2 = 600 \times 10^{-12} F$

∴ ২য় অবস্থায় বর্তনীর তুল্য ধারকত্ব,

$$C_p' = C_1' + C_2' = (2.1 \times 10^{-9} + 600 \times 10^{-12}) F$$

$$\therefore C_p' = 2.7 \times 10^{-9} F$$

∴ ২য় ক্ষেত্রে ধারকে সঞ্চিত শক্তি,

$$U' = \frac{1}{2} C_p' V^2$$

$$\text{বা, } U' = \frac{1}{2} \times 2.7 \times 10^{-9} \times 200^2 J$$

$$\therefore U' = 5.4 \times 10^{-5} J$$

সঞ্চিত শক্তির পরিবর্তন,

$$\Delta U = U' - U \\ = (5.4 \times 10^{-5} - 2.4 \times 10^{-5}) J \\ = 3 \times 10^{-5} J$$

অতএব, ধারক দুটিতে কাগজ ও পাত প্রবেশ করানোর পর বর্তনীর সঞ্চিত শক্তি  $3 \times 10^{-5} J$  বৃদ্ধি পাবে।

**বিন্দুর প্রক্রিয়া** একটি সমান্তরাল পাত ধারকের প্রতি পাতের ক্ষেত্রফল  $10^{-4} cm^2$ । পাতব্য বায়ুতে পরম্পর হতে 1 cm ব্যবধানে অবস্থিত। প্রত্যেক পাতে সরবরাহকৃত চার্জের পরিমাণ  $8.9 \times 10^{-10} C$ ।

ক. তড়িৎ আবেশ কাকে বলে?

খ. মিটার ব্রীজের প্রাপ্ত সংশোধন করা হয় কেন?

গ. ধারকের পাতব্যের চার্জ ঘনত্ব নির্ণয় কর।

ঘ. পাতব্যের মধ্যকার বিভব পার্শ্বক্ষ অর্ধেক করা হলে ধারকত্বের সঞ্চিত শক্তি পূর্বাকার সঞ্চিত শক্তির এক-চতুর্থাংশ হবে কি না— গাণিতিকভাবে যাচাই কর।

[ক. বো. '১৯]

### ৮নং প্রশ্নের উত্তর

ক. চার্জিত বস্তুর উপস্থিতিতে অচার্জিত পরিবাহী কণস্থায়ীভাবে চার্জিত হওয়াকে তড়িৎ আবেশ বলে।

খ. মিটাৰ ত্ৰিজ তাৰেৰ দু'প্ৰাণ ধাৰণ পাতেৰ সাথে বালাই কৱে লাগানো থাকে। ফলে বালাইয়েৰ দৰুন প্ৰাণে কিছু রোধ আসে। তাহাড়া তামা বা পিতলেৰ পাতেৰ কিছু রোধ থাকে। এমনকি তাৱটিও ঠিক এক মিটাৰ না-ও থাকতে পাৰে। এসৰ কাৰণে ধৰে নেওয়া হয় তাৰেৰ দু'প্ৰাণে কিছু রোধ অন্তৰুক্ত হয়। এ রোধ হিসাবে না আমলে ফলাফল তুটিপূৰ্ণ হয়। এ কাৰণে একে প্ৰাণ তুটি বলা হয়। এই তুটি দূৰ কৱাৰ জনাই মিটাৰ ত্ৰিজেৰ প্ৰাণ সংশোধন কৱা হয়।

গ. এখানে, ধাৰকেৰ প্ৰত্যেক পাতেৰ ক্ষেত্ৰফল,

$$A = 10^{-4} \text{ cm}^2 = 10^{-8} \text{ m}^2$$

$$\text{পাতহয়েৰ মধ্যবৰ্তী দূৰত্ব}, d = 1 \text{ cm} = 1 \times 10^{-2} \text{ m}$$

$$\text{প্ৰত্যেক পাতে আধান}, Q = 8.9 \times 10^{-10} \text{ C}$$

$$\text{ধাৰকেৰ পাতহয়েৰ চাৰ্জ ঘনত্ব}, \sigma = ?$$

$$\text{আমৰা জানি}, \sigma = \frac{Q}{A} = \frac{8.9 \times 10^{-10}}{10^{-8}} \text{ m}^{-2} = 8.9 \times 10^{-2} \text{ m}^{-2}$$

ঘ. এখানে, ধাৰকেৰ ধাৰকত্ব,

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

$$= \frac{8.854 \times 10^{-12} \times 10^{-8} \times 1}{1 \times 10^{-2}} F [k = 1 \text{ ধৰে}] \\ = 8.854 \times 10^{-18} F$$

∴ ধাৰকে সঞ্চিত শক্তি,

$$U_1 = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C} = \frac{1}{2} \times \frac{(8.9 \times 10^{-10})^2}{8.854 \times 10^{-18}} J = 4.47 \times 10^{-2} J$$

পূৰ্বেৰ অবস্থায় পাতহয়েৰ মধ্যবৰ্তী বিভব,

$$V = \frac{Q}{C} = \frac{8.9 \times 10^{-10}}{8.854 \times 10^{-18}} V = 1.005 \times 10^8 V$$

বিভব অর্ধেক হলে,  $V' = 0.5 \times 10^8 V$

∴ ধাৰকেৰ সঞ্চিত শক্তি,

$$U_2 = \frac{1}{2} CV^2$$

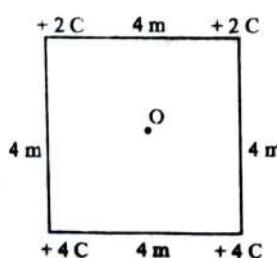
$$= \frac{1}{2} \times (8.854 \times 10^{-18}) \times (0.5 \times 10^8)^2 J$$

$$= 1.10675 \times 10^{-2} J$$

$$\therefore \frac{U_2}{U_1} = \frac{1.10675 \times 10^{-2}}{4.47 \times 10^{-2}} = \frac{1}{4}$$

$$\therefore U_2 = \frac{1}{4} U_1$$

অতএব, পাতহয়েৰ মধ্যকাৰ বিভব পাৰ্শক্য অর্ধেক কৱা হলো ধাৰকটিৰ সঞ্চিত শক্তি পূৰ্বেৰ সঞ্চিত শক্তিৰ এক-চতুৰ্থাংশ হবে।



পৰবৰ্তীতে বৰ্গক্ষেত্ৰেৰ কেন্দ্ৰ (O) তে  $+1 C$  চাৰ্জে চাৰ্জিত  $9.8 \text{ kg}$  ভৱেৰ একটি বস্তু রাখা হলো।

ক. পোলাৰ ডাই ইলেকট্ৰিক কাকে বলে?

১

খ. কোনো বস্তুতে যেকোনো মানেৰ চাৰ্জ থাকতে পাৰে না—  
ব্যাখ্যা কৰা।

২

গ. উচীপকে 'O' বিন্দুতে বিভব কত?

৩

ঘ. ২য় ক্ষেত্ৰে বস্তুটি সাম্যবস্থায় থাকবে কি-না গণিতিক  
বিশ্লেষণেৰ মাধ্যমে মন্তব্য কৱ।

৪

## ৬নং প্ৰশ্নৰ উত্তৰ

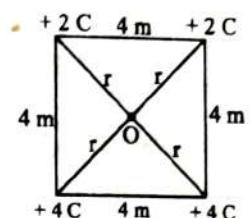
ক. যে সকল ডাই ইলেকট্ৰিক পদাৰ্থেৰ কোনো অণুৰ ঝনাঝক  
আধানেৰ কেন্দ্ৰ ঝনাঝক আধানেৰ কেন্দ্ৰেৰ সাথে সমাপত্তি হয় না  
সেই সকল ডাই ইলেকট্ৰিক পদাৰ্থকে পোলাৰ ডাই ইলেকট্ৰিক  
পদাৰ্থ বলে।

খ. আধানেৰ কোয়ান্টায়ন হতে আমৰা জানি, কোন বস্তুতে আধানেৰ  
পৰিমাণ নিৱৰ্বলিম অৰ্থাৎ যে কোনো মানেৰ ( $4.5 e, 3.2 e$ ) হতে পাৰে  
না একটি নিৰ্দিষ্ট সৰ্বনিম মানেৰ অৰ্থাৎ ইলেকট্ৰনেৰ আধানেৰ মানেৰ  
সৱল গুণীতক হবেই অৰ্থাৎ  $4e, -3e, 2e$  ইত্যাদি মানেৰ হবে।

গ. এখানে,  $r = \frac{\sqrt{4^2 + 4^2}}{2} \text{ m} = 2\sqrt{2} \text{ m}$

∴ বৰ্গক্ষেত্ৰেৰ কেন্দ্ৰে বিভব,

$$V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0 r} (q_1 + q_2 + q_3 + q_4) \\ = 9 \times 10^9 \times \frac{1}{2\sqrt{2}} (2 + 2 + 4 + 4) V \\ = 3.82 \times 10^{10} V$$

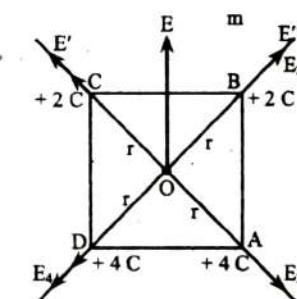


ঘ. 'g' হতে  $r = 2\sqrt{2}$

এখানে, A বিন্দুৰ আধানেৰ জন্য O বিন্দুতে তড়িৎ প্ৰাৰ্বল্য,

$$E_1 = 9 \times 10^9 \times \frac{4}{(2\sqrt{2})^2} NC^{-1}$$

$= 4.5 \times 10^9 NC^{-1}$ , OC বৰাবৰ



D বিন্দুৰ আধানেৰ জন্য O বিন্দুতে তড়িৎ প্ৰাৰ্বল্য,

$$E_2 = 9 \times 10^9 \times \frac{4}{(2\sqrt{2})^2} NC^{-1}$$

$= 4.5 \times 10^9 NC^{-1}$ , OB বৰাবৰ

C বিন্দুৰ আধানেৰ জন্য O বিন্দুতে তড়িৎ প্ৰাৰ্বল্য,

$$E_3 = 9 \times 10^9 \times \frac{2}{(2\sqrt{2})^2} NC^{-1}$$

$= 2.25 \times 10^9 NC^{-1}$ , OA বৰাবৰ

B বিন্দুৰ আধানেৰ জন্য O বিন্দুতে তড়িৎ প্ৰাৰ্বল্য,

$$E_4 = 9 \times 10^9 \times \frac{2}{(2\sqrt{2})^2} NC^{-1}$$

$= 2.25 \times 10^9 NC^{-1}$ , OD বৰাবৰ

এখানে,  $E_1$  এবং  $E_3$  এৰ লম্বি,

$$E' = E_1 - E_3 [\because \alpha = 180^\circ]$$

$= 2.25 \times 10^9 NC^{-1}$ , OC বৰাবৰ

আবাৰ,  $E_2$  এবং  $E_4$  এৰ লম্বি,

$$E'' = E_2 - E_4 = 2.25 \times 10^9 NC^{-1}$$
, OB বৰাবৰ

∴ আবাৰ,  $E''$  এবং  $E'$  এৰ মধ্যবৰ্তী কোণ,  $\alpha = 90^\circ$

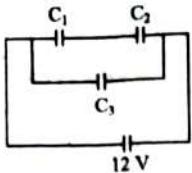
$$\therefore চূড়ালম্বি, E = \sqrt{E'^2 + E''^2} = 3.18 \times 10^9 NC^{-1}$$

আবাৰ,  $F_g = mg = (9.8 \times 9.8) N = 9.6 \times 10^1 N$

$$\text{আমৰা পাই}, F_E = qE = 1 \times 3.18 \times 10^9 N \neq F_g$$

∴ ২য় ক্ষেত্ৰে বস্তুটি সাম্যবস্থায় থাকবে না।

পাশের বকলীতে যুক্ত ধারকগুলোর প্রতিটির মান  $0.2 \mu F$ ।



- ক. চৌম্বক ক্ষেত্র প্রাবল্য কাকে বলে? ১  
 খ. বড় বস্তুর তরঙ্গ বৈশিষ্ট্য অস্পষ্ট কেন ব্যাখ্যা কর? ২  
 গ. বকলীর তুল্য ধারকত্ব নির্ণয় কর। ৩  
 ঘ. বকলী হতে  $C_3$  কে সরিয়ে নিলে সঞ্চিত তত্ত্ব শক্তির কীবৃপ্ম পরিবর্তন হবে গাণিতিক বিপ্লবণ দাও। ৪  
 [ব. বো. '১৯]

### ৭নং প্রশ্নের উত্তর

কোনো চৌম্বক ক্ষেত্রের দিকের সাথে সমকোণে একক বেগে চলমান একটি একক আধানের ওপর ক্রিয়াশীল বলের মানকে ঐ চৌম্বক ক্ষেত্রের চৌম্বক ক্ষেত্র প্রাবল্য বলে।

বড় বস্তুর তরঙ্গ বৈশিষ্ট্য অস্পষ্ট থাকে কারণ, বড় বস্তুর ডি-ব্রগলী তরঙ্গাদৈর্ঘ্য অনেক ক্ষুদ্র। আমরা জানি, ডি-ব্রগলী তরঙ্গাদৈর্ঘ্য,  $\lambda = \frac{h}{P}$ ; যেখানে  $h =$  প্ল্যান্কের ধ্রুবক  $= 6.626 \times 10^{-34} \text{ J-s}$  এবং  $P =$  বস্তুর ভরবেগ  $= mv$ । এখন, বড় বস্তুর ভর  $m$  এর মান বেশ হওয়া  $\lambda = \frac{h}{P} = \frac{h}{mv}$  স্থানুযায়ী  $\lambda$  এর মান অত্যধিক ক্ষুদ্র হওয়ায় আপাতভাবে বস্তুটির মধ্যে কোনো তরঙ্গাদৈর্ঘ্য লক্ষ করা যায় না অর্থাৎ বস্তুর তরঙ্গ বৈশিষ্ট্য অস্পষ্ট হয়।

এখানে,  $C_1 = C_2 = C_3 = 0.2 \mu F$

$C_1$  ও  $C_2$  এর তুল্য ধারকত্ব  $C_s$  হলো,

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

$$\text{বা, } C_s = \frac{C_1}{2} [\because C_2 = C_1]$$

$$\text{বা, } C_s = \frac{0.2 \mu F}{2} = 0.1 \mu F$$

এখন, প্রদত্ত বকলীর তুল্য ধারকত্ব  $C_p$  হলো,

$$C_p = C_s + C_3 = (0.1 + 0.2) \mu F$$

$$\therefore C_p = 0.3 \mu F$$

অতএব, উকীপকের বকলীর তুল্য ধারকত্ব  $0.3 \mu F$ ।

গ' হতে পাই, প্রদত্ত বকলীতে তুল্য ধারকত্ব,

$$C_p = 0.3 \mu F = 0.3 \times 10^{-6} F$$

এখন,  $C_3$  কে সরিয়ে নিলে বকলীর তুল্য ধারকত্ব দাঢ়ায়,

$$C_s = 0.1 \mu F [গ' হতে]$$

$$= 0.1 \times 10^{-6} F$$

$C_3$  সহ বকলীতে সঞ্চিত শক্তি,  $E = \frac{1}{2} C_p V^2$

$$\text{বা, } E = \frac{1}{2} \times 0.3 \times 10^{-6} \times 12^2 J \mid \text{এখানে, } V = 12 V$$

$$\text{বা, } E = 2.16 \times 10^{-5} J$$

$C_3$  ছাড়া বকলীতে সঞ্চিত শক্তি,

$$E' = \frac{1}{2} C_s V^2 = \frac{1}{2} \times 0.1 \times 10^{-6} \times 12^2 J$$

$$\therefore E' = 7.2 \times 10^{-6} J$$

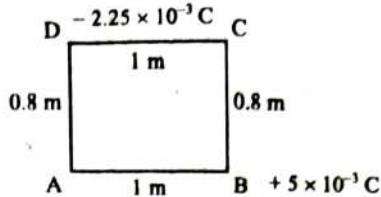
$$\therefore \frac{E'}{E} = \frac{7.2 \times 10^{-6}}{2.16 \times 10^{-5}}$$

$$\text{বা, } E' = \frac{1}{3} E$$

অতএব, বকলী হতে  $C_3$  কে সরিয়ে নিলে সঞ্চিত শক্তি হাল পেয়ে এক-তৃতীয়াংশ হবে।

### এইচএসসি পরীক্ষা ২০১৮ এর প্রশ্ন ও উত্তর

প্রশ্ন | ABCD আয়তকার ক্ষেত্রে B ও D বিন্দুতে যথক্রমে  $+5 \times 10^{-3} C$  এবং  $-2.25 \times 10^{-3} C$  চার্জ স্থাপন করা হলো। (বায়ু মাধ্যম)



ক. কৌণিক বিবর্ধন কাকে বলে? ১

খ. টাংস্টেন রোধের উক্ষতা সহগ  $4.25 \times 10^{-3}/^{\circ}C$  বলতে কী বুঝ? ২

গ. A বিন্দুতে প্রাবল্য কত? ৩

ঘ. A ও C কে ধাতব পরিবাহী তার দ্বারা যুক্ত করলে কোন দিক হতে ধনাত্মক আধান প্রবাহিত হবে গাণিতিকভাবে মতামত দাও। ৪

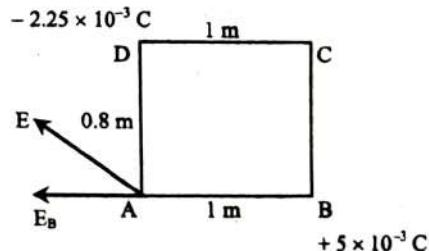
[খ সেট : ঢাকা; সিলেট; দিনাজপুর বোর্ড '১৮]

### ৮নং প্রশ্নের উত্তর

ক. বিষ দ্বারা সৃষ্টি দৃষ্টিকোণ ও বন্ধ দ্বারা সৃষ্টি দৃষ্টিকোণের অনুপাতই কৌণিক বিবর্ধন।

খ.  $0^{\circ}C$  তাপমাত্রায় একক রোধের কোনো পরিবাহীর তাপমাত্রা প্রতি একক বৃদ্ধিতে তার রোধের যে বৃদ্ধি ঘটে তাকে ঐ পরিবাহীর উপাদানের রোধের উক্ষতা সহগ  $4.5 \times 10^{-3} K^{-1}$  বলতে বোঝায় যে  $0^{\circ}C$  তাপমাত্রার  $1 \Omega$  রোধবিশিষ্ট টাংস্টেনের তারের তাপমাত্রা  $1 K$  বাড়ালে এর রোধ  $4.5 \times 10^{-3} \Omega$  বৃদ্ধি পায়।

গ.



D বিন্দুর চার্জের দরুন A বিন্দুতে প্রাবল্য।

$$E_D = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{2.25 \times 10^{-3}}{0.8^2} NC^{-1} = 9 \times 10^9 \times \frac{2.25 \times 10^{-3}}{0.8^2} NC^{-1}$$

$\therefore E_D = 31640625 NC^{-1}$  এর দিকে A থেকে D-এর দিকে

B বিন্দুর চার্জের দরুন A বিন্দুতে প্রাবল্য

$$E_B = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{5 \times 10^{-3}}{1^2} NC^{-1} = 9 \times 10^9 \times 5 \times 10^{-3} NC^{-1}$$

$\therefore E_B = 45000000 NC^{-1}$  এর দিকে B থেকে A-এর দিকে

A বিন্দুতে নিট প্রাবল্য,  $E = \sqrt{E_D^2 + E_B^2}$

$$= \sqrt{31640625^2 + 45000000^2} NC^{-1}$$

$$\therefore E = 55010264.05 NC^{-1}$$

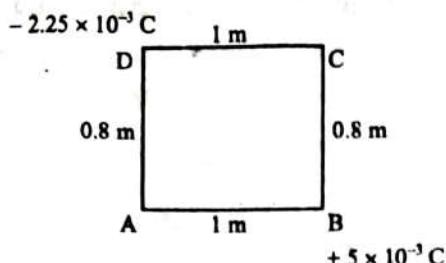
সম্মিলিত প্রাবল্য AD এর সাথে  $\theta$  কোণ উৎপন্ন করলে,  $\tan \theta = \frac{E_B}{E_D}$

$$= \frac{45000000}{31640625} = \frac{64}{45}$$

$$\therefore \theta = \tan^{-1} \left( \frac{64}{45} \right) = 54.89^{\circ}$$

অতএব, A বিন্দুতে প্রাবল্য  $55010264.05 NC^{-1}$  এবং AD এর সাথে বাইরের দিকে  $54.89^{\circ}$  কোণ উৎপন্ন করে।

৪



B ও D বিস্তুর চার্জসহের দরুন A বিস্তুতে বিভব,

$$V_A = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \left( \frac{-2.25 \times 10^{-3}}{0.8} + \frac{5 \times 10^{-3}}{1} \right) = 9 \times 10^9 \times \frac{7}{3200} \text{ V}$$

$$\therefore V_A = 19687500 \text{ V}$$

আবার, B ও D বিস্তুর চার্জসহের দরুন C বিস্তুতে স্কট বিভব,

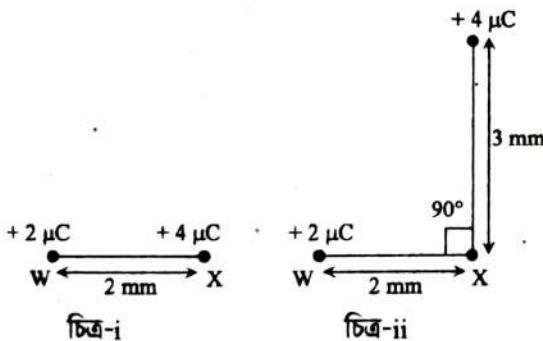
$$V_C = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \left( \frac{-2.25 \times 10^{-3}}{1} + \frac{5 \times 10^{-3}}{0.8} \right) = 9 \times 10^9 \times \frac{1}{250} \text{ V}$$

$$\therefore V_C = 36000000 \text{ V}$$

যেহেতু,  $V_C > V_A$  অতএব A ও C কে ধাতব পরিবাহী তার ছারা যুক্ত করলে ধনাত্মক আধান C হতে A এর দিকে প্রবাহিত হবে।

### ৫ এইচএসসি পরীক্ষা ২০১৭ এর প্রশ্ন ও উত্তর

১ এইচএসসি নিচের উকিলকটি লক্ষ কর এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :



চিত্র (i) এ W এবং X বিস্তুতে দুটি বিস্তুচার্জ স্থির রয়েছে।

ক. ধারকত্ব কী?

খ. কোনো বর্তনীতে কোথের অভ্যন্তরীণ রোধের ভূমিকা কী? ১

গ. +2 μC চার্জটির উপর ক্রিয়াশীল বল নির্ণয় কর। ২

ঘ. W বিস্তুতে +2 μC চার্জটিকে স্থির রেখে +4 μC

চার্জটিকে Y বিস্তুতে সরানো হলো (চিত্র-ii)। চিত্র (i)

অবস্থানে এবং চিত্র (ii) অবস্থানে +4 μC চার্জটির

তড়িৎ বিভবের কোনো পরিবর্তন হবে কি? বিশ্লেষণ কর। ৪

[স. বো. '১৭]

### ২ ১০৮ প্রশ্নের উত্তর

১ কোনো ধারকের প্রত্যেক পাতে যে পরিমাণ আধান জমা হলে পাতবর্ষের মধ্যে একক বিভব পার্থক্য বজায় থাকে তাই ঐ ধারকের ধারকত্ব।

২ তড়িৎ কোষযুক্ত কোনো বর্তনীতে যখন প্রবাহ চলে তখন প্রবাহ কোষের ভেতরে তরল বা অন্যান্য পদার্থের মধ্য দিয়েও প্রবাহিত হয়। কোষের ভেতরে তড়িৎ প্রবাহের দিক কোষের ঝগাছক পাত থেকে ধনাত্মক পাতের দিকে। এই পাতবর্ষের মধ্যকার বিভিন্ন পদার্থ তড়িৎ প্রবাহের বিরুদ্ধে বাধার সৃষ্টি করে। এর ফলে কোষ অভ্যন্তরীণ রোধের সৃষ্টি হয় যা বিভব পতনে ভূমিকা রাখে।

৩ এখানে,

$$q_1 = 2 \mu\text{C} = 2 \times 10^{-6} \text{ C}$$

$$q_2 = 4 \mu\text{C} = 4 \times 10^{-6} \text{ C}$$

ধ্বনি,  $\frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2 \text{ C}^{-2}$  মধ্যবর্তী দূরত্ব,  $r = 2 \text{ mm} = 2 \times 10^{-3} \text{ m}$

ক্রিয়াশীল বল,  $F = ?$

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

$$= 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2 \text{ C}^{-2} \times \frac{2 \times 10^{-6} \text{ C} \times 4 \times 10^{-6} \text{ C}}{(2 \times 10^{-3} \text{ m})^2}$$

$$= 1.8 \times 10^4 \text{ N}$$

অতএব,  $+2 \mu\text{C}$  চার্জটির উপর ক্রিয়াশীল বল  $1.8 \times 10^4 \text{ N}$

৪ এখানে, আধান,  $q_1 = 2 \mu\text{C} = 2 \times 10^{-6} \text{ C}$

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

চিত্র (i) অবস্থানে দূরত্ব,  $r_1 = 2 \text{ mm} = 2 \times 10^{-3} \text{ m}$

$\therefore$  চিত্র (i) অবস্থানে,  $+4 \mu\text{C}$  এর তড়িৎ বিভব,

$$V_1 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q_1}{r_1}$$

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

$$= 9 \times 10^6 \text{ V}$$

আবার, চিত্র (ii) অবস্থানে,  $q_1$  থেকে  $+4 \mu\text{C}$  এর দূরত্ব,

$$r_2 = \sqrt{2^2 + 3^2} \text{ mm}$$

$$= \sqrt{13} \text{ mm} = \sqrt{13} \times 10^{-3} \text{ m}$$

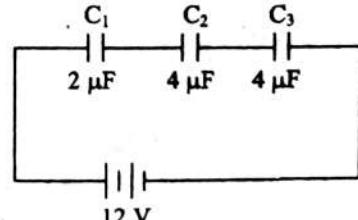
$\therefore$  চিত্র (ii) অবস্থানে,  $4 \mu\text{C}$  এর তড়িৎ বিভব

$$V_2 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q_1}{r_2}$$

$$= 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2 \text{ C}^{-2} \times \frac{2 \times 10^{-6} \text{ C}}{\sqrt{-3} \times 10^{-3} \text{ m}} = 4.99 \times 10^6 \text{ V}$$

$\therefore$  তড়িৎ বিভবের পরিবর্তন হবে  $= 9 \times 10^6 \text{ V} - 4.99 \times 10^6 \text{ V} = 4.01 \times 10^6 \text{ V}$

৩ প্রশ্ন ১০। নিচে একটি তড়িৎ বর্তনী দেখানো হলো :



ক. ধারক কী?

খ. 3.67 ফ্যারাড বলতে কী বুঝায়?

গ. সমবায়টিতে সঞ্চিত শক্তির পরিমাণ নির্ণয় কর।

ঘ. সর্বোচ্চ সঞ্চিত শক্তি পেতে উকিলকের সমবায়টির কী রকমের পরিবর্তন প্রয়োজন— গাপিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে ব্যাখ্যা কর।

[স. বো. '১৭]

### ৪ ১০৮ প্রশ্নের উত্তর

১ কাষাকাছি স্থাপিত দুটি পরিবাহীর মধ্যবর্তী স্থানে অন্তরক পদার্থ বেরে তড়িৎ আধানরূপে শক্তি সঞ্চয় করে রাখার যাত্রিক কৌশলই ধারক।

২ কোনো পরিবাহীর তড়িৎ বিভব এক একক বৃদ্ধি করতে এর মধ্যে যে পরিমাণ চার্জ প্রদান করতে হয়, তাকে ঐ পরিবাহীর ধারকত্ব বলে। কোনো ধারকের ধারকত্ব 3.67 F বলতে বুঝায় ঐ ধারকের বিভব 1 V বাঢ়াতে 3.67 C চার্জের প্রয়োজন।

১) এখন, তুল্য ধারকত্ব  $C_s$  হলে,

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

$$\text{বা, } \frac{1}{C_s} = \frac{1}{2\mu F} + \frac{1}{4\mu F} + \frac{1}{4\mu F}$$

$$\text{বা, } \frac{1}{C_s} = \frac{2+1+1}{4\mu F}$$

$$\text{বা, } \frac{1}{C_s} = \frac{4}{4\mu F}$$

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

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

$$= \frac{1}{2} \times 1 \times 10^{-6} F \times (12 V)^2 = 7.2 \times 10^{-5} J$$

অতএব, সমবায়টির সম্ভিত শক্তির পরিমাণ  $7.2 \times 10^{-5} J$

২) উচ্চীপকের সমবায়টিতে ধারকত্ব প্রেশি সমবায়ে সংযুক্ত। এক্ষেত্রে সম্ভিত শক্তির পরিমাণ  $7.2 \times 10^{-5} J$  (গ থেকে প্রাপ্ত)

এখন, ধারকত্বকে সমান্তরাল সমবায়ে সংযুক্ত করলে তুল্য ধারকত্বের মান হবে,

$$C_p = C_1 + C_2 + C_3$$

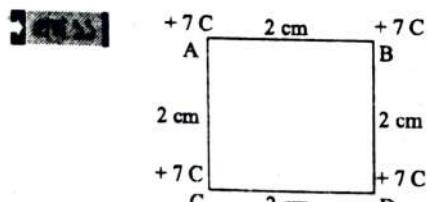
$$= 2\mu F + 4\mu F + 4\mu F = 10\mu F = 10 \times 10^{-6} F$$

এক্ষেত্রে, সম্ভিত শক্তি  $U_1$  হলে,

$$U_1 = \frac{1}{2} C_p V^2 = \frac{1}{2} \times 10 \times 10^{-6} F \times (12 V)^2 = 7.2 \times 10^{-4} J$$

এখানে,  $U_1 > U$

আমরা জানি, ধারকের সমান্তরাল সমবায়ের ক্ষেত্রে তুল্য ধারকত্বের মান সর্বোচ্চ হয়, এক্ষেত্রে বিভব পার্থক্যের মান অপরিবর্তিত রেখে সর্বোচ্চ সম্ভিত শক্তি পেতে হলে ধারকগুলোকে সমান্তরাল সমবায়ে সংযুক্ত করতে হবে।



কেন্দ্র O এবং 2 cm বাহুবিশিষ্ট একটি বর্গক্ষেত্র ABCD। বর্গক্ষেত্রটির প্রত্যেক বিন্দু A, B, C ও D তে  $+7C$  চার্জ আছে।

ক. তড়িৎ ছি-মেরু কাকে বলে?

১

খ. দশ ইলেক্ট্রন ভোল্ট বলতে কী বোঝায়?

২

গ. উচ্চীপকের O বিন্দুতে প্রাবল্য নির্ণয় কর।

৩

ঘ. উচ্চীপকের ABCD বর্গক্ষেত্রটির কেন্দ্রে বিভব শূন্য পাওয়ার জন্য B বিন্দুতে চার্জের কী পরিবর্তন দরকার -বিশ্লেষণ কর।

৪

[য. বো. '১১]

### ১১নং প্রশ্নের উত্তর

ক) এক জোড়া সহান ও বিপরীত বিন্দু আধান অল দূরত্বে অবস্থিত থাকলে তাকে তড়িৎ ছি-মেরু বলে।

খ) পারমাণবিক এবং নিউক্লিয় পদার্থবিদ্যায় কাজ বা শক্তির একক হলো ইলেক্ট্রনভোল্ট। তড়িৎ ক্ষেত্রের দূটি বিন্দুর বিভব পার্থক্য যদি  $V$  হয় এবং একটি মূল আধান ইলেক্ট্রন এক বিন্দু হতে অপর বিন্দুতে পতিশীল হলে যে পতিশীল অর্জন করে তাকে এক ইলেক্ট্রন ভোল্ট বলে। সুতরাং দশ ইলেক্ট্রন ভোল্ট বলতে বুঝায় দুটি বিন্দুর বিভব পার্থক্য  $10 V$  হলে একটি মূল ইলেক্ট্রন এক বিন্দু থেকে অপর বিন্দুতে পতিশীল হতে অর্জিত পতিশীল।

গ) এখানে,  $AB = BC = CD = AD = 2\text{ cm}$

$\therefore$  প্রতিটি কৌণিক বিন্দু থেকে O বিন্দুর দূরত্ব,

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

এখন, A, B, C ও D বিন্দুর আধানের জন্য O বিন্দুর প্রাবল্য যথাক্রমে  $E_1, E_2, E_3$  ও  $E_4$  হলে,

O বিন্দুর প্রাবল্য হলে,  $E = E_1 + E_2 - E_3 - E_4$  [ $\because E_1$  ও  $E_2$  এবং  $E_2$  ও  $E_4$  এর দিক পরম্পর বিপরীত]

$$\begin{aligned} \text{বা, } E &= \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_A}{r} + \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_B}{r} - \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_C}{r} - \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_D}{r} \\ &= \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \left( \frac{q_A}{r} + \frac{q_B}{r} - \frac{q_C}{r} - \frac{q_D}{r} \right) \\ &= \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \left( \frac{7}{(\sqrt{2} \times 10^{-2})^2} + \frac{7}{(\sqrt{2} \times 10^{-2})^2} - \frac{7}{(\sqrt{2} \times 10^{-2})^2} - \frac{7}{(\sqrt{2} \times 10^{-2})^2} \right) \\ &= \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \times 0 = 0 \end{aligned}$$

অতএব, O বিন্দুতে প্রাবল্যের মান শূন্য।

ঘ) এখানে, A, B, C ও D বিন্দুর অধীনে,

$$q_A = q_B = q_C = q_D = 7C$$

প্রতিটি কৌণিক বিন্দুতে থেকে কেন্দ্রের দূরত্ব  $r = \sqrt{2} \text{ cm}$  [গ নং থেকে প্রাপ্ত]

$$= \sqrt{2} \times 10^{-2} \text{ m}$$

এখানে, ধরি, B বিন্দুর চার্জ  $q$  হলে কেন্দ্রে বিভব শূন্য হবে,

$$\therefore O = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \left( \frac{q_A}{r} + \frac{q}{r} + \frac{q_C}{r} + \frac{q_D}{r} \right)$$

$$\text{বা, } \frac{q_A}{r} + \frac{q}{r} + \frac{q_C}{r} + \frac{q_D}{r} = 0$$

$$\text{বা, } \frac{1}{r} (q_A + q + q_C + q_D) = 0$$

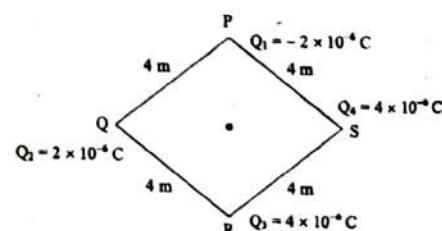
$$\text{বা, } q_A + q + q_C + q_D = 0$$

$$\text{বা, } q = -(q_A + q_C + q_D) = -(7 + 7 + 7) C = -21 C$$

$$\therefore B \text{ বিন্দুতে চার্জের পরিবর্তন করতে হবে} = \{7 - (-21)\} C = 28 C$$

অতএব, B বিন্দুর চার্জ  $28C$  কমিয়ে  $-21C$  করা হলে কেন্দ্রে বিভব শূন্য হবে।

### প্রশ্ন ১২।



চিত্রে প্রদর্শিত উপুরতলে রাখিত বর্গকার ক্ষেত্রের চার কৌণিক বিন্দুতে চারটি চার্জ স্থাপন করা হলো। বিতীয় ক্ষেত্রে বর্গক্ষেত্রের কেন্দ্রে  $2 \times 10^{-6} C$  মানের চার্জযুক্ত  $2.5 \times 10^{-4} kg$  ভরের একটি বস্তু শূন্যে স্থাপন করা হয়। ( $g = 10 m s^{-2}$ )

ক. তড়িৎ ছি-মেরু ভাবক কাকে বলে?

১

খ. গোলাকার পরিবাহীর ধারকত্ব বনাম ব্যাসার্ধ লেখচিত্রের ঢাল কী নির্দেশ করে? ব্যাখ্যা কর।

২

গ. বর্গক্ষেত্রের কেন্দ্রে নতুন চার্জটি বসানোর পূর্বে বিভবের মান নির্ণয় কর।

৩

ঘ. উচ্চীপকে কৌণিক বিন্দুগুলোর চার্জসমূহ পুনর্বিন্যস্ত করে কেন্দ্রের চার্জিত বস্তুটিকে ভাসমান রাখা সত্ত্বে -গাপিতিক বিশ্লেষণের সাহায্যে দেখাও।

৪

[কু. বো. '১১]

### ১২নং প্রশ্নের উত্তর

ক) কোনো একটি তড়িৎ ছি-মেরুর যেকোনো একটি আধানের পরিমাণ এবং তাদের মধ্যবর্তী দূরত্বের গুণফলকে ছি-মেরু ভাবক বলে।

আমরা জানি, গোলাকার পরিবাহীর ব্যাসার্ধ r হলে ধারকত C =  $4\pi\epsilon_0$  বা C  $\propto r$ । চার্জ গোলকের বাইরের পৃষ্ঠে অবস্থান করে। ব্যাসার্ধ বেশি হলে গোলকের পৃষ্ঠ পর্যন্ত দূরত্ব বেশি হয়। তাই গোলাকার পরিবাহীর ব্যাসার্ধ বাড়লে ধারকত বাঢ়ে। এখন ধারকত বনাম ব্যাসার্ধ লেখচিত্র অঙ্কন করলে সেখচিত্রটি একটি মূলবিন্দুগামী সরলরেখা হবে। যার ঢাল একটি ধ্রুবক  $4\pi\epsilon_0$  কে নির্দেশ করে।

এখানে,  $PQ = QR = RS = PS = 4 \text{ m}$

প্রতিটি কৌণিক বিন্দু থেকে কেন্দ্রের দূরত্ব,

$$r = \frac{1}{2} \sqrt{4^2 + 4^2} \text{ m} = \frac{1}{2} \sqrt{32} \text{ m} = 2\sqrt{2} \text{ m}$$

P বিন্দুর চার্জ  $Q_1 = -2 \times 10^{-6} \text{ C}$

Q বিন্দুর চার্জ  $Q_2 = 2 \times 10^{-6} \text{ C}$

R বিন্দুর চার্জ  $Q_3 = 4 \times 10^{-6} \text{ C}$

S বিন্দুর চার্জ  $Q_4 = 4 \times 10^{-6} \text{ C}$

কেন্দ্রের বিভব V = ?

$$\text{আমরা জানি, } V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \left( \frac{Q_1}{r} + \frac{Q_2}{r} + \frac{Q_3}{r} + \frac{Q_4}{r} \right)$$

$$= \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{1}{r} (Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4)$$

$$= 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2 \text{C}^{-2} \cdot \frac{8 \times 10^{-6}}{2\sqrt{2} \text{ m}} = 2.55 \times 10^4 \text{ V}$$

অতএব, বর্ণক্ষেত্রের কেন্দ্রে নতুন চার্জটি বসানোর পূর্বে বিভবের মান  $2.55 \times 10^4 \text{ V}$

এখানে, বস্তুর ভর m =  $2.5 \times 10^{-4} \text{ kg}$

অভিকর্ষজ ত্তৰণ g =  $10 \text{ m s}^{-2}$

বস্তুর আধান, q =  $2 \times 10^{-6} \text{ C}$

বস্তুর ওজন W = mg

$$= 2.5 \times 10^{-4} \text{ kg} \times 10 \text{ m s}^{-2} = 2.5 \times 10^{-3} \text{ N}$$

এখন বস্তুটিকে ভাসমান রাখতে প্রয়োজনীয় সর্বনিম্ন তড়িৎ প্রাবল্য E হলে,

$$W = qE$$

$$\text{বা, } E = \frac{W}{q} = \frac{2.5 \times 10^{-3} \text{ N}}{2 \times 10^{-6} \text{ C}} = 1250 \text{ NC}^{-1}$$

এখন,  $Q_1$  ও  $Q_4$  কে পরম্পর স্থান বিনিময় করলে কেন্দ্রের প্রাবল্য

$$\text{যদি } E_1 \text{ হয়, তাহলে } E_1 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \left( \frac{Q_4}{r_1} + \frac{Q_1}{r_1} - \frac{Q_3}{r_2} - \frac{Q_2}{r_2} \right)$$

$$= \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{1}{r} (Q_4 + Q_1 - Q_3 - Q_2)$$

$$= 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2 \text{C}^{-2} \times \frac{(4 \times 10^{-6} - 2 \times 10^{-6} - 4 \times 10^{-6} - 2 \times 10^{-6}) \text{ C}}{(2\sqrt{2} \text{ m})^2}$$

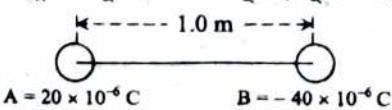
$$= -4500 \text{ NC}^{-1}$$

$$\therefore |\bar{E}| = 4500 \text{ NC}^{-1}$$

এখানে,  $E_1 > E$

অতএব, কৌণিক বিন্দুগুলোর চার্জসমূহ পূর্ণ বিন্যন্ত করে কেন্দ্রের চার্জিত বস্তুটিকে ভাসমান রাখা সম্ভব।

**চোপ ১৩:** চিত্রে দুটি বিন্দু চার্জ নির্দিষ্ট দূরত্বে শূন্য মাধ্যমে আছে।



ক. ডোপিং কী?

খ. পৃথিবীর বিভব শূন্য -ব্যাখ্যা কর।

গ. চার্জ দুটির মধ্যে ক্রিয়াশীল কুলৰ বলের মান নির্ণয় কর।

ঘ. চার্জসমূহের সংযোজক রেখার উপর কোনো বিন্দুতে বৈদ্যুতিক প্রাবল্য শূন্য হওয়া সম্ভব কিনা তা গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর।

১

২

৩

৪

### ১৩.১ প্রশ্নের উত্তর

ক. বিশুল্প অর্ধপরিবাহীর সাথে খুব সামান্য পরিমাণে ত্ব বা পঞ্জয়োজী মৌলের মিশ্রণের সুনিয়ন্ত্রিত কৌশলই ডোপিং।

খ. পৃথিবী একটি তড়িৎ পরিবাহক। ধনাত্মকভাবে আহিত বস্তুকে ত্ত-সংযুক্ত করলে পৃথিবী থেকে ইলেক্ট্রন এসে বস্তুকে নিষ্ঠাত্তি করে। আর খালাত্মকভাবে আহিত বস্তুকে পৃথিবীর সাথে সংযুক্ত করলে বস্তু থেকে ইলেক্ট্রন ত্তৰিতে প্রবাহিত হয়, ফলে বস্তুটি নিষ্ঠাত্তি হয়। পৃথিবী এতো বিৱৰণ যে, এতে আধান যোগ-বিয়োগ করলে এৱ বিভবের পরিবৰ্তন হয় না। পৃথিবী প্রতিনিয়ত বিভবের বস্তু থেকে আধান গ্রহণ করে আবার সাথে সাথে অন্য বস্তুকে আধান সৱবৰাহণ করে। ফলে এৱ আধানের কোনো পরিবৰ্তন হয় না। আধানের পরিবৰ্তন না হওয়ায় বিভবেরও কোনো পরিবৰ্তন হয় না। এজনাই পৃথিবীর বিভবকে শূন্য ধৰা হয়।

গ. এখানে, ১ম চার্জ  $q_1 = 20 \times 10^{-6} \text{ C}$

২য় চার্জ  $q_2 = -40 \times 10^{-6} \text{ C}$

মধ্যবর্তী দূরত্ব r = 1 m

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

ক্রিয়াশীল বল, F = ?

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

$$= 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2 \text{C}^{-2} \times \frac{20 \times 10^{-6} \text{ C} \times (-40 \times 10^{-6})}{(1 \text{ m})^2}$$

$$= 7.2 \text{ N}$$

অতএব, চার্জ দুটির মধ্যে ক্রিয়াশীল কুলৰ বলের মান 7.2 N।

$$\text{গ. } P \xrightarrow{\hspace{1cm}} A \xrightarrow{\hspace{1cm}} B \xleftarrow{\hspace{1cm}} -40 \times 10^{-6} \text{ C}$$

এখানে, A বিন্দুর চার্জ,  $q_1 = 20 \times 10^{-6} \text{ C}$

B বিন্দুর চার্জ  $q_2 = -40 \times 10^{-6} \text{ C}$

A ও B বিন্দুর মধ্যবর্তী দূরত্ব r = 1 m

এখন, ধৰি, চার্জসমূহের সংযোগ রেখার বৰ্তিতাংশের উপর A বিন্দু থেকে x m দূরের কোনো বিন্দু P তে তড়িৎ প্রাবল্যের মান শূন্য হবে।

A বিন্দুর আধানের জন্য P বিন্দুতে প্রাবল্য

$$E_1 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q_1}{x^2}$$

আবার, B বিন্দুর আধানের জন্য P বিন্দুতে প্রাবল্য

$$E_2 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q_2}{(r+x)^2}$$

এখন, আধান বিপরীতমুখী হওয়ায় এদের মান সমান হলে P বিন্দুতে প্রাবল্য শূন্য হবে।

$$\therefore E_1 = E_2$$

$$\text{বা, } \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q_1}{x^2} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q_2}{(r+x)^2}$$

$$\text{বা, } \frac{q_1}{x^2} = \frac{q_2}{(r+x)^2}$$

$$\text{বা, } \frac{q_1}{q_2} = \frac{x^2}{(r+x)^2}$$

$$\text{বা, } \frac{20 \times 10^{-6}}{40 \times 10^{-6}} = \frac{x^2}{(1+x)^2}$$

$$\text{বা, } \frac{1}{2} = \frac{x^2}{1+x^2}$$

অতএব, চার্জসমূহের সংযোগ রেখার উপর কোনো বিন্দুতে বৈদ্যুতিক প্রাবল্য শূন্য হওয়ায় সম্ভব কিনা তা গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর।

$$\text{বা, } \frac{1}{\sqrt{2}} = \frac{x}{1+x}$$

$$\text{বা, } \sqrt{2}x = 1+x$$

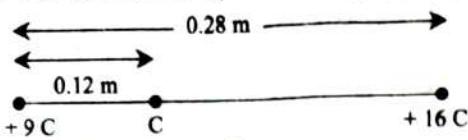
$$\text{বা, } \sqrt{2}x - x = 1$$

$$\text{বা, } x(\sqrt{2}-1) = 1$$

$$\text{বা, } x = \frac{1}{\sqrt{2}-1}$$

$$\therefore x = 2.41 \text{ m}$$

**প্রম্ব ১৪** দুটি কৃত গোলক A ও B তে যথাক্রমে +9C এবং +16C চার্জ প্রদান করা হলো। গোলক দুটির মধ্যবর্তী দূরত্ত 0.28 m।



- ক. পরাবেদুতিক মাধ্যম কী? ১
- খ. কোনো ধারকের গায়ে  $0.06 \mu F - 210 V$  লেখা আছে। কথাটির অর্থ কী? ২
- গ. A এর উপর B এর বল কী? ৩
- ঘ. উচ্চিপকের C বিন্দুতে 1C চার্জ রাখলে চার্জটি কোনো বল অনুভব করবে কি? –গাণিতিক যুক্তি দিয়ে মতামত দাও। ৪

[সি. বো. '১৭]

### ১৪নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** দুটি বিন্দু চার্জের মধ্যবর্তী স্থান শূন্য বা বায়ু মাধ্যম ভিন্ন অন্য কোনো পরিবাহী বা অন্তরক মাধ্যম হলে তাকে পরাবেদুতিক মাধ্যম বলে।

**খ** কোনো ধারকের গায়ে  $0.06 \mu F - 210 V$  লেখার অর্থ হলো ঐ ধারকের ধারকত্ত 0.06  $\mu F$  এবং এটি সর্বোচ্চ 210 V বিভব পার্শ্বক্ষে ব্যবহার করা যেতে পারে। 210 V এর বেশি বিভব পার্শ্বক্ষে ধারকটি নষ্ট হয়ে যেতে পারে।

**গ** এখানে,

$$A \text{ বিন্দুর আধান } q_1 = 9C$$

$$B \text{ বিন্দুর আধান } q_2 = 16C$$

$$\text{মধ্যবর্তী দূরত্ত } r = 0.28 m$$

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

ক্রিয়াশীল বল,  $F = ?$

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

$$= 9 \times 10^9 Nm^2 C^{-2} \times \frac{9C \times 16C}{(0.28 m)^2}$$

$$= 1.65 \times 10^{13} N$$

নির্ণেয় বল,  $1.65 \times 10^{13} N$ ।

**ঘ** এখানে, A এর আধান,  $q_1 = 9C$

B এর আধান,  $q_2 = 16C$

A ও B এর মধ্যবর্তী দূরত্ত,  $r = 0.28 m$

A ও C এর মধ্যবর্তী দূরত্ত,  $r_1 = 0.12 m$

∴ B ও C এর মধ্যবর্তী দূরত্ত,  $r_2 = (0.28 - 0.12) m = 0.16 m$

∴ A বিন্দুর চার্জের জন্য C বিন্দুতে প্রাবল্য,

$$E_1 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q_1}{r_1}$$

$$= 9 \times 10^9 Nm^2 C^{-2} \times \frac{9 C}{(0.12 m)^2}$$

$$= 5.625 \times 10^{12} NC^{-1} \text{ দিক AC বরাবর}$$

আবার, B বিন্দুর চার্জের জন্য C বিন্দুতে প্রাবল্য,

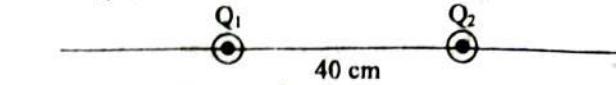
$$E_2 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q_2}{r_2}$$

$$= 9 \times 10^9 Nm^2 C^{-2} \times \frac{16 C}{(0.16 m)^2}$$

$$= 5.625 \times 10^{12} NC^{-1} \text{ দিক BC বরাবর}$$

এখানে,  $E_1$  ও  $E_2$  এর মান সমান কিন্তু দিক পরস্পর বিপরীত। ফলে C বিন্দুতে লব্ধি প্রাবল্য শূন্য, অর্থাৎ C বিন্দুতে 1C চার্জ রাখলে চার্জটি কোনো বল অনুভব করবে না।

**প্রম্ব ১৫** উচ্চিপকে  $Q_1 = -4.5 nC$  এবং  $Q_2 = +9.1 nC$ , চার্জসহের মধ্যবর্তী দূরত্ত 40 cm।



- ক. তরঙ্গের সমবর্তন কাকে বলে? ১
- খ. কোনো চার্জিত গোলাকার পরিবাহীর কেন্দ্র থেকে দূরত্ত বনাম বিভব লেখচিত্র আঁক ও ব্যাখ্যা কর। ২
- গ. চার্জসহের মধ্যবিন্দুতে তড়িৎ প্রাবল্য কত হবে? ৩
- ঘ. চার্জসহের সংযোগ রেখার কোন বিন্দুতে তড়িৎ প্রাবল্য শূন্য হবে বিশ্লেষণ কর। ৪

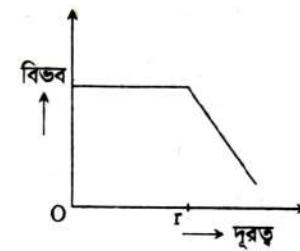
[ব. বো. '১৭]

### ১৫নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** যে প্রক্রিয়ায় বিভিন্ন তলে কম্পমান তরঙ্গকে একটি নির্দিষ্ট তল বরাবর কম্পনক্ষম করা যায় তাকে তরঙ্গের সমবর্তন বলে।

**খ** কোনো চার্জিত গোলাকার পরিবাহীর কেন্দ্র থেকে দূরত্ত বনাম বিভব লেখচিত্র নিম্নরূপ–

আমরা জানি, গোলাকার পরিবাহীর ভিতরের যেকোনো বিন্দুর বিভব এর পৃষ্ঠের বিভবের সমান। এজন্য দূরত্ত বাড়তে বাড়তে পরিবাহীর ব্যাসার্ধ এর সমান হওয়া পর্যন্ত বিভবের মান সমান থাকে। কিন্তু দূরত্ত পরিবাহীর ব্যাসার্ধের চেয়ে বেশি হলে দূরত্ত বৃদ্ধির সাথে সাথে বিভবের মান কমতে থাকে।



**ঘ** এখানে, ১ম চার্জ  $Q_1 = -4.5 nC = -4.5 \times 10^{-9} C$

২য় চার্জ  $Q_2 = 9.1 nC = 9 \times 10^{-9} C$

চার্জসহের মধ্যবর্তী দূরত্ত,  $r = 40 cm = 0.4 m$

$$\therefore \text{চার্জসহ থেকে মধ্যবিন্দুর দূরত্ত, } r_1 = \frac{0.4}{2} m = 0.2 m$$

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

এখন,  $Q_1$  চার্জের জন্য মধ্যবিন্দুতে তড়িৎ প্রাবল্য,

$$E_1 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q_1}{r_1^2}$$

$$= 9 \times 10^9 Nm^2 C^{-2} \times \frac{(-4.5 \times 10^{-9} C)}{(0.2 m)^2} = -1012.5 NC^{-1}$$

=  $1012.5 NC^{-1}$  দিক মধ্যবিন্দু থেকে  $Q_1$  এর দিকে

আবার,  $Q_2$  চার্জের জন্য মধ্যবিন্দুতে তড়িৎ প্রাবল্য,

$$E_2 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q_2}{r_1^2} = 9 \times 10^9 Nm^2 C^{-2} \times \frac{9.1 \times 10^{-9} C}{(0.2 m)^2}$$

$$= 2047.5 NC^{-1}$$
 দিক  $Q_2$  থেকে  $Q_1$  এর দিকে

আবার,  $Q_2$  চার্জের জন্য মধ্যবিন্দুতে তড়িৎ প্রাবল্য,

$$E_2 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q_2}{r_2^2} = 9 \times 10^9 Nm^2 C^{-2} \times \frac{9.1 \times 10^{-9} C}{(0.2 m)^2}$$

$$= 2047.5 NC^{-1}$$
 দিক  $Q_2$  থেকে  $Q_1$  এর দিকে

∴ মধ্যবিন্দুতে লব্ধি তড়িৎ প্রাবল্য,

$$E = E_1 + E_2 = (1012.5 + 2047.5) NC^{-1} = 3060 NC^{-1}$$

নির্ণেয় তড়িৎ প্রাবল্য  $3060 NC^{-1}$

**ঘ** P \_\_\_\_\_ Q<sub>1</sub> \_\_\_\_\_ Q<sub>2</sub>

যদে করি, চার্জসহের সংযোগ রেখার বর্ধিতাংশের উপর  $Q_1$  চার্জ থেকে  $x$  m দূরের P বিন্দুতে তড়িৎ প্রাবল্য শূন্য হবে।

এখানে, ১ম চার্জ  $Q_1 = -4.5 \times 10^{-9} C$

২য় চার্জ  $Q_2 = 9.1 \times 10^{-9} C$

$Q_1$  ও  $Q_2$  এর মধ্যবর্তী দূরত্ব,  $r = 0.4 \text{ m}$

এখন,  $Q_1$  চার্জের জন্য  $P$  বিন্দুতে তড়িৎ প্রাবল্য,

$$E_1 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q_1}{x^2} \text{ দিক } P \text{ থেকে } Q_1 \text{ এর দিকে}$$

আবার,  $Q_2$  চার্জের জন্য  $P$  বিন্দুতে তড়িৎ প্রাবল্য

$$E_2 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q_2}{(r+x)^2} \text{ দিক } Q_2 \text{ থেকে } P \text{ এর দিকে}$$

এখন,  $E_1$  ও  $E_2$  এর দিক পরম্পর বিপরীত দিকে হওয়ায় তড়িৎ প্রাবল্য শূন্য হবে যখন,

$$\text{বা, } \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q_1}{x^2} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q_2}{(r+x)^2}$$

$$\text{বা, } \frac{Q_1}{x^2} = \frac{Q_2}{(r+x)^2}$$

$$\text{বা, } \frac{Q_1}{Q_2} = \frac{x^2}{(r+x)^2}$$

$$\text{বা, } \frac{4.5 \times 10^{-9} \text{ C}}{9.1 \times 10^{-9} \text{ C}} = \frac{x^2}{(0.4+x)^2}$$

$$\text{বা, } \frac{45}{91} = \frac{x^2}{(0.4+x)^2}$$

$$\text{বা, } \sqrt{\frac{45}{91}} = \frac{x}{0.4+x}$$

$$\text{বা, } 0.70 = \frac{x}{0.4+x}$$

$$\text{বা, } x = 0.28 + 0.7x$$

$$\text{বা, } x - 0.7x = 0.28$$

$$\text{বা, } 0.3x = 0.28$$

$$\text{বা, } x = 0.93 \text{ m}$$

অতএব,  $Q_1$  চার্জ থেকে  $0.93 \text{ m}$  বা  $93 \text{ cm}$  এবং  $Q_2$  থেকে  $(40+93) \text{ cm}$  বা  $133 \text{ cm}$  মধ্যবর্তী সংযোগ রেখার কোনো বিন্দুতে তড়িৎ প্রাবল্য শূন্য হবে।

**প্রশ্ন ১৫** একটি সমান্তরাল পাত ধারকের প্রত্যেকটি পাতের ক্ষেত্রফল  $1.65 \text{ m}^2$ । পাতবয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব  $2 \text{ cm}$  এবং এটি বায়ু দ্বারা পূর্ণ। পাতবয়ের বিভব পার্থক্য  $60 \text{ V}$ । ( $\epsilon_0 = 8.854 \times 10^{-12} \text{ C}^2 \text{ N}^{-1} \text{ m}^{-2}$ )

ক. তড়িৎ ধারকত্ব কী?

১

খ. চার্জের কোয়ান্টাইন ব্যাখ্যা কর।

২

গ. উদ্বিগ্ন অনুসূরে ধারকটির ধারকত্ব নির্ণয় কর।

৩

ঘ. ধারকটির মধ্যবর্তী স্থানে  $2.8 \text{ } \text{ডাইইলেক্ট্রিক ধূবকের}$  একটি বন্ধ দ্বারা পূর্ণ করলে সঞ্চিত শক্তির ক্ষেত্র পরিবর্তন হবে? গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে ব্যাখ্যা দাও।

৪

[সি. বো. '১৭]

### ১৬নং প্রশ্নের উত্তর

ক. কোনো পরিবাহীর বিভব একক পরিমাণ বাড়াতে যে পরিমাণ চার্জের প্রয়োজন হয় তাই ঐ পরিবাহীর তড়িৎ ধারকত্ব।

খ. আমরা জানি, একটি ইলেক্ট্রন বা প্রোটনের চার্জই হলো প্রকৃতিতে ন্যূনতম মানের চার্জ। একটি ইলেক্ট্রনের চার্জকে  $(-e)$  এবং একটি প্রোটনের চার্জকে  $(+e)$  দ্বারা চিহ্নিত করা হয়। এর মান  $e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$ । অন্য সকল চার্জই এ ক্ষুদ্রতম চার্জের গুণিতক যাত্র।

ঘ. অর্ধাং ইলেক্ট্রনের চার্জের গুণিতক হবে। একে চার্জের কোয়ান্টাইন বলে। এ থেকে বুঝা যায় প্রকৃতিতে  $e$  মানের ডগাংশ কোনো চার্জের অভিত্ব নেই।

১ এখানে, প্রত্যেক পাতের ক্ষেত্রফল  $A = 1.65 \text{ m}^2$

পাতবয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব  $d = 2 \text{ cm} = 0.02 \text{ m}$

ধারকত্ব,  $C = ?$

$$\text{আমরা জানি, } C = \frac{\epsilon_0 A}{d}$$

$$= \frac{9.854 \times 10^{-12} \text{ C}^2 \text{ N}^{-1} \text{ m}^{-2} \times 1.65 \text{ m}^2}{0.02 \text{ m}}$$

$$= 7.3 \times 10^{-10} \text{ F}$$

অতএব, ধারকটির ধারকত্ব  $7.3 \times 10^{-10} \text{ F}$

২ এখানে, পাতবয়ের বিভব পার্থক্য  $V = 60 \text{ V}$

১ম ক্ষেত্রে ধারকত্ব,  $C = 7.3 \times 10^{-10} \text{ F}$  [গ নং থেকে প্রাপ্ত]

$$\therefore ১ম ক্ষেত্রে সঞ্চিত শক্তি, U = \frac{1}{2} CV^2$$

$$= \frac{1}{2} \times 7.3 \times 10^{-10} \text{ F} \times (60 \text{ V})^2$$

$$= 1.314 \times 10^{-6} \text{ J}$$

২য় ক্ষেত্রে, ডাই ইলেক্ট্রিক ধূবক,  $k = 2.8$

প্রত্যেক পাতের ক্ষেত্রফল,  $A = 1.65 \text{ m}^2$

পাতবয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব,  $d = 2 \text{ cm} = 0.02 \text{ m}$

এক্ষেত্রে ধারকত্ব  $C_1$  হলো,

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

$$= \frac{2.8 \times 8.854 \times 10^{-12} \text{ C}^2 \text{ N}^{-1} \text{ m}^{-2} \times 1.65 \text{ m}^2}{0.02 \text{ m}}$$

$$= 2.05 \times 10^{-9} \text{ F}$$

$$\text{এক্ষেত্রে, সঞ্চিত শক্তি } U_1 = \frac{1}{2} C_1 V^2$$

$$= \frac{1}{2} \times 2.05 \times 10^{-9} \text{ F} \times (60 \text{ V})^2$$

$$= 3.69 \times 10^{-6} \text{ J}$$

$$\text{এখন, } \frac{U_1}{U} = \frac{3.69 \times 10^{-6} \text{ J}}{1.314 \times 10^{-6} \text{ J}}$$

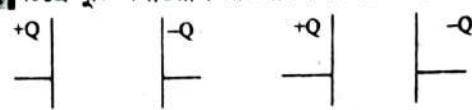
$$\text{বা, } \frac{U_1}{U} = 2.8$$

$$\text{বা, } U_1 = 2.8 U$$

অতএব, সঞ্চিত শক্তি বৃদ্ধি পেয়ে 2.8 গুণ হবে।

### এইচএসসি পরীক্ষা ২০১৬ এর প্রশ্ন ও উত্তর

**প্রশ্ন ১৬** চিত্রে দুটি সমান্তরাল পাতধারক দেখানো হলো :



পাতের ক্ষেত্রফল  $= 4 \text{ cm}^2$

পাতের ক্ষেত্রফল  $= 2 \text{ cm}^2$

উভয় ক্ষেত্রে  $Q = 2 \text{ C}$  এবং  $k = 1$

ক. বিন্দু চার্জ কাকে বলে?

খ. "চার্জিত গোলকের কেন্দ্রে প্রাবল্য শূন্য" – ব্যাখ্যা কর। ২

গ. চিত্র (i) এর পাতবয়ের বিভব  $2 \text{ V}$  হলে ধারকে সঞ্চিত শক্তির পরিমাণ নির্ণয় কর। ৩

ঘ. (i) ও (ii) চিত্রের ধারকের পাতগুলিকে কিভাবে স্থাপন করলে উভয় ধারকত্বের মান সমান হবে? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

[সি. বো. '১৬]

### ১৭নং প্রশ্নের উত্তর

ক. আহিত বা চার্জিত বস্তুর আকার যখন খুবই ক্ষুদ্র হয় তখন এ চার্জিত বস্তুর চার্জকে বিন্দু চার্জ বলে।

২) কোনো বিন্দুতে একক আধান বা চার্জের উপর ক্রিয়াশীল বলকে তড়িৎক্ষেত্রের প্রাবল্য বলা হয়।

এখন, চার্জিত গোলকের পৃষ্ঠে বিভব  $V$ , কেন্দ্রে বিভব  $V_0$  এবং প্রাবল্য  $E$  হলে,

$$V - V_0 = E \times \text{দূরত্ব}$$

$$\text{বা}, 0 = E \times \text{দূরত্ব}$$

[চার্জিত গোলকের অভ্যন্তরে যেকোনো

$$\text{বা}, E = 0$$

বিন্দুর বিভব এর পৃষ্ঠের বিভবের সমান।

অতএব, চার্জিত গোলকের কেন্দ্রে প্রাবল্য শূন্য।

৩) চিত্র- (i) হতে পাই,

$$\text{আধান}, Q = 2 \text{ C}$$

$$\text{পাতায়ের বিভব}, V = 2 \text{ V}$$

সঞ্চিত শক্তি,  $U = ?$

$$\text{আমরা জানি}, U = \frac{1}{2} QV = \frac{1}{2} \times 2 \text{ C} \times 2 \text{ V} = 2 \text{ J}$$

অতএব, ধারকে সঞ্চিত শক্তির মান  $2 \text{ J}$ ।

৪) এখানে, চিত্র (i) এর

$$\text{প্রত্যেক পাতের ক্ষেত্রফল}, A_1 = 4 \text{ cm}^2 = 4 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$\text{তড়িৎ মাধ্যমাঙ্ক}, k = 1$$

এখন পাতায়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব  $d_1$  হলে,

$$\text{ধারকত্ব}, C_1 = \frac{\epsilon_0 k A}{d_1}$$

$$\text{আবার, চিত্র (ii) এর প্রত্যেক পাতের ক্ষেত্রফল}, A_2 = 2 \text{ cm}^2 = 2 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$\text{তড়িৎ মাধ্যমাঙ্ক}, k = 1$$

অক্ষেত্রে পাতায়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব  $d_2$  হলে

$$\text{ধারকত্ব}, C_2 = \frac{\epsilon_0 k A_2}{d_2}$$

এখন, ধারকত্ব সমান হলে,

$$C_1 = C_2$$

$$\text{বা}, \frac{\epsilon_0 k A_1}{d_1} = \frac{\epsilon_0 k A_2}{d_2}$$

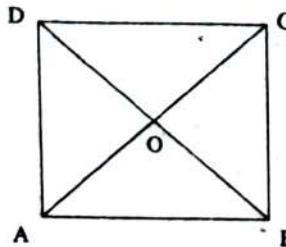
$$\text{বা}, \frac{A_1}{d_1} = \frac{A_2}{d_2}$$

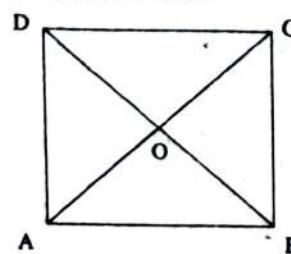
$$\text{বা}, \frac{4 \times 10^{-4} \text{ m}^2}{d_1} = \frac{2 \times 10^{-4} \text{ m}^2}{d_2}$$

$$\text{বা}, \frac{d_1}{d_2} = \frac{4 \times 10^{-4} \text{ m}^2}{2 \times 10^{-4} \text{ m}^2} = 2$$

$$\therefore d_1 = 2d_2$$

অতএব, চিত্র (i) এর পাতায়ের মধ্যবর্তী দূরত্বের অর্ধেক দূরত্বে চিত্র (ii) এর পাতায়কে স্থাপন করলে উভয় ক্ষেত্রে ধারকত্বের মান সমান হবে।

৫)  1 m বাহুবিশিষ্ট ABCD বর্গক্ষেত্রে A, B ও C বিন্দুতে যথাক্রমে  $2 \text{ C}$ ,  $-2 \text{ C}$  ও  $2 \text{ C}$  চার্জ আছে।



ক. তড়িৎ বিমেরু কাকে বলে?

খ. কোনো সিস্টেমের বিশৃঙ্খলার সূচক পরিমাপকের রাশি

গ্রন্টাপি - ব্যাখ্যা কর।

গ. D বিন্দুতে বিভব নির্ণয় কর।

ঘ. D বিন্দুতে প্রাবল্য বের করে এর দিক বিশ্লেষণ কর।

১

২

৩

৪

### ১৮মং পথের উত্তর

১) এক জোড়া সমান ও বিপরীত বিন্দু আধান অর্থ দূরত্বে অবস্থিত ধারকে তাকে তড়িৎ বিমেরু বলে।

২) সূচিতালীয় প্রক্রিয়া বন্ধুর যে তাপীয় ধর্ম স্বর থাকে তাকে এন্ট্রাপি বলে। আবার কোনো সিস্টেমের বিশৃঙ্খলার সূচক পরিমাপকেও এন্ট্রাপি বলে। যেহেন, প্রকৃতিতে বেচে ধারকে জন্য যতটুকু অরিজেন দরকার তার তুলনায় কম বা বেশি ধারকে আবাসের খাস-প্রাপ্তি নিতে কষ্ট হবে। এক্ষেত্রে যে বিশৃঙ্খলা বৃদ্ধি পাবে সেটিই এন্ট্রাপির মাধ্যমে হিসাব করা হয়।

৩) উন্নীপুর হতে পাই, A, B ও C বিন্দুতে চার্জের পরিমাপ যথাক্রমে,

$$q_1 = 2 \text{ C}, q_2 = -2 \text{ C}$$

$$\text{এবং } q_3 = 2 \text{ C}$$

$$AB = BC = CD = AD = 1 \text{ m}$$

$$\therefore BD = \sqrt{AB^2 + AD^2} = \sqrt{(1\text{m})^2 + (1\text{m})^2} = \sqrt{2} \text{ m}$$

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

এখন, D বিন্দুতে বিভব V হলে,

$$V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q_1}{AD} + \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q_2}{BD} + \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q_3}{CD}$$

$$= \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \left( \frac{q_1}{AD} + \frac{q_2}{BD} + \frac{q_3}{CD} \right)$$

$$= 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2 \text{ C}^{-2} \times \left( \frac{2 \text{ C}}{1 \text{ m}} + \frac{-2 \text{ C}}{\sqrt{2} \text{ m}} + \frac{2 \text{ C}}{1 \text{ m}} \right)$$

$$= 2.32 \times 10^{10} \text{ V}$$

অতএব, D বিন্দুর বিভব  $2.32 \times 10^{10} \text{ V}$ ।

৪) এখানে,  $AB = BC = CD = AD = 1 \text{ m}$

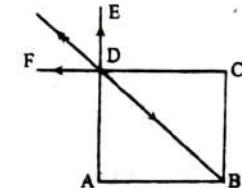
$$BD = \sqrt{2} \text{ m} [\text{গ হতে}]$$

এখন, A বিন্দুর আধানের জন্য D বিন্দুতে প্রাবল্য,

$$E_A = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{2 \text{ C}}{AD^2}$$

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

$$= 1.8 \times 10^{10} \text{ NC}^{-1} \text{ দিক } DE \text{ বরাবর}$$



আবার, B বিন্দুর আধানের জন্য D বিন্দুতে প্রাবল্য,

$$E_B = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{2 \text{ C}}{BD^2}$$

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

$$= 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2 \text{ C}^{-2} \text{ দিক } DB \text{ বরাবর}$$

আবার, C বিন্দুর আধানের জন্য D বিন্দুতে প্রাবল্য

$$E_C = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{2 \text{ C}}{CD^2}$$

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

$$= 1.8 \times 10^{10} \text{ NC}^{-1} \text{ দিক } DF \text{ বরাবর}$$

এখন,  $E_A$  ও  $E_C$  এর মধ্যবর্তী কোণ  $90^\circ$  এবং সম্পর্ক  $E_A$  হলে,

$$E_A = \sqrt{E_A^2 + E_C^2 + 2E_A E_C \cos 90^\circ}$$

$$= \sqrt{(1.8 \times 10^{10} \text{ NC}^{-1})^2 + (1.8 \times 10^{10} \text{ NC}^{-1})^2 + 2E_A \cdot E_C \cdot 0}$$

$$\therefore E_A = 2.55 \times 10^{10} \text{ NC}^{-1} \text{ দিক } BD \text{ বরাবর}$$

এখন, D বিন্দুতে সম্পর্ক প্রাবল্য হবে,

$$E = E_A - E_B$$

$$= 2.55 \times 10^{10} \text{ NC}^{-1} - 9 \times 10^9 \text{ NC}^{-1}$$

$$= 16.5 \times 10^9 \text{ NC}^{-1} \text{ দিক } BD \text{ বরাবর।}$$

**প্রয়োগ ১৯।** পদার্থবিজ্ঞান ল্যাবরেটরিতে একজন ছাত্র ০.২ m ও ০.৩ m ব্যাসার্ধের দুটি গোলককে চার্জে করে, গোলক দুটির বিভিন্ন যথাক্রমে ৫ V ও ১০ V-এ উন্নীত করে পরম্পর হতে ১ m দূরত্বে স্থাপন করল।

ক. তড়িচালক শক্তির সংজ্ঞা দাও। ১

খ. পরিবাহীর ভিতর দিয়ে তড়িৎ প্রবাহের ফলে তাপ উৎপন্ন হয় কেন? ব্যাখ্যা কর। ২

গ. উচ্চীপকের অন্তর্মাণ গোলকের চার্জের পরিমাণ নির্ণয় কর। ৩

ঘ. গোলকসময়ের সংযোগ সরলরেখার কোথায় প্রাবল্যের

মান শূন্য হবে গাণিতিক বিলোবশের মাধ্যমে দেখাও। ৪

[য. বো. '১৬]

### ২১৯. প্রশ্নের উত্তর

**ক.** প্রতি একক আধানকে কোষ সমেত কোনো বর্তনীর এক বিন্দু থেকে সম্পূর্ণ বর্তনী ঘুরিয়ে আবার ঐ বিন্দুতে আনতে যে কাজ সম্পন্ন হয় অর্থাৎ কোষ যে তড়িৎ শক্তি সরবরাহ করে তাকে এ কোষের তড়িচালক শক্তি বলে।

**খ.** তড়িৎ পরিবাহীতে বেশ কিছু সংখ্যক মুক্ত ইলেক্ট্রন থাকে। পরিবাহীর দুই বিন্দুর মধ্যে বিভিন্ন পার্থক্য সৃষ্টি হলে মুক্ত ইলেক্ট্রনগুলো আন্তঃআণবিক স্থানের মধ্য দিয়ে পরিবাহীর নিম্ন বিভিন্ন বিন্দু থেকে উচ্চ বিভিন্ন বস্তুর দিকে চলতে থাকে ফলে তড়িৎ প্রবাহের সৃষ্টি হয়। এ ইলেক্ট্রনগুলো চলার সময় পরিবাহীর পরমাণুর সাথে সংঘর্ষে লিপ্ত হয় এবং ইলেক্ট্রনের গতিশক্তি বর্ধিত গতিশক্তি তাপে বৃপ্তান্তরিত হয় এবং পরিবাহীর তাপমাত্রা বৃদ্ধি পায়, এজন্য তড়িৎ প্রবাহের ফলে বর্তনীতে তাপের উভব হয়।

**গ.** ধরি, ১ম গোলকের চার্জ,  $q_1$

উচ্চীপক হতে পাই, ১ম গোলকের বিভব,  $V_1 = 5 V$

$$1 \text{ ম গোলকের ব্যাসার্ধ}, r_1 = 0.2 \text{ m}$$

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

$$\text{আমরা জানি}, V_1 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q_1}{r_1}$$

$$\text{বা}, 5 V = 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2 \text{ C}^{-2} \times \frac{q_1}{0.2 \text{ m}}$$

$$\text{বা}, q_1 = \frac{5 V \times 0.2 \text{ m}}{9 \times 10^9 \text{ Nm}^2 \text{ C}^{-2}} = 1.11 \times 10^{-10} \text{ C}$$

অতএব, ১ম গোলকের চার্জ  $1.11 \times 10^{-10} \text{ C}$ ।

**ঘ.** এখানে, ১ম গোলকের চার্জ,  $q_1 = 1.11 \times 10^{-10} \text{ C}$  (গ হতে প্রাপ্ত)

২য় গোলকের বিভব,  $V_2 = 10 V$

২য় গোলকের ব্যাসার্ধ,  $r_2 = 0.3 \text{ m}$

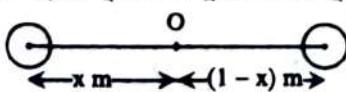
এখন বিতীয় গোলকের চার্জ  $q_2$  হলো,

$$V_2 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q_2}{r_2}$$

$$\text{বা}, 10 V = 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2 \text{ C}^{-2} \times \frac{q_2}{0.3 \text{ m}}$$

$$\text{বা}, q_2 = \frac{10 V \times 0.3 \text{ m}}{9 \times 10^9 \text{ Nm}^2 \text{ C}^{-2}} = 3.33 \times 10^{-10} \text{ C}$$

এখন, যদি করি, ১ম গোলক থেকে  $x$  মিটার দূরে অর্ধাং বিতীয় গোলক থেকে  $(1 - x)$  m দূরে O বিন্দুতে প্রাবল্য শূন্য হবে।



এখন,  $q_1$  চার্জের জন্য O বিন্দুতে প্রাবল্য

$$E_1 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q_1}{x^2} \text{ দিক } 1 \text{ ম গোলক থেকে O এর দিকে}$$

আবার,  $q_2$  চার্জের জন্য O বিন্দুতে প্রাবল্য

$E_2 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q_2}{(1-x)^2} \text{ দিক } 1 \text{ ম গোলক থেকে O এর দিকে}$

এখন  $E_1 = E_2$  হলে লক্ষ্য প্রাবল্য শূন্য হবে,

$$\text{বা}, \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q_1}{x^2} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q_2}{(1-x)^2}$$

$$\text{বা}, \frac{q_1}{x^2} = \frac{q_2}{(1-x)^2}$$

$$\text{বা}, \frac{(1-x)^2}{x^2} = \frac{q_2}{q_1}$$

$$\text{বা}, \left(\frac{1-x}{x}\right)^2 = \frac{3.33 \times 10^{-10} \text{ C}}{1.11 \times 10^{-10} \text{ C}} = 3$$

$$\text{বা}, \frac{1-x}{x} = \sqrt{3}$$

$$\text{বা}, x = \frac{1}{1 + \sqrt{3}} \quad \therefore x = 0.37 \text{ m}$$

অতএব, গোলকসময়ের সংযোগ রেখায় ১ম গোলক থেকে ০.৩৭ m দূরে অর্ধাং বিতীয় গোলক থেকে  $(1 - 0.37)m = 0.63 \text{ m}$  দূরবর্তী বিন্দুতে তড়িৎ প্রাবল্য শূন্য হবে।

**প্রয়োগ ২০।** ব্যবহারিক পরীক্ষায় শিক্ষক প্রতিটি  $180 \mu\text{F}$  মানের তিনটি ধারক দিয়ে শ্যামলীকে তাদের শ্রেণি সমবায়ের সাথে একটি ৩ V এর তড়িৎকোষ সংযুক্ত করে বর্তনী তৈরি করতে বললেন। রেশমাকে ৩ V এর তিনটি তড়িৎকোষ দিয়ে সমান্তরাল সমবায়ে এবং সমবায়ের সাথে ৫০ Ω মানের একটি রোধ যুক্ত করতে বললেন। শিক্ষক শ্যামলীকে পূর্ণ নম্বর দিলেও রেশমাকে শূন্য দিলেন। উল্লেখ্য রেশমা বর্তনীর মোট তড়িৎ প্রবাহ পেয়েছিল  $0.18 \text{ A}$ ।

**ক.** পরাবিদ্যুৎ বা ডাই-ইলেক্ট্রিক কী? ১

**খ.** শান্টের কাজ ব্যাখ্যা কর। ২

**গ.** শ্যামলীর বর্তনীতে সঞ্চিত বৈদ্যুতিক বিভব শক্তির পরিমাণ নির্ণয় কর। ৩

**ঘ.** রেশমা কী ভুল করেছিল? সঠিক বর্তনী একে বর্তনীর প্রবাহমাত্রা নির্ণয় কর। ৪

[চ. বো. '১৬]

### ২২০. প্রশ্নের উত্তর

**ক.** যে সকল পদার্থ বিদ্যুৎ পরিবাহী নয়, মুক্ত ইলেক্ট্রন নেই এবং বৈদ্যুতিক শক্তিকে সঞ্চয় করে রাখতে পারে তাই পরাবিদ্যুৎ বা ডাই-ইলেক্ট্রিক পদার্থ।

**খ.** অধিক পরিমাণ প্রবাহ গিয়ে যাতে গ্যালভানোমিটার বা সূজ ও সুবেদী বৈদ্যুতিক যন্ত্রকে নষ্ট করতে না পারে তার জন্য যন্ত্রের সাথে সমান্তরালে স্বল্প মানের যে রোধ যুক্ত করা হয় তাই শান্ট। শান্টের প্রধান কাজ হলো গ্যালভানোমিটারের বিদ্যুৎ প্রবাহ হাস করে একে অতি বিদ্যুৎপ্রবাহজনিত ক্ষতির হাত থেকে রক্ষা করা। শান্টকে বর্তনীতে সমান্তরালে সংযোগ দেওয়া হয় যাতে অতিরিক্ত প্রবাহ শান্টের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত হতে পারে।

**ঘ.** শ্যামলীর ব্যবস্থা প্রতিটি ধারকের ধারকত,  $C = 180 \mu\text{F}$  এবং বিভব,  $V = 3 V$

ধারকগুলো শ্রেণি সমবায়ে সংযুক্ত বলে এদের তুল্য ধারকত,

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

$$\text{বা}, \frac{1}{C_s} = \frac{1}{180 \mu\text{F}} + \frac{1}{180 \mu\text{F}} + \frac{1}{180 \mu\text{F}}$$

$$\text{বা}, \frac{1}{C_s} = \frac{1+1+1}{180 \mu\text{F}} = \frac{3}{180 \mu\text{F}}$$

$$\therefore C_s = \frac{180 \mu\text{F}}{3} = 60 \mu\text{F} = 60 \times 10^{-6} \text{ F}$$



এখন চার্জের প্রাবল্য  $E_2$  এর সাথে  $\theta$  কোণ উৎপন্ন করলে,

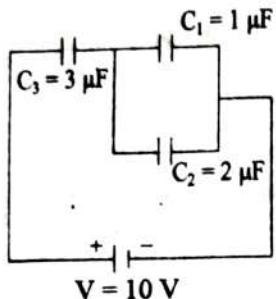
$$\tan \theta = \frac{E_1 \sin 120^\circ}{E_2 + E_1 \cos 120^\circ}$$

$$\text{বা, } \tan \theta = \frac{0.28 \sin 120^\circ}{1.69 + 0.28 \cos 120^\circ}$$

$$\therefore \theta = 8.89^\circ \text{ গ্রাম্য}$$

অতএব, C বিন্দুতে স্থাপিত একক ধনাত্মক চার্জটি CB এর সাথে  $8.89^\circ$  কোণে CD বরাবর গতিশীল হবে।

নিচের বক্টরিটি লক কর এবং প্রয়োগলোর উত্তর দাও :



ক. পরাবৈদ্যুতিক ধ্রুবক কী?

খ. তড়িৎ ক্ষেত্রের কোনো বিন্দুর বিভব 15 V বলতে কি বুঝায়? ২

গ. বক্টরিটির তুল্য ধারকত্ব নির্ণয় কর। ৩

ঘ. বক্টরিটির সকল ধারককে সমান্তরালে সংযোগ করলে প্রাপ্ত সজ্ঞিত শক্তি, প্রদত্ত বক্টরীর সজ্ঞিত শক্তি অপেক্ষা বেশি হবে— গাণিতিক যুক্তি দ্বারা দেখাও। ৪

[দি. বো. '১৬]

### ২২নং প্রশ্নের উত্তর

ক. দুটি বিন্দু চার্জের মধ্যে নির্দিষ্ট দূরত্বের শূন্যস্থানে ক্রিয়াশীল বল ও ঐ দুই চার্জের মধ্যে একই দূরত্বে অন্য কোনো মাধ্যমে ক্রিয়াশীল বলের অনুগামকে ঐ মাধ্যমের তড়িৎ মাধ্যমাঙ্ক বা পরাবৈদ্যুতিক ধ্রুবক বলে।

খ. তড়িৎ ক্ষেত্রের কোনো বিন্দুতে বিভব 15 V বলতে বুঝায় অসীম থেকে প্রতি কুলুক ধনাত্মক আধানকে তড়িৎ ক্ষেত্রের ঐ বিন্দুতে আনতে 15 J কাজ করতে হয়।

গ. উচ্চীপক হতে পাই,  $C_1 = 1 \mu\text{F}$ ;  $C_2 = 2 \mu\text{F}$ ;  $C_3 = 3 \mu\text{F}$

এখনে,  $C_1$  ও  $C_2$  সমান্তরালে সংযুক্ত বলে এদের তুল্য ধারকত্ব,  $C_p = C_1 + C_2$

$$= 1 \mu\text{F} + 2 \mu\text{F} = 3 \mu\text{F}$$

এখন,  $C_3$  ও  $C_p$  শেষে সমবায়ে সংযুক্ত,

∴ বক্টরীর তুল্য ধারকত্ব, C হলে,

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_3} + \frac{1}{C_p}$$

$$\text{বা, } \frac{1}{C} = \frac{1}{3 \mu\text{F}} + \frac{1}{3 \mu\text{F}} = \frac{1+1}{3 \mu\text{F}} = \frac{2}{3 \mu\text{F}}$$

$$\text{বা, } \frac{1}{C} = \frac{2}{3 \mu\text{F}}$$

$$\therefore C = \frac{3}{2} \mu\text{F} = 1.5 \mu\text{F}$$

অতএব, বক্টরীর তুল্য ধারকত্ব  $1.5 \mu\text{F}$ ।

ঘ. প্রদত্ত বক্টরীর তুল্য ধারকত্ব,  $C_p = 1.5 \mu\text{F} = 1.5 \times 10^{-6} \text{ F}$  [গ' থেকে প্রাপ্ত] বিভব,  $V = 10 \text{ volt}$

∴ প্রদত্ত বক্টরীর সজ্ঞিত শক্তি,  $U_1 = \frac{1}{2} C_p V^2$

$$= \frac{1}{2} \times 1.5 \times 10^{-6} \text{ F} \times (10 \text{ V})^2 \\ = 7.5 \times 10^{-5} \text{ J}$$

### মুক্ত সূজনশীল পদার্থবিজ্ঞান বিজ্ঞান পত্ৰ একাদশ-বাদশ প্রেসি

এখন, সকল ধারককে সমান্তরালে সংযোগ দিলে বক্টরীর তুল্য ধারকত্ব

$$\text{হবে, } C_p = C_1 + C_2 + C_3 \\ = 1 \mu\text{F} + 2 \mu\text{F} + 3 \mu\text{F} \\ = 6 \mu\text{F} = 6 \times 10^{-6} \text{ F}$$

$$\text{একেজে সজ্ঞিত শক্তি, } U_2 = \frac{1}{2} C_p V^2$$

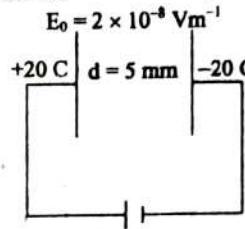
$$= \frac{1}{2} \times 6 \times 10^{-6} \text{ F} \times (10 \text{ V})^2 \\ = 3 \times 10^{-4} \text{ J}$$

এখনে,  $U_2 > U_1$

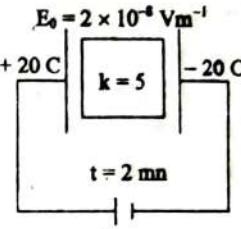
অতএব, বক্টরীটির সকল ধারককে সমান্তরালে সংযোগ করলে প্রাপ্ত সজ্ঞিত শক্তি, প্রদত্ত বক্টরীর সজ্ঞিত শক্তি অপেক্ষা বেশি হবে।

### এইচএসসি পরীক্ষা ২০১৫ এর প্রশ্ন ও উত্তর

জ্ঞান পত্ৰে নিচের চিত্রে দুটি ধারক দেওয়া আছে :



চিত্র-১



চিত্র-২

ক. p টাইপ অর্ধপরিবাহী কাকে বলে?

খ. ডায়াচৌম্বক পদার্থে চৌম্বক মোমেন্ট থাকে না কেন? ১

গ. চিত্র-১ এ ধারকত্ব কত? ২

ঘ. চিত্র-২ এ ( $k = 5$ ) পরাবৈদ্যুতিক পদার্থ স্থাপন করা হলে ধারকটির ধারকত্বের ক্রিপ্ত পরিবর্তন হবে গাণিতিক যুক্তির সাহায্যে দেখাও। ৩

[রা. বো. '১৫]

### ২৩নং প্রশ্নের উত্তর

ক. কোনো বিশুদ্ধ অর্ধপরিবাহকে সামান্য পরিমাণ ত্রিয়োজী অর্ধাং পর্যায় সারণির তৃতীয় সারির মৌল (যেমন, অ্যালুমিনিয়াম) অপদ্রব্য হিসেবে মেশানো হলে, তাকে p-টাইপ অর্ধপরিবাহী বলে।

খ. যেসব পদার্থের চৌম্বক প্রবেশ্যতা,  $\mu < 1$  এবং চৌম্বক গ্রাহীতা  $k$  অণুক্রমক তাদেরকে ডায়াচৌম্বক পদার্থ বলে। যেমন, Bi, Sb, Zn, Cu, Au,  $H_2O$  ইত্যাদি। এদেরকে চৌম্বক ক্ষেত্রে স্থাপন করলে এরা চৌম্বকক্ষেত্র থেকে সরে যায় অর্ধাং এদেরকে শক্তিশালী চুরুক মেরুর কাছে আনলে বিকর্ষিত হয়। তাই এদের চৌম্বক মোমেন্ট থাকে না।

গ. ধরি, ধারকত্ব, C

পাতঃবয়ের মধ্যে বিভব পার্দক্য V হলে,

আমরা জানি,

$$V = E_0 d \\ = 2 \times 10^{-8} \text{ V m}^{-1} \times 5 \times 10^{-3} \text{ m} \\ = 1 \times 10^{-10} \text{ V}$$

$$\text{আবার, } C = \frac{Q}{V} = \frac{20 \text{ C}}{1 \times 10^{-10} \text{ V}}$$

$$= 2 \times 10^{11} \text{ F}$$

অতএব, ধারকত্ব  $2 \times 10^{11} \text{ F}$ ।

উচ্চীপক হতে (চিত্র-১),

পাতঃবয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব,

$$d = 5 \text{ mm} = 5 \times 10^{-3} \text{ m}$$

তড়িৎপ্রাঙ্গণ,  $E_0 = 2 \times 10^{-8} \text{ V m}^{-1}$

পাতঃবয়ের আধানের পরিমাণ,

$$Q = 20 \text{ C}$$

ঘ. চিত্র-২ এ ( $k = 5$ ) পরাবৈদ্যুতিক পদার্থ স্থাপন করা হলো। এ মাধ্যমে ভেদনযোগ্যতা ε হলে,

$$\epsilon = \epsilon_0 k$$

$$= 8.854 \times 10^{-12} \text{ C}^2 \text{ N}^{-1} \text{ m}^{-2} \times 5$$

$$= 4.427 \times 10^{-11} \text{ C}^2 \text{ N}^{-1} \text{ m}^{-2}$$

'g' থেকে পাই, ধারকত্ব C =  $2 \times 10^{11} \text{ F}$

আবার, পাতলারের ক্ষেত্রফল A হলে,

$$\text{ধারকত্ব, } C = \frac{\epsilon_0 A}{d}$$

$$\text{বা, } A = \frac{Cd}{\epsilon_0} = \frac{2 \times 10^{11} F \times 5 \times 10^{-3} m}{8.854 \times 10^{-12} C^2 N^{-1} m^{-2}} = 1.13 \times 10^{20} m^2$$

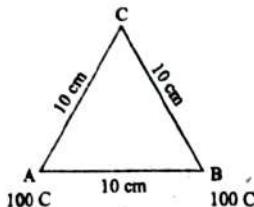
$\therefore$  বিজীয় ক্ষেত্রে ধারকত্ব,

$$C' = \frac{\epsilon A}{d} = \frac{4.427 \times 10^{-11} C^2 N^{-1} m^{-2} \times 1.13 \times 10^{20} m^2}{5 \times 10^{-3} m} = 1 \times 10^{12} F = 5 \times 2 \times 10^{11} F$$

$$\therefore C' = 5C$$

অর্থাৎ, ( $k = 5$ ) পরাবৈদ্যুতিক মাধ্যম স্থাপন করলে ধারকটির ধারকত্ব বৃদ্ধি পেয়ে 5 গুণ হবে।

নিচের চিত্রটি লক্ষ কর :



উপরের চিত্রে A ও B উভয় বিন্দুতেই 100 C চার্জ দেওয়া আছে।

ক. অতি পরিবাহিতা কাকে বলে?

খ. রোধের উচ্চতা সহগ বলতে কী বুঝ? ব্যাখ্যা কর।

গ. 'C' বিন্দুর তড়িৎ প্রাবল্যের মান নির্ণয় কর।

ঘ. 'C' বিন্দুর তড়িৎ প্রাবল্যের দিক কোন দিকে হবে? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর।

[য. বো. '১৫]

### ২৪নং প্রশ্নের উত্তর

ক. অতি নিম্ন তাপমাত্রায় কিছু কিছু পদার্থের রোধ শূন্যে নেমে আসে। এসব পদার্থকে বলা হয় অতিপরিবাহী এবং পদার্থের এ ধর্মকে বলা হয় অতি পরিবাহিতা।

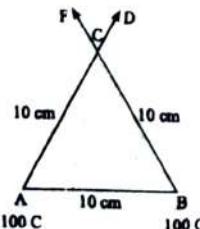
খ. অতি ডিগ্রী সেলসিয়াস তাপমাত্রা বৃদ্ধির জন্য একক রোধ সম্পর্ক কোনো পরিবাহীর রোধের যে পরিবর্তন হয় তাকে উক্ত পরিবাহীর রোধের উচ্চতা সহগ বলে।  $0^\circ C$  তাপমাত্রায় কোনো পরিবাহীর রোধ  $R_0$  এবং  $0^\circ C$  তাপমাত্রায় কোনো পরিবাহীর রোধ  $R_\theta$  হলে,

$$\text{রোধের উচ্চতা সহগ, } \alpha = \frac{R_\theta - R_0}{R_0 \cdot \theta}$$

$$\text{বা, } R_\theta = R_0 (1 + \alpha \theta)$$

উক্ত সহগ-এর একক  $(0^\circ C)^{-1}$  বা  $K^{-1}$ ।

গ.



A বিন্দুর চার্জের জন্য  
C বিন্দুতে প্রাবল্য,

$$E_1 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q}{r}$$

B বিন্দুর চার্জের জন্য C বিন্দুতে প্রাবল্য,

$$E_2 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q}{r}$$

$$\therefore E_1 = E_2$$

এখানে, A বিন্দুর চার্জ

$$= B বিন্দুর চার্জ = q = 100 C$$

$$AB = BC = CA = r = 10 cm = 0.10 m$$

C বিন্দুতে প্রাবল্য, E = কত?

C বিন্দুতে লম্বি প্রাবল্য,

$$E = \sqrt{E_1^2 + E_2^2 + 2E_1 E_2 \cos 60^\circ}$$

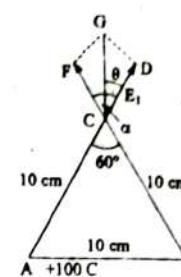
$$= \sqrt{E_1^2 + E_1^2 + 2E_1^2 \left(\frac{1}{2}\right)} = \sqrt{3} E_1 = \sqrt{3} \cdot \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q}{r}$$

$$= \frac{\sqrt{3} \times 9 \times 10^9 \times 100}{(0.10)^2} NC^{-1} = 1.56 \times 10^{14} NC^{-1}$$

$\therefore$  C বিন্দুতে প্রাবল্যের মান  $1.56 \times 10^{14} NC^{-1}$

ঢ. A বিন্দুতে স্থাপিত চার্জের জন্য

E<sub>1</sub> এর দিক CD বরাবর। B বিন্দুতে স্থাপিত চার্জের জন্য E<sub>2</sub> এর দিক CF বরাবর। E<sub>1</sub> ও E<sub>2</sub> এর লম্বি E এর দিক CDGF সামান্যরিক এর কর্ণ বরাবর।



$$\text{দিক : } \tan \theta = \frac{E_2 \sin \alpha}{E_1 + E_2 \cos \alpha}$$

$$= \frac{E_1 \sin \alpha}{E_1 + E_1 \cos \alpha}$$

$$= \frac{2 \sin \frac{\alpha}{2} \cos \frac{\alpha}{2}}{2 \cos^2 \frac{\alpha}{2}} = \tan \frac{\alpha}{2} = \tan 30^\circ$$

$$\therefore \theta = 30^\circ$$

E<sub>1</sub> ও E<sub>2</sub> উভয়ের সাথে লম্বি প্রাবল্য E,  $30^\circ$  কোণে আনত।

প্রথম ২৫। ABC একটি সমবাহু ত্রিভুজ যার প্রতি বাহুর দৈর্ঘ্য 3 মিটার। প্রথমে A বিন্দুতে 250 কুলু চার্জ রাখা হলো। পরবর্তীতে B বিন্দুতে - 250 কুলু চার্জ রাখা হলো।

ক. কার্নো চক্র কী?

খ. বুদ্ধতাপীয় সংকোচনে তাপমাত্রা বৃদ্ধি পায় কেন?

গ. প্রথম ক্ষেত্রে C বিন্দুতে বিভব কত হবে?

ঘ. B বিন্দুতে চার্জ রাখার পূর্বে ও পরে C বিন্দুতে তড়িৎ প্রাবল্যের ক্রিপ্ত পরিবর্তন হবে তার গাণিতিক প্রমাণ দাও।

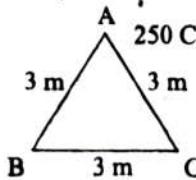
[সি. বো. '১৫]

### ২৫নং প্রশ্নের উত্তর

ক. যে বিশেষ প্রক্রিয়ায় কাজ করলে একটি আদর্শ তাপ ইঞ্জিন তথা কার্নো ইঞ্জিন অবিরাম শক্তি সরবরাহ করতে পারে তাকে কার্নো চক্র বলে।

খ. বুদ্ধতাপীয় সংকোচনে গ্যাস সংকুচিত হয়। এ সংকোচনের সময় বাইরে থেকে শক্তি সরবরাহ করে সিস্টেমের উপর কাজ সম্পাদিত হয় বলে সিস্টেমের অন্তঃস্থ শক্তি বৃদ্ধি পায়, ফলে সিস্টেমের তাপমাত্রা বৃদ্ধি পায়। এ সংকোচনে অন্তঃস্থ শক্তি,  $dW = - dU$ , কারণ  $dQ = 0$ .

গ. ধরি, C বিন্দুতে বিভব, V



আমরা জানি,

$$V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q_1}{r}$$

$$= 9 \times 10^9 \times \frac{250}{3} \text{ volt}$$

$$= 750 \times 10^9 \text{ volt}$$

$$= 7.5 \times 10^{11} \text{ volt}$$

অতএব, প্রথম ক্ষেত্রে C বিন্দুতে বিভব  $7.5 \times 10^{11} V$ ।

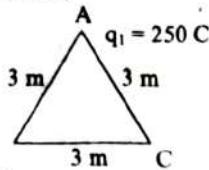
এখানে,

$$A বিন্দুতে চার্জ, q_1 = 250 C$$

দৈর্ঘ্য, r = AC = 3 m

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

ঘ প্রথম ক্ষেত্রে,



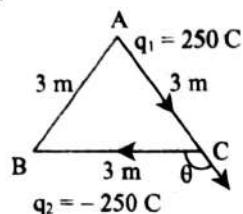
আমরা জানি,

$$\begin{aligned} E_1 &= \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q_1}{r^2} \\ &= 9 \times 10^9 \times \frac{250}{3^2} \text{ N C}^{-1} \\ &= 2.5 \times 10^{11} \text{ N C}^{-1} \end{aligned}$$

এখানে,

$$\begin{aligned} A &\text{ বিন্দুতে চার্জ, } q_1 = 250 \text{ C} \\ \text{দৈর্ঘ্য, } r &= AC = 3 \text{ m} \\ C &\text{ বিন্দুতে প্রাবল্য, } E_1 = ? \\ \frac{1}{4\pi\epsilon_0} &= 9 \times 10^9 \text{ N m}^2 \text{ C}^{-2} \end{aligned}$$

বিত্তীয় ক্ষেত্রে, B বিন্দুতে স্থাপিত চার্জের জন্য C বিন্দুতে প্রাবল্য,



$$\begin{aligned} E_2 &= \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q_2}{r^2} \\ &= \frac{9 \times 10^9 \times -250}{9} \text{ N C}^{-1} \\ &= -2.5 \times 10^{11} \text{ N C}^{-1} \\ \therefore E_1 &= E_2 \quad [ \because (-) \text{ চিহ্ন আৰা } \\ &\text{আকৰ্ষণধৰ্মী প্রাবল্য বোৱায় }] \end{aligned}$$

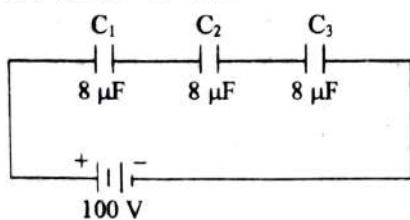
ধৰি,  $E_1 = E_2 = x$

C বিন্দুতে মোট প্রাবল্য,

$$\begin{aligned} E &= \sqrt{E_1^2 + E_2^2 + 2E_1 E_2 \cos \theta} \\ &= \sqrt{E_1^2 + E_2^2 + 2E_1 E_2 \left(-\frac{1}{2}\right)} \quad [\text{এখানে, } \theta = 120^\circ] \\ &= \sqrt{x^2 + x^2 - x^2} = x = 2.5 \times 10^{11} \text{ N C}^{-1} \end{aligned}$$

অতএব, B বিন্দুতে চার্জ রাখার পূর্বে ও পরে C বিন্দুতে প্রাবল্য অভিন্ন।

• ধরণ ২৬। নিচের বতনীটি লক্ষ কর :



ক. তড়িৎ ছিমেরু কাকে বলে?

১

খ. ধারকতু কোন কোন বিষয়ের উপর নির্ভর করে?

২

গ. উদ্বৃপকে উল্লিখিত ধারক সমবায়ের জন্য প্রতিটি ধারকে সঞ্চিত চার্জের পরিমাণ কত?

৩

ঘ. সর্বাধিক শক্তি সঞ্চয়ের জন্য উপরের সমবায়টি কি যথৰ্থ?

৪

গাপিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে ব্যাখ্যা কর।

[ব. বো. '১৫]

### ৩ ২৬নং প্রশ্নের উত্তর

ক. দুটি সমপরিমাণ কিন্তু বিপরীতধৰ্মী চার্জ পরস্পরের খুব কাছাকাছি স্থাপিত হলে তাকে তড়িৎ ছিমেরু বলে।

খ. ধারকতু নিরোক্ত বিষয়গুলোর উপর নির্ভরশীল।

- (i) পরিবাহীর ক্ষেত্রফল পরিবর্তন করা হলে ধারকতু পরিবর্তন হয়।
- (ii) পরিবাহীর চার পার্শ্ব মাধ্যম পরিবর্তনের সাথে ধারকতু পরিবর্তন হয়।
- (iii) অপর কোনো পরিবাহী বা ডৃ-সংযোগের কারণেও ধারকতু পরিবর্তন হয়।

ঘ আমরা জানি, তুল্য ধারকতু,  $C_s$  হলে,

$$\begin{aligned} \frac{1}{C_s} &= \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} \\ \text{বা, } \frac{1}{C_s} &= \frac{1}{C} + \frac{1}{C} + \frac{1}{C} = \frac{3}{C} \\ \text{বা, } C_s &= \frac{C}{3} = \frac{8 \times 10^{-6}}{3} \text{ F} \end{aligned}$$

$$\therefore C_s = 2.67 \times 10^{-6} \text{ F}$$

$$\text{এখন, } C_s = \frac{Q}{V}$$

$$\text{বা, } Q = C_s \times V = 2.67 \times 10^{-6} \text{ F} \times 100 \text{ V}$$

$$\therefore Q = 2.67 \times 10^{-4} \text{ C}$$

∴ প্রতিটি ধারকে সঞ্চিত চার্জের পরিমাণ  $2.67 \times 10^{-4} \text{ C}$ ।

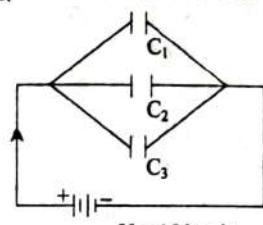
ঘ 'গ' হতে প্রাপ্ত তুল্য ধারকতু,  $C_s = 2.67 \times 10^{-6} \text{ F}$

বিত্তব,  $V = 100 \text{ volt}$

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

$$= \frac{1}{2} \times 2.67 \times 10^{-6} \text{ F} \times (100 \text{ V})^2 \\ = 1.335 \times 10^{-2} \text{ J}$$

এখন বতনীর ধারকগুলোকে সমান্তরাল সমবায়ে সাজালে পাওয়া যায়,



$V = 100 \text{ volt}$

$$\begin{aligned} \text{এক্ষেত্রে তুল্য ধারকতু, } C_p &= C_1 + C_2 + C_3 \\ &= 3C = 3 \times 8 \times 10^{-6} \text{ F} \\ &= 24 \times 10^{-6} \text{ F} \end{aligned}$$

$$\text{সঞ্চিত শক্তি, } U = \frac{1}{2} C_p V^2 = \frac{1}{2} \times 24 \times 10^{-6} \text{ F} \times (100 \text{ V})^2 \\ = 12 \times 10^{-2} \text{ J}$$

দেখা যাচ্ছে, সর্বাধিক শক্তি সঞ্চয়ের জন্য বিত্তীয় সমবায়টি বেশি উপযোগী। অতএব, উদ্বৃপকে বর্ণিত সমবায়টি সর্বাধিক শক্তি সঞ্চয়ের জন্য যথৰ্থ নয়।

• ধরণ ২৭। নূহার নিকট ধাতুর দুই জোড়া পাতলা পাত আছে। একজোড়া পাতের ক্ষেত্রফল অপর জোড়ার অর্ধেক। সে দুটি পাতের মধ্যে বায়ু রেখে প্রত্যেক জোড়া পাত দিয়ে একটি করে সমান্তরাল পাত ধারক তৈরি করতে চায়। নূহ বলল, পাতগুলো যেতাবেই বসানো হউক না কেন ধারক দুটির ধারকতু কখনোই সমান হবে না। প্রথম ধারকের প্রত্যেক পাতের ক্ষেত্রফল  $8 \text{ cm}^2$ ।

ক. গাউসের সূত্র বিবৃত কর।

১

খ. গোলাকার পরিবাহীর ব্যাসার্ধ বাড়লে ধারকতু বৃদ্ধি পায় কেন?

২

গ. প্রথম ধারকে  $40 \text{ C}$  চার্জ দেওয়া হলো। পাতবায়ের মধ্যবর্তী স্থানে তড়িৎ প্রাবল্য কত হবে? নির্ণয় কর।

৩

ঘ. নূহ ধারকের পাতগুলি কিভাবে স্থাপন করলে প্রমাণ করতে পারবে যে, নূহের উচ্চি সঠিক নয়— গাপিতিক ব্যাখ্যা দিয়ে বুঝিয়ে দাও।

৪

[দি. বো. '১৫]

### ৪ ২৭নং প্রশ্নের উত্তর

ক. গাউসের সূত্রটি হলো— কোনো বক্রতলের উপর স্থির তড়িৎ ক্ষেত্রের মোট অভিলম্ব আবেশ বা ফ্লার এ তল হারা বেষ্টিত মোট চার্জের  $\frac{1}{\epsilon_0}$  গুণ।

খ. গোলাকার পরিবাহীর ধারকত্ত,

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

বা,  $C = \text{ধূরক} \times r$

বা,  $C \propto r$

অতএব, গোলাকার পরিবাহীর ধারকত্ত ও গোলকের ব্যাসার্ধ পরম্পর সমানুপাতিক।

যেহেতু চার্জ গোলকের বাইরের পৃষ্ঠে অবস্থান করে, তাই ব্যাসার্ধ বাড়লে ধারকত্ত বাড়ে। অর্থাৎ গোলাকার পরিবাহীর ব্যাসার্ধ বৃদ্ধির সাথে ধারকত্ত বৃদ্ধি পায়।

গ. এখানে, ১ম ধারকের চার্জ,  $Q_1 = 40 C$

$$\text{শূন্যস্থানে পরাবৈদ্যুতিক ধূরক}, \epsilon_0 = 8.854 \times 10^{-12} N^{-1} m^{-2} C^2$$

$$\text{পাতের ক্ষেত্রফল}, A_1 = 8 cm^2 = 8 \times 10^{-4} m^2$$

তড়িৎ প্রাবল্য,  $E = ?$

$$\text{আমরা জানি, } E = \frac{Q_1}{\epsilon_0 A_1}$$

$$= \frac{40}{8.854 \times 10^{-12} \times 8 \times 10^{-4}} NC^{-1}$$

$$= 5.65 \times 10^{15} NC^{-1}$$

ঘ. ধরি, ১ম জোড়া পাত ধারকের ধারকত্ত =  $C_1$ , ক্ষেত্রফল =  $A_1$ , এবং পাতবয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ত =  $d_1$ ।

আবার ২য় জোড়া পাত ধারকের ধারকত্ত =  $C_2$ , ক্ষেত্রফল =  $A_2$  এবং পাতবয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ত =  $d_2$ ।

$$\text{অতএব, } C_1 = \frac{\epsilon_0 A_1}{d_1} \dots\dots\dots(1)$$

$$\text{এবং } C_2 = \frac{\epsilon_0 A_2}{d_2} \dots\dots\dots(2)$$

(১) নং সমীকরণকে (২) নং সমীকরণ হারা ভাগ করে পাই,

$$\begin{aligned} \frac{C_1}{C_2} &= \frac{\epsilon_0 A_1}{d_1} \div \frac{\epsilon_0 A_2}{d_2} \\ &= \frac{A_1}{d_1} \times \frac{d_2}{A_2} = \frac{A}{d_1} \times \frac{d_2}{2A} \quad [\text{যেখানে } A_1 = A, A_2 = 2A] \\ &= \frac{d_2}{2 d_1} \end{aligned}$$

$$d_2 = 2 d_1 \text{ হলে, } C_1 = C_2 \text{ হবে।}$$

অর্থাৎ বিভায় জোড়া পাতবয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ত ১ম জোড়া পাতবয়ের মধ্যবর্তী দূরত্তের দ্বিগুণ হলে নৃত্ব প্রমাণ করতে পারবে যে নূরের উন্নিটি সঠিক নয়, তুল।



### NCTB অনুমোদিত পাঠ্যবইসমূহের অনুশীলনীর সূজনশীল প্রক্রিয়া ও উভয়

প্রিয় শিক্ষার্থী, NCTB অনুমোদিত পাঠ্যবইসমূহের এ অধ্যায়ের অনুশীলনীর নমুনা সূজনশীল প্রক্রিয়াসমূহের যথাযথ উভয় নিচে সংযোজিত হলো। এসব প্রশ্নোত্তর অনুশীলনের মাধ্যমে তোমরা কলেজ ও এইচএসসি পরীক্ষার প্রক্রিয়া ও উভয়ের ধরন ও মান সম্পর্কে স্পষ্ট ধারণা পাবে।

### ৩ এ টি এম শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া তৌহিদ স্যারের বইয়ের অনুশীলনীর সূজনশীল প্রক্রিয়া ও উভয়

**প্রশ্ন ১** ৩  $\mu F$  ও ৬  $\mu F$  ধারকত্তের দুটি ধারককে শ্রেণি সমবায়ে যুক্ত করে বর্তনীর দু'পাত্রে 12 volt এর একটি ব্যাটারি সংযোগ দেওয়া হলো।

ক. ও'মের সূত্রটি বিবৃত কর।

১

খ. একটি সুব্যবস্থা চার্জিত গোলকের ভিতরে তড়িৎ প্রাবল্য কীবৃপু? ব্যাখ্যা কর।

২

গ. বর্তনীর মোট ধারকত্ত নির্ণয় কর।

৩

ঘ. কোন ধারকে সঞ্চিত শক্তির পরিমাণ বেশি হবে? পাণিতিক বিশ্লেষণসহ মতামত প্রদান কর।

৪

[অনুশীলনীর প্রক্রিয়া ১]

ঘ. যেহেতু,  $C_1$  ও  $C_2$  ধারক দুটি শ্রেণিতে যুক্ত তাই তাদের আধান সমান থাকবে কিন্তু বিভব আলাদা হবে।

'গ' নং হতে পাই, তুল্য ধারকত্ত,  $C_s = 2 \mu F$

$$\begin{aligned} \therefore \text{উভয়ের আধান, } q &= C_s V \\ &= 2 \times 10^{-6} \times 12 \\ &= 24 \times 10^{-6} C \end{aligned}$$

$$\therefore 3 \mu F \text{ ধারকের বিভব, } V_1 = \frac{q}{C_1} = \frac{24 \times 10^{-6}}{3 \times 10^{-6}} = 8 V$$

$$\therefore 3 \mu F \text{ ধারকে সঞ্চিত শক্তি, } U_1 = \frac{1}{2} C_1 V_1^2$$

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

$$= 96 \times 10^{-6} J$$

$$6 \mu F \text{ ধারকের বিভব, } V_2 = \frac{q}{C_2} = \frac{24 \times 10^{-6}}{6 \times 10^{-6}} = 4 V$$

$$\therefore 6 \mu F \text{ ধারকে সঞ্চিত শক্তি, } U_2 = \frac{1}{2} C_2 V_2^2$$

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

$$= 48 \times 10^{-6} J$$

∴ প্রথম ধারকে সঞ্চিত শক্তির পরিমাণ বেশি হবে।

এখানে,  $U_1 > U_2$

**প্রশ্ন ২** একটি সমান্তরাল পাতধারকের প্রত্যেকটি পাতের ক্ষেত্রফল  $1.25 m^2$ । পাতবয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ত  $1.5 cm$  এবং এটি বায়ু দ্বাৰা পূর্ণ। পাতবয়ের বিভব পার্থক্য  $60 V$ । ( $\epsilon_0 = 8.854 \times 10^{-12} C^2 N^{-1} m^{-2}$ )

ক. পরাবৈদ্যুতিক ধূরক কী?

খ. সমবিজ্ঞতলে চার্জের স্থানান্তরে কৃতকাজ শূন্য হয় কেন?

গ. উচীপক অনুসারে ধারকটির ধারকত্ত নির্ণয় কর।

ঘ. ধারকের ক্ষেত্রফল ও মধ্যবর্তী দূরত্ত দ্বিগুণ করলে সঞ্চিত শক্তির বৃদ্ধি ঘটবে কিনা গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর।

[অনুশীলনীর প্রক্রিয়া ২]

$$V - V_0 = E \times \text{দূরত্ত}$$

বা,  $0 = E \times \text{দূরত্ত}$  [চার্জিত গোলকের অভ্যন্তরে যেকোনো

বা,  $E = 0$  বিশুদ্ধ বিভব এবং পৃষ্ঠার বিভবের সমান।

অতএব, চার্জিত গোলকের কেন্দ্রে প্রাবল্য শূন্য।

গ. উচীপক থেকে পাই,  $C_1 = 3 \mu F, C_2 = 6 \mu F$

এখানে,  $C_1$  ও  $C_2$  শ্রেণি সমবায়ে যুক্ত। এদের তুল্য বা মোট ধারকত্ত  $C_s$  হলে,

$$\frac{1}{C_s} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} = \frac{1}{3 \mu F} + \frac{1}{6 \mu F} = \frac{2+1}{6 \mu F}$$

$$\text{বা, } C_s = 2 \mu F$$

অতএব, বর্তনীটির মোট ধারকত্ত,  $C_s = 2 \mu F$ ।

**২৯নং পর্যবেক্ষণ উত্তর**

৩) দুটি বিন্দু চার্জের মধ্যে নির্দিষ্ট দূরত্বের শূন্যস্থানে ক্রিয়াশীল বল ও এই দুই চার্জের মধ্যে একই দূরত্বে অন্য কোনো মাধ্যমে ক্রিয়াশীল বলের অনুপাতই হলো এই মাধ্যমের তড়িৎ মাধ্যমাত্ত্বিক ধূমক।

৪) যে চার্জিত তলের প্রতিটি বিন্দুর বিভব সমান তাকে সমবিভব তল বলে। অন্যভাবে বলা যেতে পারে, যে তল বরাবর কোনো তড়িৎ প্রবাহিত হয় না, সেই তল সমবিভব তল। সুতরাং স্থির তড়িৎবিদ্যায় অন্তরিত আহিত পরিবাহী পৃষ্ঠ সমবিভব পৃষ্ঠ। যেহেতু প্রতিটি বিন্দুর বিভব একই তাই সমবিভব তলের একবিন্দু থেকে অন্যবিন্দুতে আধান স্থানান্তর করলে কোনো কাজ হয় না। অর্থাৎ কৃতকাজ শূন্য।

৫) এখানে, প্রত্যেক পাত্রের ক্ষেত্রফল,  $A = 1.25 \text{ m}^2$

পাত্রবের মধ্যবর্তী দূরত্ব,  $d = 1.5 \text{ cm} = 0.015 \text{ m}$

ধারকত্ব,  $C = ?$

$$\text{আমরা জানি, } C = \frac{\epsilon_0 A}{d}$$

$$= \frac{8.854 \times 10^{-12} \text{ C}^2 \text{ N}^{-1} \text{ m}^{-2} \times 1.25 \text{ m}^2}{0.015 \text{ m}}$$

$$= 7.38 \times 10^{-10} \text{ F}$$

$\therefore$  অতএব, ধারকত্ব  $7.38 \times 10^{-10} \text{ F}$ ।

৬) এখানে, ধারকের পাত্রবের বিভব পার্শ্বক্য  $60 \text{ V}$

প্রথম ক্ষেত্রে ধারকের সঞ্চিত শক্তি  $U_1$  হলো,

$$U_1 = \frac{1}{2} CV^2 = \frac{1}{2} \times 7.38 \times 10^{-10} \times (60 \text{ V})^2$$

$$= 1.3284 \times 10^{-6} \text{ J}$$

পরিবর্তিত ক্ষেত্রে ধারকের ক্ষেত্রফল,  $A' = 2 \text{ A}$

$$= 2 \times 1.25 \text{ m}^2$$

$$= 2.5 \text{ m}^2$$

মধ্যবর্তী দূরত্ব,  $d' = 2d = (2 \times 0.015) \text{ m} = 0.03 \text{ m}$

$\therefore$  পরিবর্তিত ক্ষেত্রে, ধারকত্ব,

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

$$= \frac{8.854 \times 10^{-12} \text{ C}^2 \text{ N}^{-1} \text{ m}^{-2} \times 2.5 \text{ m}^2}{0.03 \text{ m}}$$

$$= 7.38 \times 10^{-10} \text{ F}$$

পরিবর্তিত ক্ষেত্রে সঞ্চিত শক্তি,  $U' = \frac{1}{2} C' V^2$

$$= \frac{1}{2} \times 7.38 \times 10^{-10} \text{ F} \times (60 \text{ V})^2$$

$$= 1.3284 \times 10^{-6} \text{ J}$$

এখানে,  $U_1 = U'$

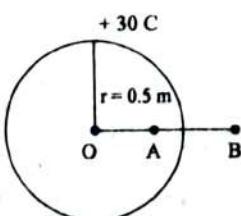
অতএব, সঞ্চিত শক্তির পরিবর্তন ঘটবে না।

প্রশ্ন গুলি চিত্রে একটি ফাঁপা পরিবাহী

গোলকের পৃষ্ঠে  $+30 \text{ C}$  চার্জ সুষমভাবে

বিটিত। যার কেন্দ্র  $O$  হতে  $A$  ও  $B$

বিন্দুর দূরত্ব যথাক্রমে  $0.3 \text{ m}$  ও  $0.8 \text{ m}$ ।



১. তড়িৎ বিভব কাকে বলে?

১

২. পৃথিবীর বিভব শূন্য ধরা হয় কেন?

২

৩. পরিবাহীটির ধারকত্ব নির্ণয় কর।

৩

৪. উচ্চীপকে উজ্জিখিত গোলকের  $O$ ,  $A$  ও  $B$  বিন্দুতে বিভব অভিন্ন হবে কি-না? গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে তোমার উত্তরের সত্যতা যাচাই কর।

৪

**৩০নং পর্যবেক্ষণ উত্তর**

১) অসীম দূর থেকে একক ধনাত্মক চার্জকে তড়িৎক্ষেত্রের কোনো বিন্দুতে আনতে যে পরিমাণ কাজ করতে হয়, তাকে এই বিন্দুর তড়িৎ বিভব বলে।

২) পৃথিবী একটি তড়িৎ পরিবাহক। ধনাত্মকভাবে আহিত বন্ধুকে তৃ-সংযুক্ত করলে পৃথিবী থেকে ইলেক্ট্রন এসে বন্ধুকে নিষ্কাশিত করে। আর ঝগাত্মকভাবে আহিত বন্ধুকে পৃথিবীর সাথে সংযুক্ত করলে বন্ধু থেকে ইলেক্ট্রন তৃষ্ণিতে প্রবাহিত হয়, ফলে বন্ধুটি নিষ্কাশিত হয়। পৃথিবী এতো বিরাট যে, এতে আধান যোগ-বিয়োগ করলে এর বিভবের পরিবর্তন হয় না। পৃথিবী প্রতিনিয়ত বিভিন্ন বন্ধু থেকে আধান প্রাপ্ত করে আবার সাথে সাথে অন্য বন্ধুকে আধান সরবরাহও করে। ফলে এর আধানের কোনো পরিবর্তন হয় না। আধানের পরিবর্তন না হওয়ায় বিভবেরও কোনো পরিবর্তন হয় না। এজনই পৃথিবীর বিভবকে শূন্য ধরা হয়।

৩) ধরি, পরিবাহীটির ধারকত্ব,  $C$

উচ্চীপক থেকে পাই,

গোলকের ব্যাসার্ধ,  $r = 0.5 \text{ m}$

শূন্যস্থানে তড়িৎ ভেদনযোগ্যতা,  $\epsilon_0 = 8.854 \times 10^{-12} \text{ Fm}^{-1}$

আমরা জানি,  $C = 4\pi\epsilon_0 r$

$$= 4 \times 3.1416 \times 8.854 \times 10^{-12} \text{ Fm}^{-1} \times 0.5 \text{ m}$$

$$= 5.563 \times 10^{-11} \text{ F}$$

$$\therefore C = 5.563 \times 10^{-5} \mu\text{F}$$

নির্ণয় পরিবাহীটির ধারকত্ব  $5.563 \times 10^{-5} \mu\text{F}$ ।

৪) উচ্চীপকের উজ্জিখিত গোলকের  $O$  ও  $B$  বিন্দুতে বিভব অভিন্ন হবে তবে  $O$  ও  $A$  বিন্দুতে বিভব সমান হবে, যা নিচে গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে তুলে ধরা হলো—

উচ্চীপক থেকে পাই, গোলকের ব্যাসার্ধ,  $r = 0.5 \text{ m}$

সুষমভাবে বটিত চার্জের পরিমাণ,  $q = 30 \text{ C}$

$O$  বিন্দুটি গোলকের কেন্দ্র।

কেন্দ্র থেকে  $A$  বিন্দুর দূরত্ব,  $OA = 0.3 \text{ m}$

কেন্দ্র থেকে  $B$  বিন্দুর দূরত্ব,  $OB = 0.8 \text{ m}$

এখানে,  $O$  ও  $A$  বিন্দু গোলকের অভ্যন্তরে অবস্থিত।  $B$  বিন্দুটি গোলকের বাইরে অবস্থিত।

অমরা জানি,

গোলকের অভ্যন্তরে সর্বত্র বিভব এর পৃষ্ঠের বিভবের সমান।

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

$$= 9 \times 10^9 \text{ N m}^2 \text{ C}^{-2} \times \frac{30 \text{ C}}{0.5 \text{ m}}$$

$$= 5.4 \times 10^{11} \text{ V}$$

$O$  বিন্দুর বিভব,  $V_O = V = 5.4 \times 10^{11} \text{ V}$

$A$  বিন্দুর বিভব,  $V_A = V = 5.4 \times 10^{11} \text{ V}$

আবার,  $B$  বিন্দুর বিভব,  $V_B = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q}{OB}$

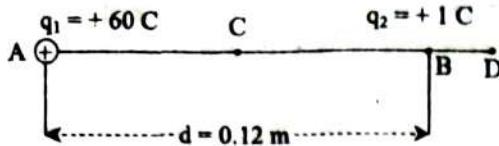
$$= 9 \times 10^9 \text{ N m}^2 \text{ C}^{-2} \times \frac{30 \text{ C}}{0.8 \text{ m}}$$

$$= 3.375 \times 10^{11} \text{ V}$$

এখানে,  $V_O = V_A$  এবং  $V_O > V_B$ ,  $V_A > V_B$

অর্থাৎ  $O$  ও  $A$  বিন্দুর বিভবের মান সমান, যা গোলকের পৃষ্ঠের বিভবের মান।  $B$  বিন্দুর বিভবের মান  $O$  ও  $A$  বিন্দুর বিভবের মান অপেক্ষা কম মানের।

**জনপ্রিয় উদ্বোধন লক কর :**



ক. পরিবাহীর ধারকত্ত কাকে বলে?

১

খ. গোলীয় পরিবাহীর তল সমবিভব তল - ব্যাখ্যা কর।

২

গ. উদ্বোধনে উল্লিখিত AB এর মধ্যবিদ্যু C তে প্রাবল্যের মান নির্ণয় কর।

৩

ঘ. উদ্বোধনে বর্ণিত B বিদ্যুর চার্জটিকে C বিদ্যুতে আনতে কৃতকাজ নির্ণয় করা সম্ভব কি-না? গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে উভয়ের সত্যতা যাচাই কর।

৪

(অনুশীলনীর প্রশ্ন ৪)

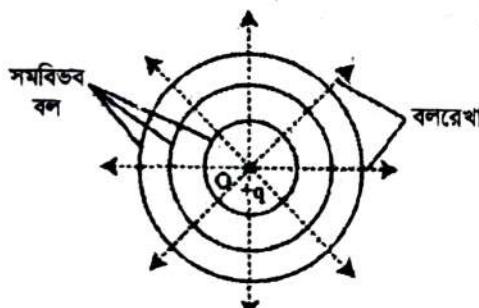
**৩১নং প্রথমের উত্তর**

ক. কোনো পরিবাহীর বিভব একক পরিমাণ বৃদ্ধি করতে যে পরিমাণ চার্জের প্রয়োজন, তাকে উত্ত পরিবাহীর ধারকত্ত বলে।

খ. একটি তড়িৎক্ষেত্রের ডেতের অবস্থিত যে তলের উপর সকল বিদ্যুতে তড়িৎ বিভব সমান হয় তাকে সমবিভব তল বলে।

ব্যাখ্যা : মনে করি, শূন্য বা বায়ু মাধ্যমে O বিদ্যুতে  $+q$  বিদ্যু চার্জটি রাখা হলো। এখন এই  $+q$  চার্জ থেকে r দূরত্বের কোনো বিদ্যুতে তড়িৎ বিভব,

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



সূতরাং O বিদ্যুকে কেন্দ্র করে r ব্যাসার্ধের একটি গোলক অঙ্কন করা হলে ঐ গোলকের পৃষ্ঠের উপর যে কোনো বিদ্যুতে বিভব হলে,  $V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q}{r}$ । অতএব গোলকটির পৃষ্ঠ একটি সমবিভব তল।

গুরুত্বপূর্ণ উদ্বোধন থেকে পাই, A গোলকের চার্জ,  $q_1 = 60 C$

B গোলকের চার্জ,  $q_2 = 1 C$

A ও B এর মধ্যবর্তী দূরত্ব,  $d = 0.12 m$

এখন, A ও B থেকে মধ্যবিদ্যুর দূরত্ব,

$$r = \frac{d}{2} = \frac{0.12 m}{2} = 0.06 m$$

এখন A বিদ্যুর আধানের জন্য মধ্যবিদ্যু C তে প্রাবল্য,

$$E_1 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q_1}{r^2}$$

$$= 9 \times 10^9 N m^2 C^{-2} \times \frac{60 C}{(0.06 m)^2}$$

$$= 1.5 \times 10^{14} N C^{-1}, \text{ যা } CB \text{ বরাবর}$$

আবার, B বিদ্যুর আধানের জন্য C বিদ্যুতে প্রাবল্য,

$$E_2 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q_2}{r^2}$$

$$= 9 \times 10^9 N m^2 C^{-2} \times \frac{1 C}{(0.06 m)^2}$$

$$= 2.5 \times 10^{12} N C^{-1}, \text{ যা } CA \text{ বরাবর}$$

এখন, AB এর মধ্যবিদ্যু C-তে সম্ভি প্রাবল্য E হলে,

$$E = E_1 - E_2$$

$$= (1.5 \times 10^{14} - 2.5 \times 10^{12}) N C^{-1}$$

$$= 1.475 \times 10^{14} N C^{-1}, \text{ যা } CB \text{ বরাবর}$$

অতএব, C বিদ্যুতে প্রাবল্যের মান  $1.475 \times 10^{14} N C^{-1}$ ,  $+1 C$  আধানের দিকে।

খ. এখানে, A বিদ্যুর আধান,  $q_1 = +60 C$

B বিদ্যুর আধান,  $q_2 = +1 C$

A ও B এর মধ্যবর্তী দূরত্ব,  $d = 0.12 m$

$$AC = BC = r = \frac{0.12 m}{2} = 0.06 m$$

এখন, A বিদ্যুতে  $q_1$  চার্জটি স্থির আছে।

অতএব, A বিদ্যুর আধানের জন্য B বিদ্যুতে বিভব,

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

$$= 9 \times 10^9 N m^2 C^{-2} \times \frac{60 C}{0.12 m} = 4.5 \times 10^{12} V$$

আবার, A বিদ্যুর আধানের জন্য C বিদ্যুর বিভব,

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

$$= 9 \times 10^9 N m^2 C^{-2} \times \frac{60 C}{0.06 m} = 9 \times 10^{12} V$$

এখন, B ও C বিদ্যুর বিভব পার্থক্য,

$$V = V_C - V_B = (9 \times 10^{12} - 4.5 \times 10^{12}) V = 4.5 \times 10^{12} V$$

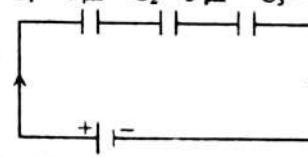
এখন, B বিদ্যুর  $q_2$  চার্জকে C বিদ্যুতে আনতে সম্পাদিত কাজের পরিমাণ W হলে,

$$W = q_2 V = 1 C \times 4.5 \times 10^{12} V = 4.5 \times 10^{12} J$$

অতএব, গাণিতিক বিশ্লেষণ থেকে পাই, B বিদ্যুর চার্জটিকে C বিদ্যুতে আনতে সম্পাদিত কাজের পরিমাণ  $4.5 \times 10^{12} J$ ।

**জনপ্রিয় উদ্বোধন লক কর :**

$$C_1 = 4 \mu F \quad C_2 = 5 \mu F \quad C_3 = 10 \mu F$$



ক. তড়িৎ প্রাবল্য কাকে বলে?

১

খ. গনের সূত্রটি ব্যাখ্যা কর।

২

গ. উদ্বোধনে বর্ণিত ধারকগুলোর তুল্য ধারকত্ত কত?

৩

ঘ. উদ্বোধনে সমবায়টি হতে সর্বোচ্চ পরিমাণ সঞ্চিত শক্তি পাওয়া সম্ভব কি-না? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণের মাধ্যমে তোমার উভয়ের সত্যতা যাচাই কর।

৪

(অনুশীলনীর প্রশ্ন ৫)

**৩২নং প্রথমের উত্তর**

ক. তড়িৎক্ষেত্রের কোনো বিদ্যুতে একটি একক ধনচার্জের উপর যে পরিমাণ বল প্রযুক্ত হয় তাকে উত্ত ক্ষেত্রের ঐ বিদ্যুর তড়িৎপ্রাবল্য বলে।

খ. গনের সূত্রটি হলো— কোনো বল প্রধ তলের উপর স্থির তড়িৎক্ষেত্রের মোট অভিলব আবেশ বা ফ্লাই এ তল হারা বেঠিত মোট চার্জের  $\frac{q}{\epsilon_0}$  গুণ।

ব্যাখ্যা : মনে করি,  $+q$  পরিমাণ চার্জ একটি বল প্রধ তল হারা বেঠিত। যদি স্থির তড়িৎক্ষেত্রের মোট অভিলব আবেশ  $D_s$  হয়, তবে সূত্রানুসারে,  $D_s = \frac{q}{\epsilon_0}$

এখনে,  $\epsilon_0$  হলো শূন্যস্থানের ভেদনযোগ্যতা, যার মান  $8.854 \times 10^{-12} N^{-1} m^{-2} C^2$ ।

১) উদ্বিপক থেকে পাই,

$$C_1 = 4 \mu F, C_2 = 5 \mu F, C_3 = 10 \mu F$$

এখানে, ধারকত্ত্ব শ্রেণি সমবায়ে সংযুক্ত।

এদের তুল্য ধারকত্ত্ব  $C_S$  হলো,

$$\begin{aligned} \frac{1}{C_S} &= \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}, \\ &= \frac{1}{4 \mu F} + \frac{1}{5 \mu F} + \frac{1}{10 \mu F} \\ &= \frac{5+4+2}{20 \mu F} = \frac{11}{20 \mu F} \end{aligned}$$

$$\therefore C_S = \frac{20}{11} \mu F = 1.82 \mu F$$

অতএব, উদ্বিপকে বর্ণিত ধারকগুলোর তুল্য ধারকত্ত্ব  $1.82 \mu F$ ।

২) 'g' হতে পাই, তুল্য ধারকত্ত্ব,  $C_S = \frac{20}{11} \times 10^{-6} F$

৩) উদ্বিপকে উল্লেখিত ধারক সমবায়ের জন্য মোট সঞ্চিত শক্তির মান,

$$\begin{aligned} U &= \frac{1}{2} C_S V^2 \\ &= \frac{1}{2} \times \frac{20}{11} \times 10^{-6} F \times (10 V)^2 \\ &= 9.91 \times 10^{-5} J \end{aligned}$$

ধারকত্ত্ব শ্রেণিতে যুক্ত থাকলে সমবায়টির জন্য মোট সঞ্চিত শক্তির মান  $9.91 \times 10^{-5} J$ ।

আবার, ধারকত্ত্ব সমান্তরালে যুক্ত থাকলে,

$$\begin{aligned} \text{তুল্য ধারকত্ত্ব}, C_p &= C_1 + C_2 + C_3 \\ &= (4 + 5 + 10) \mu F \\ &= 19 \mu F = 19 \times 10^{-6} F \end{aligned}$$

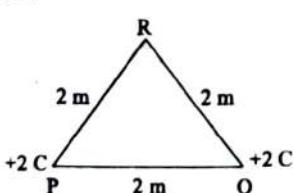
ধারকত্ত্ব সমান্তরালে যুক্ত থাকলে সমবায়টির জন্য মোট সঞ্চিত শক্তির মান,

$$\begin{aligned} U_p &= \frac{1}{2} C_p V^2 \\ &= \frac{1}{2} \times 19 \times 10^{-6} F \times (10 V)^2 = 9.5 \times 10^{-4} J \end{aligned}$$

এখন, সমবায়টির ধারকত্ত্ব যদি সবগুলো শ্রেণিতে বা সবগুলো সমান্তরালে না সাজায়ে দুটি ধারক শ্রেণিতে একটি সমান্তরালে কিংবা দুটি ধারক সমান্তরালে একটি শ্রেণিতে সাজানো হয় তবে তাদের মধ্যে সঞ্চিত শক্তির মান সর্বনিম্ন  $9.91 \times 10^{-5} J$  এবং সর্বোচ্চ  $9.5 \times 10^{-4} J$  এর মাঝে অবস্থান করবে।

অতএব, উদ্বিপকে সমবায়টি হতে সর্বোচ্চ পরিমাণ সঞ্চিত শক্তি পাওয়া সম্ভব নয়।

প্রশ্ন ৩) তিনিটি 2 m বাহুবিশিষ্ট একটি সমবাহু ত্রিভুজের দুই কৌণিক বিন্দু P ও Q তে যথাক্রমে 2 C ধনাঘাতক আধান ও 2 C ঋণাঘাতক আধান স্থাপিত আছে।



ক. তড়িৎ বিমেবু কাকে বলে?

খ. পরিবর্তনশীল ধারক বলতে কী বুঝ?

গ. P বিন্দুতে স্থাপিত চার্জের জন্য Q বিন্দুতে প্রাবল্য কত হবে? ৩

ঘ. R বিন্দুতে তড়িৎ তীব্রতার মান ও দিক নির্ণয় করা সম্ভব হবে কি-না? গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে তোমার উত্তরের সত্যতা যাচাই কর।

## ৩৩৮ প্রয়োগ পদার্থবিজ্ঞান বিত্তীয় পত্র একাদশ-ষাদশ শ্রেণি

### ৩৩৮ প্রয়োগ উভয়

১) দুটি সমপরিমাণ কিন্তু বিপরীতধর্মী চার্জ পরস্পরের খুব কাছাকাছি অবস্থান করলে তাকে তড়িৎ বিমেবু বলে।

২) পরিবর্তনশীল ধারক একপ্রকার বায়ু মাধ্যম সমান্তরাল পাত ধারক। বেতার গ্রাহক যত্নে টিউনের কাজে এবং কোনো কোনো ইলেক্ট্রনিক যন্ত্রপাতিতে এটি ব্যবহৃত হয়। এ জাতীয় ধারকে একই অক্ষিশিষ্ট দুই সারি অর্ধবৃত্তাকার পাত থাকে। পাতগুলো সাধারণত পিল বা আলুমিনিয়ামের তৈরি হয় এবং এরা পরস্পর সমান্তরাল ও এদের পারস্পরিক দূরত্ব সমান থাকে। এক সারি পাত স্থির থাকে অন্য সারি পাতকে স্থির পাতের মধ্যদিয়ে ঘূরানো যায়। এ ধারকের কার্যকর ক্ষেত্রফল পরিবর্তন করে ধারকত্ত্ব পরিবর্তন করা যায় এবং বিভিন্ন কম্পাঙ্কের সংকেত পাওয়া যায়।

৩) উদ্বিপক থেকে পাই, P বিন্দুতে স্থাপিত চার্জ,  $q = +2 C$

P ও Q বিন্দুর মধ্যকার দূরত্ব,  $r = 2 m$

Q বিন্দুতে প্রাবল্য,  $E = ?$

$$\text{আমরা জানি}, E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q}{r^2}$$

$$= 9 \times 10^9 N m^2 C^{-2} \times \frac{2 C}{(2 m)^2} \\ = 4.5 \times 10^9 N C^{-1}$$

অতএব, P বিন্দুতে স্থাপিত চার্জের জন্য Q বিন্দুতে প্রাবল্য  $4.5 \times 10^9 N C^{-1}$ ।

৪) R বিন্দুতে তড়িৎ তীব্রতার মান ও দিক নির্ণয় করা সম্ভব এবং তা নিচে গাণিতিকভাব বিশ্লেষণের মাধ্যমে করা হলো—

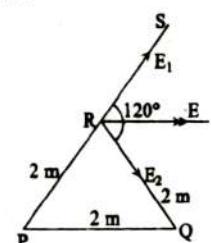
উদ্বিপক থেকে পাই, PQR একটি সমবাহু ত্রিভুজ।

$$\therefore PQ = QR = RP = 2 m$$

P বিন্দুতে স্থাপিত চার্জ,  $q_p = 2 C$

Q বিন্দুতে স্থাপিত চার্জ,  $q_Q = -2 C$

এখন, P বিন্দুর আধানের জন্য R বিন্দুতে তীব্রতা,



$$E_1 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q_p}{(RP)^2}$$

$$= 9 \times 10^9 N m^2 C^{-2} \times \frac{2 C}{(2 m)^2} PR \text{ বরাবর} \\ = 4.5 \times 10^9 N C^{-1}, \text{ যা } PR \text{ বরাবর}$$

আবার, Q বিন্দুর আধানের জন্য R বিন্দুতে তীব্রতা,

$$E_2 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q_Q}{(QR)^2}$$

$$= 9 \times 10^9 N m^2 C^{-2} \times \frac{2 C}{(2 m)^2} RQ \text{ বরাবর} \\ = 4.5 \times 10^9 N C^{-1}, \text{ যা } RQ \text{ বরাবর}$$

এখন, তীব্রতা দুটির মান সমান বলে, R বিন্দুতে এদের লব্ধি প্রাবল্য  $\angle QRS$  কে সমরিখ্যিত করবে। কিন্তু  $\angle QRS = 120^\circ$

সূতরাং R বিন্দুতে লব্ধি প্রাবল্য PQ এর সমান্তরাল হবে।

এখন, লব্ধি প্রাবল্য E হলো,

$$\begin{aligned} E &= \sqrt{E_1^2 + E_2^2 + 2 E_1 E_2 \cos \alpha} \\ &= \sqrt{(4.5 \times 10^9 N C^{-1})^2 + (4.5 \times 10^9 N C^{-1})^2 + 2 \times 4.5 \times 10^9 N C^{-1} \times 4.5 \times 10^9 N C^{-1} \times \cos 120^\circ} \\ &= \sqrt{2 \times (4.5 \times 10^9 N C^{-1})^2 + 2 \times (4.5 \times 10^9 N C^{-1})^2 \left(-\frac{1}{2}\right)} \\ &= \sqrt{2 \times (4.5 \times 10^9 N C^{-1})^2 - (4.5 \times 10^9 N C^{-1})^2} \\ &= \sqrt{(4.5 \times 10^9 N C^{-1})^2} \\ &= 4.5 \times 10^9 N C^{-1} \end{aligned}$$

অতএব, R বিন্দুতে লব্ধি প্রাবল্যের মান  $4.5 \times 10^9 N C^{-1}$  যার দিক  $\angle QRS$  এর সমরিখ্যিত বরাবর।

**প্রমুখ** 2 m বাহুবিশিষ্ট একটি সমবাহু ত্রিভুজের তিনটি কৌণিক বিন্দুতে যথাক্রমে  $+2C$ ,  $+2C$  ও  $-2C$  চার্জ স্থাপন করা হলো।



ক. তত্ত্ব মাধ্যমাঙ্ক কী?

১

খ. চার্জিত ধারকের শক্তি কোন কোন বিষয়ের উপর নির্ভরশীল?

২

গ. ত্রিভুজের যেকোনো বাহুর মধ্যবিন্দুতে বিভব নির্ণয় কর।

৩

ঘ. ত্রিভুজের ভারকেন্দ্র প্রাবল্যের মান যেকোনো চার্জের জন্য প্রাপ্ত প্রাবল্যের মানের হিগুণ হবে কি-না?

৪

[অনুশীলনীর প্রশ্ন ৭]

### ৩৪নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** যেকোনো দুটি চার্জের মধ্যে নির্দিষ্ট দূরত্বে শূন্যস্থানে ক্রিয়াশীল বল এবং ঐ দুই চার্জের মধ্যে ঐ একই দূরত্বে অন্য কোনো মাধ্যমে ক্রিয়াশীল বলের অনুপাত একটি ধূর সংখ্যা, এ ধূর সংখ্যাই মাধ্যমের তত্ত্ব মাধ্যমাঙ্ক।

**খ** কোনো ধারককে চার্জিত করতে যে পরিমাণ কাজ সম্পন্ন করতে হয় তাই ধারকে স্থিতিশীলভাবে সঞ্চিত থাকে। চার্জিত ধারকের শক্তি ধারকটির ধারককৃত, বিভব ও প্রবাহিত চার্জের উপর নির্ভর করে।

**গ** মনে করি, ABC সমবাহু ত্রিভুজের A, B ও C বিন্দুতে স্থাপিত চার্জ যথাক্রমে  $q_A = 2C$ ,

$q_B = 2C$  ও  $q_C = -2C$

$AB = BC = AC = 2m$

ধরি, BC বাহুর মধ্যবিন্দু D

$$\therefore BD = CD = \frac{2}{2}m = 1m$$

$$AD = \sqrt{AB^2 - BD^2} = \sqrt{2^2 - 1^2} = \sqrt{3} m$$

এখন, D বিন্দুর বিভব

$$V_D = V_A + V_B + V_C$$

$$= \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \left( \frac{q_A}{AD} + \frac{q_B}{BD} + \frac{q_C}{CD} \right)$$

$$= 9 \times 10^9 \times \frac{2}{\sqrt{3}} V$$

$$= 1.04 \times 10^{10} V$$

অতএব, BC বাহুর মধ্যবিন্দুতে বিভব  $1.04 \times 10^{10} V$

**ঘ** ধরি, ABC সমবাহু ত্রিভুজ, যার কেন্দ্র O

এবং,  $AB = BC = AC = 2m$

$$\therefore AD = \sqrt{AB^2 - BD^2}$$

$$= \sqrt{2^2 - \left(\frac{2}{2}\right)^2}$$

$$= \sqrt{3} m$$

$$\therefore OA = OB = OC = \frac{2}{3} AD = \frac{2}{3} \times \sqrt{3} m = \frac{2}{\sqrt{3}} m$$

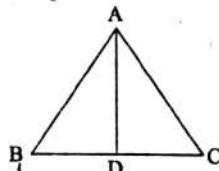
A, B ও C বিন্দুর আধান  $q_A = 2C$ ,  $q_B = 2C$ ,  $q_C = -2C$

A বিন্দুর আধানের জন্য O বিন্দুর প্রাবল্য,

$$E_A = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q_A}{(OA)^2}$$

$$= 9 \times 10^9 \times \frac{2}{\left(\frac{2}{\sqrt{3}}\right)^2} NC^{-1}$$

$$= 1.35 \times 10^{10} NC^{-1} \text{ দিক } OD \text{ বরাবর।}$$



আবার, B বিন্দুর আধানের জন্য O বিন্দুর প্রাবল্য

$$E_B = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q_B}{(OB)^2}$$

$$= 9 \times 10^9 \times \frac{2C}{\left(\frac{2}{\sqrt{3}}\right)^2} = 1.35 \times 10^{10} NC^{-1} \text{ দিক } OE \text{ বরাবর।}$$

C বিন্দুর আধানের জন্য O বিন্দুর প্রাবল্য,

$$E_C = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q_C}{(OC)^2}$$

$$= 9 \times 10^9 \times \frac{-2C}{\left(\frac{2}{\sqrt{3}}\right)^2}$$

$$= -1.35 \times 10^{10} NC^{-1}$$

$$= 1.35 \times 10^{10} NC^{-1} \text{ দিক } OC \text{ বরাবর।}$$

এখানে, OD ও OE এর মধ্যবর্তী কোণ  $\theta = 120^\circ$

$\therefore E_A$  ও  $E_B$  এর লম্বি,

$$E_{AB} = \sqrt{E_A^2 + E_B^2 + 2E_A \cdot E_B \cdot \cos 120^\circ}$$

$$= \sqrt{E_A^2 + E_B^2 + 2E_A \cdot E_B \cdot \left(-\frac{1}{2}\right)} \quad [\because E_A = E_B]$$

$$= \sqrt{E_A^2}$$

$$= E_A = 1.35 \times 10^{10} NC^{-1} \text{ দিক } OC \text{ বরাবর।}$$

$\therefore O$  বিন্দুর লম্বি প্রাবল্য,  $E = E_{AB} + E_C$

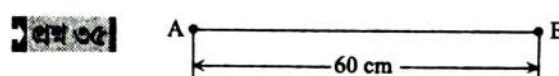
$$= (1.35 \times 10^{10} + 1.35 \times 10^{10}) NC^{-1}$$

$$= 2.7 \times 10^{10} NC^{-1}$$

$$\text{এখানে, } \frac{E}{E_A} = \frac{2.7 \times 10^{10} NC^{-1}}{1.35 \times 10^{10} NC^{-1}} = 2$$

$$\text{বা, } E = 2E_A = 2E_B = 2E_C \quad [\because E_A = E_B = E_C]$$

অতএব, ত্রিভুজের ভারকেন্দ্র প্রাবল্যের মান যে কোনো চার্জের জন্য প্রাপ্ত প্রাবল্যের মানের হিগুণ।



উপরের চিত্রে A ও B বিন্দুতে স্থাপিত চার্জ যথাক্রমে  $q_1 = 12 \mu C$  এবং  $q_2 = 26 \mu C$

**ক**. সমবিভব তল কী?

**খ**. কোনো বস্তুতে চার্জের পরিমাণ  $3 \times 10^{-19} C$  হতে পারে

না—ব্যাখ্যা কর।

**গ**. A হতে আধান দুটির সংযোগ সরলরেখার দুই

তৃতীয়াংশ দূরে কোনো বিন্দুতে বিভব নির্ণয় কর।

**ঘ**. AB কে কোনো সমবাহু ত্রিভুজের বাহু ধরে তৃতীয় বিন্দুতে লম্বি

প্রাবল্যের মান ও দিক পারিস্থিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে দেখাও।

[অনুশীলনীর প্রশ্ন ৮]

### ৩৫নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** যে তলের সকল বিন্দুতে তত্ত্ব বিভবের মান সমান থাকে তাই সমবিভব তল।

**খ** এখানে, আধান,  $q = 3 \times 10^{-19} C$

ইলেক্ট্রনের আধান,  $e = 1.6 \times 10^{-19} C$

$$\text{এখন, } \frac{q}{e} = \frac{3 \times 10^{-19}}{1.6 \times 10^{-19}} = 1.875$$

এখানে,  $3 \times 10^{-19}$  চার্জটি ইলেক্ট্রনের চার্জ e এর গুণিতক নয়।

সুতরাং কোনো বস্তুতে চার্জের পরিমাণ  $3 \times 10^{-19} C$  হতে পারে না।

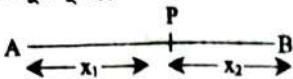
**গ** এখানে, A বিন্দুর চার্জ,  $q_1 = 12 \mu C = 12 \times 10^{-6} C$

B বিন্দুর চার্জ,  $q_2 = 26 \mu C = 26 \times 10^{-6} C$

A ও B বিন্দুর মধ্যবর্তী দূরত্ব,  $r = 60 cm = 0.6 m$

∴ A হতে দুই ত্রুটীয়াৎস দূরবর্তী P বিন্দুর দূরত্ব,

$$x_1 = \frac{2}{3} \times 60 \text{ cm} \\ = 40 \text{ cm} = 0.4 \text{ m}$$



∴ B থেকে P বিন্দুর দূরত্ব,  $x_2 = 0.6 - x_1 = (0.6 - 0.4) \text{ m} = 0.2 \text{ m}$

∴ P বিন্দুর বিভব,  $V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \left( \frac{q_1}{x_1} + \frac{q_2}{x_2} \right)$

$$= 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2 \text{C}^{-2} \times \left( \frac{12 \times 10^{-6} \text{ C}}{0.4 \text{ m}} + \frac{26 \times 10^{-6} \text{ C}}{0.2 \text{ m}} \right)$$

$$= 1.44 \times 10^6 \text{ V}$$

নির্ণয় বিভব  $1.44 \times 10^6 \text{ V}$

**ট** ধরি, ABC একটি সমবাহু ত্রিভুজ, যার  $AB = BC = AC = 0.6 \text{ m}$

A ও B বিন্দুর চার্জ যথাক্রমে

$$q_1 = 12 \mu \text{C} = 12 \times 10^{-6} \text{ C}$$

$$q_2 = 26 \mu \text{C} = 26 \times 10^{-6} \text{ C}$$

A বিন্দুর আধানের জন্য C বিন্দুতে প্রাবল্য,

$$E_A = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q_2}{(AC)^2} \\ = 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2 \text{C}^{-2} \times \frac{12 \times 10^{-6} \text{ C}}{(0.6 \text{ m})^2}$$

=  $3 \times 10^5 \text{ NC}^{-1}$  দিক CE বরাবর

আবার, B বিন্দুর আধানের জন্য C বিন্দুতে প্রাবল্য,

$$E_B = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q_2}{(BC)^2} \\ = 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2 \text{C}^{-2} \times \frac{26 \times 10^{-6} \text{ C}}{(0.6 \text{ m})^2}$$

=  $6.5 \times 10^5 \text{ NC}^{-1}$  দিক CD বরাবর

এখানে,  $E_A$  ও  $E_B$  এর যথ্যবর্তী কোণ  $60^\circ$

∴ C বিন্দুতে লব্ধি প্রাবল্য,

$$E = \sqrt{E_A^2 + E_B^2 + 2E_A E_B \cos 60^\circ} \\ = \sqrt{(3 \times 10^5)^2 + (6.5 \times 10^5)^2 + 2 \times 3 \times 10^5 \times 6.5 \times 10^5 \times \frac{1}{2} \text{ NC}^{-1}}$$

$$= 8.41 \times 10^5 \text{ NC}^{-1}$$

লব্ধি  $E_A$  এর সাথে  $\theta$  কোণ উৎপন্ন করলে,

$$\tan \theta = \frac{E_B \sin 60^\circ}{E_A + E_B \cos 60^\circ}$$

$$\text{বা, } \tan \theta = \frac{6.5 \times 10^5 \times \frac{\sqrt{3}}{2}}{3 \times 10^5 + 6.5 \times 10^5 \times \frac{1}{2}}$$

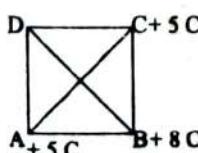
$$\text{বা, } \theta = \tan^{-1}(0.901) = 42^\circ$$

অতএব, তৃতীয় বাহুতে লব্ধি প্রাবল্যের মান  $42^\circ$  এবং লব্ধি  $E_A$  এর সাথে  $42^\circ$  কোণে ক্রিয়া করে।

**ট** নিচের বর্গক্ষেত্রটি লক কর :

ধর বাহু = 1 m. D বিন্দুতে একটি নিরপেক্ষ বস্তু রেখে D বিন্দুর বিভব নির্ণয় করা হলো।

প্রবর্তীতে B বিন্দুর চার্জিত বস্তুর সাথে স্পর্শ করে পুনরায় D বিন্দুতে রাখা হলো। উলেব্রুখ্য B ও D বিন্দুর বস্তু দুটি একই ধরনের ছিল।



**ট** ক. চার্জের তলমাত্রিক ঘনত্ব কাকে বলে?

১

খ. একটি চার্জিত ধারকে সঞ্চিত শক্তি তার চার্জের বর্গের

সমানুপাতিক— ব্যাখ্যা কর।

২

গ. D বিন্দুর বিভব নির্ণয় কর।

৩

ঘ. B ও D বিন্দুর বস্তু স্পর্শ করার পর বর্গক্ষেত্রটির কেন্দ্রে বিভব থাকলেও প্রাবল্য শূন্য। গাণিতিকভাবে দেখাও।

৪

### ৩৬৮ প্রয়োগ উভয়

**ক** পরিবাহীর পৃষ্ঠে কোনো বিন্দুর চারদিকে একক ক্ষেত্রফলে যে পরিমাণ চার্জ থাকে তাকে এই বিন্দুতে চার্জের তলমাত্রিক ঘনত্ব বলে।

**খ** কোনো ধারকের ধারকত্ব C, মোট চার্জ Q এবং পার্শ্ববর্তী ঘনত্ব পার্শ্ববর্তী V হলে, আমরা জানি,

$$\text{সঞ্চিত শক্তি, } U = \frac{1}{2} VQ = \frac{1}{2} \cdot C \cdot Q \quad [\because V = \frac{Q}{C}] = \frac{Q^2}{2C}$$

$$\therefore U \propto Q^2$$

অতএব, একটি চার্জিত ধারকে সঞ্চিত শক্তি তার চার্জের বর্গের সমানুপাতিক।

**গ** এখানে, ABCD বর্গক্ষেত্রে,  $AB = BC = CD = AD = 1 \text{ m}$

$$BD = \sqrt{1^2 + 1^2} \text{ m} = \sqrt{2} \text{ m}$$

$$A \text{ বিন্দুর আধান, } q_A = +5C$$

$$B \text{ বিন্দুর আধান, } q_B = +8C$$

$$C \text{ বিন্দুর আধান, } q_C = +5C$$

$$D \text{ বিন্দুর বিভব, } V_D = ?$$

আমরা জানি,

$$V_D = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \left( \frac{q_A}{AD} + \frac{q_B}{BD} + \frac{q_C}{CD} \right)$$

$$= 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2 \text{C}^{-2} \times \left( \frac{5C}{1m} + \frac{8C}{\sqrt{2}m} + \frac{5C}{1m} \right) = 1.41 \times 10^{11} \text{ V}$$

অতএব D বিন্দুর বিভব  $1.41 \times 10^{11} \text{ V}$

**ঘ** B ও D বিন্দু স্পর্শ করার পর B ও D বিন্দুর প্রবর্তী আধান হবে,  $q_B = q_D = \frac{+8C}{2} = +4C$

এখানে,  $AB = BC = CD = AD = 1 \text{ m}$

$$\therefore \text{কৌণিক বিন্দুগুলো থেকে কেন্দ্রের দূরত্ব } r = \frac{\sqrt{1^2 + 1^2}}{2} \text{ m} = \frac{1}{\sqrt{2}} \text{ m}$$

$$\therefore \text{কেন্দ্রের বিভব, } V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \left( \frac{q_A}{r} + \frac{q_B}{r} + \frac{q_C}{r} + \frac{q_D}{r} \right)$$

$$= \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{1}{r} (q_A + q_B + q_C + q_D)$$

$$= 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2 \text{C}^{-2} \times \frac{1}{(\frac{1}{\sqrt{2}})m} \times (5C + 4C + 5C + 4C)$$

$$= 2.29 \times 10^{11} \text{ V}$$

আবার, A বিন্দুর আধানের জন্য কেন্দ্রের প্রাবল্য

$$E_A = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q_A}{r^2}$$

$$= 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2 \text{C}^{-2} \times \frac{5C}{(\frac{1}{\sqrt{2}})^2} = 9 \times 10^{10} \text{ NC}^{-1} \text{ দিক AC বরাবর}$$

B বিন্দুর আধানের জন্য কেন্দ্রে প্রাবল্য

$$E_B = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q_B}{r^2} = 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2 \text{C}^{-2} \times \frac{4C}{(\frac{1}{\sqrt{2}})^2}$$

$$= 7.2 \times 10^{10} \text{ NC}^{-1} \text{ দিক BD বরাবর।}$$

C বিন্দুর আধানের জন্য কেন্দ্রে প্রাবল্য

$$E_C = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q_C}{r^2} = 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2 \text{C}^{-2} \times \frac{5C}{(\frac{1}{\sqrt{2}})^2}$$

$$= 9 \times 10^{10} \text{ NC}^{-1} \text{ দিক CA বরাবর।}$$

D বিন্দুর আধানের জন্য কেন্দ্রে প্রাবল্য,

$$E_D = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q_D}{r^2} = 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2 \text{C}^{-2} \times \frac{4C}{(\frac{1}{\sqrt{2}})^2}$$

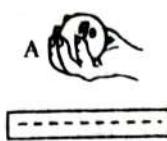
$$= 7.2 \times 10^{10} \text{ NC}^{-1} \text{ দিক DB বরাবর।}$$



**প্ৰয়োগ ৩** অনুশীলনীৰ সংজ্ঞালীল প্ৰঞ্চ ২-এৰ উভয়েৰ জন্য ১৩৮ পৃষ্ঠাৰ ২৭ নং (জ্ঞানমূলক) এবং ১০২ পৃষ্ঠাৰ সংজ্ঞালীল প্ৰঞ্চ ১৭-এৰ খ, গ, ঘ উভৰ দ্রষ্টব্য।

**প্ৰয়োগ ৪** অনুশীলনীৰ সংজ্ঞালীল প্ৰঞ্চ ৩-এৰ উভয়েৰ জন্য ১৩৮ পৃষ্ঠাৰ ৩৩ নং (জ্ঞানমূলক) এবং ১০৪ পৃষ্ঠাৰ সংজ্ঞালীল প্ৰঞ্চ ১৯-এৰ খ, গ, ঘ উভৰ দ্রষ্টব্য।

**প্ৰয়োগ ৫** মাহিৱেৰ হাতে একটি চাৰ্জিত বল + q<sub>0</sub> রয়েছে। ঐ চাৰ্জিত বলৰ কেন্দ্ৰ হতে r দূৰত্বে অবস্থিত P বিন্দুতে তড়িৎ প্ৰাবল্য E। এখনে, q<sub>0</sub> = 1.6 × 10<sup>-8</sup> C, r = 0.15 m।



ক. তড়িৎ ফ্লাওৰ কী?

খ. তড়িৎ ক্ষেত্ৰ বলতে কী বোৰায়?

গ. উদীপকেৰ ডাটা ব্যবহাৰ কৰে মাহিৱেৰ কীভাৱে P বিন্দুতে তড়িৎ প্ৰাবল্যৰ মান নিৰ্ণয় কৰবে?

ঘ. উদীপকেৰ চিত্ৰেৰ আলোকে P বিন্দুতে তড়িৎ প্ৰাবল্যৰ মান তড়িৎ বিভবেৰ সাথে কীভাৱে সম্পৰ্কযুক্ত গাণিতিকভাৱে বিশ্লেষণ কৰ।

[অনুশীলনীৰ প্ৰঞ্চ ৪]

### ২ ৫৬নং প্ৰশ্নৰ উভৰ

ক. কোনো তড়িৎক্ষেত্ৰেৰ সাথে লম্বভাৱে অবস্থিত বা কল্পিত কোনো তলেৰ মধ্য দিয়ে অতিক্ৰান্ত মোট প্ৰবাহৱেখা হলো তড়িৎ ফ্লাওৰ।

খ. একটি আহিত বস্তুৰ চাৰদিকে যে অঞ্চলব্যাপী তাৰ প্ৰভাৱ বজায় ধাকে অৰ্থাৎ অন্য কোনো আহিত বস্তু আনা হলে সেটি আকৰ্ষণ বা বিকৰ্ষণ বল লাভ কৰে সেই অঞ্চলকে ঐ আহিত বস্তুৰ তড়িৎক্ষেত্ৰ বলে। ধৰি, A একটি ধনাত্মক আধানে আহিত বস্তু। এখন আহিত বস্তুটি থেকে নিৰ্দিষ্ট দূৰত্ব P বিন্দুতে যদি একটি +q আধানধাৰী কূন্দন বস্তু রাখা হয় তাহলে A বস্তুৰ আধানেৰ জন্য +q পৱখ আধানটি একটি বল অনুভব কৰবে। এ থেকে বলা যায়, P বিন্দুতে একটি তড়িৎক্ষেত্ৰেৰ জন্যই q আধানটি বল লাভ কৰে এবং এ তড়িৎক্ষেত্ৰেৰ উৎস হচ্ছে আহিত বস্তু।

গ. আমৰা জানি,

$$\begin{aligned} E &= \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q_0}{r^2} \\ &= 9 \times 10^9 \times \frac{1.6 \times 10^{-8}}{(0.15)^2} \text{ N C}^{-1} \\ &= 6400 \text{ N C}^{-1} \end{aligned}$$

∴ উদীপকেৰ ডাটা ব্যবহাৰ কৰে মাহিৱেৰ তড়িৎ প্ৰাবল্যৰ সূত্ৰ  $E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q_0}{r^2}$  প্ৰয়োগ কৰে P বিন্দুতে তড়িৎ প্ৰাবল্যৰ মান নিৰ্ণয় কৰতে পাৰবো।

ঘ. একটি তড়িৎ ক্ষেত্ৰেৰ কোনো বিন্দুতে একটি একক ধন চাৰ্জ স্থাপন কৰলে এটি যে বল অনুভব কৰে তাকে সেই ক্ষেত্ৰেৰ ঐ বিন্দুতে তড়িৎ প্ৰাবল্য বলে।

ধৰি,  $\epsilon_0$  পাৰমিটিভিত বা তেজ্যতা বিশিষ্ট মাধ্যমে A বিন্দুতে +q চাৰ্জেৰ জন্য কোনো মাধ্যমে একটি তড়িৎ ক্ষেত্ৰ সৃষ্টি হয়েছে। এ চাৰ্জ হতে r দূৰত্বে P বিন্দুতে তড়িৎ প্ৰাবল্য নিৰ্ণয় কৰাৰ জন্য ঐ বিন্দুতে একটি কূন্দন চাৰ্জ q<sub>0</sub> কল্পনা কৰি।

কুলছেৰ সূত্ৰ মতে, q<sub>0</sub> চাৰ্জেৰ ওপৰ +q কৰ্তৃক প্ৰযুক্ত বল,

$$F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q \times q_0}{r^2}$$



সূত্ৰাবলী, একক চাৰ্জেৰ ওপৰ ক্ৰিয়াশীল বলৰ পৰিমাপ অৰ্থাৎ তড়িৎ প্ৰাবল্য,

$$E = \frac{F}{q_0}$$

$$\text{বা, } E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \times \frac{q \times q_0}{q_0 \times r^2} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q}{r^2}$$

আবাৰ, তড়িৎ বিভব V হলৈ,

$$\text{এক্ষেত্ৰে, } V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q}{r}$$

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

$$\text{বা, } E = V \cdot \frac{1}{r}$$

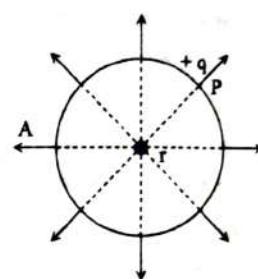
$$\text{বা, } E = \frac{V}{r}$$

সূত্ৰাবলী যেতে পাৰে, P বিন্দুতে তড়িৎ প্ৰাবল্যৰ মান দূৰত্বেৰ সাপেক্ষে বিভবেৰ পৰিবৰ্তনেৰ হাৱেৰ সমান।

**প্ৰয়োগ ৬** পাশেৰ চিত্ৰে A

একটি গোলক। এৰ ব্যাসাৰ্ধ

r = 2 cm। গোলকে +q = 4 × 10<sup>-6</sup> coul চাৰ্জ প্ৰদান কৰা হলো।



ক. চাৰ্জ কী?

খ. তড়িৎ বিভব ও তড়িৎ প্ৰাবল্যৰ মধ্যে গাণিতিক সম্পৰ্ক লেখ।

গ. উদীপকেৰ চিত্ৰেৰ আলোকে গোলকেৰ পৃষ্ঠে P বিন্দুতে তড়িৎ বিভব নিৰ্ণয় কৰ।

ঘ. উদীপকেৰ চিত্ৰেৰ সাহায্যে গোলকেৰ পৃষ্ঠে তড়িৎ বিভবেৰ রাশিমালা প্ৰতিপাদন কৰে দেখাও যে গোলকেৰ অভ্যন্তৰে সৰ্বত্ৰ বিভব এৰ পৃষ্ঠেৰ বিভবেৰ সমান।

[অনুশীলনীৰ প্ৰঞ্চ ৫]

### ৩ ৫৭নং প্ৰশ্নৰ উভৰ

ক. যে ধৰ্মেৰ উপস্থিতিতে কোনো বস্তু ছোট ছোট হালকা কাগজেৰ টুকুৰাকে আকৰ্ষণ কৰাৰ সামৰ্থ্য রাখে এবং যাৰ চলাচলে তড়িৎপ্ৰবাহ, তড়িৎক্ষেত্ৰ ও চৌৰাক্ষক্ষেত্ৰেৰ উভৰ হয় তাকে চাৰ্জ বা আধান বলে।

খ. মনে কৰি, একটি সুষম তড়িৎ ক্ষেত্ৰে, X-অক্ষ বৰাবৰ A এবং B খুব কাছাকাছি দূৰি বিন্দু। মূলবিন্দু O হতে A ও B-এৰ দূৰত্ব যথাক্রমে x ও x + dx।



A বিন্দুৰ বিভব V ও B বিন্দুৰ বিভব V + dV

$$\therefore A \text{ ও } B \text{ বিন্দুৰ বিভব পাৰ্থক্য } = V + dV - V = dV$$

তড়িৎ বিভব এৰ সংজ্ঞানুসৰি,

dV = একক ধন চাৰ্জকে B বিন্দু হতে A বিন্দুতে আনতে কৃতকাজ

= বল × সৱল = প্ৰাবল্য × সৱল

এখন, F = qE = 1.E = E অৰ্থাৎ বল = প্ৰাবল্য

∴ dV = -Edx [যেহেতু প্ৰাবল্য এবং সৱল বিপৰীতমূল্যী, সেহেতু ঝালাত্মক চিহ্ন ব্যবহাৰ কৰা হয়েছে]

$$\text{বা, } E = -\frac{dV}{dx}$$

এক্ষেত্ৰে,  $-\frac{dV}{dx}$  কে বলা হয় দূৰত্ব সাপেক্ষে বিভবেৰ নতিমাত্ৰা। উপর্যুক্ত

সমীকৰণ হতে, দূৰত্ব সাপেক্ষে বিভবেৰ পৰিবৰ্তনকে প্ৰাবল্য বলে।



সমস্যা ১) আমরা জানি,

$$V = \frac{Q}{C} \dots\dots (1)$$

এবং ধারকত্তু,

$$C = 4\pi \epsilon_0 r^2$$

$$= 4\pi \times 8.854 \times 10^{-12} C^2 N^{-1} m^{-2}$$

$$= 2.22 \times 10^{-12} F$$

(১) নং সমীকরণ হতে পাই,

$$V = \frac{4 \times 10^{-6} C}{2.22 \times 10^{-12} F} = 1.80 \times 10^6 V$$

অতএব, গোলকের পৃষ্ঠাটির P বিন্দুতে তত্ত্ব বিভব  $1.80 \times 10^6 V$ ।

সমস্যা ২) মনে করি, A একটি গোলক [চিত্র (ক)]। এর ব্যাসার্থ, r। গোলকে +q পরিমাণ চার্জ প্রদান করলে তা গোলকের তল

সমভাবে ছড়িয়ে পড়বে। গোলকের তল হতে বলরেখাসমূহ লম্বভাবে সবদিকে সরলরেখায় গমন করবে। এ রেখাগুলোকে পিছনের দিকে বর্ধিত করলে তারা গোলকের কেন্দ্রে মিলিত হবে। এখন যদি ধরে নেই যে, +q পরিমাণ চার্জ গোলকের কেন্দ্রে অবস্থিত আছে, তবে একই রকম বলরেখা গোলকের তল দিয়ে চারদিকে বের হয়ে যাবে [চিত্র (খ)]।

অতএব যেকোনো দিক হতেই বিবেচনা করা হোক না কেন +q পরিমাণ চার্জ গোলকের কেন্দ্রে কেন্দ্রীভূত ধরা যায়।

সুতরাং গোলকের পৃষ্ঠে P একটি বিন্দু নিলে ঐ বিন্দুতে তার বিভব হবে, বায়ু মাধ্যমে—

$$V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \times \frac{\text{চার্জ}}{\text{দূরত্ত}} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \times \frac{q}{r}$$

$$\text{এবং প্রাবল্য}, E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \times \frac{q}{r^2}$$

$$\text{কিন্তু গোলকের পৃষ্ঠের চার্জের তল ঘনত্ব}, \sigma = \frac{q}{A} = \frac{q}{4\pi r^2}$$

$$\therefore \text{প্রাবল্য}, E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \times \frac{q}{r^2} = \frac{q}{4\pi r^2 \epsilon_0} = \frac{q}{4\pi r^2} \text{ বা, প্রাবল্য}, E = \frac{\sigma}{\epsilon_0}$$

গোলকের অভ্যন্তরে সর্বত্র বিভব এর পৃষ্ঠের বিভবের সমান। কেবল গোলকের পৃষ্ঠে বিভব V এবং অভ্যন্তরে কোনো বিন্দুতে বিভব  $V_0$  হলে,

$$V - V_0 = \text{প্রাবল্য} \times \text{দূরত্ত} = 0, \text{ যেহেতু গোলকের অভ্যন্তরে প্রাবল্য শূন্য।}$$

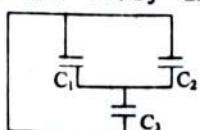
$$\therefore V = V_0. \text{ অতএব গোলকের পৃষ্ঠে বা অভ্যন্তরে বিভব},$$

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

গোলকের চারপাশের মাধ্যমে পরাবেদ্যুতিক বা ডাই-ইলেক্ট্রিক ধূবক K হলে,  $V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0 K} \times \frac{q}{r}$

**চিত্র ১৮।** নিচের চিত্রে তিনটি ধারককে বিভিন্ন সম্ভায় দেখানো হয়েছে। এদের প্রথম ও চিতীয়টি সমান্তরালে রেখে তৃতীয়টির সাথে শ্রেণিতে সংযুক্ত করা হলো।

এখানে,  $C_1 = 3mF$ ,  $C_2 = 4mF$  এবং  $C_3 = 2mF$ ।



ক. ধারকত্তু কী?

খ. তুল্য ধারকত্তু বলতে কী বোঝায়?

গ. উকীলকের চিত্র অনুসারে তুল্য ধারকত্তু নির্ণয় কর।

ঘ. উপরের বর্তনী চিত্রে  $C_1$  ও  $C_2$  ধারকত্তুয় শ্রেণি সমবায়ে যুক্ত করলে সঞ্চিত শক্তি পূর্বের তুলনায় কত কম বা বেশি হবে?— গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর।

[অনুবীক্ষনীর প্রশ্ন ৬]

### ১৮নং প্রশ্নের উত্তর

ক. কোনো ধারকের প্রত্যেক পাতে যে পরিমাণ আধান জমা হলে পাতায়ের মধ্যে একক বিভব পার্থক্য বজায় থাকে, তাই এই ধারকের ধারকত্তু।

খ. ধারকের কোনো সমবায়ের পরিবর্তে একটি মাত্র ধারক ব্যবহার করলে যদি ধারকের পাতে চার্জ ও বিভব পার্থক্য সমবায়ের চার্জ ও বিভব পার্থক্যের সমান থাকে তবে এই ধারকের ধারকত্তুকে সমবায়ের তুল্য ধারকত্তু বলে। অর্থাৎ একাধিক ধারকের সমবায়ে প্রাপ্ত ধারকত্তু যদি অন্য কোনো ধারকের ধারকত্তুর সমান হয় এবং উভয় ক্ষেত্রে চার্জ ও বিভব পার্থক্য সমান থাকে তবে উক্ত ধারকটির ধারকত্তুকে সমবায় ধারকগুলোর তুল্য ধারকত্তু বলে।

গ. এখানে,  $C_1 = 3mF$ ;  $C_2 = 4mF$  এবং  $C_3 = 2mF$   $C_1$  ও  $C_2$  সমান্তরাল সমবায়ে সংযুক্ত।

এদের তুল্য ধারকত্তু  $C_p$  হলে,

$$C_p = C_1 + C_2 = 3 + 4 = 7 mF$$

আবার,  $C_p$  ও  $C_3$  শ্রেণি সমবায়ে

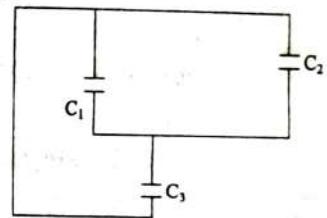
সংযুক্ত।

এদের তুল্য ধারকত্তু  $C_s$  হলে,

$$\frac{1}{C_s} = \frac{1}{C_p} + \frac{1}{C_3}$$

$$= \frac{1}{7 mF} + \frac{1}{2 mF} = \frac{9}{14 mF}$$

$$\text{বা, } C_s = \frac{14}{9} = 1.56 mF$$



অতএব, তুল্য ধারকত্তু  $C_p = 7 mF$  এবং  $C_s = 1.56 mF$ ।

ঘ.  $C_1$  ও  $C_2$  ধারকত্তুয় শ্রেণি সমবায়ে যুক্ত করলে তিনটি ধারকই শ্রেণি সমবায়ে যুক্ত হবে।

এখানে,  $C_1 = 3mF$

$$C_2 = 4mF$$

$$C_3 = 2mF$$

বর্তনীর বিভব পার্থক্য  $= V$  (ধরি)

এখানে, তুল্য ধারকত্তু  $C'$ , হলে,

$$\frac{1}{C'} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}$$

$$\text{বা, } \frac{1}{C'} = \frac{1}{3mF} + \frac{1}{4mF} + \frac{1}{2mF}$$

$$\text{বা, } \frac{1}{C'} = \frac{12}{13 mF}$$

$$\therefore C' = \frac{12}{13} mF = \frac{12}{13} \times 10^{-3} F$$

এখন, সঞ্চিত শক্তি,  $U_1 = \frac{1}{2} C' V^2$

$$= \frac{1}{2} \times \frac{12}{13} \times 10^{-3} F \times V^2 = 4.62 \times 10^{-4} V^2 J$$

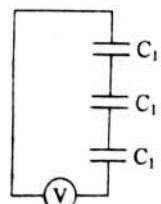
আবার, (গ) থেকে পাই,

$$\text{পূর্বের তুল্য ধারকত্তু, } C_s = 1.56 mF = 1.56 \times 10^{-3} F$$

$$\therefore \text{সঞ্চিত শক্তি, } V = \frac{1}{2} C_s V^2 = \frac{1}{2} \times 1.56 \times 10^{-3} F \times V^2$$

$$= 7.8 \times 10^{-4} V^2 J$$

$$\therefore \text{সঞ্চিত শক্তি কম হবে} = (7.8 \times 10^{-4} - 4.62 \times 10^{-4} V^2) J = 3.18 V^2 J$$



**প্রশ্ন** অনুশীলনীর সৃজনশীল প্রশ্ন ৭-এর উত্তরের জন্য সৃজনশীল প্রশ্ন ২৬-এর উত্তর দ্রষ্টব্য।

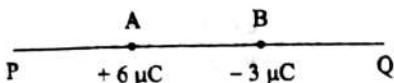
**প্রশ্ন** অনুশীলনীর সৃজনশীল প্রশ্ন ৮-এর উত্তরের জন্য সৃজনশীল প্রশ্ন ১২-এর উত্তর দ্রষ্টব্য।

**প্রশ্ন** অনুশীলনীর সৃজনশীল প্রশ্ন ৯-এর উত্তরের জন্য সৃজনশীল প্রশ্ন ১৩-এর উত্তর দ্রষ্টব্য।

**১০** গোলাম হোসেন আমাণিক, দেওয়ান মাসির উদ্দিন ও রবিউল ইসলাম স্যারের বইয়ের অনুশীলনীর সৃজনশীল প্রশ্ন ও উত্তর

**প্রশ্ন** অনুশীলনীর সৃজনশীল প্রশ্ন ১-এর উত্তরের জন্য সৃজনশীল প্রশ্ন ২-এর উত্তর দ্রষ্টব্য।

**প্রশ্ন** চিত্রে A ও B বিন্দুতে যথাক্রমে  $+6 \mu\text{C}$  ও  $-3 \mu\text{C}$  চার্জ আছে।  $AB = 1.5 \text{ m}$ । A ও B গামী সরলরেখা PQ।



ক. ধারকতু কী?

১

খ. সমবিভব তলের এক বিন্দু হতে অন্য কোনো বিন্দুতে চার্জ স্থানান্তরে কৃতকাজ শূন্য কেন?

২

গ. চার্জহয়ের মধ্যবর্তী ক্রিয়াশীল বল নির্ণয় কর।

৩

ঘ. "PQ রেখার উপরে শূন্য বিভব ও শূন্য প্রাবল্য একই বিন্দুতে নয়" উক্তিটির যথার্থতা বিশ্লেষণ কর।

৪

[অনুশীলনীর প্রশ্ন ২]

### ২ ৬৬নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** কোনো একটি পরিবাহীর একক বিভব বৃদ্ধি করতে প্রয়োজনীয় চার্জের পরিমাণই হলো তার ধারকতু।

**খ** যে চার্জিত তলের প্রতিটি বিন্দুর বিভব সমান তাকে সমবিভব তল বলে।

মনে করি, সমবিভব তলের A ও B দুটি বিন্দু। A বিন্দুর বিভব  $V_A$  এবং B বিন্দুর বিভব  $V_B$  হলে,



A বিন্দু থেকে B বিন্দুতে একটি চার্জ  $q_0$  কে আনতে কৃতকাজ,

$$W = q_0(V_A - V_B)$$

$$\text{বা, } W = q_0 \times (V_A - V_B) \quad [\text{সংখ্যানুসারে } V_A = V_B]$$

$$= q_0 \times 0$$

$$= 0$$

অতএব, সমবিভব তলের এক বিন্দু থেকে অপর বিন্দুতে চার্জ স্থানান্তর করতে কৃতকাজ শূন্য।

**গ** এখানে,

$$\text{প্রথম চার্জ, } q_1 = 6 \mu\text{C} = 6 \times 10^{-6} \text{ C}$$

$$\text{বিত্তীয় চার্জ, } q_2 = -3 \mu\text{C} = -3 \times 10^{-6} \text{ C}$$

$$\text{চার্জহয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব, } d = 1.5 \text{ m}$$

$$\text{বল, } F = ?$$

আমরা জানি,

$$F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1 q_2}{d^2}$$

$$= 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2 \text{ C}^{-2} \times \frac{6 \times 10^{-6} \text{ C} \times -3 \times 10^{-6} \text{ C}}{(1.5 \text{ m})^2}$$

$$\therefore F = -0.072 \text{ N}$$

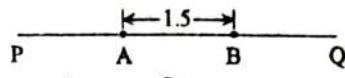
বল F খণ্ডিক, তাই আকর্ষণ বল ক্রিয়াশীল।

**প্রশ্ন** অনুশীলনীর সৃজনশীল প্রশ্ন ১০-এর উত্তরের জন্য সৃজনশীল প্রশ্ন ১৫-এর উত্তর দ্রষ্টব্য।

**প্রশ্ন** অনুশীলনীর সৃজনশীল প্রশ্ন ১১-এর উত্তরের জন্য সৃজনশীল প্রশ্ন ১৪-এর উত্তর দ্রষ্টব্য।

**প্রশ্ন** অনুশীলনীর সৃজনশীল প্রশ্ন ১২-এর উত্তরের জন্য সৃজনশীল প্রশ্ন ১৬-এর উত্তর দ্রষ্টব্য।

**১** মনে করি, A ও B বিন্দুয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব  $AB = 1.5 \text{ m}$  এবং A বিন্দুতে



$q_1 = 6 \mu\text{C} = 6 \times 10^{-6} \text{ C}$  ও B বিন্দুতে  $q_2 = -3 \mu\text{C} = 3 \times 10^{-6} \text{ C}$  চার্জ স্থাপন করা হয়েছে।

এখন,  $q_1$  এর জন্য A হতে নির্দিষ্ট দূরত্বে অবস্থিত AB রেখার বা বর্ধিত BA রেখার উপরস্থ কোনো বিন্দুর প্রাবল্য  $E_1$  এবং  $q_2$  এর জন্য B হতে অপর কোনো নির্দিষ্ট দূরত্বে ঐ বিন্দুর প্রাবল্য  $E_2$  হলে, উক্ত বিন্দুতে  $E_1$  ও  $E_2$  এর লম্বি প্রাবল্য শূন্য হবে যদি  $E_1 = -E_2$  হয়। কিন্তু  $q_1$  ও  $q_2$  চার্জহয়ের পরম্পর বিপরীতধর্মী হওয়ায়  $E_1 = -E_2$  শর্তটি অপরিবর্তিত থাকবে যদি কেবলমাত্র  $E_1 = E_2$  হয় এবং বিন্দুটির অবস্থান বর্ধিত AB বা বর্ধিত BA রেখাস্থ হয়। পক্ষান্তরে  $q_1$  সংখ্যামানের  $q_2$  এর চেয়ে বড় হওয়ায় উক্ত বিন্দুর অবস্থান (যে বিন্দুতে লম্বি প্রাবল্য শূন্য) বর্ধিত AB এর উপর হবে।

মনে করি, উক্ত বিন্দুটি Q যা B হতে x মি. দূরে অবস্থিত অর্থাৎ A বিন্দু হতে  $(x + 1.5) \text{ m}$  দূরে অবস্থিত।

এখন, আমরা জানি,  $E_1 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{6 \times 10^{-6}}{(x+1.5)^2}$  এবং  $E_2 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{3 \times 10^{-6}}{x^2}$

বিন্দু শর্তমতে,  $E_1 = E_2$

$$\text{বা, } \frac{6 \times 10^{-6}}{(x+1.5)^2} = \frac{3 \times 10^{-6}}{x^2}$$

$$\text{বা, } \frac{6}{3} = \frac{(x+1.5)^2}{x^2}$$

$$\text{বা, } 2 = \left(\frac{x+1.5}{x}\right)^2$$

$$\text{বা, } \sqrt{2} = \frac{x+1.5}{x} \quad [\text{বর্গ করে}]$$

$$\text{বা, } \sqrt{2}x = x + 1.5$$

$$\text{বা, } \sqrt{2}x - x = 1.5$$

$$\text{বা, } x(\sqrt{2} - 1) = 1.5$$

$$\text{বা, } x = \frac{1.5}{\sqrt{2} - 1} = 3.62 \text{ m}$$

বিন্দুটির অবস্থান খণ্ডিক আধান হতে  $3.62 \text{ m}$  দূরে এবং খণ্ডিক আধান হতে  $(3.62 + 1.5) \text{ m}$  বা  $5.12 \text{ m}$  দূরে।

আবার, আমরা জানি,

$$V_1 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{6 \times 10^{-6}}{x+1.5}$$

$$\text{এবং } V_2 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{3 \times 10^{-6}}{x}$$

শর্তমতে,  $V_1 = V_2$

$$\text{বা, } \frac{6 \times 10^{-6}}{x+1.5} = \frac{3 \times 10^{-6}}{x}$$

$$\text{বা, } \frac{6}{3} = \frac{x+1.5}{x}$$

বা,  $6x = 3x + 4.5$

বা,  $3x = 4.5$

$\therefore x = 1.5$

বিন্দুটির অবস্থান ঘণাঘক আধান হতে  $1.5 \text{ m}$  দূরে এবং ধনাঘক আধান হতে  $(1.5 + 1.5)$  বা  $3 \text{ m}$  দূরে।

অতএব,  $PQ$  রেখার উপর শূন্য বিভব ও শূন্য প্রাবল্য একই বিন্দুতে নয়।

অনুশীলনীর সূজনশীল প্রশ্ন ৩-এর উভয়ের জন্য সূজনশীল প্রশ্ন ১-এর উভয় দ্রষ্টব্য।

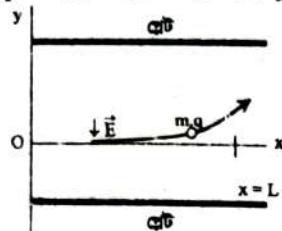
চিত্রে একটি ইংক-জেট প্লেটের ডিফ্লেকটিং সিস্টেমের  $1 \text{ m} = 1.3 \times 10^{-10} \text{ kg}$  ভরের এবং  $q = -1.5 \times 10^{-13} \text{ C}$  চার্জ যুক্ত একটি কালির ফোটা  $v = 18 \text{ m s}^{-1}$

বেগে ডিফ্লেকটিং সিস্টেমের

প্লেটের ঘন্থে  $x$  অক্ষ বরাবর প্রবেশ করে। এ প্লেটের দৈর্ঘ্য

$L = 1.6 \text{ cm}$  এবং এর মাঝে নিচের দিকে তড়িৎ ক্ষেত্রের মান

$$E = 1.4 \times 10^6 \text{ N C}^{-1}$$



ক. তড়িৎ আবেশ কাকে বলে?

খ. একটি তাওর দডকে হাতে ধরে কোনো কিছু দিয়ে ঘন্থে চার্জিত করা যায় না কিন্তু প্লাস্টিকের হাতল লাগিয়ে হাতল ধরে চার্জিত করা যায় কেন— ব্যাখ্যা কর।

গ. কালির ফোটাটিকে দুই প্লেটের মাঝে স্থির রাখতে হলে এতে কত চার্জ থাকতে হবে নির্ণয় কর।

ঘ. অভিকর্ষ প্রভাব নগল্য ধরে প্লেটের মাঝে কালির ফোটার গতিপথ কেমন হবে পার্শ্বিকভাবে যতামত দাও এবং প্লেটের অপর প্রান্তে  $y$  অক্ষের দিকে সরণ নির্ণয় কর।

[অনুশীলনীর প্রশ্ন ৪]

### ৬৮নং প্রশ্নের উত্তর

ক. চার্জিত বহুর উপস্থিতিতে অচার্জিত পরিবাহী ক্ষণস্থায়ীভাবে চার্জিত হওয়াকে তড়িৎ আবেশ বলে।

খ. আমরা জানি, মানবদেহ এবং তামা উভয়ই তড়িৎ পরিবাহী। এখন তামার দডকে হাতে ধরে কোনো কিছু দিয়ে ঘন্থে চার্জ উৎপন্ন হবে। তবে উৎপন্ন চার্জ তামার দড ও দেহের মধ্য দিয়ে সহজেই ভূমিতে চলে যাবে। ফলে চার্জ উৎপন্ন হলেও এটি চার্জিত হয় না। কিন্তু প্লাস্টিকের হাতল ধরে ঘন্থা হলে চার্জিত হয়। কারণ প্লাস্টিক অপরিবাহী ফলে এর মধ্য দিয়ে চার্জ ভূমিতে চলে যেতে পারে না।

গ. উদ্ধিপক থেকে পাই,

$$\text{কালির ফোটার ভর}, m = 1.3 \times 10^{-10} \text{ kg}$$

$$\text{অভিকর্ষ ত্বরণ}, g = 9.8 \text{ m s}^{-2}$$

$$\text{তড়িৎক্ষেত্রের মান}, E = 1.4 \times 10^6 \text{ N C}^{-1}$$

$$\text{এখন কালির ফোটার ওজন}, W = mg$$

আবার, চার্জের পরিমাণ  $q$  হলে, ক্রিয়াশীল বল,  $F = Eq$

এখন, ফোটাটি দুই প্লেটের মাঝে স্থির থাকবে যদি,

$$W + F = 0 \text{ হয়}$$

$$\text{বা, } W = -F$$

$$\text{বা, } mg = -Eq$$

$$\text{বা, } q = -\frac{mg}{E} = \frac{1.3 \times 10^{-10} \text{ kg} \times 9.8 \text{ m s}^{-2}}{1.4 \times 10^6 \text{ N C}^{-1}}$$

$$= 9.1 \times 10^{-16} \text{ C}$$

অতএব, কালির ফোটাটিকে দুই প্লেটের মাঝে স্থির থাকতে হলে, এতে  $-9.1 \times 10^{-16} \text{ C}$  চার্জ থাকতে হবে।

গ. উদ্ধিপকের প্লেটের মাঝে কালির ফোটার তড়িৎ বল,  $F = -Eq$ . তড়িৎ ক্ষেত্র নিচের দিকে ক্রিয়া করলে ঘন্থাঘক চিহ্ন দেওয়া হয়েছে। এখন তড়িৎ বলের ক্রিয়ায় সৃষ্টি ত্বরণ  $a$  হলে,

$$F = ma$$

$$\text{বা, } -Eq = ma$$

$$\therefore a = -\frac{Eq}{m}$$

$$= \frac{-1.4 \times 10^6 \text{ N C}^{-1} \times (1.5 \times 10^{-13} \text{ C})}{1.3 \times 10^{-10} \text{ kg}}$$

$$= 1.6 \times 10^3 \text{ m s}^{-2}$$

এ ত্বরণ  $Y$  অক্ষের ধন্থাঘক দিকে অর্ধাং উপরের দিকে ক্রিয়া করবে; এক্ষেত্রে,  $X$  অক্ষ বরাবর ত্বরণ  $a_x = 0$  এবং  $a_y = 1.6 \times 10^3 \text{ m s}^{-2}$  এখন,  $t$  সময় পর ফোটার অবস্থান  $(x, y)$  হলে,

$$x = v_x t$$

$$y = \frac{1}{2} a_y t^2 = \frac{1}{2} a_y \times \frac{x^2}{v_x^2} = \frac{a_y}{2v_x^2} \times x^2$$

এটি একটি পরাবৃত্তের সমীকরণ। অতএব কালির ফোটার গতিপথ একটি পরাবৃত্ত।

অপর প্রান্তে,  $x = L = 1.6 \text{ cm} = 1.6 \times 10^{-2} \text{ m}$

$$\therefore y = \frac{1.6 \times 10^3 \text{ m s}^{-2} \times (1.6 \times 10^{-2} \text{ m})^2}{2 \times (18 \text{ m s}^{-1})^2}$$

$$= 6.3 \times 10^{-4} \text{ m}$$

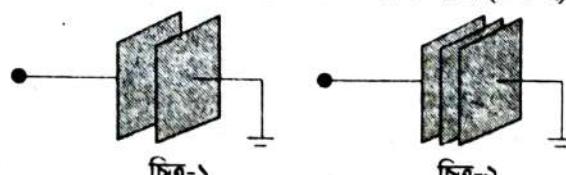
$$= 0.63 \text{ mm}$$

অর্ধাং প্লেটের অপর প্রান্তে  $Y$  অক্ষের দিকে সরণ  $0.63 \text{ mm}$ ।

প্রশ্ন ৫। অনুশীলনীর সূজনশীল প্রশ্ন ৫-এর উভয়ের জন্য সূজনশীল প্রশ্ন ৫-এর উভয় দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ১১। অনুশীলনীর সূজনশীল প্রশ্ন ১১-এর উভয়ের জন্য সূজনশীল প্রশ্ন ৩-এর উভয় দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ১।  $0.1 \text{ m}^2$  ক্ষেত্রফলের দুটি পাতকে পরস্পর থেকে  $2 \text{ mm}$  দূরে স্থাপন করে একটি ধারক তৈরি করা হলো (চিত্র-১)। ধারকটির খৃত বৃন্দির উদ্দেশ্যে একই ক্ষেত্রফলের ও নগল্য পুরুত্বের একটি পাতকে ধারকের পাতকয়ের মধ্যে প্রবেশ করানো হলো (চিত্র-২)।



ক. অন্তরক কী?

খ. সমন্বয়ের পাত ধারকের একটি পাতকে অন্তরিত এবং অপরাটিকে ভূ-সংযোগ করা হয় কেন— ব্যাখ্যা কর।

গ. ১১ চিত্রের ধারকের ধারকত্ত নির্ণয় কর।

ঘ. পাত প্রবেশের ফলে ধারকটির ধারকত্তের পরিবর্তন হবে কি-না, তোমার উভয়ের সংগৱে যুক্ত দাও।

[অনুশীলনীর প্রশ্ন ১১]

### ৭১নং প্রশ্নের উত্তর

ক. যেসব পদাৰ্থের মধ্য দিয়ে তড়িৎ চলাচল করে না সেসব পদাৰ্থই অন্তরক।

খ. ধারকের একটি পাত অন্তরিত রাখা হয়— এ পাতে চার্জ প্রদান করা হয়। অপর পাত তৃসংযুক্ত করা হয় ফলে অন্তরিত পাতে যে চার্জ প্রদান করা হয় তার বিপরীত চার্জ ভূ-সংযুক্ত পাতে জমা হয়। ফলে অন্তরিত পাতের চার্জ ধারণ ক্ষমতা বৃদ্ধি পায়। অতএব, বলা যায় যে, সমন্বয়ের পাত ধারকের একটি পাতকে অন্তরিত করে অপরাটিকে ভূ-সংযুক্ত করা হলে ধারকের কার্যকারিতা বৃদ্ধি পায়।

এখানে, পাতের ক্ষেত্ৰফল,  $A = 0.1 \text{ m}^2$   
ডেন্ড্যোগ্যতা,  $\epsilon_0 = 8.854 \times 10^{-12} \text{ C}^2 \cdot \text{N}^{-1} \text{ m}^{-2}$   
পাতৰয়ের মধ্যবৰ্তী দূৰত্ব,  $d = 2 \text{ mm} = 0.002 \text{ m}$

ধাৰকত্ত,  $C = ?$

আমৰা জানি, সমান্তৱাল পাত ধাৰকেৰ ধাৰকত্ত,

$$C = \frac{A\epsilon_0}{d} = \frac{0.1 \text{ m}^2 \times 8.854 \times 10^{-12} \text{ C} \cdot \text{N}^{-1} \text{ m}^{-2}}{0.002 \text{ m}}$$

$$C = 0.4427 \times 10^{-9} \text{ F}$$

অতএব, ১ম চিত্ৰেৰ ধাৰকেৰ ধাৰকত্ত  $0.4427 \times 10^{-9} \text{ F}$ ।

২) ধৰি, পাত চুকনোৰ পৰ্বে ধাৰকটিৰ ধাৰকত্ত ছিল  $C$

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

এখানে, পাতেৰ ক্ষেত্ৰফল  $A$  এবং পাতৰয়েৰ মধ্যবৰ্তী দূৰত্ব  $d$ ।  
পাতৰয়েৰ মাঝে আৱে একটি পাত প্ৰবেশেৰ ফলে ধাৰকটি দুটি  
ধাৰকে বিভক্ত হবে যাৰ প্ৰত্যেকটিৰ পাতেৰ মধ্যবৰ্তী দূৰত্ব হবে  $\frac{d}{2}$   
এবং ধাৰকভয় শ্ৰেণি সমবায়ে যুক্ত। সুতৰাং প্ৰতিটি ধাৰকেৰ ধাৰকত্ত,

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

এখন, ধাৰকভয় শ্ৰেণিতে যুক্ত ধাকায় তুল্য ধাৰকত্ত  $C_s$  হলে, আমৰা পাই,

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

$$\therefore C_s = C$$

সুতৰাং, ধাৰকেৰ পাতৰয়েৰ মাঝে অনুৱৃপ্ত আৱে একটি পাত প্ৰবেশেৰ  
ফলে ধাৰকটিৰ ধাৰকভয়েৰ কোনোৱৃপ্ত পৰিবৰ্তন হয়নি।

অনুশীলনীৰ সূজনশীল প্ৰশ্ন ২১-এৰ উত্তৰেৰ জন্য  
সূজনশীল প্ৰশ্ন ৪-এৰ উত্তৰ দ্ৰষ্টব্য।

অনুশীলনী ১০  $\mu\text{F}$  ও  $15 \mu\text{F}$  ধাৰকভয়েৰ দুটি সমান্তৱাল পাত ধাৰকেৰ  
উভয়েৰ প্ৰতিটি পাতেৰ ক্ষেত্ৰফল  $5 \text{ m}^2$  এবং পাতেৰ মাঝে একই  
ডাই-ইলেক্ট্ৰিক মাধ্যম আছে। প্ৰথমে ধাৰকেৰ পাতৰয়েৰ মধ্যবৰ্তী  
দূৰত্ব  $0.02 \text{ mm}$ । ধাৰকভয়কে প্ৰথমে শ্ৰেণিতে এবং পৰে সমান্তৱালে  
যুক্ত কৰে উভয় ক্ষেত্ৰে  $10 \text{ V}$  বিভব প্ৰয়োগ কৰা হলো। [ $\epsilon_0 = 8.85 \times$   
 $10^{-12} \text{ C}^2 \cdot \text{N}^{-1} \text{ m}^{-2}$ ]

ক. তুল্য ধাৰকত্ত কাকে বলে?

১

খ. পাতেৰ ক্ষেত্ৰফল ও মধ্যবৰ্তী মাধ্যম একই হওয়া সত্ত্বেও

ধাৰকত্ত ভিন্ন হওয়াৰ কাৰণ ব্যাখ্যা কৰ।

২

গ. পাতেৰ মধ্যবৰ্তী মাধ্যমে ডাই-ইলেক্ট্ৰিক ধূবকেৰ মান নিৰ্ণয় কৰ।

৩

ঘ. উভয় সমবায়েৰ ক্ষেত্ৰে সঞ্চিত শক্তিৰ তুলনা কৰ।

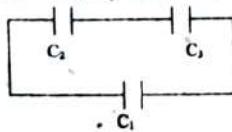
৪

[অনুশীলনীৰ প্ৰশ্ন ২০]

ড. শাহজাহান তপন, মুহুমদ আজিজ হাসান ও ড. রানা চৌধুৰী স্যামেৰ বইয়েৰ অনুশীলনীৰ সূজনশীল প্ৰশ্ন ও উত্তৰ

অনুশীলনী ১১ নিচেৰ চিত্ৰে তিনিটি ধাৰকেৰ সংযোগ দেখানো হয়েছে।

এখানে  $C_2$  ও  $C_3$  শ্ৰেণিতে এবং  $C_1$  এদেৱ সাথে সমান্তৱালে সংযুক্ত।



ক. ধাৰক কাকে বলে?

১

খ. ধাৰকেৰ সংযোগ ও তুল্য ধাৰকত্ত বলতে কী বোঝায়?

২

গ. উচীপকেৰ ধাৰকগুলোৰ মান ব্যৱক্তিমূলে  $C_1 = 3 \mu\text{F}$ ,  $C_2 = 2 \mu\text{F}$

এবং  $C_3 = 1 \mu\text{F}$  হলো সংযোগেৰ তুল্য ধাৰকত্ত নিৰ্ণয় কৰ।

৩

ঘ. উচীপকেৰ ধাৰক তিনিটি হণি সমান্তৱালে ধাৰকত্তো তাৰে

তুল্য ধাৰকভয়েৰ জন্যে একটি রাশিমালা নিৰ্ণয় কৰ।

৪

[অনুশীলনীৰ প্ৰশ্ন ১]

## ৭৩নং প্ৰশ্নেৰ উত্তৰ

ক. ধাৰকেৰ সমবায়েৰ পৰিবৰ্তে যে একটি মাত্ৰ ধাৰক ব্যবহাৰ  
কৰলে সমবায়েৰ বিভব পাৰ্থক্য ও আধাৰেৰ কোনো পৰিবৰ্তন হয় না  
তাৰ ধাৰকত্তকে সমবায়েৰ তুল্য ধাৰকত্ত বলে।

খ. আমৰা জানি, সমান্তৱাল পাত ধাৰকেৰ ধাৰকত্ত পাতেৰ ক্ষেত্ৰফল  
ও মধ্যবৰ্তী মাধ্যম ছাড়াও পাতৰয়েৰ মধ্যবৰ্তী দূৰত্বেৰ উপৰ নিৰ্ভৰ  
কৰে। একেতে পাতেৰ ক্ষেত্ৰফল ও মধ্যবৰ্তী মাধ্যম একই হওয়া  
সত্ত্বেও পাতৰয়েৰ মধ্যবৰ্তী দূৰত্বেৰ ভিত্তিকৰণ কাৰণে ধাৰকত্ত ভিন্ন হয়।

গ. আমৰা জানি,

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

$$\text{বা, } k = \frac{Cd}{\epsilon_0 A}$$

$$= \frac{10 \times 10^{-6} \text{ F} \times 0.02 \times 10^{-3} \text{ m}}{8.85 \times 10^{-12} \text{ C}^2 \cdot \text{N}^{-1} \text{ m}^{-2} \times 5 \text{ m}^2}$$

$$= 4.52$$

অতএব, পাতেৰ মধ্যবৰ্তী ডাই-ইলেক্ট্ৰিক ধূবকেৰ মান 4.52।

এখানে, পাতেৰ ক্ষেত্ৰফল,  $A = 5 \text{ m}^2$

পাতৰয়েৰ মধ্যবৰ্তী দূৰত্ব =  $0.02 \text{ mm}$   
=  $0.02 \times 10^{-3} \text{ m}$

ধাৰকত্ত,  $C = 10 \mu\text{F} = 10 \times 10^{-6} \text{ F}$

ডাই-ইলেক্ট্ৰিক ধূবক,  $k = ?$

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

এখানে, ১ম ধাৰকেৰ ধাৰকত্ত,  $C_1 = 10 \mu\text{F}$

২য় ধাৰকেৰ ধাৰকত্ত,  $C_2 = 15 \mu\text{F}$

ধাৰক দুটিৰ শ্ৰেণি সমবায়েৰ তুল্য ধাৰকত্ত,  $C_s$  হলো,

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

$$\text{বা, } \frac{1}{C_s} = \frac{1}{10 \mu\text{F}} + \frac{1}{15 \mu\text{F}}$$

$$\text{বা, } \frac{1}{C_s} = \frac{3+2}{30 \mu\text{F}}$$

$$\text{বা, } C_s = 6 \mu\text{F}$$

∴ শ্ৰেণি সমবায়েৰ ক্ষেত্ৰে সঞ্চিত শক্তি,

$$U_s = \frac{1}{2} C_s V^2$$

$$= \frac{1}{2} \times 6 \times 10^{-6} \text{ F} \times (10 \text{ V})^2 = 3 \times 10^{-4} \text{ J}$$

আবাৰ, সমান্তৱাল সমবায়েৰ ক্ষেত্ৰে তুল্য ধাৰকত্ত  $C_p$  হলো

$$C_p = C_1 + C_2 = 10 \mu\text{F} + 15 \mu\text{F} = 25 \mu\text{F}$$

∴ সমান্তৱাল সমবায়েৰ ক্ষেত্ৰে সঞ্চিত শক্তি,

$$U_p = \frac{1}{2} C_p V^2$$

$$= \frac{1}{2} \times 25 \times 10^{-6} \text{ F} \times (10 \text{ V})^2 = 12.5 \times 10^{-4} \text{ J}$$

এখানে,  $U_p > U_s$

অতএব, সমান্তৱাল সমবায়েৰ ক্ষেত্ৰে সঞ্চিত শক্তিৰ পৰিমাণ বেশি হবে।

## ৭৪নং প্ৰশ্নেৰ উত্তৰ

ক. কাছাকাছি স্থাপিত দুটি পৰিবাহকেৰ মধ্যবৰ্তী স্থানে অতৰক  
পদাৰ্থ রেখে তড়িৎ আধানবূপে শক্তি সঞ্চয় কৰে রাখাৰ যাবিক  
কৌশলকে ধাৰক বলে।

খ. বিশেষ কাজে একাধিক ধাৰককে একসাথে ব্যবহাৰ কৰাকে  
ধাৰকেৰ সংযোগ বলে। ধাৰকেৰ সমবায় হলো শ্ৰেণি সংযোগ,  
সমান্তৱাল সংযোগ ও মিশ্ৰ সংযোগ।

আবাৰ, ধাৰকেৰ কোনো সমবায়েৰ পৰিবৰ্তে একটিমাত্ৰ ধাৰক ব্যবহাৰ  
কৰলে যদি ধাৰকেৰ পাতে চাৰ্জ ও বিভব পাৰ্থক্য সমবায়েৰ চাৰ্জ ও  
বিভব পাৰ্থক্যেৰ সমান থাকে তবে এই ধাৰকেৰ ধাৰকত্তকে সমবায়েৰ  
তুল্য ধাৰকত্ত বলে।

**১** এখানে,  $C_2$  ও  $C_3$  ট্রেণি সমবায়ে যুক্ত

∴ ট্রেণি সমবায়ে তুল্য ধারকত্ত,

$$\frac{1}{C_t} = \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} = \left(\frac{1}{2} + 1\right) \mu F = \frac{3}{2}$$

$$\therefore C_t = \frac{2}{3} \mu F = 0.67 \mu F$$

দেওয়া আছে,

$$C_1 = 3 \mu F$$

$$C_2 = 2 \mu F$$

$$C_3 = 1 \mu F$$

আবার,  $C_1$  ও  $C_2$  ধারকভয় সমতরাল সমবায়ে যুক্ত থাকায় তুল্য ধারকত্ত,  $C_t = C_1 + C_2 = (3 + 0.67) \mu F = 3.67 \mu F$

অতএব, তুল্য ধারকত্ত  $3.67 \mu F$

**২** যে সমবায়ে ব্যবহৃত ধারকগুলো প্রত্যেকটির এক দিকের পাতগুলো একটি বিন্দুতে এবং অন্যদিকের পাতগুলো অন্য একটি বিন্দুতে যুক্ত করা হয় তাকে সমতরাল সমবায় বলে।

মনে করি, AB, CD ও EF ধারকগুলোর A, C ও E পাতগুলো R বিন্দুতে এবং B, D ও

F পাতগুলো S বিন্দুর

সাথে যুক্ত। R বিন্দুকে

কোনো তত্ত্ব উৎপাদক

যজ্ঞের ধনাত্মক পাতের

সাথে এবং S বিন্দুকে

ভূমির সাথে যুক্ত করা

হয়। প্রত্যেকটি ধারকের

প্রথম পাত R বিন্দুতে

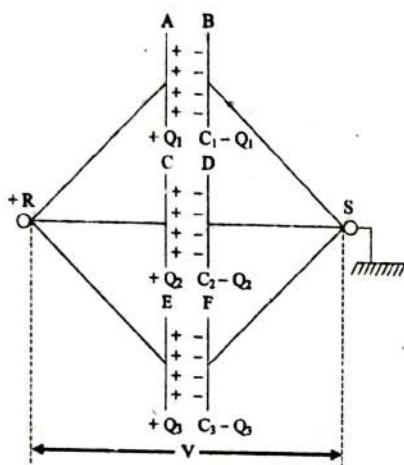
এবং তৃতীয় পাত S

বিন্দুতে সংযুক্ত থাকায়

প্রতিটি ধারকের উভয়

প্রান্তের বিভব পার্থক্য

সমান এবং ধরি, এটি V।



আবার ধরি, AB, CD ও EF ধারকের ধারকত্ত যথাক্রমে  $C_1$ ,  $C_2$  ও  $C_3$ , এবং সঞ্চিত চার্জের পরিমাণ যথাক্রমে  $Q_1$ ,  $Q_2$  ও  $Q_3$ ।

প্রতিটি ধারকে,  $C = \frac{Q}{V}$  সূত্র প্রয়োগ করে পাই,

$$Q_1 = C_1 V, Q_2 = C_2 V \text{ এবং } Q_3 = C_3 V$$

$$\text{অতএব, মোট চার্জ, } Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 = C_1 V + C_2 V + C_3 V = (C_1 + C_2 + C_3) V$$

$$\text{সমতুল্য ধারকত্ত } C_p \text{ হলে, } C_p = \frac{Q}{V} = \frac{(C_1 + C_2 + C_3)V}{V}$$

$$\therefore C_p = C_1 + C_2 + C_3 \dots \dots (1)$$

**২** সংখ্যক ধারককে সমতরাল সমবায়ে যুক্ত করা হলে সমবায়টির সমতুল্য ধারকত্ত  $C_p$  কে লেখা যায়,  $C_p = C_1 + C_2 + C_3 + \dots + C_n$  অতএব, সমতরাল সমবায়ের তুল্য ধারকত্ত ধারকগুলোর ধারকত্তের সমষ্টির সমান।

**৩**  $1.6 \times 10^{-9} C$  আধান বায়ুতে কোনো বিন্দুতে অবস্থিত। এর ফলে এর চারপাশে তত্ত্ব বল অনুভূত হয়।

**৪** ক. তত্ত্বক্ষেত্র কাকে বলে?

খ. তত্ত্বক্ষেত্রের কোনো বিন্দুর বিভব বলতে কী বোঝ ব্যাখ্যা কর।

গ. উদ্দীপকে উজ্জিত আধান থেকে 0.15 m দূরে কোনো বিন্দুতে একটি ইলেক্ট্রন স্থাপন করলে সেটি কত বল লাভ করবে? ৩

ঘ. আমরা জানি, কোনো বিন্দু আধানের সূচ তত্ত্বক্ষেত্রের মধ্যে কোনো তল কঁজনা করলে তার সাথে তত্ত্ব ফ্লাই সংশ্লিষ্ট থাকে। গাণিতিক বিশ্লেষণের সাহায্যে দেখাও যে, কোনো

তত্ত্বক্ষেত্রে কোনো বন্ধ কঁজিত তলের তত্ত্ব ফ্লাইরে  $\epsilon_0$  গুণ হবে এই তল দ্বারা আবশ্য মোট আধানের সমান।

৪

(অনুশীলনীর পৃষ্ঠা ১)

**৫** ৭নং প্রশ্নের উত্তর

**১** একটি আহিত বস্তুর চারদিকে যে অঞ্চলব্যাপী তার প্রভাব বজায় থাকে সেই অঞ্চলকে ঐ আহিত বস্তুর তত্ত্ব বলক্ষেত্র বা তত্ত্বক্ষেত্র বলে।

**২** অসীম দূরত্ত থেকে একটি একক ধনচার্জ তত্ত্ব ক্ষেত্রের কোনো বিন্দুতে আনতে (তত্ত্ব বলের বিমুক্তে) যে পরিমাণ কাজ সম্পন্ন করতে হয়, তাকে ঐ বিন্দুর তত্ত্ব বিভব বলে।

যদি একটি  $+q$  চার্জকে অসীম থেকে তত্ত্ব ক্ষেত্রের কোনো বিন্দুতে আনতে বাহ্যিক বল দ্বারা কৃতকাজ W হয় তবে ঐ বিন্দুর তত্ত্ব বিভব,  $V = \frac{W}{q}$ ।

**৩** উদ্দীপক থেকে পাই, সঞ্চিত আধান,  $q_1 = 1.6 \times 10^{-9} C$

ইলেক্ট্রনের আধান,  $q_2 = 1.6 \times 10^{-19} C$

দূরত্ত:  $r = 0.15 m$

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

বল,  $F = ?$

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

$$= 9 \times 10^9 N m^2 C^{-2} \times \frac{1.6 \times 10^{-9} C \times 1.6 \times 10^{-19} C}{(0.15 m)^2}$$

$$= 1.024 \times 10^{-16} N$$

অতএব, ইলেক্ট্রনটি  $1.024 \times 10^{-16} N$  বল লাভ করবে।

**৪** একটি বিচ্ছিন্ন বিন্দু আধান  $q$  অবস্থিত। এ আধান তার চারপাশে একটি তত্ত্বক্ষেত্র সৃষ্টি করে। এ তত্ত্বক্ষেত্রে  $q$  থেকে  $r$  দূরত্তে B বিন্দুতে একটি একক ধনাত্মক আধান স্থাপন করলে সেটি কুলছের সূত্র অনুসারে যে বল লাভ করে, তাই হচ্ছে ঐ বিন্দুর তত্ত্ব প্রাবল্য E।

$$\therefore E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0 r^2} \frac{q}{r}$$

এর দিক হবে AB রেখা বরাবর B বিন্দু থেকে বহির্মুখী। এখন  $q$  কে কেন্দ্র করে  $r$  ব্যাসার্ধের একটি গোলক কঁজনা করা যাক। সূতরাং এ গোলকের পৃষ্ঠে সর্বত্র তত্ত্বক্ষেত্র E এর তথা তত্ত্ব প্রাবল্যের মান সমান হবে। গোলকের পৃষ্ঠের প্রতিটি বিন্দুতে E এর দিক হবে ঐ বিন্দুতে অভিলম্ব বরাবর তথা ব্যাসার্ধ বরাবর বহির্মুখী।

এখন, B বিন্দুতে গোলকের অতি ক্ষুদ্র একটি তল  $dS$  বিবেচনা করা যাক।  $dS$  এর মান হচ্ছে ঐ তলের ক্ষেত্রফল এবং দিক হচ্ছে ঐ তলের লম্ব বরাবর বহির্মুখী অর্থাৎ E বরাবর। সূতরাং, গোলকের পৃষ্ঠের প্রতিটি বিন্দুতে E এবং  $dS$  এর দিক একই অর্থাৎ E এবং  $dS$  এর মধ্যবর্তী কোণ,  $\theta = 0^\circ$ । এ  $dS$  তলের সাথে সংপ্রিষ্ট তত্ত্ব ফ্লাই হবে,  $d\phi = E \cdot dS$

সূতরাং গোলকের পৃষ্ঠের সমগ্র ক্ষেত্রফলব্যাপী অর্থাৎ এ বন্ধতলের তত্ত্ব ফ্লাই হবে,  $\phi = \oint E \cdot dS$

এ তল যোগজ নির্দেশ করে সমগ্র তলকে অসংখ্য ক্ষুদ্রাতিক্ষুদ্র সমতল  $dS$  এ বিভক্ত করে প্রতিটি তল উপাদানের জন্য E.dS ক্ষেত্রের মাপিটির হিসাব করতে হবে। এসব মানের সমষ্টিই হচ্ছে সমগ্র তলের মোট তত্ত্ব ফ্লাই।

$$\therefore \oint EdS cdos \theta = \oint \frac{1}{4\pi\epsilon_0 r^2} \frac{q}{r} dS \cos 0^\circ = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r^2} \oint dS$$

কিন্তু ব্যাসার্ধের গোলকের পৃষ্ঠের ক্ষেত্রফল তথা  $\oint dS = 4\pi r^2$

$$\therefore \phi = \frac{1}{4\pi\epsilon_0 r^2} \times 4\pi r^2$$

$$\text{বা, } \phi = \frac{q}{\epsilon_0}$$

$$\therefore \epsilon_0 \phi = q$$

$$\text{বা, } \epsilon_0 \oint \vec{E} \cdot d\vec{S} = q$$

অর্থাৎ তড়িৎক্ষেত্রের কোনো বস্তুতলের তড়িৎ ছালের  $\epsilon_0$  গুণ এই তল দ্বারা আবশ্য মোট আধানের সমান।

**বিষয় ১** ABC একটি 20 cm বাহুবিশিষ্ট সমবাহু ত্রিভুজ। এর দুটি কৌণিক বিন্দু A ও B-তে 100 C করে আধান অবস্থিত।

ক. ধারক কাকে বলে?

১

খ. তড়িৎক্ষেত্রের দুটি বিন্দুর মধ্যে বিভব পার্শ্বক্ষয় ও তড়িৎ প্রাবল্যের মধ্যে সম্পর্ক স্থাপন কর।

২

গ. C বিন্দুতে তড়িৎ বিভব নির্ণয় কর।

৩

ঘ. গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে C বিন্দুতে তড়িৎ প্রাবল্যের মান নির্ণয় কর।

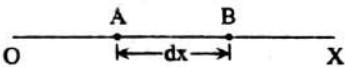
৪

[অনুলিপনীর প্রথ ৩]

### ৭৬নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** কাছাকাছি স্থাপিত দুটি পরিবাহীর মধ্যবর্তী স্থানে অন্তরক পদার্থ রেখে তড়িৎ আধানরূপে স্পষ্ট সংজ্ঞয় করে রাখার যান্ত্রিক কৌশলই ধারক।

**খ** ধরি, তড়িৎক্ষেত্রের মধ্যে A ও B দুটি বিন্দুর বিভব যথাক্রমে  $V_A$  ও  $V_B$ ।



সূতরাং  $V_A - V_B = B$  বিন্দু থেকে A বিন্দুতে একক ধনাত্মক চার্জ কাজের পরিমাণ = তড়িৎ প্রাবল্য × বিন্দু দূরত্ব দূরত্ব

$$\therefore V_A - V_B = E \times d$$

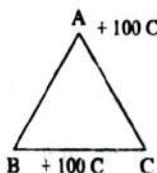
$$\text{বা, } E = \frac{V_A - V_B}{d}$$

A ও B বিন্দুর মধ্যবর্তী বিভব পার্শ্বক্ষয়  $V_A - V_B = V$  ধরলে,  $E = \frac{V}{d}$

এটিই বিভব পার্শ্বক্ষয় ও তড়িৎ প্রাবল্যের মধ্যে সম্পর্ক।

**গ**  $q_1$  চার্জের জন্য C বিন্দুতে বিভব,

$$\begin{aligned} V_1 &= \frac{1}{4\pi\epsilon_0 r} q_1 \\ &= 9 \times 10^9 \times \frac{100}{0.2} \\ &= 4.5 \times 10^{12} \text{ V} \end{aligned}$$



$q_2$  চার্জের জন্য C বিন্দুতে বিভব,

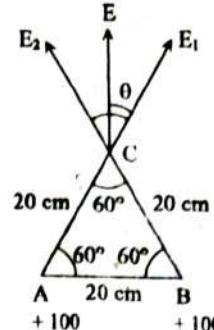
$$\begin{aligned} V_2 &= \frac{1}{4\pi\epsilon_0 r} q_2 && \text{A বিন্দুতে চার্জ, } q_1 = 100 \text{ C} \\ &= 9 \times 10^9 \times \frac{100}{0.2} && \text{B বিন্দুতে চার্জ, } q_2 = 100 \text{ C} \\ &= 4.5 \times 10^{12} \text{ V} && \text{বাহুর দৈর্ঘ্য, } r = 20 \text{ cm} = 0.2 \text{ m} \\ &&& \text{বায়ু মাধ্যমে, } \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2 \text{ C}^{-2} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{C বিন্দুতে মোট বিভব, } V &= V_1 + V_2 \\ &= (4.5 \times 10^{12} + 3.5 \times 10^{12}) \text{ V} \\ &= 9 \times 10^{12} \text{ V} \end{aligned}$$

অতএব, C বিন্দুতে বিভব  $9 \times 10^{12} \text{ V}$ ।

**ঘ** A বিন্দুর চার্জের জন্য C বিন্দুর প্রাবল্যের মান,

$$\begin{aligned} E_1 &= \frac{1}{4\pi\epsilon_0 r} q_1 \\ &= 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2 \text{ C}^{-2} \times \frac{100 \text{ C}}{(0.2)^2} \\ &= 2.25 \times 10^{13} \text{ NC}^{-1} \end{aligned}$$



B বিন্দুতে 100 C চার্জের জন্য C বিন্দুতে প্রাবল্যের মান,

$$E_2 = 2.25 \times 10^{13} \text{ NC}^{-1}$$

প্রাবল্যহায়ের মান সমান বলে C বিন্দুতে এদের লম্বি প্রাবল্য প্রাবল্যহায়ের মধ্যবর্তী কোণকে সমন্বিত করবে।

$E_1$  ও  $E_2$  এর মধ্যবর্তী কোণ  $60^\circ$  হওয়ায় C বিন্দুতে প্রাবল্যের মান,

$$\begin{aligned} E &= \sqrt{E_1^2 + E_2^2 + 2 \cdot E_1 \cdot E_2 \cdot \cos 60^\circ} \\ &= \sqrt{E_1^2 + E_1^2 + E_1^2} \quad [\text{এখানে, } E_1 = E_2] \\ &= \sqrt{3} E_1 = E_1 \sqrt{3} \\ &= 2.25 \times 10^{13} \text{ NC}^{-1} \times \sqrt{3} \\ &= 3.897 \times 10^{13} \text{ NC}^{-1} \end{aligned}$$

অতএব, প্রাবল্যের মান  $3.897 \times 10^{13} \text{ NC}^{-1}$ ।

[বিঃ দ্র: প্রাবল্য ডেটার রাশি তাই দিকও উল্লেখ করতে হবে]

C বিন্দুতে লম্বি প্রাবল্য  $E_1$  এর দিকের সাথে  $\theta$  কোণ উৎপন্ন করে,

$$\begin{aligned} \tan \theta &= \frac{|E_2| \sin 60^\circ}{|E_1| + |E_2| \cos 60^\circ} \\ &= \frac{2.25 \times 10^{13} \times \sin 60^\circ}{2.25 \times 10^{13} + 2.25 \times 10^{13} \times \cos 60^\circ} \\ &= 0.5773 \end{aligned}$$

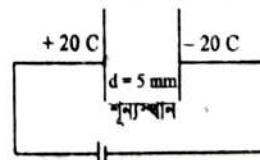
$$\text{বা, } \theta = \tan^{-1}(0.5773)$$

$$\therefore \theta = 30^\circ$$

সূতরাং লম্বি প্রাবল্যের দিক হবে  $E_1$  ও  $E_2$  এর সাথে সমান সমান কোণে।

**বিষয় ২** নিচের চিত্রে একটি ধারক দেখানো হলো :

$$E = 4 \times 10^{-8} \text{ Vm}^{-1}$$



**ক** তড়িৎক্ষেত্রের প্রাবল্য কাকে বলে?

১

**খ** ডাইইলেক্ট্রিক বলতে কী বোবা?

২

**গ** উদ্বীপকে অঙ্গিত ধারকের ধারকত্ব কত?

৩

**ঘ** ধারকটির দুই পাতের মাঝখানে K = 5 পরাবৈদ্যুতিক ধ্রুবকের পদার্থ স্থাপন করা হলে ধারকটির ধারকত্বের কীমুণ্ঠ পরিবর্তন হবে গাণিতিক যুক্তির সাহায্যে ব্যাখ্যা কর।

[অনুলিপনীর প্রথ ৪]

### ৭৭নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** কোনো তড়িৎ ক্ষেত্রের যেকোনো বিন্দুতে একটি একক ধনাত্মক চার্জ স্থাপন করলে তার উপর যে বল প্রযুক্ত হয়, তাকে এই তড়িৎ ক্ষেত্রের জন্য উচ্চ বিন্দুর তড়িৎক্ষেত্র প্রাবল্য বলে।

**ঘ** দুটি বিন্দু চার্জের মধ্যবর্তী স্থান শূন্য বা বায়ু মাধ্যম ভিত্তি অন্য কোনো অপরিবাহী বা অন্তরক মাধ্যম হলে বিন্দু চার্জ দুটিকে পরম্পর হতে বিজ্ঞান করে রাখে। এরূপ মাধ্যমকে ডাইইলেক্ট্রিক বলে। অন্যভাবে, অন্তরক বা কূপরিবাহী মাধ্যমকে সাধারণত ডাইইলেক্ট্রিক বলা হয়।

আমরা জানি, শূন্য মাধ্যমের ক্ষেত্রে,

$$F_0 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1 q_2}{r^2} \quad \dots \dots \dots (1)$$

অন্য যেকোনো মাধ্যমের ক্ষেত্রে,

$$F_m = \frac{1}{4\pi\epsilon} \frac{q_1 q_2}{r^2} \quad \dots \dots \dots (2)$$

(1) নং ও (2) নং হতে পাই,

$$\frac{F_0}{F_m} = \frac{\epsilon}{\epsilon_0} = K \text{ (ধূর সংখ্যা)}$$

K-কে ডাইলেক্ট্রিক ধূরক বা মাধ্যমের তড়িৎ মাধ্যমাঙ্ক বলে।

আমরা জানি,

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

$$\text{বিলু, } \epsilon = \frac{Q}{A}$$

$$\text{এখনে, } E = 4 \times 10^{-8} \text{ Vm}^{-1}$$

$$\text{মধ্যবর্তী দূরত্ব, } d = 5 \text{ mm} = 5 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$\text{পাতে চার্জ, } Q = 20 \text{ C}$$

$$\text{ধারকত্ত, } C = ?$$

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

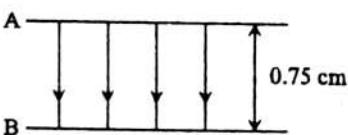
$$\text{বা, } Q = \epsilon_0 EA$$

$$\text{বা, } A = \frac{Q}{\epsilon_0 E}$$

$$\therefore A = \frac{20}{8.854 \times 10^{-12} \times 4 \times 10^{-8}} = 5.65 \times 10^{19} \text{ m}^2$$

### ৩ তকাজল, মহিউদ্দিন, নীলুফার, হুমায়ুন ও আতিকুর স্যারের বইয়ের অনুশীলনীর সৃজনশীল প্রশ্ন ও উত্তর

একটি প্রোটন A ও B পাতের মধ্যে  $2.8 \times 10^5$  তড়িৎ প্রাবল্য বিশিষ্ট সূষ্ম তড়িৎ ক্ষেত্রে আছে। পাত দূটির মধ্যে ব্যবধান 0.75 cm।



ক. তড়িৎ ক্ষেত্র কাকে বলে?

১

খ. তড়িৎ প্রাবল্য বলতে কী বুঝায়?

২

গ. প্রোটন চার্জটি A থেকে B-তে স্থানান্তরিত হতে প্রোটনটির উপর ক্ষেত্র কর্তৃক কৃত কাজ কর হবে এবং প্রোটনটি কর গতিশক্তি লাভ করবে নির্ণয় কর।

৩

ঘ. পাত দূটির মধ্যে কোনটির বিভব বেশি? কর বেশি গাণিতিক যুক্তির সাহায্যে ব্যাখ্যা কর।

৪

(অনুশীলনীর প্রশ্ন ১)

### ৪ ১৮নং প্রশ্নের উত্তর

ক. চার্জিত বস্তুর চারপাশে যে অঙ্গুলব্যাপী এর প্রভাব বজায় থাকে সে অঙ্গুলকে ঐ চার্জিত বস্তুর তড়িৎ ক্ষেত্র বলে।

খ. একটি তড়িৎ ক্ষেত্রের কোনো বিন্দুতে একটি একক ধনাত্মক চার্জ স্থাপন করলে এটি যে বল অনুভব করে তাকে ঐ ক্ষেত্রের এই বিন্দুতে তড়িৎ প্রাবল্য বলে।

তড়িৎ ক্ষেত্রের কোনো বিন্দুতে স্থাপিত  $+q$  বার্জ যদি  $F$  বল অনুভব করে তা হলে ঐ বিন্দুতে প্রাবল্যের মান—  $E = \frac{F}{q}$

তড়িৎ প্রাবল্যের মান ক্ষেত্র সৃষ্টিকারী চার্জের পরিমাণ ও উত্ত চার্জ হতে বিবেচিত বিন্দুর দূরত্বের উপর নির্ভর করে। তড়িৎ প্রাবল্য একটি ভেট্টার রাশি। ধনাত্মক চার্জের উপর অনুচৃত বলের দিকই এই বিন্দুতে তড়িৎ প্রাবল্যের দিক নির্দেশ করে। তড়িৎ প্রাবল্যের একক  $\text{N C}^{-1}$  বা  $\text{Vm}^{-1}$ ।

আমরা জানি,

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

$$= \frac{8.854 \times 10^{-12} \times 5.65 \times 10^{19}}{(5 \times 10^{-3})} = 1 \times 10^{11} \text{ F}$$

অতএব, অঙ্গুলের ধারকত্ত 1  $\times 10^{11}$  F।

ঘ মনে করি, ধারকত্ত = C

আপেক্ষিক তেজস্ব বা পরাবৈদ্যুতিক ধূবক, K = 5

$$C' = \frac{\epsilon A}{d}$$

$$\text{বিলু, } \epsilon = \epsilon_0 K$$

$$\therefore C' = \frac{\epsilon_0 K A}{d}$$

$$= \frac{8.854 \times 10^{-12} \times 5 \times 5.65 \times 10^{19}}{5 \times 10^{-3}} = 5 \times 10^{11} \text{ F}$$

অতএব, ধারকটির দুই পাতের মাঝখানে পরাবৈদ্যুতিক ধূবক পদার্থ স্থাপন করা হলে ধারকের ধারকত্ত বৃদ্ধি পাবে। পরাবৈদ্যুতিক স্থাপনের পূর্বে ধারকত্ত 1  $\times 10^{11}$  F এবং স্থাপনের পর ধারকত্ত 5  $\times 10^{11}$  F।

$$\frac{C'}{C} = \frac{5 \times 10^{11}}{1 \times 10^{11}}$$

$$\therefore C' = 5 \times C$$

দেখা যাচ্ছে, পরাবৈদ্যুতিক স্থাপনের পর ধারকত্ত পরাবৈদ্যুতিক স্থাপনের পূর্বের ধারকত্তের 5 গুণ।

ঘ আমরা জানি,

$$\text{বল, } F = qE$$

$$= 1.6 \times 10^{-19} \text{ C} \times 2.8 \times 10^5 \text{ N C}^{-1}$$

$$\therefore F = 4.48 \times 10^{-14} \text{ N}$$

উদ্দীপকে,

তড়িৎ প্রাবল্য,

$$E = 2.8 \times 10^5 \text{ N C}^{-1}$$

প্রোটনের চার্জ,

$$q = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$$

কৃতকাজ, W = ?

আবার,

$$\text{কৃতকাজ, } W = Fr$$

$$= 4.48 \times 10^{-14} \text{ N} \times 0.0075 \text{ m}$$

$$\therefore W = 3.36 \times 10^{-16} \text{ J}$$

অতএব, প্রোটন চার্জটি A থেকে B-তে স্থানান্তরিত হতে প্রোটনটির উপর ক্ষেত্র কর্তৃক কৃতকাজ হবে 3.36  $\times 10^{-16}$  J।

এখন, কাজ-শক্তি উপরাদ্য হতে আমরা জানি,

কৃতকাজ = গতিশক্তি লাভ

কাজেই, প্রোটন চার্জটি A থেকে B-তে স্থানান্তরিত হতে প্রোটনটির উপর ক্ষেত্র কর্তৃক কৃতকাজ প্রোটনটির গতিশক্তি লাভের সমান হবে। সুতরাং, প্রোটনটি 3.36  $\times 10^{-16}$  J গতিশক্তি লাভ করবে।

ঘ উদ্দীপকের চিত্র হতে পাই, প্রোটন চার্জটি A পাত থেকে B পাতের দিকে যাচ্ছে। আমরা জানি, উচ্চবিভব বিশিষ্ট চার্জিত বস্তু হতে নিম্নবিভব বিশিষ্ট চার্জিত বস্তুতে চার্জের প্রবাহ সৃষ্টি হয়। কাজেই, পাত দূটির মধ্যে A পাতের বিভব বেশি হবে।

B পাতের চেয়ে A পাতের বিভব বেশি হবে পাত দূটির মধ্যকার বিভব পার্থক্যের সমান।

আমরা জানি,

$$V = Ed$$

$$= 2.8 \times 10^5 \text{ Vm}^{-1} \times 0.0075 \text{ m}$$

$$\therefore V = 2100 \text{ V}$$

$$\therefore \text{পাত দূটির মধ্যকার বিভব পার্থক্য } 2100 \text{ V}$$

উদ্দীপকে,

তড়িৎ প্রাবল্য,

$$E = 2.8 \times 10^5 \text{ Vm}^{-1}$$

দূরত্ব, d = 0.75 cm

$$= 0.0075 \text{ m}$$

বিভব পার্থক্য, V = ?

সুতরাং, B পাতের চেয়ে A পাতের বিভব 2100 V বেশি।

১৪৪

P.

A. B

দূটি বিন্দু চার্জ A ও B এর মধ্যে দূরত্ব  $0.72 \text{ nm}$ ।A এর চার্জ  $+3.2 \times 10^{-19} \text{ C}$  এবং B এর চার্জ  $-1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$ .

ক. তড়িৎক্ষেত্র কী?

খ. ঝণাঝক চার্জের ক্ষেত্রে বলরেখাগুলো অন্তর্মুখী হয় কেন? ২

গ. B এর উপর A কত বল প্রয়াগ করে নির্ণয় কর। ৩

ঘ. এই বল বিকর্ষণমূলক না আকর্ষণমূলক? বলরেখা

অঙ্কন করে P বিন্দুতে A চার্জের জন্য তড়িৎক্ষেত্র  $E_A$ 

ও উভয় চার্জের জন্য P বিন্দুতে সম্পূর্ণ ক্ষেত্র E অঙ্কন

করে তার চিহ্ন দ্বারা প্রকাশ কর। ৪

[অনুশীলনীর প্রশ্ন ৩]

## ৭৯নং প্রশ্নের উত্তর

ক. প্রত্যেক চার্জিত বস্তুর চারপাশে একটি অঙ্গল আছে, যে অঙ্গল জুড়ে এর প্রভাব পরিসরিক্ষিত হয়। এ অঙ্গলের মধ্যে কোনো চার্জিত বস্তু আনা হলে তার ওপর তাড়িত বল ক্রিয়া করে। এ অঙ্গলকে তড়িৎক্ষেত্র বলে।

খ. তড়িৎক্ষেত্রে কোনো মুক্ত ধনাঝক একক চার্জ যে পথসমূহে পরিষ্করণ করে তাদেরকে তড়িৎ বলরেখা বলে।

একটি ঝণাঝক চার্জের চতুর্পাশের যে কোনো বিন্দুতে একটি একক ধনাঝক চার্জ রাখা হলে তা ঝণাঝক চার্জের দিকে আকর্ষণ বল অন্তর্ভুক্ত করবে এবং চার্জসংয়ের সংযোজক সরলরেখা বরাবর ঝণাঝক চার্জের দিকে গতিশীল হবে। আবার ক্ষুদ্র ঝণাঝক চার্জকে কেন্দ্র করে সরল ব্যাসার্ধের বৃত্ত একে ঐ বৃত্তের পরিধিতে বিভিন্ন বিন্দুতে কতকগুলো ধনাঝক চার্জ রাখা হলে চার্জগুলো বৃত্তের কেন্দ্র তথা ঝণাঝক চার্জের দিকে ব্যাসার্ধ বরাবর ধাবিত হবে। এ কারণেই ঝণাঝক চার্জের ক্ষেত্রে বলরেখাগুলো অন্তর্মুখী হয়।

গ. দেওয়া আছে, A বিন্দুর চার্জ,  $q_A = +3.2 \times 10^{-19} \text{ C}$ B বিন্দুর চার্জ,  $q_B = -1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$  $A$  ও  $B$  মধ্যকার দূরত্ব,  $d = 0.72 \text{ nm} = 0.72 \times 10^{-9} \text{ m}$ শূন্যস্থানের জন্য কুলের ধূবৰ্ক,  $C = 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2 \text{ C}^{-2}$ বের করতে হবে, B এর উপর A এর প্রযুক্ত বল,  $F = ?$ 

আমরা জানি,

$$F + C \frac{q_A q_B}{d^2} = 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2 \text{ C}^{-2} \times \frac{(3.2 \times 10^{-19} \text{ C}) \times (-1.6 \times 10^{-19} \text{ C})}{(0.72 \times 10^{-9} \text{ m})^2}$$

$$= 8.88 \times 10^{-10} \text{ N}$$

$$= 0.88 \times 10^{-9} \text{ N}$$

$$= 0.88 \text{ nN}$$

ঘ. A এর চার্জ ধনাঝক ও B এর চার্জ ঝণাঝক হওয়ায় এবং A এর চার্জ বেশি হওয়ায় A কর্তৃক B এর উপর প্রযুক্ত বল আকর্ষণধৰ্মী। নিম্নে বলরেখা অঙ্কন করে P বিন্দুতে A চার্জের জন্য তড়িৎক্ষেত্র  $E_A$ , B চার্জের জন্য তড়িৎক্ষেত্র  $E_B$  ও উভয় চার্জের জন্য P বিন্দুতে সম্পূর্ণ ক্ষেত্র E অঙ্কন করে তার চিহ্ন দ্বারা প্রকাশ করা হলো—

$\vec{E}_A$  ভেটারটি A বিন্দুর সাপেক্ষে বিহুর্মুখী, এর দ্বারা বিকর্ষণ বল বুঝায়।

$\vec{E}_B$  ভেটারটি B বিন্দুর সাপেক্ষে অন্তর্মুখী এর দ্বারা আকর্ষণ বল বুঝায়।

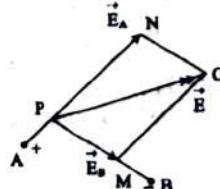
$\vec{E}_A$  এর দ্বারা  $\vec{E}_B$  এর তুলনায় বেশ

বড় দেখানোর কারণ হলো, A

বিন্দুতে চার্জের মান B বিন্দুতে

চার্জের মানের ছিপুণ এবং B বিন্দুর

তুলনায় A বিন্দুটি P এর নিকটতর।



PNOM সামান্যরিকের দূটি সরিহিত বাহু PN ও PM দ্বারা যথক্রমে  $\vec{E}_A$  ও  $\vec{E}_B$  এর মান ও দিক সূচিত করা হলো। তাইলে,  $\vec{E}_A$  ও  $\vec{E}_B$  এর হেদবিন্দু P দিয়ে অঙ্কিত কর্ণ PO দ্বারা  $\vec{E}_A$  ও  $\vec{E}_B$  এর সম্পূর্ণ  $\vec{E}$  এর মান ও দিক সূচিত হয়।

১৫৪

সমান ধারকত্বের তিনটি ধারকের প্রথম ও দ্বিতীয়টি সারিতে রেখে তৃতীয়টির সাথে সমান্তরালে যুক্ত করা হয়। পরিশেষে V ভোল্টের একটি ব্যাটারি সমবায়ের উপর প্রয়োগ করা হলো।

ক. ধারকত্ব কী?

খ. তড়িৎ ক্ষেত্রের কোনো বিন্দুতে তড়িৎ প্রাবল্য 10

$\text{NC}^{-1}$  বলতে কী বুঝায়?

গ. উদ্ধীপকে উল্লেখিত ধারকগুলোর তুল্য ধারকত্ব বের কর। ৩

ঘ. উদ্ধীপকে উল্লেখিত ধারক তিনটির প্রথম ও দ্বিতীয়টিকে সমান্তরালে রেখে তৃতীয়টির সাথে প্রেগিতে যুক্ত করলে তুল্য ধারকত্বের মান ক্রিপ হবে তা ব্যাখ্যা কর এবং ব্যাটারি হতে গৃহীত চার্জের মান বের কর। ৪

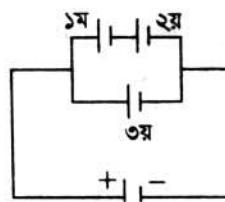
[অনুশীলনীর প্রশ্ন ৪]

## ৮০নং প্রশ্নের উত্তর

ক. কোনো ধারকের প্রত্যেক পাতে যে পরিমাণ আধান জমা হলে পাতভয়ের মধ্যে একক বিভব পার্থক্য বজায় থাকে তাই ঐ ধারকের ধারকত্ব।

খ. তড়িৎ ক্ষেত্রের কোনো বিন্দুতে তড়িৎ প্রাবল্য  $10 \text{ NC}^{-1}$  বলতে বুঝায়  $1 \text{ C}$  চার্জের উপর ক্রিয়াশীল বলের মান হবে  $10 \text{ N}$ ।

গ.



আমরা জানি, শ্রেণি সমবায়ের তুল্য ধারকত্ব C, হলে,

$$\frac{1}{C_s} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} = \frac{1}{C} + \frac{1}{C} = \frac{2}{C}$$

$$\therefore C_s = \frac{C}{2}$$

এখানে,

ধারকত্ব,  $C_1 = C_2 = C_3 = C$

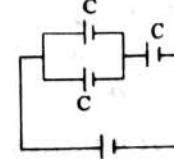
সমান্তরাল সমবায়ের তুল্য ধারকত্ব,

$$C_p = C_s + C$$

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

ঘ. উদ্ধীপকে উল্লেখিত ধারকগুলোর তুল্য ধারকত্ব  $\frac{3}{2} C$ ।

ঘ.



এখানে, ধারকত্ব,  $C_1 = C_2 = C_3 = C$

সমান্তরাল সমবায়ে তুল্য ধারকত্ব,  $C_p = C_1 + C_2 = 2C$

∴ শ্রেণি সমবায়ে তুল্য ধারকত্ব,

$$\frac{1}{C_s} = \frac{1}{C_p} + \frac{1}{C_3} = \frac{1}{2C} + \frac{1}{C} = \frac{1+2}{2C} = \frac{3}{2C}$$

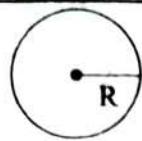
$$\therefore C_s = \frac{2}{3} C$$

অর্থাৎ শ্রেণি সমবায়ের তুল্য ধারকত্ব যেকোনো ধারকত্বের দুই-তৃতীয়াংশ।

ব্যাটারি হতে গৃহীত চার্জের পরিমাণ Q হলে,  $Q = C_s V = \frac{2}{3} CV$ ।

## ৩। গনি, সুতরাং, মহাকর্ষ ও রোজারিও স্যারের বইয়ের অনুশীলনীর সূজনশীল প্রশ্ন ও উত্তর

**প্রশ্ন ১।** R ব্যাসার্ধের একটি অপরিবাহী গোলক যার সম্পূর্ণ আয়তনে Q চার্জ সমতাবে ছড়ানো আছে।



$$V' - V = \text{কৃতকাজ}$$

$$\text{বা, } V' - V = E \times \text{সরণ}$$

$$\text{বা, } V' - V = 0$$

$$\text{বা, } V' = V$$

অর্থাৎ  $R$  ও  $\frac{R}{2}$  দূরত্বে বিভবের মান সমান।

**?** ক. এক কুলৰ বলতে কী বুঝ?

১

খ. মহাকর্ষ বল ও কুলৰ বলের মধ্যে কোনো বৈসাদৃশ্য আছে কী এবং কেন? ব্যাখ্যা কর।

২

গ. গোলকটি R এবং  $\frac{R}{2}$  দূরত্বে বিভবের তুলনা কর।

৩

ঘ. "গোলকটি r দূরত্বে ( $r > R$ ) তড়িৎক্ষেত্র বিন্দু চার্জের জন্য তড়িৎক্ষেত্রের সমান।" গাউসের সূত্র হতে এর তাৎপর্য বিশ্লেষণ কর।

৪

অনুশীলনীর প্রশ্ন ৩।

### ৮১নং প্রশ্নের উত্তর

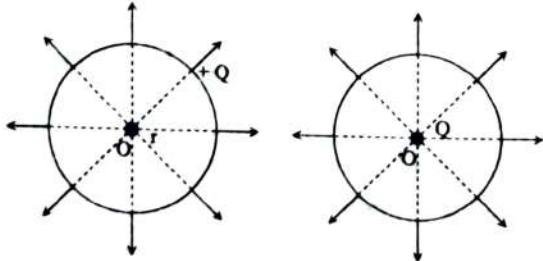
**ক।** দুটি সমধর্মী এবং সমপরিমাণ বিন্দু চার্জ শূন্য বা বায়ু মাধ্যমে 1 মিটার দূরত্বে থেকে  $9 \times 10^9$  নিউটন বল দ্বারা বিকর্ষণ করলে তাদের প্রত্যেককে 1 কুলৰ চার্জ বলে।

**খ।** মহাকর্ষ বল ও কুলৰ বলের মধ্যে কিছুটা বৈসাদৃশ্য আছে। কুলৰ বল দুটি চার্জিত বস্তুর মধ্যে হয়ে থাকে আর মহাকর্ষ বল যেকোনো দুটি বস্তুর মধ্যে হতে পারে। কুলৰ বল চার্জিত বস্তুয়ের চার্জের পরিমাণ, দূরত্ব ও কুলৰ ধ্রুবকের উপর নির্ভর করে। মহাকর্ষ বলের মান বস্তুয়ের ভর, দূরত্ব ও মহাকর্ষীয় ধ্রুবকের উপর নির্ভর করে।

কুলৰ ধ্রুবকের মান  $\frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \times 10^9 \text{ N m}^2 \text{C}^{-2}$  যা মহাকর্ষীয় ধ্রুবক  $G = 6.673 \times 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{kg}^{-2}$  অপেক্ষা অনেক বেশি। এর ফলে কুলৰ বলের মান মহাকর্ষীয় বলের তুলনায় বেশি হয়ে থাকে।

**গ।** উদ্ধীপক থেকে পাই, গোলকটির ব্যাসার্ধ R। সুব্রতাবে বটিত চার্জ Q। এ আধান গোলকের পৃষ্ঠে সর্বত্র সমতাবে ছড়িয়ে পড়বে। গোলকের পৃষ্ঠ হতে বলরেখাগুলো সমতাবে সবদিকে নির্গত হবে। এ বলরেখাগুলো পোছনের দিকে বর্ধিত করলে তারা গোলকের কেন্দ্রে মিলিত হবে। আবার যদি +Q আধান গোলকের কেন্দ্রে স্থাপিত হয়, তাহলে বলরেখাগুলো একইভাবে নির্গত হবে। অতএব +Q আধান গোলকের পৃষ্ঠে স্থাপিত হলেও একে গোলকের কেন্দ্রে বিবেচনা করা যায়। সুতরাং গোলকের পৃষ্ঠে কোনো বিন্দুতে অর্থাৎ  $R$  দূরত্বে বিভব,

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



আবার,  $\frac{R}{2}$  দূরত্বের বিন্দুটি গোলকের অভ্যন্তরে অবস্থিত। আবার আধান জানি, গোলকের অভ্যন্তরে তড়িৎ প্রাবল্য,  $E = 0$ । কারণ গোলকের অভ্যন্তরে কোনো তড়িৎ বলরেখা নেই। সুতরাং গোলকের পৃষ্ঠ হতে অভ্যন্তরে কোনো বিন্দুতে আধান আনতে কৃতকাজের পরিমাণ শূন্য। অর্থাৎ  $R$  ও  $\frac{R}{2}$  দূরত্বে বিন্দুয়ের বিভব পার্শ্বক্ষ শূন্য।

এখন  $\frac{R}{2}$  দূরত্বে বিভব  $V'$  হলে,

$$V' - V = \text{কৃতকাজ}$$

$$\text{বা, } V' - V = E \times \text{সরণ}$$

$$\text{বা, } V' - V = 0$$

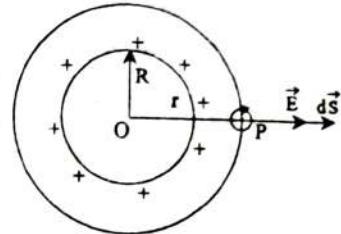
$$\text{বা, } V' = V$$

অর্থাৎ  $R$  ও  $\frac{R}{2}$  দূরত্বে বিভবের মান সমান।

**ঘ।** উদ্ধীপকে থেকে পাই, R ব্যাসার্ধের গোলকে Q আধান সুব্রতাবে বটিত আছে। ধরি, এ গোলকের বাইরে P একটি বিন্দু। O থেকে P এর দূরত্ব r।

সুতরাং  $r > R$ . এখন  $OP = r$  ব্যাসার্ধ ধরে একটি গোলক কলনা করি যার পৃষ্ঠ হবে গাউসীয় তল।

এখন, প্রতিসাম্য বিবেচনা করে আমরা পাই, এ গাউসীয় তলের প্রত্যেক বিন্দুতে তড়িৎ প্রাবল্য  $\vec{E}$  এর মান সমান এবং দিক ব্যাসার্ধ বরাবর বহির্মুখী। এখন গাউসের সূত্র ব্যবহার করে আমরা পাই,



$$\epsilon_0 \oint \vec{E} \cdot d\vec{S} = Q$$

যেহেতু  $\vec{E}$  এবং  $d\vec{S}$  একই দিকে ক্রিয়া করে। সুতরাং তাদের অন্তর্ভুক্ত কোণ  $0^\circ$ .

$$\therefore \epsilon_0 \oint \vec{E} \cdot d\vec{S} \cos 0^\circ = Q$$

$$\text{বা, } \epsilon_0 \int E dS = Q$$

$$\text{বা, } \epsilon_0 E \times 4\pi r^2 = Q$$

$$\therefore E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q}{r^2} \text{ যা বিন্দু চার্জের জন্য তড়িৎক্ষেত্রের সমান।}$$

অতএব, গোলকটির  $r$  দূরত্বে ( $r > R$ ) তড়িৎক্ষেত্র বিন্দু চার্জের জন্য তড়িৎক্ষেত্রের সমান।

**প্রশ্ন ২।** দুটি চার্জিত বস্তুর সমধর্মী 2 C চার্জ দেওয়া আছে এবং তাদেরকে 2 m দূরত্বে স্থাপন করা হলো। এখন একটি অচার্জিত বস্তুকে তাদের সাথে পর্যায়ক্রমে স্পর্শ করে উভয় বস্তুয় হতে 2 m দূরে রাখা হলো।

**ক।** আধানের কোয়ান্টায়ন কী?

১

**খ।** একটি গোলাকার চার্জিত বস্তুর পৃষ্ঠে ও কেন্দ্রে বিভব সমান কেন? ব্যাখ্যা কর।

২

**গ।** উদ্ধীপকে অচার্জিত বস্তুকে স্পর্শ করার পূর্বে চার্জয়ের সংযোগস্থলের কোথায় প্রাবল্য শূন্য হবে?

৩

**ঘ।** উদ্ধীপকে ডৃতীয় কৃতিকে উভয়ের সাথে স্পর্শ করার পর 1ম বস্তু ও 2য় বস্তুর সাথে তাদের কেন্দ্রে মান কী সমান হবে? প্রয়োজনীয় চিত্রসহকারে ব্যাখ্যা কর।

৪। অনুশীলনীর প্রশ্ন ৪।

### ৮২নং প্রশ্নের উত্তর

**ক।** কোনো চার্জিত বস্তুতে ইলেক্ট্রনের চার্জের পূর্ণ গুণিতক চার্জ আকাই হলো চার্জের কোয়ান্টায়ন।

**খ।** একটি বিজ্ঞান গোলাকার পরিবাহীতে যে পরিমাণ চার্জ থাকে তা গোলকের পৃষ্ঠ সর্বত্র ছড়িয়ে থাকে এবং গোলকটিকে উহার কেন্দ্রে অবস্থিত একটি বিন্দু চার্জের মতো মনে হয়।

এখন গোলাকার পরিবাহীর অভ্যন্তরে যেকোনো বিন্দুতে প্রাবল্যের মান শূন্য।

পরিবাহীর পৃষ্ঠের বিভব  $V_0$  এবং কেন্দ্রে বিভব  $V$  হলে,

আমরা জানি,

$$V - V_0 = \text{প্রাবল্য} \times \text{দূরত্ব}$$

$$\text{বা, } V - V_0 = 0$$

$$\therefore V = V_0$$

অর্থাৎ পৃষ্ঠে ও কেন্দ্রে বিভব সমান।

১) উকীপক থেকে পাই, প্রথম চার্জ,  $q_1 = 2 \text{ C}$

দ্বিতীয় চার্জ,  $q_2 = 2 \text{ C}$

মধ্যবর্তী দূরত্ব = 2 m

চার্জ দুটির সংযোগ রেখার যে বিন্দুতে প্রাবল্যের মান সমান ও বিপরীতমূর্তি হবে সেই বিন্দুতে প্রাবল্য শূন্য হবে।

ধরি,  $q_1$  চার্জ থেকে  $x \text{ m}$  দূরে অর্থাৎ  $q_2$  চার্জ থেকে  $(2 - x) \text{ m}$  দূরে P বিন্দুতে উভয় চার্জের জন্য প্রাবল্যের মান সমান ও বিপরীতমূর্তি হবে।

এখন,  $q_1$  চার্জের জন্য P বিন্দুতে প্রাবল্য,

$$E_1 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q_1}{x^2}; P \text{ থেকে } q_2 \text{ এর দিকে}$$

আবার,  $q_2$  চার্জের জন্য P বিন্দুতে প্রাবল্য,

$$E_2 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q_2}{(2-x)^2}$$

প্রথমতে,  $E_1 = E_2$

$$\text{বা, } \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q_1}{x^2} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q_2}{(2-x)^2}$$

$$\text{বা, } \frac{q_1}{x^2} = \frac{q_2}{(2-x)^2}$$

$$\text{বা, } \frac{2}{x^2} = \frac{2}{(2-x)^2}$$

$$\text{বা, } x^2 = (2-x)^2$$

$$\text{বা, } x^2 = 4 - 4x + x^2$$

$$\text{বা, } 4 - 4x = 0$$

$$\therefore 4x = 4$$

$$\therefore x = 1 \text{ m}$$

অতএব,  $q_1$  চার্জ হতে 1 m এবং  $q_2$  চার্জ হতে  $(2 - 1) = 1 \text{ m}$  দূরে

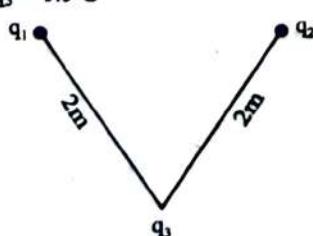
অর্থাৎ চার্জসহের সংযোগ রেখার মধ্যবিন্দুতে প্রাবল্য শূন্য হবে।

২) উকীপকের প্রথম ও দ্বিতীয় বস্তুর চার্জের মান যথাক্রমে 2 C ও 2 C। এখন একটি আচরিত তৃতীয় বস্তুকে প্রথমত 1m বস্তুর সাথে স্পর্শ করালে এদের উভয়ের চার্জ সমান হবে।

$$\text{একেতে, প্রথম বস্তুর চার্জের মান } q_1 = \frac{2 \text{ C}}{2} = 1 \text{ C}$$

এবং তৃতীয় বস্তুর চার্জের মানও 1 C হবে।

$$\text{এখন তৃতীয় বস্তুটিকে দ্বিতীয় স্থির বস্তুর সাথে স্পর্শ করালে দ্বিতীয় বস্তুর চার্জের মান হবে } q_2 = \frac{2 \text{ C} + 1 \text{ C}}{2} = 1.5 \text{ C} \text{ এবং তৃতীয় বস্তুর চার্জের মান হবে } q_3 = 1.5 \text{ C}$$



এখন, তৃতীয় বস্তুটিকে 1m ও 2m  $q_1$  উভয় বস্তু থেকে 2 m দূরে রাখা হলে, প্রথম ও তৃতীয় বস্তুর মধ্যকার ক্রিয়াশীল বল,

$$F_{13} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q_1 q_3}{(2 \text{ m})^2}$$

## পৃষ্ঠামুক্ত সৃজনশীল পদার্থবিজ্ঞান বিত্তীয় পত্র



একাদশ-ষাদশ প্রেসি

$$= 9 \times 10^9 \text{ N m}^2 \text{C}^{-2} \times \frac{1 \text{ C} \times 1.5 \text{ C}}{(2 \text{ m})^2}$$

$$= 3.375 \times 10^9 \text{ N}$$

আবার, বিত্তীয় ও তৃতীয় বস্তুর মধ্যকার ক্রিয়াশীল বল,

$$F_{23} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q_2 q_3}{(2 \text{ m})^2}$$

$$= 9 \times 10^9 \text{ N m}^2 \text{C}^{-2} \times \frac{1.5 \text{ C} \times 1.5 \text{ C}}{(2 \text{ m})^2}$$

$$= 5.0625 \times 10^9 \text{ N}$$

এখনে,  $F_{23} > F_{13}$

অর্থাৎ ২য় ও ৩য় বস্তুর মধ্যকার ক্রিয়াশীল বলের মান

১ম ও ৩য় বস্তুর মধ্যকার ক্রিয়াশীল বলের মান অপেক্ষা বেশি হবে।

প্রশ্ন ১৩। অনুশীলনীর সৃজনশীল প্রশ্ন ৫-এর উত্তরের জন্য সৃজনশীল প্রশ্ন ১৭-এর উত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ১৪। অনুশীলনীর সৃজনশীল প্রশ্ন ৭-এর উত্তরের জন্য সৃজনশীল প্রশ্ন ২১-এর উত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ১৫। অনুশীলনীর সৃজনশীল প্রশ্ন ৮-এর উত্তরের জন্য সৃজনশীল প্রশ্ন ২২-এর উত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ১৬। অনুশীলনীর সৃজনশীল প্রশ্ন ৯-এর উত্তরের জন্য সৃজনশীল প্রশ্ন ২১-এর উত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ১৭। অনুশীলনীর সৃজনশীল প্রশ্ন ১০-এর উত্তরের জন্য সৃজনশীল প্রশ্ন ২৩-এর উত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ১৮। অনুশীলনীর সৃজনশীল প্রশ্ন ১১-এর উত্তরের জন্য সৃজনশীল প্রশ্ন ২৪-এর উত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ১৯। অনুশীলনীর সৃজনশীল প্রশ্ন ১২-এর উত্তরের জন্য সৃজনশীল প্রশ্ন ২৫-এর উত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ২০। অনুশীলনীর সৃজনশীল প্রশ্ন ১৩-এর উত্তরের জন্য সৃজনশীল প্রশ্ন ২৬-এর উত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ২১। অনুশীলনীর সৃজনশীল প্রশ্ন ১৪-এর উত্তরের জন্য সৃজনশীল প্রশ্ন ২৭-এর উত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ২২। অনুশীলনীর সৃজনশীল প্রশ্ন ১৫-এর উত্তরের জন্য সৃজনশীল প্রশ্ন ২৯-এর উত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ২৩। অনুশীলনীর সৃজনশীল প্রশ্ন ১৬-এর উত্তরের জন্য সৃজনশীল প্রশ্ন ১২-এর উত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ২৪। অনুশীলনীর সৃজনশীল প্রশ্ন ১৭-এর উত্তরের জন্য সৃজনশীল প্রশ্ন ১০-এর উত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ২৫। অনুশীলনীর সৃজনশীল প্রশ্ন ১৮-এর উত্তরের জন্য সৃজনশীল প্রশ্ন ১১-এর উত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ২৬। অনুশীলনীর সৃজনশীল প্রশ্ন ১৯-এর উত্তরের জন্য সৃজনশীল প্রশ্ন ১৩-এর উত্তর দ্রষ্টব্য।

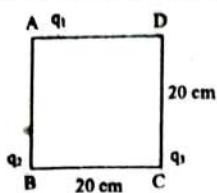
প্রশ্ন ২৭। অনুশীলনীর সৃজনশীল প্রশ্ন ২০-এর উত্তরের জন্য সৃজনশীল প্রশ্ন ১৪-এর উত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ২৮। অনুশীলনীর সৃজনশীল প্রশ্ন ২১-এর উত্তরের জন্য সৃজনশীল প্রশ্ন ১৫-এর উত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ২৯। অনুশীলনীর সৃজনশীল প্রশ্ন ২২-এর উত্তরের জন্য সৃজনশীল প্রশ্ন ১৬-এর উত্তর দ্রষ্টব্য।

**ড. ননী গোপাল, অচ্ছিয়া, গঙ্কুর, নির্মল, আশেগ ও ঘোমেন্দুল স্যারের বইয়ের অনুশীলনীর সূজনশীল প্রশ্ন ও উত্তর**

একটি  $20 \text{ cm}$  বাহু বিশিষ্ট  $ABCD$  বর্গক্ষেত্রের  $A, B$  ও  $C$  শীর্ষ বিন্দুগুলোতে যথাক্রমে  $+6 \text{nC}$ ,  $+12 \text{nC}$  ও  $+24 \text{nC}$  চার্জ রাখা আছে।



- ক. ফ্যারাড কাকে বলে? ১
- খ. বঙ্গপাতের সময় গাড়ির ভেতর থাকা কতখানি নিরাপদ? ২
- গ.  $D$  বিন্দুতে তত্ত্ব বিভব নির্ণয় কর। ৩
- ঘ.  $D$  বিন্দুতে  $+1 \text{ C}$  চার্জ রাখতে সম্পর্ক কাজের পরিমাণ  
ও ধরন নির্ণয় কর। ৪

[অনুশীলনীর প্রশ্ন ১]

**১০০নং প্রশ্নের উত্তর**

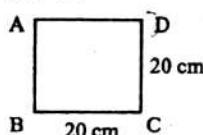
(ক) কোনো পরিবাহীর বিভব ১ ডোষ্ট বৃদ্ধি করতে যদি ১ কুলৰ চার্জের প্রয়োজন হয় তবে তার ধারকত্বকে ১ ফ্যারাড বা সংক্ষেপে শুধু ফ্যারাড বলে।

(খ) বঙ্গপাতের সময় গাড়ির ভেতরে থাকা মোটামুটি নিরাপদ। কারণ খোলা জায়গা থেকে গাড়ির ভেতর থাকলে আহত হওয়ার সম্ভাবনা কম থাকে। তবে গাড়িটি নিয়ে কোনো কংক্রিটের ছাউনির নিচে আশ্রয় নিলে সবচেয়ে ভালো হয়। এছাড়া মনে রাখতে হবে গাড়ির ভেতরের থাতব বস্তু এমনকী গাড়ির কাছে ও হাত দেওয়া যাবে না।

(গ) উচ্চীপক থেকে পাই,

$$AB = BC = CD = AD = 20 \text{ cm} = 0.2 \text{ m}$$

$$BD = \sqrt{(0.2)^2 + (0.2)^2} \text{ m} = \frac{\sqrt{2}}{5}$$



A বিন্দুর আধান,  $q_A = +6 \text{nC} = +6 \times 10^{-9} \text{ C}$

B বিন্দুর আধান,  $q_B = +12 \text{nC} = +12 \times 10^{-9} \text{ C}$

C বিন্দুর আধান,  $q_C = +24 \text{nC} = +24 \times 10^{-9} \text{ C}$

D বিন্দুর বিভব,  $V_D = ?$

আমরা জানি,

$$\begin{aligned} V_D &= \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q_1}{AD} + \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q_2}{BD} + \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q_3}{CD} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \left( \frac{q_1}{AD} + \frac{q_2}{BD} + \frac{q_3}{CD} \right) \\ &= 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2 \text{ C}^{-2} \times \left( \frac{6 \times 10^{-9} \text{ C}}{0.2 \text{ m}} + \frac{12 \times 10^{-9} \text{ C}}{\frac{\sqrt{2}}{5} \text{ m}} + \frac{24 \times 10^{-9} \text{ C}}{0.2 \text{ m}} \right) \\ &= 1731.84 \text{ V} \end{aligned}$$

অতএব, D বিন্দুর বিভব 1731.84 V।

(ঘ) এখানে, D বিন্দুর আধান,  $q_D = +1 \text{ C}$

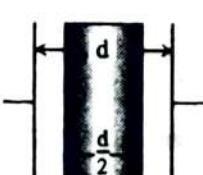
আবার, D বিন্দুর বিভব,  $V_D = 1731.84 \text{ V}$

এখন, সম্পর্ক কাজের পরিমাণ W হলে,

$$\text{আমরা জানি, } W = V_D q_D = 1731.84 \text{ V} \times 1 \text{ C} = 1731.84 \text{ J}$$

এখানে, বিভব ধনাত্মক বলে + 1 C চার্জটিকে D বিন্দুতে রাখতে বিকর্ষণ বলের বিরুদ্ধে কাজ করতে হবে।

একটি সমান্তরাল পাত ধারকের পাত দুটির ব্যবধান  $d$ । এদের সমান ক্ষেত্রফল বিশিষ্ট  $\frac{d}{2}$  পুরুত্বের একটি ধাতব টুকরাকে পাত দুটির মধ্যে প্রবেশ করানো হলো।



ক. তত্ত্ব ছাঁজ কাকে বলে? ১

খ. তত্ত্ব ক্ষেত্রের কোনো বিন্দুতে প্রাবল্য শূন্য হলে ঐ বিন্দুতে তত্ত্ব বিভব কি শূন্য হবে? ২

গ. পাত দুটির মধ্যে উচ্চীপকে উল্লিখিত পাতটি প্রবেশ করানোর ফলে ধারকের ধারকত্ব কত হবে? ৩

ঘ. উভয়ক্ষেত্রে ধারকত্বের তুলনা কর। ৪

[অনুশীলনীর প্রশ্ন ১]

**১০১নং প্রশ্নের উত্তর**

(ক) কোনো তত্ত্বক্ষেত্রের সাথে সংস্থাবে অবস্থিত বা কলিত কোনো তন্ত্রের মধ্যে দিয়ে অতিক্রম মোট প্রবাহরেখা হলো তত্ত্ব ছাঁজ।

(খ) আমরা জানি, তত্ত্বক্ষেত্রের কোনো বিন্দুর প্রাবল্য ঐ বিন্দুর দূরত্ব সাপেক্ষে বিভবের পরিবর্তনের হারের সমানুপাতিক। অর্থাৎ তত্ত্ব প্রাবল্য E, তত্ত্ব বিভব V হলে,

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

অতএব, তত্ত্ব প্রাবল্য শূন্য হলে, তত্ত্ব বিভব শূন্য নাও হতে পারে।

(গ) মনে করি, প্রত্যেক পাতের ক্ষেত্রফল A  
পাতবয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব d

এখন,  $\frac{d}{2}$  পুরুত্বের পাতটি প্রবেশ করালে ধারকটি দুটি ধারকে বিভক্ত

$$\text{হবে। যার প্রত্যেকটি পাতের মধ্যবর্তী দূরত্ব হবে } \frac{d}{2} - \frac{d}{2} = \frac{d}{2}$$

$$\therefore \text{প্রতিটি পাতের ধারকত্ব, } C' = \frac{\epsilon_0 A}{\frac{d}{2}} = \frac{4\epsilon_0 A}{d}$$

এখন, ধারকত্ব প্রেগিতে যুক্ত থাকায় তুল্য ধারকত্ব C, হলে,

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

$$\text{বা, } \frac{1}{C_s} = \frac{1}{4\epsilon_0 A} + \frac{1}{4\epsilon_0 A} \text{ বা, } \frac{1}{C_s} = \frac{d}{4\epsilon_0 A} + \frac{d}{4\epsilon_0 A}$$

$$\text{বা, } \frac{1}{C_s} = \frac{2d}{4\epsilon_0 A} \text{ বা, } C_s = \frac{2\epsilon_0 A}{d}$$

(ঘ) উচ্চীপক থেকে পাই, প্রত্যেক পাতের ক্ষেত্রফল A  
পাতবয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব d

$$\therefore ১য় ক্ষেত্রে, ধারকত্ব, C = \frac{\epsilon_0 A}{d}$$

$$২য় ক্ষেত্রে ধারকত্ব, C_s = \frac{2\epsilon_0 A}{d} \text{ [গ থেকে প্রাপ্ত]}$$

$$\text{এখন, } \frac{C_s}{C} = \frac{2\epsilon_0 A}{d} + \frac{\epsilon_0 A}{d}$$

$$\text{বা, } \frac{C_s}{C} = 2$$

$$\text{বা, } C_s = 2C$$

অতএব,  $\frac{d}{2}$  পুরুত্বের পাতটি প্রবেশ করালে ধারকত্ব পূর্বের তুলনায় বিগুল হবে।

৩  $\mu\text{F}$ , ৩  $\mu\text{F}$  এবং ৬  $\mu\text{F}$  ধারকত্বের তিনটি ধারককে একটি বৈদ্যুতিক বক্ত৊নীতে যুক্ত করা হলো।

(ক) পরাবেদ্যুতিক ধূবক কী?

(খ) একটি ধারকের গায়ে '2.2  $\mu\text{F}$  - 220 V' লেখা অর্থ কী?

(গ) সমবায়ের সর্বোচ্চ ও সর্বনিম্ন ধারকত্ব নির্ণয় কর।

(ঘ) উচ্চীপকের ধারক তিনটিকে কীভাবে যুক্ত করলে তাদের

তুল্য ধারকত্ব  $5 \mu\text{F}$  হবে?

[অনুশীলনীর প্রশ্ন ১]

**১০২নং প্রশ্নের উত্তর**

(ক) দুটি বিন্দু চার্জের মধ্যে নির্দিষ্ট দূরত্বের শূন্যস্থানে ক্রিয়াশীল বল  
ও ঐ দুই চার্জের মধ্যে একই দূরত্বে অন্য কোনো শাখায়ে ক্রিয়াশীল  
বলের অনুপাতকে ঐ শাখায়ের তত্ত্ব মাধ্যমে তত্ত্ব মাধ্যমিক বা পরাবেদ্যুতিক  
ধূবক বলে।

খ) একটি ধারকের গায়ে  $2.2 \mu F - 220 V$  লেখার অর্থ হলো  $220 V$  বিভব পার্শ্বকে সংযুক্ত ধারকটির বিভব । তোল্টি বাড়াতে  $2.2 \mu C$  চার্জের প্রয়োজন ।

গ) উচীপক থেকে পাই, ১ম ধারকের ধারকত্ত,  $C_1 = 3 \mu F$

২য় ধারকের ধারকত্ত,  $C_2 = 3 \mu F$

৩য় ধারকের ধারকত্ত,  $C_3 = 6 \mu F$

আমরা জানি, ধারকের প্রেমি সমবায়ের ক্ষেত্রে তুল্য ধারকত্তের মান সর্বনিম্ন এবং সমান্তরাল সমবায়ের ক্ষেত্রে তুল্য ধারকত্তের মান সর্বোচ্চ হয় ।

এখন, সর্বোচ্চ মান  $C_p$  হলো,

$$C_p = C_1 + C_2 + C_3 \\ = 3 \mu F + 3 \mu F + 6 \mu F = 12 \mu F$$

আবার, সর্বনিম্ন মান  $C_s$  হলো,

$$\frac{1}{C_s} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} \\ \text{বা, } \frac{1}{C_s} = \frac{1}{3 \mu F} + \frac{1}{3 \mu F} + \frac{1}{6 \mu F} \\ \text{বা, } \frac{1}{C_s} = \frac{2+2+1}{6 \mu F} \\ \therefore C_s = \frac{6}{5} \mu F$$

অতএব, সমবায়ের সর্বোচ্চ ও সর্বনিম্ন ধারকত্ত যথাক্রমে  $12 \mu F$  ও  $\frac{6}{5} \mu F$

ব) 'গ' থেকে প্রাপ্ত ধারকগুলোর তুল্য ধারকত্তের সর্বোচ্চ মান  $12 \mu F$  এবং সর্বনিম্ন মান  $\frac{6}{5} \mu F$  । এখানে, তুল্য ধারকত্ত  $5 \mu F$  পেতে হবে যা সর্বোচ্চ ও সর্বনিম্ন মানের মধ্যে । অতএব কিছু ধারককে সমান্তরালে যুক্ত করে পরবর্তীতে সবগুলোকে প্রেমিতে সংযোগ করতে হবে । এখন ধারকগুলোকে নিচের বৰ্তনীর ন্যায় সজিয়ে পাই,

এখানে,  $C_1 = 3 \mu F$  ও  $C_3 = 6 \mu F$  প্রেমি সমবায়ে সংযুক্ত বলে, এদের তুল্য ধারকত্ত,

$$\frac{1}{C_s} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_3} \\ \text{বা, } \frac{1}{C_s} = \frac{1}{3 \mu F} + \frac{1}{6 \mu F}$$

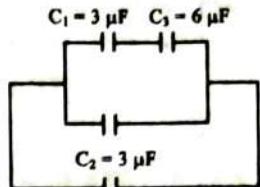
$$\text{বা, } \frac{1}{C_s} = \frac{2+1}{6 \mu F} \\ \therefore C_s = 2 \mu F$$

এখন,  $C_1$  ও  $C_2$  সমান্তরাল সমবায়ে সংযুক্ত বলে, এদের তুল্য ধারকত্ত,

$$C_p = C_1 + C_2 = 2 \mu F + 3 \mu F = 5 \mu F$$

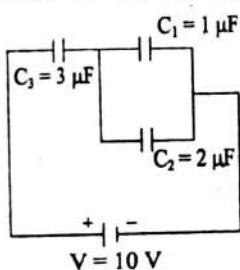
অতএব, তুল্য ধারকত্ত  $5 \mu F$  পেতে হয়ে ১ম ও ৩য় ধারককে প্রেমিতে

সংযোগ দিয়ে তার সাথে ২য় ধারককে সমান্তরালে সংযোগ দিতে হবে ।



### ৩. এম. আলী আসগুর ও মোহাম্মদ জাকির হোসেন স্যারের বইয়ের অনুশীলনীর সূজনশীল প্রশ্ন ও উত্তর

নিচের বৰ্তনীটি লক্ষ কর এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :



$$\text{বা, } \frac{1}{C} = \frac{2}{3 \mu F}$$

$$\therefore C = \frac{3}{2} \mu F = 1.5 \mu F$$

অতএব, বৰ্তনীর তুল্য ধারকত্ত  $1.5 \mu F$  ।

ব) প্রদত্ত বৰ্তনীর তুল্য ধারকত্ত,  $C_s = 1.5 \mu F = 1.5 \times 10^{-6} F$  [গ থেকে প্রাপ্ত] বিভব,  $V = 10 \text{ volt}$

$$\therefore \text{প্রদত্ত বৰ্তনীর সঞ্চিত শক্তি, } U_1 = \frac{1}{2} C_s V^2 \\ = \frac{1}{2} \times 1.5 \times 10^{-6} F \times (10 \text{ V})^2 \\ = 7.5 \times 10^{-5} \text{ J}$$

এখন, সকল ধারককে সমান্তরালে সংযোগ দিলে বৰ্তনীর তুল্য ধারকত্ত হবে,  $C_p = C_1 + C_2 + C_3$

$$= 1 \mu F + 2 \mu F + 3 \mu F \\ = 6 \mu F = 6 \times 10^{-6} F$$

$$\text{এক্ষেত্রে সঞ্চিত শক্তি, } U_2 = \frac{1}{2} C_p V^2$$

$$= \frac{1}{2} \times 6 \times 10^{-6} F \times (10 \text{ V})^2 = 3 \times 10^{-5} \text{ J}$$

এখানে,  $U_2 > U_1$

অতএব, বৰ্তনীটির সকল ধারককে সমান্তরালে সংযোগ করলে প্রাপ্ত সঞ্চিত শক্তি, প্রদত্ত বৰ্তনীর সঞ্চিত শক্তি অপেক্ষা বেশি হবে ।

অনুশীলনীর সূজনশীল প্রশ্ন ৬-এর উত্তরের অন্য সূজনশীল প্রশ্ন ২১-এর উত্তর দ্রষ্টব্য ।

অনুশীলনীর সূজনশীল প্রশ্ন ৮-এর উত্তরের অন্য সূজনশীল প্রশ্ন ১৯-এর উত্তর দ্রষ্টব্য ।

অনুশীলনীর সূজনশীল প্রশ্ন ১২-এর উত্তরের অন্য সূজনশীল প্রশ্ন ২৭-এর উত্তর দ্রষ্টব্য ।

অনুশীলনীর সূজনশীল প্রশ্ন ১৪-এর উত্তরের অন্য সূজনশীল প্রশ্ন ১-এর উত্তর দ্রষ্টব্য ।

### ৪. ১০৩ং প্রশ্নের উত্তর

ক) দুটি বিন্দু চার্জের মধ্যে নির্দিষ্ট দূরত্বের শৃঙ্খলানে ক্রিয়াশীল বল ও ঐ দুই চার্জের মধ্যে একই দূরত্বে অন্য কোনো মাধ্যমে ক্রিয়াশীল বলের অনুপাতকে ঐ মাধ্যমের তড়িৎ মাধ্যমাত্মক বা পরাবৈদ্যুতিক ধ্বনক বলে ।

খ) তড়িৎ ক্ষেত্রের কোনো বিন্দুতে বিভব  $15 V$  বলতে বুঝায় অসীম থেকে প্রতি কুলুক ধনাত্মক আধানকে তড়িৎ ক্ষেত্রের ঐ বিন্দুতে আনতে  $15 J$  কাজ করতে হয় ।

গ) উচীপক হতে পাই,  $C_1 = 1 \mu F; C_2 = 2 \mu F; C_3 = 3 \mu F$

এখানে,  $C_1$  ও  $C_2$  সমান্তরালে সংযুক্ত বলে এদের তুল্য ধারকত্ত,

$$C_p = C_1 + C_2 = 1 \mu F + 2 \mu F = 3 \mu F$$

এখন,  $C_3$  ও  $C_p$  প্রেমি সমবায়ের সংযুক্ত,

$\therefore$  বৰ্তনীর তুল্য ধারকত্ত,  $C$  হলো,

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_3} + \frac{1}{C_p}$$

$$\text{বা, } \frac{1}{C} = \frac{1}{3 \mu F} + \frac{1}{3 \mu F} = \frac{1+1}{3 \mu F}$$



এখন,  $\angle BCD = \tan^{-1} \left( \frac{3}{4} \right)$

$$\therefore \angle BCA = 2\angle BCD = 2 \tan^{-1} \left( \frac{3}{4} \right) = 73.74^\circ$$

$$\therefore \angle ACE = 180^\circ - \angle BCA = 106.26^\circ$$

$$\therefore C \text{ বিন্দুতে বল}, F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1 q_2}{r^2}$$

+ 4 μC চার্জের জন্য C বিন্দুতে বল,

$$F_{BC} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{4 \times 10^{-6} \times 1 \times 10^{-6}}{(0.05)^2} C$$

$$= 9 \times 10^9 \times \frac{4 \times 10^{-6} \times 1 \times 10^{-6}}{(0.05)^2} C$$

$$= 14.4 \text{ N}$$

অনুরূপভাবে, - 4 μC চার্জের জন্য C বিন্দুতে বলের মান,

$$F_{AC} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{4 \times 10^{-6} \times 1 \times 10^{-6}}{(0.05)^2} = 14.4 \text{ N}$$

$$\therefore F = \sqrt{F_{AC}^2 + F_{BC}^2 + 2F_{AC}F_{BC} \cos 106.26^\circ}$$

$$= \sqrt{(14.4)^2 + (14.4)^2 + 2 \times 14.4 \times 14.4 \times \cos 106.26^\circ}$$

$$= 17.28 \text{ N}$$

অতএব, C বিন্দুতে ক্রিয়াশীল বল 17.28 N।

গ 'গ' থেকে পাই,  $\angle ACB = 73.74^\circ$

$$\angle ACE = 106.26^\circ$$

$$BC = AC = 5 \text{ cm} = 0.05 \text{ m}$$

$$\therefore C \text{ বিন্দুতে প্রাবল্য} = E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{r}$$

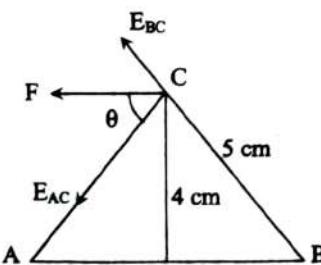
$$B \text{ বিন্দুর আধানের জন্য } E_{BC} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \times \frac{4 \times 10^{-6}}{(0.05)} = 1.44 \times 10^7 \text{ NC}^{-1}$$

A বিন্দুর আধানের জন্য C বিন্দুতে প্রাবল্য,

$$F_{AC} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{4 \times 10^{-6}}{(0.05)^2} = 1.44 \times 10^7 \text{ N}$$

$$\therefore E = \sqrt{E_{AC}^2 + E_{BC}^2 + 2 E_{AC} E_{BC} \cos 106.26^\circ}$$

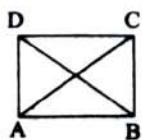
$$= 1.728 \times 10^7 \text{ NC}^{-1}$$



$$\text{দিক নির্ণয়}, \angle ACF = \theta = \tan^{-1} \frac{F_{BC} \sin 106.26^\circ}{F_{AC} + F_{BC} \cos 106.26^\circ} = 53.13^\circ$$

অতএব, প্রাবল্যের মান  $1.728 \times 10^7 \text{ NC}^{-1}$  এবং দিক CA এর সাথে  $53.13^\circ$  কোণে।

**বিন্দু পত্ৰ** 1 m বাহুবিশিষ্ট ABCD বৰ্গক্ষেত্ৰে A, B ও C বিন্দুতে যথাক্রমে 2C, -2C ও 2C চাৰ্জ আছে।



১. তড়িৎ বিমেৰু কাকে বলে?

১

২. কোনো বিন্দুৰ বিভব শূন্য হলে প্রাবল্য থাকতে পারে কি?

২

৩. D বিন্দুতে বিভব নির্ণয় কৰ।

৩

৪. D বিন্দুতে প্রাবল্য বেৱ কৰে এৱ দিক বিশেষণ কৰ।

৪

## ১১০২ প্রশ্নেৰ উত্তৰ

ক এক জোড়া সমান ও বিপৰীত বিন্দু আধান অৱ দূৰত্বে অবস্থিত থাকলে তাকে তড়িৎ বিমেৰু বলে।

খ অসীম দূৰ থেকে একক ধনাত্মক চাৰ্জকে তড়িৎক্ষেত্ৰে কোনো বিন্দুতে আনতে যে পৰিমাণ কাজ কৰতে হয় তাকে ঐ বিন্দুৰ তড়িৎ বিভব বলে। কোনো তড়িৎক্ষেত্ৰে যেকোনো বিন্দুতে একটি একক ধনাত্মক চাৰ্জ স্থাপন কৰলে তাৰ ওপৰ যে বল প্ৰযুক্ত হয় তাকে ঐ তড়িৎক্ষেত্ৰে জন্য উজ্জ্বল বিন্দুৰ তড়িৎক্ষেত্ৰ প্ৰাবল্য বলে।

গ বিভব একটি ক্ষেত্ৰৰ রাশি; অপৰপক্ষে প্ৰাবল্য ভেটৰ। কোনো একটি বিন্দুতে বিভব শূন্য হওয়াৰ অৰ্থ হলো ঐ বিন্দুতে চাৰ্জৰ বীজগাণিতিক সমষ্টি শূন্য। কিন্তু আশেপাশেৱ চাৰ্জগুলোৰ বীজগাণিতিক সমষ্টি শূন্য হলো ভেটৰ সমষ্টি শূন্য না-ও হতে পাৰে। তাই কোনো বিন্দুতে বিভব শূন্য হলো ঐ বিন্দুতে ভেটৰ সমষ্টি নিৰ্ধাৰণ কৰবে প্ৰাবল্য থাকবে কি না।

ঘ বৰ্গেৰ প্ৰতিটি বাহুৰ দৈৰ্ঘ্য 1 m।

এখন, ABD সমকোণী ত্ৰিভুজ হতে পাই,

$$AD^2 + AB^2 = BD^2$$

$$\text{বা, } 1^2 + 1^2 = BD^2$$

$$\therefore BD = \sqrt{2}$$

এখন, D বিন্দুতে মোট বিভব V হলো,

$$V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \left( \frac{q_A + q_B + q_C}{1} + \frac{q_A + q_B + q_C}{\sqrt{2}} \right)$$

$$= 9 \times 10^9 \text{ N m}^2 \text{ C}^{-2} \left( \frac{2C}{1} + \frac{-2C}{\sqrt{2}} + \frac{2C}{1} \right)$$

$$= 2.33 \times 10^{-10} \text{ V}$$

অৰ্থাৎ D বিন্দুতে বিভবেৰ মান  $2.33 \times 10^{-10} \text{ V}$ ।

ঙ 'গ' হতে পাই,

$$BD = \sqrt{2} \text{ m}$$

$$AD = CD = 1 \text{ m}$$

$q_A$  এৰ জন্য, D বিন্দুতে প্ৰাবল্য AD বৰাবৰ বাইৱেৰ দিকে। অনুৰূপভাবে  $q_C$  এৰ জন্য D বিন্দুতে প্ৰাবল্যও CD বৰাবৰ বাইৱেৰ দিকে।

$$\therefore E_{AD} = E_{CD} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q_A}{1^2} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q_C}{1^2}$$

$$= 9 \times 10^9 \text{ N m}^2 \text{ C}^{-1}$$

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

আবাৰ,  $q_B$  এৰ জন্য, D বিন্দুতে প্ৰাবল্য DB বৰাবৰ B বিন্দুৰ দিকে।

$$\therefore E_{BD} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_B}{(\sqrt{2})^2}$$

$$= -9 \times 10^9 \text{ NC}^{-1}$$

$$= 9 \times 10^9 \text{ NC}^{-1}, \text{ আকৰ্ষণ বল}$$

$q_A$  ও  $q_C$  এৰ লম্বি DE বৰাবৰ ক্রিয়াশীল।

$$\therefore E_{DE} = \sqrt{E_{AD}^2 + E_{CD}^2}$$

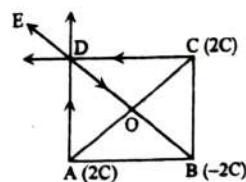
$$= \sqrt{2} \times E_{AD}$$

$$= 2.545 \times 10^{10} \text{ NC}^{-1}$$

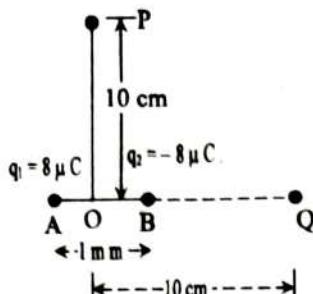
$$\therefore D \text{ বিন্দুতে লম্বি, } E = E_{DE} \sim E_{BD}$$

$$= 1.645 \times 10^{10} \text{ NC}^{-1}$$

সুতৰাং D বিন্দুতে লম্বি প্ৰাবল্য  $1.645 \times 10^{10} \text{ NC}^{-1}$  তা DE বৰাবৰ বাইৱেৰ দিকে।



নিচের চিত্রটি সম্ভব কর :



- ক. এস আই পদ্ধতিতে ধারকত্তের একক কী?  
খ. কোনো বস্তুর মোট আধান  $2.56 \times 10^{-19}$  C হতে পারে কি? উভের সপক্ষে যুক্তি দাও।  
গ. Q বিন্দুতে বিভবের ঘান কত?  
ঘ. P ও Q বিন্দুতে তত্ত্ব প্রাবল্যের পার্থক্য বের কর।

### ১১১নং প্রশ্নের উত্তর

ক. এস আই পদ্ধতিতে ধারকত্তের একক হলো ফ্যারাড (F)।

খ. এখানে, আধান,  $q = 2.56 \times 10^{-19}$  C

ইলেক্ট্রনের আধান,  $e = 1.6 \times 10^{-19}$  C

$$\text{এখন, } \frac{q}{e} = \frac{2.56 \times 10^{-19} \text{ C}}{1.6 \times 10^{-19} \text{ C}} = 1.6$$

এখানে, আধানটি ইলেক্ট্রনের আধান e এর গুণিতক নয়।

সূতরাং কোনো বস্তুর মোট আধান  $2.56 \times 10^{-19}$  C হতে পারে না।

গ. উচ্চীপক হতে পাই,

$$+q = 8 \mu\text{C} = 8 \times 10^{-6} \text{ C}$$

$$-q = -8 \mu\text{C} = -8 \times 10^{-6} \text{ C}$$

$$2l = 1 \text{ mm} = 1 \times 10^{-3} \text{ m}$$

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

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

এখন, তত্ত্ব ছিমের আমক,

$$p = q \times 2l$$

$$= 8 \times 10^{-6} \text{ C} \times 1 \times 10^{-3} \text{ m} = 8 \times 10^{-9} \text{ C m}$$

এখন, Q বিন্দুতে বিভব

$$V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \times \frac{p}{r^2}$$

$$= 9 \times 10^9 \text{ N m}^2 \text{ C}^{-2} \times \frac{8 \times 10^{-9} \text{ C m}}{(0.1 \text{ m})^2} = 7200 \text{ V}$$

অতএব, Q বিন্দুতে বিভবের ঘান 7200 V।

ঘ. Q বিন্দুতে তত্ত্ব প্রাবল্য

$$E_1 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{2p}{r^2}$$

$$= 9 \times 10^9 \text{ N m}^2 \text{ C}^{-2} \times \frac{2 \times 8 \times 10^{-9} \text{ C m}}{(0.1 \text{ m})^2}$$

$$= 144000 \text{ N C}^{-1}$$

এখানে,

$$p = 8 \times 10^{-6} \text{ C m} \quad [\text{গ থেকে}]$$

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

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

আবার, P বিন্দুর থেকে দূরত্ত,  $r_1 = 10 \text{ cm} = 0.1 \text{ m}$

P বিন্দু তত্ত্ব ছিমের সব বিখ্যাতকের উপর অবস্থিত,

এখন, P বিন্দুতে তত্ত্ব প্রাবল্য

$$E_2 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{p}{r^2}$$

$$= 9 \times 10^9 \text{ N m}^2 \text{ C}^{-2} \times \frac{8 \times 10^{-9} \text{ C m}}{(0.1 \text{ m})^2} = 72000 \text{ N C}^{-1}$$

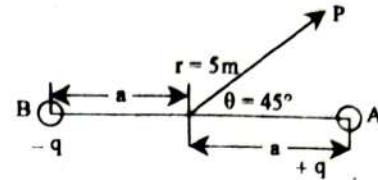
এখন, P ও Q বিন্দুতে প্রাবল্যের পার্থক্য

$$= 144000 \text{ N C}^{-1} - 72000 \text{ N C}^{-1} = 72000 \text{ N C}^{-1}$$

2.3

বিন্দুটি : একটি বিন্দু ছিমের ঘান তত্ত্বের ঘান করার পদ্ধতি।

উচ্চীপকটি সম্ভব কর এবং নিচের প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :



ক. তত্ত্ব তীব্রতা কাকে বলে?

খ.  $3 \mu\text{ Farad}$  ধারকত্তে বলতে কী বুওয়া?

গ. P বিন্দুতে বিভবের রাশিমালা নির্ণয় কর।

ঘ. A ও B বিন্দুতে  $10 \mu\text{C}$  চার্জ পরম্পর হতে  $1 \text{ m}$  দূরের অবস্থান করলে P বিন্দুতে  $2 \text{ C}$  চার্জ স্থাপন করতে সম্পদিত কাজের পরিমাণ হিসাব কর।

### ১১২নং প্রশ্নের উত্তর

ক. তত্ত্ব ক্ষেত্রের কোনো বিন্দুতে একটি একক ধনাত্মক চার্জ স্থাপন করলে তার উপর যে বল প্রযুক্ত হয়, তাকে ঐ তত্ত্ব ক্ষেত্রের জন্য উক্ত বিন্দুর তত্ত্ব তীব্রতা বলে।

খ. কোনো ধারকের তত্ত্ব এক একক বৃত্তি করতে এর মধ্যে যে পরিমাণ চার্জ প্রদান করতে হয়, তাকে ঐ ধারকের ধারকত্ত বলে।

ধারকত্ত C, তত্ত্ব বিভব V এবং চার্জ Q হলে,  $C = \frac{Q}{V}$

এস আই পদ্ধতিতে ধারকত্তের একক হলো Farad (F)।

অতএব, কোনো ধারকের বিভব এক ভোট বৃত্তি করতে যদি 3 কুলম চার্জের প্রয়োজন হয় তবে এর ধারকত্ত হবে  $3 \mu\text{ Farad}$ ।

ঘ. উচ্চীপকের চিত্র থেকে পাই,

$-q$  ও  $+q$  মানের দুটি চার্জ

পরম্পর ( $a + a = 2a$ ) দূরত্তে

অবস্থান করছে। এদের

মধ্যবিন্দু হতে  $r$  দূরত্তে  $\theta$  কোণে

P বিন্দু অবস্থিত। এখন A ও

B হতে P বিন্দুর দূরত্ত যথক্রমে

$r_1$  ও  $r_2$  হলে—

$$r_1 = r - OM = r - a \cos \theta$$

$$r_2 = r + ON = r + a \cos \theta$$

$$A \text{ বিন্দুর জন্য } P \text{ বিন্দুতে বিভব, } V_1 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q}{r_1}$$

$$A \text{ বিন্দুর জন্য } P \text{ বিন্দুতে বিভব, } V_2 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{-q}{r_2} \\ = -\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q}{r_2}$$

$\therefore P$  বিন্দুতে মোট বিভব,

$$V = V_1 + V_2$$

$$= \frac{q}{4\pi\epsilon_0} \left( \frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right)$$

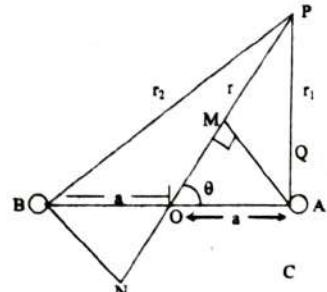
$$= \frac{q}{4\pi\epsilon_0} \cdot \left( \frac{r_2 - r_1}{r_1 r_2} \right) = \frac{q}{4\pi\epsilon_0} \cdot \left( \frac{r + a \cos \theta - r - a \cos \theta}{r^2 - a^2 \cos^2 \theta} \right)$$

$$\text{বা, } V = \frac{q}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{2a \cos \theta}{r^2 - a^2 \cos^2 \theta}$$

এখন,  $a \ll r$  হলে,  $a^2 \cos^2 \theta \rightarrow 0$

$$\therefore \text{সূতরাং, } V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{2aq \cos \theta}{r^2}$$

এটিই P বিন্দুতে বিভবের রাশিমালা।



ঘ ধারক শ্রেণি সংযোগে থাকা অবস্থায়

$$\text{তুল্য ধারকত্তের মান}, C_s = \frac{60}{13} F = 4.62 F \quad (\text{গ নং থোক প্রাণ্ত})$$

$$\text{এখানে}, C_1 = 10 F, C_2 = 15 F, C_3 = 20 F$$

$$\therefore C_s < C_1, C_s < C_2 \text{ এবং } C_s < C_3$$

$$\text{আবার, সবগুলো ধারক সমন্বয়ে সংযুক্ত থাকলে তুল্য ধারকত্তের মান}, C_p = C_1 + C_2 + C_3$$

$$= 10 F + 15 F + 20 F = 45 F$$

$$\text{এখানে}, C_p > C_1, C_p > C_2 \text{ এবং } C_p > C_3$$

অতএব, শ্রেণি সংযোগের তুল্য ধারকত্তের মান যেকোনো ধারকের ধারকত্তের চেয়ে কম এবং সমন্বয়ে সংযুক্ত ধারকত্তের মান যেকোনো ধারকের ধারকত্তের চেয়ে বেশি।

## 2.6

### পিলেলন: ধারকের তুল্য ধারকত্ত নির্ণয় করতে পারব।

ক কোন সমান ধারকত্তের তিনটি ধারকের প্রথম ও দ্বিতীয়টি শ্রেণিতে রেখে তৃতীয়টির সাথে সমন্বয়ে যুক্ত করা হয়। পরিশেষে V ভোল্টের একটি ব্যাটারি সমবায়ের উপর প্রয়োগ করা হলো।

ক. তড়িৎ মাধ্যম কাকে বলে?

১

খ. তড়িৎক্ষেত্রের কোনো বিন্দুতে তড়িৎপ্রাবল্য  $10 N C^{-1}$  বলতে কী বুঝায়?

২

গ. উদ্বীপকে উল্লেখিত ধারকগুলোর তুল্য ধারকত্ত বের কর।

৩

ঘ. উদ্বীপকে উল্লেখিত ধারক তিনটির প্রথম ও দ্বিতীয়টিকে সমন্বয়ে রেখে তৃতীয়টির সাথে শ্রেণিতে যুক্ত করলে তুল্য ধারকত্তের মান কিরূপ হবে তা ব্যাখ্যা করে ব্যাটারি হতে গৃহীত চার্জের মান বের কর।

৪

### ২.১৫নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে সমস্ত পদার্থের মধ্য দিয়ে চার্জ বা তড়িৎ প্রবাহিত হয় বা প্রবাহিত হতে চায়, তাদেরকে তড়িৎ মাধ্যম বলে।

খ তড়িৎ ক্ষেত্রের কোনো বিন্দুতে তড়িৎ প্রাবল্য  $10 N C^{-1}$  বলতে বুঝায়  $1 C$  চার্জের উপর ক্রিয়াশীল বলের মান হবে  $10 N$ ।

গ আমরা জানি, শ্রেণি সমবায়ের তুল্য ধারকত্ত  $C_s$  হলে,

$$\frac{1}{C_s} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} = \frac{1}{C} + \frac{1}{C} = \frac{2}{C} \quad \begin{array}{l} \text{এখানে,} \\ \text{ধারকত্ত, } C_1 = C_2 = C_3 = C \end{array}$$

$$\therefore C_s = \frac{C}{2}$$

সমন্বয়ে সমবায়ের তুল্য ধারকত্ত,  $C_p = C_s + C$

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

∴ উদ্বীপকে উল্লেখিত ধারকগুলোর তুল্য ধারকত্ত  $\frac{3}{2} C$ ।

ঘ এখানে, ধারকত্ত,  $C_1 = C_2 = C_3 = C$

সমন্বয়ে সমবায়ের তুল্য ধারকত্ত,  $C_p = C_1 + C_2 = 2C$

∴ শ্রেণি সমবায়ের তুল্য ধারকত্ত,

$$\frac{1}{C_s} = \frac{1}{C_p} + \frac{1}{C_3}$$

$$= \frac{1}{2C} + \frac{1}{C} = \frac{1+2}{2C} = \frac{3}{2C}$$

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

অর্থাৎ শ্রেণি সমবায়ের তুল্য ধারকত্ত যেকোনো ধারকত্তের দুই-তৃতীয়াংশ।

ব্যাটারি হতে গৃহীত চার্জের পরিমাণ Q হলে,  $Q = C_s V = \frac{2}{3} CV$ ।

## 2.7

### পিলেলন: ধারকের পাত স্থাপন করতে পারব।

ক একটি  $0.2 m^2$  ক্ষেত্রফলের দুটি পাতকে পরস্পর হতে  $2 m$  দূরে বায় মাধ্যমে স্থাপন করে একটি সমন্বয়ে পাত ধারক তৈরি করা হলো। এটিকে  $400 V$  বিভব পার্শ্বক্ষেত্রে মধ্যে যুক্ত করে চার্জিত করা হলো। এর পর পাত দুটির মাঝে  $2 cm$  বেধের একই ক্ষেত্রফল বিশিষ্ট আরেকটি ধাতব পাতকে প্রবেশ করানো হলো।

ক. বলনল কি?

খ. কোন ধারকের গায়ে  $0.06 \mu F - 210 V$  লেখা আছে।

ঝ. এর অর্থ কী?

গ. তৃতীয় পাত স্থাপন করার পূর্বে উদ্বীপকের ধারকটির ধারকত্ত নির্ণয় কর।

ঘ. তৃতীয় পাত স্থাপন করার পরে ও ধারকটির সঞ্চিত শক্তির কোন পরিবর্তন না হওয়ার কারণ পারিস্কারিকভাবে বিশ্লেষণ কর।

### ২.১৬নং প্রশ্নের উত্তর

ক একটি চার্জ হতে অসংখ্য বলরেখা নির্গত চার্জের উপর আপত্তি হতে পারে। এ বলরেখাগুলোকে কতকগুলো বলরেখাগুচ্ছ হিসেবে কল্পনা করা যায়। এরূপ একটি বলরেখাগুচ্ছ হলো বলনল।

খ কোনো ধারকের গায়ে  $0.06 \mu F - 210 V$  লেখার অর্থ হলো এ ধারকের ধারকত্ত  $0.06 \mu F$  এবং এটি সর্বোচ্চ  $210 V$  বিভব পার্শ্বক্ষেত্রে ব্যবহার করা যেতে পারে।  $210 V$  এর বেশি বিভব পার্শ্বক্ষেত্রে ধারকটি নষ্ট হয়ে যেতে পারে।

ঝ এখানে, পাতের ক্ষেত্রফল,  $A = 0.2 m^2$

পাতছবের মধ্যবর্তী দূরত্ব,  $d = 2m$

বায় মাধ্যমের তড়িৎ ভেদনযোগ্যতা,  $\epsilon_0 = 8.854 \times 10^{-12} C^2 m^{-2} N^{-1}$

∴ উদ্বীপকের ধারকটির ধারকত্ত,

$$C = \frac{\epsilon_0 A}{d} = \frac{8.854 \times 10^{-12} \times 0.2}{2} F = 8.854 \times 10^{-13} F$$

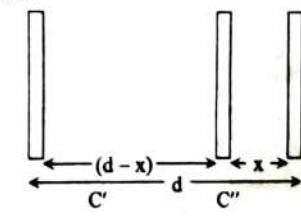
অতএব, উদ্বীপকের ধারকটির ধারকত্ত  $8.854 \times 10^{-13} F$ ।

ঘ এখানে, ধারকটির দুই পাতের পাতছবের মধ্যবর্তী দূরত্ব,  $d = 2m$  মাঝে স্থাপিত পাতের বেধ,  $t = 2 cm$

$t \ll d$ , অতএব পাতের বেধকে উপেক্ষা করা যায়।

নতুন ধারকটির ধারকত্ত হবে শ্রেণিতে যুক্ত  $C'$  ও  $C''$

ধারকত্ত বিশিষ্ট দুটি ধারকের তুল্য ধারকত্ত  $C_s$



এখন,  $C' = \frac{\epsilon_0 A}{d-x}$  এবং  $C'' = \frac{\epsilon_0 A}{x}$

$$\therefore C_s = \frac{C' \times C''}{C' + C''}$$

$$= \frac{\frac{\epsilon_0 A}{d-x} \times \frac{\epsilon_0 A}{x}}{\frac{\epsilon_0 A}{d-x} + \frac{\epsilon_0 A}{x}}$$

$$= \frac{(\epsilon_0 A)^2}{(d-x)x}$$

$$= \frac{(\epsilon_0 A)^2}{x \epsilon_0 A + \epsilon_0 A d - x \epsilon_0 A}$$

$$= \frac{(\epsilon_0 A)^2}{\epsilon_0 A d}$$

$$= \frac{8.854 \times 10^{-12} \times 0.2}{2}$$

$$= 8.854 \times 10^{-13} F$$

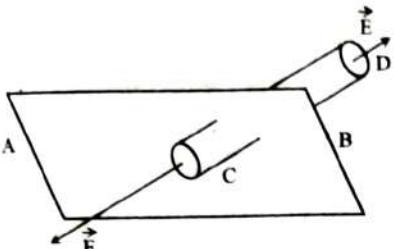
$= C$  ['গ' থেকে, পাত বসানোর আগে ধারকের ধারকত্ত]

অতএব, মাঝে পাত স্থাপনের ফলে যেহেতু ধারকের ধারকত্তের কোনো পরিবর্তন নাই, তাই ধারকটির সঞ্চিত শক্তিরও কোনো পরিবর্তন নাই।

## 2.8

শিল্পকল : পথের সুষম অবস্থায় করে বিনিয় কৈন্তে  
তড়িৎক্ষেত্র প্রাবল্য নির্ণয় করতে পারো।

বিষয় ১১৭। নিচের উদ্ধীপকটি লক্ষ কর :



একটি চার্জিত সমতল পরিবাহী যার চার্জের তল ঘনত্ব ৮।

ক. সমতল বিভব কী?

খ. সুষম তড়িৎক্ষেত্র বলতে কী বুঝ?

গ.  $\sigma = 2.21 \times 10^{-7} \text{ C/m}^2$  হলে, বস্তুটির সমিকটে  
তড়িৎক্ষেত্র প্রাবল্যের মান নির্ণয় কর।

ঘ. উল্লেখিত তল ঘনত্ব বিশিষ্ট দুটি বিপরীত চার্জে চার্জিত  
সমতলাল পরিবাহীর মধ্যবর্তী কোনো বিন্দু এবং এদের  
বাইরের কোনো বিন্দুতে প্রাবল্য কিরূপ হবে তা  
গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে দেখাও।

## ১১৭নং প্রশ্নের উত্তর

ক. যে তলের সকল বিন্দুতে তড়িৎ বিভবের মান সমান থাকে তাই  
সমতল বিভব।

খ. কোনো তড়িৎক্ষেত্রের সকল বিন্দুতে প্রাবল্য যদি একই হয় অর্থাৎ  
তড়িৎক্ষেত্রের সকল বিন্দুতে প্রাবল্যের মান সমান এবং দিক একই হয়  
তবে ঐ তড়িৎক্ষেত্রকে সুষম তড়িৎক্ষেত্র বলা হয়। সুষম তড়িৎক্ষেত্রের  
বলরেখাগুলো পরম্পর সমতলাল ও সম ঘনত্ববিশিষ্ট হয়।

গ. ধরি, তড়িৎ ক্ষেত্রের প্রাবল্য,  $E$

এখানে, চার্জের তল ঘনত্ব,  $\sigma = 2.21 \times 10^{-7} \text{ C/m}^2$

শূন্যস্থানের ডেনযোগ্যতা,  $\epsilon_0 = 8.854 \times 10^{-12} \text{ N}^{-1} \text{ m}^{-2} \text{ C}^2$

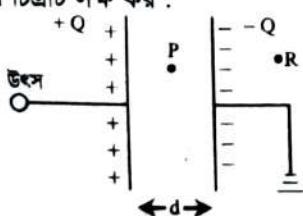
যেহেতু, এটি একটি চার্জিত পরিবাহী।



## শীর্ষস্থানীয় কলেজসমূহের টেস্ট পরীক্ষার সূজনশীল প্রশ্ন ও উত্তর

প্রিয় শিক্ষার্থী, মাস্টার ট্রেইনার প্যানেল সারা দেশের শীর্ষস্থানীয় কলেজসমূহের টেস্ট পরীক্ষার প্রশ্নপত্র বিশ্লেষণ করে তা  
থেকে গুরুত্বপূর্ণ প্রশ্নাবলি উত্তর সহকারে নিচে সংযোজন করেছেন। কলেজের নাম সংবলিত এসব প্রশ্ন ও উত্তর অনুশীলনের  
মাধ্যমে তোমরা পরীক্ষায় কমনের নিষ্ঠয়তা পাবে।

বিষয় ১১৮। নিচের চিত্রটি লক্ষ কর :



চিত্র : সমতলাল পাত ধারক

সমতলাল পাতের ক্ষেত্রফল  $A = 0.005 \text{ m}^2$  পাতভয়ের মধ্যবর্তী  
মাধ্যম শব্দ্য মাধ্যমে  $Q = 20 \text{ C}$ ,  $d = 0.05 \text{ m}$ .

ক. তড়িৎ-মেন্দুর সংজ্ঞা দাও।

খ. অন্তরিত চার্জিত নিরেট গোলাকার পরিবাহীর ভিত্তি  
তড়িৎ প্রাবল্যের মান শূন্য কেন ব্যাখ্যা কর।

গ. উদ্ধীপকের ধারকের ধারকত্ব নির্ণয় কর।

ঘ. ধারকের মধ্যবর্তী  $P$  বিন্দুতে তড়িৎ প্রাবল্য বেশি হবে না

$R$  বিন্দুতে বেশি হবে—গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা কর।

তিকারুনিসা নৃম কুল এত কলেজ, ঢাকা।

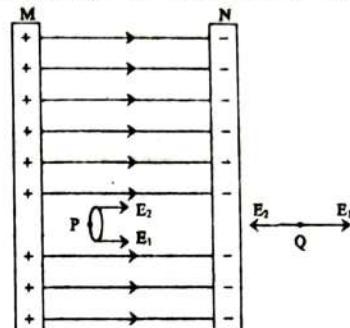
$$\text{সূতরাং, } E = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$$

$$\text{বা, } E = \frac{2.21 \times 10^{-7} \text{ C/m}^2}{2 \times 8.854 \times 10^{-12} \text{ N}^{-1} \text{ m}^{-2} \text{ C}^2}$$

$$\text{বা, } E = 1.25 \times 10^4 \text{ NC}^{-1}$$

অতএব, তড়িৎক্ষেত্রের প্রাবল্যের মান  $1.25 \times 10^4 \text{ NC}^{-1}$ ।

ঘ. উদ্ধীপকে উল্লেখিত তল ঘনত্ব ৮। এখন মনে করি, M ও N দুটি  
চার্জিত সমতলাল পরিবাহী। M পাত ধনচার্জে এবং N পাত ঝণচার্জে একই  
তল ঘনত্বে চার্জিত। এদের উভয়ের চার্জের তল ঘনত্ব ৮। পাতভয়ের  
মধ্যবর্তী স্থানে কোনো বিন্দু P এর তড়িৎ ক্ষেত্র  $E$  নির্ণয় করতে হবে।



এখন M পাতের জন্য P বিন্দুতে তড়িৎক্ষেত্রের মান হবে  $E_1 = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$  এবং এর  
দিক হবে MN বরাবর। আবার N পাতের জন্য P বিন্দুতে তড়িৎ ক্ষেত্রের মান  
 $E_2 = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$  হবে এবং N পাত ঝণচার্জে চার্জিত বলে  $E_2$ -এর দিক MN বরাবর  
হবে। অতএব, P বিন্দুতে মোট তড়িৎ ক্ষেত্রের মান হবে,

$$E = E_1 + E_2 = \frac{\sigma}{2\epsilon_0} + \frac{\sigma}{2\epsilon_0} = \frac{\sigma}{\epsilon_0}$$

তড়িৎ ক্ষেত্রের দিক হবে M পাত হতে N পাতের দিকে অর্থাৎ ধনচার্জ  
হতে ঝণচার্জের দিকে।

পাতভয়ের বাইরে কোনোবিন্দু Q তে M ও N পাতের দরুন  
তড়িৎক্ষেত্রের মান যথাক্রমে  $E_1 = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$  এবং  $E_2 = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$  হবে। কিন্তু  
এরা পরম্পর বিপরীত দিকে ক্রিয়া করায় লভিক্ষেত্র শূন্য হবে। এর  
অর্থ হলো পাতভয়ের বাইরে কোনো তড়িৎ ক্ষেত্র থাকবে না।

## ১১৮নং প্রশ্নের উত্তর

ক. এক জোড়া সমান ও বিপরীত বিন্দু আধান অঞ্চলতে অবস্থিত  
থাকলে তাকে তড়িৎ ছিমেরু বলে।

খ. কোনো বিন্দুতে একক আধান বা চার্জের উপর ক্রিয়াশীল বলকে  
তড়িৎক্ষেত্রের প্রাবল্য বলা হয়।

এখন, চার্জিত গোলকের পৃষ্ঠে বিভব  $V$ , কেন্দ্রে বিভব  $V_0$  এবং প্রাবল্য  $E$  হলে,  
 $V - V_0 = E \times \text{দূরত্ব}$

$$\text{বা, } 0 = E \times \text{দূরত্ব}$$

বা,  $E = 0$  [চার্জিত গোলকের অভ্যন্তরে যেকোনো  
বিন্দুর বিভব এর পৃষ্ঠের বিভবের সমান।  
অতএব, চার্জিত গোলকের কেন্দ্রে প্রাবল্য শূন্য।]

গ. আমরা জানি,

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

$$= \frac{8.854 \times 10^{-12} \times 0.005}{0.05} F$$

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

অতএব, উদ্ধীপকের ধারকের ধারকত্ব  $8.854 \times 10^{-13} F$ .

৩) উদ্বীপকের ধারকের উভয় পাত্রে সমপরিমাণ বিপরীত চার্জ রয়েছে।

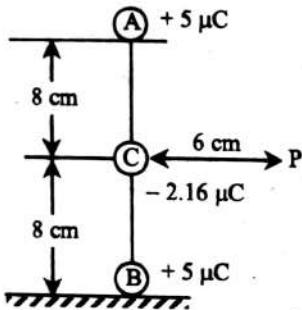
আমরা জানি, তড়িৎ প্রাবল্য,  $E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \times \frac{q}{r^2}$  এর দিক ধনাত্মক চার্জের জন্য  $q$  চার্জের বিপরীত দিকে এবং ঋণাত্মক চার্জের জন্য  $q$  চার্জের নিজের দিকে।

$\therefore P$  বিন্দুতে উভয় পাত্রের জন্য প্রাবল্য একই দিকে (ঋণাত্মক পাত্রের দিকে) হবে। ফলে নিট প্রাবল্য হবে পৃথক প্রাবল্যসময়ের যোগফল।

অপরদিকে  $R$  বিন্দুতে ধনাত্মক ও ঋণাত্মক পাত্রের দরুণ তড়িৎ প্রাবল্য হয় পরম্পর বিপরীতমুখী হওয়ায় নিট প্রাবল্য হবে পৃথক প্রাবল্যসময়ের বিয়োগ ফল।

অতএব, উপরোক্ত বিলোবণ হতে বলা যায়,  $P$  বিন্দুতে তড়িৎ প্রাবল্য  $R$  বিন্দুতে তড়িৎ প্রাবল্য অপেক্ষা বেশি হবে।

৪) চিত্রে তিনটি বিন্দু  $A$ ,  $B$  এবং  $C$  তে আধান যথাক্রমে  $+5\mu C$ ,  $-2.16\mu C$  এবং  $+5\mu C$ ।



ক. তড়িৎ বিমেরু কাকে বলে?

খ. কোন ধারকের ধারকত 10 F বলতে কী বুঝায়? – ব্যাখ্যা কর।

গ. উদ্বীপকে উল্লেখিত  $P$  বিন্দুর তড়িৎ বিভব নির্ণয় কর।

ঘ. উদ্বীপকে উল্লেখিত চার্জ তিনটির জন্য  $P$  বিন্দুর তড়িৎ প্রাবল্য শূন্য হবে কি? গাণিতিক বিলোবণের সাহায্যে ব্যাখ্যা কর।

[বীরশ্বেষ্ঠ নূর মোহাম্মদ পাবলিক কলেজ, ঢাকা]

### ১১৯নং প্রশ্নের উত্তর

ক) এক জোড়া সমান ও বিপরীত বিন্দু আধান অন্ন দূরত্বে অবস্থিত থাকলে তাকে তড়িৎ বিমেরু বলে।

খ) কোনো ধারকের ধারকত 10 F বলতে বুঝায় পাত্রসময়ের মধ্যে 1 V তোল্টি বিভব পার্শ্বক্য সৃষ্টি করতে হলে অন্তরীত পরিবাহীতে 10 কুলুঙ্গ চার্জ প্রদান করতে হবে।

গ) এখানে,

$$AP = \sqrt{AC^2 + CP^2} \\ = \sqrt{(8 \text{ cm})^2 + (6 \text{ cm})^2} \\ = 10 \text{ cm}$$

$$\therefore BP = AP = 10 \text{ cm}$$

$\therefore P$  বিন্দুতে বিভব

$$V_P = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q_A}{AP} + \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q_C}{CP} + \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q_B}{BP} \\ = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \left( \frac{q_A}{AP} + \frac{q_C}{CP} + \frac{q_B}{BP} \right) \\ = 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2 \text{ C}^{-2} \left( \frac{5 \times 10^{-6} \text{ C}}{10 \times 10^{-2} \text{ m}} + \frac{-2.16 \times 10^{-6} \text{ C}}{6 \times 10^{-2} \text{ m}} + \frac{5 \times 10^{-6} \text{ C}}{10 \times 10^{-2} \text{ m}} \right) \\ = 5.76 \times 10^5 \text{ V}$$

$$\therefore P$$
 বিন্দুতে বিভব  $5.76 \times 10^5 \text{ V}$

গ) 'গ' হতে পাই,

$$AP = BP = 10 \text{ cm} \\ = 10 \times 10^{-2} \text{ m}$$

$\therefore \Delta ACP$  হতে পাই,

$$\tan \angle APC = \frac{AC}{CP}$$

$$\text{বা, } \angle APC = \tan^{-1} \left( \frac{8}{6} \right) = 53.13^\circ$$

$$\therefore \angle APB = 2 \times 53.13 = 106.26^\circ$$

$A$  ও  $B$  বিন্দুর দরুন  $P$  বিন্দুতে প্রাবল্য

$$E_A = E_B = 9 \times 10^9 \times \frac{5 \times 10^{-6}}{(10 \times 10^{-2})^2} = 4.5 \times 10^6 \text{ NC}^{-1}$$

$\therefore A$  ও  $B$  বিন্দুর দরুন  $P$  বিন্দুতে সম্মিল প্রাবল্য

$$E_R = \sqrt{E_A^2 + E_B^2 + 2 \cdot E_A \cdot E_B \cos \angle APB} \\ = \sqrt{(4.5 \times 10^6)^2 + (4.5 \times 10^6)^2 + 2 \times 4.5 \times 10^6 \times 4.5 \times 10^6 \cos 106.26^\circ} \\ = 5.4 \times 10^6 \text{ NC}^{-1}$$

বা,  $CP$  বরাবর বাইরের দিকে ক্রিয়াশীল

আবার,  $C$  বিন্দুর দরুন  $P$  বিন্দুতে প্রাবল্য

$$E_C = 9 \times 10^9 \times \frac{-2.16 \times 10^{-6}}{(0.06)^2} \text{ NC}^{-1} = -5.4 \times 10^6$$

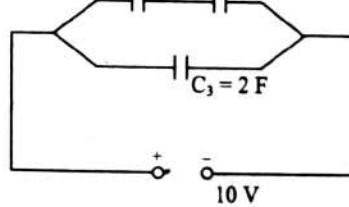
যা  $PC$  বরাবর ডেতেরের দিকে ক্রিয়াশীল

$$\therefore \text{সম্মিল প্রাবল্য} = E_R + E_C = (5.4 \times 10^6 - 5.4 \times 10^6) \text{ NC}^{-1} = 0$$

$\therefore$  তড়িৎ প্রাবল্য শূন্য হবে।

৫) চিত্রে ১১৯নং প্রশ্নের উত্তর দাও :

$$C_1 = 0.5 \text{ F}, C_2 = 0.5 \text{ F}$$



ক. তড়িৎ বিমেরু ভারক কাকে বলে?

খ. সমান্তরাল পাত ধারকের বাইরের কোনো বিন্দুতে তড়িৎক্ষেত্রের মান শূন্য কেন? – ব্যাখ্যা কর।

গ. উদ্বীপকের বক্তুনির  $C_3$  ধারকের আধান নির্ণয় কর।

ঘ. উদ্বীপকের ধারক তিনটিকে কিভাবে সংযুক্ত করে টর্ট লাইটে ব্যবহার করা হলে দীর্ঘ সময় আলো দিবে? – গাণিতিক বিলোবণের সাহায্যে ব্যাখ্যা কর।

[নিউ গত: ডিহী কলেজ, রাজশাহী]

### ১২০নং প্রশ্নের উত্তর

ক) কোনো একটি তড়িৎ বিমেরুর যেকোনো একটি আধানের পরিমাণ এবং তাদের মধ্যবর্তী দূরত্বের গুণফলকে তড়িৎ বিমেরু ভারক কাকে বলে।

খ) সমান্তরাল পাত ধারকের বাইরে কোনো বিন্দুতে তড়িৎ ক্ষেত্রের মান যথাক্রমে  $E_1 = \frac{q}{2\epsilon_0}$  এবং  $E_2 = -\frac{q}{2\epsilon_0}$  হবে। এরা পরম্পর বিপরীত দিকে ক্রিয়া করার লক্ষ্য শূন্য হবে। অর্থাৎ, পাত্রসময়ের বাইরে কোনো বিন্দুতে তড়িৎ ক্ষেত্র শূন্য।

গ) আমরা জানি,

$$q = C_3 V \\ = 2F \times 10 \text{ V} = 20 \text{ C}$$

$$\therefore C_3 \text{ ধারকের আধান } 20 \text{ C}।$$

উদ্বীপক হতে পাই,

বিভব,  $V = 10 \text{ V}$

ধারকত,  $C_3 = 2 \text{ F}$

আধান,  $q = ?$

ধারক তিনটিকে শ্ৰেণিতে যুক্ত কৰলে তুল্য ধারকত্ৰ,

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

$$\text{বা, } \frac{1}{C_s} = \frac{1}{0.5 F} + \frac{1}{0.5 F} + \frac{1}{2 F}$$

$$\text{বা, } C_s = \frac{2}{9} F$$

$$\text{উচ্চিপক হতে পাই, ধারকত্ৰ, } C_1 = 0.5 F$$

$$C_2 = 0.5 F$$

$$C_3 = 2 F$$

$$\text{বিভব, } V = 10 V$$

∴ শ্ৰেণিতে সংযুক্ত কৰলে সঞ্চিত শক্তি,

$$U_1 = \frac{1}{2} C_s V^2$$

$$= \frac{1}{2} \times \frac{2}{9} F \times (10 V)^2$$

$$= 11.11 J$$

ধারক তিনটিকে সমান্তরালে যুক্ত কৰলে তুল্য ধারকত্ৰ,

$$C_p = C_1 + C_2 + C_3$$

$$\text{বা, } C_p = 0.5 F + 0.5 F + 2 F$$

$$\text{বা, } C_p = 3F$$

∴ সমান্তরালে সংযুক্ত কৰলে সঞ্চিত শক্তি,

$$U_2 = \frac{1}{2} \times C_p \times V^2 = \frac{1}{2} \times 3F \times (10 V)^2 = 150 J$$

$$\therefore U_2 > U_1$$

∴ ধারক তিনটিকে সমান্তরালে সংযুক্ত কৰে টুচ লাইটে ব্যবহাৰ কৰলে দীৰ্ঘ সময় আলো দিবে।

**প্ৰৱৰ্তন ১১** উচ্চিপকটি পড় এবং নিচেৰ প্ৰশ্নগুলোৰ উত্তৰ দাও :

একটি সমান্তরাল পাত ধারকেৰ প্ৰতিপাতেৰ ক্ষেত্ৰফল  $10^{-4} \text{ cm}^2$ । পাতছয়েৰ মধ্যবৰ্তী দূৰত্ব,  $d = 1 \text{ cm}$  ব্যৱধানে অবস্থিত। প্ৰত্যেক পাতে সৱৰণাহৃত চাৰ্জেৰ পৰিমাণ  $8.9 \times 10^{-10} \text{ C}$ ।

ক. তুল্য ধারকত্ৰ কাকে বলে?

১

খ. স্থিৰ তড়িৎ বল এবং মহাকৰ্ষ বলেৰ মধ্যে পাৰ্থক্য লিখ।

২

গ. ধারকেৰ পাতেৰ চাৰ্জ ঘনত্ব নিৰ্ণয় কৰ।

৩

ঘ. পাতছয়েৰ মধ্যকাৰ বিভব পাৰ্থক্য অৰ্ধেক কৰা হলে

৪

ধারকটিৰ সঞ্চিত শক্তি পূৰ্বাকাৰ সঞ্চিত শক্তিৰ এক চতুৰ্ধাৰ্থ হবে— গাণিতিকভাৱে যাচাই কৰ।

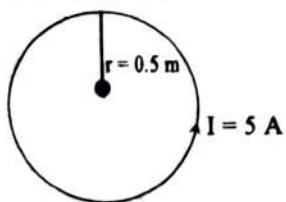
[ঠাকুৱাগীও সৱকাৰি কলেজ, ঠাকুৱাগীও]



### একাধিক অধ্যায়েৰ সমৰয়ে প্ৰণীত সূজনশীল প্ৰশ্ন ও উত্তৰ

প্ৰিয় শিক্ষার্থী, এইচএসসি পৰীক্ষায় সূজনশীল প্ৰশ্ন সাধাৰণত একাধিক অধ্যায়েৰ সমৰয়ে এনে থাকে। তোমৰা যাতে পৰীক্ষার জন্য এ ধৰনেৰ প্ৰশ্ন সম্পর্কে পূৰ্ব প্ৰস্তুত গ্ৰহণ কৰতে পাৰ, সে লক্ষ্যে এ অধ্যায়েৰ সাথে সংলিপ্ত অধ্যায়েৰ সমৰয়ে প্ৰণীত সূজনশীল প্ৰশ্ন ও উত্তৰ নিচে দেওয়া হোৱা।

**প্ৰৱৰ্তন ১২** নিচেৰ চিত্ৰটি লক্ষ কৰ :



ক. পৰিবৰ্তনশীল ধারকত্ৰ কী?

১

খ. অ্যাসিমিয়াৱেৰ সূত্ৰটি ব্যাখ্যা কৰ।

২

গ. চিত্ৰটিকে গোলক বিবেচনা কৰে এৱ পৃষ্ঠে 20 C চাৰ্জ দিলে কেন্দ্ৰ থেকে 0.40 m ও 0.80 m দূৰত্বে বিভবেৰ মান কীৰুণ হবে?

৩

ঘ. O বিন্দুত চৌমুকক্ষেত্ৰেৰ মান নিৰ্ণয় কৰা সম্ভব কি-  
না— গাণিতিক যুক্তি সহকাৰে দেখাও।

৪

[অধ্যায় ২ ও ৪-এৰ সমৰয়ে প্ৰণীত]

### ১২১নং প্ৰশ্নেৰ উত্তৰ

ক. ধারকেৰ সমৰায়েৰ পৰিবৰ্তনে যে একটি যাত্ৰ ধারক ব্যৱহাৰ কৰলে সমৰায়েৰ বিভব পাৰ্থক্য ও আধানেৰ কোনো পৰিবৰ্তন হয় না তাৰ ধারকত্ৰকে সমৰায়েৰ তুল্য ধারকত্ৰ বলে।

খ. মহাকৰ্ষ বল ও স্থিৰ তড়িৎ বলেৰ মধ্যে কিছুটা বৈসাম্য আছে। কুলৰ বল দুটি চাৰ্জিত বৰুৱ মধ্যে হয়ে থাকে আৱ মহাকৰ্ষ বল যেকোনো দুটি বৰুৱ মধ্যে হতে পাৰে। স্থিৰ তড়িৎ বল চাৰ্জিত বৰুৱয়েৰ চাৰ্জেৰ পৰিমাণ, দূৰত্ব ও স্থিৰ তড়িৎ ধৰণকেৰ উপৰ নিৰ্ভৰ কৰে। মহাকৰ্ষ বলেৰ মান বৰুৱয়েৰ ভৱ, দূৰত্ব ও মহাকৰ্ষীয় ধৰণকেৰ উপৰ নিৰ্ভৰ কৰে। স্থিৰ তড়িৎ ধৰণকেৰ মান  $\frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \times 10^{-9} N m^2 C^-2$

ঘ. যা মহাকৰ্ষীয় ধৰণ G =  $6.673 \times 10^{-11} N m^2 kg^{-2}$  অপেক্ষা অনেক বেশি। এৱ ফলে স্থিৰ তড়িৎ বলেৰ মান মহাকৰ্ষীয় বলেৰ তুলনায় বেশি হয়ে থাকে।

ঙ. এখনে, সমান্তরাল পাত ধারাটিৰ প্ৰতি পাতেৰ ক্ষেত্ৰফল,

$$A = 10^{-4} \text{ cm}^2$$

পাতছয়েৰ মধ্যবৰ্তী দূৰত্ব, d = 1 cm

প্ৰত্যেক পাতে সৱৰণাহৃত চাৰ্জেৰ পৰিমাণ Q =  $8.9 \times 10^{-10} C$

আমৰা জানি, সমান্তরাল পাত ধারকেৰ পাতে চাৰ্জ ঘনত্ব,

$$\sigma = \frac{Q}{A} = \frac{8.9 \times 10^{-10}}{10^{-4}} = 8.9 \times 10^{-6} C/cm^2$$

অতএব, ধারকেৰ পাতেৰ চাৰ্জ ঘনত্ব  $C/cm^2$

ঘ. মনে কৰি, ধারকটিৰ ধারকত্ৰ = C

এবং পাতছয়েৰ মধ্যবৰ্তী বিভব পাৰ্থক্য = V

ধারকটিৰ সঞ্চিত শক্তি,  $U_1 = \frac{1}{2} CV^2$

এখন, পাতছয়েৰ মধ্যবৰ্তী বিভব পাৰ্থক্য =  $\frac{V}{2}$

ধারকটিৰ ধারকত্ৰ পৰিবৰ্তন না কৰে নতুন সঞ্চিত শক্তি

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

$$\text{বা, } U_2 = \frac{1}{4} \cdot U_1$$

∴ ধারকটিৰ সঞ্চিত শক্তি পূৰ্বাকাৰ সঞ্চিত শক্তিৰ এক চতুৰ্ধাৰ্থ।

### ১২২নং প্ৰশ্নেৰ উত্তৰ

ক. যে ধারকেৰ ধারকত্ৰ পৰিবৰ্তন কৰে বিভিন্ন কম্পাক্ষেৰ সংকেত পাওয়া যায়, তাই পৰিবৰ্তনশীল ধারক।

খ. বায়োট-স্যাভাটেৰ সূত্ৰই প্ৰাথমিক অবস্থায় ল্যাপ্লাস বা অ্যাসিমিয়াৱেৰ সূত্ৰ নামে অভিহিত হিল। এ সূত্ৰ অনুযায়ী  $\Delta$  দৈৰ্ঘ্যেৰ পৰিবাৰীৰ ভেতত দিয়ে। পৰিমাণ বিন্দুৎ প্ৰবাহিত হলে পৰিবাৰী থেকে  $\Delta$  দূৰত্বে কোনো বিন্দুতে সৃষ্টি চৌমুক ফ্ৰাঙ্ক ঘনত্বেৰ মান,  $\Delta B = \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{I \Delta \sin \theta}{r^2}$

যখন  $\theta$  হলো দূৰত্ব ও তড়িৎ প্ৰবাহেৰ দিকেৰ মধ্যবৰ্তী কোণ। বিজ্ঞানী অ্যাসিমিয়াৱেৰ B-এৰ মান অন্যভাৱে নিৰ্ণয় কৰেন। তিনি দেখান কোনো বস্থ পথ বৰাবৰ চৌমুক ক্ষেত্ৰেৰ রৈখিক সমাকলন পথতি দ্বাৰা আবশ্য ক্ষেত্ৰেৰ মধ্যে প্ৰবাহিত মোট প্ৰবাহমাত্ৰাৰ  $\mu_0$  গুণ হবে।

$$\text{অৰ্থাৎ } \oint Bd\ell = \mu_0 I.$$

৩) উদ্বিগ্ন থেকে পাই, গোলকের ব্যাসার্ধ,  $r = 0.50 \text{ m}$

চার্জ,  $q = 20 \text{ C}$

কেন্দ্র থেকে,  $r_1 = 0.40 \text{ m}$  ও  $r_2 = 0.80 \text{ m}$  দূরে বিভিন্ন নির্ণয় করতে হবে।  
প্রথমক্ষেত্রে,  $r_1 < r$  অর্থাৎ বিন্দুটি গোলকের অভ্যন্তরে অবস্থিত।  
এক্ষেত্রে বিভবের মান পৃষ্ঠের বিভবের সমান হবে।

$$\text{এ বিভবের মান}, V_1 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q}{r} = 9 \times 10^9 \text{ N m}^2 \text{C}^{-2} \times \frac{20 \text{ C}}{0.50 \text{ m}}$$

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

বিজ্ঞানক্ষেত্রে,  $r_2 > r$

$$\therefore \text{বিভব}, V_2 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q}{r_2} = 9 \times 10^9 \text{ N m}^2 \text{C}^{-2} \times \frac{20 \text{ C}}{0.80 \text{ m}} = 2.25 \times 10^{11} \text{ V}$$

অতএব, চিত্রিকে গোলক বিবেচনা করে এর পৃষ্ঠে 20 C চার্জ দিলে  
কেন্দ্র থেকে 0.40 m ও 0.80 m দূরত্বে বিভবের মান হবে যথাক্রমে  
 $3.6 \times 10^{11} \text{ V}$  ও  $2.25 \times 10^{11} \text{ V}$ ।

৪) বিন্দুতে চৌম্বকক্ষেত্রের মান নির্ণয় করা সম্ভব।

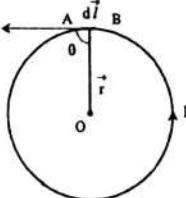
গাণিতিক যুক্তি : উদ্বিগ্নকে একটি তত্ত্ববাহী বৃত্তাকার কুণ্ডলী দেখানো  
হয়েছে। O কুণ্ডলীর কেন্দ্র এবং r এর ব্যাসার্ধ। কুণ্ডলীর মধ্যদিয়ে I  
পরিমাণ তত্ত্ব ঘড়ির কাঁটার পিপারীতিকে প্রবাহিত হচ্ছে।

মনে করি, AB কুণ্ডলীর কুণ্ডাতিকুণ্ড দৈর্ঘ্য  $dI$ .  $dI$  ও r এর মধ্যবর্তী কোণ  $\theta$ .

এখন বায়ো-স্যাভার্টের স্তোনুসারে,

কুণ্ডলীর কুণ্ড দৈর্ঘ্য  $dI$  এর জন্য কুণ্ডলীর  
কেন্দ্র O তে চৌম্বকক্ষেত্রের মান

$$dB = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \cdot \frac{dI \sin \theta}{r^2} \quad \dots \dots \dots (1)$$



আমরা জানি,

ব্যাসার্ধ r সর্বত্র সমান এবং dI ও r এর মধ্যবর্তী কোণ,  $\theta = 90^\circ$   
এখন, (1) নং সমীকরণ থেকে পাই,

$$dB = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \cdot \frac{dI \sin 90^\circ}{r^2}$$

$$\text{বা, } dB = \frac{\mu_0 I dI}{4\pi r^2} \quad \dots \dots \dots (2)$$

এখন, (2) নং সমীকরণকে সমাকলন করে সমগ্র কুণ্ডলীর জন্য  
চৌম্বকক্ষেত্রের মান পাওয়া যায়। যেহেতু বৃত্তাকার পরিবাহীর দৈর্ঘ্য  
হচ্ছে কুণ্ডলীর পরিধির দৈর্ঘ্য  $2\pi r$  এর সমান, তাই সমাকলনের সীমা  
হবে I = 0 থেকে I =  $2\pi r$  পর্যন্ত।

$$\begin{aligned} \therefore B &= \frac{\mu_0 I}{4\pi} \int_0^{2\pi r} dB \\ &= \int_{I=0}^{2\pi r} \frac{\mu_0 I}{4\pi} \cdot \frac{dI}{r^2} \\ &= \frac{\mu_0 I}{4\pi r^2} \int_{I=0}^{2\pi r} dI \\ &= \frac{\mu_0 I}{4\pi r^2} [I]_0^{2\pi r} \\ &= \frac{\mu_0 I}{4\pi r^2} [2\pi r - 0] \\ &= \frac{\mu_0 I}{4\pi r^2} \times 2\pi r = \frac{\mu_0 I}{2r} \end{aligned}$$

এখন, উদ্বিগ্ন অনুসারে, I = 5 A, r = 0.50 m

$$\begin{aligned} \text{এবং } \mu_0 &= 4\pi \times 10^{-7} \text{ T m A}^{-1} \\ \therefore B &= \frac{4\pi \times 10^{-7} \text{ T m A}^{-1} \times 5 \text{ A}}{2 \times 0.5 \text{ m}} \\ &= 6.28 \times 10^{-6} \text{ T} = 6.28 \mu\text{T} \end{aligned}$$

অতএব, O বিন্দুতে চৌম্বকক্ষেত্রের মান  $6.28 \mu\text{T}$ ।



### ১০০% কমন উপযোগী জ্ঞান ও অনুধাবনযুক্ত প্রশ্ন ও উত্তর

প্রিয় শিক্ষার্থী, জ্ঞান ও অনুধাবনযুক্ত প্রশ্ন উদ্বিগ্ন সংশ্লিষ্ট অধ্যায়ের যেকোনো লাইন ও অনুজ্জ্বল থেকে এসে থাকে। তাই  
নতুন পাঠ্যবইয়ের পরিবর্তিত বিষয়বস্তুর আলোকে লাইন ধরে সর্বাধিক জ্ঞান ও অনুধাবনযুক্ত প্রশ্ন ও উত্তর নিচে প্রদত্ত  
হলো, যা পরীক্ষায় ১০০% কমন পাওয়ার ক্ষেত্রে তোমাদের সহায়তা করবে।

#### ১) কমন উপযোগী জ্ঞানযুক্ত প্রশ্ন ও উত্তর

প্রশ্ন ১। পোলার ডাই ইলেক্ট্রিক কাকে বলে? [সি. বো. '১৯]

উত্তর : যেসব ডাই ইলেক্ট্রিক পদার্থের কোনো অণুর ঝন্টাক আধানের  
কেন্দ্র ধন্টাক আধানের কেন্দ্রের সাথে সমাপ্তিত হয় না সেই সকল  
ডাই ইলেক্ট্রিক পদার্থকে পোলার ডাই ইলেক্ট্রিক পদার্থ বলে।

প্রশ্ন ২। তত্ত্বাত্মক শক্তির সংজ্ঞা দাও। [সেলু-৩২]

উত্তর : একক চার্জকে তত্ত্বাত্মক কোনা বর্তনীর এক বিন্দু  
হতে সম্পূর্ণ বর্তনী ঘুরিয়ে পুনরায় ঐ বিন্দুতে আনতে যে কাজ সম্পন্ন  
হয় অর্থাৎ প্রবাহ চলমান রাখতে তত্ত্বাত্মক কোষ যে শক্তি সরবরাহ কর  
তাকে ঐ কোষের তত্ত্বাত্মক শক্তি বলে।

প্রশ্ন ৩। চার্জের তল ঘনত্ব কাকে বলে? [সেলু-৩৩; আধির-৯; প্রায়ালিক-১৬; তগন-১২]

উত্তর : কোনো চার্জিত পরিবাহী পৃষ্ঠের যেকোনো বিন্দুর চারপাশে  
একক ক্ষেত্রফলে যে পরিমাণ চার্জ বর্তমান থাকে তাকে ঐ বিন্দুতে ঐ  
পরিবাহীর চার্জের তল ঘনত্ব বলে।

প্রশ্ন ৪। তত্ত্ব বিভব কী? [সি. বো. '১৯]

উত্তর : অসীম দূর থেকে একক ধন্টাক আধানকে তত্ত্ব ক্ষেত্রে  
কোনো বিন্দুতে আনতে কৃতকাজের পরিমাণই হলো তত্ত্ব বিভব।

প্রশ্ন ৫। পরাবৈদ্যুতিক ধ্রুবক কী? [সেলু-১৩; আধির-৬; প্রায়ালিক-১৯; তগন-৮]

উত্তর : দুটি বিন্দু চার্জের মধ্যে নির্দিষ্ট দূরত্বের শূন্যস্থানে ক্রিয়াশীল  
বল ও ঐ দুই চার্জের মধ্যে একই দূরত্বে অন্য কোনো মাধ্যমে  
ক্রিয়াশীল বলের অনুপাতকে ঐ মাধ্যমের তত্ত্ব মাধ্যমাত্মক বা  
পরাবৈদ্যুতিক ধ্রুবক বলে।

প্রশ্ন ৬। তত্ত্ব তীব্রতা কাকে বলে? [সেলু-৩৫]

উত্তর : তত্ত্ব ক্ষেত্রের কোনো বিন্দুতে একটি একক ধন্টাক চার্জ  
স্থাপন করলে তার উপর যে বল প্রযুক্ত হয়, তাকে ঐ তত্ত্ব ক্ষেত্রের  
জন্য উত্তর বিন্দুর তত্ত্ব তীব্রতা বলে।

প্রশ্ন ৭। ধারকের সমবায় কাকে বলে? [সেলু-৩৬; প্রায়ালিক-২৬]

উত্তর : একাধিক ধারককে একত্রে সংযুক্ত করে ব্যবহার করাকে  
ধারকের সমবায় বলে।

প্রশ্ন ৮। বিন্দু চার্জ কাকে বলে?

[সি. বো. '১৬; দি. বো. '১৯] [সেলু-৩; আধির-১; প্রায়ালিক-১; তগন-২]

উত্তর : আহিত বা চার্জিত বস্তুর আকার যখন খুবই কৃত্ব হয় তখন ঐ  
চার্জিত বস্তুর চার্জকে বিন্দু চার্জ বলে।

প্রশ্ন ৯। আপেক্ষিক ভেদনযোগ্যতা কী? [সেলু-৩৮; প্রায়ালিক-২৩]

উত্তর : কোনো মাধ্যমের ভেদনযোগ্যতা ও শূন্য মাধ্যমের ভেদনযোগ্যতার  
অনুপাতই হলো আপেক্ষিক ভেদনযোগ্যতা।

প্রশ্ন ১০। বন্ধু আধান কী?

[সেলু-৩৯; প্রামাণিক-৪]

উত্তর : আবিষ্ট পরিবাহকের যে প্রাত আবেশী বস্তুর নিকটে থাকে সেই প্রাতে যে আধানের সংজ্ঞা হয় তাই বন্ধু আধান।

প্রশ্ন ১১। তড়িৎ আবেশ কী?

[চ. বো. '১৯] [সেলু-২১]

উত্তর : চার্জিত বস্তুর উপস্থিতিতে অচার্জিত পরিবাহী ক্ষণস্থায়ীভাবে চার্জিত হওয়াই তড়িৎ আবেশ।

প্রশ্ন ১২। ফ্যারাড কাকে বলে?

[চ. বো. '১৯] [সেলু-৩০]

উত্তর : কোনো ধারককে এক কুলুব চার্জ প্রদান করলে যদি এর বিভূত এক ভোল্ট বৃদ্ধি পায় তবে উক্ত ধারকের ধারকত্বকে এক ফ্যারাড বা সংক্ষেপে ফ্যারাড বলে।

প্রশ্ন ১৩। অভরিত অপরিবাহী কী?

[সেলু-৪০]

উত্তর : তড়িৎ সংক্রান্ত কাজে যে সকল পদার্থ সংযোজক হিসেবে ব্যবহৃত হয় সেগুলোই অভরিত পরিবাহী।

প্রশ্ন ১৪। এস আই পদ্ধতিতে ধারকত্বের একক কী?

উত্তর : এস আই পদ্ধতিতে ধারকত্বের একক হলো ফ্যারাড (F)।

প্রশ্ন ১৫। গোলাকার পরিবাহীর অভ্যন্তরে প্রাবল্যের মান কত?

উত্তর : গোলাকার পরিবাহীর অভ্যন্তরে প্রাবল্যের মান শূন্য।

প্রশ্ন ১৬। বিন্দু চার্জের জন্য কুলছের সূত্র বিবৃত কর।

[সেলু-১; আমির-১১; তপন-৫]

উত্তর : কুলছের সূত্রটি হলো— নির্দিষ্ট মাধ্যমে দুটি বিন্দু আধানের মধ্যে ক্রিয়াশীল আকর্ষণ বা বিকর্ষণ বুলুর মান আধানসহয়ের গুণফলের সমানুপাতিক, এদের মধ্যবর্তী দূরত্বের বর্গের ব্যন্তানুপাতিক এবং এই বল আধানসহয়ের সংযোজক সরলরেখা বরাবর ক্রিয়া করে।

প্রশ্ন ১৭। ভেদন যোগ্যতা কাকে বলে?

[প্রামাণিক-২১]

উত্তর : মাধ্যমের যে ধর্ম ঐ মাধ্যমে স্থাপিত দুটি চার্জের মধ্যে কুলুব বলকে প্রভাবিত করে তাকে ঐ মাধ্যমের ভেদন যোগ্যতা বলে।

প্রশ্ন ১৮। চার্জের সংজ্ঞা দাও।

[প্রামাণিক-২; তপন-১]

উত্তর : যে ধর্মের উপস্থিতিতে কোনো বস্তু ছোট ছোট হালকা কাগজের টুকরাকে আকর্ষণ করার সামর্থ্য রাখে এবং যার চলাচলে তড়িৎপ্রাবল্য, তড়িৎক্ষেত্র ও চৌম্বকক্ষেত্রের উপর হয় তাকে চার্জ বা আধান বলে।

প্রশ্ন ১৯। গসিয়ান তল কাকে বলে?

[চ. বো. '১৫; সেলু-১২; আমির-৭; প্রামাণিক-২৯; তপন-৪০]

উত্তর : সুহমতাবে চার্জিত একটি গোলকের গোলকীয় তলের প্রত্যেক বিন্দুতে যদি তড়িৎপ্রাবল্য মানে সমান এবং লম্ব অভিমুখে ক্রিয়াশীল থাকে তবে এ প্রকারের গোলকীয় তলকে গাউসিয়ান তল বলে।

প্রশ্ন ২০। গোলাকার পরিবাহীর অভ্যন্তরে প্রাবল্যের মান কত?

উত্তর : গোলাকার পরিবাহীর অভ্যন্তরে প্রাবল্যের মান শূন্য।

প্রশ্ন ২১। ধারক কাকে বলে?

[প্রামাণিক-২৫; তপন-২০]

উত্তর : কাছাকাছি স্থাপিত দুটি পরিবাহীর মধ্যবর্তী স্থানে অন্তরক পদার্থ রেখে তড়িৎ আধানসহপে শক্তি সঞ্চয় করে রাখার যান্ত্রিক কৌশলকে ধারক বলে।

প্রশ্ন ২২। তড়িৎ ফ্লার কী?

[সেলু-১১; আমির-১৫; তপন-৩৯]

উত্তর : কোনো তড়িৎক্ষেত্রের সাথে সম্পর্কে অবস্থিত বা কার্জিত কোনো তলের মধ্য দিয়ে অতিক্রান্ত মোট প্রবাহরেখা হলো তড়িৎ ফ্লার।

প্রশ্ন ২৩। তড়িৎ ধারকত্ব কী?

[চ. বো. '১৭; সি. বো. '১৯, '২১] [প্রামাণিক-২৪; আমির-১৭; তপন-২৪]

উত্তর : কোনো পরিবাহীর বিভব একক পরিমাণ বাড়াতে যে পরিমাণ চার্জের প্রয়োজন হয় তাই ঐ পরিবাহীর তড়িৎ ধারকত্ব।

প্রশ্ন ২৪। চার্জের কোয়ান্টায়ন কাকে বলে?

[চ. বো. '১৭, '১৫; সি. বো. '১৯] [সেলু-৭; আমির-৮; প্রামাণিক-১৮; তপন-৮]

উত্তর : পরমাণু তথা যেকোনো বস্তুর ন্যূনতম চার্জ ইলেক্ট্রনের চার্জের পূর্ণসংখ্যার গুণিতক হিসেবে চার্জিত হতে পারে এবং চার্জের মান কখনো ভ্যাশ হবে না। একে চার্জের কোয়ান্টায়ন বলে।

প্রশ্ন ২৫। তড়িৎ রিমেনু কাকে বলে?

[চ. বো. '১৯; চ. বো. '১৯, '১৬;

ষ. বো. '১৯, '১৭; কু. বো. '১৯, '১৬, '১৫; ব. বো. '১৯, '১৫]

[সেলু-৯; আমির-২; প্রামাণিক-১৫; তপন-৩৪]

উত্তর : এক জোড়া সমান ও বিপরীত বিন্দু আধান অৱ দূরত্বে অবস্থিত থাকলে তাকে তড়িৎ রিমেনু বলে।

প্রশ্ন ২৬। পরাবিদ্যুৎ বা ডাই-ইলেক্ট্রিক মাধ্যম কী?

[চ. বো. '১৬; সি. বো. '১৭; দি. বো. '১৬; আমির-৫; প্রামাণিক-২২; তপন-৭]

উত্তর : এক জোড়া সমান ও বিপরীত বিন্দু আধান অৱ দূরত্বে বৈদ্যুতিক শক্তিকে সঞ্চয় করে রাখতে পারে তাই পরাবিদ্যুৎ বা ডাই-ইলেক্ট্রিক পদার্থ।

প্রশ্ন ২৭। গসের সূত্র বিবৃত কর।

[চ. বো. '১৭; চ. বো. '১৬; দি. বো. '১৫]

[সেলু-১৪; আমির-৩; প্রামাণিক-৩০; তপন-৪১]

উত্তর : গসের সূত্রটি হলো— কোনো বন্ধ তলের উপর স্থির তড়িৎ ক্ষেত্রের মোট অভিস্থ আবেশ বা ফ্লার ঐ তল দ্বারা বেষ্টিত মোট চার্জের  $\frac{1}{\epsilon_0}$  গুণ।

প্রশ্ন ২৮। তড়িৎ মাধ্যম কাকে বলে?

[সেলু-৩৭; প্রামাণিক-২০]

উত্তর : যে সমস্ত পদার্থের মধ্য দিয়ে চার্জ বা তড়িৎ প্রবাহিত হয় বা প্রবাহিত হতে চায়, তাদেরকে তড়িৎ মাধ্যম বলে।

প্রশ্ন ২৯। ১ eV কাকে বলে?

[সেলু-৫; প্রামাণিক-১০]

উত্তর : ১ ভোল্ট বিভব পার্থক্যে কোনো ইলেক্ট্রনকে গতিশীল করতে সম্পর্ক কাজের পরিমাণে ১ ইলেক্ট্রন ভোল্ট (eV) বলা হয়।

প্রশ্ন ৩০। অতি পরিবাহিতা কাকে বলে?

[সেলু-২৫; আমির-১০]

উত্তর : অতি নিম্ন তাপমাত্রায় কিছু কিছু পদার্থের রোধ শূন্যে নেমে আসে। এসব পদার্থকে বলা হয় অতিপরিবাহী এবং পদার্থের এ ধর্মকে বলা হয় অতি পরিবাহিতা।

প্রশ্ন ৩১। তড়িৎক্ষেত্র কাকে বলে?

[সেলু-২৬; তপন-৯; প্রামাণিক-৭]

উত্তর : একটি আহিত বস্তুর চারদিকে যে অঙ্গুলব্যাপী তার প্রভাব বজায় থাকে সেই অঙ্গুলকে ঐ আহিত বস্তুর তড়িৎ ক্ষেত্রে বা তড়িৎক্ষেত্রে বলে।

প্রশ্ন ৩২। সমবিভব তল কী?

[সেলু-২৭; প্রামাণিক-১২]

উত্তর : যে চার্জিত তলের প্রতিটি বিন্দুর বিভব সমান তাকে সমবিভব তল বলে।

প্রশ্ন ৩৩। তড়িৎ প্রাবল্য কী?

[সেলু-২৮; আমির-১৩; প্রামাণিক-৬; রাজশাহী কলেজ, রাজশাহী।]

উত্তর : কোনো বিন্দুতে একক আধান বা চার্জের উপর ক্রিয়াশীল বলই তড়িৎ ক্ষেত্রের প্রাবল্য।

প্রশ্ন ৩৪।  $\epsilon_0$  কী?

[প্রামাণিক-৫]

উত্তর :  $\epsilon_0$  হচ্ছে একটি ধূব সংখ্যা যাকে শূন্যস্থানের ভেদনযোগ্যতা বা অনুমোদিতা বলে। এর পরিমাপকৃত মান হলো  $8.854 \times 10^{-12} \text{ C}^2 \text{ N}^{-1} \text{ m}^{-2}$ ।

প্রশ্ন ৩৫। তাত্ত্বিকভাবে একটি আহিত বস্তুর তড়িৎ ক্ষেত্র কেমন হতে পারে?

উত্তর : তাত্ত্বিকভাবে একটি আহিত বস্তুর তড়িৎক্ষেত্র অসীম হতে পারে।

প্রশ্ন ৩৬। স্থির তড়িৎ কী?

উত্তর : স্থির আধান বা প্রভাবের ক্রিয়াই স্থির তড়িৎ।

প্রশ্ন ৩৭। তড়িৎ প্রাবল্যের একক কী?

উত্তর : তড়িৎ প্রাবল্যের একক নিউটন/কুলুব ( $N \text{ C}^{-1}$ )।

প্রশ্ন ৩৮। ১ কুলুর আধানের ইলেক্ট্রন সংখ্যা কত?

উত্তর : ১ কুলুর আধানের ইলেক্ট্রন সংখ্যা  $6.25 \times 10^{18}$

প্রশ্ন ৩৯। ডিইডি ধ্রুবক (dielectric constant) কাকে বলে? [সেলু-৩১]

উত্তর : একই দূরত্বে দুটি নিশ্চিত বিন্দু চার্জের মধ্যে শূন্য মাধ্যমে ক্রিয়াশীল তত্ত্ব বল এবং কোনো ডিইডি মাধ্যমে ক্রিয়াশীল তত্ত্ব বলের অনুপাতকে ঐ মাধ্যমের ডিইডি ধ্রুবক বলে।

প্রশ্ন ৪০। ধারকে সঞ্চিত শক্তির রাশিমালা লেখ।

উত্তর : ধারকে সঞ্চিত শক্তির রাশিমালা হলো  $U = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C} = \frac{1}{2} QV = \frac{1}{2} CV^2$

প্রশ্ন ৪১। তত্ত্ব বিমেরু ভ্রামক কাকে বলে?

[সেলু-৬; আমির-৪; প্রামাণিক-১৪; তপন-৩৫]

উত্তর : কোনো একটি তত্ত্ব বিমেরুর যেকোনো একটি আধানের পরিমাণ এবং তাদের মধ্যবর্তী দূরত্বের গুণফলকে বিমেরু ভ্রামক বলে।

প্রশ্ন ৪২। সমবিভব তলের যেকোনো বিন্দুতে তত্ত্ব ক্ষেত্রের প্রাবল্য কোন দিকে ক্রিয়া করে? [সেলু-২৪]

উত্তর : সমবিভব তলের যেকোনো বিন্দুতে তত্ত্ব ক্ষেত্রের প্রাবল্য এই তলের সাথে লভ বরাবর ক্রিয়া করে।

প্রশ্ন ৪৩। অন্তরিত অপরিবাহী কী?

[সেলু-২৩]

উত্তর : তত্ত্ব সংক্রান্ত কাজে যে সকল পদাৰ্থ সংযোজক হিসেবে ব্যবহৃত হয় সেগুলোই অন্তরিত পরিবাহী।

প্রশ্ন ৪৪। গোলাকার পরিবাহীর অভ্যন্তরে প্রাবল্যের মান কত?

[সেলু-২২; প্রামাণিক-১৩]

উত্তর : গোলাকার পরিবাহীর অভ্যন্তরে প্রাবল্যের মান শূন্য।

প্রশ্ন ৪৫। কোনো ধারকে চার্জ প্রদান করলে বিভবের কি পরিবর্তন হয়? [সেলু-২১]

উত্তর : কোনো ধারকে যতই চার্জ প্রদান করা হয় ততই তার বিভব বৃদ্ধি পায়।

প্রশ্ন ৪৬। তত্ত্ব বলরেখা কাকে বলে? [সেলু-২; আমির-১৬]

উত্তর : তত্ত্বক্ষেত্রে স্থাপিত একটি একক ধনাত্মক চার্জ স্থাপন করলে এটি যে পথে পরিভ্রমণ করে তাকে তত্ত্ব বলরেখা বলে।

প্রশ্ন ৪৭। তত্ত্ব প্রাবল্য ও বিভবের মধ্যে সম্পর্ক কী?

[সেলু-৪, ২০; প্রামাণিক-৪]

উত্তর : তত্ত্ব প্রাবল্য তত্ত্ব বিভবের ঝণাঝক নতিমাত্রার সমান।

প্রশ্ন ৪৮। ১ কুলুর আধানের সংজ্ঞা দাও। [সেলু-১৯; আমির-১২; তপন-৬]

উত্তর : দুটি সম মানের চার্জ শূন্য মাধ্যমে ১ মিটার দূরে অবস্থান করে পরস্পরের ওপর  $9 \times 10^9 N$  বল প্রয়োগ করলে ঐ চার্জ দুটির প্রত্যেককে ১ কুলুর বলে।

প্রশ্ন ৪৯। তুল্য ধারকত্ব কাকে বলে? [সেলু-১০; প্রামাণিক-২৭]

উত্তর : ধারকের সমবায়ের পরিবর্তে যে একটি মাত্র ধারক ব্যবহার করলে সমবায়ের বিভব পার্থক্য ও আধানের কোনো পরিবর্তন হয় না তার ধারকত্বকে সমবায়ের তুল্য ধারকত্ব বলে।

প্রশ্ন ৫০। মুক্ত ইলেক্ট্রন কী? [সেলু-১৮; প্রামাণিক-৩]

উত্তর : পরমাণুর সর্ববহিস্থ শক্তিতের ইলেক্ট্রনের সাথে নিউক্লিয়াসের আকর্ষণ বল অনেক কম থাকে বলে এর ইলেক্ট্রন সহজেই পরমাণু থেকে মুক্ত হয়ে তত্ত্ব পরিবহনে অংশ নেয়। এদের মুক্ত ইলেক্ট্রন বলে।

প্রশ্ন ৫১। আধানের নিয়ত্যতা কী? [সেলু-৮; প্রামাণিক-১৭]

উত্তর : আধানের সৃষ্টি বা বিনাশ নেই তা শুধু এক বন্ধ থেকে অন্য বন্ধতে স্থানান্তরিত হয় এবং জগতের মোট আধান সর্বদা একই থাকে এটিই আধানের নিয়ত্যতা।

প্রশ্ন ৫২। একটি ইলেক্ট্রনের চার্জ কত? [প্রামাণিক-১১]

উত্তর : একটি ইলেক্ট্রনের চার্জ  $-1.6 \times 10^{-19} C$

## ৭. কমন উপযোগী অনুধাবনমূলক প্রয় ও উত্তর

প্রশ্ন ১। গোলাকার পরিবাহীর ধারকত্ব ব্যাসার্ধের উপর নির্ভরশীল-ব্যাখ্যা কর। [চ. বো. '১৯]

উত্তর : গোলাকার পরিবাহীর ধারকত্ব হলে এর ধারকত্ব  $C \propto r^2$  অর্থাৎ গোলাকার পরিবাহীর ধারকত্ব এর ব্যাসার্ধের সমানুপাতিক। আমরা জানি, চার্জ পরিবাহীর পৃষ্ঠে অবস্থান করে। ফলে ব্যাসার্ধ বাড়লে কেন্দ্র থেকে পৃষ্ঠের দূরত্ব বাড়ে এবং উপরোক্ত সম্পর্ক অনুসারে পরিবাহীর ধারকত্বও বাড়ে। অনুরূপভাবে ব্যাসার্ধ কমলে কেন্দ্র হতে পৃষ্ঠের দূরত্ব কমায় গোলাকার পরিবাহীটির ধারকত্ব কমে। অতএব, উপরোক্ত আলোচনা থেকে স্পষ্ট প্রতীয়মান- গোলাকার পরিবাহীর ধারকত্ব ব্যাসার্ধের উপর নির্ভরশীল।

প্রশ্ন ২। পরিবাহীতে চার্জের অবস্থান ব্যাখ্যা কর।

উত্তর : আমরা জানি, অপরিবাহী কিংবা কৃপরিবাহীর যে অংশে চার্জ প্রদান করা হয় সে অংশেই তা আবশ্য থাকে। চার্জ কৃপরিবাহীর অন্য অংশে চলাচল করে না। তবে অন্তরিত পরিবাহীর যেকোনো অংশে চার্জ প্রদান করলে সমধৰ্মী চার্জের বিকর্ষণের জন্য তা পরিবাহীর সর্বত্র ছড়িয়ে পড়ে এবং পরিবাহীর বাইরের পৃষ্ঠে অবস্থান করে। তেতরের পৃষ্ঠে বা পরিবাহীর মধ্যে কোনো বিন্দুতে থাকে না।

প্রশ্ন ৩।  $3.67 \text{ Farad}$  ধারকত্ব বলতে কী বুঝায়? [চ. বো. '১৭; প্রামাণিক-৩৬]

উত্তর : কোনো ধারকের তত্ত্ব বিভব এক একক বৃদ্ধি করতে এর মধ্যে যে পরিমাণ চার্জ প্রদান করতে হয়, তাকে ঐ ধারকের ধারকত্ব বলে।

ধারকত্ব  $C$ , তত্ত্ব বিভব  $V$  এবং চার্জ  $Q$  হলে,  $C = \frac{Q}{V}$

এস আই পদ্ধতিতে ধারকত্বের একক হলো Farad (F)।

অতএব, কোনো ধারকের বিভব এক ভোল্ট বৃদ্ধি করতে যদি  $3.67$  কুলুষ চার্জের প্রয়োজন হয় তবে এর ধারকত্ব হবে  $3.67 \text{ Farad}$ ।

প্রশ্ন ৪। চার্জিত গোলাকার পরিবাহীর কেন্দ্রে ও পৃষ্ঠে বিভব সমান- ব্যাখ্যা কর।

[সেলু-২৫; চ. বো., সি. বো., দি. বো. '১৮; আমির; ৫৬; প্রামাণিক-৫৮; তপন-১৮]

উত্তর : একটি বিচ্ছিন্ন গোলাকার পরিবাহীতে যে পরিমাণ চার্জ থাকে তা গোলকের পৃষ্ঠে সর্বত্র ছড়িয়ে থাকে এবং গোলকটিকে উহার কেন্দ্রে অবস্থিত একটি বিন্দু চার্জের মতো মনে হয়।

এখন গোলাকার পরিবাহীর অভ্যন্তরে যেকোনো বিন্দুতে প্রাবল্যের মান শূন্য।

পরিবাহীর পৃষ্ঠের বিভব  $V_0$  এবং কেন্দ্রে বিভব  $V$  হলে,

আমরা জানি,

$$V - V_0 = \text{প্রাবল্য} \times \text{দূরত্ব}$$

$$\text{বা, } V - V_0 = 0$$

$$\therefore V = V_0$$

অর্থাৎ পৃষ্ঠে ও কেন্দ্রে বিভব সমান।

প্রশ্ন ৫। পানির পরাবৈদ্যুতিক ধ্রুবকের মান বেশি হওয়া সত্ত্বেও কেন ডাইলেক্ট্রিক হিসেবে পানি ব্যবহার করা হয় না? ব্যাখ্যা কর। [চ. বো. '১৯]

উত্তর : পানির পরাবৈদ্যুতিক ধ্রুবকের মান বেশি হওয়া সত্ত্বেও ডাইলেক্ট্রিক হিসেবে পানি ব্যবহার করা হয় না কারণ কোনো তত্ত্বে পানির কণাগুলো আছিত অবস্থায় থাকে। পানি কণাগুলো সর্বদা গতিশীল থাকার কারণে তালো ডাই ইলেক্ট্রিকের মতো তত্ত্বে ক্ষেত্র সৃষ্টির জন্য প্রয়োজনীয় আধান সরবরাহ করতে পারে না। আবার পানি, কণার গতিশীলতার কারণে ধারকের ধারকত্ব ক্রমাগত পরিবর্তন হতে থাকে। এই কারণে পানিকে ডাই ইলেক্ট্রিক হিসেবে ব্যবহার করা হয় না।

প্রশ্ন ৬। ধারকে কিভাবে স্থিতি সংজ্ঞিত হয়?

[ব. বো. '১৬; সেলু-২৮; আমির-২৮; প্রামাণিক-৫৩; তপন-২৫]

উত্তর : কোনো ধারককে চার্জিত করতে যে পরিমাণ কাজ সম্পর্ক করতে হয় তাই ধারকে স্থিতি শক্তিপূর্ণ সংজ্ঞিত ধারক। এক্ষেত্রে ধারকের একটি পাতকে ডু-সংলগ্ন করে অপর পাতককে চার্জিত করতে যে কাজ করতে হয় তাই ধারককে চার্জিত করার জন্য প্রয়োজনীয় কাজ এবং এটিই ধারকের স্থিতিশক্তি।

প্রশ্ন ৭। ধারকত্তু কোন কোন বিষয়ের উপর নির্ভর করে?

[ব. বো. '১৫; সেলু-২২; আমির-৩৬; প্রামাণিক-৩৪; তপন-২৭]

উত্তর : ধারকত্তু নিম্নোক্ত বিষয়গুলোর উপর নির্ভরশীল।

- পরিবাহীর ক্ষেত্রফল পরিবর্তন করা হলে ধারকত্তু পরিবর্তন হয়।
- পরিবাহীর ঠার পার্শ্বস্থ মাধ্যম পরিবর্তনের সাথে ধারকত্তু পরিবর্তন হয়।
- অপর কোনো পরিবাহী বা ডু-সংযোগের কারণেও ধারকত্তু পরিবর্তন হয়।

প্রশ্ন ৮। চার্জিত সমান্তরাল পাতখারকের বাইরে তড়িৎক্ষেত্র থাকে না— ব্যাখ্যা কর। [ব. বো. '১৯]

উত্তর : সমান্তরাল পাত ধারকের বাইরে কোনো বিন্দুতে তড়িৎ ক্ষেত্রের মান যথক্রমে  $E_1 = \frac{q}{2\epsilon_0}$  এবং  $E_2 = -\frac{q}{2\epsilon_0}$  হবে। এরা পরস্পর বিপরীত দিকে ক্রিয়া করায় লম্ব শূন্য হবে। অর্থাৎ, পাতদ্বয়ের বাইরে কোনো বিন্দুতে তড়িৎ ক্ষেত্র থাকে না।

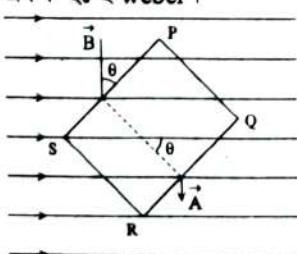
প্রশ্ন ৯। কোনো ক্রতৃতে যেকোনো মানের চার্জ থাকতে পারে না— ব্যাখ্যা কর। [সি. বো. '১৯] [সেলু-২৮; নোয়াখালী সরকারি কলেজ, নোয়াখালী]

উত্তর : একটি ইলেকট্রন বা প্রোটনের চার্জই হলো প্রকৃতিতে ন্যূনতম মানের চার্জ। একটি ইলেকট্রনের চার্জকে ( $-e$ ) এবং একটি প্রোটনের চার্জকে ( $+e$ ) স্বার চিহ্নিত করা হয়। এর মান  $e = 1.6 \times 10^{-19} C$  অন্য সকল চার্জই এ ক্রূতম চার্জের গুণিতক মাত্র। অর্থাৎ সকল বস্তুর চার্জ ইলেক্ট্রনের চার্জের গুণিতক হবে। কোনো বস্তুর চার্জ  $e$  এর মানের ভগ্নাংশ হতে পারে না। এজন্য কোনো বস্তুতে যেকোনো মানের চার্জ থাকতে পারে না।

প্রশ্ন ১০। চৌম্বকচার একটি ক্ষেত্রার রাশি চিত্রের সাহায্যে ব্যাখ্যা কর। [সেলু-২৯]

উত্তর : বলরেখা তথা আবেশ রেখার সঙ্গে জড়িত যে চৌম্বক রাশির ঘনত্ব স্বার চৌম্বকক্ষেত্র পরিমাপ করা হয় তাকে চৌম্বক ফ্লাও বলে।

S.I. পদ্ধতিতে এর একক হচ্ছে weber।



তলের মধ্য দিয়ে অভিক্রান্ত ফ্লাও =  $\phi$

তলাটির ক্ষেত্রফল =  $A$

$$\vec{A} \text{ ও } \vec{B} \text{ এর মধ্যবর্তী কোণ} = \theta$$

$$\therefore \phi = BA \cos A = \vec{B} \cdot \vec{A} = \vec{A} \cdot \vec{B}$$

যা একটি ক্ষেত্রার রাশি।

প্রশ্ন ১১। পোলকের অভ্যন্তরে সকল বিন্দুতে বিভব সমান। — ব্যাখ্যা কর। [সি. বো. '১৯]

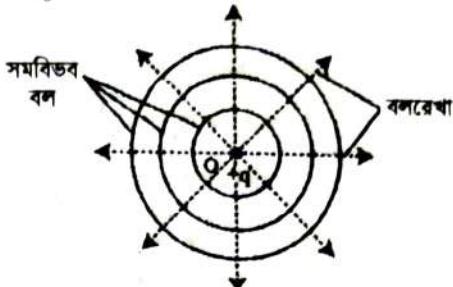
উত্তর : একটি তড়িৎক্ষেত্রের ভেতর অবস্থিত যে তলের উপর সকল বিন্দুতে তড়িৎ বিভব সমান হয় তাকে সমবিভব তল বলে।

## নিরুৎসু সৃজনশীল পদার্থবিজ্ঞান বিভাগ পত্র

একাদশ-বাদশ প্রেলি

ব্যাখ্যা : মনে করি, শূন্য বা আধা মাধ্যমে  $O$  বিন্দুতে  $+q$  বিন্দু চার্জটি রাখা হলো। এখন এই  $+q$  চার্জ থেকে, দূরত্বের কোনো বিন্দুতে তড়িৎ বিভব,

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



সূতরাং  $O$  বিন্দুকে কেন্দ্র করে, ব্যাসার্ধের একটি গোলক অঙ্কন করা হলে ঐ গোলকের পৃষ্ঠের উপর যে কোনো বিন্দুতে বিভব হলে,  $V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0 r} q$ । গোলকের অভ্যন্তরের সকল বিন্দুর জন্য, এর মান সমান বিবেচনা করা হয় বলে সকল বিন্দুতে বিভব সমান হয়।

প্রশ্ন ১২। তড়িৎ বিমেরু অক্ষের লম্ব সমবিভবকের উপর একটি চার্জ পতিশীল রাখতে কোনো কাজ করতে হয় না— ব্যাখ্যা কর। [সি. বো. '১৯]

উত্তর : তড়িৎ বিমেরুর লম্ব বিখ্যন্তক বরাবর তড়িৎ বিভব শূন্য থাকে। ফলে কোনো কণা লম্ব বিখ্যন্তক বরাবর গতিশীল হলে কোনো বিভব লাভ করে না।

তাই তড়িৎ বিমেরুর অক্ষের লম্ব বিখ্যন্তক বরাবর একটি চার্জ গতিশীল রাখতে কোনো কাজ করতে হয় না।

প্রশ্ন ১৩। গসের সূত থেকে কুলছের সূত প্রতিপাদন কর। [আমির-৩৯; তপন-৫৩]

উত্তর : একটি বিচ্ছিন্ন বিন্দু আধান  $q$  বিবেচনা করি।  $q$  কে কেন্দ্র করে, ব্যাসার্ধের একটি গোলক কল্পনা করা যাক, যার পৃষ্ঠ গাউসীয় তল হিসেবে গণ্য হবে। প্রতিসাম্য থেকে এটি সহজেই বোঝা যায় যে, এ গোলকের পৃষ্ঠে সর্বত্র তড়িৎ ক্ষেত্র  $\vec{E}$  এর তথা তড়িৎ প্রাবল্যের সমান হবে। গোলকের পৃষ্ঠের প্রতিটি বিন্দুতে  $\vec{E}$  এর দিক হবে ঐ বিন্দুতে অভিন্ন বরাবর তথা ব্যাসার্ধ বরাবর বহিমুখী।

গাউসের সূত প্রয়োগ করে আমরা পাই,

$$\epsilon_0 \oint_S \vec{E} \cdot d\vec{S} = q \dots \dots \dots (1)$$

যেহেতু  $\vec{E}$  এবং  $d\vec{S}$  এর অভিমুখ একই, তাদের অন্তর্ভুক্ত কোণ  $0^\circ$

$$\therefore \oint_S \vec{E} \cdot d\vec{S} = \int_S \vec{E} dS \cos 0^\circ = \int_S \vec{E} dS = E \times 4\pi r^2$$

সূতরাং ১নং সমীকরণ দাঁড়ায়,

$$\epsilon_0 4\pi r^2 = q$$

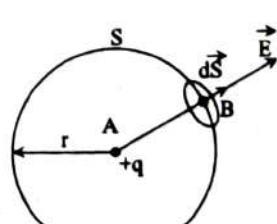
$$\text{বা, } E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0 r^2} q$$

মনে করি, যে বিন্দুতে  $E$  হিসাব করা হয়েছে সেই বিন্দুতে একটি আধান  $q_0$  স্থাপন করা হলো। তাহলে  $q_0$  এর ওপর প্রযুক্ত বলের মান,

$$F = q_0 E$$

$$\text{বা, } F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{qq_0}{r^2}$$

অর্থাৎ নির্দিষ্ট মাধ্যমে দৃটি বিন্দু আধানের মধ্যকার ক্রিয়াশীল বলের মান আধানস্থায়ের গুণফলের সমানুপাতিক এবং তাদের মধ্যকার দূরত্বের বর্গের ব্যৱানুপাতিক। আর এটিই হচ্ছে দৃটি বিন্দু আধানের মধ্যকার কুলছের সূত্র।



প্রশ্ন ১৪। কোনো বস্তুর মোট আধান  $2.56 \times 10^{-19} C$  হতে পারে কি? উত্তরের সংক্ষে যুক্তি দাও।

উত্তর : আধান,  $q = 2.56 \times 10^{-19} C$

ইলেক্ট্রনের আধান,  $e = 1.6 \times 10^{-19} C$

$$\text{এখন, } \frac{q}{e} = \frac{2.56 \times 10^{-19} C}{1.6 \times 10^{-19} C} = 1.6$$

এখানে, আধানটি ইলেক্ট্রনের আধান  $e$  এর গুণিতক নয়।

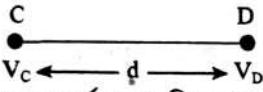
সুতরাং কোনো বস্তুর মোট আধান  $2.56 \times 10^{-19} C$  হতে পারে না।

প্রশ্ন ১৫। তড়িৎ ব্যাটারির গায়ে 5 Am-hour লেখার অর্থ ব্যাখ্যা কর। [কু. বো. '১৯]

উত্তর : তড়িৎ ব্যাটারির গায়ে 5 Am-hour লেখার অর্থ ব্যাটারির কর্তৃক সরবরাহকৃত তড়িৎ প্রবাহ এবং প্রবাহ কালের গুণফল 5 Am-hour হবে। অর্থাৎ ব্যাটারির যদি 1 Am তড়িৎ প্রবাহ সরবরাহ করে তবে এটি 5 hour চলবে।

প্রশ্ন ১৬। বিভব পার্শ্বক্য ও কাজের মধ্যে সম্পর্ক দেখাও। [তপন-১৯]

উত্তর : মনে করি, কোনো তড়িৎ ক্ষেত্রের অভৱতে C ও D বিন্দুর বিভব যথাক্রমে  $V_C$  ও  $V_D$ । D বিন্দু থেকে একক ধনাত্মক চার্জকে C বিন্দুতে আনতে সম্পাদিত কাজ  $V_C - V_D$ ।



এখন  $q$  পরিমাণ ধনাত্মক চার্জকে D বিন্দু থেকে C বিন্দুতে আনতে কাজ  $W = q(V_C - V_D)$  আবার,  $q$  পরিমাণ চার্জকে C বিন্দু থেকে D বিন্দুতে আনতে কৃতকাজ  $W = q(V_D - V_C)$ ; এটিই বিভব পার্শ্বক্য ও কাজের মধ্যকার সম্পর্ক।

প্রশ্ন ১৭। একই প্রকৃতির আধানে আহিত বস্তুর মধ্যেও আকর্ষণ ঘটতে পারে— ব্যাখ্যা কর। [সেলু-৩৫]

উত্তর : একই প্রকৃতির আধানে আহিত বস্তুর মধ্যেও আকর্ষণ ঘটতে পারে।

ব্যাখ্যা : সমপ্রকৃতির আধান পরম্পরাকে বিকর্ষণ করে। কিন্তু অধিক আধানযুক্ত বস্তুকে কম আধানযুক্ত বস্তুর দিকে দ্রুত নিয়ে এলে বস্তু দূটির আধান সম্প্রস্তুতির হলেও বিকর্ষণের পরিবর্তে আকর্ষণ ঘটতে পারে। তড়িতাবেশের জন্য এই ঘটনা ঘটে। অধিক আধানযুক্ত বস্তু যখন দুট কম আধানযুক্ত বস্তুর কাছে আনা হয় তখন কম আধানযুক্ত বস্তুতে আবেশের ফলে আবেশী বস্তুর বিপরীত আধান আবিষ্ট হয়। এই আবিষ্ট বিপরীত আধানের পরিমাণ বস্তুর প্রকৃত আধান অপেক্ষা বেশি হলে একই প্রকৃতির আধানে আহিত দুটি বস্তুর মধ্যে আকর্ষণ ঘটতে পারে।

প্রশ্ন ১৮। কোনো সমবিভব তলে চার্জ স্থানস্থরে কৃতকাজ শূন্য— ব্যাখ্যা কর। [চ. বো. '১৭; সেলু-১৫; প্রামাণিক-২৫; তপন-৩৩]

উত্তর : যে চার্জিত তলের প্রতিটি বিন্দুর বিভব সমান তাকে সমবিভব তল বলে। অন্যভাবে বলা যেতে পারে, যে তল বরাবর কোনো তড়িৎ প্রবাহিত হয় না, সেই তল সমবিভব তল। সুতরাং স্থির তড়িৎবিদ্যায় অঙ্গীরিত আহিত পরিবাহী পৃষ্ঠ সমবিভব পৃষ্ঠ। যেহেতু প্রতিটি বিন্দুর বিভব একই তাই সমবিভব তলের একবিন্দু থেকে অন্যবিন্দুতে আধান স্থানস্থর করলে কোনো কাজ হয় না। অর্থাৎ কৃতকাজ শূন্য।

প্রশ্ন ১৯। কোনো বস্তুর আধান  $2 \times 10^{-19} C$  হতে পারে না— ব্যাখ্যা কর। [চ. বো. '১৯]

উত্তর : আধান,  $q = 2 \times 10^{-19} C$

$$\text{এখন, } \frac{q}{e} = \frac{4 \times 10^{-19}}{1.6 \times 10^{-19}} = 1.25$$

এখানে, আধানটি ইলেক্ট্রনের আধান  $e$  এর সরল গুণিতক নয়।

কাজেই কোনো বস্তুতে চার্জের পরিমাণ  $2 \times 10^{-19} C$  হতে পারে না।

প্রশ্ন ২০। কোনো কোষের তড়িতালক শক্তি  $1.5 V$  বলতে কি বুঝা?

[বা. বো. '১৯]

উত্তর : কোনো কোষের তড়িতালক বল  $1.5 V$  বলতে বুঝায় 1 C চার্জকে কোষ সমেত কোনো বস্তুর এক বিন্দু থেকে সম্পূর্ণ বস্তুর শুরিয়ে আবার ঐ বিন্দুতে আনতে  $1.5 J$  পরিমাণ কাজ করতে হয়।

প্রশ্ন ২১। ধারকের শ্রেণি সমবায় কেন ব্যবহার করা হয়? ব্যাখ্যা কর। [সেলু-৩৯]

উত্তর : আমরা জানি, ধারকের শ্রেণি সমবায়ের ক্ষেত্রে তুল্য ধারকত্বের বিপরীত মান সবগুলো ধারকের ধারকত্বের বিপরীত মানের সমান। অর্থাৎ শ্রেণি সমবায়ের ক্ষেত্রে তুল্য ধারকত্বের মান কমানোর জন্য ধারকের শ্রেণি সমবায় ব্যবহার করা হয়। তাই আমরা বলতে পারি, তুল্য ধারকত্বের মান কমানোর জন্য ধারকের শ্রেণি সমবায় ব্যবহার করা হয়।

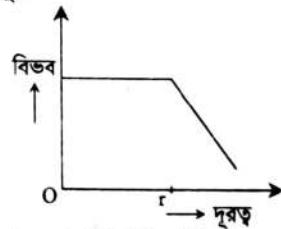
প্রশ্ন ২২। তড়িৎ ক্ষেত্র বলতে কী বোঝায়? [জ. বো., সি. বো., দি. বো. '১৮]

উত্তর : একটি আহিত বস্তুর চারদিকে যে অঞ্চলব্যাপী তার প্রভাব বজায় থাকে অর্থাৎ অন্য কোনো আহিত বস্তু আনা হলে সেটি আকর্ষণ বা বিকর্ষণ বল লাভ করে সেই অঞ্চলকে ঐ আহিত বস্তুর তড়িৎক্ষেত্র বলে। ধরি, A একটি ধনাত্মক আধানে আহিত বস্তু। এখন আহিত বস্তুটি থেকে নির্দিষ্ট দূরত্ব P বিন্দুতে যদি একটি  $+q$  আধানধারী কৃত্ব বস্তু রাখা হয় তাহলে A বস্তুর আধানের জন্য  $+q$  প্রথ আধানটি একটি বল অনুভব করবে। এ থেকে বলা যায়, P বিন্দুতে একটি তড়িৎক্ষেত্রের জন্যই  $q$  আধানটি বল লাভ করে এবং এ তড়িৎক্ষেত্রের উৎস হচ্ছে আহিত বস্তু।

প্রশ্ন ২৩। কোনো চার্জিত গোলাকার পরিবাহীর কেন্দ্র থেকে দূরত্ব বনাম বিভব লেখচিত্র আঁক ও ব্যাখ্যা কর।

[ব. বো. '১৭; সেলু-৬০; প্রামাণিক-২৩]

উত্তর : কোনো চার্জিত গোলাকার পরিবাহীর কেন্দ্র থেকে দূরত্ব বনাম বিভব লেখচিত্র নিম্নরূপ—



আমরা জানি, গোলাকার পরিবাহীর ভিতরের যেকোনো বিন্দুর এর পৃষ্ঠের বিভবের সমান। এজন্য দূরত্ব বাড়তে বাড়তে পরিবাহীর ব্যাসার্ধ r এর সমান হওয়া পর্যন্ত বিভবের মান সমান থাকে। কিন্তু দূরত্ব পরিবাহীর ব্যাসার্ধের চেয়ে বেশি হলে দূরত্ব বৃদ্ধির সাথে সাথে বিভবের মান কমতে থাকে।

প্রশ্ন ২৪। গোলাকার পরিবাহীর ধারকত্ব বনাম ব্যাসার্ধ লেখচিত্রের চাল কী নির্দেশ করে? [কু. বো. '১৭; প্রামাণিক-৩৭]

উত্তর : আমরা জানি, গোলাকার পরিবাহীর ব্যাসার্ধ r হলে ধারকত্ব C =  $4\pi\epsilon_0 r$  বা  $C \propto r$ । চার্জ গোলকের বাইরের পৃষ্ঠ অবস্থান করে। ব্যাসার্ধ বেশি হলে গোলকের পৃষ্ঠ পর্যন্ত দূরত্ব বেশি হয়। তাই গোলাকার পরিবাহীর ব্যাসার্ধ বাড়ালে ধারকত্ব বাড়ে। এখন ধারকত্ব বনাম ব্যাসার্ধ লেখচিত্র অঙ্কন করলে লেখচিত্রটি একটি সরলরেখা হবে। যার চাল একটি ধূরক  $4\pi\epsilon_0$  কে নির্দেশ করে।

প্রশ্ন ২৫। কোনো ধারকের গায়ে  $0.06 \mu F - 210 V$  লেখা আছে। কৃতাটির অর্থ কী? [বি. বো. '১৭; সেলু-৭; প্রামাণিক-৪৫; তপন-২৯]

উত্তর : কোনো ধারকের গায়ে  $0.06 \mu F - 210 V$  লেখার অর্থ হলো এই ধারকের ধারকত্ব  $0.06 \mu F$  এবং এটি সর্বোচ্চ  $210 V$  বিভব পার্শকে ব্যবহার করা যেতে পারে।  $210 V$  এর বেশি বিভব পার্শকে ধারকটি নষ্ট হয়ে যেতে পারে।

প্রশ্ন ২৬। একটি চার্জিত পরিবাহীর সমষ্টি চার্জ কেন্দ্রে না থেকে পৃষ্ঠে  
হাড়নো থাকে কেন? ব্যাখ্যা কর। [সি. বো. '৭]

উত্তর : চার্জিত পরিবাহীর সমষ্টি চার্জ কেন্দ্রে না থেকে পৃষ্ঠে হাড়নো  
থাকে। চার্জ মূলত চলমান ইলেক্ট্রন, যা যেকোনো সময় অপর  
পরিবাহীতে স্থানান্তরিত হতে পারে। এজন্য পরিবাহীতে চার্জ  
সম্ভাবে তার পৃষ্ঠের সর্বত্র ছড়িয়ে পড়ে।

প্রশ্ন ২৭। ধারকের মধ্যে পরাবিদ্যুৎ যুক্ত করলে ধারকত্তের কী  
পরিবর্তন হয় ব্যাখ্যা কর। [বি. বো. '৭]

উত্তর : ধারকের মধ্যে পরাবিদ্যুৎ যুক্ত করলে আবেশের কারণে ঐ  
পরিবাহীতে বিপরীত জাতীয় চার্জ আবিষ্ট হয়। এতে ঐ চার্জিত  
পরিবাহীর বিভব হ্রাস পায়। আবার ধারকত্ত,  $C = \frac{Q}{V}$  অর্থাৎ ধারকত্ত  
বিভবের বাস্তুনুপাতিক। ফলে বিভব হ্রাস পেলে ধারকত্ত বৃদ্ধি পায়।

অর্থাৎ ধারকের মধ্যে পরাবিদ্যুৎ যুক্ত করলে ধারকের ধারকত্ত বৃদ্ধি পায়।

প্রশ্ন ২৮। আধানের কোয়ান্টায়ন ব্যাখ্যা কর।

[সি. বো. '৭; সেলু-১৬; আমির-৪৯; প্রামাণিক-৩১]

উত্তর : আমরা জানি, একটি ইলেক্ট্রন বা প্রোটনের চার্জই হলো  
প্রকৃতিতে ন্যূনতম মানের চার্জ। একটি ইলেক্ট্রনের চার্জকে  $(-e)$  এবং  
একটি প্রোটনের চার্জকে  $(+e)$  দ্বারা চিহ্নিত করা হয়। এর মান  $e = 1.6 \times 10^{-19} C$ । অন্য সকল চার্জই এ স্তুতম চার্জের গুণিতক মাত্র।  
অর্থাৎ ইলেক্ট্রনের চার্জের গুণিতক হবে। একে চার্জের কোয়ান্টায়ন  
বলে। এ থেকে বুঝা যায় প্রকৃতিতে  $e$  মানের ভর্মাণ কোনো চার্জের  
অঙ্গিত নেই।

প্রশ্ন ২৯। “চার্জিত গোলকের কেন্দ্রে প্রাবল্য শূন্য” – ব্যাখ্যা কর।

[তি. বো. '১৬; সেলু-১৯; আমির-২৬; প্রামাণিক-১৭; তপন-১১]

উত্তর : কোনো বিন্দুতে একক আধান বা চার্জের উপর ক্রিয়াশীল  
বলকে তড়িৎক্ষেত্রের প্রাবল্য বলা হয়।

এখন, চার্জিত গোলকের পৃষ্ঠে বিভব  $V$ , কেন্দ্রে বিভব  $V_0$  এবং প্রাবল্য  
 $E$  হলে,

$$V - V_0 = E \times \text{দূরত্ব}$$

$$\text{বা}, 0 = E \times \text{দূরত্ব}$$

[চার্জিত গোলকের অভ্যন্তরে যেকোনো

বিন্দুর বিভব এর পৃষ্ঠের বিভবের সমান]

অতএব, চার্জিত গোলকের কেন্দ্রে প্রাবল্য শূন্য।

প্রশ্ন ৩০। পৃথিবীর বিভব শূন্য ধরা হয় কেন?

[কু. বো. '১৯]

[সেলু-৪০; আমির-১২; প্রামাণিক-২১; তপন-১৯]

উত্তর : পৃথিবী একটি তড়িৎ পরিবাহক। ধনাঘাতকভাবে আহিত বস্তুকে  
ভূ-সংযুক্ত করলে পৃথিবী থেকে ইলেক্ট্রন এসে বস্তুকে নিষ্ঠিত করে।  
আর ঝালাঘাতকভাবে আহিত বস্তুকে পৃথিবীর সাথে সংযুক্ত করলে বস্তু  
থেকে ইলেক্ট্রন ভূমিতে প্রবাহিত হয়, ফলে বস্তুটি নিষ্ঠিত হয়।  
পৃথিবী এতো বিরাট যে, এতে আধান যোগ-বিয়োগ করলে এর  
বিভবের পরিবর্তন হয় না। পৃথিবী প্রতিনিয়ত বিভিন্ন বস্তু থেকে আধান  
গ্রহণ করে আবার সাথে সাথে অন্য বস্তুকে আধান সরবরাহ করে।  
ফলে এর আধানের কোনো পরিবর্তন হয় না। আধানের পরিবর্তন না  
হওয়ায় বিভবেরও কোনো পরিবর্তন হয় না। এজন্যই পৃথিবীর  
বিভবকে শূন্য ধরা হয়।

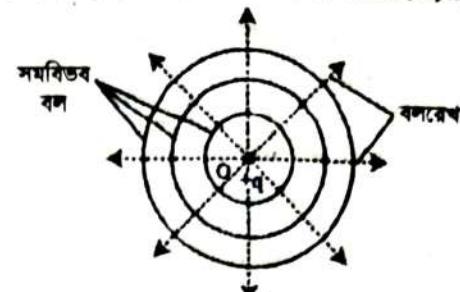
প্রশ্ন ৩১। গোলীয় পরিবাহীর তল সমবিভব তল – ব্যাখ্যা কর।

[সেলু-৪১; প্রামাণিক-১৯]

উত্তর : একটি তড়িৎক্ষেত্রের তেতুর অবস্থিত যে তলের উপর সকল  
বিন্দুতে তড়িৎ বিভব সমান হয় তাকে সমবিভব তল বলে।

ব্যাখ্যা : মনে করি, শূন্য বা বায়ু মাধ্যমে  $O$  বিন্দুতে  $+q$  বিন্দু চার্জটি রাখা  
হলো। এখন এই  $+q$  চার্জ থেকে  $r$  দূরত্বের কোনো বিন্দুতে তড়িৎ বিভব,

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



সূতরাং  $O$  বিন্দুকে কেন্দ্র করে, ব্যাসার্ধের একটি গোলক অঙ্কন করা  
হলে ঐ গোলকের পৃষ্ঠের উপর যে কোনো বিন্দুতে বিভব হলে,  $V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0 r} q$ । অতএব গোলকটির পৃষ্ঠা একটি সমবিভব তল।

প্রশ্ন ৩২। একটি চার্জিত ধারকে সঞ্চিত শক্তি তার চার্জের বর্গের  
সমানুপাতিক – ব্যাখ্যা কর। [সেলু-৪২; প্রামাণিক-৫২]

উত্তর : কোনো ধারকের ধারকত্ত  $C$ , মোট চার্জ  $Q$  এবং পাতৰয়ের  
বিভব পার্থক্য  $V$  হলে, আমরা জানি,

$$\text{সঞ্চিত শক্তি}, U = \frac{1}{2} VQ = \frac{1}{2} \cdot \frac{Q}{C} \cdot Q [\because V = \frac{Q}{C}] = \frac{Q^2}{2C}$$

$$\therefore U \propto Q^2$$

অতএব, একটি চার্জিত ধারকে সঞ্চিত শক্তি তার চার্জের বর্গের সমানুপাতিক।

প্রশ্ন ৩৩। কোনো গোলকের অভ্যন্তরে যে কোনো বিন্দুর বিভব পৃষ্ঠের  
বিভবের সমান হয় কেন? [প্রামাণিক-১৮]

উত্তর : আমরা জানি, গোলকের কেন্দ্রে প্রাবল্যের মান শূন্য।  
ফলে গোলকের অভ্যন্তরে যেকোনো দুই বিন্দুর মধ্যে চার্জ  
স্থানান্তরে কোনো কাজ করতে হয় না। একই কারণে পৃষ্ঠা হতে  
অভ্যন্তরে যেকোনো বিন্দুতে চার্জ স্থানান্তরে কোনো কাজ করতে  
হয় না। তাই গোলকের অভ্যন্তরে যেকোনো বিন্দুর বিভব পৃষ্ঠের  
বিভবের সমান।

প্রশ্ন ৩৪। সমান্তরাল পাত ধারকের একটি পাতকে অঙ্গিত এবং  
অপরাটিকে ভূ-সংযোগ করা হয় কেন – ব্যাখ্যা কর।

[সেলু-৪৪; প্রামাণিক-৪৮]

উত্তর : ধারকের একটি পাত অঙ্গিত রাখা হয় – এ পাতে চার্জ প্রদান  
করা হয়। অপর পাত ভূসংযুক্ত করা হয় ফলে অঙ্গিত পাতে যে চার্জ  
প্রদান করা হয় তার বিপরীত চার্জ ভূ-সংযুক্ত পাতে জমা হয়। ফলে  
অঙ্গিত পাতের চার্জ ধারণ ক্ষমতা বৃদ্ধি পায়। অতএব, বলা যায় যে,  
সমান্তরাল পাত ধারকের একটি পাতকে অঙ্গিত করে অপরাটিকে ভূ-  
সংযুক্ত করা হলে ধারকের কার্যকারিতা বৃদ্ধি পায়।

প্রশ্ন ৩৫। তড়িৎ ক্ষেত্রের কোনো বিন্দুর বিভব  $15 V$  বলতে কী  
বুঝায়? [দি. বো. '১৬] [আমির-২৯; প্রামাণিক-১৩; তপন-১৫]

উত্তর : তড়িৎ ক্ষেত্রের কোনো বিন্দুতে বিভব  $15 V$  বলতে বুঝায়  
অঙ্গীয় থেকে প্রতি কূলৰ ধনাঘাতক আধানকে তড়িৎ ক্ষেত্রের এই বিন্দুতে  
আনতে  $15 J$  কাজ করতে হয়।

প্রশ্ন ৩৬। একটি সমান্তরাল পাত ধারকের ধারকত্ত  $16.4 \mu F$  বলতে  
কী বুঝায়? [দি. বো. '১৫; সেলু-২; আমির-৩০; প্রামাণিক-৩৮; তপন-২৮]

উত্তর : একটি সমান্তরাল পাত ধারকের ধারকত্ত  $16.4 \mu F$  বা,  $16.4 \times 10^{-6} F$  বলতে  
বুঝায় ধারকটির পাতৰয়ের বিভব পার্থক্য  $1 V$  বজায়  
রাখতে প্রয়োক পাতে  $16.4 \times 10^{-6} C$  আধান প্রদান করতে হবে।

প্রশ্ন ৩৭। দুটি বিন্দুর বিভব পার্থক্য  $10 V$  বলতে কী বুঝায়?

[দি. বো. '১৫; সেলু-২; আমির-৩০; প্রামাণিক-২৭; তপন-১৬]

উত্তর : দুটি বিন্দুর বিভব পার্থক্য  $10 V$  বলতে বুঝায় । কূলৰ চার্জকে  
এক বিন্দু থেকে অন্য বিন্দুতে স্থানান্তর করতে বাইরের এজেন্ট কৃত  
 $10 J$  কাজ করতে হয়।

প্রশ্ন ৩৮। গোলাকার পরিবাহীর ব্যাসার্ধ বাড়লে ধারকত্ত বৃদ্ধি পায় কেন? [সি. বো. '১৫; সেলু-২০; আমির-৪৪; প্রামাণিক-৩২]

উত্তর : গোলাকার পরিবাহীর ধারকত্ত,

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

$$\text{বা, } C = \text{ধূরক } \times r$$

$$\text{বা, } C \propto r$$

অতএব, গোলাকার পরিবাহীর ধারকত্ত ও গোলকের ব্যাসার্ধ পরম্পর সমানুপাতিক।

যেহেতু চার্জ গোলকের বাইরের পৃষ্ঠে অবস্থান করে, তাই ব্যাসার্ধ বাড়লে ধারকত্ত বাড়বে। অর্থাৎ গোলাকার পরিবাহীর ব্যাসার্ধ বৃদ্ধির সাথে ধারকত্ত বৃদ্ধি পায়।

প্রশ্ন ৩৯। পাতের ক্ষেত্রফল ও মধ্যবর্তী মাধ্যম একই হওয়া সঙ্গেও ধারকত্ত কিন্তু হওয়ার কারণ ব্যাখ্যা কর। [সেলু-৪৫; প্রামাণিক-৪৪]

উত্তর : আমরা জানি, সমান্তরাল পাত ধারকের ধারকত্ত পাতের ক্ষেত্রফল ও মধ্যবর্তী মাধ্যম ছাড়াও পাতহয়ের মধ্যবর্তী দূরত্বের উপর নির্ভর করে। একেতে পাতের ক্ষেত্রফল ও মধ্যবর্তী মাধ্যম একই হওয়া সঙ্গেও পাতহয়ের মধ্যবর্তী দূরত্বের ভিন্নতার কারণে ধারকত্ত ভিন্ন হয়।

প্রশ্ন ৪০। তড়িৎক্ষেত্রের কোনো বিন্দুর বিভব বলতে কী বোঝ ব্যাখ্যা কর। [আমির-১০]

উত্তর : অসীম দূরত্ব থেকে একটি একক ধনচার্জ তড়িৎ ক্ষেত্রের কোনো বিন্দুতে আনতে (তড়িৎ বলের বিবৃত্তে) যে পরিমাণ কাজ সম্পন্ন করতে হয়, তাকে ঐ বিন্দুর তড়িৎ বিভব বলে।

যদি একটি  $+q$  চার্জকে অসীম থেকে তড়িৎ ক্ষেত্রের কোনো বিন্দুতে আনতে বাহ্যিক বল স্বার্গ কৃতকাজ  $W$  হয় তবে ঐ বিন্দুর তড়িৎ বিভব,  $V = \frac{W}{q}$ ।

প্রশ্ন ৪১। তড়িৎ প্রাবল্য বলতে কী বুঝায়? [তপন-১০]

উত্তর : একটি তড়িৎ ক্ষেত্রের কোনো বিন্দুতে একটি একক ধনাত্মক চার্জ স্থাপন করলে এটি যে বল অনুভব করে তাকে ঐ ক্ষেত্রের ঐ বিন্দুতে তড়িৎ প্রাবল্য বলে।

তড়িৎ ক্ষেত্রের কোনো বিন্দুতে স্থাপিত  $+q$  বার্জ যদি  $F$  বল অনুভব করে তা হলে ঐ বিন্দুতে প্রাবল্যের মান—  $E = \frac{F}{q}$

তড়িৎ প্রাবল্যের মান ক্ষেত্র সৃষ্টিকারী চার্জের পরিমাণ ও উচ্চ চার্জ হতে বিবেচিত বিন্দুর দূরত্বের উপর নির্ভর করে। তড়িৎ প্রাবল্য একটি ভেট্টের রাশি। ধনাত্মক চার্জের উপর অনুভূত বলের দিকই ঐ বিন্দুতে তড়িৎ প্রাবল্যের দিক নির্দেশ করে। তড়িৎ প্রাবল্যের একক  $N \cdot C^{-1}$  বা  $Vm^{-1}$ ।

প্রশ্ন ৪২। ঝগাত্মক চার্জের ক্ষেত্রে বলরেখাগুলো অন্তর্মুখী হয় কেন? [সেলু-৪৭; প্রামাণিক-৫]

উত্তর : তড়িৎক্ষেত্রে কোনো মুক্ত ধনাত্মক একক চার্জ যে পথসমূহে পরিপ্রেক্ষণ করে তাদেরকে তড়িৎ বলরেখা বলে।

একটি ঝগাত্মক চার্জের চতুর্মাণের যে কোনো বিন্দুতে একটি একক ধনাত্মক চার্জ রাখা হলে তা ঝগাত্মক চার্জের দিকে আকর্ষণ বল অনুভব করবে এবং চার্জহয়ের সংযোজক সরলরেখা বরাবর ঝগাত্মক চার্জের দিকে গতিশীল হবে। আবার ক্ষুদ্র ঝগাত্মক চার্জকে কেন্দ্র করে রাখ ব্যাসার্ধের বৃত্ত একে ঐ বৃত্তের পরিধিতে বিভিন্ন বিন্দুতে কেন্দ্রগুলো ধনাত্মক চার্জ রাখা হলে চার্জগুলো বৃত্তের কেন্দ্র তথা ঝগাত্মক চার্জের দিকে ব্যাসার্ধ বরাবর ধারিত হবে। এ কারণেই ঝগাত্মক চার্জের ক্ষেত্রে বলরেখাগুলো অন্তর্মুখী হয়।

প্রশ্ন ৪৩। কুলৰ সূত্রে শূন্য মাধ্যমে কুলৰ ধূবকের মান  $\frac{1}{4\pi\epsilon_0}$  ধূবকের কারণ ব্যাখ্যা কর। [সেলু-৪৮; প্রামাণিক-২]

উত্তর : শূন্য মাধ্যমে কুলৰের সূত্র থেকে আমরা পাই,

$$F_0 = 9 \times 10^9 N \cdot m^2 C^{-2} \times \frac{q_1 q_2}{d^2}$$

এখানে,  $F_0$  হলো শূন্য মাধ্যমে  $d$  দূরত্বে অবস্থিত  $q_1$  ও  $q_2$  চার্জহয়ের মধ্যকার ক্রিয়ালীল বল।

$\epsilon_0$  হলো শূন্যস্থানের ত্বেদনযোগ্যতা। এস.আই. এককে চার্জ দুটির মধ্যকার বলকে নিউটনে, চার্জ দুটিকে কুলৰে এবং তাদের মধ্যবর্তী দূরত্বে মিটারে প্রকাশ করলে পরীকলনৰ ফলাফল হতে  $\epsilon_0$  এর মান পাওয়া যায়,  $8.854 \times 10^{-12} C^2 N^{-1} m^{-2}$

$$\therefore \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = \frac{1}{4\pi \times 8.854 \times 10^{-12} N^{-1} m^{-2} C^2} \\ = 9 \times 10^9 N \cdot m^2 C^{-2} যা কুলৰ ধূবকের সমান।$$

প্রশ্ন ৪৪। ধারকের ধারকত্ত কীভাবে বৃদ্ধি করা যায়? [সেলু-১০]

উত্তর : সাধারণত যে বস্তু চার্জ ধরে রাখতে পারে তাকে ধারক বলে। সাধারণত একটি অন্তরিত ও অপর একটি তৃ-সংযুক্ত পরিবাহীর মধ্যবর্তী স্থান বায় বা অন্য কোনো পরাবেদ্যতিক মাধ্যমে পূর্ণ করে অন্তরীত পরিবাহীর ধারকত্ত বা চার্জ ধারণ ক্ষমতা বৃদ্ধি করা যায়। গোলাকার পরিবাহীর ব্যাসার্ধ বৃদ্ধি করে কিংবা সমান্তরাল পাতধারকের প্রয়োজনে ক্ষেত্রফল বৃদ্ধি বা দুই পাতের মধ্যবর্তী দূরত্ব কমিয়ে ধারকত্তের মান বৃদ্ধি করা যায়।

প্রশ্ন ৪৫। সমান্তরাল পাত ধারকের পাতহয়ের মধ্যবর্তী স্থানে ডাই-ইলেক্ট্রিক পদার্থ স্থাপন করার প্রয়োজনীয়তা ব্যাখ্যা কর। [সেলু-৪৫; প্রামাণিক-৪৩]

উত্তর : একই আকৃতি ও ক্ষেত্রফলের দুটি ধাতব পাতকে পরম্পরের কাছাকাছি এবং সমান্তরালে স্থাপন করে একটি অন্তরিত ও তড়িৎ উৎসের সাথে যুক্ত করে এবং অপরটিকে তৃ-সংযুক্ত করে এদের মধ্যবর্তী ফাঁকা স্থানে ডাই-ইলেক্ট্রিক বস্তুখন স্থাপন করে তৈরি যন্ত্রকে সমান্তরাল পাত ধারক বলে। আর যেসব অপরিবাহক পদার্থকে তড়িৎ ক্ষেত্রে স্থাপন করলে পোলারাইন ঘটে তাদেরকে ডাই-ইলেক্ট্রিক বা পরাবেদ্যতিক পদার্থ বলে। এজন্যই সমান্তরাল পাত ধারকের পাতহয়ের মধ্যবর্তী স্থানে ডাই-ইলেক্ট্রিক পদার্থ স্থাপন করা হয়।

প্রশ্ন ৪৬। তড়িৎ ক্ষেত্রের কোনো বিন্দুতে প্রাবল্য শূন্য হলে ঐ বিন্দুতে তড়িৎ বিভব কি শূন্য হবে? [কু. বো. '১৯]

উত্তর : আমরা জানি, তড়িৎক্ষেত্রের কোনো বিন্দুর প্রাবল্য ঐ বিন্দুর দূরত্ব সাপেক্ষে বিভবের পরিবর্তনের হারের সমানুপাতিক। অর্থাৎ তড়িৎ প্রাবল্য  $E$ , তড়িৎ বিভব  $V$  হলে,

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

অতএব, তড়িৎ প্রাবল্য শূন্য হলে, তড়িৎ বিভব শূন্য নাও হতে পারে।

প্রশ্ন ৪৭। তড়িৎ ক্ষেত্রের কোন বিন্দুতে প্রাবল্য কী কী বিষয়ের উপর নির্ভর করে? [সেলু-৫০; প্রামাণিক-৪]

উত্তর : তড়িৎ ক্ষেত্রের প্রাবল্য নিচের বিষয়ের উপর নির্ভর করে:

1. চার্জের পরিমাণের উপর।
2. চার্জের প্রকৃতির উপর।
3. যে অবস্থানে প্রাবল্য নির্ভর করতে হবে সেই অবস্থান এবং চার্জের মধ্যবর্তী দূরত্বের উপর।
4. চার্জ যে মাধ্যমে অবস্থিত, ঐ মাধ্যমের প্রকৃতির উপর।

প্রশ্ন ৪৮। কুলবের সূত্র ও গাসের সূত্রের তুলনা কর।

[অধ্যুম্ভ লাল দে মহাবিদ্যালয়, বরিশাল]

উত্তর : কুলবের সূত্র ও গাসের সূত্রের তুলনা নিম্নৰূপ :

কুলবের সূত্র	গাসের সূত্র
১. নিম্নিটি মাধ্যমে দুটি বিন্দু আধানের মধ্যে দিয়ে ক্রিয়াশীল আকর্ষণ বা বিকর্ষণ বলের মান আধানছয়ের গুণফলের সমানুপাতিক, এদের মধ্যবর্তী দূরত্বের বর্গের ব্যান্তানুপাতিক এবং এই বল সংযোজক সরলরেখা বরাবর ক্রিয়া করে।	১. কোনো তড়িৎক্ষেত্রে কোনো বন্ধ ক্ষেত্রে কোনো বন্ধ ক্ষেত্রে তড়িৎ ফ্লাইর $E_0$ গুণ হবে এই তল দ্বারা আবন্ধ মোট তড়িতাধানের সমান।
২. সূত্রানুসারে, $F = C \frac{q_1 q_2}{d^2}$	২. সূত্রানুসারে, $E_0 q = q_1$

প্রশ্ন ৪৯। বিভব পার্থক্যের S.I. একক  $\text{kg m}^2 \text{A}^{-1} \text{s}^{-3}$  ব্যাখ্যা কর।  
[ক. বো. '১৫; আমির-৩১; তপন-২১]

উত্তর : আমরা জানি,

$$P = VI$$

$$\text{বা, } V = \frac{P}{I} = \frac{\frac{W}{t}}{I} = \frac{W}{It} = \frac{Fs}{It} = \frac{mas}{It}$$

ভরের একক  $\times$  তুলণের একক  $\times$  সরণের একক

$$\therefore V \text{ এর একক} = \frac{\text{তড়িৎ প্রবাহের একক} \times \text{সময়ের একক}}{\text{তড়িৎ প্রবাহের একক} \times \text{সময়ের একক}} \\ = \frac{\text{kg m s}^{-2} \times \text{m}}{\text{A} \times \text{s}} = \text{kg m}^2 \text{s}^{-3} \text{ A}^{-1}$$

.. বিভব পার্থক্যের S.I. একক  $\text{kg m}^2 \text{A}^{-1} \text{s}^{-3}$ ।

প্রশ্ন ৫০। একক চার্জ দ্বারা সৃষ্টি তড়িৎক্ষেত্রে সৃষ্টি হয় না কেন?

[দি. বো. '১৬; সেলু-১৪; আমির-৩২; প্রামাণিক-৯; তপন-১৩]

উত্তর : আমরা জানি, কোনো তড়িৎক্ষেত্রের মান ও নিক সর্বত্র সমান হলে তা সৃষ্টি তড়িৎ ক্ষেত্রের মান সর্বত্র সমান হয় না। কারণ চার্জটির কাছাকাছি অঞ্চলে এর মানের অধিক্ষয় থাকে। এজনই একক চার্জ দ্বারা সৃষ্টি তড়িৎ ক্ষেত্র সৃষ্টি হয় না।

প্রশ্ন ৫১। তড়িৎ বি-মেরুর অক্ষের লম্ব সমন্বিতক বরাবর একটি চার্জ পতিশীল রাখতে কোনো কাজ সম্পাদিত হয় না— ব্যাখ্যা কর।  
[প্রামাণিক-২৯]

উত্তর : তড়িৎ বি-মেরুর লম্ব হিস্তিক বরাবর তড়িৎ বিভব শূন্য থাকে। ফলে কোনো কণা লম্ব হিস্তিক বরাবর গতিশীল কোনো বিভব লাভ করে না।

তাই তড়িৎ বি-মেরুর অক্ষের লম্ব হিস্তিক বরাবর একটি চার্জ গতিশীল রাখতে কোনো কাজ করতে হয় না।

প্রশ্ন ৫২। অপরিবাহী পদার্থকে বিভিন্ন মাধ্যম বলা হয় কেন? ব্যাখ্যা কর।  
[সেলু-৫; প্রামাণিক-৩২]

উত্তর : যেসব পদার্থ সমন্বাল পাত ধারকের দুই পাতের মাঝে রাখলে ধারকের ধারকত বৃদ্ধি পায় এবং তড়িৎ পরিবহন করে না, সেসব পদার্থই ডাই ইলেকট্রিক বা রিতড়িৎ মাধ্যম হিসেবে ক্রিয়া করে। এতে কোনো মুক্ত আধান থাকে না বলে এরা অপরিবাহী হয়। তাই, অপরিবাহী পদার্থকে ডাই ইলেকট্রিক মাধ্যম বা রিতড়িৎ মাধ্যম বলা হয়।

প্রশ্ন ৫৩। পরাবৈদ্যুতিক মাধ্যমের ধারকত বেশি— বুঝিরে দাও।  
[সেলু-৮]

উত্তর : সমন্বাল পাতধারকের পাতভয়ের মধ্যবর্তী স্থানে কোনো অন্তরক পদার্থ না থাকলে ধারকত  $C_0$  এবং অন্তরক ধারকালে ধারকত  $C$  হলে এই দুই অবস্থায় ধারকতের অনুপাত সর্বদা একটি ধূব সংখ্যা হয়। এই ধূব সংখ্যাকে ঐ অন্তরক মাধ্যমের পরাবৈদ্যুতিক ধূবক বলা হয়।

অর্থাৎ, প্যারাবৈদ্যুতিক ধূবক,  $K = \frac{C}{C_0}$  বা,  $C = KC_0$

অর্থাৎ, পরাবৈদ্যুতিক মাধ্যমের ধারকত  $= KX$  অন্তরক পদার্থ শূন্য ধারকের ধারকত।

পরাবৈদ্যুতিক ধূবকের মান। অপেক্ষা নেশি বলে পরাবৈদ্যুতিক মাধ্যমের ধারকত বেশি।

প্রশ্ন ৫৪। “দুটি বলরেখা কখনো পরম্পরকে ছেদ করে না”— ব্যাখ্যা কর।  
[সেলু-৩; আমির-৬]

উত্তর : তড়িৎ বলরেখাগুলো ধন চার্জ হতে উৎপন্ন হয়ে খণ্ড চার্জে শেষ হয় এবং বল রেখাগুলো পরম্পরকে পার্শ্বচাপ দেয়। ফলে এরা পরম্পরকে পার্শ্বের দিকে বিকর্ষণ করে। এজন্য দুটি বলরেখা কখনো পরম্পরকে ছেদ করে না।

প্রশ্ন ৫৫। তড়িৎক্ষেত্রের কোনো বিন্দুতে প্রাবল্য  $10 \text{ N C}^{-1}$  বলতে কী বুঝা?

[সেলু-১৭; প্রামাণিক-৩]

উত্তর : তড়িৎক্ষেত্রের কোনো বিন্দুতে প্রাবল্য  $10 \text{ N C}^{-1}$  বলতে বুঝায় এই বিন্দুতে স্থাপিত  $C$  চার্জের উপর ক্রিয়াশীল বলের মান হবে  $10 \text{ N}$ ।

প্রশ্ন ৫৬। সমন্বাল পাত ধারকের ধারকত কিসের উপর নির্ভর করে?

[সেলু-২০; প্রামাণিক-৩৯]

উত্তর : আমরা জানি, সমন্বাল পাত ধারকের ধারকত  $C$  হলে,

$$C = \frac{E_0 A}{d} \dots\dots\dots (1)$$

(১) নং সৈমানীকরণ থেকে বুঝা যায় যে, সমন্বাল পাত ধারকের ধারকত প্রতিটি পাতের ক্ষেত্রফল  $A$ -এর সমানুপাতিক এবং এদের মধ্যবর্তী দূরত্ব  $d$  এর ব্যান্তানুপাতিক এবং তড়িৎ মাধ্যমাঙ্গের সমানুপাতিক। অর্থাৎ সমন্বাল পাত ধারকের ধারকত পাতের ক্ষেত্র, মধ্যবর্তী মাধ্যমের প্রকৃতি ও পাতভয়ের মধ্যবর্তী দূরত্বের উপর নির্ভর করে।

প্রশ্ন ৫৭।  $6.5e$  আধান পাওয়া সম্ভব নয় — ব্যাখ্যা কর। [প্রামাণিক-৩০]

উত্তর : বিজ্ঞানীদের বিভিন্ন পরীক্ষা হতে প্রমাণিত হয়েছে যে, চার্জ নিরবচ্ছিন্ন নয়, একটি ন্যূনতম মানের পূর্ণ সংখ্যার গুণিতক। এ ন্যূনতম চার্জ হচ্ছে একটি ইলেক্ট্রন বা একটি প্রোটনের চার্জ এবং এর মান  $1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$ । এই চার্জকে যদি  $e$  দ্বারা প্রকাশ করা হয় তাহলে কোনো বস্তুর মোট চার্জ,  $q = \pm ne$  লেখা যায়।

এখানে,  $n$  হচ্ছে একটি পূর্ণ সংখ্যা। কোনো বস্তুতে চার্জের মান নিরবচ্ছিন্ন হতে পারে না। অর্থাৎ  $6.5e$  আধান পাওয়া সম্ভব নয়।

প্রশ্ন ৫৮। হাইড্রোজেন পরমাণুতে একটি তড়িৎ বি-মেরু বিদ্যমান— ব্যাখ্যা কর।  
[সেলু-৪]

উত্তর : দুটি সমপরিমাণ কিন্তু বিপরীত ধর্মী বিন্দু চার্জ পরম্পরের খুব কাছাকাছি অবস্থান করলে একটি তড়িৎ বি-মেরু গঠিত হয়।

হাইড্রোজেন পরমাণুতে একটি প্রোটন (ধনায়ক) ও একটি ইলেক্ট্রন (ঋণায়ক) আছে। অতএব, এটি একটি তড়িৎ বি-মেরু।

প্রশ্ন ৫৯। দূরত্বের সাপেক্ষে বিভবের পরিবর্তনের হার তড়িৎ প্রাবল্যের মানের সমান কেন? ব্যাখ্যা কর।  
[সেলু-৬]

উত্তর : মনে করি, একটি সূষ্ম তড়িৎ ক্ষেত্রে,  $X$ -অক্ষ বরাবর  $A$  এবং  $B$  খুব কাছাকাছি দুটি বিন্দু।  $B$  বিন্দুতে  $A$  ও  $B$ -এর দূরত্ব যথাক্রমে  $x$  ও  $x + dx$ ।



A বিন্দুর বিভব  $V$  ও B বিন্দুর বিভব  $V + dV$

$\therefore A$  ও  $B$  বিন্দুর বিভব পার্থক্য  $= V + dV - V = dV$

তড়িৎ বিভব এর সংজ্ঞানুসারে,

$dV =$  একক ধন চার্জকে B বিন্দু হতে A বিন্দুতে আনতে কৃতকাজ  
= বল  $\times$  সরণ = প্রাবল্য  $\times$  সরণ

এখন,  $F = qE = 1.E = E$  অর্থাৎ, বল = প্রাবল্য

$\therefore dV = -Edx$  [যেহেতু প্রাবল্য এবং সরণ বিপরীতমুখী, সেহেতু ঝগড়াক চিহ্ন ব্যবহার করা হয়েছে]

$$\text{বা, } E = -\frac{dV}{dx}$$

একেতে,  $-\frac{dV}{dx}$  কে বলা হয় দূরত্ব সাপেক্ষে বিভবের নতিমাত্রা। উপর্যুক্ত সমীকরণ হতে, দূরত্ব সাপেক্ষে বিভবের পরিবর্তনকে প্রাবল্য বলে।

প্রশ্ন ৬০। তড়িৎ বলরেখা থেকে কীভাবে কোনো বিন্দুর তড়িৎ প্রাবল্যের ধারণা পাওয়া যায়? [সেলু-৫৩]

উত্তর : আমরা জানি, তড়িৎ বলরেখা তড়িৎক্ষেত্রের মধ্যে অঙ্কিত খোলা বক্ররেখা যার কোনো বিন্দুতে অঙ্কিত স্পর্শক ঐ বিন্দুতে সম্মিলিত বলের বা প্রাবল্যের দিক নির্দেশ করে। তড়িৎক্ষেত্রের কোনো বিন্দুতে বলরেখার সাথে লম্ব একক ক্ষেত্রফলের মধ্যাদিয়ে অতিক্রান্ত বলরেখার সংখ্যা থেকে ঐ বিন্দুর তড়িৎ প্রাবল্যের মান পাওয়া যায় এবং তড়িৎ বলরেখার দিক থেকে প্রাবল্যের দিক পাওয়া যায়।

প্রশ্ন ৬১। তড়িৎ আবেশ বলতে কী বুঝা?

উত্তর : যেকোনো একটি চার্জিত বস্তুকে একটি আচার্জিত বস্তুর কাছে আনলে চার্জিত বস্তুর প্রভাবে আচার্জিত বস্তুতে অস্থায়ীভাবে চার্জ সৃষ্টি হয়। এ প্রক্রিয়াকে তড়িৎ আবেশ বলে। আবেশের ক্ষেত্রে নিকটবর্তী প্রান্তে বিপরীতধর্মী চার্জ ও দূরবর্তী প্রান্তে সমধর্মী চার্জের সৃষ্টি হয়।

প্রশ্ন ৬২। কোনো বস্তুকে হাত দ্বারা ঘর্ষণ করলে উহা আহিত হয় না কেন? ব্যাখ্যা কর। [রা. বো. '১৬; আমির-২৫; তপন-৩]

উত্তর : কোনো বস্তুকে হাত দ্বারা ঘর্ষণ করলে উহা আহিত হয় না। কারণ আমরা জানি, মানবদেহ তড়িৎ পরিবাহী। ফলে কোনো বস্তুকে যখন হাত দ্বারা ঘর্ষণ করা হয় তখন আবিষ্ট বস্তু ডৃ-সংযুক্ত থাকে। আর ডৃ-সংযুক্ত অবস্থায় কোনো বস্তুতে চার্জ অবশিষ্ট হবে না অর্থাৎ বস্তুটি আহিত হবে না।

প্রশ্ন ৬৩। একটি আহিত আধান পানির বুদবুদকে প্রসারিত করা হলে বুদবুদের বিভবের কীরূপ পরিবর্তন হবে— ব্যাখ্যা কর। [সেলু-৫৬]

উত্তর : সাবান পানির বুদবুদকে গোলীয় পরিবাহী হিসেবে ধরা হয়। আহিত বুদবুদ প্রসারিত হলে তার ব্যাসার্ধ বেড়ে যায়। CGS পদ্ধতিতে গোলীয় পরিবাহীর ধারকত্ব যেহেতু তার ব্যাসার্ধের সমান, তাই আহিত বুদবুদটির ধারকত্ব বেড়ে যায়।

$$\text{আবার, বিভব, } V = \frac{\text{আধান}}{\text{ধারকত্ব}}$$

যেহেতু বুদবুদ প্রসারিত হলেও আধান অপরিবর্তিত থাকছে, তাই বুদবুদের বিভব হ্রাস পাবে।

প্রশ্ন ৬৪। একটি পরিবাহীকে কীভাবে অন্তরিত করা যায়? [সেলু-৫৭]

উত্তর : বিন্দুৎ সংক্রান্ত কাজে যেসব পদাৰ্থ সংযোজক হিসাবে ব্যবহার করা হয়, তাদেরকে সাধারণত অপরিবাহী বা কুপরিবাহী পদাৰ্থ দ্বারা আবৃত করে পরিবাহীকে অন্তরিত করা যায়।

প্রশ্ন ৬৫। কোনো পরিবাহীর চার্জ + 1 C বলতে কী বুঝা?

[সেলু-৫৮]

উত্তর : কোনো পরিবাহীর চার্জ + 1 C বলতে বুঝায় এই পরিবাহীতে

$$\text{বাতাবিক অবস্থার তুলনায় } \frac{1}{1.6 \times 10^{-19}} \text{ বা, } 6.25 \times 10^{18} \text{ টি ইলেক্ট্রন ঘটাতি রয়েছে।}$$

প্রশ্ন ৬৬। কুলুবের সূত্র ও গসের সূত্রের তুলনা কর। [সেলু-৩০]

উত্তর : আমরা জানি, অপরিবাহী কিংবা কুপরিবাহীর যে অংশে চার্জ প্রদান করা হয় সে অংশেই তা আবন্ধ থাকে। চার্জ কুপরিবাহীর অন্য অংশে চলাচল করে না। তবে অন্তরিত পরিবাহীর যেকোনো অংশে চার্জ প্রদান করলে সমধর্মী চার্জের বিকর্ষণের জন্য তা পরিবাহীর সর্বত্র

ছড়িয়ে পড়ে এবং পরিবাহীর বাইরের পৃষ্ঠে অবস্থান করে। তেওঁরের পৃষ্ঠে বা পরিবাহীর মধ্যে কোনো বিন্দুতে থাকে না।

প্রশ্ন ৬৭। কোনো মাধ্যমের পরাবৈদ্যুতিক ধূবক ৫ বলতে কী বুঝা?

[সেলু-৩১; প্রাথমিক-৩৩]

উত্তর : কোনো মাধ্যমের পরাবৈদ্যুতিক ধূবক ৫-এর অর্থ এই যে, শূন্য বা বায়ু মাধ্যমে অবস্থিত দুটি বিন্দু চার্জের মধ্যকার বল এবং একই দূরত্বে অন্য কোনো মাধ্যমে অবস্থিত ঐ বিন্দু চার্জ দুটির মধ্যকার পারস্পরিক বল অপেক্ষা ৫ গুণ বেশি। অর্থাৎ শূন্য বা বায়ু মাধ্যমে এবং অন্য কোনো মাধ্যমে সমদূরত্বে অবস্থিত দুটি বিন্দু চার্জের মধ্যকার পারস্পরিক বলের অনুপাত ৫। আবার, ধারকত্বের সাহায্যে বলা যায় যে ঐ মাধ্যমপূর্ণ ধারকের ধারকত্ব বায়ু বা শূন্য মাধ্যমপূর্ণ ধারকের চেয়ে ৫ গুণ বেশি। অর্থাৎ ঐ মাধ্যমপূর্ণ ধারকের ধারকত্ব ও শূন্য বা বায়ু মাধ্যমপূর্ণ ধারকের ধারকত্বের অনুপাত ৫।

প্রশ্ন ৬৮। বস্থ আধান ও মুক্ত আধান বলতে কী বুঝা?

[সেলু-৩৭]

উত্তর : তড়িৎ আবেশের সময় পরিবাহীর যে প্রান্তে আবেশী আধানের নিকটে থাকে ঐ প্রান্তে আধান আবেশী আধানের বিপরীত হয়। ফলে এদের মধ্যে শক্তিশালী আকর্ষণ বল দ্বিয়া করে। এর ফলে এ প্রান্তের আধান স্থান ত্যাগ করতে পারে না। এ আধানকে বস্থ আধান বলে। আবার দূরবর্তী প্রান্তে যে আধান আবিষ্ট হয় তা আবেশী আধানের সমধর্মী হয়। ফলে বিকর্ষণের কারণে এ আধান আবেশী আধান থেকে যতদূর স্তুত দূরে যেতে চায়। তাই এ আধানকে মুক্ত আধান বলে।

প্রশ্ন ৬৯। নিকটস্থ দুটি সমধর্মী ও সমান বিন্দু চার্জের জন্য বলরেখা কীরূপ হবে?

[সেলু-৩৮]

উত্তর : নিকটস্থ দুটি সমান ও সমধর্মী বিন্দুর চার্জের জন্য সৃষ্টি তড়িৎ ক্ষেত্র রেখাগুলো  $\vec{E}$  দেখানো হলো। কোনো বিন্দুতে স্পর্শক  $\vec{E}$  দেখানো হলো। চার্জবিহীন পরস্পরকে বিকর্ষণ করে এবং চার্জবিহীনের মধ্যবিন্দুতে নিকটস্থ নিরপেক্ষ বিন্দু পাওয়া যায়।

প্রশ্ন ৭০। কোনো বস্তুর চার্জ  $0.8 \times 10^{-19}$  C হতে পারে না— ব্যাখ্যা কর। [চ. বো. '১৯]

উত্তর : কোন বস্তুতে আধানের মান নিরবচ্ছিন্ন হতে পারে না, একটি নিদিষ্ট সর্বনিম্ন মানের সরল গুণীতক হবেই। যেহেতু বস্তুর আধান  $0.8 \times 10^{-19}$  C যা একটি নিদিষ্ট সর্বনিম্ন মান (ইলেক্ট্রনের আধান  $1.6 \times 10^{-19}$  C) এর সরল গুণীতক নয় অতএব কোনো বস্তুর চার্জ  $0.8 \times 10^{-19}$  C হতে পারে না।

প্রশ্ন ৭১। সমান্তরাল পাত ধারকের ধারকত্ব পাতবয়ের মধ্যবর্তী মাধ্যমের উপর নির্ভর করে কি? ব্যাখ্যা কর। [সি. বো. '১৯]

উত্তর : সমান্তরাল পাত ধারকের ধারকত্ব পাতবয়ের মধ্যবর্তী মাধ্যমের উপর নির্ভর করে।

$$\text{আমরা জানি, } C = \frac{eA}{d}$$

পাতের ক্ষেত্রফল এবং দূরত্ব যদি নির্দিষ্ট হয় তবে  $C \propto e$  হবে। অর্থাৎ যে মাধ্যমের বা বস্তুর ডাই ইলেক্ট্রিক ধূবকের মান বেশি হবে সে বস্তুর বা মাধ্যমের ধারকত্ব বেশি হবে।

প্রশ্ন ৭২। কোনো গোলাকার পরিবাহীর আধান ৪ গুণ করা হলে এর চার্জের তল ঘনত্বের পরিবর্তন কীরূপ হবে?

[ব. বো. '১৯]

উত্তর : আমরা জানি, চার্জের তল ঘনত্ব,  $\sigma = \frac{Q}{A}$  বা  $\sigma \propto Q$ , যখন A স্থির। অর্থাৎ ক্ষেত্রফল স্থির রেখে চার্জ যতগুল করা হবে তার্জের তল ঘনত্ব ও 4 গুণ হবে। অতএব, কোনো গোলাকার পরিবাহীর ক্ষেত্রফল স্থির রেখে আধান 4 গুণ করা হলে এর চার্জের তল ঘনত্ব ও 4 গুণ হবে।